

2022年第十五屆 物業管理研究成果發表會 論文集

主辦單位 /
台灣物業管理學會、國立成功大學

指導單位 /
內政部營建署、內政部建築研究所



目錄 Table of Contents

目錄.....	i
Table of contents	
感言.....	v
Testimonials	
議程.....	vii
Agenda	

A. 建築設備維護技術 Facility Maintenance and Management

A1 商業大樓電梯延壽方案評量指標建構之研究【廖永隆、蔡宗潔、文一智】.....	3
A Study on Assessment Items of Elevator Service Life Extension Program in Commercial Building	
A2 建築物外牆之可搬式吊籠清洗工法研究【黃振庭、杜功仁】.....	13
Temporary Suspended Working Platform Cleaning Method for Building Façades	
A3 醫療用冷卻水配管系統維護管理與影響 臺灣首座碳離子同步加速器治療中心為例【潘振宇、李美慧】.....	23
Maintenance management and impact of cooling water piping system for medical use The first carbon ion synchrotron treatment center in Taiwan as an example	
A4 鄰里公園公共廁所衛生設備使用觀察研究【樂凱武、潘振宇】.....	29
Observational Study on Sanitary Facilities of Neighborhood Park Public Lavatories	

B. 情報技術於生命週期運用 Application of intelligence technology in the life cycle

B1 國際機場營運維管階段建築資訊模型(BIM)資訊交換標準 COBie 之程序與應用研究 【楊竣丞、蘇瑛敏】.....	39
Research on the procedure and application of COBie, an information exchange standard for building information modelling (BIM) in the operation and maintenance phase of international airports	
B2 應用獨立驗證與認證(IV&V)技術於 RC 建物完工品質驗收之研究 【洪竹鈞、林利國、伍羽涵、吳峙觀】.....	51
Analysis of Independent Verification and Validation (IV&V) on Building Quality Inspection for reinforce concrete Construction Project	
B3 基於數位雙生適地性服務的擴增實境空間數據可視化維運管理 【王宓琦、蔡理宜、林瑞宏、沈揚庭】.....	61
AR Spatial Data Visualization Based on Digital Twins LBS Apply to Build Operation Management	

B4	建築物運維階段之機電設備維護系統與 BIM 技術之整合研究 —以國立臺灣科技大學某大樓為例【林榮彥、杜功仁】	67
	Integrating Building Equipment Maintenance System and BIM Technology For Building Equipment Operation and Maintenance – The Case of a Building in Taiwan Tech	
<hr/>		
C. 樓板性能與後疫情專題 Floor performance and post pandemic era		
<hr/>		
C1	樓板緩衝材工法對地坪瓷磚劣化之影響研究-以抗壓強度為例【林子軒、楊詩弘】	81
	The Study of Bulged Tile Issue When Using Acoustic Material on Flooring	
C2	建物樓板衝擊音之音能降低研究【羅傑鯨、林利國、高知鼎、葉育儒】	89
	Evaluation of impact sound reduction of concrete floor with various coverings	
C3	冠狀病毒病防疫對策的火災危險與預防【楊欣潔】	99
	Novel coronavirus epidemic prevention countermeasures to fire hazards and prevention	
C4	A Study on the Influence of COVID-19 on Citizen's Workshop on Restructuring of Public Facilities【Ryo SANUKI、Shih-Hung YANG、Kasane YUASA】	107
<hr/>		
D. 都市環境與社區 Urban Environment and Community		
<hr/>		
D1	探討大眾運輸交通工具二氧化碳濃度【許協誌、潘振宇】	119
	Investigating the Carbon Dioxide concentration of transportation tools	
D2	不同都市密度下建物群立體綠化比例對微氣候之影響【蘇瑛敏、徐榆庭】	125
	Impact of Buildings' Vertical Greening Ratio on Urban Microclimate in Different Impact of Buildings' Vertical Greening Ratio on Urban Microclimate in Different	
D3	底層透空建築型態對行人微氣候影響初探—以理想城市為例【蘇瑛敏、石旻諦】	135
	A Preliminary Study on the Influence of Lift-Up Buildings towards Urban Microclimate at Pedestrian Level - Ideal City Analysis	
D4	惡地智庫【蔡孟玲】	145
	Collaborative Badlands Think Tank	
<hr/>		
E. 住宅規劃與管理 Residential Planning and Management		
<hr/>		
E1	大學生對於社會住宅之物業管理項目需求之認知研究【柳孟葦、張智元】	157
	The study on undergraduate students' understanding of the property management tasks in social housing	
E2	社會住宅之服務需求與付費認知之研究【洪琪雯、張智元】	167
	The Study on the Needs of Service and Perceptions of Pay in Social Housing	
E3	既有社會住宅公共空間改造為青銀共居場所之可行性研究【楊詩弘、蘇建儒、王榮進、褚政鑫】	177
	Feasibility study on the Transformation of Existing Social Housing Public Space into Intergenerational Co-Living Place	
E4	從時間軸探討高雄市民間集合住宅之住戶平面計畫的空間構成特性【林松德、朱政德】	191
	Study on the spatial composition characteristics of the residential plan of the civil complex in Kaohsiung within the specified timeline	

E5 建設公司開發建案產品規劃定位之探討-以低樓層透天建築物為例【呂灯哲、蔡宗潔】	197
Research on Product Planning Positioning of Building Project for Construction Company— the Case Study of Low-rise Building	

F. 建築外牆性能與診斷 Building exterior wall performance and diagnosis

F1 外牆瓷磚接著劑於模擬酸雨條件下之抗拉強度比較 - 以不同砂漿板進行酸雨模擬比較【翁佳樑、卓唯巨】	213
Discussion on the tensile strength of external wall tile adhesive under simulated acid rain conditions-Comparison of acid rain simulation with different mortar boards	
F2 台灣外牆石材插銷式工法孔洞填充材之安全性探討【翁佳樑、蔡秉宏、方晨昇】	221
Discussion on the safety of dowel anchorage system hole filling material for building exterior wall stone in Taiwan	
F3 震損破壞下 RC 外牆損壞程度之研究【廖硃岑、林智捷】	227
Study on damage degree of RC exterior wall by earthquake destroy	
F4 外牆破壞與非破壞檢測之整合性研究【張孟修、廖硃岑、林智捷】	235
Integrated Research on Destruction and Non-Destruction Detection of Exterior Walls	

台灣物業管理學會簡介、入會申請表	243
TIPM introduction, member registration	

序

台灣物業管理學會理事長 郭紀子

六月纏綿，柔風輕輕，花香滿滿，我本極為期待六月十一日的台南行程，台灣物業管理學會第十五屆物業管理研究成果發表會由國立成功大學建築系承辦。我嚮往成大校園的綠地清新、池塘如鏡、鳳凰花香、榕樹搖曳，更憧憬成大的莊嚴校訓「窮理致知」，因之正乃研究成果發表會的最佳精神寫照。然而，新冠疫情攪擾，我只能在家裡，面對電腦螢幕，參與視訊研討，不免有些許惋惜，但是，活動順利圓滿，亦聊有欣慰。

創新與研究，是物業管理學術發展及產業升級的重要動力，為了彰顯、鼓勵、帶動臺灣物業管理產、學、研創新研究能量，本學會每年與不同的大學舉辦物業管理研究成果發表會，布局學術發展，驅動產業升級，已然成為臺灣物業管理學術與實務研究的樞紐平台，今年，已經進入第十五屆，成果豐碩。

成大建築系自 1944 年創系，是國內大學建築相關科系中歷史最悠久者，已為國家、社會培育許多優質建築工程與規劃設計人才以及相關領域的領導人才，在台灣不同時代背景下的社會轉型，均有非常積極的參與及貢獻。近年來，針對建築落成使用後之修繕、維護、管理與更新以及再利用策略與技術做了系統地探究。包括從永續建築觀點切入，對於舊建築如何滿足未來需求，達成老而彌堅之永續建築課題也日益重視，充分認知到擁有技術整合能力與永續環境觀念是為領導人才不可或缺的要素。成大建築「永續化」的主軸思想與台灣物業管理學會的發展理念高度契合。

六場次發表成果，研究領域分為「建築設備維護技術」、「情報技術於生命週期運用」、「樓板性能與後疫情專題」、「都市環境與社區」、「住宅規劃與管理」、「建築外牆性能與診斷」等六大主題，這些跨領域議題的發表，體現了現今建築學術及物業管理專業的重要內涵及價值觀，其所引發的物業管理與跨領域思考，應會成為「永續建築」在物業管理學術及實務領域的基礎。面對 21 世紀環境急遽變遷的挑戰，精心培養物業管理人才與產業有足夠的應變能力，建構適應生活環境變遷，強化都市韌性的創新性物業管理，將是本學會持續努力的目標。

本屆發表會經歷了約半年的籌備，在疫情嚴峻的當下，來之不易，我要特別感謝所有熱心參與付出的相關同仁、學者專家、贊助者以及同學們的努力促成！特別是活動承辦人本會前任秘書長、成功大學建築系楊詩弘助理教授，非常辛苦，從活動規劃、論文邀稿、老師邀請到活動程序安排，鉅細靡遺，親力親為，深為感佩！

成大校園充滿生機，校園規劃與管理必定是物業管理之顯學，我也要特別感謝當天的專題演講主講人成功大學總務長姚昭智教授，百忙之中，不吝蒞臨賜教，讓我們聆聽到一場精采的大師演講，非常感謝！還有 6 個主題場次的研究成果發表會主持人暨優秀論文獎初選評審，包括國立臺中科技大學室內設計系李孟杰教授、本會副秘書長羅紫萍助理教授、國立高雄科技大學營建系謝秉銓助理教授、國立成功大學建築系張珩教授、國立高雄大學建築系梁凱翔助理教授、國立成功大學建築系陳震宇副教授，當天的主持活動，都非常專業、認真、辛苦，也再次致謝！

延續往年的做法，本次活動之發表者全程參與，具有優秀論文獎候選資格，將選出優秀論

文 3 篇(各一萬元獎金)、佳作論文 5 篇(各三千元獎金)。論文選拔分二階段進行，第一階段(初選)由各場次主持人選出 2 篇論文，共計 12 篇入圍；第二階段(決選)由四位獨立評審以投票方式選出優秀論文與佳作論文，並預計於 6 月 18 日公佈。優秀論文獎決選評審包括國立雲林科技大學未來學院院長陳維東教授、國立成功大學建築系蔡耀賢教授、國立成功大學建築系葉玉祥助理教授、台灣物業管理學會秘書長林宗嵩教授。各位老師秉持公正、公平原則，認真甄選優秀作品，也非常感謝他們！

「落其實者思其樹，飲其流者懷其源。」我也要特別感謝優秀論文獎獎金贊助者：本會理事信義之星公寓大廈管理維護股份有限公司張建榮總經理、本會前理事長台灣科技大學建築系主任杜功仁教授、本會前秘書長楊詩弘教授、本會理事良源科技公司林世俊董事長、本會理事安捷國際物業集團陳品峯董事長、本會理事京鎂公寓大廈管理維護股份有限公司蔡妙能董事長、本會監事國霖機電集團徐春福執行長，正是有他們的慷慨解囊、大力資助，發表會優秀論文獎才得以圓滿進行！由衷的感謝！

當日，所有研究成果發表者都有精采的表現，相信大家對自己的研究發表都有滿滿的成就感。本年度研究成果豐碩，靠的就是大家辛苦的研究努力。藉由彼此分享科學探究歷程，相互發覺未盡完善的論述，以補強各自的研究成果，或進一步地去確定更深層的研究方向，這也是辦理成果發表會的另一個目的。所以，不論在發表會過程中或是會後回饋，大家相互指正，彼此砥礪，促使我們百尺竿頭、更進一步，都非常具有意義。

謝謝大家！敬祝大家身體健康、事事如意！



2021 年 6 月 11 日

議程 Agenda

時間	議 程		
09:00~09:30	線上報到 https://meet.google.com/xhv-nzxd-thn		
09:30~09:40	開場致辭 主持人: 郭紀子(台灣物業管理學會理事長)		
09:40~10:20	【專題演講】 大學校園規劃與管理----以國立成功大學為例 主講人: 姚昭智(國立成功大學建築系特聘教授兼總務長)		
10:20~10:25	研究成果發表與優秀論文獎選拔方式說明 主持人: 林宗嵩(台灣物業管理學會秘書長)		
	研究成果發表會		
	陳逸潔 https://meet.google.com/vzc-gogu-dif 場次 A: 建築設備維護技術 主持人: 李孟杰 (國立臺中科技大學室內設計系教授)	方昱揚 https://meet.google.com/zuw-txii-exw 場次 B: 情報技術於生命週期運用 主持人: 羅紫萍 (台灣物業管理學會副秘書長)	陳詩瀚 https://meet.google.com/owp-zqto-gqc 場次 C: 樓板性能與後疫情專題 主持人: 謝秉銓 (國立高雄科技大學營建系助理教授)
10:30~10:45	商業大樓電梯延壽方案評量指標建構之研究 廖永隆、蔡宗潔、文一智	國際機場繳交建築資訊模型(BIM)資訊交換標準 COBie 之程序與應用研究 楊竣丞、蘇瑛敏	樓板緩衝工法對地坪磁磚劣化之影響研究--以抗壓強度為例 林子軒、楊詩弘
10:45~11:00	建築物外牆之可搬式吊籠清洗工法研究 黃振庭、杜功仁	應用獨立驗證與認識 IV&V 技術於 RC 建物完工品質驗收之研究 洪竹鈞、林利國、伍羽涵、吳峙叡	建物樓板衝擊音之音能降低研究 羅傑鯉、林利國、高知鼎、葉育儒
11:00~11:15	醫療用冷卻水配管系統維護管理與影響--台灣首座碳離子同步加速器治療中心為例 潘振宇、李美慧	基於數位雙生適地性服務的擴增實境空間數據可視化維護管理 王宥琦、蔡理宜、林瑞法、沈揚庭	冠狀病毒病防疫對策的火災危險與預防 楊欣潔
11:15~11:30	鄰里公園公共廁所衛生設備使用觀察研究 樂凱武、潘振宇	建築物運維階段之機電設備維護系統與 BIM 技術之整合研究--以國立台灣科技大學某大樓為例 林榮彥、杜功仁	A Study on the Influence of COVID-19 on Citizen's Workshop on Restructuring of Public Facilities 譚岐亮、楊詩弘、湯淺かさね
	場次 D: 都市環境與社區 主持人: 張珩 (國立成功大學建築系特聘教授)	場次 E: 住宅規劃與管理 主持人: 梁凱翔 (國立高雄大學建築系助理教授)	場次 F: 建築外牆性能與診斷 主持人: 陳晨宇 (國立成功大學建築系副教授)
11:30~11:45	探討大眾運輸交通工具二氧化碳濃度 許協誌、潘振宇	大學生對於社會住宅之物業管理項目需求之認知研究 柳孟蓉、張哲元	外牆磁磚接著劑於模擬酸雨條件下之抗拉強度比較--以不同砂漿板進行酸雨模擬比較 翁佳傑、卓唯亘
11:45~12:00	不同都市密度下建築群立體綠化比例對都市微氣候之影響 蘇瑛敏、徐榆庭	社會住宅之服務需求與付費認知之研究 洪琪雯、張哲元	台灣外牆石材插銷式工法孔洞填充之安全性探討 翁佳傑、蔡秉宏、方晨昇
12:00~12:15	底層透空建築型態對行人微氣候影響初探--以理想城市為例 蘇瑛敏、石昕諦	既有社會住宅青銀共居公共空間改造可行性之研究 楊詩弘、蘇建傑、王榮進、褚政鑫	震損破壞下 RC 外牆損壞程度之研究 廖殊岑、林智捷
12:15~12:30	惡地智庫 蔡孟玲	從時間軸探討高雄市民間集合住宅之住戶平面計畫的空間構成特性 林松德、朱政德	外牆破壞與非破壞檢測之整合性研究 張孟修、廖殊岑、林智捷
12:30~12:45	建設公司開發建案產品規劃定位之探討--以低樓層透天建築物為例 呂灯哲、蔡宗潔		

主題 A.1 建築設備維護技術
Facility Maintenance and Management

商業大樓電梯延壽方案評量指標建構之研究

A Study on Assessment Items of Elevator Service Life Extension Program in Commercial Building

廖永隆^a、蔡宗潔^b、文一智^b

Yung-Lung Liao^a, Tsung-Chieh Tsai,^b I-Jyh Wen^b

^a 國立雲林科技大學營建工程系 碩士生 Master Student, Dept. of Civil and Construction Engineering, National Yunlin Univ. of Sci. & Tech.

^b 國立雲林科技大學營建工程系 副教授 Associate Prof., Dept. of Civil and Construction Engineering, National Yunlin Univ. of Sci. & Tech.

論文資訊

論文審查紀錄：

受稿日期

2022 年 05 月 25 日

審查通過日期

2022 年 05 月 28 日

關鍵詞：

商業大樓、電梯延壽、評量指標、物業管理

通訊作者：

廖永隆

電子郵件地址：

M10916012

@gmail.yuntech.edu.tw

Article Info

Article history:

Received 25 May 2022

Accepted 28 May 2022

Keywords:

Commercial Building,
Elevator Service Life,
Assessment Items,
Property management

Corresponding author:

Yung-Lung Liao

E-mail address:

M10916012

@gmail.yuntech.edu.tw

摘要

台灣高樓建築林立，根據統計，台灣目前已有將近 400 萬戶住宅為 30 年以上的屋齡，其中需要進行補強甚至拆除重建的危險老舊建築物比例更是高達 40%！多數建築物都已面臨建築結構補強、電梯設備年限及安全設備等重大設施，必須面臨更新或改善的問題，但因各項設施更新與改善方案各有利弊，加上物業管理人多數無法提出有效評估及工程影響，經常造成業主難以決斷及住戶之間糾紛。因此，本研究先調查分析使用者之需求，再經由調查 30 位專家意見，建構決定電梯延壽方案之三大構面及十五項評量指標及其權重排序，作為探討如何實施電梯延壽工程及物業管理之策略，運用於設施更新與修繕工程，透過方案評量指標與管理規劃，讓未具備建築物重大設備專業知識之管委會成員及物業管理人，在面對重大設備修繕工程前、中、後過程中，能立即發現問題及提出修正意見，並透過以問卷調查使用者需求與意見，來提供住戶及管委會適時的建議方案與調整物業管理機制，落實設備更新成效與增加建築物的價值，在辦理修繕過程中降低對日常的影響，以符合商業大樓設施改善工程之需求。

Abstract

There are many high-rise buildings in Taiwan. According to statistics, there are nearly 4 million houses in Taiwan that are more than 30 years old. Among them, the proportion of dangerous old buildings that need to be reinforced or even demolished and reconstructed is as high as 40%! Most buildings have been faced with major facilities such as building structure reinforcement, elevator equipment age and safety equipment, and must face the problem of updating or improving them. Assessments and project impacts often result in difficult decisions for owners and disputes among residents. Therefore, this research first investigates and analyzes the needs of users, and then investigates the opinions of 30 experts to construct three major dimensions and fifteen evaluation indicators and their weight rankings for determining the elevator life extension plan, as a way to explore how to implement elevator life extension projects and The strategy of property management is applied to facility renewal and renovation projects. Through scheme evaluation indicators and management planning, members of the management committee and property managers who do not have the professional knowledge of major building equipment can In the middle and post process, problems can be found immediately and correction suggestions can be put forward, and through questionnaires to investigate user needs and opinions, to provide residents and the management committee with timely suggestions and adjustments to the property management mechanism, to implement the effect of equipment renewal and increase the building. value, reduce the daily impact during the repair process, in order to meet the needs of commercial building facilities improvement projects.

一、前言

近年來我國建築物使用主管機關加強對電梯使用

性能與管理實務之檢查，加上因應殘障福利法通過後，內政部營建署〔2008〕，將建築物無障礙設施設計規範納入改善要求，電梯製造業者也逐漸重視中古電梯維修

及殘障電梯增設業務，加上中古電梯的保養市場因為歷年新機裝置的逐漸累積，每年預估有 3~5% 成長。依據桃園市政府建築管理處〔2019〕，新建電梯檢查取得使用許可證有 1,625 部，既有電梯定期安全檢查取得使用許可證有 38,080 部，其中運行超過十五年的升降電梯計有 25,908 部。雖仍符合法規安全性，然其設計和技術性已落後現今環保節能之要求，乘感上亦不及現代新式電梯舒適、可靠，儘管相關維護保養廠商已作定期保養與消耗部品定期更新，仍不敵主要機件逐漸出現物理性老化與乘感品質降低。基於保護建築物資產價值與使用安全性，在未來老舊建築物「重大設施改善工程管理」將是物業管理重要工作。在環保意識下，建築物「永續再生」之觀念，已逐漸取代耗費能資源之「新建工程」，依據各項經濟指數、疫情影響與政府政策等因素，台灣新建案推出情形，多數區域已於 2020 年起出現緩步衰退情形，加上營建原料與工資成本大幅成長的影響下，結構安全無虞之中古建築物，如何藉由裝修更新外觀與設備改善，來延續建築物永續再生至為關鍵，本研究電梯延壽方案評量指標之建構，將有助於管理委員會與物業管理人，辦理重大設備修繕之參考與依據。

1-1 研究目的

綜觀台灣地區物業管理產業與從業人員專業素質來看，肇於國內各大專院校就物業管理相關專業系所並不多，加上相關科系之人才皆往營建、工程及室內設計行業發展下，多數對於建築物維護工作之專業素質與工作規劃上，顯明不足以應對。依據內政部建築研究所〔2022〕未來三年重點產業人才調查與推估所示，有關建築物設施管理、物業經營等關鍵專業人才，學歷背景與業界需求條件，仍以高中比例最高，其次為專科及軍事院校，且科系背景多與物業相關產業無關聯居多，而在從事物業工作經驗上與年資上，以 1-2 年居多，次為無經驗，加上近年來在招募人力不足與困難雙重壓力下，業者常以不論學經歷，只要有取得「公寓大廈管理服務人員證照」即為任用，導致經常性的人員適應不佳與經驗不足為常態現象。基於以上的背景，目前多數物業管理人，針對所管理與服務之建築物，在隨時間發生的設備老化及物理性能衰退時，僅能依靠設備廠商提供資訊與建議，而無法針對設備提出有效計劃性的修繕及改良，更遑論以專業管理的角度，來落實工程品質管

控。為此，將探討如何將方案評量指標與管理之策略，運用於設施更新與修繕工程，透過方案評量指標與管理規劃，讓未具備建築物重大設備專業知識之管委會成員及物業管理人，在面對重大設備修繕工程前、中、後過程中，能立即發現問題提出修正意見外，並透過以問卷調查使用者需求與意見，來提供管理委員會適時的建議與調整物業管理機制，以落實設備更新成效與增加建築物的價值，並在辦理修繕過程中降低對日常的影響，是為本項研究之目的。

1-2 研究方法

依據前述研究目的，本研究將先就現行法令有關建築物設備重大修繕要求之條文分析，並以方案評量指標方式為主軸運用物業管理策略，依序從計畫起始、執行、監控到完成檢討，本研究依據層級程序分析法、取捨評估法、文獻調查法與訪談調查法，透過資料收集進行本案方案評量指標與管理策略分析，如圖 1 所示。

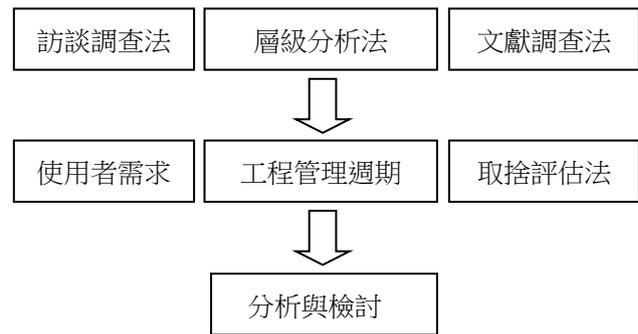


圖 1 研究方法與流程

本研究標的選取桃園市中壢區「銀座商業大樓」為調查與分析案例。該大樓於 1994 年啟用，為中壢火車站前地標商業大樓，樓高 22 層地下 4 層，共有 11 部電梯(B2~16F 貨梯 1 部、B4~10F 客梯 3 部、B4~22F 客梯 3 部、B4~16F 客梯 2 部及 1F~16F 景觀展望梯 2 部)，匯集光南購物中心、錢櫃 KTV、補教業及壽險業進駐，其使用現況，如表 1 所示。本研究邀請 30 位熟悉電梯工程、營造工程、管理委員會成員及物業管理專家進行問卷，再將專家問卷結果分析，得出商業大樓電梯延壽方案的評量構面與指標，以供管理委員會決策之依據。另在物業管理工作方面，由該商業大樓管理中心保管之建築物原始設計圖說、三菱電梯公司提供部品規格，整理出 11 部電梯的基本資料與現況，參考勞動部

〔2014〕「升降梯安全檢查構造標準」、內政部營建署〔2014〕「建築物昇降設備設置及檢查管理辦法」相關規定，計畫將頂樓機房、升降路、車廂及動力系統等設為主要工作區域，並考量降低影響日常使用前提下，規劃分梯次安裝作業，如表 2，每梯次安裝作業中，進行 6 項進度管理及 10 項管制措施，包含檢查點與相對應物業管理機制，後續就監督與管制施工進度情形，並於每梯次作業驗收交機後，依據使用人需求意見調查，檢討改善每一梯次電梯安裝作業管理措施。

二、文獻回顧

物業管理人的素質專業能力，長期以來備受使用者關切與質疑，雖然公部門及學術機構透過證照培訓、學術研究與法令修正，來強化物業管理人專業能力，然基於物業界長期低薪待遇與人力招募不足的雙重擠壓下，加上現行物業管理人由於專業能力不足，在面對建築物設備專業與工程品質的管理上，經常性造成業主、管委會錯誤評估與決策，進而減損建築物設施機能，為此，在不能短期內提升物業管理人素質前提下，針對老舊建築物重大設備更新時，就物業工作所面臨之問題，透過本項研究，將建築設備性能修繕與維護、物業管理及物業管理人職能相關文獻，進行調查與彙整研究如下：

2-1 建築物設備性能改善與維護相關文獻

依據日本學者巽和夫、柏原士郎、古阪秀三〔2002〕提出「建築物之性能與維修效果」理論中提及：建築物經年的使用下，通過修繕可以恢復其原有之性能，但通過修繕得以恢復的性能還會隨時間的推移再次發生劣化。因此針對不同耐用年限的建築設備需要一個長期的計劃性的修繕相對應。盡早發現建築不同部位的問題，即時展開有計劃的修繕，對於建築物長期耐用化意義重大。依據這三位學者的理論，日本對於建築物的耐用性能提升與永續經營主要反映在以下兩點：(1)新建建築物追求長期耐用之建築物開發。(2)既有建築物主要是透過建築物診斷後以修改手法，進行建築物整建或是使用重建的方法拆除新建。

郭斯傑、陳曉晴、詹慕祖〔2004〕提到機電工程之特性，大型設備如發電機、配電盤、冰水主機...等，其特性為佔有之空間及裝設部位對於建築空間規劃有極

大的影響，尤其在施工階段，如果未能及早確認安排運輸動線、掌握正確的施工順序以及設備機械進場時間，將對於其他作業造成影響。由此可知，物業管理人於建築物大型設備維修更新工程作業中，應以物業管理的角度，居中進行協調與規劃工期尤為重要。因為一旦規劃失當，在工程作業中，被影響的作業可能是前置作業、後續作業或是同步之共同作業資源，而在老舊建築物設備修繕更新作業上，影響的將是住戶在安全及生活上之不便，甚至殃及建築物功能。

邱茂林、游晉程〔1999〕就集合式住宅型態與設施管理的關係提到，集合住宅型態包括配置、坪數配比、住宅與非住宅使用等屬性，配置影響設施管理最大者為安全控制之難易度，關係到安全管理之成本，其次是社區共同感建立、設備之維修成本、公設之產權清楚等。本研究案為非住宅使用在安全控制上，除要顧慮工程期間各項工安管理外，亦不能影響日常商業需求上的使用，一旦發生控管不佳發生，輕者造成商戶營運損失影響及商用不動產出租營收，嚴重則發生工安意外事件，造成大樓負面影響與理賠問題。

本研究以桃園市 108 年統計運行超過十五年的升降電梯計有 25,908 部數據來看，在未來第十年間建築物業主、所有權人、使用者、管理委員會及物業管理單位，必然面臨重大設備年限更新與延壽決策問題，例如：電梯、空調系統、緊急電力及高壓供電設施等，因此，在諸多不確定情況及具有多數個評估準則的工程決策問題上，藉由專家團隊從專業角度，將複雜的問題系統化，由不同層面給予評量分析，並透過量化的運算，找到脈絡後，加以綜合評估提供決策，後續在執行過程中加以導入物業管理作法，「應用知識、技能、工具與技巧於專案活動」將能更切合實際需求，未來在其他類型建築物同樣面對重大設施更新工程時，也可延伸探討與研究。

2-2 物業管理與物業管理人職能相關文獻

簡立明〔2017〕建構物業經理人適任性評量指標之研究，由探討應用層級分析法(AHP)得知，決定物業公司服務社區之成敗關鍵因素，取決於物業經理之選任及聘任，其中經驗、年資、學歷及是否為相關科系，勢必影響初步聘任的適任程度與薪資待遇，而在後續考評

其任用成效與社區經營管理工作上，是否薪能相當還是空有其表，仍待物業公司的考核及委任者的實際評估來看待。

顏世禮〔2002〕都市建築形態趨於高樓層規模化、設備複雜化、使用複合多元化及高密度發展，其中涉其的專業技術管理維護內容，以非區分所有權人、住戶或管理委員會可自行管理的範疇。相對於從事物業管理之經理人，應就其職掌專業性、技術性及管理範疇能力上應提升，以符合建築物規劃特性與原則。

三、建構電梯延壽方案之評量指標

由於決策之管理委員會及協助之物業管理人，並無電梯技術之專業知識，面臨到考量何項方案較為適宜時，總會難以下定決策。本研究標的在面臨抉擇更新與延壽過程中，就因為如選擇全機更新工程時，優點為可提升為較高速率機種(150 公尺/分)對於高樓層使用上會較有效率，然會面臨使用執照變更、較長工期及大樓經費是否足以支撐等問題；若選擇性能延壽工程時，雖然工程經費負擔減少，但如何取捨留用部品及後續維護權責界定，加上因應殘障福利法通過後，內政部營建署〔2008〕建築物無障礙設施設計規範之要求，增加對於無障礙電梯設置項目，而如何在大樓經費運用、安全性與法規要求，並符合日常使用人需求效益，設計各項評估項目與構面，將為方案取捨之關鍵。

3-1 電梯延壽方案使用者需求意見調查

電梯因應法規與物理性衰退前提下，必須面臨更新與延壽之考量，除管委會需評量與決策外，有切身關係每日搭乘使用者需求，也應納入考量與評估，尤其在施工過程中，相關進度執行往往與物業管理日常工作連結，這也是各項物業管理策略制定之重要因素，為此，特於方案起始前，就大樓內每日使用者，進行需求意見調查，共擬定 10 項調查項目分別為(1)電梯外觀改善。(2)電梯改善樓層分流規劃改善。(3)電梯室內空氣品質改善。(4)電梯運行噪音改善。(5)電梯使用安全改善。(6)電梯等候時間改善。(7)電梯樓層顯示改善。(8)電梯車廂舒適度改善。(9)電梯按鍵使用改善。(10)電梯梯廳等候空間動線改善等意見調查。經調查結果，表 3 所示，使用者對於電梯車廂舒適度改善與電梯等候時間改善，尤為重視與需求，而對於電梯外觀是否變更並無

重要需求下之結果，可供設備修繕決策、物業管理策略與評量之重要考量。

3-2 電梯延壽方案評量指標構面分析

本研究運用「層級分析法」就電梯業者提出方案內容，尋求專家設計分析各方案評量指標構面，再進行問卷訪談，最後計算各構面及分項指標權值。將業主所面臨的不確定問題，評量出這三大構面(1)管委會決策構面(2)電梯公司專業能力構面(3)物業公司管理能力構面及十五分項指標，確定每項方案性質與成本，讓管委會據以評估進行取捨。藉由評量得出數據與權重值，進行評量分析程序，獲得各項工程性質對於大樓永續貢獻的相對程度與影響程度，再將其轉換為取捨之成本，也就是取得各項工程考量及所必須付出之代價，據此管委會也能從分析後之得失中，選擇最好、最有利於建築物設備修繕之決策。

管委會決策構面分析

管委會選取延壽工程決策之前，透過專家意見調查與專業分析，將電梯公司提報之專業規劃內容，分析與評量每項方案效益與成本，讓管委會或業主據以評估(1)工程造價攤提評估。(2) 安全性與法規要求評估。(3)電梯系統節能效益評估。(4)更新料件品質評估。(5) 裝機工期評估等，進行取捨。

電梯公司專業能力構面分析

電梯公司的專業能力，以公司維修能力以及工程管理的專業技能為主，輔以工安管理、技術支援與保固執行等相關能力，也是電梯公司的本質工作，而專業規劃及維護品質，也是維持公司營運的重要任務。為此彙整出電梯公司專業能力構面分析因素：(1)公司維修能力。(2)工程管理能力。(3)工安管理能力。(4)技術支援能力。(5)保固執行能力。其具體事項為專業電梯公司應具備工程執行及專業技術能力，方能提供業主與建築物使用人安全與便利的電梯使用品質，另在工程管理工作上亦能兼顧工期進度與日常使用，更有賴與物業管理人充分協調與配合。

物業公司管理能力構面分析

物業公司管理能力構面，基本上在建築物重大修繕

工程中，應發揮設施管理維護之管理績效為主，因此，物業公司派駐於現場的管理人員，執行力與主動積極是基本的特質。為此彙整出物業公司管理能力構面因素：(1)物業管理執行力。(2)安全管理執行力。(3)財務管理執行力。(4)品質管理執行力。(5)監督管理執行力。其具體事項為專業物業公司應具備專業的執行力，透過落實各項規劃與提供建築物使用人安全與舒適的工程管理品質，就必須在管理工作上兼顧工期進度與日常使用，更有賴與電梯公司專業技術人員充分協調與配合。

3-3 權重指標分析與討論

本研究邀請 30 位熟悉電梯工程、營造工程、管理委員會成員及物業管理專家進行問卷，再將專家評量的結果分析得出，商業大樓電梯選擇延壽方案評量指標三大構面，比較專家問卷分析結果，說明如下：

商業大樓電梯延壽方案評量指標三大構面，比較專家問卷分析結果，如表 4 所示，專家問卷結果顯示電梯延壽方案評量指標，最重要的為構面一延壽與更新決策構面權重 50%，其次為構面二電梯公司專業能力構面 32%及構面三物業公司管理能力構面 18%。另就各分項指標分別說明之代表意見內容如下：

商業大樓電梯延壽方案評量指標三大構面及十五項指標，經比較專家問卷分析結果，如表 5 所示，顯示在電梯延壽方案評量指標三大構面，最重要的評量分項因素是構面一管委會決策構面之工程造價攤提評量，分項因素權重 17.1%，第二重要的評量分項因素是安全性與法規要求評估，分項因素權重 11.4%，第三重要的是電梯系統節能效益評估，分項因素權重 10.15%。

管委會決策構面各項評量指標之權重值

決策構面下各項評量指標之專家問卷分析結果如表 5 所示，專家問卷結果，顯示依其重要性分項因素為：工程造價攤提評估指標權重 34.2%；第二為安全性與法規要求評估指標權重 22.8%；第三為電梯系統節能效益評估指標權重 20.3%；第四為料件品質評估指標權重 12.2%；第五為裝機工期評估指標權重 10.6%。

電梯公司專業能力構面下各項評量指標之權重值

電梯公司專業能力構面下各項評量指標之專家問卷分析結果如表 5 所示，專家問卷結果顯示依其重要性

分項因素為：公司維護品質指標權重 29.4%；第二為工程管理能力指標權重 22.2%；第三為工安管理能力指標權重 17%；第四為技術支援能力指標權重 16.2%；第五為保固執行能力指標權重 15.2%。

物業公司管理能力構面下各項評量指標之權重值

物業公司管理能力構面下各項評量指標之專家問卷分析結果如表 5 所示，專家問卷結果顯示依其重要性分項因素為：專案管理執行力指標權重 29.8%；第二為安全管理執行力指標權重 29.3%；第三為財物管理執行力指標權重 20.8%；第四為監督管理執行力指標權重 10.6%；第五為品質管理執行力指標權重 9.4%。

實證分析說明

經由專家問卷分析，套用於該商業大樓業主之決策模式，在工程造價攤提是較為重要之因素，雖然該研究案例有近 4000 萬管理基金，加上位處中壢市中心地區，停車場供需所增加之收益應可應對，然決策後，如何在財務紀律與停車場收益回饋比例上審酌，將是後續面臨其他重大修繕之財務準備的重要課題，另就實際執行工程電梯公司與規劃監督之物業管理公司，基於委託管理原則，管委會對於應辦理之管理工項，於契約明訂各項工作內容與完成績效，並定期稽核其成效及適時經由問卷方式，調整其管理內容或作業程序。

四、延壽方案之物業管理策略

本方案執行物業管理策略，其目的為如何降低對建築物內使用人之日常影響。物業管理必須排定時程去設法解決問題。本項延壽方案在物業管理規劃下，除應配合法規相關的各項要求外，在日常的使用與工程並行作業下，將衍生噪音、工區區隔、料件進出、人流動線與安全等因素產生的問題，勢必影響大樓日常運行，也考驗物業管理團隊專業能力。

電梯延壽工程期間，在面對各項影響問題上，依據經驗與現況，擬定 10 項物業管理策略，分述如下：(1)人流進出管制管理；(2)施工工區安全管制管理；(3)施工工區環境清潔管制管理；(4)料(廢)件進出管制與儲藏管理；(5)車廂附屬設施施工管理(6)吊車管制作業管理；(7)施工人員勞工安全衛生管理；(8)突發事件緊急應變管理；(9)電梯竣工檢查作業管理；(10)電梯延壽工程

財務作業管理。前述各項物業管理策略執行情形，依據規劃時程、工程進度及相關使用人員反饋意見，進行作業程序調整，也會就工程影響、施工品質及管理措施等進行使用人滿意度調查，讓物業管理單位，了解使用人對於延壽工程期間日常觀感及滿意度，以精進與改善對於進行電梯延壽工程中，減少人為阻礙與臻進延壽工程之成效。

五、結論與後續研究

藉由探討商業大樓在電梯延壽方案評量指標建購，到後續規劃、決策、管理到竣工驗收，均與建築物永續經營、建築物價值及日常生活品質息息相關，其中特別是電梯設施涉及高度專業性與技術性，藉由熟悉電梯工程、營造工程、管理委員及物業管理專家進行問卷，再將專家評量的結果分析，再將各項數據與優劣性分析後，獲得各項工程性質對於大樓的相對程度之影響，轉換為取捨之成本數據，讓業主能從合理專業分析中，做出最有利之決策，也讓物業管理團隊依據建議，提出更妥適、更合宜的管理策略，期能在不因物業管理人員專業與經驗不足情形下，善用評量指標分析方式與物業管理策略，讓建築設施永續再生改善作業有所助益。

5-1 使用人滿意度調查與物業管理績效

為確保施工品質、降低日常使用影響及確保公共安全，於電梯竣工驗收後，應再就使用者進行滿意度調查，經由調查結果，不僅可以提升設施維護管理工作，另在重視服務品質與使用人評價中，其達成率與效率越高，則可增加住戶對物業管理人服務滿意度並降低其投訴率，從而建立重大設施維修工程流程標準化，提升物業管理人的專業形象。

5-2 後續研究建議

本研究提出，將業主所面臨的不確定重大設施修繕問題，評量出這三大構面及十五分項指標，從而確定每項方案性質與成本，讓管委會據以評估進行取捨，而建立標準化制度流程之成果，可供管理委員會與物業管理人參考，哪些重要指標在方案評量過程中，是應予以重視的。本研究案雖以電梯延壽為主要評量對象，然對於老舊建築物所面臨的重大設施，如空調系統、發電機及

消防主機，未來面臨年限及物理性衰退，是否能在設備原理及使用性能要求情況不同時一體適用，亦或於建築物設施管理維護整體效益評估機制上，更為妥適與應用，將是後續研究之方向。

表1.調查案例建築物使用概要

棟別	A棟	B棟
建築物樓層數	B4~16F	B4~22F
電梯數量	展望梯2部、客梯2部、貨梯1部	客梯6部
大樓營業型態	光南購物中心 港式飲茶 U2電影館 公職補教業、網咖	錢櫃KTV、全家便利商店 升學補教業、壽險公司 直銷公司、新竹捐血中心 產後護理之家
所有權數	36戶	
主要所有權人	南山人壽(60%)、鵬鎮實業(36%)	
使用人承租率	88%	
電梯維護單位	台灣三菱電梯(股)公司-中壢分公司	
管理單位	齊家公寓大廈管理維護公司	

資料

來源: 中壢-銀座廿一商業大樓管委會提供本研究彙整

表2. 中壢銀座商業大樓電梯更新進度管制表

更新梯次	電梯編號	停止樓名	進場拆機日	開始裝機日	裝機完成日	試車完成日	驗收日	預定請款金額 預定放款作業月份	備註
			實際拆機日	實際裝機日	實際完成日	實際試車日	實際驗收日	實際放款金額 實際放款作業月份	
一	03	B4-16F	109.09.23	109.09.30	109.10.26	109.11.05	109.11.06	第二期請款1,440,000元 109/10月	議價造價 6,005,000
	05	B4-10F							
	08	B4-22F							
	11	B2-16F							
管理中心作業審查									
二	04	B4-16F	109.11.09	109.11.16	109.12.10	109.12.21	109.12.22	第三期請款1,080,000元 109/12月	議價造價 4,466,000
	06	B4-10F							
	09	B4-1, 11-22F							
管理中心作業審查									
三	1	1-16F	109.12.24	109.12.31	110.01.25	110.02.05	110.02.08	第四期請款1,080,000元 110/01月	議價造價 4,118,000
	07	1-10F							
	10	1, 11-22F							
管理中心作業審查									
四	2	1-16F	110.02.18	110.02.22	110.03.19	110.03.30	110.03.31	第五期請款 360,000元 110/03月	議價造價 1,611,000
管理中心作業審查									
1. 全部工程自109/10/01起至110/03/31日止共182日須完成所有電梯更新作業。 2. 60期分期款9,720,000元(每期162,000元)自110年6月起支付。 3. 60期保養費4,800,000元(每期80,000元)自全部完工日起免費保養兩個月後起算。(預定110年6月起) 4. 依據合約第18條逾期完工(每台造價千分之一)之規定,如施工期間逾期完工,經結算後將由第六期驗收款扣除。								1. 第一期簽約款1,620,000元 109/06月已辦理請款作業 2. 第六期驗收款 900,000元 預定110/05月辦理請款作業	

資料來源: 中壢-銀座廿一商業大樓管委會提供本研究彙整

表3 電梯延壽工程使用者需求意見調查分析

序號	調查項目	平均數	標準差	排序
1	電梯外觀情形改善	3.78	1.1160	10
2	樓層分流規劃改善	4.53	.752	5
3	電梯室內空氣品質改善	4.61	.697	3
4	電梯運行噪音改善	4.22	.959	9
5	電梯使用安全改善	4.56	.741	4
6	電梯等候時間改善	4.66	.619	2
7	電梯樓層顯示改善	4.43	.749	8
8	電梯車廂舒適度改善	4.66	.613	1
9	電梯按鍵使用改善	4.48	.752	7
10	梯廳等候空間動線改善	4.51	.686	6

資料來源:本研究彙整

表4.商業大樓電梯評量三大構面權重問卷分析結果

編號	構面	權重	排序
1	管委會決策構面	50%	1
2	電梯公司專業能力構面	32%	2
3	物業公司管理能力構面	18%	3

整體CR值0%

資料來源:本研究彙整

表5.商業大樓電梯延壽方案評量指標問卷分析結果

Level I	Level II	Level II	Glb Prio
電梯延壽方案評量指標	管委會 決策構面 0.500	工程造價攤提評估0.342	17.10%
		料件品質評估0.122	6.10%
		電梯系統節能效益評估0.203	10.15%
		安全性與法規要求評估0.228	11.40%
		裝機工期評估0.106	5.30%
	電梯公司 專業能力構面 0.320	公司維修能力0.294	9.41%
		工程管理能力0.222	7.10%
		工安管理能力0.170	5.44%
		技術支援能力0.162	5.18%
		保固執行能力0.152	4.86%
	物業公司 管理能力構面 0.180	物業管理執行力0.298	5.36%
		安全管理執行力0.293	5.27%
		財務管理執行力0.208	3.74%
		品質管理執行力0.094	1.69%
		監督管理執行力0.106	1.91%

資料來源:本研究彙整

參考文獻

- 內政部營建署 (2008)。建築物無障礙設施設計規範。
- 桃園市建築管理處 (2019)。建築物昇降設備檢查取得使用許可證統計。
- 內政部建築研究所 (2022)。未來三年重點產業人才調查與推估。

4. 巽和夫、柏原士郎、古阪秀三(2002)。進化する建築保全。
5. 郭斯傑、陳曉晴、詹慕祖(2004)。建築工程中機電設備施工排序之探討。建築學報，45，121-141。
6. 邱茂林、游晉程(1999)。集合式住宅屬性與設施管理之決策關係研究。建築學報，28，33-57。
7. 簡立明(2017)應用層級分析法(AHP)建構物業經理適任性評量指標之研究。
8. 顏世禮(2002)。台灣公寓大廈管理維護制度初探。永然法網科技(股)公司。
9. 勞動部(2014)。升降梯安全檢查構造標準。
10. 內政部營建署(2014)。建築物昇降設備設置及檢查管理辦法。

建築物外牆之可搬式吊籠清洗工法研究

Temporary Suspended Working Platform Cleaning Method for Building Façades

黃振庭^a、杜功仁^b

Jhen-Ting Huang^a, Kung-Jen Tu^b

^a 國立臺灣科技大學建築系 碩士生 Master student, Dept. of Architecture, National Taiwan Univ. of Science & Technology

^b 國立臺灣科技大學建築系 教授 Professor, Dept. of Architecture, National Taiwan Univ. of Science & Technology

論文資訊

論文審查紀錄：

受稿日期

2022 年 05 月 25 日

審查通過日期

2022 年 05 月 28 日

關鍵詞：

立面通道、人機料法環、施
工流程

通訊作者：

作者姓名

黃振庭

電子郵件地址：

M10913007@mail.ntust.edu.tw

摘要

外牆清洗在建築物長期維護的工項屬於高頻率、低強度、大範圍的預防性維護。北台灣的高層建築物外牆清洗，可搬式吊籠是最常使用的高空外牆作業載具。此類型的工法因為有高架作業與危險性機械設備的高風險性質並與公共安全息息相關。本研究探討此類工法的使用空間與作業流程，並以單價分析估計其所需費用。

藉由文獻探討、現場實地勘查、訪談外牆清洗從業人員，整理出此工法外牆清洗的人機料需求，並描繪出此類工法的空間使用模式。屋頂是此工法立面通道系統與安全系統的懸吊並提供水電；建築立面是清洗作業區域，吊籠在此垂直運作；地面是清洗作業吊籠作業的起降位置，人員由此進入立面。吊籠下方的地面必須封鎖以確保公共安全。觀察作業過程，整理出此工法的作業流程，發現影響此工法進度的因素來自於天氣與移車時間。

Article Info

Article history:

Received 25 May 2022

Accepted 28 May 2022

Keywords:

Façade access system, 4M1E,
Working process

Corresponding author:

Author name

Jhen-Ting Huang

E-mail address:

M10913007@mail.ntust.edu.tw

Abstract

Cleaning building façade is a kind of preventive maintenance of high-frequency, low-intensity, and large-scale. Temporary Suspended Working Platform (TSWP) is the most used method for high building façade cleaning in Northern Taiwan. This type of method has high-risk about elevated operation and hazardous machines and equipment, and has high relative of public safety. The research explores the working space and process about this method, and estimating the cost of this method by unit price analysis.

Depicting the men, equipment, material, working environment and process of TSWP method, through reviewing literature, fieldwork, and asking the professional worker. This method which Façade access system and safety system suspended on roof where also provide water and electric; Building façade is the place where the façade cleaning and TSWP moving on it vertically. Ground is the launch and land space of the method. Workers access façade from the ground. For public safety, the area under the TSWP have to be blockaded. Observing the façade cleaning, sort the process of this method. Finding that weather and changing working platform suspension location is the reason cause the postpone of the duration.

一、緒論

1-1 研究背景與動機

建築物的外牆既是保護建築內部不受外在不良天候與污染物的侵害，更是展示這棟建築的面貌給建築之外的大眾。外牆整潔與否是大眾判定這棟建築物狀況與所有權人對其資產之重視態度的直接標準。外牆的定期清潔是建築物生命週期中是最頻繁且最初步的立面維護作業。藉由清洗移除髒污維持建築外表的美觀，也是預防性的維護措施以免污染物因滯留建築外牆時間過長形成頑垢造成外牆往後清潔困難、性能減損與材料劣化。

然而外牆清洗作業是個雙面刃，不當的清洗措施反而會造成外牆性能減損，例如錯誤使用清潔藥劑灼傷外牆材料、工作平台不當操作撞壞外牆構造、突如其來的強風造成公共安全與施工安全的挑戰。外牆清洗作業的從業者必須具備專業、膽量與安全意識。

筆者的研究將外牆清洗工法分為四種類型，下圖 1 是目前外牆清洗市佔 95% 的 11~25 樓各工法占比。本研究選擇探討最多的「可搬式吊籠外牆清洗工法」，此工法是目前北部中高層建築外牆清洗最常採用的工法，外牆清洗人員需搭乘「可搬式吊籠」作業(圖 2)。

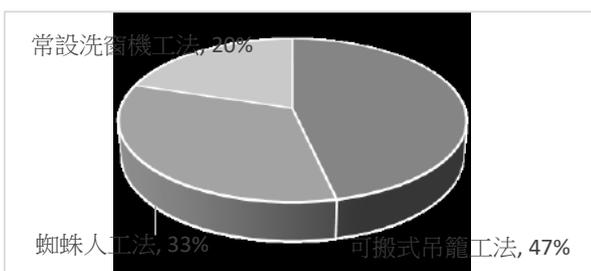


圖 1 北部 11~25 層樓清洗工法占比



圖 2 可搬式吊籠(360 型)

1-2 研究目的

藉由文獻參考、現場勘查、訪談相關從業人員、分析案場資料的研究方法，於本研究探討以下之目的：

1. 探討可搬式吊籠外牆清洗工法之人機料法環
2. 分析可搬式吊籠工法的作業流程與進度影響因素

二、文獻回顧

2-1 外牆清洗相關文獻

建築物的外牆維護項目依據強度由小至大可以分為檢查、清洗、維修、更換四個類別，其中定期的檢查與清洗可以維持外牆性能在良好狀態(Ferreira, C. 等 2021)。外牆清洗不只讓建築物保持美觀，藉由定期移除外牆上附著的污染物，避免污染物累積過久形成難以移除的頑垢減損外牆表面的性能，外牆清洗也被視為預防性維護(吳婉茹 2020；Moghtadernejad 等 2019)。問卷與案例的調查認為建築物三年內需做一次外牆清洗(粘世孟 2008；蔡佳航 2016)。

外牆清洗相較一般清潔需要長時間的室外與高處作業，並藉由施工設備使清潔人員可以到達外牆區域作業，建築設計上需設想此類設備如何在建築物立面運作(Arditi, D.等 1999)，此類型運載人員到達建築外牆面的設備稱之為立面作業通道系統(Façade access system) (Lin, M. C. Y., 2010)，本研究探討的「可搬式吊籠」屬於其中一種，對於可搬式吊籠的操作技術，國內職安衛機關有出操作指南[3][10]，新加坡建設局對於相關之建築設計有出版設計指南[16]。

2-2 職業安全衛生法規規定

外牆清洗在職安法屬於高架作業[14]，除了影響建築物本身的使用，更是影響城市的公共安全、公共交通、公共衛生及市容觀瞻，因此在台北市必須在作業前事先向勞檢機關通報[11]。進行高空外牆清洗作業施工人員依規定需著全身式安全帶並勾掛於安全母索[13]。本研究的高空作業平台「可搬式吊籠」屬於危險性機械，吊籠設備每年必須定期檢查通過才得以使用[4]。

三、可搬式吊籠清洗工法介紹

此種外牆清洗作業工法是以稱做「可搬式吊籠(下稱吊籠)」的工作平台作為作業主體，吊籠以鋼索懸吊於建築外牆之外，並藉由裝設於吊籠兩側的馬達沿著鋼索上下活動，鋼索固定於屋頂的上部支撐與吊籠構成整套立面作業通道系統(Façade access system)，作業人員站在吊籠上控制其升降並執行外牆清洗工作。此工法的外牆清洗廠商幾乎提供大多數的工具與設備並負責這些機具的保存與保養責任(曾傳銘 1995)，業主至多負擔有常設在屋頂的上部吊架構造之保養與維護。

3-1 工法所需的人機料

「人」-- 人力需求與配置

1. 清洗人力: 兩人，為此工法的最少可作業人力，其中一人必須具備吊籠操作證照，才可以進行作業。清洗人員必須配戴全套的個人安全護具，例如頭盔、全身式安全帶、雨鞋。
2. 地面管制人員: 一人，依照作業環境的施工難易與公共安全需求在地面層配置一名非高空作業人力進行地面管制與協助清洗作業。

觀察數個案場，出工兩人通常是外牆清洗案場量中最為常見的人力配置，增聘地管人員的案例屬於少數，圖 3 為常見的外牆清洗人力配置模式。



圖 3 常見的人力配置形式

「機」-- 機具與工具

1. 吊籠與附屬設備: 此處是整構成吊籠工法的立面通道系統的所有構件，包含工作臺(吊籠)、鋼索、及

案場無設置吊架的女兒牆夾具。目前外牆清洗市場中吊籠常見尺寸為 3.6 公尺長與 1.8 公尺長，兩者皆能給最為常見之三噸半貨車運輸，兩者採用的差別是依據建築物屋頂所能提供之吊架間距而定，通常最優先採用是 360 型吊籠(圖 4)。



圖 4 可搬式吊籠運輸(360 型)

2. 安全母索: 意外發生時的救命設備，為強韌的纖維繩索。

3. 清洗工具: 外牆清洗使用的手工具與輔助機具。手工具為一般清潔用工具，有伸縮桿、兔毛刷、玻璃刮刀；輔助機具有加壓馬達與高壓清洗機。

「料」-- 清潔洗劑

清潔劑是雖然可以使去除外牆髒污可以更為有效率，然而清潔劑與汗水對於地面的行人與植栽會帶來不良的影響。外牆清洗的洗劑選用分為「一般清潔」與「酸洗」。前者使用一般中性的介面活性劑如地板清潔劑、洗碗精。後者是為移除外牆頑固的沉積物例如白華，使用稀釋鹽酸進行清洗，然而此方式會傷害建材與灼傷地面層的植栽與擺設。

對於清洗間隔不久的建築物(一年內)，外牆髒污尚未形成固著的頑垢，清洗上通場使用中性的介面活性劑即可達成清潔外牆的效果。

依據不同案場的髒污條件相異，實務上在每次清洗前的清潔洗劑調配沒有絕對的比例，通常根據清洗師傅的經驗或者在進行清洗前取一小部分外牆做「試洗」的方式調配出適合各自案場的洗劑濃度。

3-2 作業環境的空間呈現

可搬式吊籠的整體作業布局如圖 5 所示，以空間的角度探討可搬式吊籠工法外牆清洗與建築的關係，依工作區域的劃分如以下三個部分：

1. 屋頂區域：提供吊籠系統的結構支撐與水電支援。
2. 立面區域：清洗作業區域。
3. 地面區域：吊籠在此上升與著陸並封鎖管制。

整個外牆清洗作業的管線系統可以分為以下三類：

1. 懸吊鋼索系統：供吊籠懸掛與移動並負擔重量。
2. 安全索系統：備援措施當意外發生可以即使挽救。
3. 水電管線系統：提供清洗作業所需之用水與用電。

整體吊籠作業系統的運作方式是清洗人員由地面搭乘吊籠出發到清洗區域頂端後由上往下洗回地面。

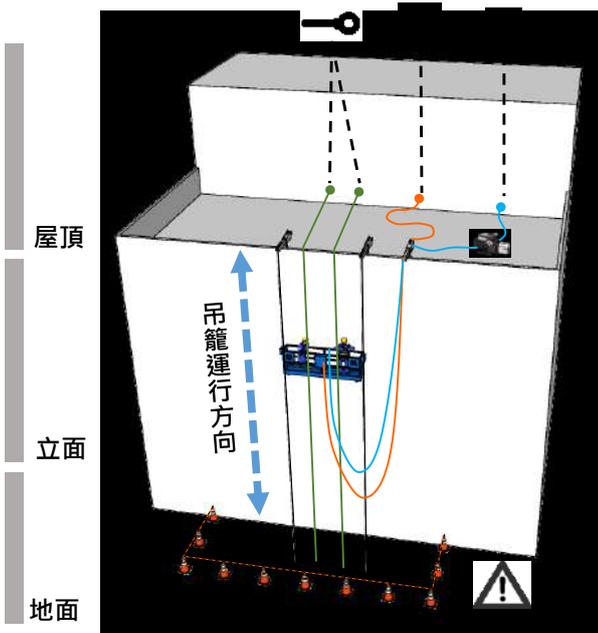


圖 5 可搬式吊籠清洗布局

屋頂區域

建築物屋頂是提供吊籠結構支撐、安全索固定與水電提供的區域，於清洗作業以前需確保屋頂的吊架、鋼索、安全索牢牢固定在結構體才能進行吊籠清洗作業，當鋼索、安全索、水電管線由屋頂垂放到地面時，需確保線路不受建築轉折構造磨損，因此可將屋頂層分

為四個部分探討：

1. 上部支撐：提供鋼索搭設的金屬構造，將吊籠的載重經由上部支撐傳遞到建築物結構體，以避免鋼索與屋面交角相互磨損壓壞，例如樑、樓板、女兒牆，依據上部支撐種類的不同，可概分為女兒牆夾具、砲管式吊架、軌道台車吊架(圖 6)。



圖 6 上部支撐種類

2. 安全固定點：提供安全索與夾具輔助索固定的錨錠點使其穩固於建築物結構體，安全固定點通常是吊架底座或建築構造二次施工所打的錨定(圖 7)。



圖 7 安全固定點種類

3. 水電源：吊籠需要依靠電力驅動，需要以電纜連接 380 伏特或 220 伏特的電源，此外廠商攜帶的加壓馬達需要使用 220 伏特或 110 伏特的電源；水源則是提供外

牆清洗所需之用水，如有水龍頭可接加壓馬達加壓或高壓清洗機，如沒有水龍頭則需在屋頂水箱放置沉水馬達取得用水。(圖 8)



圖 8 屋頂水電源設施

4. 屋面交角保護: 除了鋼索以外的安全索水管與電線經過屋面交角需要做保護措施，避免線路直接與建築物摩擦相互損壞，通常使用角當、護繩套與繩索保護器做為墊在管線與建築構造之間的緩衝物件(圖 9)。



圖 9 交角保護措施

立面區域

此部分是外牆清洗作業的主要清洗區域，人員於此搭乘與操作吊籠於建築立面升降作業，吊籠垂直升降路徑所能清洗的範圍稱作一「道」，圖 10 為吊籠作業面在立面的樣態，吊籠為工作平台主體，兩側以支撐鋼索作為吊籠運行的導軌，吊籠兩側的馬達沿者鋼索升降、救命索獨立於吊籠與人員安全帶連接、水電管以假固定的

方式綁在吊籠個別提供吊籠電力與外牆清洗用水。

吊籠移動的建築立面如有過於誇張的量體外凸、退縮及外牆附掛物(圖 11)會造成作業上的阻礙，吊籠距離外牆面不能過遠過近，以符合清洗效率與保障作業安全。然而在實務上無可避免在清洗過程中遭遇以上障礙物與吊籠撞擊、線路勾纏，輕則拖慢進度與財產損失，重則工安意外與造成公共危險。因此外牆清洗人員除了清洗工作外還需分神排除清洗路徑上會影響吊籠作業的障礙物，排除方式通常依靠手腳推開障礙物。圖 12 所示，如果吊籠動彈不得人員甚至需爬出吊籠冒險站在立

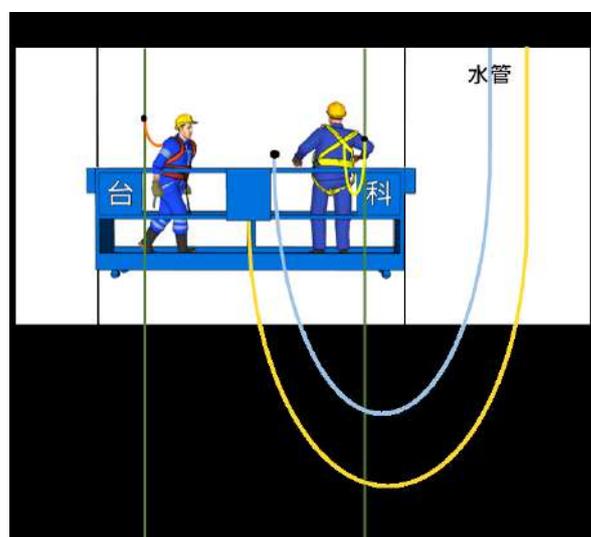


圖 10 可搬式吊籠立面作業示意圖



圖 11 立面障礙遭遇:雨遮、露臺



圖 12 立面障礙排除解法

面構造物上排除障礙。

地面區域

地面層的空間是可搬式吊籠工法重要作業區域，吊籠清洗作業除了作業面下方的公共安全風險，清洗時的髒水與清潔劑噴濺也會對地面的行人造成影響，因此需要將吊籠周圍以醒目的交通錐、連桿與封鎖線管制行人進入，避免閒雜人等影響高空作業與發生意外(圖 13)。



圖 13 地面管制區

管制區內是外牆清洗作業前後之吊籠架設與移動的空間。每道洗程之間需進行移車作業，在地面作業就需把吊籠推到下一清洗位置，吊籠出入的動線與地面的著陸區理想上為硬質鋪面。然而實際上地面層時常出現造成吊籠活動障礙的地面設施如圖 14。



圖 14 地面障礙物類型

四、可搬式吊籠工法清洗過程探討

4-1 清洗作業流程

可搬式吊籠清洗工法相對於其他工法的作業流程需對於場地部設如架設吊籠上花比較多的時間與力氣，下圖 15 是自甲乙方簽約與清洗廠商勘查案場並擬定好施工計畫後，清洗的工班師傅進入案場開始起算工期到施工完成的工期可以分為以下三個階段：

1. 「場地佈設」，此階段通常占整個工期的前半天，為外牆清洗前的作業環境佈設，將清洗的機具與相關設備裝設完成並確認可以運作與安全無虞。
2. 「清洗過程」，清洗作業的階段，佔絕大多數的工期。中間穿插午休與人員暫時離場，需將吊籠留置現場過夜並做簡單的收拾與整理。
3. 「完工收尾」，外牆清洗作業完全結束後需將吊籠設備與其他各類管線拆卸收拾，並且把現場環境完全歸復。

依據工作的位置與項目整理出以下外牆清洗人員執行的作業內容與相對順序，此步驟流程是以非外牆清洗業者之角度而列舉，提供業主與物業管理人員對於外牆清洗的資訊能有具體了解。

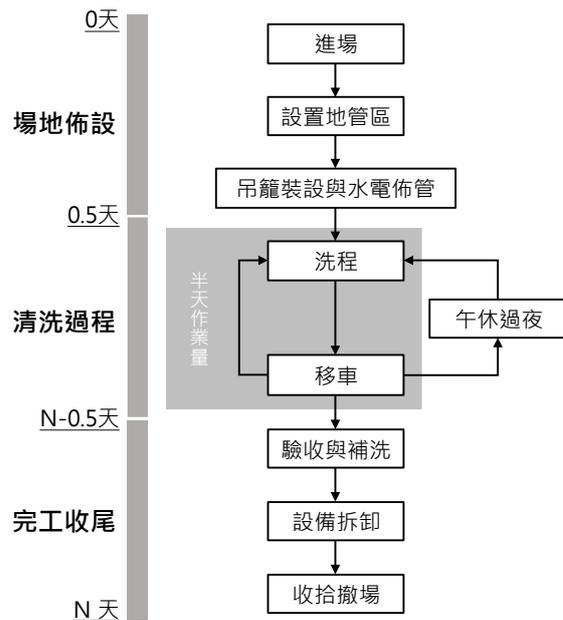


圖 15 可搬式吊籠外牆清洗作業流程

進場

地面作業，貨車運載外牆清洗所需之吊籠設備、其他機具、手工具與洗劑到案場卸下，並將吊籠推到清洗位置。

設置地面管制區

地面作業，非常重要的一個步驟，架設吊籠以前，需在預計吊籠作業區域下方的地面層設置非工作人員禁止進入的管制區後人員才能到屋頂進行後續作業。

吊籠裝設與水電佈設

先屋頂而後再到地面之作業，施作人員需先在屋頂架設吊架、安裝與垂放鋼索、固定與垂放安全索、安裝水電管線。而後人員下到地面層將垂放的鋼索與電線導入吊籠、清潔洗劑酸鹼值測試、吊籠作業前點檢確認吊籠可以運作。

洗程

外牆清洗的主要過程，於清洗前需做吊籠跳躍安全測試與安全索試拉測試確保懸吊構件確實穩固以免鬆脫造成危險，清洗時人員從地面搭乘吊籠離地至該清洗車道之最高處將此道建築外牆從頂端由上往下清洗，清洗完成後人員亦從吊籠離地的地方著陸後進行移車。

移車

完成一次洗程以後要將吊籠移至下道清洗位置的步驟，除了地面推吊籠到下道位置外，清洗師傅需要到屋頂做移動吊架與整理鋼索、安全索、水電管線的項目。最後視需要調整地面管制區域的範圍後即可進行下一道洗程。移車步驟通常對於熟練的師傅大約會花 20~40 分鐘左右，然而因為「吊架移動困難」、「懸吊線路打結」的因素會造成移車時間大幅延長以致拖延施工進度。

暫時離場

中午與下班時間工作告一段落，清洗現場機具工具需收拾整頓、開放地面管制區與確認水電關閉後，清洗人員暫時離開，吊籠與其他清洗工具堆放在地面一隅。隔天或午休後，清洗人員到場再行做吊籠檢點與佈置地面管制區後即可進行下一「洗程」。

驗收與補洗

清洗工程將近尾聲，業主驗收工程成果，如驗收未過或有加強清洗的需求，清洗人員再進行補洗，通常除了移車到指定清洗位置外，如果清洗範圍不大，師傅也會使用繩索作業的方式清洗小範圍待加強的區塊。

設備拆卸

清洗工作完全結束以後，需將屋頂上的吊架拆卸與歸位，鋼索拆卸並垂降到地面收捲，安全繩、水電管拆卸收捲，水電開關確認關閉，屋頂環境復歸。以上工作完成，人員會將所有工具物品推到地面準備離場。通常驗收補洗、設備拆卸與收拾撤場總共會花半天的時間。

收拾撤場

撤除交通錐與連桿，開放地面管制區並復歸地面環境後，吊籠與其他工具設備上車離開，外牆清洗工程完全結束。

4-2 影響施工進度之因素

藉由現場觀察外牆清洗作業與訪談從業人員，理想狀況下半年最多可以清洗大約兩個車道，換算一天是四個車道。然而實際上，外牆清洗的施工進度時常受到外在因素影響，因此平均下來一天只能洗到三車，其外在影響因子可歸類為「天氣因素」與「移車時間過長」。

天氣因素

天氣是此工法作業的最大影響因素，根據馬來西亞 Salim, N. A. A. (2018)的研究提出強風、暴雨、烈日、高溫四種天候因素影響外牆高空作業職業安全的天候影響因子，依據國內職安規範皆要求如遇風速超過 10m/s 的天氣不能進行高架作業。尤其強風對於外牆清洗工法的影響甚鉅，除清洗汗水飛濺遠處造成行人困擾，強風會造成吊籠作業產生危及工安的風險例如吊籠擺盪與纜線糾纏，造成作業風險與清洗進度延遲。圖 16 所示左下圖因為在作業中遇到大風造成鋼索與安全索在半空中纏繞，因此在移車過程中，整理糾纏的管線的耗時壓縮到下一洗程。右圖為吊籠在兩棟建築物之間的東西向巷道上作業，因為時序為 11 月底台北吹強勁的偏東風，且建築物有外凸的裝飾牆，造成清洗車道所在的風場紊亂，吊籠行經於此大幅度擺盪。

(右圖) 兩棟建築之間的東西向道路是冬季清洗的噩夢
(下圖) 因風造成纜線糾纏，這道洗好整完線只能收工



圖 16 強風對吊籠作業的影響

移車時間過長

另一造成清洗施工進度拖慢的因素是移車時間過長，壓縮到下一個洗程時間，導致下一洗程將超過下班時間，清洗人員傾向隔天再洗。造成移車時間過長原因如下：

1. 「吊掛設備因素」，如建築物屋頂無吊架設計需使用女兒牆夾具搭設，此類吊架最大不確定性是需尋找穩固的架設位置與確保其牢固，如圖 17 照片所示的案例，因為案場當初沒有設計吊架須採用女兒牆夾具的 L 型夾具，因二次施工錨錠數量不足，以致在架設夾具時需

耗費時間調整出穩定的架設方式造成工期是有設置砲管或台車的兩倍。然而即使有設計砲管與台車兩類吊架，如果因其體積與重量過大造成搬移與裝設鋼索難度與作業風險提高，進而反映在移車時間。



圖 17 使用夾具耗時案例圖說

2. 「建築物因素」，建築物對於移車時間的影響在屋頂層會有建築設備、屋頂花園、多處且分散的屋頂工作平台，前述因素影響吊架更換的作業空間與時間；地面層存在前面圖 14 之地面障礙物會造成吊籠升起與著陸時必須謹慎作業，甚至因為地面移車空間大受限制會有「空中移車」等冒險性的技巧來排除作業上的困難；移車過程中在移動管線時會被量體的凹凸與轉角(圖 18)、建築構造間的縫隙與地面的喬木、路燈勾住。這些建築物的因素會造成作業過程中延緩清洗進度與增加作業風險，為排除這些施工影響因素就必須花費時間與體力。



圖 18 立面縫隙勾住吊籠線路

五、結論與建議

5-1 結論

本研究具體呈現可搬式吊籠外牆清洗工法的空間使用行為與清洗步驟流程。參考對於可搬式吊籠的技術文件都會建議吊籠與鋼索不能與建築物的外牆構造直接接觸。然而實務上因為建築設計對於外牆維護的立面通道大多是在設計後期才考慮，且對於外牆清洗作業過程與清洗人員行為模式的知識了解不深。因此即使屋頂有設置吊籠基座如砲管或台車，在實際作業時仍然會發生吊籠與建築物外殼直接接觸。歸納以下幾點提供業主與物業管理者此類外牆清洗工法在清洗作業實務上需認知之處。

作業過程需來回於屋頂與地面

此類工法清洗人員須在屋頂架設與變更上部支撐吊架的位置，然而進行外牆清洗作業，人員進出建築物立面的出發與降落區域都在地面層，因此人員在屋頂與地面之間往返的動線也是「移車」過程中花費時間的因素之一，根據與相關從業者的訪談，有些電梯使用頻繁的建築類型例如旅館，當外牆清洗時間與旅館房務整理重疊時，會有爭奪電梯資源的情形。

作業過程中管線之間不能靠太近

觀察有些案場可以發現，鋼索、安全索、水電管過於接近時，如果再加上強風很容易造成糾纏，尤其是鋼索與安全索糾纏會危及作業安全。實地觀察發現上部支撐吊架同時懸掛鋼索與安全索，很容易造成纏繞，因此建議在佈線時需將鋼索與安全索垂放的位置分開，並善用繩索保護器保護鋼索之外的安全索與管線與防止其亂跑。

吊籠架設位置建議在同一屋頂面

此工法需從屋頂垂放鋼索、安全索、與水電管線，這些管線系統都是固定在同一個屋頂平台，如果

要將這些管線移置不同屋頂平台裝設，將會增加半天的作業時間，通常如果建築物是單棟塔樓且建築量體的露臺退縮不深，施工人員為求方便會統一將外牆清洗的所有鋼索、安全索、水電管架設在最頂層屋頂平台，每一道清洗由屋頂層懸吊到地面層，就會出現所有管線與建築物直接接觸的風險。

5-2 建議

外牆清洗的責任非僅限於廠商

不管是外牆清洗還是其他建築物維護上牽涉到的危險作業，建築物管理者有責任要求與督導相關廠商重視施工安全與公共安全。並且能在廠商作業時做足協助者的角色，例如管理者應善盡公告建築內外的使用者與不特定第三人，並且在作業人員進場前將作業的環境淨空與障礙物排除。積極的建築物管理者可以在每次的外牆清洗完工後聽取施工人員的回饋與建議，紀錄合理的作業工期、吊架與吊籠架設的適當位置、高空作業時會遇到的障礙區域，在下次的作業可以更安全、效率、高品質的圓滿達成。然而建築物的持有者亦必須明白羊毛出在羊身上，省掉該花的錢最終會在其他地方奉還。

建築前期設計需考慮立面維護動線

外牆的清洗與外牆有關的維護作業在立面作業上所遇到的挑戰時常是建築物使用階段才會發現的問題，往往需依靠施工人員的技術與膽量克服並負擔財產損失的風險。建築規劃者需對於作業安全與公共安全需要詳加探討建築物的外部環境、施工相關機械運作行為、立面作業的動線以建立後續保養與維護的計畫。因此在建築設計如計畫使用可搬式吊籠進行立面維護，可藉由屋頂與地面平面圖說、外牆立面圖說或者使用電腦 3D 或實體模型探討各吊架設備的裝設方案與導入吊籠運作的衝突檢討，而後彙整成手冊提供給使用單位留存，未來如進行建築立面維護作業可作為承攬廠商參考的資料。

致謝

感謝好澄外牆美容公司謝顧問與林執行長以及每位實地調查過程中接受訪問與被從旁觀察的外牆清洗從業者無私協助本研究的資訊收集。

參考文獻

1. 台北市清潔服務商業同業公會。網址：
<http://www.clean.org.tw/html/index2.asp>
2. 台北市政府勞工局勞動檢查處(2011)。外牆高處作業規範暨注意事項。取自
https://lio.gov.taipei/News_Content.aspx?n=89BD434B04CA74DD&sms=78D644F2755ACCAA&s=24963BFFABD26467
3. 行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所(1999)。吊籠作業安全技術指引。取自
<https://orgws.kcg.gov.tw/001/KcgOrgUploadFiles/405/refile/73874/205327/c136bc1b-1b13-476c-99ff-0cd7e791cd26.pdf>
4. 危險性機械及設備安全檢查規則(105年，11月21日)
5. 吊籠安全檢查構造標準(108年，11月11日)
6. 吳婉茹(2020)。建築物環境清潔維護管理作業模式調查與設計準則建議。國立臺灣科技大學建築系碩士論文，台北市。
7. 李明軍(2007)。物業清潔管理。台北市：五南圖書出版股份有限公司。
8. 粘世孟(2008)。建築物外牆維護評估方法之研究。國立臺北科技大學建築與都市設計研究所碩士論文，台北市。
9. 曾傳銘(1995)。台北市洗窗吊籠作業安全之研究。文化大學勞工研究所碩士論文，台北市。
10. 勞動部職業安全衛生署(2015)。吊籠作業實務技術手冊。取自
<https://www.aia.org.tw/Uploads/Media/%E5%90%A7%B1%A0%E4%BD%9C%E6%A5%AD%E5%AF%A6%E5%8B%99%E6%8A%80%E8%A1%93%E6%89%8B%E5%86%8A.pdf>
11. 臺北市輕質屋頂與施工架及吊籠暨繩索作業通報自治條例(110年，12月27日)
12. 蔡佳航(2016)。建築物外牆飾材維護管理與檢測方法之研究-以石材為例。中國科技大學建築系碩士論文，台北市。
13. 營造安全衛生設施標準(110年，1月6日)
14. 職業安全衛生法(108年，5月15日)
15. Ardit, D., & Nawakorawit, M. (1999). Issues in building maintenance: property managers' perspective. *Journal of Architectural Engineering*, 5(4), 117-132.
16. Building and Construction Authority (2019), *Facade Access Design Guide ver.1.1*, Singapore.
17. Ferreira, C., Silva, A., de Brito, J., Dias, I. S., & Flores-Colen, I. (2021). The impact of imperfect maintenance actions on the degradation of buildings' envelope components. *Journal of Building Engineering*, 33, 101571.
18. Lin, M. C. Y. (2010). *Maintainability of facilities: for building professionals*. World Scientific.
19. Moghtadernejad, S., Mirza, M. S., & Chouinard, L. E. (2019). Facade design stages: issues and considerations. *Journal of Architectural Engineering*, 25(1), 04018033.
20. Salim, N. A. A., Full, L. C., Salleh, N. M., & Nizam, S. (2018). Challenges in technologies and innovations on maintenance operation of building envelope for high-rise building. *MALAYSIAN CONSTRUCTION RESEARCH JOURNAL (MCRJ)*, 218.

醫療用冷卻水配管系統維護管理與影響 臺灣首座碳離子同步加速器治療中心為例

Maintenance management and impact of cooling water piping system for medical use The first carbon ion synchrotron treatment center in Taiwan as an example

潘振宇^a 李美慧^b

Pan chenyu^a Mei-huei, Li^b

^a 國立成功大學建築系 助理教授 Assistant Professor, Department of Architecture, National Cheng Kung University

^b 國立台北科技大學 助理教授 Assistant Professor, National Taipei University of Technology, Taipei Tech

論文資訊

論文審查紀錄：

受稿日期

2022 年 05 月 25 日

審查通過日期

2022 年 05 月 28 日

關鍵詞：

Y 型過濾器詞、冷卻水系統、
同步加速器、空調配管、管內
壓力

通訊作者：

潘振宇

電子郵件地址：

panchenyusk@gmail.com

Article Info

Article history:

Received 25 May 2022

Accepted 28 May 2022

Keywords:

Y filter word, Cooling water
system, Synchrotron, Air
conditioner piping, Tube
pressure

Corresponding author:

Pan Chenyu

E-mail address:

panchenyusk@gmail.com

摘要

臺灣首座碳離子癌症治療中心於 2021 年中完工，相較常見的迴旋加速器系統，本中心採用同步加速器系統將碳離子加速後運用於癌症治療，一般癌症放射治療分為光子線及質子線兩種，質子線具有布拉格峰 (Bragg Peak) 特性，可將射線集中於癌細胞，提升劑量的同時降低對周邊正常組織的破壞，而質子又分質子粒與碳離子，其中碳離子具有射束集中且劑量可控制之特性並且具有精準的癌細胞破壞性，故近年國際間越來越多的相關醫療院所投入碳離子設施的研發建置。

同步加速器加速運轉過程中會產生大量廢熱，需藉由低室溫與直接冷卻水系統將其溫度降低以維持系統穩定與射束精準性。碳離子加速過程中依靠粒子源器、直線加速器、同步加速器、束流傳輸器將碳離子堆進到治療室後進行照射治療，離子在迴轉加速過程中需要穩定的冷卻水供水溫度來維持離子穩定，所以冷卻水的供水溫度與其水質要求就極為重要。

冷卻水系統設計時須計算外氣濕球溫度及系統管內流量與壓力，本案因為是特殊性醫療冷卻水設備系統，需特別注意水泵的揚程壓力與管內流量與系統承壓，故同步加速器冷卻水系統的管內流量與供水溫度範圍就必須嚴格控制與監測，其配管系統的 Y 字過濾器就提供過濾管內雜質與平時維修保養的重要功能。另外，配管施工後的洗管保養也會影響系統能否正常運行與供水流量的變因。

Abstract

The first carbon ion cancer treatment center in Taiwan will be completed in 2021, and the center will use a carbon ion synchrotron system. Carbon ions have the characteristics of concentrated radiation, controllable dose, and precise destruction of cancer cells.

The synchrotron generates a lot of waste heat during the acceleration process, which needs to be directly cooled by the cooling water system to maintain the stability of the system and the accuracy of the beam. In the process of carbon ion acceleration, a stable cooling water supply temperature is required to maintain the stability of the ions, so the cooling water supply temperature and its requirements for water quality are extremely important.

Because this case is a special medical cooling water equipment system, special attention should be paid to the head pressure of the water pump, the flow rate in the pipe and the pressure of the system. The flow rate in the pipe and the temperature range of the water supply of the cooling water system must also be controlled. Impurities and usual maintenance functions. In addition, the maintenance of pipe washing after piping construction is also very important.

2076-5509 ©台灣物業管理學會

一、序論

2021 年臺灣成立了首座碳離子同步加速器癌症治療中心，在放射線治療設施技術上提供全新的醫療服務，目前全世界同樣設施僅有 11 座，對於其建築設計與特殊空調系統較無公開參考案例與設計解說。本報藉由設計、實務管理與實測過程解析同步加速器系統循環冷卻水系統的維護管理重要性與其保養過程，期望藉由本說明提高對空調配管系統竣工後及使用過程中系統管內循環水質的維持與維修保養的重要性。

現今的生活模式精緻化與高科技化，改善了我們的生活方式與飲食習慣，雖然提高得生活品質，但對於身體健康層面也出現不少影響，例如現代人的常見的三高(高血壓、高血脂和高血糖)、久坐造成身體機能衰退或是新惡性病變等都是我國民眾常見的生活性疾病。其中新惡性病變指的就是癌症，根據衛生福利部統計調查，現代人類健康最大威脅，十大病因第一位即為癌症，第二為心臟疾病，第三肺炎¹，因此癌症的治療方式與醫療技術會是今後重要議題。

近年來世界各地粒子射束治療設施數量逐漸增加，臺灣目前幾座醫療中心都有質子治療設施，在患癌比例數量逐漸提高的現代，對於放射線治療的需求與治療技術細膩度也逐漸被重視。癌症治療方式有多種，其中放射線治療為目前最直接的治療方式，放射治療利用高能量之游離輻射來破壞癌細胞以防止癌細胞再生或分裂，現階段常見的傳統放射治療有光子(高能量 X 光)與電子放射治療，近年來更因技術提升發展出物理劑量分布與相對生物效應較高效能的質子和碳離子治療，其中碳離子治療又以迴旋加速器方式最常見，其設置所需建築空間較小，為目前癌症治療上選用性較高的系統。近年『碳離子同步加速器』系統也在世界各地展開，碳離子碳離子比起質子或中子具有更高的相對生物效能，可針對腫瘤提供最大治療劑量，對於部分重症或晚期癌症病患的治療具有優勢，截至目前 2022 年 3 月，全球運轉中的碳離子同步加速器僅有 10 座，第 11 座就

¹ 十大病因第四位以後:4.腦血管疾病、5.糖尿病、6.事故傷害、7.呼吸道疾病、8.高血壓、9.腎病變、10.慢性肝病

位在臺灣，預計在 2023 年春季正式營運。除了國內需求外，預期還可以吸引東南亞區域的病患及提高相關癌症醫療技術服務。



圖 1 同步加速器系統



圖 2 臺灣首座碳離子同步加速器癌症治療中心

本內容針對同步加速器冷卻水設備系統的維護管理探討其流量與控溫的因果關係與重要性，詳細解說系統管線清理管理的必要與其相對影響。

二、配管系統設計與維護管理

碳離子同步加速器系統在運轉過程中會產生高廢熱，要處理廢熱必須依靠空調設備與冷卻水系統才能維持運轉時穩定與確保射束精準度。以下針對同步加速器專用冷卻水設備系統詳細說明其原理與維護管理要點。

2-1 配管系統的建議設計壓力

空調用配管設計規劃時系統的建議設計壓力通常會期望不超過 1Mpa(1000Kpa、1Kg/cm²)，揚程距離 100m

以下。但是同步加速器系統的特殊性與複雜程度，系統壓力超過 1Mpa 以上，因此空調配管系統在設計時需要計算『配管抵抗』。配管壓力抵抗計算需同時考慮熱源(冷卻塔)設備、水泵、末端設備(同步加速器)以及管材選用、設計流量、流速等要素。配管抵抗計算流程如下：

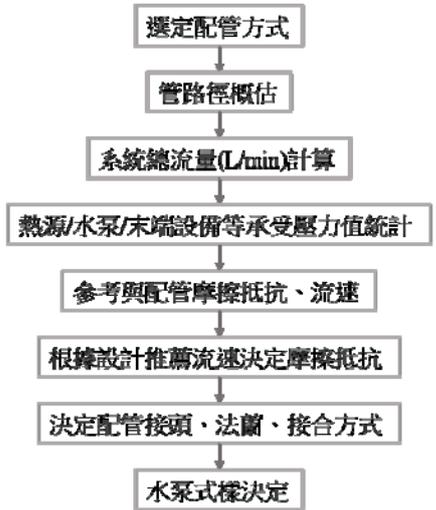


圖 3 空調配管系統設計流程

2-2 Y 型過濾器與系統

空調用配管系統除了壓力設計，完工後系統運轉時要能達到設計流量或承壓，配管施作完成後必須進行嚴格的管內清洗，施工過程中遺留在配管內的焊接鐵削、施工雜物、粉塵碎屑等完全移除以確保管內水流循環時暢通與保護設備儀器內精密部品完整性。依照空調設備工程品質管理實務之相關材料設備規範及相關法規標準規定，細網目之過濾器(以下稱 Y 型過濾器)用途主要在清除管內水中雜質(如毛髮、鐵削、細砂石等)以保護水泵、儀表、控制閥、調節器等維持系統能夠保持設計需求量或壓力。Y 型過濾器設置位置依照設備進出水方向決定，一般設置於個別水泵的出水口位置以保護控制閥，或是重要設備儀器的入水口處及系統末端處，以保護其系統內水循環順暢度或確保設計流量。

本案例對象為特殊醫療用冷卻水系統，不同於一般辦公百貨類空調系統，配管內些許的流量、壓力不均或變化等都有可能造成同步加速器系統運作不當、設計容量不足甚至使影響室內設計溫溼度變動幅度增大，對於使用管理上將會造成經濟損失或生命健康疑慮。加速器

系統運轉時降溫需求的冷卻水系統概念，粒子加速過程中需將速度提升至接近光速，故相對性產生極高負荷熱量，經計算熱交換後的最高回水溫度約達 56°C 前後，如採用低溫空調冷水(7~8°C)處理熱負荷將會耗費大量的能源與空調設備成本，故此採用冷卻水(32±2°C)方式降溫。

同步加速器系統為高劑量輻射設施，設備系統設計過程中須依照輻射計畫嚴格控制相關設備的定點位置與開口大小以防止輻射經由設備配管系統洩漏，故在冷卻水循環系統中利用熱交換器將系統區分一次側與二次側，目的在隔絕經過加速器系統內的水循環到冷卻塔後蒸散到大氣中，此設計又稱『絕緣』設計。同步加速器的熱負荷量依據製造商提供數值換算冷卻水總流量需 1800L/min，配合機房大小選用 2 台 900 L/min 的熱交換器，同步加速器啟動後基本維持 24hr 運轉(白天正常運作夜間低負載運行)所以循環水泵顧及使用頻率與維修替換，設置兩用一備。

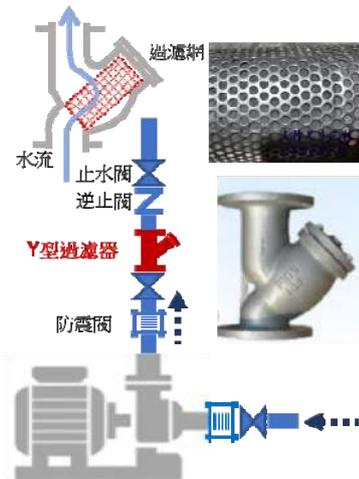


圖 4 Y 型過濾網設置位置與內部構件

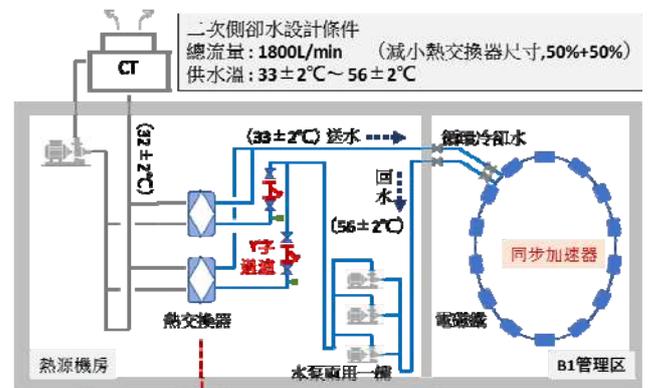


圖 5 加速器裝置冷卻水二次側供水系統

2-3 系統流量安定

要求冷卻水循環系統安定性，除了流量設計、系統壓力設計與循環泵、末端設備承受壓力(背壓)都要經過詳細計算外，施工過程中必須注意配管路徑的正確性與配管銜接施作方式(法蘭接/焊接)。圖為二次側循環泵與熱交換器之間的配管說明，可看出設備與配管之間因為要考量減振、替換維修、防逆流等問題，所以在機械設備與配管銜接處均需架設『防震閘門』『逆止閘』『止水閘』甚至是流量計/壓力計等各式閘組。在施工過程中因為要架設不同的閘門組件，切割、焊燒或鑽孔銜接時會有大量的粉塵鐵屑甚至是施工廢雜物滯留在配管中，隨著系統容量越大或複雜性越高，施工後遺留在管內的雜物量越多，故施工階段會隨著系統階段性進行數次的管內清洗，又稱『洗管』。而洗管過程中殘留物就須依靠 Y 型過濾器(網)將其集中固定以便取出，過濾器設置位置以維護保養方便高度為主。

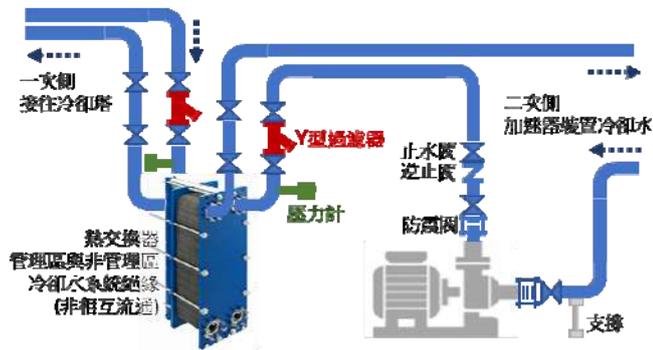


圖 6 加速器裝置冷卻水一次側/二次側 Y 型過濾器



圖 7 Y 型過濾器實物

三、洗管與檢測

二次側冷卻水系統管內壓力耗損包含熱交換器、各式閘門、循環泵、管長、系統高低差、同步加速器內抵抗等各式摩擦抵抗，二次側系統壓力計算後水泵揚程需 0.95Mpa 以上，相當於 9.5Kg/cm² 以上才得以維持二次側同步加速器系統正常循環水量，低於此壓力可能面臨冷卻水流量不足造成散熱效果低下，進而影響射束穩定性與治療入射精準度。二次側系統雖然是密閉式系統，冷卻水循環過程中水泵攪拌、水溫高低變化、機器設備長時間運轉、管內壁變質等因素都會產生雜質，以及前述提到施工後洗管不完全造成雜質等遺留，都會對系統產生不良影響，特別是同步加速器系統對於冷卻水質要求極高，故本案在竣工後試運轉期間，進行各項流量、壓力與同步加速器管理區室溫測試，發現冷卻水供水溫差大於預期範圍值(±2°C)，進行水溫的階段性監控量測，在初步試運轉 72 小時內發現供水溫差值在 27~30.2°C (±3.5°C) 幅度間變動，對同步加速器射束位置定位作業影響甚大，查看一次側與二次側管內壓差發現，一次側壓力值在 1.8Kg/cm² 左右，滿足冷卻塔側設計壓力範圍，二次側壓差卻不同，原本同系統壓力計 1、2 應測出近似值，卻發現壓力計 1 的管內壓力值僅預期的 80% 左右，說明了二次側的系統供水流量不穩定，造成供水溫變動幅度大直接影響同步加速器系統射束定位難度。

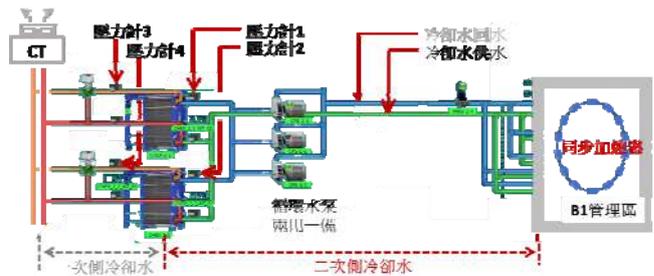


圖 8 二次側冷卻水系統分流

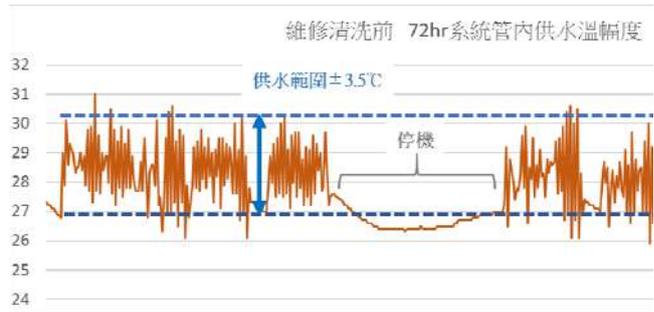


圖 9 洗管前系統管內供水溫範圍±3.5°C

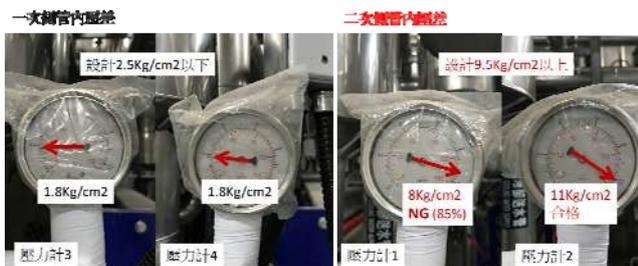


圖 10 一次側與二次側 管內水壓

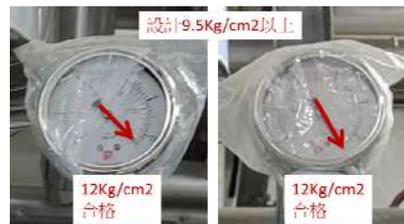


圖 14 二次側系統管內水壓

進行二次測系統管內清洗管理，發現壓力計 1 熱交換器 Y 型過濾器內聚集鐵劑及過濾網阻塞、破損，並且部分鐵劑已造成循環水泵的輪葉損傷，進行二次測系統重新換水清洗與 Y 型過濾器及水泵更換後，明顯發現管內供水溫度降至±2℃，並且二次側的兩台熱交換器配管內水壓值均達到設計值 9.5kg/cm² 以上。

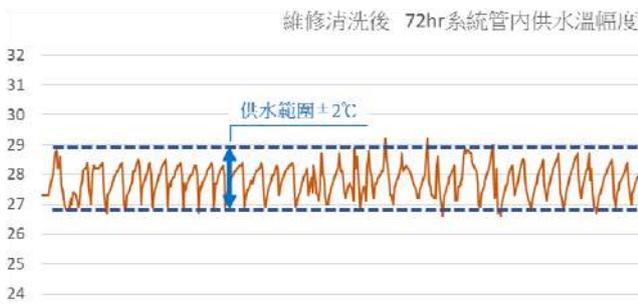


圖 11 洗管後系統管內供水溫度範圍±2℃



圖 12 Y 型過濾器 (已全數更新)



圖 13 檢視循環水泵內部狀態 (已更新替換)

四、結論

上述過程說明配管系統竣工後以及平時維修保養的重要性，配管系統在竣工後需數次的『洗管』與定期維修管理才能維持系統的設計流量穩定性與需求供水溫度，Y 型過濾器設置位置建議設於重要儀器設備入水方向或水泵出水口位置，並且注意設置高度以利平時維修保養。以下為配管系統維護管理要點

1. 注意機械設備承壓能力
2. 供回水管需設置壓力檢測器
3. Y 型過濾器設置位置配合檢修管理高度
4. 配管施工後務必確實管內清洗
5. 循環泵設計壓力需考量餘裕

參考文獻

1. 一般社団法人日本医療福祉設備協会 (2011)〈放射線部門〉一般社団法人日本医療福祉設備協会主編《病院設備設計ガイドライン (衛生設備編)》: 27, 一般社団法人日本医療福祉設備協会, 東京都
2. 一般社団法人日本医療福祉設備協会 (2011)〈放射線部門〉一般社団法人日本医療福祉設備協会主編《病院設備設計ガイドライン (衛生設備編)》: 27, 一般社団法人日本医療福祉設備協会, 東京都
3. 一般社団法人日本医療福祉設備協会 (2011)〈RI 設備〉一般社団法人日本医療福祉設備協会主編《病院設備設計ガイドライン (衛生設備編)》: 82, 一般社団法人日本医療福祉設備協会, 東京都
4. 小泉 拓 (2009)〈設備計画の要点〉空気調和・衛生工学会主編《建築設備集成 医療・福祉》: 67-77, 株式会社オーム社, 東京都
5. 社団法人公共建築協会 (2006)〈第 4 編第 2 章 空調機器〉社団法人公共建築協会主編《建築設備設

- 計基準》：265-374，森北出版株式会社，東京都
6. 社団法人公共建築協会（2006）〈第4編第4章 配管設備〉社団法人公共建築協会主編《建築設備設計基準》：402-422，森北出版株式会社，東京都
 7. 陳彥銘，陳宜壘，林招膨，潘欣怡（2007）〈日本千葉放射總合研究所醫用重離子加速器之簡介〉《台灣應用輻射與同位素雜誌》，3（1）：253-257
 8. 孫延勛（2008）〈第20章 空調負荷計算〉陸耀慶主編《實用供熱空調設計手冊第二版下冊》：1514-1564，中國建築工業出版社，北京
 9. 李志浩與胡仰耆（2008）〈第22章 空調系統〉陸耀慶主編《實用供熱空調設計手冊第二版下冊》：1674-1816，中國建築工業出版社，北京
 10. 楊澎（2008）〈第12章 循環冷卻水〉中國建築設計研究院主編《建築給水排水設計手冊第二版上冊》：1045-1066，中國建築工業出版社，北京
 11. 行政院公共工程委員會，空調設備工程品質管理實務，水測管理系統
 12. 石川仁，大西かよ子，水本齊志，大城佳子，奧村敏之，櫻井英幸（2014）〈粒子線治療（陽子線治療，重粒子線治療）〉《肺癌》，54（7）：917-925

鄰里公園公共廁所衛生設備使用觀察研究

Observational Study on Sanitary Facilities of Neighborhood Park Public Lavatories

樂凱武^a、潘振宇^b、

Kai-Wu Yue^a, Chen-Yu Pan^b

^a 成功大學建築系研究生 Graduate Student, Dept. of Architecture, National Cheng Kung University, Taiwan

^b 成功大學建築系助理教授 Assistant Professor, Dept. of Architecture, National Cheng Kung University, Taiwan

論文資訊

論文審查紀錄：

受稿日期

2022 年 05 月 25 日

審查通過日期

2022 年 05 月 28 日

關鍵詞：

鄰里公園、公共廁所、衛生設備

通訊作者：

潘振宇

電子郵件地址：

panchenyusk@gmail.com

摘要

在臺灣鄰里公園設置公共廁所除了清潔維護成本外，也常被視為治安或衛生死角，因此公園公廁往往被管理者視為負擔。然而鄰里公園內的公廁作為公共服務設施，完善的公園機能鼓勵更多人走進使用公園內，合理的公園公廁衛生設備配置，也將有助於增加公園使用者意願並減輕管理者維護成本。目前在公園公廁的設計上尚無相關規定要求衛生設備數量最小數量，因此，本研究透過實際觀察臺灣中南部 8 處鄰里公園公廁使用情形來建立衛生設備定量之參考。研究結果顯示該 8 處鄰里公園衛生設備使用率以男性小便器為最高，其次依序為女性便器、男性便器，無障礙廁間最少；另外以公園使用尖峰時段不發生等候人次的服務水準設定下，鄰里公園衛生設備的最小數量配置為男性小便器 2 個、便器 1 個；女性便器 1 個；無障礙廁間 1 個。

Article Info

Article history:

Received 25 May 2022

Accepted 28 May 2022

Keywords:

Neighborhood Park, Public Lavatories, Sanitary Facilities

Corresponding author:

Chen-Yu Pan

E-mail address:

panchenyusk@gmail.com

Abstract

Not only maintenance cost, public lavatories in neighborhood parks are usually regarded as blind spot of security and sanitary in Taiwan. Therefore, the managers feel burdened with them frequently. Public lavatories are service facilities in parks, so the well-found parks will encourage more people to step into parks. The reasonable arrangement of sanitary facilities of public lavatories will increase user's willnesses of park and decrease the maintenance cost. There is no minimum amount rule of sanitary facilities of park public lavatories, so this research established the reference value to determine the amounts of the sanitary facilities of neighborhood park public lavatories by observing 8 parks in mid-south part of Taiwan. The research shows that the highest usage rate of sanitary facilities is male urinal, followed by female toilet, male toilet and accessible toilet. Under the service level of no waiting visitors during peak hour, the minimum amount of sanitary facilities in neighborhood parks public lavatories is two male urinals、one female toilet、one male toilet, and one accessible toilet.

一、研究背景

如廁是人的基本生理需求，公廁在人的活動環境內是不可或缺的場所，因此也是都市公園內的重要設施之一。隨著男女平權及維護無障礙、育兒與性別友善的公廁使用權利意識的興起，公共廁所的空間組成與需求愈發多元。然而公園土地與清潔維護的預算資源有限，合理的公廁規模與廁間配置是目前新設公園公廁及舊有公廁改善時的課題。

而當公廁衛生設備的總數越高時，維護成本也越高，並直接影響公園公廁的清潔時間，因此清潔成本只能以維護頻率作為預算控制的方式，故合理的衛生設備數量與配置有助於將低公廁清潔成本、增進環境品質。

又公廁清潔的成本結構包含人力、耗材及特定專業的人力與機具的派遣，並可依據內容及性質可以分為例行性維護工作、週期性維護工作及特定維護工作。例行性的維護工作基本上每日實施 1 至數次，內容包含各式便器的表面刷洗、垃圾桶的清空、化妝鏡面的擦拭、洗手台及地面的刷洗、衛生紙及洗手液的耗材補充等。週期性的維護工作則依據實際條件，以數日到數月間不等的頻率進行清潔，如內部搗擺清潔、壁面及天花板清潔、外部牆面及屋頂清掃、雨水排水溝清掃、水塔的清潔、化糞池污泥及水肥抽取等。特定維護工作則為不定期的衛生設備及水電等設施的更換或修繕等。

由此可知，公園公廁屬於高度維護設施，且衛生設備的數量也直接影響公廁規模，進而決定公廁清潔維護

的成本。

二、文獻回顧

根據「建築技術規則」建築設備編第 37 條規定(如表 1)，臺灣在公共廁所衛生設備定量的設計規範適用範圍常以建築型態作為區分，將公共廁所設定為服務特定建築類型的附屬設施，如住宅、集合住宅、中、小學及辦公廳等，而公園公廁非屬建物附屬設施，因此公園公廁在衛生設備設計上多無相關法源依據，在各類衛生設備的數量配置常有失準(如圖 1、2)。另外，國內有關兩性使用便器在量化方面的研究成果多為問卷形式，屬於實際測量的基礎調查量化研究相當缺乏(王曉磊, 2004)。

三、研究方法

3-1 研究對象與觀察標的選擇

臺灣都市公園大致可分為鄰里公園、區域型公園及都市綜合公園，本研究以鄰里公園為觀察對象，其相較於都市綜合公園、區域型公園，有面積小、數量多的特性。另外依據都市公園相關研究報告(成其琳, 1991)指出，鄰里公園服務半徑約為 800 公尺(如表 2)。因此，鄰里公園是提供社區的平日休閒活動使用公共開放空間，也是臺灣都市公園系統中的基礎單元。

一般鄰里公園的周邊區域性質多樣，鄰里公園的地



圖 1 南部某公園公廁



圖 2 中部某公園公廁

表 1 建築物最小衛生設備

築物種類		男便器	小便器	女便器
一、住宅、集合住宅		每一居住單位 1 個。		
二、小學、中學		每 50 人 1 個	每 30 人 1 個	每 10 人 1 個
三、其他學校		每 75 人 1 個	每 30 人 1 個	每 15 人 1 個
四、辦公廳	總 1~15 人	1 個	1 個	1 個
	人 16~35 人	1 個	1 個	2 個
	數 36~55 人	1 個	1 個	3 個
	：	：	：	：
五、工廠、倉庫	總 1~24 人	1 個	1 個	1 個
	人 25~49	1 個	1 個	2 個
	數 ：	：	：	：
六、宿舍		每 10 人 1 個，超過 10 人時，每增加 25 人，增加 1 個。	每 25 人 1 個，超過 150 人時，每增加 50 人增加 1 個。	每 6 人 1 個，超過 30 人時，每增加 10 人增加 1 個。
：		：	：	：

(公園公廁目前無衛生設備數量相關規定)

表 2 臺灣都市公園分類

	服務半徑	備註
鄰里公園	800 公尺	以徒步能到達為原則
區域型公園	1600 公尺	以徒步 30 分鐘或自行車 10 分鐘內可達之距離
都市綜合型公園	3000 公尺	以提供附近居民與全體市民活動為目的

點可能處於傳統市場的內部或大型商辦、車站旁等人潮聚集點週邊等等，使用族群已非單純服務社區民眾，因此本研究在地點的選擇是以社區使用的 8 處鄰里公園作為衛生設備定量研究的對象。

3-2 觀察時間與服務情境選擇

根據前人研究 (陳昭蓉, 1996 及廖庭顯, 2014) 顯示，公園使用人數高峰以假日下午時段為最多，因此本研究是以天氣晴朗至陰天之週末下午 3 時至 6 時進行使用情形觀察，將鄰里公園公廁衛生設備最大負荷時間作為公廁衛生設備設計之服務水準設定。另外，每處公園公廁觀察時間為 20 分鐘，並記錄時間內各類衛生設備的使用人次後換算為每小時之使用率。

然而在進行服務性公共設施設計時，在定量上有其服務情境的選擇，以公園設施而言，在不同時間有不同的使用族群，如晨間運動的社區居民、晚間從事廣場舞活動的婦女，甚至是大型災難發生時，以公園作為收容避難場所等服務情境，都是可能被作為公園公共設施服務量的設定。而本研究是以周末公園常態使用時，人數最多的時段作為公廁衛生設備定量研究的觀察，此一情境是屬於能將有限公共資源中服務最多人為目標的合理使用情境設定。

3-3 影響公園及公園公廁使用人數的因素

公園本身的基地特性、設備、位置、面積、景觀吸引力、周邊土地使用情形、寧適氣氛、使用安全性管理

及維護情形等因素會影響公園的使用情形(郭碧玉, 1982), 也直接影響公園公廁的使用人數。惟本研究尚不考慮相關公園環境背景資料與公廁使用人數的比較, 單純觀察並記錄各類衛生設備在鄰里公園公廁中的使用情形。

3-4 公廁使用行為觀察與限制

本研究以現地觀察觀察方式記錄鄰里公園使用情形, 屬於直接觀察來取得證據作為鄰里公園公廁衛生設備定量的建議。可被記錄的行為類別分別為男性小便器與便器、女性便器及無障礙廁間之使用次數, 其餘行為

如使用時間及蹲、坐便器的種類選擇偏好或使用者年齡組成等, 尚無法從本次觀察得知與分析。

另外, 常見的鄰里公園衛生設備類型有男性小便器、便器、女性便器及無障礙廁間, 其他廁間類型如親子廁間或性別友善廁間在鄰里公園並不常見, 因此該 2 類廁間使用情形並非本次研究的觀察範圍。

四、研究結果

4-1 鄰里公園公廁衛生設備使用率

以臺灣中南部 8 處鄰里公園為對象之觀察結果顯示(如表 3), 各類衛生設備之平均使用率以男性小便

表 3 鄰里公園衛生設備使用情形觀察記錄

公園編號/地點	觀察時間	使用率觀察結果											
		男性小便器			男性便器			女性便器			無障礙廁間		
		配置數量	使用率(次/小時)	同時使用人次	配置數量	使用率(次/小時)	同時使用人次	配置數量	使用率(次/小時)	同時使用人次	配置數量	使用率(次/小時)	同時使用人次
編號 1/ 臺南市	110 年 12 月 5 日 17:15-17:35	1	3	1	1	3	1	1	3	1	0	-	-
編號 2/ 雲林縣	111 年 1 月 23 日 15:10-15:30	3	9	2	2	6	1	4	3	1	1	0	-
編號 3/ 臺中市	111 年 2 月 5 日 15:30 分-15:50	8	12	2	2	0	-	2	6	1	0	-	-
編號 4/ 臺中市	111 年 2 月 5 日 16:10-16:30	2	12	2	2	3	1	2	3	1	0	-	-
編號 5/ 臺中市	111 年 2 月 6 日 17:05-17:25	1	18	2	1	3	1	2	6	1	0	-	-
編號 6/ 臺中市	111 年 2 月 6 日 16:10-16:30	2	9	1	1	0	-	2	3	1	1	3	1
編號 7/ 臺南市	111 年 2 月 12 日 15:50-16:10	2	3	1	1	0	-	2	0	-	0	-	-
編號 8/ 高雄市	111 年 3 月 5 日 17:15-17:35	3	6	2	2	0	-	2	6	1	1	0	-

器為最高，其平均使用率為 9.00 次/小時；其次依序為女性便器，平均使用率為 3.75 次/小時；男性便器平均使用率為 1.87 次/小時，無障礙廁間最少，平均使用率為 1.00 次/小時(如圖 3)。

間 1 個。

4-2 鄰里公園公廁衛生設備最小設置數量

本研究以此 8 處鄰里公園公廁衛生設備之同時使用人次為衛生設備配置最小值，意即在公園使用尖峰時段，達成滿足各類衛生設備不發生等候人次的服務水準。觀察結果顯示鄰里公園衛生設備的最小數量配置為男性小便器 2 個、便器 1 個；女性便器 1 個；無障礙廁

4-3 實際設置數量與最小設置數量的差異

實際設置數量與最小設置數量的差異是量化該 8 處鄰里公園在各類衛生設備定量上與本研究成果的落差，其數值意義在於若該類衛生設備差異為 0%則其配置數量與本研究建議值一致，並以此(如表 4)可知所觀察之 8 處鄰里公園中，編號 6 公園(如圖 5)之衛生設備定量與本研究之建議值最為接近，編號 3 公園(如圖 6)則反之。

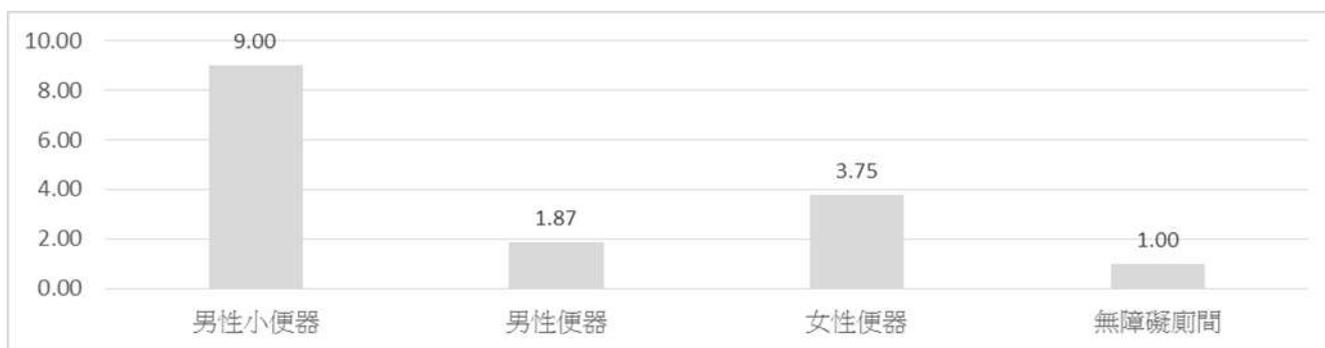


圖 3 鄰里公園各類衛生設備平均使用率

衛生設備種類	編號 1 公園	編號 2 公園	編號 3 公園	編號 4 公園	編號 5 公園	編號 6 公園	編號 7 公園	編號 8 公園
男性小便器	-50%	50%	300%	0%	-50%	0%	0%	50%
男性便器	0%	50%	50%	50%	0%	0%	0%	50%
女性便器	0%	300%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
無障礙廁間	-100%	0%	-100%	-100%	-100%	0%	-100%	0%

差異=(衛生設備實際設置-最小配置數量)/最小配置數量 100%

表 4 衛生設備實際設置



圖 5 編號 6 公園各類衛生設備配置



圖 6 編號 3 公園各類衛生設備配置

是以，在本研究的服務水準設定下，該 8 處公園各類衛生設備各有-100%~300%的數量配置落差，其中以單一公園內男性小便器及女性便器出現 300%為最高，而無障礙廁間則有 5 處公園出現-100%，足以顯見該類廁間數量的不足。

五、結論與後續應用

5-1 結論

在臺灣鄰里公園是否設置公共廁所一直一來各有定見，且經過本研究觀察，該 8 處鄰里公園公共廁所在尖峰時段的使用率也不高，然而公廁作為公共服務設施，完善的公園機能將有助於鼓勵更多人願意停留於鄰里公園內，發揮公園應有的角色與服務。因此在具有設置及維護管理的條件下，仍然建議於鄰里公園設置公共廁所。

另外，以此 8 處鄰里公園各類衛生設備的平均使用率來看，現行推廣公共廁所男、女廁間比應達 1:3 上也並不符合鄰里公園的非同時段使用之公廁型態。故公園管理者在思考既有鄰里公園公廁改善或於鄰里公園新建公廁時，建議對該鄰里公園進行使用行為觀察與設定合理的服務水準，藉此檢視目前既有的鄰里公園公廁衛生設備數量的安排是否合理，並思考相應的改善方式，同時也有助於未來在新建鄰里公園公廁時各類衛生設備定量上的參考。

5-2 後續應用

從本研究結果來看該 8 處鄰里公園單一衛生設備的使用率不高，將來在進行鄰里公園公廁設計時，混合式的廁間，例如男、女混用廁間或者與無障礙廁間混用的廁間形式，也將是一個可以思考的方式之一，以混合使用作為彈性調度的靈活使用，以提升鄰里公園公共公廁衛生設備的使用率。

後續相關研究上也可加入公園內、外部環境的特徵與各類便器的使用情形進行比對，找出不同條件之鄰里公園與影響該公廁衛生設備數量的因素。

參考文獻

1. 內政部營建署。建築技術規則建築設備編 (中華民國 103 年 8 月 19 日) 第 37 條。
2. 成其琳(1991)。都市公園系統規劃設計準則之研究。內政部營建署研究報告。臺北市。
3. 廖庭顥(2014)。探討都市公園空間設計與使用者行為之關係-以台中市文心森林公園為例。臺中市政府 103 年度規劃研究設計報告獎助計畫。臺中市。
4. 張德偉(1989)。都市鄰里公園使用與鄰里公園關係之研究。計劃經緯，(13)，76-81。
5. 陳昭蓉，林晏州 (1996)。鄰里公園使用者滿意度影響因素之探討。國立臺灣大學園藝學研究所碩士論文，臺北市。
6. 郭翊玉(1982)。鄰里公園使用分析-臺北市四個地區之比較。國立臺灣大學土木工程研究所碩士論文，臺北市。建築學報，(46)，69。
7. 王曉磊，黃世孟(2004)建築物裝設最小便器數量法規標準之兩性平等研究。
8. Siu, K. W. M. (2006) Design quality of public toilet facilities. Quality and Safety Engineering. World Scientific ,Singapore.

主題 B.1 情報技術於生命週期運用
Application of Intelligence Technology in the life cycle

國際機場營運維管階段建築資訊模型(BIM)資訊交換標準 COBie 之程序與應用研究

Research on the procedure and application of COBie, an information exchange standard for building information modelling (BIM) in the operation and maintenance phase of international airports

楊竣丞^a、蘇瑛敏^b

Chun-Cheng, Yang^a, Ying-Ming, Su^b

^a 國立台北科技大學建築系建築與都市設計碩士班 碩士生 Master degree candidate, Department of Architecture, National Taipei University of Technology, Taiwan

^b 國立台北科技大學建築系 教授 Professor, Department of Architecture, National Taipei University of Technology, Taiwan

論文資訊

論文審查紀錄：

受稿日期

2022 年 05 月 25 日

審查通過日期

2022 年 05 月 28 日

關鍵詞：

BIM、COBie、機場、維護管理、資訊交換標準

通訊作者：

楊竣丞

電子郵件地址：

norman2156@gmail.com

蘇瑛敏

電子郵件地址：

norman2156@gmail.com

Article Info

Article history:

Received 25 May 2022

Accepted 28 May 2022

Keywords:

Keyword1, keyword2, no more than five keywords
(Style: Times New Roman, 8pt, single space)

Corresponding author:

Author name

E-mail address:

xxx@xxx.xx.xx (Style: Times New Roman, 8pt, single space)

摘要

營運維護管理階段，是建築物真正產生價值的階段，也是所需資源最大的一個階段。有效率的營運維護管理，可以讓建築物在使用期間耗損的資源下降，並可延長建築物之使用年限，故工程全生命週期之資訊妥善留存，是日後維護管理階段提升效率的重要關鍵。

由於各案工程之特性及竣工後使用目之不同，在營運維護管理階段所採用之管理模式亦不盡相同，對於臺灣現行公部門已公告之竣工 BIM 交付之作業標準規範，因使用特性不同、服務性質不同、維護管理面向不同，未必完全適用於各類型之場域。

本研究係參考臺北市、新北市及桃園市等直轄市公告之「竣工模型屬性資料作業規範」，主要探討應用 COBie 之電子表單欄位，所訂定之建築物營運管理資訊留存與交付之標準，並對照臺灣桃園國際機場營運維護管理階段，實際之維護現況與需求進行調整，以制定適合臺灣國際機場工程需求的 COBie 資料格式及建議留存資訊之欄位。

既有航廈之維護管理與新建航廈之維護工作銜接至為關鍵，需持續不斷進行維護以維持穩定營運型態之建築，對於 COBie 留存資訊應予以簡化，BIM 管理模型應定位為查詢工具，另須著重於透過其他資訊化系統做資訊的整合及維護歷程的累積，故提出由原 73 項調整為 33 項資訊欄位之建議，僅保留最低可供維護參考之欄位資訊及規範竣工團隊驗收必要交付之技術文件，更利於自動化維護管理系統之應用。

Abstract

Operating and managing phase are making a building to be valuable, and also the phase needs to have the most resource. The effective operation and maintenance management can reduce the consumption of resources under the building operation time, and to increase the building life time. Therefore, intact retention in projects is the key factor to improve efficiency for the future maintenance and management phase.

Due to different engineering characteristics and purpose of use after As-built, and the management mode in the operation and maintenance management stage is also different. For the public sector in Taiwan, the announced operating BIM standard specification for the delivery of As-built, due to different usage characteristics, different service properties, and different maintenance management mode, it may not be applicable to various types of areas.

The study is based on the operating specifications for As-built model attribute data announced by government of the special municipality, Taipei City, New Taipei City, and Taoyuan City, mainly to discuss the application of COBie electronic column, the standard procedures for the retention and delivery of building operation management information. Contrast with the operation and maintenance management phase of the Taoyuan international airport, and actual maintenance status and needs to make adjustments. Develop COBie data format to engineering requirements and suggest column to retain information for Taiwan international airport.

It is crucial that the maintenance and management connection of between the existing terminal and the new terminal, and buildings require continuous maintenance for stable operation. For the information retained by COBie needs to be simplified, the BIM management model should be positioned as a query tool. In addition, it is necessary to integrate through the information system and maintain the process of accumulation. Therefore, it is recommended to adjust the information column from the original 73 items to 33 items. Only reserve the minimum information column for maintenance reference and the As-built team need to be provided technical documents for project final acceptance, improves the application of the automatic maintenance management system.

2076-5509 ©台灣物業管理學會

一、前言

建築資訊模型(Building Information Modeling, 以下簡稱, BIM)。它是三維圖形為主、物件導向及建築相關的電腦輔助設計與應用。目前各類型之工程, 不論是公共工程或是一般的民間工程, 因應數位化的發展, 紛紛導入 BIM 之技術, 除運用於規劃設計與興建過程之工程輔助, 現階段則更加提升應用於日常建築物營運管理。

現今科技資訊之應用普及, 建築物所導入智慧化設施設備日益增加, 從建築物規劃設計、興建至後續設施設備維護管理, 因而更加複雜且繁瑣。因此, 以建築物全生命週期觀點, 透過 BIM 建立的圖說及相關資訊, 建構設施管理的資料庫, 並可視為全建築物履歷資料, 以作為後續各項設施設備維護管理的基本資料, 再透過 BIM 所建置之三維圖形進行圖資查詢及建築物管理, 能降低維修不便及避免錯誤, 也讓建築物可保有精確完整圖說資料, 避免如過去既有建築物因歷經多年裝修改善後, 建築物既有圖說與現況不符等現象, 藉此也讓管理人員提升日常設施設備管理工作之效率[1]。

由於工程特性及竣工後使用目之不同, 使用特性不同、服務性質不同、維護管理面向不同, 在營運維護管理階段採用之管理模式亦不盡相同, 對於臺灣現行公部門已公告之竣工 BIM 交付之作業標準規範, 未必完全試用於各類型之場域, 其差異仍須透過各案工程團隊的審慎評估與後續管理者及使用者詳細溝通, 確認維護管理階段應用之方向及管理目標, 從中找出適用之建築管理資訊交換之統一標準, 以利導入智慧化科技之應用, 提升後續維護管理效益。

本研究係經由臺北市、新北市及桃園市等直轄市公告之「竣工模型屬性資料作業規範」, 探討應用之施工營運建築資訊交換標準(Construction Operations Building Information Exchange, 以下簡稱 COBie) COBie

之電子表單欄位, 所訂定之建築物營運管理資訊之標準格式與資訊交付標準, 並對照臺灣桃園國際機場(以下簡稱, 桃園機場)營運維護管理階段, 實際維護現況與需求進行調整, 以制定適合國內機場工程需求的 COBie 資料格式及建議留存資訊之欄位。

本研究以桃園國際機場股份有限公司(以下稱, 桃機公司)為研究標的場域, 地址座落於臺灣桃園市大園區(經緯度 25°04'35"N 121°13'26"E)航站南路 9 號, 擁有 2 座客運航廈、4 座貨運集散站、2 條跑道及 39 條滑行道。總樓地板面積為 537,688 平方公尺。航廈內提供航空公司運務、旅客入出境作業、檢疫、海關作業以及設有銀行、保險、郵政、電信、購物餐飲、轉機旅館、商務中心、公共藝術展示、廣告刊登等服務設施。桃園機場對於整體園區營運管理之所需量能, 極為龐大可觀, 各建築系統除需透過委外維護團隊協助支應大量的人力進行管理、監控與維護外, 如何應用 BIM 導入可視化之管理, 達到降低人力與高效率執行設施維護與管理的工作為桃園機場的首要課題[2]。

研究目的說明如下：

1. 建立機場園區營運維護管理 BIM 模型資料交付標準。
2. 研擬維護管理系統規劃架構, 做為未來各案竣工 BIM 模型交付應用發展之參考基礎。

二、文獻回顧

BIM 於工程全生命週期之應用, 近 10 年來已發展得相當成熟, 政府部門為使營造產業於工程生命週期各階段應用所產出之成果有標準可依循, 內政部建築研究所、營建署及財團法人臺灣營建研究院等機關, 近年亦透過案例的示範與實驗, 建立相關基礎規則與作業標準。建築維護管理系統是隨著 BIM 模型應用而出現的新產業領域, 惟在現有常用的 2D CAD 作業模式下, CAD 圖說僅為單向表達圖面資訊, 且缺乏空間資訊與

設備資訊連結的工具，透過資訊化的應用整合，目前業界眾多藉由資料庫連結圖說與技術文件之技術，但對於異質化資料互相關聯的正確性與相關性，在實際應用中不斷被受質疑，缺乏整合與資訊交換的標準，對於後續維運階段難以發揮實際效用，連帶影響 BIM 模型資訊應用之效益[3]。

有關建築物相關維運資料與文獻蒐集，本研究針對維運管理系統發展架構面向考量，包含 BIM 應用於設施維護管理、資產管理制度的導入、施工營運建築資訊交換標準、建築維護資料層級建立、BIM 與設施管理 (Facility Management，以下簡稱 FM)整合與資訊回饋機制及共用資料環境等六大面向。

2-1 BIM 應用於設施維護管理

美國國家建築科學院(US National Institute of Building Sciences)設施資訊 BIM 委員會 (Facilities Information Council BIM Committee)2007 年的「國家 BIM 標準版本」中，定義”Building”為「設施生命週期」，”Information”具有「數位化方式」、「可互操作性之公開標準」的特徵，”Modeling”具有「呈現物理及功能上的特徵」[4]。

美國營造公會(The Associated General Contractors of America, AGC)等 23 個專業團體組成的聯盟，所制訂之「建築資訊模型契約附篇」(Consensus DOCS 301 BIM Addendum, 以下簡稱 Consensus DOCS)中，雖無直接對 BIM 做出定義，但從其對模型”Model”的定義可知，Consensus DOCS 較注重模型的展現與其隱含的資訊[5]。

建築資訊模型(Building Information Modeling)是著重一個建築專案的數位資訊之發展、使用和轉換的一種流程，以改善一個專案或設施組合的設計、施工和營運。「建模」兩字不全然指幾何模型之建置，而是指建築物在其生命週期中，幾何與非幾何資訊的建置、維護與應用的所有行為，由此過程所建立用來描述建築物之幾何與非幾何電子化資料，亦稱為建築資訊模型 (Building Information Model) [1]。

換言之，BIM 是指在新建設施或經更新之設施生命週期中，為滿足各種使用者的需求，利用數位化、參數化、物件導向化、可互相操作性之公開標準的資訊，連動性方式描述或形容建置模型，以呈現其物理及功能上

特徵的過程或技術。

2-2 資產管理制度的導入

建築物的資產管理，包含該棟建築物內造冊的財產及維修汰換歷程的紀錄與累積，是維持一棟建築物穩定營運相當重要一環，隨著 BIM 模型導入維運系統與資產管理的連結方式，英國國家標準學會(BSI)依照 Level3 的數位發展政策，建議採以共用資料環境(Common Data Environment,以下簡稱 CDE)，建立在 IFC 資料交換架構下(BS16739-1，用於建築和設施管理行業數據共享的行業基礎類(IFC)數據模式，2020)。BS 1192-4(2014)講求以營建資訊交換標準(COBie)作為資產管理的物件屬性資料建置標準[3]。

(一)資產管理之效益

根據 ISO 組織對於 ISO55000 標準的分類，目前工作版本包含 ISO55000:2018。針對資產管理一般原則與術語的概述。ISO55001 提供了開發資產管理系統的詳細規範，主要基於可記錄可重複的流程，並根據標準的指標進行衡量，主要效益如下列 9 點說明；1.改善財務業績 2.協助資產投資決策 3.管理風險 4.改境服務與產出 5.展現社會責任 6.相關規定驗證 7.提高聲譽 8.改善組織可持續性 9.提高效率 and 效力[3]。

(二)資產管理交換方式

BS1192-4 定義了英國使用 COBie 的標準架構與操作流程，COBie 為國際通用之訊息交換模式，是以每一個設備元件作為一個操作單元，這些設備是可以基礎設施或建築物設備單元。對於一個建築物的資產管理與設施維護管理系統而言，所有資料交換要件，應建立在空間資訊與設施資訊的整合應用基礎，如圖 1[3]。

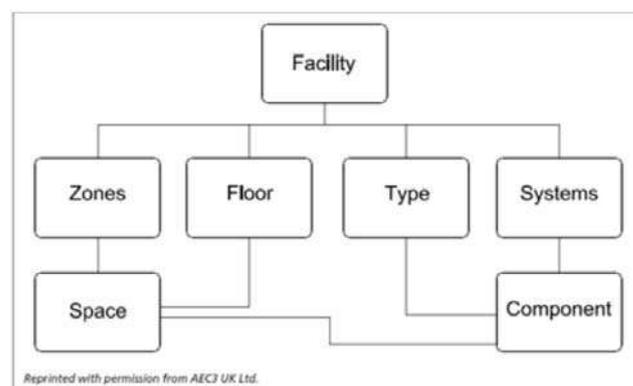


圖 1 Building view of COBie , using standard terms[6]
(資料來源：BS 1192 4:2014)

2-3 施工營運建築資訊交換標準

2-3-1 竣工移交資訊格式的標準化

目前 BIM 技術應用大多著重於設計及施工階段使用，尚未考慮後續營運維護所需資訊、作業方式及流程機制。國內目前對於建築設施管理上，仍欠缺利用 BIM 結合 COBie 電子表單輔助的方式，以及工程全生命週期中，保留設施設備維護管理相關資訊之機制與標準，以便工程竣工後管理者導入 BIM 技術於營運維護階段參考使用。

COBie 是由美國陸軍工兵單位所研發，主要於設計、施工到營運管理階段之過程當中，所獲取的資訊標準。這些資料數據是由建築師、工程師提供樓層、空間或設施的佈局，或是承包商提供的設施產品序號、型號等，即是建築專案的各參與人皆可在各階段輸入相關資料供後續管理人員方便地使用。

營建工程，歷經規劃、設計、發包、施工，甚至完工到長期的營運，所有的作業過程都會有工程圖說、合約書圖、紀錄照片、錄音、錄影，甚至樣本、備品等等，來自工程期間不同工種與專業所移交之許多的歷程資料，其資料載體亦是五花八門，有紙本、有數位、及軟硬體物品、配件等。其中，有許多是工程竣工後使用單位需要接收並延續運作使用的資料，愈龐雜的工程，移交的資料相對也愈多，更顯見工程竣工交付資訊格式統一的必要性。COBie 最重要的特色如下列說明；

1. 以非幾何資訊的表達及收集為主。
2. 以設施長期營運及維護之資訊需求為考量。
3. 它除了能以平易近人的 Excel 檔案格式來呈現以外，還能用 XML、IFCXML、IFC 等格式來表達。
4. 能從 BIM 模型匯聚它所需要之空間、設備等相關資訊。

2-3-2 COBie 格式相關說明

1. COBie 架構

COBie 標準使用 BIM 模型中資訊電子試算表 (SpreadSheet)或 IFC 格式來傳遞資訊(如圖 2)，COBie 電子試算表在整個生命週期中連接設計、施工到專案交付的工作階段，表 1 說明了各工作表的內容定義與其

資料來源階段。

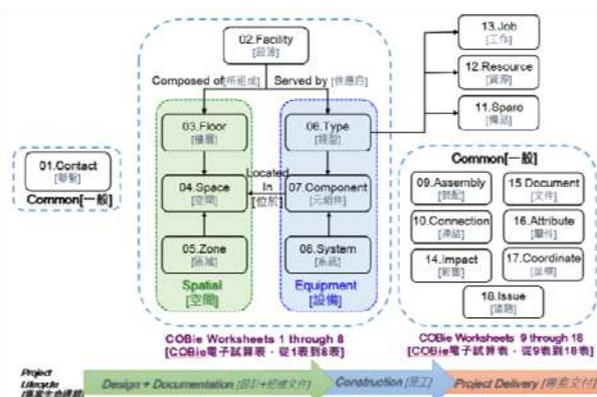


圖 2 COBie 資料架構與相對應生命週期流程[7]

表 1 各階段工作表之內容定義[7]

頁籤/Sheet	內容/Contents	階段/Phases
Contact	聯繫資訊	全階段
Facility	專案、位置與設施資訊	初步設計階段
Floor	樓層資訊	初步設計階段
Space	空間、房間資訊	初步設計階段
Zone	空間集合資訊	初步設計階段
Type	設備、產品、材質類型	初步設計階段
Component	元組件資訊	細部設計階段
System	系統資訊	細部設計階段
Assembly	元件組的組成元件	細部設計階段
Connection	元件組之間邏輯性連接資訊	細部設計階段
Impact	設施對經濟、環境與社會之影響資訊	細部設計階段
Spare	備用元件資訊	營運維護階段
Resource	維護作業所需之材料、設備與訓練資訊	營運維護階段
Job	預防性維護、安全、測試、操作與警及處理程序資訊	營運維護階段
Document	參考文件資訊	全階段
Attribute	屬性資料	全階段
Coordinate	空間座標位置	全階段
Issue	其他需要遞交之問題	全階段

2. COBie Responsibility Matrix -責任矩陣表

責任矩陣表(如圖 3)的概念，這部份也是英國所提出的概念，主要用來識別在整個生命週期專案進行過程中不同的角色所要負責的部份，亦為 COBie 工作表中的各欄位，在生命週期的各階段應該分別由哪些角色來負責填寫，而此矩陣表內容僅為提供參考並不是固定的，而是依據各案的類型與角色不同，由各個專案的所有成員於專案執行一開始依據此格式架構來各別定義其分工的內容因此透過責任矩陣表，可以達成權責分工透明化的目標[7]。

COBie Worksheets			Life-cycle information exchange																																		
Sheet	Column Name	Column	All	Facility	Start	Design	Construction	O & M	Recycle																												
Sheet	Column Name	Column	Complete Worksheet	Facility Criteria	Discipline Specifications	Project Definition	Space Program	Product Program	Change Library	Change Database	Change Instances	Change Issues	Product Type Template	BI Issue	Product Type Selection	System Layout	Product Installation	Product Inspection	Construction Issue	Product Type Parts	Product Type Warranty	Product Type Maintenance	System Operation	Space Condition	Product Parts Replacement	Space Occupancy	Space Activity Renovation	Renewal	Extend	Demolish							
Contact	Email	A	RS	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C						
Contact	CreatedBy	B	RS	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C						
Contact	CreatedOn	C	RS	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C					
Contact	Category	D	RS	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C				
Contact	Company	E	RS	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C			
Contact	Phone	F	RS	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C		
Contact	System	G	RS	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	
Contact	Object	H	RS	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA
Contact	Identifier	I	RS	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA
Contact	Department	J	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS

圖 3 COBie 責任矩陣表示示意圖[7]

3. 工程總分類碼(OmniClass)

工程總分類碼(OmniClass)是由美國營建規範協會(Construction Specification Institute, CSI)於 2006 年推出,其編碼範圍涵蓋建築全生命週期,包括初期規劃、設計、施工到營運管理階段,其透過編碼將建築相關產業進行連結,讓資訊可相互流通,並保有彈性能依據專案需求擴充。OmniClass 的資料分類方式是將物件的特性以多層次做描述,由上而下進行編碼,可根據需求擴充層級,詳見圖 4。

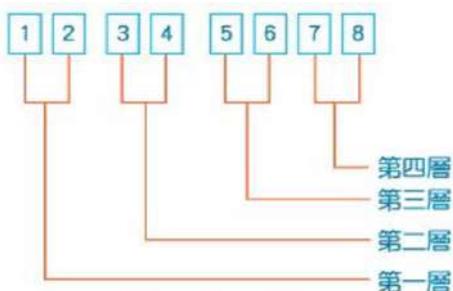


圖 4 工程總分類碼架構圖[8]

OmniClass 總共有 15 個篇章,各篇章間依數字大小具有先後順序,並分別代表營建資訊的不同面向,如表 2 所示[8]。

表 2 工程資訊總分類 15 章篇及內容[8]

篇章	名稱	週期	分類別	本土化成果
11	功能區分的建築實體 Construction Entities by Function	規劃	透天厝、公車站	106 年完成
12	形體區分的建築實體 Construction Entities by Form	規劃	超高層建築、吊橋	
13	功能區分的空間 Spaces by Function	規劃	廚房、機房	105 年完成
14	形體區分的空間 Spaces by Form	規劃	房間、中庭	106 年完成
21	建築元件 Elements	設計	等同 UniFormart 元件碼	105 年完成
22	工作成果 Work Results	設計	等同 Master Formart 04 綱要碼	105 年完成
23	產品 Products	設計	由不同的材料組成 (Master Formart 04)	105 年完成
31	階段時間 Phases	施工	採購階段	106 年完成
32	服務性質 Services	施工	估價、測量	
33	專業活動 Disciplines	施工	室內設計	
34	組織人員角色	施工	業主、建築師	106 年完成

	Organizational Roles			
35	工具 Tools	施工	施工架、吊塔	
36	資訊文件 Information	營運	法規、技術手冊	106 年完成
41	材質 Materials	營運	玻璃、砂石	
49	性質 Properties	營運	面積、顏色	106 年完成

2-4 建築維護資料層級建立

建築物之維運資料包含幾何資訊與非幾何資訊,參考 COBie 之資訊架構,其主體為設施(Facility)可分為空間與設備兩類,而空間類又可以分為樓層(Floor)、區域(Zone)、空間(Space)等三類主體;設備類則分為系統(System)、元件(Component)、型式(Type)等三類主體,對於各類主體之定義如下:

1. 設施(Facility): 即專案所興建之建物。
2. 元件(Component): 即存在於設施之中的設備如泵、配電盤等或元件如管、線等單元。
3. 型式(Type): 即設備或元件之型式,如 X 牌 X 型離心泵,故各型式可能有多個元件。
4. 系統(System): 由一群有關聯之元件所組成之集合。
5. 樓層(Floor): 設施內垂直之空間單元。
6. 空間(Space): 設施內平面之空間單元。
7. 區域(Zone): 由一群有關聯之空間所組成之集合。

若以維護管理之角度討論維運資料如何與維運需求項目作對應,最上層是資料庫的標準分類編碼,最底層則為維運單位實際操作資訊需求,各階層之定義如下說明:

1. 資料庫統一編碼: 資料庫的統一編碼連結 BIM 相關的空間與設施設備元件,以利維運資料進行整合。
2. 責任分區: 樓層(Floor)、空間(Space)、區域(Zone),以規劃檢修或巡檢之流程。
3. 群組與物件類型: 現有物件類型分類標準較適用於 BIM 模型應用,目前以 OmniClass 編碼在維運系統多被採用。
4. 製造商資料: 現以型式 Type 描述,包含製造商 (Manufacturer)、產品編碼(Serial Number)、採購日期(Acquistition date)、保固期限(Warranty expiration date)、使用保固(Warranty usage)等。
5. 標準與屬性: 建立共用資料之交換格式標準,屬性在於描述單一物件構成之特性,如重量(Weight)、損耗(Consumption)等。

- 操作維護資料：依據日常巡檢與維護機制，建立完整維護狀態資料，以完成建築物生命週期履歷。

2-5 BIM 與 FM 整合與資訊回饋機制

建築資訊模型與維運管理資料，需要建立一套資訊回饋的機制。從模型建立初始，透過資料的取得、成本效益評估之應用到使用者的回饋資訊，作為下一個階段模型資料更新的參考。統整 BIM 與 FM 歷程資料，將是一個動態管理及無限循環的管理機制，這個機制主要包含下列幾點主要項目：

- BIM 模型建立：**模型提供整個工程專案一個共用資料的環境，對於竣工後維護管理需求資訊，定義出所對應的文件或資料項目，並律定對應輸出的 COBie 欄位資訊。
- 資料取得：**模型與維護管理系統整合，透過維運資料庫的資料整合，提升整體營運績效的維護效益。
- 成本與時間效益：**模型整合維護管理，使維護工作採已夠有效率的模式，並透過標準化的建立，改善維護資料的傳遞與溝通模式。
- 資料輸出：**建立 BIM 與重要設施設備的連結，同時提供輸出維護歷程資料，得以進行效益評估與分析。
- 使用者回饋資訊：**彙整使用者實際體驗回饋資訊，構成大數據分析的基礎資訊，以做為未來建築設計之決策參考。

2-6 共用資料環境

依據台灣物業管理學會發行之物業管理名詞彙編 [9]，以及行政院內政部 2004 年核定「服務業發展綱領及行動方案」[10]，將台灣現行物業管理服務業務劃分為三大範疇(如圖 5)：

機場設施管理範疇根據前述的說明，在本質上與物業管理服務業務相當接近。機場設施包含三大應用範圍：1. 通訊網路設施(Communications)2.建築與工程設施(Arch/Eng Design)3.設備管理(Facility Management)。機場設施管理包含三大部分：1. 機場跑道(Land): 機場跑道包括了空間管理、管線資訊建置。2. 航廈(Building): 航廈包括了聯外道路及橋樑、建築物模型及資訊、竣工資料交付。3. 內部營運管理(Interoperability): 內部營運管理包括了空間出租管理、

維護、操作及安全機制。

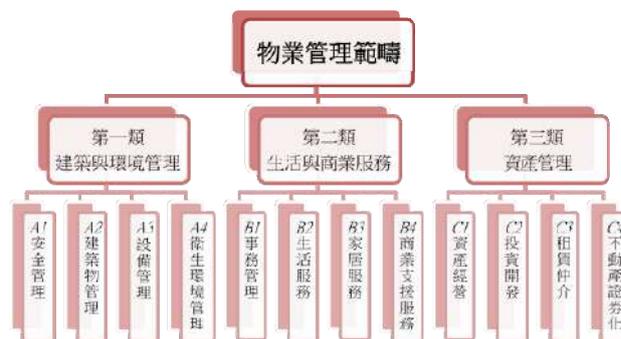


圖 5 物業管理範疇圖(王宛茹, 2011)

依據 ISO19650-1 的定義，共用資料環境(Common data environment，以下簡稱 CDE)，透過管理協作之標準作業流程，來協調整體專案的成果資料提出，達到收集、管理和共同交換的目的。

對照物業管理範疇之管理架構，建立標準化的文件表單及資訊留存之標準為營運管理階段首要任務。訂定在營運工作過程中各團隊應遵守或注意的事項，提高資料的品質與正確性，經由共同資料環境建立審查與驗收機制。讓資料在通過審查後取得相對應的使用授權，進而發佈作為共享資料。因此，各案工程在推動 BIM 導入工程專案之前，應先完成 CDE 資料交付環境的建置，以利工程全生命週期的資料交付與應用。

三、COBie 資訊交換標準應用現況分析

目前國內使用者對於 COBie 資訊交換標準仍是陌生的，為使可以單純的進行設備維運資訊建置，將建築物 BIM 竣工模型銜接交付準則，後續優先以 Contact 聯繫資訊、Facility 專案、位置與設施資訊、Floor 樓層資訊、Space 空間、房間資訊、Type 設備資訊、Component 元組件資訊以上工作表進行說明。

3-1 縣市政府公告之 COBie 規範內容比較

1. 臺北市政府都發局竣工模型建置規範

為落實臺北市發展建築資訊建模應用於公共住宅案及公共工程案中，竣工模型屬性資料作業規範係參考國際通用的資訊交換標準 COBie 格式，並納入 104 年內政部建築研究所及英國的相關規範所訂定。當使用不同的建模軟體時，轉出 Industry Foundation Classes(簡稱 IFC)與 COBie 的標準資料進行繳交，本作業規範主要於

竣工階段點交資料完整性 [12]。

2. 新北市政府工務局竣工模型建置規範

新北市政府工務局應用建築資訊模型(BIM)技術於建築物命週期各階段資訊管理，分別建立電腦輔助查核系統與公有建築資產管理平台。電腦輔助查核系統可應用於規劃設計階段之建築法規查核與施工階段現場電子化模型勘驗，並於使照核發階段，營造廠上繳完整施工模型與設計模型進行結構體尺寸比對與法規查核比對。在竣工階段，按竣工交付準則將建築設備維運資訊完整建置，最後交予建築物維運管理單位於營運階段協助設備的維護與資料更新。

本規範制定的目的是希望讓建築設備的竣工維護資訊在營運階段，確保設備廠商資料、聯絡方式、保固年限、檢修頻率、效能檢視基準等基本資訊，應用設備元件資訊屬性編定功能，建立數值化的資訊，於營運階段標準化日常巡檢作業模式[13]。

3. 桃園市政府住宅發展處管理模型建置規範

本規範主要目的，在統一營運維護階段 BIM 執行流程，將營運維護所需資訊留存於 BIM 模型與 COBie 電子表單中，另非幾何性資料，後續應用規劃可銜接桃園市住宅發展處維護管理系統之應用，以及未來串接至建築物管理資訊系統，以達成桃園市社會住宅管理智慧化，提高維護效率與品質。

導入 ISO 19650 國際工程資訊交付流程，建立共用資訊環境(CDE)，透過資訊平台整合桃園市政府住宅發展處、專案管理單位、設計施工團隊與維護管理廠商的資訊進行溝通、重複利用和共享資訊[16]。

4. 桃園國際機場營運維護管理模型建置規範

本規範旨在落實 BIM 應用於營運維護管理階段，統一營運維護階段 BIM 建置與執行準則，將營運維護所需資訊有效留存於 BIM 模型與 COBie 電子表單中，並收存於圖資倉儲管理系統中留存，以利後續應用銜接 3D-based 視覺化維護管理系統，以及未來串接至建物管理資訊系統(MMIS)，以達成機場管理智慧化，提高維護效率與品質之目標[14]。

3-2 現行已公告 COBie 規範內容比較

彙整臺北市、新北市、桃園市及桃機公司目前已頒布之建築資訊模型資訊留存 COBie 標準格式，比較分析如下表 3，分析說明如下列 8 項；

表 3 現行已公告 COBie 規範內容比較

COBie 規範內容比較		臺北市	新北市	桃園市	桃機(舊)	桃機(新)
Contact 聯繫資訊欄位名稱						
COBie (英文)	COBie (中文)					
Email	電子信箱			△	△	
CreatedBy	編撰/登錄人			△	△	
CreatedOn	編撰/登錄日期			△	△	
Category	聯絡人角色				△	
Company	聯絡公司	△	△	△	△	△
Phone	聯絡電話	△	△	△	△	△
Department	聯絡人部門				△	
GivenName	聯絡人名字				△	
FamilyName	聯絡人姓氏				△	
Street	地址				△	
Facility 專案、位置和設施資訊欄位名稱						
COBie(英文)	COBie(中文)					
Name	建築名稱			△	△	
CreatedBy	編撰/登錄人				△	
CreatedOn	編撰/登錄日期				△	
Category	分類目錄			△	△	
ProjectName	專案名稱	△	△	△	△	△
SiteName	基地名稱	△	△	△	△	△
	地址		△			
LinearUnits	長度單位	△	△	△	△	△
AreaUnits	面積單位	△	△	△	△	△
VolumeUnits	體積單位	△	△	△	△	△
CurrencyUnit	貨幣單位	△	△	△	△	△
Description	描述				△	
ProjectDescription	專案描述				△	
SiteDescription	基地描述				△	
Phase	階段				△	
	外牆檢查修繕日期		△			
	結構耐震診斷日期		△			
	使照審查許可日期		△			
Floor 樓層資訊欄位名稱						
COBie(英文)	COBie(中文)					
Name	樓層名稱	△	△		△	△
CreatedBy	編撰/登錄人				△	
CreatedOn	編撰/登錄日期				△	

Category	分類目錄				△	
Description	描述				△	
Elevation	高程	△	△		△	△
Height	高度	△	△		△	△
space 空間資訊欄位名稱						
COBie (英文)	COBie (中文)					
Name	空間名稱				△	
CreatedBy	編撰/登錄人				△	
CreatedOn	編撰/登錄日期				△	
Category	分類目錄				△	
FloorName	樓層名稱	△	△		△	△
Description	描述				△	
RoomTag	空間編號	△	△		△	△
UsableHeight	可用高度				△	
GrossArea	總面積	△	△		△	△
NetArea	淨面積	△	△		△	△
Type 設備、產品、材 質類型資訊欄位名稱						
COBie(英文)	COBie(中文)					
Name	設備名稱	△	△	△	△	△
CreatedBy	編撰/登錄人			△	△	
CreatedOn	編撰/登錄日期				△	
Category	分類目錄				△	△
Description	描述			△	△	
AssetType	資產類型				△	
Manufacturer	製造商				△	△
ModelNumber	型號	△	△	△	△	
Warranty DurationParts	零件保固期				△	
Warranty uarantorLabor	保固廠商	△	△	△	△	△
Warranty DurationLabor	保固時程	△	△	△	△	△
Warranty DurationUnit	保固時程單位	△	△	△	△	△
ReplacementCost	更換費用				△	
ExpectedLife	預期壽命	△	△	△	△	△
DurationUnit	時間單位				△	
Warranty Description	保固描述			△	△	
NominalLength	標稱長度				△	
NominalWidth	標稱寬度				△	
NominalHeight	標稱高度				△	
Color	顏色				△	
Finish	竣工點交日期	△	△			△
	保固廠商電話	△	△			△
	保養頻率	△	△			△
	型錄	△	△			△
	操作保養手冊	△	△			△
	照片		△			△
Component 元組件資訊欄位名稱						
COBie(英文)	COBie(中文)					
Name	設備名稱			△	△	△

CreatedBy	編撰/登錄人				△	
CreatedOn	編撰/登錄日期				△	
TypeName	類型名稱				△	
Space	空間			△	△	△
Description	描述				△	
WarrantyStartDate	保固開始日期			△	△	△
SerialNumber	序號				△	△
InstallationData	安裝日期				△	△
TagNumber	標籤號				△	△
BarCode	條碼				△	△
AssetIdentifier	資產編號				△	△

1. 前述三直轄市與桃機公司留存資訊項目個數分別為，臺北市 29 項、新北市 32 項、桃園市 26 項及桃機公司 73 項次。
2. 臺北市、新北市及桃園市有關建築資訊模型資訊留存 COBie 標準，規範之建築類型大多為社會住宅、運動中心等需持續不斷進行維護，以維持穩定營運型態之建築，對於其他土木工程之竣工 BIM 模型交付標準，依據目前留存之欄位資訊較不適用。相較於桃機公司近年大興土木之第三航廈計畫，仍以主體航廈及南北登機廊廳之建築類型為主，其他土木工程及特殊性航站附屬設施，對於 COBie 資訊留存的標準，應建立一套標準的規範與作業流程，可就後續維護實際行為進行調整。
3. 臺北市、新北市政府現行已公告之留存資訊欄位項目大致相同，由於新北市政府導入 BIM 輔助查核系統與建築資產管理平台等資訊化應用，因審查需求併入外牆檢查修繕日期、結構耐震診斷日期、使照審查許可日期等欄位。
4. 臺北市、新北市政府以目前規範之 COBie 留存項目屬竣工 BIM 模型規範，因規範頒布之時程較早期，對於竣工 BIM 模型導入置物業管理階段後銜接之應用，以當時時空背景仍於構想階段，故現行已公告之留存資訊欄位項目大致相同，仍以竣工模型交付之標準為主。
5. 桃園市政府屬於維護管理模型之規範，故標準欄位需求略有差異，考量部分模型資訊可經由建構之過程自動帶入，如 Floor 樓層資訊及 Space 空間資訊，故簡化上列兩項之資訊回饋標準。
6. 桃園市政府住宅發展處，物業管理系統導入之維

護管理需求，著重於 BIM 模型元件資訊的留存，與物業管理資訊之連結，透過圖資倉儲管理系統之共用資料環境的建置，其藉由保存桃園市境內各社宅營運維護之歷程，形成大數據資料庫，提供未來社宅規劃興建之參考，故特別於 Type 設備類型、產品類型、材質類型資訊欄位，加入 Category 之資訊欄位，以利留存 OmniClass 編碼資訊，並強化 WarrantyDescription 保固說明與 Description 設備描述藉此串聯物業管理系統之維修履歷，以提升維護管理效率。

7. 桃園市政府住宅發展處，應物業管理系統導入之維護管理需求，且逐步透過 360 度實景及 BIM 可視化的管線瀏覽方式，故設施設備的元件模型包含其模型所涵蓋的屬性資料顯得相對重要，故桃園市對於管理模型之 Component 元組件資訊特別訂定標準，並留存產品序號以銜接資產管理系統，期透過產品惟一碼的連結方式，有效管理分布在境內所有設備之重要設施設備使用的狀況，以利作為年度預算編列保養或汰換之參考。
8. 桃機公司以目前規範之 COBic 留存項目屬竣工 BIM 模型規範，因規範頒布之時程較早期，且對於過去第一、二航廈以傳統維護模式進行，對於竣工 BIM 模型導入維護管理，以當時時空背景仍於構想階段。為利於後續導入實際維護應用，留存資訊欄位項目已有調整之必要性。

四、桃園國際機場營運維護管理模式

桃機公司目前除既有航廈設施設備日常維護營運外，亦包含第三航廈計畫之新建與後續營運規劃，關於既有航廈設施維護管理等相關工作，包含土建、機械、環工、給排水、綜合機電等項目，工作相當的繁雜，大到航廈建築維護，小到門鎖鑰匙的保管，不論是報修、定期維護、檢修、更新、設備設施異常現象的處理與警示，目前皆採用人工的方式處理、追蹤與管理，此外機場營運接近 40 年的時間，竣工圖說與維護資料逐漸過時或是殘缺不堪，影響維護處的執行效率。

4-1 五大維生管線維護與智慧化管理

經訪談消防、空調、給排水、電力、高壓電力有關維護航廈內部最重要的五大管線維護廠商，日常維護作

為、頻率及設備汰換參考依據。對應未來桃機公司應用 BIM 模型導入維護管理，COBic 表單留存之欄位資訊，至少應包括常態性的建築維護工作、預防性維護、建築系統分析、資產管理、空間管理與追蹤、防災規劃。

建築、消防、空調、給排水、電力、高壓電力主幹管系統至配電盤、配電箱等直接影響旅客舒適度及服務動線之重要設備，應於 BIM 模型內優先建立 COBic 資訊，主要原因說明如下：

1. 建築著重於空間規劃及配置，對於結構及防火區劃之規劃，需就委外經營之廠商不定期的進行檢討與調整。
2. 空調系統著重於大型設備定期的監控、保養與設備汰換，故原建置之基礎資訊及零組件維護及汰換期程尤其重要。
3. 給排水系統著重於各主要閥件之維護、汰舊換新與各類型泵浦建置之基礎資訊，且因應航廈委外經營區域不定期的調整配置及更改管線，主要幹管佈設位置之檢討相對重要。
4. 電力低壓部分至使用端因數十年來多次變更，現況管線繁雜且與設計圖說未必相符，須依現況及日常維護需求，應於 BIM 模型建置重要之線路。
5. 高壓電力配合機場主體航廈及南北登機廊廳設施，以及未來整體第三航站相關設施竣工後加入營運，相關服務旅客性質設施不斷增加及汰換，對於既有管線的維護與新設管線之規劃，應於 BIM 模型建置重要之線路。

綜上前述，依據機場既有航站設施目前維護手法及現況，為保留未來與新航站設施銜接之彈性，建議調整以營運維護管理為主之 COBic 資訊交換標準，為降低模型建置團隊與承攬廠商對於模型資訊交付之工作量與正確性，且可完整留存設備維護資訊，調整 Contact 聯繫資訊、Facility 專案、位置與設施資訊、Floor 樓層資訊、Space 空間、房間資訊、Type 設備資訊、Component 元組件資訊，由原本 73 項次調整為 33 項次，僅保留最低可供維護參考之欄位資訊及規範竣工團隊驗收必要交付之技術文件。

且近年來，桃機公司陸續建置了圖資倉儲系統、電子巡檢系統、園區施工通報管理系統、管線挖掘管理系統等資訊化的管理應用，並將過去民國 68 年(1979)以來的紙本藍圖經數位化後收存，整合 RFID 的電子巡檢和

施工通報管理模式，為航廈智慧化管理及共用資料環境 CDE 做出一個初步的雛型。因應未來 3D 可視化之維護管理規劃，既有航廈逐步完善基礎資料蒐集及採資訊化手法留存，以順利銜接第三航站自動化維護管理系統。

4-2 桃機公司維運管理 BIM 模型 COBie 規範內容

本規範調整以落實 BIM 應用於營運維護管理階段，統一營運維護階段 BIM 建置與執行準則，將營運維護所需資訊有效留存於 BIM 模型與 COBie 電子表單中，並收存於圖資倉儲管理系統中留存，以利後續應用銜接 3D-based 視覺化維護管理系統，以及未來串接至建物管理資訊系統(MMIS)，以達成機場管理智慧化，提高維護效率與品質之目標[14]。

表 4 管理模型規範-Contact 聯繫資訊

Contact 聯繫資訊欄位名稱	
COBie(英文)	COBie(中文)
Company	聯繫公司
Phone	聯繫電話

表 5 管理模型規範-Facility 專案、位置和設施資訊

Facility 專案、位置和設施資訊欄位名稱	
COBie(英文)	COBie(中文)
Project Name	專案名稱
Site Name	基地名稱
Linear Units	長度單位
Area Units	面積單位
Volume Units	體積單位
CurrencyUnit	貨幣單位

表 6 管理模型規範-Type 設備類型資訊

Type 設備類型、產品類型、材質類型資訊欄位名稱	
COBie(英文)	COBie(中文)
Name	設備名稱
Category	設備類別
ExpectedLife	使用年限
Manufacturer	製造廠商
ModelNumber	產品型號
Warranty GuarantorLabor	保固廠商
Warranty DurationLabor	保固時程
Warranty DurationUnit	保固時程單位
Finish	竣工點交日期
驗收必要技術文件	保固廠商電話
驗收必要技術文件	保養頻率
驗收必要技術文件	型錄
驗收必要技術文件	操作保養手冊
驗收必要技術文件	照片

表 7 管理模型規範-Component 元組件資訊

Component 元組件資訊欄位名稱

COBie(英文)	COBie(中文)
Name	設備名稱
Floor	樓層名稱
Space	空間名稱
TypeName	類型名稱
AssetIdentifier	資產識別碼
BarCode	條碼
InstallationDate	安裝日期
TagNumber	設備編號
WarrantyStartDate	保固起始日期
SerialNumber	產品序號

五、結論與建議

本研究提出桃機公司維運管理 BIM 模型 COBie 規範內容，彙整以下結論與建議：

1. 各案工程之特性及竣工後使用目之不同，在營運維護管理階段所採用之管理模式亦不盡相同，對於臺灣現行公部門已公告之竣工 BIM 交付之作業標準規範，因使用特性不同、服務性質不同、維護管理面向不同，未必完全適用於各類型之場域。
2. 本研究亦根據臺北市、新北市及桃園市有關建築資訊模型資訊留存 COBie 標準，因縣市政府現行規範之建築類型大多為社會住宅、運動中心等需持續不斷進行維護，以維持穩定營運型態之建築，對於其他土木工程之竣工 BIM 模型交付標準，依據目前留存之欄位資訊較不適用。
3. 桃機公司近年因第三航廈計畫大興土木，其主體航廈及南北登機廊廳之建築類型，亦為持續不斷進行維護，以維持穩定營運型態之建築，對於 COBie 留存資訊應予以簡化，本研究經實際訪談五大管線維護廠商後，提出建議由原本 73 項次調整為 33 項次，僅保留最低可供維護參考之欄位資訊及規範竣工團隊驗收必要交付之技術文件。
4. 既有航廈之維護管理與新建航廈之維護工作銜接，對於桃機公司而言至為關鍵，BIM 管理模型應定位為查詢工具，應著重於透過其他資訊化系統做資訊的整合及維護歷程的累積，以利自動化維護管理系統之應用。
5. 不同階段所需資訊皆不同，於施工階段資訊變動性較高，進而造成資訊正確與完整度不足，因此建置資訊時間十分重要，對於 COBie 資訊留存的標準，應建立一套標準的規範與作業流程，可就

後續維護實際行為進行調整。

六、參考文獻

1. 王明德，建築資訊模型系統建置可行性評估，台賓科技有限公司(2014)。桃園國際機場股份有限公司技術服務委託研究案。
2. 劉岳哲、周鼎金，運輸類公共建築設施維護之智慧化管理研究-以桃園機場為例，碩士論文，國立臺北科技大學建築與都市設計研究所，臺北，2020。
3. 施宜光，公有建築物繳交建築資訊建模(BIM)竣工模型之建材與設備交付資訊內容研究，國立臺灣科技大學(2019)。內政部建築研究所委託研究案。
4. Facilities Information Council BIM Committee(2007)。United States National Academy of Sciences。
5. AGC-Consensus DOCS 301 BIM Addendum(2018)，The Associated General Contractors of America。
6. BSI_BS_1192_4_2014_Collaborative_production_of_information_Part_4(2014)，BSI Group。
7. 王榮進，建築維護管理結合建築資訊建模(BIM)之資訊系統開發研究(2019)，內政部建築研究所協同研究計畫。
8. 黃正翰，COBie 與工程總分類碼結合於 BIM 之應用，財團法人臺灣營建研究院(2017)，台灣省土木技師公會技師期刊第 79 期。
9. 黃世孟，物業管理名詞彙編，台灣物業管理學會(2009)，麗文文化出版。
10. 物業管理服務業發展綱領及行動方案，物業管理服務業營運整合示範計畫(2004)，內政部行政院勞工委員會、行政院經濟建設委員會計畫案。
11. 陳建忠，臺灣 COBie-TW 標準與使用指南規劃與雛型建置(2015)，內政部建築研究所協同研究報告。
12. 臺北市政府都市發展局竣工模型屬性資料作業規範(2018)，臺北市政府都市發展局。
13. 新北市政府工務局 BIM 工作參考手冊 108 年版(2019)，新北市政府工務局。
14. 營運維護階段 BIM 標準作業手冊，桃園國際機場股份有限公司(2018)。
15. 圖資數據整合管理標準作業手冊(108 版)，財團法人臺灣營建研究院(2019)，桃園市政府住宅發展處。
16. 網路資料：桃園住發處 BIM 元件資料庫，<https://drawing.tycg.gov.tw/ohdSPLlisthousing.aspx>。

應用獨立驗證與認證(IV&V)技術於 RC 建物完工品質驗收之研究

Analysis of Independent Verification and Validation (IV&V) on Building Quality Inspection for reinforce concrete Construction Project

洪竹鈞^a、林利國^b、伍羽涵^c、吳峙叡^d

Chu-Chun Hung^a, Lee-Kuo Lin^b, Yu-Han Wu^c, Zhi-Rui Wu^d

^a 國立臺北科技大學土木工程系土木與防災博士班 博士候選人 Doctoral Program of Civil Engineering and Disaster Prevention, Department of Civil Engineering, National Taipei University of Technology, PhD candidate

^b 國立臺北科技大學土木工程系 教授 Department of Civil Engineering, National Taipei University of Technology, Professor

^c 國立臺北科技大學土木工程系土木與防災碩士班 碩士 Master of Civil Engineering and Disaster Prevention, Department of Civil Engineering, National Taipei University of Technology, Master

^d 國立臺北科技大學土木工程系土木與防災碩士班 碩士生 Master of Civil Engineering and Disaster Prevention, Department of Civil Engineering, National Taipei University of Technology, Master Student

論文資訊

論文審查紀錄：

受稿日期

2022 年 05 月 25 日

審查通過日期

2022 年 05 月 28 日

關鍵詞：

定性分析、IV&V、ISO17020

符合性評鑑、層級分析法

通訊作者：

吳峙叡

作者姓名

電子郵件地址：

吳峙叡

tl10428040@ntut.org.tw

Article Info

Article history:

Received 25 May 2022

Accepted 28 May 2022

Keywords:

IV&V, ISO17020, Analytic hierarchy process

Corresponding author:

Zhi-Rui Wu

Author name

E-mail address:

摘要

有鑑於近年來，國人就建築物營建品質意識之大幅提昇，對於所購入之住宅建築品質已愈加重視，然以往購屋者於交屋時，大多僅考慮住宅專有部分而忽略共有部分的品質，進而容易造成入住後公共空間的維護與修繕爭議。民間建案於進行驗收階段委託第三者獨立驗證機構執行驗收點交已為趨勢，然應如何將品質查驗結果有效傳達並提供優先解決之改善方案，且針對常見品質瑕疵該如何預防，以期能成為工程經驗值之知識管理成效。

本研究主要是以應用獨立驗證與認證技術(Independent Verification And Validation Facility, 簡稱 IV&V)的檢驗方式進行建築物完工品質分析，依據實際建築物公共設施完工品質查驗結果，參考 PAMBOK 定性風險分析方法，再經由層級分析專家問卷執行研究項目探討，得到建築物完工品質定性風險分析權重，以此結果作為研究應用基準，藉以獲得建築物完工之品質狀態及執行 IV&V 對建築物完工品質之績效衡量。由缺失量統計分析、AHP 權重法及缺失風險成本分析結果，再輔以柏拉圖 80/20 Rule 分析規則，而得出需重點管理之項目及探討其相對品質之差異性。

Abstract

The purchasing of a home is often a once in a lifetime investment. Due to the continued price inflation in residential property, home buyers have developed a significant awareness and eye for higher construction quality. This has led to disputes between contractors and buyers, especially during the process of property handover, creating issues for the housing market. The imposing questions of how a home buyer can understand construction quality and regulations, and have the contractor deliver a home that meets quality expectations in the short time period of property handover, has created a demand for third party IV&V.

This study investigates a building quality metric using qualitative risk analysis and

Zhi-Rui Wu
t110428040@ntut.org.tw

analytic hierarchy methods derived from data collected from third party IV&V building inspection and surveys from industry experts. The purpose is to determine construction quality priority based on the 80/20 rule in fixing building defects, and ultimately to determine the usefulness of third party IV&V and whether it successfully allows for a common ground for understanding between the contractor and home buyers. The building metrics analyzed in the study include building quality defect improvement rate, defect probability and impact, and other qualitative and quantitative risk analysis metrics.

2076-5509 ©台灣物業管理學會

一、前言

1-1 研究背景與動機

近年來國人品質意識的提昇，對於房屋完工交屋品質已愈加重視，由於地價上漲連帶屋價飆升，以及法規及容積率的限制，消費者所購入之住宅大廈約有百分之三十至四十為公共空間；如以台北市平均單戶新購房屋購入價為二千萬元為例，公共設施金額即佔了六百萬至八百萬元，此數字實值得正視且探究大樓公共設施領域及其品質之情況。購屋乃為一般人一生中金額最高之交易，如何在有限的時間內判斷房屋品質；以往購屋者於交屋時，僅考慮住宅專有部分而忽略公共空間的品質狀況。購屋者如何在短時間內瞭解建築物品質，並能於往後使用時住得舒適無怨，又該如何尋找適用的法規，建商如何於交屋前確保建築物完工品質狀態，均是重要的課題。本研究主要是以獨立第三者機構之查驗方式看待建築物完工品質，並希望維持及提升建築物的品質等級。

用戶對產品的基本要求就是適用，適用性恰如其分地表達了質量的內涵。簡單而言「品」意指滿足需求；「質」意指經濟生產需以經濟範圍內達到客戶需求。若賣方交付之房屋品質，未能讓買方滿意，就是未達品質要求。前述未達品質要求之原因通常有二個面向，一為「產品品質」未達水準；二為「服務品質」未達水準。消費者常因缺乏工程專業知識而成為交易過程中的相對弱勢，無形也提高購屋風險，有鑒於此，為滿足買賣雙方需求，建築物大樓移交工作委託第三方執行獨立驗證與確證已為趨勢。

本研究探討建築物住宅大樓之公共設施由建商移交給管委會前所執行的獨立第三方品質查驗程序，空間選定為大樓各樓層梯廳公共使用空間，分析內容以梯廳

顯見之天花板、牆面、地板裝修品質為主，梯廳場所為住戶最常使用之公共空間，其重要性僅次於住戶私有房屋本身，因此本研究就使用者觀點，探討並分析公共設施委託第三者獨立驗證機構之品質查驗績效。

1-2 研究目的

大樓住宅的公共設施點交工作是一項結合建築、土木、結構、機電、空調、消防、法律等多項知識而又複雜的專業查驗程序，其移交內容是對建築物設備及其附屬設施進行檢驗，並確保其於移交當時之功能使用符合規定，進而在其生命週期內可達到正常功能，故品質需符合要求方可進行移交程序。國內近年房地產交易熱絡且房價飆升，國人對於社區的公共空間品質查驗自然愈趨重視；基於專業分工的概念，不少社區會選擇將此品質查證工作交由專業團隊來執行，使得獨立第三方驗證機構漸受重視。

本研究目的係維持及提升大樓住宅的公共設施品質，經由獨立第三方驗證機構實際的品質查證案例作探討，針對其執行層面進行研議，並參考關係人意見分析研究項目，進而產出第一次查驗的初驗品質結果，再依據初驗結果解析修繕後之複驗品質差異；藉以瞭解社區經由委託獨立第三方機構查證後，建商之修繕成果及改善率。透過第三方機構出具品質缺失報告及其協助達成之改善率可幫助住戶及建商以最短之時間最有效率之方式完成公設點交之程序。

1-3 研究範圍與限制

本研究以公共設施營建品質及獨立第三方查證結果為基礎，並以社區公設點交關係人需求為主要探討範疇，再藉由文獻回顧、專家訪談及問卷調查選取評估重點，先以獨立第三方查證報告內容做資料分析，再使用

關係人問卷調查結果，最終則是整合資料提出研究結論與建議。以下簡要說明調查之內容：

1. 公共設施以區域劃分，區分為建築物大廳各樓層梯廳、建築物樓梯間、戶外露臺及屋頂層、戶外景觀設施、圖書館及健身房與游泳池等。
2. 公共設施以瑕疵種類劃分，針對天花板、地坪、牆面、開窗的工程/裝修品質重視程度作調查。

1-4 研究方法

本研究主要是在分析建築物完工品質狀態，經由問卷調查之過程期能幫助大眾對於住宅公共空間及完工品質有初步的認知，並做為日後維護查驗之參考方向。本研究之相關研究方法分別如下：

1. 專家諮詢法：透過專家問卷了解當前品質問題的癥結，並藉由專家專業知識與豐富經驗針對層級分析項目之積分權重給予指導建議。
2. 品管統計分析法：問卷調查回收後，彙整問卷各項項目，並進行品質管理統計分析，以分析結果作為品質管理依據。
3. 層級分析法：根據本研究所初步彙整之檢測項目，透過層級分析法之專家問卷結果計算產出各項目權重，並套入研究專案取得品質參考績分。
4. 缺失風險成本分析法：以風險成本理論，進行實際案例統計分析，以分析結果作為品質管理重點依據。

二、文獻回顧

2-1 獨立驗證與確證

IV&V 是對被檢查的產品、服務或系統符合要求和規範相同而進行的獨立程序，是由無利害關係的第三方來執行，故稱之為“獨立驗證和確認”。IV&V 起源於 1993 年美國太空總署(The National Aeronautics and Space Administration，簡稱 NASA)西維吉尼亞州的新技術部門所執行之計劃，當時是為原子能範疇提供安全性和成本效益關鍵任務的一部分。NASA 的 IV&V 計劃成立是根據 NASA 辦公室安全和任務保證，並將所作出之建議結果匯報給國家研究委員會和總統委員會。

此驗證及確證工作若交由獨立第三方單位執行

時，即稱之為獨立驗證與確證，簡稱 IV&V，由獨立第三方於計畫之規劃、設計、執行各階段，依據試驗、計算及專業經驗判斷之結果，檢核系統之功能、品質及安全是否符合該計畫技術標準及規範要求並提出安全確認文件，謂之『獨立查核、檢驗及認證』。IV&V 透過程序方法，在有效管理的狀況下，相關人員一起檢驗交付驗證與確認的產品，如果初始是對的，在交付驗證與確認的項目發現了不一致或者有出入的狀況，就是屬於異常事項，這個異常事項就需要被提出來控管，直到被修正完畢為止。產品問題愈早被發現及解決，那麼重工的成本將可以大幅地降低。

2-2 符合性驗證 TAF ISO/IEC 17020

全國認證基金會 (Taiwan Accreditation Foundation，簡稱為 TAF) 為法人機構，其前身為中華民國實驗室認證體系(CNLA)，舉凡國內驗證機構、檢驗機構及實驗室之品質與技術能力標準皆為 TAF 業務範圍。符合性評鑑源於 ISO 符合性評鑑委員會(ISO Committee on conformity assessment；簡稱為 ISO CASCO)，其職責為制訂相關的標準，如 ISO/IEC 17000、17011、17025、17065 等，及指引如 ISO/IEC Guide 34、66 等 (TAF，2022)。

TAF 於符合性評鑑內容規定，ISO/IEC 17020 為直接或間接認證與驗證客戶所提供之項目是否滿足要求，其目的在於提供項目需符合法規、標準、規格、檢驗計畫或合約等資訊。檢驗內容可涵蓋這些項目於生命期間之所有階段，包括規劃、設計、製造、驗收階段在內。檢驗機構需具備專業知識與能力，才得以履行工作。

三、研究方法

3-1 實驗計畫

本研究經由文獻回顧與現況探討後，即擬定建築物完工品質定性分析之研究項目，並以層級分析法將整體研究項目分為三層架構，第一層架構以建築物公共設施空間區域劃分。第二層架構以平頂、地坪、牆面常見之裝修材。整體架構之第三層則以專家對於各類瑕疵重視程度作為研究對象，每一類別則分別以三至四個評估項目作為探討。整體架構第二層及第三層為 55 項評估項目。

3-2 專家問卷調查

本研究問卷所發放之對象係為實際從事土木建築行業對建築物完工驗收有相關經驗的技術專家；問卷發放與回收方式則是採取郵寄電子問卷(E-mail)方式進行；本研究於此階段共發放 22 份專家問卷，有效回收問卷共計 20 份，整體有效回收率為 90.9%。此 20 份有效問卷之受訪專家性別組成以男性為主，占整體 85%；教育程度大多為碩士畢業占 50%，博士占 5%；擁有土木技師資格者占 45%，建築師占 15%，律師仲裁相關占 15%，其他為與本研究相關之建築裝修、公務員、驗收人員等背景者約占 25%；如以服務領域區分，則從事土木營建占 50%，建築設計占 20%，法務相關占 5%，公務機關占 25%。

3-3 專家問卷回收分析

層級分析法(Analytic Hierarchy Process)簡稱 AHP，為美國賓州匹茲堡大學教授 Thomas L. Saaty 於 1971 年所提出，主要應用於在不確定的情況下(Uncertainty)具有多個評估選擇的決策問題上。(鄧振源、曾國雄(1989)，層級分析法(AHP)的內涵特性與應用(上))。

以層級分析法進行專家問卷評估調查結果，數值分析方式利用專家問卷回覆之資料，首先計算原始值各欄位每列配比值(ex: $0.555556=5\div 9$) 以此類推，乘積為配比值相乘結果 ($0.251576124=0.555556 \times 0.653595 \times 0.692841$)，幾何平均數為乘積的開根號 3 次方($\sqrt[3]{0.251576124}=0.64$)，權重為幾何平均數單項與全項比較結果($0.64=0.631282\div 0.989842$)，平均值為 TOTAL 數值相加後除以 3，矩陣換算為運用比較矩陣公式套入 EXCEL 巨集分析計算出其特徵向量 3.066314829。

為確認問卷的回覆是否符合一致性，故全部問卷皆進行一致性計算分析，依據一致性指標 (CI) 與一致

性比率(CR)，當 $CI = 0$ 時表示評估者前後判斷完全具有一致性，而 $CI \leq 0.1$ 時表示誤差在可接受範圍內；所有問卷的 CI 與 CR 值皆需 ≤ 0.1 ，才可確定問卷的回答具有其一致性。在本研究之建築物完工品質項目架構下，回收之問卷所構成的成對比例關係中，分別以 EXCEL 進行一致性分析，經計算後顯示 20 份問卷之 CI 與 CR 值皆 ≤ 0.1 ，此結果表示專家問卷意見。

3-4 專家問卷分析權重值

經一致性分析後即可確認技術專家的意見均達到一致性，故再進行各項評估項目之間的相對權重計算，以完成研究項目權重之建立。

若依據表 3.4 之權重數值計算出各評估項目對於各類別的權重值，即綜合各評估項目相對於評估類別的權重，藉此可比較出各評估細項之間相互的重要程度。本研究經計算各指標細項的權重如表 3.4 所示，各分項權重=該評估項目所屬區域權重 \times 第三層該項目權重；本分析結果之第三層細項共計 46 項，其權重平均值為 0.其中最高權重值為門故障，其值為 0.41。

表 3.4 評估項目權重分配一覽表

第一層			第二層			第三層		
構面	權重		項目	權重		缺失內容	權重	
區域劃分	大廳及各樓層梯廳	0.3	地坪種類	地坪磁磚	0.22	磁磚	磁磚:空心	0.29
	樓梯間	0.15					磁磚:裂紋或缺角	0.25

戶外露臺及屋頂層	0.13				磁磚:翹曲不平整	0.28		
戶外景觀設施	0.13				磁磚:填縫不實	0.17		
圖書館健身房游泳池	0.29				地坪石材:空心	0.28		
	地坪石材				0.24	石材	地坪石材:裂紋或缺角	0.24
							地坪石材:翹曲不平整	0.3
							地坪石材:填縫不實	0.18
							木地板	0.22
	木地板				木地板:碰撞或刮痕	0.18		
					木地板:翹曲不平整	0.35		
					木地板:色差	0.14		
	牆面磁磚				0.41	磁磚	磁磚:空心	0.29
							磁磚:裂紋或缺角	0.25
							磁磚:翹曲不平整	0.28
							磁磚:填縫不實	0.17
	牆面石材				0.24	石材	乾式石材:裂紋或缺角	0.25
		乾式石材:裂紋或缺角	0.28					
乾式石材:翹曲不平整		0.35						
乾式石材:填縫不實		0.11						
裝飾材牆板	0.13	木質板	裝飾材牆板:裂紋或缺角	0.28				
			裝飾材牆板:碰撞或刮痕	0.23				
			裝飾材牆板:不平整	0.31				
			裝飾材牆板:收邊不良	0.18				
水泥漆粉刷牆面	0.2	粉刷	水泥漆粉刷:裂紋	0.45				
			水泥漆粉刷:刷痕	0.16				
			水泥漆粉刷:不平整	0.24				
			水泥漆粉刷:收邊不良	0.16				
天花板種類	木作/矽酸鈣板/裝飾材天花	0.31	平頂牆面	裝飾材:裂紋或缺角	0.28			
				裝飾材:碰撞或刮痕	0.23			
				裝飾材:不平整	0.31			
				裝飾材:收邊不良	0.18			
	水泥漆粉刷天花板	0.2	平頂牆面	水泥漆粉刷:裂紋	0.45			
				水泥漆粉刷:刷痕	0.16			
				水泥漆粉刷:不平整	0.24			
				水泥漆粉刷:收邊不良	0.16			
金屬天花板	0.48	頁平	金屬天花板:碰撞或刮	0.19				

					痕	
					金屬天花板:收邊不良	0.13
					金屬天花板:固定不良	0.41
					金屬天花板:色差	0.27
	開口	安全門	0.63	門	門:碰撞或刮痕	0.14
門:矽力康不良					0.21	
門:故障					0.65	
梯廳開關		0.37	窗	門:碰撞或刮痕	0.14	
				門:矽力康不良	0.21	
				門:故障	0.65	

四、實務案例分析與探討

4-1 統計分析

本研究經研析並統計二個實際案例之查驗結果，擷取其屬於大廳及各樓層梯廳範圍之缺失資料，並歸納出平頂、牆面、地坪及門窗之所有缺失內容。二個案例之基本資料如表 4.1 所示，案例 A 之量體為規模地下 4 層地上 22 層之鋼骨鋼筋混凝土構造建築，使用規劃以住宅為主，總樓地板面積為 12,942 平方公尺，共用部分即公共設施面積為 4,426 平方公尺，公設比約為 33.2%，一樓以上大廳及各樓層梯廳面積約為 882 平方公尺，故案例 A 之梯廳面積與公設佔比為 20%。案例 B 之規模則為地下 5 層地上 20 層之鋼骨鋼筋混凝土構造建築，使用規劃以住宅為主，總樓地板面積為 16,457 平方公尺，共用部分即公共設施面積為 5,266 平方公尺，公設比約為 32%，一樓以上大廳及各樓層梯廳面積約為 980 平方公尺，故案例 B 之梯廳面積與公設佔比為 19%。

經統計，案例 A 之初驗缺失計有 305 件，其中地坪缺失佔 52%、牆面缺失佔 12%、平頂缺失佔 5%、門窗缺失佔 30%；經複驗後改善率為 85.3%。若將缺失依

數量多寡排序則為：1.地坪石材裂紋或缺角、2.地坪石材空心、3.安全門撞傷或刮傷、4.安全門矽利康施作不良、5.牆面石材裂紋或缺角與 6.安全門故障。而案例 B 之初驗缺失計有 668 件，其中地坪缺失佔 50%、牆面缺失佔 26%、平頂缺失佔 2%、門窗缺失佔 22%；再經複驗後改善率為 94%。若將缺失依數量多寡排序，則為：1.地坪石材空心、2.裝飾材牆板碰撞或刮痕、3.地坪石材裂紋或缺角、4.安全門撞傷或刮傷、5.開窗撞傷或刮傷及 6.牆面石材裂紋或缺角；其他地坪石材裂紋或缺角、宇地坪石材空心二項缺失在二個案例中均排在缺施總數的前三名內。

若以共同且常見之缺失做比較，則經篩選得出之項目為：地坪石材空心、地坪石材裂紋或缺角、安全門撞傷或刮傷、牆面石材裂紋或缺角等四項。整體而言，最大宗缺失所發生位置為地坪，門窗開口次之；經獨立第三者驗證機構執行初驗及複驗後，缺失改善率可達 85% 以上。二個案例之初複及驗缺失統計結果分如表 4.1 所示。

表 4.1 建築物完工缺失之統計結果

案例	A	B
區域	台北市	台北市
構造物規模	SRC B4-22F	SRC B5-20F
基地面積	1,356 m ²	1,390 m ²
總樓地板面積	12,942 m ²	16,457 m ²

	公設比	34.2%	32%		
	公設面積	4,426 m ²	5,266 m ²		
	梯廳面積	882 m ²	980 m ²		
位置	缺失種類	複驗	初驗	複驗	初驗
地坪	地坪磁磚填縫不實	0	0	0	1
	地坪石材空心	6	59	6	268
	地坪石材裂紋或缺角	4	90	4	60
	地坪石材碰撞或刮痕	1	3	1	3
	地坪石材填縫不實	3	6	3	7
牆面	牆面石材裂紋或缺角	2	17	2	30
	牆面石材碰撞或刮痕	4	6	4	6
	牆面石材不平整	1	5	3	5
	裝飾材牆板裂紋或缺角	1	2	0	6
	裝飾材牆板碰撞或刮痕	1	6	0	79
	裝飾材牆板收邊不良	3	2	0	30
平頂	裝飾材天花板裂紋或缺角	0	7	0	7
	金屬天花板不平整	2	8	2	8
	水泥漆粉刷天花板色差	0	1	0	1
	安全門撞傷或刮傷	7	53	7	53
門窗	安全門矽利康施作不良	5	26	5	26
	安全門故障	4	9	0	8
	開窗撞傷或刮傷	0	5	0	36
	開窗矽利康施作不良	0	0	0	23
	開窗故障	0	0	2	5
	小計	45	305	40	668
	改善率	85.3%	94%		

4-2 AHP 權重分析與柏拉圖

柏拉圖法則也稱二八定律或 80/20 法則，80/20 法則至今已被擴大引用至商業活動中的銷售管理、財務管理、投資分析、人資管理等，V. Pareto 的 80/20 法則奠定日後柏拉圖(Pareto Chart)的重要基礎。(Juran, J.M. (1975). The Non-Pareto Principle; Mea Culpa. Quality Progress.)

本分析法係依據實際案例之查驗結果加計經專家問卷層級分析後之權重，取其大廳及各樓層梯廳範圍，

包括平頂、牆面、地坪及門窗之各類缺失內容資料，加以運算。案例 A 之初驗缺失數量經加計各項目之權重後，將其值依柏拉圖重點排序為：1. 地坪石材空心、2. 地坪石材裂紋或缺角、3. 地坪石材碰撞或刮痕、4. 地坪石材填縫不實及 5. 牆面石材裂紋或缺角。案例 B 之初驗缺失數量經加計權重後，將其值依柏拉圖重點排序為：1. 地坪石材空心、2. 地坪石材裂紋或缺角、3. 安全門撞傷或刮傷、4. 裝飾材牆板碰撞或刮痕、5. 安全門矽利康施作不良與 6. 安全門故障。若以初驗缺失數量經加計權重做比較，可得知其前二名之項目均為地坪石材空

心與地坪石材裂紋或缺角，此貳主要缺失之發生位置為均地坪。

4-3 缺失風險成本分析

缺失風險成本分析係林利國教授所提出之災害因子建構與整合理念(林利國(2015),防災規劃與風險管理)。因營建品質與現場施工及後續維護有極大關係，故可就各類型缺失所衍生的風險與缺失發生原因做關聯性探討；若 F_i 為每類危害之致災因子， W_i 為每類危害之相互權重；由 $PH_i = F_i * W_i$ 算出最後整合致災潛變大小 PH_i 。AB 二案例之統計結果如圖 4.1 及圖 4.2 所示。

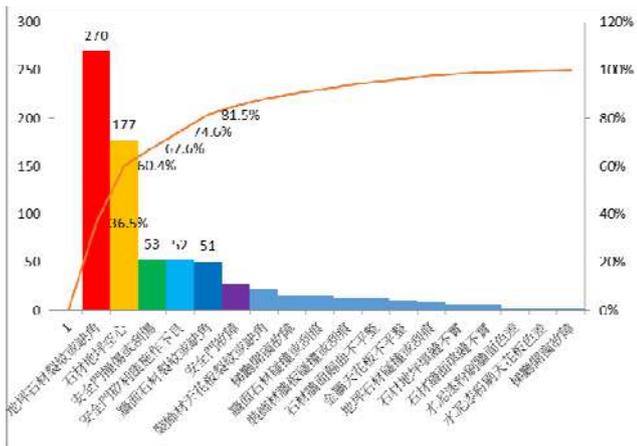


圖 4.1 案例 A 之缺失風險成本分析柏拉圖

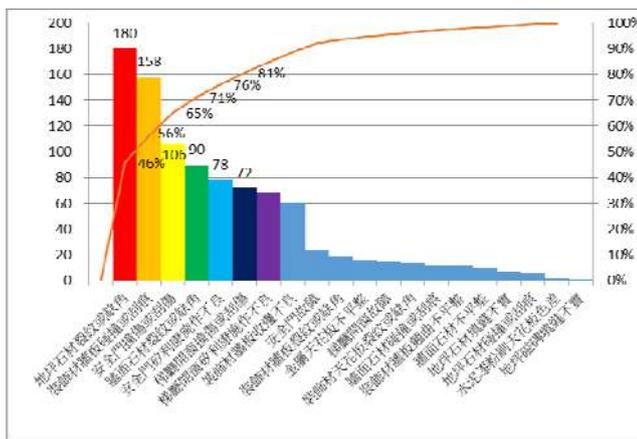


圖 4.2 案例 B 之缺失風險成本分析柏拉圖

五、結論與建議

5-1 結論

綜合本研究之探討分析，得出以下結論：

1. 技術面：經由專家問卷層級分析法結果，以防災觀點，大廳及各樓層梯廳是公共設施區域裡最為重要的區域。以建材而言，位於地坪的石材、位於牆面的石材、位於平頂的金屬天花板以及開口之安全門是權重得分最高且最需關注的項目。以瑕疵種類而言，磁磚空心、石材裂紋或缺角、木地板不平整、水泥粉剝裂紋、金屬天花固定不良及門窗故障是最需立即改善的項目。
2. 品質面：依據二案例資料再應用品質管理工具「柏拉圖 80/20 法則」之重點分析規則，以瑕疵量統計而言，地坪石材裂紋或缺角、石材地坪空心、安全門撞傷或刮傷、牆面石材裂紋或缺角是共同缺失且高發生率之項目。若加計 AHP 權重之後需優先改善項目，分別為石材地坪空心、地坪石材裂紋或缺角。而若以缺失風險成本分析方法，以地坪牆面石材裂紋或缺角、石材地坪空心、安全門撞傷或刮傷、安全門破損施作不良是需要優先改善之項目。以上結果可讓大眾對建築物因施工不確實或防護不良而造成品質缺失有更深的體認。
3. 改善率：依據實際案例分析結果，經由獨立第三者查驗單位執行完工品質檢驗後，專案之複驗改善率可達 85% 以上。無論是建築物完工品質或是公寓大廈公設點交查驗，皆需多方專業合作方能完成之工作，舉凡建築、土木、結構、大地、水保、機電、空調、消防、法律等專業人士參與，故委託具有完善檢驗制度的民間驗證機構執行 IV&V 是主管機關、業主及管委會可選擇之方式。

5-2 建議

本研究所建構之層級分析專家權重，後續可應用於未來專案之持續回饋修正，以促使權重分析更趨真實；而根據本研究執行之過程，對後續研究之建議如下：

1. 綜觀目前 IV&V 於台灣營建產業之應用，公共工程多以軌道、機電設備、車箱設備為主，針對建築或結構主體較為少見，反觀民間執行案量相對較高。故建議於規劃前可先全面思考並釐清需求，或於設計之初即進行 IV&V 之邀標方案。無論 IV&V 是提供何種型式之服務，業主及提供服務者相同的目標都是希望專案可以如期如質地完成與交付使用。
2. 民間建築物公共設施點交是依循公寓大廈管理辦

法第 57 條執行，但此條例僅清楚將機電設備列入查驗範圍內，對於營建施工品質無明確點交敘述，造成點交人刻意迴避檢驗，導致接交人權益受損，故應適度編訂相關列法令。

3. 目前民間公設點交過程中，品質爭議較多者為地壁磚/石材空心的議題，故建議施工綱要規範應可針對本研究所得出之常見缺失項目做研訂，促使相關法規能更明確。

六、參考文獻

1. 公共工程電子報(2014)，第 66 期。
2. 內政部營建署(2014)，公寓大廈管理條例。
3. 中時電子報(2013)，
<http://www.chinatimes.com/newspapers/20130717000554-260107>。
4. 內政部營建署(2016)，建築師法。
5. 內政部地政司(2013)，不動產資訊平台，
<http://pip.moi.gov.tw/Default.aspx>。
6. 行政院公共工程委員會，施工綱要規範，
<http://pcces.pcc.gov.tw>。
7. 行政院公共工程委員會(2006)，公共工程施工品質管理制度。
8. 林利國(2014)，營建工程品質與決策管理，全華圖書。
9. 林彥丞(2014)，建立物業管理檢測系統於集合住宅之研究，國立台北科技大學土木與防災研究所，碩士論文。
10. 林利國(2022)，防災規劃與風險管理(第二十版)。
11. 張瑋麟(2015)，花東線鐵路電氣化電車線新建工程執行獨立驗證與認證作業機制，第 353 期。
12. 鄧振源、曾國雄(1989)，層級分析法(AHP)的內涵特性與應用(上)
13. NASA–National Aeronautics and Space Administration(2022)，<https://www.nasa.gov/>。
14. Juran, J.M. (1975). The Non-Pareto Principle; Mea Culpa. Quality Progress.
15. TAF(2022)，<http://www.taftw.org.tw>。

基於數位雙生適地性服務的擴增實境空間數據可視化維運管理

AR Spatial Data Visualization Based on Digital Twins LBS Apply to Build Operation Management

王宓琦、蔡理宜、林瑞宏、沈揚庭

Mi-Chi Wang^a, Cheng-Yi Tsai^b, Ruei-Hong Lin^c, Yang-Ting Shen^d,

^a 國立成功大學建築系 博士生

^b 國立成功大學建築系 碩士生

^c 國立成功大學建築系 碩士生

^d 國立成功大學建築系 副教授暨科藝所副主任

論文資訊

論文審查紀錄：

受稿日期

2022 年 05 月 25 日

審查通過日期

2022 年 05 月 28 日

關鍵詞：

數位雙生、適地性服務、擴增實境、建築維運管理、物聯網

通訊作者：

作者姓名: 沈揚庭

電子郵件地址：

bowbowyangting@gmail.com

Article Info

Article history:

Received 25 May 2022

Accepted 28 May 2022

Keywords:

Digital Twin, LBS, Augment reality, Architecture Operation Management, IoT

Corresponding author:

Author name Yang-Ting Shen

E-mail address:

bowbowyangting@gmail.com

摘要

建築維運管理需要鏈結人與環境數據之間的關係，以達到人本友善及環境友善的韌性管理。本研究利用數位雙生 (Digital Twin) 的概念，將真實空間與虛擬 BIM (Building Information Model) 模型整合，並結合物聯網 (Internet of Things, IoT) 等感測技術，即可將建築物內外所發生的事情進行準確的監測和控制，使得建築維運管理更加智慧化。但建築的維運管理不應該只是將管理端智能化，如何能將智慧的資訊融入於生活空間中使資訊的取用能以適地性服務的概念發生，將會是重要的議題之一。本研究透過數位雙生模型的技術，將如同建築物感官系統的物聯網智能感測系統，與建築資訊模型進行串接，並以雲端開發平台 *forge* 作為雲端資訊平台，導入 *Unity* 進行 AR 互動介面的開發，透過手機 APP，使用者可以較直覺的理解建築物物理環境以及使用的狀態，提供使用者進行各種活動時的參考，加強使用者與空間和建築物的連結；而建築物維運管理的管理端則可藉由 *forge* 開發的網頁介面，綜觀整體建築物的狀態，並下達決策。透過整合不同技術，最終將建築物維運管理的管理者與使用者的體驗優化，達到相互配合，資訊透明且連結性高的狀態，不只將建築物智慧化，使用者在建築內也可以有很好的適地性服務

Abstract

Building operation management links the relationship between humans and the environment data to provide humanistic and environment-friendly management. The study applies the concept of Digital twins to Augment Reality techniques; by integrating the data from the intelligent sensor system and building an information model, we create a digital twin of the building. Using Autodesk Forge, a cloud information platform, we connect Forge with Unity software to develop AR techniques.

Considering the application of intellectualized information in a different context and living space, the concept of LBS (Location-Based Service) is one of the critical issues of building operation management. Therefore, the system provides various environment data to users. The 3d element is transformed by spatial information to improve their experience in the building; On the other hand, The manager can easily see the whole operation situation and make decisions based on the information. Through the integration of different technologies, the experience of building maintenance and management managers and users will be optimized to achieve a state of cooperation, not only intellectualizing the building operation system but also providing users with an excellent location-based service experience inside the building.

一、緒論

1-1 研究背景與動機

建築的維運管理階段是建築生命週期占比最長的階段，而建築也是人們停留時間最長的場所，因此建築維運管理與人們的生活有著相當緊密的關係。隨著科技進步，智能化的服務與資訊管理技術廣泛的應用在建築維運管理上，利用數位雙生 (Digital Twin) 的概念，如圖 1 所示，將真實空間與虛擬 BIM (Building Information Model) 模型整合，並結合物聯網 (Internet of Things, IoT) 等感測技術，即可將建築物內外所發生的事情進行準確的監測和控制，使得建築維運管理更加智慧化，但建築的維運管理不應該只是將管理端智能化，如何能將智慧的資訊融入於生活空間中使資訊的取用能以適地性服務的概念發生，也將會是重要的課題之一。本研究企圖開發一種擴增實境 (Augmented Reality, AR) 的互動介面，將數位雙生模型中的虛擬資訊呈現在使用者面前，幫助使用者更了解建築物內的服務以及即時的环境資訊，如：溫溼度、空氣品質、人流密度等，並以人本友善和環境友善的概念進行資訊的取用與管理，達到空間適地性服務的目標。

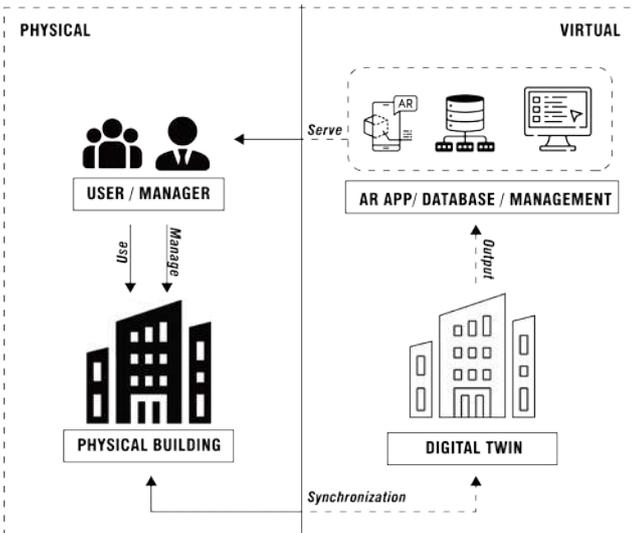


圖 1 數位雙生下真實空間與虛擬資訊的關係

1-2 研究目的

本研究提出「基於數位雙生適定性服務的擴增實境空間數據可視化維運管理」的研究構想，利用數位雙生模型的概念，將真實空間與感測系統取得的虛擬資訊結合，並透過 AR 的呈現方式，將空間數據可視化後，只要透過手機 APP 介面即可呈現在使用者面前。而管理端也可以透過數位雙生模型的資訊平台，及時掌控建築物內的活動與設備和環境的數據，提升建築維運管理的效率，並且節省不必要的能源消耗與成本。

1-3 研究架構與流程

本研究架構首先將整合智能感測系統收集的即時數據至建築物資訊模型 (Building Information Model, BIM) 中，形成建築物本身以及內部環境與活動之數位雙生模型，在數位雙生模型建置完成後，透過雲端開發人員平台 Forge 進行與使用端及管理端的串接，管理端可以透過網頁進行建築物維運管理的控制與數據監控，而使用者則可以透過 Unity 開發之 AR 技術串聯數位雙生模型，使用者只需透過手機 APP 即可查看數據經過可視化處理後的互動物件，達到適地性的服務。

二、文獻回顧

2000 年後，行動裝置與無線網路等蓬勃發展使物聯網等技術概念被更加重視。其中「數位雙生」(Digital twin)，指在資訊化平台內創造同步於現實物理真實物體、環境、流程或系統等的虛擬資料，即可在資訊化平台上同步了解現實實體當下的狀態，並可對現實實體裡面所定義的介面元件等進行操作；加上近來 AR/VR 設備與技術的成熟，AEC 產業勢必要導入這些技術因應科技革命和產業的變革，且隨著工程建設行業逐漸朝著建築資訊模型(BIM) 的數位化信息管理發展，需要有更為直觀的視覺化平台來有效的使用這些信息。

目前對於建築維運的相關應用中，多偏重於設施管理(facility management)的應用，但是這種維運方式通常是以較為被動的來解決維運過程中所衍生的各種問題，讓建築維運受限於現存資訊，無法對於使用者與環境的即時情況產生連結並發生關係，無法有效閱讀出人與環境即時對於建築的影響；而智慧化適性管理系統，是基於真實參數維運(parametric maintenance)目的建構，將物聯網收集之物理環境參數導入 BIM，並應用物聯網、協同作業與空間資訊等技術整合於一個系統中，建構出一套雲端適性智慧維運管理系統。透過這套系統，建築維運將能更即時的反應人與環境的變動關係，從中找出適性化的維運管理模式，回應出人本友善與環境友善 (楊佳恩，2018)。

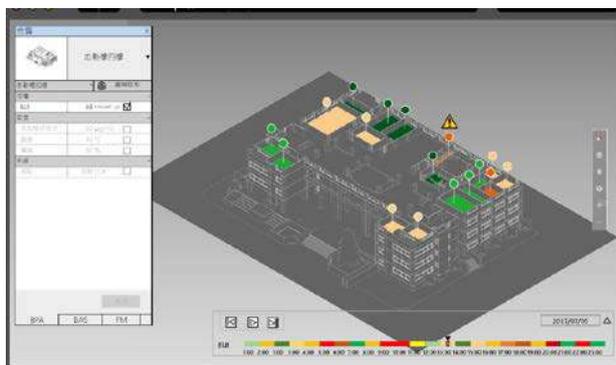


圖 2 智慧化適性管理系統可視化示意圖

(資料來源：楊佳恩，2018)

BIM 雖然可以將各種資訊整合在模型當中，但對於回應現實空間實體物件的資訊大多只能在電腦中顯示，無法即時的得到空間中的訊息的反饋，所以呈現的資訊服務還需要專業人士才能閱讀。若將建築資訊模型利用 AR 技術疊合在真實空間中，使用者能透過手機更直覺的閱讀資訊內容 (如圖 3)，達到所見即所得的體驗(李典倫，2019)。



圖 3 利用 BIMap 觀看 BIM 資訊

(資料來源：李典倫，2019)

在維運管理中，視覺化的資訊平台不只能使維運管理系統更有效率的運作，也能將資訊部分開放給使用者，優化使用者甚至設計師的使用體驗，促進雙向的配合；透過 BIM+AR 能將設計信息植入現實的影像當中，提高界面視覺化的程度，是可以有效的填補這一可視化管理平台的缺失，如同 vGIS 這個案例，使用者能通過 AR 設備來可視化檢視都市中基礎設備的資訊，了機能與空間之關連性，增強使用者對建築資訊的理解，也能幫助管理者做出更快速、準確的反應，減少發生錯誤及伴隨而來的成本耗費，建立更流暢的工作流程，也能讓所有人都能在同一空間進行協作。

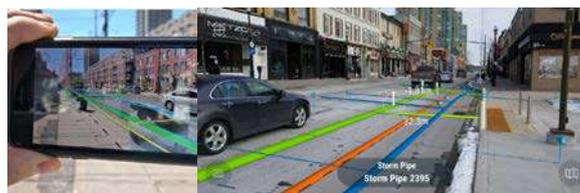


圖 4 運用 vGIS 於手機以 AR 觀看可視化檢驗結果

(資料來源：vGIS 官網)

三、研究方法

本研究提出基於數位雙生適定性服務的擴增實境空間數據可視化維運管理的研究構想。在此前提下，本研究將可視化維運管理系統的組成分成三個部分(圖 5)，包括(1)智能感測系統 (Smart Sensor System)、(2)數位雙生 (Digital Twin)、(3)擴增實境 (Augmented Reality, AR)。如圖 5 所示，由智能感測系統整合進 BIM 模型後形成數位雙生，而後再透過雲端開發平台 Forge 與網頁端以及 Unity 端對接，開發擴增實境技術，使各種智慧資訊能容易地被取用，提供適地性的服務。

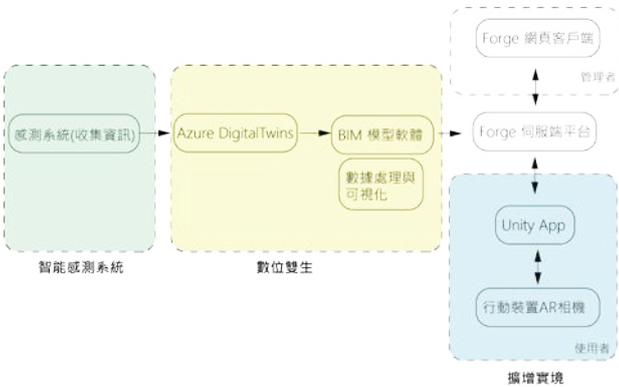


圖 5 研究方法流程圖

3-1 智能感測系統

智能感測系統作為建築物環境與設備狀況的即時資訊來源，將以物聯網技術 (Internet of Things, IoT) 將設置在建築物內外的感測器收集之數據資訊進行儲存與處理後，即時回饋至建築物之數位雙生模型，相當於建築物的感官和數據接收器。

如圖 6 所示，本研究將會設置感測器模組在真實實驗場域中，透過感測環境參數，感測器模組將會透過網路的通訊方式將資訊即時傳輸到伺服器的資料庫內，並透過 Azure Digital Twins，將感測之環境數據與 BIM 模型整合，建置出整合虛擬感測數據的數位雙生模型 (Digital Twin)。

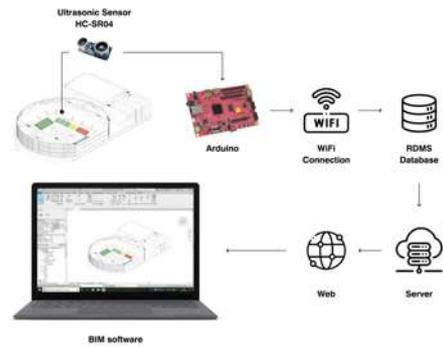


圖 6 智能感測系統串接到數位雙生模型

3-2 數位雙生

透過整合建築物資訊模型 (BIM) 與智能感測系統收集之數據，形成建築物本身以及內部環境與活動之數位雙生模型，做為建築物維運管理的基礎，可以透過開發平台將數位雙生模型與各種前端介面結合，供管理端或使用端使用。本研究將會透過雲端開發平台 forge 將數位雙生模型透過各種程式編寫，篩選客戶端上顯示的數據資料，並透過各種可視化的方式呈現給管理者觀看，幫助管理者教直覺的理解建築物資訊，並下達決策。將數位雙生模型轉為建立在網頁上的資訊視覺化之維運管理系統，具體流程首先會將開放原始碼 Node.js 以及外掛程式 Atom 啟動，導入 Forge 官方程式碼資源後做修改，即可依據 Forge 帳戶中的 App 資料填入或修改架構裡局部程式碼並運行整體程式，將 Forge 伺服器平台建立完成。網頁連結可透過輸入 local host:3000，於本機中進入 Forge 伺服器平台，便可自動連結 BIM 360 資料或管理者自行上傳。維運管理時，管理者可將平台整體程式碼上傳至 Github 作為檔案管理及版本控制，透過 Heroku 部屬網頁，修改 Python 與 Javascript 等程式碼以調整篩選客戶端上顯示 BIM 數據分析資料。

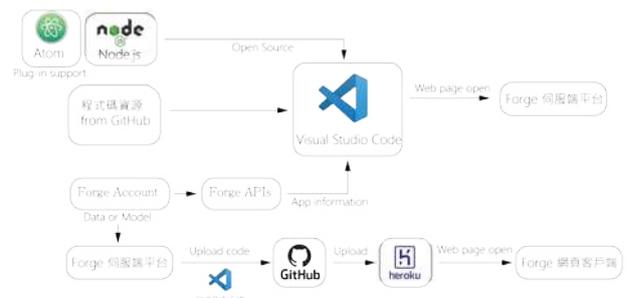


圖 7 以 forge 開發網頁端維運管理系統流程圖

3-3 擴增實境技術 (Augment Reality)

使用者前端介面將透過 Unity 開發 AR 技術導出手機 APP，使用者可透過 AR 觀看建築物資訊可視化後的互動物件，並且與物件進行互動來獲取所需資訊，優化在建築物中的服務體驗。

利用 Forge Model API 將上傳的資訊進行轉化，形成輕量化的服務模型，並調整場景設定進行 AR/VR 的數據預處理，透過 AP 選取那些構件需要顯示，比如只顯示柱、屋頂等，最後進行數據轉化，將輕量化數據導出形成最終的 AR 場景及數據可視化。

AR 的後台數據準備完成後，就可以從客戶端調用 Forge 的 AR|VR Toolkit API 來自動選取該數據到模型中，並導入 Unity 專案，結合程式語言編寫的腳本與 Unity 外掛，在實際的場域當中之固定的位置訂定 AR 辨識圖的座標位置，透過在虛擬模型中定好對應的座標點，該座標點即為辨識圖，使用者可以透過掃描辨識圖如 QR Code 或是已被預設好的辨識圖形作為實虛資訊疊合的連結點與定位點，達成數位雙生模型與真實空間場域相互疊和，顯示在客戶端的手機 APP 上。

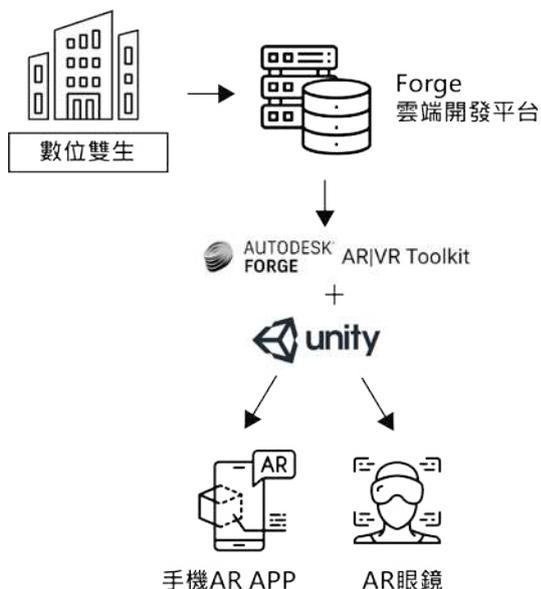


圖 8 運用 Forge 串接至 Unity AR APP 流程圖

四、研究成果

4-1 使用端:空間可視化 AR 互動介面

本研究透過物聯網智能感測系統與 BIM 以 Azure digital twins 串聯後，形成數位雙生模型，並以雲端開發平台 forge 與 Unity 做串接，開發 AR 技術將空間資訊立體可視化，使用者即可透過手機下載 APP 後，掃描空間定位 QRcode，將虛擬資訊疊加至真實空間；舉例而言，如圖 9 所示，感測器蒐集到空氣品質的數據後，會傳至數位雙生模型，並且透過 unity 程式編寫，將空氣品質的數值轉化為不同顏色的泡泡漂浮在空間中，紅色的泡泡代表較糟的空氣品質，而泡泡的數量則是代表此空氣品質數值佔據的空間範圍，另外，在辦公室中，也能及時以顏色的方式呈現每個房間的使用率，藍色代表較少人使用，而紅色代表房間座位已經坐滿，讓使用者可以更直覺地找到較少人使用的空間，提升使用者的體驗與工作效率。



圖 9 使用者之空間可視化 AR 互動介面

4-2 管理端:空間可視化網頁介面

對管理端而言，可以綜觀整體建築物營運狀況的介面較為理想，因此本研究同樣透過聯網智能感測系統與 BIM 以 Azure digital twins 串聯後，將形成的數位雙生模型，利用雲端開發平台 forge 整合至網頁介面中，管理者可以透過電腦瀏覽網頁，透過資訊可視化輕鬆地得知整體建築物的各項參數，除了瀏覽 BIM 模型外，也能整合圖表系統分析數據，並聯動建築物管理裝置如門禁，大廳顯示幕，換氣系統等，做出適宜的決策判斷，減少建築物維運管理的成本並提升效率。



圖 10 管理者之空間可視化網頁介面

五、結論

本研究透過數位雙生模型的技術，將如同建築物感官系統的物聯網智能感測系統，與建築資訊模型進行串接，並以 Forge 作為雲端資訊平台，導入 Unity 進行 AR 互動介面的開發，透過手機 APP，使用者可以較直覺的理解建築物物理環境以及使用的狀態，提供使用者進行各種活動時的參考，加強使用者與空間和建築物的連結；而建築物維運管理的管理端則可藉由 forge 開發的網頁介面，綜觀整體建築物的狀態下達決策。本研究透過整合不同技術，將智慧資訊融入於生活空間，提供使用者適地性服務，將空間性的維運資訊在使用端與管理端皆視覺化呈現，在資訊透明且連結性高的狀態，不只將建築物智慧化，使用者在建築內也可以達到人本友善環境友善的空間體驗及管理。

六、參考文獻

1. 內政部建築研究所研究報告，王榮進，沈揚庭（2019）。建築維護管理結合建築資訊建模(BIM)之資訊系統開發研究。內政部建築研究所協同研究計畫。
2. 李典倫(2019)。整合 AR 與 BIM 應用於實虛共構之建物維運管理。逢甲大學建築系碩士論文，台中市。
3. 沈揚庭*，楊佳恩，廖士豪。(2020 Sep)，整合建築資訊模型與涵構察覺技術發展可調適性維運管理系統，建築學報, 113, 47-66. [TSSCI]
4. 科技部計畫，沈揚庭（2018）。雲同平台：發展雲端同步化 BIM 管理平台應用於建物智慧維運之研究與實作(1/2)。科技部學術補助計畫。
5. 梁凱倫(2021) 以建築資訊模型結合 3D 遊戲引擎呈現實時太陽能板資訊。國立中央大學土木工程學系碩士論文。桃園市。
6. 楊佳恩(2018)。建築資訊模型雲端視覺化系統應用於智慧維運之研究。逢甲大學建築系碩士論文，台中市。
7. Y.T. Shen*, P.C. Chen, and T.S. Jeng.(2013), "Design and Evaluation of Eco-feedback Interfaces to Support Location-based Services for Individual Energy Awareness and Conservation," Universal Access in Human-Computer Interaction, vol. 1,pp. 132-140, 2013-08.
8. Shen, Y. T., Yang, C. E., & Lu, P. W. (2019, July). The Integration of BIM and IoT for Air Quality Monitoring and Visualization. In International Conference on Human-Computer Interaction, pp. 515-520.

建築物運維階段之機電設備維護系統與 BIM 技術之整合研究—以國立臺灣科技大學某大樓為例

Integrating Building Equipment Maintenance System and BIM Technology for Building Equipment Operation and Maintenance – The Case of a Building in Taiwan Tech

林榮彥^a、杜功仁^b

Rong-Yan Lin^a, Kung-Jen Tu^b

^a 國立臺灣科技大學建築系 碩士生 Master student, Dept. of Architecture, National Taiwan Unvi. of Science & Technology

^b 國立臺灣科技大學建築系 教授 Professor, Dept. of Architecture, National Taiwan Unvi. of Science & Technology

論文資訊

論文審查紀錄：

受稿日期

2022 年 05 月 25 日

審查通過日期

2022 年 05 月 28 日

關鍵詞：

設施管理、建築資訊模型、
機電設備維護、作業流程

通訊作者：

作者姓名 林榮彥

電子郵件地址：

ja851002s@gmail.com

摘要

近年來，政府不斷倡導 BIM 技術之應用，然而目前應用大多針對於設計與施工階段，在後期「營運維護階段」之「設施管理」應用，BIM 技術則明顯較少。其中，國內業界能實際有效整合「BIM 技術」於設施管理中「機電設備維護」之應用案例至今為止數量不多。本研究擬研發一套「BIM+機電設備維護系統」，以符合國內業界實務需求。

藉由與業界相關專業人士訪談，確認一套「BIM+機電設備維護系統」所需要之「核心功能」並架構出「五大功能模組」，分別為「設備管理」、「研擬設備維護計劃」、「執行設備維修計劃」、「臨時報修」、「外部設備故障線上報修」等模組，以對應「校方管理者」、「機電廠商」、「師生職員」三種「使用者」之實際應用需求。最後實際開發出一套「BIM+機電設備維護系統」，並以「國立臺灣科技大學某棟大樓」為案例，介紹說明平台之操作時機流程以及如何透過 BIM 輔助相關人員操作。

Article Info

Article history:

Received 25 May 2022

Accepted 28 May 2022

Keywords:

Facilities Management,
Building Information
Modeling, Building Equipment
Maintenance, Workflow

Corresponding author:

Rong-Yan Lin

E-mail address:

ja851002s@gmail.com

Abstract

The government has promoted BIM technology for these years. Most applications of BIM are aimed at design and construction stages. However, BIM is less used in facility management for building equipment operation and maintenance. The number of cases that can effectively integrate BIM and building equipment maintenance in facility management has so far been limited in Taiwan. Therefore, the research intends to develop "BIM Technology + Building Equipment Maintenance System" to meet domestic industry needs.

Through interviews with professionals in the industry, the core functions and five functional modules required for BIM + building equipment maintenance system are established to meet three kinds of users needs. This study takes a building in Taiwan Tech as an example to let people realize the operation process of BIM + building equipment maintenance system.

一、緒論

1-1 研究背景與動機

近年來，由於政府不斷倡導 BIM (Building Information Modeling) 技術之應用，許多公共工程都開始會要求投標廠商於專案過程中，建置建築物 BIM 模型並執行相關應用與檢討，然而目前 BIM 技術之應用大多針對設計與施工階段，在後期「營運維護階段 (Operation & Maintenance)」之「設施管理 (Facilities Management, FM)」應用 BIM 技術則明顯較少。其中，國內業界能實際有效整合「BIM 技術」於設施管理 (FM) 中「機電設備維護」之應用案例至現今為止數量不多。

為瞭解並研發一套「BIM+機電設備維護系統」且符合國內業界之實際需求，起初須對於業主方或物管公司方 (管理單位) 與機電人員方 (協力廠商) 實務管理一棟大樓案場內部機電設備之模式有所認識。之後進一步釐清此系統需要那些「核心功能」並加以整合，然後最終模擬系統之操作。

因此，藉由與業界相關專業人士訪談，確認一套「BIM+機電設備維護系統」所需要之「核心功能」以及架構出各類「功能模組」，以對應不同「使用者」之實際應用需求。最後委由某家科技公司實際開發一套「BIM+機電設備維護管理系統」，作為管理校園大樓之機電設備維護系統平台。

1-2 研究目的

以「國立臺灣科技大學某棟大樓」做為案例，藉由資料收集、人員訪談、現勘調查等研究方法，彙整「BIM+機電設備維護管理系統」相關重要資訊包含：(1) 核心功能「需求」、(2) 功能模組及其子項目之「定義用途」、(3) 功能子項目之「使用者界定」、(4) 功能子項目之「操作時機與流程」。

本研究之研究目的如下：

建構一套「BIM+機電設備維護管理系統」，以期能符合國內業界對於管理大樓內部之機電設備之實務需求，並提供未來業界愈研發相關系統之參考。

二、文獻回顧

2-1 運維階段應用 BIM 於設施管理之發展與困境

傳統物業之管理方式通常以「紙本」記錄設施設備管理資料與維護履歷，其方式易產生資料重複製作、無法共享、無法有效分析進而優化管理等 (蘇瑛敏、張詠翔，2015)，導致資源浪費與作業程序繁冗，因此設施管理理應是改善紙本作業缺失之第一步。

然而，現今 BIM 資料移轉至設施管理系統尚未整合並制訂一套執行指南 (張惟傑，2016；徐璟豪，2020)，同時設施管理者在執行操作系統上亦經常無法有效處理大量資料建置與更換 (例如：更換設備或物管公司等)，導致使用設施管理之效率並不如預期，增加營運成本 (余知翰，2019)。所以，建議設施管理者應參與前期 BIM 建置規畫過程，擬定後續設施管理之所需交付格式與資訊內容，並學習操作系統軟體 (簡睿永，2014)。

2-2 BIM 輔助機電設備維護之優勢

在機電設備維護的故障維修過程中經常需要查閱建築竣工圖說與手冊，然而竣工圖之紙本保存不易、電子檔分類雜亂，導致查閱與後續更新資料困難，因此藉由 BIM 技術輔助，方可有效調閱與修改資料 (張永從，2019)。

在使用 2D 圖面查閱設備位置以執行大量消防設備檢修作業時，由於攜帶過多測試工具與文件，使檢查與記錄工作不易，降低效率。透過 BIM 技術之 3D 視覺化可減除圖資攜帶負擔，並可快速找到設備位置 (陳怡茹，2012)。

三、「BIM+機電設備維護系統」規劃構想

為研發一套「BIM+機電設備維護系統」，本章節擬先確立「核心功能」需求，加以整合並架構出「五大功能模組」，再定義其「子項目功能」以服務其對應之「使用者」。最後再介紹「國立臺灣科技大學某棟大樓」，以作為本系統平台模擬操作之案例基本簡介。

3-1 「核心功能」整合之構想

本系統結合「BIM」、「COBie」(Construction Operations Building Information Exchange)、「設施管理」

「定期保養」、「臨時報修」、「客戶服務」等核心功能，同時整合「數位」與「非數位」之使用平台，以滿足「BIM+機電設備維護系統」之實務操作需求。以下列出六項「核心功能」，並簡易定義其功能與所扮演之角色：

1. **BIM**(建築資訊模型): 3D 建模專案管理數位平台
2. **COBie** (施工營運建築資訊交換標準): 營建資訊交換格式標準數位平台
3. **設施管理**: 營建資訊管理數位平台
4. **定期保養**: 定期現場設備維護紙本作業
5. **臨時報修**: 非定期通報維修紙本作業/數位平台
6. **客戶服務**: 使用者滿意調查紙本作業/數位平台

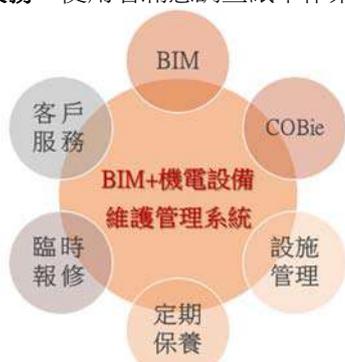


圖 1 「核心功能」構想圖

(資料來源: 本研究繪製)

3-2 「功能模組」及子項目定義之規劃

依據「核心功能」需求，擬界定出五項「功能模組」以及一項「附屬功能」，分別為設備管理、研擬設備維護計劃、執行設備維修計劃、臨時報修、外部設備故障線上報修，以及附屬 BIM 資料操作等模組 (表 1)。

「五大功能模組」及「一附屬功能」之子功能項目：

1. **設備管理**: 設備資料維護、設備資料查詢、大樓廠商資料維護、設備 COBie 資料維護、設備 COBie 資料更改
2. **研擬設備維護計劃**: 管理設備維護表單、管理設備維護週期、管理設備維護計劃、管理設備維護清單
3. **執行設備維修計劃**: 管理維修清單、派工管理、管理維修紀錄、管理維修進度
4. **臨時報修**: 設備設施報修、管理報修清單、報修派工管理、管理報修紀錄、管理報修進度、管理外部報修清單、外部報修案件回覆

5. **外部設備故障線上報修**: 新增報修案件、滿意調查
附屬 **BIM 資料**: 3D 模型顯示、模型操作輔助、模型結構、屬性資料

表 1. 系統之「功能模組」需求架構表

序	功能模組	子功能項目	系統功能需求	系統功能需求「使用者」		
				管理單位	協力廠商	外部使用者
1	設備管理	L1 設備資料維護	●建立/匯入設備基本資料(設備編號/QR-Code) ●依設備類別/設備編號等條件，查詢各類設備的基本資料	●	●	
		L2 設備資料查詢	●提供設備查詢「定位」功能，並依據結果立即顯示該設備 3D 模型	●	●	
		L3 大樓廠商資料維護	●建立各類設備所負責維護的廠商基本資料	●	●	
		L4 設備 COBie 資料維護	●匯入/匯出各類設備 COBie 資料	●		
		L5 設備 COBie 資料更改	●針對「遺缺」之設備，編輯 COBie 資料	●		
2	研擬設備維護計劃	2.1 管理設備維護表單	●建立各類設備維護表單(新增/編輯/刪除)	●	●	
		2.2 管理設備維護週期	●制定各類設備維護週期	●		
		2.3 管理設備維護計劃	●制定各類設備維護計劃	●		
		2.4 管理設備維護清單	●建立/管理程序所產生的各類設備維護任務	●		
3	執行設備維修計劃	3.1 管理維修清單	●依週檢日/腳設備類別/維修人員等條件，查詢維修任務的基本資料(可定位設備)	●	●	
		3.2 派工管理	●派發維修任務給指定維修人員	●		
		3.3 管理維修紀錄	●執行維修任務，並填寫各類設備維修表單(可定位設備)		●	
		3.4 管理維修進度	●檢查各類設備維修表單，並結束維修任務	●		
4	臨時報修	4.1 設備設施報修	●建立設備報修的基本資料(步驟): 1. 依樓層/設備類別(系統/子系統)「定位」維修設備所在處 2. 透過模型的輔助指導功能，獲取模型上的維修設備 3. 填寫報修設備的維修原因	●	●	
		4.2 管理報修清單	●查詢未完成/待執行的報修任務(可定位設備)	●	●	
		4.3 報修派工管理	●派發報修任務給指定維修人員(可定位設備)	●		
		4.4 管理報修紀錄	●執行報修任務，並依現況選擇:點選「完工」或填寫備註欄後點選「持續維護」(可定位設備)		●	
		4.5 管理報修進度	●依報修/派工/修復時間，查詢完成的報修任務(可定位設備)	●		
		4.6 管理外部報修清單	●查詢外部報修的基本資料 ●派發外部報修任務給指定維修人員	●		
		4.7 外部報修案件回覆	●執行外部報修任務，並依現況選擇:點選「完工」或填寫備註欄後點選「持續維護」			●
5	外部設備故障線上報修	5.1 新增報修案件	●提供使用者填寫報修案件 ●提供使用者查詢維修進度			●
		5.2 滿意度調查	●提供使用者填寫滿意度調查	●		●
附屬	BIM 資料	a. 3D 模型顯示	●顯示 3D 模型畫面 ●環繞/平移/縮放/第一人稱/相機互動			
		b. 模型操作輔助	●剖視分析/測量/分解模型 ●模型瀏覽器/性質/設定/全圖幕			
		c. 模型結構	●顯示依 BIM 架構所分類的設備類別	●	●	
		d. 屬性資料	●顯示設備本身的模型基本資料			

(資料來源: 本研究繪製)

表 1 彙整「BIM+機電設備維護系統」之主要「功能模組」定義之規劃，並列出各功能模組之「子項目需求」與「需求使用者」。

3-3 「使用者」之功能需求界定

依據「不同使用者」操作「BIM+機電設備維護系統」情境，歸納區分出三種身分，假如以台科大校方掌管○○大樓為例，分別為管理單位(校方-營繕組)、協力廠商(機電廠商人員)、外部使用者(師生職員)。「各類使用者」分別會實際操作之子項目功能內容如下：

1. 管理單位(校方-營繕組):

原則上可操作「五大功能模組」之所有「子功能項目」。只有執行「保養」與「維修」任務，以及填寫「線上報修」非管理單位所需操作之功能。

2. 協力廠商(機電廠商人員):

在「設備管理」，可查詢設備資料與 3D 模型定位，並與管理單位共同更新維護大樓之廠商資料；在「研擬

設備維護計劃」，可更新各類項設備保養表單；在「執行設備維修計劃」，可查看須執行之保養任務並記錄下保養檢查表單以完成工作；在「臨時報修」，可查看應維修事項，完成大部分作業，包含填寫報修單、修復設備、填寫完工紀錄等事項；在「BIM 資料」，可輔助保養與維修工作。

3. 外部使用者（師生職員）：

目前規劃僅可使用「外部線上報修」功能，可填寫線上報修，並在修復完畢填寫滿意度調查以供回饋。

3-4 案例簡介

「○○大樓」此個案坐落在國立臺灣科技大學學校本部之運動場角落側（圖 2），做為主要教學研究之用途。大樓當初委由潤○精密工程公司興建，竣工時間為 2007 年 07 月。

1. 總樓地板面積：25,570 平方公尺(7,748 坪)
2. 建物構造：預鑄工法鋼骨構造
3. 建物樓層：地上 11 層，地下 2 層
4. 建物用途：教室、研究室、辦公室、研發中心、桌球室、撞球室、停車場



圖 2 臺灣科大○○大樓 3D 外觀透視圖

（資料來源：本研究繪製）

四、「BIM+機電設備維護系統」模擬操作

由於校方一營繕組（管理單位）為最主要之系統功能使用者，因此我以「營繕組」作為主要視角，介紹說明本系統平台的操作時機與流程，而模擬操作之設備對象則主要以大樓常見之室內「照明、空調」為主。

另外，當遭遇執行保養與維修任務階段時，會再輔以機電人員（協力廠商）視角介紹。而師生職員（外部

使用者）所參與平台功項實屬不多，會採簡要方式說明。

本系統平台在實際建置之初，原係針對 BIM 在建築「維運週期」上之應用，因此臺科大校方與昌○科技公司共同合作研發一套 BIM 結合「能源管理」（BIM-BEMS）與「設施管理」（BIM-FM）以管理全校所有大樓之系統平台。也因此，在實際登入「BIM 能源與設備設施管理平台」（圖 3），會先看到校園大樓選項、校園公告、校園電力等全校性之共同資訊。點即「○○大樓」選項，方可進入「單棟」之「能源管理」與「設備設施維護管理」之系統選項。再點即「設備設施維護管理」選項，即進入「BIM+機電設備維護管理系統」（圖 4）。

圖 3 「BIM+機電設備維護管理系統」登入口



（資料來源：本研究截圖）

圖 4 「BIM+機電設備維護管理系統」操作介面

（資料來源：本研究截圖）



4-1 基礎功能

由於「臺科大校方」在實際運用「BIM+機電設備維護管理系統」，必然會遇到管理平台本身之需求，因此建置「後台管控」，包含「使用者管理」、「校園公告」等輔助校方管理之功能。同時，由於本平台之「設備設施維護管理」頁面即為「BIM 模型」與「模型資訊」展示，因此熟習 BIM 介面為首要操作要點。

1. 使用者管理：確立平台使用者之基本資料與角色，並可掌控角色之使用權限（圖 5）。

2. **校園公告**：可編輯並公開提醒管理單位、協力廠商重要資訊，另外點選校園公告欄，即可查看公告之詳細資訊（圖 6）。



圖 5 「使用者管理」之建立使用者、角色權限

（資料來源：本研究截圖）



圖 6 「校園公告」之檢視公告詳細資訊

（資料來源：本研究截圖）

3. **BIM 資料與模型**：在操作「功能模組」時，有許多功能項目需要「BIM 資料與模型」輔助，方可



完成任務。其中，「BIM 資料與模型」會一直顯示在主頁面上，唯開啟某些功能欄位視窗才會遮蔽其 3D 視圖（圖 7）。

- a. **3D 模型顯示**：顯示 3D 模型於主視窗頁面，並可 360 度旋轉
- b. **模型操作輔助**：利用多項功能輔助查看模型
- c. **模型結構**：顯示依 BIM 架構所分類設備類別
- d. **屬性資料**：顯示設備本身的模型基本資料

圖 7 「BIM 資料與模型」之完整功能圖

（資料來源：本研究截圖繪製）

圖 7 展示「BIM 資料與模型」之完整功能圖列，意

即在進入「設備設施維護管理」主頁面後，顯示之四項主要資訊，分別為 3D 模型顯示、模型操作輔助、模型結構、屬性資料。

4-2 設備管理

進入「○○大樓」之「BIM+機電設備維護管理系統」後，會顯示「五大功能模組」標題列於頁面左上角處，其標題亦包含「設備管理」、「研擬設備維護計劃」、「執行設備維修計劃」、「臨時報修」，唯「外部設備故障線上報修」獨立於本平台，為單獨之網頁，以供師生職員填寫報修案件。

「設備管理」主要用途為在執行巡檢保養與報修維修任務之前，管理單位（臺科大校方）須提前建置完成大樓之機電設備資料與服務廠商資料等相關資料建檔。其中，「設備管理」亦包含「設備資料維護」、「設備資料查詢」、「大樓廠商資料維護」、「設備 COBie 資料維護」、「設備 COBie 資料更改」等五項子功能項目，以下將挑選重要之子功能項目並說明其功能「使用對象」、「用途時機」、「操作方式」。

1. 設備資料維護：

【用途時機】當校方營繕組（管理單位）面臨設備因年限或損壞而更替時，可新增修正設備資料。

【系統功能】除了既有匯入設備，可建立與編輯資料共五個功能選項，包含建設備資料、匯入設備、QR-Code 設備標籤、編輯設備資料、刪除設備資料（圖 8）。

圖 8 「設備資料維護」之重點功能視窗

（資料來源：本研究截圖繪製）

2. 大樓廠商資料維護：

【用途時機】每年學校定期重新招標新機電協力廠商時，須更新廠商資料，由營繕組與機電人員共同完成。

【系統功能】可建立、匯入、編輯、移除廠商的相關資料共四項功能（圖 9）。



圖 9 「大樓廠商資料維護」之重點功能視窗

（資料來源：本研究截圖繪製）

3. 設備資料查詢：

【用途時機】當「營繕組」面臨設備因年限或損壞而更替時，可在執行「設備資料維護」的編輯過程中輔助找尋設備所在位置以確認「設備編號」。

【系統功能】查詢目標設備所在位置，並可瀏覽設備詳細資料（圖 10）。



圖 10 「設備資料查詢」之「定位」功能操作流程

（資料來源：本研究截圖繪製）

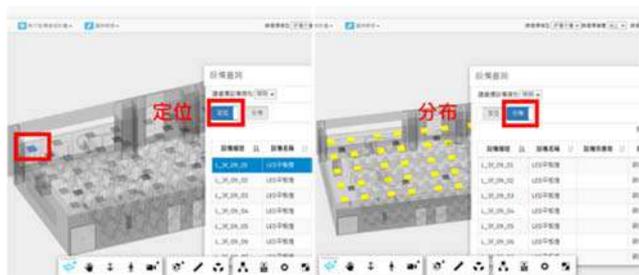


圖 11 「定位」與「分布」顯示差異

<附註功能說明>

- a. 「定位」：指定單一設備，並提示所在位置。
- b. 「分布」：依「設備類別」及「搜尋」所列出全部設備，提示所在位置（圖 11）。

4-3 研擬設備維護計劃

「研擬設備維護計劃」主要用途為在協力廠商（機電人員）執行保養任務之前，管理單位（臺科大校方）須提前訂定當年度各類機電設備之保養檢查項目（保養紀錄表）、保養週期，以排定出實際之保養時程、保養任務。

其中，「研擬設備維護計劃」亦包含「管理設備維護表單」、「管理設備維護週期」、「管理設備維護計劃」、「管理維修清單」等四項子功能項目，以下將挑選重要之子功能項目並說明其功能「使用對象」、「用途時機」、「操作方式」。

1. 管理設備維護表單：

【用途時機】當設備因年限或損壞而更替時，可增減保養設備檢查項目，由營繕組與機電人員共同完成。

【系統功能】可建立、預覽、編輯、刪除各類設備的巡檢表單共四項功能（圖 12）。



圖 12 「管理設備維護表單」之重點功能視窗

（資料來源：本研究截圖繪製）

2. 管理設備維護計劃：

【用途時機】「營繕組」會在每年學校定期重新招標新的機電協力廠商時，依據已制定之設備巡檢週期（可從「管理設備維護週期」功能訂定），訂定完整巡檢計畫，並產生未來新年度每期巡檢任務。

【系統功能】可建立、編輯、刪除各設備類別巡檢計畫，並透過點選「產生巡檢單」，產生依週期所匯出之每期須執行的巡檢任務（可從「管理維修清單」功能查看已產生之任務），共四項功能（圖 13）。



圖 13 「管理設備維護計劃」之重點功能視窗
(資料來源：本研究截圖繪製)

4-4 執行設備維修計劃

「執行設備維修計劃」主要用途為在排定完巡檢保養時程後，管理單位（臺科大校方）須派發保養任務給負責維護之協力廠商（機電人員）。當協力廠商（機電人員）接獲保養任務並執行完畢後，管理單位（臺科大校方）會負責審核機電人員所填寫之保養紀錄，而保養紀錄最終將會留存在本系統內，以供未來需要查閱過去保養紀錄之時使用。

其中，「執行設備維修計劃」亦包含「管理維修清單」、「派工管理」、「管理維修紀錄」、「管理維修進度」等四項子功能項目，以下將挑選重要之子功能項目並說明其功能「使用對象」、「用途時機」、「操作方式」。

1. 管理維修清單：

【用途時機】「營繕組」要查詢是否已派發巡檢任務給機電人員，或是「機電人員」要查詢本次巡檢任務所負責設備項目，可依不同「查詢條件」，查閱每筆「巡檢單號」的詳細資料與成單派工與否。

【系統功能】可依照巡檢日期、派工日期、執行日期、完成日期、設備類別、巡檢人員、巡檢計劃、模型等「查詢條件」，查詢「巡檢單號」的詳細資料、成單派工與否、設備所在位置（可透過 3D 模型定位）（圖 14）。



圖 14 「巡檢單查詢」之操作流程
(資料來源：本研究截圖繪製)

2. 派工管理：

【用途時機】在「營繕組」查詢完「巡檢單號」的詳細資料後，可決定將各項巡檢任務派發給各自所負責之機電人員執行（圖 15）。

【系統功能】可依照「設備類別」查詢「巡檢單號」詳細資料，並點選派工，指派「巡檢人員」執行巡檢任務。



圖 15 「巡檢單派工」之操作流程
(資料來源：本研究截圖繪製)

3. 管理維修紀錄：

【用途時機】在「營繕組」派發巡檢任務給機電人員後，「機電人員」始執行巡檢任務，並完成巡檢單填寫與檢查照片上傳，以呈現設備狀態正常與否，最終交由「營繕組」檢視巡檢紀錄並結案。

【系統功能】可依照「巡檢單號」，完成「檢查」單號內之所有設備的巡檢單填寫並上傳檢查照片，假如檢查內容經「管理單位」確認無誤，即可點選「結案」(圖 16)。



圖 16 「管理維修紀錄」之操作流程

(資料來源：本研究截圖繪製)

4-5 臨時報修

「臨時報修」主要用途可區分為兩種情形發展：其一為機電人員(協力廠商)在執行巡檢任務發現某一設備損壞時而報修，另一則為師生職員(外部使用者)處在「○○大樓」時發現設備故障而報修。

平台之「臨時報修」須由內部人員(管理單位、協力廠商)指定某「單一設備」填寫報修原因，再交由管理單位(臺科大校方)派發報修維修任務給負責維護之協力廠商(機電人員)。當協力廠商(機電人員)接獲報修維修任務並執行完畢後，管理單位(臺科大校方)會負責審核並檢查設備是否如實修復或更換，而報修維修紀錄最終將會留存在本系統內，以供未來需要查閱過去報修維修記錄之時使用。

此外，「臨時報修」亦包含在接獲師生職員(外部使用者)之外部報修案件通知後，同樣交由管理單位(臺科大校方)派發外部報修維修任務給負責維護之協力廠商(機電人員)，並由協力廠商(機電人員)執行完成外部報修維修任務。

其中，「臨時報修」功能包含「設備設施報修」、「管理報修清單」、「報修派工管理」、「管理報修紀錄」、「管理報修進度」、「管理外部報修清單」、「外部報修案件回覆」等七項子功能項目，以下將挑選重要之子功能項目

並說明其功能「使用對象」、「用途時機」、「操作方式」。

1. 管理維修清單：

【用途時機】機電人員(協力廠商)在執行巡檢任務發現某一設備損壞時，須額外填寫報修單。此外，校方營繕組(管理單位)亦可協助處理。

【系統功能】選取在「BIM 模型」中損壞之設備，並填寫「報修原因」，以完成「建立維修報單」(圖 17)。



圖 17 「建立維修報單」之操作流程

(資料來源：本研究截圖繪製)

2. 報修派工管理：

【用途時機】在「營繕組」查詢完「維修清單」的資訊列表後(從「管理報修清單」功能執行)，決定將各項報修維修任務派發給各自所負責的機電人員(圖 18)。

【系統功能】列出尚未派工之「報修編號」清單，可點選「派工」，指派「維護人員」執行報修維修任務。



圖 18 「報修派工管理」之操作流程

(資料來源：本研究截圖繪製)

3. 管理報修紀錄：

【用途時機】在「營繕組」派發報修維修任務給機電人員後，「機電人員」始執行報修維修任務，並完成「維修單修復回報」。

【系統功能】列出應修復「報修編號」清單，可「定位」

損壞之設備所在位置以方便維修，開始維修時點選「修復」鍵。如未能完成修復（例如：缺少零件），則在「備註」說明原因，並點選「持續修復」；反之，則點選「完工」（圖 19）。



圖 19 「管理報修紀錄」之操作流程

（資料來源：本研究截圖繪製）

4. 管理外部報修清單：

【用途時機】當「師生職員」（外部使用者）因設備故障而填寫線上報修，「營繕組」會接獲報修資料，並派發外部報修維修任務給機電人員。

【系統功能】列出過去所有「外部線上報修資料」清單，並可指派「維護人員」，執行外部報修維修任務（圖 20）。



圖 20 「管理外部報修清單」之操作流程

（資料來源：本研究截圖繪製）

5. 外部報修案件回覆：

【用途時機】當「營繕組」接獲外部報修資料並派發外部報修維修任務給機電人員時，「機電人員」始執行外部報修維修任務，並完成「外部報修維護單回報」。

【系統功能】列出應執行「外部線上報修案件」清單，開始維修時點選「修復」鍵。如未能完成修復（例如：缺少零件），則在「備註」說明原因，並點選「持續修復」；反之，則點選「完工」（圖 21）。



圖 21 「外部報修案件回覆」之操作流程

（資料來源：本研究截圖繪製）

4-6 外部設備故障線上報修

「外部設備故障線上報修」主要用途為師生職員（外部使用者）處在「○○大樓」時發現設備故障，可透過獨立網頁進行線上報修，填完報修後資料會傳送到系統平台上。當管理單位（臺科大校方）在系統平台上接獲外部報修案件並派發給負責維護之協力廠商（機電人員）使其完成外部報修維修任務後，「師生職員」可在線上報修系統查看修復進度，並可填寫滿意度調查，給予「臺科大校方」針對本次案件處理之回饋。其中，「外部設備故障線上報修」功能包含「新增報修案件」、「滿意度調查」兩項子功能項目（圖 22）。



圖 22 「外部設備故障線上報修」之重點功能視窗

（資料來源：本研究截圖繪製）

五、結論與建議

從本研究之模擬操作可發現本系統開發把校園相關「機電設備維護」作業，包含「設施管理」、「定期保養」、「臨時報修」、「客戶回饋」等核心功能整合在同一平台，幫助節省紙本浪費、方便資料轉移、統一溝通媒介、建立資料保存與更新，同時整合「BIM 資料與模型」，可輔助設備於大樓之位置判讀，並有效讀取設備模型之資訊。

在研擬開發「BIM+機電設備維護系統」後發現開發團隊應熟習「BIM-FM 技術」、「機電設備維護」、「行政作業」、「資訊工程」等四項不同專業領域知識，方可有效整合系統介面。在操作本系統平台後，發覺有幾項問題值得改進與建議：

- 一、一旦功能視窗開啟過多，BIM 模型畫面即埋沒在最底層，不利查看。
- 二、平台所呈現之 BIM 資料過多不易讀，而且不完全符合機電人員執行作業所需求。
- 三、由於大樓設備眾多，如何有系統性地群組化設備值得深思。
- 四、版面字體可再優化，以利於現場人員手持平板執行保養維修。
- 五、可研發計算分析機電人員執行任務所花費工時之系統功能。
- 六、可研發透過系統通知視窗、簡訊、電子郵件等方式提醒機電人員保養維修事宜之系統功能。
- 七、可研發記錄表被完成後之線上簽核系統功能。
- 八、可研發記錄表被完成後能匯出電子檔以供編輯或保存之系統功能。

參考文獻

1. 蘇瑛敏、張詠翔 (2015)。新世代臺灣物業管理發展趨勢：BIM 整合設施管理之研究。物業管理學報。
2. 張惟傑 (2016)。BIM 建築資訊與 COBie 表單於建築物設施管理階段之後續應用－以大龍峒公營住宅為例。國立臺灣科技大學建築系碩士論文，台北市。
3. 徐璟豪 (2020)。建築物 BIM 資料移轉至設施管理系統資料庫之作業程序。國立臺灣科技大學建築系碩士論文，台北市。
4. 余知翰 (2019)。應用 BIM 及 WebGL 技術於設施維護管理系統開發之初步研究。淡江大學土木工程學系碩士班碩士論文，新北市。
5. 簡睿永 (2014)。應用 BIM 於設施管理的方式－以消防安全設備預防性維護為例。國立臺灣科技大學建築系碩士論文，台北市。
6. 張永從 (2019)。應用 BIM 於電力系統設施維護管理之研究。國立臺灣大學土木工程學研究所碩士

論文，台北市。

7. 陳怡茹 (2012)。BIM 在建築物消防安全設備檢修模式之研究。國立臺北科技大學土木與防災研究所碩士論文，台北市。

主題 C.1樓板性能與後疫情專題
Floor performance and post pandemic era

樓板緩衝材工法對地坪瓷磚劣化之影響研究-以抗壓強度為例

The Study of Bulged Tile Issue When Using Acoustic Material on Flooring

林子軒^a、楊詩弘^b

Tzu Hsuan Lin, Shih Hung Yang

^a 國立成功大學建築系 碩士班研究生

^b 國立成功大學建築系 助理教授

論文資訊

論文審查紀錄：

受稿日期

2022 年 05 月 25 日

審查通過日期

2022 年 05 月 28 日

關鍵詞：

浮起、隔音緩衝材工法、抗壓強度、樓板、瓷磚

通訊作者：

林子軒

電子郵件地址：

vm0y3xup6@gmail.com

Article Info

Article history:

Received 25 May 2022

Accepted 28 May 2022

Keywords:

Bulged, sound insulation construction, pressure strength, floor, tile

Corresponding author:

Tzu Hsuan Lin

E-mail address:

vm0y3xup6@gmail.com

摘要

民國 110 年初，集合住宅與辦公室隔音性能法規的上路，加入新式的樓板隔音施工的工法。在樓板的飾面材料，瓷磚的討論議題，「膨拱」便是大眾最關心的現象，在新式的樓板隔音工法上也有對此現象的疑慮，為了解決這些疑問，本研究透過實驗去嘗試了解壓層與隔音墊的各種組合，找到整體樓板構造最脆弱的位置，並分析風險與對策，最後提出改善之對策。

本研究專注於壓層上造成的風險，進行構造上的抗壓實驗模擬，討論訪談對象 P 案場出現的「膨拱」現象，裂縫破壞至壓層部位，是否與隔音墊施作狀態、壓層施作配比有關聯，並且比較法規標準施作第二目與無隔音墊變因的分析。作為 P 隔音墊的施作變因額外分為 4 種，平舖、皺褶、中央交疊與邊部交疊，探討高塑性材料的自由運用對壓層受壓時的強度影響。

經實驗後，發現壓層砂漿會因為塑性隔音墊材料特性產生的不平整狀況，導致抗壓強度降低，此外，受壓面的凸起面積越大，抗壓破壞的風險越大，而壓層水灰比越低，抗壓強度更是大量折減。作為受壓面的構造，建議保持壓層施作面的平整，即隔音墊的平整，以減少壓層受壓不均產生的裂縫；而泥作工班所澆置的水泥砂漿，建議以約 0.5~0.8 的水灰比進行施作，讓工作度、強度與水化作用程度都到達一定值。

Abstract

In 2022, regulations of sound insulation have been legislated in Taiwan. In order to meet with the new standard, the urge to renew process of tile production is undeniable. Besides, the problem about the bulging of interior tile remains a sticky issue to be solved.

This research mainly focuses on the concrete used in producing tiles. By conducting pressure experiments, we will observe if the compression resistance of insulation module will be affected by different kind of acoustic insulation mat. Besides, there are other factors considered to affect the strength of the insulation module which will be discussed in the article, including: water-cement ratio, and production process of insulation module.

In conclusion, acoustic insulation module is highly affected by the flatness of insulation mat. The insulation mat rough surface will make mortar weak on press, and lead to bulging issue more easily. Moreover, water-cement-ratio also plays a critical role in the process. The amount of water needs to maintain at a reasonable balance, where it not only is able to fully sustain the hydration reaction, but also hold the standard of resistance and workability.

一、研究背景

民國 110 年 1 月 1 日，由於集合住宅與辦公室隔音性能法規的上路，樓板施工的工法也因此受到影響。在法規發布之前，已有許多針對新工法之材料、施工、工序、成本提出反對與疑慮；此外，隔音墊也成為地坪材料劣化時被追究責任的對象，其中最為爭議的討論即「膨拱」；為了解決這些疑問，本研究決定釐清此議題。

本研究目的為透過實驗去嘗試了解壓層與隔音墊的各種組合，找到整體樓板構造最脆弱的位置與狀態，並分析風險與對策，最後提出改善之對策。

本研究針對樓板隔音緩衝材工法與瓷磚隆起問題的關係進行探討，故專注壓層、隔音墊之間的黏著強度，壓層之抗壓強度與凝結性於樓板隔音緩衝材工法的重要性進行研究。

因為建築技術規則設計施工篇 46-6 條第一項第一款第七目而過於多元，本研究限制樓板隔音緩衝材工法使用的隔音墊種類與施作方式以減少變因過多之問題，內容如下所述：

1. 呼應本研究目的之找到整體樓板構造最脆弱的位置，故本研究之壓層構造參考強度最弱成本最低的建築技術規則設計施工篇 46-6 條第一項第一款第二目。
2. 隔音緩衝材的材料、樣式過於多元，故本實驗使用建築技術規則設計施工篇 46-6 條第一項第一款第二目所使用之橡膠隔音墊，和出現浮起現象之現場所使用之複合材料進行比較。

二、文獻回顧

2-1 隔音緩衝材之地磚施工規範

本研究參考法規建築技術規則設計施工篇 46-6 條第一項第一款之構造規範進行實驗施作，主要採用第二目與第七目之內容，第二目之施作內容與示意圖如圖 1，第七目內容為經中央主管建築機關認可之表面材(含緩衝材)，其樓板表面材衝擊音降低量指標 ΔL_w 在十七分貝以上，或取得內政部綠建材標章之高性能綠建材(隔音性)。

2-2 地磚浮起現象因素

台灣開始規定使用樓板隔音緩衝材工法前，已有相關地磚隆起現象之分析，為了避免類似地磚隆起的情形再度發生，林文祺、石正義等學者整理室內空間地坪採軟底或大理石貼法之大塊磁磚的隆起主要原因，文中以瓷磚脫落及瓷磚爆裂拱起的共同特徵進行比較，綜合出發生瓷磚爆裂拱起的兩個基本因素，瓷磚品質與瓷磚施工品質，瓷磚的施工品質知詳細內容則分為下述五項(林文祺、石正義，2012)[1]：

1. 水泥砂漿含沙量過多
2. 黏著用水泥砂漿厚度不夠
3. 水泥砂漿水合作用不完全
4. 水泥砂漿收縮或膨脹影響
5. 發生地坪磁磚爆裂拱起的現場大多是整批建築物銷售個案的基本裝修，非室內設計業單獨戶施工。

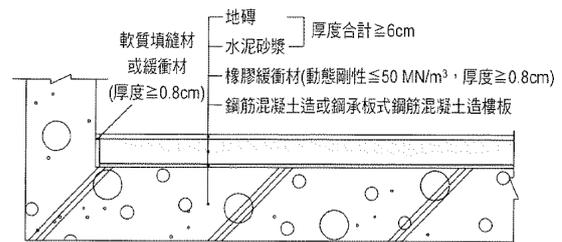


圖 1. 建築技術規則設計施工篇 46-6 條一項一款二目

2-3 水泥砂漿配比與水灰比對強度之影響

地坪瓷磚使用之水泥砂漿之用水量於施工現場工作度需求來決定，不適當的水量有機會導致水泥砂漿強度降低，根據「地磚黏著性與隆起問題之研究」[2]與「Role of water/cement ratio on strength development of cement mortar」[3]之用水配比之實驗結果，可得知不同水量影響的水泥強度分布，作為本研究實驗用之參考值。

三、研究方法

3-1 預備調查

由於建築技術規則設計施工篇 46-6 條為 110 年起開始實施之法規，樓板隔音緩衝材工法之規範並未成熟，隔音墊在工法上的運用狀況，多為坊間工班之經驗及隔音墊廠商之說明。本研究透過田野調查法，紀錄使用樓板隔音緩衝材工法而發生地磚浮起之案場。

此調查為 110 年起建築技術規則設計施工篇 46-6 條發布近一年內實地發生浮起現象於樓板隔音緩衝材工法之案例，該案的出現使人民對瓷磚地坪工程的信任與使用意願更加降低。本研究假設此案非個案為前提，作為釐清浮起風險之參考，簡稱 P。

P 公司產品依照上述法規第七目之規定通過隔音性能評估，構造圖例如圖 2、3。現場的浮起產生於瓷磚之間的接縫處，裂縫處之深度瓷磚部分為 1cm，壓層部分之深度為 1.5cm。本研究對構造破壞之特徵與文獻蒐集敘述的可能風險進行分析，整理至下表 1，推測與瓷磚下層之水泥砂漿較相關，本研究決定專注於水泥砂漿所產生的風險進行分析，並進行實驗設計。

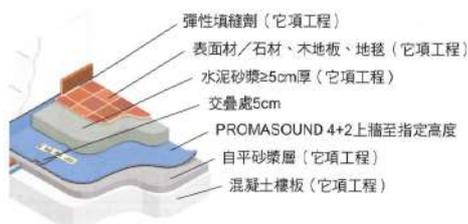


圖 2. P 公司產品構造[4]

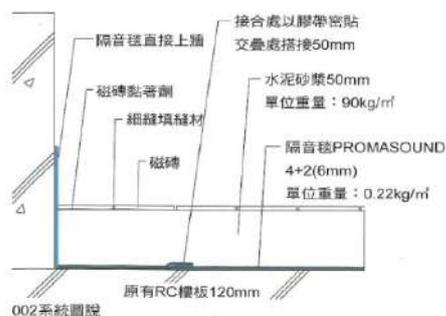


圖 3. P 公司產品剖面細部圖[4]

表 1. 浮起風險分析表(資料來源：本研究整理)

構造特徵	產生風險	可觀測浮起現象
隔音墊無黏著於混凝土	產生皺褶不平整	
隔音墊之間的搭接方式以 5cm 寬進行交疊，總厚度為 12mm	交疊處使砂漿施作面秩序性不平整。	主要裂縫產生方向為平行，後續觀察已蔓延至垂直裂縫。
厚底乾砂漿工法進行壓層之施作	水量配比錯誤使砂漿水化作用不全。	
砂漿拌合之步驟非於樓板和隔音墊上方進行	砂漿施作時變多，砂漿品質降低。	
使用低密度聚酯纖維棉	砂漿施作面塑性過高而不平整。	
未使用點焊鋼絲網或鋼筋進行壓層補強	壓層抗彎強度、抗剪強度不足，易斷裂。	

3-2 實驗設計

本研究透過預備調查分析得知壓層與隔音墊的各種組合與可能產生的風險，本節由文獻回顧與田野調查的風險內容進行重新歸納為兩大部分，分別對「壓層施工面的表平整性」和「壓層之配比」進行實驗設計。

隔音墊的施作方式與種類，將影響壓層施工前表面平整性，傳統地磚施工方法之壓層施工表面為脆性材料，故塑性變化量少，表層粉光處理即可，較少討論平整性問題；而樓板隔音緩衝材工法之壓層施工表面為塑性材料，故塑性變化量大，恐影響壓層受壓區域不均與凝結後之形狀不平整，導致浮起，如圖 4，因此本研究計畫以壓力試驗進行不同施作方式的破壞觀測。

壓層為隔音墊上層之材料，即隔音墊能直接影響的構造層，文獻回顧中提及浮起現象因素與壓層相關，且預備調查浮起案例之構造破壞處深達壓層，故壓層為浮起現象重要討論對象者之一；壓層之配比內容為水泥、

砂與水，配比影響壓層強度、壓層凝結、壓層厚度與壓層工作性，而地坪所受力學行為主要為壓力，若凝結不足時恐加劇圖 4 之情形，故此變因也將列入實驗。

統整上述兩種情形，本研究列下變因作為本研究之抗壓實驗條件，如表 2。

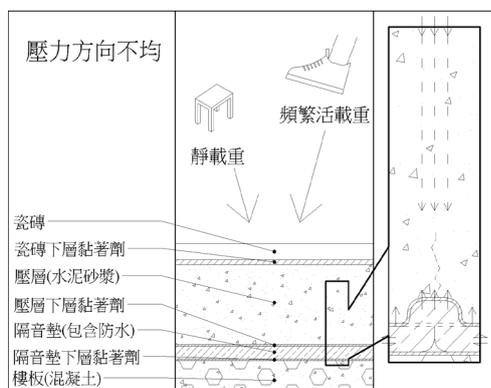


圖 4. 表面平整性影響分析圖

本實驗配合本研究現有之材料試驗機與參考 CNS12611 規範之接頭進行抗壓試體的檢測，以符合試驗機規格為前提進行試體設計，試體不包含瓷磚構造部位，意於減少與瓷磚相關的破壞結果與變數，專注探討隔音墊與壓層，抗壓試驗試體計畫如圖 5。

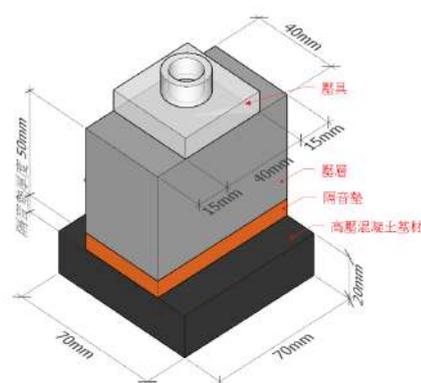


圖 5. 抗壓試驗試體圖

表 2. 壓層之配比實驗變因列表(資料來源：本研究整理)

操作變因				
變因	1	2	3	4
隔音墊種類	無隔音墊 (對照組)	橡膠隔音墊 (第 2 目施工)	P 廠商產品 (第 7 目施工)	
隔音墊狀態變因 (cm)	平鋪 (寬度誤差=<0.1)	皺褶 (寬度誤差=<0.5)	中央交疊 (交疊寬=4)	邊部交疊 (雙邊寬各=1.5)
壓層重量比 水泥：砂：水	1:3:0.5	1:3:0.4	1:3:0.3	1:3:0.8
控制變因				
壓層施作方式參考	厚底砂漿工法(乾拌>灑水>拌合>澆置>搗實>抹平)			
壓層厚度	5cm			
壓層與隔音墊黏著劑	無			
隔音墊與樓板黏著劑	彈性接著劑<WB-402>			
試驗機	抗壓 3mm/min 位移量			
溫度	每 N 值施作溫度<25 度室溫>			

3-3 實驗流程

整體實驗流程圖如圖 6 架構，以下實驗以不搞混配比之考量，進行 4 天不同配比的試體製作，在養護天數當天進行抗壓實驗。

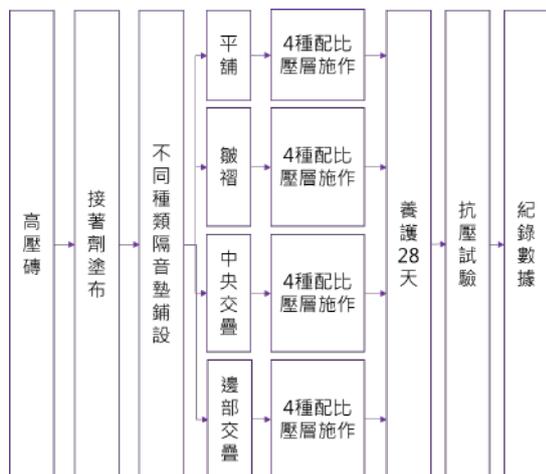


圖 6. 實驗流程圖

將試體之高壓混凝土基材排列整齊，使用 P150 砂紙研磨，並且使用刷子去除接著面灰塵(圖 7)，再依照試體變因有隔音墊需求者對基材表面進行有機接著劑塗佈，進行隔音墊貼黏固定與其不同變因之施作狀態。(圖 8)



圖 7. 實驗試體製作步驟(1)

隔音墊上方放置內徑短邊長為 4cm、長邊為 7cm 之矩形，高度為 5cm 的壓克力模具(圖 9)。壓層之各配比水泥砂漿經由攪拌機均勻攪拌約 10 分鐘，每澆置至模具高度約 1/3，使用搗實棒順時鐘進行搗實至平整，澆置完成後，使用刮刀將壓層整平於 5cm 高度，後靜置 1 天，達成足夠硬化狀態下進行拆模，再靜置 28 天以達成養護，即完成試體製作。(圖 10)

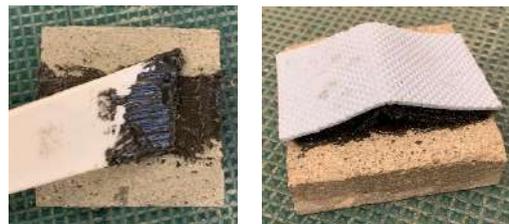


圖 8. 實驗試體製作步驟(2)



圖 9. 實驗試體製作步驟(3)



圖 10. 實驗試體製作步驟(4)

試體養護完成後，進行壓層之抗壓強度檢測。該實驗使用邊長 4cm 符合儀器接頭之正方形壓具，對試體中心部位對齊，以壓縮速率 3mm/min 進行破壞測試。紀錄壓層初始破壞與極限破壞時的強度，並觀察壓層破壞程度。(圖 11)



圖 11. 試體實驗階段

四、研究成果

表 3. 抗壓破壞強度統計表

無隔音墊		初始強 度	極限強 度	合格標 準	
		kgf/cm ²	kgf/cm ²	kgf/cm ²	
無處理	壓層 1	S101	124.97	124.97	125
	壓層 2	S102	52.66	54.86	125
	壓層 3	S103	13.99	14.16	125
	壓層 4	S104	124.95	124.95	125
橡膠隔音墊		初始強 度	極限強 度	合格標 準	
		kgf/cm ²	kgf/cm ²	kgf/cm ²	
平舖	壓層 1	S211	108.94	108.94	125
	壓層 2	S212	46.38	47.21	125
	壓層 3	S213	21.09	22.17	125
	壓層 4	S214	124.98	124.98	125
P 隔音墊		初始強 度	極限強 度	合格標 準	
		kgf/cm ²	kgf/cm ²	kgf/cm ²	
平舖	壓層 1	S311	124.98	124.98	125
	壓層 2	S312	57.11	57.11	125
	壓層 3	S313	12.37	15.69	125
	壓層 4	S314	124.96	124.97	125
皺褶	壓層 1	S321	48.25	97.96	125
	壓層 2	S322	40.09	40.42	125
	壓層 3	S323	5.26	12.34	125
	壓層 4	S324	63.22	124.99	125
中央交 疊	壓層 1	S331	33.39	34.78	125
	壓層 2	S332	13.28	37.30	125
	壓層 3	S333	2.19	5.65	125
	壓層 4	S334	60.47	62.34	125
邊部交 疊	壓層 1	S341	72.14	75.45	125
	壓層 2	S342	46.61	48.80	125
	壓層 3	S343	7.34	7.39	125
	壓層 4	S344	124.96	124.74	125

4-1 數據統計

抗壓試體之破壞情況分為兩部分，初始破壞與極限破壞，初始破壞強度為試體出現裂縫的瞬間，假設為開始產生風險的強度值，若初始破壞後明顯無法再承受更高之受力，初始破壞也是為該試體極限破壞值。以上述前提，依照常態分佈一個標準差內的平均值，進行各破壞值的強度平均數，紀錄於表 3，合格標準參考本研究所使用之萬能材料試驗機最大受力值決定，約為 125kgf/cm²，即無隔音墊組之結果值。

4-2 隔音墊分析

不同材質之隔音墊各施作情況下，強度排名為 P 隔音墊平舖>無隔音墊>橡膠隔音墊>P 隔音墊邊部交疊>P 隔音墊皺褶>P 隔音墊中央交疊，在正常情況下，如 P 隔音墊之塑性材料與無隔音墊擁有相同抗壓強度，如橡膠隔音墊之彈性材料可能因為材質的彈力使壓層強度降低。

4-3 壓層配比分析

在不同水分的施作情況下，每組試體皆呈現水量越高，強度越高，越穩定的結果，可參考圖 12-15 無隔音墊各配比之趨勢圖表進行比較。彈性較高的橡膠隔音墊，不同水分下的壓層初始承受強度，與其他隔音墊變因的環境下，水量越低，減少的強度越少；相對塑性材料的 p 隔音墊，水量越低，減少的強度越多。

4-4 壓層施工前的表面平整性分析

擁有高塑性自由度高的 p 隔音墊，施力點於交疊處的情況下，相比平舖狀態時的數值，相差達約 90 kgf/cm²，非交疊之凹陷處受力時，強度則不會有劇減的趨勢，分析圖可參考圖 16-19 之 P 隔音墊各施作方式之趨勢圖表進行比較。

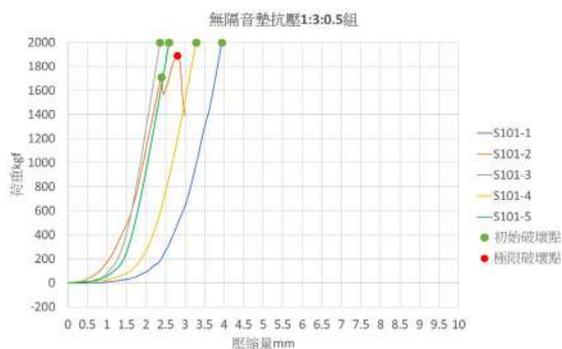


圖 12. S101 變因試驗分析圖

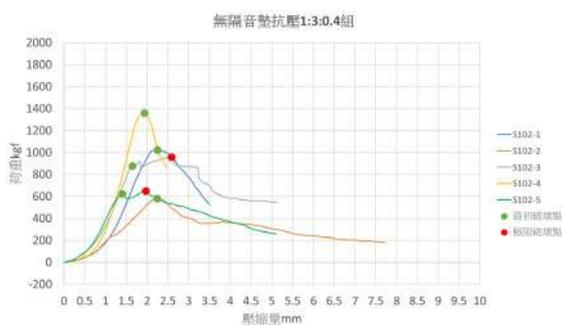


圖 13. S102 變因試驗分析圖

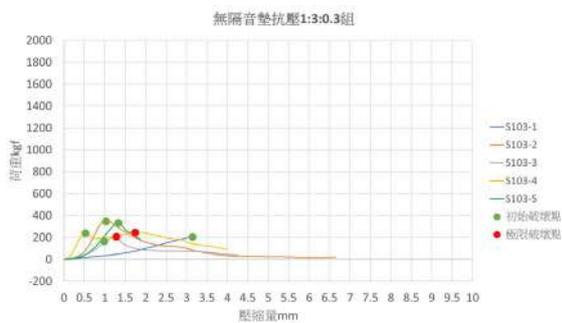


圖 14. S103 變因試驗分析圖

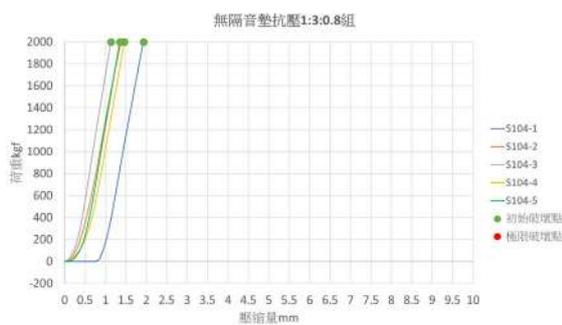


圖 15. S104 變因試驗分析圖

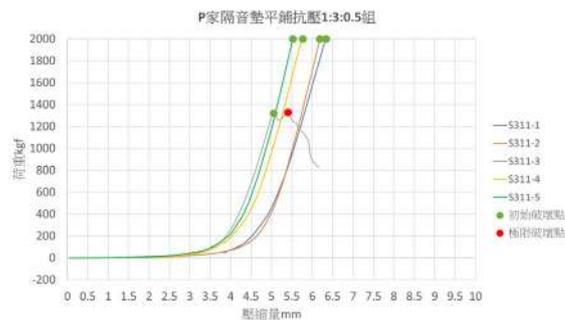


圖 16. S311 變因試驗分析圖

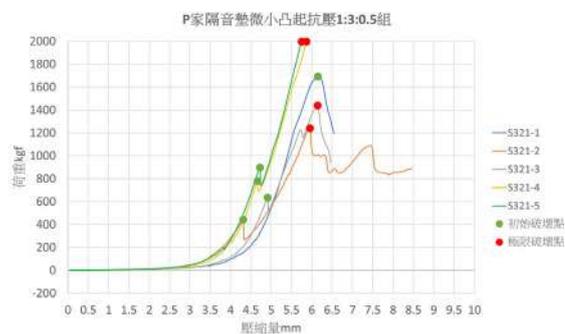


圖 17. S321 變因試驗分析圖

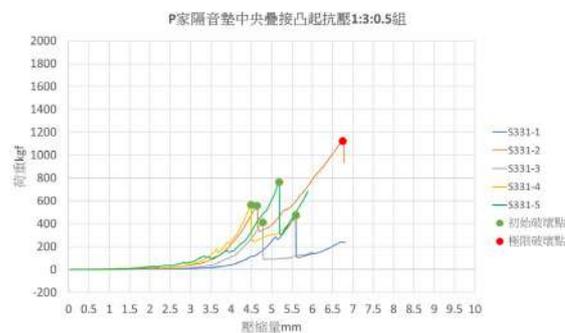


圖 18. S331 變因試驗分析圖

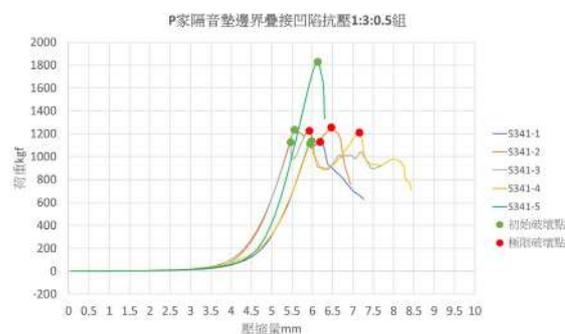


圖 19. S341 變因試驗分析圖

五、結論

5-1 壓層施工前的表面平整性影響

由表 2 中施工前的表面平整性比較之內容，P 隔音墊由於施作習慣，相較無隔音墊與橡膠隔音墊擁有更多變因，常態為平鋪>邊部交疊>皺褶>中央交疊，由施加壓力之區域來判斷，壓力上的凸起面積越大，抗壓強度越低；邊部交疊為較有價值討論的部分，由於凸起區域並非受力區域，受力現象更接近平鋪狀態，但結果上尚有折減的現象。

依照表面平整性影響方面討論與驗證，若材料剛性低易皺褶，變形量大的情況，就平時狀況並不會明顯造成降低強度的風險，而其材料可變化的性質造成的平整性變數，使得壓層施工表面產生變化時，可驗證確實有明顯影響整個構造的強度，而產生壓層裂縫的風險。

5-2 壓層配比影響

由表 2 中壓層配比之比較中可以發現，常態為壓層 4>壓層 1>壓層 2>壓層 3，各壓層之水分重量比為“平均值 0.8”、0.5、0.4、0.3，水量越多的情況，強度也較高，以水泥砂漿凝結程度分析，水量越高水泥漿體越有辦法填充空隙與進行凝結，使得試體強度較為完全，而從文獻回顧 2-3 的方向進行分析，水量若超過一定的範圍，則強度也會開始下降。

依照圖 3 軟質施工面對壓層影響方面，以隔音墊平整的狀態進行分析，被視為彈性材料的橡膠隔音墊較容易造成壓層強度的折減，直到壓層之水分重量比到達 0.3 反而較其他情況下擁有較高的強度，到達 0.8 也依舊維持強度最大值；含有塑性材料的 P 隔音墊不會有太大的強度影響，更接近無隔音墊的狀態，作為結果討論彈性材料可能會因為其材料性質出現強度變數造成不穩定，而水分到達一定值時風險因子則可排除。

5-3 建議

1. 若使用塑性較高的隔音緩衝材，盡可能讓整體構造平整減少產生的裂縫風險。

2. 壓層配比範圍建議可在 1:3:0.5~0.8，強度與工作度皆可接受的範圍內。

5-4 後續研究

1. 進行拉拔試驗對樓板隔音緩衝材工法的討論。
2. 此實驗之裂縫破壞為底部至頂部方向的破壞，為單點抗壓實驗，可進一步探討平整性對抗彎強度的影響，進行雙點抗壓或抗彎之試驗。
3. 可探討側向位移之變因，進行構造上的抗剪試驗。

參考文獻

1. 林文祺、石正義（2012）。室內空間地坪採軟底或大理石貼法之大塊磁磚爆裂拱起現象分析。桃園創新學報，32 期，265-274。
2. 張淪樺（2019）。地磚黏著性與隆起問題之研究。國立台北科技大學土木工程系碩士論文。台北市。
3. S.B. Singh, Pankaj M, & Nikesh T (2015) .Role of water/cement ratio on strength development of cement mortar,Journal of Building Engineering,Volume 4, Pages 94-100.
4. 鄭宜平、廖慧燕（2019）。樓板衝擊音隔音之實踐對策。建築師雜誌，555 期，80-106。
5. 公共工程施工綱要規範第 09341 章鋪地磚(2017)。
6. CNS12611 陶瓷面磚專用接著劑（2011）。
7. 日本建築學會（2001）。建築構造圖解教材。台灣。科技圖書。
8. 建築技術規則設計施工篇第 46 條（2021）。

建物樓板衝擊音之音能降低研究

Evaluation of impact sound reduction of concrete floor with various coverings

羅傑鯨^a、林利國^b、高知鼎^c、葉育儒^d

Jye-Hwang Lo^a, Lee-Kuo Lin^b, Jihh-Ding Gao^c, Yu-Ru Ye^d

^a 國立臺北科技大學土木工程系土木與防災博士班 博士候選人 Doctoral Program of Civil Engineering and Disaster Prevention, Department of Civil Engineering, National Taipei University of Technology, PhD candidate

^b 國立臺北科技大學土木工程系 教授 Department of Civil Engineering, National Taipei University of Technology, Professor

^c 國立臺北科技大學土木工程系土木與防災碩士班 碩士 Master of Civil Engineering and Disaster Prevention, Department of Civil Engineering, National Taipei University of Technology, Master

^d 國立臺北科技大學土木工程系土木與防災碩士班 碩士生 Master of Civil Engineering and Disaster Prevention, Department of Civil Engineering, National Taipei University of Technology, Master Student

論文資訊

論文審查紀錄：

受稿日期

2022 年 05 月 25 日

審查通過日期

2022 年 05 月 28 日

關鍵詞：

樓板表面材料、樓板衝擊音、
落球衝擊試驗

通訊作者：

葉育儒

作者姓名

電子郵件地址：

葉育儒

tl10428080@ntut.org.tw

Article Info

Article history:

Received 25 May 2022

Accepted 28 May 2022

Keywords:

Floor coverings, Floor Impact
Sound, Falling ball impact test

Corresponding author:

Yu-Ru Ye

Author name

E-mail address:

摘要

隨著居住品質意識的抬頭，我國人民除了會將價格、坪數及機能作為居住環境的考量外，也將噪音影響程度作為買房依據；加上民眾大多居住於公寓及大廈等環境中，因此現階段對於房屋內部噪音之防治更是有所要求，有別於過去僅強調外部噪音之降低，亦逐漸重視住宅樓板之隔音議題。本研究以探討建物樓板衝擊音之音能降低研究，模擬實驗樓板表面材發泡聚苯乙烯（Expanded Poly-Styrene；簡稱為 EPS）與目前傳統常見玻璃棉、岩棉及橡膠緩衝材衝擊音隔音性能差異，並加以測試及分析隔音性能上之效果，以期達到防制噪音之目的，進而運用於建築樓板隔音。本研究依測試結果將 25mm EPS 之 K 值與噪音降低值（ Δ dB）進行線性迴歸分析，得出 K 值與（ Δ dB）為正相關之線性關係。單一緩衝材料隔音效果最佳為 30K EPS，最高可隔絕 37.9dB，且單一緩衝材料 EPS 之隔音效果皆優於複合材料；另並針對不同緩衝材結合樓板表面裝修材之衝擊音隔音性能綜合分析，研究發現 EPS 結合塑膠地板之隔音效能為最佳，最高可隔絕 28.4dB。本研究將實驗所測得之隔音分貝量與緩衝材料進行成本分析，以尋求最經濟之隔音效益，分析結果發現 25mm 之 25K EPS 為最具經濟效益之隔音材料，其每坪隔絕 1dB 所需花費成本為 7.57 元。本論文研究之成果能做為建物樓板衝擊音隔音材料之參考。

Abstract

With the rising awareness of living quality, people will not only consider price, space and function, but also consider the impact of noise as the basis for buying a house. Nowadays, most people live in apartments and buildings, so there are more requirements for the prevention of noise inside the house and the sound insulation of residential floors. In this research, the differences in the impact sound insulation performance of EPS and the typical floor surface materials such as glass wool, rock wool, and rubber buffer materials were analyzed to achieve the purpose of noise control. According to the test results and linear regression analysis, the linear relationship between the K value of 25mm EPS and Δ dB is

Yu-Ru Ye
t110428080@ntut.org.tw

positive correlation. The best sound insulation effect of a single buffer material is 30K EPS, which can isolate up to 37.9 dB, and the sound insulation effect of a single EPS buffer material is better than composite materials. According to the comprehensive analysis of the impact sound insulation performance of different buffer materials combined with floor surface decoration materials, it can be concluded that the best sound insulation performance is EPS combined with plastic floor materials, which can isolate up to 28.4 dB. In order to seek the most economical sound insulation effect, this research conducted a cost analysis between the Δ dB measured in the experiment and the buffer material. It is concluded that 25K EPS of 25mm is the most economical sound insulation material, and the cost of 1dB insulation per square meter is 2.29 NT dollars.

2076-5509 ©台灣物業管理學會

一、前言

1-1 研究背景與動機

近年來生活水平逐漸成長，人們除了滿足一般物質需求外，更著重於居住環境之方便性及安定性（潘妮，2017），對此廖文瑜（2014）提到隨著居住品質意識的抬頭，我國人民除了會將價格、坪數及機能作為居住環境的考量外，更將噪音影響程度作為買房依據，有別於過去僅強調外部噪音之降低，現階段住戶對於內部噪音之防止更是有所要求，希冀透過安寧舒適的居家環境來改善生活品質。故本研究彙整我國行政院環保署 2011 年至 2020 年間噪音公害陳情案件總數，可從中發現噪音公害數量占比最高，顯示在人口密度逐漸增加的環境下，噪音干擾是日趨嚴重。

2018 年起，我國政府大幅放寬高樓環評相關法規，使得高樓數日益增長；雖高樓的興建對地區具有高度效益，但因民眾大多居住於公寓及大廈等環境中，使人們逐漸重視住宅樓板之隔音議題。對此我國於 2020 年針對樓板衝擊音隔音構造規定執行相關法規，透過鋪設緩衝材等施工方法，期望有助於加強樓板隔音之功效，以創造寧靜建築改善居住品質。由此可知，緩衝材隔音運用已逐漸受到我國營建產業之重視，雖緩衝材種類多樣且國內樓板隔音相關研究繁多，但 EPS 結合各類裝修材進行隔音性能比較之研究鮮少，因此本研究以 EPS 結合表面裝修材進行衝擊音之隔音性能研究，透過 EPS 具有輕質性、經濟性佳、施工快速與便利、緩衝性佳及耐水性優等特性，進一步探討結合裝修材之隔音性能，以期降低噪音之目的。

1-2 研究目的

本研究主要目的將不同 K 值(密度)之 EPS 塊體結合表面裝修材進行衝擊音之隔音性能研究，透過模擬實驗探討目前傳統常見玻璃棉、岩棉及橡膠緩衝材結合裝修材之衝擊音隔音性能差異，並加以測試及分析，進而運用於建築樓板隔音，故本研究之執行目的分別如下：

1. 探討 EPS 於隔音減噪上之應用，並了解不同樓板表面材及緩衝材組合之衝擊音隔音性能，並將測試結果分析應用於樓板隔音，進而達到防治噪音之效果。
2. 經由實驗分析結果，探討將 EPS 材料應用於樓板隔音之可行性。

二、文獻回顧

2-1 噪音起因與管制

聲音來源主要係由靜態大氣壓力下之空氣粒子經振動所造成之波動，而傳遞速度與不同種類介質(氣體、液體及固體)亦有所不同，以一固定的速度將聲波傳送至人耳產生聽覺。噪音則是不想聽到或讓人感到不舒服的聲音，例如：汽車、機車、火車及飛機等交通工具及機器運轉所發出的聲音。由於國內都市發展快速，造成生活環境的惡化，其中噪音為環境惡化的因子之一，而形成噪音之原因，分述如下：一、戶外噪音：此類噪音國內已有訂定相關法規進行管制，如噪音管制法、噪音管制標準及噪音管制法實施細則等，如交通、航空、營業、工廠、活動、鐵路、娛樂營業及營建施工噪音等。二、室內噪音：包括室內裝修、寵物、樂器或

演唱、音響或擴音設備、使用運動器材、娛樂設施、空氣調節設備、家事用機器及給排水設施振動的聲音，造成鄰戶之干擾，嚴重影響居住安寧，此類噪音稱為「近鄰噪音」。

2-2 樓板衝擊音

根據研究指出，衝擊音是一種特殊的結構聲。這種噪音嚴重影響人們的生活質量，並困擾著建築物的居民(Park & Lee, 2019)，國際間針對樓板衝擊音量測，常用之衝擊源為輕型衝擊源及重型衝擊源，輕型衝擊源特性則近似於小物品掉落、傢俱移動及高跟鞋走路等產生之噪音(羅武銘, 1991)；重型衝擊源則通常發生在多戶型住宅中，通常是由幼兒奔跑或跳躍引起的，這些不規則的噪音，易引起居住於樓板下層之住戶的不愉快(Jeon et al., 2006)。韓國學者 JH Jeong(2015)使用了橡膠球作低頻衝擊噪音源，以模擬兒童在公寓大樓中跳躍和奔跑狀況，而國際間使用之重型衝擊源亦有汽車輪胎、人員步行、衝擊槌、衝擊球、沙包、沙球等來模擬作為樓板衝擊音之發聲器(謝宛均, 2003)。依據行政院環保署指出，衝擊音之傳播介質為固體，受聲波振動所引發，透過物體及人體對構造進行衝擊產生振動，而傳遞於他處所造成的音能，常見於垂直空間中之噪音問題，阻隔噪音之傳遞可以在音源處做隔振處理，隔音材料是衝擊音控制應用中最廣泛和有效的措施之一，如：加設緩衝材等改善方法，降低衝擊音源傳遞之噪音。

2-3 隔音之相關規範

國內住宅區環境之噪音污染管制標準，依據行政院環保署依據噪音管制法第 7 條第 1 項規定，對於一般地區訂有環境音量標準，擬具「噪音管制區劃定作業準則」，第 6 條規定之一般地區音量標準值及相關測量規範，在都市計畫四種住宅區分別列於第一、二、三與四類管制區，都市建築密度越高地區，噪音容許度越高，日間噪音最高量，由 55dB 至 75dB，夜間由 45dB 至 65dB，最高及最低相差範圍日夜間都在 20dB。其測量高度：聲音感應器應置於離地面 120cm 至 150cm 之間，測量地點：不受交通噪音影響且具有代表性之地點，測量地點應距離建築物牆面線 100cm 以上(行政院環境保護署, 2013)。

澳洲、巴西、加拿大、智利、日本、俄羅斯、及美

國等國家已透過訂定建築技術規範提出了衝擊噪音隔離的推薦標準(Alonso et al., 2020)國內建築法規中關於隔音或防音等規定則較少，目前為建築技術規則之建築設計施工篇第二章一般設計通則下之第九節防音有建築防音相關規定，與本研究較為相關之引述條文內容如下：第 46-6 條分戶樓板之衝擊音隔音構造，應符合下列規定之一：一、鋼筋混凝土造樓板厚度在 15 公分以上或鋼承板式鋼筋混凝土造樓板最大厚度在 19 公分以上，其上鋪設表面材(含緩衝材)應符合下列規定之一：(一)橡膠緩衝材(厚度 0.8 公分以上，動態剛性五十萬牛頓/立方公尺以下)，其上再鋪設混凝土造地板(厚度 5 公分以上，以鋼筋或鋼絲網補強)，地板表面材得不限；(二)橡膠緩衝材(厚度 0.8 公分以上，動態剛性五十萬牛頓/立方公尺以下)，其上再鋪設水泥砂漿及地磚厚度合計在 6 公分以上；(三)橡膠緩衝材(厚度 0.5 公分以上，動態剛性五十五萬牛頓/立方公尺以下)，其上再鋪設木質地板厚度合計在 1.2 公分以上；(四)玻璃棉緩衝材(密度 96 至 120 公斤/立方公尺)厚度 0.8 公分以上，其上再鋪設木質地板厚度合計在 1.2 公分以上；(五)玻璃棉緩衝材(密度 96 至 120 公斤/立方公尺)或岩棉緩衝材(密度 100 至 150 公斤/立方公尺)厚度 2.5 公分以上，其上再鋪設混凝土造地板(厚度 5 公分以上，以鋼筋或鋼絲網補強)，地板表面材得不限。

2-4 緩衝材結合樓板表面材之隔音相關研究

謝宛均(2003)研究結果呈現影響表面材衝擊音隔音性能之重要因子為彈性係數，該係數與樓板衝擊音隔音具高度關聯性。

曾品杰(2008)年探討樓板裝修材對樓板衝擊音隔音性能之改善效益，研究中選用石英磚、塑膠、橡膠、防振橡膠及地毯五種不同材質，透過數值模擬探討樓板衝擊音之特性，研究顯示使用不同性質之表面材對樓板衝擊音顯著表面質地較硬者，其衝擊音較大，表面質地柔軟者，衝擊音較小。

鍾松晉(2010)研究顯示緩衝材為樓板衝擊音隔音性能提升之重要因子，一般常見之架高樓板表面材在底層設置緩衝材後可提高整體樓板衝擊音隔音性能，且又以彈簧型之緩衝材為佳。

孫滢翔(2013)研究顯示,將地板架高有助於輕量樓板衝擊音之改善,但於無緩衝層之條件下,對於重量衝擊音可能會發生放大現象。改變玻璃綿及岩綿等緩衝層厚度比起降低密度,更能有效降低輕量樓板衝擊音。

Rasmussen(2014)針對兩類混凝土多層住宅建築進行樓板衝擊音實驗,結果發現一般常見之平鋪地板與聚乙烯結合之樓板表面材,其樓板衝擊音降低約 17dB,而在置換橡膠緩衝材或中密度纖維板等不同構造後,其衝擊音降低量可提高至 20dB 以上。柯廷衛(2016)年針對發泡類緩衝材之樓板衝擊音隔音特性進行研究,發現發泡樹脂之密度、硬度及壓縮應力越低,其樓板衝擊音隔音性能越好。

馮俊豪(2018)研究成果顯示,經既有住宅樓板衝擊音現況調查結果發現,國內住宅常見之樓板構造,隔音等及無法符合國外隔音基準要求,故樓板無採取有效防治對策,其衝擊音成為集合住宅住戶困擾噪音源,另外整體而言樓板緩衝材為影響樓板隔音性能重要因子,且結果顯示,當緩衝材厚度增加其動態剛性數值隨之降低,且低動態剛性之橡膠緩衝材具有較佳之樓板衝擊音隔音性能。

根據以上樓板隔音相關研究整合發現,緩衝材及樓板表面材皆為樓板隔音性能之重要因子,故本研究不同之處在於將不同 K 值之 EPS 塊體結合樓板表面材進行衝擊音之隔音性能研究,透過模擬實驗探討目前傳統常見玻璃棉、岩綿及橡膠緩衝材結合樓板表面材之衝擊音隔音性能差異,並加以測試及分析,進而運用於建築樓板隔音。

三、研究方法

3-1 實驗計畫

發泡聚苯乙烯 (EPS) 具有質量輕、經濟性、低維護、施工簡便、承載能力強、耐水性、良好的隔熱性和

高抗衝擊性等優點,近年來已廣泛應用於建築行業之中(林利國,2017)。

本研究主要係針對 EPS 結合樓板表面材之衝擊音隔音性能研究進行探討,其實驗基礎為 15mm RC 樓板,而本實驗材料以不同密度之 EPS、玻璃棉、岩綿及橡膠緩衝材結合塑膠地板、木地板及磁磚作為實驗變數,並針對不同組合之衝擊音隔音性能進行試驗,如表 3.1 及圖 3.1 所示。

由於岩綿與玻璃棉的密度種類眾多,而本研究按建築技術規則之建築設計施工編第 46-6 條規定,故選用岩綿密度 100K 及玻璃棉密度 96K 進行探討;塑膠地板、木地板及瓷磚的種類眾多,故本研究僅針對工程較常使用之塑膠地板 4mm、木地板 15mm 及瓷磚 7mm 進行分析探討。

本實驗量測時間均為深夜 00:00~04:00 進行,其測試距離將參考「噪音管制區劃定作業準則」第 6 條規定,一般地區音量標準值及相關測量規範,量測距離為建築物牆面線 100cm 以上,本研究將衝擊源選用落球衝擊試驗機做為衝擊音發聲器,於上層音源室將裝置安裝定位,並調整落球高度固定 50cm,下層收音室將分貝計垂直距離地面 150cm 處收音,背景噪音須符合 CNS15160-8 現場測定標準,差 6~10dB 修正,差大於 10dB 不修正,觀測樓板溫度在 18°C~25°C 範圍內,實驗材料分別為單一材料及複合材料兩大類,會將試體平鋪於樓板上方,找出不同變數中隔音特性之關係(參考圖 3.2),探討其材料性質之隔音效果,以作為日後隔音工程參考。

表 3.1 實驗變數分類表

項目		實驗變數
單一材料		A : 4mm 塑膠地板 B : 9mm 木地板 C : 9mm 磁磚
複合材料	第一類	A : 15K EPS(塊體)25mm + 4mm 塑膠地板 B : 20K EPS(塊體) 25mm + 4mm 塑膠地板 C : 25K EPS(塊體) 25mm + 4mm 塑膠地板 D : 玻璃棉 25mm + 4mm 塑膠地板 E : 岩綿 25mm + 4mm 塑膠地板

		F : 橡膠緩衝材 8mm + 4mm 塑膠地板
第二類		A : 15K EPS(塊體) 25mm + 9mm 木地板 B : 20K EPS(塊體) 25mm + 9mm 木地板 C : 25K EPS(塊體) 25mm + 9mm 木地板 D : 玻璃棉 25mm + 9mm 木地板 E : 岩棉 25mm + 9mm 木地板 F : 橡膠緩衝材 8mm + 9mm 木地板
第三類		A : 15K EPS(塊體) 25mm + 9mm 磁磚 B : 20K EPS(塊體) 25mm + 9mm 磁磚 C : 25K EPS(塊體) 25mm + 9mm 磁磚 D : 玻璃棉 25mm + 9mm 磁磚 E : 岩棉 25mm + 9mm 磁磚 F : 橡膠緩衝材 8mm + 9mm 磁磚

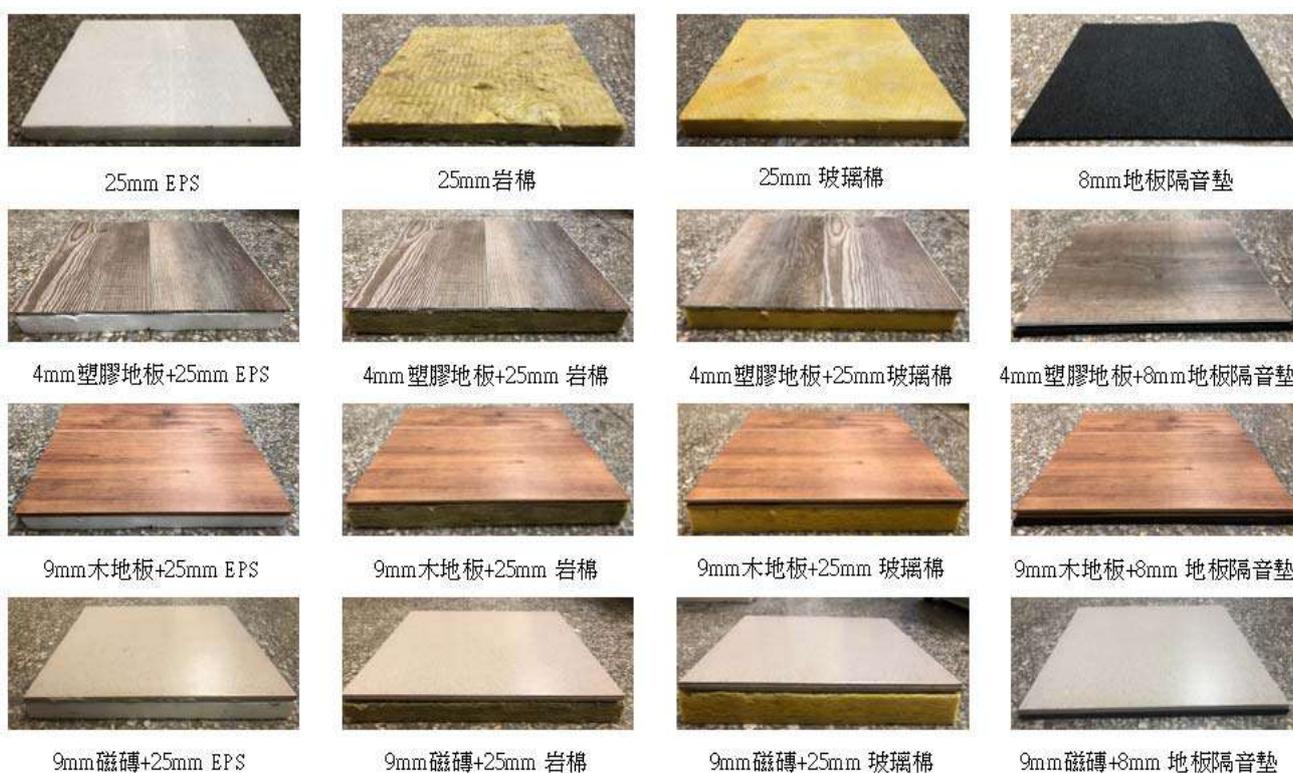


圖 3.1 實驗試體示意圖

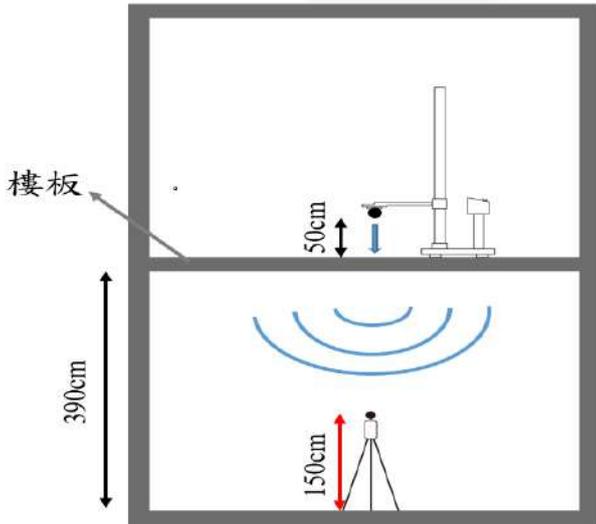


圖 3.2 實驗測定架構示意圖

3-2 實驗步驟

步驟一：音源室衝擊源裝置安裝與定位，調整落下之高度 50cm，並將 2Kg 鋼球吸附於儀器已通電之磁鐵，固定衝擊源垂直落下。

步驟二：受音室環境溫度檢測及背景噪音檢測，確認收音點位置，將分貝計放置垂直距離地面 150cm 處。

步驟三：依序更換試體，並記錄分貝計測出之音量直至各試體均量測完畢，始完成實驗。

四、研究成果

4-1 實驗背景

本實驗目的為求得 EPS 結合樓板表面材之衝擊音隔音性能，EPS 材料選用三種不同之密度，分別為 15K、20K 及 25K 來進行測試。本實驗地點為國立臺北科技大學國父百年紀念館內，為減少背景噪音之干擾及提高數據準確性，本實驗量測時間為凌晨 00：00~04：00，當天所量測值根據行政院環保署噪音管制標準第三條，於量測特定音源過程中，除了預量測特定的音源外，其餘音量皆為背景噪音，測量場所之背景音量，至少與欲測量音源之音量相差 10 分貝 dB 以上，如相差之

數值未達 10 分貝 dB，則欲測量音量應進行修正（行政院環境保護署，2013）。

4-2 實驗數據及隔音效能分析

本實驗單一材料共計八組數據，分別為無緩衝材、25mm15K、20K、25K 及 30K EPS、25mm 岩棉、25mm 玻璃棉及 8mm 地板隔音墊；未鋪設緩衝材時噪音最高值為 84.8dB，再經與各試體實驗結果計算，可得在各敲擊次數中最佳隔音效果依序如下：30K EPS 可隔絕 37.9dB、25K EPS 可隔絕 37.5dB、20K EPS 可隔絕 36.9dB、15K EPS 可隔絕 36.2dB、岩棉可隔絕 27.6 dB、玻璃棉可隔絕 26dB 及地板隔音墊可隔絕 21.7dB，因此整體隔音效果最佳為 30K EPS，地板隔音墊效果為最差，整體緩衝材之隔音試驗結果皆大於法規訂定之 17dB 以上(參考圖 4.1)。

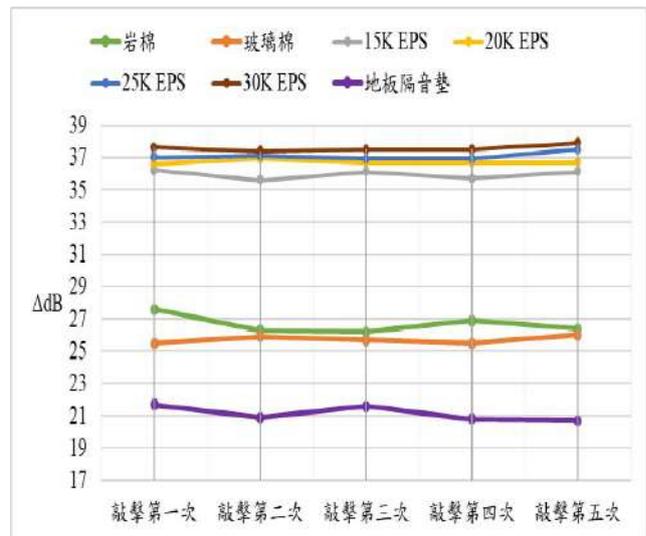


圖 4.1 單一材料隔音效果

本研究進一步針對實驗數據進行線性迴歸分析，結果分析如表 4.1 所示，敲擊次數共計五次，判定係數分別為：敲擊第一次 $R^2=0.989$ 、敲擊第二次 $R^2=0.83$ 、敲擊第三次 $R^2=0.968$ 、敲擊第四次 $R^2=0.933$ 及敲擊第五次 $R^2=0.986$ ，皆達顯著水準，表示 EPS 之 K 值可以有效預測隔音效果。

表 4.1 25mm EPS 線性迴歸方程式及判定係數 R²

次數	迴歸方程式	判定係數 R ²
敲擊第一次	$y = 0.46x + 35.7$	0.989**
敲擊第二次	$y = 0.56x + 35.35$	0.83*
敲擊第三次	$y = 0.44x + 35.7$	0.968*
敲擊第四次	$y = 0.56x + 35.3$	0.933*
敲擊第五次	$y = 0.62x + 35.5$	0.986**

本實驗第一類複合材料共計 7 組數據，分別為 4mm 塑膠地板、25mm 15K、20K 及 25K EPS+塑膠地板、25mm 岩棉+塑膠地板、25mm 玻璃棉+塑膠地板及 8mm 地板隔音墊+塑膠地板；經與各試體實驗結果計算，可得出在各敲擊次數中最佳隔音效果依序如下：25K EPS+塑膠地板可隔絕 28.4dB、20K EPS+塑膠地板可隔絕 27.9dB、15K EPS+塑膠地板可隔絕 26.6dB、岩棉+塑膠地板可隔絕 26.4dB、玻璃棉+塑膠地板可隔絕 25.8dB 及地板隔音墊+塑膠地板可隔絕 21.2dB，整體隔音效果最佳為 25K EPS+塑膠地板，地板隔音墊+塑膠地板效果為最差，因此整體複合材料之隔音試驗結果皆大於法規訂定之 17dB 以上(參考圖 4.2)。

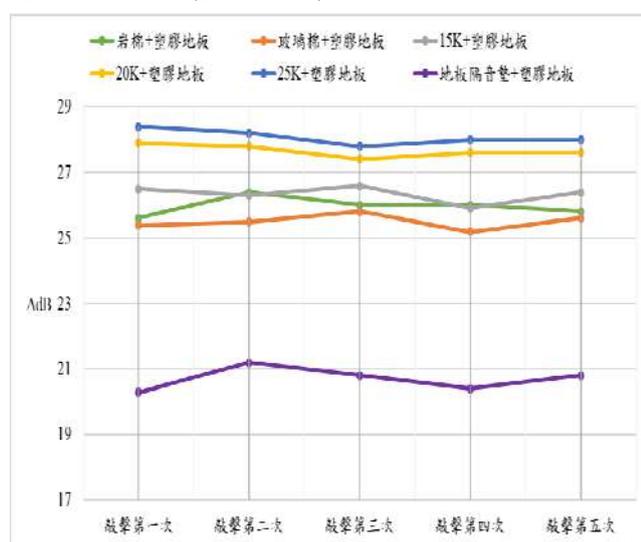


圖 4.2 第一類複合材料隔音效果

本實驗第二類複合材料共計 7 組數據，分別為 9mm 木地板、25mm 15K、20K 及 25K EPS+木地板、25mm 岩棉+木地板、25mm 玻璃棉+木地板及 8mm 地板隔音墊+木地板；經與各試體實驗結果計算，可得出在各敲擊次數中最佳隔音效果依序如下：岩棉+木地板可隔絕

21.7dB、玻璃棉+木地板可隔絕 21.2dB、25K EPS+木地板可隔絕 20.2dB、20K EPS+木地板可隔絕 18.5dB、15K EPS+木地板可隔絕 16.6dB、及地板隔音墊+木地板可隔絕 15.8dB，因此整體隔音效果最佳為岩棉+木地板，地板隔音墊+木地板效果為最差，除了 15K EPS+木地板及地板隔音墊+木地板未達到法規訂定之標準外，其餘複合材料之隔音試驗結果皆大於法規訂定之 17dB 以上(參考圖 4.3)。

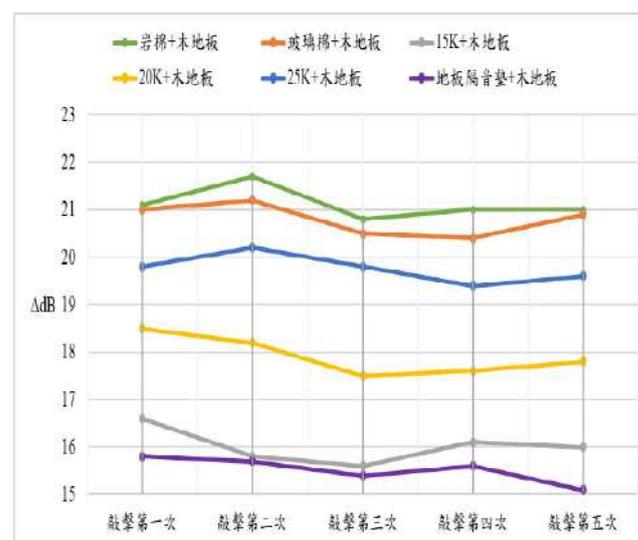


圖 4.3 第二類複合材料隔音效果

本實驗第三類複合材料共計 7 組數據，分別為 9mm 磁磚、25mm 15K、20K 及 25K EPS+磁磚、25mm 岩棉+磁磚、25mm 玻璃棉+磁磚及 8mm 地板隔音墊+磁磚；經與各試體實驗結果計算，可得出在各敲擊次數中最佳隔音效果依序如下：岩棉+磁磚可隔絕 23.6dB、玻璃棉+磁磚可隔絕 22.6dB、25K EPS+磁磚可隔絕 21.4dB、20K EPS+磁磚可隔絕 19.8dB、15K EPS+磁磚可隔絕 18.1dB、及地板隔音墊+磁磚可隔絕 17.2dB，因此整體隔音效果最顯著為岩棉+磁磚，地板隔音墊+磁磚效果為

最差，除了地板隔音墊+磁磚於實驗過程中未全數達到法規訂定之數據外，其餘複合材料之隔音試驗結果皆大於法規訂定之 17dB 以上(參考圖 4.4)

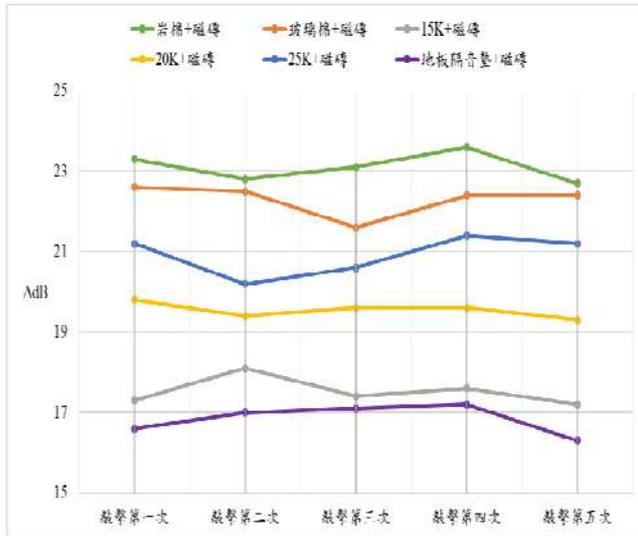


圖 4.4 第三類複合材料隔音效果

4-3 成本分析

本研究針對效果最為顯著之 25K EPS 塊體、100K 岩棉及 96K 玻璃棉進行訪價，詢問三家廠商之價格作

表 4.2 緩衝材料平均價格

品項	廠商 A	廠商 B	廠商 C	平均價格
EPS 塊體(元/ cm ³)	0.0032	0.0037	0.0033	0.0034
岩棉(元/ cm ³)	0.0059	0.0056	0.0055	0.0057
玻璃棉(元/ cm ³)	0.0108	0.0125	0.0133	0.0122

為材料平均成本，如表 4.2 所示：以立方公分為單位計價，進而估算出平均價格為 EPS 塊體(0.0034 元/ cm³)；岩棉(0.0057 元/ cm³)；玻璃棉(0.0122 元/ cm³)，將所得材料之平均價格帶入 3 組緩衝材，即可估算所需成本。

單一緩衝材料分別為 25K EPS、100K 岩棉及 96K 玻璃棉；經成本分析後，如圖 4.5 所示，可得知 25K EPS 於每坪隔絕 1dB 所需花費成本 7.57 元為最低，其次為 100K 岩棉每坪隔絕 1dB 所需花費成本 17.66 元，而 96K 玻璃棉於每坪隔絕 1dB 所需花費成本 39.2 元為最高。

經統整分析後，本研究將透過各表面材之最佳經濟隔音材料進行探討，其中 25K EPS 結合不同表面材時，每坪隔絕 1dB 所需花費成本皆為最低，為最具經濟效益之隔音材料，其次為 100K 岩棉，96K 玻璃棉為最不符合經濟之隔音材料，如圖 4.6 所示。

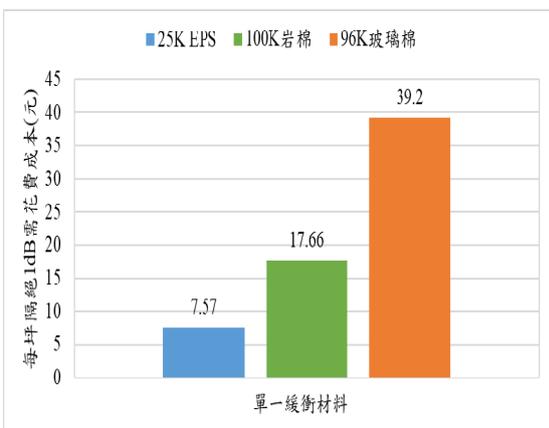


圖 4.5 最佳效益之單一材料

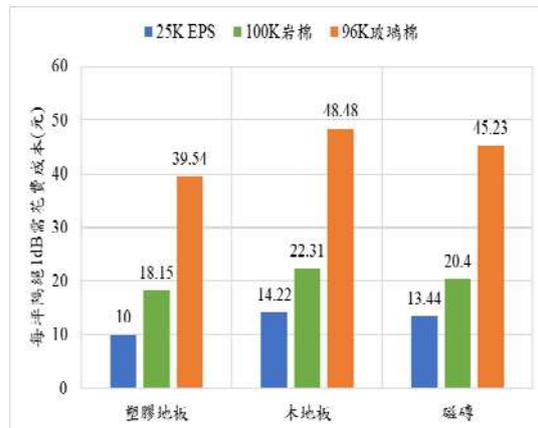


圖 4.6 最佳效益之複合材料

五、結論與建議

5-1 結論

本研究主要探討不同 K 數之 EPS、玻璃棉、岩棉、地板隔音墊及不同樓板表面材之組合進行衝擊音隔音性能研究，且依據建築技術規則建築設計施工編第 46-6 條規範規定，其衝擊音降低量須達到 17 分貝以上，另外針對緩衝材成本進行分析，經實驗結果分析出以下結論：

1. 本研究經實驗得知 25mm30K EPS 單一材料隔音效果為最佳，其最高可隔絕 37.9dB，若將 25mm EPS 之 K 值與噪音降低值 (Δ dB) 進行線性迴歸分析，得出 K 值與噪音降低值為正相關之線性關係。
2. 針對不同緩衝材結合樓板表面裝修材之隔音性能綜合分析，可發現 25mm25K EPS+塑膠地板之衝擊音隔音效能為最佳，最高可隔絕 28.4dB；於木地板及磁磚之組合中，其結合岩棉效果較優，可分別隔絕 21.7dB 及 23.6dB。
3. 針對較具顯著隔音效果之材料進行成本分析，25K EPS 為最具經濟效益之隔音材料，每坪隔絕 1dB 僅需花費 7.57 元，為最低之成本價格；其次為 100K 岩棉每坪隔絕 1dB 所需花費成本 17.66 元；96K 玻璃棉則是每坪隔絕 1dB 所需花費 39.2 元，為花費成本最高之隔音材料。

5-2 建議

本研究針對 EPS 結合樓板表面材進行衝擊音隔音之相關實驗探討，然尚有不足之處可作為後續研究之建議參考：

1. 本研究緩衝材料僅針對 25mm EPS、岩棉、玻璃棉及 8mm 地板隔音墊做為實驗變數；且樓板表面材僅針對塑膠地板、木地板及磁磚做為實驗變數，未來可針對其他種類緩衝材料及表面裝修材進行隔音測試。
2. 本研究成本分析僅針對材料價格進行探討，後續另可針對材料運輸成本、運輸便利性及施工方法之機能性等以數學模式作分析，並針對材料耐久

性質進行測試探討。

六、參考文獻

1. 內政部營建署，建築技術規則建築設計施工編，2022。
2. 行政院環境保護署，噪音管制標準，2013。
3. 行政院環境保護署，公害陳情案件，2021。
4. 林利國(2017)。國內 EPS 之發展與防災研究。2017 道路防災與安全管理研討會。
5. 經濟部標準檢驗局 (2009)。CNS 15160-8：聲學-建築物及建築構件之隔音量測—重質標準樓板表面材之衝擊音降低量實驗室量測，臺北市。CNS 15160-8 中華民國國家標準。
6. 柯廷衛 (2016)。直鋪式木質複合地板對樓板衝擊音改善效果之研究，國立成功大學建築研究所碩士論文，台南市。
7. 孫澄翔 (2013)。木質表面構材對於重質樓板衝擊音之改善效果。國立屏東科技大學木材科學與設計系所碩士論文，屏東縣。
8. 曾品杰 (2008)。樓版裝修材對樓版衝擊音隔音性能之效益。國立成功大學建築學系碩博士班博士論文，台南市。
9. 馮俊豪 (2018)。既有住宅樓板隔音性能提升策略之探討。國立成功大學建築學系博士論文，台南市。
10. 經濟部標準檢驗局 (2009)。CNS 15160-8：聲學-建築物及建築構件之隔音量測—重質標準樓板表面材之衝擊音降低量實驗室量測，臺北市。CNS 15160-8 中華民國國家標準。
11. 廖文瑜 (2014)。住宅給排水設備及管路噪音現況探討。國立成功大學建築研究所碩士論文，台南市。
12. 潘妮 (2017)。都市家戶居住品質對住宅權屬選擇影響研究——大陸與台灣之實證比較。國立成功大學都市計畫研究所碩士論文，台南市。
13. 謝宛均 (2003)。有限元素法預測樓版衝擊音衰減

特性之研究—以樓版表面材彈性係數變因探討之。國立成功大學建築研究所碩士論文，台南市。

14. 羅武銘 (1991) 住宅音環境控制之研究—台灣地區集合住宅樓板衝擊音隔音性能之評估研究。國立成功大學建築研究所碩士論文，台南市。
15. 鍾松晉 (2010)。以表面裝修構造改善樓板輕量衝擊源之隔音性能實驗研究。建築學報增刊 (技術專刊), 74, 15-32。
16. Alonso, A., Patricio, J., Suarez, R., & Escandon, R. (2020). Acoustical retrofit of existing residential buildings: Requirements and recommendations for sound insulation between dwellings in Europe and other countries worldwide. *Building and Environment*, 174, 106771.
17. Jeong, J. H. (2015). Evaluation method of rubber ball impact sound. In *Proceedings of EuroNoise* (pp. 1901-1905).
18. Jeon, J. Y., Ryu, J. K., Jeong, J. H., & Tachibana, H. (2006). Review of the impact ball in evaluating floor impact sound. *Acta Acustica united with ACUSTICA*, 92(5), 777-786.
19. Park, S. H., & Lee, P. J. (2019). Reaction to floor impact noise in multi-storey residential buildings: The effects of acoustic and non-acoustic factors. *Applied Acoustics*, 150, 268-278.
20. Rasmussen, B., Hoffmeyer, D., & Hansen, R. (2014). Impact sound insulation improvement of wooden floors on concrete slabs: A pilot study on solutions and test methods. In *Proceedings of Forum Acusticum 2014 European Acoustics Association - EAA. Forum Acusticum*.

冠狀病毒防疫對策的火災危險與預防

Novel coronavirus epidemic prevention countermeasures to fire hazards and prevention

楊欣潔^a

Hsin-Chieh Yang^a

^a 國立高雄大學建築學系 副教授 Associate Professor, Department of Architecture, National University of Kaohsiung

論文資訊

論文審查紀錄：

受稿日期

2022 年 05 月 25 日

審查通過日期

2022 年 05 月 28 日

關鍵詞：

2019 冠狀病毒病、防疫、火災預防

通訊作者：

楊欣潔

電子郵件地址：

kiyoshiyang@gmail.com

Article Info

Article history:

Received 25 May 2022

Accepted 28 May 2022

Keywords:

COVID-19, Epidemic Prevention, Fire Prevention

Corresponding author:

Hsin-Chieh Yang

E-mail address:

kiyoshiyang@gmail.com

摘要

COVID-19 的出現使得人類的生活型態大幅的改變，遠距工作與遠距教學漸漸成為新防疫生活模式，也大幅增加民眾的在宅時間與爐火烹煮的使用頻率。疫情期間因民眾減少外出，部分營業場所受疫情衝擊停業，而營業中的場所也開始強化飛沫防止、手部消毒、出入口管制等防疫措施，但上述新防疫生活模式與防疫對策對潛藏著火災安全問題。例如賣場結帳櫃台等開始裝設防止飛沫傳染的透明塑膠布，但其大多為易燃材質，一旦被引燃就會迅速燃燒擴大，造成火災快速蔓延，且當其設置位置不當，恐會影響消防設備的效果及阻礙人員避難安全，造成更大之危害。

由於 COVID-19 形成的新防疫生活模式與防疫對策恐對住宅、停業之營業場所、營業中場所的火災安全造成危害，為避免防疫對策增加火災危險，本研究提出防疫策略下可能產生的火災安全問題，讓民眾與相關主管機關意識到防疫策略下可能產生的火災安全問題，提升民眾和業者的防火管理意識。因國內目前尚未有相關探討與指引，本研究蒐集日本的相關指引與規範，彙整台灣現況與防疫對策所形成之火災危險因子，並分析個因子與起火、感知、火災擴大、人員避難等火災階段的關係。最後，對火災問題較複雜的營業場所擬定防疫對策下的火災安全檢核表，期能透過火災安全檢核表的運用，避免因防疫對策增加火災危險，提升營業場所防疫對策的火災安全。

Abstract

To prevent the spread of the virus, droplet prevention and hand disinfection have become part of life. Business places such as takeout counters, restaurants, etc. shall be equipped with transparent plastic cloth to prevent droplets, and alcohol shall be placed at the entrance or on dining tables. However, the above-mentioned measures create a fire hazard. Since most of the transparent plastic cloth is flammable material, once it is ignited, it will burn, and fire will expand quickly. When it is installed in an improper position, it will negatively affect the effect of firefighting equipment, or hinder evacuation. Therefore, attention should be paid to the material and location of the transparent plastic cloth, especially combined with the use of alcohol, to avoid affecting fire safety due to epidemic prevention.

一、研究背景與目的

COVID-19 的出現造成人類生活型態的重大改變，為避免疫情擴大，各國政府紛紛開始限制民眾的活動，警戒期間民眾減少外出，部分營業場所受疫情衝擊停業，另一方面，為避免職場與校園群聚，改採居家辦公與遠距教學也增加了民眾的在宅時間。多數營業場所為防止 COVID-19 的傳播，開始設置各種透明塑膠布或透明隔板、出入口或餐桌放置酒精消毒液以便民眾消毒手部、於出入口進行人員管制措施等。但上述為因應 COVID-19 所形成的新防疫生活模式與防疫措施恐對於火災安全產生影響，因此，COVID-19 防疫對策的火災危險與預防成為防疫下必須面對的新課題。

居家辦公與遠距教學增長民眾的在宅時間，且民眾為避免外食，住家的電氣與爐火烹煮的使用頻率亦隨之增加，導致住宅火災危險的增加。營業場所於停業後，常因難以持續維持防火管理而增加火災危險，如未確實關閉瓦斯、電器與設備，或將大量可燃物堆置於周遭或樓梯間等，導致停業場所的火災危險增加。

另一方面，為防止 COVID-19 的傳播，防止飛沫傳染與手部消毒已成為日常生活中防疫對策的一部分，多數與不特定多數人接觸的營業場實施了各種防疫措施，例如為有效防止飛沫傳染，賣場、銀行等營業場所的結帳櫃台、餐廳的桌與桌間距、餐桌上等開始裝設各種透明塑膠布或透明隔板，並於出入口或餐桌上放置酒精消毒液以便民眾消毒手部。但上述的防疫措施若無適當的設置及使用原則，恐會增加火災危險。防止飛沫傳染的透明塑膠布、透明塑膠板大多是由易燃材料製成，一旦被引燃就會迅速燃燒擴大，造成火災快速蔓延，且當其設置位置不當，恐會影響消防設備的效果及阻礙人員避難安全，造成更大之危害。酒精消毒液因具有易燃性，因此在使用上必須特別注意放置位置與使用原則。

綜上所述，COVID-19 造成的新防疫生活模式與防疫對策恐對住宅、停業之營業場所、營業中場所的火災安全造成危害。日本為避免疫情影響增加火災危險，日本總務省消防廳於 2020 年開始陸續發布相關事務通知，如令和 3 年 9 月 14 日「新型コロナウイルス感染症の影響を踏まえた点検等に係る留意事項について」、令和 2 年 6 月 1 日所發布之「飛沫防止用のシー

トに係る火災予防上の留意事項について」、令和 2 年 4 月 3 日「新型コロナウイルスの感染拡大防止等に対応した危険物施設における検査等の運用について」、令和 2 年 3 月 18 日「消毒用アルコールの安全な取扱い等について」等，對於疫情影響下可能產生之火災安全問題提出預防策略。

台灣目前處於疫情急速擴散的時期，居家隔離人數與受疫情衝擊的店家急遽增加，許多營業中的場所也開始強化防疫措施，在疫情急速擴散的影響下恐會增加火災危險。由於國內目前尚未有相關探討與指引，為避免防疫對策增加火災危險，本研究將探討防疫對策下的火災安全問題，彙整台灣與日本相關規範與預防對策，最後提出營業場所於防疫對策下的火災安全檢核表供業者參考，以確保防疫措施下的火災安全。本研究之目的如下：

1. 探討防疫對策下的火災安全問題。
2. 彙整日本相關規範與預防對策。
3. 分析火災危險因子與起火、感知、火災擴大、人員避難階段之關係，配合台灣現況彙整防疫對策。
4. 研擬營業場所防疫對策之火災安全檢核表，未來可供業者參考。
5. 確保營業場所防疫措施下的火災安全。

二、防疫對策下的火災安全問題與對策

為瞭解防疫對策下的火災安全問題，本研究分析疫情影響下可能產生之火災安全問題如下：

1. 營業場所於停業後，常因難以持續維持防火管理而增加火災危險。
2. 民眾在宅時間增加，增加電氣與爐火烹煮的使用時間。
3. 營業場所裝設無防火性能的透明塑膠布、透明塑膠板，火災發生時恐快速延燒。
4. 天花板下方掛置的透明塑膠布位置不當時，恐影響原有消防設備的效果或阻礙人員避難。
5. 出入口管制措施不當影響人員避難。
6. 酒精消毒液的不當放置或使用不慎易引發火災。

2-1 營業場所的火災安全對策

世界各國受疫情影響，民眾減少外出導致部分營業

場所受疫情衝擊停業，為確保營業場所停業與復業的火災安全，東京消防廳與札幌市消防局分別提出相應對策。其中，令和 2 年 4 月 8 日「事業所の休業に伴う火災予防について」，對於營業場所停業時進行防火安全確認之項目如下^[1]：

1. 檢查火源與電氣設備
關閉燃氣設備總開關，確認電線狀態，將不使用之電器的插頭拔掉，確實進行用火用電管理。
2. 防止縱火的管理確實上鎖，不要將紙板等可燃物堆放在建築物周圍。
3. 避難設施的管理維護
 - 走廊、樓梯、逃生出口等避難設施不要放置物品，以避免妨礙避難。
 - 不可放置物品阻礙妨防火設備的關閉。
 - 防火設備周遭不要放置可燃物。

札幌市消防局則於「事業所再開時の防火管理について」對營業場所復業時的防火管理注意事項如下^[2]：

1. 火源與電器的管理
 - 檢查火源和電氣設備
 - 檢查消防設備
 - 在通電前檢查電氣線路及電器狀態
 - 整理電源線周圍環境
2. 防止縱火的管理
 - 不要將紙箱等可燃物堆放在建築物周遭或室內。
 - 門口、倉庫、車庫等應確實上鎖
 - 進行避難設施的管理維護

2-2 遠距辦公的火災安全對策

COVID-19 擴散後，為避免疫情的傳播，民眾使用爐火烹煮的頻率增加，日本曾發生因開著爐火時同型進行遠距辦公或網絡會議而引發火災的案例，隨著在宅時間的增加，住宅火災的次數也隨之增加。日本滋賀縣彦根市消防本部「外出自粛中の家庭や休業中の事業所等での火災予防について」^[3]，對於遠距辦公增加在宅時間的火災預防注意事項如下：

1. 不要讓孩子玩火
2. 不睡覺抽煙

3. 爐火烹煮務必遵守人離熄火的原則
4. 正確使用電器，延長線不要過載
5. 住家周圍不要放置易燃物品
6. 風大時不要生火
7. 易燃物品遠離爐火

爐火烹煮與電氣設備為台灣住宅火災發生的主要原因，當在家時間增加時，應時常檢查住宅防火的情況。另一方面，火災警報器是預防逃生延遲的有效設備，因此建議住宅應安裝火災警報器，以確保居家防疫的火災安全。

2-3 透明塑膠布的火災問題與對策

為防止飛沫傳染，透明塑膠布與透明隔板成為營業場所防疫下的必需品，東京消防廳消防安全技術所曾對於透明塑膠布的材質進行燃燒實驗，比較透明塑膠布有無防焰性能的差異。該實驗分別於 0.3 mm 和 0.5 mm 厚的塑膠布上以打火機施加火源，約 10 秒後，沒有防焰性能的透明塑膠布開始燃燒擴散；而具有防焰性能的透明塑膠布則持續融化，且未有明顯的燃燒^[4]。該實驗結果顯示，透明塑膠布具有防焰性能時可防止初期燃燒擴大。因此當透明塑膠布設置於爐火或發熱照明設備附近時，應注意是否使用具有防火性能的製品。

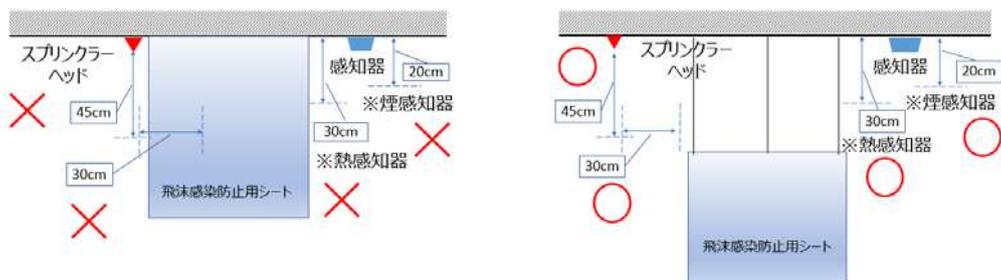
日本總務省消防廳於令和 2 年 6 月 1 日所發布之「飛沫防止用のシートに係る火災予防上の留意事項について」，對於透明塑膠布的材質與設置原則如下^[5]：

1. 從天花板懸掛時，應與消防設備保持一定距離，以避免影響消防設備的效果，如圖 1 所示。
 - 自動撒水設備：應距離撒水頭高度 45 公分以上、兩側 30 公分以上。
 - 火災警報器：應距離偵煙探測器高度 20 公分以上；偵熱探測器高度 30 公分以上
2. 應與火氣設備、火氣器具、白熾燈泡等熱源保持安全距離。
3. 不可設置於避難通路上，以避免阻礙人員避難。
4. 選擇具有防火性能的薄板材料。

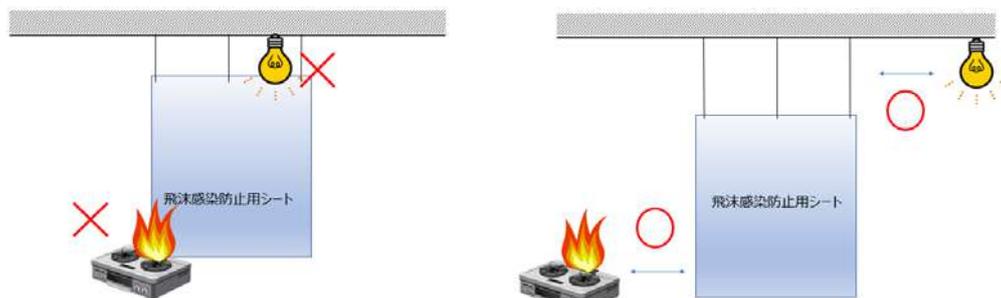
本研究對國內賣場進行調查，國內賣場大多使用懸

吊桿方式設置，可維持與天花板間之距離，但常出現與

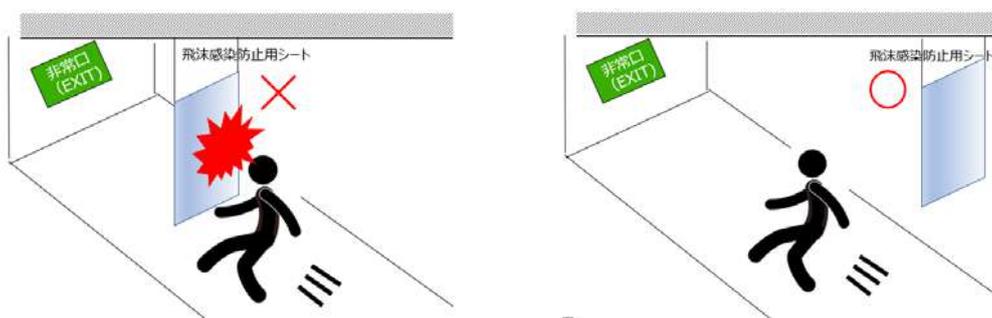
消防設備間距不足之狀況，如圖 2 所示之賣場 A 設置位置雖與火災警報器一定之距離，但透明塑膠布設置於撒水頭下方，火災時恐影響設備之滅火性能。圖 3 所示之賣場 B 則白熾燈泡未維持一定之距離，為較危險的設置位置。



與撒水頭和火災警報器的距離



與熱源設備保持安全距離



不可設置於避難通路上

圖 1 透明塑膠布的設置原則^[6]



圖 2 賣場 A 透明塑膠布的設置現況



圖 3 賣場 B 透明塑膠布的設置現況

2-4 酒精消毒液的設置與使用

COVID-19 防疫對策除防止飛沫傳染外，手部的消毒也是重要的措施之一，因此在家中、外出、營業場所或工作場所等皆會放置或使用酒精消毒液。內政部消防署對於防疫期間酒精儲存及使用安全的注意事項如下^[7]：

1. 盛裝的容器要蓋妥，避免撞擊、掉落或傾倒洩出。
2. 勿放置於孩童容易取得的地方。
3. 小瓶分裝應標示清楚，避免誤用。
4. 儲存時注意遠離熱、火源。
5. 要儲存在陰涼、乾燥且通風良好處。
6. 不要大量使用，且要遠離火源、保持通風，勿隨意棄置。

日本總務省消防廳於令和 2 年 4 月 3 日「新型コロ

ナウイルスの感染拡大防止等に対応した危険物施設における検査等の運用について」，對於酒精消毒液的防火注意事項如下^[8]：

1. 補充酒精消毒液時所產生的蒸汽可能會在室溫下起火。
2. 由於蒸汽比空氣重，因此蒸汽會累積在下方。
3. 使用酒精時周圍應嚴禁用火。
4. 補充酒精消毒液時要保持通風。
5. 消毒雙手後，待其完全乾燥後再進行作業。
6. 準備滅火器。

另一方面，令和 2 年 3 月 18 日「消毒用アルコールの安全な取扱い等について」，對酒精消毒液的設置與使用的防火注意事項如下：

1. 不要在靠近火源的地方使用酒精。
2. 進行室內消毒或分裝酒精時，會有易燃蒸氣蓄積的風險，建議在通風良好或具換氣的地方進行，並避免在封閉的居室內噴灑大量酒精。
3. 設置和儲藏酒精時，要避免暴露在陽光直射或高溫的地方，並避免讓容器掉落或受衝擊。
4. 分裝酒精時要注意不要有洩漏、溢出或飛散，並於容器外標示「外用酒精」和「遠離火源」之警語。

三、防疫對策的危險要因與火災安全檢核表

為分析 COVID-19 所形成的新防疫生活模式與防疫措施對於火災安全產生影響，本研究彙整台灣現況與防疫對策所形成之火災危險因子，並分析個因子與起火、感知、火災擴大、人員避難等火災階段的關係，其關係圖如圖 4 所示。

本研究提出防疫策略下可能產生的火災安全問題，並蒐集相關文獻後發現，由於國內目前對營業場所防疫策略的火災安全尚未有相關探討與指引，為避免防疫對策增加火災危險，本研究將對火災問題較複雜的營業場所擬定防疫對策下的火災安全檢核表，未來可供業者參考，以確保營業場所防疫措施下的火災安全。

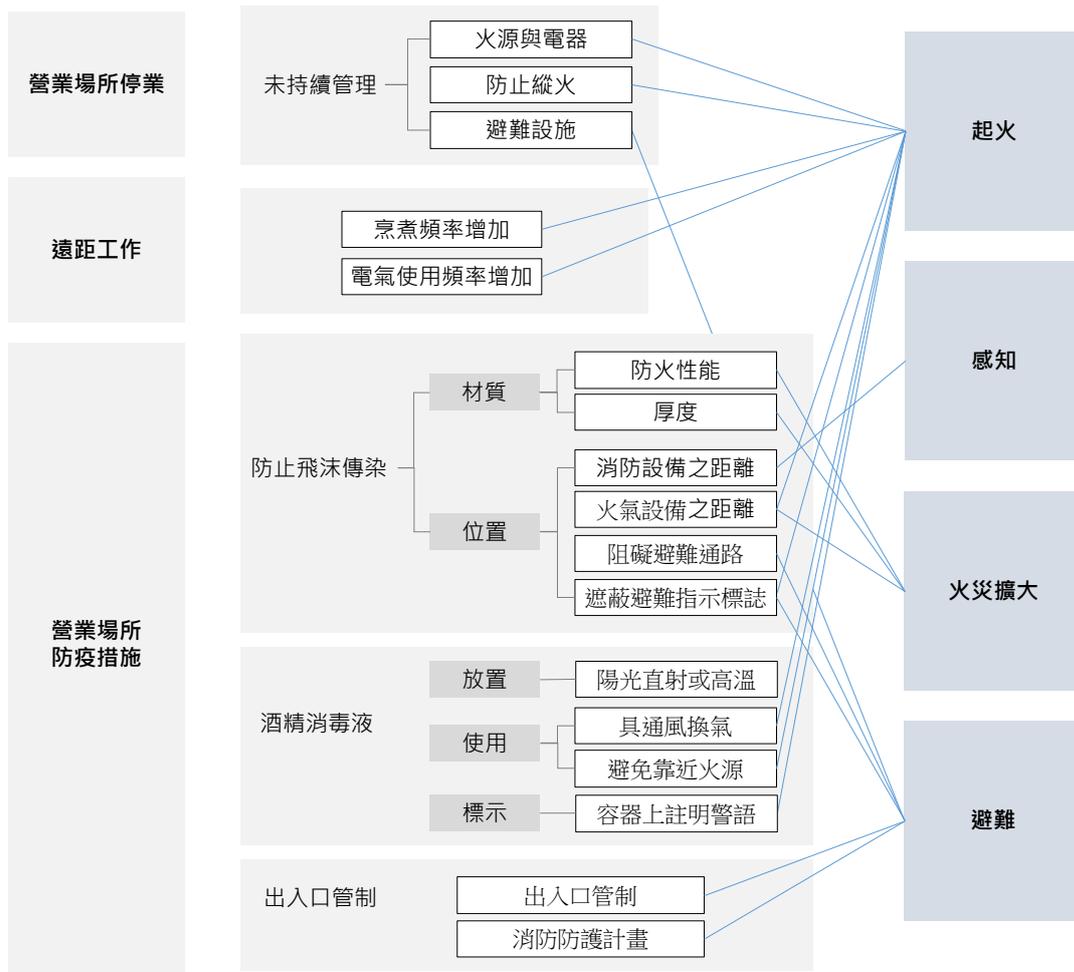


圖 4 防疫對策的危險要因與火災階段之關係

表 1. 營業場所防疫措施的火災安全檢核表

對象	項目	內容	檢核結果
營業場所的休業檢查	火源與電氣設備的管理	關閉燃氣設備總開關	
		確認電線狀態，將不使用之電器的插頭拔掉	
		整理電源線周圍的環境	
	防止縱火的管理	門口、倉庫、車庫等確實上鎖	
		不要將紙板等可燃物堆放在建築物周圍	
	避難設施的管理維護	走廊、樓梯、出入口等避難設施不要放置物品	
		不要放置物品妨礙防火設備（防火門、防火捲門）的關閉	
		防火設備周遭避免放置可燃物	
	營業場所的防疫措施檢查	防止飛沫傳染之透明塑膠布或透明隔板	從天花板等頂部懸掛透明塑膠布時，應距離撒水頭高度 45 公分以上、兩側 30 公分以上。
從天花板等頂部懸掛透明塑膠布時，應距離偵煙探測器高度 20 公分以上；偵熱探測器高度 30 公分以上			
從天花板等頂部懸掛透明塑膠布時，應與火氣設備、火氣器具（移動式爐具、暖爐等）、白熾燈泡等熱源保持安全距離			
桌面隔板應與爐具保持安全距離			
盡量選擇具有防火性能的板狀材料			
懸掛透明塑膠布時，不可設置於避難通路上，以避免阻礙人員避難			
非完全透明之塑膠布不可遮蔽避難方向指示燈或避難指標			
酒精消毒液的使用		不要在靠近火源處使用酒精	
		分裝酒精時應在通風換氣良好的地方，避免洩漏、溢出或飛散	
		避免在密閉居的室內噴灑大量酒精	
		避免置於陽光直射或高溫之處，確保容器不會掉落或受外力衝擊	
		於容器外標示「外用酒精」和「遠離火源」之警語	
出入口管制		確認因管制而封閉之出入口是否可於避難時開啟	
		確認原有消防防護計畫是否適用	

營業場所防疫措施的火災安全檢核表如表 1 所示，將對象區分為「營業場所的休業檢查」與「營業場所的防疫措施檢查」兩大部分，其中「營業場所的休業檢查」主要以營業場所的休業時的火源與電氣設備的管理、防止縱火的管理與避難設施的管理維護。「營業場所的防疫措施檢查」除了對營業場所的透明塑膠布或透明隔板之設置、酒精消毒液的使用進行檢核外，另考量國內營業場所皆會施行出入口管制措施，因此增加出入口管制措施的檢核。由於營業場所進行出入口管制時，常會將避難出口封閉，另因管制所需人力，人員配置與數量可能有所改變，因此應檢視原有消防防護計畫是否適用，並確認因管制而封閉之出入口是否可於避難時開啟。

透明塑膠布或透明隔板之設置部分，除了日本規範之與消防設備、熱源保持一定距離、不可設置於避難通路上外，為避免有顏色的塑膠布遮蔽避難方向指示燈或避難指標，因此增加此項檢核。考量台灣飲食特色，當小火鍋、燒烤等營業場所設置桌上隔板時，應依與其保持安全距離，且不要在桌上放置酒精消毒液。

四、結論與建議

COVID-19 的出現與蔓延改變人類的生活型態，本研究提出防疫策略下可能產生的火災安全問題，並蒐集日本的相關指引與規範，彙整台灣現況與防疫對策所形成之火災危險因子，並分析個因子與起火、感知、火災擴大、人員避難等火災階段的關係。最後，對火災問題較複雜的營業場所擬定防疫對策下的火災安全檢核表。本研究期能透過火災安全檢核表的運用，避免因防疫對策增加火災危險，提升營業場所防疫對策的火災安全。另一方面，期能透過本研究提出的火災安全問題，讓民眾與相關主管機關意識到防疫策略下可能產生的火災安全問題，提升民眾和業者的防火管理意識，相關防火對策未來亦可供研擬相關指引或規範時之參考。

參考文獻

1. 東京消防庁(2021)。「事業所の休業に伴う火災予防について」。取自
<https://www.tfd.metro.tokyo.lg.jp/inf/r02/04/emergency.html>
2. 札幌市消防局。「事業所再開時の防火管理について」。取自
<https://www.city.sapporo.jp/shobo/yobo/oshirase/koronakannrennosirase.html#saikai>
3. 滋賀県彦根市消防本部。「外出自粛中の家庭や休業中の事業所等での火災予防について」。取自
<https://www.city.hikone.lg.jp/kakuka/shobohombu/21/6/12919.html>
4. 東京消防庁消防技術安全所。「飛沫用ビニールシートの燃焼比較実験」。取自
https://www.tfd.metro.tokyo.lg.jp/lfe/office_adv/yobou_em/index.html
5. 日本総務省消防庁(2020)。「飛沫防止用のシートに係る火災予防上の留意事項について」。取自
<https://www.fdma.go.jp/tags/902.html>
6. 日本総務省消防庁(2020)。「飛沫防止用のシート設置に係るリーフレットの作成について」。取自
<https://www.fdma.go.jp/tags/902.html>
7. 内政部消防署(2021)。「防疫酒精防火宣導片」。取自
https://www.119.gov.taipei/News_Video_Content.aspx?n=88359323092ECF27&sms=D05BBB07A0689451&s=E495D1E478D44EBE&ccms_cs=1
8. 日本総務省消防庁(2021)。「消毒用アルコールの安全な取扱い等について」等。取自
<https://www.fdma.go.jp/tags/903.html>
1. 東京消防庁(2021)。「事業所の休業に伴う火災予防について」。取自

A Study on the Influence of COVID-19 on Citizen's Workshop on Restructuring of Public Facilities

Ryo SANUKI^a, Shih-Hung YANG^b, Kasane YUASA^c

^a Assistant Professor, Dept. of Architecture and Building Engineering, Tokyo Metropolitan University (sanuki-ryo@tmu.ac.jp)

^b Assistant Professor, Dept. of Architecture, National Cheng Kung University (erskineuehara0326@gmail.com)

^c Assistant Professor, Dept. of Architecture, Chiba University (kasane@chiba-u.jp)

Article Info

Article history:

Received 25 May 2022

Accepted 28 May 2022

Keywords:

Novel Coronavirus, State of Emergency, Movement Restriction, Workshop, Public Facility Management

Corresponding author:

Ryo SANUKI

sanuki-ryo@tmu.ac.jp

Abstract

The influences of COVID-19 have had a significant impact on the holding of citizen workshops on the reorganization of public facilities, which has been increasing in Japan in recent years. Local governments struggled to hold workshops while issuing emergency declarations, etc., and monitoring the infection situation. Few studies have comprehensively discussed these cases. This study focuses on the "impact of the novel coronavirus infection on the holding of workshops" and analyzes and discusses it. The research targets cases in Japanese municipalities with which the author was involved, and information was gathered from workshop reports, records of planning meetings, and other sources.

The results of the analysis revealed the following findings: 1. while the influences of COVID-19 may cause some workshops to be held less frequently in the planning stage, it is difficult to change the number of workshops after the number is notified to citizens; 2. postponement can occur both before and after notification of the event; 3. it is difficult to properly end discussions within a certain period of time; and 4. creating criteria for deciding whether or not to hold a workshop and sharing this information with participants is effective in removing their concerns and facilitating discussion.

2076-5509 ©台灣物業管理學會

1. Introduction

The novel coronavirus infection ("COVID-19"), which is believed to have originated from an outbreak of pneumonia of unknown origin in Wuhan, China, in the winter of 2019, has since spread worldwide, and its virulence has resulted in a huge number of infections and deaths. According to the World Health Organization's dashboard¹⁾, as of May 20, 2022, 520 million people have been infected and more than 6.2 million people have died. The coronavirus is still infecting people with repeated mutations, and both in Japan and Taiwan, daily reports of infection are still piling up in huge numbers, causing significant restrictions on people's social activities.

However, it can be said that daily life is gradually approaching the life before the spread of the coronavirus, with a view to both controlling infection and maintaining economic activities.

Let us turn back the clock two years to the early stages of the outbreak in 2020 and 2021. It is still fresh in our minds that the true nature of the coronavirus, its effects on the human body, and medical countermeasures were not yet known, and people's social activities were severely restricted. Restrictions were placed on daily shopping activities and going to the office, and many local governments closed or temporarily shut down public facilities. The trend toward avoiding gatherings, meals, and conversations as much as possible naturally led to the

suspension of the citizen's workshop.

In Japan, especially in recent years, many citizen workshops have been held on the theme of public facility restructuring²⁾. These workshops are part of activities to promote public facility management based on the idea that "it is necessary to review the state of public facilities and reorganize existing facilities for the future" in order to improve the fiscal soundness and future urban development in response to the tight fiscal situation of local governments. These workshops on public facility management (hereinafter referred to as PFM Workshops) were also forced to be canceled or postponed due to COVID-19. In the workshops that were able to be held at a time when the number of infected people was decreasing and society had calmed down, various infection control measures were taken.

The organization of information on the influences of COVID-19 and its countermeasures is sure to contribute to the planning of future citizen dialogues. For example, many local government officials are interested in the

countermeasure methods communicated through SNS, etc., and there are also many cases where they call local governments that have held such events to conduct interviews. However, there is almost no place to report or share such information, and there are no academic discussions on the subject. While there have been studies of online workshop methods, we have not found any reference to workshops conducted in person.

In light of this situation, our research project aims to achieve the following three goals (1) to organize information on PFM Workshops held after the outbreak of novel coronavirus infection, (2) to analyze and discuss the influences of COVID-19 and the measures taken there, and (3) to obtain knowledge that will contribute to the consideration of the future workshops. Among these, this paper will first focus on the influences of COVID-19, with the aim of providing a basic resource. It is expected that compiling such information, although there are only a few cases, will provide important knowledge for future societies that live with COVID-19 or are at risk of another infectious disease outbreak.

2. Methodology of the Study

This paper covers six PFM Workshops in which the author was involved. Specifically, this report covers the Wakaba-cho City Planning Workshop⁴⁾ in Tachikawa city ("WAKABA Workshop") held from December 2020 to June 2022, the Hikarigaoka District Public Facility Reorganization Workshop⁵⁾ in Sagami-hara city ("HIKARI Workshop") held in FY2022 (Figure 1), the Nagasaki City Citizen Dialogue on Public Facilities⁶⁾ ("SHIKIMI Workshop", "MIE Workshop", "TACHIBANA Workshop", and "FUKUDA Workshop"), which was held in FY2022 (Figure 2).

All of these workshops had to be rescheduled due to the influences of COVID-19, but the timing of their planning was different. The four workshops in Nagasaki city and the Wakaba-cho workshop were planned before the COVID-19 epidemic, while the HIKARI Workshop was planned after the epidemic. The four workshops in Nagasaki



Figure 1. Workshop in Sagami-hara city



Figure 2. Workshop in Nagasaki city

Table 1. Basic information of workshops

Abbreviations	WAKABA Workshop	HIKARI Workshop	SHIKIMI Workshop	MIE Workshop	TACHIBANA Workshop	FUKUDA Workshop
Municipality/Region	Tachikawa city, Tokyo / Wakaba-cho	Sagamihara city, Kanagawa / Hikarigaoka district	Nagasaki city, Nagasaki / Shikimi, Koebaru district	Nagasaki city, Nagasaki / Mie district	Nagasaki city, Nagasaki / Tachibana, Higashinagasaki, Himi district	Nagasaki city, Nagasaki / Fukuda, Maruo, Nishidomari district
Name	Wakaba-cho Town Planning Workshop	Workshop for the Public Facilities Reorganization Project in the Hikarigaoka District	Citizen dialogue on the future of public facilities	←	←	←
Period	12/19/2020 - 6/25/2022	11/27/2021 - 3/21/2022	9/25/2021 - 11/13/2021	9/25/2021 - 11/14/2021	12/17/2021 - 3/11/2022	12/18/2021 - 3/12/2022
Organizer	Integrated Policy Department, Administrative Management Division	General Policy Department, Management Supervision Division	Finance Department, Asset Management Office	←	←	←
Purpose	To consider town planning and reorganization of public facilities in Wakaba-cho.	To consider the future utilization of Aoba Elementary School, which is scheduled to be closed.	To hear citizens' opinions on the basic policy of the district-by-district plan for public facility management.	←	←	←
How to proceed with the discussion	The first step was to identify the attractions and issues in the community and establish a theme for future community development. Then, ideas for utilization of existing public facilities and plans for restructuring of facilities were considered. The final session is a poster session where citizens discuss among themselves.	After discussing and highlighting the characteristics, issues, people, and assets of the district, the participants consider what activities and functions could be applied to this elementary school. Also, they discuss the relationship between this elementary school and the combined treatment and nursery school.	The financial situation, the current state of public facilities, and the city's basic policy on facility reorganization are introduced, and participants organize their opinions on these issues. In the second session, the city answers the opinions and questions, and participants again provide their opinions, which will be reflected in the formulation of the district-specific plan.	←	←	←
How to call for participants	Open call for participants	Most of the calls were made directly to local councils, PTA organizations, youth community development organizations, and others who are accustomed to dialogue on a regular basis. Some were open calls.	In addition to open calls, calls were also made to local community associations, town councils, and other groups.	←	←	←
Group composition	Grouped by age	Composed of a balanced mix of ages and positions	Grouped by district of residence, only one group in the last session	Grouped according to district of residence and age	←	←
Facilitator	1 staff from consulting firm and 1 city staff per group	1 city staff (not in charge) and 1 graduate student per group	1 or 2 city staff in charge per group	←	←	←

city were scheduled to be implemented and completed in FY2021, but were suspended for one year. The WAKABA Workshop was planned within the Administrative Management Division of Tachikawa City, but the COVID-19 epidemic made it impossible to make a decision to hold the workshop, and as a result, it was finally held about 10 months after the consultation.

The information used in the study was obtained from the following sources. Workshop record notes organized by the author, as well as notes of discussions with the local government, materials obtained from group work during the workshop, workshop reports compiled after the workshop, and the results of the questionnaire survey.

Using these, the author will analyze and discuss the

influences of COVID-19 on the workshop itself, such as cancellation or postponement of the session, while taking into account the situation of infection of COVID-19 behind the workshop, the local circumstances, and the convenience of the administrative system.

2. Analysis and Discussion

This chapter will analyze the influences of the COVID-19 on the holding of the workshop. Specifically, we will analyze and discuss the presence or absence, size, and participants' reactions to the influences, focusing on the number of sessions held, the number of postponements, the number of participants and teams, the criteria for deciding whether or not to hold a session, and the method of

Table 2. Influences of COVID-19 on workshops

Abbreviations	WAKABA Workshop	HIKARI Workshop	SHIKIMI Workshop	MIE Workshop	TACHIBANA Workshop	FUKUDA Workshop
Criteria for holding the workshop	Postponed if a State of Emergency has been or will soon be declared.	Postponed if a State of Emergency has been declared.	Postponed if a State of Emergency or a Quasi-State of Emergency has been declared.	←	←	←
Number of postponements before notification	5	1	0	0	0	0
Number of postponements after notification	1	1	1	1	1	1
Remarks on period and postponement	The project was scheduled to be finished by the end of FY2021, but was significantly extended: 3.5 months were left open between the 1st and 2nd sessions, 6 months between the 2nd and 3rd sessions, and 3.5 months between the 4th and 5th sessions.	The start of the project was delayed by 2 months (postponed before notification) and the last session was also postponed (postponed after notification). The total number of postponements was two.	Originally scheduled to be held in FY2021, it was postponed for one year. It was also scheduled to be restarted in FY2022 and held in August, but was postponed once after notification.	←	Originally scheduled to be held in FY2021, but postponed for one year; started in December 2021, with the second session postponed.	←
Number of sessions	8	4	2	2	2	2
Remarks on the number of sessions	As originally planned.	Due to the delay in the start of the program, the number of sessions was changed from the expected 5 to 4.	In consideration of COVID-19, the number of sessions was reduced to 2 from the planning stage.	←	←	←
Number of participants	35→29→33→26→22→27→26→?	14→17→15→10	9→5	39→32	23→12	22→18
Remarks on the number of participants	The ups and downs in the number of participants were relatively large.	The number of respondents decreased to 10 in the last session.	The number of participants decreased by half.	Only a slight decrease.	The number of participants decreased by half.	Only a slight decrease.
Number of groups	6 at all sessions	3→3→3→2	2→1	7→6	5→4	5→5
Remarks on the number of groups	No change.	Only in the last session, all members of one group were absent.	Due to a half reduction in the number of participants in the second session, all participants discussed the issue together.	Since the decrease in the number of participants was unevenly distributed among some groups, the group was merged with a group from the same area.	The number of groups was reduced by only 1 due to a uniform decrease in the number of participants in all groups.	No change.

informing the public.

3-1 Duration of workshops and number of sessions

There were no changes in the number of sessions any of the workshops were held after the first one was finished.

In the HIKARI Workshop, we had considered holding the workshop five times during the planning stage, but since the timing of the workshop was pushed back by about two months, we decided to hold the workshop four times to ensure that it would be completed by the end of the fiscal year. As a result, they were held approximately once every other month, so there were fewer gaps in the discussions, and the process of recalling previous discussions did not appear to be too difficult.

All four workshops in Nagasaki city were planned to be completed in two sessions in order to reduce as much as

possible the opportunities for contact between citizens due to the influences of COVID-19. In the SHIKIMI and MIE Workshops, since the second session was held about 50 days after the first, it did not seem too difficult to recall the previous discussions. On the other hand, for the TACHIBANA and FUKUDA Workshops, there was an 85-day gap between the first and second sessions, so the table facilitator, a city official, gave each group a lot of time to review the previous discussions before starting the second round of discussions.

The HIKARI Workshop and the four workshops in Nagasaki city were prioritized for completion of the workshops and the report within the fiscal year due to the principle of single-year accounting in government. This made it difficult to coordinate the schedule. However, it was confirmed that proceeding with a break in the schedule had the effect of keeping discussions from becoming stale.

As for the WAKABA Workshop, the duration of the workshop was significantly extended because priority was placed on completing the eight sessions as originally envisioned. The main reason for sticking to the number of 8 sessions was that we explained to the participants at the first session that we would do up to 8 sessions. In other words, the Tachikawa city originally wanted to finish the workshop within the contract period based on the principle of single-year accounting, but since the city had explained that it would hold the workshop eight times and proceed with careful discussions, the city decided that the risk it would incur by withdrawing from the contract was greater. In addition, since the consultant firm was contracted to plan and manage the workshop and to serve as the table facilitator, the contract was scheduled for two years, but the postponement of the workshop caused inconvenience in terms of the contracting procedures.

From the above, it can be pointed out that COVID-19 is a factor that reduces the number of sessions held during the planning stage of a workshop, but changes after the start are nearly impossible. It is more important during periods of infectious disease outbreaks to set a time frame that allows enough time to take into account the possibility of a late start or postponement of a workshop.

3-2 Postponement

Due to the influences of COVID-19, all workshops discussed in this paper were postponed in some way. There

are two types of postponements: one is a case in which the dates were decided among workshop planners at the planning stage or prior to notification of the next workshop, but the spread of the infection forced them to delay the dates (postponement prior to notification to citizens). The other is a case in which the dates of the first or next session were already communicated to citizens, but the influences of COVID-19's spread forced the postponement (postponement after notification to the citizens).

First, all workshops were postponed once each after notification. Since the postponement was made after citizens were asked to adjust their schedules, it can be inferred that it was a difficult decision for the administration to make. Nagasaki city set all workshops to be held twice, with one postponement in all of them. The relative frequency is high. This is due to the fact that the criteria for holding the event were stricter than in other cities.

The SHIKIMI and MIE Workshops were postponed after one notification. The TACHIBANA and FUKUDA Workshops were originally scheduled to be held in early February 2022, but were postponed due to the 5th wave of the epidemic. However, due to the 6th wave of the outbreak, Nagasaki Prefecture was placed under a Quasi-State of Emergency, and the event was postponed. The postponement of the WAKABA Workshop after notification also coincided with the 5th wave in Tokyo.

At the HIKARI Workshop, the fourth (final) session was postponed. This was due to a combination of reasons,

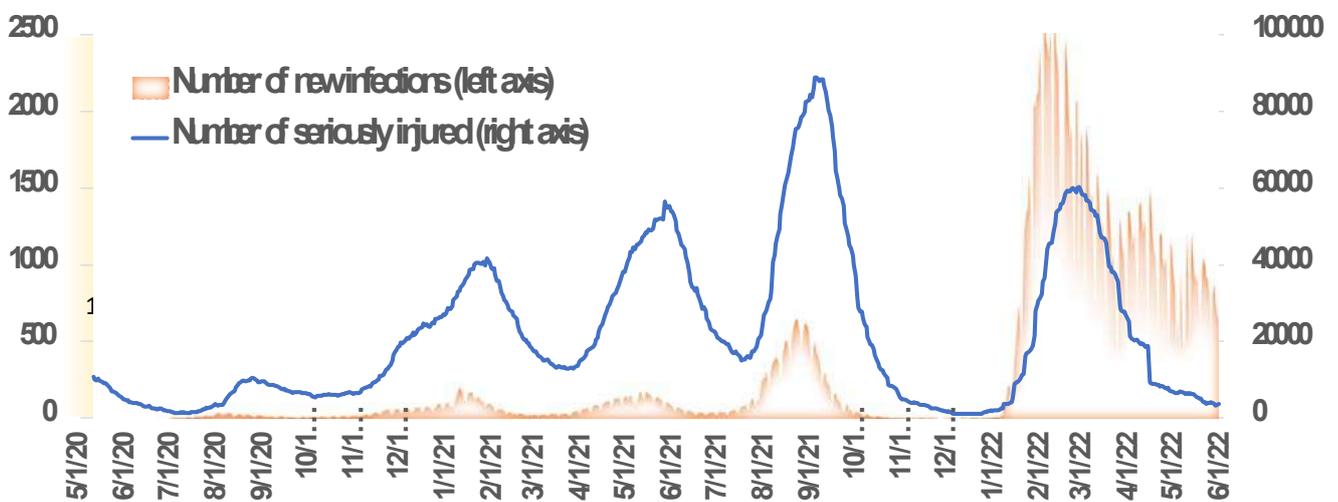


Figure 3. COVID-19 epidemic wave (number of seriously injured)⁷⁾

including the fact that a city staff member received a close contact determination due to an outbreak of infection at home or in the workplace, and some participants showed symptoms that were suspected to be infected. It was particularly important to be conservative in judgment because this was a time when the sixth wave of COVID-19 was sweeping through the city and the number of infected persons was rapidly increasing.

Second, the number of postponements prior to notification was particularly high at the WAKABA Workshop. This is due to the fact that the six-month period between the second and the third sessions in particular coincided with the fourth and fifth waves of the COVID-19 epidemic in Japan. During this period, there was also one postponement after notification and three postponements before notification. Another reason for the six-month gap was that Tachikawa city was unable to dispel the concern that even if the number of cases of infection was coming to an end and a decision was made to hold the session at that time, another outbreak would occur, resulting in a postponement of the session. This indicates that the time required to disseminate information and coordinate schedules regarding the holding of workshops is a major obstacle in a society affected by infectious diseases.

In the HIKARI Workshop, there was a postponement before notification regarding the first session. The elementary school to be discussed in the HIKARI Workshop was under discussion at the time to be closed in the future, and a process was needed to reach a final conclusion and publicize it to the local council and residents. That briefing was postponed in the wake of the fifth wave of COVID-19, and the first session had to be held after that briefing, resulting in a delay of two months beyond the timing planned at the planning stage.

In all four Nagasaki city cases, there were no postponements before notification. However, it should be noted that these would have been held a year earlier in the first place if not for the Corona disaster.

The above observations can be summarized as follows:
(1) Postponement after notification can occur during a

period when the number of infected people is spreading, even if it is a painful decision. (2) If the criteria for holding a workshop are strict, the number of postponements will naturally increase. (3) Workshops cannot be held immediately after notification, but must be prepared and notified a month or sometimes several months ahead of time, making it difficult to plan a workshop in the event of a coronary disaster, which is difficult to predict.

3-3 Number of participants and groups

The number of participants varied from a relatively small decline to a drop of about half.

The number of participants in the SHIKIMI and TACHIBANA Workshops each decreased by half from the initial number of participants. Although it cannot be said with certainty that this was due to the influences of COVID-19, the fact that the time and day of each session were the same as the first one suggests that it had a more or less negative influence on the number of participants. In the same Nagasaki city, the decrease in the number of participants was smaller for the MIE and FUKUDA Workshops. This may be due to the fact that participants' expectations for the workshops were higher at MIE and FUKUDA than at SHIKIMI and TACHIBANA from the beginning, and that the younger generation participated by about 30% to 40%.

In the WAKABA Workshop, the number of participants decreased by approximately 30%, from 35 in the first session to 26 in the seventh session. In the 3rd, which was postponed significantly, the number of participants was 33, up from 29 in the 2nd, but it decreased to 22 in the 5th, and then increased again to 27 in the 6th. As can be seen, the number of participants fluctuates widely. Regarding this, the Administrative Management Division of Tachikawa city speculated the following three things. (1) Some days, especially among the younger generation, are not available due to conflicts with their children's school events. (2) The workshops are generally held for a long time, and a certain number of participants become bored with the discussions. (3) Some participants move out when the

workshop is inactive. It can be said that while it is important to be careful in discussing in the workshops, it is also important to make a break within a certain period of time and to end the discussion steadily.

In the HIKARI Workshop, the number of participants remained relatively stable until the third session, but all members of one group were absent at the final session. This was not due to the direct effect of COVID-19, but rather to the fact that the schedule made it difficult for participants to gather due to the priority given to holding the final session within the fiscal year. It is possible that the members of the group who were all absent had strong ties to each other through their daily activities, and that information on each other's attendance was shared among the group members in advance, which would require additional investigation. If so, it can be pointed out that close relationships among group members can sometimes be a double-edged sword.

Regarding the number of groups, in the second session of the SHIKIMI Workshop, the groups were combined into one, and the discussion proceeded in a wheelchair style, with citizen participants, staff members, and advisors all around one table. The format of the workshop, in which the Asset Management Office and staff in charge of facilities immediately responded to the opinions, ideas, and questions raised by the citizens, resulted in lively discussions and a clearer understanding of local issues, important points, and the basic policy of the proposed facility reorganization.

In the TACHIBANA and MIE Workshops, all but one group had no fewer than the minimum number of participants of three as considered by the Asset Management Office, and the group with fewer than three members was merged with another group in the same regional category. In the WAKABA Workshop, this also resulted in avoiding a situation where there were fewer than three members in a group. Therefore, the number of groups remained unchanged at six until the 7th session.

3-4 Criteria for deciding whether or not to hold a workshop

One of the lessons learned from the influences of

COVID-19 on workshops that have been discussed in the previous sections is the effectiveness of the disclosure of the decision to hold a workshop. This section discusses it in a supplemental manner.

In the WAKABA Workshop, there was a six-month interval between the second and third sessions, and we mentioned in section 3.2 that the workshop was postponed several times during that period. At this time, the Tachikawa city administrative management division, the university (the author), and the consultant staff communicated by e-mail and telephone regarding the timing, content, and method of publicizing the next event. We notified citizens that the event would be held in early July, moving up the schedule from late April and early June, but then the infection re-spread (the fifth wave). Here, when notifying citizens that the early July event would be postponed, I proposed the idea of establishing criteria for holding the event in order to prevent citizens from losing their motivation due to further postponement. In other words, by clarifying the criteria for holding the workshop, we should introduce a system that would allow citizens to guess, to some extent, whether or not the session would be held, based on criteria such as the number of infected persons, whether or not Quasi-State of Emergency are applied, and whether or not State of Emergency has been declared. At that time in Japan, the application of Quasi-State of Emergency and the declaration of State of Emergency were to some extent linked to the expansion of the infection situation, and local governments could only take a "passive response" such as announcing their decisions on whether to hold various events only after news reports of the application or issuance of such statements were made public. Therefore, the citizens were impatient because they had not received a final decision on the holding of the session, even with public rumors that a Quasi-State of Emergency or State of Emergency would be declared in the near future.

The measures to avoid such a state of emergency were accepted by the city of Tachikawa, and in response to the news of the decision to issue a State of Emergency in early July, the city communicated the following criteria in a

postponement notice to its citizens. If there is a Quasi-State of Emergency, the workshop will be held; if there is a State of Emergency or a transition to one in the near future, the session will be postponed." Perhaps as a result of this publicity, participants did not complain about the city's decision to postpone the workshop, nor about the six-month gap between the two sessions. If no action had been taken, citizens would probably have scolded the workshop venue, asking for an explanation as to why there was such a gap.

These ideas for creating and disseminating standards were shared with Sagamihara city and Nagasaki city. As a result, Sagamihara City created the following criteria: "If there is a State of Emergency, the workshop will be postponed, but if not, it will go ahead." This was announced to the participants at the second session. Nagasaki city, on the other hand, did not adopt this idea, but after the four workshops, one of the staff members said, "The administrative work to announce the postponement was difficult, and it might have been better to share the criteria with the citizens to some extent."

Thus, for both the workshop participants and the city, the establishment of criteria and the sharing of information are effective measures to facilitate workshops during an infectious disease outbreak. Of course, the conditions for applying and issuing the Quasi-State of Emergency and State of Emergency, on which these criteria are based, need to be scrutinized.

4. Conclusion

This paper discusses the influences of COVID-19 on citizen workshops on public facility restructuring in Japan. The findings obtained include the following. First, while the influences of COVID-19 may cause some workshops to be held less frequently in the planning stage, it is difficult to make such changes after citizens have been notified of the number of sessions to be held. Second, postponements can occur both before and after notification of the workshop. Third, there are certain advantages in properly concluding discussions within a certain period of time to ensure continuity of discussions. Fourth, it is effective to prepare

criteria for deciding whether or not to hold a workshop and to share this information with participants in order to eliminate their concerns and to facilitate the workshop itself.

On the other hand, the following issues remain. First, in light of the fact that various workshops were held as well as workshops on the theme of public facility reorganization, it is necessary to increase the number of case studies and to confirm the validity and versatility of the information and findings obtained in this report. Next, information should be collected focusing not only on the influences of COVID-19 discussed in this paper, but also on its countermeasures, and its effectiveness should be discussed based on the changes in the countermeasures and the reactions of the workshop participants. Finally, more detailed analysis and discussion should be conducted according to regional characteristics and infection status in order to lead to more precise response measures. In particular, the last issue is expected to be discussed more extensively, taking into account the case of Taiwan and other examples.

Reference

1. World Health Organization : WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard, <https://covid19.who.int/table>
2. Ryo SANUKI, Shih-Hung YANG : Research on the Improvement and Application of Methods for Citizen Workshops on Public Facility Management, *Journal of Property Management*, Vol.13 No.1, pp.1-14, Mar. 2022
3. Naoe IMURA : Designing Playful On-Line Workshop under COVID-19, *Information Processing Society of Japan*, pp.249-255, Dec. 2020
4. Tachikawa city : <https://www.city.tachikawa.lg.jp/gyoseikeiei/koukyousisetu/wakabaworkshop01.html>
5. Sagamihara city : <https://www.city.sagamihara.kanagawa.jp/chuoku/1024162.html>
6. Nagasaki city : <https://www.city.nagasaki.lg.jp/syokai/792000/792109/p025415.html>
7. Ministry of Health, Labour and Welfare : Information on COVID-19 infections, <https://covid19.mhlw.go.jp/extensions/public/en/index.html>

主題 D.1 都市環境與社區
Urban Environment and Community

探討大眾運輸交通工具二氧化碳濃度

Investigating the Carbon Dioxide concentration of transportation tools

許協誌^a、潘振宇^{b*}

Hsieh-Chih Hsu^a, Chen-Yu Pan^b

^a 國立成功大學 建築系 博士生

^b 國立成功大學 建築系 助理教授

論文資訊

論文審查紀錄：

受稿日期

2022 年 05 月 25 日

審查通過日期

2022 年 05 月 28 日

關鍵詞：

大眾運輸交通工具、二氧化碳、濃度

通訊作者：

作者姓名 潘振宇

電子郵件地址：

panchenyusk@gmail.com

Article Info

Article history:

Received 25 May 2022

Accepted 28 May 2022

Keywords:

transportation tool, carbon dioxide, concentration

Corresponding author:

Author name Chen-Yu Pan

E-mail address:

panchenyusk@gmail.com

摘要

通勤者依賴著大眾運輸交通工具，當前又受疫情影響，沒有高換氣容易造成群聚感染，在國際上，有人提出室內或密閉空間二氧化碳濃度應在 700ppm 以下，才能有效的降低感染，因此，我們透過台灣不同交通工具與形式進行探討，並以自製的感測器進行實際量測，實驗結果，卻發現台灣交通工具在多數時間無法維持在 700ppm 以下，相較之下，台灣規範的 1000ppm 也僅有高鐵能長時間達成，且是在有換氣的車廂。而最差的為國道客運，最高能到達 2600ppm，雖然行駛國道後能有效的下降，最低也是高於台灣規範之標準的 1300ppm，此結果讓我們更深入的探討換氣的重要性，其中非區域性的高鐵、台鐵與客運更是如此。

Abstract

Commuters rely on transport tools and are currently affected by the epidemic. Without high ventilation, it is easy to cause cluster infection. Internationally, it has been proposed that the concentration of carbon dioxide in indoor or confined space should be less than 700ppm in order to effectively reduce infection. Therefore, we discussed through different means and forms of transportation in Taiwan and carried out actual measurement with self-made sensors. The experimental results, However, it is found that Taiwan's means of transport can not be maintained below 700ppm for most of the time. In contrast, only high-speed railway can reach 1000ppm in Taiwan for a long time, and it is in cars with ventilation. The worst is the highway passenger transport, which can reach 2600ppm at most. Although it can decrease effectively after driving the highway, the lowest is 1300ppm higher than the standard of Taiwan. This result allows us to further explore the importance of ventilation, especially for non regional high-speed railway, Taiwan Railway and passenger transport.

一、結論

通勤者對大眾運輸交通工具的依賴性遠高於一般民眾，常見的類型又分為區域性（同縣市）與非區域性（跨縣市），區域性常見交通工具為公車與捷運，非區域性則為鐵路、高速鐵路與客運。兩者差異在於停靠站與停靠站間的行駛時間，區域性交通工具通常有較高頻率開啟車門，而非區域性恰巧相反，在沒有高頻率的開啟車門的交通工具需配有換氣設備，以此降低疲勞與嗜睡的交通事發發生頻率(Connor et al., 2002)，然而，在疫情(Covid-19) 嚴峻下，交通工具屬於高危險傳染族群，對於換氣應受到更多的重視與討論。

1-1 背景

大眾運輸工具是上班族與學生最為常用的交通工具，時常在上下班尖峰時刻擠得人滿為患，導致微環境車廂的空氣品質不佳與病毒傳染風險提高，而換氣是當前解決兩者最好的方法之一，此議題在 Covid-19 的爆發後更是火熱的，從如何減少氣溶膠傳染的途徑(Morawska & Milton, 2020)、增加換氣是否減少被感染的機率(Bhagat et al., 2020) 與車體排放出污染物影響車廂內的通勤者(Rim et al., 2008)，我們可看到多數學者在討論換氣的重要性。

換氣如何監測更是一大學問，最早美國冷凍空調工程師協會(American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, ASHRAE)，提出使用六氟化硫(SF₆)來測定換氣次數(h⁻¹)，但氣體昂貴與人體無法在呼吸作用時呼出，而逐漸改用二氧化碳(CO₂)作為室內換氣次數指標(Hudda & Fruin, 2018)。二氧化碳濃度過高會導致疲倦、嗜睡、疲勞與注意力不集中(Park et al., 2009)，Satish et al. (2012) 發現 22 名受測者在不同的 CO₂ 濃度下(600, 1000, 2500ppm)，有不同的決策能力，並於 CO₂ 濃度為 2500ppm 有顯著性的下降。Allen Joseph et al. (2016) 做了更仔細的研究發現 CO₂ 濃度每上升 400ppm，認知能力更是下降 21%。由此可知，排除交通工具所排放對人體有害之物質，僅針對人體所排出的二氧化碳，以通勤者已造成相當程度的影響。

通勤者在交通工具上所花費的時間從幾分鐘至幾小時不等，Huang and Hsu (2009) 在客運中量測到最高濃度為 3722ppm，平均約為 959ppm。濃度上升 660ppm

約 5 分鐘，而開門在兩分鐘內可減少 500ppm (Chiu et al., 2015)，在香港的客運也發現了 CO₂ 濃度過高的問題，落在 2000-3000ppm (Chan, 2005)，在一個密閉性高的車廂中，可發現車廂內濃度都高於室外濃度 4-9 倍(Querol et al., 2022)，因此，交通工具換氣是需要受到更多的重視。

CO₂ 濃度探討問題不僅僅在車廂內，車站也是討論一重點，牽涉了車廂車門打開後濃度的下降與室內空氣品質，依據台灣《室內空氣品質管理法》所訂定之室內污染物有二氧化碳、一氧化碳(CO)、甲醛(HCHO)、總揮發性有機化合物(VOCs)、細菌、真菌、粒徑小於等於十微米之懸浮微粒(PM₁₀)、粒徑小於等於二·五微米之懸浮微粒(PM_{2.5})、臭氧(O₃)，Chen et al. (2016) 發現車站最為嚴重為 PM_{2.5} 與 PM₁₀，而 CO₂ 濃度在夏天可高達 900ppm，雖然有達到法規所規定之標準，但是在疫情下應降低 CO₂ 濃度至 700ppm 做為評估室內的標準(Lewis, 2021)。

1-2 動機

大眾運輸交通工具對於通勤者是生活的一部份，搭乘的時間取決於不同的交通工具，只要疫情持續著換氣是必然的，如何降低 CO₂ 濃度與提高換氣次數是目前最重要的事，因此，在臺灣不管是區域性或非區域性的交通工具，應該都被重視。本研究實測了不同的交通工具(高鐵、台鐵、客運與捷運)與搭乘方式(區域性與非區域性)，並提出一個可行的方案給不同的交通工具，於未來可更加重視對於通勤者的權益，尤其是在疫情嚴峻的當下，如何改善換氣次數與降低感染的風險。

二、實驗方法

無線感測器進行本研究資料的收集，特性在於資料不易遺失且操作僅需行動電源即可，而資料上傳至雲端後可供分析人員在異地同步進行分析與視覺化。在限制上，我們收集的資料受限於一車廂，僅能在購票座位上進行量測，但對於一車廂面積僅有 1 台儀器是可接受。

2-1 感測器組裝

本研究透過自行組裝的無線感測器進行收集所需之資料，感測器模組使用 SCD-30 感測器、base shield V2 與 Wemos D1 開發版進行收集環境資料，如圖 1 所

示。SCD-30 整合了溫度、濕度與 CO₂，工作區間依序為 0-50°C、25°C,0-100%RH、400-10000 ppm，準確率依序為 $\pm(0.4^{\circ}\text{C}+0.023\times(T[^{\circ}\text{C}]-25^{\circ}\text{C}))$ 、 $\pm 3\%RH$ 、 $\pm 30\text{ ppm}$ ，此感測器穩定性高、耗電少與自動校正。另外，本研究採用 Arduino IDE 進行程式碼編寫，利用 Wemos D1 連接 Wi-Fi 傳送(PHP)感測器讀數至雲端資料庫(MySQL)做儲存，

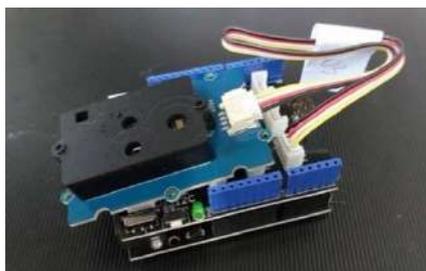


圖 1 自行組裝感測模組

2-2 實驗限制

在乘坐大眾運輸交通工具時，我們僅能在當初購票之座位進行量測，以高鐵為例 1 班次有 12 節車廂，每節可乘坐 63-96 位，且實際搭乘人數不好計算，但依據過往研究我們可知道人數越多 CO₂ 濃度上升速度會越快，單就討論濃度上升與開門，就可得知空間濃度的極限與換氣的效益。客運 28 個座位再加上 1 位司機，出入口通常僅有司機座位旁位置，相對高鐵單純，而台鐵與捷運車廂與高鐵相似，但都是在車廂側邊開門，因此，在討論時會分開探討。

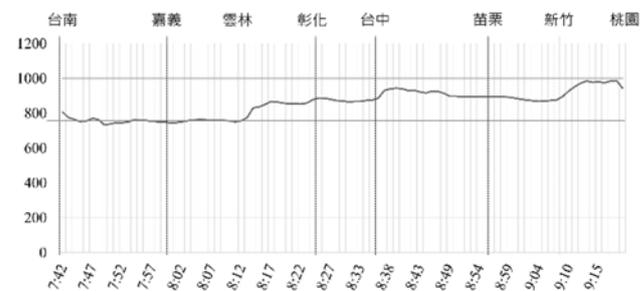
三、實驗結果

本研究共得到 4 種不同大眾運輸工具的 CO₂ 濃度，依序為高鐵、台鐵、客運與捷運，也涵蓋了區域與非區域性質的交通工具，以此探討他們在行駛與上下車時的 CO₂ 濃度變化。

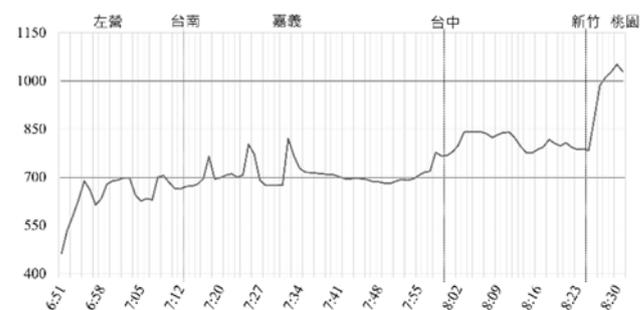
3-1 高鐵

我們於 2022 年 03 月 04 日收集了 4 個車次，分別為 806 (台南到桃園)、606 (左營到桃園)、841 (桃園到左營) 與 1679 (台北到台南) 車次，圖 2，從中可發現因高鐵車廂配置，開門無法有效的降低室內 CO₂ 濃度，只要列車進站後，車廂人數增加或減少，在 2~3 分鐘即可反映在車廂內的 CO₂ 濃度，而近期高鐵有引進機械通風的

車廂 (TR33)，如 806 與 606 車次，可發現人數反映在車廂後，濃度及趨於平穩，但沒有換氣的車廂 (841 與 1679)，受到車廂人數多寡而產生出不同的反應，如 1679 車次在嘉義人數減少後，CO₂ 濃度一直下降至台南站，從此可知，高鐵車廂無法因開門而有效的換氣。



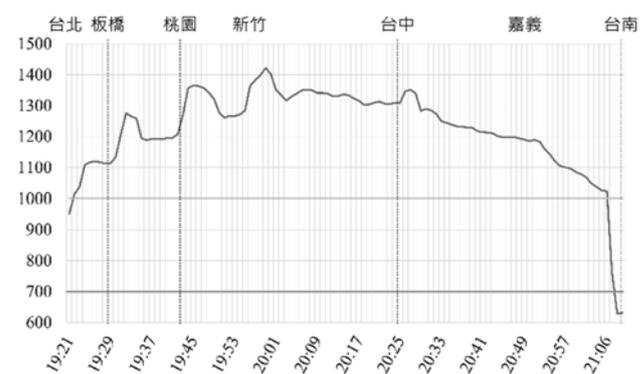
(a) 806 車次實測結果



(b) 606 車次實測結果



(c) 841 車次實測結果



(d) 1679 車次實測結果

圖 2 高鐵實測結果

3-2 台鐵

資料收集為台南至左營站往返區間車與自強號兩種，車次分別為 3148 (區間車) 與 175、114 與 373 與 114，圖 3，可發現上班時刻的區間車 (3148) CO₂ 濃度維持在 1000-1100 左右，而自強號 (373) 人數多又直達導致濃度高達 2600ppm。

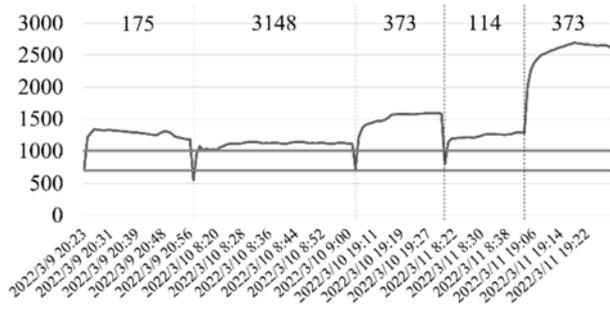


圖 3 台鐵實測結果

3-3 客運

我們收集了一筆由台南至朝馬行駛國道的客運，前 25 分鐘皆在市區行駛，國道至朝馬站約 5 分鐘，圖 4，從圖我們可看到在市區行駛人數增加會很快反應在車廂內(CO₂ 濃度)，上國道後，濃度逐漸的下降，最低仍有 1300ppm，且無法達到台灣法規所規定之標準，對司機長時間在高濃度 CO₂ 有容易疲勞的疑慮。

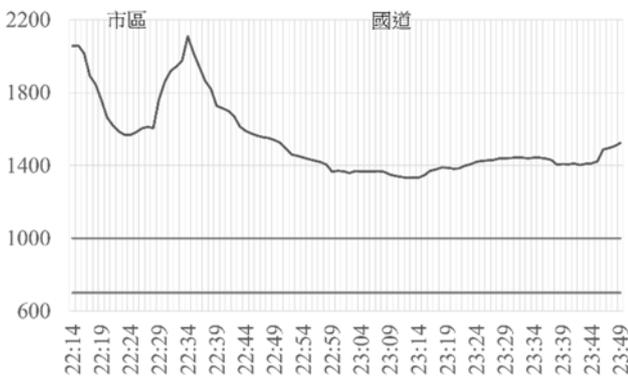
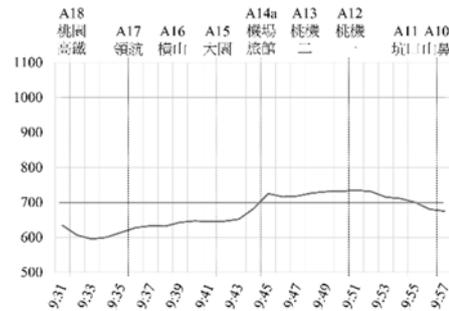


圖 4 客運實測結果

3-4 捷運

捷運我們收集了桃園機場捷運從桃園高鐵 (A18)

至台北車站 (A01)，圖 5，在實測階段桃園高鐵至山鼻人數起伏不大與站到站區間短，使得車廂 CO₂ 濃度可維持在 700ppm 左右，而山鼻至台北車站可發現在長庚醫院人數增加後濃度一路上升至泰山貴和站並達到最高點，在中間體育大學站受到開門影響有平穩 1~2 分鐘，量測中林口站可看到最明顯的趨勢，會有這明顯的下降主要原因有人數減少與捷運開門方式兩者。



(a) 桃園機場捷運 (A18-A10)



(b) 桃園機場捷運 (A10-A01)

圖 5 捷運實測結果

四、結論與建議

收集了四種不同交通工具後，發現人數在空間反應最激烈的為客運，與其他三者不同主因為客運非為連結式的車廂僅有一個，高鐵能有較好的 CO₂ 濃度控制，卻僅限於有換氣設備的車廂，台鐵區間車在側面開門濃度也是高於台灣規範之規定，自強號卻車廂對於人數與 CO₂ 濃度有很大的相關性，最終，捷運每站行駛時間約 5 分鐘，CO₂ 濃度也沒有在理想中(700ppm)。車廂對人數突發性的增長是無法維持在理想值中，在未來需透過強制性的換氣設備，才能有效的降低車廂內的 CO₂ 濃度。另外，我們建議在疫情期間每車廂應限定人數，梅花座或許能有效維持，但長時間的 CO₂ 濃度累積，也是有高於 700ppm 風險，因此，車廂人數也是未來需多研究之議題。

參考文獻

- [1] Allen Joseph, G., MacNaughton, P., Satish, U., Santanam, S., Vallarino, J., & Spengler John, D. (2016). Associations of Cognitive Function Scores with Carbon Dioxide, Ventilation, and Volatile Organic Compound Exposures in Office Workers: A Controlled Exposure Study of Green and Conventional Office Environments. *Environmental Health Perspectives*, 124(6), 805-812.
- [2] Bhagat, R. K., Davies Wykes, M. S., Dalziel, S. B., & Linden, P. F. (2020). Effects of ventilation on the indoor spread of COVID-19. *Journal of Fluid Mechanics*, 903, F1.
- [3] Chan, M. Y. (2005). Commuters' Exposure to Carbon Monoxide and Carbon Dioxide in Air-conditioned Buses in Hong Kong. *Indoor and Built Environment*, 14(5), 397-403.
- [4] Chen, Y.-Y., Sung, F.-C., Chen, M.-L., Mao, I. F., & Lu, C.-Y. (2016). Indoor Air Quality in the Metro System in North Taiwan. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13(12).
- [5] Chiu, C.-F., Chen, M.-H., & Chang, F.-H. (2015). Carbon Dioxide Concentrations and Temperatures within Tour Buses under Real-Time Traffic Conditions. *PLOS ONE*, 10(4), e0125117.
- [6] Connor, J., Norton, R., Ameratunga, S., Robinson, E., Civil, I., Dunn, R., Jackson, R. (2002). Driver sleepiness and risk of serious injury to car occupants: population based case control study. *BMJ*, 324(7346), 1125.
- [7] Huang, L.-H., & Hsu, D.-J. (2009). Exposure levels of particulate matter in long-distance buses in Taiwan. *Indoor Air*, 19(3), 234-242.
- [8] Hudda, N., & Fruin, S. A. (2018). Carbon dioxide accumulation inside vehicles: The effect of ventilation and driving conditions. *Science of The Total Environment*, 610-611, 1448-1456. doi:https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.08.105
- [9] Lewis, D. (2021). Why indoor spaces are still prime COVID hotspots. *Nature*, 592(7852), 22-25.
- [10] Morawska, L., & Milton, D. K. (2020). It Is Time to Address Airborne Transmission of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). *Clinical Infectious Diseases*, 71(9), 2311-2313.
- [11] Park, S.-K., Kim, K.-W., & Kwon, H.-Y. (2009). *Experimental Study on the Air Quality of Vehicle's Cabin by Evaluating CO2 Concentration and Fine Dust on the Actual Road.*
- [12] Querol, X., Alastuey, A., Moreno, N., Minguillón, M. C., Moreno, T., Karanasiou, A., Felisi, J. M. (2022). How can ventilation be improved on public transportation buses? Insights from CO2 measurements. *Environmental Research*, 205, 112451.
- [13] Rim, D., Siegel, J., Spinhirne, J., Webb, A., & McDonald-Buller, E. (2008). Characteristics of cabin air quality in school buses in Central Texas. *Atmospheric Environment*, 42(26), 6453-6464.
- [14] Satish, U., Mendell Mark, J., Shekhar, K., Hotchi, T., Sullivan, D., Streufert, S., & Fisk William, J. (2012). Is CO2 an Indoor Pollutant? Direct Effects of Low-to-Moderate CO2 Concentrations on Human Decision-Making Performance. *Environmental Health Perspectives*, 120(12), 1671-1677.

不同都市密度下建物群立體綠化比例對都市微氣候之影響

Impact of Buildings' Vertical Greening Ratio on Urban Microclimate in Different Urban Densities

蘇瑛敏^a、徐榆庭^b

Ying-Ming, SU^a, Yu-Ting, Hsu^b

^a 國立臺北科技大學建築系教授

Professor, Department of Architecture, National Taipei University of Technology, Taiwan, R.O.C.

^b 國立臺北科技大學建築系暨建築與都市設計碩士班 碩士生

Master degree candidate, Department of Architecture, National Taipei University of Technology, Taiwan, R.O.C.

論文資訊

論文審查紀錄：

受稿日期

2022 年 05 月 25 日

審查通過日期

2022 年 05 月 28 日

關鍵詞：

都市微氣候、都市密度、立體綠化、綠覆率、計算流體力學 (CFD)

通訊作者：

蘇瑛敏

ymsu@ntut.edu.tw

Article Info

Article history:

Received 25 May 2022

Accepted 28 May 2022

Keywords:

Urban Microclimate、Urban Density、Vertical Greening、Green coverage ratio、Computational Fluid Dynamics (CFD)

Corresponding author:

Ying-Ming, Su

E-mail address:

ymsu@ntut.edu.tw

摘要

隨著都市化集中趨勢，都市人口密度逐漸變高，朝高層建築 (High-Rise Building) 高密度發展以滿足大量人口的需求，使得都市微氣候產生變化。大量興建建築物壓縮到綠地及開放空間，為提升整體綠覆率，綠化系統由水平空間延伸至立體空間。建築牆面綠化被認為能有效改善都市高密度發展所帶來的微氣候環境影響，多項研究顯示建築牆面 100% 綠覆率所帶來的效益為佳。本研究以建築 100% 垂直綠化的基礎，探討在不同都市密度(低、中、高密度)配置不同比例綠化棟數(0%、35%、65%、100%)共 12 個方案，以行人高度分析對於都市微氣候之影響及不同方位之差異。

結果顯示無論有無綠化配置，隨都市密度及建築量體高度越高時，人行高度風速逐漸增加，建築量體東向、南向及北向立面平均風速逐漸提升，但背風西向立面逐漸下降，迎風面之東向風速最高及背風處的西向溫度最高。各種密度配置綠化棟數遞增，風速逐漸降低，成反比趨勢。相較 0% 無綠化，配置 35% 綠化棟數可達到降低各密度最少風速及最佳降溫效果，其中中、低密度為降低最少風速 7% 及低密度最佳降溫 7%。各向差異為高密度溫度衰減幅度較大，以低密度西向降低風速 2% 及降溫 8% 效果最佳。

高密度較中低密度都市行人風場為高，配置 35% 綠化比例可降低最少風速且降溫效果明顯。中、低密度較高密度平均溫度高、風速低，以背風面之西側綠化設計，減少植栽摩擦影響及降溫效果佳。

Abstract

Along with inclining urbanization and population, cities are transforming towards high-rise buildings to fulfill the needs of the dense population, resulting in changes of the urban microclimate. The number of urban green space has been declining. Thus, to increase green coverage ratio, urban greening is gradually extended to vertical greening. Studies have shown that vertical greening on buildings is capable to improve microclimate in high-density urban areas. Under the basis of 100% vertical green coverage rate, this paper studied 12 cases with different green ratio (0%, 35%, 65%, 100%) on different urban densities, focused on pedestrian-level height to analyze the impact towards urban microclimate.

The results show that despite greening, wind speed on north, south, and east increases as the building heights increase, while west side has the highest temperature and lowest wind speed. Vertical greening decreases wind speed. 35% greening ratio has the most effective on decreasing urban temperature, while maintaining urban wind speed. Additionally, 35% greening ratio on low and medium density urban areas have the most effectivity.

Pedestrian-level wind speed is the highest on high-density areas. 35% ratio of vertical greening on high-density areas can lower wind speed, and decrease urban temperature most effectively. On low and medium-density areas, temperature is higher and wind speed is lower. Vertical greening on the west side is recommended to decrease temperature without disrupting too much air flow.

一、研究動機與目的

由於都市化快速發展，高聳建築密集使得都市熱島效應加劇微氣候產生變化。何錦明、林子平、黃瑞隆（2008）彙整國內外影響熱島效應的因子，都市尺度包括人口總量、地形地貌、綠覆率、使用強度等；街廓尺度則是討論街道座向、遮蔽比例、植栽數量、街道高寬比、鋪面材質反射率及天空可視率等因素。Gromke 等人（2015）指出至2100年全球平均氣溫預計可提高1.5°C至4.5°C，為減緩都市熱島效應，增加綠覆面積及達到自然通風的環境可作為調適的目標。都市風廊受都市密度、建築高度、街道狹谷寬度等因子產生不同風向及風速，街廓中密集的高層建築群會阻礙風場的流通（李仲翊，2019）。為積極推動以塑造良好都市環境及微氣候，許多國家極力強制推動與獎勵政策，以致力發展建築立體綠化為主要目標（葉婷瑤，2018）。臺北市2016年6月2日發布綠建築自治條例，其中「臺北市新建建築物綠化實施規則」即規範建築立體綠化計算方式¹以及臺中政府於2019年頒布《臺中市鼓勵移居建築設施設置及回饋辦法》²。

建築立體綠化透過植栽的遮蔭、蒸散能力，增加通風及降低環境溫度，因其植栽種類不同，孔隙率、樹冠大小及厚度皆有差異，多種研究指出從單棟建築物到街廓建築群立面綠化方式對環境降溫與改善舒適度具有效益，都市綠化被認為是最適合、能有效減緩氣候變化的策略。Perini et al.（2011）、盧俞樺（2012）、黃聖烜（2013）以實測方式探討植栽種類、綠化工法、空氣牆厚度等對建築表面溫度或一定距離之空氣溫度有差異。也有以數值模擬方式探討不同立體綠化因素的影響，如配置座向（葉欣界，2014）、綠覆率、高度（陳韻仔，2018）、建築高低排列、建築透空形式綠化（陳于慈，2020）、建築群密度配置樹木覆蓋率（TCR）（Ouyang et al.,2020）等等。

¹ 臺北市2016年6月2日發布綠建築自治條例，第三條第四項訂定「臺北市新建建築物綠化實施規則」，依建築基地訂定可達綠化程度及條件、建築物立面各層樓設置植栽槽寬度及以三公尺高度來計算綠覆面積，在計算總綠覆面積時，建築物本體綠覆面積不得超過法定空地綠覆面積百分之二十。

² 臺中政府於2019年頒布《臺中市鼓勵移居建築設施設置及回饋辦法》²。其中第5條第2款規定建築外牆設置植生牆面且突出外牆面不得超過2公尺。

上述文獻皆在探討建築物本體綠覆率設計或是高層高密度都市空間配置綠化與風熱環境之關係，缺少以街廓尺度去探討建築物綠化棟數多寡之影響，故本研究以計算流體力學(CFD)，對低中高不同都市密度理想城市進行模擬，探討建築高度的差異，配置不同綠化棟數（0%、35%、65%、100%），分析各方案建築物各向對風環境及溫熱環境之變化。

二、國內外相關文獻與理論探討

2-1 都市熱島效應與溫熱環境

都市熱島效應(Urban Heat Island Effect)是由 Luck Howard 於 1833 年提出;其定義為都市環境由於綠地不足、人口過度集中、人工發散熱大、建築物材料影響等因素，使得都市有如一發熱的島嶼，因而有「熱島」之稱。劉佩蓉（2016）以調整都市型態和街廓寬度做三個案例，並以 ACH 及 PET 進行分析，研究結果顯示街廓配置與風向平行時，可以增加氣流流動，進而提升通風效果，除了需注重橫向氣流外，縱向氣流也是增加氣流的方式，且 ACH 與流入空間之體積流量成正比。邱英浩(2011)透過 CFD 模擬數分析連棟建築、獨棟並排、中庭空間等三種建築配置形式對風環境之影響，無論街道配置如何，均呈現街道尺度(H/W)越小，其平均風速(U/Ur)變化越小。曾尉育（2012）利用臺北市現地實測資料，配合微氣候影響因子及 2007 年國土利用調查土地覆蓋與土地利用資料，進行相關性分析及回歸式分析，發現自然覆蓋率比每增加 1%，熱島降溫 0.11%，晚上或午夜濕度與中午濕度比每增加 1%，熱島降溫 2.79%。葛亞寧等人(2016)探討北京建築區，發現高層建築區棟距較大，有利於空氣流通，同時熱島效應有減弱的趨勢。溫靖儒(2018)研究透過實地量測法、問卷調查法、熱環境因子調查與 CFD 軟體模擬，驗證校園開放空間步行環境的高溫化現象影響溫熱環境之因子，研究結果顯示天空可視率(SVF)在熱季校園開放空間步行環境中，是影響步行環境的遮蔽程度與太陽直曬步行環境的比例，需降低步行環境之可視率，如有綠化植栽、鋪面材質、水體、人工發散熱、風環境、天空可視因子、建城區密度與高度等七項。李仲翊（2019）

在研究中分析透空式高密度高層建築對微氣候影響，結果顯示透空式高層建築能增加空氣流通性，改善原有背風面都市風場弱風之情形，也能有效降低街谷中溫度及汙染物濃度，但隨距離增加改善效果會有遞減情形。丁于婷（2016）以不同的道路寬度、建築退縮尺度以及建築退縮高度，利用 FLUENT 之計算流體力學做為分析工具，研究顯示建築退縮量體尺度大，建築退縮高度尺度小之型式，有助於城市通風換氣效率，若要改善整體都市風環境，建築量體設計應朝向建築退縮尺度大。Zhengtong 等人（2020）分析建築陣列的鋒面密度，以四層以上行人層的熱舒適度和空氣質量，考慮現實太陽輻射（北、南、東和西），結果顯示隨著鋒面密度增加，當地太陽位置(0800LST)和(1400LST)風速、空氣的變化與(1200LST)皆不同。

2-2 都市密度對都市風環境影響

亞寧等（2016）利用衛星遙控反演地表溫度，結果顯示建築覆蓋率越高地表溫度越高。任超及吳恩融等人（2017）分析香港市區微氣候認為高密度的建築影響城市內部區域的空氣對流與交換，增加夏季熱負荷。Shuo-JunMei 等人（2017）提出較低的建築密度可以提高通風效率，通過減少建築物正面面積密度或建築數，可以在緊湊的城市發展中獲得更好的通風性能。楊俊宴等人（2016）設置平均高度 30m 錯落度 0m、5m、10m、15m、20m、40m 及 60m 的實驗模型，結果顯示建築的錯落有益於導引上層的氣流向地面流動，促進背風面的空氣流通。Tsanga 等人（2012）研究都市密度過高的區域由於建築的阻擋作用容易導致風速降低，使通風效果與散熱效果不佳。林芷瑩（2017）透過調整建築型態和街廓寬度，探討都市中不同密度的區域進行風環境的實測與模擬，結果指出透過拆除擋風建築、重塑街道空間以及改變建築物造型，可有效提高通風效率與區域透風程度。santos,Luis G.R.（2021）分析不同的都市型態對熱效應的影響，提出當建築群覆蓋率 30%、40%時，為都市中的環境影響和外部權衡之間提供了很好的平衡。楊俊宴等人（2016）透過 CFD 模擬五種建築群密度模型，模擬結果顯示隨著建築密度的增大，棟距縮小會使得風速難以深入至都市內部，建築密度與風速之間

呈現負相關的趨勢。潘柏林、郭秀娟、魏莉莉、蔡偉（2016）隨著建築高度的增加，建築外表面的氣流速度會逐漸增加。Chia-An Ku（2020）研究顯示與建築物高度相關的城市型態指標與其他類型城市型態指標相比，與模擬風場具有相對顯著的相關性，表示建築高度在城市環境的建設中起著重要作用。Man Lin（2014）研究不同建築高度、建築覆蓋率及環境風向對 UCL 通風之影響，並利用清除流率(PFR)及空氣換氣率(ACH)進行評估，得知建築物之高度變化，會增強高層建築周遭之氣流，但降低低層建築附近的通風效果。彙整相關文獻歸納出影響都市微氣候因素包括建築型態（建築覆蓋率、平均高度、容積率），以建築平均高度對風環境影響較為顯著。

2-3 都市立體綠化及方位對溫熱場影響

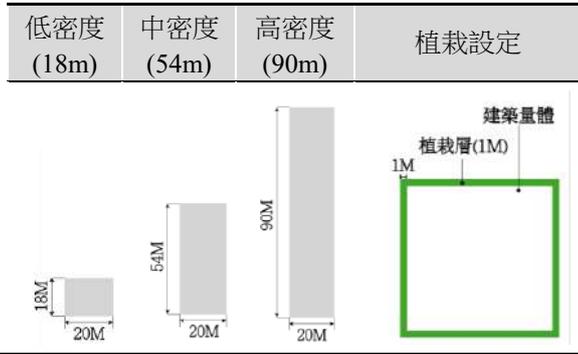
Irina 等人（2014）實地測量建築立面各向，結果顯示對於牆表面溫度平均降低 0.7 度，在東向最大降溫約 12.6 度，空氣溫度平均降低約 0.8 至 2.1 度，相對濕度比裸牆周邊高 2 至 4%。Aflaki 等人（2017）相較於玻璃建築表面，100%覆蓋率的立體綠化系統可以降低環境溫度約 1°C。Ouyang 等人（2020）實驗不同都市密度配置綠化覆蓋，綠化範圍從 2%到 30%以及整個區覆蓋綠化(建築物以外的 56%綠化)，設定樹高(9M)、樹干高度(3M)、冠寬(7M)，研究發現低密度 20-30%的植栽覆蓋率是最有效的提供冷卻的數值。Peng 等人(2020)模擬南京典型的都市形態，配置綠覆率 35%-100%，結果顯示高密度綠化 61%-81%可實現日間節能 3%。Morakinyo 等人（2019）利用 ENVI-met 研究香港典型高密度都市配置立體綠覆率及方位對降溫之效益，風向以夏季西南風作設定，結果顯示綠化量相同下，中午之前，東立面降低 12 至 14 度，其次是南向降低 7 至 11 度，當東西向及南北向採用相同的綠覆率，前者產生更好的熱效益。

三、數值模擬計劃

本研究參考楊安石等人（2020）研究，6x6 共計 36 棟建築之概念城市模型，單棟建築量體尺寸長 20m (B) x 寬 20m (B)，X 軸向通道與 Y 軸向通道寬度 (W) 為

20 公尺 (B)，研究區域配置範圍為 220x220 公尺。透過 CFD 數值模擬解析都市風場與溫度場分佈狀態，探討低、中、高都市密度建築物配置綠化棟數(0%、35%、65%、100%)對於都市微氣候及環境風場變化之影響，詳如表 1 所示。

表 1 建築模型及植栽層介質設定圖



採用 ANSYS Fluent v18 數值模擬軟體進行高速度流與不可壓縮流、穩態以及導熱與熱流傳熱的三維空間模擬分析，邊界條件設定參考(杜均謙, 2020)，入風口為 3B 之距離、橫向為 3B 之距離、建築物上方之邊界距離則以建築物高度 H 之三倍，設定為 3H，出口邊界與模型保持 8B 之距離，以實現完整的尾流，如圖 1

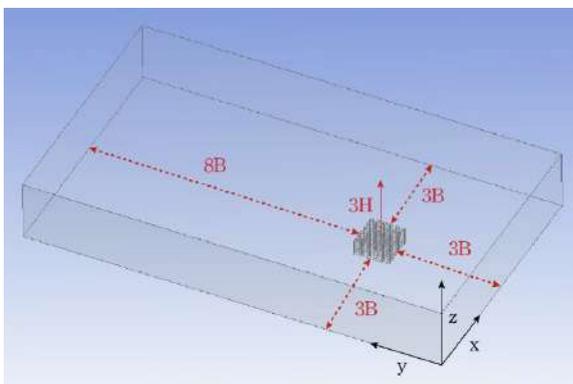


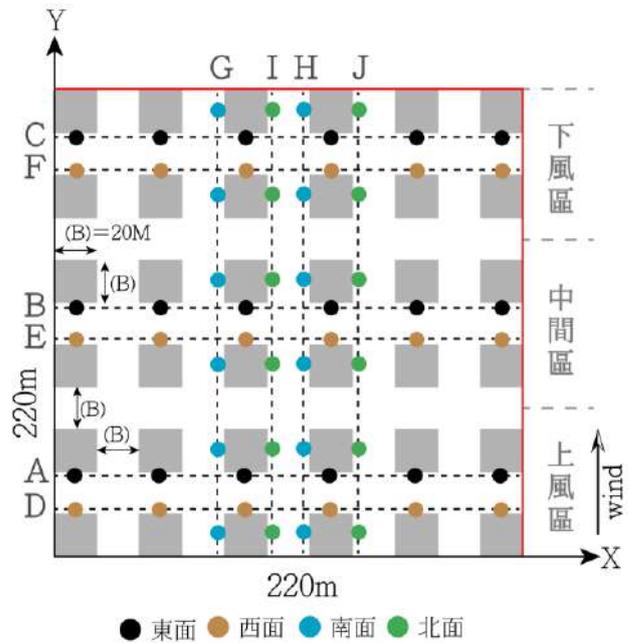
圖 1 邊界條件示意圖

所示。材質條件設定，將建築壁面設定為混凝土、地面設定為瀝青，植栽材質部分綜整 Buccolieri 等人(2009)將植栽邱葳傑(2015)及 Koch 等人(2019)設定，將植栽層設定為均勻填充分佈且無彈性之多孔隙材質，植栽孔隙率設定為 0.9

討論方式分為 Y 軸向通道(平行風向通道)及 X 軸向通道(垂直風向通道)2 部分，以探討行人高度 1.5m 「距離建築外牆 1 公尺」處建築四個面向的風及溫熱環

境變化。每行設置 6 個測點，X 軸分為東向 A、B、C 行 18 個測點及西向 D、E、F 行 18 個測點，Y 軸分為南向 G、H 行 12 個測點及北向 I、J 行 12 個測點，作為分析平均風速及溫度之數據，如圖 2 所示。

圖 2 城市概念設定及測點配置圖



模擬氣象參數採用交通部中央氣象局臺北測站(代號:466920)之資料，計算 2012 年至 2021 年共十年之夏季(6-8 月)平均氣象資料做為參數設定依據，計算結果可得知平均風速為 1.92m/s、平均溫度為 29.67°C，主要是東風 35%，如表 2 所示。

表 2 臺北測站 2012-2021 年夏季(6-8 月)氣象資料表

內容	圖表
測站	466920_
名稱	臺北
測站高度	5.3m
主要風向	東風
平均風速	1.92m/s
平均氣溫	29.67°C

表 3 變項型態彙整表

	低密度(18m)	中密度(54m)	高密度(90m)
0% 無 綠 化			
35 %			
65 %			
100 %			

模擬變項包括樓高 18m (低密度)、54m (中密度)、90m (高密度) 不同都市密度之設定，配置建築四面立體 100%綠化，綠化棟數比例 (0%、35%、65%、100%)，共低中高都市密度配置不同綠化棟數 12 個模擬方案，如表 3 所示，並探討建築物各向對於都市街道空間風速與溫度的影響。

四、模擬分析

4-1 風速模擬結果分析

低中高密度綠化對風環境之影響差異

表 4 分別為低、中、高密度型態配置不同綠化棟數方案人行高度之風環境分析結果，無論有無綠化配置，隨都市密度越高，建築量體高度越高時，建築物角隅處產生渦流間接提高風速，風速逐漸增加。相較 0%(無綠化)低、中、高密度方案之風速「高密度(90m)方案(0.79m/s)>中密度(54m)方案(0.47m/s)>低密度(18m)方案(0.4m/s)」，配置 35%綠化棟數平均風速降低最小，為「高密度方案(0.62m/s)>中密度方案(0.44m/s)>低密度方案(0.37m/s)」，其中中、低密度方案為風速降低最少 0.03 m/s。顯示各方案配置綠化棟數遞增，因植栽孔隙率及表面摩擦力影響，使得風速逐漸降低，成反比趨勢。此結果隨密度越高，即建築高度增加，風速逐漸增加相

符(潘柏林、郭秀娟、魏莉莉、蔡偉，2016)以及建築物之高度變化會增強高密度之風速，降低低密度通風效果相符 (Man Lin, 2014)。

低中高密度建築量體各向綠化對風環境影響分析

表 5 分別為不同建築密度不同百分比綠化棟數方案之建築物各向風環境分析結果，顯示低密度(18m)方案建築量體綠化方案之各向平均風速呈現出「東向(0.53 m/s)>西向(0.45m/s)>南向(0.34 m/s)>北向(0.32 m/s)」；中密度(54m)方案及高密度(90m)方案皆呈現「東向>南向>北向>西向」。低密度配置 35%綠化棟數方案為各方案之方位衰減幅度最小，東西南北向依序遞減 15%、35%、39%。各方案之東向迎風面風速最高，隨著密度越高衰減幅度越大，相較 0%無綠化之風速「高密度方案(0.87m/s)>中密度方案(0.72m/s)>低密度方案(0.53m/s)」，配置 35%綠化棟數「高密度方案(0.78m/s)>中密度方案(0.7m/s)>低密度方案(0.5m/s)」為各方案風速降低最少的，其中低密度方案風速降低 0.03m/s 及中密度方案降低 0.02m/s。此結果顯示與風向平行之東向，會增加風速，提升通風效果相符(劉佩蓉，2016)，本研究加入不同密度之變項，隨密度越高風速衰減幅度越大。

無論有無綠化，建築物東向迎風面、北向、南向立面行人高度平均風速顯示高密度(90m)>中密度(54m)>低密度(18m)方案，背風處的西向立面則是低密度方案>中密度方案>高密度方案。隨都市密度越高，東向迎風面、南向及北向立面平均風速逐漸提升，但背風處的西向立面平均風速逐漸下降。相較 0%無綠化之西向立面風速「低密度方案(0.45m/s)>中密度方案(0.32m/s)>高密度方案(0.3m/s)」，配置 35%綠化棟數西向立面風速為「低密度方案(0.44m/s)>中密度方案(0.28m/s)>高密度方案(0.27m/s)」衰減幅度最小，依序遞減 36%及 39%，其中低密度方案之西向立面風速降低 0.01 m/s 最少。此結果隨都市密度越高，相較其他向立面，背風面之西側風速逐漸下降，與李仲翊(2019)研究提出背風面都市風場有弱風之情形相符。

表 4 各方案 1.5m 高 Z 軸風環境模擬結果分析表

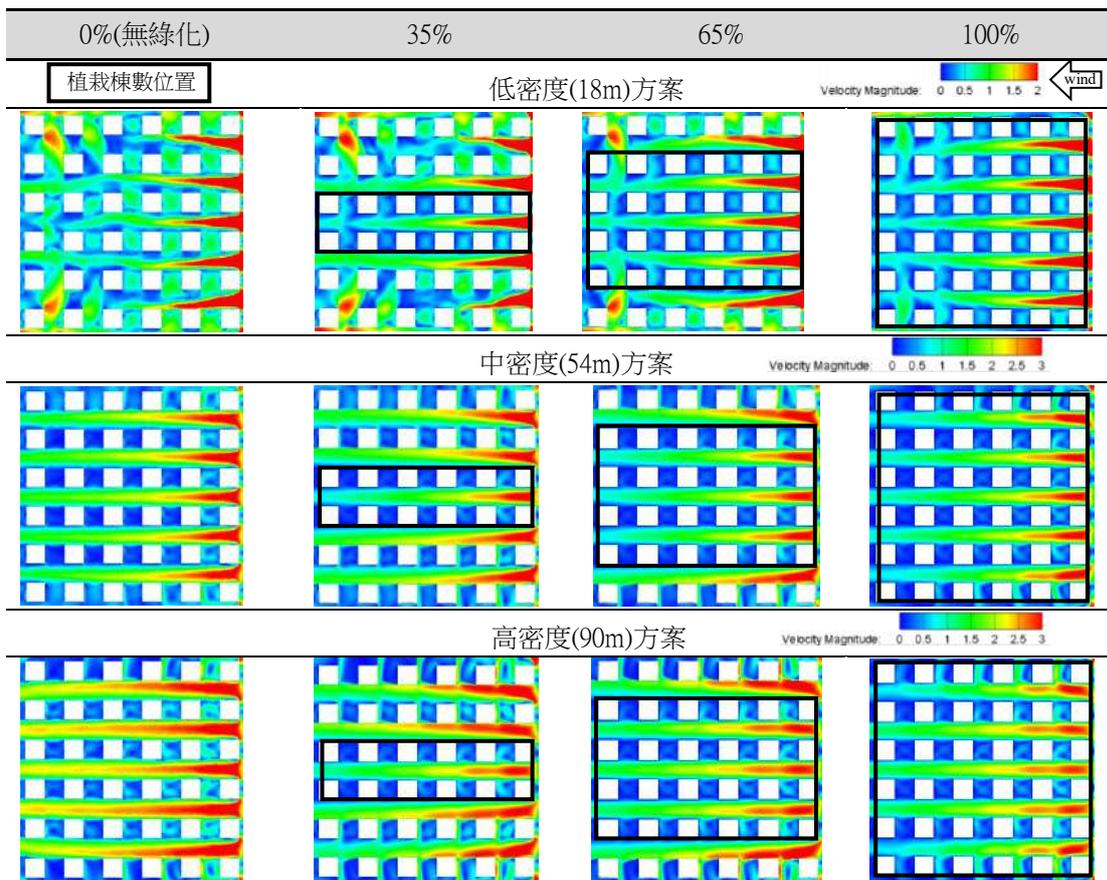
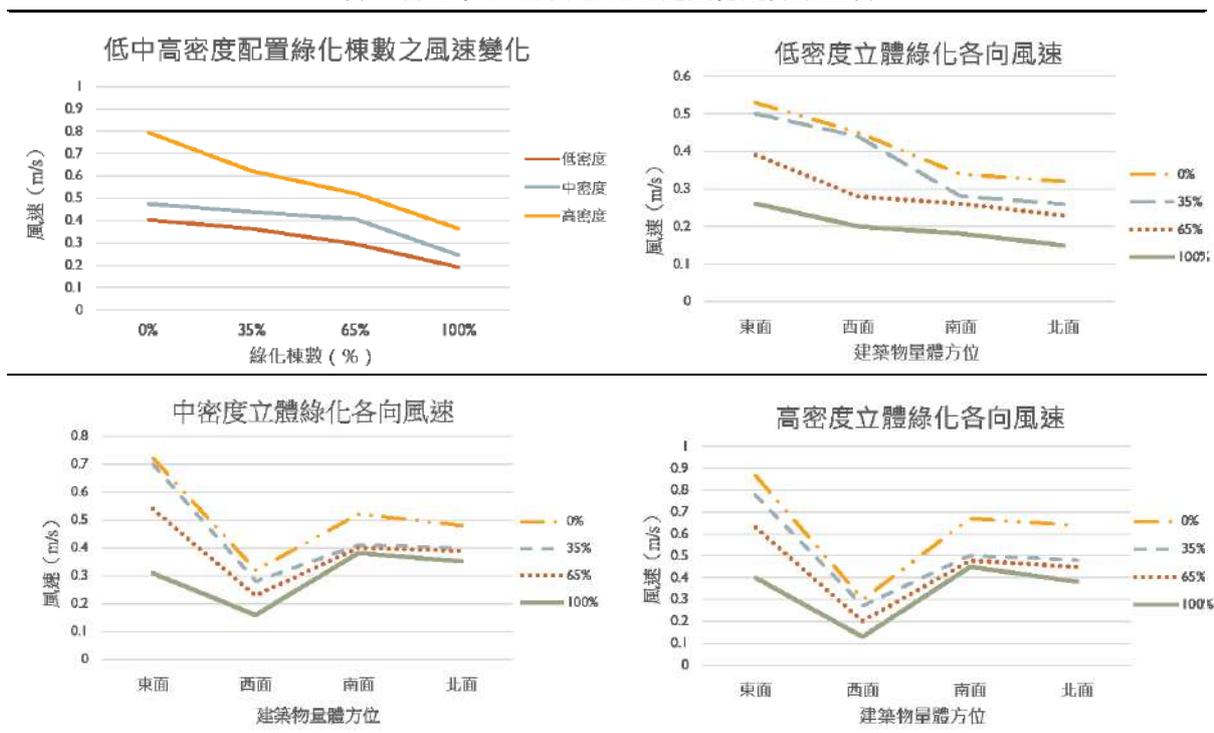


表 5 各方案 1.5m 高 Z 軸風速變化趨勢彙整表



4-2 溫熱環境模擬結果分析

低中高密度綠化溫度分析

表 6 分別為低中高密度型態配置不同綠化棟數方案之溫度分析結果，無論有無綠化配置，隨都市密度越低，人行高度平均溫度逐漸增加成反比趨勢。不管低、中、高密度都市立體綠化皆能降低溫度，相較 0%無綠化之平均溫度「低密度(18m)方案(37.8°C)>中密度(54m)方案(36.6°C)>高密度(90m)方案(36.4°C)」，綠化棟數 35%比例降溫最明顯，平均溫度呈現「低密度(18m)方案(35.2°C)>中密度(54m)方案(34.4°C)>高密度(90m)方案(34°C)」，顯示低密度方案降低溫度 2.6°C 效果最佳。隨著綠化比例增加，溫度略有上升，於高密度方案溫度衰減幅度最小，呈現「0%無綠化(36.4°C)>100%綠化(34.6°C)>65%綠化(34.5°C)>35%綠化(34°C)」，依序遞減 4%、5%及 6%溫度，顯示綠化越高未必呈現都市降溫的最佳狀態。Ouyang 等人(2020)研究發現低密度 20-30%的植栽覆蓋率是最有效的提供冷卻的數值。此結果與 Aflaki 等人(2017)研究結果顯示 100%覆蓋率的

立體綠化可降低環境溫度約 1°C 不符，因本研究加入不同密度之變項，顯示綠化比例越高，溫度略有上升。

低中高密度建築量體各向綠化溫度分析

表 7 為不同建築密度不同百分比綠化棟數方案之建築物各向溫度分析結果。低密度(18m)及中密度(54m)方案各向平均溫度皆呈現「西向>南向>北向>東向」，高密度(90m)方案呈現「西向>東向>北向>南向」，顯示各方案之背風處的西向平均溫度最高，推測因熱堆積效應較其他方位溫度高。以高密度方案配置 35%綠化棟數之方位溫度衰減最大「西向(35°C)>東向(34°C)>北向(33.8°C)>南向(33.7°C)」，依序遞減 3%、3%、4%。相較 0%無綠化之西向立面溫度「低密度(18m)方案(39°C)>中密度(54m)方案(38°C)>高密度(90m)方案(37.5°C)」，配置 35%綠化棟數之西向具最佳降溫效果「低密度方案(35.8°C)>中密度方案(35.2°C)>高密度方案(35°C)」，以低密度方案之西向立面降低最大溫度 3.2°C。本研究西向背風面溫度較高降溫效果較明顯，與 Morakinyo 等人(2019)研究東向背風立面降溫效果最佳(風向為西南風)之結果相符。

表 6 各方案 1.5m 高 Z 軸溫熱環境模擬結果分析表

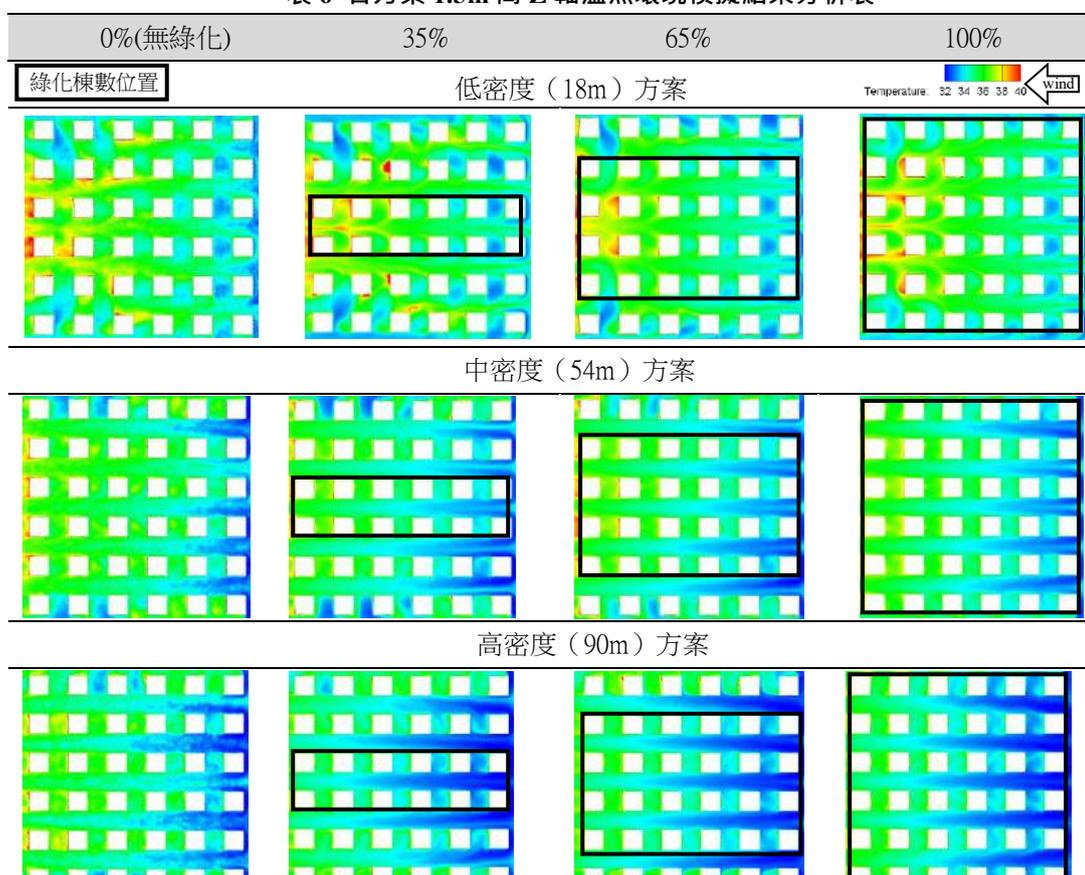
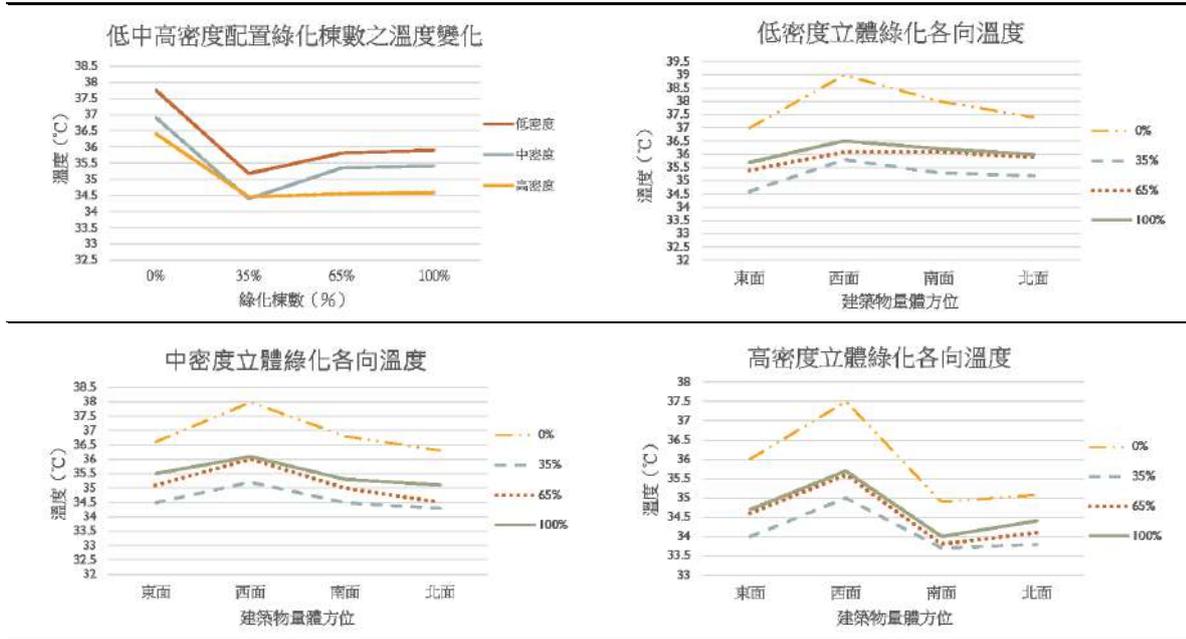


表 7 各方案 1.5m 高 Z 軸溫度變化趨勢彙整表



五、結論

總結低中高密度都市密度配置綠化方案及建築物各向的 CFD 模擬結果，歸納彙整出以下結論：

5.1 不同都市密度綠化對風速及溫熱場之影響

研究結果顯示在行人層(1.5m)高度下，無論有無綠化配置，隨都市密度越高，建築物高度越高，風速逐漸增加成正比。各種密度配置綠化棟數越多，平均風速及溫度越低。相較 0%無綠化風速，配置 35%綠化棟數各方案降低最少風速，以低密度(18m)方案及中密度(54m)方案為最佳。隨都市密度越低，人行高度平均溫度逐漸增加成反比趨勢。不管低、中、高密度都市立體綠化皆能降低溫度，相較 0%無綠化溫度，以低密度(18m)方案配置 35%綠化棟數降低平均溫度 7%為最佳。

5.2 低中高密度建築量體各向綠化對風速及溫熱場影響

研究結果顯示低、中、高密度配置綠化皆為東向迎風面風速最高，隨著密度越高風速衰減幅度越大。相較 0%無綠化之風速，配置 35%綠化棟數各向風速降低最少，以高密度方案溫度遞減幅度最大，風速減少最少為

低密度方案(5%)及中密度方案(2%)之東向立面。無論有無綠化，建築物東向迎風面、北向、南向立面行人高度平均風速隨著密度越高，風速逐漸升高，但背風處的西向立面逐漸下降。溫度部分，推測背風側之西向因日曬強及熱堆積影響，平均溫度較其他方位高，相較 0%無綠化之西向立面溫度，配置 35%綠化棟數之西向溫度具最佳降溫效果，以低密度方案之西向立面降低最佳溫度 8%。

垂直綠化方案雖能帶來整體降溫效果，透過此研究顯示都市密度亦是影響溫熱環境之因子，包括建築物高度、綠化方位、綠化量、盛行風向等。

研究結果顯示綠化 35%比例降溫效果最佳，未來可加入更多比例做變項比較，得到最佳綠化比例。高密度具有最大風速，配置 35%綠化比例可降低略少風速且降溫。中、低密度較高密度平均溫度高、風速低，以背風面之西側綠化設計，減少植栽摩擦影響及降溫效果佳。因不同都市密度型態需考量的變因有所不同建議後續相關變項可加入街道寬度變化因子，以獲得與垂直綠化方案搭配之最佳降溫組合。

六、致謝

本研究特別感謝科技部計畫(計畫代號 110-2221-E-027-013-MY2) 及新世代住商與工業節能研究中心的經費贊助。

七、參考文獻

1. 李仲翊 (2019)。透空式高密度高層建築開口率及位置對微氣候影響。國立臺北科技大學建築系建築與都市設計碩士班碩士論文，台北市。
2. 林芷瑩 (2017)。水岸建築量體配置對環境舒適度影響之研究。國立臺北科技大學建築系建築與都市設計碩士班碩士論文，臺北。
3. 陳韻仔 (2018)。都市區域建築立面綠化對行人舒適度效益之研究。國立臺北科技大學建築系建築與都市設計碩士班碩士論文，臺北。
4. 陳于慈 (2019)。立體綠化建築量體配置型態對都市微氣候影響。國立臺北科技大學建築系建築與都市設計碩士班碩士論文，臺北。
5. 黃聖烜 (2013)。壁面綠化之空氣層厚度對建築物隔熱效果影響之研究。國立成功大學建築研究所碩士論文，臺南。
6. 葉欣界 (2014)。垂直綠化對戶外熱舒適之影響。中國文化大學建築與都市設計學系碩士論文，臺北。
7. 葉婷瑤 (2018)。建築立體綠化評估及推廣策略之研究。國立臺北科技大學建築系建築與都市設計碩士班碩士論文，臺北。
8. 盧俞樺 (2012)。植物於牆面隔熱效果之影響。逢甲大學建築所碩士論文，台中。
9. 溫靖儒 (2018)。校園開放空間步行環境熱舒適性之研究-以臺北市政治大學。國立臺北科技大學建築系建築與都市設計碩士班，臺北。
10. 丁于婷 (2016)。高層建築量體退縮型態與風環境之影響。國立臺北科技大學建築系建築與都市設計碩士班，臺北。
11. 李仲翊 (2019)。透空式高密度高層建築開口率及位置對微氣候影響。國立臺北科技大學建築系建築與都市設計碩士班，臺北。
12. 何明錦、林子平、黃瑞隆 (2008)。城市地區熱島效應退燒策略研究。內政部建築研究所報告。
13. 邱英浩 (2011)。建築配置形式對戶外空間環境風場之影響。都市與計劃學報。
14. Perini, K., Ottelé, M., Fraaij, A. L. A., Haas, E. M., & Raiteri, R. (2011). Vertical greening systems and the effect on air flow and temperature on the building envelope. *Building and Environment*, 46(11), 2287-2294.
15. Morakinyo, T. E., Lai, A., Lau, K. K. L., & Ng, E. (2019). Thermal benefits of vertical greening in a high-density city: Case study of Hong Kong. *Urban Forestry & Urban Greening*, 37, 42-55.
16. Lilliana L.H. Peng, Zhidian Jiang, Xiaoshan Yang, Yunfei He, Tianjing Xu, Sophia Shuang Chen. (2020) Cooling effects of block-scale facade greening and their relationship with urban form. *Building and Environment*, pp.169:106552.
17. Li, Z., Zhang, H., Wen, C. Y., Yang, A. S., & Juan, Y. H. (2020). Effects of frontal area density on outdoor thermal comfort and air quality. *Building and Environment*, 180, 107028.
18. Ouyang, W., Morakinyo, T. E., Ren, C., & Ng, E. (2020). The cooling efficiency of variable greenery coverage ratios in different urban densities: A study in a subtropical climate. *Building and Environment*, 174, 106772.
19. Li, J., Zheng, B., Chen, X., Qi, Z., Bedra, K. B., Zheng, J., ... & Liu, L. (2021). Study on a full-year improvement of indoor thermal comfort by different vertical greening patterns. *Journal of Building Engineering*, 35, 101969.
20. Peng, L. L., Jiang, Z., Yang, X., Wang, Q., He, Y., & Chen, S. S. (2020). Energy savings of block-scale facade greening for different urban forms. *Applied Energy*, 279, 115844.

底層透空建築型態對行人微氣候影響初探—以理想城市為例

A Preliminary Study on the Influence of Lift-Up Buildings towards Urban Microclimate at Pedestrian Level - Ideal City Analysis

蘇瑛敏^a、石忻諦^b

Ying-Ming SU^a, Shin-Di Shih^b

^a 國立臺北科技大學建築系教授

Professor, Department of Architecture, National Taipei University of Technology, Taiwan, R.O.C.

^b 國立臺北科技大學建築系暨建築與都市設計碩士班 碩士生

Master degree candidate, Department of Architecture, National Taipei University of Technology, Taiwan, R.O.C.

論文資訊

論文審查紀錄：

受稿日期

2022 年 05 月 25 日

審查通過日期

2022 年 05 月 28 日

關鍵詞：

都市熱島、底層透空、行人微氣候、計算流體力學

通訊作者：

石忻諦

電子郵件地址：

shindishih7@gmail.com

Article Info

Article history:

Received 25 May 2022

Accepted 28 May 2022

Keywords:

Urban Heat Island Effect, Lift-Up Buildings, Urban Microclimate at Pedestrian Level, Computational Fluid Dynamics (CFD)

Corresponding author:

Shin-Di Shih

E-mail address:

Shindishih7@gmail.com

摘要

全球都市發展及人口集中，高度都市化(Urbanization)、都市建築型態轉向高層高密度發展、綠地減少、都市區域內能源需求增加、人為開發遽增等，加劇都市熱島效應，影響人體舒適度與生活品質。之前研究指出亞熱帶底層透空建築形式結合現代高層建築規劃，為塑造特色風貌及改善行人風場及舒適度之重要策略，但針對底層透空建築型態與高層高密度都市間之微氣候影響仍少有研究。本研究依高層高密度城市建築物底層不同透空類型(單側退縮及四面退縮)；不同平面透空率(10%、50%與90%)；及不同透空高度(一層樓與二層樓)，加上不透空建築總計13組方案進行行人微氣候數值模擬，探討高層高密度城市中建築物底層透空形式對於行人微氣候之影響。

研究結果顯示底層透空建築對於行人層都市微氣候有通風與降溫的效果。藉由風熱模擬比對後，可以得知風速與溫度呈現負相關，即風速越高溫度越低。12組底層透空建築設計以平均風速與平均溫度分析得出底層退縮四側較單側風速高且溫度低。在相同退縮方向下，透空高度二層樓較一層樓風速高且溫度低。在風熱環境相對好之建築底層四側退縮二層透空情況下，退縮比例越小風速越高，即退縮比例之風速大至小為10%>50%>90%。在相同退縮方向及透空高度下，三種退縮比例對於溫度變化相對不明顯，相比無透空組均降溫約15%。綜合上述分析，以得知底層透空建築設計變項對於行人層風熱環境的影響程度由大至小為：退縮方向>透空高度>退縮比例。

Abstract

Global urbanization causes urban morphologies to transform into high-density areas, reducing green space and increasing energy demand. Intensifying UHI effect and deteriorating pedestrian thermal comfort. Studies showed that lift-up building design combined with high-rise building morphology could improve wind environment in subtropical regions. This paper simulated different types of lift-up designs (setback area, direction, height) on high-rise buildings with addition of one non-lift-up design, total of 13 groups; analyzed the effect on urban microclimate.

The result shows that lift-up buildings could improve ventilation and decrease urban temperature at the pedestrian level. Through wind simulation comparison, it was concluded that wind speed and temperature have a negative correlation. 12 groups of lift-up building designs were examined under average wind speed and temperature; showed that buildings with lift-up design on four sides have stronger wind and cooler temperature than lift-up only on one side. Under similar conditions, urban microclimate of two-stories tall lift-up design were proven to be better than one-story's. Additionally, buildings with smaller setback have stronger wind. Ratios of 10%, 50%, and 90% of setbacks were compared, where the simulation with 10% setback areas has the strongest wind. However, setback ratio has insignificant relation to temperature. Compared with non-lift-up design, lift-up design has an overall 15% lower temperature. In comparison from highest to lowest impact of lift-up design variables on urban microclimate at pedestrian level are as follows; lift-up

design direction>lift-up design height>lift-up design setback areas ratio, where direction has the highest impact.

2076-5509 ©台灣物業管理學會

一、前言

高度都市化(Urbanization)使建築逐漸往高層高密度發展,因應都市區域內能源需求增加,人為開發遽增,硬鋪面及建築物取代土壤綠地、空調及交通工具高排熱,進而產生大量人工發熱,加劇都市熱島效應。孫振義、簡子翔(2016)研究臺灣首都臺北盆地熱島效應提出因盆地散熱不易,加上工商政經高度開發,本區域的都市熱島強度相當明顯,都市熱島強度與人口密度及建築覆蓋率呈正相關關係趨勢。林子平(2021)提出「降溫、通風、遮蔭」為都市退燒根本之道, Tianyu Xi et al.(2016)以熱帶與亞熱帶建築常見底層透空(Lift-Up Building)形式,研究底層退縮對於室外熱環境之影響,證實中心建築物底層退縮,周遭平均輻射溫度(MRT)減少,而底層退縮處為行人良好的遮蔭場所。

臺灣因應氣候型態發展出特有的騎樓地域建築型式也可算是底層透空建築的類型,蘇瑛敏等人(2015)證實騎樓可提供臺灣地區遮風避雨及防曬較舒適的行人半戶外空間,應用臺灣特有的騎樓結合現代高層建築規劃,為塑造臺灣特色風貌及改善行人風場通風與污染物排放之重要策略。近年臺灣中南部房地產出現建築底層透空型態產品如臺中市大雅區宏亞科境之南、台南市安南區力漢戀家光邸建案等,但仍缺乏對建築底層透空對行人微氣候影響的相關研究。

綜合以上說明,本研究依據張惠婷(2015)提出亞熱帶騎樓尺度方案變項,針對建築量體垂直路面方向之底層透空形式,比較建築量體底層透空方向單側退縮及四面退縮;平面透空率 10%、50%與 90%;透空高度一層樓與二層樓,共計 12 組研究模型。本研究採用 CFD 電腦數值模擬軟體 ANSYS Fluent v18 進行風、熱環境模擬,探討高層建築量體底層透空對於都市行人微氣候之影響,並與相關文獻資料相互驗證,最後彙整出符合區域性的建築配置原則,提出新開發區底層透空建築形式對於環境調適的開發策略。

二、相關文獻分析與理論探討

2-1 都市行人微氣候

內政部建築研究所(2009)以風洞試驗應用於行人風場環境評估研究指出大氣中複雜的氣流運動造成行人風場,影響建物周遭居住與用路人生活品質, Ignatius et al.(2015)提出在高密度城市中,行人風場低風速對於戶外生活環境不利,內政部建築研所(2009)研究指出高層建築對風場造成阻礙,將使建築物周遭氣流改變其狀態與速度,其影響因素繁多,包擴大氣邊界層特性、風向、風速、建築物量體、幾何外型及周遭建築量體之干擾等。而高層建築群對氣流形成巨大阻礙,而產生下切、縮流、渠化、渦漩、角流、尾流、遮蔽及穿堂風效應,該效應瞬間產生的強風,將影響行人安全性及舒適度問題。S.H.L.Yim(2009)研究指出,在河岸兩側、公園綠地附近等視覺景觀優美之區域,建商為了獲得更佳景觀,會增加建築量體高度進行開發。這些高層建築量體所形成的牆壁效應(wall effect),將對都市風環境的通風性及空氣品質造成影響(林芷瑩, 2017)。Man Lin(2014)以相同數值的建築面寬、建築高度、街道寬度做為模擬前提,且建築面積密度與迎風面積密度根據不同建築配置型式,模擬後數值也因而不同,結論指出建築高度對改善道路通風效果的影響最為顯著,留設開放空間能有效增強都市通風。根據上述文獻彙整可得知,高層建築量體的林立是影響都市風環境的主因。高層建築所形成的牆壁效應(wall effect)會對都市通風造成阻礙,易產生強風或影響空氣流通,對行人風場及安全具有一定程度的影響。對於香港等亞熱帶和人口密集的城市,在炎熱潮濕的夏季,風速和輻射溫度是影響行人熱舒適度的最大因素(Niu et al., 2015), Gloria Pignatta et al.(2017)提出建築物會阻擋大部分風對行人的影響,從而影響舒適度和空氣質量,如建蔽率越高對行人風環境的影響甚至比建築高度更大。

國內外專家學者多年持續研究都市風環境議題,

透過實際量測比對 CFD 模擬等方式，如 Lup Wai Chew et al.(2019)研究指出建築量體間具底層空地與沒有空地的案例相比，前者可將行人層風速提高兩倍以上；多數研究結果證實由都市開放空間如寬敞街道(李偉誠等，2011)、棋盤式道路系統(林宛貞，2015)、水域空間(邱英浩，2009)等整合建築配置、改變建築物型態(楊安石等人，2021)、建築量體退縮(丁于婷，2017)、建築物立面尺度變化(鍾馨葆，2020)等可以有效提升街谷風場流動、提高城市通風效率、改善戶外空間熱舒適性，戶外開放空間設計更可以提升行人步行安全與改善行人舒適度。

2-2 底層透空建築形式

底層透空式建築常用於熱帶和亞熱帶氣候區的建築設計，以獲得陰影區域和良好的通風為由，欲改善高密度城市下行人層之空氣流通不足、流通不良及夏季空氣污染物積聚和熱堆積，其底層透空式建築主要結構由中央核心、柱子或剪力牆支撐，建築物下方的半戶外空間被稱為透空區域，常見透空區域可用作行人通道、休閒區和停車區。

針對底層透空與行人風場與熱舒適性之關係，Niu et al. (2015)在香港理工大學校園進行的實地測量研究發現，風速因當地建築的底層透空設計而升高；Xia et al. (2015)使用風洞實驗評估了底層透空建築設計對行人高度風環境的影響測量，發現將建築物底層透空設計加入現有建築配置中可以提高建築物周圍的風速。Yaxing Du et al. (2016、2017)使用 CFD 模擬研究單棟建築物有無底層透空設計對於周圍的行人高度風環境的影響，發現底層透空設計可以提高單棟建築物周圍的風速，但效果僅限於鄰近區域。K.T. Tse et al. (2017)、Liu Jianlin et al. (2019)研究指出，建築物底層透空設計得以提高行人高度的風速和熱舒適度，並發現在高大細長建築的透空處有大風速區域（平均風速大於 3.5M/S），提出將中央核心改造為倒角、圓角和凹角，以改善行人舒適度。Tianyu Xi et al. (2016)研究表示，底層透空式建築底層透空率增加，其透空區域風速增加，並對於周遭無透空之建物，有降低輻射熱(MRT)的效果，而建築物底層透空區和透空區外的人體舒適度指標值均隨著透空區的增加而減少，可以改

善底層透空區和周遭非透空區的風環境。Xuelin Zhang et al. (2018)研究底層透空建築設計之建築高度對透空區域的風速大小有顯著影響，而底層中央核心的寬度控制著低風速區域。Jianhua Ding et al. (2016)實驗證實底層透空可以改善底層透空區和周遭非透空區的風環境，於非透空區風速顯示：當透空比率低於 40%，非透空區的風速由於風道的影響分為低風區及高風區；透空率大於 60%時，風速趨於穩定，不再分為低風區及高風區；而當透空率增加到 80% 時，風速增加效果最明顯；當底部完全透空(比例為 100%)，非透空區域不再存在低風速。而探討透空區風速顯示：透空區比率等於 40%時，風速非常低(小於 0.3m/s)，每增加 20% 的透空率，可以大大提高風速；透空率 80%至 100%時，風速增加效果趨緩。綜合上述研究可見底層透空建築設計適用於人口密集城市地區的低風速環境，尤其改善行人高度風環境，但目前研究多以探討底層透空建築量體本身，較少研究比對底層透空建築對於周遭無透空建築之都市行人微氣候的影響。

於臺灣常見之底層透空形式，為平行路面退縮「騎樓」式建築，張惠婷(2017)以臺灣高層高密度都市發展較為完整的新北市「遠雄京都」為例，以三種不同騎樓尺度進行比較：Case 1 H/W=1.25；Case 2 H/W=1.54；Case 3 H/W=0.75 進行探討，分析出行人舒適度較佳與風速最大之騎樓尺度為 Case 2 H/W=1.54，並透過 CFD 數值模擬分析當騎樓高度增加時可有效改善騎樓風環境、環境舒適度，提升熱舒適度，蘇瑛敏等人(2015)證實騎樓於夏季可阻擋太陽直射、降低熱輻射，此時騎樓高度增加可有效改善夏季騎樓風環境，使騎樓內溫度較街道低，提升熱舒適度；當騎樓深度加深，騎樓空間舒適度相較於開放空間提升，提供臺灣地區遮風避雨及防曬，給予台灣行人舒適度較佳的半戶外活動空間。

三、研究設計

3-1 理想城市配置模擬方案內容

本研究參考 Jian Hang (2012)理想城市設定，建築高度依據「建築技術規則建築設計施工編」定義高層

建築高度為 50 公尺以上，設定單棟建築量體尺寸為長 30cm、寬 30cm、高 50cm。圖 1 為 5*5 理想城市，中央紅色棟為底層透空建築。街道配置設定為與建築物同長寬之 30cm，藉由行人高度 1.5m 探討建築底層不同透空型態及比例對於周遭風熱環境的影響。以理想城市中心底層透空建築為原點(0,0)，依據四側退縮 10%北向退縮中心(0,14.25)取 A1(-90,14.25)至 A5(90,14.25)，共 5 個測點；於東西向四條道路中心(X=0)取 B1(0,90)至 B4(0,-90)，共 4 個測點。理想城市建築底層透空設計變項包括「退縮方向」、「透空高度」與「平面退縮比例」(表 2)。

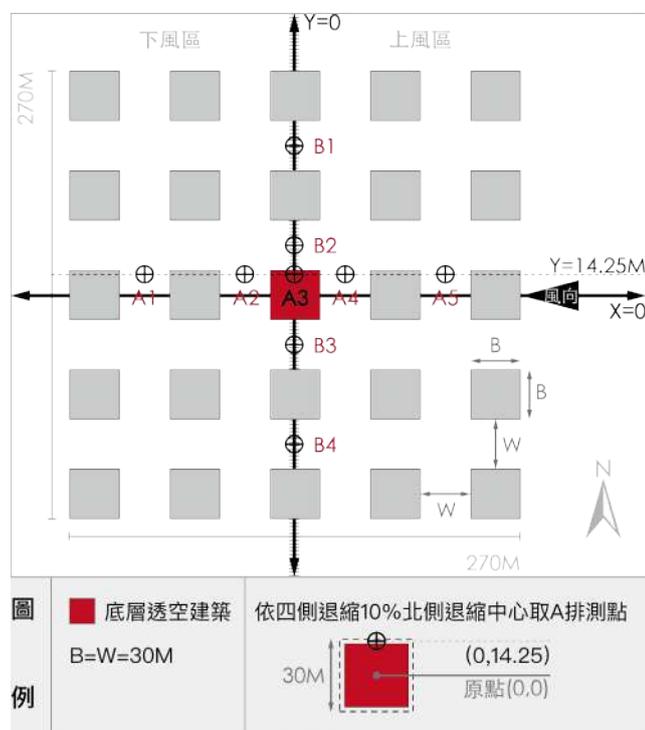


圖 1. 模擬方案配置形式與測點分佈圖

3-2 模擬參數設定

本研究採用 ANSYS Fluent v18 (Computational Fluid Dynamics ,CFD)模擬軟體計算，進行高速湍流與

不可壓縮流、穩太以及導熱與對流傳熱之三維空間仿真模擬分析。模型計算區域尺寸設定入口、橫向與頂部邊界應與模型維持至少 $5H_{max}$ 距離，其中 H 為基地範圍長邊(270m)、 h 為基地內最高建築物樓高(50m)，頂層邊界高度至少 $6h_{max}$ ，出口邊界保持至少 $10H_{max}$ 距離(表 1)，避免邊界對建築群模擬造成影響，以實現模擬模型完整的尾流。為求得更接近真實數據，入風口處以風速梯度 ABL 作為邊界條件設定，並根據邱祈榮等人(2021)分析台北周遭中央氣象局測站指出年平均溫上升趨勢最高之代號 466920 臺北測站，計算 2012 年至 2021 年近十年之平均風速、風向及溫度作為數據設定之參考依據：計算結果分別為年平均風速 2.4m/s、年均風向為東風(60%)以及年均溫度為攝氏 24 度，相關模擬參數設定如表 1 所示。

表 1. 模擬參數設定表

設定項目	邊界條件	設定
風速入口	Velocity inlet	ABL Profile
壓力出口	Pressure outlet	1 atm
上空	Symmetry	法向梯度為 0
側面	Symmetry	法向梯度為 0
地面	Ground	粗糙度為 0.016m
方案	網格統計	
Bodies	1	
Active Body	1	
Node	103,275	
Skewness	0.84	

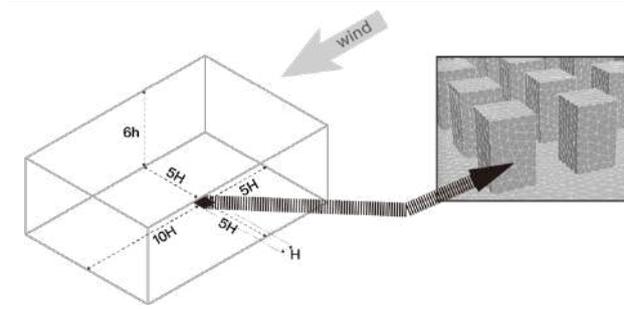
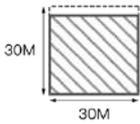
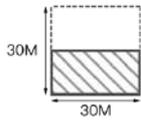
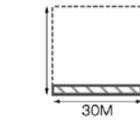
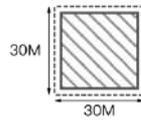
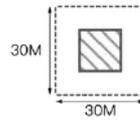
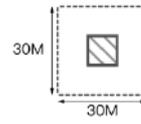
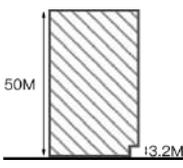
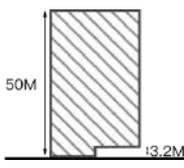
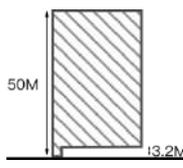
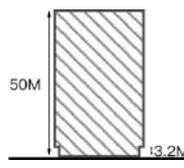
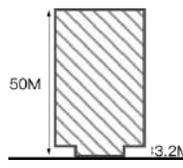
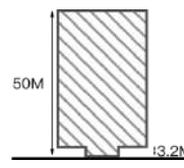
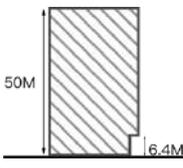
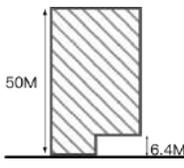
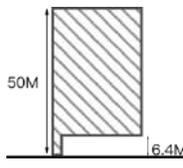
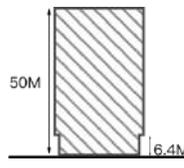
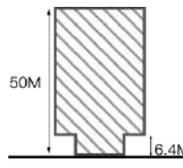
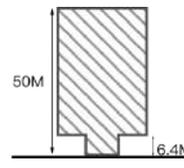


表 2.12 組底層透空建築設計方案

變項	單側退縮			四側退縮		
方案	平面退縮 10%	平面退縮 50%	平面退縮 90%	平面退縮 10%	平面退縮 50%	平面退縮 90%
一層 平面						
一層 透空 東向 剖面						
二層 透空 東向 剖面						

四、模擬結果分析

本研究彙整共計 13 組研究設計方案數值模擬結果(1 組原始無透空組與 12 組底層透空設計組)，讀取測點 A1~5、B1~4 數值(表 5)，分別探討 12 組底層透空建築模型之間風環境(表 3)、熱環境(表 4)與原始無透空組之關係，最後綜合評估底層透空建築對於都市行人微氣候的影響。

4-1 風環境模擬結果分析

藉由行人高度 1.5M 風模擬結果測點 A1~A5、B1~4(表 5)綜合分析得出距離透空建築越近風速越高(表 5-c)，此結果與 Lan Chen et al.(2021)研究得出隨著研究區域擴大，透空建築對於風速提高之效率會減弱相符。比較四側退縮組與單側退縮組，於四側退縮時風速由高至低為 10%>50%>90%而單側退縮反之，即風速高低趨勢相反(表 5-e)，可見退縮方向為影響底層透空行人風場的重要原因。而底層透空建築四側退縮組平均風速 0.97M/S 較單側退縮組高 0.03M/S，與 Tse

et al.(2017)、Zhang et al.(2017)研究底層透空建築底層核心採用四面退縮式樣設計對透空區域的風況干擾最小相符。於表 5-g 可得知底層透空二層組平均風速 0.96M/S 較透空一層組高 0.03M/S，與張惠婷(2017)透過 CFD 數值模擬分析當騎樓高度增加時可有效改善騎樓風環境相符。在平均風速較高之四側退縮二層透空組下，比較三種底層退縮比例(10%、50%、90%)風速由高至低為退縮 10%>50%>90%。10%退縮組平均風速 0.97M/S 較 50%退縮組高 0.02M/S；較 90%退縮組高 0.03M/S，可見退縮比例越小風速越高。與 Jianhua Ding et al. (2016)研究底層透空率增加，低風速分布比例逐漸縮減不同，原因在於模擬條件相異：本研究僅設計中央建築為底層透空；參考文獻為全區建築底層透空，故一棟底層透空建築對於全區影響有限。以巨觀都市尺度行人層風場來看，中央建築底層透空率增加，容易使風於建築物透空處產生渦流，使理想城市整體風速減緩。

綜合上述分析可以得知 12 組中平均風速相對高為「四側退縮一二層透空一平面退縮 10%」組，風速較無透空組由 0.86M/S 升至 1.06M/S，提升 22%環境風速。對於熱、污染物容易堆積之下風區風速與無透

空組相比由 0.5M/S 增加至 0.69M/S，增加 37%環境風速；上風區風速較無透空方案低(表 5-a)。表 3 顯示底層退縮比例越小透空高度越高使街道(測點 B2)風速相對較高，位於透空處的 A3 測點剖面顯示建築物透空牆面下切氣流形成拋物線，使行人行走於透空處較無透空組的人行道通風。

4-2 熱環境模擬結果分析

藉由行人高度 1.5M 熱模擬結果測點 A1~A5、B1~4(表 5)綜合分析得出底層透空建築設計可以降低都市行人層溫度，表 5-b,d 顯示距離透空建築越近(測點 B2、B3)降溫效果越好，平均溫度為 29.79°C，較無透空組降低 7.78°C，降低 21%環境溫度。四側退縮平均溫度 30.78°C 較單側退縮低 0.32°C(表 5-f)。二層透空平均溫度 30.82°C 較一層透空低 0.19°C(表 5-h)，與張惠婷(2017)研究增加騎樓高度可以有效改善環境舒適度，提升熱舒適度相符。熱模擬結果與風模擬結果呈負相關，即風速越高溫度越低，與過去研究相符。在平均溫度較低之四側退縮組與二層透空組下，比較三

種底層退縮比例(10%、50%、90%)溫度由低至高為退縮 50%<10%<90%。50%退縮組平均溫度 30.51°C 較 10%退縮組低 0.28°C；較 90%退縮組低 0.49°C，之間沒有明顯的遞減規律，表 5-f,h 顯示退縮比例對溫度的影響相對退縮方向、透空高度弱，退縮 10%、50%、90%皆比無退縮方案之溫度低約 15%。

綜合上述分析可以得知 12 組中平均溫度相對低為「四側退縮—二層透空—平面退縮 50%」組，溫度較無透空組由 35.97°C 降低至 30.51°C，降低 15%環境溫度。於容易熱堆積的下風區平均溫度為 33.67°C，較無透空組降低 4.65°C，可降低 14%環境溫度(表 5-b)；在上風區平均溫度為 30.7°C，較無透空組降低 2.25°C，降低 7%環境溫度。表 4 可以看到建築物透空高度越高熱堆積減少且溫度越低，位於透空處的 A3 測點溫度較道路(B2 測點)低，使行人於透空處行走時更加舒適，此結果與蘇瑛敏等人(2015)研究騎樓於夏季可阻擋太陽直射、降低熱輻射，此時騎樓高度增加可有效改善夏季騎樓風環境，使騎樓內溫度較街道低，提升熱舒適度相符。

表 3. 行人高度 1.5M 風環境東向剖面模擬結果表

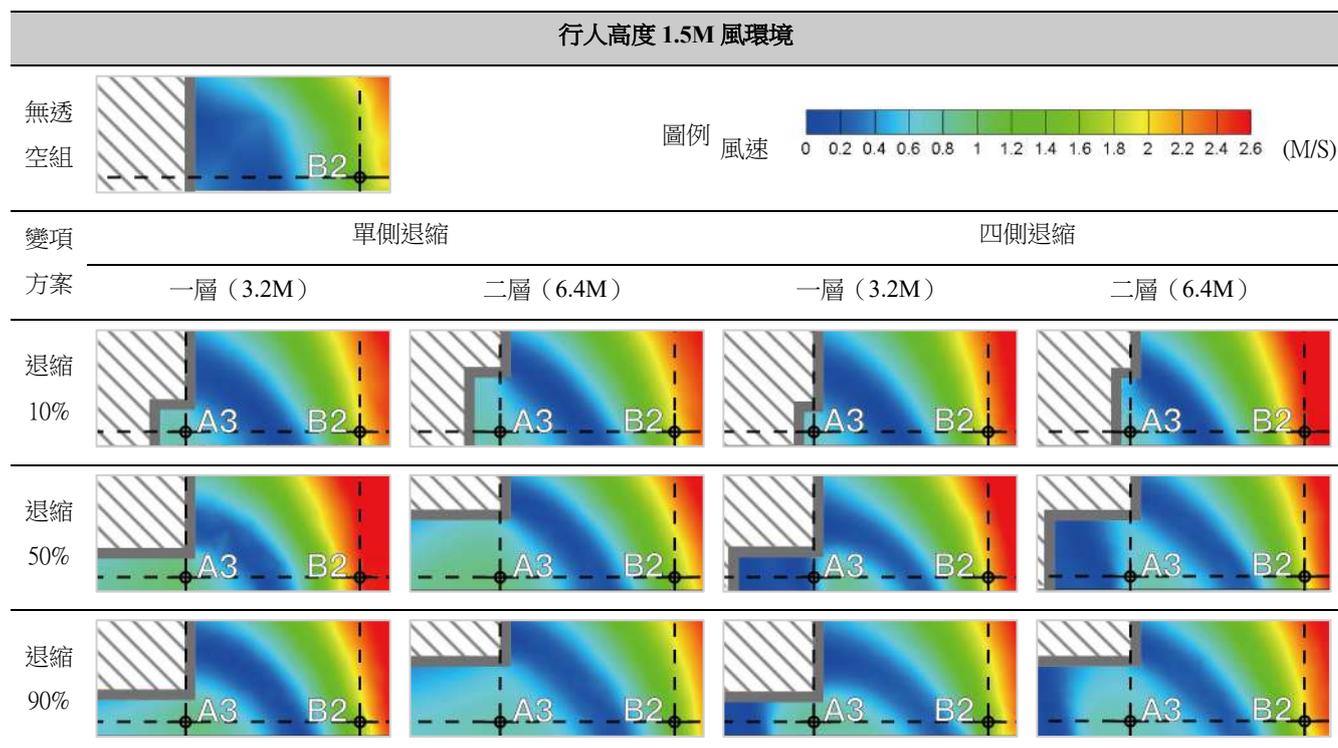


表 4. 行人高度 1.5M 熱環境東向剖面模擬結果表

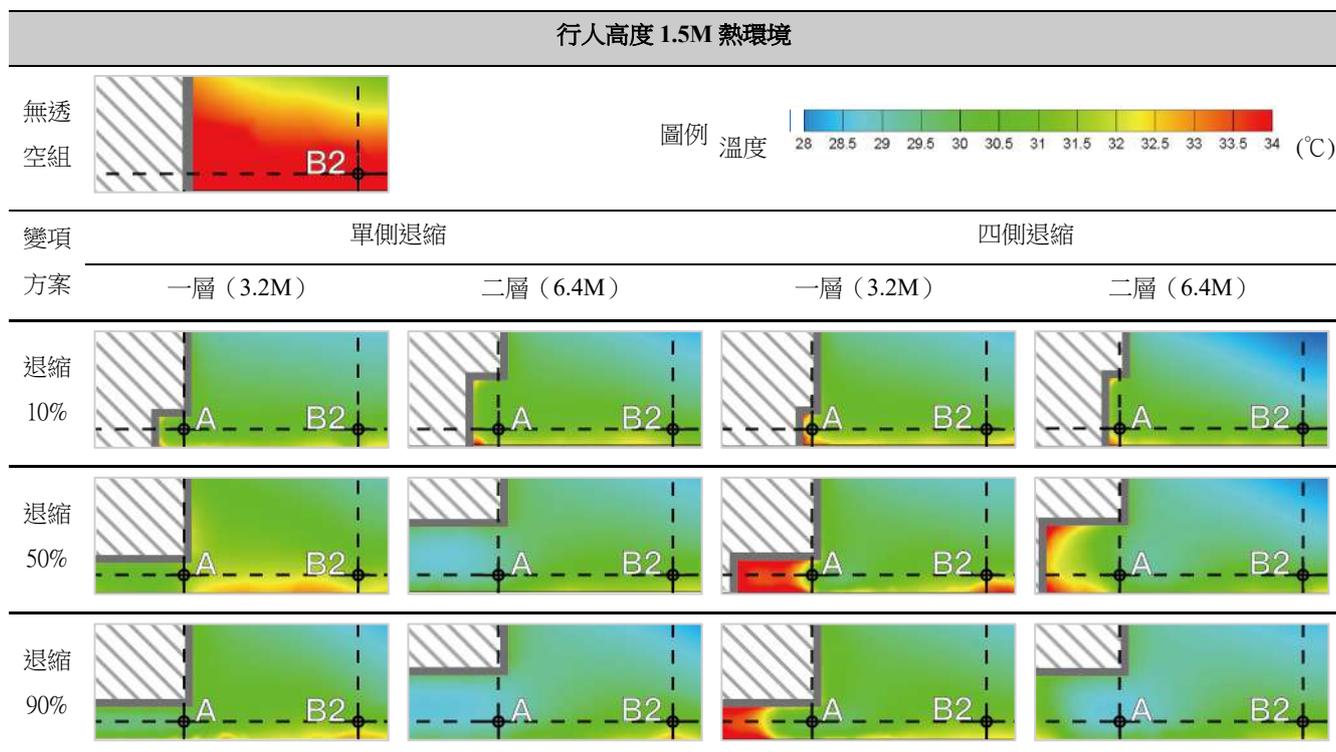
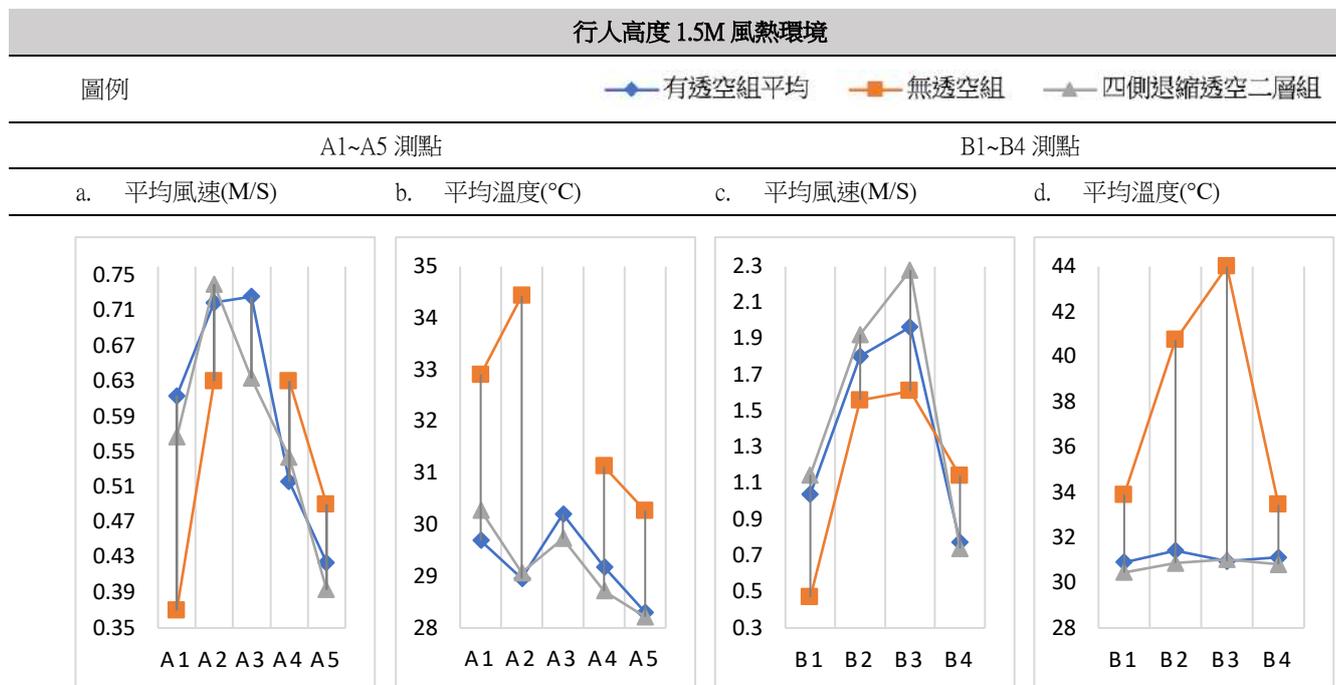
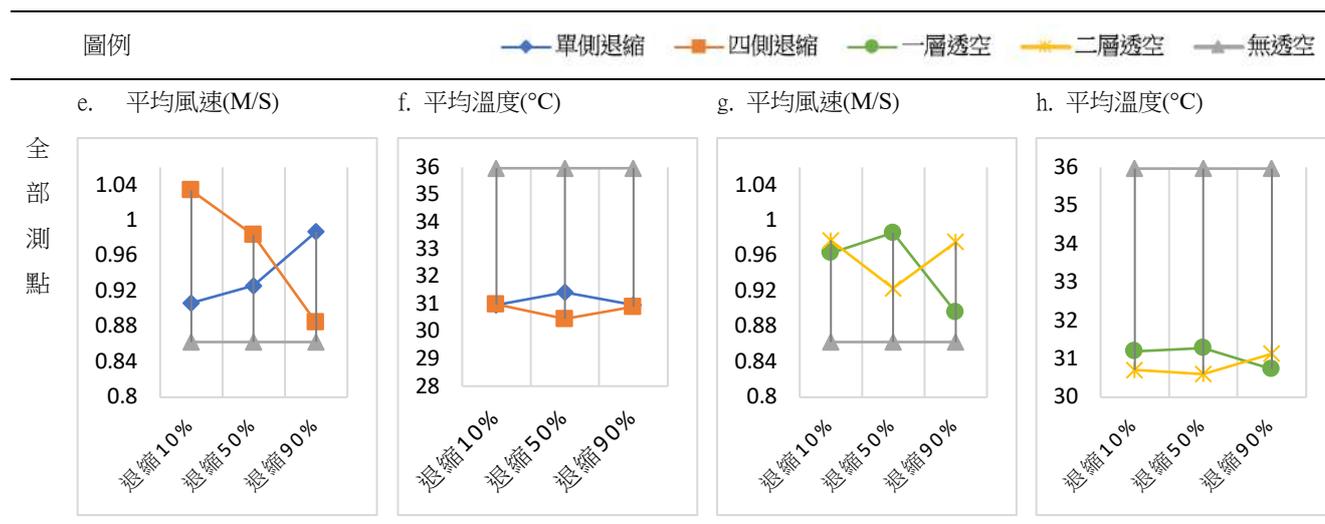


表 5. 風熱環境模擬結果統計表



A1~A3 為理想城市下風區測點；A3~A5 為上風區測點。
A3 測點位於透空處，故無透空組沒有 A3 測點。

B2、B3 測點位於底層透空建築南北側道路中央，
相對 B1、B4 測點風速高且降溫效果好。



五、結論與建議

5-1 結論

統整本研究模擬結果，底層透空建築設計可對都市行人層微氣候造成影響，透過改變建築物底層透空方向、透空高度及退縮比例設計，進而改善整體行人層 1.5M 風熱環境。藉由風熱模擬比對後，可以得知風速與溫度呈現負相關，即風速越高溫度越低。12 組底層透空建築設計以平均風速與平均溫度分析得出底層退縮四側較單側風速高溫度低。在相同退縮方向下，透空高度二層樓較一層樓風速高溫度低。在風熱環境相對好之建築底層四側退縮二層透空情況下，退縮比例越小風速越高，即退縮比例之風速大至小為 10%>50%>90%。在相同退縮方向及透空高度下，三種退縮比例對於溫度變化相對不明顯，相比無透空組均降溫約 15%。綜合上述分析，以得知建築底層透空設計變項對於風熱環境的影響程度由大至小為：退縮方向>透空高度>退縮比例。

5-2 建議

本研究文獻回顧發現研究設計於理想城市中央單棟建築底層透空，對於周遭行人微氣候影響有限，後續建議以整排街道建築底層透空設計及全區底層透空

設計來探討不同透空型態對於行人微氣候的影響。

致謝

本研究特別感謝中華民國科技部(計畫編號：110-2221-E-027-013-MY2)及新世代住商與工業節能研究中心的經費補助，使研究得以順利進行。

六、參考文獻

(1) 期刊論文

- Chen, L., & Mak, C. M. (2021). Numerical evaluation of pedestrian-level wind comfort around “lift-up” buildings with various unconventional configurations. *Building and Environment*, 188, 107429.
- Chen, Y. C., Lo, T. W., Shih, W. Y., & Lin, T. P. (2019). Interpreting air temperature generated from urban climatic map by urban morphology in Taipei. *Theoretical and Applied Climatology*, 137(3), 2657-2662.
- Chew, L. W., & Norford, L. K. (2019). Pedestrian-level wind speed enhancement with void decks in three-dimensional urban street canyons. *Building and Environment*, 155, 399-407.
- Du, Y., Mak, C. M., Liu, J., Xia, Q., Niu, J., & Kwok, K. C. (2017). Effects of lift-up design on pedestrian level

wind comfort in different building configurations under three wind directions. *Building and Environment*, 117, 84-99.

Lauriks, T., Longo, R., Baetens, D., Derudi, M., Parente, A., Bellemans, A., ... & Denys, S. (2021). Application of improved CFD modeling for prediction and mitigation of traffic-related air pollution hotspots in a realistic urban street. *Atmospheric Environment*, 246, 118127.

Tse, K. T., Zhang, X., Weerasuriya, A. U., Li, S. W., Kwok, K. C., Mak, C. M., & Niu, J. (2017). Adopting 'lift-up' building design to improve the surrounding pedestrian-level wind environment. *Building and Environment*, 117, 154-165.

Xi, T., Ding, J., & Jin, H. (2016). Research on Influence of Piloti Ratio on Outdoor Thermal Environment in Residential Blocks in Subtropical Climate Areas.

You, J., & Lee, C. (2021). Experimental Study on the Effects of Aspect Ratio on the Wind Pressure Coefficient of Piloti Buildings. *Sustainability*, 13(9), 5206.

Zhang, X., Weerasuriya, A. U., Zhang, X., Tse, K. T., Lu, B., Li, C. Y., & Liu, C. H. (2020, December). Pedestrian wind comfort near a super-tall building with various configurations in an urban-like setting. In *Building simulation* (Vol. 13, pp. 1385-1408). Tsinghua University Press.

(2) 學位論文

陳艇夫 (2019)。透空式建築與鄰棟間距關係對於都市環境影響之研究。國立臺北科技大學碩士論文，台北市。

丁于婷 (2017)。高層建築量體退縮型態與風環境之影響。國立臺北科技大學碩士論文，台北市。

張惠婷 (2015)。亞熱帶騎樓尺度對行人環境舒適度影響之研究。國立臺北科技大學碩士論文，台北市。

黃舒晨 (2015)。亞熱帶傳統民居建築型式與中庭舒適度關係之研究-以福建土樓為例。國立臺北科技大學碩士論文，台北市。

葉沛廷 (2015)。改善微氣候導向的透空式建築立體

綠化效益評估。國立臺北科技大學碩士論文，台北市。

劉佩蓉 (2015)。以 CFD 模擬分析 台灣不同城市型態及街區寬度 對於戶外通風的影響。國立臺北科技大學碩士論文，台北市。

惡地智庫

Collaborative Badlands Think Tank

蔡孟玲^a

Meng-Ling · Tsai^a

^a 國立成功大學都市計畫學系 · 專案助理人員 Project Assistant · Department of Urban Planning · National Cheng Kung University

論文資訊

論文審查紀錄：

受稿日期

2022 年 05 月 25 日

審查通過日期

2022 年 05 月 28 日

關鍵詞：

服務設計 1、線上參與過程 2、
社區協作 3

通訊作者：

蔡孟玲

電子郵件地址：

menglingsai.arch@gmail.com

Article Info

Article history:

Received 25 May 2022

Accepted 28 May 2022

Keywords:

Service Design1, Online
Participatory2, Community
Collaboration

Corresponding author:

Tsai, Meng-Ling

E-mail address:

menglingsai.arch@gmail.com

摘要

社區協作已逐漸成為於當代新形態的社區運作模式。參與過程與合作方式在社區運作模式中扮演重要的角色，如何使社區能夠自發性提出協作，為本論文研究中主要探索的課題。研究選擇臺灣南部「惡地地區」為社區場域，透過與「惡地協作」團隊共同討論，歸納其輔助協作過程，為其規劃突破地理空間的障礙的線上支援工具「惡地智庫」為目標。

「惡地智庫」以為獨特的大學社會責任課程進入社區共同參與協作，為提供新型態的線上參與服務設計模組為目的。由服務藍圖呈現使用「惡地智庫平台」以多個原型實作，呈現整體服務藍圖與建立一專案與「惡地協作 USR」使用前端網頁參與協作之歷程圖，結合地理空間資訊系統發放線上問卷來收集使用者回饋。平台以多個必使用的服務要件（許願池、惡地協作、時間軸、名片誌、資源庫），導入線上工具輔助協作的議題，透過實際共同參與以建立架構及執行部分原型，作為他人建立線上協作原型實作。

藉由整理一地域性的原型，設想以多方角度參與的互動過程，以單一原型回應社區協作之案例。「惡地智庫」的操作實踐，即利用新工具介入後延續流程，也更誘發場域內的相關人士，於未來進行更深入的規劃探索。

Abstract

Facing the issue of self-governance of public opinion in the "digital democracy era", people gather public awareness discussing the participatory in the decision-making process so that the community can spontaneously propose cooperation. With the advance of science and technology, tools of the online platform can also turn participatory into a new dimension. The research disassembles the original participation process through literature discussion and case analysis, aiming to build up an integrated workflow, including the clarification of required service components of a platform and discussion of how to facilitate the online negotiation processes.

The interaction of each involved character establishes the implementation of the "Collaborative Badlands Think Tank" platform. Although "Collaborative Badlands Think

Tank" stands as a single prototype of community collaboration, it could be considered as a comprehensive type involving participation from multiple perspectives by arranging a regional prototype and containing interactive processes. Eventually, this service design structure is expected to be transferred to other cities as a reference for assisting the collaboration, in addition to motivate interested participators to work on more in-depth planning and exploration in the future.

2076-5509 ©台灣物業管理學會

一、緒論

台灣的社區營造政策隨著均衡城鄉議題之發展，由文化部指導之階層管理機制遞進，計畫運作流程與資料反饋流程的相互串聯成為執行社區營造計畫中極為重要的管理模式。21 世紀開始，政府與公民之間的互動，一如設計介入其中的過程，社區組織合作間的合作互動，規畫者也須以更具實用性的計畫支援系統工具與方法來輔助 (Geertman & Stillwell, 2003b)。各種社區在設計與決策討論常用的工具，如網頁、App、整合工具，或是以視覺化資料、結合地理空間資訊系統 (Geographic Information System)、拓展影響分析工具等來輔助參與過程。然而面對多元的支援工具，必須要回到系統作為「輔助角色」，社區也必須要先具有明確的決策執行過程，以及理解各相關人的互動關係才得以有效 (Snyder, 2003)。以整理文化部台灣社區通網站資料中所見 (圖 1)，近幾年由新型態的「社區協作」轉換階層與單向線性的社區營造模式。社區協作的服務性設計與系統管理作為跳脫資訊傳達的角色，吸引更多人願意投入，社區關係人才得以有效地持續經營 (文化部, 2011)。

因此，本研究鎖定社區協作支援系統規劃，引導社區走入協作中面臨的問題，指出線上工具輔助參與流程的必要性。藉由實際參與「惡地協作 USR」，列舉研究重點課題與方法。促進協作的執行方法以文獻回顧與案例分析，參考公眾參與設計的循環，並利用地理空間資訊系統輔助資料收集回饋改善參與過程。

惡地智庫的服務構想，呈現惡地協作 USR 的現有情況，指認出協作過程中的重要關係人物。透過提出四個階段組成的循環參與過程，並以線上工具輔助協作的願景，以用例圖呈現服務設計中各個提供使用情境的線上功能。藉由整合整體參與過程的服務架構，設立前端互動網頁與後端技術服務規劃的連結，作為設計實踐智庫服務的構想。最終以多個原型實作，呈現整體服務藍圖與用戶體驗地圖，結合地理空間資訊系統發放線上問卷來收集使用者回饋，並呈現多個平台必使用的服務要件，資料上傳的介面、圖層互動新增點位等的資料呈現工具。

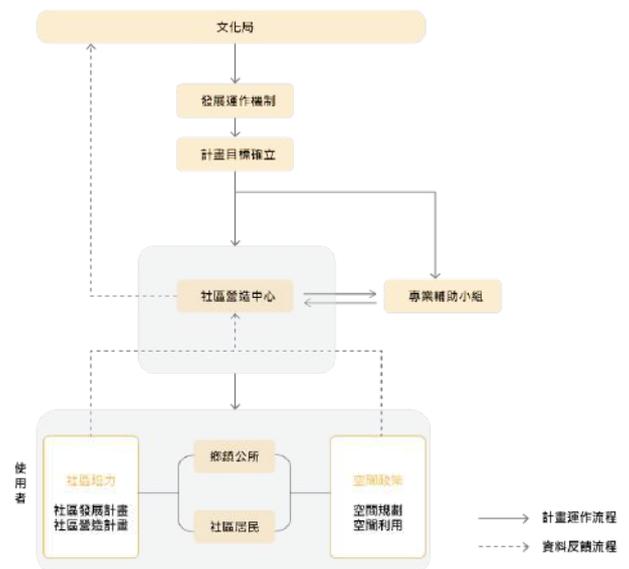


圖 1 台灣社區營造計畫執行流程

二、文獻回顧

2-1 建立有效參與過程

社區協作過程中，公民參與模式即直接影響執行成果。Bryson 與多位學者在社區中的空間設計規劃中，先以找尋貼近需求之設計，再行招募資源與參與組織，最後隨著方案深化後的評估發展，嘗試延續與建立循環參與過程以延續公眾參與與設計規劃的周期（Bryson，2013）。

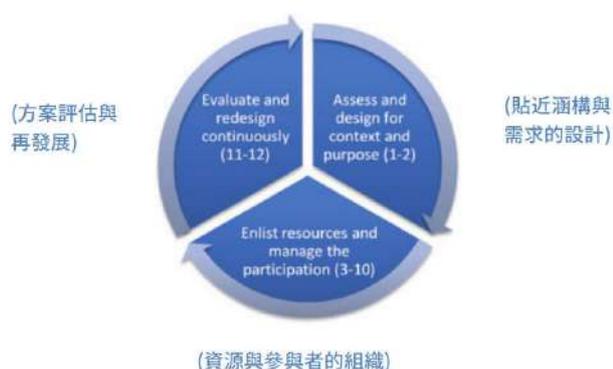


圖 2 公眾參與過程設計和重新設計的循環

(Bryson et al. · 2013)

2-2 參與過程的資料回饋收集

資料收集診斷地方發展方向，Nasar (1990)延伸 Kevin Lynch (1960)應用城市意象的看法有新一代的詮釋。Nasar (1990)認為規劃者應該要注重城市的公眾評價，並透過訪談形式去了解公民自身對環境的觀察與回饋，並透過建立地圖的方式思考城市區域可以如何改進 (Nasar, 1990)。隨著網路世代來臨，Al-Kodmany (2000)延續 Nasar 的評價地圖概念，結合 GIS 工具，以網頁收集洞察回饋，並以設定相關類別以圖層顯示特定內容。

隨著現今科技發展下，輔助參與執行的策略與工具結合更多元的技術，收集空間資料與地圖式規劃是促使公眾參與重要的活動 (Geertman & Stillwell, 2003a)。藉由 See 與多位學者整理多種運用地理資訊系統 (GIS, Geographic Information System) 技術收集回饋

的方式亦包含以下類別 (See, 2016)：

1. 公民參與式地理資訊系統 (PPGIS, Public Participating GIS)
2. 自發性地理資訊 (VGI, Volunteered Geographic Information)
3. 使用者生成內容 (UGC, User Generated Content)

2-3 如何促進參與過程的執行—參與平台的建立

對於促進參與過程的執行，各個社區案例可能以不同的方式與工具執行。Bayley 與 French (2008)藉由實際參與一個農村與經濟發展的專案，針對權益相關者去設計一個參與過程的模型，透過議題制定、分析到決定策略去組成參與模式的架構。藉由此參與過程模型的建立，參與式方法改善了公眾的對於決策結果的接受程度。

因此，一個參與平台的建立，推動著參與過程的執行情況。延伸參與平台概念的「智庫」，即收錄公民即智囊團的觀點，強調智庫將是使得社會進行協作與溝通的重要媒介。智庫與公民社會計畫的推動者，主要。智庫的設計，涵蓋智庫所提供的流程設計，資料庫設計，介面設計等，如何建立相關網絡與參與流程設計是重點課題 (McGann, 2021)。國內則有文化部所推動的國家文化記憶庫，雖然不以「智庫」為名，帶其資料可為智庫之用，以滿足人人身為公民，皆可在網路上透過「收、存、取、用」的四個流程，並使全民皆可共享成果。透過公民自行在網站中找尋資料，並透過公開資料的方式進行協作 (文化部, 2020)。

參與協作平台運用於空間決策案例

我們可以透過以下多個公民參與平台，對於如何參與、目標、內容、過程、關係人的不同，嘗試找尋公民參與過程與平台所提供的服務之關係。經整理歸納選定多個平台 (Charting Our Future、MySidewalk、Bang the Table、Konveio Site、Crowdbrite 及 MindMixer) 進行對照比較。六種平台各自參考的

六種平台以提供公民線上參與過程的服務，各平台也以多種不同的參與式互動，作為輔助空間決策提案。

作為一個平台開發案例，我們可以歐盟 DECODE 計畫建立 DDDC 數位民主與資料回饋模型為參考。平台給與公民 9 種不同公民參與數位民主的方法：提供資訊、問卷、會議、提案、評論、郵件、同意、簽署與訂閱，並規範公民參與流程為六階段：發表與診斷、提案、辯論、發行、簽署、與評估(DECODE, 2020)。Decode 自開發至今已有多個完整運行的前瞻雛型：如荷蘭阿姆斯特丹案與 decidim 參與平台所支持的巴塞隆納案(圖 3)。



圖 3 Decidim 專案執行前瞻模型：以巴塞隆納為例 (DECODE, 2020)

數據資料收集流程整合參與過程

以 decidim 巴塞隆納 做為案例可見，數據資料與參與流程為密不可分的中心架構。透過提出資料民主與數據共享計畫，Decidim 以平台開發的程式物件模型描述一個前瞻模型中的專案項目的規則與決策，巴塞隆納前瞻模型使用一個用戶角色、規則、截止日期定義一個專案開發項目。用戶角色配有一個標示符，代表開發團隊中可以投票審議的用戶團隊。規則根據專案的應用性質，導向特定類型的協作與追蹤系統，或是通用類型的任務、補充與發佈專案功能。此模型以網站開發流程檢討資料數據共享的實施問題，做為推動程式物件開發到線上提案治理模型的發展(Cabot & Cánovas, 2017)

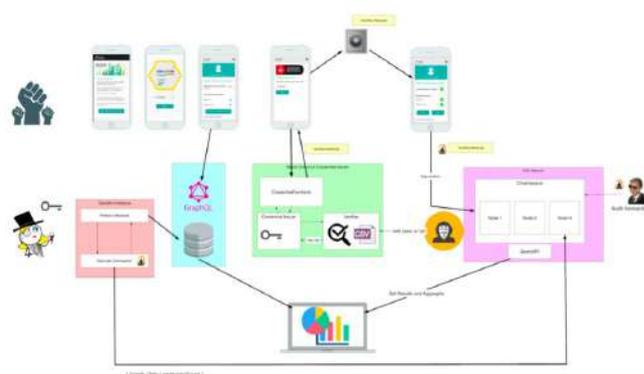


圖 4 資料民主和數據共享的整合計劃(Sagarra et al., 2019)

三、設計實踐—惡地智庫的服務構想

3-1 惡地協作的社區情境

「惡地智庫」的服務構想為本研究實際參與惡地協作 USR 團隊討論取得的社區情境資料。自參與社區協作的過程中，惡地協作 USR 團隊透過學生、助教及老師群深入社區共同發想社區議題，改善原有社區協作的模式。

3-2 智庫輔助社區協作之願景

網路作為工具改變了原有線性的空間決策流程，並使得使用者與協作者不再是分兩端的利害關係者，反而可以透過另一種的循環模式，進行空間決策的制定與再改善。本研究構想惡地協作循環架構 ()，思考如何以網路作為工具，改變原有的設計者與協作者關係。

3-3 社區共同協作的服務模組

協作相關者之使用案例，以即資訊反饋平台之流程設計，為描述社區共同協作的服務使用情境。透過故事模板描述共同協作的景象與流程，並建立用例圖表示相關使用者的互動方式，以呈現設計之介面工具使用狀況。智

庫構想以六個服務模組，推動前述四階段的線上協作。六個服務模組（許願池、惡地協作、名片誌、地圖誌、時間軸與資源庫）對應社區共同協作的不同使用情境及協作階段：

1. 許願池與名片誌提供第一階段「關心」的服務，促使使用者開始成為共同協作的成員。
2. 第二階段「調查」主要作為資料收集與取用，許願池與惡地協作則提供資料上傳服務，而資源庫則作為索引上傳資料的服務模組。
3. 第三階段「共創」為惡地協作 USR 之服務模組，將長期社區與重要關係人物共同協作的互動關係，轉為線上資料共享討論、創造成果。
4. 最後於地圖誌與時間軸作為搜尋第四階段「呈現」專案與資源。

3-4 平台設計

智庫作為輔助協作專案的進行，讓所有使用者透過提供、取得、共同協作與儲存資源的各階段皆是參與流程的主要角色。使用者會以手機、紀錄與網頁輔助以提供場域資源，並將資料處存於後端資料庫內。提供資料的使用者則以資料庫管理介面管理資源，藉由文字索引與地理位置索引的後設資料(Metadata)提取後端資料。使用者亦可於平台中藉由參與式協作工具，與其它使用者於共同協作的結果，於後端資料輔助數據視覺化呈現後，成為智庫平台可以被搜尋的新一筆專案資源(圖 5)。

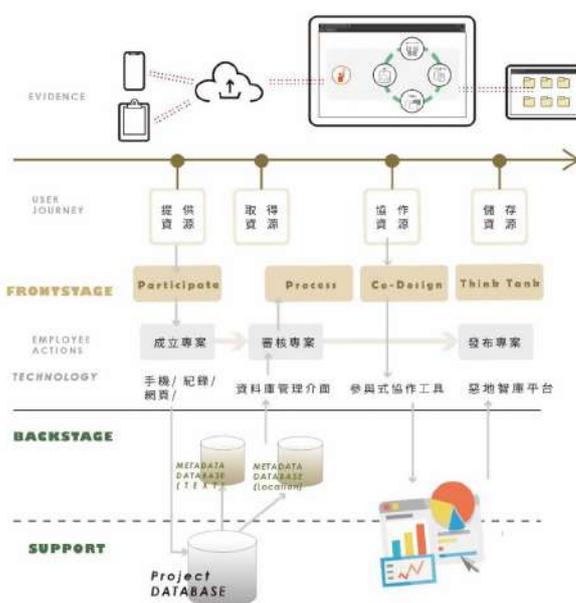


圖 5 服務設計

「惡地智庫」藉以網路端操作網頁以實踐「與惡地共同協作」之方式，使得資源管理模式更為明朗。資源管理模式(圖 6)回應參與者於使用網頁時的參與過程，透過用戶註冊以建立使用者資料開始參與流程，便可以以找尋關係人、地點、資源、與時間軸，使得搜尋引擎回應用例圖之互動情境。於後端建立資源專案時，需要以建立後設資料與搜尋索引鍵串聯連結，最後透過審議後發布於搜尋引擎上。

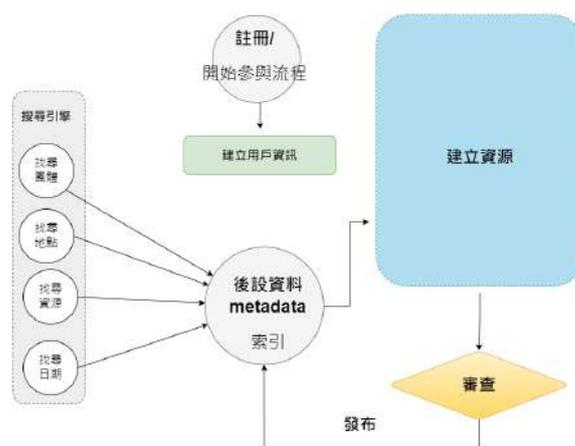


圖 6 資源管理模式

四、原型實作

4-1 平台設計

透過建立架構與工具實作，資訊反饋平台的服務設計即可提供線上參與過程不同的新面向。「惡地智庫」服務藍圖(圖 7)，為建立參與流程與資料回饋流程，前端使用狀況與後端資料流的重要連結。服務藍圖即根據惡地地區協作情境，反映使用者如何透過線上參與協作的各步驟，表達資料流程圖與提取資料庫的過程。以社區協作的情況可見，使用者包含 USR 授課老師、社區居民與代表、關心社區者、以及設計師與專家學者。使用者可透過用戶註冊建立帳號，收錄於用戶資料庫管理。智庫主要提供資源的方式為：「惡地協作」與「許願池」兩種，並分別以提供地域性資源以收錄於專案資料庫，以及提供建議書以收錄於願望資料庫。而所有相關者即可以「圖釘誌」、「時間軸」以及「名片誌」作為主要搜索與理解地域性資源的主要介面，並透過連結至「資源庫」作為索引與存取資料的管理介面。專家與設計師也可透過資源庫，提供參與式設計工具作為線上共同設計的操作，或是以針對特定議題與場所收集使用者回饋，綜合以上成果以提供協作資源。

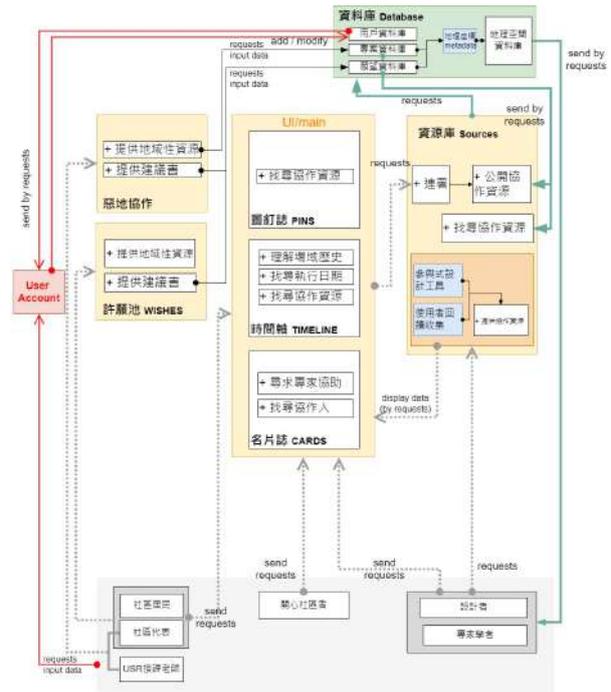


圖 7 服務藍圖

藉以「惡地協作 USR」執行模式中多位參與者的互動與用戶體驗(圖 8)，使得「惡地智庫」可以不同角色進入線上協商的互動過程，對於新工具介入後延續流程，也更誘發一個場域內的相關人士，於未來進行更深入的規劃探索。

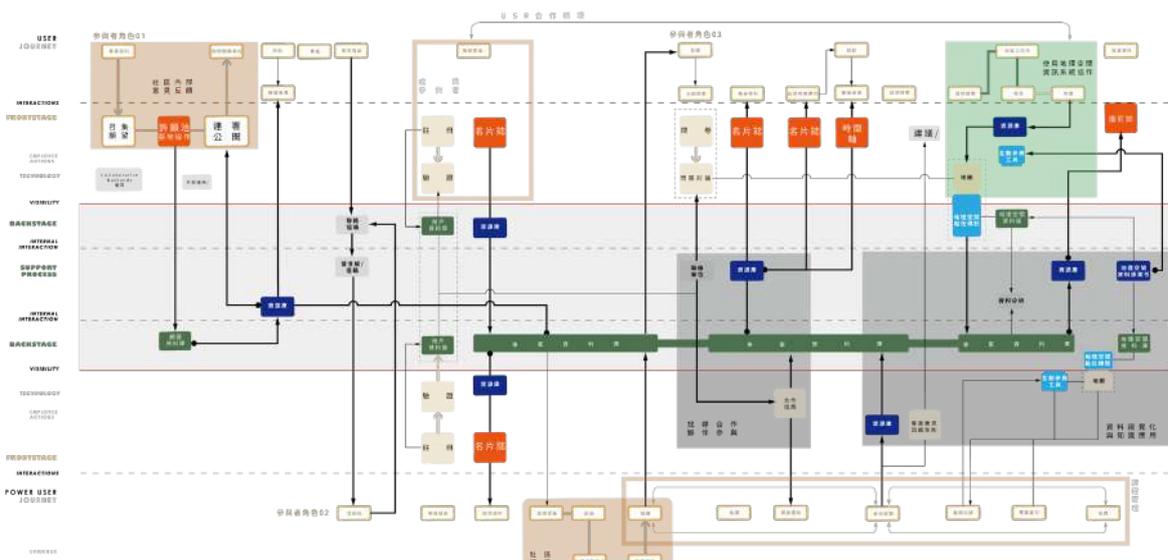


圖 8 惡地協作 USR 線上參與體驗模式

4-2 使用者回饋收集

實驗以雲端問卷資料開始，利用地理空間資訊的資料輔助收集，亦可作為進入參與式設計形式前期的輔助資料。第一部分以成立線上即時問卷作為地方洞察的評量收集。使用者回饋收集以整理地方資料，拆解社區營造流程，進行深度探查找尋問題。以設計問卷界定地理資源主題相關程度，收集地方在地潛力點，作為參與過程的重點資料回饋。

五、結論

透過規劃「惡地智庫」平台，重新界定協作者之間的關係，並給予空間決策施行流程的執行模式。研

參考文獻

1. 文化部. (2011)。台灣社區通。取自 <https://communitytaiwan.moc.gov.tw/Category/List/> 縣市與社區營造中心
2. 文化部. (2020)。國家文化記憶庫。取自 <https://memory.culture.tw/>
3. 張秀慈. (2021)。「惡地協作：淺山地區之區域創生與跨域實踐」110 年度執行修正計畫書。教育部推動第二期 (109-111 年) 大學社會責任實踐計畫。
4. Al-Kodmany, K. (2000). Using web-based technologies and geographic information systems in community planning. *Journal of Urban Technology*, 7 (1), 1–30. <https://doi.org/10.1080/713684108>
5. Bang the Table. (2021). Community Engagement & Public Participation Software | Online Public Involvement & Consultation Platform | Bang the Table. Retrieved from Corporate Website website: <https://www.bangthetable.com/>
6. Bayley, C., & French, S. (2008). Designing a participatory process for stakeholder involvement in a societal decision. *Group Decision and Negotiation*, 17 (3), 195–210. <https://doi.org/10.1007/s10726-007-9076-8>
7. Bryson, J. M., Quick, K. S., Slotterback, C. S., & Crosby, B. C. (2013). Designing Public Participation Processes. *Public Administration Review*, 73 (1), 23–34. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6210.2012.02678.x>
8. Cabot, J., & Cánovas, J. (2017). Code Governance in Decidim. In *Code Governance IN DECIDIM*.
9. Cantù, D., & Selloni, D. (2013). From engaging to empowering people: a set of co-design experiments with a service design perspective.
10. Charting Our Future. (2022). Charting Our Future | Town of Chapel Hill. Retrieved from Project Website website: <https://chartingourfuture.info/>
11. Crowdbrite. (2022). Crowdbrite Solutions. Retrieved from Corporate Website website: <https://www.crowdbrite.com/>
12. DECODE. (2020). DECODE. Retrieved from Project Website website: <https://decodeproject.eu/>
13. Geertman, S., & Stillwell, J. (2003a). Interactive Support Systems for Participatory Planning. In S. Geertman & J. Stillwell (Eds.), *Planning Support*

- Systems in Practice* (pp. 25–44) . Springer.
https://doi.org/10.1007/978-3-540-24795-1_2
14. Geertman , S. , &Stillwell , J. (2003b) . Planning Support Systems: An Introduction. In S.Geertman &J.Stillwell (Eds.) , *Planning Support Systems in Practice* (pp. 3–22) . Springer , Berlin , Heidelberg.
https://doi.org/10.1007/978-3-540-24795-1_1
 15. Konveio LLC. (2022) . Konveio. Retrieved March6 , 2022 , from Corporate Website website:
<https://konve.io/>
 16. McGann , J. G. (2021) . 2020 Global Go To Think Tank Index Report. In *TTCSP Global Go To Think Tank Index Reports* , 18.
 17. MindMixer LLC. (2022) . MindMixer. Retrieved from Corporate Website website:
<https://www.mindmixer.com/>
 18. mySidewalk. (2022) . mySidewalk. Retrieved from Corporate Website website: <https://mysidewalk.com/>
 19. Nasar , J. L. (1990) . The Evaluative Image of the City. *Journal of the American Planning Association* , 56 (1) , 41–53.
<https://doi.org/10.1080/01944369008975742>
 20. Sagarra , O. , Hoffmann , X. , Clotet , X. , Espelt , R. , Calleja-López , A. , Rodríguez , J. , ...Laniado , D. (2019) . Final report on the Barcelona pilots , evaluations of BarcelonaNow and sustainability plans. In *DEcentralised Citizens Owned Data Ecosystem (DECODE)* .
 21. See , L. , Mooney , P. , Foody , G. , Bastin , L. , Comber , A. , Estima , J. , Fritz , S. , Kerle , N. , Jiang , B. , Laakso , M. , Liu , H. Y. , Milèinski , G. , Nikšieč , M. , Painho , M. , Podör , A. , Olteanu-Raimond , A. , Rutzinger , M. (2016) . Crowdsourcing , citizen science or volunteered geographic information? The current state of crowdsourced geographic information. *ISPRS International Journal of Geo-Information* , 5 (5) , 55.
<https://doi.org/10.3390/ijgi5050055>
 22. Shelton , T. , Poorthuis , A. , &Zook , M. (2015) . Social media and the city: Rethinking urban socio-spatial inequality using user-generated geographic information. *Landscape and Urban Planning* , 142 , 198–211.
<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.02.020>
 23. Snyder , K. (2003) . Tools for Community Design and Decision-making. In S.Geertman &J.Stillwell (Eds.) , *Planning Support Systems in Practice* (pp. 99–120) . Springer , Berlin , Heidelberg.
https://doi.org/10.1007/978-3-540-24795-1_6
 24. Wates , N. , &Knevitt , C. (2013) . Rebuilding communities: Introducing community architecture. In *Community Architecture: How People are Creating Their Own Environment* (pp. 15–25) . USA: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315885957>

主題 E.1住宅規劃與管理
Residential Planning and Management

大學生對於社會住宅之物業管理項目需求之認知研究

The study on undergraduate students' understanding of the property management tasks in social housing

柳孟葦^a、張智元^b

Meng-Ting Liu^a, Chih-Yuan Chang^b

^a 逢甲大學土木工程學系 大學生 Undergraduate of Department of Civil Engineering, Feng Chia University

^b 逢甲大學土木工程學系 教授 Professor of Department of Civil Engineering, Feng Chia University

論文資訊

論文審查紀錄：

受稿日期

2022 年 05 月 25 日

審查通過日期

2022 年 05 月 28 日

關鍵詞：

社會住宅、物業管理、大學生、問卷調查

通訊作者：

柳孟葦

電子郵件地址：

maggie460937@gmail.com

Article Info

Article history:

Received 25 May 2022

Accepted 28 May 2022

Keywords:

social housing, property management, undergraduate students, questionnaire

Corresponding author:

Liu Meng-Ting

E-mail address:

maggie460937@gmail.com

摘要

近年來台灣房價越來越高，讓許多人都無法負擔如此高昂的租金費用，所以目前政府也正在大量興建社會住宅，用以幫助弱勢族群以及在外地求學、工作等人，減輕大眾的租金壓力。本研究先透過文獻回顧台灣社會住宅相關政策和國外相關社會住宅案例，並從中了解其對於青年族群之政策作為參考。而後透過問卷調查的方式，針對逢甲大學土木工程學系的學生進行其認為社會住宅應具有的物業管理項目認知調查。將十六個物業管理項目分為「安全管理」、「衛生與環境美化」、以及「設備管理」三大構面，透過敘述性統計分析、信度和效度分析及差異性分析等進行分析。進一步得出大學生對於哪些物業管理項目具有顯著性。本研究有以下三點發現：年輕族群較重視衛生與環境美化構面的垃圾委外清運、有住過提供物業管理服務的社區大樓的受試者比沒有住過的受試者認為車道門禁安全管理更為需要，以及願意繳納高額管理費的受試者對於安全管理方面需求度高。本研究之成果可提供社會住宅主管機關與物業管理單位在機制與作業研擬之參考。

Abstract

With the high housing prices in Taiwan, making many people unable to afford the rent costs. The government is building a large number of social housing, in order to help underprivileged minorities and who studying or work in other county to reduce their rent pressure. At first, this study reviewed the Taiwanese social housing policy and foreign related social housing cases to understand their policies for young generation as the reflection for government. Moreover, this study is proceeded with questionnaires to investigate the property management tasks that they think social housing should have for the undergraduate students major in civil engineering at Feng Chia University. The sixteen property management tasks are dividing into three dimensions: "safety management", "hygiene and landscaping" and "equipment management". Using descriptive statistics, reliability analysis, validity analysis, and difference analysis to analyze. It is further concluded that undergraduate students have substantial difference on those property management tasks. There are three findings in this study: the young generation pay more attention to the outsourcing of garbage removal from the dimension of hygiene and landscaping, subjects who have lived in apartment complex that provide property management services think that lane access control is more necessary than those who have not lived, and subjects who are willing to pay high administration costs have a high demand for safety control. The results of this study can provide a reference for the competent authorities of social housing and property management units in the study of mechanism and operation.

一、緒論

1-1 研究背景與動機

社會住宅是指政府採取「只租不賣」的方式，以低於市場租金或免費出租給所得較低的家戶或特殊的弱勢對象的住宅(江穎慧，2011)，並以協助社會與低收入戶提升居住水準為目標。依據內政部興辦社會住宅出租辦法以及臺中市社會住宅出租辦法皆有規定於受理申請社會住宅之直轄市、縣(市)設有戶籍，或未設籍於當地且在該地區就學、就業有居住需求和在臺中市設有戶籍，或未設籍於台中市且於台中市就學、就業有居住需求者，皆能申請社會住宅。

根據上述兩個法規，皆可得知社會住宅不只幫助到社會中的弱勢族群，也照顧到了青年族群。但隨著經濟發展，人口流動皆往都市集中，住宅需求量也越來越高，租金也隨之越來越高，對於學生來說難以負擔，因此，社會住宅是學生的一個好選擇，社會住宅不僅整合了居住服務與管理，同時也建立對弱勢族群多元照顧的社會福利整合服務體系，以達到提升居住品質的目標。在房租上學生也比較能負擔，但目前社會住宅管理方面仍然存在著一些問題，例如：在衛生方面，臺北市健康住宅曾被大批蟑螂入侵，在空間管理方面，臺北市瑞光住宅，也曾因停車問題產生糾紛。這些問題可能導致大家對於社會住宅觀感不好，因此，物業管理項目就有存在的必要性，加強管理以提供更好居住環境。

另外台灣目前興建許多社會住宅，許多人仍將焦點放在政策探討，很少人去關注社會大眾對於社會住宅的認知程度(黃靖雅，2017)，認知程度影響著大眾是否有接收到足夠資訊去申請社會住宅，因為資訊不完全，讓大眾不知道社會住宅是在做些什麼，甚至造成誤解，為此希望能夠及早了解即將成為社會新鮮人的學生們對於社會住宅的認知程度。本文主要將逢甲大學土木工程學系大學生以及營建工程與管理進修學士班學生作為主體進行問卷調查，藉以瞭解學生對於社會住宅的認知程度以及假設申請到社會住宅後認為社會住宅所需提供的管理項目，進而作為未來提供給政府及相關單位之參考，以利在未來營運管理時可擬定哪些策略因應，打造對各年齡層都能兼顧並且提供更完善的服務之「社會住宅」。

1-2 研究目的

基於上述，本研究將以社會住宅管理以及大學生對於社會住宅的認知做為關鍵因素，透過問卷調查的方式來進行分析，了解各個因素的影響程度及重要性，以及彼此之間的關聯性，分析出哪些管理項目是他們所重視的，進而作為未來提供給政府及相關單位，依據分析之結果，擬定出對策之參考。

1-3 研究方法

本研究以分析大學生對於社會住宅應提供之管理項目為對象，制定明確研究架構，規劃流程，研究方法包含文獻分析法，藉由相關文獻的蒐集設計題項，將題項分成 3 大構面。此外還有問卷調查法，本研究將根據文獻回顧確認研究問卷的內容與架構，將 100 位日間部學生以及 100 位營建工程與管理進修學士班學生於 4 月 13 日至 4 月 22 日進行問卷調查，來了解大學生對於社會住宅以及管理項目之需求。

二、文獻回顧

本章節主要在介紹有關國內社會住宅相關政策和國外相關社會住宅案例，並了解他們對於青年族群做出的政策以及用於設計題項和細分構面使用之物業管理相關文獻，作為設計上的參考。

2-1 社會住宅相關文獻

隨著我國經濟狀況的變遷，我國住宅政策從 96 年起改成以租金補貼為主，目標從「住者有其屋」改變為「住者適其屋」(朱慶倫，2017)。雖然有了政府的租金補貼，但還是需要提供給弱勢者「實體住」的地方，提供低租金的公有出租住宅還有相關補貼福利服務及生活資源的引入(王南喻、劉峰旗、黃志仁、張煜明，2020)。社會住宅所扮演的功能就猶如渡橋，我們需要確保在橋上的人流暢通，才能發揮渡橋功能；而要確保人流暢通，以及整合提升社會住生活品質的各項資源，都需依賴物業管理的專業服務(黃世孟，2017)。

在 2018 年，發生了文化大學大群館學生宿舍，事件這個問題並非只是表面供給量不足而已，也暴露出居住品質的問題，為了減少類似事件發生，目前也有提出主張可將學生宿舍納入地方政府的社會住宅興辦範疇

內，並建議透過「市府興建+學校包租」與「學校出地+市府分屋」兩種模式來因應(謝杏慧，2019)，達到互利的局面。

2-1-1 台中市社會住宅政策

根據台中市政府住宅發展工程處(2019)所提出未來台中市住宅發展策略包括「多元居住協助」以及「提升居住品質」。多元居住協助方面，針對不同居住空間要求、區位及可負擔租金能力差異，提供民眾尋求他們所需的資源，針對不同所得收入的市民提出不同處理方式，包含租金補貼、包租代管、新建社會住宅等居住協助，且有 2 個計畫第一個為 3C (Community-City-Country) 好宅聚落計畫，這是針對社福照顧、就業輔導的政策，整合多個面向提出四大特色：共創、共享、共學、共生，打造更完美的好宅。第二個為包租代管計畫，透過此計畫鼓勵民眾將閒置房屋釋出，滿足可負擔之需求。提升居住品質方面，不僅推動住宅社區環境評鑑，委託專業廠商建立諮商櫃檯及諮詢專線提供民眾諮詢服務、輔導老舊建築物修繕，改善住宅硬體環境、獎勵輔導住宅社區營造無障礙居住環境，營造社區環境無礙化，也推廣以社會住宅推動居住智慧化服務，將社會住宅多元發展，打造國人肯定的好宅。

台中市共好社會住宅(2021)說明興辦分為 2 階段進行，第 1 階段以 4 年興辦 5,000 戶為目標，目前已完工加興建中戶數有 5,508 戶，提前達到興辦目標，還有規劃中 1 處 270 戶、發包準備中 2 處 905 戶，因此累計興辦戶數為 6,953 戶，後續將再視各區需求，持續進行社會住宅相關用地評估及先期規劃作業，滾動檢討續行推升戶數，並以質的提升為興辦目標。

台中市政府(2019)推動社會住宅現況與目標專案報告中提出的多元居住協助政策即包括對於青年的首次購屋優惠利息補貼計畫，在青年經濟基礎未鞏固以前，為了滿足他們居住的需求，藉由給予房屋貸款利息補助，減輕青年族群的居住負擔，以利提升其經濟能力，提升台中市競爭力。

2-1-2 國外社會住宅政策

韓國為了解決市區房屋短缺問題，在 1980 年代後期建立了公共住房(Public housing)，容納數千個低收入家

庭，設計的目的是為了提供遠超過貧民窟的住房標準(Seong-Kyu, 2008)。而後來在 2015 年出現新的住房類型-社會住房(Social housing)。根據誰擁有此房地產讓公共住房和社會住房的所有權主體有些微差異，公共住房歸中央和政府所有，而社會住房則歸各種社會經濟參與者擁有，包括非營利組織，合作工會和社會企業(Chung, SH, Kim, SJ, Park, SY, Kim, JH, 2020)。韓國政府目前也致力提供許多不同型態社會住宅，提供各個階層族群的住宅需求。像是提供給創業青年的租賃住宅「貞陵挑戰宿」，政府為了提供優質之租賃環境，購入了生活機能完善之的私有建築，雖然這裡入住條件種類為家戶無住宅者、創業者、勞工階級或月薪平均為 70% 以下者，但入住階層多屬創業青年，這對創業初期收入尚不穩定的年輕人來說，是很不錯的選擇(監察院，2018)。

首爾市政府(2017)也提出了青年社會住宅政策「驛勢圈 2030 青年住宅」，這是為了二十、三十歲所提出的計畫，針對首爾市青年失業率增加、非正規職等不穩定工作條件導致收入不穩定等導致的住宅困境，從 2016 年開始實施預計至 2030 年釋出最多 20 萬套公共租賃房，將以比市價更便宜的租金提供給青年們，減輕他們的負擔。

而荷蘭政府在 1901 年為了改善工業革命後人口大量的搬遷至都市導致形成了不良居住環境，因而制定了住宅法，荷蘭社會住宅所有權是屬於私立的非營利組織住宅協會(Housing Association)所擁有，發展至後期，也開始興建出售市場住宅，獲得的盈餘使用在發展社會住宅和照顧弱勢(李慧菁，2021)。荷蘭中央政府、住房協會和市政當局攜手合作，在當時被稱為住房供應「金三角」，金三角在 1985 年達到巔峰，對於當時生產大量社會租賃住房和緩解住房緊急需求方面非常有效(Buitelaar, E, De Kam, G, 2012)。在 2013 年，荷蘭將近有 300 萬戶出租住宅，其中約 240 萬戶是社會住宅，荷蘭人申請社會住宅的資格並不是只有低收入戶和弱勢族群，無論是新移民、低收入戶、身心障礙、長青族、單親家庭、社會新鮮人都可在申請範圍內。在荷蘭社會住宅的租戶約僅有 5%，是供給無家可歸的人或無經濟來源的人居住，為了解決潛在的族群隔閡問題，荷蘭政府正在有計劃性地改建社會住宅，其中也有打算將部分社會住宅轉租並作為學生宿舍(Johanna Huang, 2014)。

2-2 物業管理項目相關文獻

根據內政部物業管理服務業及行動方案（2014）中提到，物業管理服務業依其服務項目可分成了三個構面，第一類為建築物與環境的使用管理與維護，是針對提供建築物與環境管理維護、清潔、保全、公共安全檢查、消防安全設備及附屬設施設備檢修等基礎服務。第二類為生活與商業支援服務，提供物業代辦及諮詢行業、事務管理、物業生活服務（社區網路、照顧服務、保母、宅配物流）、生活產品（食衣住行育樂）及商業支援等服務。第三類為資產管理，提供不動產經營顧問、開發租賃及投資管理等服務，結合了科技與管理技術，考量延長建築物生命週期及使用需求，對建築物與環境提供專業之使用管理維護、生活、商業支援及資產管理等服務之產業。

此外將物業管理之服務範疇分為「投資管理」以及「建物管理」，投資管理的目的是創造或提高物業附加使用效益與價值，而建物管理則是對物業之實體設施，做有效機能維持政運作之監督控制，讓使用者擁有最高品質之居住環境。投資管理主要業務分為三種：對物業投資開發進行可行性評估、物業使用規劃及代理執行以及租賃管理及仲介銷售。建物管理主要業務則分為五種安全管理、設備管理、行政及財務管理、衛生管理以及代理及生活服務（林錫勳，2002）。

而台灣物業管理公司（2019）也將主要提供之服務項目包分為事務管理、保全警衛、環境清潔、機電維護、空調節能等。其他也有將項目之分為建築物環境維護與管理、機電設備檢修與維護、保全服務、生活服務、人事行政、電子化服務、資產管理等（CIH 學習中心，2016）。

在住宅型物業服務範疇中，林豐庭（2016）將其物業管理服務項目歸類為社區常態項服務，項目包括如車輛管制、安全管理、於值勤期間執行人身安全、防災等、定期環境消毒、一般及大型廢棄物收集清理，還有像是公共安全檢查、附屬設施等設備維護檢修等。

三、問卷規劃與設計

3-1 問卷設計

為了實際瞭解目前大學生對物業管理需求的認知，本研究擬用問卷的方式進行物業管理需求認知調查。本研

究調查首先進行文獻回顧及確認調查對象，先依據調查對象的特性確認研究方法，然後依據調查目的及對象研擬問卷設計構面，研究流程圖如圖 1 所示。我們利用前述章節背景分析探討出的管理項目歸納相關構面設計題項，整體問卷分為 2 大部分(A.受訪者基本資料、B.物業管理項目需求調查)、合計 26 題問項，根據調查大學生之特性進行分析。

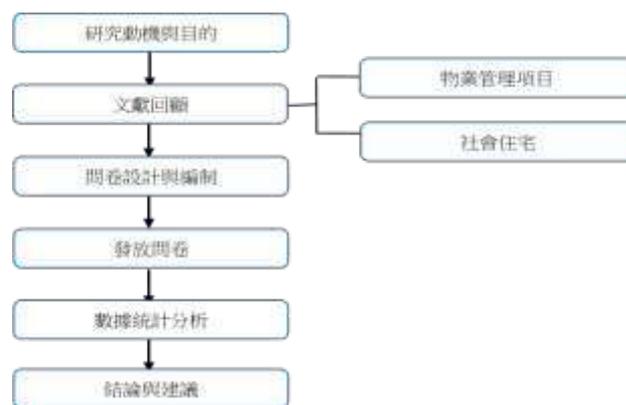


圖 1 研究流程圖

3-1-1 受訪者基本資料

基本資料包含以下五項：社會工作經驗：分為「無」、「1~2 年」、「3~4 年」、「5 年以上」等 4 組；年齡：分為「17~23 歲」、「24~29 歲」、「30~39 歲」、「40~49 歲」、「50~59 歲」，以及「60 歲以上」等六組；性別：分為「男生」、「女生」等 2 組；婚姻：分為「已婚」、「未婚」等 2 組。實際經驗包含：在外租房月租金以及有無住過提供物業管理服務大樓。最後則是認知意願包含大學生認為物業管理對於社會住宅的重要性、每個月支付多少管理費是可接受的上限、對社會住宅的了解程度以及是否有意願入住社會住宅。

3-1-2 物業管理項目

在物業管理項目方面，經由文獻的收集以及整理，整理出 16 個管理項目，採用李克特量表（Likert Scale）七點量表進行評分，「絕對需要」、「非常需要」、「需要」、「普通」、「不需要」、「非常不需要」、「絕對不需要」七選一，單選作答，1 分為絕對不需要，7 分為絕對需要。

3-2 填答結果

本研究將 100 位日間部學生以及 100 位營建工程與

管理進修學士班學生於 4 月 13 日至 4 月 22 日進行問卷，總計回收 200 份，回收率 100%，調查將結果輸入 IBM SPSS 系統進行分析，以獲得最後分析資料。

3-2-1 信度分析

本研究將第二部分物業管理項目進行信度分析評估，共 16 題，因本研究的項目分得比較細，所以是參考上述林錫勳提出的物業管理之服務範疇，並略作調整，將問項分為 3 個構面，安全管理、衛生與環境美化以及設備管理，經 IBM SPSS 統計軟體分析得出分析結果安全管理構面 Cronbach's α 值為 0.844，衛生與環境美化構面 Cronbach's α 值為 0.818，設備管理構面 Cronbach's α 值為 0.861，最後整體 Cronbach's α 值為 0.926，如表 1 所示。Cronbach's α 的值大於 0.5 表示問卷效果穩定，從信度分析來看，本問卷具良好信度。

表 1 各研究構面的 Cronbach's α 值

構面	Cronbach's α
安全管理	0.844
衛生與環境美化	0.818
設備管理	0.861
整體構面	0.926

3-2-2 效度分析

效度是測量的準確性，意指問卷能測得所想測量的特質或屬性的程度。本文以主成分法來萃取因素，以歸納問卷中的服務品質屬性。在 Kaiser-Meyer-Olkin(KMO 值)符合標準下彙整如下表，如表 2 所示，KMO 值為 0.889，此三個因素總共解釋了 66.807% 的變異。

3-2-3 敘述性統計

本研究將對問卷基本資料進行敘述性統計分析。將用次數分配表以及百分比來表示。如表 3 所示，受試者社會工作經驗無為 115 人，占比為 57.5%，1~2 年為 39 人，占比 19.5%，3~4 年為 28 人，占比 14%，5 年以

上為 18 人，占比 9%。年齡分布 17~23 歲為 175 人，占比為 87.5%，24~29 歲為 16 人，占比為 8%，30~39 歲為 4 人，占比為 2%，40~49 歲為 2 人，占比為 1%，50~59 歲為 2 人，占比為 1%，60 歲以上為 1 人，占比為 0.5%。性別方面，男生總數較多為 145 人，占比 72.5%，女生為 55 人，占比 27.5%。婚姻狀況，已婚為 7 人，占比 3.5%，未婚為 193 人，占比為 96.5%。月租金方面，未曾在外租屋為 81 人，占比 40.5%，4999 元/月以下為 36 人，占比 18%，5000~7999 元/月為 62 人，占比 31%，8000~10999 元/月為 12 人，占比 6%，11000~13999 元/月為 5 人，占比 2.5%，14000~16999 元/月為 2 人，占比 1%，20000 元/月以上為 2 人，占比 1%。有沒有住過提供物業管理服務的社區大樓方面，有為 74 人，占比 37%，無為 126 人，占比 63%。認為物業管理服務對於社會住宅的重要性，認為絕對重要為 36 人，占比 18%，認為非常重要為 67 人，占比 33.5%，認為重要為 73 人，占比 36.5%，認為普通為 22 人，占比 11%，認為不重要為 2 人，占比 1%。在願意支付多少管理費方面，0 元為 12 人，占比 6%，499 元以下為 44 人，占比 22%，500~999 元為 68 人，占比 34%，1000~1499 元為 52 人，占比 26%，1500~1999 元為 17 人，占比 8.5%，2000 元以上為 7 人，占比 3.5%。對於社會住宅了解程度，絕對了解為 3 人，占比為 1.5%，非常了解為 12 人，占比為 6%，了解為 50 人，占比為 25%，普通為 99 人，占比為 49.5%，不了解為 26 人，占比為 13%，非常不了解為 5 人，占比為 2.5%，絕對不了解為 5 人，占比為 2.5%。入住社會住宅的意願，絕對有意願為 8 人，占比為 4%，非常有意願為 29 人，占比為 14.5%，有意願為 73 人，占比為 36.5%，普通為 64 人，占比為 32%，無意願為 16 人，占 8%，非常無意願為 2 人，占比為 1%，絕對無意願為 8 人，占比為 4%。根據上述，受訪者 57.5% 沒社會工作經驗，年齡多數為 17~23 歲，以男性居多，未婚比例較高，占 96.5%，且有在外租房月租金多在 5000~7999 元，占 31%，63% 沒有住過提供物業管理服務的社區大樓，以及認為物業管理服務對於社會住宅是重要的，34% 的受試者願意每個月支付 500~999 元管理費，雖然 49.5% 的受試者對社會住宅並沒有深入了解，但如果資格符合也有意願入住社會住宅。

表 2. 管理性質屬性之因素分析結果

題目		因數負荷量
因數 1 安全管理	大廳門禁安全管制	0.930
	車道門禁安全管制	0.935
	日間公共空間安全巡邏	0.777
	夜間公共空間安全巡邏	0.741
	定期防災演練(如地震、颱風、淹水、火災、爆炸…)	0.612
	汽機車場管理(如違規、設備、收費、清潔、用電、動線、門禁…)	0.490
因數 2 衛生與 環境美化	公共環境例行清潔與消毒作業	0.834
	防疫作業	0.841
	垃圾委外清運	0.581
	屋頂環境(含農園)美化	0.878
	頂樓或 1 樓開放性空間園藝景觀養護	0.888
因數 3 設備管理	結構與環境安全定期檢視(如裂損、傾斜、沉陷、墜落、觸電…)	0.588
	公共設施空間借用管理	0.689
	公共空間節能(如人為與系統管理、設備控制、效能…)	0.774
	公共空間維護修繕	0.660
	居家空間維護報修	0.522
KMO 值=0.889		

表 3. 基本資料次數分配表

題號	變項	類別	次數	百分比
A1	社會工作經驗	無	115	57.5
		1~2 年	39	19.5
		3~4 年	28	14
		5 年以上	18	9
A2	年齡	17~23 歲	175	87.5
		24~29 歲	16	8
		30~39 歲	4	2
		40~49 歲	2	1
		50~59 歲	2	1
		60 歲以上	1	0.5
A3	性別	男	145	72.5
		女	55	27.5

題號	變項	類別	次數	百分比
A4	婚姻狀況	已婚	7	3.5
		未婚	193	96.5
A5	月租金	未曾在外租屋	81	40.5
		4999 元/月以下	36	18
		5000~7999 元/月	62	31
		8000~10999 元/月	12	6
		11000~13999 元/月	5	2.5
		14000~16999 元/月	2	1
		20000 元/月以上	2	1
A6	有無住過提供物業管理服務的社區大樓	有	74	37
		無	126	63
A7	認為物業管理服務對於社會住宅的重要性	絕對重要	36	18
		非常重要	67	33.5
		重要	73	36.5
		普通	22	11
		不重要	2	1
A8	可接受每個月支付多少管理費	0 元	12	6
		499 元以下	44	22
		500~999 元	68	34
		1000~1499 元	52	26
		1500~1999 元	17	8.5
		2000 元以上	7	3.5
A9	對社會住宅的了解程度	絕對了解	3	1.5
		非常了解	12	6
		了解	50	25
		普通	99	49.5
		不了解	26	13
		非常不了解	5	2.5
		絕對不了解	5	2.5
A10	入住社會住宅的意願	絕對有意願	8	4
		非常有意願	29	14.5
		有意願	73	36.5
		普通	64	32
		無意願	16	8
		非常無意願	2	1
		絕對無意願	8	4

3-2-3 差異性分析

為了瞭解學生對於社會住宅物業管理項目之需求，並探討他們對於管理項目評價是否存在差異。本研究利用單因子變異數分析(One-way ANOVA)以及獨立樣本 t 檢定進行分析，針對調查對象之「基本資料」對「16 個物業管理項目」進行檢定，探討其同意度是否達到顯著差異，本研究顯著性小於 0.05 即表示具有顯著差異。以下彙整有明顯顯著差異之結果。

由表 4 可知有沒有住過提供物業管理服務的社區大樓對車道門禁安全管制有顯著差異性，有住過提供物業管理服務的社區大樓平均得分為 5.92，沒有住過提供物業管理服務的社區大樓平均得分為 5.56，且認為不需要的人較有住過提供物業管理服務的社區大樓認為不需要的多，雖然皆認為需要，但有住過提供物業管理服務的社區大樓的受試者認為車道門禁安全管制更有存在的必要。本研究推論可能是因為社區大樓內居住人數較多，人來來往往，難以分辨出誰是有住在社區大樓內的居民，所以有住過提供物業管理服務的社區大樓的受試者認為要有這項服務項目來控管有哪些車進入社區，以免發生危險和閒雜人等進入社區。

表 4. 有沒有住過提供物業管理服務社區大樓之獨立樣本 t 檢定

題項	組別	平均數	t 值	顯著性
車道門禁 安全管制	有	5.92	2.022	0.045
	沒有	5.56		

由表 5 可以得知年輕族群平均分數較高，24~29 歲相較 40~49 歲認為垃圾委外清運更重要，原因可能是因為年輕族群因上課、上班，可能無法在固定時間等垃圾車，委外清運對於他們來說較為方便。

由表 6 可知在每個月願意支付多少管理費方面，願意支付 2000 元以上較願意支付 499 元以下的人認為大廳門禁安全管制和車道門禁安全管制更需要，可能是因為願意支付 499 元以下的本身經濟條件不是很優渥，對於願意支付較低管理費的來說安全管制可能不是迫切需要的。而願意支付 2000 元以上的，推論可能認為既然都支付如此高額的管理費，則管理項目也應該包括在內。

四、結論與建議

本研究針對大學生對於社會住宅需要哪些物業管理項目進行探討，透過因素分析和交叉分析進行比對，希望透過問卷了解大學生的看法，進而提出未來社會住宅物業管理項目的建議。

4-1 結論

由敘述統計分析可知，受測者多為沒社會工作經驗，年齡多數為 17~23 歲，以男性居多，占 72.5%，未婚比例較高，占 96.5%，且有在外租房月租金多在 5000~7999 元/月以下，占 31%，租金越高占比越低，63% 的受試者沒有住過提供物業管理服務的社區大樓，可能對於物業管理服務不夠瞭解，但卻也認為物業管理服務對於社會住宅是重要的，多數人願意每個月支付 500~999 元管理費。

表 5. 年齡對物業管理項目之單因子變異數分析

題項	組別	平均數	F 值	顯著性	Post Hoc 檢定
垃圾委外清運	17~23 歲	6.11	3.219	0.014	40~49 歲<
	24~29 歲	6.35			50~59 歲<
	30~39 歲	6.50			17~23 歲<
	40~49 歲	4.00			24~29 歲<
	50~59 歲	5.00			30~39 歲

表 6. 每個月願意支付多少管理費對物業管理項目之單因子變異數分析

題項	組別	平均數	F 值	顯著性	Post Hoc 檢定
大廳門禁 安全管制	0 元	6	4.247	0.001	499 元以下
	499 元以下	5.227			<1000~1499 元
	500~999 元	6			<0 元
	1000~1499 元	5.635			=500~999 元
	1500~1999 元	6.353			<1500~1999 元
	2000 元以上	7			<2000 元以上
車道門禁 安全管制	0 元	6	3.634	0.004	499 元以下
	499 元以下	5.2			<1000~1499 元
	500~999 元	5.78			<500~999 元
	1000~1499 元	5.56			<0 元
	1500~1999 元	6.24			<1500~1999 元
	2000 元以上	7			<2000 元以上

雖然 49.5 % 的受試者對社會住宅並沒有深入了解，可能是因為接收到與社會住宅相關資訊不夠完整，但如果資格符合也有意願入住社會住宅。

接著，本文經由差異性分析檢視出有住過提供物業管理服務的社區大樓比沒有住過提供物業管理服務的社區大樓的人對車道門禁安全管制有較高的正向支持度，本研究推論可能是因為社區大樓內居住人數較多，想要確認是否進入社區內的都是住在社區內的住戶，來確保居住安全，所以有住過提供物業管理服務的社區大樓認為要有這項服務項目來控管有哪些車進入社區，以作為審核機制，降低發生危險的機率。而在衛生與環境美化方面的垃圾委外清運，年輕族群平均分數較高，原因可能是因為年輕族群需上課、上班，可能無法在特定時間等垃圾車，委外清運對於他們來說較為方便。最後在每個月願意支付多少管理費方面，願意支付 2000 元以上較願意支付 499 元以下的人更認為大廳門禁安全管制和車道門禁安全管制需要，推論是因為願意支付 499 元以下的本身經濟條件不是很優渥，對於他們來說安全管制可能不是迫切需要的。而願意支付 2000 元以上的，可能認為既然都支付如此高額的管理費，則車道門禁安全管制管理項目也應該包含在內。

4-2 建議

經由本次問卷調查得知年輕族群 17~23 歲、24~29 歲、30~39 歲，平均分數皆有 6 分，顯示出其重視衛生與環境美化構面的垃圾委外清運項目，政府目前也可以著重在這個部分，無法在特定時間等垃圾車，導致生活的不便，若沒有提供此清潔服務，可能導致垃圾堆積造成環境髒亂，像是前面說到的蟑螂入侵、有老鼠出沒等狀況，讓政府想提供優質生活環境的好意大打折扣，因此建議政府可委託民間環保清運公司，處理住戶統一集中的生活垃圾。還有在門禁這部分也相當重要，門禁管制是住宅安全把關的第一道防線，安全管制的好壞，影響著住戶的生活品質，建議政府可以安裝門禁系統以有效阻止閒雜人等進入社會住宅，對社會住宅進行封閉式管理，減少安全隱患，保障住戶的居住安全，並且整合其他系統，例如安防預知、緊急報警、影像監控等功能，還能與內部停車場管理進行融合，達到同時對大廳門禁安全管制和車道門禁安全管制進行多方面控管。

由於本研究以社會住宅為主體，且將樣本範圍縮小在逢甲大學學生，故可能不同縣市的學生會有不同的想法，此屬於本研究之限制，後續研究者可以以此做進一步探討。

五、參考文獻

1. 王南喻、劉峰旗、黃志仁、張煜明 (2020)。誰需要社會住宅？。住宅學報。29 (2)。99-129。
2. 中華民國內政部營建署 (2018)。社會住宅規劃設計興建及營運管理作業參考手冊(核定版)。取自 <https://pip.moi.gov.tw/V3/B/SCRB0501.aspx?mode=3>
3. 內政部 (2014)。物業管理服務業發展綱領及行動方案，取自 <https://reurl.cc/olyraj>。
4. 台中市政府住宅發展工程處 (2019)。台中市住宅政策。取自 <https://thd.taichung.gov.tw/981499/981508/981509/981510/2068671/post>。
5. 台中市共好社會住宅 (2021)。社會住宅政策/興辦相關。取自 <https://17zu.taichung.gov.tw/Portal/QNA>。
6. 台業物業管理公司 (2019)。物業管理公司的工作內容為何？要負責哪些事情？取自 <https://www.taiyeh.com.tw/%E7%89%A9%E6%A5%AD%E7%AE%A1%E7%90%86%E5%85%AC%E5%8F%B8%E7%9A%84%E5%B7%A5%E4%BD%9C%E5%85%A7%E5%AE%B9%E7%82%BA%E4%BD%95%EF%BC%9F%E8%A6%81%E8%B2%A0%E8%B2%AC%E5%93%AA%E4%BA%9B%E4%BA%8B%E6%83%85%EF%BC%9F/>。
7. 江穎慧 (2011)。社會住宅的迷思。新社會政策。15。30-31。
8. 台中市政府 (2019)。台中市政府推動社會住宅現況與目標專案報告。取自 <https://reurl.cc/Kbem4n>。
9. 朱慶倫 (2017)。社會住宅新作為。國土及公共治理學刊。5 (3)。122-129。
10. 李慧菁 (2021)。社會住宅包租代管計劃參與意願之研究。國立高雄師範大學事業經營學系碩士論文，高雄市。
11. 林錫勳 (2002)。台灣與大陸物業管理產業結構分析－兼論跨國物業管理公司之進入策略。國立臺灣大學國際企業學研究所碩士論文，臺北市。
12. 林豐庭 (2016)。物業管理公司案場主管角色壓力、組織承諾與工作績效關係之研究－以住宅型物業管理為例。資產與物業管理研究所在職專班碩士論文，新北市。
13. 首爾市政府 (2017)。首爾市青年社會住宅政策『驛勢圈 2030 青年住宅』。取自 <https://reurl.cc/YvqEvD>。
14. 黃靖雅 (2017)。臺中市西屯區居民對於惠來厝段社會住宅認知及接受度之研究。逢甲大學都市計畫與空間資訊學系碩士班碩士論文，台中市。
15. 黃世孟 (2017)。社會住宅作為「渡橋」：物業管理如何確保橋上人流暢通？。取自 <https://opinion.udn.com/opinion/story/12838/4860924>。
16. 監察院 (2019)。「我國『社會住宅』政策之推動成效及檢討」通案性案件調查研究報告。取自 <https://www.oranjeexpress.com/2014/10/06/p2919/>。
17. 謝杏慧 (2019)。促進安居安心求學的學生住宅合作社，取自 <https://eyesonplace.net/2019/11/28/13134/>。
18. CIH 學習中心 (2016)。早知道 | 物業管理公司服務項目有哪些。取自 <https://kknews.cc/zh-tw/news/n32ng3.html>。
19. Johanna Huang (2014)。荷蘭社會住宅的現況與迷思，取自 <https://www.oranjeexpress.com/2014/10/06/p2919/.15>。
20. .Buitelaar, E & De Kam, G(2012). The Emergence of Inclusionary Housing: Continuity and Change in the Provision of Land for Social Housing in the Netherlands. HOUSING THEORY & SOCIETY,29 (1),pp.56-74.
21. Chung, SH, Kim, SJ, Park, SY&Kim, JH(2020). Past, Present, and Future of Social Housing in Seoul: Where Is Social Housing Heading to?. SUSTAINABILITY,12(19).
22. HA, SK (2008). Social housing estates and sustainable community development in South Korea. HABITAT INTERNATIONAL,32 (3), pp.349-363.

社會住宅之服務需求與付費認知之研究

The Study on the Needs of Service and Perceptions of Pay in Social Housing

洪琪雯^a、張智元^b

Chi-Wen Hung^a, Chih-Yuan Chang^b

^a 逢甲大學土木工程學系 大學生 Undergraduate of Department of Civil Engineering, Feng Chia University

^b 逢甲大學土木工程學系 教授 Professor of Department of Civil Engineering, Feng Chia University

論文資訊

論文審查紀錄：

受稿日期

2022 年 05 月 25 日

審查通過日期

2022 年 05 月 28 日

關鍵詞：

社會住宅、服務、付費、物業管理

通訊作者：

洪琪雯

電子郵件地址：

d0839708@mail.fcu.edu.tw

Article Info

Article history:

Received 25 May 2022

Accepted 28 May 2022

Keywords:

Social Housing, Service, Payment, Property Management

Corresponding author:

Chi-Wen Hung

E-mail address:

d0839708@mail.fcu.edu.tw

摘要

由於社會住宅之管理費用與租金低於市價，若政府需達財務收支平衡，可透過節流的方式以減少開銷，故本研究透過發放問卷的方式了解大學生(含夜間部)與社宅租民對於服務項目之需求與付費意願，進而探討社會住宅合理和需要之服務項目。本次問卷發放以大台中地區為範圍，經由紙本問卷方式至各社會住宅和大專院校進行調查，總計回收 454 份問卷，有效問卷共計 392 份。研究成果顯示受訪者普遍認同使用者付費的觀念與作法，且對於家務服務構面的需求程度高，另外在全部 15 項服務當中，社宅居民與大學生僅有兩項服務無需求共識，分別是代丟垃圾和車輛安排。最後，研究結果發現社福需求的影響因子是年齡，而收費機制可優先考慮千元以下的水電修繕與耗材更換。除了上述幾點發現外，本研究仍有其他分析成果可供政府單位、設計單位或物管公司在服務空間、收費項目與服務機制之研擬或規劃參考。

Abstract

Since the management fees and rents of social housing are lower than the market level, if the government wants to balance its financial revenue and expenditure, it can reduce expenses by throttling. Therefore, this study investigated college students' and social housing residents' demand and willingness to pay for the service by distributing questionnaires, and then according to the questionnaire results to discuss the reasonable and needed services of social housings. The paper questionnaires were distributed to social housings and universities in Taichung city. There are 454 questionnaires were recollected, and 392 were effectively received. The results show that respondents generally agree with the concept and practice of user charge, and they have high demand in homemaker service dimension. In addition, among all 15 services, social housing residents and college students have only two services that they have no consensus on demand. Finally, the research results found that the influencing factor of social welfare demand is age, and the charging mechanism can give priority to water and electricity repairs and replacement of consumables below NT1,000. In addition to the above findings, there are still some analytical results else in this study that can be used as a reference for government, architects and property management companies in the research and planning of service space, charging items and service mechanism.

一、前言

本國政府自 2010 年開始實施抑制高房價與房市投機炒作之政策，有關「居住正義」的議題隨之成為人人討論的焦點。其中黃麗玲等人（2017）提出「居住正義」係指無論是遭受社會排除之遊民，抑或未獲得適合、居住於過度擁擠或不安全住宅的家庭，以及對取得負擔得起之住宅有需求的低收入家庭，都應該得到適合其需求之居所。立法院於 110 年 5 月 18 日三讀修正通過住宅法，修正內容包括調高社會住宅提供給弱勢者的比率，由現行的 30 % 提高到 40 %，擬藉由此次的修法以落實政府照顧弱勢安居之目標。而政府為解決國內住宅與房市問題包含高房價、高空屋、高自有率及社會住宅短缺，行政院依據蔡總統政見之「安心住宅計畫」提出「社會住宅興辦計畫」，規劃於 106 年至 113 年間完成規劃與興建 20 萬戶只租不賣的社會住宅。

隨著政策的更迭與全球經濟的波動，在當前營建業缺工缺料、成本大漲的情勢下，興建社會住宅的資金將大幅上漲，對於原先住宅基金已吃緊的狀況無疑是雪上加霜，不僅加劇政府財政負擔，更可能帶來營運上的風險。因此，應透過檢討過往公宅設計、營運管理的問題，評估更有效的建築蓋法，避免債留子孫。檢視現行已完工的社會住宅，當中不免存在著過度設計、過度服務和過度管理的現象。協助經濟上較弱勢的族群和實踐居住正義是興建社會住宅的原意，但若過度追求整體品質，造成社會住宅已優於一般民眾生活的水平，將與政府推行社會住宅的本意背道而馳。

基於社會住宅興建資金缺口的問題，本研究針對日間部、夜間部和社宅居民三個族群進行服務需求和付費認知的調查，希望能透過此次問卷了解不同群體對於服務需求與付費認知程度的態度和看法，進而提出未來社會住宅服務項目的建議。

二、文獻回顧

2-1 社會住宅服務現況

行政部門因部分人口缺乏足夠經濟的合適住房，為糾正市場問題，因而推動和促進社會住宅的建設和管理政策（Jonkman & Janssen-Jansen, 2021）。社會住宅目標為為有需要的家庭提供負擔得起的優質住房（Sien & Katleen Van

den, 2022），因此住民通常包括低收入的家庭、身障人士或街友及因健康因素導致就業困難的人（Baker et al., 2021）。

王南喻等人（2020）研究分析結果發現非自有住宅民眾當中有近 70 % 支持興建社會住宅，51.5 % 表示願意承租。但每月的經常性收入低於 2 萬的非自有住宅者，無意願承租比例達 58.9 %，其皆有高齡弱勢者個人特徵。王增勇（2011）認為社會住宅將可以有效的提升福利照顧體系。目前我國社會住宅福利設施大致可分為社會福利服務、長期照顧服務、身心障礙服務和托育服務及社區活動等五大項。其中社會福利服務包括安置服務、自立方案、就業服務與社區服務站，身心障礙服務包括日間作業設施、日照服務、社區居住家園和精神障礙者會所，而社區活動包含關懷訪視、電話問安、餐飲服務及健康關懷（社會及家庭署，2021）。以臺北文山興隆 D2 社宅和臺中太平育賢好宅為例，前者於一、二層規劃有托幼、托老及身障服務等社福空間，提供住戶及周邊居民必要的協助，如公辦民營托嬰中心、公辦民營老人日間照顧中心、身心障礙作業設施和身心障礙會所以及身心障礙機構等；後者則是規劃有社會福利站、社會局托嬰中心、衛生局高齡日間照顧中心、社會局身心障礙者日照中心和教育局幼兒園等空間。

國外社會住宅提供之服務部分，由法國 Paris Habitat 住宅法人所營運的社會住宅提供日間照護、托幼、圖書館、社會行動中心、協助修繕和通報等服務（彭揚凱，2019），而維也納社宅模式以其「量大、質精、永續」為特色，堪稱歐陸最成功的案例，其中 Alterlaa 生活園區（Alt-Erlaa Residential Park）為奧地利最大的社區之一，其在街區之間設置幼兒園、兒童日托中心、教堂、青年中心、學校和醫療中心（林育慈，2021）。韓國和日本往往是台灣效仿的對象，韓國中溪綜合社會福祉館提供許多服務，如障礙者日間庇護所、運動發展支援中心、就業培力、心理諮詢、日托中心等服務項目，也因此服務對象和區域非常廣大（OURs 專業者都市改革組織，2014）。而日本的社會住宅重視社區營造軟體規劃，例如：興辦托兒所、設立咖啡廳，或提供老人接送、代買服務；且隨著日本成為高齡化社會，社會住宅也特別注重老人照護。在日本向丘市營住宅，市政府高齡福祉課提供每日關懷訪視服務，委託民間單位辦理，並安排生活扶助員派駐社區（張金鶚，2011；褚政鑫，2018）。

2-2 社宅資金短缺

社會住宅興辦計畫預計至民國 113 年達成 20 萬戶社會住宅的供給量，以協助弱勢族群居住。有關興建社會住宅所需經費部分，行政院核定主要補助經費由中央住宅基金負責，預計 8 年將補助規劃費、利息等經費，高達 307 億餘元，但計劃之初該基金帳上僅 118 億元，未來若全由該基金負責支應，預計 2021 年基金將先面臨破產窘境(自由時報，2017)。內政部規劃成立社會住宅融資服務平臺，以協助地方政府取得較低利率之中期融資。此外，為提高現有資源效益，規劃將既有「社會住宅中長期推動方案」補助工程費及用地有償撥用費方式調整為就地方政府興辦社會住宅營運期間淨收入不足歸還融資款或自籌款，就該非自償性經費提供部分補助，並就興建期間融資利息提供補助(內政部不動產資訊平台，2022)。

根據審計部最新公布 109 年度中央政府總決算審核報告中指出，因中央及地方政府近 6 年(105 年到 110 年)一年以上公共債務未償餘額呈上升趨勢，整體政府一年以上公共債務未償餘額預期到 110 年底達 6 兆 9608 億餘元，較 105 年底增加 7486 億餘元，凸顯政府整體公共債務負擔情形日益嚴重，若推動社宅興辦計畫所需經費無法以年度預算支應，勢必辦理債務舉借，恐加劇政府未來債務負擔(聯合新聞網，2021)。內政部表示未來將適時由國庫撥補或房地合一課徵所得稅的分配，挹注中央住宅基金缺口，並持續滾動檢討「社會住宅興辦計畫」補助款計算基準(ETtoday 新聞雲，2021)。

因地方政府辦理社會住宅需透過全數融資才能夠興建，又社宅租金是市價的七折，若單靠租金收入推估需花費 40 到 50 年才能夠完全清償債務，屆時即使已還清債務，社會住宅也已老舊，故需再籌備資金修繕和補強。

2-3 一般社區服務項目

有研究指出物業管理公司服務人員的服務品質越好，住戶感受的安全性、健康性、及舒適性越高(黃盈樺、黃崑璽，2012)。王莞茹、蔡明修(2011)提及台灣現行物業管理服務可大致劃分成三個部分，第一類屬於建築物與環境的使用管理與維護，包括建築物與環境管理維護、清潔、保全、公共安全檢查、消防安全設備及附屬設施檢修等服務；第二類為生活與商業支援服務，提供物業代辦及諮詢行業、事務管理、物業生活服務(社區網路、照顧服

務、保母、宅配物流)、生活產品(食衣住行育樂)及商業支援等服務；第三類則是資產管理，提供不動產經營顧問、開發租賃及投資管理等服務。而過往的社區大樓主要採用傳統式物業管理，故僅有提供基本服務項目，例如信件收發、包裹代收、物品轉交和團體購物等項目。

隨著人們愈來愈注重居住品質，講究服務品質、專業和細緻度的精緻型物業管理，開始成為許多中高端建案的要求，其中「飯店式管理服務」更是許多高級社區的必備(中華優生活學會，2021；王奕超，2015)。但也由於「飯店式管理服務」所需服務內容較一般管理精緻多元，故飯店式管理住宅社區平均管理費約較周邊區域住宅管理費高出 20%~60%(東京都物業管理機構，2022)。有學者指出頂級豪宅要維持一定的物業水準，才能保有一定的價格(保值性)與期待的潛力(增值性)(李海容、沈明展，2011)。因此，在「飯店式管理服務」中建立「使用者付費」的營運方式很重要，以收費的方式來支持更完善服務所增加的成本。目前提供飯店式管理服務的項目大致可分為商務服務和私人家務兩大類，商務服務包含禮賓服務、晨間喚醒、留言轉達、機場接駁、餐宴服務和代訂代叫及代繳費用等，而私人家務則有課程規劃、影印傳真、訂餐共購、家教聘雇、代丟垃圾、洗衣收送與專人洗車及寵物美容託管等項目。

2-4 小結

國外社會住宅所提供之服務大多傾向社福服務，如托老托幼、身心障礙機構和就業服務等，與台灣社宅提供之服務相似。然而國外社宅豪華程度不及台灣，故新建成本較為低廉，相對的財政負擔較小，因此，台灣在興辦社會住宅時因參照國外，無需過度設計，提供能滿足基本生活需求的設施即可。另由於社宅居民的管理費用已較一般社區低廉，若追求高品質和精緻的服務將會加重政府的財政負擔且有違本意，故社會住宅提供之服務應比照一般社區大樓提供之服務即可，而由於社會福利設施為社宅居民所需且服務範圍廣大，故也需納入社會住宅之服務項目。

三、研究方法

3-1 研究架構

本研究根據大學生和社宅居民的不同劃分為兩套問卷，共同問項分為兩大部分：個人基本資料及付費認知與

需求情形量表，而大學生問卷則另新增「大學生對社會住宅之看法與支付程度」之構面，如圖 1 所示。本問卷運用交叉分析了解受訪者基本基料與服務需求和付費認知之關聯，並透過分析結果擬定相關的物業管理服務項目建議。

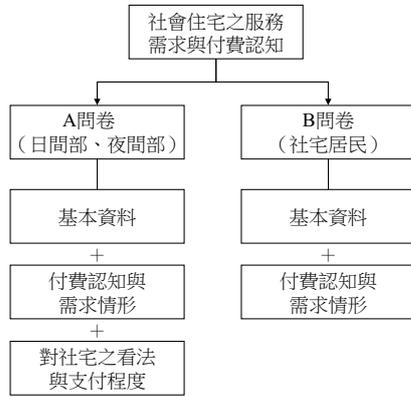


圖 1 研究架構圖

3-2 問卷設計

Agbo(2010)認為問卷不能只單看 Cronbach's α 值，應輔以因素分析來驗證，而大多數問卷皆採用主成分分析法(PCA)(Muziri et al., 2021; Tardivo et al., 2020; Scullin, 2014)。本問卷以次級資料歸納現行普遍提供的物業管理服務項目並以主成份法進行因素萃取，將其轉換為同質性之因素構面。本研究問卷除了第一部分基本資料外，其餘問項皆採用李克特(Likert Scale)七點式尺度量表，設計七個程度遞減之選項來衡量填答者在此題項的程度，在付費認知部分分為絕對同意、非常同意、同意、普通、不同意、非常不同意、絕對不同意；而在各服務項目部分則分為絕對需要、非常需要、需要、普通、不需要、非常不需要、絕對不需要七個程度。計分方式以絕對同意和絕對需要為七分，依序遞減至絕對不同意和絕對不需要一分。本問卷根據物業管理公司所提供的服務進行問項初步設計，另在研究期間曾邀請物業管理產業的專家學者對所擬之服務項目進行修改，最後彙整出本研究問卷共 16 題之問項。

3-3 資料收集

本研究於 2022 年 3 至 4 月期間進行紙本問卷調查，針對大台中市地區社會住宅以及若干大專院校作為本研究的研究對象進行調查。對願意接受調查之民眾，先以口頭詢問方式確定其符合本次研究對象資格後，再進行問卷

填答，總計回收 454 份問卷，再扣除問卷填答不完整之樣本後，有效問卷共計 392 份，有效問卷回收率 86.34%。

四、研究結果

4-1 敘述性統計

受訪者基本資料統計表

本次調查有效問卷包含 100 位日間部學生、100 位夜間部學生和 192 位社宅居民，表 1 顯示受訪者基本資料的統計結果。由表中可知，受訪者年齡因研究對象限制，以 17~23 歲佔多數(45.2%)；性別組成為男性 61%、女性 39%；在婚姻狀況方面，以未婚人數(74.3%)佔多數，僅有 25.8%的人已婚；而月租金方面以 5000~7999 元/月區間為主，占總樣本 36.7%，其次為未曾在外租屋佔比 28.8%；經驗方面則是有五成以上未居住過提供物業管理服務的社區大樓。本研究受訪者基本資料統計如表 1 所示。

受訪者付費認知與需求情形

本構面問項有極高共識，其中對於「認同使用者付費的觀念與作法」問項平均值結果為 5.61，顯示民眾對於使用者付費抱持高度同意。其中受訪者在 16 項服務項目當中以「水電修繕」、「耗材更換」和「銀髮送餐」排名前三，而「傢俱租賃」、「收送洗衣」、「計時陪伴」及「用藥提醒」四個問項平均值較低，可見受訪者對於上述提及之四項服務屬於低度關心，持可有可無的態度。此外，針對每月額外服務費用上限則以 500 元居多，1000 元次之，如表 2 和表 3 所示。

表 1. 受訪者基本資料統計表

	變數名稱	百分比	變數名稱	百分比
年齡	17~23 歲	45.2 %	未曾在外租屋	28.8 %
	24~29 歲	16.6 %	4999 以下	8.2 %
	30~39 歲	20.7 %	5000~7999	36.7 %
	40~49 歲	8.9 %	8000~10999	3.8 %
	50~59 歲	5.6 %	11000~13999	11.2 %
	60 歲以上	3.1 %	14000~16999	7.4 %
性別	男	61 %	17000~19999	0 %
	女	39 %	20000 以上	3.8 %

婚姻	已婚	25.3 %	經驗	有	53.3 %
	未婚	74.7 %		無	46.7 %
身份別	日間部	25.5 %	合計 100%		
	夜間部	25.5 %			
	社宅住戶	49 %			

表 2. 問卷調查結果彙整表

No.	問項	平均值
B1	認同使用者付費的觀念與作法	5.61
B2-1	冷凍代收	4.80
B2-2	傢俱租賃	4.42
B2-3	家電租賃	4.51
B2-4	活動安排	4.63
B2-5	車輛安排	4.66
B2-6	耗材更換	5.13
B2-7	水電修繕	5.20
B2-8	居家清潔	4.70
B2-9	收送洗衣	4.49
B2-10	垃圾到府收取	4.76
B2-11	計時陪伴	4.12
B2-12	銀髮送餐	4.83
B2-13	用藥提醒	4.25
B2-14	計時托幼	4.81
B2-15	社區伴讀	4.53
B2-16	就業培力	4.63

表 3. 每月再支付額外服務費用上限彙整表

單位：人	日間部	夜間部	社宅住戶	總計
0 元	2	8	18	28
500 元	29	26	78	133
1000 元	31	33	58	122
1500 元	15	11	11	37
2000 元	18	11	19	48
2500 元	-	4	1	5
3000 元	4	3	7	14
3001 元以上	1	4	-	5

大學生對社會住宅之看法與支付程度

針對 A 問卷新增之「大學生對社會住宅之看法與支付程度」構面可知大學生普遍認為物業管理服務對於社會住宅是重要的。而大學生對社會住宅的了解程度與入住社會住宅的意願皆屬中間值，表示其對社會住宅的認知仍然模糊，且入注意願普遍不高。此外，本研究也調查大學生每月可接受的管理費上限，發現大學生可接受的範圍落在每月 500 ~ 999 元之間，與目前大學生租屋市場的行情相近，如表 4 所示。

表 4. 問卷調查結果彙整表

No.	問項	平均值
C1	物業管理服務對於社會住宅的重要性	5.59
C2	對社會住宅的了解程度	4.20
C3	是否有意願入住社會住宅	4.62
C4	每月可接受的管理費上限	3.20

4-2 信效度分析

本文以主成分法來萃取因素以歸納問卷中的服務項目屬性，在 Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) 值符合標準之下，採題項因素負荷量達 0.5 以上為門檻值，使各構面中變數解釋變異量達 56.56 % 至 67.54 %。在因素命名方面，檢視各因素項中所屬的服務項目屬性，以及參考物業管理公司網站之分類為原則，將其中三個因素命名為生活服務、家務服務與社福服務。在信度部分，由於生活服務構面在刪除冷凍代收後能提高 Cronbach's α 的值，從 0.799 提升到 0.818，故冷凍代收此題項將會被刪除且不納入後續實證結果分析討論。由於生活服務構面與家務服務構面的值皆高於 0.8，故呈現信度很高，而社福服務構面之值為 0.903，屬信度非常好。本研究之因素分析與信度結果如表 5 所示。

表 5. 各服務構面之因素分析結果和 Cronbach's α 值

構面	題項	因素負荷量	Cronbach's α
生活服務	冷凍代收	0.535	0.799 (0.818)
	傢俱租賃	0.877	
	家電租賃	0.869	
	活動安排	0.758	
	車輛安排	0.665	
家務	耗材更換	0.778	0.832
	水電修繕	0.762	

	居家清潔	0.836	
	收送洗衣	0.802	
	垃圾到府收取	0.691	
社福服務	計時陪伴	0.802	0.903
	銀髮送餐	0.783	
	用藥提醒	0.832	
	計時托幼	0.865	
	社區伴讀	0.869	
	就業培力	0.775	
說明：因刪除問項「冷凍代收」可提高構面信度，故此項將刪除且不納入後續實證結果分析討論。			

4-3 統計分析

為了解個人基本資料是否會使不同問項產生群體差異，本研究以個人基本資料為基準，針對 3 個因素的各問項進行單變量分析和 t 檢定，在表 6 和表 7 中整理出具有顯著差異的各問項內容。結果顯示，認同使用者付費的觀念與作法的群體差異最為明顯，其中日間部相較夜間部和社宅居民更認同使用者付費的觀念，推測可能原因來自於社宅居民長期以來大多為受幫助的一方，許多福利多是無償獲得，故「付費」對社宅居民而言尚不習慣。另 17~23 歲和月租金 4999 元的受訪者，對於使用者付費觀念有更認同的趨勢，可能原因為 17~23 歲尚屬於大學生，許多生活支出都有父母照料，還沒認知到在社會生活的開銷程度，因此抱持更認同的態度；而月租金 4999 以下的群眾由於得到的居住服務品質較高租金的族群而言有一定的落差，故更能接受透過額外的付費方式取得自己所需的服務項目。在垃圾到府收取服務方面，夜間部以及越年輕的族群表示需要這項服務，推測可能原因為夜間部因工作和上課時間連續，導致在家時間較少，難以配合垃圾清倒時間，故需要這項服務；而較年輕的族群則因初出茅廬，對於家事尚不熟捻，因此對於此種方便的服務則展現出他們的需求。

表 6. 單變量分析結果

No.	組別	平均數	F	Post Hoc 檢定
B1	日間部	6.15	32.709	日間部
	夜間部	5.74		>夜間部
	社宅居民	5.26		>社宅居民
	17~23 歲	5.92		8.107

	24~29 歲	5.48		>24~29 歲	
	30~39 歲	5.37		>30~39 歲	
	40~49 歲	5.36		>40~49 歲	
	50~59 歲	5.23		>50~59 歲	
	60 歲以上	4.83		>60 歲以上	
B2-10	未曾在外租屋	5.78	5.386	4999 以下	
	4999 以下	6.34		>未曾在外租屋	
	5000~7999	5.42		>8000~10999	
	8000~10999	5.67		>11000~13999	
	11000~13999	5.50		>5000~7999	
	14000~16999	5.34		>14000~16999	
	17000~19999	-		>20000 以上	
	20000 以上	5.33			
	日間部	4.99		10.730	夜間部
	夜間部	5.18			>日間部
社宅居民	4.41		>社宅居民		
B2-10	17~23 歲	5.05	6.639	17~23 歲	
	24~29 歲	4.98		>24~29 歲	
	30~39 歲	4.37		>40~49 歲	
	40~49 歲	4.80		>30~39 歲	
	50~59 歲	3.64		>60 歲以上	
	60 歲以上	3.75		>50~59 歲	

檢定分析結果中可發現婚姻狀況對於垃圾到府收取服務、銀髮送餐服務以及車輛安排服務皆有差異。其中相較已婚人數僅有 38.4 % 認為需要垃圾到府收取，未婚人數中有過半數 (59.4 %) 認為需要這項服務，而未婚人數中又有 63.4 % 認為需要銀髮送餐以及 55 % 表示需要車輛安排服務。由上述推測未婚人士可能因單獨居住，有時無法自行清倒垃圾，因此有到府收取垃圾的需求；值得一提的是銀髮送餐在未婚人士的需求大於已婚人士，推測可能原因為未婚人士多半離鄉背井打拼，而已婚人士則多數會選擇能就近照顧長輩的居所落居，故無此需求。而車輛安排服務雖兩者比例相近，但也不排除其可能性為已婚家庭普遍會購置車輛來接送小孩，所以相較沒有擁有代步工具的未婚族群而言，常態性的叫車會符合他們的需求。

為更加明確地了解各族群在不同構面的需求程度，本研究將其需求程度彙整如表 8 所示。由表中可發現，社宅居民僅在生活服務方面展現出高於大學生的需求，其中的服務項目只有車輛安排是低於大學生的；而在家務服

務和社福服務方面，社宅居民的需求均低於大學生，當中僅有耗材更換和就業培力兩項服務是高於大學生，而計時陪伴和計時托幼則是高於日間部的平均值，其餘項目均屬於最低者。總體來說，社宅居民與大學生的需求存在差異，尤其在生活服務方面較為凸顯的，另針對社福服務方面，社宅居民的需求程度表現較大學生低，僅對目前已經提供的社福項目表現出高於大學生的需求，推測可能因為社宅居民對於這些服務項目有所感受，因此更能體認到自身

對於這些項目的需求，而此結果也表示目前社宅提供之社福服務是符合民眾需求的；日間部在許多項服務的需求程度皆處於社宅居民和夜間部之間，但在水電修繕、銀髮送餐和計時托幼這三項的需求排名最高，而在計時陪伴和社區伴讀的需求排名最低，可能原因為前述兩項服務尚未記憶在年輕族群的印象中，故認為其需求程度不高；夜間部相較日間部和社宅居民，在車輛安排、居家清潔、收送洗衣、垃圾到府收取、計時陪伴和用藥提醒及社區伴讀表現出較高的需求，顯示夜間部在家務服務和社福服務的需求是三者中最在意的，推測原因為夜間部因工作繁忙又需修習課程，因此擁有較少的時間打理家務和照顧家人，故於這兩個構面展現出較高的需求。

為了避免因母體各年齡層分佈不均造成社宅居民在社福構面忽略特定族群的需求，故針對社宅居民依各年齡層對社福項目進行計數統計，以各項填答需要以上之人數比例表示，如表 9 所示。由表中可發現計時陪伴和用藥提醒在各年齡層的需求度都不高，低於半數有需求，其中僅 60 歲以上族群在用藥提醒表現出高於其他族群的需求度，而根據此結果，可推斷目前社區關懷的資源還算足夠，尚未有讓人感覺匱乏之現象；銀髮送餐以 24~39 歲和 50~59 歲有較高的需求（約 60%），而計時托幼在 30~39 歲有高度之需求，推測可能是與成家年齡重合的緣故導致，最後在社區伴讀和就業培力有相似的比例和分佈，以 24~39 歲有較高的需求度。

表 7. t 檢定分析結果

問項	組別	平均數	差值	t 值	顯著性
垃圾到府收取	已婚	4.33	0.564	2.973	0.003
	未婚	4.90			
銀髮送餐	已婚	4.57	0.356	2.205	0.028
	未婚	4.92			
車輛安排	已婚	4.34	0.421	2.487	0.013
	未婚	4.76			

表 8. 不同構面需求情形分佈表

構面	族群	平均值	構面	族群	平均值	構面	族群	平均值
生活服務	日間部	4.57	家務服務	日間部	4.95	社福服務	日間部	4.51
	夜間部	4.51		夜間部	4.91		夜間部	4.62
	社宅居民	4.58		社宅居民	4.78		社宅居民	4.49

表 9. 各年齡層之社宅居民於社福項目分佈表

	年齡層	17~23 歲	24~29 歲	30~39 歲	40~49 歲	50~59 歲	60 歲以上
社福服務	計時陪伴	33.4 %	29.6 %	36.4 %	33.4 %	30.0 %	33.3 %
	銀髮送餐	50.0 %	56.8 %	58.5 %	48.4 %	60.0 %	50.0 %
	用藥提醒	33.4 %	34.1 %	31.2 %	33.3 %	30.0 %	41.7 %
	計時托幼	33.3 %	56.8 %	67.6 %	51.5 %	40.0 %	58.3 %
	社區伴讀	50.1 %	50.0 %	54.6 %	48.5 %	35.0 %	50.0 %
	就業培力	50.0 %	54.5 %	53.3 %	45.5 %	40.0 %	50.0 %

五、結論與建議

本文基於大學生和社宅居民觀點，以服務項目為基礎，針對大台中市地區之社會住宅及若干大專院校進行問卷調查，透過因素分析與交叉分析進行比對，希望能透過問卷了解不同群體對於服務需求與付費認知態度的態度和看法，進而提出未來社會住宅服務項目的建議。

本問卷透過因素分析將服務項目分為三個構面，分別為生活服務、家務服務與社福服務。透過差異性分析和交叉分析，本研究有以下五點發現：

- 受訪者普遍認同使用者付費的觀念與作法：**受訪者在認同使用者付費的觀念與作法題項當中有 87.8 % 表達同意此項目，而群體差異在認同使用者付費的觀念與作法最為明顯，分析結果表示大學生相較社宅居民更認同使用者付費的觀念，而 17 ~ 23 歲和月租金 4999 元的受訪者，對於使用者付費觀念有更認同的趨勢。
- 家務服務構面的需求高：**在本研究服務項目的三個構面當中，各族群在家務服務的平均值最高，其中包含耗材更換、水電修繕、居家清潔和收送洗衣及垃圾到府收取，顯示家務服務對現今大眾而言有一定之需求。
- 社宅居民與大學生僅有兩項服務無需求共識：**本研究統整出 15 個服務項目（如表 5 所示），而社宅居民與大學生僅在代丟垃圾和車輛安排存在需求差異，顯示大學生在前述兩項的需求大於社宅居民，其餘 13 項服務則兩方有一致的共識。社宅居民在生活服務方面的需求較大學生高，而在社福服務方面的需求程度則表現較大學生低，僅對目前已經提供的社福項目表現出高於大學生的需求；日間部在水電修繕、銀髮送餐和計時托幼這三項的需求排名最高，而在計時陪伴和社區伴讀的需求排名最低；夜間部在家務服務和社福服務的需求是三者中最高的。

- 社福需求影響因子是年齡：**在社宅居民當中，各年齡層在計時陪伴和用藥提醒的需求度都不高（低於 50 %），銀髮送餐以 24 ~ 39 歲和 50 ~ 59 歲有較高的需求（約 60 %），而計時托幼在 30 ~ 39 歲有高度之需求（67.6 %），最後在社區伴讀和就業培力以 24 ~ 39 歲有較高的需求度。
- 收費機制可優先考慮千元以下水電修繕與耗材更換：**根據本研究統計，受訪者普遍願意每月再額外增加 500 元（33.9 %）或 1000 元（31.1 %）的服務費用，而選擇這兩個費用的人數當中，以水電修繕需求度最高（75.4 %），耗材更換次之（69.9 %），而計時托幼（57.1 %）排名第三。

綜合本文的研究結果可知，可支配所得較低之受訪者比起高額租金優質的服務，更傾向以加價的方式換取等值的服務，而本研究之三個族群也普遍認同使用者付費的觀念與作法，因此建議政府單位在社會住宅應採低廉的價格提供基本之服務，並導入使用者付費之制度和做法，藉此降低服務之成本。根據本研究問卷結果，家務服務在各項的需求度較其他構面高，因此，在使用者付費方面建議物業管理公司可導入家務服務的項目，其中家務服務的需求度又以水電修繕和耗材更換最高。而社宅居民在服務項目較大學生有更高的需求，其中包括傢俱租賃、家電租賃和活動安排，根據調查，現今社會住宅僅有新北市和桃園市有提供傢俱租賃服務，家電租賃則查無案例，而活動安排則是以包含青創戶的社宅最為頻繁；非社宅住戶認為傢俱租賃、家電租賃和活動安排皆屬期待範圍之服務，避開青創戶所辦理之活動不談，傢俱租賃和家電租賃是否有必要納入服務項目則有待進一步的研究。此外，社宅居民各年齡層對於銀髮送餐、計時托幼之社福服務表現出較高的需求，故建議設計單位在社會住

宅設計階段即可規劃相應服務之空間和配置，屆時可以委外營運的方式經營；而計時陪伴和用藥提醒服務的需求度都不高，故不建議政府單位在社會住宅納入此兩項服務項目。就業培力在社宅居民中僅在 24~39 歲有需求，但其需求比例只有 54 % 左右，本研究認定其為可有可無之服務，故建議政府單位可根據各社宅之特色來決定是否導入就業培力此項目，或是另尋方法來協助社宅居民實現脫貧的遠景。

由於本文以社會住宅為主體，故所提之建議不適用於社會住宅以外之社區大樓。而本研究樣本規模較小且侷限在大台中區域，加上本研究也未設定填答者的出發觀點，故可能導致研究結果偏差或有地域性，屬本研究之研究限制，建議後續研究者可以突破上述限制為研究目的，進一步探討。

參考文獻

1. ETtoday 新聞雲 (2021)。「蓋 12 萬戶社會住宅需要逾 5 千億？內政部：國庫撥補會挹注住宅基金」。取自 <https://www.ettoday.net/news/20210803/2046673.htm>
<https://drive.google.com/file/d/1Wu0siKUE3sT9bZHK598yTiFtXzUgctUZ/view>
<https://udn.com/news/story/7238/5645222>。
2. OURs 專業者都市改革組織 (2014)。「社會住宅的韓國 style：居住政策的創新與深化」巢運座談。取自 <https://www.slideshare.net/OURsOURs/style-78066968>。
3. 中華優生活學會 (2021)。「社區服務分等級 物業管理進化中」。取自 <https://www.5ialive.com/column/?mode=detail&id=251>。
內之服務輸送。2021 居住正義與社會安全網的結合研討會，2021 年 12 月 8 日，張榮發基金會國際會議中心。
4. 內政部不動產資訊平台 (2022)。「社會住宅興辦計畫」。取自 <https://pip.moi.gov.tw/V3/B/SCRB0501.aspx?mode=4>。
5. 王南喻、劉峰旗、黃志仁、張煜明 (2020)。誰需要社會住宅？。住宅學報，29 (2)，99-129。
6. 王奕超 (2015)。「周楓：不只是社區維護，物業管理更講究細膩服務與長期規劃」。取自 http://www.ibtmag.com.tw/new_article.asp?ar_id=24859。
7. 王莞茹、蔡明修 (2011)。物業管理公司新服務發展模式之建立。物業管理學報，2 (1)，53-64。
8. 王增勇 (2011)。以住宅「社會化」對抗貧窮「污名化」。台灣社會研究季刊，81，491-499。
9. 自由時報 (2017)。「20 萬戶社宅沒蓋好 住宅基金先破產」。取自 <https://news.ltn.com.tw/news/focus/paper/1088757>。
10. 李海容、沈明展 (2011)。影響頂級豪宅物業服務關鍵因素之初探。物業管理學報，2 (2)，63-75。
11. 東京都物業管理機構 (2022)。「業務範疇」。取自 <https://www.tokyonet.com.tw/%E6%A5%AD%E5%8B%99%E7%AF%84%E7%96%87%E5%AE%A2%E8%A3%BD%E5%8C%96%E7%AE%A1%E7%90%86/>。
12. 林育慈 (2021)。歐陸社會住宅制度研析 維也納社宅百年演進發展 (上)。營建知訊，(463)，11-21。
13. 社會及家庭署 (2009)。社會福利服務於社會住宅
14. 張金鶚 (2011)。當前社會住宅的期待。中華民國建築學會會刊雜誌，(63)，10-13。
15. 彭揚凱 (2019)。「Marchons !法國社會住宅：你難以想像的法蘭西模式」。取自
16. 黃盈樺、黃崑聰 (2012)。物業管理公司服務對住戶居住環境品質認知的影響。物業管理學報，3 (1)，1-8。
17. 黃麗玲、張金鶚、華昌宜、江瑞祥、朱芳妮、陳亭伊、周延、蕭亦涵 (2017)。落實臺灣居住正義之政策工具研究與運用。公共政策與法律研究中心 105 年度研究計畫案期末報告 (報告編號：CPPL105-03)。
18. 褚政鑫 (2018)。社會住宅高齡居住者社會福利空間管理模式之研究。內政部建築研究所自行研究報告 (報告編號：PG10705-0107)。
19. 聯合新聞網 (2021)。「審計部：蓋 12 萬戶社宅估需 5832 億 恐加劇債務負擔」。取自
20. Agbo, A. A. (2010). Cronbach's Alpha: Review of Limitations and Associated Recommendations. *Journal of Psychology in Africa*, 20(2), 233-239.
21. Baker, E., Pham, A., Leishman, C., Daniel, L., & Bentley, R. (2021). Urban Social Housing Pathways: A Linked

- Administrative Data Analysis. *Urban Policy and Research*, 39(1), 1-15.
22. Jonkman, A. & Janssen - Jansen, L. (2018). Identifying Distributive Injustice Through Housing (Mis) Match Analysis: The Case of Social Housing in Amsterdam. *Housing Theory & Society*, 35(3), 353-377.
23. Muziri, T., Chaibva, P., Chofamba, A., Madanzi, T., Mangeru, P., Mudada, N., Manhokwe, S., Mugari, A., Matsvange, D., Murewi, C. T. F., Mwadzingeni, L., & Mugandani, R. (2021). Using principal component analysis to explore consumers' perception toward quinoa health and nutritional claims in Gweru, Zimbabwe. *Food Science & Nutrition*, 9(2), 1025-1033.
24. Scullin, M. K., Harrison, T. L., Factor, S. A., & Bliwise, D. L. (2014). A Neurodegenerative Disease Sleep Questionnaire: Principal component analysis in Parkinson's disease. *Journal of the Neurological Sciences*, 336(1-2), 243-246.
25. Sien, W., & Broeck, K. V. (2022). Social housing in Flanders: best value for society from social housing associations or social rental agencies ? *Housing Studies*, 37(4), 605-623.
26. Tardivo, S., Zenere, A., Moretti, F., Marchiori, F., Berti, D., Migliorini, M., Tomasi, A., Ferrari, S., Tognon, F., Napoletano, G., & Rossanese, A. (2020). The Traveller's Risk Perception (TRiP) questionnaire: pre-travel assessment and post-travel changes. *International Health*, 12(2), 116-124.

既有社會住宅公共空間改造為青銀共居場所之可行性研究

Feasibility study on the Transformation of Existing Social Housing Public Space into Intergenerational Co-Living Place

楊詩弘^a 蘇建儒^b 王榮進^c 褚政鑫^d
Shih-Hung Yang^a Chien-Ju, Su^b Ron-Jing, Wang^b Cheng-hsin, Chu^b

^a 國立成功大學建築系 助理教授 Assistant Professor, Department of Architecture, National Cheng Kung University
^b 國立成功大學建築系 碩士生 Master Student, Department of Architecture, National Cheng Kung University
^c 內政部建築研究所 所長 Director General, Architecture and Building Research Institute, Ministry of Interior
^d 內政部建築研究所 助理研究員 Assistant Research Fellow, Architecture and Building Research Institute, Ministry of Interior

論文資訊

論文審查紀錄：

受稿日期
2022 年 05 月 25 日
審查通過日期
2022 年 05 月 28 日

關鍵詞：

社會住宅、青銀共居、公共空間、超高齡社會、中介空間

通訊作者：

楊詩弘
電子郵件地址：
erskineuhara0326@gmail.com

Article Info

Article history:

Received 25 May 2022
Accepted 28 May 2022

Keywords:

Social Housing,
Intergenerational Co-Living,
Public Space,
Super-Aged Society,
Intermediary Space

Corresponding author:

Shihhung Yang
E-mail address:
erskineuhara0326@gmail.com

摘要

有鑑於我國即將邁入超高齡社會，大量銀髮族與不同年齡層於集合住宅的共居，勢必成為未來之常見態勢。當跨世代居住者的互助與交流之價值逐漸受到各界重視，地方政府也開始結合社會住宅的興辦，進行「青銀共居」模式的嘗試。本研究邀集七名學者與三名相關領域之專家，透過訪談與座談會的方式，彙整出當運用青銀共居的理念進行社會住宅的公共空間設計時，應考量使用者的「生理層面」與「心理層面」、以及營運角度的「經營層面」，上述三個層面所展開的二十項設計原則作成的檢核表，即為本研究所發展的設計檢討工具。

為了進一步驗證設計原則與檢核表的合理性，同時為了檢視現有社宅公共空間可否符合青銀共居的理念需求，本研究選定臺北市三案不同規模的社宅，利用前述所建構的評估方法，探討中介空間型與戶外型的公共空間是否符合青銀共居理念，並就其結果實施改造方案之模擬，並提出規劃設計、材料選用、工法技術層面的具體對策。

Abstract

As Taiwan is about to enter a super-aging society, it will become a trend for the elderly and young people to live together in collective housing in the future. When the mutual assistance between residents of different generations has gradually attracted attention, the local governments have also begun to integrate the concept of intergenerational co-living into the social housing policy.

This research invites seven scholars and three experts in related fields to sort out through interviews and symposiums, when using the concept of intergenerational co-living to design the public space of social housing, the physical and psychological feelings of users and the difficulty of operation and management should be considered. Twenty principles derived from these three factors, the study developed a checklist of these twenty principles as a tool to use in the design development process.

In order to verify the practicability of the tool, and to evaluate whether the existing public spaces of social housing can meet the concept of co-living with Intergenerational communication, this research selects three social housings of different scales in Taipei City, uses design principles for analysis, and draws results after Afterwards, a design proposal is proposed for how to improve it.

一、結論

依據國家發展委員會於 2020 年公布的最新人口推估報告顯示，2025 年台灣將進入「超高齡社會」，預計為每 5 人當中有 1 位為 65 歲以上，因此國土建設與社會環境的整備，必須回應人口結構急遽變化之趨勢；此外，近年高齡社會之福祉課題雖受到重視，然根據衛福部於 2017 年之「老人狀況調查報告」統計，仍將近 10% 的高齡者處於獨居狀態，其中雖非全部屬於經濟弱勢的族群，但應屬照顧制度上必須關注之對象。另一方面，我國目前所推動的社會住宅供給政策，截至 2022 年 4 月底為止已完成(含入住)21103 戶，若持續依照進度達成政府「八年二十萬戶」(含新建與包租代管)之目標，可部分舒緩青年、弱勢等族群於都會地區房價負擔之壓力；目前以一房型(含套房)為多數戶數比例的社會住宅，其居住者除前述初入職場之年輕世代以外，亦有一定比例之高齡者，是故在「混居」的環境下，如何創造一個涵納跨齡需求之公共場域，可讓青年與包括獨居高齡者在內的族群於此交流，係成為社會住宅政策推動與經營上的重要課題。有鑑於此，全國社宅興辦進度最快的臺北市政府，於 2019 年公布的「居住正義 2.0 計畫」中，首先提倡以社會局為管理單位實行「青銀共居」實驗方案，試圖評估現有公共設施之可行性，並預計逐年推廣至全市府轄下之社會住宅實行辦理。

綜合以上說明，在社宅居住者的跨齡交流空間需求逐漸受到重視的趨勢下，筆者透過與內政部建築研究所的合作，於 2020 年「社會住宅青銀共居公共空間設計原則」計畫中，提出社宅公共空間面臨青銀共居需求時須具備的空間條件，使該空間於滿足青銀族群基本使用需求之餘，可更進一步促進雙方交流，其讓公共空間達到最有效率之使用方式。2021 年「既有社會住宅青銀共居有關公共空間供給與改造之研究」則依據前述 2020 年設計原則的運用，針對臺北市現有之三處社會住宅的公共空間進行實質分析後，進一步提出符合多世代用途之空間改善方案，使「青銀共居」概念可由空間規劃、構成、工程實務乃至未來物業管理層面，形成完整的生命週期公共空間使用檢討之脈絡，以利未來社會住宅規劃需求時，可有效成為公共空間設計之實質原則。綜上所述，本文彙整筆者於 2020、2021 於內政部建研所協同研究成果，主要內容構成如下所示：

1. 建構符合「青銀共居」的社會住宅公共空間設計原則，包含空間架構、設計檢核事項等。
2. 運用前項設計原則，以既有已完工之不同規模社會住宅為例進行現況檢討，並提出改善方案之模擬。

二、青銀共居理念的界定與設計原則

2-1 青銀共居的範疇與空間研究標的

有關「共居」理念的成形與空間之實踐，較早出現於率先邁入超高齡社會的國家。例如歐美國家推出的「Intergenerational House」(代際住宅)概念，期望藉由不同年齡者的共同居住，加強連繫與互動，以取代既往西方社會核心式家庭或高齡者與中青年分別居住的孤立形態，而其共居成員的組成大多為親屬。而當今所提倡的「青銀共居」，則是在一個機構、社區或住宅中，高齡者與青年互助生活，彼此之間並無血緣關係，而是憑藉著相互扶持的共同意念組織而成。例如鄰國日本，近年於 NPO 或不動產開發商所推動的多世代共生型シェアハウス (share house)，強調青年與長者在同一棟住宅共居所衍生的互助價值；荷蘭係於 2013 年開始在 Humanities 安養中心推動「青銀共居」，以大學生每月 30 小時的友善鄰居服務而換取免費入住；德國則是於 2015 年成立示範性的複合式共居住宅，提供高齡者居住單元之餘，亦設置青年的辦公空間與兩者互動交流的交誼場所；我國則是 2017 年「三峽北大青銀共居居住實驗計畫」，新北市政府開始針對三戶住戶試辦，引入高齡者與青年居住於同一住宅單元共同生活；臺北市政府則是在 2018 年以陽明老人公寓為示範據點，參考前述荷蘭 Humanities 安養中心的案例招募大學生以陪伴長者的志工換取房租減免，而 2019 年的「居住正義 2.0 計畫」則欲推廣「青銀共居」至社會住宅的營運中。

根據以上說明，有關青銀共居的實施場所，大致上可分為「高齡者設施型」與「一般住宅與社區型」，前者多為高齡者福祉機構、安養中心，老人公寓等；後者則是以獨棟住宅、公寓大廈、群居社區為主；而在居住的型態上，可分為青年與高齡者「共生」(居住於同一住宅單元共同生活，日常起居皆會相互接觸)、「共住」(居住於同一層但不同戶，主要於該層內之公共空間共同相處，如圖 1 與圖 2)、「共居」(居住於同一棟或同社區但不同樓層，主要於社區空間互動)三種類型，其隱私性與



圖 1 臺北市陽明老人公寓標準層平面圖



圖 2 英國 Parkside 共居公寓標準層平面圖

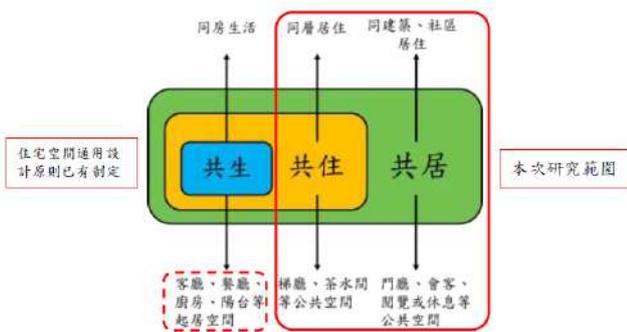


圖 3 本研究之青銀共居社會住宅公共空間檢討範圍

所需之共同交流場所亦有所差異；而在青年的入住資格方面，有分為以服務換宿及無附帶條件等兩種方式。而依據現今社會住宅居住特性與參考國外推動經驗，「共生」之同戶居住案例目前較少，且目前我國已於「住宅空間通用設計原則」有相關內容制訂，故在研究範疇的界定上，以「共住」、「共居」所需的社宅公共空間為探討標的(詳圖 3)。另，在使用對象方面，本研究所設定之青年族群，係以 20 至 40 歲為年齡區間，考量交流的多元性，未強制規定需於一定期間服務高齡者，意即跨齡活動屬於自由開放之型態；而在銀髮居住者的設定上，則界定為可生活自理之 60 歲以上年齡之男女。

2-2 專家訪談與座談結果彙整

有鑑於我國現階段有關青銀共居之實體案例偏少，且均屬於既有設施轉用之試辦型態，為求社會住宅

青銀共居設計原則於未來執行之可行性，本研究透過學界與產業界的專家訪談與三次座談會(因近年受疫情影響而為避免群聚，部分採一對一訪談進行)，就其原則的內容進行擬定與修正。有關受訪者的選擇上，學界分別以從事醫療福祉建築設計、高齡環境與通用化設計、環境行為、老人醫學等領域之七名學者為對象；產業界則以分別具社會住宅與福祉設施設計經驗之建築師各一名、共生住宅營運管理負責人一名，共計三名專家所構成。訪談與座談會之大綱依據本研究之設定規劃為以下三大項目：

1. 社會住宅青銀共居模式的可行性
2. 社會住宅「公共空間」的定位與使用者
3. 青銀共居公共空間的性能與原則

針對上述專家進行訪談與座談會後，本研究彙整其結果如下所示：

社會住宅青銀共居模式的可行性

專家群一致認為青銀共居在台灣應屬可行政策方向，但目前的執行數量較少，應該等具有一定的共居數量，更能夠確定其成效。而因青銀共居並非是一種自然發生的狀態，需要有制度的配套以助於推動，故由政府來推動社會住宅的青銀共居時，應考量入住者之居住成本及「公平」性，提供適當之計畫徵選戶或「邀請入住」，成為青銀共居之軟體層面驅動力；而對於公共空間的經營，須考量各使用者的時間不同，建議推行「時間信用」來為公共空間進行相關公共服務。而未來若由民間主導空間的經營與管理，則應須具備相當經驗之專業組織出面執行。在訪談與座談過程中，共生住宅營管負責人亦依據其執行案例的現況經驗指出，經營成敗的挑戰，主要還是來自於活動的規劃，必須誘導青銀住戶之間可順利交流，雖然期望住戶能夠有「主動性」及「生活共享性」，但如果要長久維持還是得需要管理單位的帶動，才能促進改善交流的型態；而相較之下，「銀髮」族群的不適應性情況出現較多，原因或許為高齡族群長年生活習慣已根深蒂固，面對突如其來的生活環境及習慣的改變有所困難，而青年族群於共居體系下較能適應。而目前社宅的交流活動均以現有的室內外公共設施舉辦，是故交流的成效除了軟體方面的企劃能力以外，因其遷就於既有的空間格局，不免對於成效還是有

所影響。因此，專家群指出較早進入高齡社會的先進國家，於共居模式的嘗試已實施一段時間，故在空間設計上亦有相對的規劃考量，然而我國在其觀念上尚屬起步，故在制定未來可行的設計原則之餘，應同時以相關指標檢視現有社宅在公共空間上可優化之改善項目。

社會住宅「公共空間」的定位與使用者

學界與產業界專家均表示公共空間大略可被定義為居住單元以外的空間，因此除了一般所認知之交誼廳、圖書室等具特定目的之居室以外，如室內外走道、庭園、開放空間或是社宅低層部的商業用途場所，應具有交流性質，皆可定位為廣義之實踐青銀共居的公共空間；另，對於「公共性」的定義，多數專家認為終極目標應以「通用化」為考量，其可符合「全年齡」及「全職業」的使用，但現階段須滿足高齡者的需求，故達到「無障礙化」為最基本之規劃前提。而共生住宅營運管理負責人亦認為，未來的「共居」互動不限於「青」「銀」二者，空間規劃是否符合住戶組成的型態，才是共居能否長久經營的重點，是故「青年」族群也不一定為白天外出之上班族，而是可設定服務條件讓自由工作者或居家工作者入住，如此可確保這些不同的空間於各個時間都能有不同族群的使用。綜合上述，對於「非高齡者」而言，不見得需要綁定「服務換宿」的族群才可入住於此和銀髮族交流，而是期望以社宅的公共空間為平台，達到更多跨齡居民廣為互動之目的。而前述無論何種型態的公共空間，只要有「共」應該就要有「交流」行為出現，才較符合共居的初始理念。另，部分專家亦認為青、銀族群對於公共空間的利用時段有所不同，故要達到交流必須伴隨著活動的帶動；而社宅內的活動與空間應為相對關係，公共空間的規劃若著重於「可停留」，就容易產生人與人交流的機會。此外，部分專家則表示當空間性質過於固定或偏向某個族群量身訂作時，亦導致其他族群的使用意願減低，因此，公共空間是否可多目標使用，亦是設計階段必須考量之不可忽視之要素。

公共空間的性能與原則

如同前節所述，專家一致認為社會住宅青銀共居公共空間的規劃，可從考量使用者的「生理層面」與「心理層面」、以及營運角度的「經營層面」歸納青銀共居公共空間的設計考量因子。專家群亦認為共居的公共空

間性質仍應以滿足基本的安全性與空間辨識性的前提下，創造可促進各族群互動的「可停留」及「可交流」空間為優先。而專家群亦提及公共空間的規劃於未來應以「全齡化」為目標，是故，建議在設計原則中加入「通用設計」的精神如彈性、簡易使用等。另依據營運管理經驗之專家表示，目前「共食」或「共餐」空間係較容易發生交流之室內與戶外場所，同時也是生活必須空間，且使用族群大多為健康或亞健康之老年人為主，所以公共空間須滿足「容易到達」、「安全」，以及可因應簡單使用設施設備的「靈活性」、「操作性」為基本需求。

此外，在交流場所的位置方面，專家群一致認為除了基本的物理環境條件如通風、採光等必須被確保以外，空間是否可以讓使用者產生「喜好」與「認同」亦屬重要。是故，室內外空間的舒適性、外部空間如綠化等帶來的療癒、場所的親切感等，亦係影響交流與空間的利用率；另，背景為建築師之專家亦提醒高齡者的生理與體能之特性，「休息角」（例如扶手、靠背、座椅、廁所等）應為公共空間設計時需額外考量之需求。而在經營層面方面，專家們亦從營運管理的視點指出，社會住宅公共空間具有經營者的場合，其從事服務內容多與教育、培力、健康福祉有關。

另，專家群一致認為在設計上須思考「可彈性調整」的可能，以回應各種目的用途之變更與因應各種活動。此外，在設計原則的呈現上，專家群亦認同，檢核表(Check List) 優於條列式之文字敘述，較便於設計階段確認空間規劃內容有否滿足青銀共居理念。

2-3 社會住宅青銀共居公共空間設計原則架構確立

綜整專家訪談與座談結果，得知於我國社宅推動青銀共居模式應屬可行，然在相關理念的實踐上有必要就現有社會住宅公共空間進行檢視並提出改善建議；而在公共空間的定位方面，青銀交流或全齡交流的場所應非侷限於固定機能的居室(交誼/社益空間、營利空間)，例如通路、開放空間、屋頂等可供停留之場所亦具有交流之可能，故在設計階段亦須納入檢討項目；至於有關公共空間的性能與原則，則建議將前述可能產生青銀互動的各個公共空間展開，從生理、心理、經營層面展開設計原則與評估內容(詳圖 4)。

綜上所述，本研究定義青銀共居理念下的社宅空間設計要項原則與內容如表 1，並作成檢核表如表 2 所示：

表 1 社宅青銀共居公共空間設計原則要項因子與說明

層面	設計原則要項	設計原則說明	檢討標的		
			空間本體	空間材料	設備家具
生理層面	安全性	空間環境安全程度，包含保全、材料的防滑、無障礙設備考量等。	●	●	●
	識別性	空間的位置或輔助性設備標誌、資訊公告方式。可讓使用者易於識別	●	●	●
	可及性	空間的位置或相關動線，可讓使用者易於到達不致產生過遠的路徑。	●		
	靈活性	空間內的家具與可動物品可讓使用者自力調整運用，無須管理者的輔助。			●
	操作性	空間內的機電設備可讓使用者自力調整運用，誤操作亦不影響功能與安全。			●
	智慧性	因應後疫情時代設備使用，可遠端操作與監控，減少直接接觸。			●
心理層面	舒適性	空間給予使用者之心理舒適程度。	●		
	自然性	戶外空間的綠色植栽或可實地景，對於使用者身心靈放鬆感。	●		
	熟悉性	空間與布置方式，給予使用者心理親切感、認同與安定感。	●		
	停留性	空間與布置方式，給予使用者駐足停留之欲望。	●		
	交流性	空間與布置方式，可誘導使用者之間互動與交流。	●		
經營層面	教育性	空間具教育或培力性質，可使空間使用者具成長之機會。	●		
	營利性	空間經營者具獲利機會，給予「自有經濟」之自信及認同。	●		
	多元性	空間具彈性非侷限於單一機能，經營者可使空間效益達最大化。	●	●	●
	擴充性	空間與內部之設備系統具有擴充的可能性	●		●
	共享性	經營者創造空間之共享機會，使空間可利於對內外居民交流	●		
	耕植性	提供住戶可自主種植植栽或可實作物之環境，增加日常交流機會。	●		
	健康性	空間可提供使用者之健康層面照顧或相關福利。	●		
	清潔性	空間規劃與材料的選用上考量清潔維護便利性。	●	●	●
	修繕性	考量空間修繕或彈性調整，使空間可永續使用。	●	●	●

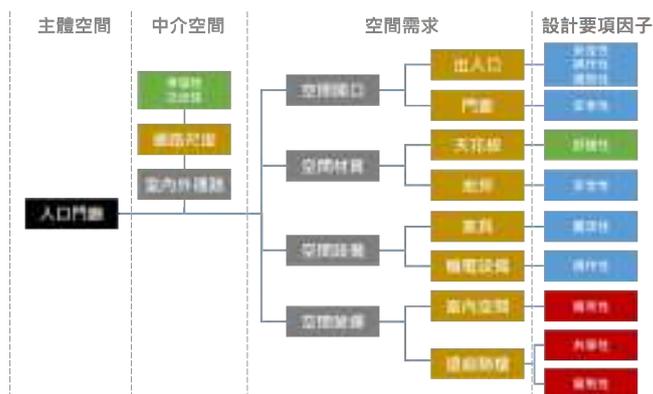


圖 4 社宅青銀共居公共空間與設計原則關係圖 (以入口門廳為例)

表 2 社宅青銀共居公共空間設計檢核表 (以入口門廳為例)

檢核項目內容評估(入口門廳)				
空間需求	設計原則	評估內容	達成度	
□內外通路	□通路尺度	□停留性	通路長度及寬度有無可停留空間，或 2 人以上可會面處。	□高(2 分)
		□交流性		□中(1 分)
□空間開口	□出入口	□安全性	出入口有無高低差。	□高(2 分)
		□操作性	出入口大門易開啟。	□中(1 分)
		□識別性	出入口易找尋辨認。	□低(0 分)
□空間開口	□門窗	□安全性	門窗具反射性或可明確辨識，避免碰撞。	□高(2 分)
				□中(1 分)
				□低(0 分)
□空間材質	□天花 (含照明)	□舒適性	門廳空間高度是否可達到心理舒適，而不會感到壓迫、照度水準等。	□高(2 分)
				□中(1 分)
□空間材質	□地坪	□安全性	地坪具有止滑效果，不易跌倒。	□高(2 分)
				□中(1 分)
□空間設備	□家具	□靈活性	家具擺設非固定，可配合空間活動調整。	□高(2 分)
				□中(1 分)
□空間設備	□機電設備	□操作性	設備操作可避免操作錯誤事故。	□高(2 分)
				□中(1 分)
□空間營運	□室內空間	□擴充性	預留未來可增設設備或擴充相關機能之空間。	□高(2 分)
				□中(1 分)
□空間營運	□退縮騎樓	□共享性	是否利於共同使用。	□高(2 分)
		□營利性	是否具備商業使用特性。	□中(1 分)
				□低(0 分)

有關表 2 所示之空間檢核表中，最右側之欄位為各個空間完成青銀空間需求之「達成度評量」。在設計階段的方案檢討時可依據該項目是否符合設計原則而進行勾選，以作為設計方案修正、檢討之依據；而針對既有已完工社宅的場合，此欄位亦可作為現況「使用後評估」之工具。有關達成度之評分方式，本研究就達成度的分數、定義、空間達成率的計算、空間改善判別標準，設定如下所示：

1. 達成分數：高達成度 2 分、中達成度 1 分，低達成度為 0 分。
2. 達成度的定義：
 - 高達成度：完全符合設計原則
 - 中達成度：部分符合設計原則
 - 低達成度：無法符合設計原則
3. 空間達成率的計算：
 $(\text{高達成度} \times 2 + \text{中達成度} \times 1 + \text{低達成度} \times 0) / (\text{總評估項目數} \times 2) \times 100\%$
4. 空間是否需改善之判別標準，以空間達成率檢視：
 - 小於 50%：應全面改善空間
 - 50~75%：針對未達中達成度以上的項目進行改善
 - 大於 75%：得持續使用，免空間改善

三、既有社宅之公共空間改造模擬

3-1 案例與公共空間改造類型選擇

本研究依據訪談與座談會之專家群的建議，運用前述建構的青銀共居公共空間設計原則，針對既有社宅進行檢核。在行政區域的鎖定上，以 2019 年「居住正義 2.0 計畫」先行實施「青銀共居」的臺北市為對象，針對已完工入住的社會住宅列為檢核與改造模擬的標的。經初步盤點後，發現目前 150 戶以下之社會住宅多為既有公寓大樓(如行天宮站捷運宅)、中繼住宅(如大龍峒社宅)、或早期舊國宅所改建提供出租，故公共空間數量少且面積偏小，因此本研究先行排除此規模之社宅。在考量前述之完工時間、樓地板面積、住戶進駐與否等要素後，本研究以中小規模(150~300 戶)、中規模(300~500 戶)、大規模(500 戶以上)各取一案社會住宅為抽樣，最終選定文山區的興隆 D1 社宅(272 戶)、明倫社宅(380 戶)及健康社宅(507 戶)為青銀共居公共空間現況檢討與改造之案例，有關各社宅公共空間之一覽表如表 3 所示。

而在改造類型的選擇上，考量空間區位、機能屬性、使用者的可及性、交流的可能性等要素，將青銀共居公共空間區分為「地面層/低層戶外空間型」、「中介空間型」、「室內居室型」、「屋頂/高層戶外空間型」(詳圖 5)。依據不特定使用者(包含各年齡的住戶與周邊居民)的空間觸及率與互動潛力，本研究現階段以「地面層/低層戶外空間型」、「中介空間型」為公共空間改造之優先類型。至於在「室內居室型」方面，交誼廳、多功能空間等的則與「屋頂/高層戶外空間型」列為 2022 年度本團隊與內政部建研所的調查對象故尚在執行中；而社益空間(如日照中心、托育服務場所)係專屬用途且主管機關不同(如社會局)、商業空間目前為已承租單元，其雖具跨世代交流的潛力，但實質改造與共用則牽涉複雜之管理計畫與權限，故暫不列為探討對象。

表 3 各社宅公共空間一覽表

	興隆 D1 社宅	明倫社宅	健康社宅
規模	地上 19 層 地下 3 層	地上 11 層 地下 2 層	地上 14 層/15 層 地下 3 層
戶數	272	380	507
社會福利空間	0	1	1
老人日照空間	0	0	1
托育服務空間	0	1	1
幼兒園空間	0	1	0
青年創業空間	0	2	0
社區交誼空間	1	1	1
商業活動空間	0	1	5
其他空間	門廳 2 處 戶外庭園 2 處 景觀中庭 1 處 屋頂農園 2 處	門廳 2 處 閱覽室 1 處 中庭廣場 1 處 屋頂農園 1 處	門廳 4 處 展示空間 1 處 展示穿堂 1 處 中層露台 2 處 老樹廣場 1 處 屋頂庭園 4 處



圖 5 青銀共居之公共空間類型

3-2 各社宅公共空間現況課題與改造構想

興隆 D 社宅 1 於 2015 年興建完成，屬臺北市較早期落成的宅。由於戶數規模與樓地板面積之限制，建築物內部可供住戶或週邊鄰里居民使用之公共空間類型僅一間可容納 90 人之多功能交誼廳，其他室內可供青銀交流與活動之場所較為缺乏。惟本案南北兩側之戶外庭園面積及腹地範圍甚大，且基地北側臨接文山區主要交通動線木柵路二段，理應具有活動聚集之潛力(詳圖 6)。然而研究團隊依據現況觀察與居民、物管業者訪談結果發現，由於北側戶外庭園具有較大之高低差故形成階梯狀(詳圖 7)且遮陰空間不足較難佇留或產生活動。是故針對興隆 D1 社宅青銀共居活動空間的優化，將以促進北側庭園的空間利用率為目標。本研究同時運用空間設計檢核表，評估興隆 D1 北側戶外階梯式庭園結果

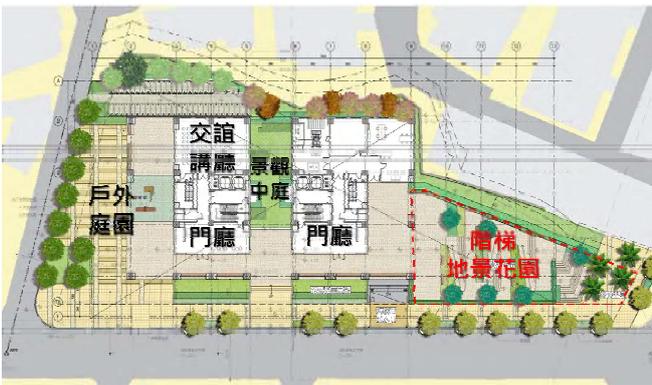


圖 6 興隆 D1 社宅北側戶外庭園改造區域圖



圖 7 興隆 D1 社宅北側戶外庭園現況照片

表 4 興隆 D1 現況檢核內容表(北側戶外階梯式庭園)

興隆 D1 社宅改造前檢核項目內容評估(北側戶外階梯式庭園)				
空間需求	設計原則	評估內容	達成度	
<input checked="" type="checkbox"/> 內外通路 <input checked="" type="checkbox"/> 通路尺度	<input checked="" type="checkbox"/> 停留性 <input checked="" type="checkbox"/> 交流性	配合戶外空間型態留設通路，使空間可有效率辦理活動或提供聚集。	<input checked="" type="checkbox"/> 高(2分) <input type="checkbox"/> 中(1分) <input type="checkbox"/> 低(0分)	
<input type="checkbox"/> 空間開口	<input type="checkbox"/> 出入口	出入口是否具有一定程度之管制或監控確保社區安全性。	<input type="checkbox"/> 高(2分) <input checked="" type="checkbox"/> 中(1分) <input type="checkbox"/> 低(0分)	
<input type="checkbox"/> 空間材質	<input type="checkbox"/> 地坪	地坪具有止滑效果，不易跌倒。	<input type="checkbox"/> 高(2分) <input type="checkbox"/> 中(1分) <input checked="" type="checkbox"/> 低(0分)	
<input type="checkbox"/> 空間設備	<input type="checkbox"/> 家具	設置街道家具，可供行人休息，並可配合活動之辦理調整位置。	<input type="checkbox"/> 高(2分) <input type="checkbox"/> 中(1分) <input checked="" type="checkbox"/> 低(0分)	
	<input checked="" type="checkbox"/> 照明設備	<input checked="" type="checkbox"/> 安全性	提供照明以確保戶外空間夜間安全性。	<input checked="" type="checkbox"/> 高(2分) <input type="checkbox"/> 中(1分) <input type="checkbox"/> 低(0分)
<input checked="" type="checkbox"/> 空間營運	<input checked="" type="checkbox"/> 開放空間	<input checked="" type="checkbox"/> 可及性 <input checked="" type="checkbox"/> 交流性 <input type="checkbox"/> 營利性	預留未來可增設設備或擴充相關機能之空間。	<input type="checkbox"/> 高(2分) <input checked="" type="checkbox"/> 中(1分) <input type="checkbox"/> 低(0分)
	<input type="checkbox"/> 景觀植栽	<input type="checkbox"/> 耕植性	提供住戶可自主種植植栽或可實作物之環境，增加日常交流機會。	<input type="checkbox"/> 高(2分) <input type="checkbox"/> 中(1分) <input checked="" type="checkbox"/> 低(0分)
備註		1. 改造前空間達成率=(2+1+0+0+2+1+0)/14=42.9%(低達成率) 2. 改造可能的項目為出入口、地坪、家具、開放空間。		

如表 4 所示，由公式計算得出現況達成率為 42.9%(低達成率)。為使公共空間達到更有效的利用，針對出入口、地坪、家具、開放空間等項目進行改造模擬；而景觀植栽部分，因現況已有中大型喬木與小型灌木，綠地區域可操作空間已非常有限，故維持現況而不更動。

明倫社會住宅係於 2020 年底完成，為平面配置呈 U 形狀，中間留設大面積中庭廣場的建築物(詳圖 8)，亦為臺北市目前已完工的案例當中，公共空間類型較為多元的社宅。其中，營利、交誼、青創空間設置於地面層與地上 2 層，兩層之間以戶外梯與半戶外走道連結並面向廣場(詳圖 9)；地上 3 層至 11 層的住戶通道被規劃為環繞中庭的「單邊走廊」，可直接觀看住宅基地內的外部開放空間，惟其廊道屬於室內，與外部環境關係較為封閉，且較無可駐足停留之處。綜上所述，目明倫社宅於住戶樓層的「中介」、「中性」空間相對缺乏，而單邊狹長之 U 字型走道雖於 2 樓設有一公共露臺層，但對各層住戶而言可停留及交流空間距離較遠，故建議針對住戶層的室內廊道進行優化。本研究運用空間設計檢核表，評估明倫社宅廊道空間結果如表 5 所示，由公式計算得出現況達成率為 42.9%(低達成率)。為使公共空間

達到更有效的利用，針對通路尺度、出入口、地坪、家具、開放空間、景觀植栽等項目進行改造模擬。

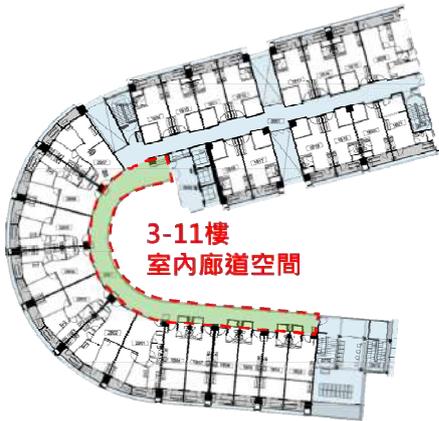


圖 8 明倫社宅地面層公共空間與標準層改造區域圖



圖 9 明倫社宅外部空間現況照片

表 5 明倫社宅現況檢核內容表(廊道空間)

明倫社宅改造前檢核項目內容評估(廊道空間)			
空間需求	設計原則	評估內容	達成度
■ 內外通路	■ 通路尺度	<input checked="" type="checkbox"/> 停留性 <input type="checkbox"/> 交流性	配合戶外空間型態留設通路，使空間可有效率辦理活動或提供聚集。 <input type="checkbox"/> 高(2分) <input checked="" type="checkbox"/> 中(1分) <input type="checkbox"/> 低(0分)
<input type="checkbox"/> 空間開口	<input type="checkbox"/> 出入口	<input type="checkbox"/> 安全性 <input type="checkbox"/> 操作性 <input type="checkbox"/> 識別性	出入口是否具有一定程度之管制或監控確保社區安全性。 <input type="checkbox"/> 高(2分) <input checked="" type="checkbox"/> 中(1分) <input type="checkbox"/> 低(0分)
■ 空間材質	■ 地坪	<input checked="" type="checkbox"/> 安全性	地坪具有止滑效果，不易跌倒。 <input checked="" type="checkbox"/> 高(2分) <input type="checkbox"/> 中(1分) <input type="checkbox"/> 低(0分)
<input type="checkbox"/> 空間設備	<input type="checkbox"/> 家具	<input type="checkbox"/> 靈活性	設置街道家具，可供行人休息，並可配合活動之辦理調整位置。 <input type="checkbox"/> 高(2分) <input type="checkbox"/> 中(1分) <input checked="" type="checkbox"/> 低(0分)
	■ 照明設備	<input checked="" type="checkbox"/> 安全性	提供照明以確保戶外空間夜間安全性。 <input checked="" type="checkbox"/> 高(2分) <input type="checkbox"/> 中(1分) <input type="checkbox"/> 低(0分)
■ 空間營運	<input type="checkbox"/> 開放空間	<input type="checkbox"/> 可及性 <input type="checkbox"/> 交流性 <input type="checkbox"/> 營利性	預留未來可增設設備或擴充相關機能之空間。 <input type="checkbox"/> 高(2分) <input type="checkbox"/> 中(1分) <input checked="" type="checkbox"/> 低(0分)
	<input type="checkbox"/> 景觀植栽	<input type="checkbox"/> 耕植性	提供住戶可自主種植植栽或可實作物之環境，增加日常交流機會。 <input type="checkbox"/> 高(2分) <input type="checkbox"/> 中(1分) <input checked="" type="checkbox"/> 低(0分)
備註	1.改造前空間達成率=(1+1+2+0+2+0+0)/14=42.9%(低達成率) 2.改造可能的項目為通路尺度、出入口、家具、開放空間、景觀植栽。		

健康社宅範圍分為第一區(A棟)與第二區(B、C棟)，是臺北市少數同時具大範圍、跨街廓、且鄰接主要道路之社宅基地，故本案之商店空間、托育空間及老人日照空間等服務設施的面積皆較他案更為充裕，然內部機能多以幼童及年長者為主要族群，較缺少青年可用之公共場域。而本案之托育、老人服務中心皆分布於第二區基地東側地面層，西側為商業空間，東西之間的區域則是多功能展示空間(詳圖 11)及戶外景觀庭園(老樹廣場)；至於第一區的地面層東西兩側為商業空間，中央則是尺度巨大的穿堂空間(詳圖 12)。依據本團隊的實際觀察與居民、物管業者訪談得知，第一區的穿堂在各種使用者的行為上較多屬於過渡、穿越性質；而第二區的多功能展示空間目前採預約制使用，其利用率尚有提升之可能。本研究建議以促進該區的空間利用率與停留為目標，針對現有半戶外性質的穿堂與多功能展示空間，將其改造為可彈性調整，不影響動線的半戶外青年創業或活動場所，試圖藉由年輕族群引入，強化對他齡之服務連接及交流。本研究運用空間設計檢核表評估現況結果如表 6 所示，由公式得出現況達成率為 57.1%(中達成率)。為使公共空間達到更有效利用，針對出入口、

地坪、家具、開放空間等項目進行改造模擬；而景觀植栽部分因現綠地區域已呈有限故維持現況而不更動。

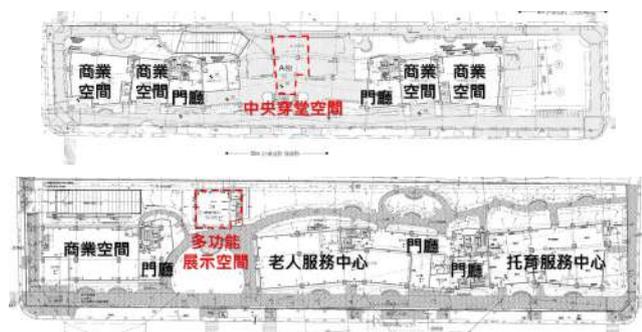


圖 10 健康社宅地面層公共空間改造區域圖

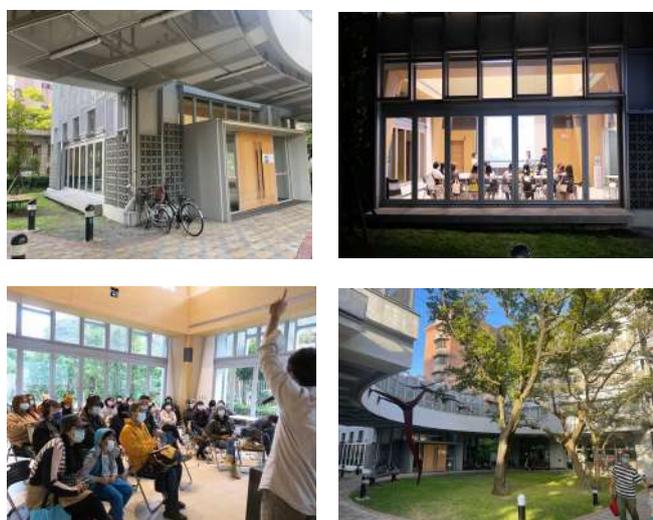


圖 11 健康社宅多功能展示空間現況照片

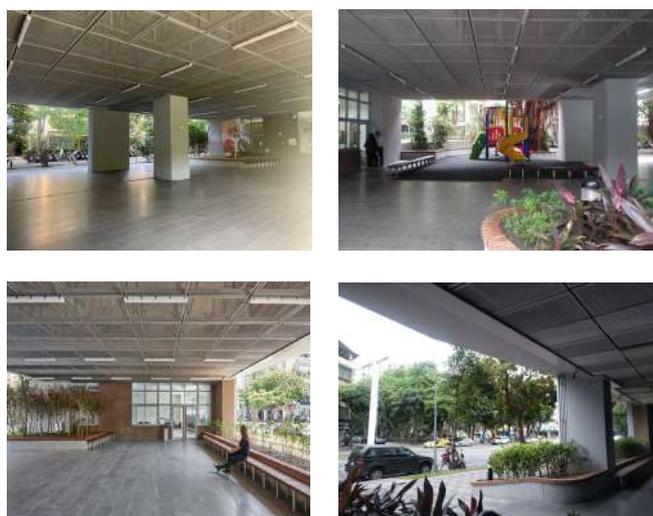


圖 12 健康社宅中央穿堂現況照片

表 6 健康社宅現況檢核內容表(穿堂與多功能空間)

健康社宅改造前檢核項目內容評估(半戶外穿堂與多功能展示空間)			
空間需求	設計原則	評估內容	達成度
■ 內外通路	■ 通路尺度	■ 停留性 ■ 交流性	配合戶外空間型態留設通路,使空間可有效率辦理活動或提供聚集。 ■ 高(2分) □ 中(1分) □ 低(0分)
□ 空間開口	□ 出入口	□ 安全性 □ 操作性 □ 識別性	出入口是否具有一定程度之管制或監控確保社區安全性。 □ 高(2分) ■ 中(1分) □ 低(0分)
■ 空間材質	■ 地坪	■ 安全性	地坪具有止滑效果,不易跌倒。 ■ 高(2分) □ 中(1分) □ 低(0分)
□ 空間設備	□ 家具	□ 靈活性	設置街道家具,可供行人休息,並可配合活動之辦理調整位置。 □ 高(2分) □ 中(1分) ■ 低(0分)
	■ 照明設備	■ 安全性	提供照明以確保戶外空間夜間安全性。 ■ 高(2分) □ 中(1分) □ 低(0分)
■ 空間營運	□ 開放空間	■ 可及性 ■ 交流性 □ 營利性	預留未來可增設設備或擴充相關機能之空間。 □ 高(2分) ■ 中(1分) □ 低(0分)
	□ 景觀植栽	□ 耕植性	提供住戶可自主種植植栽或可實作物之環境,增加日常交流機會。 □ 高(2分) □ 中(1分) ■ 低(0分)
備註	1.改造前空間達成率=(2+1+2+0+2+1+0)/14=57.1%(中達成率) 2.改造可能的項目為出入口、家具、開放空間。		

3-3 社會住宅青銀共居公共空間改造模擬成果

本研究透過彙整前項三案社宅之公共空間檢核評估及空間改造方向之論述後,透過「空間改造方法」、「空間改造成本概估」、以及「後續空間經營建議」等項目之說明,完善空間改造計畫之內容,藉以確立未來空間改造之可行性,其改造計畫依據前述三點界定如下:

1. 空間改造方法：內容包含符合初步擬定空間改造方案之「材料選取」、「材料工法」,搭配「結構改修」或屬「室內裝修」之範疇,預計改造之樓層範圍、面積或高度等方向決策。
2. 空間改造成本概估：藉由前項改造方法內容,藉由2021年7月之市場訪價資訊,進行初步改造成本概估,以模擬實際改造的可行性之評估。
3. 後續空間經營建議：藉由先前改造的「情境設定」及改造方法的「成果模擬」,提供改造後之空間經營建議,以利經營者、管理者、後續維護或使用者能搭配改造目標進行使用,以利青銀共居之公共空間環境整備。

興隆 D1 社會住宅

選擇本案改造的原因，係因興隆 D1 社宅除了地上 1 層之交誼廳之外，其餘公共空間皆屬戶外設施，故建議選取現有的外部公共空間進行改造，創立新型符合青銀共居理念的公共空間。在改造情境的設定上，興隆 D1 北側下方階梯式景觀庭園恰為該區公車站點接駁區，晴日及雨天時該景觀庭園無遮蔽，導致使用率不高。因此，擬設定本場所供給為常利用公車通勤之青銀族群使用。是故，改造方向擬建議增設「風雨廊道」及「公車候車站」，供日常行動以公車接駁者遮陽使用，且創造可交流之半戶外空間，施作範圍詳圖 13 所示。

改造案之設計模擬，係以從興隆 D1 社會住宅 1F 出入口至基地北側的動線路徑，增設一具有頂蓋之半戶外走道，以連接木柵路二段的路口，該地點為該區域重要之公車接駁站，故可為社宅內部的住戶提供一個安全有遮蔽之廊道空間以進行公共交通之移動，亦打造明顯之實體候車站點，強化候車通勤之停留及交流特性(詳圖 14、15)；而走道中途可連接基地北側的階梯式庭園，讓動線與戶外空間順利連結，使原本較為閒置的戶外庭園在無高低差的條件下接續，其強化其庭園空間的可及性；而戶外雨遮之設置，促進該空間增加外部使用者的停留機會，同時因為空間具有聚集人潮之潛力，可租用予臨時市集或集會活動辦理，以增加收益。

有關改造案的尺度範圍方面，具有遮蔽功能的頂棚面積約為 225m²，高度約為 2.5~3m；改造模式採「戶外增建」方式，相關材料與工法資訊，詳表 7 所示。

綜合上述，本案透過通路尺度、出入口、地坪、家具、開放空間、景觀植栽等項目的改善，由表 8 的檢核項目表與公式計算得出現況達成率由原本的 42.9%(低達成率)提升至 78.6%(高達成率)，呈現其顯著之成效。

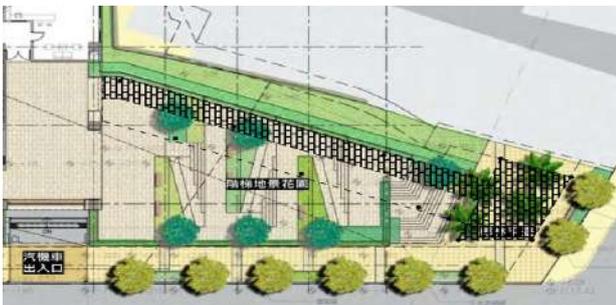


圖 13 興隆 D1 社宅「風雨廊道」「候車站」施作範圍

後續經營建議上，本改造案候車空間建議可與交通局協調管理，並將階梯庭園供給舉辦假日市集，成為興隆 D1 特色景點，並強化本次增建半戶外廊道之利用率。



圖 14 興隆 D1 社宅「風雨廊道」「候車站」示意圖

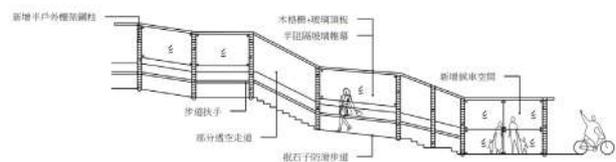


圖 15 興隆 D1 社宅「風雨廊道」「候車站」立面圖

表 7 興隆 D1 社宅改造範圍、方法與成本一覽表

改造範圍	樓層/地點	面積(m ²)	高度(m)
	1F/階梯庭園	約5x45=225m ²	約2.5~3.0m
改造方法	材料/工法		改造模式
	結構:鋼構 天花:玻璃帷幕 地坪:止滑磚或磁石子 家具:步道座椅		戶外增建
改造成本	單價/m ²	面積(m ²)	總價
	約9,000/m ²	225m ²	約202.5萬元
備註	1.工期約3個月。 2.建築面積增加，須辦理增建執照。		

表 8 興隆 D1 社宅改造後檢核項目表(戶外階梯庭園)

興隆 D1 社宅改造後檢核項目與達成度變化(北側戶外階梯式庭園)			
空間需求	設計原則	評估內容	達成度
■空間開口	■出入口	■安全性 □操作性 ■識別性	出入口是否具有一定程度之管制或監控確保社區安全性。 ■高(2分) □中(1分) □低(0分)
■空間材質	■地坪	■安全性	地坪具有止滑效果，不易跌倒。 ■高(2分) □中(1分) □低(0分)
□空間設備	□家具	□靈活性	設置街道家具，可供行人休息，並可配合活動之辦理調整位置。 □高(2分) ■中(1分) □低(0分)
■空間營運	■開放空間	■可及性 ■交流性 ■營利性	預留未來可增設設備或擴充相關機能之空間。 ■高(2分) □中(1分) □低(0分)
備註	改造後空間達成率=(2+2+2+1+2+2+0)/14=78.6%(高達成率)		

明倫社會住宅

本案屬臺北市興辦社宅當中較近期完成之社會住宅(2020 年竣工)，位於低層部分(地面層與地上 2 層)的相關公共設施整體而言非常充足，惟各空間功能性較為專一，而具中性、彈性之供青銀交流的公共空間則有待開拓。另，標準層(3 至 11 層)的走道圍繞中庭且視野良好，但其通廊屬於室內，與外部環境的關係較為封閉且較無可駐足停留之處。有鑑於此，本研究擬規劃將既有鄰接住戶單元的廊道空間「開放化」，將其與外部景觀整合，並試圖創造青銀或跨齡住戶停留、駐足之「休息角」與「交流角」。綜合前述，改造方向係為於標準層的走道設置局部外推空間，增加各層通廊的變化性，以促進住戶之停留，改善目前單邊走廊距離甚長且無佇足空間的樣態。而改造案之設計模擬，係將住宅 3F~11F 各層挑選局部空間外推設置輕構造的半戶外休憩空間，以跳層形式強化立面效果(詳圖 16~18)，且於該空間留設植栽槽，可供該層住戶共同養護強化活動交流；此外，亦設置部分家具座椅予以住戶可停留之功能(詳圖 19)。有關改造案的操作範圍與尺度，以地上 3-11F 的室內走廊為對象，每層面積約 $3 \times 6 \times 5 = 90\text{m}^2$ ，高度則是控制在 2.7m 左右 m；改造模式採「戶外增建」方式，相關材料與工法資訊，詳表 9 所示。

綜合上述，本案透過現有廊道的尺度、開口、家具、開放空間、景觀植栽等的改善，由表 10 檢核項目表與公式計算得出現況達成率由原本的 42.9%(低達成率)提升至 78.6%(高達成率)。另，於後續經營建議上，本改造方案空間使用對象係以該層各年齡的住戶為主，可透過小空間借用或植栽認養等方式，讓住戶以日期或時段領用之方式，使該空間的維護管理與活化更為有效。

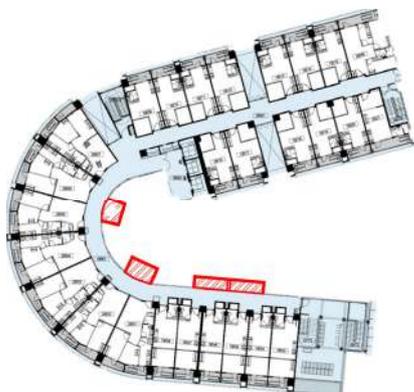


圖 16 明倫社宅標準層廊道與改善施作範圍關係圖



圖 17 明倫社宅廊道外推「跳層」示意圖

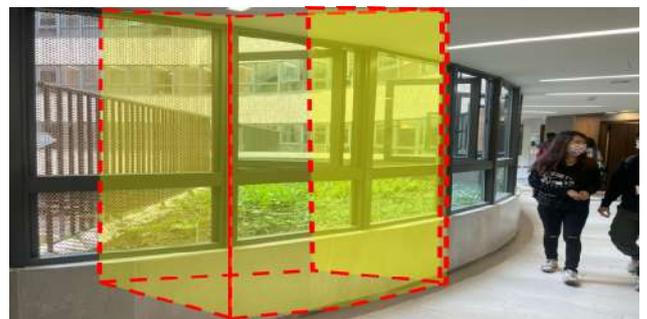


圖 18 明倫社宅廊道外推範圍示意圖

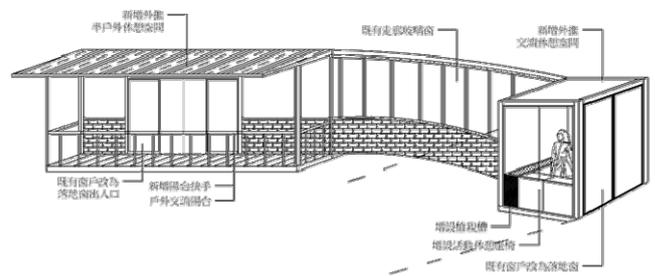


圖 19 明倫社宅廊道外推型式示意圖

表 9 明倫社宅改造範圍、方法與成本一覽表

改造範圍	樓層/地點	面積(m ²)	高度(m)
	3-11F/走廊	每層 $3 \times 6 \times 5 = 90\text{m}^2$	約2.7m
改造方法	材料/工法		改造模式
	結構:鋼構 屋頂:木作+鋼瓦 隔間:玻璃帷幕 家具:活動式鋼植栽槽與座椅		戶外增建
改造成本	單價/m ²	面積(m ²)	總價
	約30,000/m ²	每層約90m ²	每層約270萬元
備註	1.工期約4~6個月。 2.半戶外休憩空間係建築面積增加，須辦理增建執照。 3.係既有構造(外牆)外推附置，須事先進行結構評估。		

表 10 明倫社宅改造後檢核項目表(廊道空間)

明倫社宅改造後檢核項目與達成度變化(廊道空間)			
空間需求	設計原則	評估內容	達成度
■內外通路	■通路尺度 ■停留性 ■交流性	配合戶外空間型態留設通路,使空間可有效率辦理活動或提供聚集。	■高(2分) <input type="checkbox"/> 中(1分) <input type="checkbox"/> 低(0分)
■空間開口	■出入口 ■安全性 <input type="checkbox"/> 操作性 ■識別性	出入口是否具有一定程度之管制或監控確保社區安全性。	■高(2分) <input type="checkbox"/> 中(1分) <input type="checkbox"/> 低(0分)
■空間設備	■家具 ■靈活性	設置街道家具,可供行人休息,並可配合活動之辦理調整位置。	<input type="checkbox"/> 高(2分) ■中(1分) <input type="checkbox"/> 低(0分)
■空間營運	■開放空間 ■可及性 ■交流性 ■營利性	預留未來可增設設備或擴充相關機能之空間。	■高(2分) <input type="checkbox"/> 中(1分) <input type="checkbox"/> 低(0分)
	■景觀植栽 ■耕植性	提供住戶可自主種植栽或可實作物之環境,增加日常交流機會。	<input type="checkbox"/> 高(2分) ■中(1分) <input type="checkbox"/> 低(0分)
備註	改造後空間達成率=(2+2+2+1+2+1)/14=78.6%(高達成率)		

健康社會住宅

健康社宅作為改造模擬案例之理由在於本案雖屬商業營利空間充足、社會福利設施種類多元(包含老人中心、老人日照設施、托育機構等)的住宅,但尚缺少以青年為目標族群之公共空間,故為了促進青銀交流之目的,擬規劃一個以年輕族群為使用導向之場所,試圖連結週邊幼兒及高齡者相關服務設施,藉以提升跨齡交流之可能性。

本研究經盤點健康社宅基地內的公共空間後發現,第一區地面層中央的大型穿堂目前在功能上多屬過渡與穿越性質;而第二區的多功能展示空間在沒有特定課程或活動時多為閒置,其利用率尚有改善餘地。是故,在不影響居民動線與確保地面層彈性空間的前提下,本研究欲於第一區的穿堂區域設置活動式的玻璃帷幕(詳圖 20),而在第二區的既有多功能展示空間中加裝可拉伸或升降式的活動隔屏(詳圖 21、22),結合活動式家具與前述之可變更式牆面,提供社宅青年個人或團體進入社宅場域內服務與交流。在有關改造案的尺度範圍方面,穿堂空間與多功能展示空間面積合計約為 190m²,隔屏與布幕的高度約控制在 3.0~3.6m;改造模式於穿堂空間為「戶外增建」方式;多功能展示空間則屬「室內裝修」範疇,相關材料與工法資訊,詳表 11 所示。

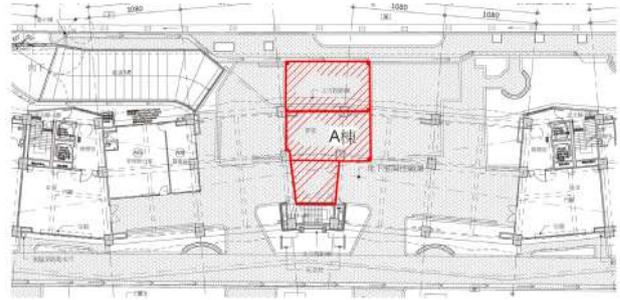


圖 20 健康社宅半戶外空間改造範圍圖(第一區)

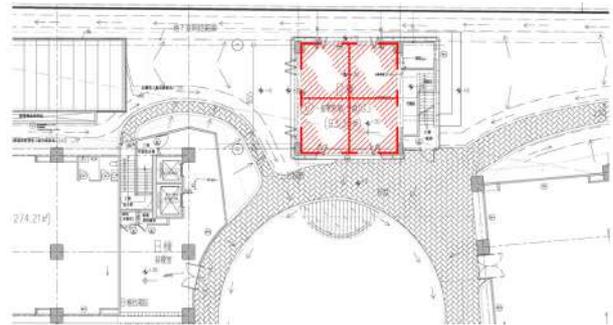


圖 21 健康社宅半戶外空間改造範圍圖(第二區)

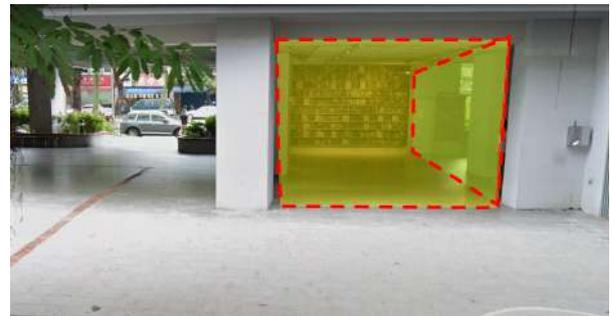


圖 22 健康社宅半戶外空間改造範圍圖(第二區)

表 11 健康社宅改造範圍、方法與成本一覽表

改造範圍	樓層/地點	面積(m ²)	高度(m)
	1F半戶外空間	約190m ²	約3.0~3.6m
改造方法	材料/工法 結構:鋼構 天花:隔屏軌道 隔間:玻璃帷幕+布幕 家具:可組合式木作桌椅		改造模式 戶外增建 + 室內裝修
改造成本	單價/m ² 約12,000/m ²	面積(m ²) 約190m ²	總價 約228萬元
備註	1.工期約1~1.5個月。 2.穿堂空間的改造須辦理增建執照。 3.多功能展示空間的改造須辦理室內裝修審查。		

本案透過出入口、家具、開放空間等項目的改善，由表 12 的檢核項目表與公式計算得出現況達成率由原本的 57.1%(中達成率)提升至 85.7%(高達成率)，呈現其顯著之成效。至於在後續經營建議方面，改造後空間可對外出租增加空間營利性，或供給內部青年住戶採「服務時數」換取「使用時數」，同時對社宅內其他托育及老人日照空間進行服務交流，亦可利用改造後青年創空間可區隔之特性進行交流。

表 12 健康社宅改造後檢核項目表(地面層半戶外空間)

健康社宅改造後檢核項目與達成度變化(地面層半戶外空間)			
空間需求	設計原則	評估內容	達成度
■內外通路	■通路尺度 ■停留性 ■交流性	配合戶外空間型態留設通路，使空間可有效率辦理活動或提供聚集。	■高(2分) <input type="checkbox"/> 中(1分) <input type="checkbox"/> 低(0分)
■空間開口	■出入口 ■安全性 <input type="checkbox"/> 操作性 ■識別性	出入口是否具有一定程度之管制或監控確保社區安全性。	■高(2分) <input type="checkbox"/> 中(1分) <input type="checkbox"/> 低(0分)
■空間設備	■家具 ■靈活性	設置街道家具，可供行人休息，並可配合活動之辦理調整位置。	<input type="checkbox"/> 高(2分) ■中(1分) <input type="checkbox"/> 低(0分)
■空間營運	■開放空間 ■可及性 ■交流性 ■營利性	預留未來可增設設備或擴充相關機能之空間。	■高(2分) <input type="checkbox"/> 中(1分) <input type="checkbox"/> 低(0分)
	■景觀植栽 ■耕植性	提供住戶可自主種植植栽或可實作物之環境，增加日常交流機會。	<input type="checkbox"/> 高(2分) ■中(1分) <input type="checkbox"/> 低(0分)
備註	改造後空間達成率=(2+2+2+1+2+1+1)/14=78.6%(高達成率)		

四、結論與後續研究方向

有鑑於台灣即將邁入超高齡社會，其人口結構的改變使得大量銀髮族與不同年齡層的共同生活，勢必成為未來之常見態勢。當跨世代居住者的互助與交流之價值逐漸受到各界重視，地方政府也開始結合社會住宅的興辦，進行各種「青銀共居」模式的嘗試。而其理念實踐的良窳與成敗，除了「軟體」層面如機制如何運作、政策如何推動以外，「硬體」的環境建置是否良好，亦屬重要之決定因素。倘若無法提供友善之空間，不同世代的居住者就算生活在同一個屋簷下，毫無互動的狀態仿如孤島。是故，如何在群居的空間場域中建構一個適於跨齡相知、互助合作的生活環境，係為吾人必須嚴肅面對之課題。公部門結合民間資源推動社宅的青銀共居，目前雖屬零星之試辦性質，但放眼未來，其需求將日益迫切。而青銀共居的住宅，重要在於來自源頭的設計階段即導入相關理念。本研究依據專家訪談與座談會彙

整，衍生出「生理層面」、「心理層面」、「經營層面」下所需的設計原則，依其建構社會住宅青銀共居公共空間評估內容，除可作為設計過程的參考依據以外，同時亦可用於檢視現有社宅在公共空間上可優化之處。本研究實際以臺北市興隆 D1、明倫、健康社會住宅，針對其「地面層/低層戶外空間型」、「中介空間型」的青銀交流公共場域進行檢討，並分析須改善的地方。

在前述三個社會住宅公共空間的改造方案模擬中，興隆 D1 社宅主要是透過強化主建物與戶外庭園間的連結，創造平易的動線系統以提升庭園的空間觸及率；明倫社宅則是於標準層的廊道空間增設住戶可停留與進行活動之結點，並讓通道本身更臻開放，使其與中庭的關係更為緊密；健康社宅則是利用地面層的半戶外空間，加設可彈性調整的青年活動場所，讓原有以幼童及高齡者設施為主的住宅基地更具跨齡互動之可能。以上三案的改造手法雖有所相異，然其最終目的在於創造一個多世代可交流的場域，而其為達到青銀共居理想的重要基礎。

本研究所建構之設計原則係從考量使用者的「生理層面」與「心理層面」、以及營運角度的「經營層面」歸納成二十項設計原則，然部分原則之檢討標的較屬於社宅內部之場所與設備，故未列於本次之「地面層/低層戶外空間型」、「中介空間型」公共空間的檢核項目中。而本團隊於今年度(2022 年度) 將針對「室內居室型」與「屋頂/高層戶外空間型」的社宅公共空間進行檢核，屆時有關其他設計原則項目將被列入空間檢核之指標。另，本團隊未來將進一步針對青銀公共空間之特性，透過專家問卷等方式決定各個原則之權重。

參考文獻

研究報告

1. 王榮進、楊詩弘(2021)。既有社會住宅青銀共居有關公共空間供給與改造之研究。內政部建築研究所研究報告。
2. 王榮進、楊詩弘(2020)。社會住宅青銀共居公共空間設計原則之研究。內政部建築研究所研究報告。
3. 蔡綽芳、董娟鳴(2020)。因應高齡社會建置震災後特殊避難需求者避難收容處所可行性研究。內政部建築研究所研究報告。

4. 王榮進、陳震宇(2021)。照顧服務導入高齡者住宅之研究。內政部建築研究所研究報告。
5. 張乃修(2020)。高齡友善住宅無障礙設計原則之研究。內政部建築研究所研究報告。
6. 蔡叔瑩(2016)。高齡失智者友善社區環境設計準則。內政部建築研究所研究報告。
7. 靳燕玲(2015)。高齡社會安全安心生活環境規劃之研究。內政部建築研究所研究報告。
8. 游輝禎、徐志宏(2103)。高齡化社會生活環境發展之研究。內政部建築研究所研究報告。
9. 李政庸(2012)。高齡者居住型態與住宅規劃之研究。內政部建築研究所研究報告。
10. 王順治(2010)。高齡者居住環境無障礙化。內政部建築研究所研究報告。
4. 簡嘉慧(2019)。臺灣青銀共居的代間互動經驗之研究。國立臺灣師範大學社會教育系碩士論文。
5. 鍾雅如(2019)。台灣共居產業的實務困境分析—以「玖樓共生公寓」為例。國立政治大學企管研究所碩士論文。
6. 陳姿芸(2018)。青銀共居實驗方案之初探-以雙北市為例。國立虎尾科技大學休閒遊憩系碩士論文。

網路參考資料

1. 國家發展委員會人口推估報告
https://www.ndc.gov.tw/Content_List.aspx?n=84223C65B6F94D72
2. 台北市政府安心樂租網
<https://www.rent.gov.taipei/>
3. 一般社団法人日本シェアハウス協会，
<https://japan-sharehouse.org/>
4. Rethinking Intergenerational housing, Matter Architecture
http://www.matterarchitecture.uk/wp-content/uploads/2019/11/442_Matter-intergen-Nov19.pdf

期刊論文

1. 司馬麻未、三好庸隆、木多道宏(2019)。シェア居住における共用空間が社会環境形成に与える影響：シェアハウスの居住実態調査。日本建築学会計画系論文集 1657-1667。
2. 陳雪慧、張美美(2019)。青銀共居不孤單。國土及公共治理季刊第七卷第一期，102-107。
3. 片桐暁史、小泉秀樹、泉山墨威(2018)。多世代居住型住宅整備における居住者交流に関する研究：サービス付き高齢者向け住宅と一般住宅の併設事例を対象に。公益財団法人日本都市計画学会都市計画報告集，255-262。
4. 宮原真美子、永峰麻衣子、宗宏美(2008)。異世代シェア居住の可能性— USA における高齢者:若者シェアの体験を通して。住宅総合研究財団研究論文集 No.35,2008 年版， 239-250。

學位論文

1. 陳映竹(2021)以開放建築進行當代青銀共居集合住宅設計。國立雲林科技大學建築與室內設計系碩士論文。
2. 呂旻勳(2019)。從青年參與意願調查探討銀青共居概念於台灣推動之可行性。中國科技大學建築系碩士論文。
3. 呂文馨(2019)。時代變遷下社會住宅的新篇章: 以臺灣新北市青銀共居方案為例。國立台北大學社工系碩士論文。

從時間軸探討高雄市民間集合住宅之住戶平面計畫的空間構成特性

Study on the spatial composition characteristics of the residential plan of the civil complex in Kaohsiung within the specified timeline

林松德^a、朱政德^b

Song-De Lin^a, Cheng-Te Chu^b

^a 國立嘉義大學木質材料與設計學系 研究生

^b 國立嘉義大學木質材料與設計學系 副教授

論文資訊

論文審查紀錄：

受稿日期

2022 年 05 月 25 日

審查通過日期

2022 年 05 月 28 日

關鍵詞：

高雄市、民間集合住宅、住戶平面計畫、住戶平面空間構成、供給特性

通訊作者：

朱政德

電子郵件地址：

chengte@mail.ncyu.edu.tw

Article Info

Article history:

Received 25 May 2022

Accepted 28 May 2022

Keywords:

Kaohsiung City, Private congregate housing, Dwelling Unit Plan, Composition Of Household Plan Space ,Supplying Characteristic

Corresponding author:

Cheng-Te Chu

E-mail address:

chengte@mail.ncyu.edu.tw

摘要

根據內政部資料顯示，2009 年高雄市人口密度位居全台之冠，隨著高度的都市化發展，以及都市有限的土地範圍，集合住宅已成為都市住宅的供給主流。本研究以「時間軸」作為研究視點，針對五都改制前後探討高雄市民間集合住宅之住戶平面的空間構成特性。首先藉由分析文獻來了解高雄市之都市與人口概況，以及民間集合住宅之發展概況。其次，針對高雄市民間集合住宅之竣工圖面進行類型化分析，並使用統計軟體(Microsoft Excel)來進行統計與分析，藉此了解其住戶平面計畫的空間構成特性。

研究得知，高雄市民間集合住宅之住戶平面空間構成以【A1】為供給主流。另一方面，以「時間軸」作為研究視點發現，在 LDK 的構成特性中，【LDK】型於三個年代區間中，為主要之供給形式。此外，入口類型則以【直入型】為主要供給類型。

Abstract

According to the Ministry of the Interior, Kaohsiung City's population was the highest in Taiwan in 2009. Due to the highly developed urbanization, and the limited availability of land areas, congregate housing has become the mainstream of urban housing supply. By focusing on a specific timeline as the cut-in point, this study aims to explore the spatial composition characteristics of the household plans on congregate housing in Kaohsiung city from 2001 to 2015 at each five-year interval. First is to review the literature analysis, to understand the general situation of Kaohsiung's population, the current state of urban development, and the development of private residential housing. Secondly, perform type analysis on the completed drawings of the residential buildings in Kaohsiung, and perform statistical analysis through statistical software (Microsoft Excel) to understand the type of space composition of the household plan.

This research shows that the spatial composition of the residential plan of the residential complex in Kaohsiung is 【A1 type】 as the mainstream supply. Besides, in the LDK space, 【LDK type】 is the mainstream supply. In addition, the type of entrance is 【Direct entry type】 as the mainstream supply, which accounts for more than 60% in each period.

一、研究動機與目的

由於都會地區與鄉村地區資源分配的差異，造成嚴重的發展落差(內政部，2011)。基於上述原因，內政部於 2010 年 12 月 25 日進行五都改制，其中，高雄縣市合併改制為高雄市。本研究以高雄市建管處所提供之竣工圖面，針對五都改制前十年與後五年(2001 至 2015 年)，對於集合住宅之議題，更進一步深入探究。同時，針對高雄市民間集合住宅之住戶平面計畫，將空間平面配置型態進行類型化分析，探討其室內空間構成特性，作為高雄市民間集合住宅之住戶平面計畫的基礎研究資料。

二、研究方法與限制

本研究針對高雄市基地面積 $3000m^2$ 以上之民間集合住宅作為主要研究對象，企圖探討高雄市民間集合住宅之住戶平面的空間構成特性是否受五都改制影響。首先針對竣工圖進行類型化分析，並使用統計軟體 (Microsoft Excel) 將有效件數與戶數整理為研究數值等資料，以此了解住戶平面之空間構成特性與發展脈絡。

本研究之民間集合住宅，包含「公寓」、「大樓」與「大廈」等類型之單層一戶案例，但不包含「透天式集合住宅」、「連棟住宅」與「別墅社區」。本研究統計案件數，若同一建築有兩照以上的使用執照，但基地位置不同之情況，則判定為兩件；基地位置相同之情形，屬同一件。故複層式中的「透天式集合住宅」、「樓中樓」與「夾層」等案例，若與上述案例位在同一基地，則將案例納入供給件數與戶數之統計資料中。

時間軸部分，以五都改制前十年與後五年(2001 至 2015 年)作為時間範圍。

此外，高雄市於 2010 年進行縣市合併，故本研究針對改制前後高雄市之 11 個行政區為研究範圍，以下將不再贅述「改制前」一詞。

本研究主要根據高雄市建管處所列管之使照存根資料，與竣工圖面進行分析。

三、高雄市都市構造及人口概要

根據內政部資料顯示(2010)，高雄市土地面積為 $153.5927km^2$ ，包含楠梓、左營、鼓山、三民、苓雅、新興、前金、鹽埕、前鎮、旗津與小港等 11 個行政區(圖 1)。行政界線東至小港區坪頂里，西至鼓山區桃源里，南至小港區鳳鳴里，北迄楠梓區清豐里；縱距 27.8km、橫距 10.8km。



圖 1 高雄市行政區域圖

資料來源：本研究整理繪製

高雄市人口稠密，人口密度長年位居全台之冠，根據高雄市政府主計處(表 1)，高雄市人口密度從 2000 年至 2015 年，隨著時間的推移，呈現逐年上升的趨勢，且於 2010 年達到高峰。高雄市每平方公里的土地上，容納了近萬的人口數，11 個行政區中，又以三民區容納最多的人口數(圖 2)。

四、供給件數及戶數之推移

2001 年至 2015 年間，高雄市民間集合住宅有效件數共計 93 件，戶數共計 20,583 戶；其中，積層式集合住宅計 19,284 戶，扣除掉無效案件與缺漏值共 319 戶，有效戶數為 20,265 戶。

表 1. 高雄市歷年人口密度

年分	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
人口密度	9704.63	9730	9828.01	9826.96	9848.63	9835.42	9861.84	9899.92
年分	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
人口密度	9933.04	9947.83	9961.07	9935.08	9919.18	9905.2	9884.34	9868.67

資料來源：高雄市政府主計處，經本研究重新整理繪製(單位：人/平方公里)

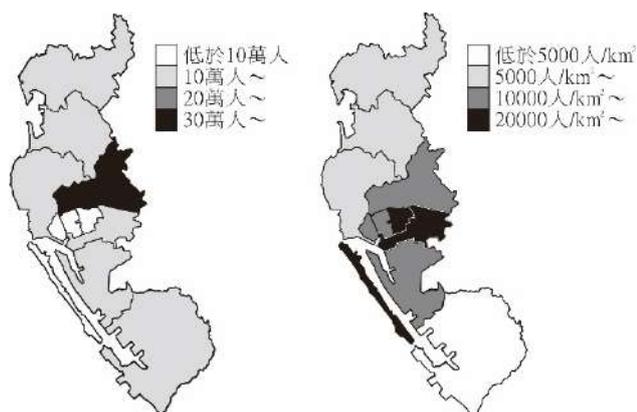


圖 2 高雄市 2010 年人口數 (左) 及人口密度 (右)

資料來源：高雄市政府主計處，經本研究整理繪製

自 2001 至 2010 年，高雄市民間集合住宅隨著時間推移，整體供給量呈現逐年上升的供給趨勢，件數從原來的 31 件攀升至 34 件，戶數也從 6,674 戶增加到 8,719 戶；但到了 2011~2015 年此一區間，供給量卻隨著年代推移，件數與戶數皆呈現逐年遞減，兩者供給量甚至皆低於 2001~2010 年之供給量(圖 3)。

在住商混和之集合住宅(以下稱【住商混和】)與純集合住宅(以下稱【純住宅】)的比較中發現，三個年代區間中，【純住宅】所占比例皆小於【住商混和】，且【住商混和】所占的比例皆超過五成(圖 4)。

五、高雄市民間集合住宅之空間類型分析

本研究在住戶平面構成類型方面，首先根據朱政德(2004)之分類方式，將「公室與個室」之接續關係(A、B、C)、「個室與個室」之接續關係(1、2)，初步區分出六種類型，以及無公個室之分的 D：無隔間型；同時參考龔哲永(2017)，更進一步增加了複層式之 E：樓中樓型、F：夾層型與 G：透天型，共計十種類型，如表 2 所示。

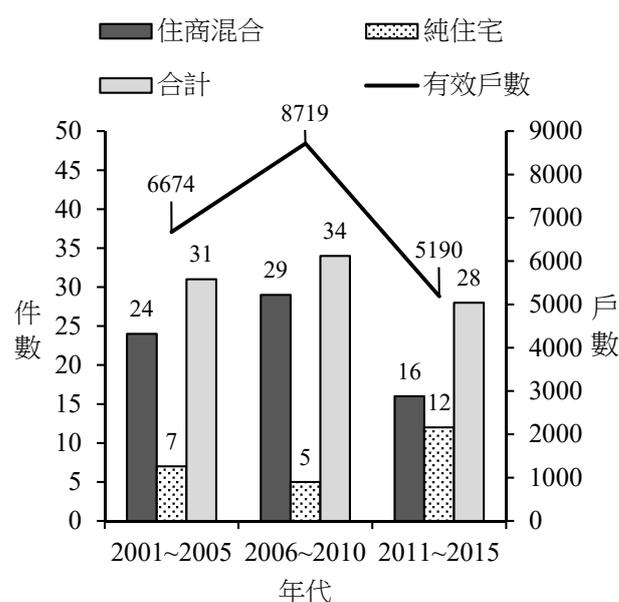


圖 3 高雄市歷年民間集合住宅的供給件數與戶數之趨勢圖

資料來源：本研究整理繪製(有效戶數：20,583 戶)

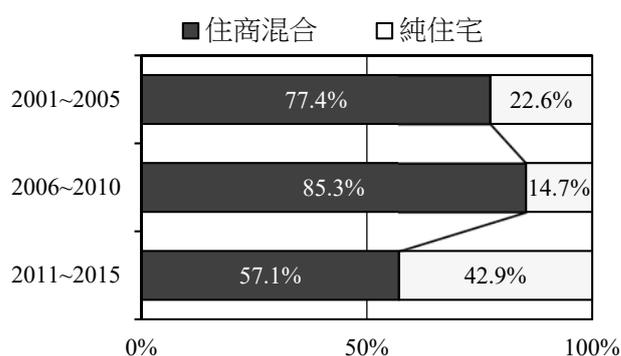


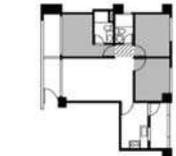
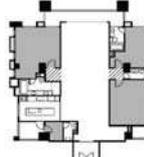
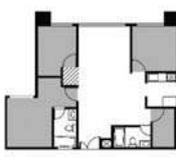
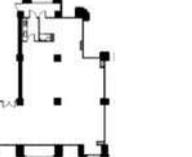
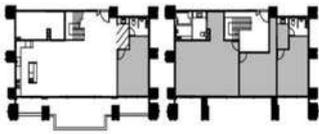
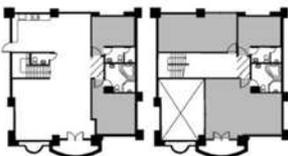
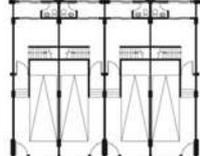
圖 4 歷年高雄市民間集合住宅住商混合及純住宅之供給戶數的供給趨勢

資料來源：本研究整理繪製(有效件數：93 件)

攸關住戶平面之空間構成類型中共 19,647 戶，由於有 6 戶無公室，屬較特殊案例，無法歸類在住戶平面構成類型中，故住戶平面構成類型之有效戶數為 19,641 戶。

經表 2 發現，高雄市民間集合住宅之住戶平面空間構成以【A1】型，共 7,938 戶，為供給主流(占 40.4%)，且從時間軸而言，三個年代區間皆以【A1】此一類型為主要供給類型(圖 5)。

表 2 高雄市民間集合住宅之住戶平面的空間構成類型

圖例			公室與個室之接續關係		
			A.公個分離型	B.部分分離型	C.公個一體型
	公室			走道	
	個室				
個室之接續關係	1. 集中型			A1	7938 戶，40.4%
				B1	4098 戶，20.9%
				C1	3132 戶，15.9%
	2. 分離型			A2	351 戶，1.8%
				B2	2016 戶，10.3%
				C2	700 戶，3.6%
D. 無隔間型			1043 戶，5.3%		
E. 樓中樓型			53 戶，0.3%		
F. 夾層型			188 戶，1.0%		
G. 透天型			122 戶，0.6%		

資料來源：本研究整理繪製(有效戶數：19,641戶)

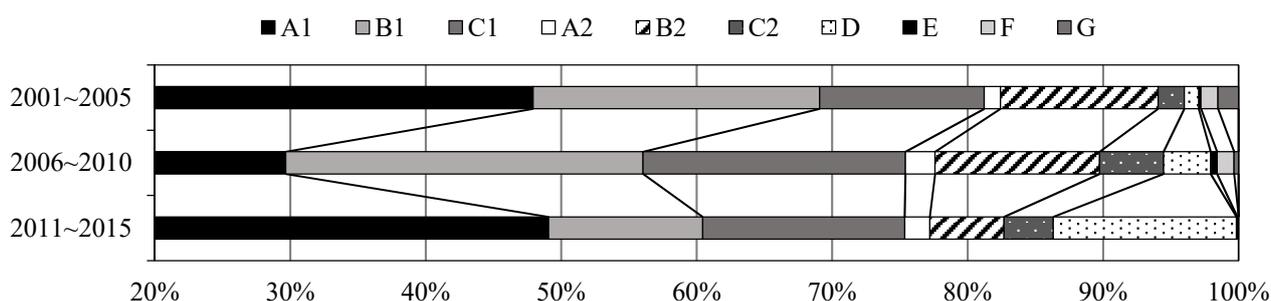


圖5 高雄市民間集合住宅之住戶平面的空間構成經年變化
資料來源：本研究整理繪製(有效戶數：19,641戶)

室內的公室空間，由三種空間領域所組成，分別為客廳(Living room)、餐廳(Dining room)，以及廚房(Kitchen)。本研究參考朱政德(2011)，依照 LDK 之構成方式，將高雄市民間集合住宅的公室空間，以接續關係將其構成類型區分為：LDK 一體型【LDK】、DK 一體型【L-DK】、廚房獨立型【LD-K】與完全分離型【L-D-K】，以及無法歸類在上述四種類型的【其他】，共五種類型(表 3)。由表 3 可得知，以【LDK】的比例最高，共有 13,764 戶(71.38%)，占七成之多。【LD-K】則居次，計 5,488 戶(28.46%)，比例接近三成。其餘類型比例占不到一成。

另外，從時間軸角度切入，可從 LDK 之經年變化發現，三個年代區間皆以【LDK】為供給主流，皆占六成以上，且隨著年代推移略為下滑；【LD-K】則居次，並且呈現逐年上升之供給趨勢，2001~2010 年之

占比皆在兩成以上，於 2011~2015 年時比例突破三成(圖 6)。

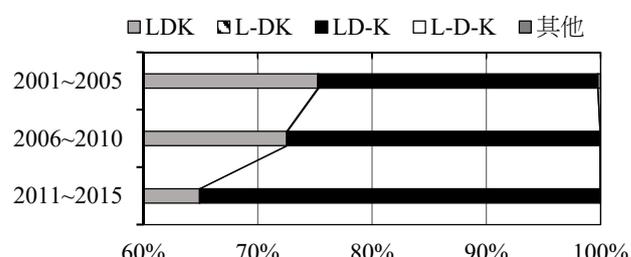


圖6 高雄市民間集合住宅之LDK構成經年變化資料來源：本研究整理繪製(有效戶數：19,284戶)

在入口類型中，本研究參考朱政德(2011)之分類方式，將入口類型分為【直入型】、【緩衝型】、【陽台型】，以及【玄關型】等四種類型，案件數共計 19,284 戶。由於有 7 戶之入口為臥室，屬於較特殊之個別案例，因無法歸類在這四種入口類型，故扣除後

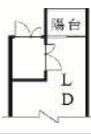
表 3 高雄市民間集合住宅之 LDK 構成類型

類型	一體型	客廳獨立型	廚房獨立型	完全分離型	其他
簡寫	LDK	L-DK	LD-K	L-D-K	
概念圖					
戶數	13764	11	5488	1	20
比率	71.38%	0.06%	28.46%	0.01%	0.10%

資料來源：本研究整理繪製(有效戶數：19,284 戶)

之有效件數為 19,277 戶(表 4)。在入口類型之經年變化可發現(圖 7)，三個年代區間皆以【直入型】為主要供給類型，皆占六成以上，且與次要之入口供給類型【緩衝型】兩者呈逐年上升之供給趨勢，【直入型】甚至在 2011~2015 年此一年代區間，所占比例突破八成。反之，【陽台型】則隨年代推移，呈現逐年大幅下滑之供給趨勢。

表 4 高雄市民間集合住宅之入口類型

類型	直入型	緩衝型	陽台型	玄關型
概念圖				
戶數	13,727	1,489	3,796	265
比率	71.2%	7.7%	19.7%	1.4%

資料來源：本研究整理繪製(有效戶數：19,277 戶)

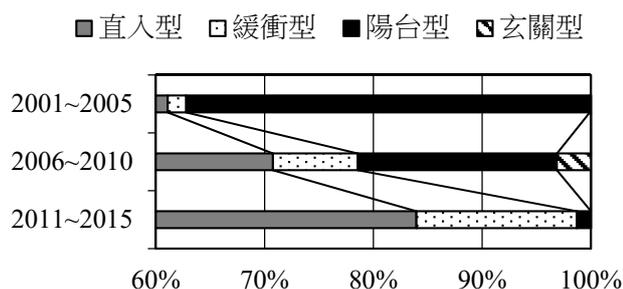


圖 7 高雄市民間集合住宅之入口類型經年變化
資料來源：本研究整理繪製(有效戶數：19,277 戶)

六、 結論與後續研究

本研究針對高雄市民間集合住宅，並透過時間軸之研究視點，探討其住戶平面之空間構成特性，研究結論彙整如下：

1. 供給件數方面，在 2001~2010 年間，供給量逐年攀升。但到了 2011~2015 年，供給量則隨年代推移而遞減。於住商混合與純住宅之類型比較中發現，三個年代區間中，以【住商混和】為主要供給形式，且所占比例皆超過五成。
2. 在高雄市民間集合住宅之住戶平面計畫，以時間軸作為研究視點發現，空間構成類型中，以【A1】型為供給主流，且【D】型在三個年代區間中呈逐年上升之供給趨勢；而 LDK 之構成類型中，

【LDK】型為主要之供給類型，皆占六成以上；此外，入口類型方面，則以【直入型】為主要供給類型，皆占六成以上，且在三個年代區間中呈明顯逐年上升之供給趨勢。

3. 今後擬針對空間配比與住棟配置做進一步探討，藉此了解高雄市民間集合住宅之室內面積與住棟計畫的供給特性，以及發展脈絡。

誌謝

本研究承蒙高雄市建管處所提供竣工圖面與相關使照資料，使得本研究能夠順利完成，僅此深表謝意。

參考文獻

1. 內政部(2011)。99 年縣市改制直轄市實錄。臺北市：內政部。
2. 中華民國統計資訊網(2010)。【改制前】縣市重要統計指標。引用於 2022 年 2 月 15 日，取自 <https://statdb.dgbas.gov.tw/pxweb/Dialog/statfile9.asp>
3. 中華民國內政部戶政司—全國人口資料庫統計地圖(2009)。98 年全國人口密度。引用於 2022 年 2 月 1 日，取自 <https://gis.ris.gov.tw/dashboard.html?key=B07>
4. 朱政德(2011)。都市型集合住宅之住戶平面計畫的供給特性：以台北市集合住宅為例。《建築學報》，77，19~43。
5. 朱政德(2004)。台北市における大規模積層集合住宅に関する建築計画の研究。未出版之博士論文。日本國立福井大學，日本。
6. 高雄市政府主計處(2015)。人口統計。引用於 2022 年 2 月 6 日，取自 <https://kcgdg.kcg.gov.tw/StatWebRWD/Page/>
7. 龔哲永(2017)。高雄市大坪數集合住宅之建築計畫的供給特性：以第 44 期重劃區與農 16 區段徵收區為例。未出版之碩士論文。國立嘉義大學木質材料與設計學系研究所，嘉義市。

建設公司開發建案產品規劃定位之探討-以低樓層透天建築物為例

Research on Product Planning Positioning of Building Project for Construction Company— the Case Study of Low-rise Building

呂灯哲^a、蔡宗潔^b

Teng-Che Lu^a, Tsung-Chieh Tsai^b

^a 國立雲林科技大學營建工程系碩士班 碩士生 Graduate Student, Department of Civil and Construction Engineering, National Yunlin University of Science & Technology

^b 國立雲林科技大學營建工程系 副教授 Associate Professor, Department of Civil and Construction Engineering, National Yunlin University of Science & Technology

論文資訊

論文審查紀錄：

受稿日期

2022 年 05 月 25 日

審查通過日期

2022 年 05 月 28 日

關鍵詞：

建設公司、購屋消費者、層級分析法

通訊作者：

呂灯哲

電子郵件地址：

a5478890@ms7.hinet.net

摘要

在這個建築業蓬勃發展的時代，建設公司藉由來帶豐沛的資金，再經由目前銀行放款金額利率的低廉配合下，可運用資源則更加的充沛。然建設公司開發新建案時的成功與否常會因先期開發的優劣，而影響到購屋消費者購屋的意願。因此本研究透過以往專家學者的研究文獻及訪談資深有經驗的業界人員，彙整出幾項由建設公司為出發點的構面及因子，以層級分析法(AHP)的方式在各主構面及因子間兩兩相互比較，計算以得到各項權重大小，並排序加以分析原委。主構面分為五大項，地點選擇、房屋售價、資金、營建風險、建築物規劃。各分項下共設14項評估因子，交通便利性、生活機能、周邊環境、未來增值空間、售價客戶接受度、建設公司成本(利潤)、購屋貸款繳款能力、建設公司開發資金能力、施工難易、政府法規、周邊鄰居、坪效(可實際利用空間)、格局、外觀。

經由本研究在計算後得出在主構面方面排序先後由大至小為資金、地點選擇、建築物規劃、房屋售價、營建風險。而評估因子前五項由大至小為購屋消費者貸款繳款能力、建設公司開發資金能力、周邊環境、坪效(可實際利用空間)、生活機能。因此對建設公司或購屋消費者而言，將是一份可供選擇參考的依據。

Article Info

Article history:

Received 25 May 2022

Accepted 28 May 2022

Keywords:

Construction Company, House Buyer, Analytic Hierarchy Process (AHP)

Corresponding author:

Lu, Teng-Che

E-mail address:

a5478890@ms7.hinet.net

Abstract

Through the research literature of experts and scholars in the past and interviews with senior and experienced industry personnel, this study has compiled several dimensions and factors starting from construction companies, and used the Analytic Hierarchy Process (AHP) method to analyze the main dimensions and factors. Compare them with each other, calculate to get the sub-item weight and comprehensive weight, and then sort and analyze the reason. The main aspects are divided into five major items, "location selection", "house price", "funding", "construction risk" and "building planning". Besides, there are a total of 14 evaluation factors as sub-items under each main items, including "convenience of transportation", "living function", "surrounding environment", "future value-added space", "customer's acceptance of selling price", "builder's cost" (profit), "housing loans payment ability", "construction company's development funding ability", "construction difficulty", "government regulations", "nearby neighbors", "flat efficiency (actually usable space)", "layout" and "appearance".

After calculation in this study, it is concluded that the main components are ranked in descending order: capital, location selection, building planning, selling price, construction risk. The top five evaluation factors from large to small are: consumer loan payment ability, construction company development capital ability, surrounding environment, flat efficiency (actually usable space), living function. Therefore, it will be a useful reference for construction companies or home buyers.

一、緒論

在這個建築業蓬勃發展的時代，投入建築業相關領域的人也越來越多。經由成立建設公司，及藉由夾帶豐沛的資金，再經由目前銀行放款金額利率的低廉配合下，可運用資源則更加的充沛。然一個建設公司的成立並非只因施作完成一棟建築物而已。而確確實實的經營目地，最終追求的是創造更多開發新建案後，透過銷售給予購屋消費者的經營利潤，及後續求取公司更加蓬勃永續的發展及著壯成長。因此建設公司推出新建案產品的成功開發，即是創造出一項機能符合購屋消費者所能接受與喜好的產品。勢必都需將透過一連串相關有經驗的專業人員共同的集思與房地產市場資料收集與全面性等調查，方才有利業主做評估，且得以做正確與精準的判斷，並訂出開發的方向。

在以往專家學者的研究中，針對於在房地產的交易，可分為賣方與買方，而在本研究中，賣方稱為建設公司，買方為購屋消費者。並且在文獻探討中，大多會將建設公司或購屋消費者，分開作探討。而本研究欲根據之後文獻探討及專業人員的訪談所言，將訂出以建設公司為出發點，購屋消費者為依歸的評估因子，作最終的評估分析。

因此本研究探討目的可分如下三方面：

1. 從文獻探討及業界專家訪談中，訂定符合建設公司開發新建案所需的評估因子。
2. 購屋消費者對於本研究前項擬定的評估因子，視為購屋決策評估因子，作考慮比較評比。
3. 依據各層級因子及全面性因子之間權重，評估分析對於建設公司與購屋消費者間的認知差異。

因此透過本研究在建設公司與購屋消費者之間的各项因子間的重要性，可從中讓複雜化的建築公司的建築開發案，得以化複雜性的問題使其有脈絡可循，彼此可作出較合適的決策，更而降低往後選擇結果的不適性。

本研究主要探討彰化縣低樓層透天建築物，在建設公司新建案的開發興建新建築物與此區域性中購屋消費者之間的彼此選項平衡探討；基於對居住在中南部地區民眾基於傳統觀念，對擁有房屋的看法為『有土斯有財』的一貫延續傳統思維，且本於對低樓層透天建築物的喜好下，因而本研究藉此以彰化縣低樓層透天建築物為探討的範圍，而後續問卷調查也以彰化縣住民為對象。

本研究中，對於彰化縣各鄉鎮109年申報開工個案數與戶數，從彰化縣不動產投資公會資料統計數據得知，在彰化縣各鄉鎮各整合的資料中，透天建築物戶數共佔有2640戶，而包含透天建築物、大樓戶數及公寓的總和數，亦達到4297戶。因此彰化縣各鄉鎮109年申報開工戶數百分比，依建築物產品分類，透天建築物占了約61%，大樓33%，公寓戶6%，因而低樓層透天建築物所占比例，在彰化地區仍為建設公司開發產品的主要項目。因此建設公司與購屋消費者間對於彰化縣低樓層透天建築物為探討標的供需相互平衡關係乃本論文的探討範圍。

二、文獻回顧

2-1 建設公司的定義

在行政院主計處_行業名稱及定義上，把其歸類為不動產開發業，以銷售為目的，本著以從事土地、建築物及其他建設等不動產投資興建的行業。而在此不動產投資開發上的開發涵意，可把其視為在獲取土地後，並在此土地上，作適度的規劃，並改變原素地，使其在整體環境中作實質的改變內外架構與內容，而適合需求使用及藉此得到較大應用，所進行的行為模式，可稱之為開發。

而在張金鶚(1998)看法認為房地產開發業及法律上所稱之建築投資業，也就是所謂坊間通稱的建設公司，國外稱之為開發商或建商(Developer)。

由此可看出建設公司的定義乃是準備適度之資金，而資金的取得可由建設公司自有資金，亦或民間吸收或經由銀行等金融相關單位借貸而來，並從以開發土地為起始點，接續作適當的相關聯配套的建築物產品設計規劃及定位，進而工項發包、工程施作，得以延續之後的良好銷售，取得建設公司的營運利潤。

2-2 建築物種類

在台灣地區，住宅功能的建築物的種類共計可分為如下幾種：公寓、大樓、華廈、透天建築物，如下：

公寓

通常 4-5 層沒有電梯的集合住宅，將其稱為公寓，而屋齡都約為 20-40 年左右。

大樓

大樓是指超過 10 層樓並擁有電梯的集合住宅，大部份配有地下停車場、警衛、健身房、游泳池等多樣公共設施。且通常會成立社區管理委會來做作管理，維持大樓住戶間共同生活的約定及基本的硬體設施維護，通常有較健全的管理委員會。

華廈

對於華廈定義，一般為 10 層以下樓並擁有電梯的集合住宅，相對於大樓的公共設施會有較少的規劃，公設比大多介於 13~25%。地下停車場基本上都會具備。

透天建築物

透天建築物的定義，即從建築物一樓地板到最頂樓的產權為獨立，全屬於屋主，且活動空間沒有其他住戶參雜使用。一般透天建築所占空間面積，也不會太大，一般常見的有三至五樓透天建築物。基於人口分佈型態、區域性生活習慣與土地取得關係，透天建築物多半在人口密度較寬鬆地區，常較有規劃設計此項產品。而大都會區由於地小人稠，大樓比較多見。

目前在房地產市場上，建設公司所開發的透天建築物中，依據建築法規因不同區段所設定容積率與建蔽率的規範下，對於單一門戶之透天建築物所規範能夠構建設計的最高樓層約莫五層樓左右。因此相較於高層大樓來說，相對屬於較低層建築物。且依591房屋交易網，市面上可區分的低樓層透天建築物可歸類為獨棟、雙拼、連棟、新加坡式透天，以及設有地下停車位的透天建築物等五大種類型。

2-4 建設公司建案開發過程要素

建設公司對於新建案的開發，在市場上並非單純的進貨與出貨。需要的是一連串不同功能步驟的開發過程，如圖1所示。

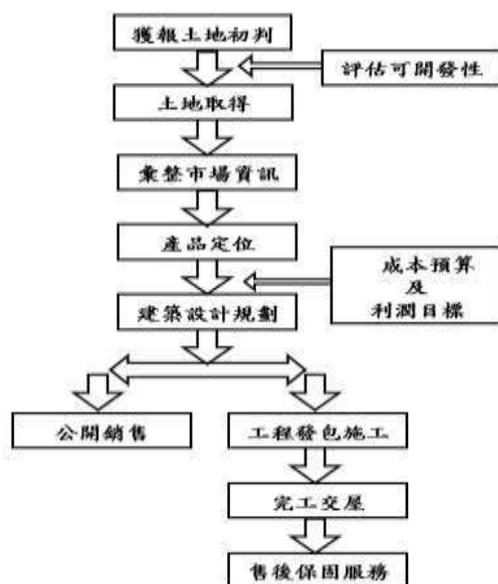


圖 1 建設公司開發新建案歷經流程

而這一過程含括土地開發、資金統籌、設計規劃、建築物施作興建及房屋銷售等。在環環相扣下的不同面相中，更多相關衍生的支節都將使建築物開發過程趨於繁複。

如下參考專家學者的研究，概略可分為土地開發、產品設計規劃定位、資金統籌、建築物施作興建及房屋銷售等項。

1. 土地開發

土地開發，對於建設公司的經營中，所要呈現的業務範圍為開發不動產，而開發不動產即是興建不同的建築物產品及銷售來滿足購屋消費者。然一切的開始皆始於土地的投資取得。在開發建案過程中，每件土地都是具有其獨特性(黃瓊瑤, 1999)。因需對其土地做適度的評估分析、從適用的法規與設計規劃及美學等，作多次相互關係的交互的設計規劃與評估，以取得最符合建設公司利潤與購屋消費者利益及符合需求的平衡點。

2. 產品設計規劃定位

土地取得之後即開始進行目標市場的評估及產品定位，產品定位後隨後進行規劃設計的行動。規劃設計對於建設公司新開發案市場接受與否也是主要的因素。

且每棟建物應是最適當的產品，並且設計優良，定位正確，方才能創造最佳的附加價值。

3. 資金統籌

建設公司的作業流程從土地評估購買、土地開發、營造工程委外建造到最後的銷售階段，其一個開發建案的生命週期往往要耗費相當多的時間，而對於中小型的建設公司來說，自身擁有的資本額外，如透過銀行的土地貸款、建築融資，則較能降低資金壓力及擴及現有資金的多方運用，以有限的金錢，創造出更多的利潤。

4. 建築物興建

施工規劃與施工管理，對於品質的提升、進度的控管、成本的掌握、安全衛生的落實，若能在現場嚴格管理則能有較佳之績效，且必能優於其他同產業間的較大價值。

5. 房屋銷售

行銷就是「找出消費者的需求，然後設法去滿足這些需求」，而房地產也不例外，都是以消費者為出發點，透過計畫性的規劃後，擬列出滿足顧客的產品策略、價格策略、通路策略和促銷策略。

林思瑤(2001)也曾在評估建築投資業經營的特性中，歸納如下幾項：

1. 有較低比例的自有資金

為一資金需求量大、資本密集度高的產業。建築投資業常以土地、在建工程向銀行抵押借款再分期償還本金利息來獲得大量資金，因此大部分建設公司有自有資金比例偏低之趨勢。

2. 較高比率的存貨金額

由於建築投資業之主要資產如：營建用地、在建工程及待售房屋皆視為存貨，存貨係屬流動資產。因而存貨的多寡將對建設公司資金的週轉即營運績效有所影響。

3. 較長時間的營運週期

建築投資業之營運週期包括開發用地取得、產品規劃、建照取得、產品銷售、工程進行及完工交屋等階段，因此於考量建築投資業營運週期時間較長之特性下，對存貨週轉率之影響頗大。

4. 品牌重視度

建設公司具有品牌特色對營收成長率具一定之影響力。

5. 易受外在環境因素影響獲利性

建築業的經營在眾多同行間的競爭與材料、人力成本日益增加及人力不足下，欲取得較低廉的營建成本，也更加困難。因而對於營運成本、土地成本及營運的運作都是與外在環境有相對的關係。

根據文獻探討中各專家學者的研究，歸納彙整出各專家學者所提有關建設公司開發新建案相關因素於如表 1 所示。

表 1. 建設公司開發新建案相關因素

學者	建設公司開發新建案相關因素
錢世皓(1995)	市場分析、市場潛力及行銷分析、財務可行性分析
張金鶚(1998)	可接受的報酬與風險、可能的報酬與風險、評估各種報酬與風險
黃瓊瑤(1999)	土地評估分析、政府法規、設計規劃、美學
林思榕(2001)	有較低比例的自有資金、較高比率的存貨金額、較長時間的營運週期、品牌重視度
張金鶚(2003)	區域市場、區域性房地產、土地開發相關的法規限制
吳耿東(2003)	市場分析、可行性分析(隔鄰分析、宗地及建築物條件分析)及財務觀點
林左裕(2003)	自然環境、交通環境及區位環境
許戎聰(2003)	市場分析、可行性計畫、資金取得、個案之產品定位分析
謝金隆(2004)	值得開發的土地，並衡量可利用的資金、規劃設計、發包與嚴格管理監督工程品質、開發產品銷售於購屋消費者，獲取開發利潤、
李順賓(2009)	市場環境、公司資源、目標市場需求、產品定位、市場價格與建案成本、評估訂價、廣告企劃
何幸秋(2009)	滿足建設公司的利益、市場的確立、客戶的需求、土地成本
趙有義(2012)	政府政策、資訊蒐集分析、土地評估、投資效益分析及土地開發整合之能力。產品規劃、產品定位、市場行銷及空間設計及品質
游武龍(2013)	開發產品成本的規劃及控管、開發土地及規劃設計、投資環境、財務管理、品牌價值、了解顧客需求
劉艾紋(2015)	市場區域、地段價值性、優質環境、產品定位、品牌形象、廣告訴求明確、行銷規劃
徐義平(2018)	資金統籌、房價的負擔能力
王莞甯(2019)	總價、貸款條件和貸款利率
郭慧燈(2021)	土地開發、投資興建、產品定位與售價訂定、監造品質、品牌價值、資金及稅負影響

2-5 購屋消費者購屋之考量因素

房屋商品的買賣通常金額較高，對於一般購屋消費者而言，並非是件容易與隨心而為的事。因此購屋消費者在於購屋需求中，選擇適合本身需求的房屋時，必然作出多方因素審慎的考量，以作為決策的依據。因此可由如下文中參考學者在多面向研究下，對其中購屋消費者購屋考量因素的看法。

章錦釗(2008)在研究探討影響預售住宅銷售率之因素，在文中專家所釐定的影響因子主要可分為四大項，而其大項目中可再細分為如下幾個子項目：

1. 建設公司知名度

建築案件中如能有口碑好且較高知名度的建設公司，則能有優於相近區域新案的銷售率及售價。而形象知名度因素可再細分為：(1) 建設公司形象知名度(2) 營造公司形象知名度(3) 建築師形象知名度。

2. 房屋座落地點

地段好，也代表對於住居附近交通網的完備、生活

，也相對提高，而開發新案地點因素可再細分為：(1) 開發地點交通條件(2) 開發地點周邊生活設施(3) 開發地點區域環境。

3. 設計規劃

建設公司的開發新案的規劃設計更導向購屋消費者的不同條件下所喜好的房子來開發，更能增加購屋消費者的購買慾及創造產品的價值。設計規劃因素可再細分為：(1) 建築物的建材(2) 建築物的公共設施(3) 建築物的保安全管理(4) 建築物的格局。

4. 推案計畫

推案計畫決策因素可再細分為：(1) 推案之時機(2) 推案之價格(3) 推案之廣告企劃。

根據文獻探討中各專家學者的研究，歸納彙整各專家學者所提有關購屋消費者購屋有關因子，如表 2 所示。

表 2. 購屋消費者購屋有關因子彙整表

學者	購屋消費者購屋有關因子
洪益源(1983)	安全信譽、投資保值、空氣品質、寧靜的設區、生活的便利
郭育志(1990)	產權、增值、空氣採光良好、孩子教育、居家寬敞、衛生建材、隔音、生活品質、治安、交通便利、外型美觀、舒適休息臥室、購物便利、價格、貸款額度
王啟聰(1996)	貸款、住宅對外的可及性(如離最近市場的時間)、住宅內部環境(如臥房間數、客廳面積的大小)、房價、購屋貸款負擔能力
陳彥仲(1997)	房價
李信佩(1997)	住宅負擔能力
戚靜玟(1998)	家庭所得儲蓄、房屋總價、貸款的利率
黃俊英(2000)	地理、位置、方位、格局、座向、規劃
張春龍(2000)	嫌惡設施、交通運輸、土地使用管制、經濟因素、公共設施
翁志賢(2001)	品牌的評價、認知態度
吳錦碧(2002)	售價
林建華(2002)	家庭所得
賴慧蓉(2007)	建商的品質保證、建材設備、住宅屬性
章錦釗(2008)	房屋座落地點(開發地點交通條件、開發地點周邊生活設施、開發地點區域環境、設計規劃建築物、保安全管理、格局、價格)
曾令雄(2008)	產品定位價格、推廣策略
吳家韻(2015)	購屋住宅型態及種類、住宅屬性、國內外政經局勢、購屋負擔能力、賣方特徵、購屋地段、投資理財
盧正恭(2017)	遠離嫌惡設施、格局與衛浴規劃、信仰空間與風水問題
郭晉豪(2017)	經濟因素、交通便利性、房屋屬性、環境品質因素
廖敏婉(2017)	政府對房地產的政策

針對上各專家學者以不同多面向，所研究的有關建設公司的開發新建案的決策因素及購屋消費者的選擇因素中，可歸納出很多的不同因素。因而在之後章節中，將透過在職有經驗的資深專家深度訪談後，再彙整出以建設公司新建案規劃設計定位為導向的構面、因子及

2-6 分析方法

楊洺濤(2019)「房地產選購因素以及相對重要性相關研究」,提出有許多的條件會影響到選購房地產,如:房屋價格、房屋位置及周遭環境、房屋格局、貸款利率、稅金、政策、景氣等。此研究以層級分析法(AHP)建構一個選購房地產的評估模型。

黃文進(2019)結合層級分析法與地理資訊系統輔助房地產購置決策之探討—以新竹縣市為例。在文中指出建立在投資房地產之儲備機制,由各方面透過對於在各種文獻上顯示投資與購買房地產選擇上之影響因素。其中整理出之不同因素,藉由專家的訪談中,歸納出以層級分析法的方式建置房地產投資指標之權重與序位。

林文敏(2008)運用層級分析法於高雄市房地產之實證研究。於文中以高雄市房地產的現況與前景,透過專家訪談彙整目前房地產投資之決策因子,並使用層級分析法決定各因子之權重,所歸納重要性,提供與投資者做參考。

賀天駒(2012)運用層級分析法探討消費者購屋決策因素—以大高雄地區為例。在此研究是以探討大高雄地區消費者購屋決策考量因素為主,使用層級分析法(AHP),透過國內外文獻歸納整理,並訪問相關專業人士,以其使消費者在購買房屋的考量時,在不同的主要評估因素中與延伸的因素間權重間取得相對的資訊,以作購屋的衡量依據。

林耿玉(2019)應用層級分析法探討營建產業顧客價值提升之關鍵因素。在此文中本著不同的文獻探討,對於在營建業如何提升對顧客價值的重要因素。並以層級分析法方式作專家問卷調查,並列出不同因素間的權重比例,尋求適當產品的定位,以提升對顧客的價值,以滿足顧客的需求。

由上述參考的例舉房地產相關文獻中,很多都是以層級分析法的方式,來搜尋相關資料與多方專家意見來歸納與整理出主要構面與後續因子作為衡量。

於研究中須使用權重來衡量及評估問題,且應用於多方評估中準則權重的方法有很多種,例如多元迴歸法、因子分析法、層級分析法、數學歸納法等。於其中對於使複雜問題歸納為能夠系統化,將會是更容易顯示其相對重要性的操作。因此在本研究中乃使用此層級分析法,作為本研究的方法依據。

三、研究方法

3-1 層級分析法(Analytic Hierarchy Process, AHP)簡介

在過去至今社會由於資訊的日益發達,而對於發生事項則趨於繁雜多層面。當決策者遇到問題時,如以單一方向作為考量,則將面臨在判斷因素不足下,產生決策錯誤的結果。因而於 1971 年美國學者 Saaty 提出一套較為實用的決策方法,來處理相關這類型的決策問題,稱之為層級分析法(AHP)。層級分析法乃是多方吸收相關資訊及各方專家學者的意見,將複雜的問題使其系統化的呈現。因此層級分析法即適合應用在解決有多目標與

多評準的不確定因素與多項評估因素的決策問題(黃營芳, 2008)。

3-2 層級分析法之作用與假設

層級分析法開發的作用,就是歸納出不同的相關層面的構面要素,並於要素下推出次要要素,將複雜問題系統化,藉由量化的判斷,加以分析評估,分辨出每樣要素的權重,作為決策者判斷取捨之依據,相對的選擇的方向將減少風險的機率。

層級分析法之基本假設,主要內容中可歸納出如下幾項(鄧振源、曾國雄, 1989):

1. 將系統拆解成不同種類(Classes)或因素(Components),以網格層級架構的方式呈現。
2. 層級架構中,設立每一層級的要素都視為具獨立性(Independence)的假設。
3. 層級內的要素,可採上一層級中,部分或全部要素為依據的評估準則,接續評估。
4. 評估比較時,可把絕對數值尺度轉換成比例尺度。
5. 一對一比較(Pairwise Comparison)後,可使用正倒置矩陣方式處理,並計算。
6. 滿足遞移性,彼此之間的輕重好壞關係對於遞移性(如甲優於乙,乙優於丙則甲優於丙)可適用,同時關係也滿足遞移性(如甲優於乙二倍,乙優於丙二倍,則甲優於丙四倍)。
7. 在比較過程中,遞移性的完全滿足並不是很容易,因而誤差的存在是被可容許的,但對於一致性程度的要求,仍需要被檢驗。
8. 凡是出現在階層結構中的任何要素,都將被視為彼此間息息相關與整個評估結構皆有關聯,而不是只有檢驗階層的獨立性而已。
9. 可利用加權法則(Weighted Principle)的計算,來求得要素的輕重優勢的程度。

四、評估項目構面因子建立與問卷設計

4-1 評估之構面因子建立

本研究主要是探討建設公司在開發建案產品規劃定位及相對於購屋消費者的購屋考量因素下,所欲探討之間不同立場面,並本於建設公司在其本身可先期依自身所能掌控的資源與對時下資訊的掌握度,設計規劃出能符合購屋消費者對房屋所具備條件因素,前面所整理的文獻蒐集下,將在本章節中訪談多位相關專家或已從事相關行業多年有經驗的資深人士,彙整出影響消費者購屋考量之主要因素。

在建設公司開發新建案的過程中,通常需經由欲取得土地條件的評估、適當性的建築物產品的設計規劃、周邊環境及生活機能性的調查、建築物的售價訂定、建設公司的可掌控資金的調控及開發過程的不確定風險等。因而在開發中有關的人員或專業人員,在此可歸納分為如下幾類人員:建設公司自體開發相關人員、房地產銷售人員、建築師相關人員、營造廠相關人員。

本研究將透過對於如上幾類有相關經驗的資深專業人員為訪談對象,再彙整訂定出評估之構面及因子。

4-2 專家訪談

在本研究中對於相關及有經驗的建築業開發人員，將於彰化地區選擇 10 位，並在於不同開發環節中需要其對於本身在專業與經驗中提出對於本產業的看法，並提出建議。這些有經驗的專家包含了 4 位建設公司人員，2 位建築師、3 位銷售人員及 1 位營造廠人員。再由這些專業人員的建議與文獻探討中彙整資料出所欲設計問卷的構面與因子，續而依取得的資料做整理與分析。專家訪談人員，如表 3 所示。

表 3. 專家訪談人員

人員類別	職稱	年資
A 建設有限公司	負責人	23
B 建設有限公司	負責人	30
C 建設有限公司	負責人	35
D 建設有限公司	負責人	25
E 建築師事務所	建築師	35
F 建築師事務所	建築師	25
G 銷售公司	經理	35
H 銷售公司	經理	30
I 銷售公司	經理	30
J 營造公司	負責人	26

在針對於建設公司開發新建案過程中，最先需觸及的首要基本要素乃是建立在土地的取得。而在先期土地取得的一般評估中，建設公司一般將會先行對基地的座落、土地的樣式大小、基地的周邊環境、資金需求及施作過程作概略評估。如基本要件稍具符合建設公司有意願開發的有價值的土地，建設公司進一步將把土地基本資料轉交建築師針對土地基地內所能規劃出的房屋間數及相關建築法規作審慎評估。如土地的地目、土地的法規限制、空地比是否被占用、申請建築線是否成立、建蔽率、容積率等。一切對於土地基本開發條件的初步釐清，則待取得土地後將可少掉更多的困擾，且對土地開發可盡最佳化的設計規劃。

銷售人員在土地取得前的早期由建設公司協同介入，對於新建案的開發規劃設計是有益處。房屋銷售人員在建設公司開發新建案房屋至而銷售出房屋的推案位置上，房屋銷售人員屬於第一線直接面對上門詢問的購屋消費者的人員。因而客源層的歸屬、客戶對房屋產品的訴求、銷售房屋區域的資訊了解度及取得土地前的市場調查，都將在其專業及豐富經驗中可提供更精準的輔助建設公司作判斷及產品設計規劃的較佳定位方向。

營造人員為執行建設公司所提供設計圖，並負責依設計圖按圖施工之專業人員，而往往現場施工難易或規劃設計在居住者使用上是否合適，其施作人員更能發現出問題的癥結點。而設計規劃的外觀或隔局等因素，也會因工程施作複雜性在發包施作時，顯示出更多的施工費用。因而反映成本也將會出現與設計規劃有關聯。而良好的施工團隊，對於房屋品質的要求將會是更加審慎看待。於此選擇優良營造廠商施作，會是降低房屋品質不良的風險，避免交屋與購屋消費者間的糾紛及後續維修的頻繁性。

4-3 建立AHP評估因子構面

因而綜合在 10 位專業及資深經驗豐富人員的訪談下及文獻探討中專家學者提出，所涉及在建設公司及購屋消費者考量因素下，歸納以建設公司開發新建案規劃設計定位為依據的各構面及下層考量因素。其評估因子層級架構圖，如圖 2 所示。並且如表 4 所示，彙整出相關構面與因子及相關研究學者列於表中，並說明各項因子於後。

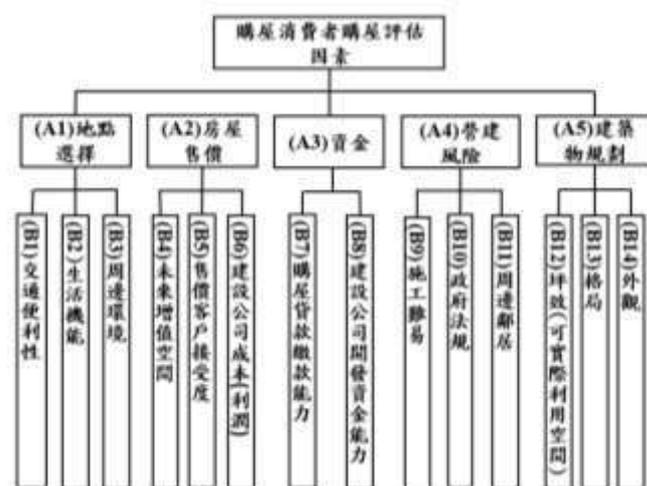


圖 2 評估因子層級架構圖

表 4. 構面及相關因素彙整表

構面 (第一層)	編號	因子 (第二層)	相關研究學者
地點選擇 (A1)	B1	交通便利性	郭育志(1990)、林左裕(2003)、章錦釗(2008)、郭晋豪(2017)
	B2	生活機能	章錦釗(2008)、吳家韻(2015)
	B3	周邊環境	洪益源(1983)、林左裕(2003)、盧正恭(2017)
房屋售價 (A2)	B4	未來增值空間	洪益源(1983)、郭育志(1990)
	B5	售價客戶接受度	郭育志(1990)、吳錦碧(2002)、李順賓(2009)、張金鵬(1998)、謝金隆(2004)、李順賓(2009)、趙有義(2012)
	B6	建設公司成本(利潤)	王啟聰(1996)李信佩(1997)、戚靜玟(1998)、吳家韻(2015)、徐義平(2018)、王莞甯(2019)
資金 (A3)	B7	購屋貸款繳款能力	錢世皓(1995)、許戒聰(2003)、謝金隆(2004)、賴慧蓉(2007)
	B8	建設公司開發資金能力	黃瓊瑤(1999)、張春龍(2000)、張金鵬(2003)
	B9	施工難易	洪益源(1983)、吳耿東(2003)、劉艾紋(2015)
營建風險 (A4)	B10	政府法規	黃瓊瑤(1999)、趙有義(2012)、游武龍(2013)
	B11	周邊鄰居	王啟聰(1996)、黃俊英(2000)、章錦釗(2008)、盧正恭(2017)
建築物規劃 (A5)	B12	坪效(可實際利用空間)	郭育志(1990)、黃瓊瑤(1999)
	B13	格局	
	B14	外觀	

而其中共計分為五大主構面，(A1)地點選擇、(A2)房屋售價、(A3)資金、(A4)營建風險、(A5)建築物規劃。而於(A1)地點選擇，分為三項因素，(B1)交通便利性、(B2)生活機能、(B3)周邊環境。(A2)房屋售價，分為三項因素，(B4)未來增值空間、(B5)售價客戶接受度、(B6)建設公司成本(利潤)。(A3)資金，分為兩項因素，(B7)購屋貸款繳款能力、(B8)建設公司開發資金能力。(A4)營建風險，分為三項因素，(B9)施工難易、(B10)政府法規、(B11)周邊鄰居。(A5)建築物規劃，分為三項因素，(B12)坪效(可實際利用空間)、(B13)格局、(B14)外觀。

評估因子說明: (B1)具備良好交通要道基礎建設等(B2)滿足食衣住行需求的便利性(B3)周邊是否有嫌惡設施等(B4)房價未來是否有上漲空間(B5)目前客戶對房屋售價的接受度(B6)對建商營運成本的在乎度(B7)除購屋自備款外，貸款部分的償還能力(B8)購屋消費者對建設公司是否具有充足資金，圓滿建屋完成的能力(B9)購屋消費者對房屋規劃設計興建的執行能力(B10)侷限於法規，需二次施作的接受度(B11)購屋消費者對於周邊鄰居的選擇性(B12)購屋消費者對於所購買房屋，扣除公共空間及私設巷道等

客廳、廚房、餐廳、房間的規劃(B14)外觀的美感設計樣式。

4-4 問卷設計

本研究依照圖 2 及表 4 所示，由訪問相關有多年經驗人員及蒐集於文獻探討中專家學者的研究，所匯整資料的層級架構圖，設計出問卷，透過此問卷對一般購屋消費者提供調查。並於此調查中蒐集實際購屋消費者，在憑藉以建設公司開發建案規劃設計定位為主的立場下，來了解購屋消費者對各種考慮因子的輕重的重要性。而在問卷調查中，填答人員可依其本身的喜好偏向來選擇填答人員依照主觀判斷勾選兩評估項目間的相對重要程度之分數，其中評估尺度訂出五種比較程度，分別歸類出為一樣重要、稍微重要、比較重要、非常重要、極度重要等五個尺度，各別給予 1~9 的衡量值，如表 5 所示，透過一般欲購屋消費者的購屋意向，比較兩兩間重要度的輕重對比，得出彼此間的相對值。

表 5. 層級分析法評估尺度成對比較範例

		重要程度								
評估因子 (一)	極度重要	非常重要	比較重要	稍微重要	一樣重要	稍微重要	比較重要	非常重要	極度重要	評估因子 (二)
	9	7	5	3	1	1/3	1/5	1/7	1/9	
(B1) 交通 便利性										(B2) 生活 機能
(B1) 交通 便利性										(B3) 周邊 環境
(B2) 生活 機能										(B3) 周邊 環境

五、評估因子之分析與探討

5-1 建設公司開發建案產品規劃定位評估構面與因子

在本研究中，對於本章乃將前所設計的層級分析法(AHP)架構，透過依據建設公司開發新建案規劃設計定位為導向，所建立的構面及因子的問卷。對一般購屋消費者提出問卷調查並說明。再依據回收的問卷樣本，計算互相之間的權重，並依據標準，去除因隨意不當的比重選擇，造成矛盾不正確且超出可容許的誤差值的問卷。

本研究欲求得層級架構中的相對權重值，總共對一般購屋消費者發出 60 份問卷，而透過整理計算，以期求得互相間的重要程度。

在本研究中，經過回收資料及計算整理後，得到如表 6 所示。後續將逐步依序分別將第一層評估構面，(A1)地點選擇、(A2)房屋售價、(A3)資金、(A4)營建風險、(A5)建築物規劃及第二層評估因子，計有(A1)地點選擇之

表 6. 購屋消費者購屋整體評估各因子權重表

評估目標	構面主因子(第一層) 主權重	序位	構面因子 (第二層)	構面因子權重 (第二層)	總權重	總序位
購屋消費者購屋評估因素	地點選擇 (A1) 0.244	2	(B1)交通便利性	0.287	0.070	7
			(B2)生活機能	0.331	0.081	5
			(B3)周邊環境	0.382	0.093	3
	房屋售價 (A2) 0.145	4	(B4)未來增值空間	0.388	0.056	9
			(B5)房價接受度	0.407	0.059	8
			(B6)建設公司開發成本	0.205	0.030	14
	資金 (A3) 0.248	1	(B7)購屋貸款繳款能力	0.609	0.151	1
			(B8)建設公司開發資金能力	0.391	0.097	2
	營建風險 (A4) 0.144	5	(B9)施工難易	0.277	0.040	13
			(B10)政府法規	0.358	0.052	11
			(B11)周邊鄰居	0.365	0.053	10
	建築物規劃 (A5) 0.219	3	(B12)坪效(可實際利用空間)	0.401	0.088	4
			(B13)格局	0.367	0.080	6
			(B14)外觀	0.232	0.051	12

子因子，(B1)交通便利性、(B2)生活機能、(B3)周邊環境。(A2)房屋售價之子項因子，(B4)未來增值空間、(B5)售價客戶接受度、(B6)建設公司成本(利潤)。(A3)資金之子項因子，(B7)客戶貸款繳款能力、(B8)建設公司開發資金能力。(A4)營建風險之子項因子，(B9)施工難易、(B10)政府法規、(B11)周邊鄰居。(A5)建築物規劃之子項因子，(B12)坪效(可實際利用空間)、(B13)格局、(B14)外觀，分別如後說明。

在五項因子中，(A1)地點選擇，佔有權重為 0.244，(A2)房屋售價，為 0.145、(A3)資金為 0.248、(A4)營建風險及(A5)建築物規劃分別為 0.144 和 0.219。C.I.值為 0.072，C.R.值為 0.064 皆小於 0.1 符合一致性檢定。而主構面評估因子權重大小，由大至小排序為(A3)資金>(A1)地點選擇>(A5)建築物規劃>(A2)房屋售價>(A4)營建風險。因此顯示出在主構面因子中，一般購屋消費者對於需要購屋的選擇時，首先將先考慮(A3)資金此項目，因為不管任何房屋座落的地點多好、建築物規劃多佳、售價合理或營建風險機率小，全都比不上對於資金方面的考量，而在此資金可分為購屋消費者貸款繳款能力及建設公司開發資金能力。當消費購屋者對於資金因子不再有疑慮時，便對排序第二項(A1)地點選擇有所挑選。因一般民眾對地域性的選擇會因本身的喜好或考量做出選擇，且不同的地段會有交通的便利性、生活機能、周邊環境等因素不等的優劣，使購屋消費者評量自身對地點多方考量作出選擇。當地點被確認後，排序第三的(A5)建築物規劃，也相繼是被考慮的一環，因坪效(可實際利用空間)、格局、外觀，對於透天房屋是否佔有太多畸零地，浪費建築物所佔地坪、內部格局的劃分、個人對外觀美感的感受，也是購屋消費者對於自身需求去評估作取捨。對於排序第四的(A2)房屋售價，常因會因建築物的座落何處、地坪、建坪、格局、外觀等，而有不同的售價定位。但購屋消費者對排序前三項，已初步符合其本身需求，才會考量此售價的合理性，作出判斷是否接受此價位亦或要求降價。最後排序第五的(A4)營建風險，在本項調查中，購屋消費者傾向較不重視，因對於

施工難易、政府法規、周邊鄰居(可能對施工的影響)，大部分認為這些因子，其問題的發生或因應解決的面對處理的責任單位為建設公司，消費購屋者需要的是取得一個產權清楚的良好建築物及付錢給予建設公司而已。

第二層級於(A1)地點選擇，的層級分析結果，在三項因子中，(B1)交通便利性，佔有權重為 0.287、(B2)生活機能，為 0.331、(B3)周邊環境，為 0.382。C.I. 值為 0.035，C.R.值為 0.060 皆小於 0.1，符合一致性檢定。而(A1)地點選擇評估因子權重大小，由大至小排序為(B3)周邊環境>(B2)生活機能>(B1)交通便利性。因此顯示出在地點選擇評估因子中，一般購屋消費者對於需要在購屋的地點選擇時，首先將先考慮(B3)周邊環境此項目。在現在社會越來越進步，一般民眾對於居家環境的生活品質也越來越重視，如空氣品質、躁音容忍度、嫌惡設施、不良場所等。因而滿足消費購屋者生活環境的要求，事必將其在此評估層面中列為首選。排序第二的為(B2)生活機能，在一般人活動中居家生活的時間甚多，而食衣住行的需求，也相對性的需要圖取方便性，因此與其相關的行業，如能近在咫尺之間，則必然是較好的居家處所。如市場、便利商店、百貨商店、金融機構、公家機關、各式商家等。而排序第三的(B1)交通便利性，雖在此三者中居於最後，但彼此間權重也差異不是很大。因為在彰化地區少有窮鄉僻壤及交通的極力不便之地，較可能不被多數購屋消費者放在最優先考量的因子。

第二層級於(A2)房屋售價的層級分析結果，在三項因子中，(B4)未來增值空間佔有權重為 0.388、(B5)房價接受度為 0.407、(B6)建設公司開發成本為 0.205。C.I.值顯示為 0.042、C.R.值為 0.072，皆小於 0.1，符合一致性檢定。而(A2)房屋售價評估因子權重大小，由大至小排序為(B5)房價接受度>(B4)未來增值空間>(B6)建設公司開發成本。因此顯示出在(A2)房屋售價評估因子中，一般購屋消費者對於需要在購屋的(A2)房屋售價方面衡量時，首先將先考慮(B5)房價接受度此項目。畢竟房屋的價位對於購屋消費者並非單單幾萬元，而是最基本的數百萬

便不得不著磨其房屋價值及價位。排序第二的為(B4)未來增值空間，房地產一般人除了買來自住以外，另一項附加的特性即是保值及可能房價增值的空間。隨著人口愈來愈多，及人生活區域密度越來越高，土地的取得成本會更高，並且物價飛漲，相對營建原物料及人工成本，也逐步往上漲，因而房屋價格也隨之墊高。之後同樣條件的房屋，可能會有比原先的房屋價格來的更高。而排序第三的(B6)建設公司開發成本，在此三者中居於最後，對於從大部分購屋消費者的角度而言，不管建設公司的開發成本多寡，可能並不知詳細的開發直接成本或間接成本，也可能真的不在乎建設公司是否有利潤可言，只要能以較低價位，取得合乎自身需求的房屋，這才是購屋消費者所關心的。

第二層級於(A3)資金的層級分析結果，在兩項因子中，(B7)購屋消費者貸款繳款能力佔有權重為 0.609、(B8)建設公司開發資金能力為 0.391。C.I. 值顯示為 0.000，C.R. 值為 0.000，皆小於 0.1，符合一致性檢定。而(A3)資金評估因子權重大小，由大至小排序為(B7)購屋消費者貸款繳款能力>(B8)建設公司開發資金能力。因此顯示出在購屋消費者中，排序為首的(B7)購屋消費者貸款繳款能力很是重視。因為再好的房屋條件及再好的貸款利率，當還不起錢時，一切也將化為空。排序第二為(B8)建設公司開發成本，對於建設公司開發資金能力，也相對沒有忽略。現今很多購屋消費者甚多會買預售屋，而坊間建設公司的組成參差不齊，如有原包工業者、代銷業者或資金不足之建設公司等可能的不同型態組成的建設公司。因此購屋消費者對於建設公司的經營信譽或市場評價，也都是其購屋考慮的因子。

第二層級於(A4)營建風險的層級分析結果，在三項因子中，(B9)施工難易為 0.277、(B10)政府法規為 0.358、(B11)周邊鄰居佔有權重為 0.365。C.I. 值顯示為 0.043、C.R. 值為 0.074，皆小於 0.1，符合一致性檢定。而(A4)營建風險評估因子權重大小，由大至小排序為(B11)周邊鄰居>(B10)政府法規>(B9)施工難易。因此顯示出在營建風險評估因子中，居住於居家邊的(B11)周邊鄰居成分的考量也將在此被放入優先選擇的因子。因良好與好相處的鄰居在日常生活中，彼此的互動會更加融洽，而較能作到守望相助與共同維護社區的整體良好環境。而除了有助於購屋消費者外，對於建設公司於工程開發期間，可良好溝通的周邊鄰居必然可降低其對工程期間的厭惡性及不方便性。因能透過彼互動良好的溝通管道，達到其所能接受限度，減少造成對周邊鄰居生活不便等影響，則工程將會在民眾抗性降低，不阻礙工程進度下，順利進行。排序第二的為(B10)政府法規，政府法規的限制條件將影響建設公司在設計規劃中，所能地盡其用的完整合法規劃建築物，因此二次加建、開窗等工程必會在取得建築物使用執照後，工程完工前陸續補作。而對於購屋消費者於房屋權狀登載則無法將購買建坪如實呈現，也將影響貸款的某些權利或建物完整合法性。因此在有限地埤與二次加工間，購屋消費者此因子也是其考量之處。而排序第三的(B9)施工難易，購屋消費者會將其列入最後因子，乃認為建設公司出售完整及品質佳的房屋為建設公司之完全責任，於工程技術問題

或衍生之事項，建設公司將概括承受無以推卸責任。

第二層級於(A5)建築物規劃的層級分析結果，在三項因子中，(B12)坪效(可實際利用空間)佔有權重為 0.401、(B13)格局為 0.367、(B14)外觀為 0.232。C.I. 值為 0.044、C.R. 值為 0.076，皆小於 0.1，符合一致性檢定。而(A5)建築物規劃評估因子權重大小，由大至小排序為(B12)坪效(可實際利用空間)>(B13)格局>(B14)外觀。因此顯示出在建築物規劃評估因子中，於相對於相同(B12)地埤時的空間利用，如方正大小的地埤較能設計出充分使用的空間，更勝畸零地在建築物本體外的浪費。這也是購屋消費者的優先考量因子。再續接於後排序為二的(B13)格局，所占權重也緊接於後，在此項因子中，民眾在一天內生活於屋內空間占有很長的時間，而室內活動空間的舒適度與合適度，則會因規劃設計出的格局大小、位置及房間數量等條件而受影響。因此消費購屋者購屋時，也常把此項因子放在全家合宜入住否的評估中。而排序第三的(B14)外觀，則因每個人的審美觀點不同，有喜歡外觀線條簡簡單單乾淨利落，有人喜歡較複雜多層次設計，因而對於外觀也大多不將其視為最重要的考量。

表6所示中，在總共五大構面，共14項評估因子下的排序，依各別總權重大小排序如後，(B7)購屋消費者貸款繳款能力(0.151)>(B8)建設公司開發資金能力(0.097)>(B3)周邊環境(0.093)>(B12)坪效(可實際利用空間)(0.088)>(B2)生活機能(0.081)>(B13)格局(0.080)>(B1)交通便利性(0.070)>(B5)房價接受度(0.059)>(B4)未來增值空間(0.056)>(B11)周邊鄰居(0.053)>(B10)政府法規(0.052)>(B14)外觀(0.051)>(B9)施工難易(0.04)>(B6)建設公司開發成本(0.030)。從以上排序中，以前五名而言，可看出(B7)購屋消費者貸款繳款能力乃列為所有整體評估因子的首位，畢竟偏向大多數保守的購屋消費者當其作選擇房屋時，會將其考慮的是我的資金充不充足，向銀行貸款以後須要多少年的還款能力是否足夠或是將影響生活的開銷。排序第二為(B8)建設公司開發資金能力，代表購屋消費者對建設公司開發建案的信心度。如果沒有財務健全的建設公司則對於之後開發建案的營造工程資金的需求，必會有影響其工程的進行時程及工期，甚至無法順利完工。排序第三為(B3)周邊環境，一般民眾對於生活環境品質的要求都是越越來越重視，因而對於周邊環境的嫌惡設施，環境的整潔、噪音的存在或不良場所等，皆會是考慮的因子。排序第四為(B12)坪效(可實際利用空間)，在建築物外所座落的土地上，多出難以使用的畸零地，但購屋者仍需承擔其土地價金，也將是會被購屋消費者列入重要考慮中。排序第五為(B2)生活機能，代表對於食衣住行的需求，一般民眾都希望謀求方便性，如餐廳、超商、百貨公司或金融機構都離住屋不遠處，出門即可很快到達，因此在重視度上能列於此序位。而對於排序最後的五項因子為(B11)周邊鄰居、(B10)政府法規、(B14)外觀、(B9)施工難易、(B6)建設公司開發成本而言，前3項彼此權重上相去不遠。而對於後兩項因子，購屋消費者會認為只要建設公司交付於他們的房屋是符合當初購屋時規劃設計及購屋契約書上的承諾事項，才是其所關心的。對建設公司於營造時期的困難度或銷售房屋後利潤的減少，並不是其在乎的問題。

5-2 建設公司與購屋消費者間對於建案產品規劃定位間相關之比較

在本研究中，從文獻探討與專家訪談中，由建設公司開發新建案規劃設計定位為出發點，所架構出的構面

因子，再制訂問卷由購屋消費者勾選的回收問卷中，歸納出建設公司與購屋消費者評估因子認知之差異，如表7所示，並說明於後。

表 7. 建設公司與購屋消費者評估因子認知之差異

構面主因子 (第一層)	構面因子 (第二層)	差異性	
		建設公司	購屋消費者
地點選擇 (A1)	(B1)交通便利性	影響購地成本	外出方便
	(B2)生活機能	影響購地成本	購物、洽公方便
	(B3)周邊環境	影響客源	影響居住品質
房屋售價 (A2)	(B4)未來增值空間	增加購屋消費者住宅用途外的未來的願景	住宅功能外的資產增值
	(B5)房價接受度	影響客源的吸引力及開發的利潤	購屋金額定位及是否買貴
	(B6)建設公司開發成本	影響開發的利潤	出價的依據
資金 (A3)	(B7)購屋貸款繳款能力	為購屋消費者規劃資金的來源，增加其購屋意願	貸款低利率及歸還貸款規劃考量
	(B8)建設公司開發資金能力	健全的財務來源，支撐正常開發新案	建設公司的健全財力，如期完工交屋
營建風險 (A4)	(B9)施工難易	工程難度，增加發包成本	建設公司自身會克服
	(B10)政府法規	法規限制，增加二次工程	權狀登錄與實際售評不符
	(B11)周邊鄰居	擾鄰問題，影響工程進度	好的鄰居，好互相關照
建築物規劃 (A5)	(B12)坪效(可實際利用空間)	土地充分利用，降低成本	有效使用可用地坪
	(B13)格局	完整的隔局配置，需求控間大，增加建屋成本	滿足全家居住適性的空間
	(B14)外觀	設計漂亮，吸引購買力	漂亮外觀，增添喜歡度

- (B1)交通便利性：較佳的交通路線建置，對於建設公司開發新建案土地的取得 相對也將比座落於狹通道出路位置，要付出更高的土地成本，但對於購屋消費者而言，雖有較佳的交通環境，但也會有較高的購屋價位。
- (B2)生活機能：有條件好的生活圈，也表示房屋基地座落於較熱鬧區域，建設公司開發新建案所獲得的土地，成本也將會高於不熱鬧區域。然於購屋消費者，對於生活所需物品及洽公等需求，不用跑遠購買等，大大的提供了生活上的方便性。
- (B3)周邊環境：住居周邊好的活動環境，對於建設公司的客戶來源將提高購屋消費者買房的意願及對生活的品質，相對提高甚多。如周邊無嫌惡設施等。
- (B4)未來增值空間：購屋消費者購屋考量除了居住外，當經濟所得增及家庭成員增多或其他原因須得換屋，而原住屋現值的增值，也是一筆額外的資金增長。
- (B5)房價接受度：房價的訂定取決於開發產品的土地、營造、及其它間接成本，再加上建設公司要的利潤。因而購屋消費者對於房價高低的取捨，將須要多了解區域性的行情與自身的需求，以判斷這建案產品價位是否合理。
- (B6)建設公司開發成本：建設公司精確控制整個開發案所有成本，才能創造欲得到的經營利潤。購屋消費者對於公司的利潤問題比較不在乎，然懂得越多，則越有利於要求建設公司於售價的折扣。
- (B7)購屋貸款繳款能力：建設公司往往有配合的金融機構，假如能夠讓購屋消費者，爭取較低貸款利率與較高額度，則其將增加購屋意願，易於成交房屋。然對於購屋消費者重中之重的因子，即是資金問題。就是

要能買的起房屋且付得起購屋價金，並且不能重大影響生活基本開銷。

8. (B8)建設公司開發資金能力：建設公司需動用開發新建案的資金，並非是一筆小數目。因而健全的財務來源，支撐正常開發新案，則是建案成功的基本原則。購屋消費者花錢買房屋，並不想碰見交了部分購屋款項，建設公司中途倒閉而跑了的狀況。因此重視建設公司的信譽與財務狀況是必然要重視的。

9. (B9) 施工難易：建設公司將評估工程施工難易度，以因應發包成本的高低及品質的掌握。購屋消費者期待的是花錢購買一個品質佳的良好房屋，於施工問題將認為是建設公司的全責。

10. (B10)政府法規：建設公司於找尋土地、設計規劃、營造等過程中都將審慎評估政府政策、稅金、建築法規等因素，每個環節能影響的建築產品的機率甚高。如二次施工加建，對於營造的複雜性及購屋消費者於產權登錄的正確性，都是重要的一環。

11. (B11)周邊鄰居：一般工程施工對於周邊鄰居於不算短的工期中，多多少少都會造成鄰近環境汙染、交通出入不便、隔鄰屋舍損壞等擾鄰問題，因此建設公司於土地評估、設計規劃初期，對於有可良好溝通管道的鄰居，此皆是需要考慮的要素。不然當遇到問題，周邊鄰居抗爭時，影響工程進度則在所難免。而好的鄰居，對購屋消費者則能有更好的守望相助，促進共同的生活品質與區域治安的安寧。

12. (B12)坪效(可實際利用空間)：建設公司土地的取得，並非每塊地都是方方正正，畸零不規則土地也常能見到。因此有效的在取得土地上作設計規劃戶數及合適大

，花每一分錢要能有其價值，而非增加不便使用之空地。

13. (B13)格局：建設公司把有限土地在內部格局中，規劃設計符合較佳內部空間配置，如客廳、廚房、餐廳、房間、衛浴等，適合各所需的空間。格局配置越能滿足家庭所需，則越能賣相更好。但相對建全合適的格局空間，必將增加建築坪數，且增加成本，影響房屋售價。而購屋消費者會考慮家人需求空間及空間舒適性等，如方正、良好比例及大的房間勝過歪斜、過小的房間等。
14. (B14)外觀：建築物的外觀是此建案的門面，有漂亮美觀的外在設計，都將更吸引購屋消費者的選擇機會。然複雜與較新穎建材，相對營建成本會反映於房價。

六、結論與建議

6-1 結論

建設公司對於新建案的開發往往需要投入甚多金錢，而整個開發案的成敗更是涉及建設公司對於此特定開發案是否能夠創造利潤並維繫公司能常久經營。然房地產不是像一般市場商品般，可於工廠以同樣制式的方式生產。反而開發新建案牽涉的層面也更廣；從土地的開發、產品的定位、設計規劃、銷售等，任何一項最終目的即是建設公司能夠把開發的新建案產品，銷售給予購屋消費者，並從中獲取應有的利潤。而因此在本研究中，兩大對象主軸為建設公司與購屋消費者，因此在本文的研究動機與目的中乃是透過由建設公司為出發點，研議出開發新建案方向的因子，並比較兩者間彼此認知的差異，尋求以後開發新案的依據。故本研究中，層級分析法提供其中的判別與相對重視度。

在五大構面及 14 項評估因子中，經過權重分析後，將依五大構面排序結果先後分開敘述結論如後：

1. (A3)資金的層面在所有因子中，仍是購屋消費者所考慮事項下佔有最優先的位置，不論是對於本身的購屋貸款還款能力或對於建設公司的信譽、財務健全得以完整順利建築物完工交屋，都是其考慮的首要重視。而針對建設公司而言，如果能有效的幫助購屋消費者取得利率低、金額高的資金來源，更會促進其購屋的意願。且建設公司經營開發房地產業，開發資金的齊全充裕，才是保障自身安全經營的基本要素，更能取得良好口碑，得到購屋消費者認同與安全感。
2. (A1)地點選擇的層面被購屋消費者列為評估排序的第二項。針對此項目乃建設公司開發新案的首要面對的土地取得的決策問題。地點佳的土地，在交通便利性、生活機能、周邊環境的較優強度，會相對產生較高的土地成本，而影響房屋的售價。所以建設公司開發新建案時，要能充分調查區域性房屋行情及適合的規劃設計出符合購屋消費者需求的房屋價格及適合的住宅。且不能只靠自由心證，興建曲高和寡的較高價建築物，而影響銷售的進度，降低建設公司利潤的獲得。
3. (A5)建築物規劃的層面，對於購屋消費者居住於內感受是實際有感。先期建設公司取得土地後，要能夠透過本身、建築師、銷售人員集體的各別專業與市場靈敏度提出對策充分討論，不斷對於建築屋設計規劃有效的反覆修正，於建築物的外部土地不消費、內部區區的

公司本身要能有睿智的主導地位，畢竟最後承擔得失的是建設公司。

4. (A2)房屋售價排序位居第四，於此不同的房屋會因土地成本、房屋座落區域、營建成本、稅金及其它衍生成本，而有不同的定價。購屋消費者往往購屋時常很多只概括比較區域同質性建築物產品的房屋價格，而不區分其它的差異。因此建設公司對於房屋價格的訂定，要能將其未來是否有增值空間的條件、現況購屋消費者的接受度及建設公司開發成本，作詳細評估而訂定，以符合公司利益及市場行情。
5. (A4)營建風險位居購面因子排序最後。這部分在建設公司而言，在營造建築物過程中是極為重要，但對於購屋消費者來說，則認為責任歸屬為建設公司。因此建設公司對於工程施工難易、政府法規及周邊鄰居等問題，要能夠在工程發包價金合理下，選擇經驗足、專業性佳、溝通及配合度良好的營造廠，才能使品質優良和工程順利完工交屋。

本研究在歸納文獻探討內各家學者及從事建築業相關有經驗的專業人員中所訂定構面及因子，雖然於前面所談，建設公司的思考出發點與購屋消費者的選擇因子權重排序有不盡相同之處，然而每一項對於建設公司開發新建案規劃設計的定位而言，皆是無比的重要，不管是在適合的地點選擇、營造工程、房屋售價、資金、營建風險及建築物規劃，都是環環相扣在開發過程中。故建設公司要能夠經營成功，創造利潤，則必步步為營，重視每個環節。

6-2 建議

本研究的立意為從建設公司開發新建案的設計規劃定位為出發點，因此往後對於後繼研究相關議題人員有如下幾點建議：

1. 對建設公司所影響層面的構面及因子的訂定，在涵蓋面如能夠更精準的列出，則回收問卷調查後的分析結果將能更細緻反映購屋消費者的需求，以利建設公司調整開發新建案的方向。
2. 充分使購屋消費者了解問卷調查每樣構面及因子的含意，減少所答問卷因子與因子間的邏輯矛盾性，趨使問卷符合一致性的原則。
3. 針對研究對象與區域，如能更詳細的化分及資料的蒐集並歸類與探討，則能使建設公司於開發新建案時，可依不同的對象喜好與區域特性，設計規劃出更能符合購屋消費者需求的房屋。

參考文獻

1. 錢世皓 (1995)。房地產投資區位的選擇，台北市：詹氏書局。
2. 張金鶚 (1998)。房地產投資與決策分析。台北市：華泰書局。
3. 黃瓊瑤 (1999)。建設公司經營與管理實務。台北市：詹氏書局。
4. 林思瑢 (2001)。以財務及非財務性指標評估建築投資業經營績效之研究。國立中央大學土木工程學系研究所碩士論文，桃園市。

- 。台北市：華泰文化事業。
6. 吳耿東 (2003)。不動產投資分析。台北市：文笙書局。
 7. 林左裕 (2003)。不動產投資管理。台北市：致勝文化事業有限公司。
 8. 許戎聰 (2003)。不動產投資評估指標建構之研究-以建設公司觀點。國立台灣大學管理學院知識管理組研究所碩士論文，台北市。
 9. 謝金隆 (2004)。休閒不動產開發模式暨投資策略之研究。世新大學觀光學研究所碩士論文，台北市。
 10. 李順賓 (2009)。建築個案產品定位與目標市場銷售策略之研究-以誠銘建設為例。開南大學企業與創業管理學系碩士論文，台南市。
 11. 何幸秋 (2009)。M 型社會對房地產推案產品定位的關聯性-以竹北 2 期、3 期集合式大樓住宅為例。國立交通大學理學院網路學習學程碩士班，新竹市。
 12. 趙有義 (2012)。產品屬性與公司能力對公司績效之探討以 SL 建設公司為例。國立中興大學高階經理人碩士在職專班學位論文，台中市。
 13. 游武龍 (2013)。行銷創意建築分析-以宏普建設台北官邸為例。國立台灣科技大學管理研究所碩士論文，台北市。
 14. 劉艾紋 (2015)。房地產行銷規劃之研究-以 H 建案為例逢甲大學電子商務碩士論文，台中市。
 15. 徐義平 (2018)。《北市房貸太沉重五成家庭逾 1/3 收入繳房貸》。自由時報，取自：
<https://ec.ltn.com.tw/article/breakingnews/2379538>
 16. 王莞甯 (2019)。《9 月五大銀行房貸利率降至 1.615%創歷史新低》。鉅亨網，取自：
<https://news.cnyes.com/news/id/4399691>
 17. 郭慧燈 (2021)。探討房地合一稅制下建設公司的經營決策模型。東吳大學會計學系碩士論文，台北市。
 18. 洪益源 (1983)。高雄市住屋市場區隔之研究。國立台灣大學商學系碩士論文，台北市。
 19. 郭育志 (1990)。台北市民生活型態對購屋行為之動機、評估準則、態度因素影響之研究。國立台灣大學商學系碩士論文，台北市。
 20. 王啟聰 (1996)。台中市購屋者對住宅需求之研究。逢甲大學土地管理系碩士論文，台中市。
 21. 陳彥仲 (1997)。住宅選擇之程序性決策模式。住宅學報，第 5 期，37-49。
 22. 李信佩 (1997)。家戶組成對住宅租購選擇影響之研究 -以台北市為例。國立政治大學地政系，碩士論文，台北市。
 23. 戚靜玟 (1998)。住宅市場區隔與購屋行為之研究。國立台灣科技大學管理技術系碩士論文，台北市。
 24. 黃俊英 (2000)。行銷管理－策略性的觀點。台北市：華泰書局。
 25. 張春龍 (2000)。住宅選擇模型之研究-以台南市為例。長榮管理學院經營管理研究所碩士論文，台
 26. 翁志賢 (2001)。消費者購屋行為之探討-品牌權益、品牌態度與購屋評估準則對購屋意圖之影響。國立成功大學企業管理系碩士論文，台南市。
 27. 吳錦碧 (2002)。台北市與高雄市成屋價格影響因素比較之研究。朝陽科技大學碩士論文，台北市。
 28. 林建華 (2002)。承租戶租金負擔能力之分析-台北地區及台南地區之比較。國立成功大學都市計劃系碩士論文，台南市。
 29. 賴慧蓉 (2007)。消費者購屋決策模式之建立-以台中市透天別墅為例。朝陽科技大學企業管理系碩士論文，台中市。
 30. 章錦釗 (2008)。影響預售住宅銷售率之因素分析。國立中央大學土木工程學系碩士論文，桃園市。
 31. 曾令雄 (2008)。台北地區住宅產品定位與策略之研究-以個案公司為例。國立台北大學企業管理學系碩士論文，台北市。
 32. 吳家韻 (2015)。消費者購屋決策因素之研究-以苗栗縣竹南、頭份鎮軍公教人員為例。育達科技大學行銷與流通管理所碩士論文，苗栗縣。
 33. 盧正恭 (2017)。首購族購屋偏好與延遲購買行為之研究。南臺科技大學高階主管企管碩士論文，台南市。
 34. 郭晉豪 (2017)。消費者購屋決策模式之研究-以高雄地區為例。國立中山大學經濟學研究所碩士論文，高雄市。
 35. 廖敏婉 (2017)。台中市房地產經營行銷產業策略管理。亞洲大學經營管理學系碩士論文，台中市。
 36. 楊洺濤 (2019)。房地產選購因素以及相對的重要性相關研究。國立臺灣師範大學管理學院高階經理人企業管理碩士論文，台北市。
 37. 黃文進 (2019)。結合層級分析法與地理資訊系統輔助房地產購置決策之探討-以新竹縣市為例。國立中央大學管理學院碩士論文，桃園市。
 38. 林文敏 (2008)。運用層級分析法於高雄市房地產之實證研究。正修科技大學經營管理研究所碩士論文，高雄市。
 39. 賀天駒 (2012)。運用層級分析法探討消費者購屋決策因素-以大高雄地區為例。國立屏東科技大學工業管理系所碩士論文，屏東市。
 40. 林耿玉 (2019)。應用層級分析法探討營建產業顧客價值提升之關鍵因素。國立屏東科技大學高階經營管理碩士論文，屏東市。
 41. 黃營芳 (2003)。以層級分析法分析海生館委外經營模式之關鍵成功因素，工程科技與教育學刊 5.2，pp.200-222。
 42. 鄧振源、曾國雄 (1989)。層級分析法(AHP)的內涵特性與應用。中國統計學報。

主題 F. 建築外牆性能與診斷

Building exterior wall performance and diagnosis

外牆瓷磚接著劑於模擬酸雨條件下之抗拉強度比較 - 以不同砂漿板進行酸雨模擬比較

Discussion on the tensile strength of external wall tile adhesive under simulated acid rain conditions-Comparison of acid rain simulation with different mortar boards

翁佳樑^a、卓唯巨^b

Chia-Liang Weng^a, Wei-Syuan Zhuo^b

^a 國立高雄科技大學營建工程系副教授 Associate Professor, Department of Construction Engineering, National Kaohsiung University of Science and Technology

^b 國立高雄科技大學營建工程系碩士班研究生 Graduate Student, Department of Construction Engineering, National Kaohsiung University of Science and Technology

論文資訊

論文審查紀錄：

受稿日期

2022 年 05 月 25 日

審查通過日期

2022 年 05 月 28 日

關鍵詞：

瓷磚、彈性接著劑、酸雨、抗拉強度、益膠泥

通訊作者：

翁佳樑

電子郵件地址：

clweng@nkust.edu.tw

Article Info

Article history:

Received 25 May 2022

Accepted 28 May 2022

Keywords:

Tile, elastic adhesive, acid rain, tensile strength, high polymer mortar

Corresponding author:

Chia-Liang Weng

E-mail address:

clweng@nkust.edu.tw

摘要

台灣建築物外牆多採用瓷磚作為飾面材料，但近年來外牆瓷磚剝落造成民眾傷亡事件頻頻發生，早期日本也曾經發生住宅外牆瓷磚掉落造成民眾死亡之憾事，因次外牆瓷磚剝落之議題也逐漸受到各界重視，台灣與其他中高度發展國家大致相同，在相同的工業化發展下，氣候變遷對於地表物的傷害也是不容小覷，尤其是酸雨的發生更是影響大眾的生活，雨水酸化情形有可能使建築物表面的瓷磚、塗層因此劣化而剝落，造成破壞，進而危害人民生命財產安全。在台灣的外牆工程上多半採用益膠泥，而與台灣鄰近的日本在早期就發展出一種彈性接著劑，適用於內外牆的瓷磚黏貼，但因日本的打底層與台灣之打底層相當特性不同，因此本研究欲探討在不同砂漿板模擬酸雨條件下，以 CNS12611 及 CNS16064 規範進行試驗模擬，其接著劑之抗拉強度是否會有所差異。實驗結果顯示在不同砂漿板下，若採用彈性接著劑，抗拉強度較無明顯之差異，若採用益膠泥，則日製砂漿板會有較好的抗拉強度，且在不同條件下，採用彈性接著劑會有較穩定的抗拉強度。

Abstract

The exterior walls of buildings in Taiwan mostly use ceramic tiles as the finishing material. However, in recent years, the peeling of the exterior wall tiles has caused frequent casualties. In the early days of Japan, there were also regrets that people died due to the falling of the exterior wall tiles. The issue of wall tile peeling has gradually attracted attention from the society and industries. Under the same industrialization development, the damage of climate change to surface objects should not be underestimated, especially the occurrence of acid rain. In daily life, the acidification of rainwater may cause the tiles and coatings on the building surface to deteriorate and peel off, causing damage and affecting public safety. Most of the exterior wall projects in Taiwan use high polymer mortar. Japan has developed an elastic adhesive in the early days, which is suitable for tile sticking and caulking of internal and external walls. However, since the bottom layer in Japan is quite different from the bottom layer in Taiwan, this research attempt to discuss how to simulate acid rain with different mortar boards. Carry out the test simulation with CNS12611 and CNS16064 specifications, whether the tensile strength of the adhesive will be different. The experimental results show that under different mortar boards, if the elastic adhesive is used, there is no obvious difference in the tensile strength. Elastic adhesive will have more stable tensile strength

一、研究動機與目的

1-1 研究動機

在台灣，絕大多數建築物外牆採用瓷磚作為飾面材料，但外牆瓷磚卻容易因各式原因造成剝落傷人事件。其產生剝落之原因有很多種，其中包含瓷磚品質、種類及背溝形式不佳、接著劑之材料及施工品質不佳、瓷磚之張貼工法不佳、打底層之品質不佳等等。外牆瓷磚系統中可分為打底層、黏著層及瓷磚本體等介面，目前台灣對於打底層的研究較少，且難以改變台灣建築現況，因為現場施工師父多採用經驗法則（標準為 1（水）：3（砂）：1（水泥））來調配，但實際配比卻因人而異。其實際的粒徑及配比的用量會影響到打底層的品質，且日本早期已定下打底層標準作業流程，甚至近年多採用標準配比包裝之打底材，但台灣卻沒有相關規範訂定。

在台灣大多數外牆瓷磚皆採用益膠泥作為瓷磚接著劑，因應外牆打底層品質不穩定的情況，日本早期已研發出彈性接著劑應對，彈性接著劑有較優良的抗拉強度、變形吸收力、較高的耐久性及品質穩定性等，因此在日本的普及率已逐漸升高。相較於日本，台灣目前外牆瓷磚大多採用益膠泥為主要之接著劑，雖然彈性接著劑有相當多的好處，但於台灣實際採用者卻相當少見，且台灣與日本之氣候大不相同，因此彈性接著劑在台灣的適用性及推廣對策值得進行進一步的探討。

因台灣部分地區酸雨情形嚴重，為了了解彈性黏著劑在台灣特殊酸雨環境下的性能表現，再加上討論台灣本土打底材特性與日本打底層特性之區別，本次研究採用台灣配比之自製砂漿板及日本製砂漿板，進行模擬酸雨試驗，比較彈性接著劑與益膠泥在酸雨環境下的抗拉強度，以供後續材料應用之參考。

1-2 研究目的

近幾年外牆瓷磚剝落新聞層出不窮，但卻沒有相關規範可供依循，其中外牆瓷磚剝落有相當多的原因，在工業先進的日本外牆打底層施作有訂定一程序，但台灣並無打底層相關規範，且日本為了解決外牆瓷磚剝落的

問題開發出一種彈性接著劑，且其應用也日漸普及。為瞭解日本所開發之彈性接著劑在台灣的適用性，本研究採用目前台灣常使用的益膠泥與日本的彈性黏著劑，比較兩者在不同表面緻密程度之砂漿板材組合下，面對酸雨模擬情形下之抗拉強度變化，相關結果希望可提供未來研擬相關規範之參考。

二、文獻回顧

2-1 外牆瓷磚系統

在外牆瓷磚系統中存在著各種材質不同之介面，會因許多原因造成不同材質介面劣化脫層造成損壞，其中常見的破壞多由黏著劑破壞，打底層破壞的情形也不在少數，若為打底層或與結構體之間的介面破壞（圖 1），剝落之瓷磚量體可能影響社會大眾的生命財產安全。



圖 1. 各式外牆瓷磚剝落樣態

2-2 實驗相關研究

既往研究中，「高層建築外牆瓷磚打底層與防水層對黏著強度影響之研究」實驗分析後發現，外牆瓷磚黏著前灑水及不施作防水層可以使牆面有更好的拉拔強度（洪偉修，2016）。「基材板含水率與瓷磚黏著劑用水量多寡之交互影響研究」中提到接著劑之開放時間與基材板之含水率有明顯的關聯性，若基材板過於乾燥容易使瓷磚黏著劑水分散失，無法完全水化，造成接著劑無

法提供有效的抗拉拔強度(黃律圍, 2018)。「建築外牆瓷磚用接著劑強度比較與分析之研究-以市售有機接著劑與無機接著劑為例」發現有機接著劑比無機接著劑更適用於台灣的外牆張貼施工,能有效降低瓷磚掉落的風險(宋怡青, 2018)。

「台灣地區酸雨變化趨勢」提到因台灣為海洋性氣候島嶼,但又受到大陸性氣候的影響,所以酸性物質容易藉由季風的吹拂而降落至台灣形成酸雨,台灣北部與東部在冬季時 pH 值有明顯下降,中南部地區在夏季時 pH 值有明顯下降(陳郁欣, 2019)。

三、研究方法

3-1 自製砂漿板

本研究以砂漿板為第一變因,瓷磚接著劑為第二變因,砂漿板製作方法原先依據 CNS 13585 鋁質水泥壩料抗壓及抗彎強度試驗法採用之歐體標準砂,後因實驗限制,故採用 CNS 387 建築用砂之壩牆用砂,及參考 CNS 16064 外裝壁磚用低模數接著劑規定之水灰比,但因砂的含水量低於 0.5%,所以將試體水灰比調整至 0.67,因此用水量為 400g、砂為 1,800g、水泥用量為 600g,依序將砂、水泥、水置入攪拌機,依據 CNS16064 規定之時間進行拌合,拌合後將砂漿倒入模具進行搗實,待一天後拆模,進行水中養護,水中養護七天後再取出塗佈瓷磚接著劑,並與日製砂漿板(表 1)同步進行瓷磚黏貼。

3-2 試驗方法

將自製砂漿板及日製砂漿板編碼後進行黏著劑塗佈,塗佈後用恆溫恆濕養護 28 天(圖 2),取出後進行酸雨模擬,其中酸鹼值參考為交通部中央氣象局長期觀測數據及酸雨定義為 pH 5,考量觀測數據最低達 4.2,故酸鹼值訂定為 pH 4,浸漬方式參考 CNS12611 及 CNS16064,因本試驗考量台灣之雨水酸鹼度,因此參考規範之浸漬時間、循環數、溫度及判讀標準,修改其鹼水浸漬與水中浸漬之溶液酸鹼性,以符合本次實驗之

需求,其中分為重複乾燥及酸水中浸漬與酸水中浸漬,其浸漬時間參考(表 2)重複乾燥及水中浸漬一循環為 24 小時(4 小時浸漬,20 小時進入烘箱進行乾燥)需浸漬 4 循環;鹼(替換為酸)水中浸漬須於水中浸漬 48 小時,因上述兩項處理條件皆為劣化試驗,因此判定合格標準為 3kg/cm²。

表 1. 自製砂漿板與日製砂漿板之比較

項目	配比	通過試驗篩之質量百分數	參考規範
自製砂漿板	4.5mm (No.4)	100	CNS 13585
	2.36mm (No.8)	95~100	CNS 16064
	1.18mm (No.16)	20~85	CNS 386
	0.6mm (No.30)	5~25	CNS 387
	0.3mm (No.50)	0~15	
日製砂漿板	2.00	0	CNS 13585
	1.60	7±5	JIS A 5557
	1.00	33±5	
	0.50	67±5	
	0.16	87±5	
	0.08	99±1	



圖 2. 試體之標準養護

表 2. 養護條件及處理條件 (文獻 1、3)

條件	項目	hr	°C	濕度	判讀標準
養護條件	標準養護	672	23±2	50±10%	6kg/cm ²
	重複乾燥及水中浸漬	4	23±2	水中	3kg/cm ²
處理條件	中浸漬	20	60±2	50±10%	
	鹼水浸漬	48	23±2	溶液浸漬	3kg/cm ²

此為一個循環，進行四次

本次試驗結果發現模擬酸雨 (pH 4) 的條件下，彈性接著劑不論是搭配自製砂漿板或是日製砂漿板都有至少 4 kg/cm² 拉拔強度，經過重複浸漬及乾燥搭配日製砂漿板的瓷磚拉拔強度 (圖 3) 最低至 4.562 kg/cm²，最高也有 8.176 kg/cm²，從試驗的位移量來看且彈性接著劑在破壞時最大可到達 3.39mm 的位移程度，相較於益膠泥，彈性接著劑並非直接破裂掉落而是尚有部分與砂漿板連接，所以才有如此之伸長量，拉拔後斷面如表 2 及表 3 所示，彈性接著劑至少有 50% 的內聚破壞，依據規範 CNS 16064 規定中提到進行劣化模擬的內聚破壞若在 40~60% 內或抗拉強度到達 3kg/cm² 的拉拔強度即合格，再者可看到自製砂漿板表面相當粗糙，但彈性接著劑與表面也未有顯見的接著劑與砂漿板之間的介面破壞，試驗前也有進行瓷磚的吸水率試驗，瓷磚吸水率為 0.5% 以下，為瓷質之瓷磚，彈性接著劑於瓷磚背

四、實驗結果分析

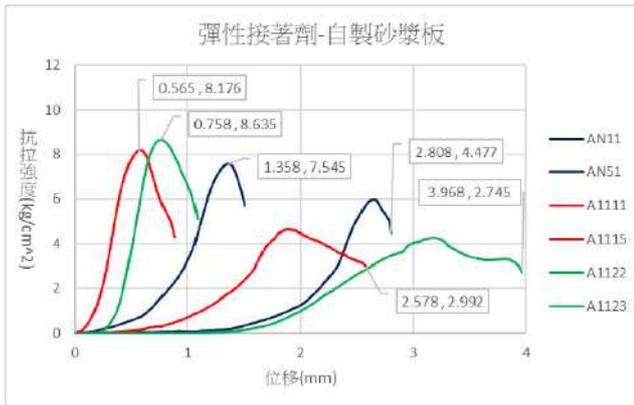


圖 3. 自製砂漿板與彈性接著劑組合之抗拉強度

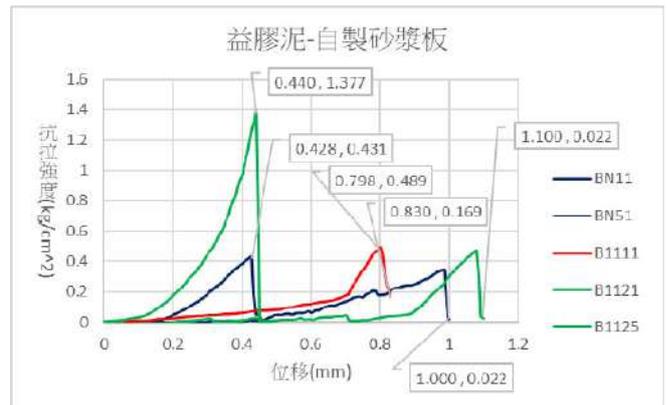


圖 5. 自製砂漿板與益膠泥組合之抗拉強度

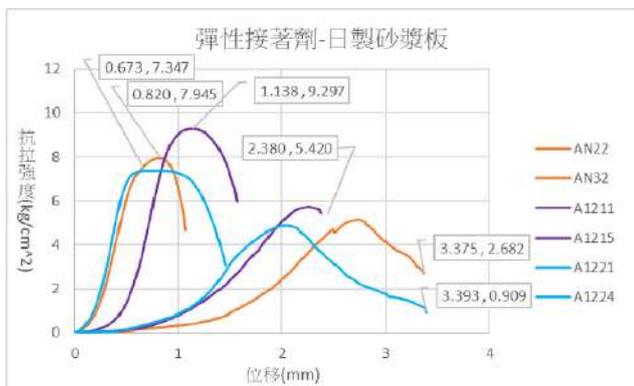


圖 4. 日製砂漿板與彈性接著劑組合之抗拉強度

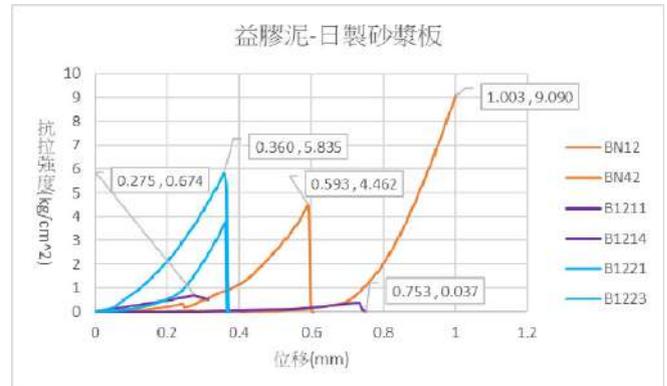


圖 6. 日製砂漿板與益膠泥組合之抗拉強度

面亦緊密貼附，並未有低於 40%之內聚破壞情形發生，（內聚破壞僅有一組樣本該組發生破壞原因為 AB 膠脫落，故不列入該次計算內）。

反觀採用益膠泥的砂漿板，在模擬酸雨情形下自製砂漿板及日製砂漿板比起彈性接著劑有更為明顯的差異，在自製砂漿板搭配彈性接著劑的條件下，可以發現益膠泥最高僅有 1.377kg/cm² 的拉拔強度最低的拉拔強度甚至只有 0.347 kg/cm²，且破壞模式觀察後發現，若其到達最大之拉力值後，會應力會急速下降，此時位移為零，且實驗中發現到達最大拉力就會產生脫層的情形，因此當此情形發生於外牆時，並未有可反應或可修補之延遲時間。

在日製砂漿板與益膠泥之組合下，有一組對照組達到高達 9.09 kg/cm² 的抗拉強度，經過劣化後的抗拉強度亦有高於標準 3kg/cm² 的表現，最高達到 5.853 kg/cm²，仔細觀察試體破壞之斷面後發現(表 4、表 5)，採用益膠泥之砂漿板有一個對照組及一組試驗組為內聚破壞，其餘者多數為介面破壞，經由觀察斷面後發現，接著劑之界面若為吸水性材質，容易使含有水分之接著劑因水分被吸收，使打底層與接著劑之間可以有效水化，但相對另一側無法完全水化，導致瓷磚接著劑無法完全發揮效用，若接著劑發生無法完全水化之情形，容易使瓷磚因震動、自重而脫落，在彈性接著劑中，介面破壞發生率為 1%，由此可知，因彈性接著劑為高分子接著劑不需拌合水進行水化，而是藉由空氣進行化學反應，因此彈性接著劑不會發生水分喪失之問題。

 <p>檢測日期 檢測案名 檢測編號 接著劑 強度</p> <p>A1111 94</p>	
A1111	A1111 斷面照片
 <p>檢測日期 檢測案名 檢測編號 接著劑 強度</p> <p>A1115 166</p>	
A1115	A1115 斷面照片
 <p>檢測日期 檢測案名 檢測編號 接著劑 強度</p> <p>A1122 175</p>	
A1122	A1122 斷面照片
 <p>檢測日期 檢測案名 檢測編號 接著劑 強度</p> <p>A1123 87</p>	
A1123	A1123 斷面照片

表 3. 自製砂漿板與彈性接著劑組合之斷面照片

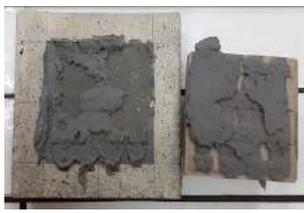
 <p>檢測日期 檢測案名 檢測編號 接著劑 強度</p> <p>AN11 153</p>	
AN11	AN11 斷面照片
 <p>檢測日期 檢測案名 檢測編號 接著劑 強度</p> <p>AN51 121</p>	
AN51	AN51 斷面照片

表 4. 日製砂漿板與彈性接著劑組合之斷面照片

 <p>檢測日期 檢測案名 檢測編號 接著劑 強度</p> <p>AN22 105</p>	
AN22	AN22 斷面照片
 <p>檢測日期 檢測案名 檢測編號 接著劑 強度</p> <p>AN32 161</p>	
AN32	AN32 斷面照片

<table border="1"> <tr><td>檢測日期</td><td></td></tr> <tr><td>檢測案名</td><td></td></tr> <tr><td>檢測編號</td><td>A1211</td></tr> <tr><td>接著強度</td><td>188</td></tr> </table>	檢測日期		檢測案名		檢測編號	A1211	接著強度	188	
檢測日期									
檢測案名									
檢測編號	A1211								
接著強度	188								
A1211	A1211 斷面照片								
<table border="1"> <tr><td>檢測日期</td><td></td></tr> <tr><td>檢測案名</td><td></td></tr> <tr><td>檢測編號</td><td>A1215</td></tr> <tr><td>接著強度</td><td>116</td></tr> </table>	檢測日期		檢測案名		檢測編號	A1215	接著強度	116	
檢測日期									
檢測案名									
檢測編號	A1215								
接著強度	116								
A1215	A1215 斷面照片								
<table border="1"> <tr><td>檢測日期</td><td></td></tr> <tr><td>檢測案名</td><td></td></tr> <tr><td>檢測編號</td><td>A1221</td></tr> <tr><td>接著強度</td><td>99</td></tr> </table>	檢測日期		檢測案名		檢測編號	A1221	接著強度	99	
檢測日期									
檢測案名									
檢測編號	A1221								
接著強度	99								
A1221	A1221 斷面照片								
<table border="1"> <tr><td>檢測日期</td><td></td></tr> <tr><td>檢測案名</td><td></td></tr> <tr><td>檢測編號</td><td>A1224</td></tr> <tr><td>接著強度</td><td>149</td></tr> </table>	檢測日期		檢測案名		檢測編號	A1224	接著強度	149	
檢測日期									
檢測案名									
檢測編號	A1224								
接著強度	149								
A1224	A1224 斷面照片								

表 5. 自製砂漿板與益膠泥組合之斷面照片

<table border="1"> <tr><td>檢測日期</td><td></td></tr> <tr><td>檢測案名</td><td></td></tr> <tr><td>檢測編號</td><td>BN11</td></tr> <tr><td>接著強度</td><td>7</td></tr> </table>	檢測日期		檢測案名		檢測編號	BN11	接著強度	7	
檢測日期									
檢測案名									
檢測編號	BN11								
接著強度	7								
BN11	BN11 斷面照片								
<table border="1"> <tr><td>檢測日期</td><td></td></tr> <tr><td>檢測案名</td><td></td></tr> <tr><td>檢測編號</td><td>BN51</td></tr> <tr><td>接著強度</td><td>9</td></tr> </table>	檢測日期		檢測案名		檢測編號	BN51	接著強度	9	
檢測日期									
檢測案名									
檢測編號	BN51								
接著強度	9								
BN51	BN51 斷面照片								

<table border="1"> <tr><td>檢測日期</td><td></td></tr> <tr><td>檢測案名</td><td></td></tr> <tr><td>檢測編號</td><td>B1111</td></tr> <tr><td>接著強度</td><td>10</td></tr> </table>	檢測日期		檢測案名		檢測編號	B1111	接著強度	10	
檢測日期									
檢測案名									
檢測編號	B1111								
接著強度	10								
B1111	B1111 斷面照片								
<table border="1"> <tr><td>檢測日期</td><td></td></tr> <tr><td>檢測案名</td><td></td></tr> <tr><td>檢測編號</td><td>B1121</td></tr> <tr><td>接著強度</td><td>10</td></tr> </table>	檢測日期		檢測案名		檢測編號	B1121	接著強度	10	
檢測日期									
檢測案名									
檢測編號	B1121								
接著強度	10								
B1121	B1121 斷面照片								
<table border="1"> <tr><td>檢測日期</td><td></td></tr> <tr><td>檢測案名</td><td></td></tr> <tr><td>檢測編號</td><td>B1125</td></tr> <tr><td>接著強度</td><td>28</td></tr> </table>	檢測日期		檢測案名		檢測編號	B1125	接著強度	28	
檢測日期									
檢測案名									
檢測編號	B1125								
接著強度	28								
B1125	B1125 斷面照片								

表 6. 日製砂漿板與益膠泥組合之斷面照片

<table border="1"> <tr><td>檢測日期</td><td></td></tr> <tr><td>檢測案名</td><td></td></tr> <tr><td>檢測編號</td><td>BN12</td></tr> <tr><td>接著強度</td><td>274</td></tr> </table>	檢測日期		檢測案名		檢測編號	BN12	接著強度	274	
檢測日期									
檢測案名									
檢測編號	BN12								
接著強度	274								
BN12	BN12 斷面照片								
<table border="1"> <tr><td>檢測日期</td><td></td></tr> <tr><td>檢測案名</td><td></td></tr> <tr><td>檢測編號</td><td>BN42</td></tr> <tr><td>接著強度</td><td>90</td></tr> </table>	檢測日期		檢測案名		檢測編號	BN42	接著強度	90	
檢測日期									
檢測案名									
檢測編號	BN42								
接著強度	90								
BN42	BN42 斷面照片								
<table border="1"> <tr><td>檢測日期</td><td></td></tr> <tr><td>檢測案名</td><td></td></tr> <tr><td>檢測編號</td><td>B1211</td></tr> <tr><td>接著強度</td><td>14</td></tr> </table>	檢測日期		檢測案名		檢測編號	B1211	接著強度	14	
檢測日期									
檢測案名									
檢測編號	B1211								
接著強度	14								
B1211	B1211 斷面照片								

<table border="1"> <tr><td>檢測日期</td><td></td></tr> <tr><td>檢測案名</td><td></td></tr> <tr><td>檢測編號</td><td>B1214</td></tr> <tr><td>接著強度</td><td>8</td></tr> </table>	檢測日期		檢測案名		檢測編號	B1214	接著強度	8	
檢測日期									
檢測案名									
檢測編號	B1214								
接著強度	8								
B1214	B1214 斷面照片								
<table border="1"> <tr><td>檢測日期</td><td></td></tr> <tr><td>檢測案名</td><td></td></tr> <tr><td>檢測編號</td><td>B1221</td></tr> <tr><td>接著強度</td><td>118</td></tr> </table>	檢測日期		檢測案名		檢測編號	B1221	接著強度	118	
檢測日期									
檢測案名									
檢測編號	B1221								
接著強度	118								
B1221	B1221 斷面照片								
<table border="1"> <tr><td>檢測日期</td><td></td></tr> <tr><td>檢測案名</td><td></td></tr> <tr><td>檢測編號</td><td>B1223</td></tr> <tr><td>接著強度</td><td>76</td></tr> </table>	檢測日期		檢測案名		檢測編號	B1223	接著強度	76	
檢測日期									
檢測案名									
檢測編號	B1223								
接著強度	76								
B1223	B1223 斷面照片								

五、結論與建議

5-1 結論

1. 砂漿板表面緻密程度對不同黏著劑之影響有差異：

在實驗結果分析中發現，砂漿板緻密程度會影響到黏著劑的選擇，若是砂漿板表面粗糙、吸水率高，則容易使水硬型接著劑（益膠泥）水化不完全，間接導致瓷磚容易脫層剝落；當砂漿板表面愈緻密，接著劑的水分就不容易被砂漿板搶走，可有效產生水化反應產生一定接著效力。但若採用彈性接著劑，因其接著機理與水分無涉，不論砂漿板的表面緻密程度如何，皆可有效獲得一定的接著強度。因此若以台灣普遍打底層品質參差不齊的現況來說，普遍採用之益膠泥有一定程度的風險存在，若採用彈性接著劑，則可確保一定程度的接著強度。

2. 酸性環境下對不同黏著劑之影響有差異：

在模擬酸雨環境（pH 4）的情形下，採用彈性接著劑的組合皆能比益膠泥的組合有更穩定的接著強度，顯示其在台灣部分酸雨環境下仍具一定程度的安全性。

5-2 建議

經由本次實驗結果，列舉以下建議：

1. 彈性接著劑對於緻密或粗糙且高吸水率之打底層皆能有穩定的接著強度，應可適用在台灣常見品質較不穩定的現場拌和打底層上。
2. 在模擬酸雨的條件下彈性接著劑依舊能發揮接著劑的穩定強度，若用在台灣某些較惡劣之環境條件下，可具一定程度的適用性。
3. 本研究僅針對模擬酸雨（pH 4）條件下進行實驗，後續建議可對不同酸鹼度條件下的組合進行更細緻的討論，以釐清此變因對接著劑的影響程度。

六、參考文獻

1. CNS 12611 (2011)。陶瓷面磚用接著劑。經濟部標準檢驗局，中華民國國家標準。
2. CNS 13585 (1996)。鋁質水泥壩料抗壓及抗彎強度試驗法。經濟部標準檢驗局，中華民國國家標準。
3. CNS 16064 (2018)。外庄壁磚用低模數接著劑。經濟部標準檢驗局，中華民國國家標準。
4. CNS 387 (1993)。建築用砂。中華民國國家標準。
5. 宋怡青 (2018)。建築外牆瓷磚用接著劑強度比較與分析之研究-以市售有機接著劑與無機接著劑為例。國立臺北科技大學建築系建築與都市設計碩士論文，台北市。
6. 洪偉修 (2016)。高層建築外牆瓷磚打底層與防水層對黏著強度影響之研究。國立高雄大學都市發展與建築研究所碩士論文，高雄市。
7. 陳郁欣 (2019)。台灣地區酸雨變化趨勢。國立臺灣海洋大學海洋環境資訊系碩士論文，基隆市。
8. 黃律圍 (2018)。基材板含水率與瓷磚黏著劑用水量多寡之交互影響研究。健行科技大學土木工程系空間資訊與防災科技碩士論文，桃園市。

謝誌

本研究由日商思敏打硬股份有限公司（セメダイン株式会社 / CEMEDINE CO., LTD.）提供部分研究經費，使研究能順利完成，特此致謝。

台灣外牆石材插銷式工法孔洞填充材之安全性探討

Discussion on the safety of dowel anchorage system hole filling material for building exterior wall stone in Taiwan

翁佳樑^a、蔡秉宏^b、方晨昇^c

Chia-Liang Weng^a, Bing-Hung Tsai^b, Chen-Sheng Fang^c

^a 國立高雄科技大學營建工程系 副教授 Associate professor, Department of Construction Engineering, National Kaohsiung University of Science and Technology

^b 國立高雄科技大學營建工程系 學生 Student, Department of Construction Engineering, National Kaohsiung University of Science and Technology

^c 國立高雄科技大學營建工程系 學生 Student, Department of Construction Engineering, National Kaohsiung University of Science and Technology

論文資訊

論文審查紀錄：

受稿日期

2022 年 05 月 25 日

審查通過日期

2022 年 05 月 28 日

關鍵詞：

外牆石材、插銷式工法、錨定強度、石材填充材、插銷長度

通訊作者：

翁佳樑

電子郵件地址：

clweng@nkust.edu.tw

Article Info

Article history:

Received 25 May 2022

Accepted 28 May 2022

Keywords:

dimension stone for exterior wall, dowel anchorage system, anchorage strength, stone dowel hole filler, dowel pin length

Corresponding author:

Chia-Liang WENG

E-mail address:

clweng@nkust.edu.tw

摘要

石材為台灣建築物外牆常用飾面材料之一，但因其構造形式及材料本身自重關係，其危險性遠高於其他外牆材料，且目前在台灣並無明確之施工規範，再加上現場施工者觀念不足及施工不確實，使石材可能會因各式原因造成掉落傷人之意外。

外牆石材插銷式工法為台灣目前較廣泛使用之工法，在探討文獻過程及專家訪談中，本研究發現國外有法規規定使用環氧樹脂及塑料套等彈性材料作為插銷孔與插銷鐵件之填充材，而台灣並未有相關規定。台灣現場大多使用乾式 AB 膠作為石材插銷孔之填充材，對於台灣常見的石材開孔填充材，其填入與否對石材版片之錨定強度及安全性之影響，尚無相關文獻探討。為探究上述問題，本研究設計了兩種實驗因子進行探討，分別為填充材（AB 膠）添加與否以及不同鑽孔深度，並依照 ASTM C1354 石材錨定強度標準試驗規範進行實驗。

實驗結果顯示，在特定插銷長度下能有效提升石材之錨定強度，而使用 AB 膠做為填充材對於石材錨定強度有明顯之提升，但也會使其沒有待修維護時間，且考慮到外牆承重整體結構問題，本實驗以安全為第一優先考量，故建議尋找其他填充材來代替 AB 膠之使用，如使用彈性材料作為插銷孔與插銷鐵件之填充材。

Abstract

Stone is one of the commonly used finishing materials for exterior walls in Taiwan, but because the structural form and the weight of the materials, its danger is much higher than other exterior wall materials, and there is currently no clear construction specification. The lack of concept of the on-site constructors and the unreliable construction make the stone may fall and hurt people due to various reasons.

In the process of literature research and expert interviews, there are regulations in foreign countries that epoxy resin and plastic cap should be used as fillers for dowel pins and iron parts. but there are no relevant regulations in Taiwan. Most of the sites use AB glue as the filling material for the stone pin holes. there is no relevant literature to discuss the effect of filling or not on the anchoring strength and safety of the stone. Therefore, two experimental factors for discussion in this study, whether filler (AB glue) and different drilling depths.

The results show that the anchoring strength of the stone can be effectively improved under a certain length of the dowel pin. The use of AB glue as a filler can significantly improve the anchoring strength of the stone, But it will also make the stone have no time to be repaired, and considering structural problems, it is suggested to find other fillers instead of AB glue, such as using elastic materials.

一、研究動機與目的

1-1 研究動機

石材為台灣建築物外牆主要飾面材料的選擇之一，主要是為了提升其建築外觀質感及視覺效果，石材雖然為外牆主要材料之一，但若發生飾材掉落時其危險性遠遠高於其他外牆材料，目前國內並未有明確且強制之規範，再加上現場施工者觀念不足及施工不確實，以及日後檢測困難和缺乏妥善的維修處理，而導致使用期間石材之劣化，進而發生石材掉落傷人之事故。

目前台灣在外牆石材之固定安裝方式上，雖然已有安全性較高之背闊孔系統，但因其造價較高且施工技術有一定門檻，多數仍採插銷式工法施作（圖 1）。插銷式系統為透過石材板片上下進行垂直鑽孔後插入金屬鐵件進行固定以抵抗水平方向的風壓等外力，在台灣特殊的施工習慣是利用 AB 膠將石材開孔填滿後再插入金屬插銷用以固定，但在國外實務上此部份之設計應採彈性具緩衝之材料填充之，而台灣特殊的處理方式對其安全性之影響程度尚未有相關文獻提及，因此本研究特別規劃針對此問題進行探討。

1.2 研究目的

國外石材加工方式多數已定有相關規範，而在台灣目前並無明確規範之規定。經由本研究進行之專家訪談，得知在台灣業界在外牆石材插銷式工法上會添加 AB 膠來做為石材孔洞之填充材以增加石材之強度，而國外則是使用塑料套作為其填充材，因此，希望透過此研究來了解 AB 膠作為插銷式工法填充材之適當性，同時，也討論插銷長度之不同對安全性的影響。

二、文獻回顧

2.1 外牆石材 AB 膠使用介紹

外牆石材插銷式工法之填充材於各國有不同之規範，而台灣則無相關之規範。台灣工地現場是使用乾式

AB 膠作為石材與鐵件之填充材，國外則是使用塑料套以及環氧樹脂等具有彈性之材料做為填充材。由於原本載重是由各樓層分別去承擔，然而使用乾式 AB 膠有可能在其硬化後會導致石材與插銷及構件合為一體，使其載重變成累積載重，進而提升石材破裂之可能性，導致發生石材掉落之意外。

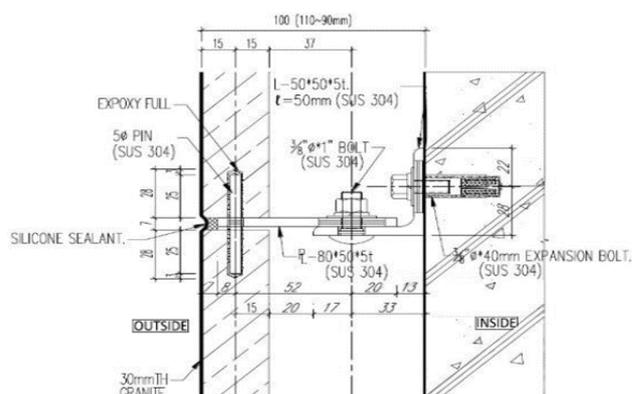


圖 1. 開孔插銷工法施工圖（文獻 2）

2.2 外牆石材之填充材相關文獻

「Effect of Dowel Fixing Conditions on Anchorage Rupture Loads and Rupture Angles of Two Portuguese Granites」研究了兩種不同的銷釘固定條件：一種使用普通塑料蓋，另一種則使用快速固化砂漿；並分析了錨固斷裂荷載和斷裂角度的差異。結果表明，不同的銷釘固定條件導致不同的斷裂角度和斷裂荷載。（V. Pires, L. G. Rosa, V. Infante, P. M. Amaral, A. Pacheco, 2012）。

「建築工事標準仕様書・同解説 JASS9 張り石工事」指出施工前需使用吹風機或刷子清除加工孔中灰塵及石粉，再使用環氧樹脂、彈性填縫材或氯丁橡膠等填縫材將插銷固定於石材中，且需依石材預設之行為選擇對應的接合方式，在完全固定之狀態下使用環氧樹脂；在半固定之狀態使用彈性密封材料或氯丁橡膠。（日本建築學會）。「ASTM C1242 Standard Guide for Selection, Design, and Installation of Dimension Stone Attachment Systems」指出插銷處使用可壓縮且不被吸收的材料（如低模量填縫材或閉孔泡棉）填縫孔中，以防止水分積聚；填縫物可以在孔側成為插銷緩衝墊，以最大程度減少點載重和應力集中（美國材料和試驗協會）。

三、研究方法

3.1 實驗設計

本研究透過文獻回顧與專家訪談，歸納出填充材使用與否以及開孔深度兩種之實驗組合，實驗則依照 ASTM C1354 規範進行錨定強度試驗，以下詳細介紹本研究之實驗因子（表 1）。

表 1. 本研究之實驗變因與水準

實驗因子	AB 膠添加與否	鑽孔深度
實驗水準	添加	5cm
	不添加	6.5cm
		8cm

本研究選用石材為藍寶鑽石進行實驗，此種石材具有均質粒狀節理，常見於建築外牆飾面石材（表 2）。

表 2. 本研究選用之石材種類

石材名稱	藍寶鑽石
岩石種類	火成岩
產地	印度
吸水率 (%)	0.11
體比重	2.78
抗壓強度 (KGF/ CM ²)	1878
彎曲強度 (KGF/ CM ²)	129.3
破裂模數 (KGF/ CM ²)	163.5
石材圖片	

表 3. 本研究選用 AB 膠之種類

名稱	性質	用途
乾式施工 AB 膠 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 不垂流、垂直面可施工 2. 優良的耐化性、耐水性、抗白華、無揮發物 3. 混合比例:1:1 4. 硬化時間:35 分 完全硬化時間:24 小時 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 石材黏鐵件 2. 磁磚 3. 矽酸鈣板 4. 混凝土 5. 玻璃陶瓷器
高鉅企業行 (GAO CHU CO.)		

根據專家訪談得知台灣工地現場大部分會使用 AB 膠作為石材之填充材，本研究選用目前台灣工地常使用之乾式施工 AB 膠，有優良的耐化性、耐水性（表 3）。

3.2 實驗方法

本研究選用美國規範 ASTM C1354 單位石材錨定強度標準試驗方法進行實驗，依照規範中治具規定（圖 1）設計製作出本實驗治具（圖 2）。安裝樣本方式為將石材平放於治具支撐端上，並固定住扣件端，加載刀頭位置為距離加工孔底部一倍石材厚度距離。實驗方式為加載刀頭對石材表面進行加壓，直到石材端部插銷錨度端破裂為止。實驗樣本尺寸為 30cmx30cm，每組樣本施作 10 次，將實驗破壞荷重值帶入規範中公式計算初降強度（式 1）與最大錨定強度（式 2），代表石材與扣件所承受外力能力。

$$\text{初降錨定強度} = [\text{初降值} \times \text{支撐距離 (a)}] / [\text{治具跨距 (L)}] \quad (\text{式 1})$$

$$\text{最大錨定強度} = [\text{最大值} \times \text{支撐距離 (a)}] / [\text{治具跨距 (L)}] \quad (\text{式 2})$$

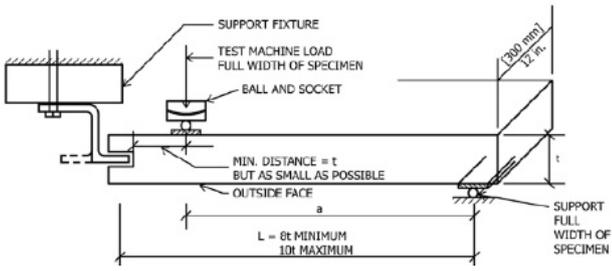


圖 2. ASTM C1354 治具規定

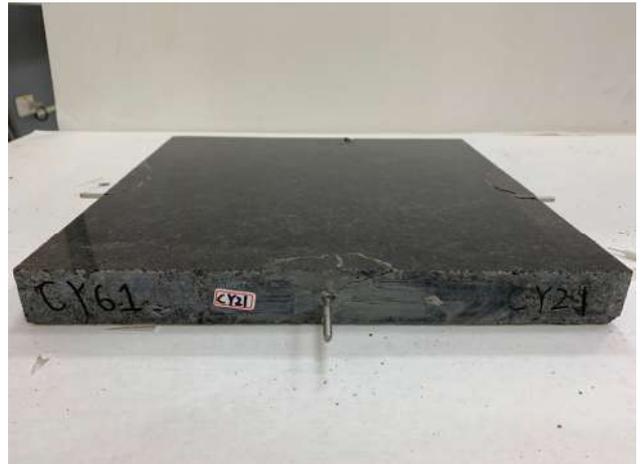


圖 6. 6.5cm 插銷有添加 AB 膠之石材破壞樣態



圖 3. 本實驗治具

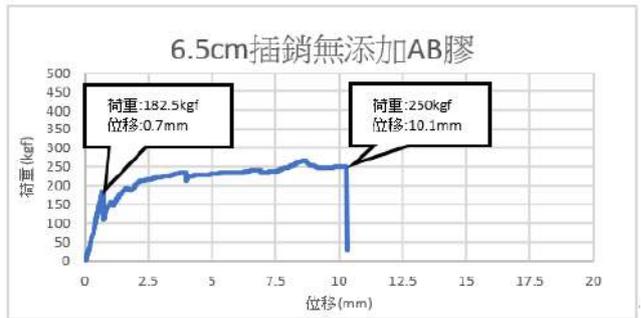


圖 7. 6.5cm 插銷無添加 AB 膠之強度曲線圖

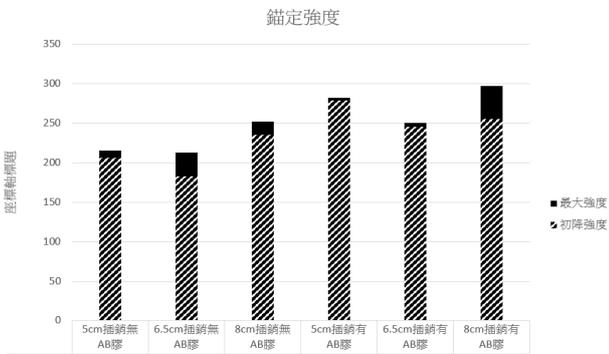


圖 4. 錨定強度長條圖

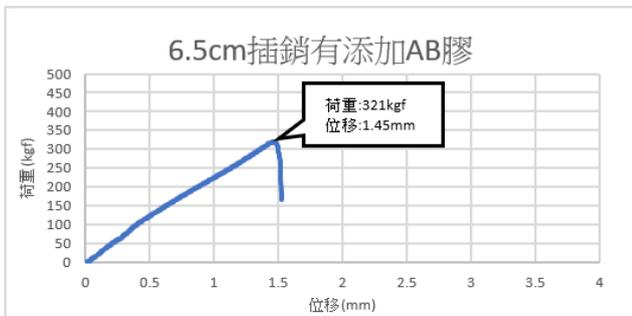


圖 5. 6.5cm 插銷有添加 AB 膠之強度曲線圖



圖 8. 6.5cm 插銷無添加 AB 膠之石材破壞樣態

四、實驗數據分析

4.1 實驗數據

將所有實驗樣本錨定強度繪製成長條圖（圖 3），可以明顯得看出有添加 AB 膠之組合，除 8cm 插銷外，5cm 與 6.5cm 插銷其初降與最大錨定強度幾乎一樣，5cm 初降錨定強度為 278.7kgf，最大錨定強度為 281.9kgf，6.5cm 初降錨定強度為 245.0 kgf，最大錨定強度為 250.6 kgf。

從結果可得知添加 AB 膠可能會使石材本身初降與最大錨定強度接近，這意味著當石材達到初降錨定強度時即為達到最大強度，因此一但達到初降強度時，石材極有可能破壞，進而掉落，這也使得添加 AB 本身會導致石材並沒有待修以及維護時間。

4.2 AB 膠添加與否

實驗結果顯示添加 AB 膠對其初降錨定強度與最大錨定強度均有所提升，其初降錨定強度提升 7.6~26%，最大錨定強度提升 15~23.7%，故我們可以說外牆石材插銷式工法添加 AB 膠作為其孔洞填充材，能有效提升其錨定強度（表 3）。

4.3 插銷長度

數據結果顯示無填充材情況下初降錨定強度為 8cm > 5cm > 6.5cm，最大錨定強度為 8cm > 5cm > 6.5cm，而有填充材情況下初降錨定強度則為 5cm > 8cm > 6.5cm，最大錨定強度為 8cm > 5cm > 6.5cm（表 4）。

從結果可得知，比較插銷長度對錨定強度影響，結果顯示兩者並無正比關係，但是使用長度 8cm 插銷能有效提升石材之錨定強度，然而 5cm 及 6.5cm 插銷相較下其對應之錨定強度差異不大，並無顯著提升之效果。

表 4. 有無填充材錨定強度比較

實驗組合	無填充材 插銷長度 5 cm	有填充材 插銷長度 5 cm	強度差異
初降強度 (kgf)	206.3	278.7	26%
最大強度 (kgf)	215.0	281.9	23.7%
實驗組合	無填充材 插銷長度 6.5 cm	有填充材 插銷長度 6.5 cm	強度差異
初降強度 (kgf)	182.5	245.0	25.5%
最大強度 (kgf)	213.0	250.7	15%
實驗組合	無填充材 插銷長度 8 cm	有填充材 插銷長度 8 cm	強度差異
初降強度 (kgf)	235.7	255.1	7.6%
最大強度 (kgf)	252.2	296.6	15%
強度差異計算公式 = (Max - Min) / Max			

表 5. 不同插銷錨定強度比較

實驗組合	無填充材 插銷長度 5 cm	無填充材 插銷長度 6.5 cm	無填充材 插銷長度 8 cm	強度差異
初降強度 (kgf)	206.3	182.5	235.7	22.5%
最大強度 (kgf)	215.0	213.0	252.2	15.5%
實驗組合	有填充材 插銷長度 5 cm	有填充材 插銷長度 6.5 cm	有填充材 插銷長度 8 cm	強度差異
初降強度 (kgf)	278.7	245.0	255.1	12.1%
最大強度 (kgf)	281.9	250.7	296.6	15.5%
強度差異計算公式 = (Max - Min) / Max				

五、結論與建議

5.1 結論

1. 添加 AB 膠會使石材沒有待修時間

有添加填充材之組合，有添加填充材之組合其初降錨定強度與最大錨定強度皆相當接近，由於初降錨定強度與最大錨定強度接近，這使得石材表面不容易出現裂紋及崩角，但也意味者當石材出現裂紋及崩角時即有可能直接破壞，也導致石材本身並沒有一個待修階段；反之未添加填充材之組合，由於其初降錨定強度與最高錨定強度之間有一段落差，這也使得其有一個待修階段，可以讓管理者有一定時間去進行修復或更換。

2. 添加 AB 膠對於石材錨定強度均有所提升

實驗結果顯示添加 AB 膠對其初降錨定強度與最大錨定強度均有所提升，初降錨定強度提升 7.6~26%，最大錨定強度提升 15~23.7%。

3. 增加特定插銷長度能提升錨定強度

從結果可得知，插銷長度對錨定強度影響，結果顯示兩者並無正比關係，但是使用長度 8cm 插銷能有效提升錨定強度，且不會增加過多之成本，而 5cm 及 6.5cm 插銷相較下其對應之錨定強度差異不大。

5.2 建議

1. 應檢討使用 AB 膠做為填充材之適當性

添加 AB 膠能提升石材之錨定強度，同時也會使石材失去待修時間，此外於外牆石材插銷式工法之整體結構設計上應該屬於各樓層之石材自重透過錨釘固定於各樓層之結構體上來個別承重，但由於使用 AB 膠當做其填充材，會導致 AB 膠將插銷以及鐵件結構合為一體並往下方傳遞，使得其形成載重累積，造成石材更加容易破壞掉落。因此雖然添加 AB 膠會提高石材的錨定強度，但若以整體外牆系統的安全來考量，建議尋找其他填充材來代替 AB 膠之使用，如美國會使用可壓縮且不

被吸收之填充材，而日本則使用環氧樹脂、彈性填充材或氯丁橡膠等，在提升錨定強度的同時，也不會造成其他安全問題。

參考文獻

1. 薛懷德 (2021)，建築外牆石材插銷式工法之安全性探討，國立高雄科技大學營建工程系研究所碩士論文，高雄市。
2. 王琇雄、陳太農 (2013)，外牆吊掛石材空縫設計之研究，成功大學建築學系研究所，碩士論文，台南市。
3. 翁佳樑、薛懷德 (2021)。建築外掛石材飾面中插銷類型及石材種類組合之安全性探討。2021 工程永續與土木防災研討會，2021 年 6 月 4 日，國立屏東科技大學。
4. 翁佳樑、薛懷德 (2021)。建築外掛石材飾面石材厚度及插銷長度對錨定強度之影響。第 33 屆建築研究暨設計成果發表會發表會論文集，2021 年 5 月 29 日，東海大學。
5. 日本建築學會 (2009) 建築工事標準仕様書・同解説 JASS9 張り石工事，日本建築學會
6. ASTM C1354 Standard Test Method for Strength of Individual Stone Anchorages in Dimension Stone. Pennsylvania, America: International Association for Testing
7. ASTM C1342 Standard Guide for Selection, Design, and Installation of Dimension Stone Attachment Systems, America : International Association for Testing.
8. A. Pacheco, G. Rosa, L. V. Infante, P. M. Amaral, V. Pires (2012) Effect of dowel fixing conditions on anchorage rupture loads and rupture angles of two Portuguese granites, XIII Portuguese Conference on Fracture, Portuguese

震損破壞下 RC 外牆損壞程度之研究

Study on damage degree of RC exterior wall by earthquake destroy

廖硃岑^a、林智捷^b

Chu-Tsen Liao^a, Chih-Chieh Lin^b

^a 國立臺北科技大學建築系 副教授 Associate Professor, Department of Architecture, National Taipei University of Technology.

^b 國立臺北科技大學建築系建築與都市設計碩士班 碩士生 Master degree candidate, Department of Architecture, National Taipei University of Technology.

論文資訊

論文審查紀錄：

受稿日期

2022 年 05 月 25 日

審查通過日期

2022 年 05 月 28 日

關鍵詞：

地震、外牆、損壞、磁磚

通訊作者：

林智捷

電子郵件地址：

jason10055009@gmail.com

Received 25 May 2022

Accepted 28 May 2022

Article Info

Article history:

Received 25 May 2022

Accepted 28 May 2022

Keywords:

Earthquake, Exterior wall,
Damage, Tile

Corresponding author:

Chih-Chieh Lin

E-mail address:

jason10055009@gmail.com

摘要

二次大戰之後現代建築常用的結構行為包含鋼筋混凝土、鋼構以及木結構系統。現代建築的耐久年限成為近年討論永續的重要議題。文獻 *The construction and culture of architecture today: a view from Japan* 是日本現代建築發展歷程的重要著作，其中「Life span of building」一節裡提到日本的平均建築屋齡，鋼筋混凝土造集合住宅 43 年，鋼構集合住宅 38 年，木構造住宅 41 年。從日本建築研究所的調查得知，1911 年的橫濱三井物產辦公建築是現存最古之鋼筋混凝土建築，長崎縣軍艦島上有棟 7 樓的編號 30 鋼筋混凝土集合住宅依舊留存。

台灣位處環太平洋地震帶上，由於板塊的推擠運動時有地震發生。大小的地震容易造成建築物大小損害，比起非地震帶上的建築物有更多的損害，影響建築物耐久年限。當結構受到損傷時，外牆系統亦會連帶受損並且降低保護結構之功能。倘若能在地震後進行有效地診斷並採取適當的修復手段，將有利延長建築使用年限。震災時除對建築結構進行損傷診斷，亦應該針對外牆系統進行檢查，評估合適的修復方式，方能全面地解決問題。

本研究針對倒塌傾毀、大型/中等破壞、輕微破壞及無破壞震損程度，理解在不同震損下對 RC 外牆造成何種樣態的破壞，研擬結構體與外牆需要採用的防護措施及震後的修補。

Abstract

After World War II, structural behaviors commonly used in modern buildings, include reinforced concrete, steel, and wood structural systems. According to the investigation by the Japan Institute of Architecture, the Yokohama Mitsui & Co. office building in 1911 is the oldest existing reinforced concrete building.

Taiwan is located on the Pacific Rim seismic belt, and earthquakes occur from time to time due to the pushing and movement of plates. Large and small earthquakes are likely to cause damage to the size of buildings, more damage than buildings in the non-seismic zone, affecting the durability of buildings. When the structure is damaged, the façade system is also damaged and reduces the function of the protective structure. If effective diagnosis and appropriate repair measures can be taken after the earthquake, it will be beneficial to prolong the service life of the building. In addition to diagnosing the damage of the building structure during an earthquake, the external wall system should also be inspected to evaluate the appropriate repair method, so that the problem can be comprehensively solved.

This study aims at the degree of damage caused by collapse, large/medium damage, minor damage and no damage, to understand what kind of damage is caused to the RC external wall under different seismic damage, and to develop the protection that needs to be adopted for the structure and the external wall. Measures and post-earthquake repairs.

一、前言

組成一棟建築物除結構體之外，外殼亦扮演十分重要的角色。建築物的外牆系統和結構系統共成一體，相生相應。外牆系統可保護建築結構，免受外在環境影響，對於建築物整體的耐久性能功不可沒。外牆系統可大致分為濕式工法與乾式工法。鋼筋混凝土常對應的外牆系統有濕式的磁磚黏貼與塗料噴塗工法，乾式的石材吊掛工法。鋼構造或鋼骨鋼筋混凝土造常應用的外牆系統則為乾式施工，包括金屬帷幕牆與預鑄混凝土板帷幕牆系統等。木構造常對應的外牆系統有濕式的塗料，乾式的木板和金屬板固定工法等。台灣常見的鋼筋混凝土外牆系統有磁磚，石材；鋼構造或鋼骨鋼筋混凝土造則為帷幕牆等。(表 1)

表 1. 建築物結構與外牆系統之對應關係表

建築物結構體	建築物外牆系統	建築材料
鋼筋混凝土	濕式	磁磚
		塗料
	乾式	石材

台灣常見之建築物形式為鋼筋混凝土，因位處環太平洋地震帶上，時常有地震發生。大小的地震容易造成建築物大小損害，比起非地震帶上的建築物有更多的損害，影響建築物耐久年限。當結構受到損傷時，外牆系統亦會連帶受損並且降低保護結構之功能。倘若能在地震後進行有效地診斷並採取適當的修復手段，將有利延長建築使用年限。震災時除對建築結構進行損傷診斷，亦應該針對外牆系統進行檢查，評估合適的修復方式，方能全面地解決問題。

透過內政部營建署-營建統計資訊，整理 2016-2020 年台灣所核發之建築物建造數量。木構、鋼構及鋼筋混凝土構造所核發之建造數量如表 2 與圖 1 所示。近五年新建的建築物中，占比最高的為鋼筋混凝土造之建築物，故本研究以鋼筋混凝土造之外牆為主要研究對象。

本研究目的為了解建築物外牆遭受不同程度地震時所對應之破壞樣態。在全面了解破壞樣態後，期許未來能夠提供對應的修復手段。

表 2. 歷年核發建築物建造(參考來源: 內政部營建署)

	木構	鋼構	鋼筋混凝土
2016	62	3,613	18,540
2017	52	3,605	17,708
2018	48	3,678	17,776
2019	33	3,571	17,550
2020	62	3,461	17,996



圖 1 歷年核發建築物建造(參考來源: 內政部營建署)

二、文獻回顧

台灣碩博士論文中分別以「外牆」和「震損」檢索，可以得到諸多的相關文獻，但同時討論外牆系統和震損的調查研究卻很少見。震損的研究多與建築結構行為，外牆系統的研究則與施工和修復有關。由於同樣位處地震帶上的日本有同時討論「外牆」和「震損」的調查研究，在此先以國外文獻進行論述。1995 年日本兵庫縣南部地震後實施的研究調查指出，有許多鋼構建築物帷幕牆因地震作用而產生脫落損壞之現象。2011 年 3 月 11 日發生地震規模 9.0 的東日本大地震，預鑄混凝土帷幕牆協會偕同東京大學進行災後建築物帷幕牆的目視調查。從宮城縣到千葉縣 147 棟調查對象中有 6 棟的建築物帷幕牆因地震產生明顯之損壞情形，其中大多是高屋齡的建築物。6 棟建築物裡，仙台市有 1 棟建物(1965 年竣工)預鑄混凝土版脫落，另有仙台市 1 棟建物(1988 年竣工)產生明顯裂縫，水戶市 1 棟的建物(1976 年竣工)在面外的版接縫處錯位，仙台、水戶、筑波市的建築物(1974、1969、2003 年竣工)帷幕版片角邊破損。由於日本在 1978 年開始實施帷幕牆層間變位的大型實尺實驗，法令修正前的建築物較無法達到結構安全性能。圖 2、3、4 為 2011 年東日本大地震預鑄混凝土

帷幕牆系統震後之損害情形。(Sasaki Tetsuya, Inukai Masatoshi, Seike Tsuyoshi and Yamada Kenji, 2012)



圖 2 混凝土外牆脫落(參考來源: Sasaki Tetsuya 等, 2012)



圖 3 預鑄混凝土版脫落(參考來源: Sasaki Tetsuya 等, 2012)

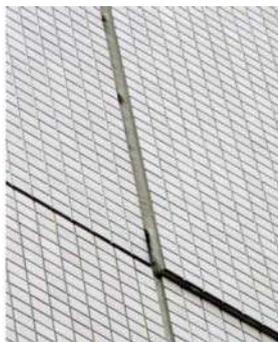


圖 4 預鑄混凝土版位移(參考來源: Sasaki Tetsuya 等, 2012)

參考 2016 年日本熊本地震，國土交通省對於「震損」的調查研究「熊本地震における建築被害

の原因分析を行う委員会報告書」。震央位於九州中部的熊本縣上益城郡益城町附近，震源深度推測約 12 公里，規模為 7.0。在 1981 年法規修正後設計建造的鋼筋混凝土造建築物，產生以下震損現象 ((1)無牆體之開放空間 (例如走廊) 柱破壞，如圖 5。(2)無牆體之開放空間剪力破壞。(3)梁端部損傷造成變位，如圖 6。(4)集中破壞造成崩塌，如圖 7。(5)上部結構的傾斜破壞。(6)RC 非結構材的破壞 (例如非結構牆體、伸縮縫等)，如圖 8。1981 年法規修正前設計建造的鋼筋混凝土造建築物，歸納出以下震損現象 (1)已進行耐震補強的結構材出現損壞。(2)完成耐震診斷的結構材出現損壞。(3)建築物崩塌。(國土交通省, 2016)



圖 5 柱頭主筋挫曲破壞(參考來源: 國土交通省, 2016)



圖 6 梁端部損傷變位(參考來源: 國土交通省, 2016)



圖 7 梁端部損傷變位(參考來源: 國土交通省, 2016)



圖 8 外陽台非結構材損傷

「外牆」的施工大致可以區分為乾式和溼式兩種施工方法。乾式施工的檢測和修復調查裡，成功大學、高雄科技大學、中國科技大學的碩士論文提供重要的知識。成功大學 2010 年的論文調查 9 個直橫式金屬帷幕牆的辦公大樓案例並進行專家訪談，結果顯示外牆更新的目的為物理與財務性目的。藉由外牆更新手段拆除新作、增做、修繕方式恢復或更新外牆性能。外牆系統考慮室內人員使用，拆裝方式又分為整體拆除、整體新作，分區拆除、分區新作。高雄科技大學 2021 年的論文針對建築外牆石材插銷式工法之安全性探討，以專家訪談和實地調查方式，配合實驗綜合探討錨定強度、石材種類、石材厚度、插銷長度。中國科技大學 2016 年的論文提出外牆石材在「規劃」層面須注重要點為石材固定繫件材質及型式、外牆石材部位分布範圍，在「施工」層面須注重要點為施工專業承包商資格遴選、石材固定繫件相關試驗與品質管制、完工前全面巡檢及留存記錄，在「使用」層面

須注重要點為外牆石材定期維護及健診、建案實施者移交工程資料之完備。在外牆石材系統中進行安全檢測須注重要點元件為石材定位繫件、結構錨定繫件，在外牆石材檢測方法以目視檢測法、荷載診斷檢測法、現場人工拉拔檢測法、現場位移變形檢測法、內視鏡檢測法最為具有可行性及必要性。(黃仁威，2010)

溼式施工的檢測和修復調查裡，成功大學、高雄大學和逢甲大學的碩士論文提供重要知識。成功大學 2013 年的碩士論文裡以台北市集合住宅為例，依建築物外牆劣化現況的特徵、性質等整理出五種劣化類型，分別為(1) 污損：髒污、銹斑、水漬。(2) 白華：線性、面狀。(3) 裂縫：材料型裂縫、結構型裂縫。(4) 隆起：材料型隆起、構造型隆起。(5) 剝落：材料型剝落、黏著層剝落、結構型剝落[10]。成功大學 2000 年的碩士論文裡針對大學建築物調查了外牆磁磚隆起的位置，以樓版交界處隆起佔 45%，為所佔比例最高，開口部周邊佔 33%次之。目前在業界以非破壞性檢測方法的打音法及紅外線熱像儀檢測法最為廣泛使用，兩者又以打音法的準確度為高。(廖硃岑、楊于萱、湯永州、蕭仁俊，2017)

三、研究方法

本研究採用文獻探討來介紹此研究主題之相關理論和研究，並加以分析與評論。Neuman (2003) 指出有六種類型的文獻探討：第一種是自我研究的回顧，主要在顯示研究者對此研究主題的熟悉度，以增讀者對研究者專業能力的信心，也提升研究者本身的自信心。第二種是背景的回顧，乃為本研究定位。第三種是歷史的回顧，以追溯此研究主題的發展。第四種是理論的回顧，以了解不同理論對此研究主題的觀點。第五種是方法的回顧，以比較不同方法對此研究主題的研究發現為何?其間的異同為何?這些方法的優缺點為何?第六種是整合的回顧，以統整目前對此研究主題的知識，後設分析就是做整合回顧，或方法回顧的一種特殊技術。(鈕文英, 2011)

本研究採用上述之第一種：自我研究的回顧、第二種：背景的回顧、第三種：歷史的回顧及第六

種：整合的回顧來做文獻的探討。

Hart (1998)表示文獻的回顧與討論通常出現在一篇論文中緒論、文獻探討、和研究方法三個部分，在不同的位置有不一樣的意義與功能。Hart 指出獨立一部分所做的文獻探討，主要在顯示研究者對此研究主題的熟悉度，整體與評論相關文獻，以為自己的研究主題、內容和方法尋求合理的立論點。在研究方法中所作的文獻探討，旨在顯示所選擇的研究設計、資料分析的方法等是適切合理的。Creswell (2003)另外補充文獻探討還須在研究結果與討論中呈現，目的在幫助我們分析和解釋資料，與本研究的結果對話討論，並引發未來研究的方向。(紐文英, 2011)

當本研究歸納出不同規模地震，對於鋼筋混凝土造之建築物外牆造成何種損壞後。地震後損傷調查，除建築結構安全鑑定，也同時對於外牆破壞進行勘檢和評定。

四、地震震損的外牆破壞型態

現代建築的外牆系統因應不同的建築物結構，出現不同之震災破壞行為。利用文獻回顧歸納鋼筋混凝土結構系統破壞樣態。以下整理出自 921 地震發生後，地震芮氏規模超過 6 級且造成傷亡之地震事件，內容包含地震發生時間、地震震央、地震芮氏規模(表 3)。

表 3. 地震事件資料表

時間	震央	芮氏規模
1999 年 9 月 21 日	南投	7.3
1999 年 10 月 22 日	嘉義市	6.4
2009 年 12 月 19 日	花蓮外海	6.9
2010 年 3 月 4 日	高雄茂林	6.4
2016 年 2 月 6 日	高雄美濃	6.6
2018 年 2 月 6 日	東部海域	6.2
2022 年 3 月 23 日	豐濱外海	6.7

以鋼筋混凝土結構系統的外牆磁磚為例，常見磁磚剝落出現在應力破壞位置，包括建築立面開口部、梁柱外露接頭處、樓層接縫處等。2016 年

高雄美濃地震，芮氏規模 6.6，台南市部分大樓立面出現 X 形裂縫並有磁磚剝落(圖 9、10)。



圖 9 台南某大樓 X 形裂縫



圖 10 台南某大樓磁磚剝落

台北市區有許多 40 年的公寓大樓，從大安區進行田野調查，多棟鋼筋混凝土造建築物採用濕式工法之外牆系統，開口部、樓層接縫處與梁柱接頭發生劣損進而造成外牆系統損壞，如表 4 所示。

表 4. 鋼筋混凝土造建築物因結構劣損產生外牆系統劣化照片

劣化位置：
二樓開口部
屋齡：40 年
規模：四樓



裂損位置：
一二樓層接
縫處
屋齡：40 年
規模：四樓



裂損位置:四
樓梁柱接頭
屋齡: 35 年
規模: 四樓



五、結論

當發生芮氏規模 6 以上之地震時，應對所處之建築物外牆做檢測。先透過目視、紅外線和打音法檢測判斷震損嚴重程度，若呈現無破壞或只有輕微的細紋劣縫，代表該建築物安全無虞，無須進行修繕。若外牆有明顯的結構裂縫，可使用拉拔、內視鏡及鑽心檢測判斷結構損壞程度，應在判斷完畢後，商討修繕方式。以下為不同程度地震規模所對應之外牆損壞結果(圖 11)：

(1)倒塌傾毀：當建築物發生梁柱接頭脫開導致建築傾斜或倒塌時，建築物已不再具有乘載能力。此時的外牆易崩塌毀損。應馬上給予結構體臨時支撐或拆除，避免餘震造成的二次傷害。

(2)大型/中等破壞：當建築物外牆樑柱接頭輕微脫開、樑變位使其外牆產生結構性裂縫，柱挫曲，或剪切作用造成外牆破損時，外牆相對應結構破壞位置亦會出現裂縫。應請專人做結構分析，外牆則針對裂縫位置和寬度進行調查。建築物可進行全體修復或部分修復，在尚未修復完成前，應進行緊急防護。

1. 內政部營建署，109 年營建統計年報。
2. 松村秀一編著，邱榮政翻譯(2020)。3D 圖解建築構法。台北。吳讓治建築文教基金會。
3. 高蔡義(2000)。建築物外牆面磚劣化原因與對策之研究 - 以大學學校建築為例。國立成功大學建築研究所碩士論文。
4. 張貞桂(2013)。中高層建築物外牆劣化之研究-以台北市集合住宅為例。國立成功大學建築研究所碩士論文。
5. 郭斯傑、黃世孟、張智元、江立偉(2011)。建築立面更新健診與評估系統之研究。內政部建築研究所委託研究報告。

(3)輕微破壞：地震發生後，建築結構良好，但經常在外牆開口部發生細微裂縫，例如窗戶門框或陽台四角皆會有裂縫的產生，經判斷若無結構安全的疑慮，可採取部分修復，將有問題的飾面材料敲除重新鋪貼。

(4)無破壞：在地震發生後，外牆及梁柱接頭皆無發生任何異常及裂縫，代表建築物安全無虞，無須進行任何的修繕。

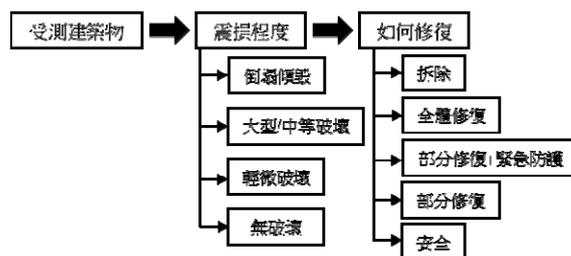


圖 11 震損程度與修復手段關係圖

參考文獻

6. 鈕文英(2011)。教育研究方法與論文寫作。
7. 熊本地震における建築被害の原因分析を行う委員会報告書第三章(2016)，國土交通省。
8. 蔡佳航(2016)。建築物外牆飾材維護管理與檢測方法之研究-以石材為例。中國科技大學建築研究所碩士論文。
9. Matsumoto Keisuke, Oto Tetsuro, Aoyama Kunio and Kohno mamoru(1998). Structural Response and PC Curtain Wall Damage of Existing Steel Structure in Earthquake. 1998 年度日本建築學會大會(九州)
10. Sasaki Tetsuya, Inukai Masatoshi, Seike Tsuyoshi and Yamada Kenji(2012). A Report on the Damages of PC Curtain Wall by the 2011 Tohoku-Chiho

Taiheiyō-Oki Earthquake. 2012 年度日本建築學會
大會(東海)

11. Yositaka Utida(2009). The construction and culture of
architecture today: a view from Japan, Ichigaya
Publishing Co.

外牆破壞與非破壞檢測之整合性研究

Integrated Research on Destruction and Non-Destruction Detection of Exterior Walls

張孟修^a、廖硃岑^b、林智捷^a

Meng-Hsiu Chang^a, Chu-Tsen Liao^b, Chih-Chieh Lin^a

^a 國立臺北科技大學建築系建築與都市設計碩士班 碩士生 Master degree candidate, Department of Architecture, National Taipei University of Technology.

^b 國立臺北科技大學建築系 副教授 Associate Professor, Department of Architecture, National Taipei University of Technology.

論文資訊

論文審查紀錄：

受稿日期

2022 年 05 月 25 日

審查通過日期

2022 年 05 月 28 日

關鍵詞：

破壞檢測、非破壞檢測、拉拔試驗法、紅外線熱影像法、空鼓率

通訊作者：

張孟修

電子郵件地址：

tevh1234@gmail.com

摘要

近幾年來老舊建築物外牆磁磚時常發生隆起和剝落意外，若能在外牆磁磚剝落前，進行劣化檢測而預知危險，能減少被磁磚砸傷的傷害事件。外牆檢測分為非破壞與破壞檢測，利用紅外線熱像儀進行非破壞檢測，能夠快速及大範圍確認外牆磁磚損傷狀況，因此廣為使用。一般較常使用的破壞檢測是拉拔試驗。有鑑於此，本研究設定不同劣化空鼓條件試體，以紅外線熱影像法和拉拔試驗兩種實驗法進行綜合分析比較。

本研究目的探討（1）利用紅外線熱影像法分析空鼓與無空鼓處的磁磚溫差，評估非破壞檢驗結果（2）利用拉拔試驗法掌握黏著強度，評估破壞試驗結果（3）綜合以上 1 與 2 結果，比較分析。

紅外線熱影像法以強度臨界值前、最低劣化程度之打底層空鼓率 25% 為實驗對象。實驗研究結果顯示，試體加熱時間共 120 分鐘；當加熱時間到 60 分鐘，磁磚的溫差曲線逐漸穩定，溫差為 4.33°C。當磁磚劣化空鼓率 75%、50%、25%、0%，拉拔試驗黏著強度依序為 1.19 kgf/cm²、1.34 kgf/cm²、2.37 kgf/cm²、4.98 kgf/cm²。空鼓率越低拉拔強度越高，黏著材料強度也越高。空鼓率 0% 到 75% 強度折減 4.18 倍。空鼓率 75% 和 50% 的強度接近，空鼓率 50% 和 25% 的強度折減 1.7 倍，可視空鼓率 50% 為破壞強度的臨界值。以上結果提供檢測人員當獲知不同溫度數據和強度時，能即時判斷背後劣化情況，決定相應對策。

Article Info

Article history:

Received 25 May 2022

Accepted 28 May 2022

Keywords:

Destruction detection, non-destructive testing, Pull test method, infrared thermal imaging method, hollowing rate

Corresponding author:

Meng-Hsiu Chang

E-mail address:

tevh1234@gmail.com

Abstract

Exterior wall inspection is divided into non-destructive and destructive inspection. The use of infrared thermal imager for non-destructive inspection can quickly and widely confirm the damage of exterior wall tiles. In addition, the more commonly used damage test in the industry is the pull test. In this study, specimens with different degraded empty drum conditions were set up, and two experimental methods, infrared thermal imaging method and drawing test, were used for comprehensive analysis and comparison.

Purpose of this study Infrared thermal imaging method is used to analyze the temperature difference of tiles between empty drums and empty drums to evaluate non-destructive test results; pull test method to grasp adhesion strength and evaluate destructive test results.

Research shows the temperature of the infrared thermal imager is 25% of the hollow rate before the intensity threshold and the lowest degree of deterioration as the experimental object. When the heating time reaches 60 minutes, the temperature difference is 4.33°C. Tile deterioration hollow rate from 75%, 50%, 25%, 0%, the adhesive strength is 1.19 kgf/cm², 1.34 kgf/cm², 2.37 kgf/cm², 4.98 kgf/cm² in sequence. From 0% to 75% of the empty drum rate, the strength is reduced by 4.18 times. The strength of the empty drum rate of 75% and 50% is close, and the strength of the empty drum rate of 50% and 25% is reduced by 1.7 times. The visible hollow rate of 50% is the critical value of the damage intensity. The above results provide when the inspectors know different temperature data and intensities, they can instantly judge the deterioration situation behind and decide corresponding countermeasures.

一、前言

近幾年來老舊建築物外牆磁磚時常發生隆起和剝落意外，甚至影響到危及用路人安全，若能在外牆磁磚剝落前，進行劣化檢測而預知危險，能減少被磁磚砸傷的傷害事件。外牆檢測分為非破壞檢測與破壞檢測，其中非破壞檢測分為目視法、打音法、紅外線熱影像法，破壞檢測分為拉拔試驗法、內視鏡檢測法。利用紅外線熱像儀進行非破壞檢測，能夠快速及大範圍確認外牆磁磚損傷狀況，因此廣為使用。另外業界較常使用的破壞檢測是拉拔試驗。因此本研究設定不同劣化空鼓條件試體，以紅外線熱影像法和拉拔試驗法兩種實驗法進行綜合分析比較。

本研究目的探討(1)利用紅外線熱影像法分析空鼓與無空鼓處的磁磚溫差，評估非破壞檢驗結果(2)利用拉拔試驗法掌握黏著強度，評估破壞試驗結果(3)綜合以上1與2結果，比較分析。

二、文獻回顧

本章節整理與研究相關的文獻，依實驗方法分兩小節：第一節紅外線熱影像法，採用相關空鼓劣化設定以及試體加熱的兩篇文獻；第二節拉拔試驗法，採用相關空鼓劣化設定以及拉拔強度和拉拔試驗相關規範的四篇文獻，以下為詳細內容。

2-1 紅外線熱影像法

「紅外線熱影像法檢測外牆磁磚剝落現象之實驗研究」本研究進行台北市隨機以目視法與紅外線熱影像法觀察建築物外牆表現現況，並運用實驗設計方法規劃設計製作一個縮小模型，在實驗室進行主動加熱之檢測實驗。結果顯示表面髒汙影響溫度吸收最大，缺陷厚度影響效果最大，缺陷大小次之，所處界面深淺最小。從檢測外牆磁磚缺陷結果，可確認缺陷之檢測以外牆磁磚系統受熱溫度上升階段為佳，至於檢測時間長短則須視加熱或太陽輻射強度而定。(內政部建築研究所，2012)。

「紅外線熱影像溫差與空鼓率之關聯性研究」本研究為

研究外牆磁磚產生空鼓劣化時，和正常磁磚的溫度差。製作混凝土試體，並在試體上鋪貼射出還原二丁掛磚，磁磚背後設定不同空鼓率。使用鹵素燈加熱試體，進行紅外線熱影像法，探討打底層出現空鼓的磁磚和無空鼓的磁磚之間的溫度差異，空鼓率的設定以25%、50%、75%進行討論。研究結果發現，加熱至10分鐘時，磁磚溫度與溫差最為穩定，空鼓率25%磁磚表面溫度為37.49°C，正常與空鼓磁磚溫差為2.01°C時，即可判斷磁磚產生空鼓現象。(高大鈞，2021)。

2-2 拉拔試驗法

「外牆磁磚黏著強度與黏著層空鼓比例關聯性之研究」本研究探討黏著層空鼓比例和磁磚黏著強度的關係，將黏著層空鼓比例設定為0%、25%、50%、75%四個工區。研究目的:1.結構體灑水與否在不同黏著層空鼓率下的剪力、拉拔試驗強度。2.結構體灑水與否和破壞界面層的關聯性。3.界面層溫濕度和剪力、拉拔試驗的關聯性。結構體灑水的拉拔試驗數據，完整鋪貼時為12.77kgf/cm²，25%空鼓率者為5.67 kgf/cm²，50%空鼓率者為5.39 kgf/cm²。完整鋪貼到空鼓率25%時拉拔試驗強度由12.77下降至5.67 kgf/cm²，強度降低至一半以下。磁磚一旦產生空鼓現象強度便急遽下降，須加以注意，因其已不具有相當黏著強度。在拉拔試驗中強度較高的工區位於灑水工區，其破壞界面層同樣皆破壞至打底層，由此判斷磁磚的黏著強度越高其破壞界面深度越深。(吳柏叡，2018)。

「外牆磁磚黏著層空鼓率與黏著強度破壞臨界點之研究」由實驗法探討磁磚黏著層空鼓比例與黏著強度關係，尋求破壞臨界點。施工時結構體灑水與否及黏著層空鼓比例為實驗變因。空鼓比例的設定從25%至75%，間隔為5%。研究目的為:1.磁磚施工界面遭受破壞之樣態與黏著強度之關係。2.不同空鼓比例下的拉拔與剪力強度及其破壞臨界點。3.結構體灑水與否對於拉拔與剪力試驗強度之影響。由破壞臨界點觀察拉拔試驗區間強度變化，發現拉拔試驗條件為結構體灑水時，空鼓率50%與55%的強度為2.47kgf/cm²以及0.74 kgf/cm²，差距3.34倍，破壞臨界點之強度大幅度折減，推斷空鼓率55%以上的磁磚皆已不具黏著強度。(謝佳鈺，

2020)。

「國立臺灣大學工綜新舊館外牆磁磚-拉拔試驗檢測成果報告書」的拉拔試驗採用日本現地拉拔試驗規範，相關之法源依據工程契約施工規範「第 09310 章 V4.0 鋪貼壁磚」的「1.5.3 接著強度試驗」。無論採用何種化學摻料（接著劑）做為瓷磚貼著之材料，至少須通過 CNS12611 接著強度試驗，證明其接著強度不小於 10 kgf/cm²，必要時工程司可要求現場取樣測試。(廖殊岑，2021)。

「CNS12611 陶瓷面磚用接著劑」接著強度試驗，(1)試驗儀器：抗拉試驗機之能力容量，應使用最大破壞載重是抗拉試驗儀器能力容量之(15~85)%者。(2)接著強度：進行抗拉試驗，量測斷裂之最大載重並記錄斷裂狀況。(3)斷裂狀況之記錄：觀察斷裂面，並依以目視量測最大面積之斷裂位置，並以記號標示該斷裂的位置。(中華民國國家標準，2017)。

上述文獻回顧對於紅外線熱影像法兩篇文獻都透過加熱試體的方式，觀測比對分析溫度的差異。本研究參考加熱方式，探討空鼓與無空鼓處的溫差。拉拔試驗法，四篇文獻都在探討黏著強度。本研究參考文獻空鼓率設定，同時討論黏著強度和破壞界面層。

三、實驗計畫

3-1 試體計畫

1. 實驗試體位置：國立臺灣科技大學結構實驗室。

2. 試體牆面設計：試體牆面尺寸為 100cm（高）× 100cm（寬）× 25cm（厚）。參考「打音法與紅外線熱影像法之劣化診斷技術探討-以射出還原丁掛磚為例」此實驗透過試體施作時，以水泥砂漿的不完整鋪貼來模擬磁磚背後空鼓現象，空鼓率以 0%、25%、50%、75%、100%，五個條件設定。(廖殊岑，2020)。磁磚由上往下鋪貼完成，每個空鼓率各貼三塊。為了避免影響實驗數據，試體邊緣保留 5cm 以上寬度。

3. 磁磚鋪貼：本實驗採用射出還原二丁掛磚 (5.2cm*24cm)，鋪貼順序為結構體、打底層、防水層、黏著層、貼磁磚、填縫。

3-2 實驗儀器

紅外線熱影像法使用儀器為 FLIR E54 紅外線熱影像儀，拍出空鼓率 25%加熱前和加熱後的溫差，畫面更新率 30Hz，靈敏度為 40mK，溫度範圍為 -20°C~120°C、0°C~650°C，精度為 ±2°C/±2% (圖 1)。溫濕度計，品牌為 Mayka，測量實驗當日的大氣溫度和溼度；LI-250A 照度計，品牌為 LI-COR，測各空鼓率磁磚的中心點照度是否均勻 (圖 2)；LD-500D 鹵素燈，用在加熱試體，伏特為 110V，瓦數為 500W (圖 3)。拉拔試驗法使用儀器為 Proceq DY-216 全自動拉拔試驗機，測磁磚的黏著強度及破壞狀態，拉力數值單位為 kN、拉力範圍在 1.6 至 16kN (圖 4)。另外為了切斷試片周邊的填縫，使用 TC 4110 1.200 Watts 手持式圓鋸機，品牌為 Metabo (圖 5)。

3-3 紅外線熱影像法

2022 年 02 月 22 日使用 FLIR E54 紅外線熱影像儀進行空鼓率 25%之紅外線熱影像法實驗。以 LD-500D 鹵素燈加熱試體，同時利用 LI-250A 照度計測各空鼓率磁磚的中心點照度是否均勻。從電腦讀取空鼓處磁磚和無空鼓處磁磚加熱前和加熱後之間的溫度差異。加熱時間為 120 分鐘，每加熱 5 分鐘拍一張 MSX 模式照片。實驗步驟為(1)使用紅外線支架固定紅外線熱像儀位置，紅外線支架與受試體垂直，固定距離為 95cm (圖 6)。(2)拍攝空鼓率 25%未加熱的照片以及測 25%空鼓率中心點照度，(3)使用鹵素燈加熱試體，共加熱 120 分鐘，每 5 分鐘使用紅外線熱像儀拍一張照片同時記錄中心點照度，(4)實驗結束後再透過電腦軟體分析數據。

3-4 拉拔試驗法

2022 年 03 月 01 日到 2022 年 03 月 03 日進行拉拔試驗法，使用 DY-216 全自動拉拔試驗機進行空鼓率 0%、25%、50%、75%、100%拉拔試驗。拉拔試驗墊片尺寸為 5.2cm*24cm。實驗步驟為(1)使用圓鋸機將磁磚四周之勾縫處進行裁切；(2)塗抹 AB 膠於磁磚墊片，對準磁磚位置加壓貼合。(3)勾縫四周以絕緣膠帶黏貼防止水氣滲入，墊片靜置 24 小時後進行拉拔試驗。拉拔試驗

機進行水平校正，再做拉拔試驗直至磁磚破壞。



圖 1 紅外線熱像儀



圖 2 LI-250A 照度計



圖 4 全自動拉拔試驗機



圖 3 LD-500D 鹵素燈

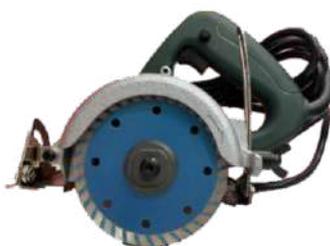


圖 5 圓鋸機



圖 6 試體與紅外線支架關係圖

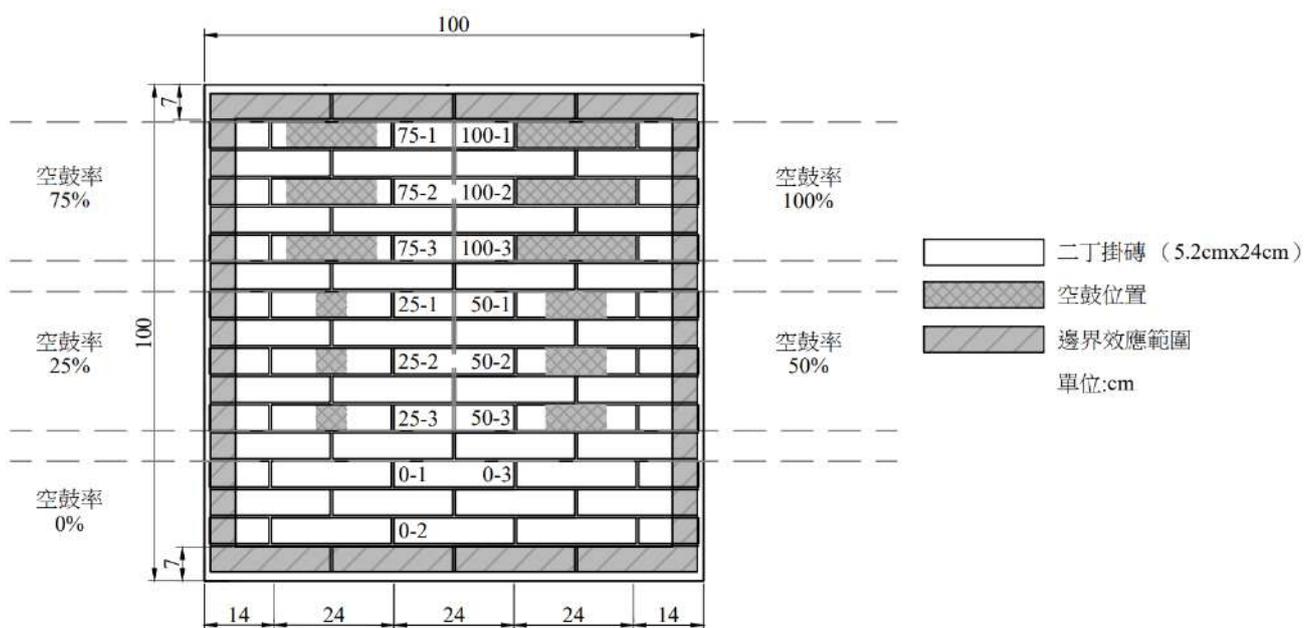


圖 7 空鼓條件配置圖

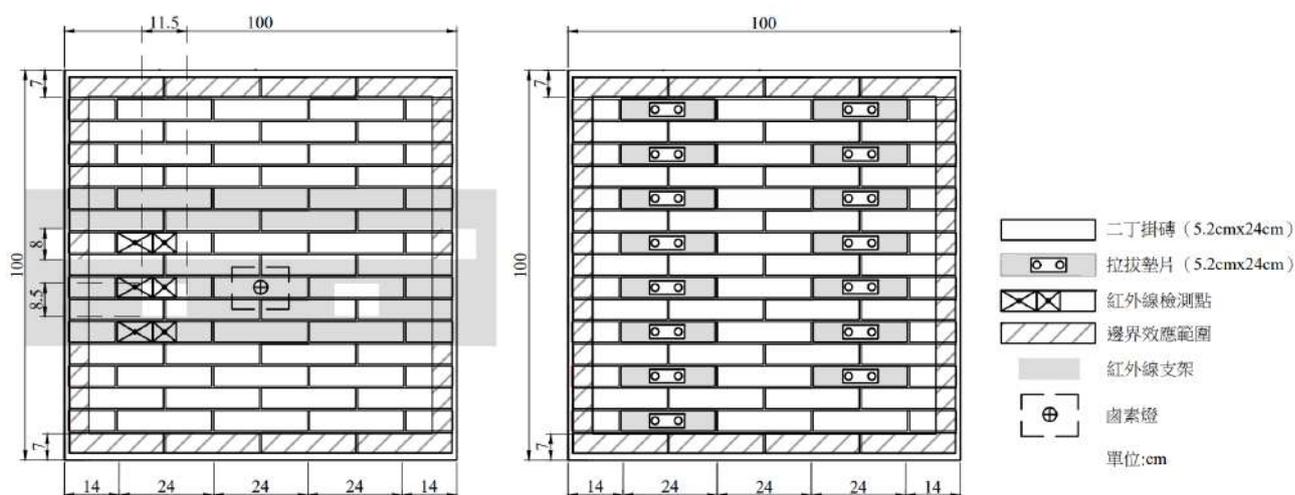


圖 8 磁磚試體與紅外線支架關係圖、磁磚試體拉拔位置圖

四、結果與討論

4-1 紅外線熱影像法-溫度差異分析

2022 年 2 月 22 日共計 1 天進行空鼓率 25%之紅外線熱影像法，實驗時間為 15:18-17:18，大氣溫度 17.2 °C，濕度 87% RH。空鼓率 25%有三塊磁磚，T25 代表空鼓率 25%平均溫度，分別有空鼓處、無空鼓處、空鼓與無空鼓差值的 3 筆數據(表 1)。實驗結果發現加熱時間越長，磁磚溫度跟著提高，且空鼓處溫度比無空鼓處溫度高，溫差也提高。

由表 1 數據可得知，25%空鼓處與無空鼓處會隨著加熱時間溫差變大，當加熱到一定時間，溫差就會逐漸穩定。圖 9 為透過紅外線熱像儀拍攝加熱 60 分鐘空鼓率 25%的熱影像圖。根據表 1 加熱 60 分鐘時，25%空鼓處平均溫度為 24.8°C，無空鼓處平均溫度為 20.47°C，平均溫差為 4.33°C。

4-2 拉拔試驗法-拉拔數據分析

2022 年 3 月 1 日到 2022 年 3 月 3 日共計 3 天進行拉拔試驗法。實驗進行時，少數受測磁磚未一次拉拔試驗拔起，實驗失敗表中以-表示並說明。每一空鼓率有 3 塊拉拔受測磁磚。實驗結果發現當空鼓率越低，則拔強

度越高，呈反比關係。

依據臺灣營建署建築工程施工規範 09310「瓷磚(陶瓷面磚)」(內政部營建署，2017) 規定拉拔試驗強度用 kgf/cm^2 作為強度單位。本實驗所測得強度值為 kN ，需換算為 kgf/cm^2 。拉拔強度換算公式為：拉拔強度 (kgf/cm^2) = $101.97162129779 \times$ 破壞荷重 (kN/cm^2)。拉拔墊片面積為： $5.2 \text{ cm} \times 24 \text{ cm} = 124.8 \text{ cm}^2$ 。因此本實驗拉拔強度公式為 (kgf/cm^2) = $101.97162129779 \times$ [破壞荷重 (kN) / 檢測面積 $124.8 \text{ (m}^2\text{)}]$ 。圖 10 所示破壞界面位置之記錄方式，AT 為破壞位置位於黏著劑和磁磚界面層；A 為破壞位置位於黏著層；MA 為破壞位置位於打底砂漿和黏著劑的界面層；M 為破壞位置位於打底層；CM 為破壞位置位於混凝土和打底的界面層。

由表 2 可得知，每一空鼓率各有三塊拉拔受測磁磚，可取得三筆黏著強度數據，並將三筆的數據平均值。取得兩至三筆黏著強度數據，則相加除以數量計算平均值。為了使實驗數據可信度提高，拉拔試驗取得之黏著強度，剔除過高或過低之數據再平均。本實驗共剔除一筆拉拔接著強度數據，空鼓率 0%，拉拔編號 0-3 的 1.84 kgf/cm^2 ，因數值遠低於另外兩筆空鼓率 0%的數值 4.44 kgf/cm^2 、 5.52 kgf/cm^2 ，因此將其剔除。拉拔試驗法，磁磚空鼓率從 75%、50%、25%、0%，黏著強度依序為 1.19 kgf/cm^2 、 1.34 kgf/cm^2 、 2.37 kgf/cm^2 、 4.98 kgf/cm^2 。

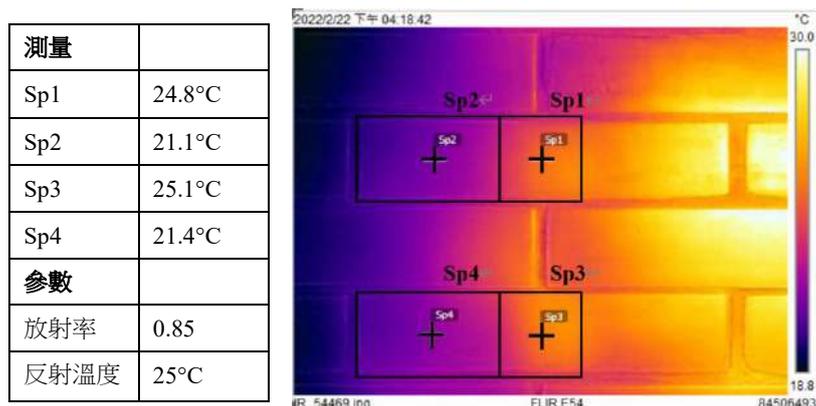


圖 9 加熱 60 分鐘 25%空鼓處與無空鼓處 FLIR Tools 熱影像圖

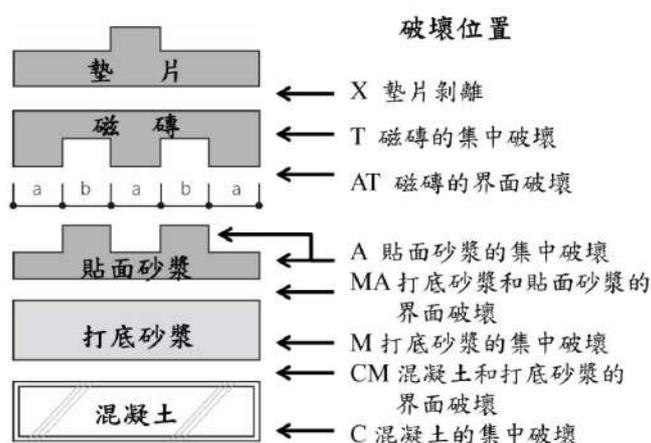


圖 10 破壞位置記號表(參考來源:廖殊岑·2021)

表 1. 25%空鼓處與無空鼓處磁磚平均溫度差表

加熱時間 分(min)	T25				加熱時間 分(min)	T25			
	空鼓處	無空鼓處	平均溫差	平均照度		空鼓處	無空鼓處	平均溫差	平均照度
0	15.2	14.9	0.3	1.16	65	24.9	20.5	4.4	100.57
5	19.27	17.43	1.83	103.35	70	24.83	20.43	4.4	99.85
10	21.13	18.3	2.83	99.84	75	25.07	20.77	4.3	99.37
15	22.5	19.1	3.4	99.73	80	24.93	20.6	4.33	101.34
20	22.9	19.1	3.8	101.53	85	25.17	20.83	4.33	101.05
25	23.47	19.4	4.07	99.38	90	25.13	20.73	4.4	101.83
30	23.9	19.7	4.2	97.19	95	25.13	20.77	4.37	100.66
35	24.2	19.93	4.27	99.17	100	25.1	20.8	4.3	99.42
40	24.53	20.17	4.37	99.74	105	25.4	21	4.4	98.17
45	24.83	20.3	4.53	103.15	110	25.5	21.13	4.37	100.61
50	24.73	20.23	4.5	101.56	115	25.03	20.7	4.33	100.94
55	24.7	20.27	4.43	101.33	120	25.5	21.1	4.4	101.56
60	24.8	20.47	4.33	100.58					

表 2. 磁磚拉拔黏合強度與破壞界面關係表(剔除數據以刪除線表示)

拉拔試驗 位置編號	破壞力 (kN)	墊片面積			拉拔接著 強度 (kgf/cm ²)	破壞位置以及破壞面積比例(%)							
		W	L	cm ²		T	AT	A	防水 層	MA	M	CM	
上	75-1	1.56	5.2	24	124.8	1.27		4	21				
	75-2	1.63	5.2	24	124.8	1.33			7		18		
	75-3	1.2	5.2	24	124.8	0.98		20	5				
中	50-1	1.53	5.2	24	124.8	1.25		13	37				
	50-2	1.87	5.2	24	124.8	1.53		6	44				
	50-3	1.54	5.2	24	124.8	1.25		7	43				
	25-1	3.59	5.2	24	124.8	2.93	17		26		32		
	25-2	2.20	5.2	24	124.8	1.80		11	64				
	25-3	-	5.2	24	124.8	-	-	-	-	-	-	-	-
下	0-1	5.43	5.2	24	124.8	4.44			7		93		
	0-2	6.76	5.2	24	124.8	5.52	16		11			73	
	0-3	2.25	5.2	24	124.8	1.84		10	90				

表 3. 拉拔試驗牆面及磁磚照片記錄

拉拔試驗 位置編號	牆面	磁磚
0-1		
25-1		
50-1		
75-1		

五、結論

紅外線熱影像法，由圖 11 可以看出，大氣溫度 17.2°C 空鼓率 25% 當試體加熱到 60 分鐘，磁磚的溫差曲線逐漸穩定，由此判斷當溫差為 4.33°C。加熱 60 分鐘照度為 100.58，加熱 120 分鐘照度為 101.56，在 60-120 分鐘區間的平均照度為 100.46，由此得知照度在 60 分鐘時已呈穩定的狀態。

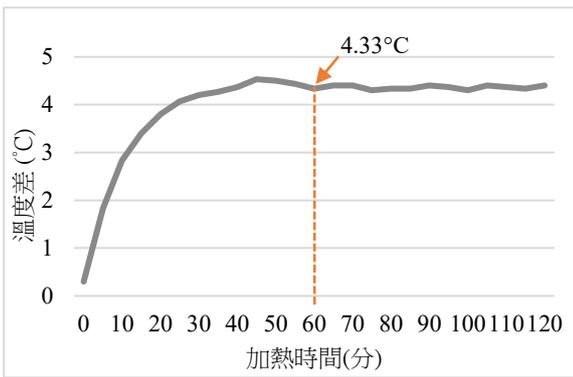


圖 11 25%空鼓之溫度差趨勢圖

拉拔試驗法，磁磚劣化空鼓率從 75%、50%、25%、0%，黏著強度依序為 1.19 kgf/cm²、1.34 kgf/cm²、2.37 kgf/cm²、4.98 kgf/cm² (圖 12)；空鼓率 0%到 75%強度折減 4.18 倍，空鼓率 75%和 50%的強度接近，空鼓率 50%和 25%的強度折減 1.7 倍，可視空鼓率 50%為破壞強度的臨界值。由表 2 可得知，0%、25%、75%空鼓率共有 4 筆數據破壞界面層位於打底層，25%、50%、75%空鼓率破壞界面層皆位於黏著層。由上述實驗數據可以得知空鼓率越低，則拔強度越高。拉拔強度越低時，破壞界面位於黏著層比例越高。0%空鼓率的高強度受試磁磚，

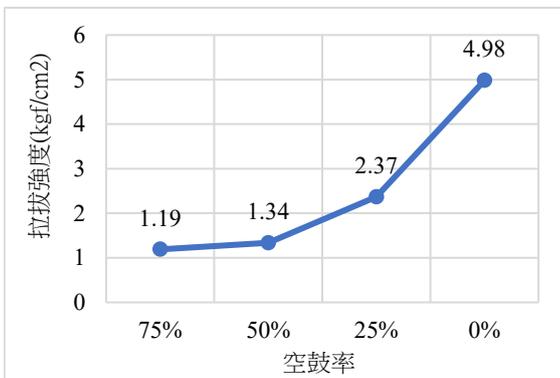


圖 12 拉拔試驗平均數據圖

破壞位置則有較高比例落於打底層位置。以本次實驗最高拉拔強度 0-2 的數據 6.76kgf/cm² 為例，破壞界面 77% 位於打底層，23%位於黏著層。

綜合上述兩個結論來提供空鼓率 25%之判斷參考，磁磚空鼓率 25%，溫度差異為 4.33°C，黏著強度為 2.37 kgf/cm²。由此判斷當使用非破壞檢測法(紅外線熱影像法)檢測磁磚時，若檢測到空鼓處與無空鼓處溫差為 4.33°C，再進一步以破壞檢測法(拉拔試驗法)檢測磁磚，拉拔強度數據為 2.37 kgf/cm²，即可推斷磁磚空鼓率為 25%。當磁磚背面空鼓率 50%，拉拔強度將出現大幅折減的臨界值。因此出現空鼓率 25%的判定現象時，有剝落的極高潛在危險，須即時補強或是採用因應措施。期望此結果提供外牆劣化檢測的實際參考資訊。

謝誌

本實驗經費由科技部計畫編號：MOST 110-2625-M-011-004-提供。感謝臺科大營建工程系提供實驗場地。

參考文獻

1. 吳柏勸 (2018)。外牆磁磚黏著強度與黏著層空鼓比例關聯性之研究。國立高雄大學創意設計與建築學系碩士論文，高雄市。
2. 林谷陶 (2012)。紅外線熱影像法檢測外牆磁磚剝落現象之實驗研究。取自 https://www.abri.gov.tw/News_Content_Table.aspx?n=807&s=39098。
3. 高大鈞 (2021)。紅外線熱影像溫差與空鼓率之關聯性研究。第十四屆物業管理研究成果發表會，2021 年 6 月 19 日，國立臺北科技大學。
4. 廖硃岑、鍾政靜、陳怡妤 (2020)。打音法與紅外線熱影像法之劣化診斷技術探討-以射出還原丁掛磚為例。第 15 屆結構工程暨第 5 屆地震工程研討會，2020 年 9 月 2 日，國立高雄大學。
5. 廖硃岑 (2021)。國立臺灣大學工綜新舊館外牆磁磚-拉拔試驗檢測成果報告書。
6. 謝佳鈺 (2020)。外牆磁磚黏著層空鼓率與黏著強度破壞臨界點之研究。國立高雄大學建築學系碩士論文，高雄市。

台灣物業管理學會 入會申請表

姓 名		身分證或統一編號		<input type="checkbox"/> 男 <input type="checkbox"/> 女
出生日期				
學 歷				
經 歷				
現 職				
戶籍住址				
聯絡方式	電話：			
申請人：	(簽章)	中華民國	年	月 日

台灣物業管理學會 年費繳費單

姓 名		性 別	<input type="checkbox"/> 男 <input type="checkbox"/> 女
服務單位及職稱			
會員繳費	<input type="checkbox"/> 原個人會員 1000 (年費) <input type="checkbox"/> 原團體會員 10000 (年費) <input type="checkbox"/> 新加入個人會員 3000 (入會費 2000+年費 1000) <input type="checkbox"/> 新加入團體會員 16000 (入會費 6000+年費 10000) <input type="checkbox"/> 新加入學生會員 500 (入會費 0+年費 500)		
連絡電話	(Office) (Fax)	(Home) (Mobile)	
電子郵件			
通訊地址			
備 註			

銀行或郵局匯款收執聯影本黏貼處 (繳款方式)

收執聯影本黏貼處	
繳費方式	1. 請至全國各銀行及郵局匯款。 2. 匯款帳戶如下： 帳戶：合作金庫銀行 分行別：南京東路分行 (代碼：0410) 戶名：社團法人台灣物業管理學會 帳號：0410717097134 3. 繳款後請將收執聯影本黏貼於本表下方傳真至 台灣物業管理學會 (Fax) 02-2531-3102 對於會員事務有任何問題，歡迎隨時與本學會會務承辦人員連絡！ 學會秘書：陳婉玲小姐；聯絡方式：(Tel) 02-2531-3162 (Fax) 02-2531-3102 (E-mail) service@tipm.org.tw

徵文公告

敬請踴躍投稿！

投稿步驟

1. 至 <http://tipm.org.tw/>，下載『投稿須知』、『報名表』及『論文格式樣版』。
2. 填寫『報名表』，並完成論文撰寫（應符合論文格式之相關規定）。
3. 將『報名表』及完稿之論文檔案(.doc)郵寄至 jpm@tipm.org.tw。

出版時間

一年出版兩期（每年三月、九月）

聯絡方式

主編：蘇瑛敏 教授
副主編：林宗嵩 教授
執行編輯：陳建謀 副教授
編輯助理：張玉萍
E-mail: jpm@tipm.org.tw
Tel: 02-22470449

學報主旨

「物業管理」是一個新興的產業與專業，專為物業所有權人及使用者提供建築設施之經營管理與服務。「物業管理學報」之出版目標在於刊載物業管理相關之科學理論、技術、與實務；透過學術與實務研究成果之發表，希望能促進物業管理領域中創新管理理論、研究成果、理念、經驗、與知識等之傳播，並促使學術界與實務界之交流。

研究領域與議題

本期刊將刊載「學術研究」及「實務應用」等二類論文，所涵蓋之研究領域與議題如下。歡迎產官學界之專家學者投稿發表相關之研究成果。

- 建築設施之維修與管理
- 智慧社區規劃與設計實務
- 不動產經營與管理
- 健康社區與建築環境品質管理
- 使用者環境需求與生活服務管理
- 能源管理與資源管理
- 物業人力資源管理與領導溝通技巧
- 物業服務創新與品質管理
- 物業財務管理與採購實務
- 物業管理教學、考試、證照制度
- 物業專案規劃與專案管理
- 物業管理相關法規
- 物業管理自動化實務
- 高齡長照議題
- 物業管理最佳實務與個案研究
- 社區長照管理
- 永續建築與實務
- BIM之運用
- 物業防災管理
- 其他

優良論文評選獎勵

「物業管理學報優良論文評選獎勵辦法」

第二條、每年評選獎勵之論文分為最佳學術論文、優良學術論文、最佳實務論文及優良實務論文。獲獎論文頒授獎狀一幅，最佳論文及優良論文分別獎勵貳萬元、壹萬元獎金，以資鼓勵。

- 1、從 2022 年度開始實施，含春季號及秋季號。
- 2、以經審查通過且同意刊登論文為對象。
- 3、2023 年物業管理學術研討會(6 月份)前審議，在研討會上頒發。
- 4、2022 年秋季號 7 月底截稿，9 月 30 日出刊。

致謝 Acknowledgements

主辦單位

台灣物業管理學會

國立成功大學

優秀論文獎獎金贊助單位

信義之星公寓大廈管理維護股份有限公司 張建榮 總經理

國立臺灣科技大學建築系 杜功仁 教授兼系主任

國立成功大學建築系 楊詩弘 助理教授

良源科技公司 林世俊 董事長

安捷國際物業集團 陳品峯 董事長

京鎂公寓大廈管理維護股份有限公司 蔡妙能 董事長

國霖機電集團 徐春福 執行長

專題演講主講人

國立成功大學建築系 姚昭智 特聘教授兼總務長

研究成果發表會主持人暨優秀論文獎初選評審

國立臺中科技大學室內設計系 李孟杰 教授

台灣物業管理學會 羅紫萍 副秘書長

國立高雄科技大學營建系 謝秉銓 助理教授

國立成功大學建築系 張珩 特聘教授

國立高雄大學建築系 梁凱翔 助理教授

國立成功大學建築系 陳震宇 副教授

優秀論文獎決選評審

國立雲林科技大學營建系 陳維東 教授

國立成功大學建築系 蔡耀賢 教授

國立成功大學建築系 葉玉祥 助理教授

台灣物業管理學會 林宗嵩 秘書長

工作人員

國立成功大學 陳佩妤 林曉韓 陳逸潔 方昱揚 陳詩瀚 碩士生

國家圖書館出版品預行編目 (CIP) 資料

物業管理研究成果發表會論文集 . 2022 年第十五屆 = The 15th Property Management Conference proceeding(2022). -- 臺北市：臺灣物業管理學會，2022.06

面；公分

ISBN 978-986-87525-7-3(平裝)

1.CST: 物業管理 2.CST: 文集

489.107

111010243

名稱 Title	2022 年第十五屆物業管理研究成果發表會論文集 The 15th Property Management Conference Proceedings (2022)	
出版日期 Publication date	二〇二二年六月 June, 2022	
出版者 Publisher	台灣物業管理學會 Taiwan Institute of Property Management	104 台北市中山區南京東路一段 86 號 8 樓 801 室 Rm. 801, 8F., No. 86, Sec. 1, Nanjing E. Rd., Taipei, Taiwan, 104
電話 Tel.	02-2531-3162	
傳真 Fax	02-2531-3102	
網址 Web.	http://tipm.org.tw	
讀者服務 E-mail	jpm@tipm.org.tw	
策劃執行 Planning and Execution	國立成功大學 建築系 National Cheng Kung University (Tel) 06-275-7575	701 台南市東區大學路 1 號 No. 1, Daxue Road, East District, Tainan, Taiwan, 701
著作權 Copyright	任何轉印、轉載或翻譯，均須徵得本學會同意。 All rights reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording, or by any information storage and retrieval system, without permission in writing from the publisher.	