

中 | 華 | 技 | 術 | 132

CECI ENGINEERING TECHNOLOGY

2021. 10. 31 出版

變

極端環境中的 建築趨勢



台北郵局許可證
台北字第3758號

專訪人物／

交通部民用航空局場站組組長林宏憲

國家住宅及都市更新中心執行長黃景茂

第一果菜市場2.0-新世代大型批發拍賣市場設計趨勢

臺中捷運綠線DJ102標車站建築風貌及設計構想

在地性與永續性-嘉義鐵路高架化車站設計

因應建築趨勢改變，對BOT計畫的影響及前置評估重點

桃園機場第三航廈的變局與恆定



財團法人中華顧問工程司 發行



台灣世曦工程顧問股份有限公司 編製

變

。

極端環境中的
建築趨勢



CONTENTS

中華技術 132

目錄

專輯前言

1 | 人物專訪

8. 訪交通部民用航空局場站組組長林宏憲談「從國際民航發展趨勢談未來臺灣機場發展規劃」.....

..... 整理：陳傳興·攝影：詹朝陽

30. 訪國家住宅及都市更新中心執行長黃景茂談「因應台灣適居好宅談社會住宅興辦的今生與來世」.....

..... 整理：陳傳興·攝影：詹朝陽

2 | 工程論著

40. 捷運三鶯線電聯車半永久聯結器設計檢核與查驗工作.....

..... 李政安、林耀長、鄭智銘、曾國嵐、林仁國、賴晳綾、許有廷、羅群翰



發行人 周永暉
發行所 財團法人中華顧問工程司
地址 台北市辛亥路二段185號28樓
電話 (02)8732-5567
網址 <http://www.ceci.org.tw>

編審工作小組
總召集人 施義芳
副總召集人 廖學瑞
132期召集人 林建華
132期審查委員 林建華、江秉修、何泰源、林貴貞

魏雲魯
總編輯 張鈺輝
副總編輯 李志宏
執行編輯 袁雅玲
編輯 詹朝陽、吳妍瑱、李綺馨、許舜雅
設計 台灣世曦工程顧問股份有限公司
地址 台北市內湖區陽光街323號
電話 (02)8797-3567
網址 <http://www.ceci.com.tw>

◎ 經刊登之文章，文責由作者自負 ◎



52. COVID-19對於促進民間參與政府投資案的影響—以高雄總圖共構會館BOT為例.....楊曜聰、彭光輝

126. 臺中捷運綠線DJ102標車站建築風貌及設計構想.....林建華、陳世任、史訓璋、黃介帥

3 | 專題報導

62. 第一果菜市場2.0-新世代大型批發拍賣市場設計趨勢.....林明宗、黃敏禎

144. 在地性與永續性—嘉義鐵路高架化車站設計.....郭林堯、黃奇偉、黃士銘、何泰源、陳弘朗、李明勳、簡學義

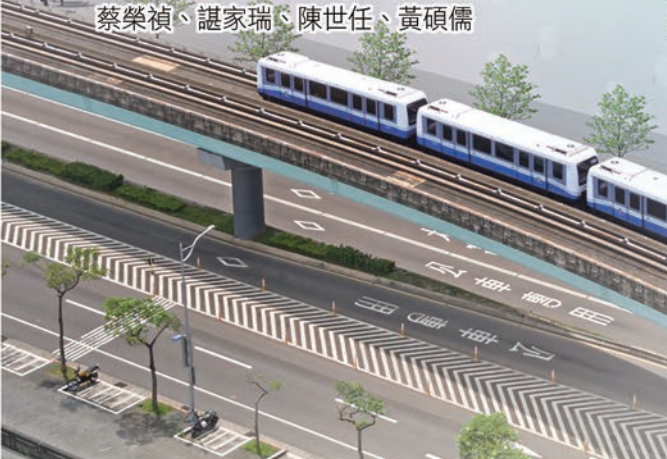
80. 儲能、節能、創能—從「沙崙智慧綠能科學城C區(第一期)資安暨智慧科技研發大樓」看建築設計新驅勢.....江秉修、游承儒

156. 因應建築趨勢改變，對BOT計畫的影響及前置評估重點....林貴貞、羅文貞

94. 南科滯洪池—居住者競爭的生態工程.....陳傳興、楊芝婷、王于飛、楊景華、李俊偉



110. 探討臺北捷運環狀線南環段DF115標基於國際標ISO 19650-1與ISO 19650-2的專案執行成效.....陳耀維、林建華、蔡榮禎、譚家瑞、陳世任、黃碩儒



166. 桃園機場第三航廈的變局與恆定.....魏雲魯、楊偉良、宋建宏、陳俊名、彭貴釗、林明儀

編後語



專輯前言

面對全球性環境過度開發之各種課題與極端氣候變化，各領域專家透過不同領域理論、開發採購策略、工程規劃設計工具、材料改善應用等手段，分別提出相關的研究與對策，在國內工程界亦如火如荼的展開積極作為，如工程中之BIM應用、熱島效應下的綠屋頂、海綿城市、低衝擊開發(Low Impact Development, LID)、韌性都市理論等推動，改變都市環境結構的都市更新與再生、生態碎裂之生態跳島、廊道及結合都市立體綠化建構、綠建築規劃設計(或LEED)立法、資材再生循環利用、能源不足下的智慧建築管理與分配、綠能應用開發、碳足跡計算、減碳作為、0碳策略，以致發展至今的碳捕捉、封存與再利用技術(Carbon Capture and Storage, CCS)，其目的皆為有效積極改善生活條件與建構永續友善環境，減緩地球暖化。

此外，2019年底所爆發新冠肺炎(COVID-19)疫情，除造成人命傷亡外，對於產業、經濟也有極大影響。疫情拉開了人與人的距離，將地球村速度放緩與分離，低度的產業活動、居住防疫都是全地球村居民所面臨的課題，尤其在保持社交距離的前提下，幾乎人人都可以體會到空間設計與設施管理改變的重要性。

由於建築物為人類活動的基礎工程，因應生活環境巨變及後疫時代來臨，建築與環境規劃設計必須跳脫以往的設計與執行思維，故本期中華技術以「變。極端環境中的建築趨勢」為主題，以契合當前建築環境的氛圍與需求，身為工程人的我們有責任透過對空間探索的再次發想，土地有效利用與正確性，貢獻友善、適地的建築設計作為，甚至提供後疫建築與環境空間設計的解決方案，以善盡工程人的社會責任。

為使本期期刊探討議題面向更為多元、前瞻與豐富，特別拜訪交通部民用航空局場站組林宏憲組長分享疫情影響與國際民航發展趨勢下，島國地理形態的國內機場如何重新建構國家門戶及未來發展規劃與因應對策。其次，專訪國家住宅及都市更新中心黃景茂執行長，分享在平等居住權的理念下，如何實現弱勢族群的居住正義，並透過都市更新手段推動社會住宅興辦與發展。此外，特邀新北市政府捷運工程局李政安局長賜稿論述城市運輸中捷運三鶯線電聯車半永久聯結器設計檢核與查驗工作，以及臺北科技大學彭光輝教授論述以高雄總圖共構會館BOT為例探討新冠肺炎對於促進民間參與政府投資案的影響。

另為呼應本刊主題，擇定本公司近期執行之建築與環境工程，綜整提出對建築與環境設計新趨勢的想法：

■ 在地智慧綠建築的工程建設

綠建築為建築全生命週期(選址-設計-施工-營運-拆除)皆達成環境友善與資源有效運用的一種建築，本期期刊除了介紹本公司所規劃的車站、機場、果菜市場等建築工程如何達到綠建築設計外，亦強調工程在地性。透過個別都市文化元素特色的引用，並結合都市空間特色，創造建築在地自明性，如嘉義鐵路高架化車站在「永續發展」的策動下，藉由鐵路高架化帶來「都市再生」的契機，車站的造型意象則擷取嘉義市「阿里山」自然資源，藉以喚起嘉義市作為「木都」的歷史「共同記憶」；台中捷運DJ102標車站所經環境從郊區至市中心，呈現多樣的都市樣貌，建築設計以”輕、簡、透”概念與環境元素對話，提升城市優質美學；桃園機場第三航廈則以台灣山巒景觀結合鳥類飛行於雲彩中的造型，彰顯台灣地理與自然的獨特風貌。



專輯前言

科學城新創產業發展基地內的科技部「資安暨智慧科技研發大樓」，外觀除展現科技新穎造型外，藉由在地環境的系統性分析，著重於能源管理、綠能開發、減碳策略等思考規劃，以儲能、節能、創能、智慧系統整合，建構具智慧管理的綠建築。

第一果菜市場工程則反應了都市老化過程，透過更新再生的力量，在有限的土地中以現代設施、流程系統、智慧管理，消弭環境髒亂、經營使用及消費習慣改變等課題，重新界定市場的角色朝向多元化經營，更注重衛生及品質，建構市場營運邁向自動化及智慧化。

■ 原物種生態工程建構

原生為土地原居住者，屬原地理生態環境食物鏈的一環，當外來強勢種侵入時，常發生原生種減少或滅絕，人類的土地開發行為亦是強迫物種生存空間的改變，而影響生態的平衡，故透過生態補償工法棲地異地重建，來彌補因工程開發所造成生態功能或生態價值損害，以維整體生態品質。

南科滯洪池工程為南科開發環評承諾事項之一，在已復育完成之燕鴿與環頸雉棲地的滯洪池旁，建構一原生螢火蟲棲地，以食物鏈高低消費族群建構，建立園區多樣性的生態環境。基於對已完成之物種棲地減少干擾與尊重，於施工期間修正人行動線與選擇低施工擾動人行橋工法串連各活動區域。

■ 建築工程設計的新工具應用

早期工程設計以2D手繪溝通，隨著數位科技進步，逐漸以3D模型設計與模擬，視覺化溝通縮短了大家對圖面的認知與差距，發展至今運用BIM(建築資訊模型)工具，提昇了工程計畫執行效率與提高計畫品質，更縮短工期、降低建造與營運成本，符合減碳與節能的目標。然而，資訊模型的建構過程中，有大量的協同作業、資訊交換及使用者，直接間接影響到資訊模型的可靠度，故必須透過訂定執行模式與檢核方法來確保。本期本刊報導本公司配合臺北市政府捷運工程局以臺北捷運環狀線南環段DF115設計標計畫採用BIM作業進行專案設計工作，研擬CDE資訊平台、協同作業的標準流程、BIM專案成果及交付方式等作業準則，並據以編寫BIM執行計畫書，以ISO 19650-1及ISO 19650-2檢視BIM專案執行成效，另委託第三公證單位BSI公司進行標準查核，確保計畫品質，同時取得標準認證。

展望未來，在既有的建築設計思維及技術研發的基礎上，面對極端氣候和疫情的挑戰，以智慧綠建築為基礎，抵禦極端氣候、儲能、節能、創能的建築設計，必為未來建築的新趨勢。另為保持生態環境之完整，及維持多樣化生物之生存權，在尊重當地天然條件、人為設施與環境不相衝突等前提下，未來國內各大建築工程除提供安全的結構構造外，亦應降低對自然的影響，以因應極端氣候對環境的直接衝擊，進而達成友善地球、生生不息的時代任務。



台灣世曦工程顧問股份有限公司

代理副總經理

A handwritten signature in black ink, appearing to be '林建章' (Lin Jianzhang). The signature is written in a cursive style.



訪交通部民用航空局場站組組長

林宏憲

談

從國際民航發展趨勢談
未來臺灣機場發展規劃

整理：陳傳興 · 攝影：詹朝陽

壹、前言

林宏憲組長畢業於國立成功大學土木工程學系，並於台灣大學土木工程研究所取得碩士學位。自考上公務人員高等三級考試土木工程職系土木工程科，絕大部分公職生涯都在民航局服務，在民航局由技士、技正、科長、專門委員、飛航服務總臺秘書室主任、飛航管制組副組長、場站組副組長、航站管理小組組長，至現今民航局場站組組長一職，長年專職於民航管理的公務，專精於機場整體規劃、機場鋪面工程、航廈工程及機場營運管理等。林組長同時考上專技高考土木工程技師及大地工程技師，具雙技師證照資格。

公務期間林組長曾參與並帶領桃園國際機場第一航廈改善工程之現場執行，工程造價約新台幣27.55億元左右，本工程最困難的部分為維持正常營運下施作，如同所謂的穿西裝改西裝的概念中進行，意即施工期間，依然需維持每天約三萬名旅客進出航廈營運需要，工程相當複雜且極具風險性及挑戰性。林組長帶領工作團隊，在與駐站各單位經過無數次的拜訪與開會溝通，各階段部分封閉規劃始順利推動與執行，經過兩年的努力，使得機場航廈展現出完全不同的新風貌，該工程也獲得2014「台灣建築獎」首獎的榮耀。

貳、訪談紀要

問：林組長您好！首先先感謝您接受中華技術期刊的專訪，本次全球受疫情與國際產業供應鏈重組影響，牽動國際航空運輸市場分布與服務，國內機場如何因應與發展，您個人看法為何？

答：首先本人很感謝中華技術本次專訪的邀請，針對本問題可就COVID-19疫情對國際航空運輸的影響與發展趨勢分別說明。

一、COVID-19疫情之影響

(一) 在客運上，COVID-19疫情導致2020年整體航空客運量下滑超過60%，根據IATA預測，預計需長達3到4年以上的恢復期，整體客運量將於2024年恢復到2019年的水準，長期而言，航空客運量將重回正軌。參考國際間因應疫情之作法，我國機場應可朝2大方向發展：

1. 為確保疫情趨緩後，機場服務能量能滿足運量復甦，應積極於運量復甦期投入機場整建及維護計畫，持續推動既定之短期建



設；長期規劃中之建設，則視疫情復甦狀況，調整興建時程。

2. 疫情復甦期間，同時加速機場智慧化科技導入，並結合防疫措施，例如導入無接觸辨識系統、無接觸出入境流程、以及機器人服務降低人與人接觸之感染性，提高營運效率，落實機場智慧防疫。

(二) 在貨運上，國際產業供應鏈變化，朝向少樣多量、去中心化方向發展，影響全球航空貨運市場，而我國位處優越，加上我國半導體等高科技產業在世界上所佔角色日益重要，同時參考各國機場的航空貨運發展方向，我國航空貨運應可朝2大方向發展：

- 1、以桃園國際機場作為航空貨運樞紐機場，善用其密集的航班、航點及24小時的服務特性，集中發展並提供增值服務為主要策略，加速推動桃園機場航空貨運相關建設。
- 2、面對後疫情時代的客運量成長的趨勢，腹艙載貨的比例將會提高，因此針對區域型國際機場，即松山、臺中與高雄機場之貨運發展，首先應備齊基本貨運物流處理機能，並滾動檢討未來貨運集散站設施發展



(左1) 陳傳興副理 (左2) 辛銀松技術經理

空間充足性。

二、COVID-19 疫情影響後之國際趨勢

因疫情影響了國際經濟活動的改變，間接影響了本產業市場與服務模式的調整，可分別由以下幾點來說明：

- (一) 國際上趨勢顯示，各國國內線呈現快速成長的趨勢



(中左) 江秉修技術經理 (中右) 林建華代副總經理 (右) 林宏憲組長

高鐵2007年出現之後，國內航線的需求量降低，我國本島交通被鐵路取代。近年來各國開始著重觀光發展，國內航空的旅運量開始



韓國仁川機場_第一航廈
(資料來源：受訪者提供)

增加， COVID-19之後，國與國之間航空業受到重創，疫情之下國內線的增長反而不會受到國際疫情影響，我國可以趁此機會重新檢討各機場國內航廈的容量，提出具有靈活使用的空間規劃，以因應未來發展的不確定性。

(二) 休閒觀光需求大於商務服務

以休閒觀光為主要目的之旅客會更看重旅遊的經驗，機場航廈的設計可以側重空間規劃



的多樣性，除了提供商務旅客的便利性，更可以提供休閒旅客各種空間的體驗，包含親子旅遊時的各種需求，未來可配合政府政策，在航廈規劃時將商務服務與休閒服務並重(business vs leisure)。



馬來西亞吉隆坡機場_KLIA2登機廊廳

(資料來源：受訪者提供)



日本羽田機場_國際航廈報到大廳

(資料來源：受訪者提供)

(三) 貨運成長大於旅運成長

COVID-19後，網路購物的需求大增，從而帶動物流的蓬勃發展。受限於疫情客運量急速下降，航空業者積極發展貨運，我國過去台灣貨運的中心是桃園機場，此時可以趁機再審視中小機場的貨運發展。

(四) 政府介入協助航空產業的復甦

(五) 採用新技術復甦的航空公司更有機會存活

(六) 政策鼓勵航線的發展有利運量提升

(七) 市占率會重新改變

(八) 航廈室內空間使用具有靈活性

受疫情影響下，航空公司會思考提供更為便利的旅遊服務，航廈空間規劃應該考慮未來航空公司的發展，共同規劃更為符合未來設施需求的空間，同時保留空間利用的彈性，來面對未來各種可能發生的狀況。



日本名古屋中部國際機場_國際國內共用航廈

(資料來源：受訪者提供)

(九) 無接觸流程規劃（無接觸式新科技應用）

(十) 航廈的衛生標準提升





國際間開始考慮提高衛生標準，而這個標準也將會適用於未來我國機場，航廈的規劃設計應該也要開始訂定標準衛生檢查的流程，確保未來各種疫情發生時可以保障旅客以及工作人員安全的設施。

問：因應內外環境變化與市場需求，桃園機場、松山機場、台中機場、高雄機場及離島各機場的功能定位與發展策略為何？

答：回應內外嚴苛環境的變化，國內各機場群體與個別發展可有以下幾個面向說明：

- 一、在面對龐大的國際市場前景，以及我國機場容量發展議題、國土城鄉發展、地方發展需求期待下，關於我國機場發展應朝向運用多座機場，強化運用在地多元價值，發揮群體效益。
- 二、為達到全國機場共同發展願景，善用我國多座機場資源，連結地域特性，民航局已辦理完成「臺灣地區民用機場2040年(目標年)整體規劃」，報奉行政院110年5月21日核定。此計畫設定我國機場2040年發展願景為「東亞最具競爭力機場群」，訂定未來發展目標為「多元門戶，地方共榮」，5

大發展標的為「確保安全韌性」、「持續擴量增值」、「提供多樣服務」、「加強相容合作」與「創新永續經營」。

三、此外，依據各機場設施條件與周邊地域特性，依地域服務範圍與運輸目標設定機場發展目標，分別擬定四大層級機場之發展策略與功能定位如下：

(一) 國家樞紐機場：桃園機場，扮演國家航空客、貨運輸之服務樞紐、航空關聯產業發展核心，以全國為服務範圍。



(二) 區域門戶機場：松山、臺中與高雄機場，負責扮演北、中、南區域航空運輸服務門戶，提供國際航線、貨運及航太發展機能，並支持區域產業經濟發展。



松山機場



中部國際機場

(三) 地方核心機場：包括離島主要機場(金門、澎湖與南、北竿機場)、以及本島東部機場(花蓮、臺東機場)與西部機場(嘉義、臺南與恆春機場)，提供地方航空運輸服務、協



北竿機場



助地方經濟與觀光發展，部分機場則具備特定服務機能，如航太(臺南機場)及航訓服務(臺東機場)。

(四) 離島基本運輸機場：七美、望安、綠島與蘭嶼機場，以提供地方基本航空運輸服務需求為主。

問：因應科技的發展與服務模式變動彈性需求，機場內相關旅客服務及場站設施，在規劃設計上應重視那些課題？

答：機場是國家重要資源，在旅客和貨物運輸以及區域、國家和國際交流中有著關鍵地位。場站是服務旅客的主要設施，規劃設計需要提供安全、舒適、高效率以及商業和財務上可行的環境，滿足多方利害關係人的利益和願望。我國地狹人稠、土地資源有限，應該充分發揮既有航空站的最大效益，近年來科技發展突飛猛進，除了最近疫情出現的影響之外，如何利用新技術、新觀念來提升工作效率，加強服務品質，成為規劃設計的關鍵。

一、安全

機場安全性是首要注重的課題，新科技的

出現能夠提昇機場設施對安全的要求，以下是目前國際間新的機場設施應用趨勢：

(一) 機器人應用：使用機器人於空側跑道監控及檢查等項目。

(二) Digital ATC 數位航空交通管制

塔臺可以透過設置攝影機和監控設備，準確控制航機起降運作，而無需設置在空側的中心地段。已採用此系統的機場為英國倫敦城市機場(LCY)。

(三) 場(道)面活動引導和控制系統Advanced Surface Movement Guidance and Control System (A-SMGCS)

採用多點定位及廣播式自動相關監察技術，優化機場航機和車輛活動的監察能力，並提供衝突和跑道入侵警告功能，以加強空管安全和效率。例如香港國際機場(HKG)、拉脫維亞里加國際機場(RIX)。

(四) 生物辨識及監測(Biometric technology)

機場安全檢查及人員管制是流程上重要的一環，而生物識別技術的引入將成為在機場範圍內辨識旅客、創造無接觸式旅客處理流程和

協助安全檢查提升的關鍵。

二、舒適

運用新科技讓旅客旅程更加便利舒適，提高旅遊的意願，吸引國際旅客到來，如：

(一) 無人自駕車(Self-driving cars)：無軌自駕接駁系統

(二) 自動化代客泊車機器人(Robotic parking system)

將傳統的停車場轉變為利用泊車機器人代客停車，可以在相同的區域增加50%以上空間，除了可以精準駕駛，亦可密切追蹤旅客返國航班，提前將車取出。例如里昂機場 Lyon Airport (LYS)、英國蓋特威克機場 Gatwick airport (LGW)

(三) 行李機器人(Baggage Robot)

為完全自主的自行式行李機器人，可於路緣下車開始提供旅客安檢行李、列印行李標籤，同時查看有關登機口訊息，自動搬運到正確的行李處理區域。可實現更高效、更安全和更智能行李處理流程，進而實現行李處理的全自動化，例如瑞士日內瓦機場 (GVA)。

(四) 可轉換機位(Swing Gate)

在國內線及國際線相連的航廈中視為一種通用性的設施，通常是利用航廈不同的樓層，使國際及國內旅客可以分時共用同一個登機門，也提供航機調度的彈性。

(五) 無須重複出示護照的旅客經驗Free of passport (ONE ID)

One ID passenger experiences旅客將通過簡單的生物識別技術在每個機場接觸點識別自己的身份，目標是在機場、航空公司和政府之間實現真正可互操作的系統協調，例如成田國際機場。在疫情下，關注旅客的健康衛生成為了防疫重要的一環，在機場流程上，運用此無接觸的技術(Touchless technology)；旅客可以在每個機場接觸點使用他們的臉來驗證他們的身份，降低與他人的接觸。

(六) 「無感」通關Seamless Integrated Immigration Experience

1. 整合衛生檢查採集需求，利用智慧檢驗查驗台結合紅外線溫度、放射性物質定位檢測、入境人員資訊採集系統等多項功能，減少旅客流程中經過之多重檢驗點，提升旅客服務品質。



2. 自動化海關及排隊設施。
3. 無接觸的支付系統Touch-free payment。

三、效率提升及環保

(一) 彈性及模矩化：航廈建築以彈性及模組化的手法規劃設計，以適應運量增長容量擴張的需求。

(二) 遙控電動式拖車

相比傳統拖車，該設備具有體積小巧，可大幅減少迴轉、停放空間等，適用機坪、機庫作業。蓄電池採用鉛酸蓄電池，純電動、無排放，大幅度提升航班安全性及準點率，提升機場降耗治污能力。例如希斯洛機場 Heathrow Airport T5 (LHR)、西寧曹家堡機場(XNN)

(三) 機型尾流重新分類(RECAT)

有效提升改善空域及機場運作效率，EUROCONTROL針對大多數航空器提出更精細的航空器分類，機尾亂流隔離 RECAT 後可再減少 1-2 哩的差距。

(四) 組合機位(MARS Gate)

組合機位/多停機坪坡道系統 (Multiple Apron Ramp System) 的運用，在特定規劃的機位上能使兩架較小的飛機適應一架較大的飛機占用的空間，使機場能更靈活有效率的利用登機口周轉航機，釋放出停機坪的空間。

(五) 遠端流程Remote Processing

機場外的遠端流程使用，旅客將有機會在他們希望的任何地點申請旅行授權(TA)、客製化旅程，降低在機場臨櫃排隊的必要性，並減少與工作人員、自助報到Kiosk機台及其他乘客的互動，可望使機場有望超越其容量限制，並同時對旅客及工作人員提供衛生安全層面更安全的處理流程，例如新加坡航空公司。

(六) 行李處理系統無線射頻辨識技術(RFID)的應用

提升航空公司與旅客之間的公開資訊能見度並減少丟失行李的可能，為減少丟失以及錯誤的處理行李，提供更好的旅客服務以及旅客經驗；在一些航空公司的樞紐，能降低每千名旅客行李錯運數量至三件以下，改善乘客體驗。

1

人物專訪

(七) AGV 自動導引運輸車(Self-driving cars for baggage)

自動導引運輸車 (AGV) 技術取代傳統機場行李運輸系統中的固定輸送機和分揀系統，更加靈活，得以在一定程度上提升運營效率節省人力。

四、持續更新的新規範(REGULATION UPDATES)

機場是國家門戶，規劃設計上應符合國際水準，與時俱進地參照持續更新的國際規範也是重視的課題，包含國際航空運輸協會IATA機場開發參考手冊ADRM 11、國際民航組織ICAO規範regulation New annex 14等。

問：在疫情發生前，高雄機場為全臺僅次於桃園機場第二繁忙的機場，航廈空間已瀕臨飽和，對於未來高雄機場推動新航廈建設的挑戰與展望為何？

答：在有限土地的高雄機場內推動新航廈建設可從以下幾個面向來討論：

一、新航廈建設所面臨的挑戰

(一) 運量提升、容量飽和的挑戰

在2020年新冠肺炎疫情爆發前，2019年高雄機場既有國際航廈容量已瀕臨飽和(設計年容量609萬人次，2019年國際線運量已達608萬人次)，尖峰時段旅客服務水準不佳，加以無法調配國內航廈閒置空間供國際線使用，對於擴建國際線容量之需求迫切。

(二) 空間有限的挑戰

高雄國際機場新航廈為在既有機場之建設(Brownfield Airport Project)，此機場坐落於高雄市區，未來發展用地取得困難，既有兩座航廈(國際航廈與國內航廈)為分離單元式配置，兩航廈間以343m之人行陸橋連接，機場空側用地也有空間尺寸限制(Condensed airside)，必須在有限空間中進行最有效率的規劃。

(三) 跑道容量有限、受宵禁及空域條件限制

高雄國際機場在宵禁時間(00:01~06:30)、空域條件、既有跑道容量32架次等限制條件。在土地有限，對外擴充不易的條件下，機場規劃應最大化土地使用價值。

新航廈規劃應以供給導向最大容量評估規



劃，同時有效協調機場各系統（空側、陸側、航廈）間平衡發展，提出最有利於目前營運條件的最佳配置，配置發揮土地最大使用潛力，以面對未來挑戰、預作部署，同時具備發展彈性以因應未來亞太地區快速成長的客運量。

(四) 機場須維持營運的挑戰

為了充分發揮基地條件，讓航廈容量也能匹配跑道最大容量，新航廈建設需整體考量並通盤檢討機場全區配置規劃，在研討機場整體藍圖的同時，也讓機場各系統間（空側、陸側、航廈）得以協調、彈性發展，使土地利用效率最佳化，一次規劃到位整合相關設施，提出客運站區最佳配置與新航廈規劃設計。

在擘劃機場終極發展藍圖方面，須採一次規劃到位、逐步建設之思維，新航廈、轉運中心及相關設施對於滿足未來發展需求而言，均為兼顧實際需求、環境及財務永續之必要性建

設，但考慮營運不中斷的需求，必須採分期方案執行建設，邊營運邊施工方式。

二、新航廈規劃設計特色的建構

期望以國際間最新發展趨勢，配合在地化的設計理念，創造出具有本土特色的機場航廈。

(一) 建構南部地區國家新門戶，打造高雄的地標建築，以海浪與油紙傘轉化形塑迎賓的門戶意象。

(二) 土地使用效益最大化，採用集中式大航廈的配置，國際線及國內線規劃於同一屋頂下（Under one roof），創造靈活性的空間規劃，整體考量空間動線，提供空間調度的彈性，使機場航廈整體外觀內裝觀感一致。



高雄新航廈出境報到大廳示意圖（資料來源：受訪者提供）



高雄新航廈配置示意圖 (資料來源：受訪者提供)



高雄新航廈出境報到大廳示意圖 (資料來源：受訪者提供)

(三) 充分考量機場整體發展需求，航廈整合轉運中心功能，兼顧旅客服務品質及未來機場營運彈性，陸側系統避免多重道路系統連接、動線交織，提供最佳的人行連接、簡化交通設施複雜性；空側系統則提升登機門靈活性和利用率。

(四) 提升旅客的服務品質

集中式的配置提供直觀、簡潔的方向導引；新航廈的空間尺度及空間品質，提升整體服務水準達到IATA(國際航空運輸協會) ADRM10(機場開發參考手冊第10版) LOS(Level of service) 標準之Optimum (理想) 等級。



(五) 兼具韌性的航廈規劃，預留未來發展靈活性

對應不可預期的未來環境，航廈規劃及建築系統上採韌性 (resilient) 為原則，保留不同情境之相對策。

(六) 因應緊急事件需求的彈性空間

考量機場出入境流程可能涉及之緊急事件或類似近期疫情爆發情況，依不同航班特性增

的時間及投入的人力資源，以其較快速的互動能力，強化機場對旅客的服務，改善旅客的旅行經驗。目前已針對高雄機場新航廈導入之智慧化運用項目提出規劃，並保留未來投入營運後，視實際需求導入屆時最新技術、設備之空間。

(八) 環境永續的綠色機場

配合機場特殊用途的飛安需求，在生物多



高雄新航廈入境大廳示意圖 (資料來源：受訪者提供)

設不同類型的安檢或是衛檢流程，空間規劃留設動線之口袋空間，保留因應不確定事件應對的彈性。

(七) 導入智慧航廈概念

新航廈將規劃取得黃金級智慧建築標章，考量機場在不同的場域運用資訊通信科技，可降低使用者及航空公司在空中旅行中所花費

樣性指標項目分數取得不易前提下，以黃金級標準作為規劃目標。

綠建築的理念係追求建築與環境的和諧共存，其強調在建築設計中特別考量對環境的衝擊、節約能源、減少廢棄物以及健康。本計畫規劃之新航廈，完工後將可作為城市綠帶的延伸，結合自然的舒適航廈及景觀，達到機場與周邊鄰里雙贏之設計成果。綠色航廈設計中心

1

人物專訪

理念是「永續發展」及「以人為本」，當中整個設計哲學將充份考慮4個關鍵要素來實現：舒適度（comfort），能源（energy），韌性（resilience）和智能（smart）。

三、未來發展展望

高雄國際機場是民航局管轄之下的第二大機場，是南台灣對外主要的進出門戶，新航廈建設期望將建構國家門戶新意象，打造高雄成

交通，也是空中對離島及東部地區的聯繫中心。未來能以高雄機場為中心擴展臺灣觀光旅運需求，啟動南臺灣觀光之產業發展動能。

(三) 城市中的機場：高雄國際機場坐落於都市中，與都會區域相鄰。都會區域擁有機場，提供人交通運輸的便利性；高雄不僅是港都、也是航空交通的第一線城市。



高雄新航廈外部景觀示意圖（資料來源：受訪者提供）

為南臺灣未來之星。

(一) 讓南臺灣連結世界：高雄國際機場為我國南部地區最重要之機場，肩負南臺灣與周邊國家聯繫之重責，是新南向最佳的點對點的區域性國際機場。

(二) 使高雄與在地連接：高雄國際機場也是區域性的陸地交通中心，連通台灣本島南部

(四) 後疫情時代的機場：高雄國際機場是國門入境第一線，考量疫情等外在環境的變化，空間規劃預留緊急時刻利用的彈性，提供排隊空間的加大、檢疫管制點控制人流與檢疫動線等需求利用。

(五) 智慧的航廈：機場是連接世界的入口，隨科技發展，航廈設施自動化、智慧化是國際發展趨勢。新航廈規劃導入各式新科



1

人物專訪



高雄新航廈示意圖 (資料來源：受訪者提供)

技隨科技發展與時俱進，提供更好的服務品質及旅客經驗，亦利於機場未來人力調配、營運管理。智慧航廈將配合實務上營運管理需求，保留設施隨實際營運使用情況升級的彈性，成為智慧科技的展示櫥窗。

(六) 綠色的機場：機場亦可作為城市綠帶的延伸，新航廈完工後可結合自然的舒適航廈及景觀，達到機場與周邊鄰里雙贏、共存共榮之設計成果。

問：離島機場除了維繫在地居民交通權益與貨物運輸服務外，為了因應後疫情時代與地方觀光發展，航廈設計概念，您個人想法為何？

答：離島機場所面臨的問題與個別機場的想法

可分別來談：

一、離島航廈改造以促進地方觀光發展、兼具地方特色及綠能環保意識為設計發想主軸，因應COVID-19疫情爆發，對全球人民生活產生變化，這變化只會持續不會停止，因此，人類必須學著因應COVID-19病毒所帶來的改變，如何於共存中展現生機及前瞻性，是目前航空業首要面對課題。

二、離島機場航廈設計概念

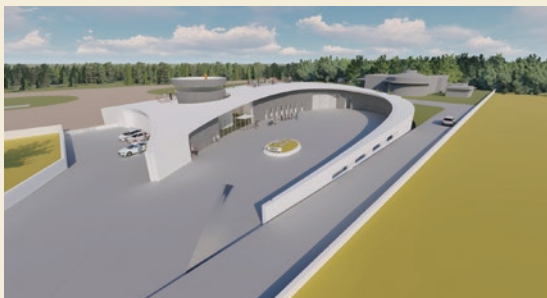
無論是否為疫情期間，離島航廈改造要能表現出「島嶼」獨特性，包括地理區位、地質地形、自然地景、材料及人文，一一解構出地方風格，再融入航廈外觀造型、外構形態及室內空間設計及建材選用當中，結合低碳綠能建築設計手法，讓各離島整體航廈改造，能夠分別表現出各自特

有個性及風格。民航局近年已邀請國內及國際知名的建築師，針對澎湖七美、望安與台東綠島、蘭嶼等機場，辦理規劃設計，將落實交通部「設計美學導入公共建設」的理念，結合在地特色，打造新航廈，並接續發包動工，未來讓新航廈成為地方觀光的門戶，其設計理念概述如下：

(一) 七美機場

外觀輪廓發想是由七美島外型形式-外圍

的五處海灣而來，形成這座融合七美島地形特色平面造型的航空站。倒圓錐形塔台配置位置為七美航空站於七美島的相對位置，因此七美航空站站體即是七美島的縮小模型。中心圍塑廣場將以雙心石滬之意象作為視覺焦點，並搭配石滬弧線之風雨走廊，充份導入七美島之在地特色，立面型態則以島上起伏、水丘之地貌天際線作為航廈屋頂之造型。航廈內部以島上傳統民居外牆亂石砌石材為設計主題，選用咕啞石意象石材搭配白色壁面。



七美航廈陸側示意圖 (資料來源：受訪者提供)



七美航廈空側示意圖 (資料來源：受訪者提供)



七美航廈室內示意圖 (資料來源：受訪者提供)



塔台中心外周引入通往戶外觀景台樓梯上方的天光，使航廈中心成為明亮又富活力的空間，利用宿舍區之空地以「珊瑚波動之綠色海波」作為地景主題，形成七美機場之景觀特色，吸引旅客走出航廈滯留戶外。外牆增加可開啟窗戶數量增加自然通風或選用換氣能力好空調機型。

(二) 望安機場

望安航空站位居東南角的望安潭門港內



望安航廈陸側示意圖 (資料來源：受訪者提供)

灣的西北方內陸，摘取港灣弧線作為航空站平面造型彷彿就像是張開雙臂迎向位在東南方位置的台灣本島，與港口弧線相互輝映。並導入立面型態則因應塔台、消防車庫不同的高度需求，搭配島上起伏山丘之地貌天際線作為航廈屋頂之造型。室內空間設計則在候機空間搭配室內橢圓形動線的入口大廳為中心，望安島傳統民居外牆亂石砌之意象材料，結合白色壁面的組合交錯，充分表現出望安島的在地特色。

陸側區之空地以「仙人掌的植物圖鑑」



望安航廈空側示意圖 (資料來源：受訪者提供)



望安航廈室內示意圖 (資料來源：受訪者提供)

作為地景主題，吸引旅客走出航廈。外牆增加開窗或選用換氣能力好空調機型，導入流通空氣。

(三) 蘭嶼機場

蘭嶼航空站外觀維持達悟族拼板舟造型

及紅、黑、白相間之強烈顏色對比，以展現蘭嶼島的傳統文化意象。航廈內部則因應使用機能增建2、3樓，並將內裝全面更新。站前廣場新建停車場區公共廁所暨休息室，則取材於蘭嶼單體聚集形成地方聚落、高低錯落展望台及黑白單純色彩之設計意念，與主體航廈相呼應，共同傳達蘭嶼當地特色。



蘭嶼航廈外觀示意圖 (資料來源：受訪者提供)



蘭嶼航廈室內示意圖 (資料來源：受訪者提供)



利用站前廣場之空地，一面儘量保留既有喬木、一面以「濃縮地景厥類」為主題而形成蘭嶼機場之景觀特色，引領旅客戶外觀賞。

(四) 綠島機場

綠島航空站目前站前周邊環境較顯凌亂無統一性，為能強調航空入口意象及其他既有建築物連結性，採於站前設置冠狀形態的雨遮迴車廊道的機場門面，統整綠島航空站的入口意象，創造出整體設計感及新航空站門面。內部將利用挑空天花板以綠島獨特的海底世界為主



綠島航廈外觀示意圖 (資料來源：受訪者提供)



綠島航廈室內示意圖 (資料來源：受訪者提供)



(左1)辛銀松技術經理 (左2)陳傳興副理 (中)林宏憲組長 (右2)林建華代理副總經理 (右1)江秉修技術經理

題，用彩繪天花板或高科技的影像系統展現綠島島嶼與海洋密不可分的關係。

彎月型屋簷造型通廊中央配置一處圓形造型庭園，以「動靜之間—植與石」為主題，使旅客能多多駐留戶外欣賞航廈之美。

後記

非常感謝林組長在百忙之餘接受專訪，暢談國際民航發展趨勢之未來國內機場發展的整體規劃。在此次專訪中我們可充分感受到林組長對於國內各機場的定位與營運，如何因應國

際航空業市場發展的趨勢與想法，期能協助有賴航空運輸需求的各大經濟活動企業，將機場服務營運之推動不遺餘力，並期以帶動國內航空運輸業與機場的發展，建構永續經營與服務的目標。



(左)林建華代理副總經理 (右)林宏憲組長



訪國家住宅及都市更新中心執行長

黃景茂

談

因應台灣適居好宅
社會住宅興辦的今生與來世

整理：陳傳興 · 攝影：詹朝陽

壹、前言

黃景茂執行長畢業於成功大學工學院都市計畫系，並取得亞洲理工學院區域及都市規劃碩士。自1979年開始展開公職生涯，於高雄市政府工務局養護工程處擔任總工程司、處長，升任中央內政部營建署副署長、代理署長、內政部工程施工查核小組召集人等職務，之後再回到地方政府擔任臺中市府秘書長、臺北市都市發展局局長，並於110年2月受邀擔任國家住宅及都市更新中心(簡稱國家住都中心)執行長一職。

在臺北市都市發展局任職期間，黃執行長除親訪「都更」及「危老」工作站，期許公私合作全面啟動都市更新，加速「老屋」重建更新等作為，協助市民能夠因都更而有更好的居所，推動臺北市的都市再生，並全力推展臺北市社會住宅興辦。

至國家住都中心後，黃執行長個人更希望運用過去40多年在中央、地方服務的經驗，推動符合建築美學、落實三大標章、品質優良的社會住宅，讓國人期待的社會住宅能夠逐步在全國推展開來。

貳、訪談紀要

問：執行長您好！首先感謝您接受中華技術期刊的專訪，我們知道您個人在北市府任職期間，就協助市府大力推動社會住宅的興辦，退休後亦受邀擔任住都中心執行長一職，可否先談談中心興辦社會住宅的宗旨。

答：很幸運的長期以來能參與社會住宅的推動並到中心來服務。中心的成立，係政府為了實踐照顧公民居住的基本人權(居住權)，意即人人都有可安心居住的家，為此重要社福政策，

爰成立本中心，期能協助政府實行居住正義，落實居住權，讓公民人人都有可負擔的居住好宅。目前國內直接興建社會住宅在住宅存量佔比約0.08%，相較日本6.1%、美國6.2%、荷蘭34%都落後許多，故政府希望第一階段推動12萬戶社會住宅的興建，以達2.2%的佔比，並朝向5%邁進。中心所興辦的社會住宅係為內政部指示辦理的社會住宅興建，並由中心來營運，興建「只租不售」的社會住宅，產權屬於政府，不賣斷，可以提供更多公民使用機會。中心興辦的社會住宅須節能永續，並考量建造成本與長期營運成本二者間取得平衡等特色，符合永續利用世界潮流的建築。



問：我們知道國家住都中心是依循國家住宅及都市更新中心設置條例之規定所設立，趁本次專訪請執行長介紹一下國家住都中心。

答：中心的成立是為使政府住宅及都市更新政策逐步落實，銜接住宅法及都市更新條例之授權，以獨立角色協助政府辦理都市更新事業之整合及投資，擔任都市更新事業實施者、社會住宅及都市更新不動產之管理及營運、經內政部指示辦理社會住宅及都市更新業務等工作，以達成政府社會住宅及都市更新政策中，公私有資產再利用、都市機能活化、改善居住環境及提升公共利益等目標。內政部為推動國家住宅及都市更新政策與計畫之發展工作，設置本中心協助推動社會住宅政策，以及政府主導都市更新案件之執行。所以國家住都中心依法為行政法人，監督機關為內政部，督導機關為內政部營建署。除了協助政府辦理大家所熟知之社會住宅與都更業務外，相關住宅及都市更新的研究、教育訓練等都是我們執行的業務範圍。由行政法人所興建的社會住宅不屬於公共工程類別，所以無法參加公共工程金質獎及鼓勵廠商參與民間投資等相關獎項，這是本中心興辦相關工程和公共工程最大的不同處。

政府為甚麼要興辦社會住宅，除社福政策外，因國內房價所得比太高，全國為9.19、臺



(左) 陳傳興副理

北15.29、新北12.16，相較先進國家標準6以下已經高出許多，故興辦社會住宅有其必要性與意義。

簡而言之，中心主要服務業務為都更、社會住宅興建與營運等二大部分，目前組織內有三個部門，為配合業務服務更臻完善，將調整為行政管理部(負責中心的行政、營運、財務等等)、資產管理部(負責社會住宅的營運)、社會住宅部(負責社會住宅的興建)、綜合業務部



(中左) 江秉修技術經理 (中右) 林建華代理副總經理 (右) 黃景茂執行長

(負責都更綜合業務)等四個部門。

問：中心為社會住宅興辦的主要推手，執行長亦是主要的決策者，中心是如何迅速著手推動一個社會住宅工程的興辦，其主要執行模式為何？

答：一般建商住宅興建開發程序為找地、規劃、財務、細設、施工、銷售後結束，而中心

有別於建商則是施工後自己負責營運，相對責任和成本較高。中心為了加速推動社會住宅興辦，就居住需求、選地、工程規劃設計、施工營運各階段工作，成立具整體概念組織經營的社會住宅國家隊，並同步辦理計畫案的評估、規劃及招標作業。土地取得則由營建署城鄉發展分署透過中央與地方都市計畫或變更取得。選地初期，中心即參與先期評估，如方案比較與財務試算等項目，確定後城鄉發展分署再發函交由中心進一步規劃；中心則就確定之土地



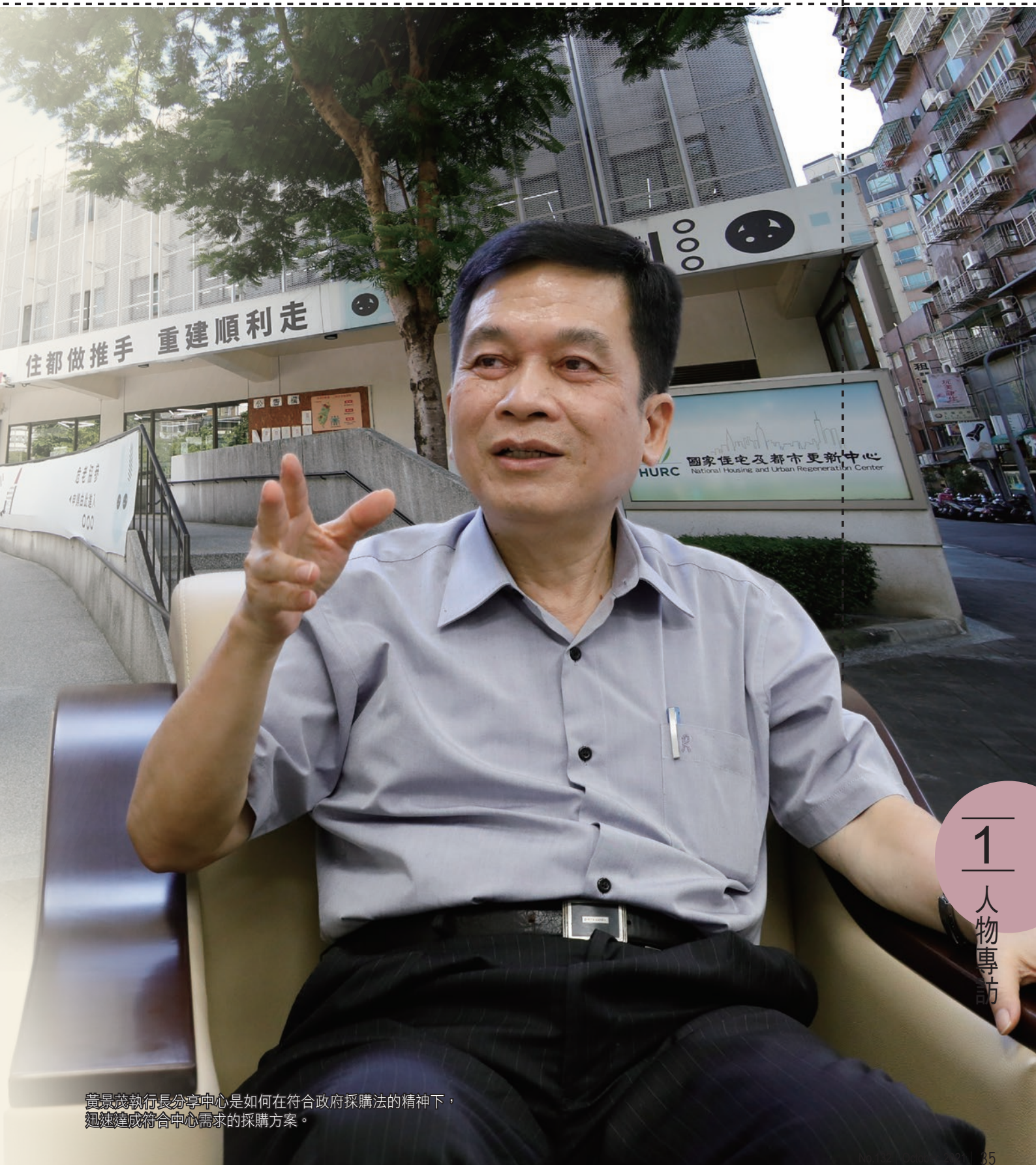
擬定興辦事業計畫書，提送中心董事會核可後，報內政部核定再據以執行。中心內部對於各興辦計畫皆會就個別社會住宅特性選地、規劃評估、財務試算及招標發包同步作業，定期交換進度訊息，資訊共享，以最快速度完成基地盤點、財務規劃及發包興建。所以中心內匯集了土地開發、整合、履約管理、工程採購、專案管理、施工協調、財務分析及營運管理等各界菁英來共同打造社會適居的好宅。

另一重要階段則是在都市計畫公開閱覽前，中心即參與了都市計畫變更民眾說明會，就土地變更為社福用地時，說明用地未來社會住宅興建方案、建築形式、戶數、高度、公益設施位置與內容，如地方所需的公益設施日照、幼兒園、托育、開放空間等，這些公共設施皆會與地方政府先行溝通。在有需求者或關心者出現時，中心也會趁早介入溝通，建立良好的管道，試著落實未來居住者的需求，與社區共同使用者營造或建構，這種貼心的作為，會塑造社會住宅營運期間的向心力。或在進行細部規劃時，再舉辦說明會，讓未來居住者參與溝通設計，亦可讓社會住宅附近的居民、里長、民代能夠參與，清楚了解社會住宅興建的時程與益處，例如工程施工時的交通維持協助、全民監工等等，期待「大家喜歡的社會住宅」早日落成。

另目前社會住宅取得模式，有在研究考量民間參與的部分，如一般民間經營不善之旅舍或公營的教師會館整修，或國產署閒置不用的空屋改善後使用，可減少政府社會住宅興辦的負擔。

問：所以說中心在興辦社會住宅是以一條龍的推動模式進行，在考量提昇行政與作業效率，並採同步作業執行，但因工作量龐大，仍需有大部分工作仰賴外部資源協助辦理，在尋求外部資源時，公開招標採購還是最主要方法之一，中心是如何在符合政府採購法的精神下，迅速達成符合中心需求的採購方案。

答：中心參酌政府採購法精神訂定「國家住宅及都市更新中心採購作業辦法」，製訂各項招標文件及SOP流程，並編列合理價格或預算、工期，以效率、公平、公正方式辦理採購與選商作業，並召開招商說明會，以合理利潤吸引廠商投標參與工程的執行。廠商資格亦有所限制與規定，廣邀近十年內有得過公共工程金質獎者，或近十年曾參與集合住宅或公共工程者，在符合資格下經評選後決標，一家投標亦可決標，加速採購。另中心所辦的社會住宅工程因非屬公共工程，預算來源為銀行融資或都更取得，故在預算編列、執行、調整、追加



1
人物專訪

黃景茂執行長分享中心是如何在符合政府採購法的精神下，
迅速達成符合中心需求的採購方案。



上較具彈性。採購模式則會考量計畫的行政特性、執行效率及品質要求，分別以統包模式或傳統標來執行。

另社會住宅雖然非屬公共工程，無施工查核的三級品管表單，但中心會參考公共工程或類似工程，提列施工常見缺失的督導表單，如施工查核點、鋼筋綁紮等品質問題，於施工前向廠商說明與要求，讓施工督導程序簡化，提高效率，並兼顧工程品質。在廠商履約過程中，常會有行政障礙與爭議，在行政流程加速與節能減碳的觀念下，相關履約文件以簡化及電子化方式處理，減少資源浪費；契約履約人力需求期以能達成工地品質管控、職安管理為主要目標，不增加額外之人力要求，減少廠商不必要的人力負擔；在履約過程中常發生爭議，則由雙方代表成立協調小組處理履約爭議，使履約過程更加順暢。國家住都中心是以組織扁平，決策明確，彈性快速積極主動解決問題，推動社會住宅的興辦。

問：社會住宅工程招標後，工程設計階段中心在審查重點上會注意那些重點。

答：中心的社會住宅工程有三大標章為最基本需求，綠建築至少銀級標章、智慧建築合格級

以上，與耐震標章需達合格級，且整體建築工程、設施、開放空間皆採通用設計要求，符合無障礙環境的條件。另外，本中心也和財團法人台灣建築中心簽訂合作備忘錄，在後續履約過程中協助辦理有關綠建築標章相關的事宜。



招商說明會

除標章外，中心會重視以下幾點：

■ 無縫接軌的友善開放空間(人本環境設計)

為建構社會住宅為服務鄰里的熱點，社會

1

人物專訪

住宅低樓層位置，設置社區需要的公益設施，如日照中心、托嬰中心、幼兒園等等。同時為了方便附近民眾的參與及連結，一樓開放空間的配置設計需無縫與基地周圍環境人車動線接續，其相關設施設計皆採通用設計，提供具善意的街角與廣場，讓民眾互動、休憩與等待使用的友善空間。

■ 具在地性美學的建築設計

建物造型設計需與地緣、基地環境條件與特色結合及搭配，善用基地特性發展空間架構，如建材、色彩、建築外觀語彙的選擇與設計，開放空間的視覺景觀創造、景觀設施特性與植栽選擇原生種等等，創造具永續特色的社會住宅建築，並凝聚居民在地的向心力。

■ 導入中心企業形象 -- LOGO與其標準色

為建構中心的品牌價值與信譽，於社會住宅建築外觀適當處放置中心的LOGO，及部分建築外觀語彙如線角或收邊等導入LOGO標準色，建立屬於中心的企業形象。

■ 維護營運精簡考量

為有效執行長達50年之社宅營運管理，在空間規劃與軟體方面均導入智慧化管理，以節省維運成本，提高管理效率。

問：除了社會住宅工程興辦招標、設計外，營運管理亦是中心主要業務之



新北市中和保二社宅透視示意圖



一，營運管理為社會住宅長期經營成本的管控，尤其現今缺工、缺料的營造環境下，中心是如何透過工程興辦，來降低工程與維管成本並提供適居好宅。

答：社會住宅除了居住功能外，亦有其他服務空間需求，配合不同居住族群需求，配置不同的房型，但因基本設施需求差異不大，可異中求同，故在工程選擇可示範處，適時導入新技術、新工法，如建築預鑄外牆工法等，除不因缺工影響工期外，於工程施工時，可在廠裡同步產製、壓縮工期，相關構件品質亦可於廠內確實掌控，提高整體施工品質，同時帶動營建產業技術發展。

另工程至營運期間將設施物件等納入智慧管理，如導入BIM(Building Information Modeling)概念，以最經濟的方式檢討建築、結構、機電施工可行性，並建構BIM維管平台導入營運管理維護階段使用。

但社會住宅工程最重要的還是工程的施工品質，除務實嚴選施工簡化、易維護的好材料外，建立施工督導機制，不定期至工地督導施工品質，簡化相關品管文件，建構低成本維護管理模式、節能永續的建築設備及相關功能等級，以實用為考量的適居好宅。

另目前中心亦在研究未來營運階段最適合的分包管理模式，如物業管理的經濟戶數規模，電梯因受廠牌限制需以北中南分區專業分包管理等。

問：就執行長所了解的，目前國家社會住宅中心推動概況為何？

答：今(110年)中央優先推動18縣市約1.5萬戶社會住宅為目標，而中心會以推動1.9萬戶來招標發包執行，期以達到優先推動的目標，故北、中、南部各區域已陸續推案興辦中。從109年至110年9月，中心已完成招標戶數為7,638戶，流標2,375戶，招標成功率為76.28%，如以案件數(29案)計，成功招標為20案，流標9案，成功率為69%。社會住宅興辦的長期計畫，中央預計推動8年12萬戶的新建，目前(106-109年一階)已執行中或完成的約有4萬戶，剩下約8萬戶中(即110-113年二階)，中心尚需負責約7萬戶的推動。

問：社會住宅興辦工作，執行長對中心未來有怎樣的期許？



(左)陳傳興副理 (中左)林建華代理副總經理 (中右)黃景茂執行長 (右)江秉修技術經理

答：其實個人最大的期許也最重視的是改變國人對社會住宅不好的刻板印象，由中心所興辦的社會住宅，除需具建築美學、優良品質、落實綠建築、智慧建築及耐震等三大標章外，引入智慧雲端管理系統、公共社區服務設施，如日照中心、托嬰中心等，強化社會住宅機能。當社會住宅戶數具經濟規模時，如300戶以上，適時導入青創戶(約5%-7%)，以社區營造概念，建構、協助辦理並參與社區活動，或協助架設社區網站，帶動社區氛圍，凝聚社區意識，和諧共處共融(榮)，逐漸形成社區的新生活模式及社會住宅生活化的適意生活空間，創造一個大家喜歡的居住環境，不因住而煩惱，並能安居樂業，共創美好的未來。

後記

非常感謝黃執行長在百忙之餘接受專訪，暢談社會住宅興辦服務推動的理念與發展藍圖願景。在此次專訪中我們可充分感受到執行長對於社會住宅推動與營運，對居住者提供適居好宅的期許與想法，期能在照顧居住弱勢者外，亦推動未來營運以帶動自主社區經營發展，為各社區建構永續經營的目標。



(左)林建華代理副總經理 (右)黃景茂執行長

捷運三鶯線電聯車半永久聯結器設計檢核與查驗工作

Design Review and Inspection of Metro Sanying Line Rolling Stock Semi-permanent Coupler

關鍵詞(Key Words)：捷運 (MRT)、半永久聯結器 (Semi-Permanent Coupler)

新北市政府捷運工程局／局長／李政安 (Lee, Cheng-An) ①

新北市政府捷運工程局／副局長／林耀長 (Lin, Yao-Chang) ②

新北市政府捷運工程局／總工程司／鄭智銘 (Cheng, Chih-Ming) ③

新北市政府捷運工程局／專門委員／曾國嵐 (Tzeng, Guo-Lan) ④

新北市政府捷運工程局／機電系統科／林仁國 (Lin, Jen-Kuo) ⑤

台灣世曦工程顧問股份有限公司／捷運工程部／賴嘒綾 (Lai, Huei-Ling) ⑥

台灣里卡多鐵路公司／許有廷 (Hsu, Yo-Ten) ⑦

中興工程顧問股份有限公司／羅群翰 (Luo, Cyun-Han) ⑧

摘要

本文以台中捷運綠線發生聯結器軸心斷裂事件為鑑，反饋三鶯線捷運工程電聯車細部設計成果，全面檢核半永久聯結器之設計規格及首件產品測試報告，確保設計規格滿足需求。更進一步考量後續量產安裝工作，精進監造查驗工作，量化其查驗標準，確保半永久聯結器產品及安裝品質無虞。



Abstract

Since semi-permanent coupler of Taichung Metro Rolling Stock failed during early stage of operation, this paper explains the full scale investigation of Metro San-Ying Line detail design including semi-permanent coupler specification and FAI report to ensure the design meets original and application requirements. Furthermore, the quantified criteria of supervising during mass production and installation stages have been confirmed to ensure the quality of semi-permanent coupler itself and installation.

壹、前言

109年11月21日台中捷運綠線第17列電聯車(編號33/34車廂)於抵達高鐵臺中站後，高鐵臺中站尾軌折返區發生異常，系統偵測到異常訊號，於尾軌折返北屯總站時無預警發生緊急剎車(EB)，中捷公司、施工單位北捷局及車輛原廠川崎重工進場檢查，確認「電聯車車廂間半永久聯結器牽引裝置軸心」斷裂，屬重大故障，為確保行車運轉安全無虞，立即宣佈暫停試營運，展開調查作業。

依據台中市政府於109年12月釋出之「臺中捷運綠線聯結器斷軸事故檢測資料及行車安全檢討專案報告」，軸心斷裂主要原因推測係當列車在運行期間，牽引裝置軸的垂直運動不平順，因而導致可能的垂直彎曲應力反覆施加於牽引裝置軸心上，並且造成牽引裝置軸心受疲勞應力。同時推測該彎曲應力係由錨座（鋼和黃銅之間）的內部摩擦所引起。另針對斷裂軸心材料檢驗結果顯示，化學成分符合聯結器供應商規格，惟強度測試之降伏強度、抗拉強度及硬度未符合規格要求。

考量三鶯線電聯車廠商為日立製作所，採用無人駕駛之中運量鋼輪鋼軌系統，以兩節車廂固定編組成營運列車，類似於台中捷運綠線之車輛型式，故實有必要將相關經驗回饋至三鶯線檢討。為避免發生相同情事，於細部設計階段針對半永久聯結器之設計、模擬分析與測試驗證進行全面檢核，於半永久聯結器量產製造階段及電聯車安裝階段精進現行查驗制度，以確保半永久聯結器完全符合三鶯線需求。本文目的即為分享上述檢核結果，精進查驗作為。

貳、捷運半永久聯結器相關鐵路標準及設計準則

一、半永久聯結器概述及三鶯線契約規範

電聯車半永久聯結器為連結車廂與車廂的裝置，使其保持一定距離，為傳遞牽引力及制動力之重要部件，承載兩車廂間相互推擠之壓縮力、相互拉扯之拉伸力及橫向剪應力等負載。另包含能量吸收功能，以緩和列車聯掛和運行時所產生的衝擊，提高電聯車運行時的平穩性和舒適性，使列車縱以較高行駛速度碰撞時，仍可保護列車和乘客安全。一般僅在維修時將半永久聯結器解聯，除依維修週期每月進行目視檢查，並於大修時分解相關組件，進行清潔、量測、調整、潤滑及目視檢查等。

設計上需考量之關鍵重點包含半永久聯結器強度、路線通過性能及緩衝吸能需求，分項說明如下：

- (一) 半永久聯結器強度：依歐洲鐵路標準 EN12663-1:2010 Railway applications - Structural requirements of railway vehicle bodies 律定規範，將載客列車分類成五種車體結構設計類別，其中捷運車輛歸屬於P-III類，根據該標準內表2及表5要求，聯結器抗壓強度至少為800kN；抗拉強度應不低於600kN，或依正常操作或緊急情況下，所產生之最大作用力酌予調整。另聯結器應評估在特定操作要求，引起聯結器附件中的循環載荷，發生疲勞損壞的可能。
- (二) 路線通過性能：所選用之聯結器規格，應能在專案各種最不利條件下，順利行駛於正線與機廠內，需綜合考量電聯車尺寸與路線條件，包含最小曲率半徑、最小豎曲線、S曲線、車廂長度與寬度、

聯結器長度及安裝位置等因素。

- (三) 緩衝吸能需求：選用的聯結器應滿足緩衝吸能要求，需綜合考量碰撞速度、車體結構強度及聯結器安裝位置等因素，車體結構強度直接限制所允許聯結器緩衝裝置所產生之最大作用力。

捷運三鶯線電聯車半永久聯結器設計規範，除前開重點，另考量該路線電聯車需求，並參考交通部「捷運軌道車輛技術標準規範—高運量鋼軌車輛規劃基準」及國內各捷運系統電聯車規範條文與精神，如臺北捷運、機場捷運等捷運系統，節錄捷運三鶯線規範，針對半永久聯結器功能需求如下：

- (一) 聯結器設計及所用材料，應考量車輛在正常運轉、維修及操作作業時，能承受車輛設計壽命期限內各種使用條件下的疲勞負荷。
- (二) 於車輛設計壽命期限內，聯結器應能承受相當於AW3 載重下，任何部分變形不應超過規定容許變形量及疲勞裂紋或其他形式的疲勞破壞。於車輛設計壽命期限內，聯結器在正常營運之牽引或煞車之動態負荷下，不得出現裂痕或疲勞破壞。
- (三) 自動聯結器與半永久式聯結器之緩衝器應包含能量吸收裝置，以吸收衝擊時產生高於正常運行條件的過度能量。聯結器緩衝器/吸能裝置之設計應能吸收車輛之間因為正常的振動和牽引而產生的移動。緩衝器應能維持兩列車聯結速度 $\geq 3\text{km/hr}$ 。緩衝器強度應確保最大速度 8km/hr 的衝擊下，不發生損壞。

二、國際標準/區域標準/CNS

聯結器相關設計標準：

EN12663-1:2010 Railway applications - Structural requirements of railway vehicle bodies

EN16019:2014-06 Railway applications - Automatic coupler - Performance requirements, specific interface geometry and test method

EN15020:2006 Railway applications - Rescue coupler - Performance requirements, specific interface geometry and test methods

參、捷運三鶯線半永久聯結器設計檢核

一、三鶯線電聯車暨半永久聯結器設計概述

三鶯線電聯車係由株式會社日立製作所(Hitachi Consortium)承攬，列車長度約35公尺，由兩節車廂構成，可載運330人，每列車在同側配置有6具滑門，設備主要放置在地板下方及車內專用設備櫃，僅有空調模組(每車廂2組)和煞車電阻裝於車頂，列車最大營運時速為70公里，最大設計時速為80公里。係以無人駕駛中運量捷運通訊式列車控制系統(CBTC)為基礎，能夠雙向全自動行駛，並設有手動駕駛操作台，以供在緊急狀況下手動駕駛。

所選用之半永久聯結器供應商為MiiRA CAF，由剛性管(Rigid tube)、止動裝置(Stop devices)、套接器(Muff joint)、可折疊EFG3鉸接裝置(Collapsible EFG3 articulation)及纜線支架(Cables supports)所組成(如圖1)，其中套接器EFG3鉸接裝置主要由牽引桿(Traction bar)、座板(Socket plate)、上/下半法蘭(Half-flanges)、套接

法蘭(Joining flanges)、彈性環(Elastic rings)及軸承支架(Trestle)所組成(如圖2)。

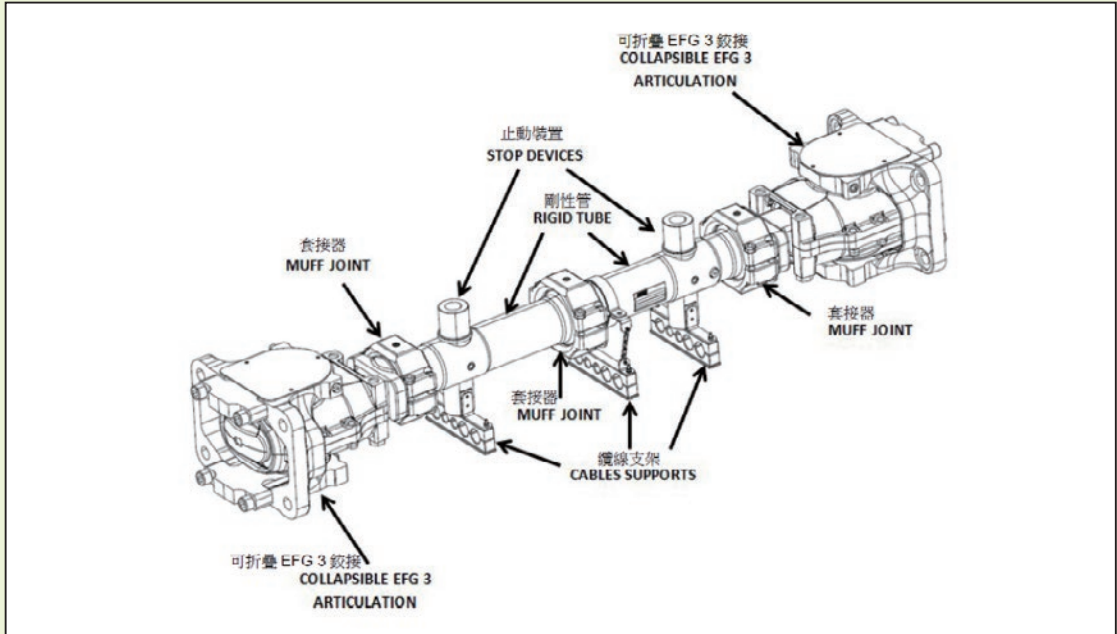


圖1 半永久聯結器構造

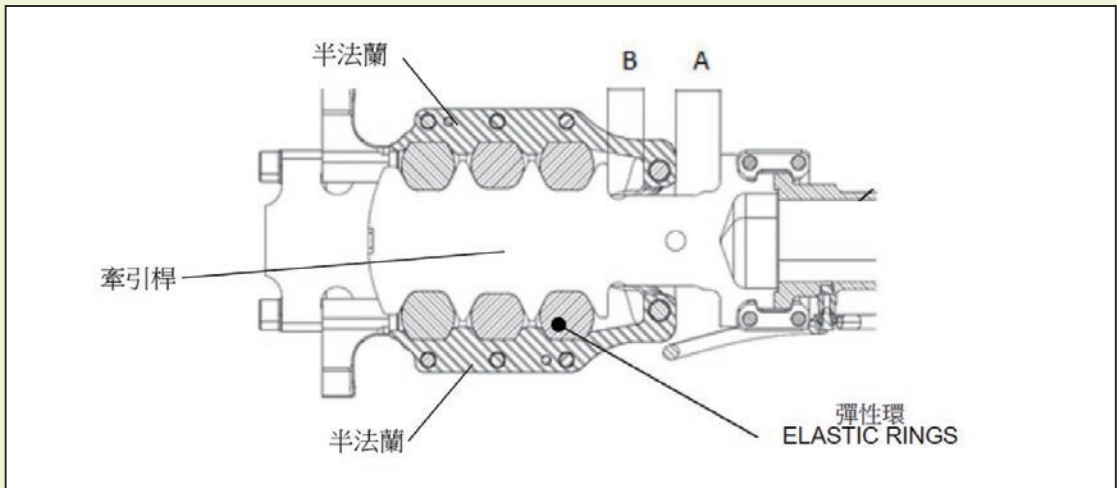


圖2 可折疊 EFG 3 鉸接裝置構造 (局部)

EFG 3 鉸接裝置係將三個彈性環包覆牽引桿，並安裝於兩個半法蘭內，並以上下平板及軸承支架進行固定，可允許組件在軸承支架上水平轉動，使列車通過彎道。另透過彈性環變形，使牽引桿可在法蘭內旋轉及前後移動，藉此吸收行駛過程中所產生之張力/壓縮負載及垂直曲線和扭力負載。

依據三鶯線相關設計文件，檢核半永久聯結器之設計規格、設計強度模擬分析結果及運動性模擬分析結果，加以確認三鶯線之半永久聯結器設計符合需求，相關重要設計規格如表 1。

表1 三鶯線半永久性聯結器重要設計規格

重量	377.3 kg
長度	1,980 mm
牽引強度	800 kN
壓縮強度	1,200 kN
水平旋轉角度	±35°
垂直旋轉角度	±6°
滾轉角度	±1.8°

二、設計強度模擬分析

依據EN12663-1標準，三鶯線電聯車屬於P-III類，以輸入參數牽引應力800kN及壓縮應力1,200kN進行有限元素分析，符合標準規定之基本規格。靜態強度分析結果顯示，支架模擬最大強度值為583.5MPa(如圖3)，低於其材料降伏強度700MPa；M30螺栓模擬最大強度值為375 kN，低於螺栓承受力485.5kN，檢核後確認符合靜態強度需求。聯結器之支架為固定車體與聯結器兩者之關鍵元件，因此分析重點著重於支架及其固定螺栓，其他組件則直接以型式試驗確認其靜態強度符合需求。

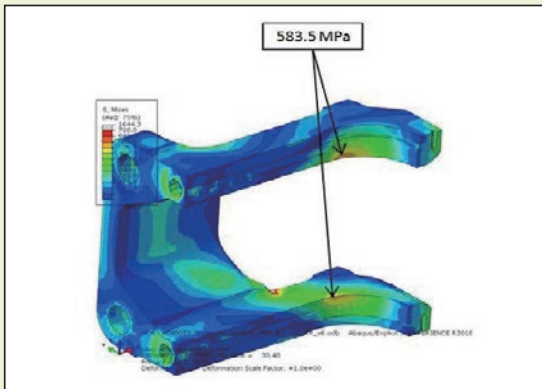


圖3 支架有限元素分析結果

動態負載強度以壓縮應力117kN、牽引應力90kN，執行有限元素分析，其中模擬輸入參數，係以一輛動力列車救援一輛無動力車之最嚴苛使用條件進行計算，相關參數包含列車加速度1m/s²、煞車減速度為1.3m/s²及AW3乘客負載。動態負載強度分析結果顯示，牽引桿、座

板、套接器及剛性管等部件之應力分析結果，皆未超過材料容許值，安全係數至少達3.39以上(如表2)，檢核後確認設計成果符合動態負載強度需求，亦即疲勞強度需求。

表2 動態負載強度分析結果

分析位置	安全係數
Traction bar軸心	4.71
Socket plate座板	5.8
Half-flanges 半法蘭	3.39
Trestle支架	3.5
Joining flanges 套接法蘭	5.55
Rigid tube 剛性管	4

三、運動性模擬分析

為驗證半永久聯結器設計規格符合三鶯線車輛行駛全線之情形，需分析車廂間最大連接旋轉和位移之所有可能情況，應考量路線最不利條件與附加條件的組合，並組合各式條件進行模擬分析，包括最大坡度、最小轉彎半徑、S曲線、軌道施工公差、鋼軌磨耗、軌距誤差、車輪磨耗、列車加減速之懸吊位移及空氣彈簧漏氣之最大高度變化等，列車尺寸參數如下(如圖4)。

- 車頭轉向架樞軸之間的距離：10,850mm。
- 轉向架的輪距：2,000mm。
- 半永久性聯結器旋轉中心與轉向架樞軸之間的距離：2,105mm。
- 半永久性聯結器旋轉中心距鋼軌頂部之高度：480mm。
- 側搖中心距鋼軌頂部之高度：490mm。

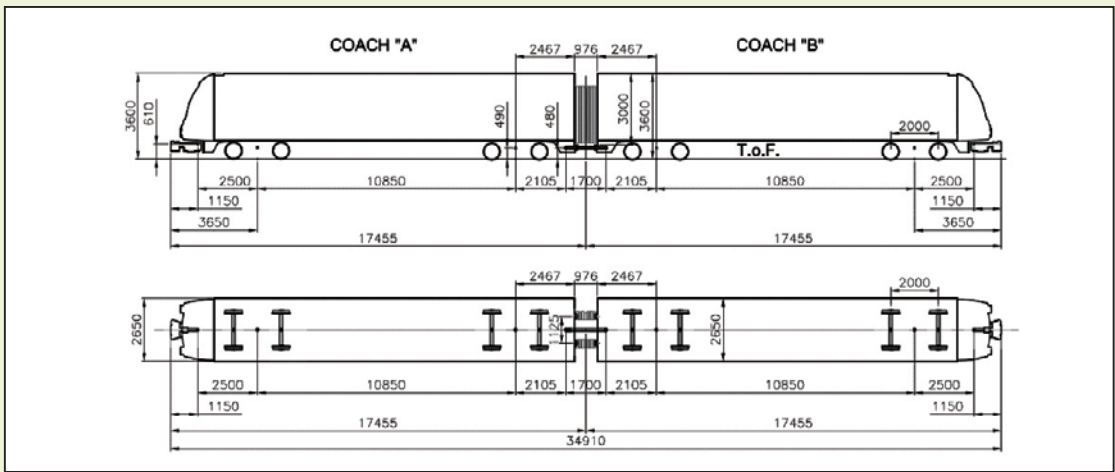


圖4 車輛與轉向架相對位置配置及基本設計尺寸

曲線軌道之組合，包含下列各式分析情境：

- 50m完整曲線軌道+1,500m垂直曲線軌道。
- 直線軌道/50m曲線軌道+1,500m垂直曲線軌道。
- 100m曲線軌道／逆曲線軌道+1,500m垂直曲線軌道。
- 50m曲線軌道/8.665m直線軌道/100m逆曲線軌道+1,500m垂直曲線軌道。

- 70m曲線軌道/12.76m直線軌道/70m逆曲線軌道+1,500m垂直曲線軌道。
- 140m曲線軌道／逆曲線軌道+1,500m垂直曲線軌道。

三鶯線最嚴苛之路段位於機廠內T23道岔附近軌道(如圖5)，路線條件係由曲線軌道(曲率半徑R50m)、直線軌道(長9.821m)和逆曲線軌道(曲率半徑R100m)所組成的S曲線，詳如圖6。

依據三鶯線全線曲線軌道配置，模擬分析由兩節車廂組成之標準車輛的水平與垂直移動性，分析全線曲線軌道配置與半永久聯結器規格相容性。

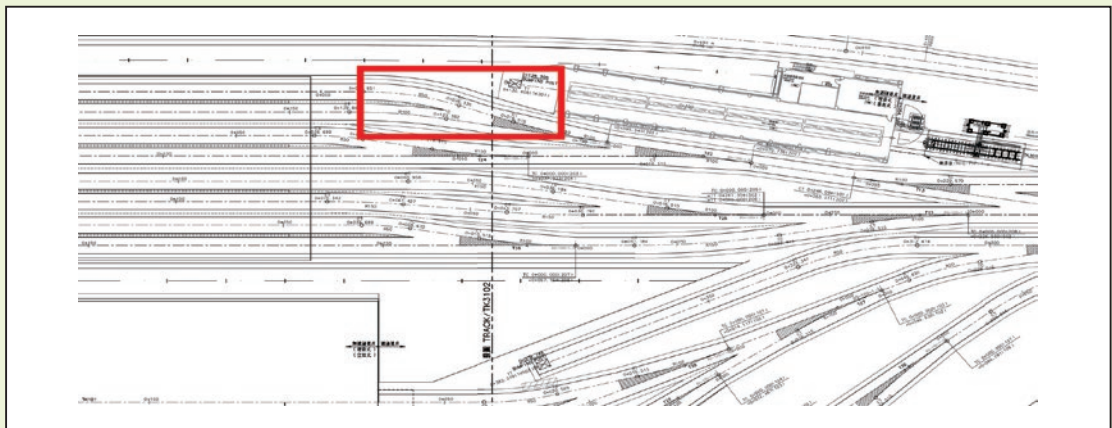


圖5 三鶯線最嚴苛之路段(位於機廠中)

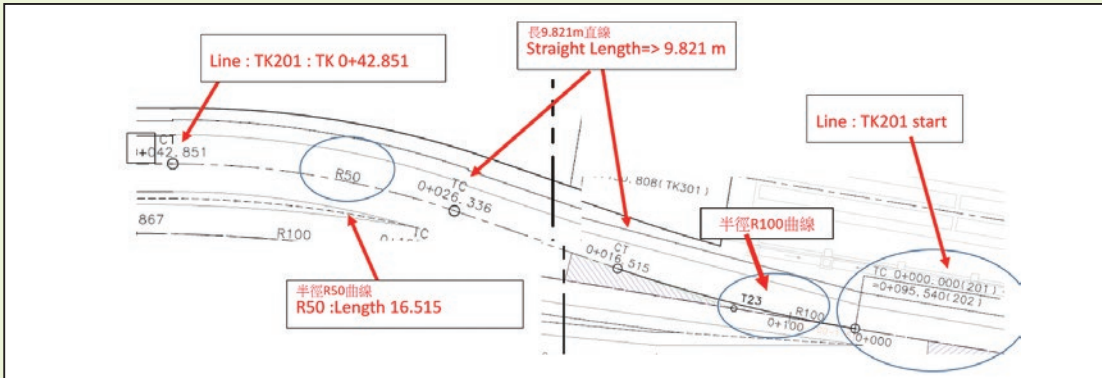


圖6 三鶯線最嚴苛之路段定線條件

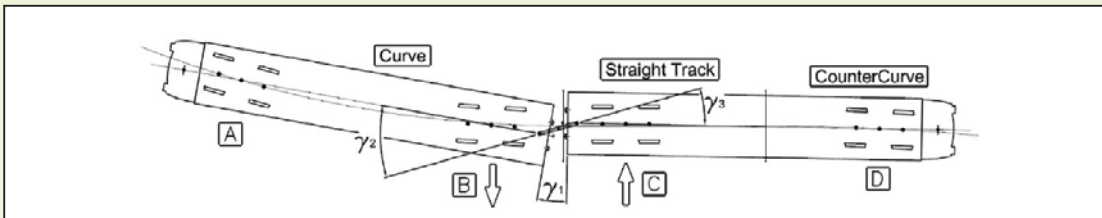


圖7 機廠線上於50m曲線軌道/8.665m直線軌道/100m逆曲線軌道上的S曲線

■ 水平旋轉角度分析結果：在路線條件為機廠線上於50m曲線軌道/8.665m直線軌道/100m逆曲線軌道上的S曲線(如圖7)，分析結果產生最大水平旋轉角度為 $\gamma = \pm 25.88^\circ$ (如圖8)。此分析情境，較前述機廠實際嚴苛S曲線(50m曲線軌道/9.821m直線軌道/100m逆曲線軌道)更加嚴格(直線段越長越寬鬆，反之越嚴格)，因此可確保車輛足以於機廠軌道實際安全運行。

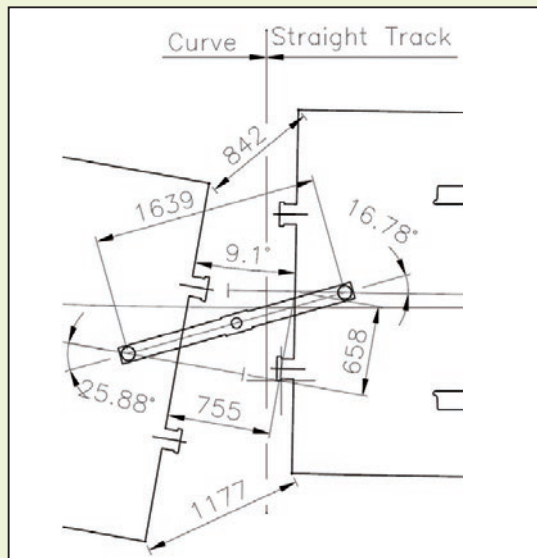


圖8 水平旋轉角度 $\gamma = \pm 25.88^\circ$

■ 垂直旋轉角度分析結果：在路線條件為機廠線和主線上於直線段/豎曲線R1500m波峰段與弛垂段的軌道(波峰段與弛垂段

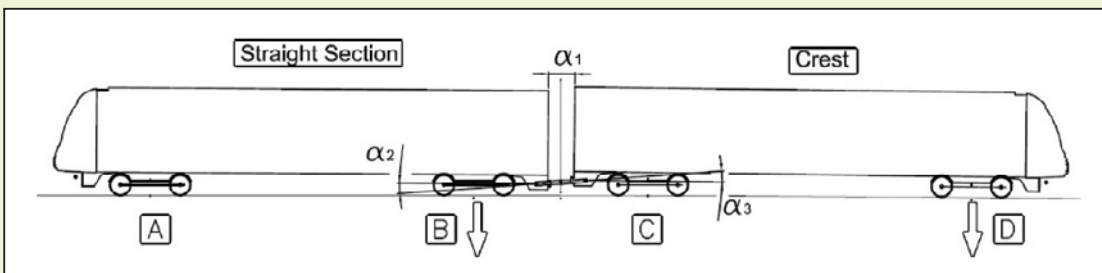


圖9 機廠線和主線上於直線段/豎曲線R1500m波峰段的軌道

兩者為對稱關係，嚴苛度相同，波峰段如圖9)，分析結果產生最大垂直旋轉角度為 $\alpha = \pm 4.66^\circ$ (如圖10)。

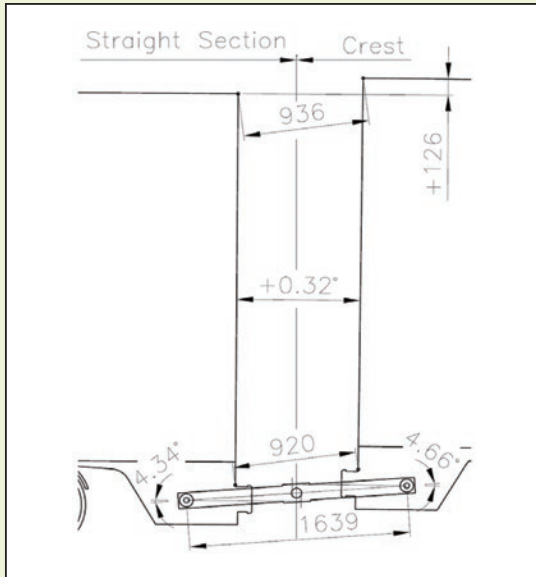


圖10 垂直旋轉角度 $\alpha = \pm 4.66^\circ$

- 滾轉角度分析結果：包含煞車情境及在最大速度時的側搖動作，分析結果產生最大滾轉角度 $\eta = \pm 3.55^\circ$ ，滾轉角度為兩車廂聯掛之分析結果值，由於單個半永久聯結器滾轉角為 $\pm 1.8^\circ$ ，因此一組半永久聯結器兩端滾轉角加總即為 $\pm 3.6^\circ$ ，因此設計選配之規格可符合使用情境。

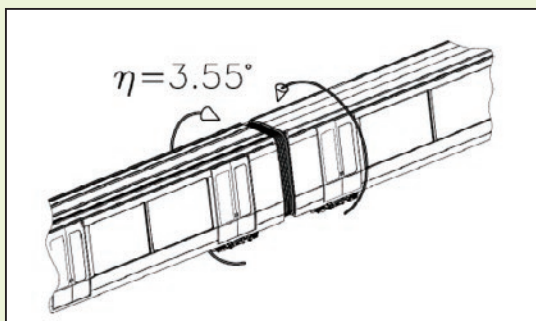


圖11 在最大速度時的側搖動作

依據模擬分析結果，最差條件之移動組合為水平旋轉角度 $\gamma = \pm 25.88^\circ$ 、垂直旋轉角度 $\alpha = \pm 4.66^\circ$ 、滾轉角度 $\eta = \pm 3.55^\circ$ ，與設計規格(水平旋轉角度 $\gamma = \pm 35^\circ$ 、垂直旋轉角度

$\alpha = \pm 6^\circ$ 、滾轉角 $\eta = \pm 3.6^\circ$)比較，分析數值皆低於半永久聯結器設計規格，因此三鶯線軌道配置的幾何形狀與半永久聯結器相容。

四、緩衝吸能需求

為滿足列車撞擊性能之規範需求，設定不同碰撞情境加以分析：

- (一) 情境1：一輛負載為AW3且未執行煞車之列車，以5km/h (1.39m/s)之速度碰撞完全剛性表面。經分析結果顯示，撞擊對於半永久聯結器產生之最大作用力為908.2kN，未超過其可吸收之最大衝擊1,120kN，安全係數達1.23，因此不會產生破壞。
- (二) 情境2：兩列負載均為AW3之相同列車，各有兩節車廂，以8km/h (2.22m/s)之速度碰撞，並假設兩列車在碰撞後順利聯結。經分析結果顯示，撞擊對於半永久聯結器產生之最大作用力為599.1kN，未超過其可吸收之最大衝擊1,120kN，安全係數達1.87，因此不會產生破壞。
- (三) 情境3：若以8km/h速度正面碰撞不可移動之完全剛性表面，自動聯結器與半永久聯結器在剪斷前均須能夠吸收至少16.4kJ。單組半永久聯結器最大壓縮行程約為60mm，在壓縮行程為30.5mm時，可吸收之能量已達8.2kJ，由於半永久聯結器有兩組鉸接，能量吸收總計可滿足16.4kJ吸能需求。

肆、捷運三鶯線半永久聯結器測試驗證

相關設計文件經檢核均符合需求，接續針

對半永久聯結器首件產品進行各項實際測試，驗證其產品與設計規格相符，測試結果如表3。

於全線軌道鋪設完成後，將會實際讓列車行駛於三鶯線全線各嚴苛路段後，執行靜態

表3 半永久聯結器首件產品測試結果總表

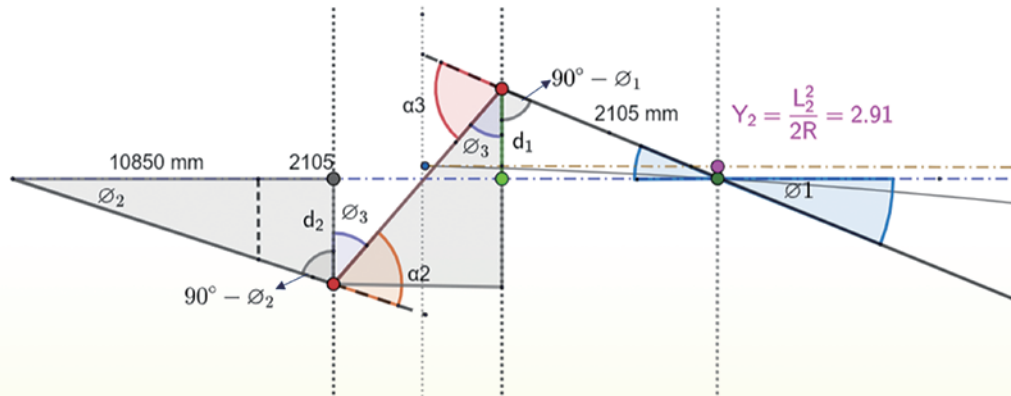
測試項目	合格標準	測試結果	分析結果
鉸接旋轉角度測試	垂直旋轉角度大於6°	垂直旋轉角度7.8° 滾轉角度11.1°	合格
拉伸及壓縮測試	應大於最小能量數值3.62kJ(拉伸)及6.59kJ(壓縮)。	鉸接吸收能量數值為5.7kJ(拉伸)及10.4kJ(壓縮)。	合格
半永久聯結器鉸接強度測試	施加800kN牽引力及1,200kN壓縮力。	所有應變規讀取之應力數值皆小於材料彈性限度。	合格
半永久聯結器剪斷螺絲測試	施加1,200kN壓縮力，剪斷螺絲應於1,160±40kN壓縮力時斷裂。	剪斷螺絲於1,196.05kN受力時斷裂。	合格
剛性管強度測試	施加800kN牽引力及1,200kN壓縮力。	所有應變規讀取之應力數值皆小於材料彈性限度800MPa。	合格
半永久性聯結器潰縮測試	施加1,200kN壓縮力，驗證EFG3鉸接吸收能量、潰縮能力及止動裝置功能。	測試結果剪斷螺絲於1,179kN受力時斷裂、聯結器潰縮366.51mm並鉸接之止動裝置承受住1,200kN之受力。	合格
IP55防塵防水測試	依據IEC 60529:2013執行測試。	測試合格。	合格
半永久性聯結器潰縮測試	施加1,200kN壓縮力，驗證EFG3鉸接吸收能量、潰縮能力及止動裝置功能。	測試結果剪斷螺絲於1,179kN受力時斷裂、聯結器潰縮366.51mm並鉸接之止動裝置承受住1,200kN之受力。	合格
IP55防塵防水測試	依據IEC 60529:2013執行測試。	測試合格。	合格

伍、製造、施工、安裝階段之查驗工作

經細部設計階段檢核後，確認半永久聯結器已滿足設計成果，為確保產品量產能具有相同品質，後續監造單位將於駐廠監造時，分別於施工前、中、後律定不同檢核點，檢查每組半永久聯結器安裝品質，查驗部分包含錨固座組裝品質、材料物理性質檢核報告及活動角度等，並檢核材料成分檢驗證明、熱處理證明及非破壞性檢驗證明等文件。

後續將針對半永久聯結器執行非破壞性檢測，於供應商執行一級品管作業時，隨機進行二級品管抽測及見證，抽驗比例為所有列車數量10%，以確保製造品質無虞。

檢查確認聯結器是否有因干涉撞擊問題產生脫漆或撞擊痕跡，並驗證是否符合聯結器設計規範；另針對軌道部分之施工誤差，由於每一車廂係由兩組轉向架所支撐。以前述直線段/豎曲線R1500m波峰段之聯結器垂直旋轉角最嚴苛情境為例，依據三鶯線單一車廂兩轉向架間距離10,850mm及最大軌道施工誤差值±3mm進行分析，可得左車半永久聯結器垂直擺角為 $\alpha_2=4.642^\circ$ 、右車半永久聯結器垂直擺角為 $\alpha_3=4.978^\circ$ ，相較於未考慮軌道公差之原始擺角，分別增加 0.296° 與 0.312° ，對於半永久聯結器運動性影響微小，半永久聯結器垂直擺角仍維持在最大允許值 6° 以內（如圖12）。然為避免相關誤差累加產生額外聯結器擺動角度需求，亦將軌道施工公差納入監造檢驗重點項目，並於軌道鋪設完成後辦理相關檢測(如表4)。



$$\phi_2 = \tan^{-1} \frac{75 + 3}{10850} = 0.412^\circ$$

$$\phi_3 = \cos^{-1} \frac{27.56 + 93.13}{1639} = 85.77^\circ$$

$$\alpha_2 = 180^\circ - \phi_3 - (90^\circ - \phi_2) = 180^\circ - 85.77^\circ - (90^\circ - 0.412^\circ) = 4.642^\circ$$

$$\alpha_3 = 180^\circ - \phi_3 - (90^\circ - \phi_1) = 180^\circ - 85.77^\circ - (90^\circ - 0.748^\circ) = 4.978^\circ$$

未納入軌道公差計算旋轉角度
 $\alpha_2 = 4.34^\circ$
 $\alpha_3 = 4.66^\circ$

$$\Delta\alpha_2 = 4.642 - 4.346 = 0.296^\circ$$

$$\Delta\alpha_3 = 4.978 - 4.666 = 0.312^\circ$$

圖12 最大軌道公差對半永久聯結器垂直擺角影響

表4 軌道施工精度

項目	許可差	
	與設計之誤差(mm)	偏差率(mm/1m)
高程	±3	1
水準方向	±3	1
軌距	±3	1

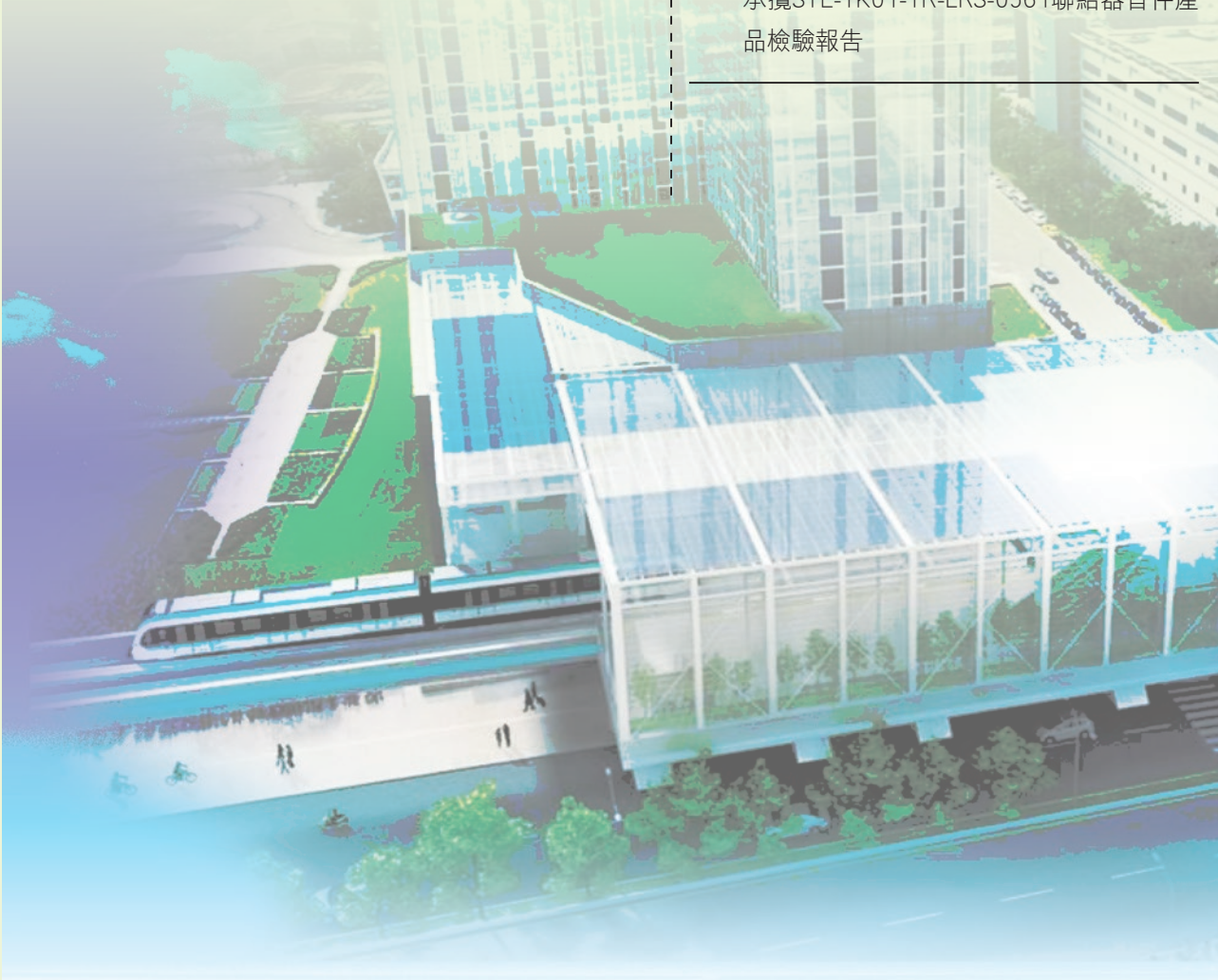
結論

半永久聯結器在台灣過往經驗，未發生過此類損壞事件，三鶯線捷運工程經全面檢核相關設計資料，於生產製造前確認設計符合三鶯

線需求，更進一步於施工安裝階段嚴格把關，精進相關查驗工作，以確保安裝製造品質無虞。

參考文獻

1. 臺中市政府(109年12月)臺中捷運綠線聯結器斷軸事故檢測資料及行車安全檢討專案報告
2. EN12663-1:2010 Railway applications - Structural requirements of railway vehicle bodies
3. 交通部頒布(102年11月)捷運軌道車輛技術標準規範—高運量鋼軌車輛規劃基準
4. 新北市政府捷運工程局(105年) 捷運三鶯線業主需求書(二)
5. 日立軌道交通號誌系統(股)有限公司/榮工工程股份有限公司/株式會社日立製作所共同承攬SYL-TK01-TS-ERS-0051電聯車-期中-聯結器技術說明
6. 日立軌道交通號誌系統(股)有限公司/榮工工程股份有限公司/株式會社日立製作所共同承攬SYL-TK01-TS-ERS-0594電聯車-期末-聯結器技術說明
7. 日立軌道交通號誌系統(股)有限公司/榮工工程股份有限公司/株式會社日立製作所共同承攬SYL-TK01-TR-ERS-0561聯結器首件產品檢驗報告



COVID-19對於促進民間參與政府投資案的影響——以高雄總圖共構會館BOT為例

COVID-19's Impact on Promotion of Private Participation in Infrastructure Projects- The BOT Case of Kaohsiung Public Library Co-constructed Guild Hall

關鍵詞 (Key Words) : 嚴重特殊傳染性肺炎 (COVID-19)、促進民間參與公共建設 (The Promotion of Private Participation in Infrastructure Projects)、高雄總圖共構會館 (The BOT Case of Kaohsiung Public Library Co-constructed Guild Hall)、新建-營運-移轉 (BOT)

國立臺北科技大學／建築與都市設計研究所／碩士在職專班／楊曜聰 (Yang, Yao-Tsung) ①

國立臺北科技大學／建築系暨建築與都市設計研究所／教授／彭光輝 (Peng, Kuang-Hui) ②

摘要

COVID-19自2019年底於中國武漢傳出疫情，迅速引發全球大流行，疫情對於產業、經濟已造成傷害，進而衝擊促進民間參與公共建設案的推動。本文目的乃就COVID-19疫情對於台灣推動促參案的影響進行分析並提出可能的因應策略。

本文首先以文獻探討COVID-19造成促參案的困境，以及英國、日本與國內之應變對策，利用因果關係環顯示其影響因子之關聯。繼之以“高雄總圖共構會館BOT案”為個案研究，說明其發展歷程及於COVID-19疫情期間所引發之影響及原因。從個案研究顯示疫情影響致使投資人進駐意願降低、營運推遲，且因收入不如預期而造成財務虧損及違約風險提升。最後本文針對財務困境及違約風險攀升等課題，考量合理分配風險下，分別就短期行政措施及長期法令制度提出策略建議。



Abstract

COVID-19 has spread in the Chinese city of Wuhan since the end of 2019, and quickly triggered a global pandemic. The epidemic has caused damage to industries and the economy, and has further impacted the promotion of private participation in public construction cases. The purpose of this article is to analyze the impact of the COVID-19 epidemic on Taiwan's promotion of participation and propose possible countermeasures.

This article first discusses the plight of the promotion of private participation in infrastructure projects caused by COVID-19, as well as the contingency countermeasures in the United Kingdom, Japan, and Taiwan. And using the causal loop diagram to show the correlation of its impact factors. Then, the BOT case of Kaohsiung Public Library Co-constructed Guild Hall was used as a case study to explain its development process and the impact and reasons caused during the COVID-19 epidemic. Case studies have shown that the impact of the epidemic has reduced investors' willingness to enter, delayed operations, and financial losses and default risk have increased due to lower income than expected. Finally, this article focuses on issues such as financial distress and rising default risks, considering the reasonable allocation of risks, and proposes strategic recommendations on short-term administrative measures and long-term legal systems.

壹、前言

自2019年12月於中國武漢傳出COVID-19¹疫情，隨即迅速引發全球大流行。截至2021年6月，全球確診人數已逾1.8億並造成約395萬人死亡。各國紛紛祭出邊境管制封鎖，更甚者封城、禁止集會活動以防堵疫情蔓延，一連串管制措施引發廣泛性的經濟活動停擺、供應鏈中斷，造成經濟成長下滑及金融市場波動等不利衝擊，導致民間企業營運效率降低、產能減少，更使消費者與企業信心下滑、縮減支出，加劇企業倒閉與勞工失業，內需也受到相當大的影響，以致國內消費力急遽滑落、百業蕭條。

疫情衝擊除使經濟停滯外，生活及消費模式亦因此受到改變，進而影響國內產業結構，旅宿業、電影業及以體驗消費為主之零售業均受到相當大的衝擊，相對於此，電商及物流業反因受惠而成長。整體言，疫情造成之產業變動影響廣泛，本文就國內促進民間參與公共建設案(以下簡稱促參案)做為討論範疇，深究疫情造成促參案相關法令政策、產業變動等影響因素之因果關係，分析其關聯性、課題及對應策略。

貳、促參案因疫情陷入困境

國內促參之BOT²案件投入金額大、契約時間長，所締結之契約關係繁複，以個案生命週期來看，涉及工程興建、營運管理及物業移交

等階段，各階段因疫情造成衝擊之層面及影響程度均有所差異。

在營建工程方面，因疫情導致供應鏈進出口失衡，國內缺工、缺料情形嚴重，造成興建期程延宕、成本增加，市場上因營建成本攀升，致使BOT案破局時有所聞³。以高雄總圖共構會館BOT案為例，於2020年3月4日取得使用執照，工程進度於國內疫情爆發前已施作逾半，主要工程已告段落，惟後續仍有收尾工程及營運廠商進駐之銜接工作受到影響。

招商營運方面，疫情不僅使觀光、旅宿、餐飲及娛樂等業受到衝擊，進而影響促參案之推動，執行中促參案營運及財務目標因營收衰退面臨挑戰；新啟促參案營運商受到疫情不明朗、消費型態改變等因素影響進駐意願，為防止疫情擴大造成衝擊，政府實施管制政策及民間配合防疫措施，均使市況更形低迷、營運更為艱辛。

參、英日與我國的疫情對策

囿於政府有限財收，藉由公私協力(Public-Private Partnership, 簡稱PPP)推動公共建設來引進民間資金，採用PPP模式辦理案件多屬長期契約關係，且參與方式多元，在繁複的民事契約規範下，公部門與民間機構如何減緩疫情的影響，已為COVID-19疫情流行以來的重大課題。World Bank Blog基礎建設金融專家Molle (2021)表示，公私協力案件在面對經濟

¹ COVID-19 (Coronavirus Disease 2019, 簡稱COVID-19) 是一種由嚴重急性呼吸道症候群冠狀病毒2型 (SARS-CoV-2) 引發的傳染病。我國於2020年1月15日由衛生福利部疾病管制署將其稱為「嚴重特殊傳染性肺炎」(Severe Pneumonia with Novel Pathogens) 並公告為第五類法定傳染病，又稱「新冠肺炎」。

² BOT (Build - Operate - Transfer)：民間興建營運後移轉模式，民間機構投資新建並為營運；營運期間屆滿後，移轉該建設之所有權予政府，是民間參與公共建設的運用模式之一。

³ 疫情致使營建成本上揚，環球購物中心台中10億投資案放棄：冠德建設 (2520) 旗下環球購物中心去年底取得台中市11期重劃區「市31」BOT案，原訂投資10億元今年動工開發，但受疫情及營建業缺工、缺料影響，傳出全案決定放棄投資，先前繳交的400萬元保證金將被市府沒收。

危機與全球疫情困境時，可藉由降低關稅、增加特許權期限、債務重組、減免稅負、政府買斷債務以及協助分擔成本等六種方式與民間機構協商共同減緩衝擊。

國外在PPP案件面臨疫情影響之應變對策，英國PFI (Private Finance Initiative)⁴採個案契約協商，英國(2020)僅公布政策指引提出維持統一收費支付、放寬績效要求、加速付款流程、協議提前付款及合約內提供救濟等五大原則，實際應變措施仍須視個案情形協議而定；日本(2020)針對PFI提出專案貸款、就業調整補貼、提供持續性收益、稅負延繳及減免等五項具體措施。

我國採PPP模式辦理的促參案於此波面臨疫情接踵而來的困境，財政部推動促參司已數次發函⁵輔導促參主辦機關，得依投資契約或民事法規與民間機構協議，包括土地租金、權利

金之分期、緩繳或減收；停止興建、營運期間計算；視情節適度延長興建、營運期間；已獲紓困民間機構，應以適當方式回饋關聯廠商或公共建設服務使用者之紓困措施。在執行上，地方主辦機關仍依案件的類型、急迫性、履約階段契約雙方協商態度及契約內容決定個案的協商紓困結果。

綜合英國、日本與我國針對PPP案件因應COVID-19疫情所提出之對策(如表1)，主要為財務紓困及標準放寬兩大重點：財務紓困包括有增加收入之直接及間接補貼、加速甚至提前付款、短期保證收益及資金貸款，減少負擔之權利金及稅負減免、延長特許期間；標準放寬包括有為減少違約風險之停止契約規範期限計算、放寬績效要求等措施。

綜觀英國、日本與我國之因應策略均針對財務惡化及違約風險兩項困境提出相關措施，

表1 英國、日本與我國PPP案因應疫情之紓困措施

國家	項目	內容
英國	維持付款金流	維持統一收費支付(使PFI承包商得以支應其勞動力和供應商)。
	放寬績效要求	修改契約要求/標準(包括必要的範圍變更)及調整付款和績效考核制度(如暫停績效扣減和積分)。
	加速付款流程	採取最合適的支付措施來支持供應商現金流，確保供應商提交的發票在收到後立即支付(對帳可以在較慢的時間內發生)，以維持供應鏈中的現金流。
	協議提前付款	通過確保關鍵服務在中長期供應的連續性而實現了物有所值的情況，則財政部同意提前付款。該同意的上限為合同價值的25%。
	合約內提供救濟	適當情況下根據其當前合同條款提供救濟(例如KPI和服務信用方面的救濟)。

↓ 本表未完，請接下一頁，謝謝。

⁴ PFI源自英國政府在財政窘迫時，面臨預算赤字同時仍需解決公共服務社會需求增加的課題，惟公共設施老舊無法持續提供穩定品質之公共服務，希望藉由引入民間資金啟動原應由政府自行出資辦理公共設施更新及公共服務改造計畫，而產生之民間參與模式。

⁵ 財政部於民國109年3月6日至5月11日期間，陸續發布台財促字第10925505920號、第10925507130號、第10925508480號、第10925510890號及第10925512000號函予促參案地方主辦機關。

國家	項目	內容
日本	COVID-19特別貸款	日本政策金融公庫針對因疫情影響經營狀況暫時惡化的企業提供專案貸款。
	就業調整補貼特別措施	因經濟原因被迫減少經營活動，藉由臨時請假、教育培訓或借調作勞動力調整，並維持勞動者就業者，給予休假津貼等補助。
	提供持續性收益	向受疫情影響企業支付最多 200 萬日元。
	延期納稅	從2020年2月起，因營業收入減少而難以納稅的企業，無須擔保及免滯納金延期繳納稅負。
	中小企業減免房產稅等	企業擁有建築物和設備之次年（2021年）的財產稅和城市規劃稅將根據營業收入的減少量減至零或1/2。
台灣	地租、權利金分期、緩繳或減收	促參案得視投資契約及民事法相關規定，研議土地租金或權利金分期、緩繳或減收等事宜；投資契約如無約定，可透過協商或爭議處理等方式處理之。
	停止期限計算	停止興建、營運期間計算，如興建期限、營運開始日等條件之放寬。
	延長特許期間	視個案財務試算結果辦理延長興建、營運期間。
	回饋關聯廠商及使用者	如提供民間機構紓困，視個案情形建議民間機構回饋協力、承租或進駐等關聯廠商或公共服務使用者。
	中央銀行中小企業貸款專案	針對實收資本額小於1億元以下且符合受疫情影響條件之企業法人，得適用專案申請紓困貸款。

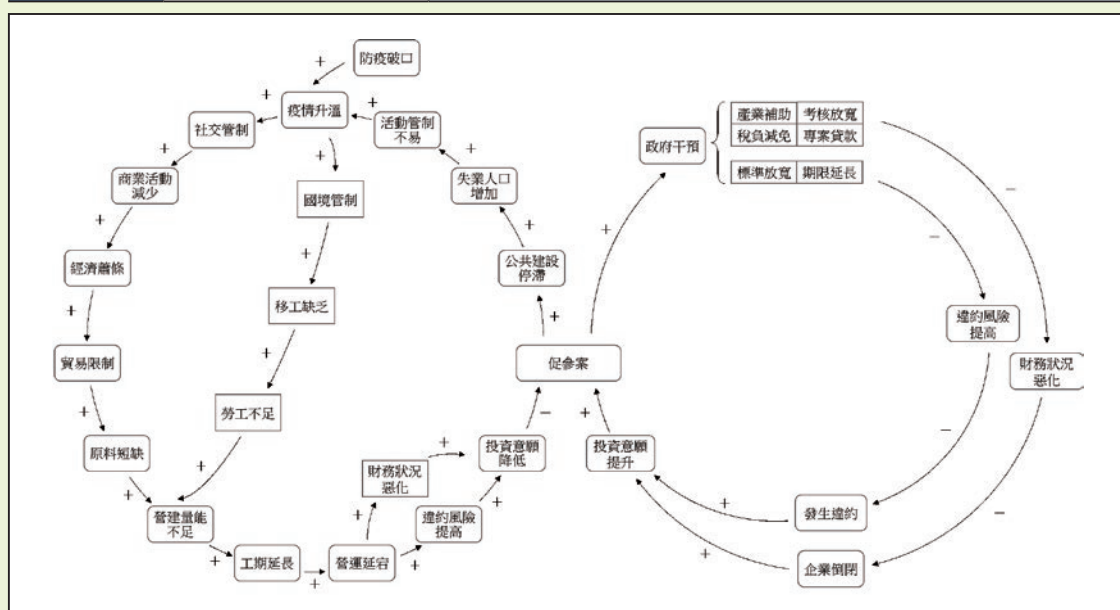


圖1 疫情影響因素及因應對策因果關係環

期以減少企業倒閉及違約發生之情形。在因應措施順利施行前提下，冀能有效減少既有促參案中斷或新促參案推行不順之困境。

在探究疫情影響促參案減少之因素後，本文以因果關係環表示如圖1，該圖之左側因果環顯示疫情造成促參案減少之困境，從各國因應

COVID-19疫情升溫而實施管制措施，進而造成經濟蕭條及營建缺工、缺料，營建量能不足及引發促參案財務惡化及違約率攀升，終影響投資意願致使促參案減少，且後續失業及活動管制不易等問題可能使疫情攀升成為惡性循環；右側環則為改善左側困境之因應策略及其效果，藉由政府干預手段抑制違約發生及企業倒閉等狀況，挽留投資人投資意願以減緩促參案減少之情形。從整體來看，顯示政府適時干預下，如能提出有效因應策略，如同促參案的觸媒劑，可緩和及抑止促參案減少的困境，甚而再度誘發促參活力。

肆、個案研究

本文以「高雄市立圖書館總館共構會展文創會館BOT案」⁶（以下簡稱為本案）作為個案探討，位於高雄市前鎮區林森四路189號(如圖2)，其建物為地上27層、地下6層鋼骨構造之複

合式商用大樓，規劃⁷有行政會議室、辦公室、文創書局、影城、文創旅館、商場及美食街等空間。

經檢視本案規劃進駐產業，受到疫情影響說明如下：

- 一、影城：推行安全社交距離導致電影院席位無法有效率排佈，空間坪效收益降低。
- 二、辦公：居家辦公使企業對於實體會議空間、辦公空間重新思考定位，會議空間及辦公租賃市場需求降低。
- 三、旅館：封鎖國境造成外國觀光客銳減，去年國內雖疫情控制良好，國內旅遊短期提升讓原本旅館營運有所改善，長期若未能解封，仍無法解決內需疲軟之情形。
- 四、餐廳：群聚禁令讓美食街或連鎖餐廳轉以外送餐點作為過渡配套，實際營收下滑及營運成本上升。
- 五、商場：網路購物取代逛街體驗，以體驗式消費為主的實體店面及百貨商場來客率減少、營收下滑。

在上述因素影響下，導致本案截至2021年6月僅九樓至二十七樓部分由承億文旅進駐，其餘空間仍乏人問津，致營運階段進度不如預期。以下就本案產業類型與疫情影響之關聯性說明如表2：



圖2 本案位置圖

⁶ 高雄市立圖書館總館共構會展文創會館BOT案，由台灣人壽參與投資興建、營運的二期會館BOT工程，2016年12月18日動土，原本預計在2020年11月完工開始營運，總投資金額約36.4億元，營運期間每年創造就業人數約達450人。

⁷ 興建地上27層、地下6層鋼骨構造建物，總樓地板面積約26,306坪（86,961.41m²），使用空間規劃包含提供研習設施、文創書局、映演設施、文創旅館、複合式商業及餐飲等服務，首創圖書館與商業建設結合的新態樣，將為高雄提供更多元的會展、藝文、書香能量。

表2 高雄市立圖書館總館共構會展文創會館BOT案受疫情影響分析

規範類型	產業種類	現象	因素	疫情註1	影響註2
主要事業	映演設施(影城)	看電影需求大減	減少室內活動	√	-
	文創設施	無廠商願意進駐	市場胃納量不足		-
	書局	無廠商願意進駐	市場衝突		-
	行政會議	無人使用	商業活絡度較低		-
附屬事業	住宿設施(旅館)	住房率低迷	陸客減少		-
			旅館供過於求		-
		阻絕國外觀光客	邊境封鎖	√	-
		國內旅遊熱	邊境封鎖	√	+
	餐飲業(餐廳)	禁止內用，用餐改外送、外帶	減少室內活動	√	-
	零售業(商場)	區域市場需求小	商業聚落較遠		-
鄰近住宅人口少				-	

註：1. 經檢視因素確受疫情直接或間接影響者，以「√」表示。

2. 該因素造成現象及產業影響，以「+」表示正面及以「-」表示負面影響。

綜上，疫情對本案無論於興建或營運階段皆造成負面影響，整體而言弊大於利，其中影響主要層面有：工期延長、招商與營運期程延宕、短期規劃產業無進駐意願等問題。本案興建期之進料多半已於疫情流行前備齊，故就投資成本而言暫未有顯著影響，惟後續進駐營運廠商會受到立即影響。

本案在因應對策上，如考量財務效益平衡，因工期延長及招商、營運期程延宕所致營運收入期減少，申請特許期間延長可彌補增加收益期程，方能符合原預期投資報酬率；在招商、營運期延宕致正式營運日無法如期開幕部分，可就契約內可能導致違約部分，申請因不可抗力因素影響予以放寬或暫停適用；營運廠商進駐意願低迷部分，可參考國外措施，如能

藉由營運補貼作為誘因，提供營運廠商一定收益，應能在風險可控下順利推行本案之招商。

伍、結論與建議

政府公權力遂行紓困措施，能直接改善受疫情影響專案財務情形，避免投資人因個案財務困難退出專案，如發生案件中斷，在疫情期間要依現況重啟招商極為不易，故基於夥伴關係合理分配風險，對於因不可抗力因素所造成之困境，宜考量整體效益對投資人酌予紓困實屬必要，本文從個案分析結果就國內短期紓困措施提出以下建議：

一、土地租金、權利金之分期、緩繳或減收：

- (一) 已減收之地租、權利金等，除以適當方式回饋關聯廠商或公共建設服務使用者外，宜同時考量各關聯廠商既有補助、營運情形及投資人全案財務影響性作合理分配，非要求投資人全盤回饋。
- (二) 已逾期間未收取之地租、權利金，得視情節合理性，除透過分期及緩繳外，亦可藉由政策性融資協助短期周轉。

二、停止興建、營運期間計算：

- (一) 放寬契約要求時間點，如完工日、營運開始日等，並免除相關罰則。
- (二) 未啟動案件藉由停止計算特許期並免除相關負擔，容後執行。

三、視情節適度延長興建、營運期間：宜視專案執行階段及生命週期，就興建期、營運期及總年期分項檢視展延期間之合理性、必要性及財務影響。

- (一) 興建階段因缺工、缺料致期程延宕，延長興建期間並彈性調整營運開始日。
- (二) 已進入營運案件可藉由延長特許總年期，降低攤提成本，增加年度營運淨收益。
- (三) 已接近移交階段專案，視剩餘承諾事項及營運可行性，決定是否提前終止專案，供投資人退場以達成雙方及社會最低損耗。

四、中央銀行中小企業貸款專案：現行專案限制申請貸款人資格，惟如BOT案之申請人資格要求多為1億元以上，故實際難適用該專案貸款，宜視個案放寬資格審查以供實際需要。

五、除以上措施，可藉由地方政策推動個案因應市況調整，並適度放寬個案附屬事業規劃彈性，如本文個案配合5GAIoT產業政策推動改變規劃。

再者借鏡國外之因應措施，國內仍缺少直接提供援助，如直接補助營運者疏導短期財務困難之促參案，或藉由導入營運績效補貼機制鼓勵仍維持良好營運之促參案。

長期來看，宜檢討促參制度法令有關不可抗力定義及相關協商行政程序，於招商契約範本在不可抗力因素發生時，研議相關適用條文及訂立可供參考作業規範，並彙整個案經驗作為示範資訊，以提供各級主辦機關及投資人參考，期許在有統一原則指導下，可減少不可控風險重新回歸市場機制、吸引投資人進場。

參考文獻

一、國外文獻

1. Molle, Anthony, “Restructuring PPPs in the age of Covid-19: Some approaches”, World Bank Blogs (2021). <https://blogs.worldbank.org/ppps/restructuring-ppps-age-covid-19-some-approaches>
2. Infrastructure and Projects Authority and HM Treasury, “Supporting vital service provision in PFI/PF2 contracts during the COVID-19 emergency”, (2020). <https://www.gov.uk/>

government/publications/supporting-vital-service-provision-in-pfipf2-contracts-during-the-covid-19-emergency

3. 日本內閣府－民間資金等活用事業推進室（PPP/PFI推進室），「新型コロナウイルス感染症への対応について」（2020）。
https://www8.cao.go.jp/pfi/corona/corona_index.html

二、國內文獻

1. 勤業眾信風險管理諮詢(股)公司，張益紳執行副總經理、邱鈺珊協理，「COVID-19 對台灣產業發展趨勢之影響」，勤業眾信通訊，2020年5月刊，第32-33頁。

2. 財政部推動促參司，面對後疫情時代，PPP計畫如何攜手減緩衝擊，促進民間參與公共建設電子報，2021年7月刊。
https://ppp.mof.gov.tw/epaper/edm_page_con.aspx?oid=FE216A4DCD4B343C

3. 衛生福利部疾病管制署，「嚴重特殊傳染性肺炎疾病介紹」（2021年7月23日）。
<https://www.cdc.gov.tw/Category/Page/vleOMKqwuEbIMgqaTeXG8A>

4. 高雄市政府，「高雄招商網－招商成果」（2021年7月23日）。
<https://invest.kcg.gov.tw/cp.aspx?n=6C2A46289E118AF5&s=E9D87F2DB138F7DE>

5. 行政院環境保護署，「高雄市立圖書館總館暨共構會展文創會館新建工程環境影響說明書變更內容對照表(第二次變更)」（2021年6月）。

6. 宋健生，「疫情加營建成本上揚 環球購物中心台中10億投資案棄標」，經濟日報（2021年7月20日）。
<https://money.udn.com/money/story/5930/5615715>

7. 周姵姍，「高雄最新飯店明年開！打造絕美透明無邊際泳池 還藏露天環景酒吧」，ETtoday新聞雲（2021年7月7日）。
<https://travel.ettoday.net/article/2024929.htm#ixzz71ml8YGEP>

8. 楊濡嘉，「陳其邁向蔡總統展現5GAIOT藍圖 新創基地在台壽大樓」，聯合報（2020年11月21日）。
<https://udn.com/news/story/7327/5032850>

9. 曹明正，高雄總圖BOT申請展延2年特許期，中國時報（2020年9月18日）。
<https://www.chinatimes.com/newspapers/20200918001366-260107?chdtv>

10. 維基百科，BOT模式（2019年6月20日）。
<https://zh.wikipedia.org/wiki/BOT%E6%A8%A1%E5%BC%8F>



2

工程論著

第一果菜市場2.0- 新世代大型批發拍賣市場設計趨勢

關鍵詞(Key Words)：台北市(Taipei City)、批發拍賣市場(Wholesale Market)、冷鏈供應(Cold Chain Supply)、食品安全管制系統(HACCP)

台灣世曦工程顧問股份有限公司／建築部／副理／林明宗 (Lin, Ming-Tsung) ①

台灣世曦工程顧問股份有限公司／建築部／計畫經理／黃敏禎 (Huwang, Min-Zhen) ②



摘要

第一(萬大)果菜批發市場為全國最大規模批發市場，主要供應台北市及新北市之需求。隨著經濟發展、都市人口成長，早期規劃之600噸交易量於民國70年以後市場即達飽和，目前每日成交量約1,650噸。除面臨卸貨場地及停車位不足等課題，尚有設備老舊、環境髒亂、銷售通路多元化及消費習慣改變等課題，使得果菜批發市場面臨迫切改建之必要。

全台最大的老市場如何因應另一個50年社會的需求轉變？本文將詳述未來批發市場之大挑空大跨度空間、冷鏈供應等設計趨勢，重新界定市場的角色朝向多元化經營並更注重衛生品質，邁向自動化及智慧化之經營管理。



Design trends of the next generation of large wholesale auction market

Abstract

The Wan Da Fruit and Vegetable Wholesale Market in Taipei city is the largest wholesale market in the country, mainly serving the needs of Taipei City and New Taipei City. With economic development and urban population growth, the 600 ton, trading volume planned in the early days was saturated after the 1970s, and the current daily trading volume is about 1,650 tons. In addition to issues such as insufficient unloading sites and parking spaces, there are still issues such as obsolete equipment, dirty environment, diversified sales channels, and changes in consumption habits, which make the fruit and vegetable wholesale market face an urgent need for reconstruction.

How does Taiwan's largest old market respond to the changing needs of another 50 years of society? This article will describe the design trends of the wholesale market in the future, such as large Void space, large-span structure, cold chain supply system and redefine the role of the market. pays more attention to hygiene quality, moving towards automation and intelligent management.

3

專題報導

壹、概述-已營運半世紀的第一果菜及漁類批發市場

第一果菜批發市場位於台北市萬華區萬大路、華中橋側，於民國63年啟用營運至今已47年，目前為全國最大規模批發市場，主要供應台北市及新北市之需求。隨著經濟發展、都市人口成長，早期規劃之600噸交易量於民國70年以後市場即達飽和，目前每日成交量約1,650噸。漁類批發市場於民國64年完工，由台北漁產運銷股份有限公司經營管理，為全國最大消費的漁類批發市場。漁類批發市場目前使用面

積約為22,631.40m²，迄今亦營運逾40年，拍賣場漁貨水產品平均每日成交量約為90公噸，約佔全國批發市場總交易額比例的26%。(圖1)

既有市場均面臨卸貨場地、停車位不足、設備老舊、環境髒亂、銷售通路多元化及消費習慣改變等課題。另消費者需求多樣化、低溫物流技術快速發展與普及，造成台北市漁產運銷結構性轉變，加上貿易自由化及市場開放潮流等因素，在因應轉型需求前提下，有改建的迫切需求。(圖2)



圖1 第一漁產及果菜批發市場內之現況鳥瞰圖

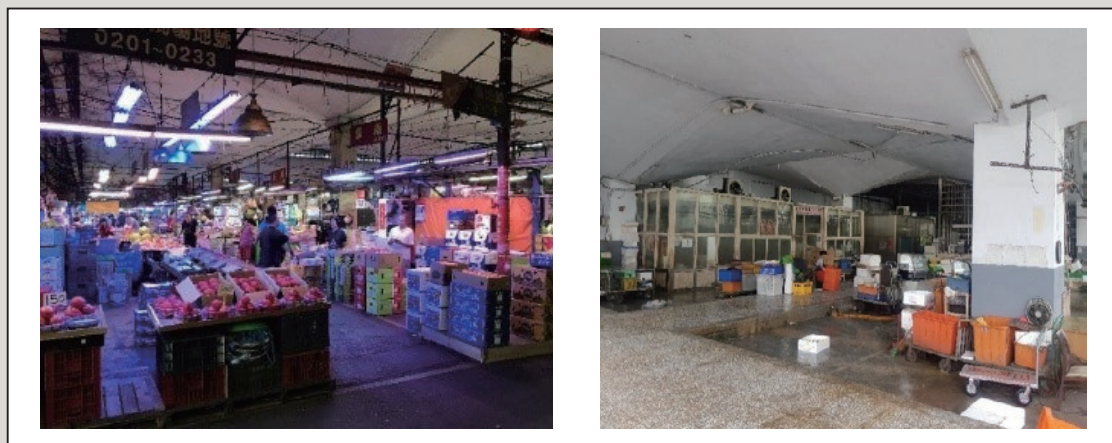


圖2 市場內之傘狀結構已老舊不堪且通風不良，已不符現代市場需求

本次改建工程係台北市市場處委託台北市新建工程處代辦並採統包方式進行招標，於109年2月由中華工程公司得標。本公司擔任統包團隊土建工程之設計單位，並結合日本安井建築師事務所、台灣許宗熙建築師及永峻結構工程顧問共同參與設計。

貳、24小時夜未眠的批發及零售市場



第一果菜及漁類批發市場有別於一般零售市場僅提供零售服務。該市場係供應大台北地區各零售市場及超級市場之蔬果及海產等食材之主要來源，交易量占全台蔬果兩成以上，拍賣價格又作為全國蔬果交易價格的參考依據。與一般零售市場不論經營型態、規模、功能及運作模式皆不相同，批發市場實質為結合零售、批發、倉儲之超大型的物流中心。短時間內聚集數百輛來自各縣市產地之大小貨車、攤商、搬運工，同時進行上千噸貨物之集散及交易中心。批發市場裡每日約有四百輛大貨車進

出，另外還有採購車一千五百輛、小客車七百輛，每天聚集北農員工、承銷人和貨運業者約五千人在市場內作業、交易。

一、下午至半夜：進貨高峰期

來自產地的大小貨車漸漸湧入基地內。每日晚上八點開始，從各地收集而來的蔬果陸續在拍賣區陳列，有些委託貨運載送的蔬果、漁貨也陸續上架。(圖3)

二、半夜至上午：拍賣高峰期

凌晨二至三點，具有拍賣資格的「承銷人」，正忙著巡視一兩個鐘頭前剛送來的貨物，檢查貨物品質，市場工作人員同時檢視數量及裁價，接下來由拍賣員主持下展開拍賣作業，承銷人聚集於拍賣機旁逐批下單，叫賣聲響遍全場(圖4)。拍賣結束後，由臨時搬運工協助承銷人以電動搬運車將貨物載至停放於堤外大型理貨場，裝滿蔬果之貨車回到各市場銷售。



圖3 從各地收集而來的蔬果陸續在拍賣區陳列



圖4 承銷人聚集於拍賣機旁逐批下單，叫賣聲響遍全場

三、上午至下午：零售高峰期

清晨六點當拍賣場人群逐漸散去，拍賣員進行對帳並回報產地價格。此時正式進入零售高峰期。採買人群開始聚集在市場內部的零售攤位以及富民街周邊的蔬菜水果、漁產等零售攤位。這些商家已與批發市場構成一個超大型生鮮零售商圈，供應大台北地區價格實惠又新鮮的食材，並維繫數萬個家庭生計。

參、相關批發市場案例分析

本案係由本公司委託日本安井建築師進行基本設計，該公司擁有豐富的市場實績，以下為該事務所之批發市場代表作品，值得台灣借鏡。

一、大阪中央批發市場

(一) 規模：基地面積約127,000m² (圖5)。

(二) 概要說明：

1. 分為果菜、漁產、相關店鋪棟等三大區域以及管理辦公室。
2. 舊地重建重新整備全部的建築物。
3. 分為3大工區，歷經10年於2003年完成。



圖5 大阪中央批發市場完工照片(圖片由安井建築師事務所提供)

(三) 計畫重點：

1. 日本首例多層型批發市場（1~2樓為漁產，3~4樓為果菜）。
2. 基地內市場營運的同時，實施設備重整及機能的轉移。
3. 以2層樓構成的卡車通道為架構，進行合理地賣場配置。
4. 以挑高設計達到自然換氣目標，落實環保節能之需求。
5. 彈性化設計呼應大幅度需求變更（將4個工程區變更為3個工程區）。
6. 為傳遞貨物，新增特定的區域做為物流樞紐，以提升機能。

二、神戶市中央批發市場東部市場

(一) 規模：基地面積約103,000m²（圖6）。

(二) 概要說明：

1. 分為果菜棟、漁產棟、花卉棟、相關店鋪棟的3個部門以及辦公室。
2. 擴建現有加工場、冷藏庫棟，並強化衛生管理設備，於2017年完成。

(三) 計畫重點：

1. 優化現有批發賣場棟的物流動線並擴建。
2. 於基地內市場營運的同時，實施設備重整及機能的轉移。
3. 空間設計具有靈活性的設施以呼應未來



圖6 神戶中央批發市場鳥瞰透視圖(圖片由安井建築師事務所提供)

的變化。

4. 屋頂綠化並引入太陽能發電等節能設計。

三、鹿兒島中央批發市場

(一) 規模：基地面積約30,000m² (圖7)。

(二) 概要說明：

1. 具有卸貨設備的漁產批發市場。
2. 係利用舊地重建，採分期分區逐步拆遷進行，目前仍施工中。

(三) 計畫重點：

1. 實施從進貨到出貨之完整的冷鏈系統。
2. 讓貨車可對應進貨與碼頭進貨兩邊的空間 (區分區域)。
3. 於基地內市場營運的同時，實施設備重整及機能的調整。

4. 引入太陽能發電、LED照明等節能設計。

5. 規劃參觀步道與屋頂長廊、熱鬧的設施等觀光客取向的機能。

四、京都中央批發市場

(一) 規模：基地面積約150,000m² (圖8)。

(二) 概要說明：

1. 分為果菜棟、漁產棟、綜合食品棟、相關店鋪棟等部門以及辦公室。
2. 本案為原址全部重建的建築物，分期分區逐步施工，工程期間約12年。
3. 新漁產棟 (樓地板面積約40,000m²) 正施工中。

(三) 計畫重點：

1. 已登錄為聯合國教科文組織非物質文化遺產「和食」文化的發信據點。



圖7 鹿兒島中央批發市場鳥瞰透視圖(圖片由安井建築師事務所提供)



圖8 京都中央批發市場透視圖(圖片由安井建築師事務所提供)

2. 基地內市場營運的同時，實施設備重整及機能的轉移。
3. 落實最高水準的高度衛生管理（FSSC22000認證等級）。
4. 規劃參觀步道與屋頂長廊、商業設施等觀光客取向的機能。

肆、新世代批發市場的設計趨勢

一、結合多功能的複合型巨型建築物(MEGA BUILDING)

改建後之批發市場為地下一層及地上八層，設置2,478部汽車停車位、2,410部機車停車位及64部貨車卸貨車位，總樓地板面積高達三十一萬七千餘平方公尺，規模相當半個桃園

國際場第三航廈(五十八萬平方公尺)。依據農產公司及漁產公司需求，將規劃零批場、常溫拍賣場、低溫拍賣區及參觀步道、冷藏庫、停車場、零售區、行政中心、社區服務中心、公益空間、HCCP加工區、冷凍及製冰區、改建衍生設施空間、觀光遊憩區等多功能大型複合建築物(圖9~圖11)。

屋內除設計大型貨梯供堆高機垂直搬運，三到六樓之停車場則由南北兩處環型單向坡道通達各層，考量貨車行車安全，坡度均大於1/6以上且均為單向通行。

除建築物本體外，另分別於二樓及四樓設置聯外交通高架匝道銜接至水快及華中橋。因工程規模龐大且配合邊搬遷邊營運及施工，總工期長達七年以上。

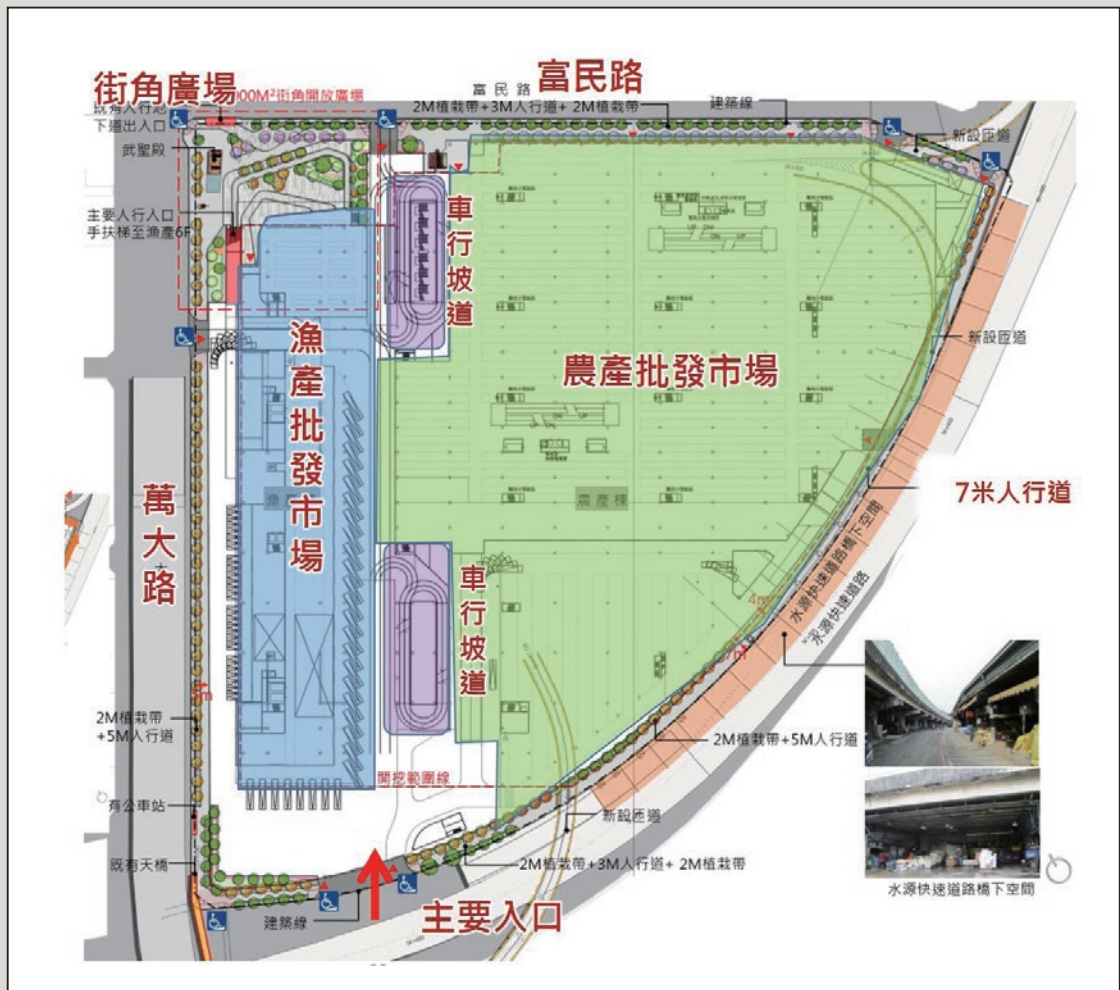


圖9 改建後總平面配置圖

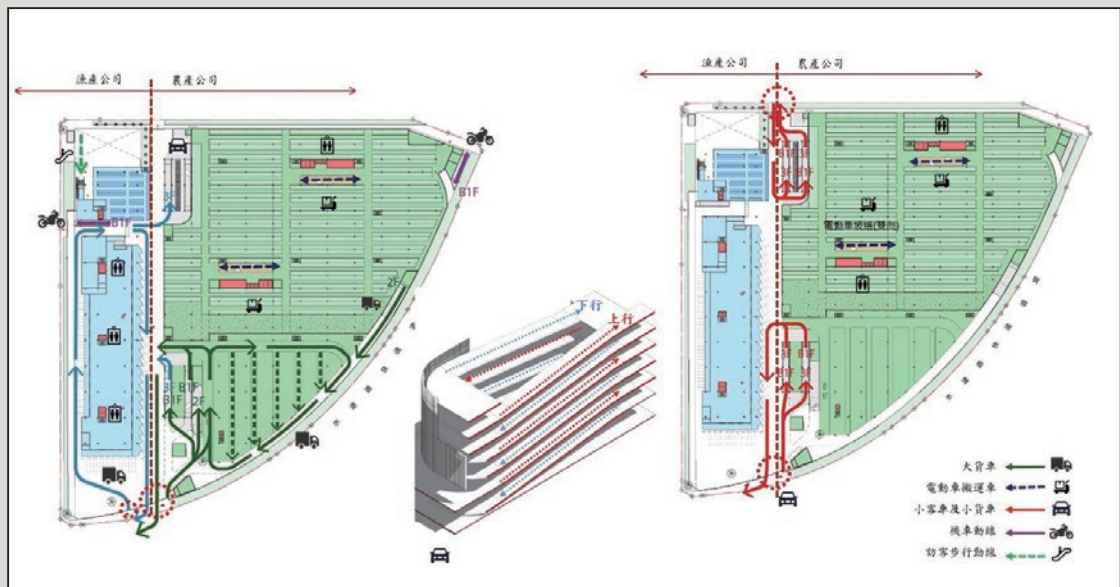


圖10 改建後一樓交通動線配置圖



圖11 改建樓層分佈圖及透視圖，西側較高主為漁產棟，東側屋頂花園下方為農產棟

二、挑高17米高的農產棟拍賣場

塑造挑高17m之拍賣場為整個市場的核心，凝聚各類的拍賣活動及訪客的視覺焦點，挑高設計是日本各大型市場之重要指標。為符合節能減碳以降低空調用電，在挑高空間的上方設置換氣口，採自然對流原理增加賣場內部的空氣流通(圖12)。

三、可承重二十六噸貨車的21M大跨度結構

本案為因應農產公司場內二樓需可供二十六噸貨車迴轉空間及超重載重需求(圖13)，故採用鋼骨立體韌性鋼構架(SMRF)搭配斜撐系統。因跨距長、樓層高度大、挑空及大載重等，若僅考慮結構梁柱勁度稍有不足，因此尚須增設額外之斜撐補足結構勁度。一般結

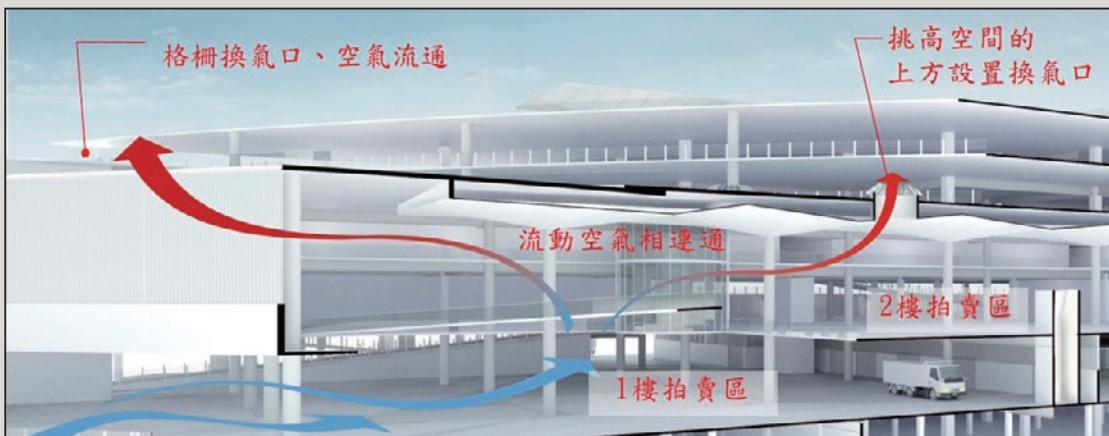


圖12 挑高17米高、跨度21米舒適寬敞的農產棟拍賣場(圖片引自本計畫報告書)



圖13 場內必須考量二十六噸貨車迴轉空間及超重載重需求(圖片來源引自網路)

構分析考慮樓板平面勁度大，將樓板設定為剛性樓板(Rigid Diaphragm)，可將樓層受地震力有效傳遞至鄰近斜撐，但因本案結構平面長邊超過200公尺以上，若斜撐僅配置於四周，考慮尺寸效應後，樓板可能不再是剛性樓板而是半剛性樓板，因此將無法有效將地震力傳遞至較遠兩側之斜撐，造成力量分配不如預期。

另本案因營運需求考量須採半半施工，農產棟需為二階段施工，第一階段落成後可將中繼市場遷回。若將斜撐配於四周，則施工一期（僅東側結構完成）之結構斜撐配置可能非常不對稱，臨時階段之結構安全堪慮。另斜撐必須考量內部動線出入需求，如何避開車道、樓梯口、拍賣動線及車行淨高並兼顧結構安全再再增加設計難度。

本案結構因大跨距(20m)且樓層高度需求高、載重需求大(0.5~3.0t/m²)、農產拍賣區將創造二~三層高度達13.5m及18.0m挑高空間、農產搭配逐漸退縮之頂層綠化平台，由於樓層高程變化大且為非幾何不規則，結構系統複雜設計不易。另漁產7F將引進大型水族箱供業者進行進駐，成為全台最大的水族展售場，故設計載重達1500kgf/m²，大載重設置於高樓層除靜載重負擔外亦會加劇整體結構受地震力後之行為反應。上列種種因素導致結構重量承載與抗震系統之難度提高。因應上述問題，除部分區域增加間柱、內部配置斜撐加強結構外，材料強度之提升亦為設計重點，故採用符合耐震設計規範之高強度耐震鋼材SM570M或SM570M-CHW，其降伏強度F_y約為SN490鋼材之1.3倍，除可有效控制柱梁斷面需求外亦可達節省鋼用量之效(圖14、圖15)。

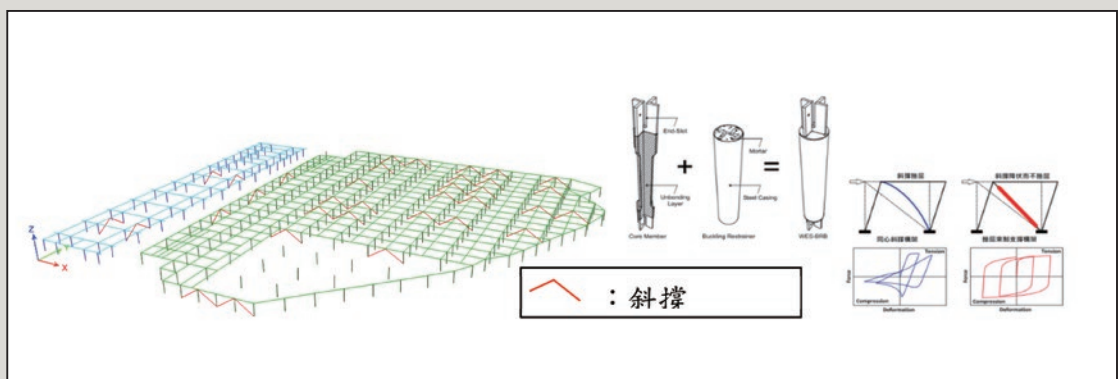


圖14 BRB 斜撐設計概念配置

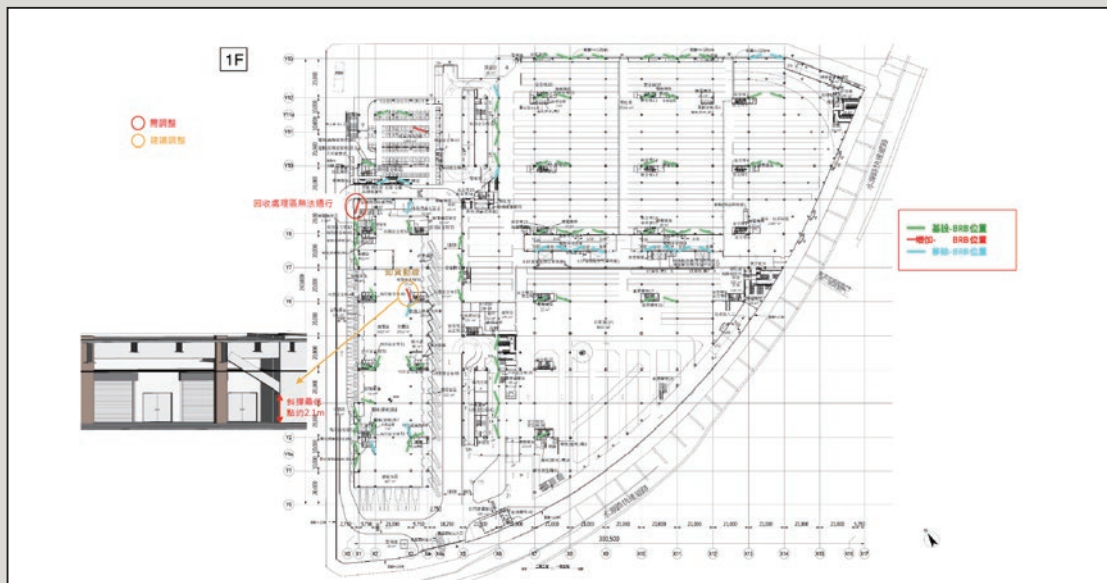


圖 15 BRB 斜撐位置設計階段檢討

四、傳統批發市場導入觀光、餐飲、文創等多角化經營模式

為提升市場的附加價值，打造台版”築地市場”，將導入多角化經營模式。本案除提供四大主軸區域規劃外，更將樓層以產業三大願景為主要設計方向：電子支付交易場所、海洋文化推廣暨複合式商圈、觀賞漁展示暨販售基地及海洋特色餐廳等，除充分藉由場域將產業願景延伸外，更提升腹地間的內容豐富性，讓本場館之經營更多元且更具國際觀光價值、成

為國內外遊客來台北觀光必到的參觀景點（圖 16~圖 18）。

五、符合HACCP規範之低溫保鮮運送高規格冷鏈服務

位於亞熱帶的台灣，夏天氣溫均高達27°C以上，溫度的控制對水產品在凍結前品質、加工過程、凍結處理、包裝過程及儲存的溫度、儲運時間等因素影響甚鉅。因此，保持水產品的持續低溫，才能減緩水產食品敗壞、劣化等



圖 16 導入觀光、餐飲、商業多角化經營模式(圖片來源引自台北漁產運銷公司HACCP生產企劃書)



圖17 漁產棟八樓將類似築地市場經營模式導入景觀特色餐廳(圖片來源引自網路)



圖18 漁產棟將引進水族展售區兼具教育功能

情形。大型冷凍庫在台灣的漁市供應鏈中扮演一個非常重要的角色，除因可保存水產品中的營養及維生素外，隨著國人所得水準提高，消費能力增強，以便利性、精緻化取向的低溫冷凍水產品更受多數民眾及小家庭青睞。

為打造全台首座HACCP冷鏈物流暨電子支付拍賣場，提供低溫冷凍庫設備已是未來設計趨勢。而冷鏈物流的關鍵則包含：產地運輸過

程、冷凍包裝標準化、嚴謹的作業流程、先進的科技管理及智慧化的硬體。

依據食品良好衛生規範準則(GHP)要求及食品安全管制系統準則條文要求，落實HACCP(Hazard Analysis and Critical Control Points)：即危害分析重要管制點系統制度申請所需之相關硬體需求檢核。本案另委託財團法人食品工業研究所輔導經營團隊，審視未來進

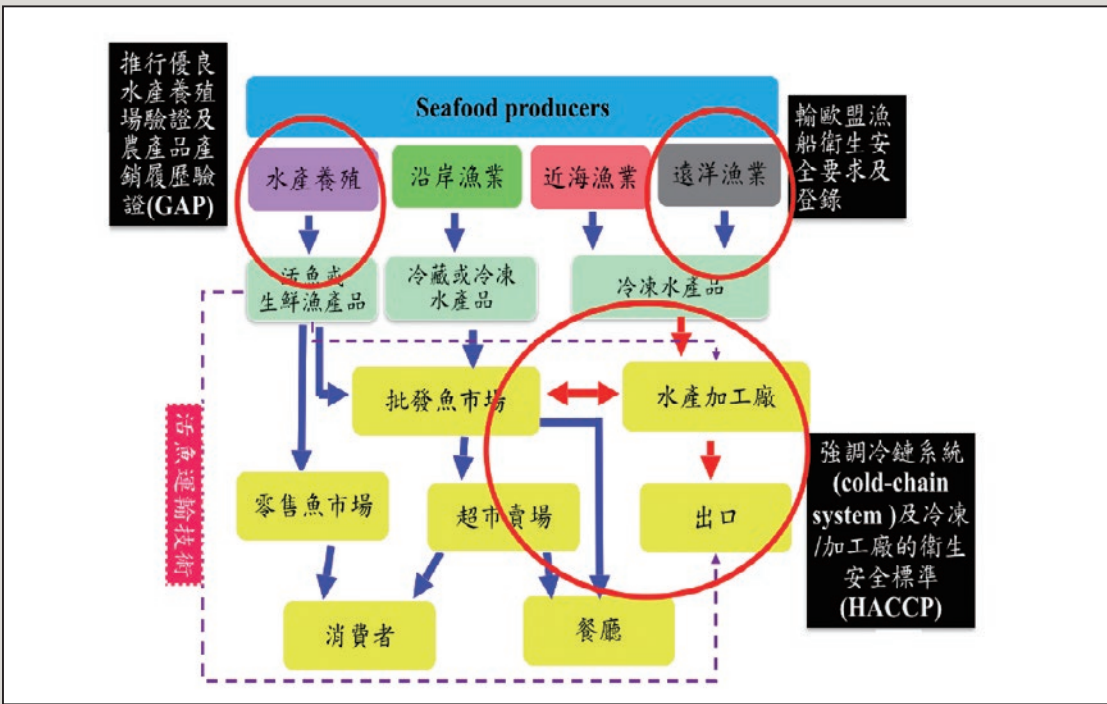


圖19 水產品供應結構(圖片來源:台北漁產運銷公司HACCP生產企劃書)

果菜及漁產公司擬定之營運規劃目標與計畫書內容，例如釐清魚貨處理加工之產品特性（為初級分切包裝或是生魚片即食性產品），再依上述相關法規及規範要求，協助該公司完善規劃進貨、運送、加工至儲存區之作業流程與作業區域及動線規劃。並依各類食品特性將食品作業區依清潔度不同以顏色套疊，並檢核各區域動線規劃，包括人流、物流、水流及必要的氣流設計(圖19)。

本次改建將導入低溫預冷倉庫之建置，使漁貨全天候皆可運送至拍賣場，且可持續低溫品質管控外，更在二樓提供來自全台供、銷業者在漁市拍賣作業後，存放於一個智慧化、自動化及科技化的水產加工及冷凍儲存，完整打造從拍賣、加工、包裝、冷凍儲存及運送的完整冷鏈服務。

透過高規格的冷凍庫硬體建置與智能系統導入之設計，在漁產棟一樓及二樓打造首座冷鏈物流示範區，在空間規劃上更包含：冷凍庫



圖20 HACCP 加工廠示意圖(圖片來源引自台北漁產運銷公司HACCP生產企劃書)



圖21 封閉式碼頭為冷鏈供應系統重要一環

區、專屬電梯、製冰廠及HACCP漁貨加工處理廠(圖20)等，除提供一次到位的配送服務外，創新物流服務與品質安全控管，更可以滿足不同族群(如：電子商務商家、大台北地區生鮮店家、中小型海鮮餐飲業者)在不同商品之低溫、冷凍物流需求。

為配合上述冷鏈服務，漁產賣場為全面封閉式、溫度管理的形式。其周圍三邊(東、西、南)為貨車停泊區，可提供不同大小的車輛停靠。拍賣區外側留設寬度4.2-5.0m的卸貨、堆放空間。確保足夠的作業空間，讓商品能順暢運送至賣場內。漁產低溫拍賣場為+15度之封閉場所、二樓冷凍庫溫度為-20度至-40度超低溫場所，故庫體均須配合設計保溫天花、牆及墊高式保溫地坪(35cm) 通往拍賣場的搬運出入口為快速開關的保溫快速捲門，以利控管賣場內冷氣的流出，並減少空調費用(圖21)。

六、貨物包裝標準化並以機械化搬運逐步取代人力

從各產地送批發市場內之貨物有各種尺寸紙箱、保麗盒等一次性包裝材，因大小不一必須依賴人力由貨車抬入拍賣場，不僅耗費人力且包裝材料不環保。

改建後市場將以電動堆高機納入主要搬運工具，故樓板載重、走道寬度均配合運作。同時要求產地將貨品改為標準化棧板，便於堆高機進行堆疊、儲藏。為加速各樓層搬運速率已導入自動化棧板輸送機。為增加儲量，農產公司導入現代物流所用的立體貨架；漁產公司將導入現代物流所用的自動化倉儲系統。

七、與都市廣場結合一體朝氣蓬勃的漁產棟零批場

老舊的零批場為鐵皮屋，緊鄰街角無明顯入口，未來的設計趨勢不僅是零批場內部空間提升為空調符合衛生環境之零售區，且入口必須融入都市街道紋理，展現親民意象。因此，新的漁產零批場從原本緊臨富民路側退縮至開



圖22 機械化搬運逐步取代人力(圖片引自網路)

放空間後，並保留現有武聖殿與廣場一體設計，營造熱鬧、活絡朝氣的環境。面對富民路與萬大路的開放空間設置大型雨遮，讓採購顧客能舒適地在此稍作休息。在零批場側邊設置漁產棟的整體入口，由此為起點可通往六樓商場區及空中花園（圖23、圖24）。

板，構成平緩可悠閒漫步的空中庭園。利用斜坡下方的空間，作為換氣與設備的空間。不單只有上方的綠地，看不見的部分也具有提升環境之功能。將漁產棟觀光、熱鬧的特點整合到空中庭園。空中庭園、參觀者步道的斜坡道刻意降低斜率為1/12，方便輪椅能安全通行。

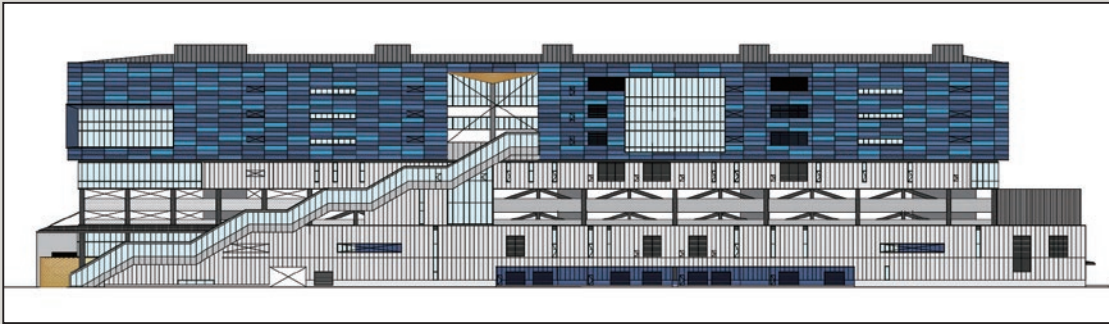


圖23 於萬大路側設置電扶梯可由一樓直通六樓



圖24 融合既有武聖殿的都市街角廣場

以廣場為起點直通屋頂空中庭園的電扶梯，成為面向萬大路之主要元素，也成為引導遊客通往空中庭園的重要指標。

八、展現梯田意象兼具觀光、休閒、教育功能的綠屋頂

利用上方停車樓層面積逐層遞減，營造多層次變化的建築量體。坡道連接退縮的弧形樓

營造在空中庭園與熱鬧又有趣的觀光設施一同渡過悠閒的時光，可用不同的方式享受此具有魅力的場所。由此可眺望壯觀的新店溪，提升此場所之價值（圖25）。

九、延續歷史回憶的傘狀意象天花

漁產棟屋頂室內天花表現具現代風格的傘狀屋頂，傳承歷史的同時也見證新市場的誕



圖25 梯田式立體綠屋頂

生。對行經水源快速道路及華中橋的人來說，仰望建築物時，可清楚看見美麗傘狀相連的天花，成為象徵市場的意象（圖26、圖27）。

於農產棟常溫賣場的挑高天花設計，也採用傘狀元素。將市場內挑空最高的動態空間營造印象性的意象，創造參觀市場的亮點。

十、室內外通道連成一體、便捷友善的參觀動線

拍賣場目前為管制區，如無承銷人資格是無法體驗熱鬧的拍賣氣氛。故仿效日本見學步道之設計趨勢，於空中庭園設置逐層下降的散

步走道，可平緩地走向最下方為農產棟的4樓，再由該處進入建築室內的拍賣場參觀步道。參觀步道之路徑係在挑高空間四周環繞。利用平緩的坡道往下走，居高臨下可從不同角度觀看拍賣場內熱絡的叫賣場面（圖28）。

結語

七大市場改建為台北市政府之重要施政目標，包括東門市場、環南市場、南門市場、成功市場、北投市場，以及萬大第一果菜市場和魚類批發市場。而萬大果菜市場為規模最大、機能最為複雜，設計及施工挑戰性最大之改建



圖26 行經水源快速道路可清楚看見美麗傘狀相連的天花



圖27 漁產棟六樓挑高區傘狀天花



圖28 農產棟參觀步道可居高臨下觀看拍賣場內熱絡的叫賣場面

工程，具有相當之指標意義。萬大果菜市場參考日本案例，突破極度仰賴勞力密集之傳統市場，重新界定市場的角色朝向多元化經營並更注重衛生品質，邁向自動化及智慧化之經營管理。萬大果菜市場完工後，除成為國內外觀光客享受台北美食及體驗在地庶民文化朝聖之地，並將帶動週邊老舊社區的改建風潮，為萬華區注入新的都市風貌。

參考文獻

1. 第一果菜市場果菜批發市場改建統包工程投標服務建議書
2. 第一果菜市場果菜批發市場改建統包工程主體市場基本設計報告
3. 台北漁產運銷公司HACCP生產企劃書，2019/05/28

儲能、節能、創能—從 「沙崙智慧綠能科學城 C區(第一期)資安暨智慧 科技研發大樓」看建築 設計新驅勢

關鍵詞(Key Words)：塑木格柵(Wood-Plastic Composites Grille)、全釩氧化還原液流電池(Vanadium Redox Battery)、LED智慧照明系統(LED smart lighting system)、BEMS能源管理系統(BEMS, Building Energy Management System)

台灣世曦工程顧問股份有限公司／建築部／代理協理／江秉修 (Chiang, Ping-Hsiu) ❶

台灣世曦工程顧問股份有限公司／建築部／正工程師／游承儒 (Yu, Chen-Ru) ❷



摘要

配合政府2025年綠色能源政策及培育智慧新創產業發展目標，科技部於沙崙科學城興建之「資安暨智慧科技研發大樓」，以創能、節能、儲能、智慧系統整合為建築特色主軸，強化產業研究聚落特色，結合資安及智慧科技實證場域，建立資安及智慧科技新創研發中心及出海口。

台灣世曦工程顧問股份有限公司結合九典聯合建築師事務所共同辦理「沙崙智慧綠能科學城C區(第一期)資安暨智慧科技研發大樓」設計及監造工作，以永續環保、智慧科技為設計目標，期間榮獲109年第二十屆公共工程金質獎優等、2020城市工程金質獎、中國工程師學會110年工程優良獎等殊榮，並同時取得鑽石級智慧建築標章、鑽石級綠建築標章及鑽石級低碳認證標章之三鑽石佳績。



Energy Storage, Energy Conservation, Energy Creation-Seeing the New Trend of Architectural Design from "Shalun Smart Green Energy Science City Zone C (Phase 1) Cyber Security and Smart Technology R&D Building"

Abstract

In line with the government's 2025 green energy policy and the development goal of cultivating smart new industries, the Ministry of Science and Technology built the "Cyber Security and Smart Technology R&D Building" in Shalun Science City to integrate energy creation, energy conservation, energy storage, and smart building systems. The main axis of architectural characteristics, strengthen the characteristics of industrial research settlements, combine cyber security and smart technology practical fields, and establish cyber security and smart technology innovative R&D centers and outlets.

CECI and Bio Architecture Formosana jointly carry out the design and supervision of "Shalun Smart Green Energy Science City Zone C (Phase 1) Cyber Security and Smart Technology R&D Building", with sustainable environmental protection and smart technology as the Design essentials, during the project period won the 2020 20th Public Construction Commission Golden Quality Award, the 2020 Urban Engineering Gold Award, the Chinese Institute of Engineers 110 Annual Engineering Excellence Award, and also won the diamond-level Intelligence Building Label and the diamond-level Green Building Label (EEWH) and diamond-level low Carbon Building Label, the triple diamond achievement.

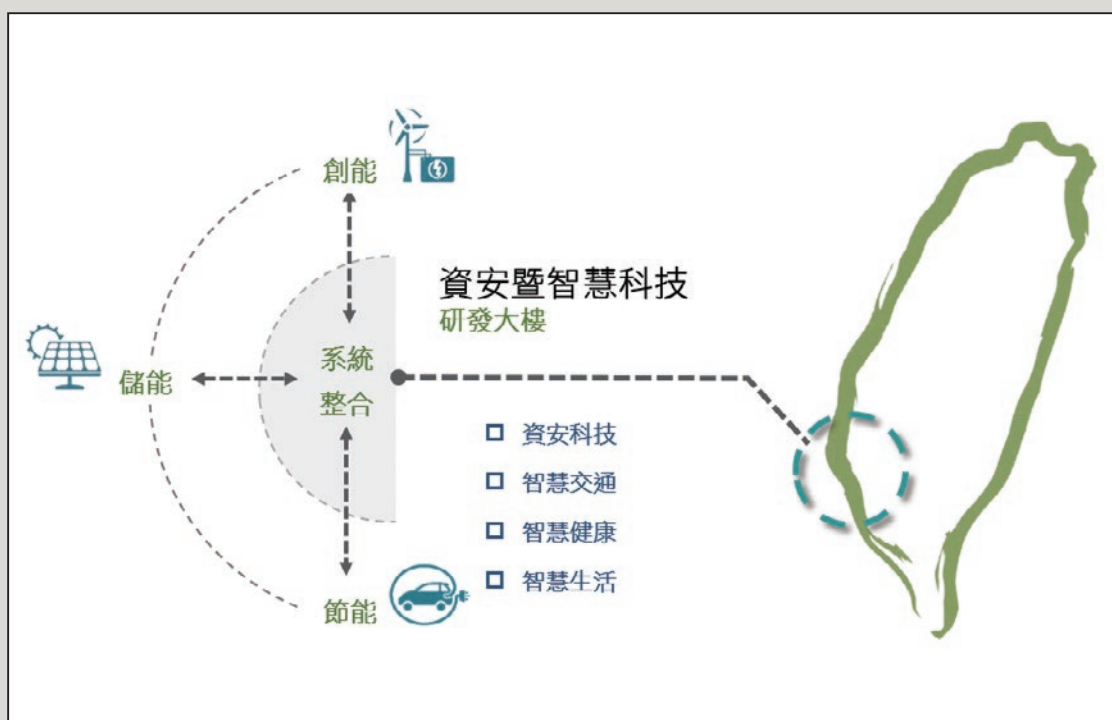
壹、本案說明

一、自西元1997年京都議定書簽訂至今已有一二十四個年頭，全球極端氣候發生頻率隨溫室氣體濃度攀高而越趨頻繁，如何減少碳排放已是世界各國主要的課題。台灣能源消耗量高居全球前25名之列，國家電力消耗排名為世界前15大，顯見台灣的社會經濟發展相當依賴「電力」的需求。「高效率」且「潔淨」的能源技術開發，是目前國內能源技術發展最重要的發展目標。

二、臺南沙崙智慧綠能科學城係由行政院統籌，整合科技部、經濟部、國發會等共13個部會的力量，於民國105年11月開始規劃推動迄今，為前瞻基礎建設計畫位於南台灣最重要的一環。其中，沙崙科學城C區位於高鐵台南站附近，面積為5.33公頃，以資安及智慧科技為發展主軸，由科技部負責建設與營運。

三、沙崙科學城C區第一期工程之「資安暨智慧科技研發大樓」(以下稱本大樓)係106年開始規劃設計，109年竣工，為地上六層、地下二層之鋼構及鋼筋混凝土建築物。本大樓為取得智慧建築、綠建築、低碳認證三鑽石級標章之建築物，屋頂建造之太陽光電板與風電機組成系統每年可產生約760萬度綠電，減碳390公噸，等同於一座台北大安公園的減碳量。此外，透過大樓區域能源管理系統(BEMS)，將大樓與毗鄰之智駕測試場域之電能系統進行整合管理，以提高用電效率。

四、本大樓一樓開放式空間建有一面在展開後高7m、寬21m的移動式螢幕，配置有二具高效能投影機，可供大型展示、產品發表使用。一樓東側另有一間可容納300人之大型國際會議廳與二間可容納80人之會議室，提供辦理學術研討會議及發表研究成果使用。





▲ 園區主入口 ▲ 建築主入口 ▲ 地下室停車入口



核心區-C區東北側面外觀



核心區-C區鳥瞰圖



核心區-C區正面外觀



核心區-C區東側面外觀

貳、設計思維及手法

本大樓設計理念結合綠建築設計及綠能方案整合應用為主要設計思維，透過基地永續設計、建築外殼節能及創能設計、建築儲能設

計、照明節能設計、風/光/人的流動設計、空調設備節能舒適設計、生態建築材料、快速掌握建築資訊、智慧調節能源使用等九項設計手法達到鑽石級綠建築標章及鑽石級智慧建築標章認證。茲分述如下：

一、【手法一】基地永續設計

- (一) 基地生物多樣性設計:採用原生與複層植栽景觀，設置生態景觀滯洪池。
- (二) 基地保水設計:建築空地盡可能保留綠地，鋪面為透水化設計，並設置大型儲集水撲滿進行雨水貯集。
- (三) 設置低碳綠能交通工具停車位，鼓勵使用低碳綠能交通工具。

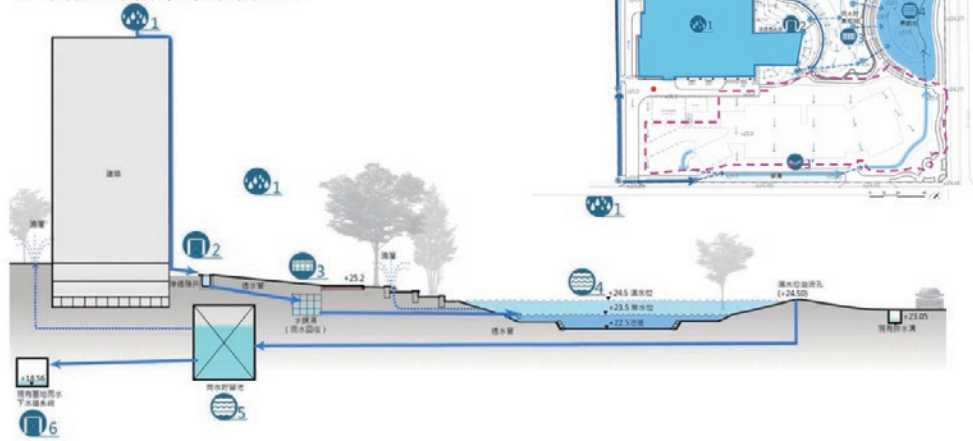


- 屋頂集水至建築側溝與集水井，集結地表雨水，沉沙過濾集水至水撲滿，再至景觀池
- 暴雨來時，景觀池即為滯洪池，當水位高過滿水位時，便溢流至地下雨水貯留池，再排入公共排水系統



水資源之貯留再利用

- 屋頂、側溝、草溝及水撲滿，集結地表雨水逕流至景觀池
- 雨水貯留則主要做為植栽澆灌的水源利用。
- 景觀池暴雨來時為滯洪池。

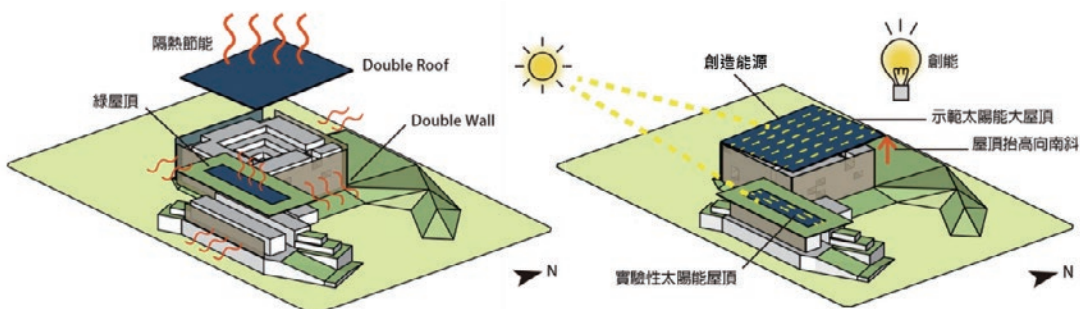


二、【手法二】建築外殼節能及創能設計

- (一) 建築採外遮陽格柵設計，減少直接日照熱得，降低空調主機耗能。
- (二) 屋頂鋪設太陽能板，減少頂樓太陽直射，創造能源並降低建築物溫度。

節能最大化並創造建築最大的產能

- 太陽能板屋頂增加外殼「創能」
- 示範與實驗性質太陽能板屋頂，使建築本身為「教育展示」與測試中心
- 設置全鈦液電池以調配「儲能」
- 雙外殼以防水 隔熱 及通風



隔熱,太陽光電發電並創造再生能源

- 太陽光電板裝設量總計688kWp(2061片的太陽能板) 疏密排列
- 初估一年可產生約760,000度電再生能源替代率約30-60%
- (全棟用電量滿載時1200kWp)
- 可提供約220戶家庭一個月的用電量
- 每年的減碳量等同1座大安森林公園 (每年CO2吸收量 = 390公噸)



三、【手法三】建築儲能設計

- (一) 設置全鈦氧化還原液流電池 儲存再生能源
- (二) 全國第一套容量750kW以上全鈦液電池系統

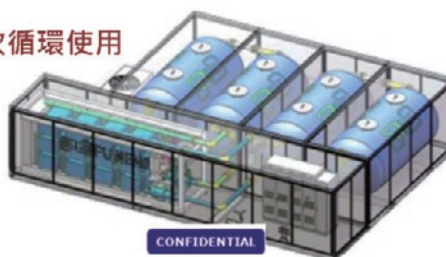
設置全鈦氧化還原液流電池 儲存再生能源

- 設置設備容量 250kW x 3h (750kWh)
- 儲存太陽能發電與離峰時段台電充電 減輕電力能源費用

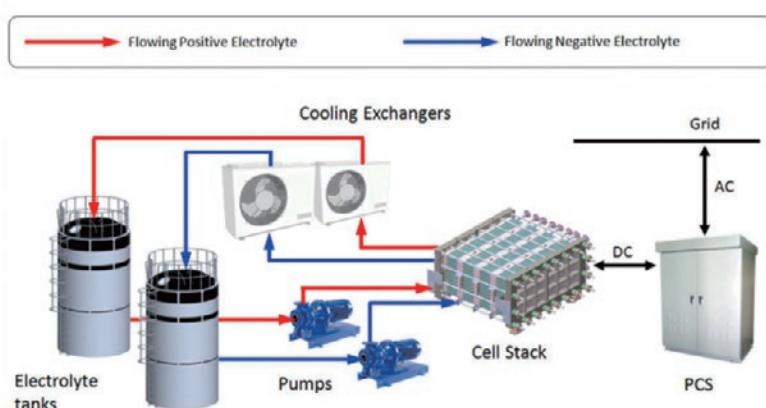


全鈦液流電池儲能系統特色

- 利用鈦離子電解液氧化還原特性，可無限次循環使用
- 不可燃電解液，安全性高
- 運用EMS控制於離峰時充電
- 尖峰時放電，有效降低尖峰需量
- 提供EMS成本最佳化排程



系統構成

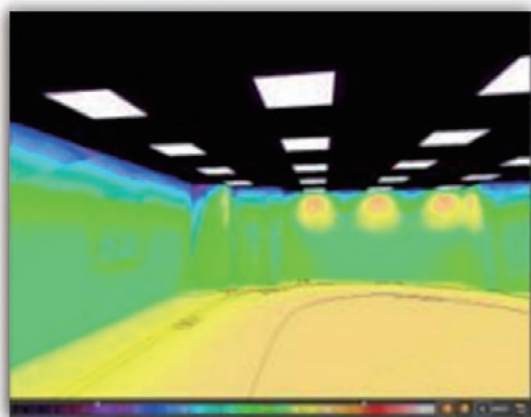


四、【手法四】照明節能設計

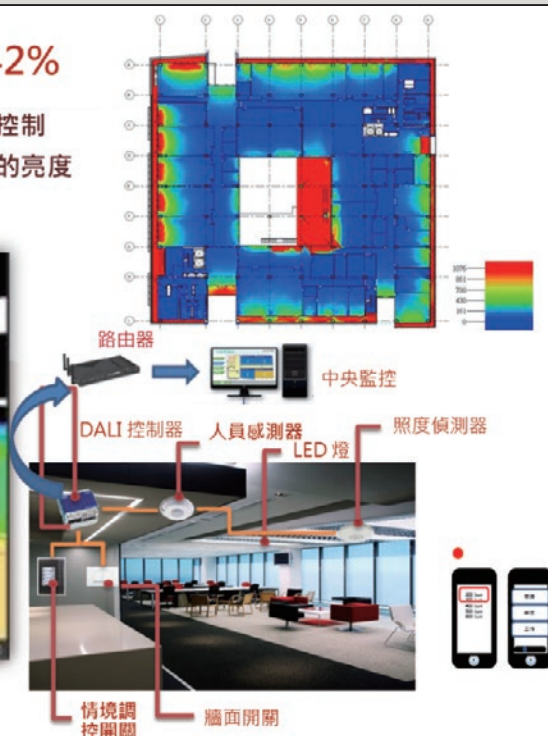
- (一) 室內外照明採用LED節能燈具。
- (二) 採用高效率的光源及燈具。

智慧照明控制系統 節能42%

- LED平板燈具結合智慧化的照明燈具節能控制
- 智慧化的感知器(sensor)可獨立調節燈具的亮度
- 手機APP軟體可控制周圍的燈具亮暗



DIALux Simulation

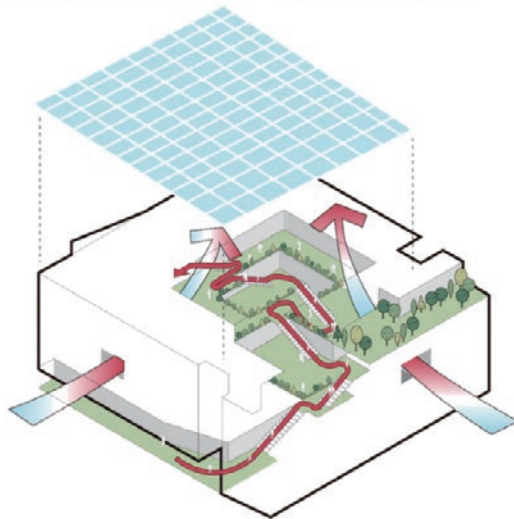


五、【手法五】風、光、人的流動設計

- (一) 以開放式動線交流與移動。
- (二) 入口通廊有效引導自然風流入。
- (三) 通風採光中庭 空氣流通自然採光

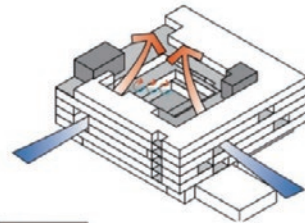
友善的移動動線,增加互動

- 以開放式動線達成風、光、人的交流與移動



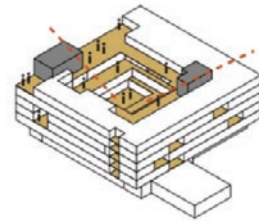
風的流動

- 1.中庭與立面挖空，創造自然對流降低熱環境
- 2.創造中庭陰影，產生對流微氣候



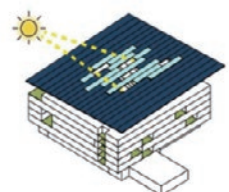
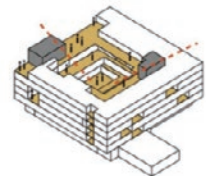
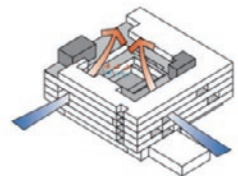
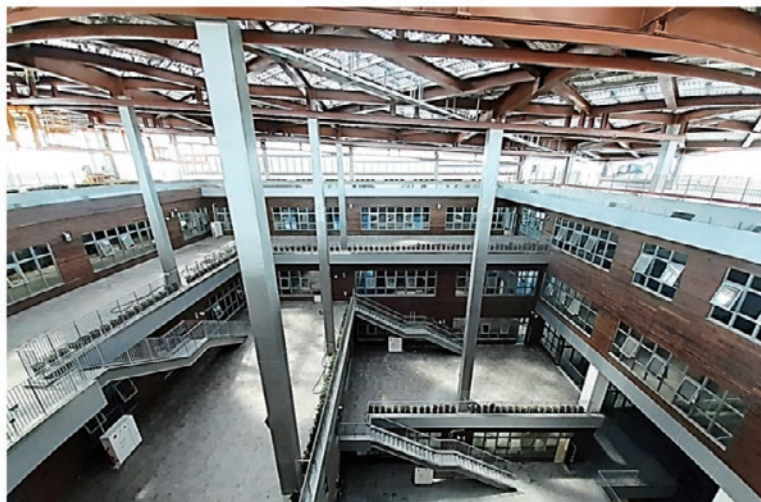
人的交流

- 1.創造露臺與半戶外交誼空間，促進各部門人員交流
- 2.層層退縮露臺，使人視野寬闊心情愉悅



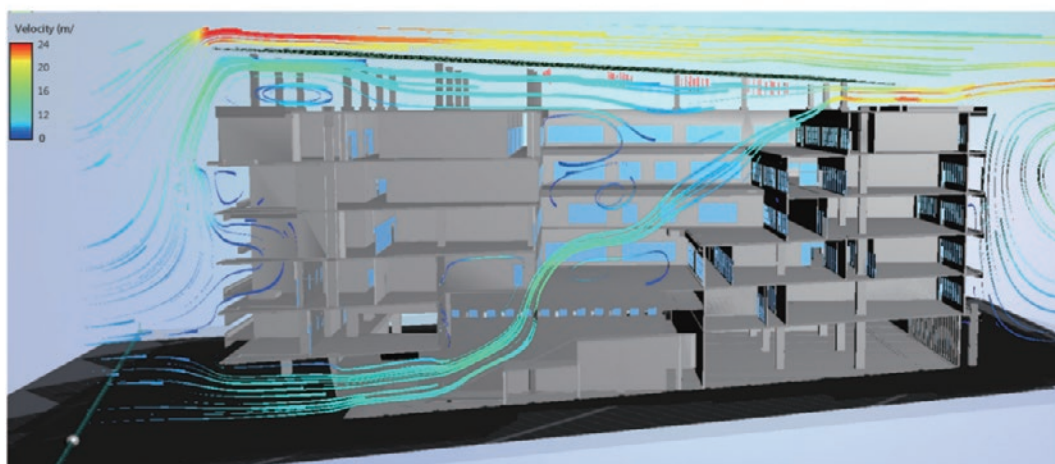
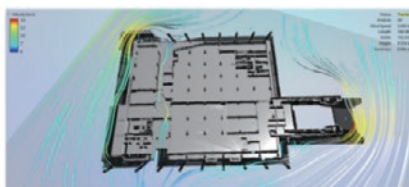
創造友善舒適研發育成環境 提高工作效率

- 中庭與立面挖空，創造自然通風對流降低熱環境。
- 創造中庭平臺半戶外友善交誼空間，促進人員交流互動。
- 中庭半戶外階梯，提供人一通風及舒展運動垂直動線。



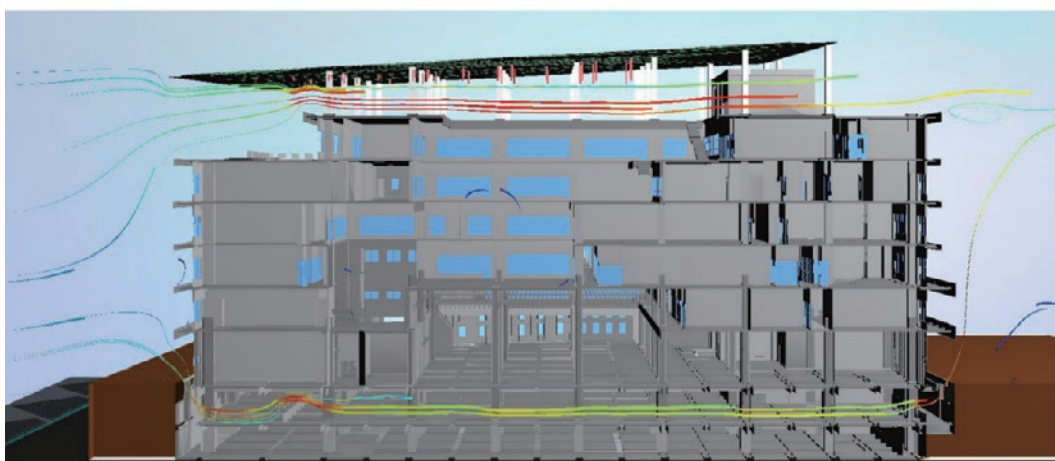
入口通廊有效引導自然風流入

- 通廊間留設的開口形成通風路徑，創造良好的室內通風效果。
- 藉由1樓的開放式階梯引入季風至半戶外中庭，創造舒適的通風環境。



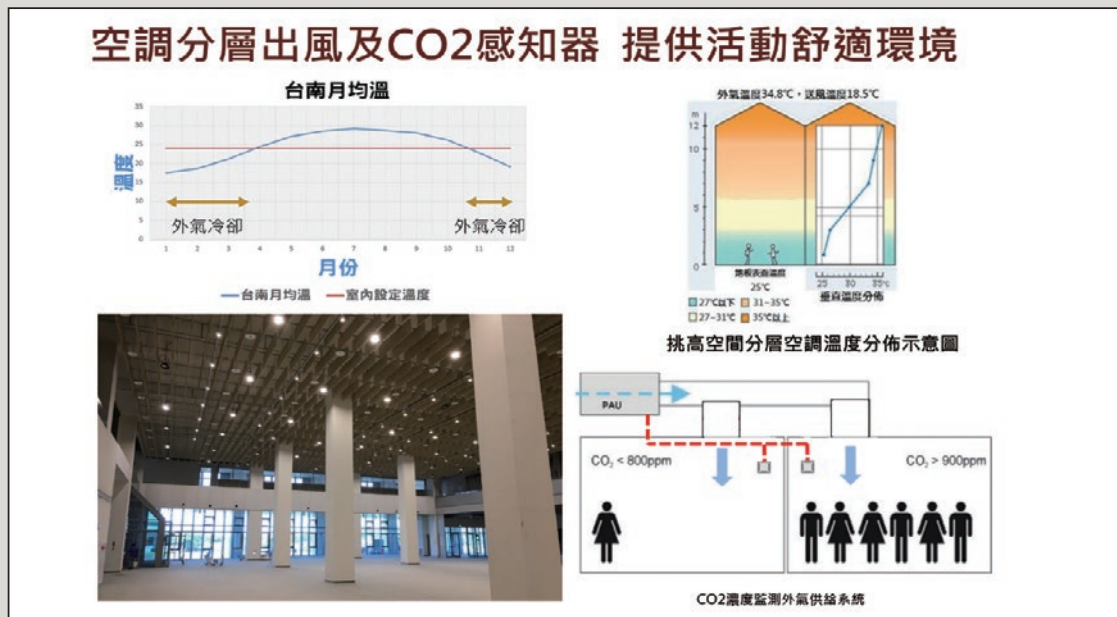
通風採光中庭 空氣流通自然採光

- B1層對應兩側設置通風採光井，空氣流通自然採光創造通風環境。



六、【手法六】空調設備節能舒適設計

- (一) 大型挑高會議室及展示廳等空間，採用冰水大溫差空調並分層控管。
- (二) 高度3公尺處設置噴流型出風口，提供活動區域舒適環境，可降低空調設置容量。
- (三) 居室空間裝設CO₂感知器，依據二氧化碳濃度調整外氣量，提升室內空氣品質。



七、【手法七】生態建築材料

- (一) 建築外遮陽格柵採回收再生建材。
- (二) 格柵配合日照角度，達到遮陽效果。






八、【手法八】快速掌握建築資訊


- (一) 設置智慧化的訪客報到系統及大型公共資訊顯示螢幕
- (二) 人員快速掌握建築物的相關資訊
- (三) 提高訪客及人員使用上的方便性

資訊公共顯示系統 快速掌握建築物的相關資訊


大型電視牆可播映影片、政令宣導、展覽、研發展示資訊、發電及用電等資訊!!



大型電視牆



訪客自動報到機



透過智慧化訪客報到系統, 可不透過櫃台, 也可自行DIY報到!!

42吋資訊導覽

訪客透過資訊導覽顯示幕, 可快速了解建築物各層的相關配置!!

九、【手法九】智慧調節能源使用

- (一) 用能源資訊可視化界面, 方便管理者操作使用介面
- (二) 紀錄建物耗能進而調整管理能源使用
- (三) 智慧電網整合太陽能發電, 調度大樓及毗鄰智駕測試場域電能使用量

能源管理系統BEMS 調節建築物能源使用

智慧化建築電能管理系統(BEMS)

- ✓ 其具備自動化節能控制功能
- ✓ 可依照用戶接受程度預先設定控制參數

自動需量反應系統(DRAS)

- ✓ 視電網需求情況減少用電需量
- ✓ 抑低尖峰負載
- ✓ 避免系統發生供電危機

讀表管理系統(MDMS)

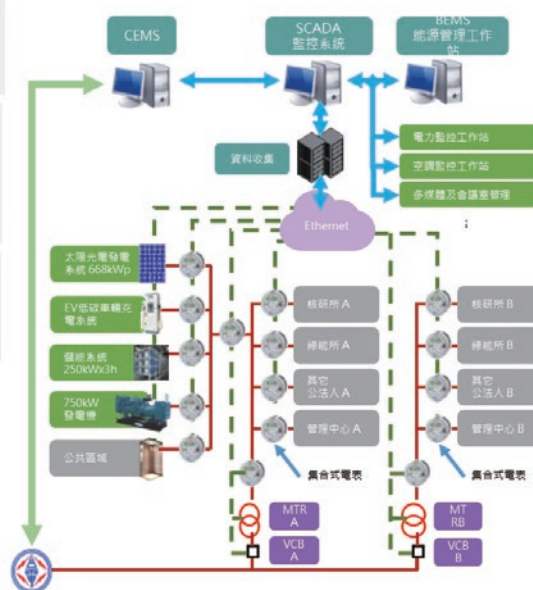
- ✓ 整合智慧讀表系統(AMI)
- ✓ 通訊系統與設備

儲能系統

- ✓ 太陽能發電之餘電儲存
- ✓ 提高電能使用效率

EV充電車

- ✓ 配合大樓用電調整充放電控制
- ✓ 減少空汙排放



參、建築特色

能源是全球重要指標也是台灣經濟發展的命脈，「資安暨智慧科技研發大樓」以創能、節能、儲能及智慧整合之設計理念、透過不同設計手法，營造俱創能儲能、節能減碳、智慧整合、生態多樣、友善舒適等特色之綠能智慧建築，並將園區景觀建設為兼顧生態多樣性的綠色園區。

一、創能儲能

建築本身即是能源系統的一部分，以創能的容量極大化為目標。

(一) 太陽光電發電系統：

於屋頂上採基板型及雙面透光型太陽能板相互搭配，使其具備發電效能與透光節能

之雙效；而設置容量達688峰瓦，年發電量預估約760,000度，其年減碳排量約390噸（t-CO₂e），相當於一座大安森林公園整年之減碳排量。

(二) 小型風力發電設備裝置容量：

屋頂6kW（垂直式），初估年發電量約400度電。

(三) 全釩氧化還原液流儲能系統：

其容量為250kWx3h（750kWh），每年約可節省557,400元基本電費。

二、節能減碳

以低耗能及低碳足跡之建造與使用建築的方式作為推動綠能建築的示範。規劃以戶外聯通風道促進室內空氣流通、以地冷通道減少空

調主機耗能、以外遮陽格柵減少日照熱得。同時採用LED智能照明系統、人員感測器、情境調控開關等智慧控制，達成耗能極小化的目標。

三、智慧整合

智慧整合可降低建築本身人力維管，利用BIM(Building Information Model)整合建築相關系統並推動智慧產學的未來。運用建築物能源管理系統、儲能系統最佳排程策略以達成用電成本最小化等目標；並透過簡易之圖控管理提供管理員對BEMS所納管的可用電設備。

四、生態多樣

園區之生態綠化極大化，如多層次中庭、平台綠化、大面積綠地、生態景觀滯洪池，提供生態多樣性發展的空間。

五、友善舒適

研究與育成中心之配置與內部空間規劃，增加各種交流討論的可能性，讓人才在舒適開放的空間有各種交流的機會，促成知識經驗的交流，園區即是校園。

六、「三鑽石」建築

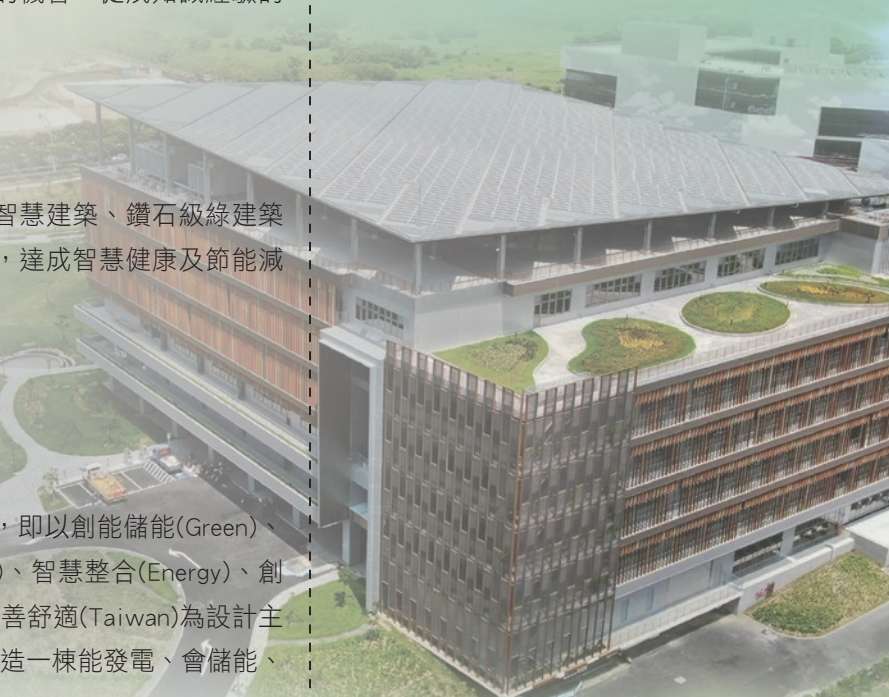
本案取得鑽石級智慧建築、鑽石級綠建築及鑽石級碳足跡認證，達成智慧健康及節能減碳之效益。

結語

本大樓設計伊始，即以創能儲能(Green)、節能減碳(Renewable)、智慧整合(Energy)、創新研發(Academy)、友善舒適(Taiwan)為設計主軸(G.R.E.A.T)，期待創造一棟能發電、會儲能、

真節能、可呼吸之智慧化綠建築。在大樓屋頂層架設大型太陽能板創能、以全鈦液流電池儲能，搭配LED智慧照明系統，可自行發電、儲電、節電，並以BEMS能源管理系統記錄內部耗能、管理能源使用；室內空間採開放式動線，引入自然風與光線，促進通風與採光、降低熱度，達到節能減碳效益。工程執行則盡可能保留綠地，設置生態滯洪池與綠地開放空間，利用回收再生的環保塑木等綠建材進行內外裝修，實踐綠建築之內涵。

「沙崙智慧綠能科學城C區(第一期)資安暨智慧科技研發大樓」擁有完善的研發環境，提供資安暨智慧科技產業研究團隊進駐，以資安科技、智慧交通、智慧健康與智慧生活為核心發展主軸，大樓將設立資安人培學苑、資安協同基地、工控攻防基地、智慧運輸模擬平台、科技新創基地(TTA)等；此外，科技部將招攬資安暨智慧科技與法人共創研發之廠商及國際級廠商進駐，提供進駐廠商完整一站式新創、研發與商品驗證服務，希望產生以大帶小之作用，發揮群聚效應，形塑我國重要的之資安暨智慧產業聚落。



南科滯洪池—— 居住者競爭的 生態工程

關鍵詞(Key Words)：生態工程(Ecological Project)、棲地(Habitat)、吊床版橋(Stressed-Ribbon Bridge)

台灣世曦工程顧問股份有限公司／建築部／副理／陳傳興 (Tan, Thuan-Heng) ❶

台灣世曦工程顧問股份有限公司／建築部／正工程師／楊芝婷 (Yang, Chih-Ting) ❷

台灣世曦工程顧問股份有限公司／水環部／正工程師／王于飛 (Wang, Yu-Fei) ❸

台灣世曦工程顧問股份有限公司／第一結構部／正工程師／楊景華 (Yang, Chin-Hua) ❹

台灣世曦工程顧問股份有限公司／第一結構部／正工程師／李俊偉 (Lee, Chuan-Wei) ❺

摘要

在科園開發環評審查中皆會對原地物種(原居民)作出適當的承諾予以保育，本案係南科高雄園區開發環評承諾項目之一，在已復育完成之燕鴿與環頸雉棲地的滯洪池旁，續建構螢火蟲棲地，希望建立本區多樣性的生態環境。

本案在螢火蟲棲地配置上，考量物種間的干擾、競合，建議並嘗試與原燕鴿與環頸雉棲地作適當緩衝綠帶與距離，並就螢火蟲物種種源來源、棲地營造等環境條件如水質、土壤、利用植栽遮陰對水池的明暗分布、低層食物源的建構、高層消費的引入及長期維管建議等進行初步探討與落實。

另本案考量未來遊客活動使用與施工期間，對既有物種棲地減少干擾，而修正人行動線與施工需求(工期減縮、施工範圍減小、施工減噪等)所設計之吊床版橋梁結構人行橋作一介紹。



The occupant competition ecological project of detention basin in Southern Taiwan Science Park

Abstract

Appropriate commitments will be made to the conservation of the on-site species (indigenous inhabitants) according to the environmental impact assessment review of the Science Park development. This case is one of the commitment project of environmental impact assessment of The Southern Taiwan Science Park (Kaohsiung Park).

The land adjacent to the detention basin will continue to build firefly habitats, hoping to establish a diverse ecological environment in this area. In this project, the layout of firefly habitat, considering the interference, competition and cooperation between species, suggests and tries to make an appropriate buffer green belt and distance with Oriental Pratincole and Formosan Ring-necked Pheasant habitat. Furthermore the source of firefly habitat creation and other environment conditions such as water quality, soil, shade distribution of pools with plants, the low-level food sources, the introduction of high-level consumption, and long-term management recommendations, etc., will be preliminarily discussed and implemented.

In addition, this project considers to reduce interference with the existing species habitat from the construction and future visitor activities, then revises pedestrian circulations and construction requirements (reduction of construction period, decrease of construction area and noise, etc.) to introduce the stressed-ribbon bridge structure design.

壹、緣起

農田裏，孩童追著閃爍飛舞的螢光，與螢火蟲生活共舞的美景，在土地都市化開發程中已然少見，在農用土地開發之南科科園，於環評承諾中，保留部分土地兼顧生態工程保(復)育，滯洪池工程用地亦是重要的一環。本文除

中於北側，減少因遊憩活動對燕鴿及環頸雉棲地的干擾(詳圖2)，第三期為目前正在施工(預計2021年完工)的環境教育解說廣場，讓本區生態環境經過數年經營後邁向穩定與多樣，再藉由休憩廣場、主次步道、各棲地區等空間建構，讓環境生態教育更為完備。



圖1 滯洪池B第一期完工後樣貌(燕鴿與環頸雉棲地)



圖2 滯洪池B第二期完工後樣貌(螢火蟲棲地)

了介紹南科高雄園區滯洪池B工程在防洪外，如何建立以生態保育、永續發展為主的環境設計理念，藉由生物多樣性棲地設計及低干擾性施工法選擇與建構，包括螢火蟲棲地營造、燕鴿棲地、環頸雉棲地及台灣第一座極具獨特性、挑戰性的吊床版橋設計與施工等，讓讀者更瞭解本工程對環境永續發展理念、尊重環境生態之低干擾施工歷程的想法。

滯洪池B工程分三期，於2011年完成第一期工程設計施工，主要完成滯洪池主池池形、3座臨時滯洪池體及環評承諾復育之燕鴿與環頸雉棲地(詳圖1)，第二期則於2020年完成了螢火蟲棲地營造及池中跨橋設置(於後文中詳述)，讓本區的生態更豐富多樣，並將遊客動線與活動集

貳、計畫目標

本區為高雄園區開發後一處屬於環評承諾所建構並保留之自然荒野棲地，表面上看來像是無人管理、亂糟糟的荒廢樣貌，但其實尚屬中高度管理維護、刻意營造園區之生態環境多樣性，和一般公園所見到美麗景緻不同，本區是充滿競爭、生老病死、高低消費族群食物鏈關係的演替永續環境，如圖3現況照片，滯洪池二期工程預計達成目標如下：

- 找回本基地或附近原本生存於此的螢火蟲(適生物種)。
- 讓原生活於此的燕鴿及環頸雉可以在此

找到適合生存的環境與食物及其族群數量的穩定性。

- 建構濕地、雜木林、野草地環境，讓原適生魚類、兩棲類、昆蟲、蛇類、鳥類…等，建構一個初步具有食物鏈關係的生態體系。
- 期許本區開始時以中高度人力維管棲地，在營運多年後，可以成為低維管又穩定的生態棲地環境。

頸雉的棲地保育區，以維持原地之適生鳥種。本工程為滯洪池主池與周邊3座臨時滯洪池(暫時保留並不填平)，配合原有燕鴿及環頸雉棲地的狀況下，新增螢火蟲棲地設置於西南側，遠離東側及南側的工業區光害及空氣污染干擾，並在滯洪池中央最窄處設置跨橋，除可減少環池距離外，亦可對來訪遊客的動線集中於北側，減少因遊憩活動之動線與噪音對南側環頸雉及燕鴿棲地產生干擾，維護膽小易受驚嚇鳥類的生存環境所需之最小距離，全區配置如圖4。



圖3 滯洪池B第二期完工後樣貌 (水生、陸生螢火蟲棲地及環湖步道)

叁、工程特色

一、居住者距離(競爭)環境生態棲地配置

環評承諾滯洪池需有0.5m呆水位，創造多樣化的濕地環境生態，且本區需設置燕鴿及環

頸雉及螢火蟲對於人類活動或其他物種干擾的緩衝距離，由於碩博士論文及相關研究較少，能找到的資料亦不多，故僅就本案的配置分述如下：

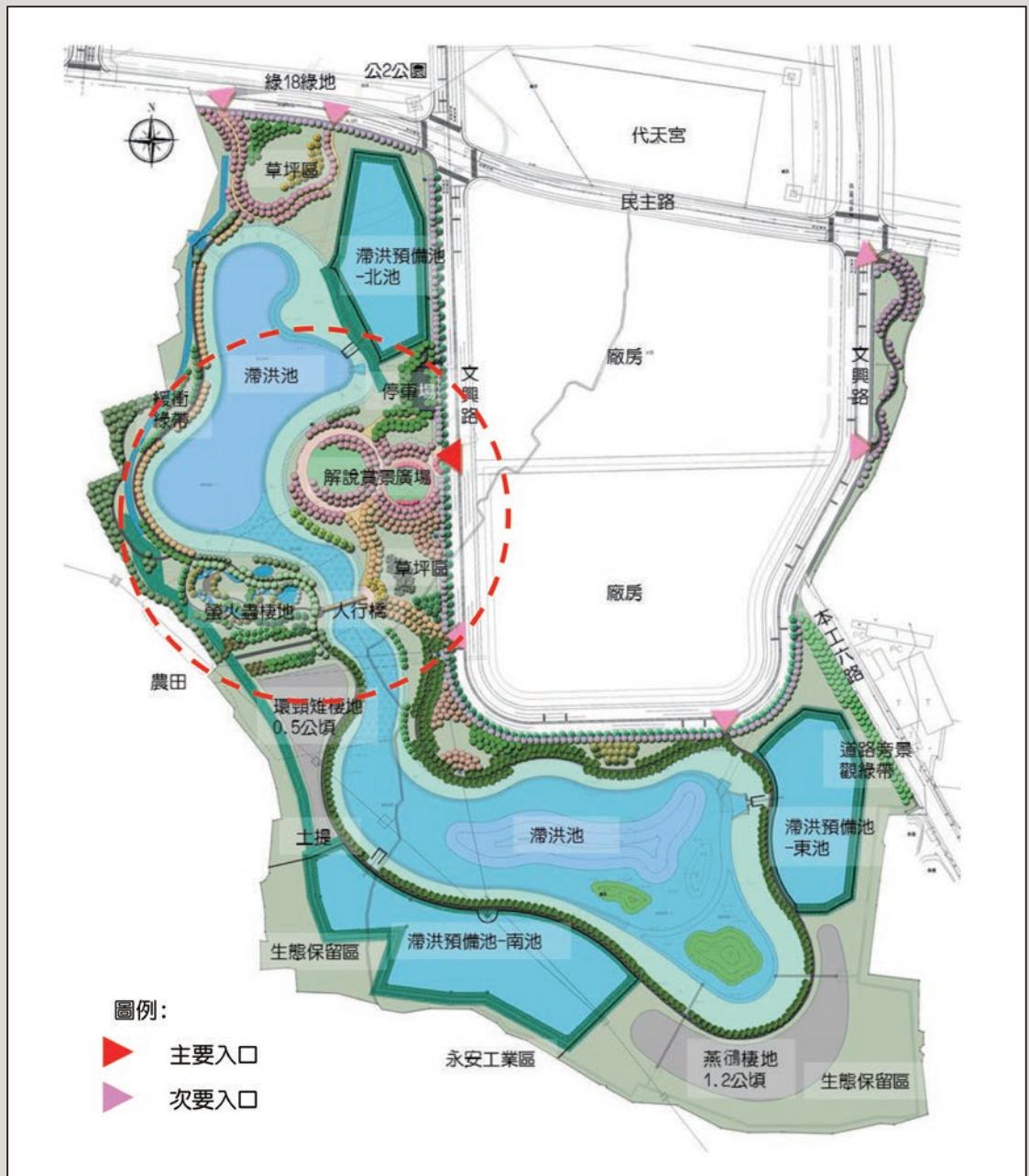


圖4 滯洪池全區配置圖

(一) 燕鴿

個性膽小、警戒性高、對於人類活動干擾的影響較大，對光害、噪音、空氣污染等較不受影響，故棲地配置在基地東南側角落，主要須遠離人類活動與噪音頻繁的區域，距離解說賞景廣場約有625m，距離最近的次要入口約有200m。

(二) 環頸雉

個性膽小、警戒性高、對於人類活動干擾的影響大，故棲地配置也須遠離人類活動與噪音頻繁的區域，距離解說賞景廣場約有140m左右，距離最近的次要入口約有105m。另外與燕鴿棲地亦保留325m的緩衝距離，以避免2種鳥類間的互相干擾。

(三) 螢火蟲

簡易人類活動干擾對其並無直接影響，反而是夜晚的光害、水質、土壤環境對其影響較大。故其棲地尚可配置於本基地北側的環形觀察步道動線上，並與環頸雉的棲地保留了5m緩衝綠帶。而陸生螢火蟲與水生螢火蟲兩者不相競爭干擾，故棲地可以緊鄰，不需要設置緩衝綠帶。

各物種在自然界中是互相競合，進而達到穩定生態平衡，在人工建構環境中，仿照自然生態較難達到真正自然整體穩定的生態平衡，故除了依照各物種的特性塑造棲地環境、遠離天敵或干擾外，各棲地間也配置距離緩衝帶，詳圖5。希望在棲地建立初期，以人工管理介入

二、屬科園原螢火蟲棲地建構

(一) 尋覓在地原生螢火蟲—水生與陸生

本基地位於高雄市西北邊之區鎮-路竹區，由於緊鄰茄苳區及永安區，為水產養殖重點區域，此區中以農田及魚塭組成為多，且東側靠近阿蓮區、田寮區，是保有次生林範圍最大之區域，故目前仍有台灣窗螢在此生活。而基地東北側西拉雅風景區內則有黃緣螢、大陸窗螢、紅胸窗螢、大端黑螢…等30種螢火蟲仍然生存於此。

由於人類基於自身物種觀點，引入原本不屬於當地的外來種，就可能因為干涉物種互動關係，最後反而破壞生態平衡。倘若野放族

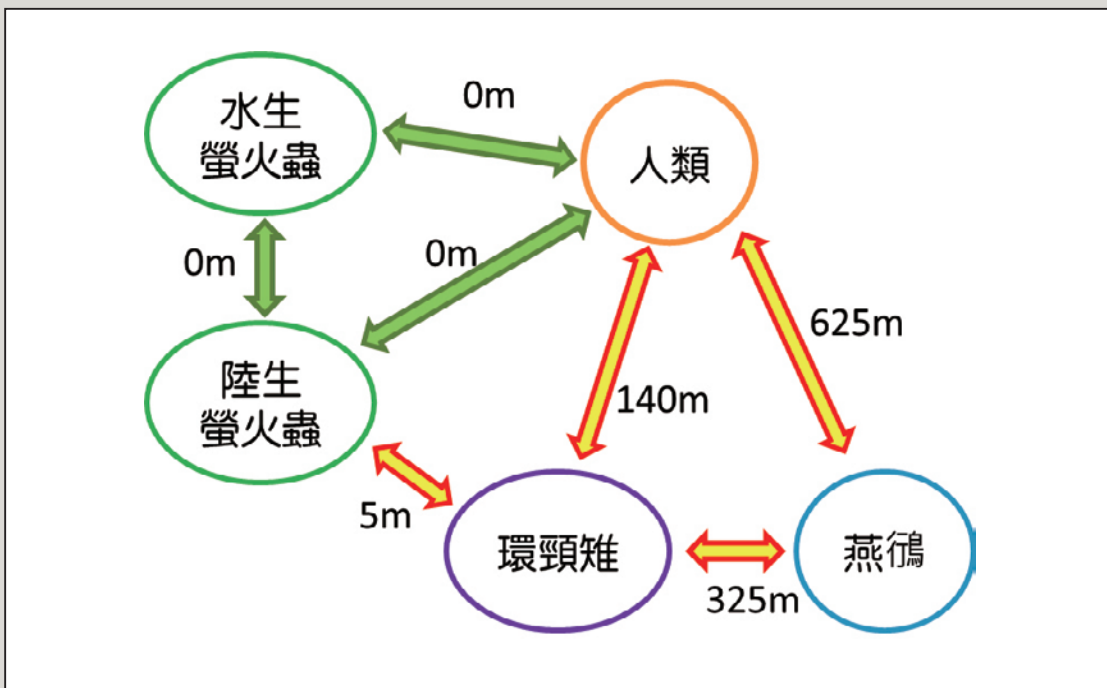


圖5 各棲地緩衝距離關係圖

整理環境，讓棲地環境盡可能符合該物種適生需求，多年後漸建構為一個自然穩定狀態，由中高維管，轉為低維管的自然環境。

群沒控制好，很容易引起基因汙染，產生島內中間型。意即就算是同個品種，分屬不同族群，也會因為居住地的不同，在基因上有些微差異，故選擇地緣鄰近的族群是一個折衷的辦法。

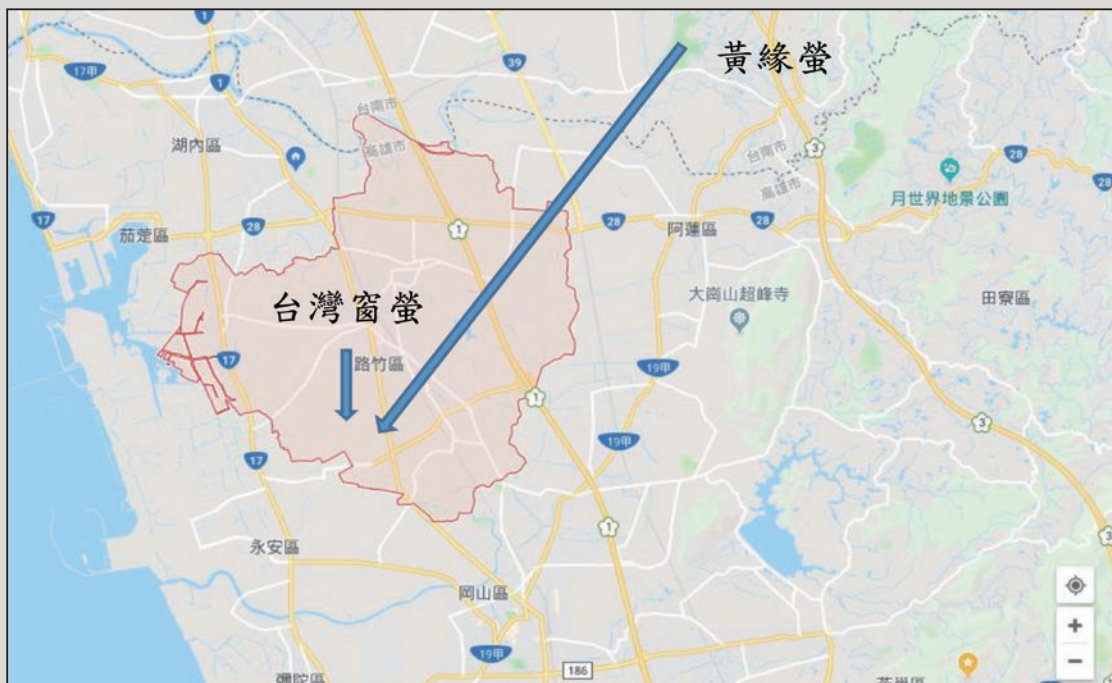


圖6 螢火蟲種源位置

本案生態顧問吳加雄博士(國立臺灣大學昆蟲學系暨研究所博士、台灣昆蟲生態保育協會理事及教學組長)建議選擇在地螢火蟲種源復育，相對位置如圖6。

- 最近之水生螢火蟲種源-黃緣螢：位於台南市新化區之西拉雅風景區
- 最近之陸生螢火蟲種源-台灣窗螢：位於高雄市路竹

(二) 棲地營造-幼年期的適生環境

1. 棲地的水環境

螢火蟲棲地的水源為滯洪池B的水，來源為雨水，並已於2018年3月21日取3處做水質檢測，如圖7，調查項目包括水溫、PH值、導電度、溶氧(DO)、懸浮固體(SS)、化學需氧量(COD)、生物需氧量(BOD)等，水質檢測結果如表1，除了SS稍高一點，確認整體水質應屬於不錯，



圖7 水質取樣情況

表1 滯洪池B水質檢測結果

位置	水溫°C	溶氧Do	BOD5	COD	氨氮	硝酸鹽氮	磷酸鹽	SS	EC	pH
1	25	5.79	2.7	49.2	0.15	0.62	0.75	17.5	1075	7.3
2	25	8.00	2.9	57.1	ND	0.63	ND	40.8	832	7.5
3	25	6.01	8.4	35.5	0.05	ND	ND	37.2	883	7.4

可適合螢火蟲生長。

2. 棲地的光環境

滯洪池B北側及中央有整列的道路路燈，東側有本州中業區，南側有永安工業區，以上都是整夜燈光照明，對螢火蟲棲地形成嚴重光害問題。故螢火蟲復育棲地選址，將選在光害影響最小的西側，並在此區密植植栽，甚至本基地僅在東側活動廣場設置低矮照明設施，其他區域為維護各棲地自然環境樣貌，皆不設置夜間照明，現況如圖8。

3. 棲地的土壤環境

根據研究報告螢火蟲化蛹時，較喜歡鬆軟、濕潤及中性偏弱鹼性的土壤條件，並且混凝土材質對其產卵與化蛹影響很大，需避免採用，故目前棲地內的步道以清碎石及鋪石板為主。根據「101年度屏東縣屏東地區重要螢火蟲棲地生態環境調查與監測結案報告」研究顯示較佳的土壤因子分別為土壤總體密度1.2-2.4g/cm³、顆粒密度1.26-2.7g/cm³、孔隙率43-52%、有機質1.6-2.4%、全氮含量0.08-0.3%、電導度0.6-1mS/cm、



圖8 螢火蟲、環頸雉及燕鴿棲地現況

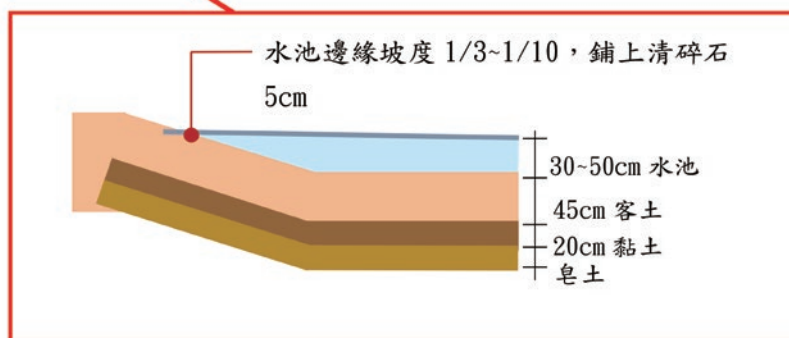


圖9 螢火蟲棲地水池剖面圖

鹽度5.2~9.7%及酸鹼度6.9~7.2等土壤因子，而目前的棲地土壤很符合要求。另外，為讓水生的螢火蟲幼蟲在羽化時可爬上陸地，水岸的邊緣坡度需控制在1/3~1/10之間，如圖9。

4. 棲地的植栽計畫

由於螢火蟲的幼蟲是以軟體動物中的螺、貝類及動物屍體為主要食物。生長在陸地上的幼蟲就以蝸牛、蚯蚓或動物屍體為主要食物；生長在水中的幼蟲，

就會以水中的螺類為主要食物。故水生螢火蟲棲地則密植各類水生植物，提供螺類良好的生活環境，陸生螢火蟲棲地則密植各類葉菜及芒草，提供蝸牛食物來源及躲避天敵的場域。

棲地內種植多樣化、複層的植栽，提供此區域豐富的食物與躲避環境，喬木有：鐵刀木、無患子、蘭嶼烏心石、毛柿、穗花棋盤腳、風箱樹、菲律賓饅頭果…等，灌木有：冇骨消、春不老、日本女

貞、射干、山黃梔 …等，水生植物有：苦草、馬藻、竹葉眼子菜、臺灣萍蓬草、小荇菜、台灣水龍、水毛花、水丁香、野薑花、翠蘆荊…等，葉菜有：地瓜葉、龍鬚菜等。

(三) 引入食物鏈之高低消費族群

螢火蟲棲地已形塑為一處生態豐富的濕地環境，為吸引周遭動物前往，水域環境可同時放養台灣本土魚類-青鱗魚、蓋斑鬥魚，除了不會傷害螢火蟲幼蟲外，還可吃孑孓，避免蚊蠅孳生，在陸域環境則選擇種植誘蝶、誘鳥植栽-鐵刀木(淡黃蝶)、無患子(誘鳥)、冇骨消(誘蝶)…等，以及獨角仙最愛的光蠟樹，讓螢火蟲棲地同時也是其他昆蟲的遊樂園。另外當棲地建立起來，也同時建立了一個小小的生態系，所以一定會吸引許多昆蟲、蛙類、蛇類過來，

這時可在樹下建立一座昆蟲旅館(躲避所)是必要的，如圖10現況照片。

(四) 建構棲地之永續經營—完工後的維護管理計畫

營造螢火蟲的棲地，也要養螢火蟲的食物，在棲地生態系尚未穩定之前，皆需以人工方式介入養護。預計於每年秋季及春季的2次黃綠螢及台灣窗螢的幼蟲野放，每次野放約1000頭幼蟲，前期工作預計至少持續2年，總共野放4000頭幼蟲，以提高成功率。此外，幼蟲野放工作將與螢火蟲環境教育相結合，藉由邀請園區成員，參與野放工作；並藉由事前安排之螢火蟲生態教育系列課程，使參加者更加瞭解螢火蟲與良好環境生態之密切相關程度，並藉由參與野放幼蟲之過程，提高認同感。螢火蟲密度野放後續監測，計算幼蟲羽化成功率，藉以



圖10 螢火蟲棲地現況照片

評估下次幼蟲野放數量。

螢火蟲棲地初期須聘請專業的維護團隊執行高頻率的維護工作，包含：水池池面清潔、螢火蟲食物來源的養護、螢火蟲天敵以人工移除、水中外來種移除、植栽及樹木修剪、池底淤泥清除等維護工作，每個月至少1-2次。持續2年復育成功且環境穩定後，便可移交給設施維護科依照原維護團隊之工作方式繼續辦理維護。為了後續分區域維管，人工溪流棲地在建

造時便區分為7小區域，可獨立給水、獨立排水，以利進行後續的分區維管工作，如圖11。

(五) 生態專家全程式參與之工程—設計至施工

本案於設計與施工階段，特邀生態顧問吳加雄博士(國立臺灣大學昆蟲學系暨研究所博士、台灣昆蟲生態保育協會理事及教學組長)參與，其主要建議項目如下：

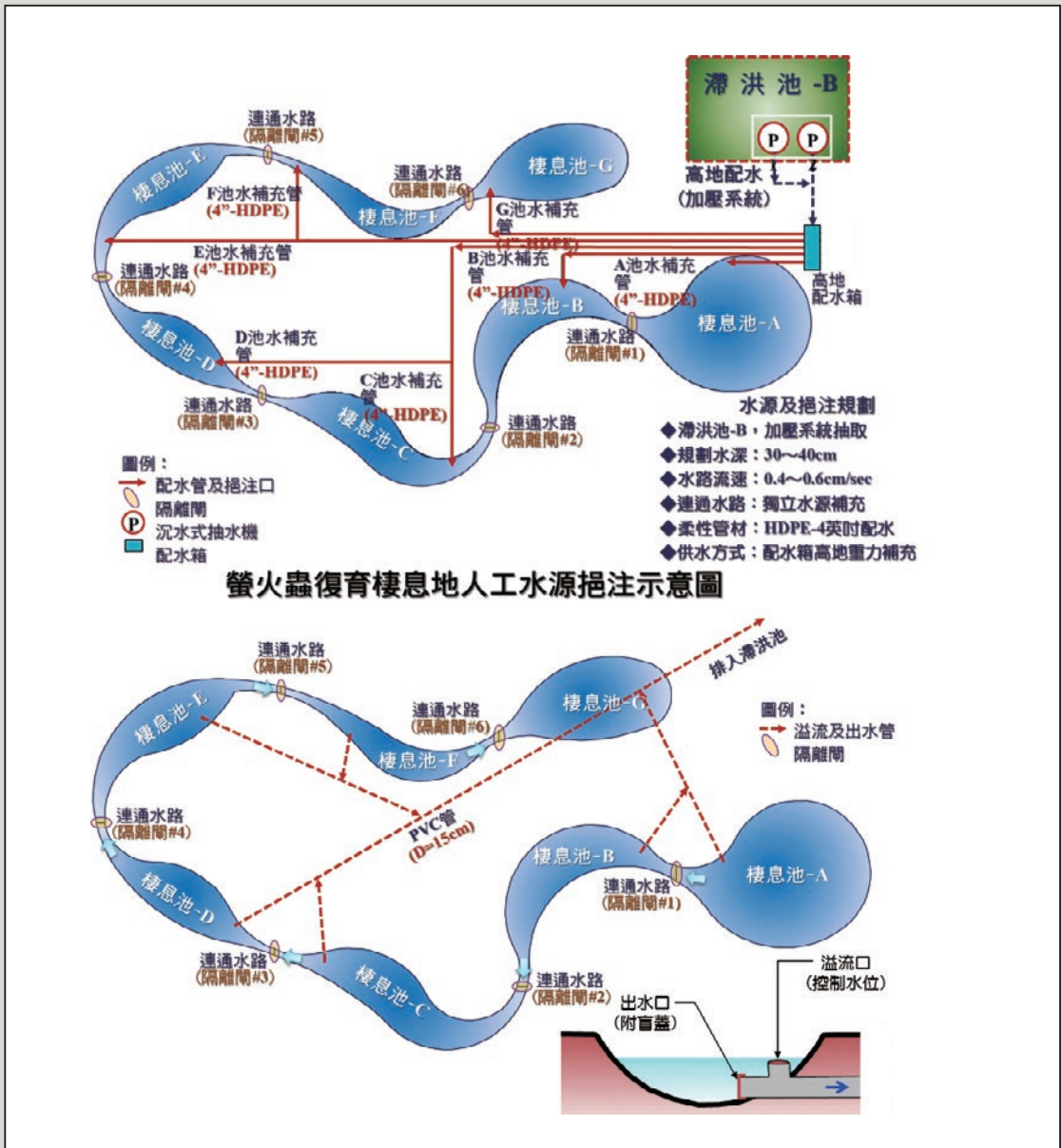


圖11 螢火蟲棲地給排水系統與分區計畫

- 在地復育螢火蟲種源位置
- 棲地營造環境指標如水質及水流設計、土壤坡度設計等等
- 植被種類選擇與驗收標準
- 棲地環境驗收要件
- 維管監測建議

三、生態區低擾動工程設計與施工—引進台灣第一座吊床版預鑄系統工法

因本案為本基地二期工程，環頸雉及燕鴿等地鳥類棲地已初步建構完成，在考量降低人行跨越橋施工期間對生態的干擾，故設計並引進國內首座吊床版預鑄系統工法之人行橋

梁。本橋位於滯洪池B觀景廣場及螢火蟲棲息地間，為跨越滯洪池的人行跨越景觀橋，位於該基地水域最窄處，縮短環湖距離與減少鳥類棲地干擾，引導人潮集中於滯洪池北側活動，將滯洪池南側的區域保留給環頸雉及燕鴿等地鳥類。橋梁主梁採輕量化結構配置，使橋梁與環境景觀相融合，讓橋梁除連結滯洪池兩岸外亦為園區的生態觀察站之一。

「直路式預力吊床版橋」的結構造型簡單，力學行為明確。本橋跨度30公尺，橋梁全寬3.2公尺(淨寬2.5公尺)，橋面板厚度僅為20公分，鋪面採5公分厚度瀝青混凝土。施工時無需大型機械設備，且橋面板採預鑄方式施工，可大幅縮短施工工期。本橋為國內首座吊床版橋，完成後之縱向線型為平滑曲線，展現柔和和細長之輕量化視覺感受，並提供舒適的人行步道，如圖12所示。

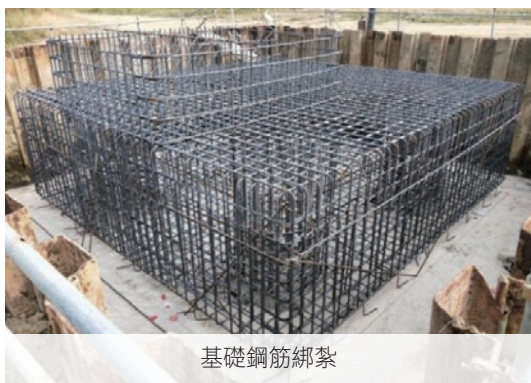


圖12 直路式預力吊床版橋完工照片

本吊床版橋為國內首座此類型橋梁，因此於施工時特別注意施工流程及品質。本橋兩岸間的橋台施工為主梁的固定端，也是本橋承受力量的根本，其橋台於基樁完成後進行基礎施工，之後進行橋台鋼筋綁紮及預力套管預埋及模板施工，其施工相片如圖13所示。

本吊床版橋之橋面板採預鑄工法施築，其施工包含鋼筋綁紮及預留二次施工之鋼腱配置等，施工相片如圖14所示。

完成兩岸的橋台施工後，於一次預力鋼腱裝設完成後，即可進行一次預力鋼腱的施拉。施拉完成後之鋼腱為平行狀態，惟受自重影響略為下垂，但其下垂量並不大。於一次鋼腱施

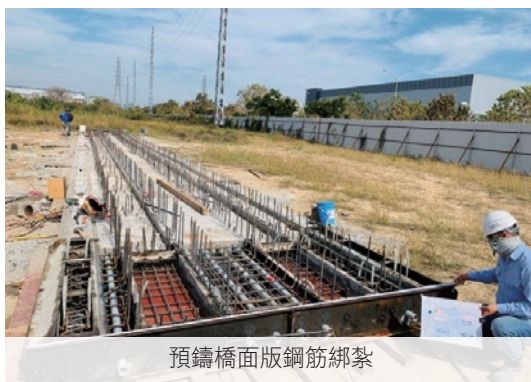


基礎鋼筋綁紮



橋台鋼筋綁紮及預力套管預埋

圖13 吊床版橋之橋台施工



預鑄橋面板鋼筋綁紮



完成後之預鑄橋面板

圖14 預鑄橋面板施築



一次預力鋼腱裝設



一次預力鋼腱施拉

圖15 一次預力鋼腱安裝

拉完成後，則可進行預鑄橋面板的安裝，其施工相片如圖15所示。本橋之預鑄橋面板採懸吊工法施作，即預鑄橋面板於製作完成後懸吊於一次預力鋼腱上並往前推至定位，其安裝相片如圖16所示。

完成預鑄橋面板安裝後，進行橋面板二次施工之鋼筋綁紮，綁紮完成後即可進行橋面

板的第二次澆置，其完成後之橋面板如圖17所示。二次澆置橋面板完成後，進行二次預力鋼腱之安裝及施拉，第二次預力鋼腱拖拉係為了控制橋面板之中央垂度，待鋼腱拖拉預力經檢核完成後進行預力套管的灌漿及端錨保護，其施工相片如圖18所示。



預鑄橋面板安裝(懸吊工法)

預鑄橋面板安裝

圖16 橋面板懸吊工法施築



橋面板鋼筋綁紮

二次澆置完成後之橋面板

圖17 橋面板二次施工



二次預力鋼腱安裝

二次預力鋼腱施拉

圖18 二次預力鋼腱的安裝及施拉

本橋完成後即可進行瀝青混凝土鋪設施工，後續進行欄杆安裝施工如圖19所示，最終即可完成本吊床版橋的施工。

吊床版橋配置於景觀優美的環境中，其柔性的結構造型將會與環境現況相匹配，同時其施工時不須架設任何支撐，相當適合應用於高山地形的山谷中。日本採用吊床版橋的案例已達一百座橋以上，且其長度長達150公尺，國內才開始第一次採用本類似的橋型，期待國內可更廣泛地應用吊床版橋。

育，期待每年春天讓因人類開發而消失的螢光閃耀能重新回到這片土地。

另外在位於南科高雄園區螢火蟲棲息地旁，為跨越滯洪池的人行跨越橋。考量當地滯洪池及螢火蟲棲息地的特殊環境，橋設置於基地水域最窄處，刻意讓主要步道不要環湖設置，引導人潮集中於滯洪池北側活動，將滯洪池南側的區域保留給環頸雉及燕鴿等在地鳥類棲地使用，避免人為干擾。理念上橋的型式應是簡單而溫柔與環境相處，那在南科科技園區



瀝青混凝土鋪設施工



欄杆裝設

圖19 吊床版橋鋪面鋪設及欄杆安裝

結論

本工程位在南科高雄園區的西南角，是一座以生態為主體的滯洪池，裡面有燕鴿棲地、環頸雉棲地等，加上2020年新完工的螢火蟲棲地，此區將可成為一座豐富有趣的生態教育園區。本螢火蟲棲地特別聘請國際螢火蟲專家-吳加雄博士蒞臨指導(從規劃、設計、施工至完工後的維管階段)，同時復育了水生螢火蟲-黃綠螢及陸生螢火蟲-台灣窗螢，在陸生螢火蟲棲地種植了地瓜葉、龍鬚菜等葉菜來養育蝸牛，水生螢火蟲棲地則是種植了沉水、挺水、浮水等水生植物來養育石田螺、結節蜷等螢火蟲幼蟲喜愛的食物，加上滯洪池乾淨流動的水、沒有光害的環境，並取自路竹在地的螢火蟲原地復

內呢？橋梁更是需具有挑戰、技術領導與生態環境的友善表現，所以默默的構成本橋之最原始設計理念--“簡而柔，柔而美”。選擇“直路式預力吊床版橋”結構系統，為力學簡而柔表現，橋的微笑曲線與減量量體，則是節能減碳與環境友善的相處態度，充份表達園區科技領先，愛護地球的理念，故“一抹微笑”的設置，無需過多的設施。同時本橋亦是國內首座吊床版橋，本橋跨度30公尺，橋梁全寬3.2公尺(淨寬2.5公尺)，橋面板厚度僅為20公分，鋪面採5公分厚度瀝青混凝土。本橋施工時，亦無大型機械設備施築，橋面板採預鑄方式運抵組裝施作，降低噪音、縮短工期、友善棲地。完成後之縱向線型為平滑曲線，展現柔軟和細長輕量化視覺感受，並提供舒適的人行步道。

期待此基地可以提供豐富完整的環境教育，展現人與自然和諧相處，期待來年春天螢火蟲能重新閃耀在這片土地上。



3

專題報導

探討臺北捷運環狀線南環段DF115標基於國際標ISO 19650-1與ISO 19650-2的專案執行成效

關鍵詞(Key Words)：建築資訊塑模(BIM/Building Information Modeling)、BIM執行計畫書(BIM Execution PPlan)、共通數據環境(CDE/Common Data Environment)

- 臺北市政府捷運工程局／副局長／陳耀維 (Chen, Yao-Wei) ②
台灣世曦工程顧問公司／經理部／代理副總經理／林建華 (Lin, Chien-Hua) ②
台灣世曦工程顧問公司／捷運部／經理／蔡榮禎 (Tsai, Jung-Chen) ③
台灣世曦工程顧問公司／捷運部／副理／譚家瑞 (Shen, Chia-Ray) ④
台灣世曦工程顧問公司／捷運部／副理／陳世任 (Chen, Shih-Jen) ⑤
台灣世曦工程顧問公司／捷運部／正工程師／黃碩儒 (Huang, Shuo-Ju) ⑥



ISO 19650-1 · ISO 19650-2

摘要

導入建築資訊塑模(BIM)作為協助捷運車站設計工作輔助，自臺北捷運萬大線DQ123標始，逐標累積執行BIM的經驗及執行能力。臺北捷運環狀線南環段DF115設計標計畫自文湖線木柵動物園站起，西行銜接環狀線第一階段大坪林站(Y6站)，規劃設置6座車站。本計畫採用BIM進行專案設計工作，專案執行初期參考交通部鐵道工程BIM作業指引、BS1192、PAS1192-2及捷運工程特性，研擬CDE資訊平台、協同作業的標準流程、BIM專案成果及交付方式等工作，並據以編寫BIM執行計畫書，以整合專案BIM工作目標與應用。專案執行時適ISO 19650-1及ISO 19650-2發佈，為檢視BIM專案執行成效，另委託BSI公司進行標準查核，依據查核結果進行包括PRE-BEP及投標前BIM執行風險評估的補充，並修正補充BIM執行計畫書的章節與內容後，通過取得標準認證。



Discussing of the effectiveness of project implementation based on international standards ISO 19650-1 and ISO 19650-2

Abstract

The introduction of building information modeling (BIM) as an aid to assist in the design of MRT stations, starting from the Taipei MRT Wanda Line DQ123 standard, accumulating experience and ability to implement BIM on a standard basis. The DF115 design standard for the southern ring section of the Taipei MRT Loop Line starts from TAIPEI ZOO on the WENHU Line and connects westbound to DAPINGLIN Station (Y6 Station) in the first phase of the loop line. It is planned to set up 6 stations. This project uses BIM for project design work. In the initial stage of project implementation, refer to the railway engineering BIM operation guidelines, BS1192, PAS1192-2 and MRT engineering characteristics, and develop the CDE information platform, standard procedures for collaborative operations, BIM project results and delivery methods And so on, and based on the preparation of BIM implementation plan, to integrate the project's BIM work objectives and applications. The implementation of the project coincided with the release of ISO 19650-1 and ISO 19650-2. In order to review the effectiveness of the implementation of the BIM project, BSI was entrusted to conduct a standard audit. Based on the results of the audit, supplements including the risk assessment of PRE-BEP and BIM implementation before bidding were supplemented and amended. After supplementing the chapters and contents of the BIM execution plan, it passed the standard certification.

壹、DF 115標計畫簡介

臺北捷運環狀線南環段的計畫路線自文湖線木柵動物園起，採地下方式沿新光路穿越告尖山接秀明路二段，經政治大學校內，穿越景美溪後行經木柵路、秀明路一段再接木柵路、穿越景美溪沿遠東工業區旁之防汛道路，續西行於民權路至環狀線第一階段路線大坪林站(Y6站)東側銜接，並可轉乘松山新店線，本標工程範圍之路線全長約5.84公里；包括Y01、Y1A、Y2A、Y03、Y04及Y05六座地下車站、六段潛盾隧道，規劃設置6座車站(詳圖1)。

■ 交通部105年3月17日函頒「交通部所屬各機關(構)工程建置建築資訊模型(BIM)作業推動原則」

■ 交通部高速鐵路工程局鐵道工程BIM作業指引(107年6月)

二、工作目標與項目

DF 115標專案參考交通部高速鐵路工程局鐵道工程BIM作業指引(107年6月)、PAS1192及捷運工程特性，研擬全生命週期BIM工作目標與



圖1 臺北捷運環狀線南環段計畫路線

一、BIM執行依據

本計畫BIM執行除依據一般服務範疇之規定發展相關內容，另參考國內外主要規範與指引及根據捷運工程設計需求，編撰相關作業流程。國內外主要BIM標準與指引條列如下：

- ISO 19650-1:2018 [BS1192]
- ISO 19650-2:2018 [PAS1192-2]

應用，計畫導入BIM技術進行細部設計發展與整合，通過參數化模型整合各種專業的設計資訊，包括車站段、路線段及環境資訊(地中障礙物與主要管線)，藉由共同數據環境(CDE)，進行3D模型與視覺化的協調工作，使計畫所有人員對各種設計資訊作出正確理解和決策，以提高設計成熟度，提昇設計成果品質。並將設計階段產出之BIM成果，導入施工階段應用，透過資訊需求訪談，研訂施工階段BIM之應用及竣工移交之主要參數定義，將BIM的優點逐步擴展到捷運建設的全生命週期。

DF115標計畫BIM工作項目範圍包含：

- (一) 本標工程BIM作業應能直接由數位模型產生房屋建築類之平面、立面及剖面圖。
- (二) 針對土木及基礎設施類之線狀結構物，廠商得採用符合土木工程特性之軟體，進行設計與建模。
- (三) 所有模型均需以大地座標定位，以確保空間位置之正確性。
- (四) 以BIM模型檢查相關設備、管線與結構體的衝突碰撞。
- (五) 依循「BIM共同數據環境(Common Data Environment)」之作法，建立一個網路伺服器架構之「BIM協同平台」檔案系統，供彙總、發佈、歸檔及管理BIM資料及成果。
- (六) 於各送審階段進行溝通之BIM瀏覽模型檔案，包含建築、結構、空調與機械通風、衛生及給排水、消防及電氣等機電工程模型之整合檔案，轉成BIM瀏覽軟體可讀取之格式檔案。
- (七) 利用BIM瀏覽模型進行介面協調與整合工作，視設計進度與介面整合需求，至少每月召開一次設計整合會議。

三、工作程序與檢核

DF115標將依工作性質劃分工作，整合BIM的執行方式建立工作之程序，確實執行設計工作，以期能掌控工作時程，完成符合捷運局要求之工作。本計畫依各階段送審時程先後順序為執行服務報告書、第一次送審、期終送審及招標文件送審四個階段，訂定工作程序流程圖(詳圖2)。

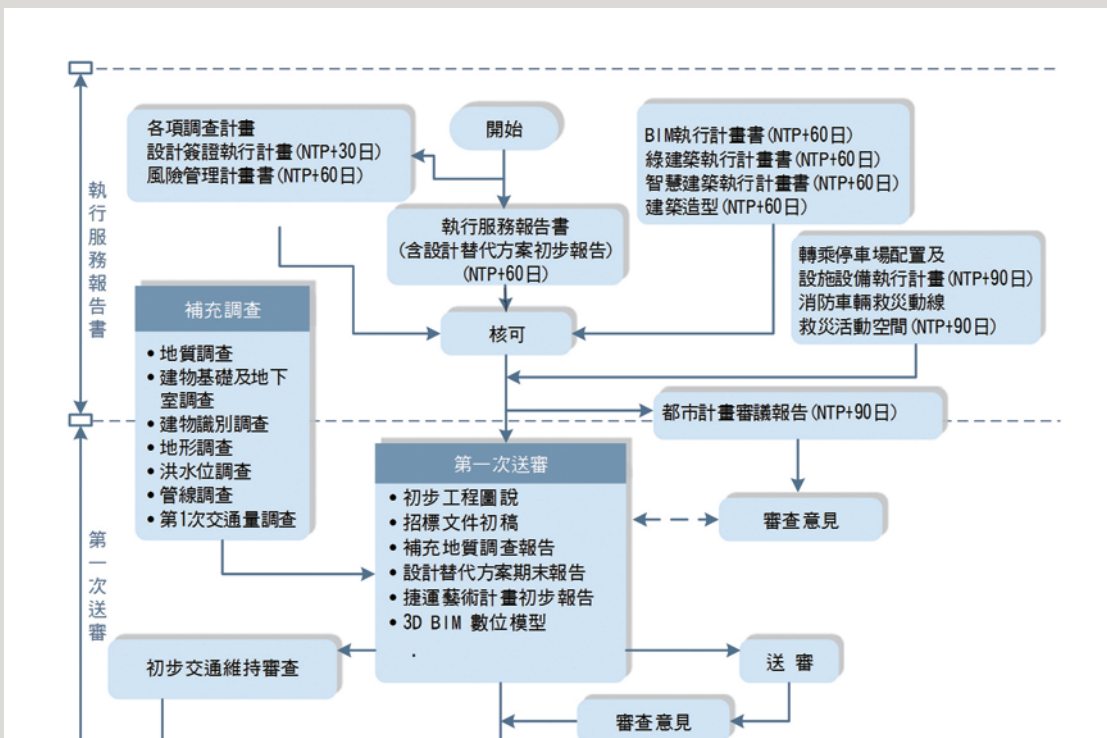


圖2 DF115標工作程序流程

本圖未完，請接下頁↓

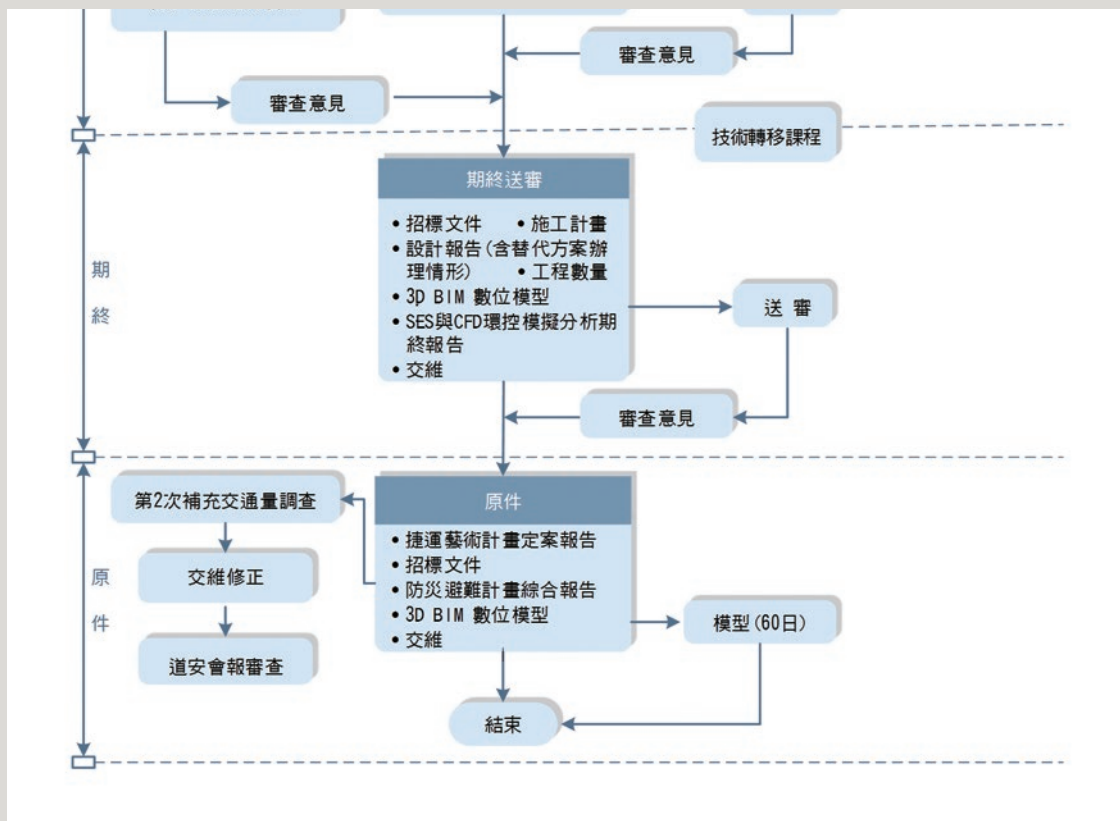


圖2 DF115標工作程序流程

貳、DF115標BIM工作

DF115標的BIM執行主要是依據契約文件一般服務範疇3.13建築資訊模型及附錄二BIM模型內容及發展程度所要求，其主要內容包括作業範圍、執行方式與規定、專業人員的資格與職責、送審階段提送文件、審查方式、教育訓練等，並規範元件的發展程度及資訊內容。本專案BIM的執行係針對此一標準作出發，擬定相關執行方式及流程，試分述如下：

作業範圍於契約文件一般服務範疇3.13.1作業範圍之規定，BIM的工作範圍是以大地座標為定位基準建構包括車站建築的結構、建築及水電環控模型及土木與基礎設施整合模型兩大部份，並分別要求車站建築類BIM模型需能產出平面、立面及剖面圖說及土木與基礎設施BIM模型需以符合土木工程特性之軟體，進行設計與建模。

一般服務範疇3.13.2BIM一般規定中條列包括應用軟體的標準及2D圖說製作方式、與整體期程配合的作業及成果交付進度、協同作業平台的建置與使用、設計元件間的衝突碰撞檢查、審查階段的提送BIM瀏覽模型需求、BIM執行計畫書提送時程及送審提送方式與標準等等。

一、BIM執行計畫書

專案起始時BIM執行計畫書的編寫，主要是依據一般服務範疇第3.13.4條第一項所列之相關內容加以述明，包括服務範圍及工作項目、人員組織、作業軟體及其版本、CDE的執行方式、作業流程及模型發展成果與元件深化、交付時程與進度等範圍。BIM執行計畫書的內容簡述如下：

(一) 服務範圍與工作項目

說明專案的基本資訊，以利快速整理專案的基本資訊，並分別說明BIM執行的工作目標、範圍及項目。

(二) 計畫及BIM專業人員組織

依一般服務範疇3.13.3規定設置BIM經理、BIM副理、BIM協調人及BIM設計工程師。於計

畫書中說明專案BIM執行的組織架構，並說明相關權責，以利專案自BIM設計流程之導入與建置及負責設計整合議題之管理與追蹤等工作的進行，本專案BIM組織架構如圖3。

(三) BIM作業標準

為確保及整合各專業間的BIM作業執行標準，分別依據模型架構的拆分(參見圖4)、資訊模型檔案命名原則、座標的定義、模型的使用

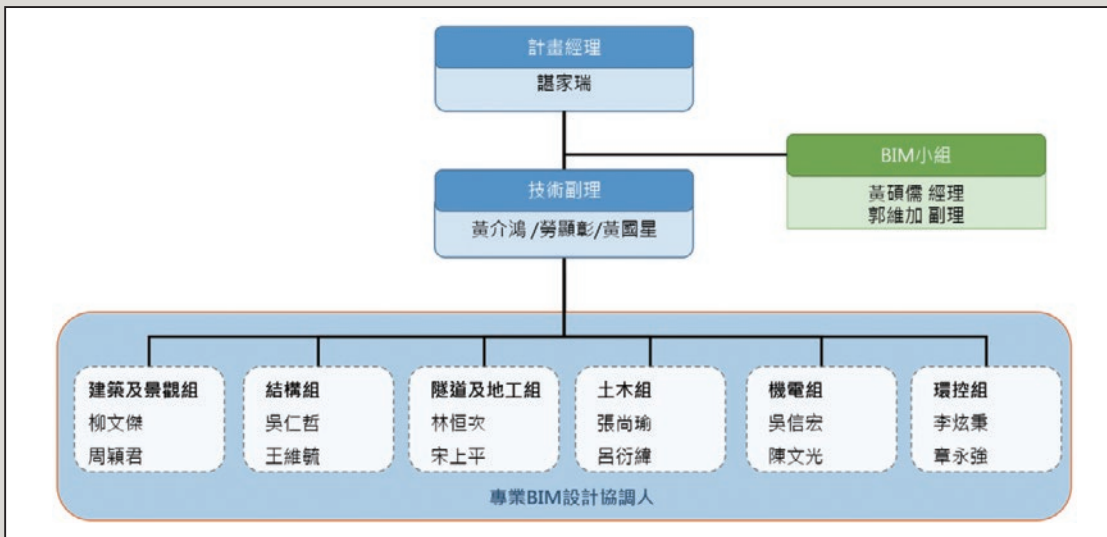


圖3 設計BIM組織架構

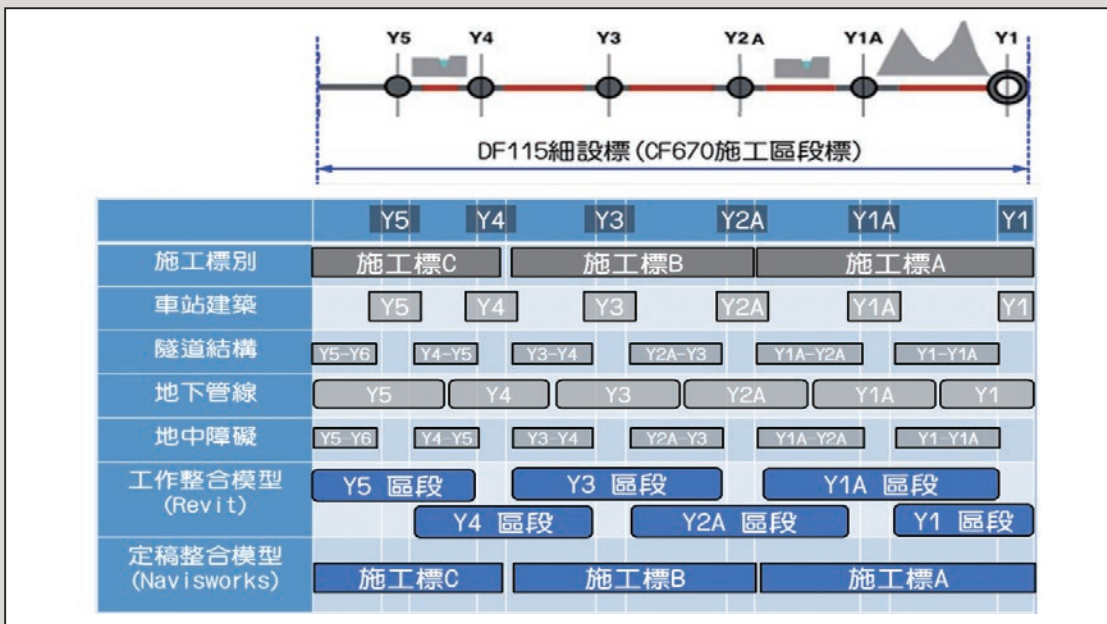


圖4 專案模型的拆分

單位、元件的命名原則與分色計畫等訂定及說明標準的設定。

(四) 協同作業平台

依據英國PAS1192-2所提出的共通數據平台標準，及對應標準所建立的協同作業平台，提出配合數據平台所建立的設計整合溝通模式

及CDE整體BIM作業的流程(參見圖5)。

(五) 整合作業與成果交付

DF115標計畫細部設計依標別與階段區分，共計有17次正式送審作業。為提昇設計品質與效率，透過整合會議管制設計進度、追蹤待辦事項及協調整合主要設計議題，而依照其

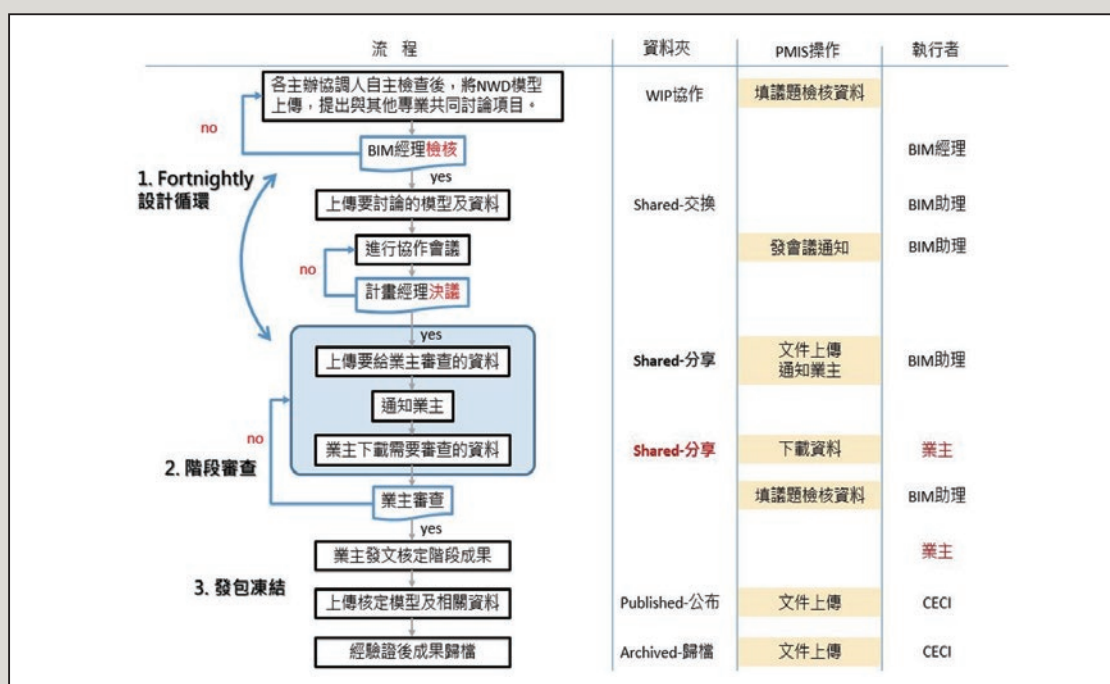


圖5 CDE整體BIM作業流程

BIM設計整合工作36項主要議題(DF115)



圖6 設計整合主要議題

屬性與介面型態，可區分為：1. 基本參數、2. 外部界面、3. 車站主體等三大區塊，總共36項關鍵的設計整合議題。並擬定由細設顧問召開之設計整合會議工作程序與作業內容(參見圖6)

(六) 整合作業與成果交付

依據一般服務範疇3.13.2節及3.13.4節之規定發展相關內容，以專案需求區分為模型建製、圖面生成、模型整合、協調作業與輔助數量五項，分別針對管理面、商業面及技術面的資訊交付需求分析，並另以章節詳細說明執行的流程與標準。

二、設計整合會議的規劃

DF115標計畫細部設計時程，主要設計成果可分為先期工程(污水管遷移及植栽移植)、土建工程(施工標A/B/C)、水環工程及電梯電扶梯工程等四大類，依標別與階段區分，共計有17次正式送審作業。每次送審作業的圖說數量龐大且時程緊迫。為提昇設計品質與效率，擬透過設計過程所召開的設計整合會議管制設計進度、追蹤待辦事項及協調整合主要設計議題，將傳統2D設計一次性的整合審查作業細分為多階段由淺入深、由粗到精的設計協同作業(參見圖7)。

(一) 會議通知

計畫經理與BIM經理規劃每次設計整合會議之議題及主辦組別，預先公布在PMIS平台上通知相關人員，並副知捷運局相關專業之窗口。

(二) 模型分享

主辦組BIM設計協調人應於會議前2天將最新的BIM模型轉換為Navisworks(含相關圖資)，主辦組BIM設計協調人應將模型整併為.nwd格式上傳PMIS平台，系統將自動通知相關人員與捷運局專業窗口模型已上傳。

(三) 瀏覽標注

收到模型上傳通知者可以將模型下載，透過Navisworksfreedom軟體瀏覽並使用Windows內建的剪取工具，將模型視角擷圖與標注，以利會議中討論。

(四) 設計整合會議

設計整合會議將採實際會議與視訊會議(會議代碼將公佈於PMIS上)同步進行，以方便各專業人員參與會議(實體出席或行動裝置)。主辦組BIM設計協調人說明設計整合議題(包括各單位意見)後進行討論，計畫經理於聽取各專業意見後，應針對設計界面進行協調與整合，涉及契約需求衝突或不明確部份，應提出建議方案，納入後續協調與正式工作會議中提報。

(五) 檢核記錄

主辦組BIM設計協調人應將彙整後的記錄模型檔(.nwd)格式、會議記錄及自主檢查表上記錄

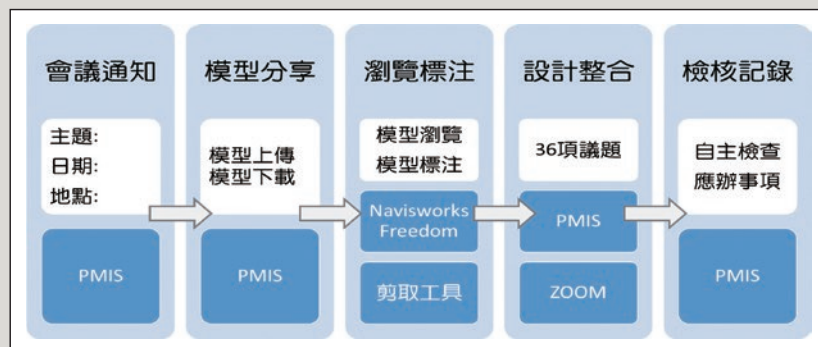


圖7 設計整合會議工作流程

整合審查作業成果，並藉由於PMIS歸檔。

三、PMIS

協同作業模式共通數據環境(CDE)係由英國標準中提出，其定義為「專案的單一資訊源，供參與專案的多專業方有效率地蒐集、管理、區分所有經核可的專案文件與資料」協同作業平台，使團隊各方得以共享資訊，進行高效率的設計整合與協同作業，提昇設計成果的成熟度與正確性。本團隊將依照共通數據環境之建議，配合本計畫設計服務需求，建立協同作業資訊分享的4個步驟與架構，包括：進行中工作(Work In Progress)、共享/協作(Shared)、正式送

Management Information System)做為BIM設計協調與整合之共通數據環境(CDE)，其入口網站頁面，採取使用者註冊與驗證安全措施，讓各專業代表窗口，可透過網際網路，隨時藉由電腦、平台或手機，進行資訊分享與協同作業。

PMIS平台已成功運用在國內外重大工程建設，包括跨國合作的T3主體航廈計畫、勤美璞真臺中綠園道住宅/酒店/教堂新建工程專案管理及廣慈博愛園區整體開發計畫委託專案管理等技術服務案，其主要功能包括溝通、協作與紀錄保存，主要應用於本計畫BIM設計整合相關的作業。涉及合約有關之作業或計畫需求的變更或新增，仍應透過正式的公文處理；一般技術



圖8 共通數據環境(CDE)作業架構

審發佈 (Published)及階段歸檔(Archive)(參見圖8)。

本計畫共通數據環境CDE的作業平台是採用台灣世曦公司自行開發之PMIS(Project

議題之溝通協調，仍可採捷運局開發之TARF系統傳遞，惟相關議題之資訊交換與分享，可視需要在PMIS平台上做先期的溝通與協調，以提昇整合的效率(參見圖9)。本計畫將導入PMIS平台上最重要的三大管理模組：1.會議管理、2.模

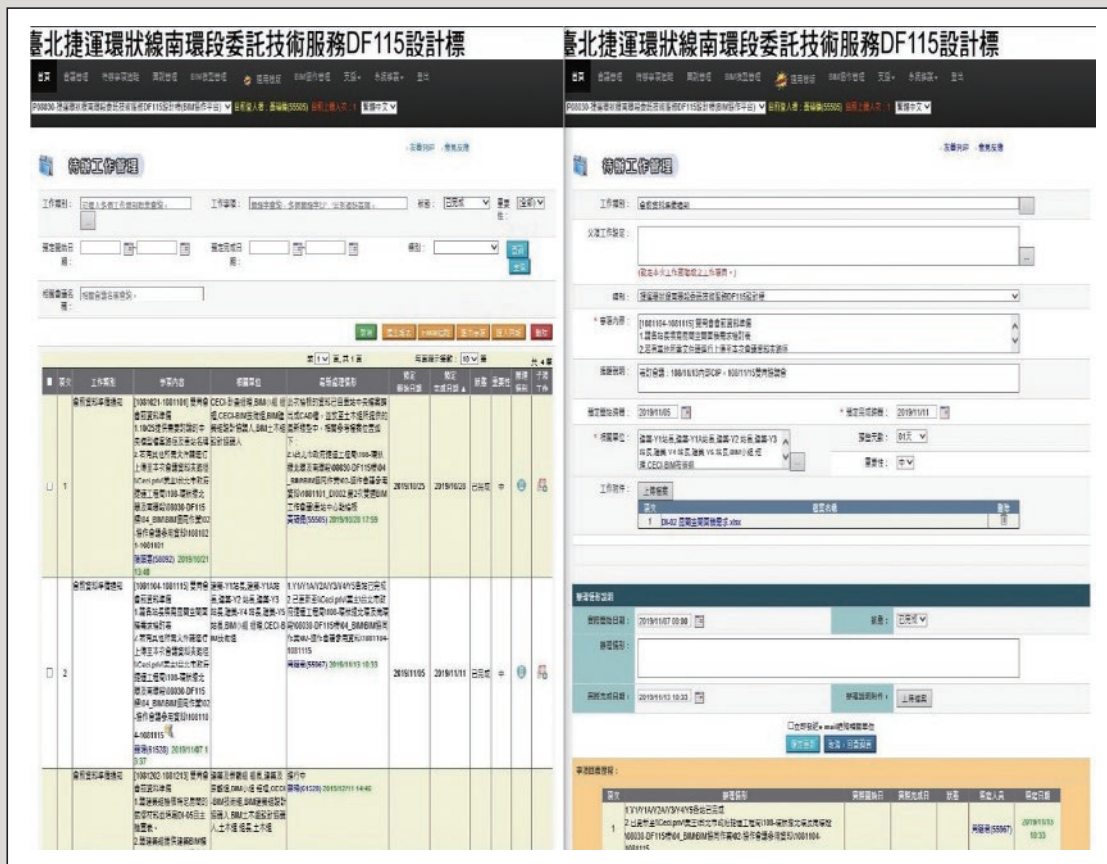


圖9 PMIS操作介面

型與圖說管理、3.設計整合議題管理等，分別說明如下：

(一) 會議管理

會議管理模組將應用於本計畫設計團隊與捷運局各專業窗口之相關整合會議之通知發佈、會議紀錄保存、工作提醒、共用行事曆等作業。

(二) 模型與圖說管理

依照PAS1192-2CDE之架構建議，將使用模型與圖說管理模組，分別建立工作中目錄(WIP)，分享協作(Shared)，發布送審(Published)，歸檔(Archive)等4大工作目錄區，完整的模型與圖說發展過程紀錄，亦將作為品

保自主檢查文件的一部分。

(三) 設計整合議題管理

針對跨專業重大之設計整合議題，將運用設計整合議題管理模組進行追蹤管理，並將連結相關圖資與模型，以提昇溝通與協調之效率，協同作業之過程紀錄，亦將作為品保自主檢查文件的一部分。

參、ISO19650導入後的工作

此次DF115專案納入ISO19650-2作為BIM執行流程的有效性檢核工具時，除據以修正原有的執行流程外，並回頭檢視自參與投標起始至專案完成這一交付流程時的作業，補充原先

未納入的工作流程，藉以確認工作流程的完整性外，並可作為日後類似專案的參考依據。此次在BIM中心專業團隊的協助下，檢討原有作業流程後，進一步確認工作流程的正確性外，並調整或新增的工作內容，主要集中在文件與資訊的確認與補充，包括投標階段的建立交付團隊的BIM執行計畫書(PRE-BEP)及交付團隊的風險評估、委任階段的BIM執行計畫書及動員階段時的交付團隊成員所需技能的教育訓練等，均是專案流程外新增的工作項目。

一、BIM執行計畫書的修正與補充

專案起始時所編寫的BIM執行計畫書，主要是依據一般服務範疇第3.13.4條第一項所列之相關內容加以述明，包括服務範圍及工作項目、人員組織、作業軟體及其版本、CDE的執行方式、作業流程及模型發展成果與元件深化、交付時程與進度等範圍。

二、PRE-BEP的編寫

為於投標回覆前確認BIM輔助專案執行的動能，並擬定專案進行時的目標與交付團隊的責任矩陣等事項，於投標前所擬定的BIM執行計畫書，係依據ISO19650-2第5.3.2條所述，整理並確認包括交付團隊的交付資訊、聯合策略、責任矩陣、擬定交付資訊產出方式及軟硬體等相關計畫，BIM團隊分別針對專案資訊、資訊交付需求、BIM執行目標、動員計畫、專案實施計畫等內容進行編寫。簡述相關內容如下：

(一) 專案資訊

為說明專案的基本資訊，以利快速整理專案的基本資訊，藉表列包括專案名稱、地址、交付階段起始的里程碑、專案描述與簡介。

(二) 資訊交付需求

依據一般服務範疇3.13.2節及3.13.4節之規定發展相關內容，以專案需求區分為模型建製、圖面生成、模型整合、協調作業與輔助數量五項，分別針對管理面、商業面及技術面的資訊交付需求分析，並另以章節詳細說明執行的流程與標準。

(三) BIM執行目標

說明專案BIM執行主要目標、工作項目、里程碑及BIM的作業執行流程，以下以本專案為例分述之：

1. 本專案的主要目標是以BIM技術進行細部設計發展與整合，並藉由共同數據環境(CDE)，輔助協調工作進行，使交付團隊成員均可對設計資訊作正確的理解與決策，進而提升設計品質。並分別針對包括模型建製、模型整合、BIM協調作業、圖面生成、輔助數量計算等應用提出對應的執行策略與目標。
2. 細分專案的主要的工作項目，包括BIM教育訓練、協調BIM專案的進行、模型建製、整合、協調作業、圖面生成及輔助數量計算等應用，分別對應說明其應交付的項目，包括BIM教育訓練計畫書、BIM工作執行計畫書、各專業BIM模型、BIM瀏覽模型、自主檢核表、數位模型產製的2D圖說等。
3. 主要里程碑：於PRE-BEP的階段，擬定BIM交付策略需配合契約所訂之主要成果交付時程，分為先期工程、土木工程、水環工程及電梯電扶梯工程四大類，再依標別與階段區分，可概分為17次正式送審作業，作為BIM交付的時間管控依據。

4. BIM作業流程：以流程圖的方式說明BIM配合專案執行的作業流程，包括備標作業、準備與前置作業、第一次與第二次送審、原件提送等階段。此作業流程是參考ISO19650-2建議，自投標階段至交付階段受委任方於BIM所需進行的工作所規劃，涵括備標階段的資訊理解、交付團隊評估、風險評估與PRE-BEP的建立；準備與前置作業的BIM執行計畫書與BIM教育訓練；交付階段的各項送審與整合流程；及至最終交付招標文件的完整程序。

(四) 動員計畫

依據ISO19650-2第5.3.5條所擬定，主要目的在取得標案前，針對BIM執行所需的人員、工作與溝通環境擬定執行計畫，包括資訊的交換方式與CDE環境的測試工作、IT建置環境、共享資源、技能培訓課程等部份，整體說明在BIM協助專案執行的過程中，資訊的交換方式與環境、資源的共享及人員與培訓，試分述如下：

1. 資訊的交換方式與CDE環境的測試工作說明
為確認BIM協助專案執行過程中，在委任者、主要被委任者、被委任者間的資訊交換的正確性的工作，以及CDE環境的準備與測試。
2. IT建置環境
IT建置環境主要由BIM模型建製環境、PMIS系統平台及資訊安全三個部份說明，於BIM模型建製環境則針對各專業使用軟體及版次、BIM作業硬體規格及同步作業環境先行規劃分析，PMIS系統平台建置環境與規格則先建議系統建置環境及系統平台的硬體規格。另外考量專案執行間的協同作業與團隊間的資訊

交換等需求，團隊有合格的ISO27001資訊安全管理主導稽核員協助就程序面、架構面進行整體資訊安全的檢視，提出包含帳號管理、存取授權管理、服務管理、備份管理及網路安全軟體的選擇等五大方向進行規劃，以確保BIM工作在資訊作業上的安全。

3. 共享資源
本專案之執行為多人分工作業，除本身專業及技能外，仍需準備共同作業標準及共同資源，作為專案一致標準。包含發布專案樣版檔、元件庫、座標管理、建模標準等，為各專業模建置作業做足妥善規劃與準備。
4. 技能培訓
為確保專案取得後的動員階段，所有團隊成員均有完整針對BIM執行所需技能，所擬定的培訓計畫，分別針對作業標準的建立、BIM設計整合與檢核軟體基本操作、BIM軟體的運用、BIM國際標準及整合設計自動化等五個方向進行綜合整理。

(五) 專案實施計畫

本專案於備標階段整理BIM導入協助專案執行的實施計畫，以利取得標案後各團隊得以迅速依計畫進行工作推動，計畫主要針對為組織團隊的規劃及責任矩陣、BIM執行作業模式及交付策略三大方向進行計畫，提出包括組織團隊規劃、協力廠商評估、交付策略、交換格式、模型拆分、高階責任矩陣、協同作業模式、設計整合作業及BIM版本管控九大方向，分述如下：

1. 組織團隊規劃
依一般服務範籌3.13.3規定設置BIM經

理、BIM副理、BIM協調人及BIM設計工程師。本專案BIM執行將由計畫經副理負責推動，另指派BIM經理及BIM副理協助BIM設計流程之導入與建置。各專業BIM協調員，負責設計整合議題之管理與追蹤。

2. 協力廠商評估

協力廠商能力評估分為『基本資格』及『特定資格』評估，基本資格為確保協力廠商作業品質能符合履約之需求，本專案依細部設計顧問之ISO文件程序及「分包商登錄作業要點」規定辦理。特定資格評估則先完成合格分包商登錄作業後，且完成BIM作業能量評估後，另依顧問公司分包作業文件的綜合說明，描述供應商之優劣分析，對送審協力廠商所報之專業項目、實績及品質管理能力等項目，做公正、客觀之資格審查。本專案顧問團隊為九典聯合建築師事務所，所扮演之角色為本專案建築造型設計。

3. 交付策略

本專案主要工作目標細設階段BIM工作擬完成各專案模型建置包含線狀結構物、環境資訊模型、細部設計圖面生成、3D模型整合、BIM協調作業、輔助數量計算等成果。

4. 交換格式

BIM設計成果於階段性送審過程，應以方便瀏覽與審閱之Navisworks檔案格式為主，於期末送審後，進入招標文件送審階段應提送BIM數位模型供機關存檔，最終提送之光碟，應包括原生軟體檔案、瀏覽模型檔案，以及轉換IFC格式及DWG格式，以利交付歸檔與後續應用。

5. 模型拆分

本專案建築資訊模型的建構包括車站建築模型以及線狀隧道結構模型。在車站建築模型的部份，除了主體結構與建築配置含裝修模型外，也包括環控、給排水、供電、消防等一般機電系統模型。考量電腦軟硬體的執行效率，以及促進各專業的資訊模型整合效率，各車站建築資訊模型除建築及結構模型係採共同的中央檔案建置外，其餘各專業BIM模型依據功能需求定義不同類別，不同專業領域及專業功能別，分別建置專業資訊模型，模型之整合以連接不同專業資訊模型加以匯集。

6. 高階責任矩陣

為反應ISO19650-2:2018，5.3.2所述於PRE-BEP納入交付團隊的高階責任矩陣，用以說明對於資訊模型的分配責任及關鍵可交付成果，本標專案依組織規劃，規範各團隊之執行角色及執行事項權責劃分，針對包含管理及督導、計畫管制、品質管理、行政、文件整合與提送、捷運細部設計及招標作業服務等工作進行權責劃分(參見圖10)。

7. 協同作業模式

本團隊將依照ISO196501共通數據環境之建議，配合本計畫設計服務需求，建立協同作業資訊分享的4個步驟與架構，包括：進行中工作、共享協作、正式送審發佈、階段歸檔，共通數據環境CDE協同作業平台，使團隊各方得以共享資訊，進行高效率的設計整合與協同作業，提昇設計成果的成熟度與正確性。

8. 設計整合作業

本專案BIM設計依照其屬性與介面型態，區分為：基本參數、外部界面、車

	計畫管理	替代方案研析小組	品保組	計管及契約組	結構組	隧道及地工組	建築及景觀組	土木組	機電組	環控組	BIM小組	九典建築師
管理及督導	●											
計畫管制				●								
品質管理			●	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
一般行政	●			▲								
文件、整合及提送		▲		●	▲	▲	▲	▲	▲		▲	▲
捷運細部設計				▲	●	●	●	●	●	●	▲	▲
招標作業服務				●	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	

●：主要權責單位
▲：配合辦理單位

圖10 各組工作權責劃分表

站主體等三大區塊，總共36項關鍵的設計整合議題，並設計議題之自主檢查表，供設計整合作業檢核使用。本計畫擬定雙週設計整合會議模式，進行跨專業之設計檢討及衝突檢核。

9. BIM版本管控

本專案BIM模型版本管控因專案模型建置為中央檔案機制，原則上不中斷模型設計作業，但作業過程乃配合協作整合議題、周期性會議或階段性成果交付等時機點，進行「中央模型備份凍結檔案」動作，執行版本控制作業。而模型版次之管理，是透過PMIS協作管理平台進行版次管控。

三、BIM執行風險評估

依據ISO 19650-2:2018，5.3.6所建議，潛在主要受委任方應根據委任方的交換資訊需求及交付團隊管理風險，建立交付團隊的風險登記。交付團隊就委任方的交換資訊需求、交付里程碑、資訊協議的內容、資訊交付策略、資訊標準及產出的方法和程序、資訊標準的修訂以及動員交付團隊的執行力和資源總量等方向進行風險預估，以利於專案取得後之風險控管。本專案針對交付階段、交付時程、契約內容、交付策略、執行方法及程序、執行能力等項目均提出風險的預估，並分別說明可能遇到的狀況，提出對應的管制措施，據以整理出相關的風險項目評估表，以利後續BIM協助專案執行時的風險控管參考。

結論

導入建築資訊塑模(BIM)作為協助捷運車站設計工作之輔助，自臺北捷運萬大線DQ123標LG06、LG07、LG08三站，至今歷經包括臺中捷運土開基本設計、桃園捷運綠線及雅加達捷運CP106標及馬來西亞捷運等專案，逐標累積執行BIM的經驗及執行能力。而至臺北捷運環狀線南環段DF115標細部設計時，臺北市捷運局在前期即已納入PAS1192-2的BIM作業標準，提出BIM的作業環境標準及工作流程，而本專案進行時藉由ISO19650的發佈，檢視BIM專案執行的資訊整合與工作流程，也得到國際的認證，算是對一路摸著石頭過河的BIM團隊很大的鼓勵，也是對一直以來努力推動BIM協助捷運設計的臺北市捷運局正面的評價。而在此次ISO19650的認證過程中，仍有幾點值得檢討與未來發展的方向，試分述如下：

一、設計自動化的整合

此次導入ISO19650協助BIM執行過程的工作，雖然有效提高了資訊傳遞的正確性，但在協同會議前的整合與衝突檢查，以及後續的上傳與記錄，仍需花費不少人力，所以在後續的工作中，仍會嘗試將ISO19650的資訊整合與發佈的流程與精神，納入工作樣版、設計自動化及標準化工作流程中，以更有效的整合設計成果，並提高工作效能。

二、各方參與的教育訓練

此次專案的進行過程中，不論是協同作業階段的設計檢核，或是設計成果的討論，包含臺北市捷運局承辦的積極參與，都讓設計的成果可以提早進行討論，有利後續設計成果的收斂。而協同作業作為設計整合工作的一環，積極而密切的討論是正常的會議過程，甚至在不同專業間尚未有具體解決方案都是常見的現

象，而非僅作為設計已整合完成後的單方面呈現。而在本專案中臺北市捷運局承辦都可以諒解並全力協助，並可以體會協同作業進行中的困難處。但在後續諸多專案推動前的BIM教育訓練時，可以將協同作業的進行方式與可能的狀況進行說明，將有利於各方瞭解專案執行過程中可能的情況，減少對設計流程的錯誤認知，造成各方的誤會。

三、工作流程的深化與整合

ISO19650針對BIM專案執行過程中，不論是前期的執行計畫書編寫、中期專案執行中的協同會議作業，或是後期的審查修正及專案成果交付，藉由此次ISO19650認證，BIM中心均分別協助修正執行BIM的標準作業流程。而有鑑於後續專案經常會藉由BIM協助執行，應先檢視標準作業流程與專案執行流程的整合，減少可能產生的不協調或是衝突，以利於專案團隊在執行時的接受度。

藉由ISO19650-1及ISO19650-2的檢核可以發現，因為本專案在臺北市捷運局前期的BIM執行標準是採用PAS1192-2去規劃，因此在CDE的運用或是BIM的交付流程與專案執行的規劃，均可見ISO19650的身影。所以在後續檢核專案進行的流程及規劃，僅需補充或修正增加文件的內容，及強化專案執行過程中的資訊整理與記錄，對於專案設計工作的進行幾乎沒有影響，才能有效的推動並得到順利認證。正如ISO19650的精神般，需要自委任方、被委任方的大力參與，讓BIM得以真正協助設計工作進行，提高捷運車站設計的成熟度，更有效率的創造出高品質的捷運車站設計成果。



臺中捷運綠線DJ102 標車站建築風貌及設 計構想

關鍵詞(Key Words)：臺中捷運(Taichung MRT)、綠線(Green Line)、車站建築設計及構想
(Station Architecture Design and Concepts)

台灣世曦工程顧問股份有限公司／捷運部／代理副總經理／林建華 (Lin, Chien-Hua) ❶

台灣世曦工程顧問股份有限公司／捷運部／副理／陳世任 (Chen, Shih-Jen) ❷

台灣世曦工程顧問股份有限公司／捷運部／主任工程師／史訓璋 (Shih, Hsun-Wei) ❸

潘冀聯合建築師事務所／設計總監／黃介帥 (Huang, Chieh-Shuai) ❹

摘要

臺中捷運綠線是中臺灣第一條捷運，全線採中運量、高架方式設計。路線全長16.71公里、設置18座車站，分為DJ101、DJ102、DJ103三個設計標。本公司及潘冀聯合建築師事務所設計DJ102標，路線途經新興都市計畫開發區的松竹/北屯路、住商機能完善的文心路路段、及新市政中心/歌劇院所在第七期重劃區，共設置8座車站。有別於臺北高架捷運車站多位於市中心狹窄路段，臺中捷運車站位於30~40m道路上，道路寬闊，所經環境從郊區至市中心，可讓人體會到臺中市多樣的都市樣貌，再加上舒適氣候，故在建築設計上，以提升城市優質美學、強化綠色設計內涵、健全車站運輸功能為目標，加添城市生活魅力。



Taichung MRT Green Line Contract No. DJ102 – Station Architecture Design and Concepts

Abstract

The Green Line of Taichung MRT is central Taiwan's first rapid transit system line. The entire line is designed as a medium-capacity elevated railway based system with 18 stations. The total length of 16.71 km is divided into three design contracts – DJ101, DJ102 and DJ103. Contract DJ102 which includes a 7.73 km-long viaduct and 8 stations, is designed by CECI Engineering Consultants, Inc., Taiwan and J.J.Pan & Partners. The route crosses a variety of cityscapes, such as the newly developed Songzhu and Beitun Road areas, the new highly functional residential district at Wenxin Road, as well as Taichung's CBD with landmark buildings like Taichung City Hall and the National Taichung Theater.

In comparison with Taipei, where the MRT runs through much narrower streets and is more restricted by weather conditions, the Taichung MRT stations are placed on wider 30~40m roads with elevated platforms, which offer the passengers the opportunity to enjoy city views and streetscapes and encourage the appreciation of Taichung's beauty. Therefore, with a number of key benefits for the city, the architecture design of Taichung MRT Green Line aims to achieve the following goals:

- Enhance the city's high-quality aesthetics through the construction of the MRT stations.
- Improve the stations' transportation functionality by means of a more effective station planning.
- Strengthen green design elements, mainly by using innovative design methods, improved water resource management and solar energy utilization.

3

專題報導

壹、DJ102標計畫概要

由於近年來機動車輛快速增長，導致空氣汙染及都市交通日益惡化，希望藉由捷運軌道運輸紓解及改善交通環境，提高運輸服務水準，均衡都會區發展及提升生活品質。交通部高鐵局(現為鐵道局)爰依前台灣省住都局於民國87年所完成「台中都會區捷運路網細部規劃」路線成果為基礎，重新考慮未來交通動線及行為之改變，研提捷運優先路線規劃報告，並於93年11月23日經奉報行政院核定後，正式定名為「臺中都會區大眾捷運系統烏日文心北屯線建設計畫」，除作為高鐵的聯外路線外，期能以都會區捷運效能，配合沿線都市發展計劃帶動地方繁榮。96年9月由高鐵局(現為鐵道局)委託顧問公司辦理臺中都會區大眾捷運系統烏日文心北屯線細部設計服務，並分為DJ101標、DJ102標、DJ103標三個設計標，

其中DJ102標由本公司負責細部設計及施工中設計諮詢服務。

DJ102標工程範圍：北起早溪西岸(松竹二號橋附近)沿松竹路、北屯路及文心路等道路中央至臺灣大道南側約350公尺處，全長8.064公里，含高架橋及舊社站(G3)、松竹站(G4)、四維國小站(G5)、文心崇德站(G6)、文心中清站(G7)、文華高中站(G8)、文心櫻花站(G8a)、市政府站(G9)等8座高架車站。其中，松竹站(G4)為臺鐵松竹站之轉乘站，文心中清站(G7)與未來捷運橘線交會轉乘，市政府站(G9)與未來捷運藍線B14站交會轉乘，與高鐵、臺鐵及未來計畫中路線共同建構完整捷運路網，如圖1所示。本標另有六處(五站)的土開共構基地，包括：捷G5、捷G6、捷G8、捷G8a、捷G9-1及捷G9-2，將興建地上22-35層、地下5-7層住商大樓，帶動文心路周邊的發展。捷G3基地與捷運備援行控中

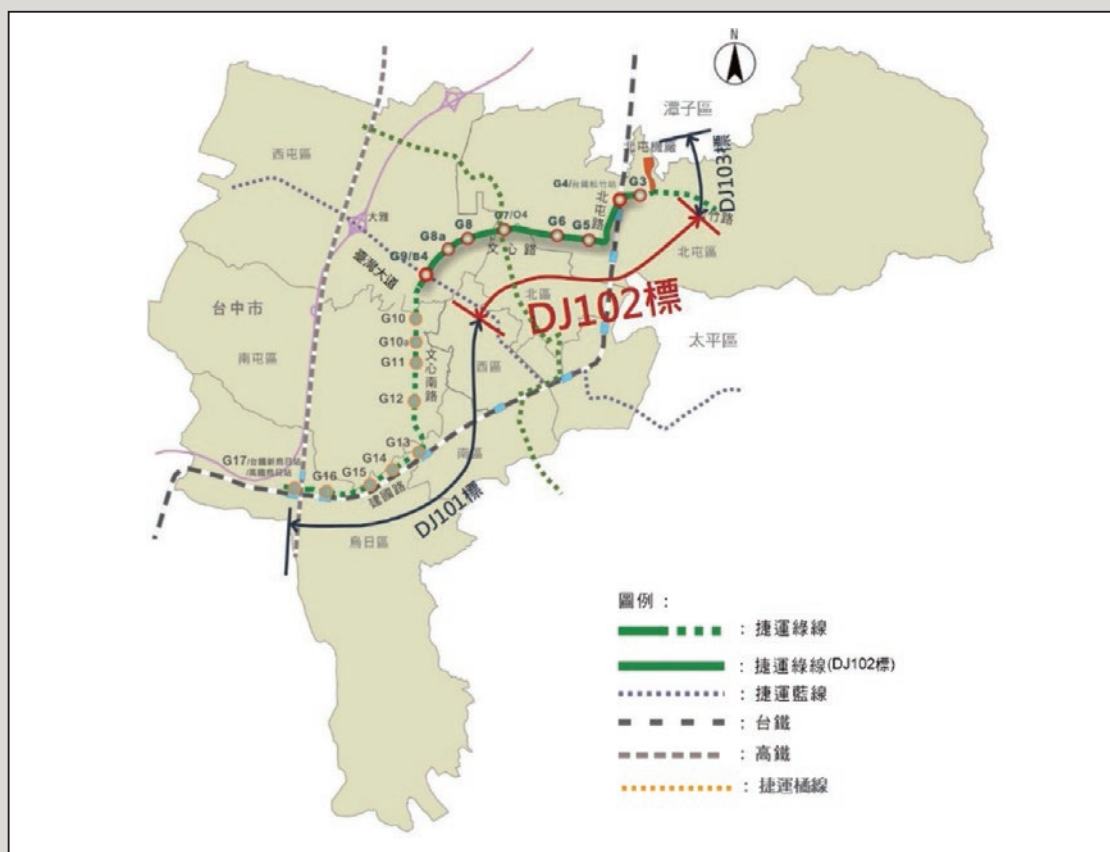


圖1 DJ102設計標區位示意圖

心共構，未來為地上8層、地下5層的交通行政大樓。110年4月通車營運後，帶動周邊區域商場進駐或開發商插旗，後續發展指日可期。

貳、全線車站建築風貌

臺中市都會區位處臺灣中心，依前期高鐵路(現為鐵道局)的基本設計，臺中捷運建置以「二儀初始」形式，衍生出沿線繁華萬象的風貌，造就一個自然、人文、科技的大都會，以呼應「文化、經濟、國際城」及「創意城市」的市政願景。以「迅捷綠軸·樂活臺中」為主軸，結合在地特色(人文及自然特色)及創造國際觀之新時代車站為目標，打造臺中市交通新動脈。如圖2所示。

為落實全線18座車站建築裝修及語彙能有一定之一致性，並兼具考量降低未來營運維修成本，故車站設計採「輕、簡、透」作為全線設計原則，3個區段再依所在之地域特性，構思以「水岸田園風光」(DJ101標)、「匯流交織城市綠洲」(DJ102標)及「舞動城市彩帶」(DJ103標)，以「異中求同、同中求異」方式，在相同的原則下，各標仍能依各區段自所在區位特性，發展各自的設計主題。如圖3所示。

從都市發展而言，臺中捷運將為匯集人潮流動、與城市共鳴的交通新動脈，故DJ102標路線未來具有以下重要空間任務：

- 完成三鐵接軌—高鐵、臺中捷運、臺鐵

由於松竹站(G4)與臺鐵連線，再藉此與高

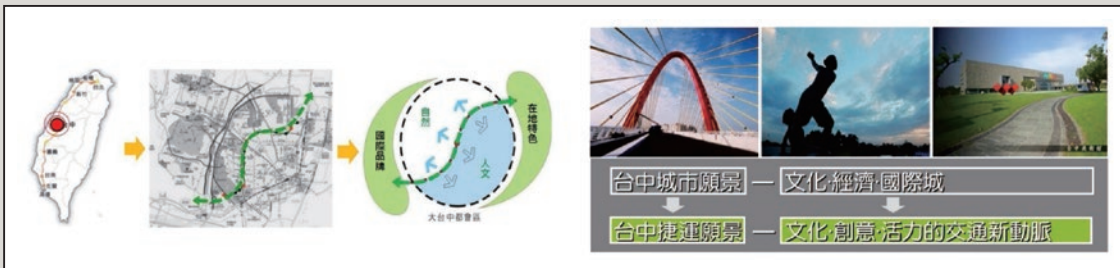


圖2 捷運綠線設計概念發展圖

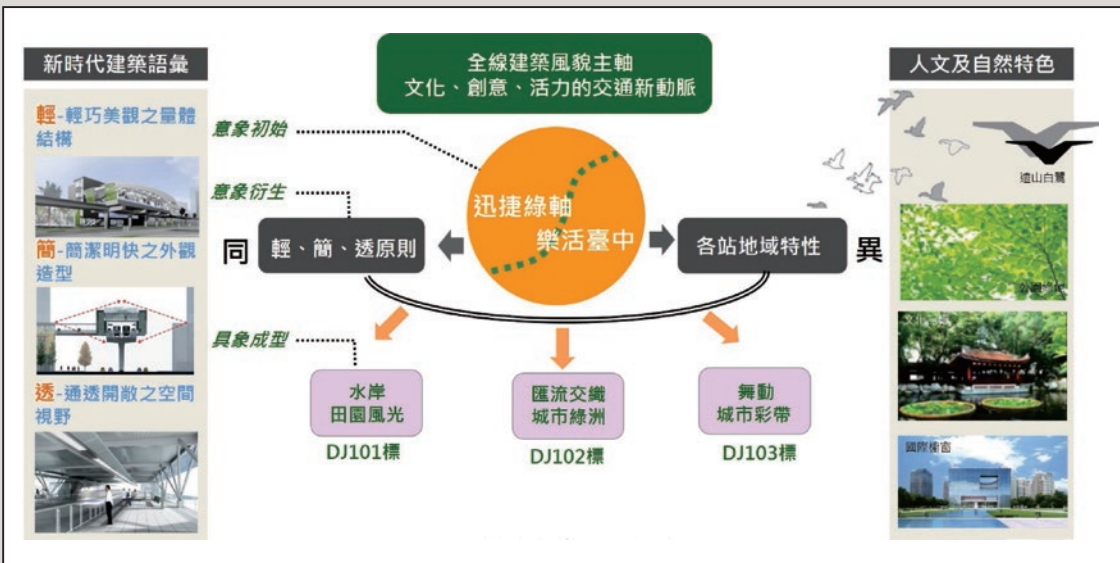


圖3 整體建築風貌架構

鐵臺中站銜接，因而DJ102標成為臺中匯集人潮，進出熱絡中之新動脈。

■ 聯繫城鄉一帶動都市成長與聯繫

DJ102標扮演了城鄉聯繫之角色，由大坑風景區帶入市政府中心區，也帶動東西區之間的都市成長。

■ 成就都市對話—都市紋理強化車站定位

各站車站造型設計因應該站基地之都市紋理及鄰近地景，而有不同定位之發展主題，因而強化了各站定位。

表達接軌三鐵、聯繫城鄉、都市對話的理念，故訂定「匯流」為本標設計概念。(如圖4)

參、DJ102標車站建築造型之發想與設計

以『「匯流」- 形塑新交通動脈，帶動人流、物流交織的城市氛圍，創造與城市共鳴的交通新動脈。』為設計概念，融合各站所在基地都市紋理及鄰近重要地景作為各站設計主題，8座捷運站各使用了一個中文字來展現該站的特色：「鶯」、「織」、「光」、「疊」、「川」、「笙」、「翔」、「薈」，將捷運車站作為在地特色的展介空間，作為各站站體造型設計的發想。(如圖5)

除配合所經區域在地特色外，依線型高度及月臺位置，將車站分為三種型式：G3、G4站因銜接北屯機廠及穿越臺鐵軌道，月臺高度較高，屬「穿堂層在下方」型車站，又因其位於



圖4 DJ102標車站設計概念



圖5 車站造型發想- 置入區域特色、呼應環境意象

市郊，故將自然環境及綠意引入車站設計中。位於文心路段的G5、G6、G8、G8a站，其運量、軌道高程具相近設計條件，可採標準化設計，屬「穿堂層/月臺同層」型車站；又因位於外環住商機能完善城區具可開發條件，故將機房空間移出土開基地置於道路站體，以滿足市府開發最大化要求，但因而造成站體長度較長，故以立面分割、屋頂高低差之碎化量體手法，減輕沿線市容衝擊。G7、G9站均為未來重要捷運轉乘站(橘線-綠線、藍線-綠線)，且位於重要道路之交叉路口(文心-中清、文心-臺灣大道)，故以特殊造型增加自明性及區位重要性。各站設計詳述如下：

市郊風光、輕盈靈巧---將白鷺鷥及雙鐵交織區域意象，引入站體設計(G3、G4站)

■ 舊社站(G3)

車站位於30m松竹路及25m敦富路道路交叉口西北側，從三層的月臺層向東可遠眺大坑風景區，故以「遠山白鷺」作為主題，立面色彩深、淺對比，表現交疊的車站剪影，如白鷺鷥般輕盈靈巧，來自秀麗的東山飛入臺中的綠廊。採用低彩度、高明度色彩，採耐候性佳、低管理維護建材，機房區外牆設置植生牆、強調立體綠化。(如圖6)



圖6 「遠山白鷺」造型之舊社站(G3)呼應大坑地區自然環境意象

■ 松竹站(G4)

車站位於30m北屯路及30m松竹路交叉口南側，車站鄰近臺鐵高架化之松竹站及西北角之舊社公園，以編織之「絲絹」為主題，連繫臺鐵松竹站，輕快捷運線，挽起繁忙的臺鐵快

線，像兩道絹絲，交會編織出似錦的自然景色中的繁華網緞。因應臺中高溫高熱氣候環境，西向立面減少玻璃面降低日曬，但仍維持通透性。車站屋頂利用太陽能板與烤漆屋頂版交互呈現，表現交織意象。(如圖7)

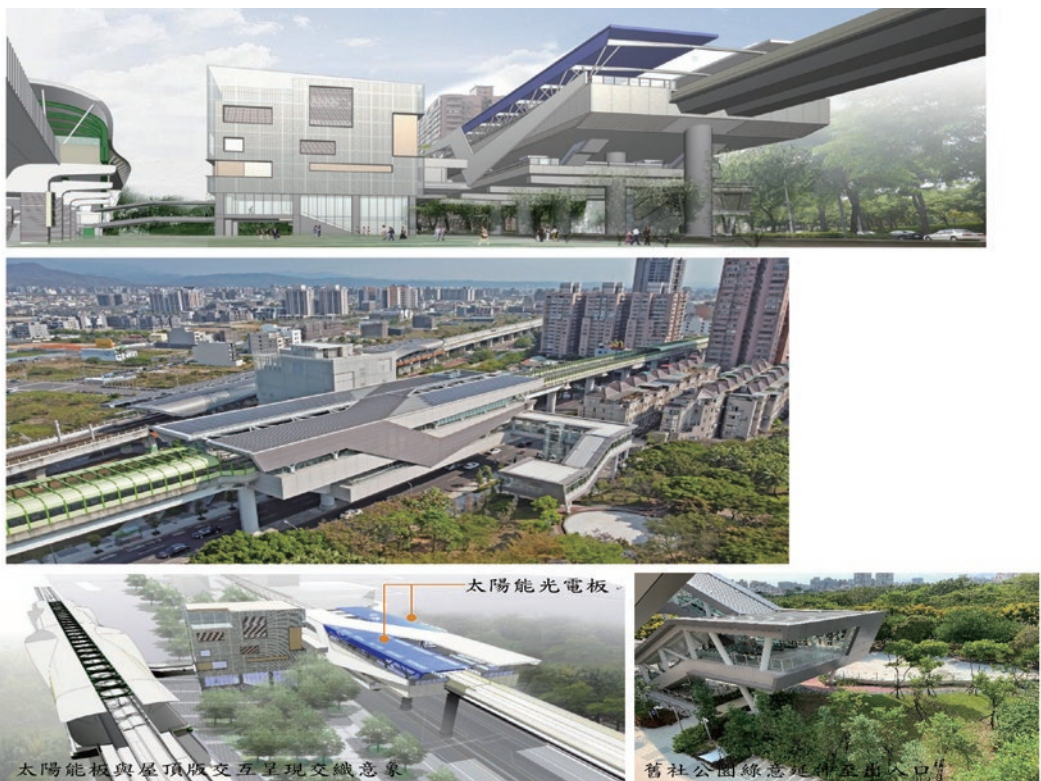


圖7 捷運線與臺鐵像兩道絹絲般交會於松竹站(G4)站

城市風采、時尚簡約---簡約手法碎化土開車站量體，以多樣材料及色彩展現區域風格(G5、G6、G8、G8a站)

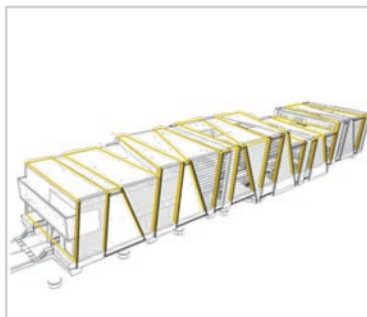
■ 四維國小站(G5)

車站位於40m文心路與12m天津路（交叉口東側），車站鄰近臺中兒童公園，週遭環境以公園居多。以兒童公園周邊之綠帶與綠蔭，延伸出綠蔭與枝葉交疊之綠光意象，利用烤漆玻璃創造陽光灑落樹葉所形成的光影變化。站體採立面塊狀分割設計及屋頂高低差，碎化土開車站站體，以黃色彩帶串聯烤漆玻璃、擴張金屬

網等不同材質，在有限的街道空間，展現多樣的造型語彙及材料。(如圖8)

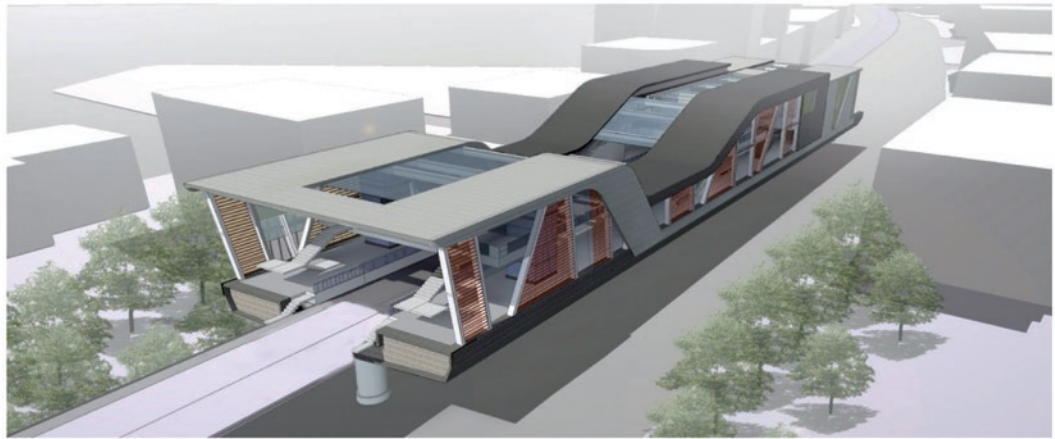
■ 文心崇德站(G6)

車站位於40m文心路與崇德路口西側，車站鄰近臺中民俗館，利用人文陶管表達溫暖自然的傳統韻味，努力串綴起現代都市生活中似斷還續的交疊時空，喚起民俗的傳統記憶。站體立面以濃淡灰穿插，以條狀分割設計，碎化土開車站站體。另以陶管隔柵達到通風遮陽設計，陶管也從站體延伸至土開出入口，展現全站一致性。(如圖9)



以立面分割及屋頂高低差，碎化土開車站站體，並用黃色鋁板纏繞，形塑流動交織氛圍

圖8 四維國小站(G5)以綠色烤漆玻璃搭配黃色彩帶展現立面多樣性



土開出入口亦配合站體的斜向動態造型，採用相同斜率的斜向框架，以立面材質呼應各地特色

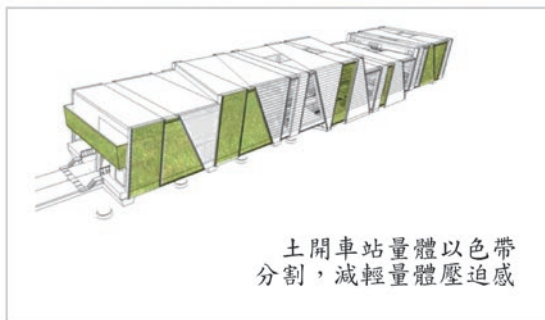
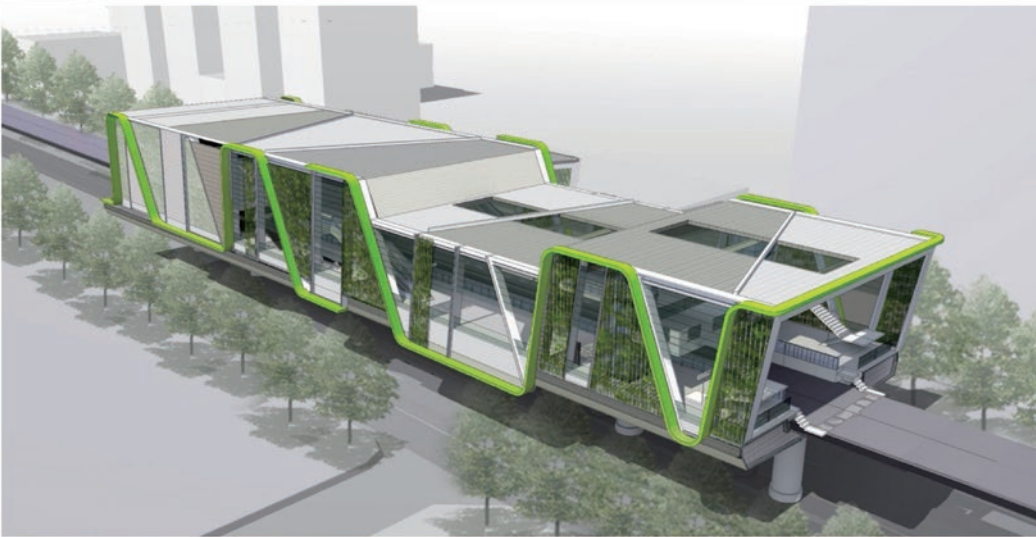
圖9 文心崇德站(G6)以陶管的隔柵立面設計喚起民俗的傳統記憶

■ 文華高中站(G8)

車站位於40m文心路與河南路交叉口西側南臨文華高中，本區文心路北側鄰近經貿、創研、大學、生態、文化、生活等機能發展之水滄經貿生態園區，故車站鄰近取引水滄經貿生態園區之原生樹海意象，以「茛」(草木花垂貌)象徵延伸生態綠蔭向都市蔓延之荏然綠洲作為主題，創造綠帶延伸意象，以綠色烤漆鋁板作為綠帶延伸意象之造型語彙及主要材料。(如圖10)

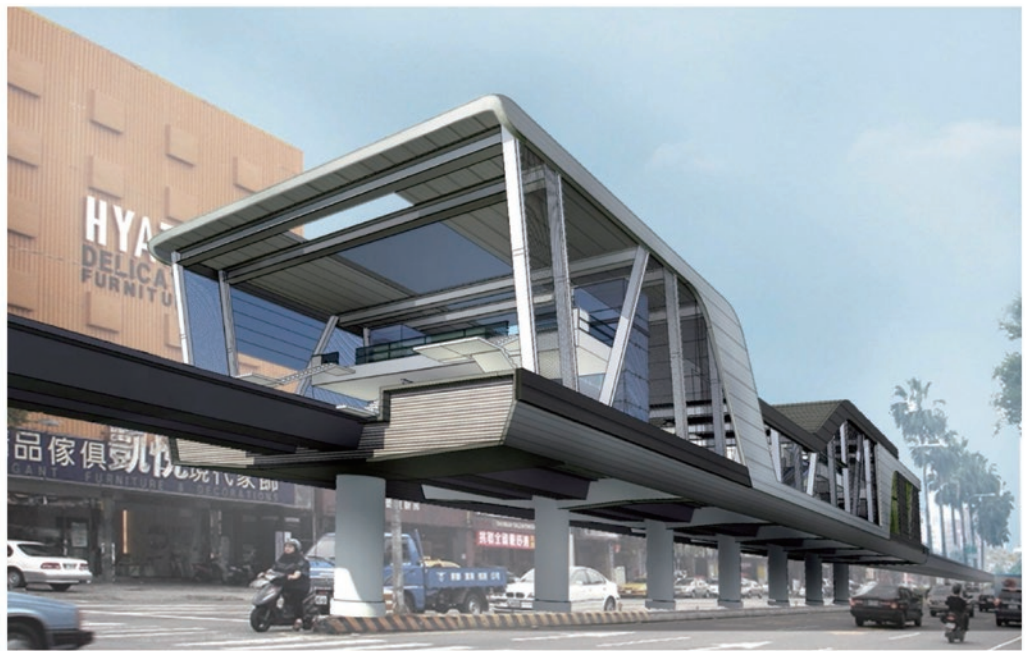
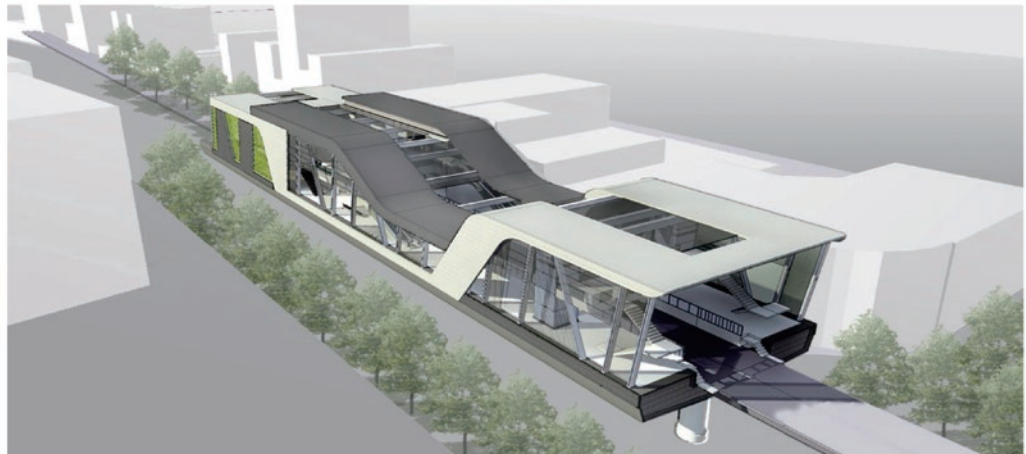
■ 文心櫻花站(G8a)

車站位於40m文心路與櫻花路口西側，鄰近地區過去曾為漢翔航空工業園區，故以源自本地航空工業之翔翼意象，以線型金屬帶與工業材質來形塑翱翔起飛之感為設計語彙。車站外部空間以「翔」作為主題，利用工業模組化的想法塑造銳利簡潔的站體外觀，為造型語彙及主要材料。(如圖11)



圖片來源 <https://www.17travel.tw/2020/11/tmrt.html>

圖10 文華高中站(G8)以綠色彩帶代表向都市蔓延之荏然綠洲



土開共構棟的臨時立面，與道路站體呼應。即使投資人無法及時進場，仍可維持站體外觀之整體感及周邊市容美觀。

圖 11 文心櫻花站(G8a) 以「翔」為主題以工業模組化塑造簡潔站體外觀

清透流線、城市焦點---以風格強烈的流線造型，回應站位特殊性(G7、G9站)

■ 文心中清站(G7)

車站位於40m文心路與中清/大雅路交口西側，麻園頭溪沿文心路在旁緩緩流經，為臺

中市重要藍帶開放空間。車站配合溪水流動意象，以流線造型設計；以跨越時空的溪水為流線造型，見證百年新城的恆久與新象。外部以「川」作為主題，流線為造型語彙，採節能輕質無縫複合版帷幕牆之3D曲面外型，及結構框架透空設計，兼具隔熱及通風。(如圖12)

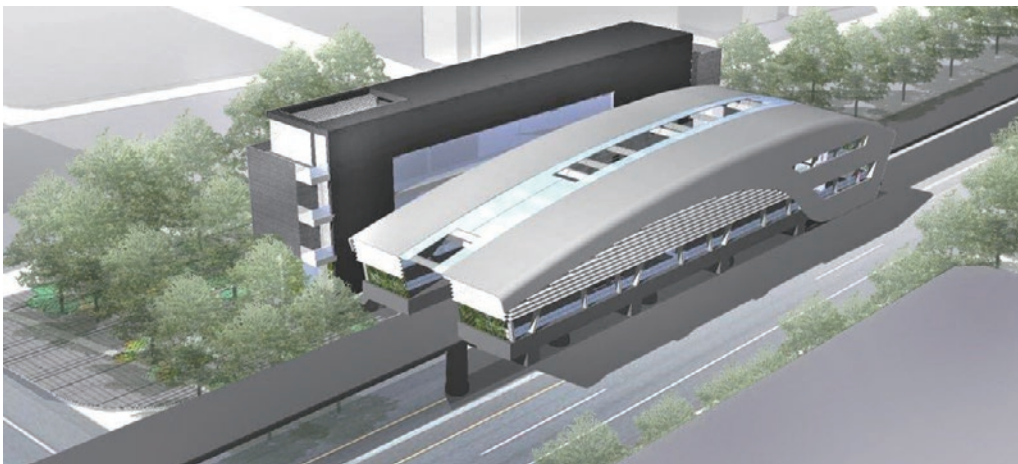
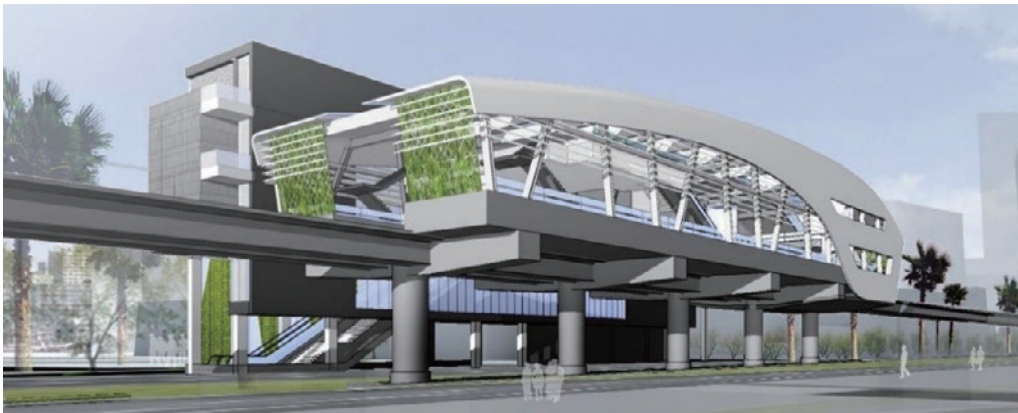
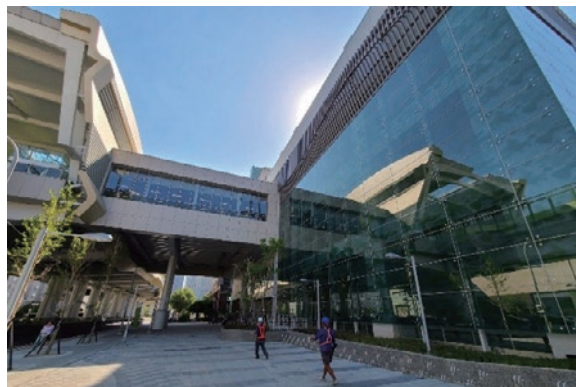


圖12 文心中清站(G7)以流線造型見證麻園頭溪、百年新城恆久與新象

■ 市政府站(G9)

車站位於文心路與臺灣大道交叉口西南側，是臺中市二大交通軸線之交點。鄰新市政中心，結合了政治、商業、文化及居住，為發展快速的區域。周邊新建高樓林立，多為頂級住宅及商業辦公大樓，公園、市政中心等公共設施規劃完善。位於此處之G9站，車站造型

設計需能回應周邊交通便利性與市容地標性：臺中人文與自然匯集的都市紋理，以取引川動鑿石的意象，象徵G9站川流不息的交織都市光影。利用立面的凹凸變化反應臺中的都市紋理，3D曲面外型以節能輕質無縫複合版帷幕牆施築，搭配沿曲面造型佈設的外牆LED，及車站出入口棟玻璃帷幕設計，從各個角度呈現臺中大都會區不同面貌。(如圖13)



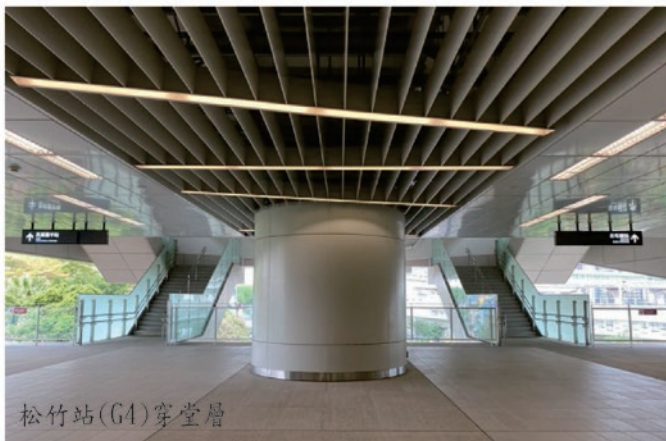
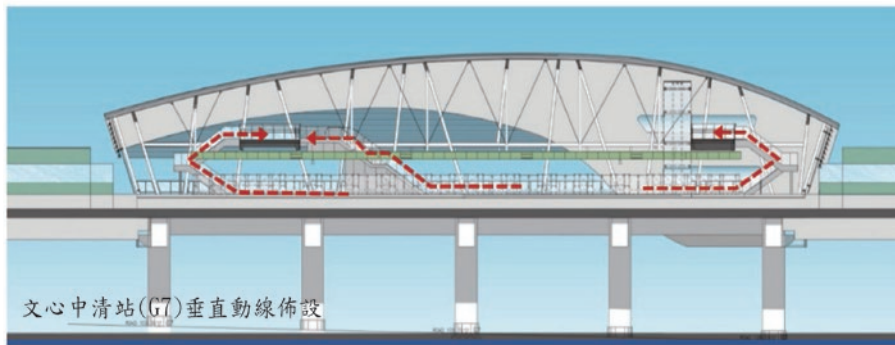
周邊土開基地以現代造型呼應七期都市氛圍

肆、車站空間設計的創新方案

車站將成為臺中都市生活重要空間，故除以造型創造路線特色外，車站的功能性、安全性的提昇，及對環境永續、都市美質的關照，更為車站設計的實質目的。為達成該目的以提昇營運之逃生安全、優化車站管線配置、回應氣候變遷之都市熱島效應及提供旅客美質搭乘環境，本標創新設計手法如下：

公共區平面均採一致性設計，包括：各站月臺(60m長)均配置2~3組垂直動線，以縮短步行距離、滿足車站雙向逃生需要；將電梯位置設於鄰近無障礙車箱、驗票閘門及詢問處附近，提高使用便利性(如圖14)。車站結構設計採24~28公尺大跨度不落柱的構造方式，月臺空間無視覺阻礙，明亮寬敞(如圖15)。月臺上方「設備帶」以整合光源設備、標誌及系統標的Cable Tray，將月臺上各水電管線作良好的收納有利

每座月臺配置2~3組垂直動線，以縮短步距，滿足雙向逃生需求



松竹站(G4)穿堂層

圖片來源 <https://misborn.pixnet.net/blog/post/405326293>



文心櫻花站(G8a)

圖14 動線及設施佈設的標準化-公共區採一致性設計

一、高辨識性動線規劃及營運固定設施一致性設計

為未來營運管理及旅客使用熟悉度，各站

維管。搭配臺中捷運的路線色，將月臺設備帶轉化成全線色彩焦點，清楚傳達自明性(如圖16)。

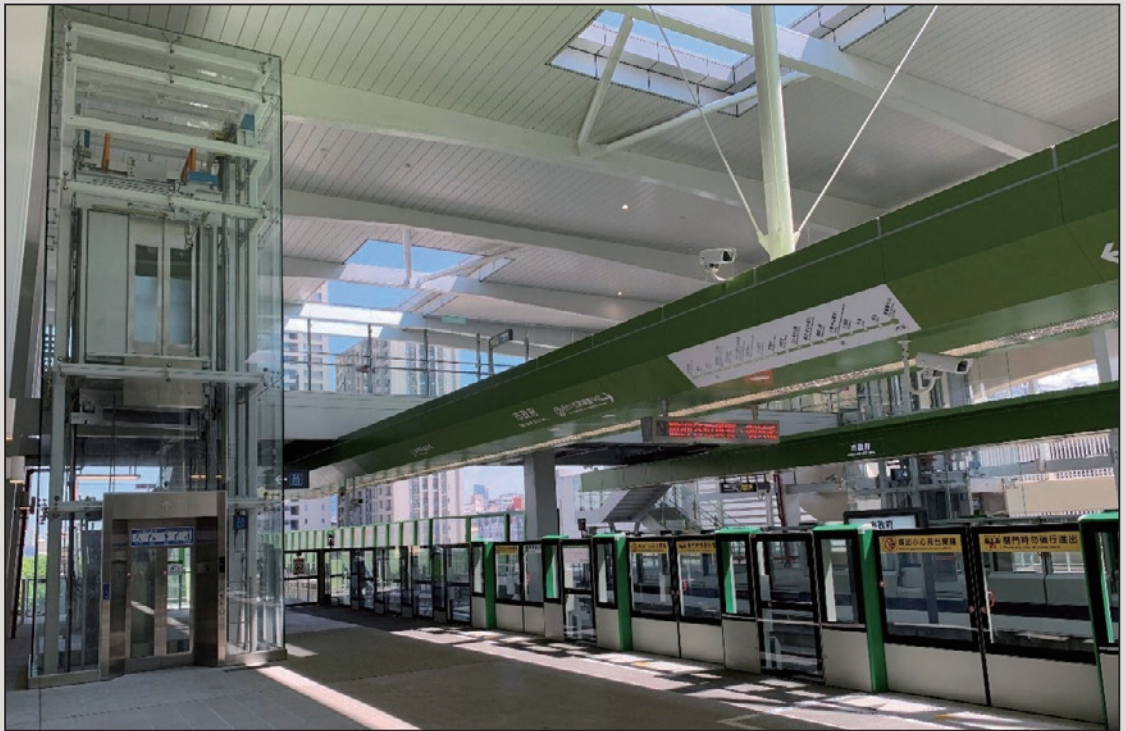


圖15 無柱式月臺及設備帶整合管線，月臺空間明亮寬敞-市政府站(G9)

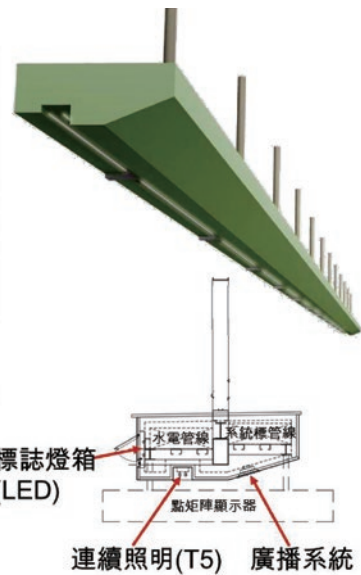


圖16 設備帶- 結合路線色及車站標誌一體設計

二、車站立體綠化，創造由點而線的城市綠帶

臺中市極重都市綠美化，但囿於車站用地受限，地面層綠美化僅G4及G7站可設置。為突破用地的限制，臺中捷運創新採站體垂直綠

化方式，使車站以立體植生方式增綠、補綠，增添城市綠意。因站體鋼構屋頂載重、排水等限制，無法採屋頂綠化方式。在考量結構安全性、營運維護可行性下，採用低維護型的植生綠牆補充綠化之不足。因植物生長不確定性及

降低維修率，植生綠牆以擴張金屬網攀爬方式設計，選用臺灣中部適生開花種如：洋紅西番蓮、懸星花等纏繞攀爬型藤蔓植物，使車站外牆能有綠意(如圖17)。採定時滴灌方式澆灌，並留設維修通路，以降低維護困難度(如圖18)。

三、站體採自然通風，並設置雨水回收、太陽能板節能設計

為回應臺中市夏季多雨、冬季乾爽氣候，全線車站採自然通風、無空調方式設計，車站以半截式月臺門系統及充足立面開口，以利空氣對流。同時為防止夏季暴雨潑入站內影響旅客，在旅客候車動線採用防潑雨設計，例如：月臺候車區上方，利用設備帶遮擋潑雨；樓、電扶梯側牆面採玻璃百葉等設計手法，兼顧防雨及通風(如圖19)。另利用站體屋頂作為集水面



圖17 擴張金屬網立面同時供作植栽攀爬-文心櫻花站(G8a)

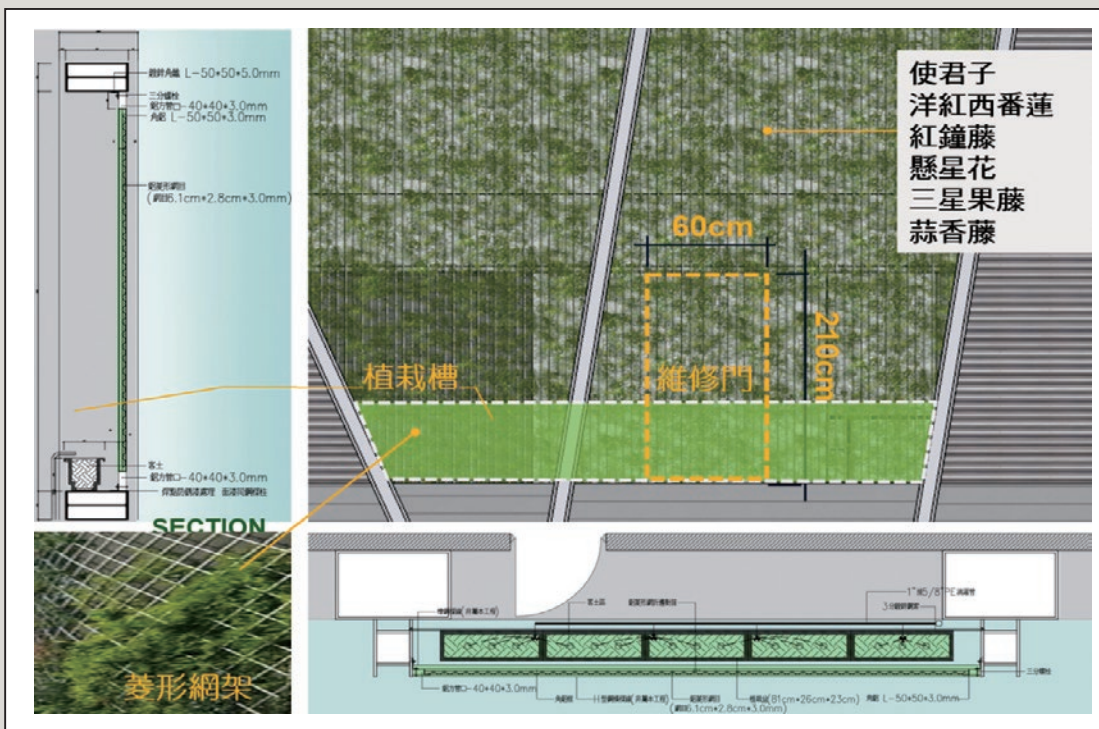


圖18 立體綠化設計圖-規劃維修空間及自動澆灌系統

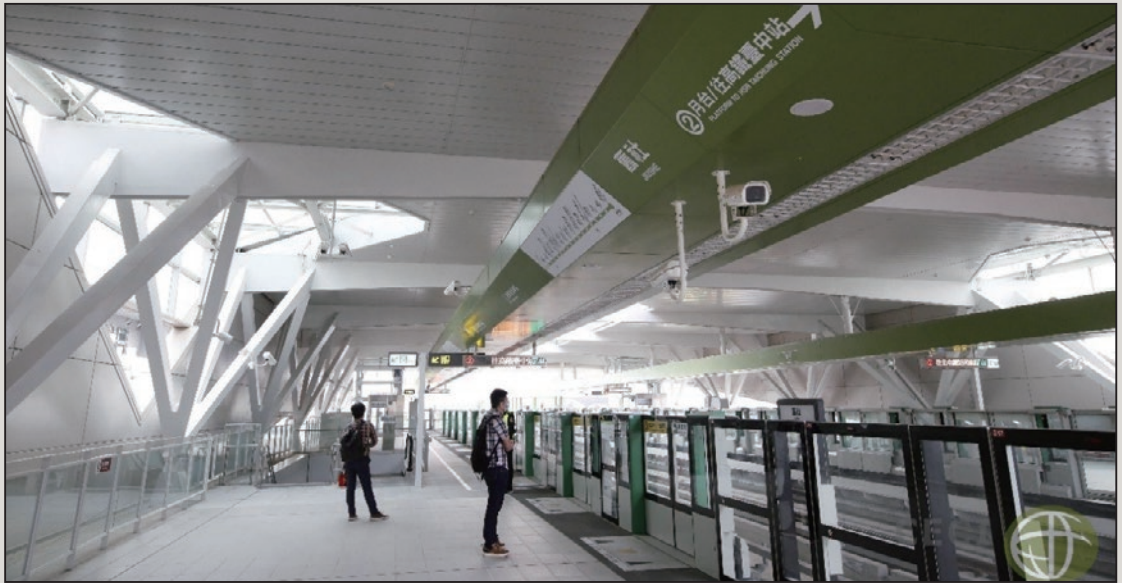


圖19 自然通風、採光的車站設計-舊社站(G3)

積，將雨水回收後經簡易過濾存水至隱藏式雨水回收槽，供作枯水期時站體植生灌溉水源(如圖20)。屋頂結合車站造型，在舊社公園旁的G4站設置太陽能板，利用太陽能板與烤漆屋頂版

交互呈現，表現交織意象；採並聯方式納入車站供電，不需儲電設施，作為輔助一般電力使用(如圖21)。

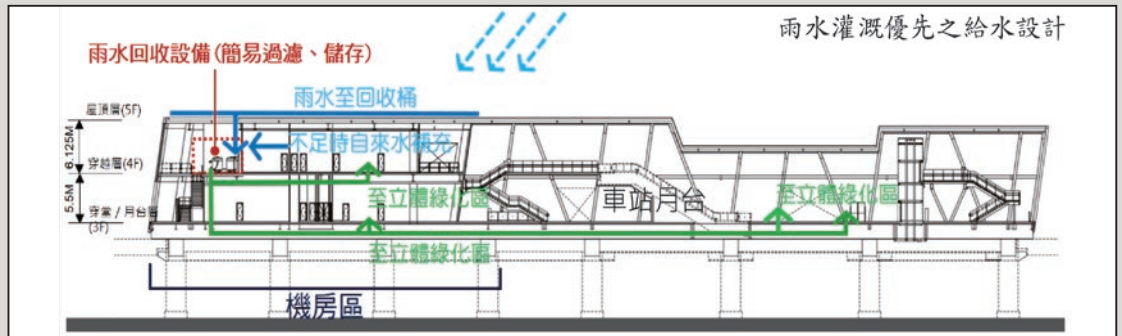


圖20 以站體屋頂集水供枯水期站體植生灌溉水源

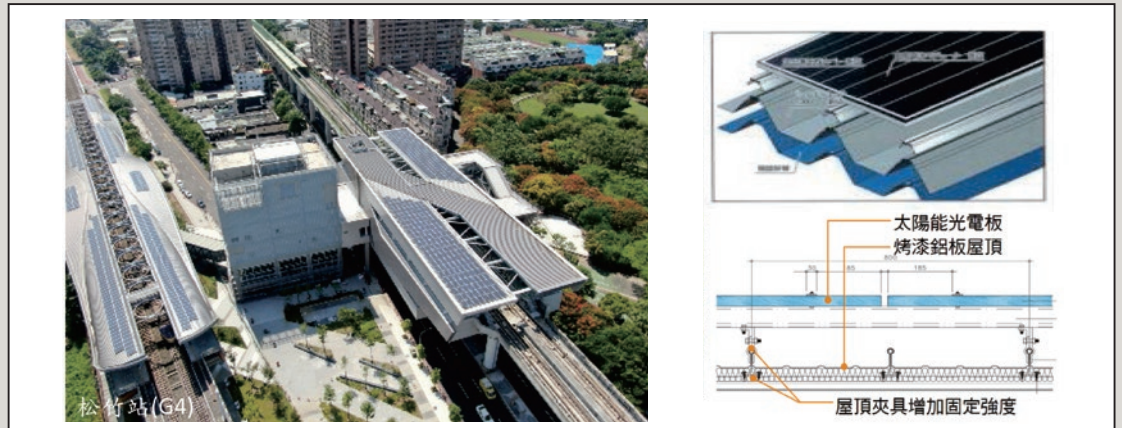


圖21 太陽能板與烤漆屋頂版交互交織，採並聯方式納入車站供電

四、車站座椅藝術化，傳達城市願景

因站體透空之高架車站，不易有完整牆面留給公共藝術發揮，故將車站座椅藝術化，提供旅客候車時與藝術接觸的機會。臺中都會性格鮮明，富多樣文化語彙，多元活潑而充滿生命力，以「小樹苗」為發想，全線座椅以不銹鋼板鍛造枝葉嫩芽抽象造型(如圖22)，代表臺中市的創意、活力，象徵對於「迅捷綠軸、樂活臺中」未來願景的期許，達到藝術環境化目標。

戰，例如：為滿足市府開發最大化的要求，全線五站六處土開車站的捷運機房均需移出土開基地，而改設置於道路站體上，如何減輕因此而造成之道路景觀衝擊；或車站綠美化面積無法滿足都審需求時，而改以站體立體綠化方式設置，同時需兼顧營運維護需求等，在歷經12年從地方到中央的協調溝通過程，逐步將前述設計理念具體成形，並且除了捷運建設外，也帶動了沿線周邊地區市容及都市環境的改善提昇，其綜合產生的發展力度，將共同建構出市民所期盼、嶄新的臺中捷運生活樣貌。

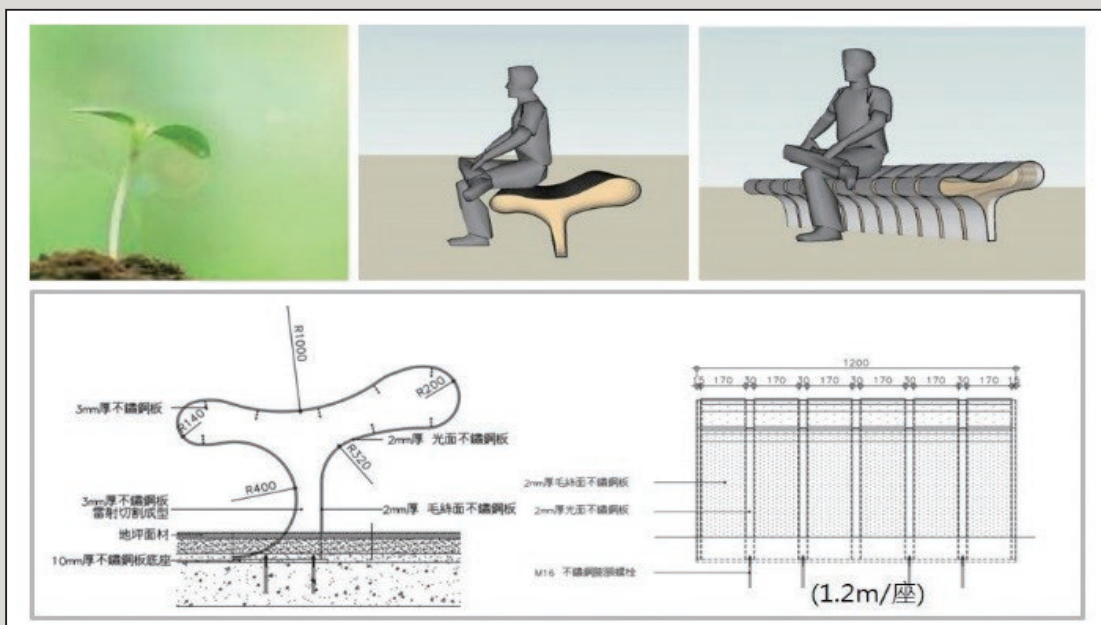


圖22 「小樹苗」造型的月臺座椅

結語

臺中捷運綠線為中臺灣第一條捷運路線，深具劃時代的指標意義。在車站建築，從過去累積之臺北、高雄高架站及機場捷運設計經驗中，臺中捷運以「在地特色」出發，以創新思維積極回應現地條件，達成都市景觀美質的目標。

為回應臺中在地需求及城市願景擘劃，在設計過程中面臨較一般捷運場站設計更大的挑

參考文獻

1. 臺中都會區大眾捷運系統烏日文心北屯線建設計畫DJ102標G3、G4、G5、G6、G7、G8、G8a、G9站都市設計審議審定書 102.11
2. id SHOW 「不只是捷運 更是城市共同記憶：台中綠線捷運車站 專訪JJP潘冀聯合建築師事務所設計團隊」

在地性與永續性 —嘉義鐵路高架 化車站設計

關鍵詞(Key Words)：鐵路高架化(Elevated Railways)、都市再生(Urban Regeneration)、都市自明性(Urban Identity)、木構造(Wood Structures)、永續建築(Sustainable Buildings)、氣候變遷(Climate Change)、節能(Energy Saving)

- 交通部鐵道局／北部工程處／處長／郭林堯 (Kuo, Lin-Yao) ❶
交通部鐵道局／北部工程處／副處長／黃奇偉 (Huang, Chi-Wei) ❷
交通部鐵道局／北部工程處／科長／黃士銘 (Huang, Shi-Ming) ❸
台灣世曦工程顧問股份有限公司／鐵道部／資深協理／何泰源 (Ho, Tai-Yuan) ❹
台灣世曦工程顧問股份有限公司／鐵道部／副理／陳弘朗 (Chen, Hong-lang) ❺
台灣世曦工程顧問股份有限公司／鐵道部／計畫副理／李明勳 (Li, Ming-xun) ❻
竹間聯合建築師事務所／主持人／簡學義 (Chien, Hsueh-Yi) ❼



摘要

在國土計劃的架構下，重新尋找適當的產經地位與都市功能角色，是嘉義市面對城市「永續發展」的重要課題；而在城市擴張過程中阻礙發展的鐵路邊界，藉由鐵路高架化，將重新帶來「都市再生」的契機。

嘉義市2017年提出建構「永續」、「宜居」、「健康」生活及產業「智慧化」發展的「智慧樂活城」計畫。而鐵路高架化，正是帶動此一城市「解構」再「結構」的契機，高架化後的騰空土地成為城市的「綠色脊骨」，提供都市「自然生態景觀」與「人本交通」環境，這是「健康」、「樂活」、「宜居」城市「都市再生」重要的基盤建設，也是「都市自明性」所應追尋的目標。

火車站原即是一個城市的門戶與「自明性」的表彰。「嘉義鐵路高架化車站」的設計，建基於嘉義市未來發展的定位；而車站的造型意象則取擷於嘉義市最寶貴的「阿里山」自然資源，屋頂以木頭集材與鋼材的複合桁架結構設計，除了喚起嘉義市作為「木都」的歷史「共同記憶」外，在「環境保育」減少「碳排放」、「碳足跡」的概念下，表彰一個城市的自明性，亦踐行了「綠建築」乃至「永續建築」的精神，期待為臺灣公共工程對「節能」、「減碳」木構造建築的示範作出貢獻。



Localism and Sustainability - Chiayi Elevated Railway Station Design

Abstract

Under the framework of the National Spatial Plan, identifying the right industrial and economic position and the roles of urban centers as its engine is an important issue for Chiayi City facing the challenge of "sustainable development". Long hindered by boundaries set by the old railway tracks, the city of Chiayi finally is presented the opportunity of "urban regeneration" as the elevated railway project gets underway.

In 2017, Chiayi City proposed the "Smart City – LOHAS City" plan to build a "sustainable", "livable", "healthy" environment and "smart" industrial development. The elevated railway project is an opportunity to "deconstruct" and re-"structure" this urban center. The elevated railway, vacating the land underneath, becomes the "green backbone" of the city and provides an urban "natural ecological landscape" and a "human-oriented transportation" environment. This is an important foundation for building an "urban regeneration" of "healthy", "sustainable", and "livable" city, and the goal as the city pursues a clear "urban identity".

Railway stations have historically been the gateway to cities and seen as important symbols of their self-identities. The design of "Chiayi Elevated Railway Station" is based on the positioning of the city's future development; and the model image of the station is derived from the most precious natural resource of Chiayi City- the Alishan mountain. The roof uses composite trusses made of wood laminated timber and steel. The structural design not only evokes the historical "common memory" of Chiayi City as the "wood capital", under the concept of "environmental conservation" to reduce "carbon emissions" and "carbon footprint", it also commends the self-identity of Chiayi that encompasses the spirit of "green building" and "sustainable building", and is expected to contribute to the efforts of "energy-saving" and "carbon-reducing" wood construction in Taiwan's public projects.

3

專題報導

壹、鐵路高架化與都市再生

鐵路交通始於1820年代，成為城市空間結構發展的主要觸媒，同時卻也形成城市邊界的發展限制；臺灣的鐵路史由清朝臺灣首任巡撫劉銘傳於1887年成立全臺鐵路商務總局鋪設臺灣鐵路開始，惟清朝時期只發展了基隆到新竹的部分，臺灣整體鐵路體系的形成主要乃奠基於日治時期，而當時的鐵道部曾經出版「臺灣鐵道旅行案内」，可見鐵路系統與城市產業乃至觀光的發展息息相關。

捷運、高速公路乃至高速鐵路的發展再次解構並結構了新的城市發展，傳統的鐵路在這些城市發展的過程中不僅沒落，甚至成為城市拓展的阻礙。

嘉義為臺灣移民歷史上最古老的城市之一，古名「諸羅山」；1661年隸屬明鄭時期一府二縣的「天興縣」；1684年清治時期改稱「諸羅縣」，行政區域曾北至今日臺北市邊界；1787年「林爽文事件」後首稱「嘉義」；於1885年臺灣建省後歸全臺三府一直隸州十一縣三廳之臺南府；而嘉義鐵路車站建於日據時代的1902年(圖1)，1912年並銜接1907年興建的「阿里山森林鐵路」，開啓了林業的蓬勃發展帶動城市的繁榮；位處嘉南平原中心的嘉義市，除了林業的發展，原為臺灣南部的農業重



圖1 嘉義鐵路車站建於日據時代的1902年。

(圖片來源:風傳媒 <https://www.storm.mg/article/990992?page=1>)

鎮與農產品、蔬果與沿海海產的集散地；傳統商圈原集中於東區，戰後經濟起飛，逐漸向西區擴展，惟1960年代出口導向經濟發展後，農業衰退，卻亦未發展為重要的工業城鎮，都市化人口外移，城市更為蕭條。然歷史累積的人文資源與阿里山等「諸山羅列」的自然資源豐富，於今，在國土計畫的架構下，如何在自身特殊的有利條件上，重新尋找到適當的產經地位與都市功能角色，是嘉義市所要面對的城市「永續發展」的重要課題(圖2)；而在城市擴張過程中阻礙發展的鐵路邊界，藉由鐵路高架化，將重新帶來「都市再生」的契機。



圖2 在國土計畫的架構下，如何在自身特殊的有利條件上，重新尋找到適當的產經地位與都市功能角色，是嘉義市所要面對的城市「永續發展」的重要課題。

(圖片來源:地球公民基金會<https://www.cet-taiwan.org/node/3132>)

貳、都市再生與都市自明性

嘉義市位處熱帶與亞熱帶交界，動植物種類繁多，自然資源豐富。於2009年「嘉義市綜合發展計畫」定位嘉義市為「健康」、「樂活」、「魅力創新」的城市；2015年「變更嘉義市都市計畫主要計畫書(第二次通盤檢討)」中亦以「新樂居之都」、「阿里山之門戶」及具備「生態旅遊」網絡、「健康」暨「高齡」友善城市、「綠色」與「永續」之「適居城

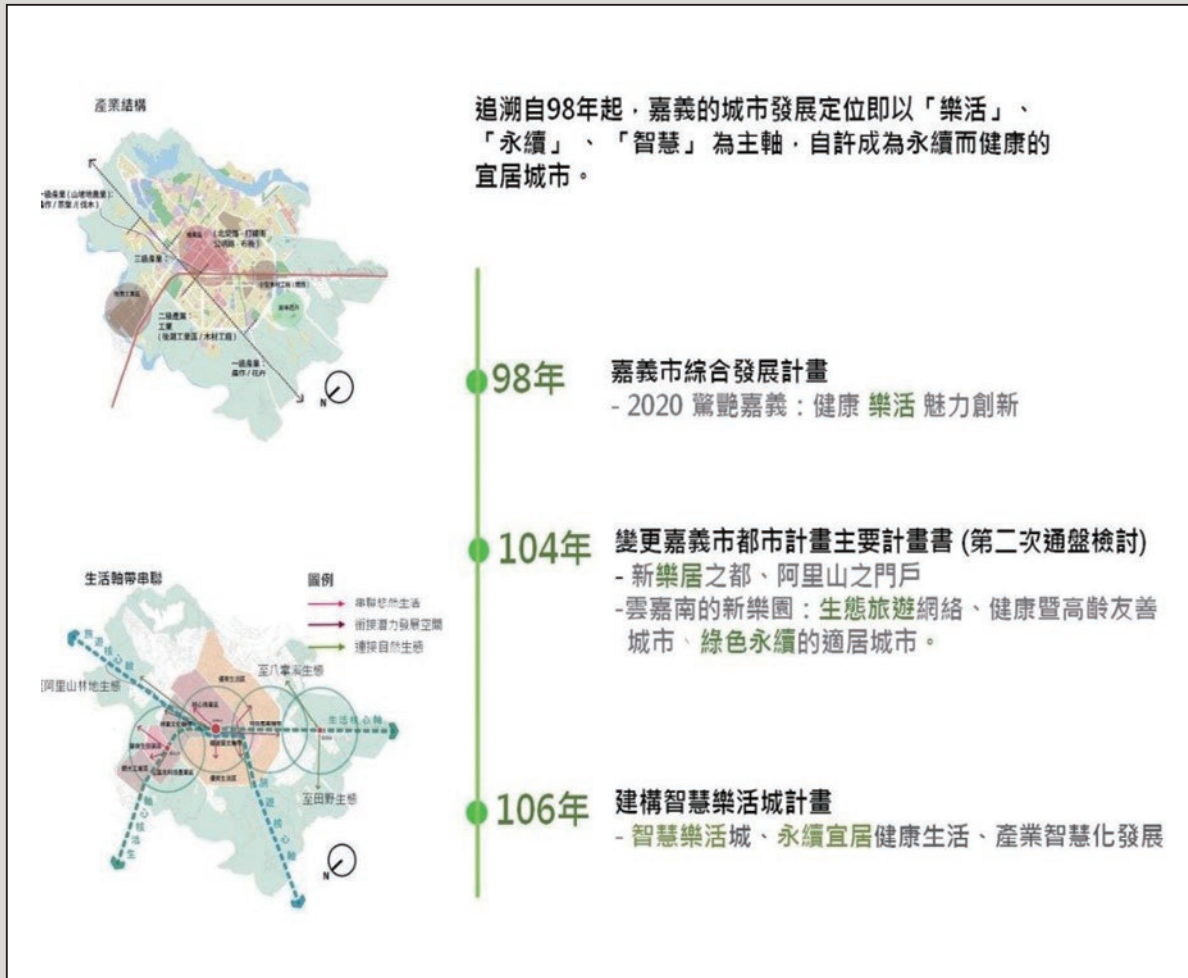


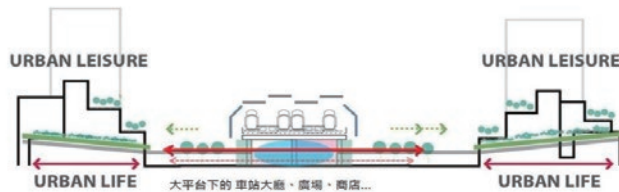
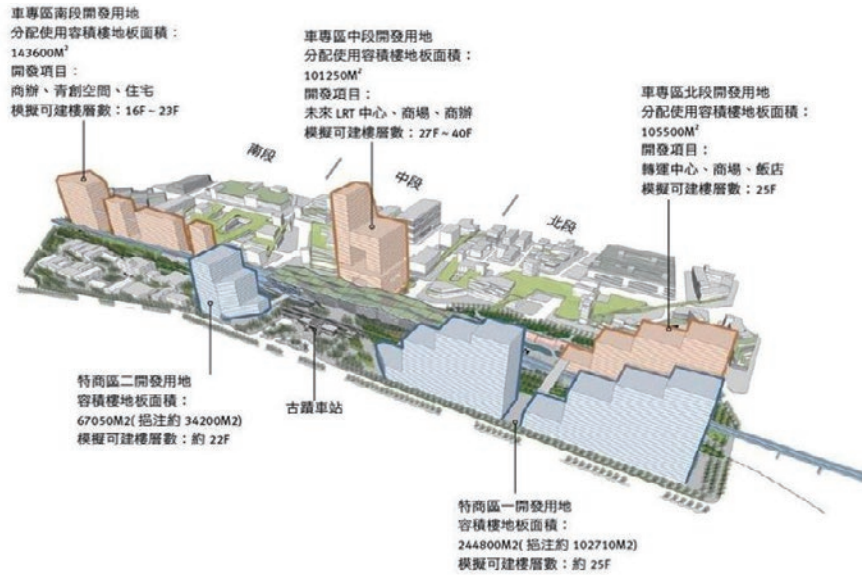
圖3 嘉義市將城市定位為「智慧化」之外，並作為「健康」、「樂活」、「宜居」的城市。

市」成為「雲嘉南的新樂園」為目標；2017年「建構智慧樂活城計畫」更提出建構「永續」、「宜居」、「健康」生活及產業「智慧化」發展的「智慧樂活城」計畫。

這些都指向了在此一人類過度物質發展、消耗地球資源帶來環境破壞，甚至人類生存危機的「極端變化」中的時代，重新回歸對「自然」的尊重與「健康」的重視的必要與迫切。

嘉義市將城市定位為「智慧化」之外，並作為「健康」、「樂活」、「宜居」的城市(圖3)，是一個正確與值得鼓勵的方向。

而鐵路高架化，正是帶動此一城市「解構」再「結構」的契機，原本將城市切割為東、西兩區域的限界消失，藉由交通的連結與梳理、土地的重劃與都市更新，都市得以重新「縫合」，透過「TOD大眾運輸導向型發展」，更為都市生活帶來舒適與便利(圖4)，而鐵路高架化後的騰空土地更可規劃為串聯人行、自行車道網絡的城市「綠廊」，成為城市的「綠色脊骨」(圖5)，提供都市「自然生態景觀」與「人本交通」的環境，而這正是「健康」、「樂活」、「宜居」城市「都市再生」重要的基盤建設，也是「都市自明性」所應追尋的目標。



體現綠色宜居的城市發展願景

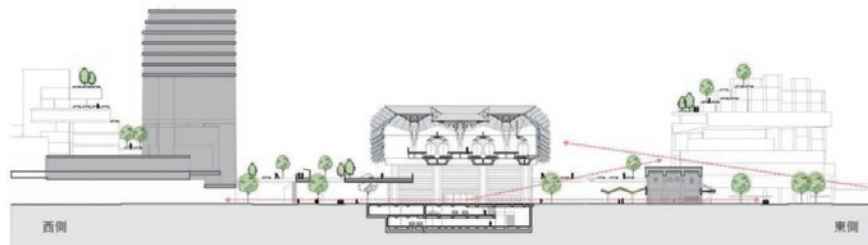


圖4 藉由交通的連結與梳理、土地的重劃與都市更新，都市得以重新「縫合」，透過「TOD大眾運輸導向型發展」，更為都市生活帶來舒適與便利。

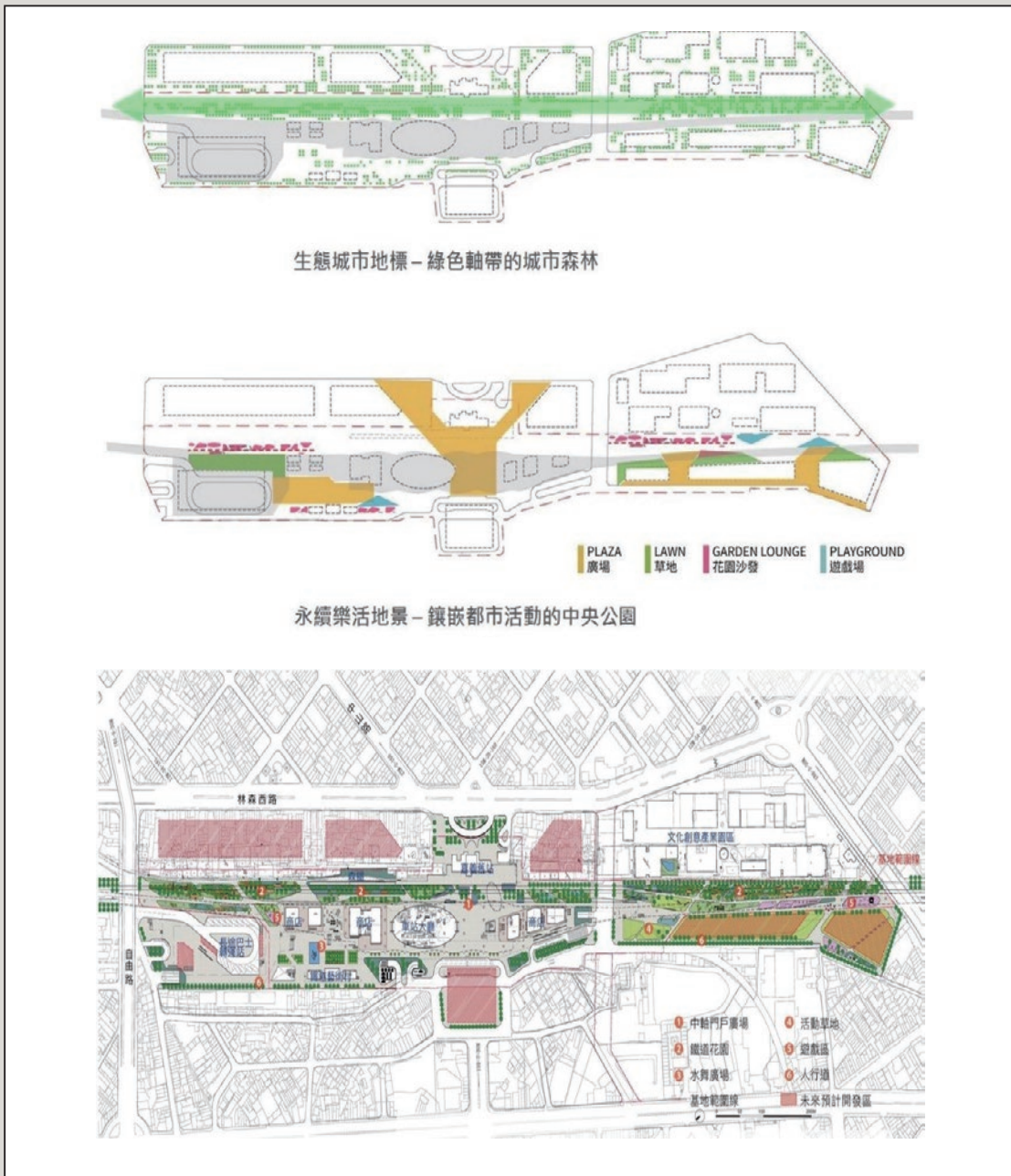


圖5 鐵路高架化後的騰空土地更可規劃為串聯人行、自行車道網絡的城市「綠廊」，成為城市的「綠色脊骨」。

參、嘉義鐵路高架化車站設計

火車站原即是一個城市的門戶，也是一個城市的「名片」與「自明性」的表彰(圖6)。「嘉義鐵路高架化車站」的設計，建基於嘉義市未來發展的定位，鐵路高架化工程北起牛稠溪以北(臺鐵西部幹線里程K291+737)，

南至嘉義縣水上鄉水頭村(臺鐵西部幹線里程K302+637)，全長10.9公里(圖7)，包括：全線高架化工程、高架化車站工程(嘉北車站、嘉義車站)、新設北回歸線平面車站、新建嘉義(水上)車輛基地，設計以高架騰空土地貫穿嘉義市南北的「綠廊」作為「綠色脊骨」的「森林珠鍊」空間概念，重繫過去嘉義市民與「森

林共生」的密切關係，讓「森林」再度融入嘉義城市的共同記憶；「森林珠鍊」為連結南北兩端伸入城市的「綠手指」，除了建構「城市森林」的「綠色生態走廊」，更置入配合

地區發展的城市「公共生活」機能，串連全市人行、自行車網絡，「縫合」東、西隔離的都市空間。「森林珠鍊」由北至南連結了「嘉北車站」、「嘉義車站」、「北回歸線車站」、



圖6 火車站原即是一個城市的門戶，也是一個城市的「名片」與「自明性」的表彰。



圖7 鐵路高架化工程北起牛稠溪以北(臺鐵西部幹線里程K291+737)，南至嘉義縣水上鄉水頭村(臺鐵西部幹線里程K302+637)，全長10.9公里。

「水上車輛基地」，配合環境特性，以「園之森」、「城之森」、「光之森」、「田之森」為空間與形式的設計概念。(圖8)

車站的造型意象取擷於嘉義市最寶貴的「阿里山」自然資源，包括「山的稜線」、「雲的流動」以及「豐富林相」的壯闊景觀(圖9)。車站的屋頂起伏有如「山巒」的天際線(圖10)；菱格狀的玻璃帷幕牆有如「雲海」的層疊(圖11)；開放空間廣植樹木塑造都市的「森林」

(圖12)；而屋頂以木頭集成材與鋼材的複合桁架結構設計，除了喚起嘉義市作為「木都」的歷史「共同記憶」外，在「環境保育」、「綠建材應用」與減少「碳排放」、「碳足跡」的概念下，本案大量採用「木構造」設計(圖片13)，亦是在此「極端變化」包含「氣候變遷」、「環境破壞」、「流行疾病傳染疫情全球化」的狀況下，再次呼喚的，對「自然」與「環境」的尊重。

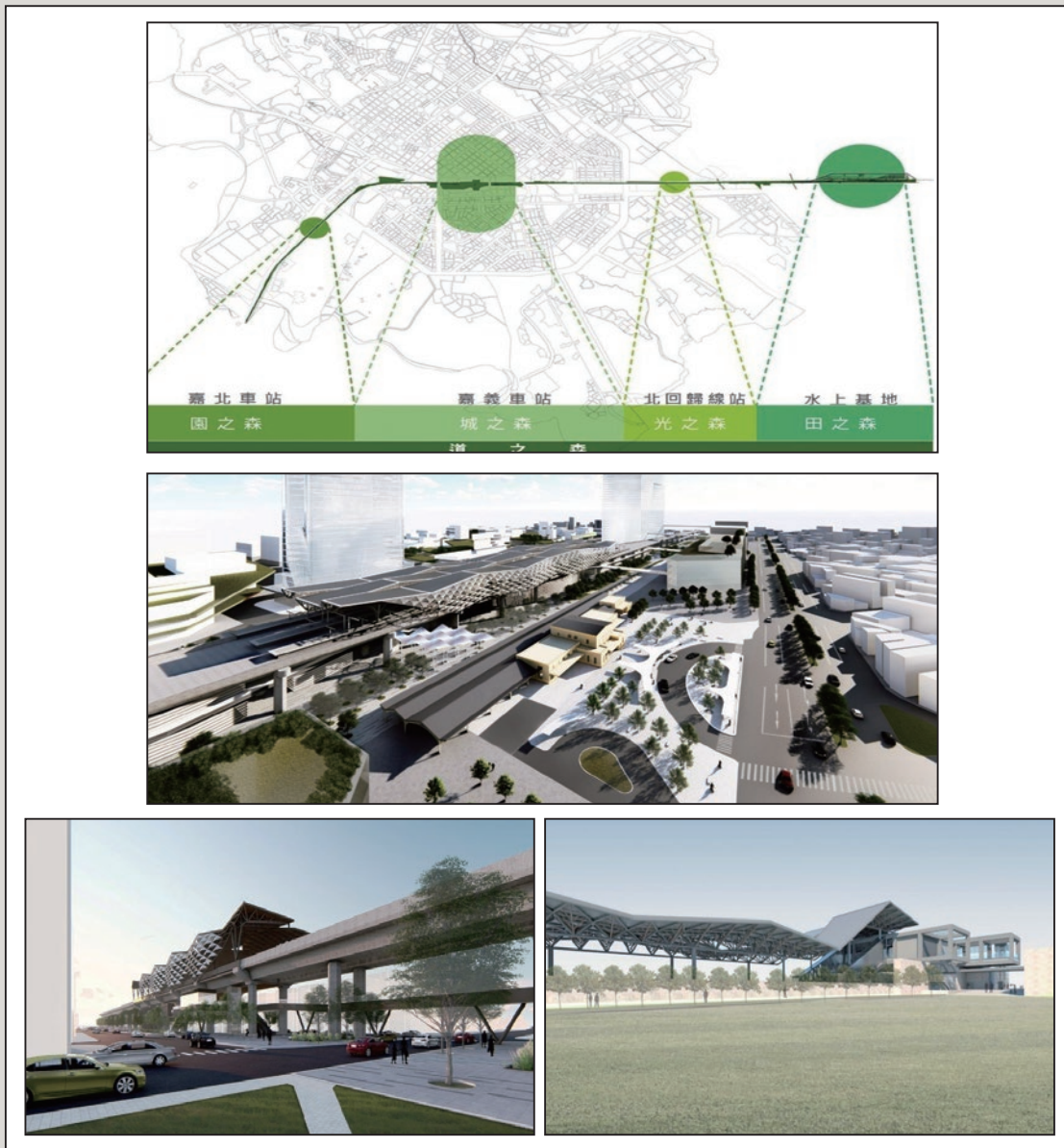


圖8 「森林珠鍊」由北至南連結了「嘉北車站」、「嘉義車站」、「北回歸線車站」、「水上車輛基地」，配合環境特性，以「園之森」、「城之森」、「光之森」、「田之森」為空間與形式的設計概念。



圖9 車站的造型意象取擷於嘉義市最寶貴的「阿里山」自然資源，包括「山的稜線」、「雲的流動」以及「豐富林相」的壯闊景觀。

(一) 結構系統說明：
本工程基地位於嘉義市，建築物主要為候車區棚架，結構採用複合結構，由集成材與鋼構桁架結構所組成，下半部為RC造。

(二) 各層樓高荷重及用途說明：
主要用途D.L.L.L.
候車區棚架0.15 t/m² 0.5 t/m²

(三) 法規依據設計規範
最新建築技術規則-建築構造篇(內政部營建署，100年07月)
建築物耐震設計規範及解說(內政部營建署，104年01月)
建築物耐風設計規範及解說(內政部營建署，104年01月)
混凝土結構設計規範(內政部營建署，100年07月)
鋼構造建築物鋼結構設計技術規範(內政部營建署，99年09月)
木構造建築物設計及施工技術規範(內政部營建署，100年08月)
建築物基礎構造設計規範(內政部營建署，90年10月)

(四) 地震力係數：
1. 震區水平譜加速度係數SDS=0.7 SMS = 0.9 (嘉義縣東區)
2. 用途係數I=1.25 (第三類建築物)
3. 本工程屬近斷層區域之工地(梅山斷層6.7km)，
兩調整近斷層調整因子Na=1.15 Nv=1.20

(五) 風力係數：
1. 用途係數I=1.1
(第三類建築物：公衆使用之建築物)
2. 基本設計風速V10(C)=27.5 m/s (嘉義市)
3. 地況種類地況B

(六) 材料強度：
1. 混凝土：fc = 280kg/cm²
2. 鋼筋：#6及#6以上 CNS560 SD420W fy=4200 kg/cm²
3. #5及#5以下 CNS560 SD280W fy=2800 kg/cm²
3. 鋼構：SN400B, SN490B, STK490
4. 集成材：樹種分類3 唐也集成材

棚架屋頂上層結構：
(鋼構造)

輪幕結構：
(鋼構造)

棚架屋頂下層結構：
(木構造)

圖10 車站的屋頂起伏有如「山巒」的天際線。

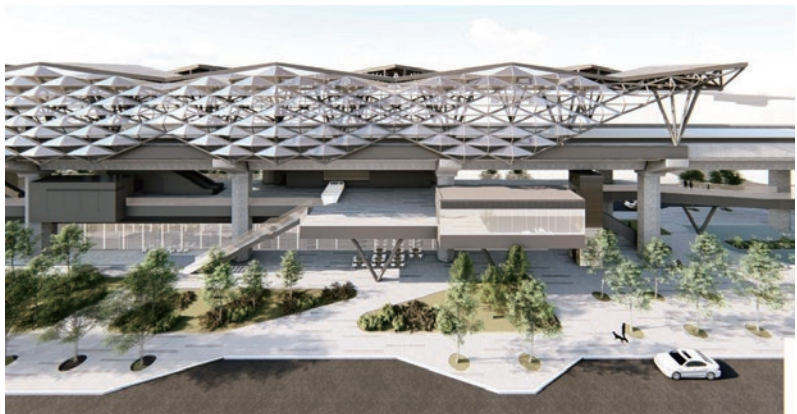
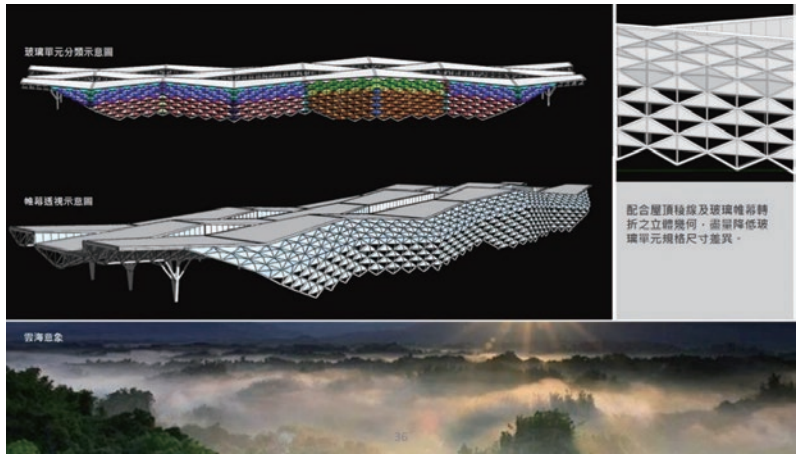


圖11 菱格狀的玻璃帷幕牆有如層疊的「雲海」。



圖12 開放空間廣植樹木塑造都市的「森林」



本圖未完，請接下頁↓

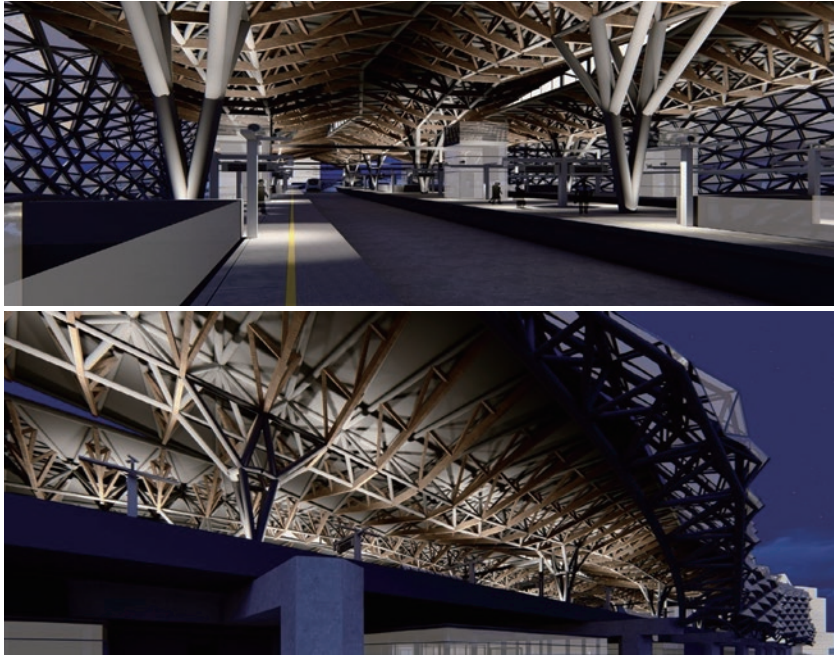


圖13 屋頂以木頭集成材與鋼材的複合桁架結構設計，除了喚起嘉義市作為「木都」的歷史「共同記憶」外，在「環境保育」、「綠建材應用」與減少「碳排放」、「碳足跡」的概念下，本案大量採用「木構造」設計。

結語

本案除了表彰一個城市的自明性，在「健康」、「宜居」、「樂活」的城市發展定位下，亦踐行了「綠建築」乃至「永續建築」的精神。

「嘉義車站」將使用木頭集成材503立方公尺，「嘉北車站」亦達132立方公尺，合計635立方公尺，長期保存之碳素固定量為15萬8750公斤，是臺灣少有的公共工程木構造案例。

在此一「地球暖化」的全球危機下，符合環保「節能」、「減碳」的木構造建築重新在國際上獲得重視；日本甚至在2018年，由住友林業與日建設計事務所宣布將在2041年於東京市中心的丸之內商業區合作設計建造完成一幢350公尺高、約70層樓的木構造大樓

「W350」；相較於國際趨勢，臺灣對木構造的推廣應用尚在起步階段，對木構造「耐蝕」、「耐候」、「耐火」、「耐震」的性能觀念過度保守，相關「施工技術規範」亦跟不上產學在工法、技術的研發成果，內政部「木構造建築物設計及施工技術規範」於1995年始頒訂，其間歷經三次修正，直至2021年初對建築物防火規定之九·二、九·三點修正，是一大突破。

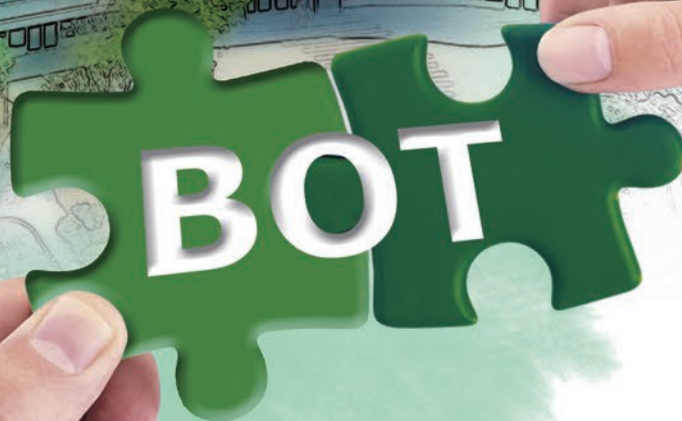
行政院農業委員會林務局近年除了推廣木構造，更於2017年提出「國產材元年」的呼籲，本案期待能為臺灣公共工程對「節能」、「減碳」木構造建築的示範作出貢獻。

因應建築趨勢 改變，對BOT 計畫的影響及 前置評估重點

關鍵詞(Key Words)：BOT(Build-Operate-Transfer)、公有建築物(Public buildings)、建築趨勢改變(Changes in architectural trends)

台灣世曦工程顧問股份有限公司／民參部／協理／林貴貞(Lin, Kuei-Chen) ❶

台灣世曦工程顧問股份有限公司／民參部／副理／羅文貞(Lo, Wen-Chen) ❷



摘要

近年來，藉由民間投資興建公共建設，引進企業經營理念，藉以改善公共服務品質，已成為國際趨勢。就BOT計畫而言，興建及營運中之各項成本及費用，皆由投資者自行籌措資金因應，並負責營運期間之盈虧；另一方面，氣候變遷問題日益嚴重，公共工程、與政府相關的建築也納入節能相關規範。因此，本文就BOT計畫如何落實建築趨勢要求、影響進行探討。



In response to changes in construction trends, the impact on the BOT project and the focus of the pre-assessment

Abstract

In recent years, it has become an international trend to build public construction and introduce corporate management concepts to improve the quality of public services through private investment. From the promotion perspective of BOT projects, investors are responsible for all costs and expenses in construction and operation as well as the profit and loss during the operation period. On the other hand, the problem of climate change is becoming more and more serious, energy-saving regulations are requested to be considered in public works and government-related buildings. This article discusses how the BOT project implements the architectural trend requirements and responds to the impacts.

壹、BOT計畫與傳統政府工程之差異

依促參法辦理之BOT (Build-Operate-Transfer)計畫，為民間機構投資新建並為營運；營運期間屆滿後，移轉該建設之所有權予政府之民間投資公共建設方式。如依促參法42條辦理，由政府負責招商前置作業，包含預評估、可行性評估(含公聽會)、先期規劃、招商準備、公告、甄審、議約及簽約，及後續監督管理，民間機構(簽約之乙方)負責後續相關規劃、設計、營造施工、營運及管理，並於許可期間屆滿後再移轉返還予政府(办理流程詳如圖1)。

二、訂定公告招商相關文件內容。

三、辦理公告及甄審。

四、辦理議約、簽約、履約管理等事宜。

在BOT計畫因應建築趨勢要求之作為，於前置作業之可行性評估階段已納入成本考量，並於契約中約定，如「新北市新莊國際創新園區暨停車場興建營運移轉案」、「新北市新莊Au捷運商城暨停車場興建營運移轉案」等，契約中皆約定應取得銀級以上之綠建築及智慧建

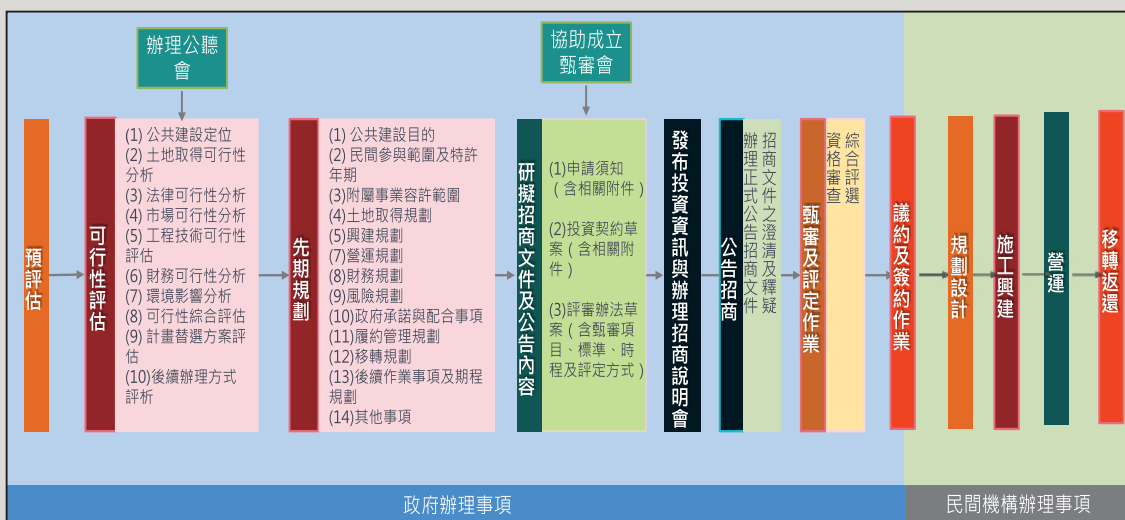


圖1 促參BOT計畫全生命週期示意圖

辦理BOT計畫之興建及營運中之各項成本及費用，皆由民間機構自行籌措資金因應，營運期內之盈虧由民間機構自行負責。

促參法係促進民間參與公共建設，於辦理促參案件各階段作業，應確保公共利益及公眾使用權益。因此，就辦理以下事項有明確法令及相關作業指引規定：

一、辦理民間參與公共建設可行性評估及先期規劃。

築標章應依據「文化藝術獎助條例」¹等相關規定設置公共藝術。

貳、BOT計畫如何落實建築趨勢要求

因應目前建築趨勢要求，政府透過法規、方案規定，強制規範公有建築進行綠建築、智慧建築、公共藝術設置、耐震設計、無障礙環境設計等，或者透過都市計畫手段之細部計畫中土地使用管制規定，或以容積獎勵方式如都

¹ 已於民國110年05月19日修正為「文化藝術獎助及促進條例」

市更新、危老重建等，達到政策目標。

就BOT計畫而言，民間機構所興建之建築物，是否受公有建築物相關規範要求，依據內政部營建署（以下簡稱營建署）97年7月23日營署建管字第0972912210號函，建築法第6條所稱之公有建築物為政府機關、公營事業機構、自治團體及具有紀念性之建築物，於以民間參與公共建設方式興建之建築物，因使用、產權性質不一，是否屬建築法第6條所稱之公有建築物，須由主辦機關依各該民間參與公共建設之方式而定。如認為須依公有建築物相關規定辦理時，應於招商或契約文件內載明公有建築物須依相關法令程序規定申請或規劃設計等應辦事項，以下就智慧綠建築、公共藝術等適用進行說明：

一、智慧綠建築適用規定

(一)公有建築物之落實要求

依據109年內政部「公有智慧綠建築實施方針」，為積極落實推動智慧綠建築發展，由公有建築物帶頭，特訂定管制公有建築物進行智慧綠建築設計之實施方針，供各新建公有建築物依循，且相關經費應考量需求納入工程預算中預先編列，上開方針內容如下：

1. 綠建築要求

公有新建建築物之總工程建造經費達新臺幣5仟萬元以上者，建築工程於申報一樓樓版勘驗時，應同時檢附合格級以上候選綠建築證書（如要求高於合格級等級時，應於招標文件中明確規範），工程契約約定由施工廠商負責取得綠建築標章者，於工程驗收合格並取得合格級以上綠建築標章後，始得發給結算驗收證明書。

但工程驗收合格而未能取得綠建築標章，其經機關確認非可歸責於廠商者，經

其上級主管機關同意後，仍得發給結算驗收證明書，惟綠建築標章仍應於驗收完成後一年內取得。但屬國家機密之建築物得免依本項規定辦理。

總工程建造經費未達新臺幣5仟萬元者，應通過日常節能與水資源2項指標，得採建築師自主檢查方式辦理，工程主辦機關並應於契約明訂必要時得委請各地建築師公會、內政部指定之綠建築標章評定專業機構或其他方式，於填發結算驗收證明書前完成確認。但符合下列情形之一者，得免依本項規定辦理：

- (1)建築技術規則建築設計施工編第298條第3款規定免檢討建築物節約能源者。
- (2)建築物僅具有頂蓋、樑柱，而無外牆或外牆開口面積合計大於總立面面積三分之二者。
- (3)建築法第7條規定之雜項工作物。
- (4)建築物總樓地板面積在500㎡以下者。
- (5)屬國家機密之建築物。
- (6)其他經內政部認定無須辦理評估者。

2. 智慧建築要求

公有新建建築物之總工程建造經費達新臺幣2億元以上，且建築使用類組符合「公有建築物申請智慧建築標章適用範圍表」（詳表1所示）規定者，除應符合候選綠建築證書及綠建築標章之取得要求外，建築工程於申報一樓樓版勘驗時，應同時檢附合格級以上候選智慧建築證書（如要求高於合格級等級時，應於招標文件中明確規範），工程契約約定由施工廠商負責取得智慧建築標章者，於工程驗收合格並取得合格級以上智慧建築標章後，始得發給結算驗收證明書。但工程驗收合格而未能取得智慧建築標章，其經機關確認非可歸責於廠商者，經其上級主管機關同意後，仍得發給結算驗收證明書，惟智慧建築標章仍應於驗收完成後一年內取得；但屬國家

機密之建築物得免依本項規定辦理。

3. BOT計畫是否適用公有建築物之規定

BOT計畫營運期間，公共建設非為公有建築物，主辦機關可依投資契約約定要求民間機構興建建物應取得綠建築標章、候選綠建築證書或其他標章（例如智慧建築標章），但相關興建費用應於先期規劃或權利金收取機制考量。

表1 公有建築物申請智慧建築標章適用範圍表

類別	組別
A類	公共集會類
	A-1集會表演 A-2運輸場所
B類	商業類
	B-2商場百貨 B-4旅館
D類	休閒、文教類
	D-2文教設施 D-4校舍 (大專院校以上)
F類	衛生、福利、更生類
G類	辦公、服務類
	F-1醫療照護 G-1金融證券 G-2辦公場所
H類	住宿類
	H-1宿舍安養 H-2住宅

(二) 土地使用管制要求及獎勵規定

透過都市計畫之細部計畫訂定規劃設計要求及獎勵機制，如都市計畫法新北市施行細則第46條規定：「申請基地面積大於六千平方公尺且總樓地板面積大於三萬平方公尺者應取得候選綠建築證書及候選智慧建築證書，並通過銀級綠建築及銅級智慧建築分級標準以上。」，第48條就都市計畫書內有規定下列獎勵項目者，依規定取得候選綠建築證書或候選智慧建築證書，並通過綠建築或智慧建築分級評估方式申請獎勵者，取得黃金級綠建築或銀級智慧建築等級，給予不超過基準容積百分之三之獎勵；取得鑽石級綠建築或黃金級智慧建築等級，給予不超過基準容積百分之六之獎勵。另外，「都市更新建築容積獎勵辦法」、「都市危險及老舊建築物建築容積獎勵辦法」就綠建築、智慧建築、無障礙環境設計、耐震

設計訂有獎勵項目及額度。如BOT計畫所在基地受都市計畫土管規定，需符合一定等級智慧綠建築標章，或要求更高綠建築標章等級，在辦理促參之評估作業時，應納入成本考量，得於招商文件中約定要求。

二、公共藝術設置要求

(一) 公有建築物及政府重大公共工程規定

依文化藝術獎助及促進條例第9條第2項規定：「公有建築物應設置公共藝術，美化建築物及環境，且其價值不得少於該建築物造價百分之一。政府重大公共工程應設置公共藝術，美化環境。但其價值，不受前項規定之限制。」，另依文化藝術獎助條例施行細則第8條規定：「本條例第九條第二項所稱政府重大公共工程，指計畫預算總金額在新台幣五億元以上之政府機關、公立學校、公營事業興辦或依法核准由民間機構參與投資興辦之公共工程。」(南港車站之公共藝術，詳圖2)。

另依公共藝術設置辦法第5條規定，公共藝術設置計畫預算在30萬元以下者，興辦機關得逕行辦理公共藝術教育推廣事宜或交由該基地所在地之直轄市、縣（市）政府統籌辦理公共藝術有關事宜。

(二) BOT計畫

由於文化藝術獎助條例中明確規範，政府重大公共工程包含由民間機構參與投資興辦計畫金額超過5億元以上之公共工程，主辦機關應於招商文件及投資契約明訂民間機構應依法設置公共藝術，且對該公共藝術設置之金額或價值應予規範。其設置方式應依公共藝術設置辦法及各縣市政府相關規定辦理。



圖2 南港車站之公共藝術

參、對BOT計畫的影響

由於BOT計畫如因應法令規定或主辦機關於招商文件中明定要求民間機構應取得一定等級綠建築、智慧建築或相關因應建築趨勢而要求相關規範等，將影響興建成本及營運成本(BOT計畫財務分析流程詳圖3所示)，例如「新北市立土城醫院興建營運暨移轉(BOT)案」於契約中約定：

一、乙方承諾應依據「文化藝術獎助條例」第9條之規定，選擇適當地點，提出公共藝術設置構想，並明載於投資執行計畫書內，且公共藝術價值不得少於新臺幣2千萬元，並協助甲方依「公共藝術設置辦法」規定辦理公共藝術設置之各項行政作業，包含

成立執行小組及徵選小組、研擬公共藝術設置計畫書、徵選結果報告書、設置完成報告書及相關送審與設置計畫執行等事宜。

二、乙方承諾應依規定提送綠建築標章認證，並至少取得「黃金級」等級之綠建築標章。

三、乙方承諾應依規定提送智慧建築標章認證，並至少取得「銀級」等級之智慧建築標章。

所以必須在辦理促參前置之可行性評估、先期規劃作業中(詳表2及表3所示)，就可能影響工程經費或維護成本費用納入財務評估進行估

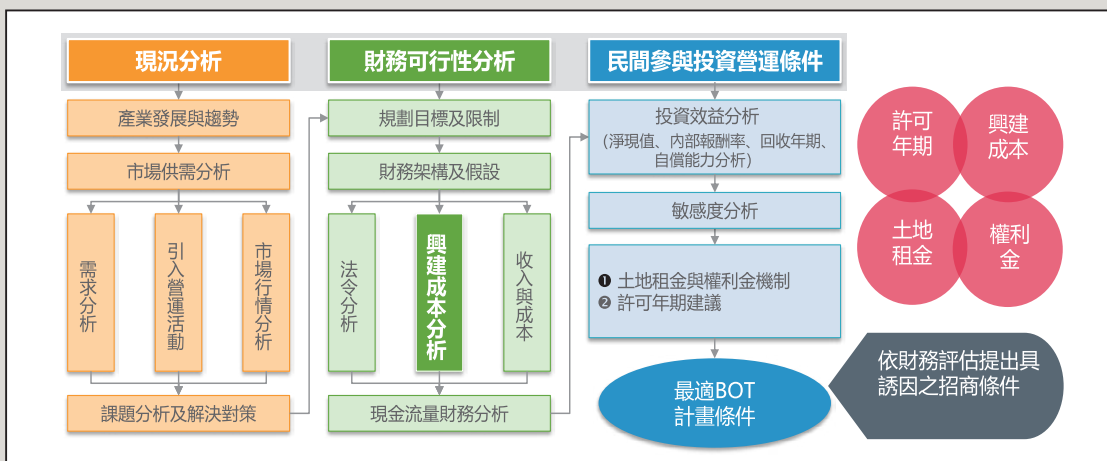


圖3 BOT計畫財務分析流程示意圖

表2 可行性評估作業撰擬內容及注意事項

章節	基本撰擬內容	注意事項
技術可行性章節中(三)工程經費估算	<ol style="list-style-type: none"> 依工程規劃結果估算所需工程經費並編訂工程經費詳細表。工程經費含直接工程費及間接工程費。間接工程費，如規劃設計費、工程保險費、材料試驗費、空污費及其他依法令應負擔之費用。 營運設備購置所需經費，可透過供應商訪價做為估算基礎。 依各設備使用年限，評估後續重置工程經費或維護成本費用。 	<ul style="list-style-type: none"> ■可參考行政院公共工程委員會「公共工程經費估算編列手冊」進行估算。 ■公共建設及附屬事業工程經費應分別編列。 ■配合工程時程，規劃分年工程經費表及分年工項。
環境影響章節中(三)節能減碳分析	<ol style="list-style-type: none"> 就施工工法、環保綠建材、具節能減碳效益項目(如雨水回收系統設施、太陽能電板、LED燈具等)評估分析。 評估節能減碳相關標章申請，如綠建築標章、智慧建築標章。 	<ul style="list-style-type: none"> ■參考行政院環境保護署節能減碳政策及措施等進行評估。 ■衡量節能減碳措施所須投入成本金額，納入技術可行性工程經費估算。 ■新建工程經費高於2億元以上，且建築物使用類組符合內政部「公有建築物申請智慧建築標章適用範圍」者，建議依內政部「優先推動公有智慧綠建築實施方針及實施日期」相關規定申請智慧建築標章。

資料來源：財政部推動促參司，促進民間參與公共建設可行性評估作業手冊及檢核表(BOT)

表3 先期規劃作業撰擬內容及注意事項

章節	基本撰擬內容	注意事項
第四章興建章節中(二)功能性要求或特殊規範	<ol style="list-style-type: none"> 設計需求之特殊規範各項設施興建設計需求(如興建面積、動線、節能設計、水電負載等)，及其應依循之相關法規與標準。 設計成果審查(或備查)機制民間機構完成之工程基本及細部設計成果，須提送主辦機關審查或備查。 公共藝術設置要求說明公共建設開發規模或投資興建金額是否符合文化藝術獎助條例第9條及其施行細則第8條第2項有關設置公共藝術規定，若須設置，說明其金額規劃。 	<ul style="list-style-type: none"> ■考量設施特質、相關技術、材質、保固等影響性，以及機電、照明、消防、防災相關法令要求。 ■視公共建設特性，於符合公共建設目的及法令許可範圍，賦予民間機構細部規劃、設計、配置彈性，提高民間參與意願，惟設計成果仍須經主辦機關審查(或備查)。 ■考量功能及規模，避免風險移轉至主辦機關。 ■如須設置公共藝術，明訂金額，並考量對財務之影響。
(四)其他特殊考量	<ol style="list-style-type: none"> 綠建材及節能減碳規劃視個案特性，考量依建築技術規則建築設計施工編第17章綠建築基準相關規定，並利用環保材質施工工程。 永續及延壽規劃視個案特性，考量以永續、延壽目標進行工程興建規劃設計。 	<ul style="list-style-type: none"> ■節能減碳，敘明環保建材及工法等要求，並注意對財務之影響。 ■依可行性評估擇定計畫方案須申請智慧建築標章者，敘明建材、設備及工法等需求，並注意對財務之影響。
(五)工程經費估算	<p>摘錄可行性評估擇定計畫方案工程經費，並就工程規劃內容，說明工程經費、後續重置工程經費及維護成本費用修正情形。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■就可行性評估結果檢討及為必要修正。 ■興建工程應編列施工品質、職業安全及環境衛生等工程經費。

資料來源：財政部推動促參司，促進民間參與公共建設先期規劃作業手冊及檢核表(BOT)

算，並考量對財務之影響、計畫特性，綜合考量擇定綠建築、智慧建築之等級及公共藝術等規範，並於招商文件中約定作為履約之依據。

肆、BOT計畫的前置評估因應及重點

因應建築趨勢納入相關建築規範時，BOT計畫的前置評估因應及重點，依財政部推動促參司招商文件參考條款之相關規定及說明，所須投入成本金額，可依投資契約約定要求民間機構興建建物應取得綠建築標章、候選綠建築證書或其他標章（例如智慧建築標章），但相關興建費用應於先期規劃或權利金收取機制考量。

所須投入成本金額，依可行性評估作業撰擬內容及注意事項中工程經費估算，可參考行政院公共工程委員會「公共工程經費估算編列手冊」進行估算(詳表4)，在規劃階段，直接工程成本多採用單位面積成本概估法(單位面積法)進行估列，目前最普遍之編估方式係依行政院主計總處所公布之該年度共同性費用編列基準表中一般房屋建築之單位造價，及得依專案研析說明後計列之項目(詳表5)，如智慧建築、綠建築、耐震設計之用途係數、BIM作業費用，進行編列，其中綠建築銅級至黃金級，將增加成本比率2.73%-6.53%。

表4 建築工程經費編估標準

成本項目	涵蓋範圍	編估標準
一、設計階段作業費用	包含基本設計及細部設計所需費用。	按實估列或按直接工程成本之2.5%-4%估列。
二、工程建造費		
直接工程成本	指建造工程目的物所需支出之成本。	a.參考鄰近類似工程單價，按時地不同酌予調整引用。 b.依施工計畫作單價分析後引用。
間接工程成本	為工程監造管理之成本，包括工程（行政）管理費、工程監造費、階段性營建管理及顧問費、環境監測費、安全衛生費及空氣污染防治費等。	c.按實分項估算或按直接工程成本之10%-15%估列。 d.工程（行政）管理費係指中央政府各機關工程管理費支用要點之工程管理費。
三、工程預備費	為彌補進行本估算當時引用資料之精度、品質和數量等不夠完整、可能的意外、無法預見的偶發事件等因素而準備之費用。	a.按直接工程成本之百分比估列，規模較小或較單純工程，其編列下限為零，上限為10%；而規模較大或較複雜工程，其上限為15%。 b.如依單位面積成本概估法估算直接工程成本時，不另估列工程預備費。
四、物價調整費	因應施工期間物價上漲之調整費用。	以(直接工程成本+間接工程成本+工程預備費)合計之值，按每年預估上漲率依複利法分年估列。
五、其他費用	詳見「估算手冊」總則第三章說明。	a.公共藝術設置費按直接工程成本之1%估列。 b.其他視需要或有關法規規定按實分項估算。
六、施工期間利息	融資貸款及建設公債等之利息，於進行財務規劃時須考慮此項費用。	依分年經費(設計階段作業費用+工程建造費+其他費用)及資金來源，按複利逐年估算。
七、建造成本(工程經費)	上述(一至八項)費用總計	

註：BOT計畫中用地取得及拆遷補償費係由政府先行取得辦理，不計入民間機構所需成本中。

表5 一般房屋建築「共同性費用編列基準表」得專案研析另列之項目費用參考比率

項目名稱	內容說明	加計費用參考比率
特殊大地工程(含地質改，不含一般基樁)	高壓水泥噴射樁	平均增加成本比率1.35%
	機械攪拌工法攪拌樁	平均增加成本比率2.21%
智慧建築	合格級	依一般房屋建築共同性費用編列基準
	銅級	平均增加成本比率2.67%
綠建築	合格級	依一般房屋建築共同性費用編列基準
	銅級	平均增加成本比率2.73%
	銀級	平均增加成本比率2.85%
	黃金級	平均增加成本比率6.53%
耐震設計之用途係數	自1.25提高至1.5	依一般房屋建築共同性費用編列基準
BIM作業費用		增加成本比率0.18%-0.48%(因個案工作內容差異較大)
挑高空間		依一般房屋建築共同性費用編列基準
太陽光電設備		依一般房屋建築共同性費用編列基準
地下室超建		依一般房屋建築共同性費用編列基準

資料來源：108年度「公共建設工程經費估算編列手冊(建築工程篇)編修」委託專業服務案成果報告所蒐集已發包建築工程之預算資料統計結果，使用時仍應視個案特性估列。

在臺北市辦理都市更新之有關智慧建築、綠建築之工程費用影響，依「都市更新事業及權利變換計畫內有關費用提列總表」中，有關工程費用之重建費用新建工程得提列特殊因素之綠建築設施費用，須出具估價單，並僅得提列綠建築設備與一般非採綠建築設備之差價，另參考作為都市更新事業計畫及權利變換計畫之工程造價審議斟酌所擬定之「臺北市都市更新事業重建區段建築物工程造價要項」，建築物之智慧建築增量調整率計算，應依據建築物工程造價標準單價計算，以智慧建築標章各等級之調整率進行編列(詳表6)，其中智慧建築銅

級以下至黃金級以上，建築物工程造價標準單價調整率為0.70%-3.85%。

伍、因應與推動建議

因應目前建築趨勢要求，除透過政策強制規範或因都市計畫之細部計畫要求，如評估BOT計畫應符合一定綠建築、智慧建築、耐震建築標章時，將增加民間機構之申請程序、提高興建營運成本，應於促參可行性評估、先期規劃中，依個案性質、政策方向，納入財務評估考

表6 智慧建築標章各等級之建築物工程造價標準單價調整率

智慧建築等級	銅級以下	銀級	黃金級以上
調整率(%)	0.70%	1.70%	3.85%

資料來源：臺北市都市更新處，臺北市都市更新事業重建區段建築物工程造價要項。



資料來源：新北市府濟發展局

圖4 新北市滬尾藝文休閒園區

量，其中有關所須投入成本金額，納入技術可行性工程經費估算，除可參考公共建設工程經費估算編列手冊外，亦可參考都市更新之有關智慧建築、綠建築之工程費用影響，適時反應相關可能增加的成本。

另外可透過甄審評選機制，於招商文件中約定基本之標章等級，由投資人自行依營運需求評估考量所達成之標章等級，落實建築趨勢要求，例如在新北市滬尾藝文休閒園區興建營運移轉案招商文件中要求規劃設計應以不低於綠建築分級評估之銀級為原則，且符合綠建築「基地保水」指標規定，創造生態、節能、減廢、健康的建築，本計畫於2019年獲得新北市政府環保局頒為鑽石級綠建築(詳如圖4)，此為民間機構依個案條件及興建經營需要提供更高等級綠建築標章之範例。

參考文獻

1. 財政部推動促參司，促進民間參與公共建設可行性評估作業手冊及檢核表(BOT) (2018.2.26)。
2. 財政部推動促參司，促進民間參與公共建設先期規劃作業手冊及檢核表(BOT) (2018.2.27)。
3. 行政院公共工程委員會，公共建設工程經費估算編列手冊建築工程篇(2020.3.31)。
4. 財政部推動促參司，促參案件辦理前置作業委託勞務服務參考事項 (2021.1)。
5. 財政部推動促參司，BOT案招商文件參考條款—未開放保險業為單一申請人結合專業第三人參與案件用(108年版) (2019.3.29)。
6. 臺北市政府都市發展局，都市更新事業及權利變換計畫內有關費用提列總表 (2021.1.15)
7. 臺北市都市更新處，臺北市都市更新事業重建區段建築物工程造價要項(2021.7)

桃園機場第三航廈的變局與恆定

關鍵詞(Key Words)：桃園國際機場第三航站區(Taoyuan International Airport Terminal 3 Area)、第三航廈(Terminal 3)、旅客體驗(Passenger Experience)、建設計畫(Key Construction Plan)、樞紐機場(Hub Airport)、聯合承攬(Joint Venture)、嚴重傳染性肺炎(COVID-19)

台灣世曦工程顧問股份有限公司／桃機T3專案／資深協理／魏雲魯 (Wei, Yun-Lu) ❶
台灣世曦工程顧問股份有限公司／桃機T3專案／專案協理／楊偉良 (Yang, Wei-Liang) ❷
台灣世曦工程顧問股份有限公司／桃機T3專案／專案協理／宋建宏 (Sung, Chien-Hung) ❸
台灣世曦工程顧問股份有限公司／桃機T3專案／專案副理／陳俊名 (Chen, Chun-Ming) ❹
台灣世曦工程顧問股份有限公司／桃機T3專案／專案副理／彭貴釗 (Peng, Kuei-Chao) ❺
Rogers Stirk Harbour + Partners 建築師事務所／專案經理／建築師／林明儀 (Lin, Ming-Yi) ❻

摘要

桃園機場第三航廈的建築面積及設施處理容量大於第一、二航廈合計，承接此一複雜龐大又具指標性的工程，需面對內、外部不同的課題與挑戰，其瑣瑣大者如：上位計畫對經費與工期的限縮；業主/總顧問、設計監造、施工廠商均為聯合承攬團隊，需耐心溝通、磨合，建立作業機制；機場營運各有關利害關係人及駐站單位對空間需求及設備配置各有主觀與堅持，影響建築設計，須協調整合；招標過程正逢公部門前瞻基礎建設及私部門建案與科技廠房同時大舉興案，形成資源排擠、推升營造價格、嚴重缺乏工程師及勞工人力，致廠商多選擇利潤高、回收期短、風險低的私部門建案，不利公共工程發包而致流標，經必要的設計調整，並配合優化招標條件及採購策略，放寬外籍勞工引進限制；目前主體航廈標於本(110)年6月1日開工，然又遇COVID-19疫情。

第三航廈計畫推動執行過程中，團隊成員經常自嘲但也意念堅定：『計畫執行唯一不變的是，每天都面對新的變局；恆定的是，第三航廈將會設計且興建成為亞洲最有機會改變空中旅行體驗的新航廈，成為國際機場的標竿。』



The Change and Continuity of Taoyuan Airport Terminal 3

Abstract

The Taoyuan Airport Terminal 3 surpasses Terminals 1 and 2 combined in terms of floor areas and processing capacity. To undertake such a complex, massive, and iconic project requires dealing with different issues and challenges, both internal and external. Examples of obvious and significant problems include the budget and schedule limits imposed by high-level planning. The client/general consultant, design and supervision, and construction contractor were joint ventures requiring patient communication and adjustment periods to establish a working mechanism. The various stakeholders involved in airport operation and government agencies stationed at the airport also had specific area and equipment requirements, their subjective and firm positions have influenced the architectural design and needed to be coordinated and consolidated. The tendering procedures coincided with many Forward-Looking Infrastructure Projects in the public sector and a mushrooming of new IT plants in the private sector, both of which have resulted in resource shortages, increased building costs, and severe engineer and labor shortages. Many contractors have opted for projects in the private sector for their higher profit, shorter return period, and lower risks. Such has created unfavorable conditions for public tenders and resulted in failed tenders. After necessary design modifications, optimizing tender conditions and procurement strategies, and lowering restrictions on introducing foreign workers, construction of the Terminal Building has finally commenced on 1 June 2021 amidst the COVID-19 pandemic.

Throughout the execution of the T3 project, while the team often joked among themselves, their determination remained firm: "The only thing that continues in the project is the new changes we faced every day. The one continuity is that T3 is designed and being constructed to become the new terminal in Asia that will most likely revolutionize air travel and become a benchmark for airports around the world."

3

專題報導

壹、第三航廈的意義與使命

人類交通運輸及城市發展，依循運用自然力、獸力，而至機械力的軌跡；自河運、馬車、鐵路、公路，而至航空運具，運輸涵蓋範圍由點狀、線狀而至面狀、立體化；由港埠運輸漸次發展至幹線、城際、及戶、洲際，而至全球運輸。

二十、二十一世紀全球航空運量逐年增加，概略為每15年成長一倍，亞太地區成長率高於全球平均，桃園機場成長又高於亞太平均，故提供更舒適飛行旅程的需求益趨重要，以創新的航廈設計提供更好的旅客體驗，更是在激烈的機場競爭變局中恆定不變。

機場，是人、貨進出的要津，通往世界的門戶；航廈，是國家的門面，歸人、旅客的第一印象。目前桃園機場第一、二航廈已過飽和，第三航廈建造迫在眉睫，除可提升機場整體服務效能，亦兼帶動桃園航空城發展，提升

國家競爭力的總體目標。「桃園國際機場第三航站區」建設計畫被納入「愛台十二項建設」，第三航廈是國內繼「十大建設」後規模最大的單一公共建築，推動過程承載著各界極大的關注與期待。

桃園機場以成為服務東亞航空市場的大型樞紐機場為目標，第三航廈串連多功能大樓(MFB)及第二航廈，形構巨型航站(Mega-Terminal)的概念，以智慧(Smart)、綠色(Green)、文化(Culture)為設計主軸，發展成為永續經營的航廈，集觀光、購物、人文、藝術為一體之綜合性設施，為旅客打造全新的旅行體驗。(圖1)

貳、以旅客體驗為導向的航廈設計

一、旅客體驗的意涵

大多數航廈的大尺度空間因為無法貼近人性尺度，所以不能營造空間質感的變化及舒適



圖1 桃園機場第三航廈鳥瞰模擬

感，第三航廈的設計希望能在航空收益與旅客舒適性之間取得平衡與雙贏，故將影響旅客舒適度的重要因素納入設計考量(圖2-圖4)，包括：

- 旅客活動的本質：機場有如一小型城市，航廈內包含許多不同的活動，航廈設計應能創造及區辨不同空間，迎合不同活動的需求。
- 空間人流密度：出、入境旅客報到、行李處理、安檢、證照查驗、商業空間、候機等不同空間，其人流密度不同，空間配置及建築設計宜因區制宜。
- 室內條件(溫度、亮度、照明、音量、音質)：溫度與亮度是旅客直接感受到的舒適度；而航廈內部，需有良好的音質以使廣播清晰及良好的空間指向性。

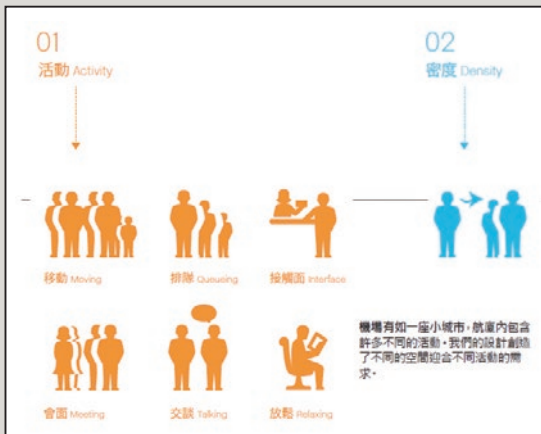


圖2 旅客舒適度考量因子(1/3)

- 其他重要面向：如窗外景色，空間比例。

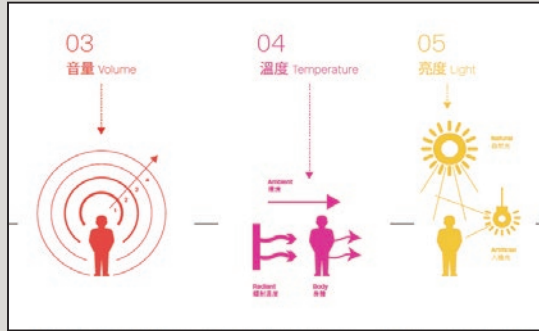


圖3 旅客舒適度考量因子(2/3)



圖4 旅客舒適度考量因子(3/3)

二、整體建築設計概念

「家的包容，堅固外殼，柔軟核心」是第三航廈的整體建築設計概念。構思以堅固耐久的外殼系統包括屋頂、帷幕、基礎，阻緩陽光幅射、風、雨、地震等外部侵襲，以及保護航

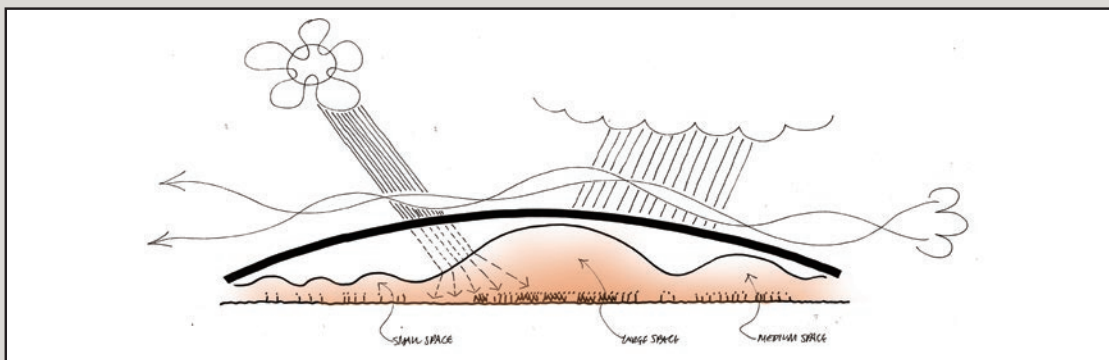


圖5 航廈設計概念-家的包容，堅固外殼，柔軟核心

廈本體及內部的旅客與設施；在航廈內部則調和以通透而具造型的天花及傢俱，給予旅客柔適貼切的體驗。(圖5)

航廈外觀將形塑成為恆定的地標，內部空間則具備能因應航空市場快速改變而調適的彈性，因此，在設計之初即訂定以新世代標竿航廈、臺灣門戶新意象、人本智慧綠建築、高品質彈性空間、滿足多元旅客需求、快捷的轉機動線、頂級的購物體驗等七項設計目標以提升旅客體驗。

三、航廈建築設計

(一) 整體建築意象

以建築自明性來提昇並與空間及地域產生共鳴，整體建築設計發想自臺灣受海洋環繞，藉由自然與生命的韻律，創造獨特的屋頂外觀，擬態鳥類飛行的展翅律動及呼應海波紋理(圖6、圖7)；屋簷融入台灣傳統建築層疊屋瓦的語彙；屋頂末端上揚，兼有歡送鵬程與歡迎歸

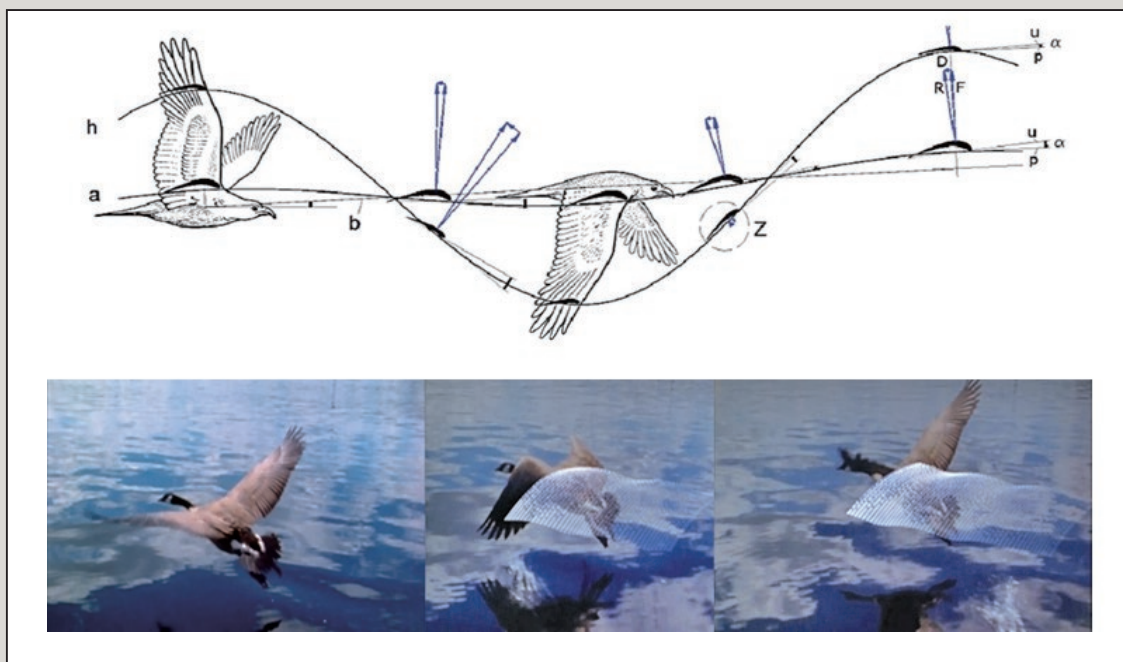


圖6 航廈屋頂設計意象



圖7 簡潔而富韻律感的屋頂設計

來之寓意，並透過造型天花—雲頂(Cloud)與室內空間氛圍做扣切的連結(圖8)。

屋頂設計考量施工性與維護性，屋頂單元原構想以系統模組方式設計，藉模組化降低施

工成本與時間，惟由於本地廠商不熟習模組施工，亦對組裝易生漏水疑慮，衍生施工及成本風險，致投標裹足，嗣經設計調整為場製施工及模組施工均可適用，解決施工技術疑義，亦維持設計初衷。(圖9、圖10)

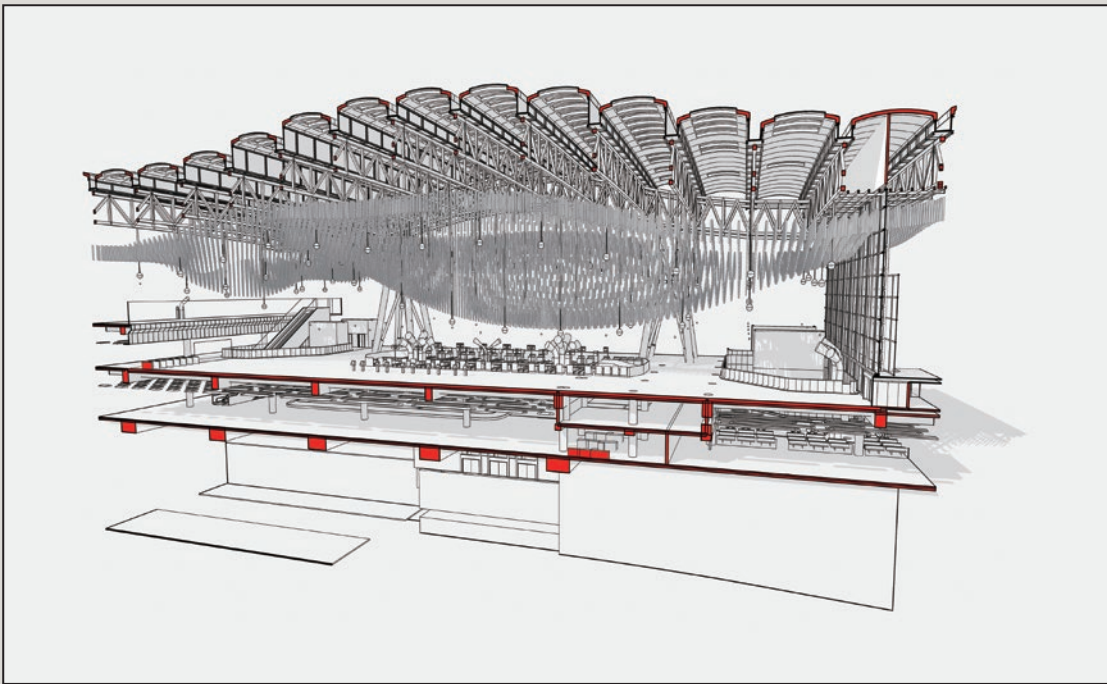


圖8 屋頂、雲頂與室內空間的連結

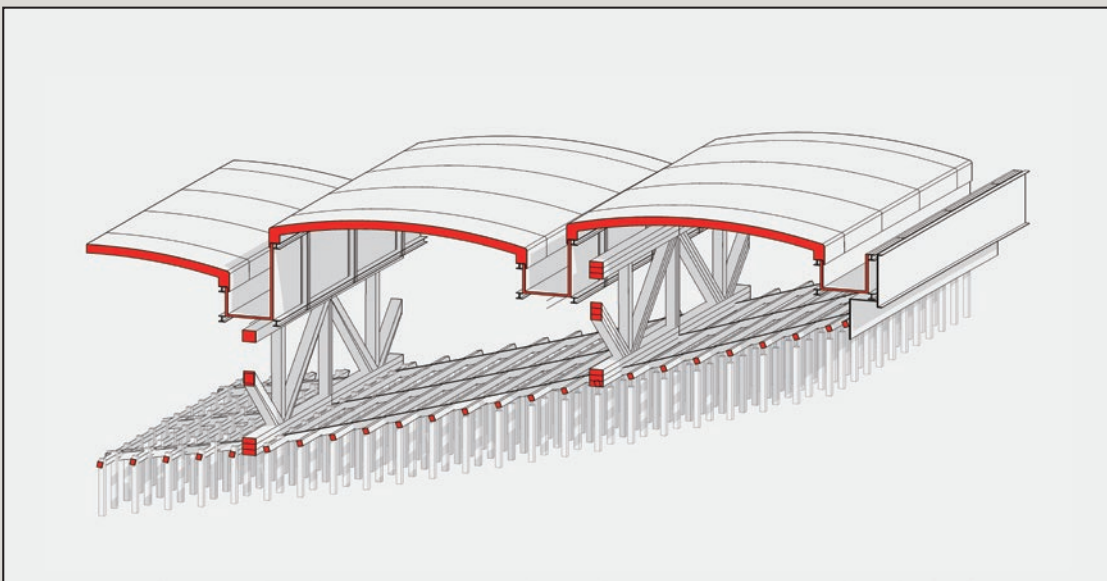


圖9 屋頂單元系統

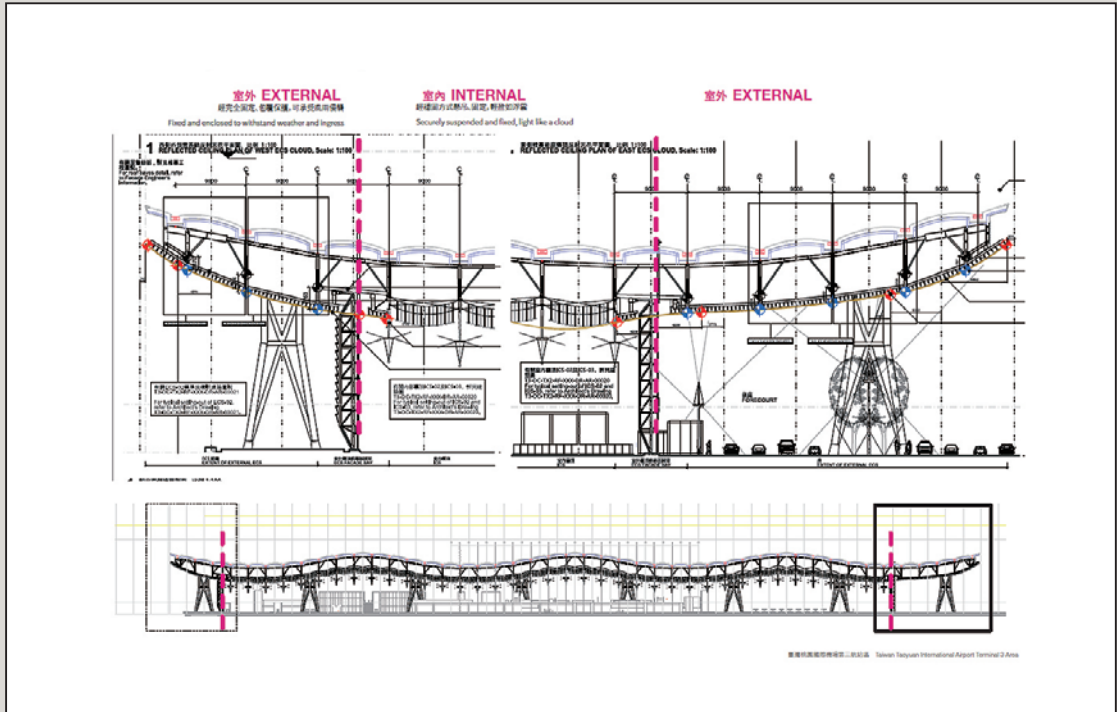


圖10 屋頂單元可適合各種施工技術

(二) 內部建築設計

1. 出、入境層空間規劃

有別於國際上絕大多數的航廈及桃園機場第一、二航廈將出、入境層完全分隔設置，形成疏離感與封閉感，第三航廈將入境層翻轉至最高層，為旅客提供更有效率、更具彈性及更舒適的旅客體驗，其主要特點如下：

- (1) 將第三航廈出境層高程設同第二航廈出境層，可明顯減短到航廈前庭廣場之距離，亦可因應航廈未來擴充，但不會增加總樓地板面積。
- (2) 以高層入境提升入境時的視野空間，在進入國門的第一時間留下良好印象。
- (3) 出境層設定於+36m，能夠提供第二、三航廈前庭平整且有頂蓋的連續通道，以

及沿途進入多功能大樓的出入口。

2. 大空間與巨柱

大跨距的空間尺度除了可以為旅客長途飛行的緊迫以及等候登機提供一個寬敞舒適空間外，亦可因應航廈容量快速成長的空間需求，提供調整與應變的彈性。(圖11)

為形塑大器與可彈性使用的空間，以榕樹意象的巨柱支撐起整個航廈空間，巨柱以四根堅挺拔萃的柱體組成，除了結構上的作用及展現力學勁度，亦帶有團結的意念，並寓意枝葉茂密，讓旅客如徜徉綠蔭下，體驗航廈的挑高舒敞與光影空間，沐浴於家的安全、溫馨與歸屬感中。(圖12)

3. 雲頂天花

航廈內部不同空間區域，因使用目的、設施處理與等待時間不同，故人流密度

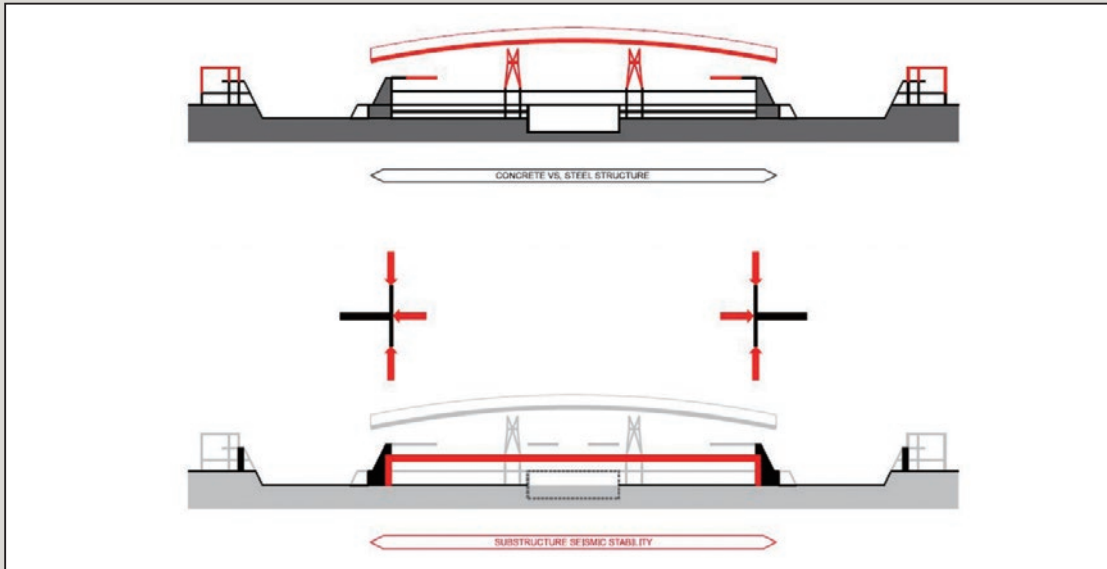


圖11 大跨度空間設計

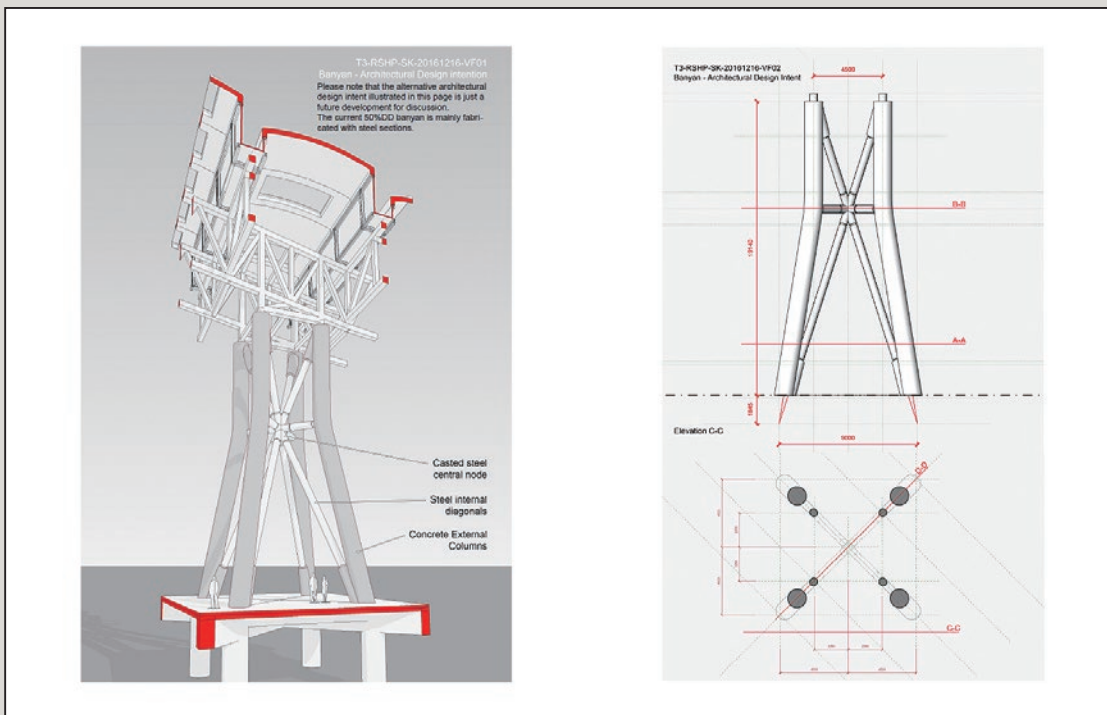
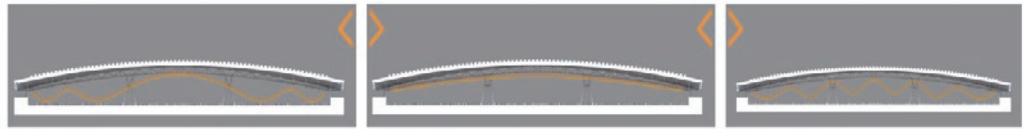


圖12 榕樹意象的巨柱

不同，第三航廈以造型天花寓意雲彩高低靈動，稱之雲頂天花，以高低變化反映旅客在不同航廈空間的密度或機率，人流密度較高處，安排較高的天花板高度，讓人群較無壓迫感；反之，人流密

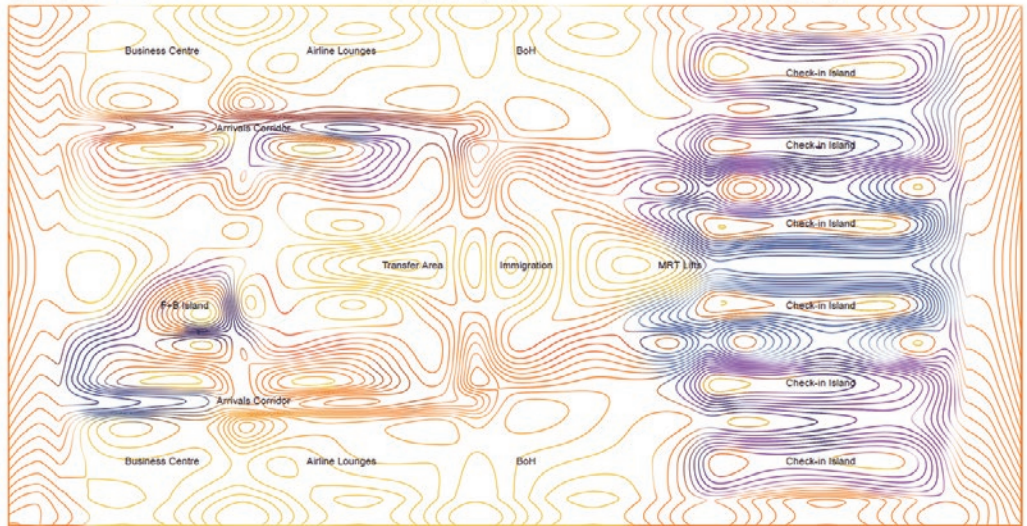
度較低的空間，則採較低的天花板，讓人感到更加親切。亦可搭配不同的照明色度，隨著季節或節慶變換，營造不同的視覺及空間氛圍。(圖13、圖14)



空間尺度的混合 A mix of spatial scales

一個寬廣的空間 One grand space

許多私人的空間 Many intimate spaces



天花板紋理地圖 The ceiling map

圖源：新加坡樟宜機場設計局 (Singapore Changai Airport Masterplan Development P.Ltd)

圖13 將人流密度參數化反應於雲頂天花配置



圖14 出境報到大廳之雲頂天花

4. 集中式的商業空間

參考其他國際航廈商業空間的營收經驗，同時聽取目前第一、二航廈免稅店業者表示商業空間分散於南、北登機廊

廳，不利營運人力配置之意見，第三航廈商業空間採集中式以提高營運效率，同時可更具彈性，因應商業市場快速變化的特性，主要構想如下：

- (1) 中央集中式可導引全部的旅客在往登機之途經過或靠近大部分的商店、食物與飲料設施，增加購買機率，創造非航空收益；
- (2) 商店大廳將成為航廈與未來衛星廊廳共同的商業樞紐，也是航廈與自動旅客運輸系統(APM及PMS)轉乘處，使其成為活躍的空側公共空間，適合購物、會面與候機。
- (3) 集中式商業空間易於匯聚人潮，亦能吸引旗艦店進駐，使商品高端化、多樣化，相輔相成。

(三) 永續建築

為使桃園機場發展成為國際領導性的機場，第三航廈以綠化、智慧、健康、效率為永續設計的出發點。

聯外道路航站南、北路兩側設有延續性的綠牆，除可降低噪音，亦可淨化空氣、降低建築外殼溫度。另於出、入境層及機坪側，皆設有綠屋頂、下沉花園及前庭廣場，提供更多的綠地面積。(圖15)

航廈內以LED燈具及感光系統，提供更接近戶外環境和人類生理時鐘的照明環境。

依據環評要求，航廈筏基層設置雨水蓄水池，收集屋頂或鋪面區域之低污染雨水，經貯留過濾消毒後，作為清潔或景觀澆灌用水。(圖16)

為驗證設計永續性，申請多項台灣本地與國際通用的綠建築認證，包含美國LEED金級認證、台灣綠建築標章黃金級認證、及智慧建築標章黃金級認證。三大認證標準涵蓋了環境、生態保護、節能及減碳。



圖15 航站南、北路綠牆

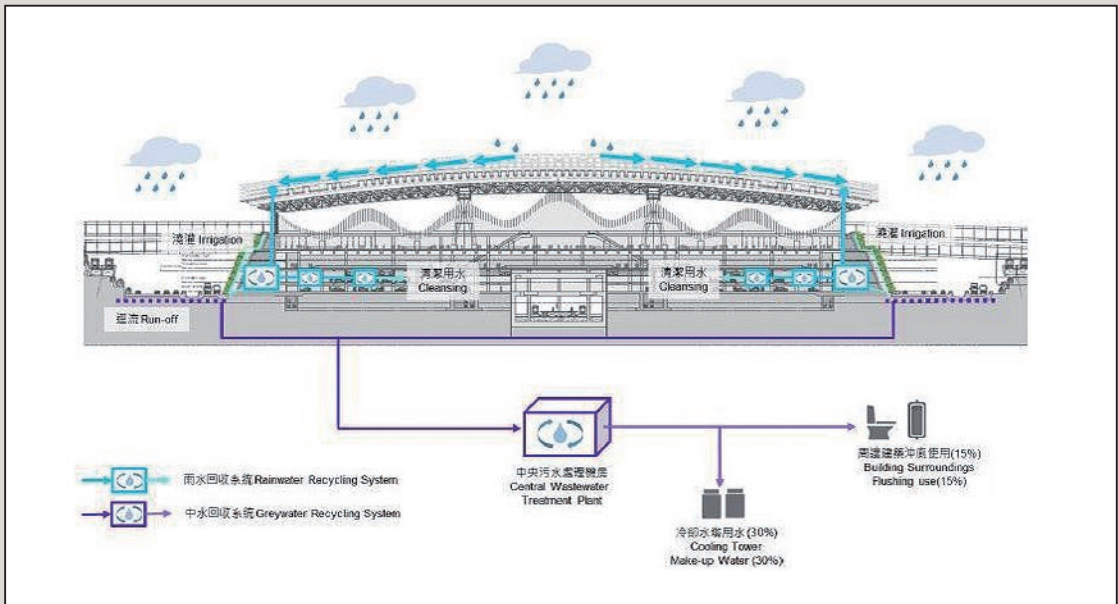


圖16 雨水及中水回收示意圖

參、執行過程的變局與應對

第三航廈執行過程中面臨：上位計畫對於經費與工期的不合理限縮；溝通磨合各不同聯合承攬團隊；耐心整合各有關利害關係人對空間需求及設備配置的主觀與堅持，克服近年公私部門大舉興案，形成資源排擠，推升營造價格，缺工嚴重，不利公共工程發包而致流標的困局；因應主體航廈開工初期遇COVID-19疫情嚴峻等議題，有賴上級指導機關工程會、交通部，以及建設團隊包括業主、總顧問、設計監造、施工承商等群策群力、協同合作，逐一應對與解決。

一、突破上位計畫的框限

第三航廈的工程規模、設計標準、建造費用、工期等，係依據各階段性上位計畫，包括桃園機場綱要計畫、實施計畫、建設計畫等所擬定。綜整比較各不同階段上位計畫之設計標準及工程經費如表1、表2，顯示計畫目標及設施規模逐次增加，但經費卻呈反向緊縮情形，建築平均造價與其他國際航廈相較，明顯偏低。除造價框限，建設計畫原設定航廈施工期為39個月，亦有違實務經驗，極具挑戰性，為日後計畫推動執行留有遺緒。

表1 桃園機場上位計畫發展目標

	綱要計畫	實施計畫一版	建設計畫
核定日期	100/04	101/05	104/03
總體目標	起迄與轉運並重的東亞樞紐機場，帶動航空產業及桃園航空城發展，提升國家競爭力	同左	同左
目標年	2030(119年)	2030(119年)	2042(132年)
機場客運量(萬旅次/年)	5,890	5,890	8,600

↓ 表1未完，請接下頁。

		綱要計畫		實施計畫一版		建設計畫		
T3面積 (m ²)	航廈主體	229,000	421,000	256,000	448,000	272,890	385,131	528,317
	登機廊廳	192,000		192,000		112,241		
	停車場	--	-	128,624				
	早到行李	-	-	3,962				
	行李通道	-	-	10,608				
空側容量 (萬旅次/年)	T3	1,100	4,300	1,100	4,300	2,000	4,500	
	衛星廊廳	3,200		3,200		2,500		
T3 CIQS處理容量 (萬旅次/年)		4,300		4,300		4,500		

表2 第三航廈上位計畫直接工程成本演進

上位計畫		面積 (m ²)		單價 元/ m ²	直接工程成本 (億元)		備註
綱要計畫	航廈主體	229,000	421,000	75,415	317.497	514.96	98年幣值 平均單價約 12.2萬元/m ²
	登機廊廳	192,000					
	設備費用		46,903	197.462			
實施計畫 一版	航廈主體	256,000	448,000	60,332	270.287	438.39	98年幣值 單價直接採綱要計畫之 80% 平均單價約 9.8萬元/m ²
	登機廊廳	192,000					
	設備費用		37,522	168.100			
建設計畫	航廈主體	127,890	385,131	85,420	233.103	309.48	103年幣值 平均單價約 8萬元/m ² 約實施計畫之82%

為審慎應對緊張之經費與工期，設計作業過程除自發性進行設計減量檢討，交通部亦邀集外部專家論證，將工期調整至52個月，嗣於107年5月辦理第一次施工招標，惟仍歷多次流標。綜合歷次廠商說明會及洽詢廠商意見，各潛在施工團隊表達主要因標案規模過大、備標成本高昂、國內廠商專業能力不足、近期營建物價高度上漲、承商利潤管理保險費比例偏低、工地辦公室偏遠影響施工效率、缺工嚴重、外籍勞工核配比例偏低等，增加其履約及成本風險，致投標猶豫。

流標期間，曾衍生外界誤解為台灣量身設計、具特色的建築即等於施工困難與價格高昂，污名化設計成果，經耐心說明及做必要設計調整，並配合優化招標條件及採購策略，修正建設計畫，爭取放寬外籍勞工引進限制，降低廠商投標風險。期間亦有賴多組潛在的專業廠商依設計圖試做出實體模型，破除誤解與施工疑慮，始順利發包施工中。

建設計畫修正及招標歷程綜整如表3、表4，比較分析第三航廈發包預算及建設計畫直接工程成本與其他費用之比例，顯示工程本質與政策衡酌的折衝斧鑿。

表3 建設計畫經費修正歷程

項目	原建設計畫	第一次修正建設計畫	第二次修正建設計畫
核定日期	104/3/6	108/1/9	109/5/22
直接工程成本(億元)	512.40	676.46	829.34
設計階段作業費(億元)	33.63	19.24	19.24
間接工程成本(億元)	38.36	37.97	48.67
工程預備金(億元)	76.90	15.56	15.56
物價調整款(億元)	59.70	6.76	6.76
公共藝術設置費(億元)	5.12	5.22	5.22
施工期資本化利息(億元)	20.78	27.86	32.02
合計(億元)	746.89	789.07	956.81

表4 第三航廈施工招標歷程

招標方式	土建標/機電標	招標日期	公告預算(億元)	承商利管費	工期(月)	招標結果	
公告招標	合併標 TP6	107/5/8-107/7/19	396	5%	52	流標(無廠商投標)	
	合併標 TP6	107/7/24-107/7/31	396	5%	52	流標(無廠商投標)	
	拆標	土建標 TP6A	108/3/13-108/6/3	340	10%	52	流標(無廠商投標)
		機電標 TP6B	公開閱覽 108/7/10-108/8/8	108	10%	51	
108/1/9行政院核定第一次修正建設計畫							
選擇性招標	拆標	土建標 TP6A	資格標 109/5/11-109/8/21	445	14%	60	三星/榮工 JV 華大成/大陸 JV
			規格標 109/9/3-110/1/18		14%	60	三星/榮工 JV 廢標 (評審委員擔任投標廠商顧問)
			資格標 110/2/4-110/2/24	445	14%	60	三星/榮工 JV一組投標
			規格標 110/2/26-110/3/19		14%	60	3/30決標予三星/榮工 JV 110/6/1 NTP
			109/5/22行政院核定第二次修正建設計畫				
	機電標 TP6B	資格標 109/9/9-109/11/18	105	14%	60	亞翔 百總/東元/士電 JV	
		規格標 110/1/18-110/5/7		14%	60	流標(無廠商投標) 檢討流標主因為材料、工資漲幅過鉅，又受疫情影響，缺工嚴重，廠商認有履約風險。	
		資格標 110/6/15-110/7/12	127	14%	57	亞翔/榮工 JV 東元/百總/士電 JV	
		規格標 110/7/19-110/8/17		14%	57	亞翔/榮工 JV 東元/百總/士電 JV 8/30決標予東元/百總/士電 JV 110/10/1 NTP	

二、聯合承攬團隊的運作磨合

第三航廈為對國、內外旅客提供進出服務與體驗的國際性場域，其機能效率與服務品質須能與國際各機場並齊，甚或引領潮流；在建築造型上須具自明性及獨特性(unique)，使人耳目一新。故自規劃、設計乃至施工各階段，為達成目標及計畫執行需求，均須涵納複雜多元之需求，均以組成聯合承攬團隊承辦，整理如表5。

各團隊組合雖均具備整合性的專業服務能力，但亦因各團隊成員來自不同國家、不同專業、不同背景，形成諸多作業機制、界面協調、責任界限等課題，始終存在於各團隊之內部與外部，須面對與克服。

以設計階段為例，需參引最新的國際機場功能規劃與營運經驗，並與建築設計作完美結合，業主爰特意將投標資格訂定為具有年旅次量達1,800萬以上之航廈設計業績，但國內現有最大設計容量者為桃園機場第二航廈之1,700萬年旅次量，其用意顯然要求設計團隊需結合國、內外成員。

表5所示設計團隊由四家成員組成，各成員分工示意如圖17，而分工細節與作業要求，係透過不同階段之協商與協議，其過程包括備標階段之共同合作備忘錄(MOU)、投標時之共同投

標協議書(JTA，投標需附文件)、得標後之聯合承攬協議預約書(MOA)，及定案之聯合承攬協議書(JVA)，嗣後並依實際執行需要辦理增補協議(JVA Addendum)。但即令逐階段、逐項確認協議內容，仍會有認知差異或個案不同，需另為協商釐清，舉例如：

- (一) 依據計畫推動進程，分階段簽署協議，如投標前之服務費及初步分工、決標開工後之詳細分工，但對於監造服務，其實並不容易在計畫初期即能確認施工階段各項分工及監造人月分配，僅能先行協議重點事項。
- (二) 國際廠商參與較前端之規劃及基本設計工作，本地廠商則嫻熟當地法規及工程實務，負責細部設計工作，此為國際上聯合承攬常有之分工模式，亦為國內廠商多元學習及汲取經驗之良好時機。故設計工作之階段性劃分，應視為設計理念與工作成果之「銜接」與「延續」，而非工作成果之「分割」或「交接」，亦即，本地廠商應提前進場，參與討論、協同作業，了解設計理念並及時反應本地法規及實務，以落實後續細部設計之正確發展。但事實是，各成員基於盈餘績效及各自立場，經常不自覺切割工作與僵持界限。

表5 各階段、各標別聯合承攬團隊

階段/標別	聯合承攬廠商
規劃團隊 (3家JV)	荷蘭商空港顧問股份有限公司(NACO)、美商栢誠國際有限公司(WSP)、林同棧工程顧問股份有限公司(TYLIn)
設計監造團隊 (4家JV)	台灣世曦工程顧問股份有限公司(CECI)、Rogers Stirk Harbour + Partners (RSHP)、奧雅納工程顧問公司Ove Arup & Partners Hong Kong Limited(ARUP)、宗邁建築師事務所(FCA)
TP6A施工標 (2家JV)	台灣國際三星物產公司(SAMSUNG C&T)、榮工工程股份有限公司(RSEA)
TP6B施工標 (3家JV)	東元電機股份有限公司(TECO)、士林電機廠股份有限公司(SEEC)、百總工程股份有限公司(PCEC)

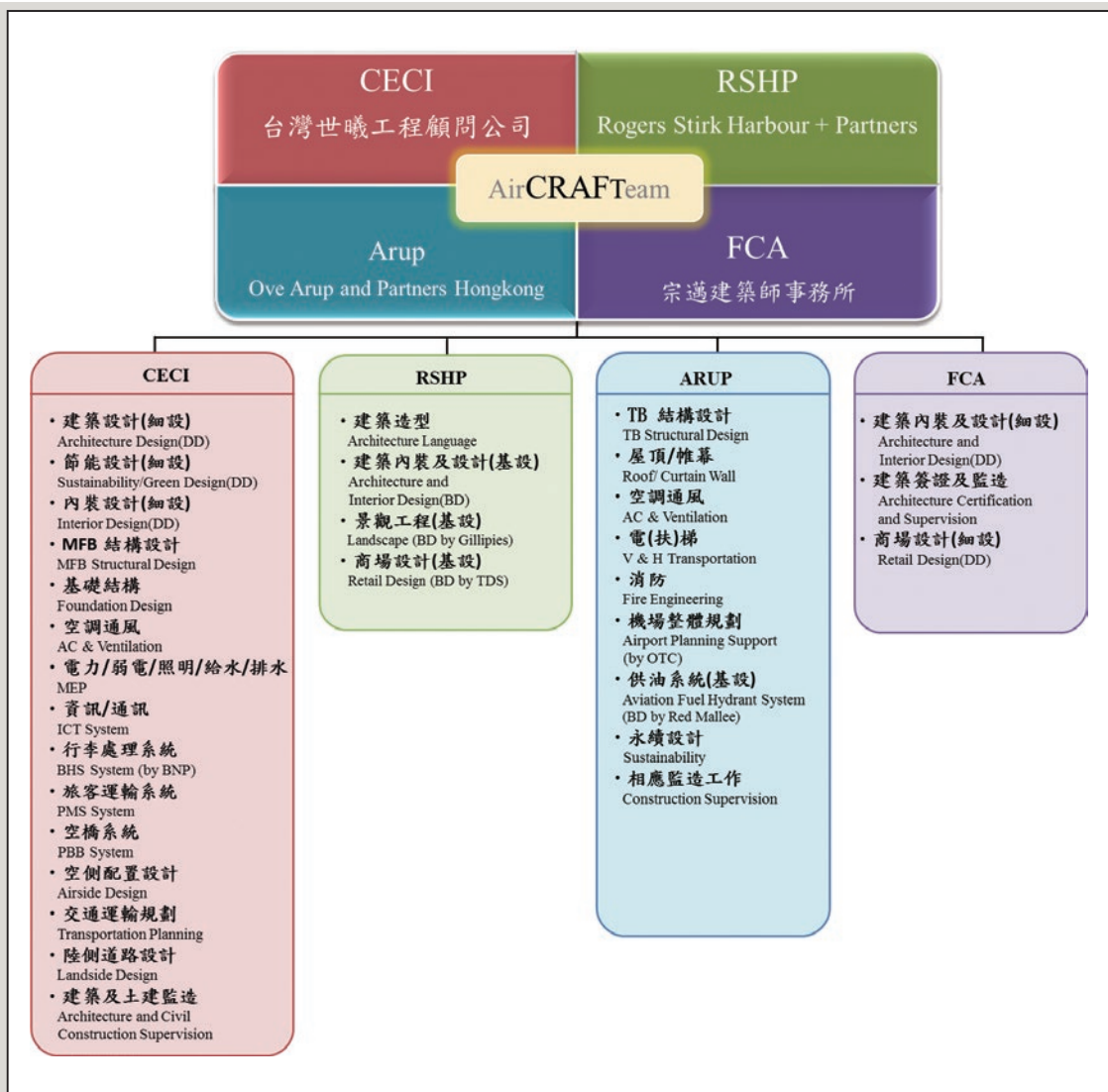


圖17 設計團隊成員與分工

(三) 國際廠商無法充分理解本地法規，亦無法完全融入既定俗成之實務作為，但對於商業條款極為重視與遵守，故協議文字宜儘量具體，而為因應需求而訂定共同遵守之原則或機制，亦為可行。

(四) 主體航廈標執行過程遭遇諸多障礙與困局，造成各成員經營負擔，代表廠商負有統整與管理專案之義務與責任，如何在公司績效與專案執行之間兼衡運作？如何在向業主爭取JV權益的同時，又必須約束團隊成員依契約及聯合承攬協議

盡其義務？實是一門折衝協調、應對進退的藝術。

三、利害關係人意見的紛陳與協調

航廈就如一個小型城市，進駐許多人口與單位，除航空公司外，尚有駐站管制旅客進出的四類單位，即通稱之CIQS，(海關Customs、移民署Immigration、疾管局Quarantine及航警Security)，以及附屬營運的地勤、商業設施與行銷單位，以桃園機場為例，共34個單位。

由於各類利害關係人的角色及分工不同，有不同的營運策略與營運模式，其對於空間分配與設備需求，會影響航廈建築空間及面積，譬如航空公司與航廈使用，目前國際航空聯盟

惟因可能影響施工進度，對於設計監造團隊有相當大的時間及界面協調壓力，需要耐心、審慎協調，但亦需要有效率的收斂與決策。



圖18 桃機公司但昭璧總經理主持利害關係人會議



圖19 桃機公司工程副總經理主持利害關係人會議

主要為星空聯盟（Star Alliance）、天合聯盟（SkyTeam）及寰宇一家（oneworld），一聯盟一航廈，或是多聯盟共享航廈，將影響航廈設計與空間規劃。又如CIQS，凡涉及安檢及證照查驗的動線與配置，均與航廈設施設計有極密切的關係，是介入航廈設計討論最多的單位。

設計階段共進行兩輪利害關係人訪談，總計辦理55場次會議，均由桃機公司以主辦單位身份邀會，由副總經理以上高階主管主持，相當重視，並對平面配置、隔間大小及使用方式，都詳細取得資訊(圖18、圖19)。後續於施工階段將進行第三輪訪談，勢必仍有許多意見需再協調，

四、公、私部門同時大量推案，不利大型、非常例型公共工程招標

第三航廈主體工程自107年5月起歷多次招標，迄110年3月決標，期間適逢公部門前瞻基礎建設及私部門建案與科技廠房同時大舉興案，形成資源排擠、推升營造價格、嚴重缺乏工程師及勞工人力，致廠商多選擇利潤高、回收期短、風險低的私部門建案，不利大型、非常例型公共工程招標而致流標。

(一) 大型工程推案量增加，營造廠能量趨於飽和

依工程會統計資料，104年公共工程決標件數41,456件，金額合計3,148億元；至109年件數成長至44,214件，金額6,409億元(圖20)，其中巨額工程由104年177件，合計1,219億元，大幅成長至109年321件，合計3,683億元(圖21)。進一步分析可得，104年至109年，決標件數增加2,758件，但決標金額卻大幅增加3,261億元，主要為巨額採購增加144件，成長幅度81%，決標金額增加2,464億元，成長達202%。

其次，由內政部營建署統計資料，核發建築及開工之總樓地板面積自105年起逐年成長(圖22)，其中以商業類、工業倉儲類及辦公服務類成長尤為顯著，表示台商回流後對於商辦及廠房之需求有明顯提升效果，亦增加相關工程案例量。再如美光、台積電等科技大廠陸續於國內擴大投資，新建廠房同時推出，在在造成國內營建市場需求擴大，吸引大型營造業及鋼鐵業者投入。

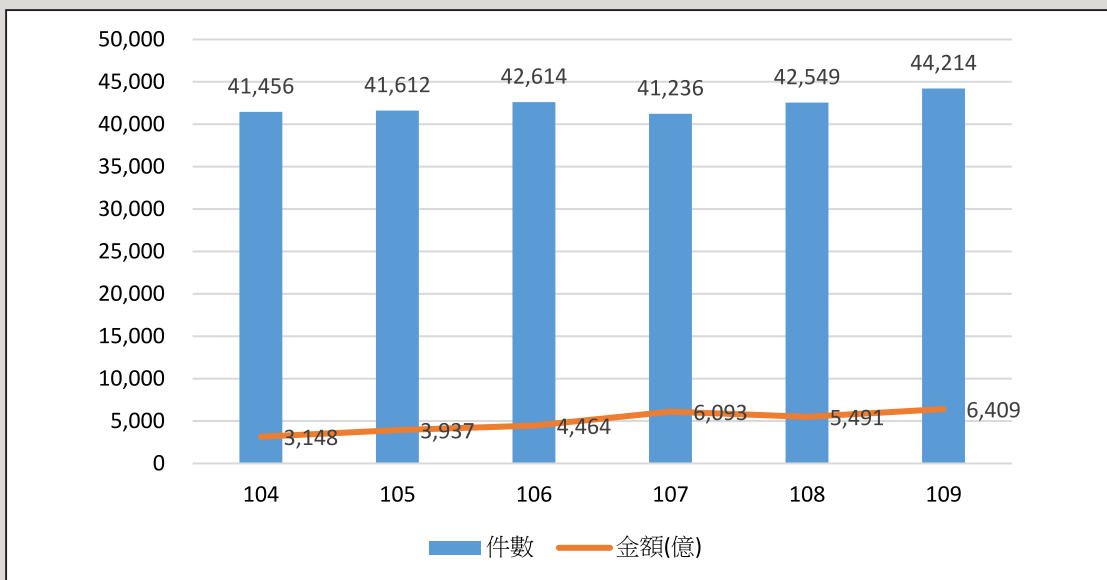


圖20 104~109年公共工程決標件數及金額

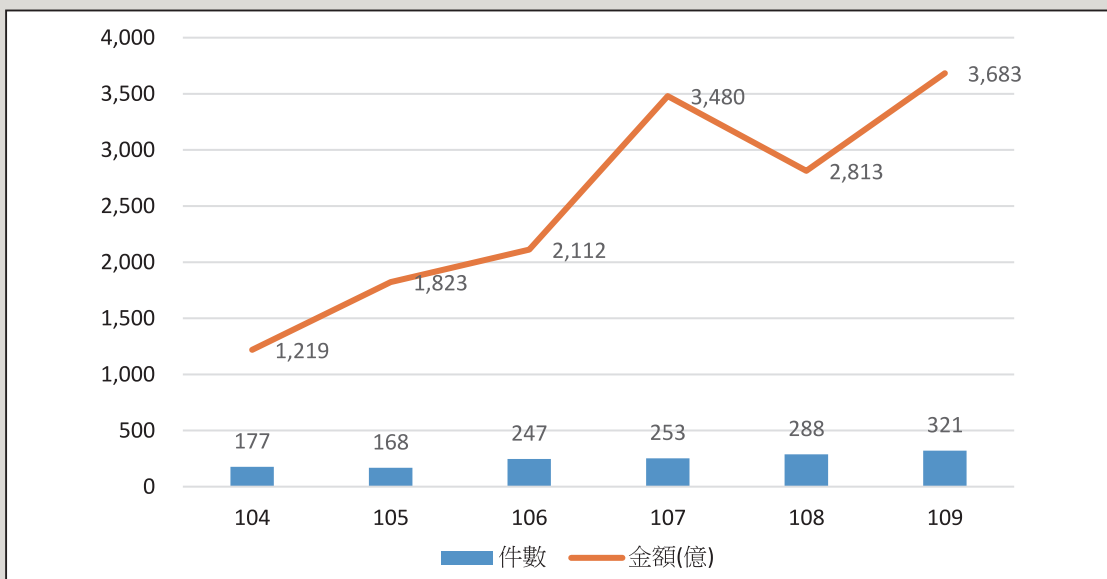


圖21 104~109年巨額採購公共工程決標件數及金額

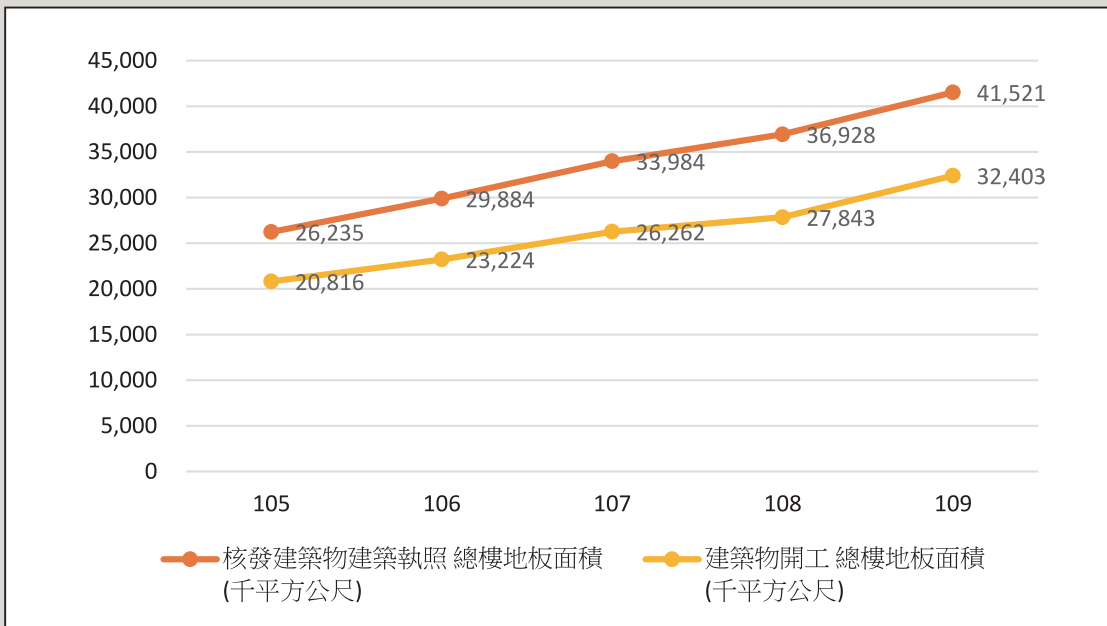


圖22 105~109年核發建築執照及開工之總樓地板面積

依內政部營建署營造業經濟概況調查報告，整體營造業數量由104年14,935家增加至108年15,649家(表6)，其中甲級營造廠由104年2,203家至108年2,482家，相較於工程需求面的大幅成長，供給面的營造業廠商並無明顯增加。進一步分析，108年營造業者有承攬政府工程者為5,460家，約占整體之34.9%，104年時為5,536家，呈下降趨勢，但期間公共工程決標金額卻大幅成長，顯示有承攬政府工程之廠商，其平均承攬金額有大幅增加，但以營造業員工人數由104年130,399人僅增加至108年141,368人推論，各營造廠之施工能量已趨飽和，公共工程進入所謂賣方市場，施工廠商於粥多僧少之市場現況，轉向挑戰性低、利潤高、風險低之工程進行投標，直接造成公共工程陷於流標困境。

(二) 營建物價大幅上漲

國內營建物價自105年起呈上揚趨勢，由行政院主計總處所公告之營造工程物價指數可見端倪(圖23)，自105年至110年7月，上漲幅度分別約10%~80%，其中以鋼筋及鋼板金屬產品漲幅最大，顯見國內營建物價較以往處於相對高檔，施工廠商需承受更大的成本風險，雖然工程契約訂有物價指數調整條款，但對廠商而言，仍需至少分攤總價2.5%之風險，於物價持續上漲之營造環境為不可承受之重；另對設計單位而言，因計畫預算早於設計啟動前即受匡列，而105年到目前之物價走勢，遠遠超過預算匡列當時所能合理預測，在功能需求及設計標準必須維持下，預算額度受有限制，造成計畫推動及招標阻力。

表6 104~108年營造業家數及員工人數統計

	104年	105年	106年	107年	108年
營造業家數	14,935	15,207	15,829	15,487	15,649
員工人數	130,399	134,428	133,472	131,243	141,368

資料來源:內政部營建署營造業經濟概況調查報告

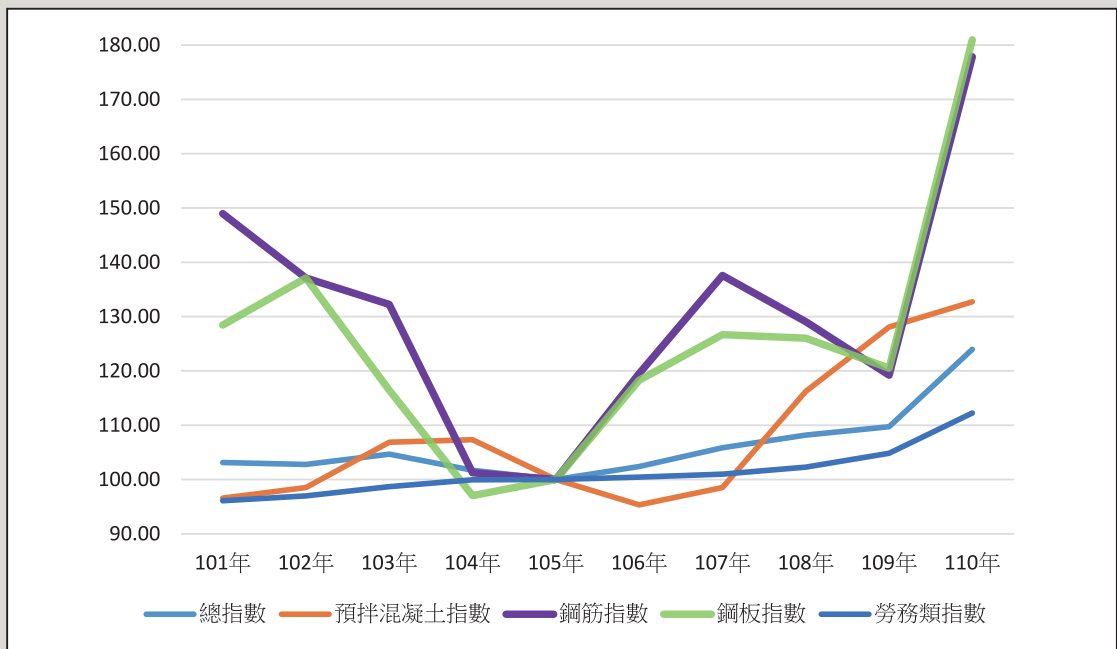


圖23 101~110年營造工程物價指數分年變動

(三) 人力短缺

依據內政部營建署109年營造業經濟概況調查報告，營造業勞工缺工總人數為48,809人，以缺少基層勞工37,173人最多(其中勞力工17,460人，技術性勞工19,712人)，其次為技術士7,296人，相對於整體員工數，缺額約佔整體之34.5%，顯見缺工問題嚴重。另COVID-19疫情因素，對於外籍勞工之引進無論時效或數量均有相當程度影響，對廠商而言，缺工環境將造成進度延遲、成本增加、品質下降等履約風險，衍生投標意願下降或轉向低風險標案之情形。

(四) 公共工程管理及稽核嚴謹

公部門為符合法令或防弊考量，訂有各級機關、各類之查核、稽核、稽查、督導等制度，程序繁雜、次數頻仍，指標性工程又有各方參訪需求，對廠商而言，需投入大量人力、物力及時間以備齊書件及現場安排，私部門工程則相對較無，形成廠商較為垂青原因之一。

五、國內營造業規模及量能不足，最終需由國外廠商主導承造

第三航廈為台灣專屬客製化的設計，並非僅建築單向思維，建築師綜合考量外型意象、航廈機能、結構安全、工藝水準、施工可行等面向。設計過程多次洽詢本地各類專業廠商，溝通研討，依其作業能力及施工經驗，回饋調整設計要求。在流標而外界質疑工程難度聲中，當目睹本地專業廠商自發性且主動按設計要求製作出全尺度雲頂實體模型時，所有參與者是感動的，因為台灣本地的工藝技術水準可充分印證獨特的設計理念具有施工可行性。(圖24)

所有的設計努力，除為第三航廈創造獨特性外，亦期待台灣各類專業廠商可一同參與建造，為此一特有建築共同努力，並藉參與提昇專精技術，向世界展現台灣能力。原期待能由國內營造廠商主導落實，但因前述原因，仍由兩家國外廠商主導投標，最終決標予韓國三星物產公司與榮工工程公司之聯合承攬團隊。未



圖24 全尺度雲頂(造型天花)實體模型

來仍期待國內各類專業廠商、材料供應商主動爭取機會，共同參與航廈興建。

六、工務程序精進

鑑於第三航廈工程規模不同以往，業主於招標期間即展開各項工務程序檢討，並邀請外部專家檢視桃機公司既定標準作業程序，包括如預付款請領、估驗計價、設計變更、先行施作、分段驗收等各項；除程序面檢討外，並由關聯標實際執行狀況預擬航廈標可能面對的執行關鍵，就關鍵事項預為考量精進作為。

各項工務程序檢討迄施工階段仍不斷檢視調整，譬如航廈土建標由國外廠商主導，由於無法詳細了解國內法規細節及執行實務，對各項疑義無論大小均以公文提出釋疑，自110年6月1日開工，四個月內已提出逾3百件釋疑，與以往國內工程執行模式有極大差異。由於工程會及業主並無既定程序可規範釋疑回應作法，業主、總顧問、設計監造及施工廠商經多次討論研訂程序，包括各角色工作權責、回應標準、釋疑圖說呈現與版次、時程限制，以及如何與後續變更適切分案、追蹤辦理，均為工務程序精進作為，圖25為目前仍在研議中之施工釋疑程序示意。

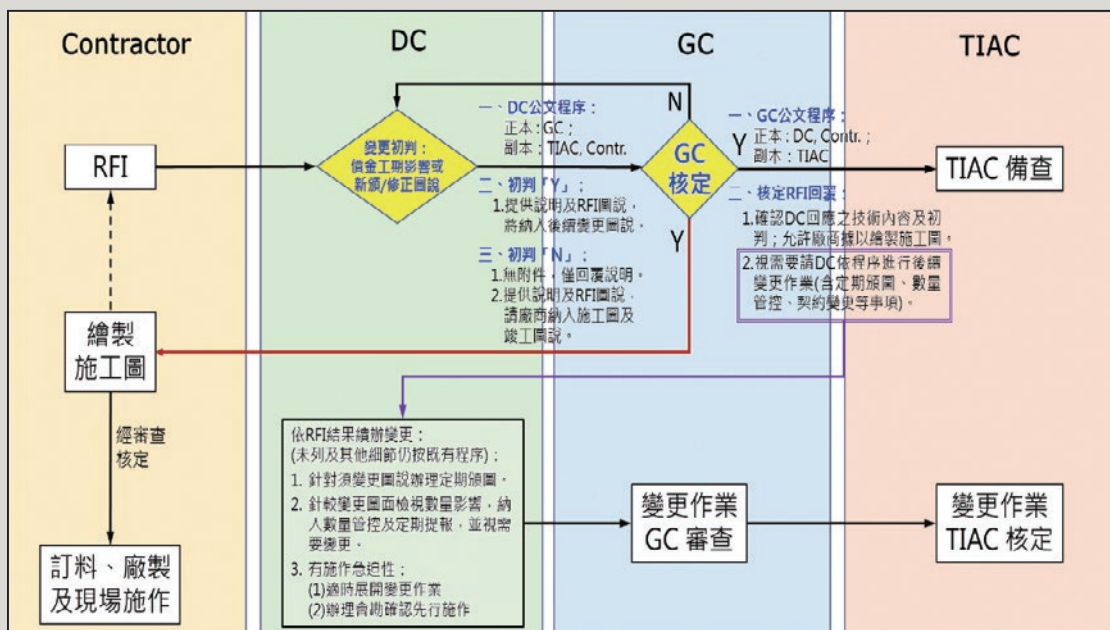


圖25 施工釋疑程序示意

七、施工監造因應韓國鋼構

第三航廈如飛鳥展翼的波浪型超大屋頂，以16支壯碩的巨柱撐托出大空間航廈，要實現如此宏偉獨特的建築，總計約需8.9萬噸鋼結構使用量。然而，招標時正逢前述國內營建業鋼結構普遍缺料、缺工，歷經多次招標，由韓國 Samsung C&T與榮工工程公司聯合承攬，因之鋼結構製造絕大多數採用國際上鋼鐵生產競爭力名列前茅之POSCO韓國浦項鋼鐵廠供材，而由韓國東星重工DSHI的星州廠與咸陽廠及台灣 KingSteel等三個鋼結構加工廠做為鋼結構之主要製造廠，生產據點如圖26。

因應韓國鋼構，鋼構材料規範及製造品質監管說明如下：

(一) 鋼構材料規範

依循採購法及國內成熟完備之工程招標制度與法規，於招標文件中之圖說與施工規範，對於鋼構材料有著清楚的規定，主要鋼材種類有CNS 13812 SN400YB & SN400YC(或



圖26 韓國鋼構生產主要據點

ASTM A36)、ASTM A572 Gr50、CNS 13812 SN490YB & SN490YC、CNS 4435 STK490、CSC SM570MB(或同等品)及CSC SM570MC(或同等品)等。(表7、表8)

表7 鋼材機械性質要求

結構物銲接結構用鋼(T3-CECI-TX2-RF-, T3-CECI-CNX-, T3-CECI-CSX- 系列圖面) STRUCTURE STEEL MATERIAL FOR T3-CECI-TX2-RF-, T3-CECI-CNX-, T3-CECI-CSX-			
種類 SPECIES		最小拉力強度Fu MINIMUM TENSILE STRENGTH Fu	最小降伏強度Fy MINIMUM YIELD STRENGTH Fy
桁架,其他 TRUSS,OTHER	CNS13812 SN400YB ASTM A36	4000 Kgf/cm ²	Fy ≥ 2520 Kgf/cm ²
鋼樓梯 STEEL STAIR 桁架,邊柱 TRUSS,EDGE COLUMN	ASTM A572 Gr50	Fu ≥ 4550 Kgf/cm ²	Fy ≥ 3520 Kgf/cm ²
大梁 MAIN BEAM 小梁 SECONDARY BEAM	CNS13812 SN490YB	5000 Kgf/cm ² ≤ Fu ≤ 6200 Kgf/cm ²	3300 Kgf/cm ² ≤ Fy ≤ 4500 Kgf/cm ²
H柱及箱型柱 H&BOX COLUMN	CNS13812 SN490YC		
圓管,方管 ROUND MEMBER	CNS4435 STK490	Fu ≥ 4900 Kgf/cm ²	Fy ≥ 3150 Kgf/cm ²
大梁,桁架 MAIN BEAM,TRUSS	CSC SM570MB 或同等品		
巨柱,斜撐,桁架 MEGA COLUMN BRACING,TRUSS	CSC SM570MC 或同等品	5800 Kgf/cm ² ≤ Fu ≤ 7300 Kgf/cm ²	4300 Kgf/cm ² ≤ Fy ≤ 5500 Kgf/cm ²

表8 SM570M鋼材增訂規格

SM570M為CNS 2947 G3057-92 SM570 材質之修訂規格,主要之變更在於限制鋼板之強度範圍並提昇鋼料之焊接性能與韌性以符合設計規範之需求.其材質規格說明如下:

適用範圍	鋼材規格代號	強度、韌性與品質增訂規格				焊接性與化學性增訂規格				
		降伏強度範圍 Fy(Kgf/cm ²)	降伏比 YR(%)	Charpy 衝擊值 (J)	厚度方向斷面 縮率 (%)	超音波檢 測 UT	碳當量 Ceq(%)	冷裂敏感指數 Pcm(%)	含磷量 P(%)	含硫量 S(%)
大梁	SM570MB	4300~5500	≤85% (t≤40mm) ≤80% (t>40mm)	註2	t≥50mm · 3個平 均值：25%以上; 單一值：15%以上	JIS G0901 等級Y(t≥ 13mm)(註4)	0.44以下 (t≤40mm) 0.46以下 (t>40mm)	0.29以下	0.030以下	0.008以下
H,箱型柱	SM570MC		≤85%	註3	t≥16mm · 3個平 均值：25%以上; 單一值：15%以上					

註1.SM570M為依據CNS 2947 G3057-92(JIS G3106-95)SM570 材質規格之修訂鋼板規格代號,未特別增訂說明之性質仍需符合SM570之相關規定。
 註2.SM570MB之CVN值除滿足原SM570規定之1/4 板厚位置之需求外(47J, -5°C); 板厚 t≥50mm時,增訂1/2 板厚位置CVN 值為27J 以上(-5°C)。
 註3.SM570MC之CVN值除滿足上述註2 之規定外,柱內隔板以EGW或ESW等高出熱量焊接程序施作時,其熱影響區需滿足15J 以上(-5°C)。
 註4.鋼板超音波檢驗須由原鋼板製造商施作並將檢驗結果標註於鋼板品質證明書。

緣於施工團隊採由POSCO韓國浦項鋼鐵廠供應本計畫所需鋼材,復因國際貿易間甚少採用CNS規格鋼材之因素,故於工程決標後至開工

前即定期邀集施工團隊,就應採用CNS規格鋼材交由POSCO供應案充分討論,俾確認其鋼材品質符合工程所需。相關規格比較如表9~表11。

表9 CNS 13812與JIS G 3136材質比較表

性質	建築結構用鋼材規格比較(SN490)							
	CNS 13812 (V. 100.10.25)				JIS G3136			
物理性質	SN490B				SN490C			
	6-100mm				16-100mm			
降伏強度/MPa	325~445 <small>(H型鋼Type1, ≤3mm, 85%以下; CNS 13812表7註1⁽¹⁾, 無上開規定)</small>				325~445 <small>(H型鋼Type1, ≤3mm, 85%以下; CNS 13812表7註1⁽¹⁾, 無上開規定)</small>			
抗拉強度/MPa	490~610 <small>(H型鋼Type1, ≤3mm, 85%以下; CNS 13812表7註1⁽¹⁾, 無上開規定)</small>				490~610 <small>(H型鋼Type1, ≤3mm, 85%以下; CNS 13812表7註1⁽¹⁾, 無上開規定)</small>			
伸長率%	6mm≤t≤16mm	16mm<t≤50mm	50mm<t≤100mm	100mm以上	6mm≤t≤16mm	16mm<t≤50mm	50mm<t≤100mm	100mm以上
	1A號試片 CNS 2112	1A號試片 CNS 2112	4號試片 CNS 2112	4號試片 CNS 2112	1A號試片 CNS 2112	1A號試片 CNS 2112	4號試片 CNS 2112	4號試片 CNS 2112
碳當量 (C _{eq})	熱處理(Heat Treatment) Beside of TMC		熱處理(Heat Treatment) TMC		熱處理(Heat Treatment) Beside of TMC		熱處理(Heat Treatment) TMC	
	t≤40mm	40mm<t≤100mm	t≤50mm	50mm<t≤100mm	t≤40mm	40mm<t≤100mm	t≤50mm	50mm<t≤100mm
降伏比(%)	80%以下 <small>(H型鋼Type1, ≤3mm, 85%以下; CNS 13812表7註1⁽¹⁾)</small>				80%以下 <small>(H型鋼Type1, ≤3mm, 85%以下; CNS 13812表7註1⁽¹⁾)</small>			
沙不吸收能(J)	t≥12mm時, V型凹口試片, 平行軋延方向 0°C, 27以上				t≥12mm時, V型凹口試片, 平行軋延方向 0°C, 27以上			
斷面縮率(%)	-				16mm<t≤100mm			
	-				25以上(90°) 25以上(180°)			
鋼材的焊接裝設 敏感性成分 (P _{eq})	熱處理(Heat Treatment) Beside of TMC		熱處理(Heat Treatment) TMC		熱處理(Heat Treatment) Beside of TMC		熱處理(Heat Treatment) TMC	
	-	t≤50mm	50mm<t≤100mm	t≤50mm	50mm<t≤100mm	-	t≤50mm	50mm<t≤100mm
化學性質	6mm≤t≤100mm				6mm≤t≤50mm			
C	0.18以下				0.18以下			
Si	0.55以下				0.55以下			
Mn	1.65以下				1.65以下			
P	0.030以下				0.030以下			
S	0.015以下				0.015以下			
B	未滿0.008				未滿0.008			

表10 CNS 2947&CSC SM570與JIS G 3106&POSCO PILAC-BT45材質比較表

建築結構用鋼料規範比較(SM570)													
性質	CNS 2947_V. 100.10.25&CSC SM570									JIS G3106_2015			
	SM570						SMS70TMC(POSCO PILAC-BT45)						
物理性質	SM570MB			SM570MC			SM570M CHW			t≤16mm	16mm<t≤40mm	40mm<t≤75mm	75mm<t≤100mm
	降伏強度kgf/cm ² (1kg=9.81N)	4300~5500 (421~540)			4300~5500 (421~540)			4300~5500 (421~540)			460以上 (N/mm ²)	450以上 (N/mm ²)	430以上 (N/mm ²)
抗拉強度kgf/cm ² (1kg=9.81N)	5800~7300 (569~716)			5800~7300 (569~716)			5800~7300 (569~716)			570~720 (N/mm ²)	570~720 (N/mm ²)	570~720 (N/mm ²)	570~720 (N/mm ²)
降伏比(%) (0.2% offset)	t≤40mm	t>40mm		-(不論板厚)			-(不論板厚)			-	-	-	-
	85%≤	80%≤		85%≤			85%≤			-	-	-	-
伸長率%	t≤16mm	16mm<t≤20mm	t>20mm	t≤16mm	16mm<t≤20mm	t>20mm	t≤16mm	16mm<t≤20mm	t>20mm	t≤16mm	16mm<t≤20mm	t>20mm	
	5號試片 CNS 2112	5號試片 CNS 2112	4號試片 CNS 2112	5號試片 CNS 2112	5號試片 CNS 2112	4號試片 CNS 2112	5號試片 CNS 2112	5號試片 CNS 2112	4號試片 CNS 2112	5號試片 CNS 2112	5號試片	4號試片	
	19以上	26以上	20以上	19以上	26以上	20以上	19以上	26以上	20以上	19以上	26以上	20以上	
厚度方向斷面縮率(%)	t≥50mm : 3個平均值:25%以上; 單一值:15%以上			t≥10mm : 3個平均值:25%以上; 單一值:15%以上			t≥16mm : 3個平均值:25%以上; 單一值:15%以上			SM570: PILAC-BT45:t≥16mm : 3個平均值:25%以上; 單一值:15%以上			
碳當量 (Ceq)	t≤40mm	t>40mm		t≤40mm	t>40mm		t≤40mm	t>40mm		t≤50mm	50mm<t≤100mm		
	0.44以下	0.46以下		0.44以下	0.46以下		0.44以下	0.46以下		0.44以下	0.47以下		
焊接冷裂敏感指數 (PCM)	-			-			-			t≤50mm	50mm<t≤100mm		
	0.29			0.29			0.29			0.28以下	0.30以下		
沙丕街擊試驗J	t≥12mm時, V型凹口試片, 平行軋延方向			t≥12mm時, V型凹口試片, 平行軋延方向			t≥12mm時, V型凹口試片, 平行軋延方向			t≥12mm時, V型凹口試片, 平行軋延方向			
	1.1/4*t-5°C, 47以上 2.If t≥50mm, 1/2*t-5°C, 27以上 is require			1.1/4*t-5°C, 47以上 2.If t≥50mm, 1/2*t-5°C, 27以上 is require			1.1/4*t-5°C, 47以上 2.If t≥50mm, 1/2*t-5°C, 27以上 is require			-5°C, 47以上			
化學性質	100mm以下			100mm以下			100mm以下			100mm以下(SM570)	100mm以下(PILAC-BT45)		
C	0.18以下 (CNS 2947 V. 100.10.25)			0.18以下 (CNS 2947 V. 100.10.25)			0.18以下 (CNS 2947 V. 100.10.25)			0.18以下	0.18以下		
Si	0.55以下 (CNS 2947 V. 100.10.25)			0.55以下 (CNS 2947 V. 100.10.25)			0.55以下 (CNS 2947 V. 100.10.25)			0.55以下	0.55以下		
Mn	1.70以下 (CNS 2947 V. 100.10.25)			1.70以下 (CNS 2947 V. 100.10.25)			1.70以下 (CNS 2947 V. 100.10.25)			1.70以下	1.60以下		
P	0.030以下 (Contract command)			0.020以下 (Contract command)			0.020以下 (Contract command)			0.035以下	0.020以下		
S	0.008以下 (Contract command)			0.008以下 (Contract command)			0.008以下 (Contract command)			0.035以下	0.010以下		
焊接要求 (本工程增訂規格)	-			-			柱內隔板以E5W或E5W等高入熱量焊接程序時, 其熱影響區CYN須滿足15J以上(-5°C)。			柱內隔板以E5W或E5W等高入熱量焊接程序時, 其熱影響區CYN須滿足15J以上(-5°C)。			

表11 CNS 4435 STK490與JIS G 3444 STK490材質比較表

建築結構用鋼料規範比較(STK490) - 건축구조용 강재규범 비교					
性質	CNS 4435			JIS G 3444	
物理性質	STK490			STK490	
降伏強度N/mm ²	315以上			315以上	
抗拉強度N/mm ²	490以上			490以上	
伸長率%	d≤350mm	350mm<d		d≤350mm	350mm<d
	11, 12號試片	5號試片		11, 12號試片	5號試片
	23以上	18以上		23以上	18以上
化學性質					
C	0.18以下				
Si	0.55以下				
Mn	1.65以下				
P	0.035以下				
S	0.035以下				
B	未滿0.0008				

鋼板品質經討論確認後，施工團隊決議採符合JIS規格之鋼材(須等同或優於CNS規格)為本工程鋼結構用料，經與CNS鋼材規定比對，其材質不遜於CNS規定，故施工團隊依規定提送廠商資格文件送審，獲業主同意備查。有關材料進場檢驗頻率，經查JIS及CNS規定亦皆相符，故要求施工團隊於材料進場時依契約規定辦理送驗事宜，俾確保鋼板材質符合所需。

(二) 製造品質監管

國內公共工程有著完備的三級品管制度，但因應鋼結構製造於韓國加工廠生產的特殊情勢，增加監造海外駐廠檢驗的費用，復因COVID-19疫情，造成額外的檢疫隔離時間與費用。由於不同於國內鋼構加工製造檢驗，必須另為適當辦理，利用與國外廠商合作之契機，先完成建立品管首輪程序及制度，再由符合國際ISO/IEC 17020:2012 TYPE A第三者檢驗機構資格之TUV執行，在符合契約與監造計畫下完成鋼構品管檢驗，開創新的檢驗制度里程碑。其

作法為監造先派員赴韓國駐廠監造，執行初期應辦理的工作，如完成鋼構驗廠、銲工考試、初期材料檢驗及完成後續品管首輪程序的建立。

八、施工監造因應疫情的作為

第三航廈需有為數龐大的營建施工與監造人員，開工初期適遇COVID-19疫情嚴峻期間，相關防疫執行經驗要述如下：

(一) 辦公室分艙作業

監造辦公室原為開放式空間，僅依各標/組做配置區劃，彼此間並未有實體隔屏，考量COVID-19傳染之影響及個人在外行為無法全盤掌控，辦公室分艙能有效預防及避免全體染疫的可能性。

辦公室分艙以各標/組為區劃，各標/組之間以塑膠透明布為隔屏加以區隔(圖27)，各區塊各

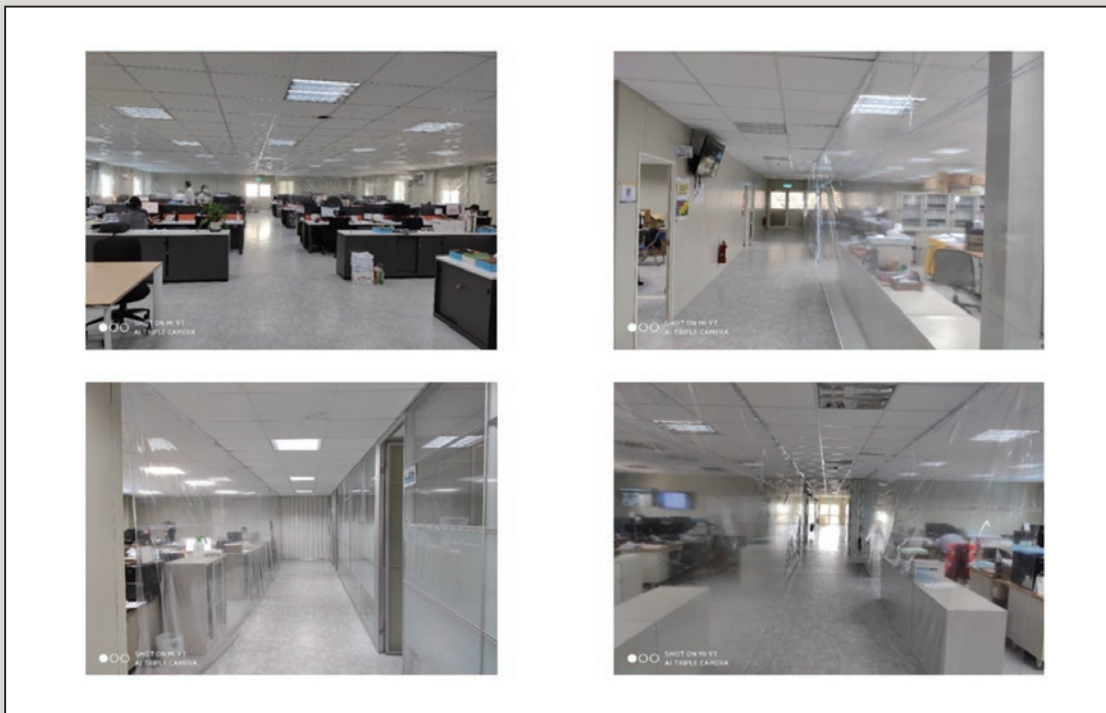


圖27 以塑膠透明布隔屏區隔辦公空間

留出入口以區隔動線，透過塑膠透明布隔屏仍可進行工作溝通，但可避免各標/組間因未有實體區隔，而有人與人之間接觸過密情形，避免一旦有人染疫而造成全體染疫之高度風險。

(二) 內業及人力支援

工地工進之推動需要監造人力駐地督導，所有施工過程皆需留下文件資料備查，一旦發現有同仁或工地經確診感染時，個人業務將無法持續進行，更甚者標內全體同仁可能依法令被匡列而必須隔離，則整標工程推進及內業將受影響停滯，故為防患於未然，採取業務各標互助支援，雖然各標已採分艙區隔，惟仍需防止人與人過於頻繁接觸，致生染疫情形，相關要項如下：

1. 固定人員送件
監造業務日常作業涉及文件提送、用印

等，各標指派固定人員為之，減少人員接觸。

2. 標別互動

標與標之間工程交流，以電話、視訊聯繫為主，面對面討論為輔，倘仍須當面討論時，利用隔屏間隔進行討論。

3. 跨艙、跨標別支援模式

當因疫情致需啟動各標支援模式時，為避免某標人員感染而致全標人員感染，或波及鄰座之標別感染，故採跨艙、跨標別支援方式，確保各標均有健康人員可執行監造工作。(圖28)

(三) 監造人力分流

各標/組依其工程特性實施監造人力分流，一部分人力遠距上班，一部分人力留守辦公

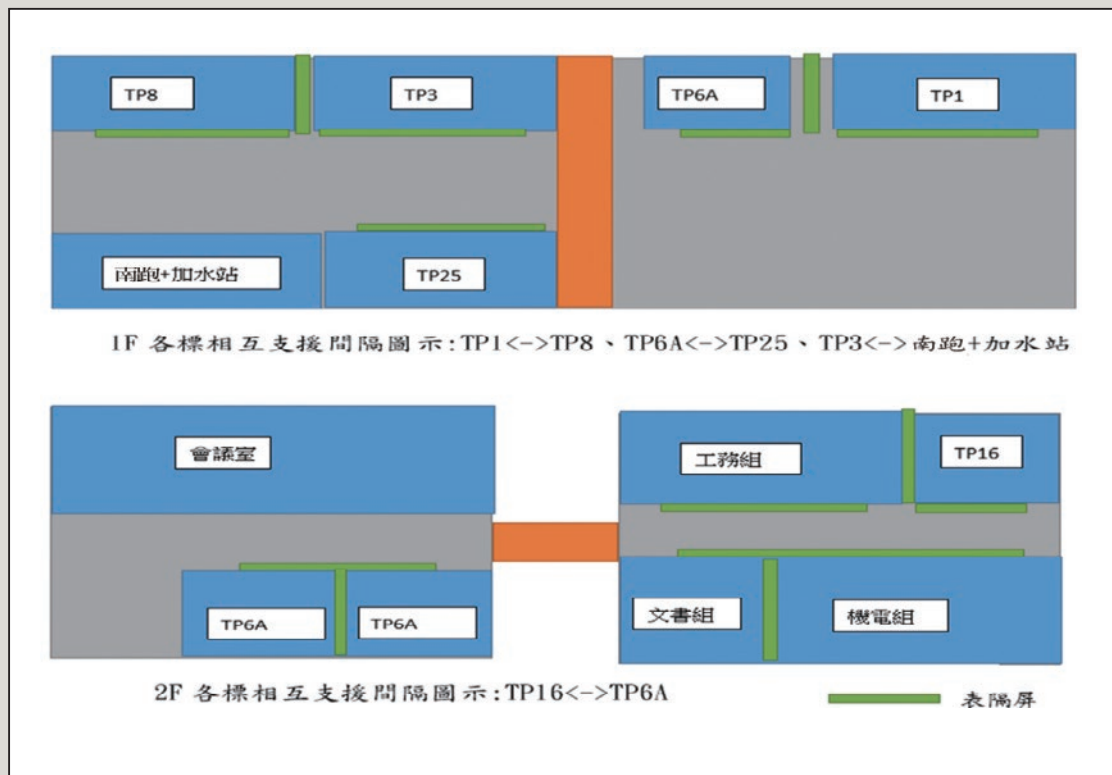


圖28 辦公室分艙跨標支援圖

室，分流上班作業，保持適量有效之人力，避免同一標/組因疫情造成全員停擺。

(四) 監造廠驗及驗廠分流

疫情期間必須辦理廠驗、驗廠作業時，總顧問、監造、廠商代表，各單位應自行前往目的地完成既定工作，避免因群聚無法保持社交距離。

(五) 訂定員工個人管理、門禁與訪客管理、會議場地及設施管理之防疫規則

(六) 疫苗施打

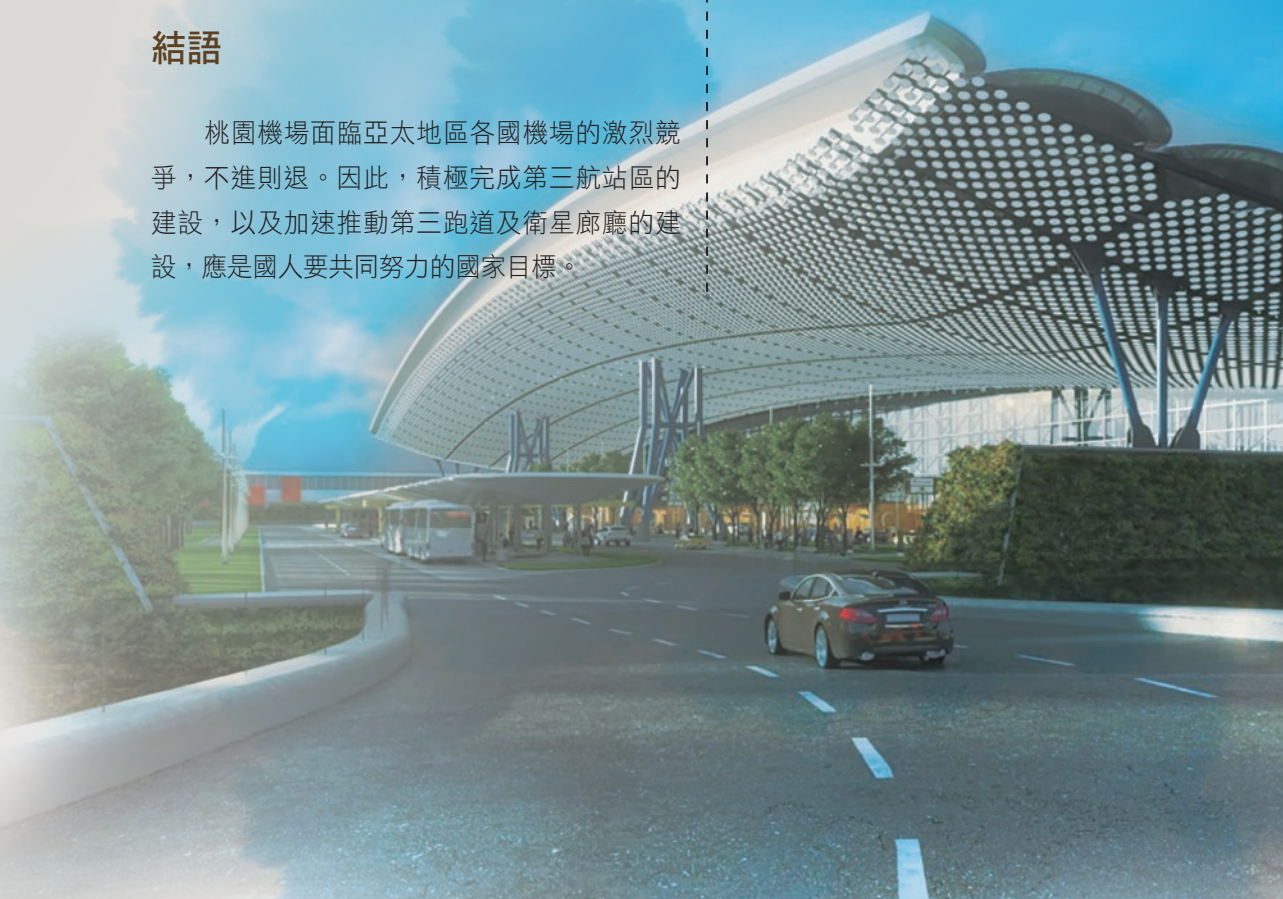
目前監造人力逾120名，配合機場防疫規定，積極辦理人員疫苗施打，全體第一劑已施打完成，第二劑施打率為81%。

結語

桃園機場面臨亞太地區各國機場的激烈競爭，不進則退。因此，積極完成第三航站區的建設，以及加速推動第三跑道及衛星廊廳的建設，應是國人要共同努力的國家目標。

第三航廈的設計理念，除形塑臺灣門戶的獨特性(Unique)與識別性，兼顧建築本體的外觀造型與實用，更重視旅客與使用者的行為模式，希冀能創造旅客體驗的成果回饋，提供一處讓所有旅客感到美觀、有效率、具空間內涵、以旅客的舒適親和為優先考量的綠建築航廈。同時，航廈也要隨時得以依據旅客或使用者對於空間的需求而改變，卻不影響空間品質。

第三航廈主體工程已於本(110)年6月1日正式開工，行政院、工程會及交通部在7月11日第一次視察，有勉勵，亦有期許。做為第三航廈設計監造團隊的代表廠商，台灣世曦有信心將其興建成為亞洲創新改變空中旅行經驗的新航廈，成為世界國際機場航廈的新標竿。



稿約格式

一、文字：稿件應以中文或英文撰寫，中文及英文摘要以400字為限。

二、單位：所有含因次之量須採用SI單位公制。

三、打字：

來稿請使用電子檔（以Word編排）圖、文需以單欄橫向編排方式，共同排列在文稿內(過大的圖或表可以附件方式呈現)，論文之長度(含圖)字數限5-6,000字以內；左、右邊界2.5公分，上、下邊界3公分，內文字體為細明體12點字，行距為1.5倍行高。

四、題目/作者：

論文題目宜簡明，作者姓名、任職機構、部門、職稱、技師科別列於論文題之下方，其服務部門及職稱以1, 2, 3編號註記在首頁末，另附上作者之生活照高畫質之電子檔。

五、關鍵詞：在題目中須選出中文及英文二至四個關鍵詞，並置於作者姓名下方。

六、章節及標題：論文之章節標題須列於稿紙之中央對稱位置，且加編號。小節標題亦應加編號但必須從文稿之左緣開始，例

壹、大標題（居中）

一、中標題（齊頭）

(一) 子標題（齊頭）

1、小標題（齊頭）

(1) 次小標題（齊頭）

七、數學式：所有公式及方程式均須書寫清楚，其後標式號於圓括弧內。為清晰起見，每一式之上下須多空一列。

八、長度：論文之長度(含圖)，內文以不超過6,000字或其相當之長度為準(以A4規格約8頁(含圖)計算)。

九、插圖與圖表：不論在正文中或圖裡本身，所有圖表、照片必須附有編號及標題或簡短說明，其編號請用阿拉伯數字，不加括號表示。如圖1、表2；Table 1、Figure 2，表的標題置於表的上方中間，圖的標題置於圖的下方中間。

十、符號：內文所有符號須於符號第一次出現時加以定義。

十一、參考文獻：

所有參考文獻須按其在文中出現之先後隨文註號碼於方括弧內，並依序完整列於文末；文中引用提及作者時請用全名，未直接引用之文獻不得出現。

參考文獻之寫法須依下列格式：

(1)期刊

林銘崇、王志成，「河口海岸地形變化之預測模式」，中國工程學刊，第六卷，第三期，第141-151頁(1983)。

Bazant, Z. P., and Oh, B. H., "Strain-rate effect in rapid triaxial loading of concrete," Journal of Engineering Mechanics, ASCE, Vol.108, No.5, pp.764-782(1982).

(2)書籍

張德周，「契約與規範」，文笙書局，台北，第177-184頁(1987)。

Zienkiewicz, O. C., "The Finite Element Method," McGraw-Hill, London, pp.257-295(1977).

(3)論文集

蔡益超、李文友，「鋼筋混凝土T型梁火災後彎矩強度之分析與評估」，中國土木水利工程學會71年年會論文集，臺北，第25-30頁(1982)。

Nasu, M. and Tamura, T., "Vibration test of the underground pipe with a comparatively large cross-section," Proceedings of the Fifth World Conference on Earthquake Engineering, Rome, Italy, pp.583-592(1973).

(4)學位論文

陳永松，「鋼筋混凝土錨座鋼筋握裹滑移之預測」，碩士論文，國立成功大學建築研究所，台南(1982)。

Lin, C. H., "Rational for limits to reinforcement of tied concrete column," Ph.D. Dissertation, Department of Civil Engineering, University of Texas, Austin, Texas (1984).

(5)研究報告

劉長齡、劉佳明、徐享崑，「高屏溪流域水資源規劃系統分析之研究」，國立成功大學臺南水工試驗所研究報告，No.53，台南(1983)。

Thompson, J. P., "Fire resistance of reinforced concrete floors," PCA Report, Chicago, U.S.A., pp.1-15(1963).



編後語


本期(132)期主題為「變。極端環境中的建築趨勢」，建築工程不僅要前瞻規劃滿足業主要求，專業工程人亦需因應外在環境、使用行為及模式改變，提出更符合人性的設計；善用科技工具及新工法，建構更通用更有彈性的韌性永續環境。

十分感謝交通部民用航空局場站組林宏憲組長、國家住宅及都市更新中心黃景茂執行長等二位專訪人物，於公務繁忙之中，撥冗接受本刊專訪，以及新北市政府捷運工程局李政安局長、台北科技大學彭光輝教授等撥冗賜稿，他們的精闢見解及寶貴資訊，特予整理報導以饗工程專業讀者。本期編輯團隊也感謝各專題技術論文作者整理執行計畫的成果，利用公忙之餘，費心撰寫專文，不吝將寶貴的實務經驗做分享，值得提供各界參考，在此一併致上謝忱。

附記：

本刊於每年一、四、七、十月份以季刊方式發行，來稿請備紙本稿件一式乙份及原稿電子檔，以掛號郵寄台北市11491內湖區陽光街323號10樓，台灣世曦工程顧問股份有限公司／企劃部轉『中華技術』編輯小組收。



 財團中華顧問工程司
法人 CHINA ENGINEERING CONSULTANTS, INC.

台北市10637辛亥路二段185號28樓
28F, No.185, Sec. 2, Sinhai Rd., Taipei 10637, TAIWAN
Tel: (02) 8732-5567, Fax: (02) 8732-8967, <http://www.ceci.org.tw>

CECI



台灣世曦

工程顧問股份有限公司

www.ceci.com.tw



金門大橋工程



Creativity · Excellence · Conservation · Integrity

台北市11491內湖區陽光街323號
No. 323 Yangguang Street, Neihu District, Taipei City 11491, TAIWAN
Tel:(02) 8797-3567 Fax:(02) 8797-3568
http://www.ceci.com.tw E-mail:pr@ceci.com.tw

用心 做好每一件事情

匠心，才得以淬煉「專業」品質
誠心，才足以貫徹「人本」信念
悉心，才可以恢宏「關懷」情操
台灣世曦永遠以「心」為出發
持續履行對土地、對人民不變的承諾
一個環境永續的生態樂園
一個幸福溫馨的生活家園