

跨與拓

海外足跡與挑戰



中國

約旦

沙烏
阿拉

度

泰國

越

菲

馬來
西亞

新加坡

聖多美
普林西比

史瓦
濟蘭

印尼

CONTENTS

中華技術 110

目錄

專輯前言

1 | 人物專訪

6. 訪中華民國對外貿易發展協會行銷專案處處長陳英顯談跨出台灣、拓展海外工程業界市場.....
.....整理：彭景芬·攝影：詹朝陽

2 | 專題報導

14. 印尼海外工作經驗分享與生活紀實
.....李曲原
28. 印尼雅加達捷運CP106標之創新設計
.....呂衍緯、蔡淵堯、RickY Kurniawan、
黃碩儒、林逸亭、譚家瑞、陳幼華、李元唐



發行人 尹承蓬
主任委員 陳茂南
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>
本期定價新台幣480元，全年四期新台幣1,600元

編審工作小組
總召集人 李建中
副總召集人 張荻薇
110期召集人 苗華明
110期審查委員 黃文鑑、陳幼華、曾淳錚、林信忠、
魏雲魯、馮道亨、黃炳勳、林曜滄

總編輯 周昌典
副總編輯 李志宏
執行編輯 袁雅玲
編輯 詹朝陽、劉彥男、吳小苓、季竺貞
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 ◎



40. 前進非洲—史瓦濟蘭生技園區開發及首都醫院門診中心改建經驗分享.....

.. 江怡廷、蔡欽耀、吳律平、曾淳錚、邱寧潮、伊釗

54. 泉城的好味道—愛之味山東濟陽廠設計經驗及展望.....

林信忠、伊釗、陳傳興

72. 複製與創新—南通科學工業園區概念性規劃.....

.... 魏雲魯、劉國慶、蕭勝雄、葉曉葵、張念如

92. 台灣智慧運輸技術登陸長三角之經驗... 馮道亨、李文燾、黃惠隆、施鈞明、張佳雯

102. 印尼Indofood公司雅加達Bogasar i麵粉廠廠區設備檢測、補強改善之規劃.....

..... 黃炳勳、蔣啟恆、吳弘明、楊文祥、呂榮芳、戚樹人

114. An insider's look at the world's best infrastructure project: An interview with Mr. Dono Boestami, President Director of PT MRT Jakarta.....

...Gabrie Gleatemia、馬富強、譚家瑞、陳幼華

120. 印尼經驗回顧與展望.....

..... 吳偉瑛、張俊陽

128. 馬來西亞工程市場商機概況... 陳高仕

134. 接觸國際金融組織工作經驗分享... 黃文鑑



3 | 勘災報告

144. 2016年二月六日美濃地震勘災報告

張荻薇、王炤烈、廖學瑞、林曜滄、張英發、蔣啟恆、蕭秋安、謝慶和

編後語



專輯前言

海外地區是我工程顧問同業相對陌生，但卻是應積極參與及早規劃的市場。然而，海外各地工程規範、標準、環境、法規、作業習性等，與國內迥異，再加上語言、文化的不同，海外工作之推展相較國內益形困難。

鑒於國內基礎建設日趨飽和，我同業若不能及早投入並熟悉海外市場之運作，待未來國內業務萎縮、來源不濟時，始圖謀在短時間內獲取大量且合宜的海外業務，將緩不濟急，難以有成。因此，就國內大型同業而言，不論目前的國內業務量是否可以支撐公司營運，都必須維持海外市場參與，保有海外計畫執行能力及儲備具專業的海外業務人力，俾利逐步擴大海外業務量能，以補國內業務之不足。

海外業務機會雖多，但其樣態複雜、風險高且地域特性強，適合我同業參與之海外標案有限，除了「亞洲開發銀行 (ADB)」、「世界銀行(WB)」、「日本國際協力機構(JICA)」、「中國進出口銀行(EIBC)」等國際行庫的貸款計畫外，還包括我政府援外計畫及民間投資計畫等。至於當地國政府預算之計畫，往往有資質限制且通常不開放國際標，除非在當地國成立子公司並擁有相應資質，否則可參與之計畫極為有限，能創造之服務費收入也相對微薄。

「台灣世曦工程顧問股份有限公司」延續中華顧問工程司，自1974年在印尼開展第一個海外計畫以來，迄今已有40餘年的海外業務執行經驗。所提供之海外服務從早期的公路工程及移墾計畫，擴展至現今的工業區開發、水資源、港灣、機場、捷運及廠房等各種專業。服務地區也從早期的印尼及中東，拓展至越南、中國、非洲及中南美洲等地。

本期中華技術特別商請台灣世曦公司在印尼、史瓦濟蘭、中國及越南等地辦理海外計畫的同仁向大家做了一些經驗分享。除此之外，也請台灣世曦公司常駐印尼、馬來西亞及曾借調歐洲開發銀行的同仁與大家分享他們的工作經驗、當地市場概況及未來展望，希望能協助讀者及有志參與海外工作人士對海外業務有多一些了解。

在尚未開發或較陌生的海外地區，由於業務競爭對手有限，較易發展成為藍海市場。機會是留給有準備的企業，只要做好風險評估與完善的準備，抓住良機，認真執行，就會成為贏家。



台灣世曦工程顧問股份有限公司

副總經理

尚華明



專輯前言

海外地區是我工程顧問同業相對陌生，但卻是應積極參與及早規劃的市場。然而，海外各地工程規範、標準、環境、法規、作業習性等，與國內迥異，再加上語言、文化的不同，海外工作之推展相較國內益形困難。

鑒於國內基礎建設日趨飽和，我同業若不能及早投入並熟悉海外市場之運作，待未來國內業務萎縮、來源不濟時，始圖謀在短時間內獲取大量且合宜的海外業務，將緩不濟急，難以有成。因此，就國內大型同業而言，不論目前的國內業務量是否可以支撐公司營運，都必須維持海外市場參與，保有海外計畫執行能力及儲備具專業的海外業務人力，俾利逐步擴大海外業務量能，以補國內業務之不足。

海外業務機會雖多，但其樣態複雜、風險高且地域特性強，適合我同業參與之海外標案有限，除了「亞洲開發銀行 (ADB)」、「世界銀行(WB)」、「日本國際協力機構(JICA)」、「中國進出口銀行(EIBC)」等國際行庫的貸款計畫外，還包括我政府援外計畫及民間投資計畫等。至於當地國政府預算之計畫，往往有資質限制且通常不開放國際標，除非在當地國成立子公司並擁有相應資質，否則可參與之計畫極為有限，能創造之服務費收入也相對微薄。

「台灣世曦工程顧問股份有限公司」延續中華顧問工程司，自1974年在印尼開展第一個海外計畫以來，迄今已有40餘年的海外業務執行經驗。所提供之海外服務從早期的公路工程及移墾計畫，擴展至現今的工業區開發、水資源、港灣、機場、捷運及廠房等各種專業。服務地區也從早期的印尼及中東，拓展至越南、中國、非洲及中南美洲等地。

本期中華技術特別商請台灣世曦公司在印尼、史瓦濟蘭、中國及越南等地辦理海外計畫的同仁向大家做了一些經驗分享。除此之外，也請台灣世曦公司常駐印尼、馬來西亞及曾借調歐洲開發銀行的同仁與大家分享他們的工作經驗、當地市場概況及未來展望，希望能協助讀者及有志參與海外工作人士對海外業務有多一些了解。

在尚未開發或較陌生的海外地區，由於業務競爭對手有限，較易發展成為藍海市場。機會是留給有準備的企業，只要做好風險評估與完善的準備，抓住良機，認真執行，就會成為贏家。



台灣世曦工程顧問股份有限公司

副總經理

尚華明



訪中華民國對外貿易發展協會行銷專案處處長

陳英顯

談

跨出台灣、拓展海外 工程業界市場

壹、前言

陳英顯處長 - 中華民國對外貿易發展協會(下稱貿協)行銷專案處處長，為日本國立京都工業大學高分子研究所碩士，曾任貿協東京台灣貿易中心主任、行銷專案處代處長、市場拓展處副處長及福岡辦事處主任，行銷資歷豐富且積極推動台灣文化及科技產業。於民國96年及97年曾舉辦過外交部「國外綜合商展委辦案」以及於99年舉辦過經濟部「延攬海外科技人才」等重要計畫。

在1960年代台灣經過了蓬勃的經濟成長後，把台灣的封閉經濟帶入比較廣闊的世界經濟圈，把台灣的製造業、輕重工業推向國際，創造了台灣經濟奇蹟。接下來有關台灣工程產業國際化如何養成也是一項重要議題。本期刊很榮幸於民國105年4月1日專訪到陳英顯處長，來為我們探討台灣工程顧問業如何走向國際化、如何創造另一個工程產業的奇蹟!

貳、訪談紀要

問：台灣世曦公司配合交通部及外交部的政策以及搭配民間投資，遠赴海外、「跨」越了國界、進行了一些海外業務的「拓」展，包括鄰近的中國大陸，東南亞的印尼、越南與馬來西亞，遠至非洲史瓦濟蘭；想請教處長，由於在海外的業務拓展難免會面臨一些不同挑戰，我們需要如何去克服和拓展海外業務的機會？

答：先循著議題「跨」與「拓」來交換一下意見。我們國內的工程技術已有許多年的發展歷史了。首先，我們國內的資訊與通訊科技(ICT)產業工程技術發展的很不錯，如果再加上結合

營建技術以及ICT在工程上和智慧交通的運用等，我想對於「跨」這個部分，也將會是台灣的強項之一。國內有許多年輕的技術人才，語言能力很好，而我也發現台灣有一個特別的人力資源 - 印尼到台灣來的留學生佔外國留台學生很大的比例；過去十餘年來，台科大所訓練的印尼留學生高達1700多位，而這些學生畢業後也陸續地回到他們的國家，擔任重要職務，對我們來說這些學生是有相當影響力的，亦可以與他們衍生出許多合作機會。跨領域來說，因為台灣現在國內市場小，反而海外市場有無限大的想像空間，只要願意走出去，將會有很大的商機。

但以「拓」來說，是相對比較辛苦的，



大部份是需要大家密切合作，在國際上進行團體賽，如何結合政府跟民間的資源，將會是台灣業者向外推廣的重要環節。台灣擁有很多良好的建設實績，水準不亞於先進國家，像我們的捷運讓我們可以橫跨大台北地區，非常便利，我們的公共設施也比以往改善許多，讓我們的工作、生活更加方便；我們的公車到站系統，只需要下載手機APP便可知道公車到站時間，而這個例子在台灣運用的很成熟，也是台灣比國外還要領先的一種智慧運輸技術。但是很可惜的是，在市場面來說，目前國外對台灣業者不熟悉，台灣廠商在國外市場的能見度很低，因此如何與國際接軌，並跟國際保持一種 Public Relations (PR)的關係已成為關鍵。

問：請問處長，我們台灣工程顧問業在國際上的行銷熱點有哪些？

答：首先，我想要提的是台灣的民眾有很好的節能減碳觀念，而節能減碳則是現在及未來的一種必然趨勢，這也說明著裡面藏有商機。舉例來說，微笑單車(YouBike)可以和台灣世曦搭配，讓我們的微笑單車在國際上成為很良好的一個節能減碳的示範。很多亞洲的城市在實施城市腳踏車，但是普遍不成功；我們的微笑單車平均日周轉率高達8.5次，領先亞洲其他國



(左1)黃文鑑協理 (左2)苗華明副總經理 (左3)彭景芬工程師

家；像是在日本，他們有72個城市實施公共自行車，但是自行車的日周轉率僅0.45次。

以市場面來說，像YouBike國際化的經驗較為不足，所以可以結合土木及交通工程、都市及景觀規劃、智慧系統及維修服務，整合成一個團隊，來推廣我們成功的台灣經驗；這樣的一個行銷熱點，將可以創造出很多後續的商機，這種成功的案例如能推廣到海外，也對我們國家的形象有很大的幫助。日本在這方面也開始向台灣取經，他們自己虛心地探討能夠把哪些技術或經驗帶回日本；例如我們捷運站的



(右3)葉吉隆組長 (右2)陳英顯處理 (右1)羅怡婷專員

標示都非常明確，各捷運站出口有哪些公車可以搭乘的標示，以及路口地標、捷運站、公車上提供免費Wi-Fi等，都是讓他們覺得值得學習的地方，讓他們覺得我們的建設是很友善的(friendly)。只是我們尚未輸出到國際上，這樣的成功經驗在海外絕對是有商機的，而推到國際上仍需要一些時間跟整合。

對於全球化市場而言，台灣可以比擬為是亞洲一個很好的測試基地，只要在台灣測試成功的產品，西進中國大陸一定也成功。以日本的住友集團為例，和我們台灣的三商集團合作

也是這個道理；把台灣當作一個測試基地，日本本地在後台做技術的支援，住友集團的目的在於測試市場，在台灣測試沒問題後則可以再進軍到亞洲其他國家。工程業界也可以思考怎麼把台灣當作一個測試市場，例如ETC(遠通電收)在短短兩年內，在台灣的普及率即達百分之百，日本推行ETC快二十年了，普及率還是很低；另外在越南也準備採用遠東電收的ETC系統，越南考察了所有其他國家的交通建設，包含歐美、日本，但是相較之下，他們認為台灣的ETC才是最適合他們的交通建置，相對來說台灣的ETC建置成本也不會太高。像這種實



證的遠通電收的實績在海外推廣是非常受歡迎的。

我們需要一個個來發掘在國內成功的案例，像是微笑單車、公車到站、電子票務的整合，這些都尚未推廣到國際，一旦推廣成功後，有機會產生連鎖效應，很快地得到豐收；像是泰國捷運系統的電子票務，如果能幫他們整合成功，我相信東協有許多其他國家對我們台灣的智慧交通建置會更有興趣，因為他們交通壅塞的太過嚴重。微笑單車和台灣世曦的合作，倘若能在亞洲國家建置成功，相信也將會給台灣工程業界帶來更多的國際商機。

問：工程顧問業如何配合貿協策略向海外市場發展？

答：工程顧問業界可運用貿協的資源、人脈經營；因為貿協在海外有60個據點，透過這些據點可以幫助台灣的業者找到海外當地的專業人員，來協助我們台灣業者熟悉當地法規及產業環境；透過貿協可以協助推廣並積極舉辦或參加海內外相關商機會議。我很推薦工程業界多加利用貿協的服務，比如說競標文件需要當地特殊語言做翻譯，我們貿協可以來協助推介人才；亦或是當地政府部門之拜會，貿協很樂意

幫忙「敲門」，但先決條件是業者要有實績、有實力，如此貿協才容易幫忙引薦。貿協也是政府資源之一，我們也希望能夠幫助工程業界來創造出在國外的一些實績。



苗華明副總經理

上個月，貿協在泰國曼谷舉辦了一場研討會。這個研討會是一個向當地政府及業者介紹台灣廠商的一個推廣平台。我們邀請了國內有建設實績且願意去國外標案的廠商，把他們介紹給當地的政府官員(例如捷運局及交通部官員)及系統整合商。因為他們對台灣不熟悉，所以借用這個研討會的平台來向這些國外政府官員一一介紹及解說台灣的實力，這種



1
人物專訪

陳英顯處長



推廣方式效果不錯；後續再逐一地訪談這些國外官員，便可清楚地掌握到他們國家的一些計畫藍圖及第一手資訊。當這些國家知道我們的實績及「內涵」後，他們會願意透露出當地政府的相關計畫和商機，則我們就可以開始做準備。所以貿協這邊可以發揮一種凝聚力、結合大家的力量，幫台灣的業者做一個曝光、去到國外做一個「拓」的動作。



又例如貿協在這個月份(四月)有率團參與一個V4(指捷克、波蘭、匈牙利、斯洛伐克等四個東歐國家)的交通建設高峰論壇。在這個公開場合裡，貿協帶著台灣業者參展及發表最新技術，並協助邀請V4國家當地的官員、業者及潛在客戶前來媒合。所以說如何去拓展海外市场，彈性很大，工程業界如果有人出來當領頭羊但團隊資源不夠，貿協在這方面也可以幫忙溝通，協助團隊的組合。

雖然台灣不像中國大陸和日本的大企業結



構，可以讓業者帶大筆的資金遠赴海外，我們的政府仍然很樂意幫台灣的業者去海外拓展業務。例如，如果業者自己有個比較具體的個案跟計畫需要融資，可以透過貿協來引介輸出入銀行之融資服務及向我們政府(例如經濟部、財政部)溝通及反應、表達業者的需求；政府也有提供台灣業者相關的備標補助，來幫助民間去海外拓展業務，我很鼓勵工程業界多多善用這個補助之資源。

過去四、五十年，台灣是靠製造業在國際闖出名號。所有產業國際化是必然的，國際化像是一種資源，讓我們豐衣足食的資源，經濟發展也是要靠國際化，我們是國際化的受惠者。而國外的一些業者也會透過貿協的外館來台灣尋找適合的合作對象。我很佩服台灣的工程技術人員，品質好、選擇又多，可以做出很多優質的產品；例如有許多人擔心像是德國IFA展和美國CES展要來亞洲辦展，會不會影響到我們台北國際電腦展之優勢，我認為是



(左1)彭景芬工程師 (左2)葉吉凌組長 (左3)陳英顯處長 (右3)苗華明副總經理 (右2)聶怡婷專員 (右1)黃文鑑協理

不會的，台北國際電腦展有著明確的全球化的定位，近年又強化了Business Solution、新創公司、電競產業等專區，仍然具有很好的競爭力，很多歐美企業如德國西門子、瑞士ABB都將台北展作為首選，選擇在此發表Business Solution。雖然這是屬於電腦ICT的領域，但是我們也要善用這個資源來做結合，來擴大工程業界的領域。國際市場雖然機會很多、希望無窮，但先要能整合台灣相關的工程產業，才能把台灣的成功經驗推至海外，成為國際亮點。

後記

承蒙陳處長百忙之中撥冗接受專訪，於訪談過程中，我們深切地感受到陳處長對於「行

銷」的認真與熱忱。陳處長在訪談之中，將他豐富的行銷經驗，以及如何提升台灣在海外的知名度娓娓道來。

擔任貿協行銷專案處的陳處長，更致力於如何將台灣的產品成功推銷至海外；隨著我們政府近年來積極於國際經濟體間，簽署各項自由貿易及經濟合作等協議，如臺紐經濟合作協定(ANZTEC)、及兩岸經濟合作架構協議(ECFA)等等。響應產業全球化，陳處長也非常用心提倡臺灣工程產業業者團結一心、一同合作、強化國際競爭力開拓海外市場，把臺灣工程優良的品質帶到海外，爭取海外無邊際的市場商機。

印尼海外工作 經驗分享與 生活紀實

關鍵詞：海外工作、雅加達、獨立設計驗證

台灣世曦工程顧問股份有限公司／捷運工程部／計畫經理／李曲原 ❶



摘要

ABSTRACT

近年來東南亞國家不論是經濟發展以及基礎建設正吸引了世人注目的眼光，尤其是印尼這個國家，擁有豐富的天然資源與廣大的土地，再加上所謂的人口紅利因素，日本及韓國早已在印尼投資設廠搶先卡位，據稱日韓有約近百萬人分散在印尼各地工作，足以說明印尼的重要性。印尼首都雅加達第一條捷運工程是由日本銀行JICA貸款興建，於2013年底正式開工，土建工程共有六標，採購形式為統包工程，在本公司捷運部努力爭取下，與日商住友(SMCC)以及東急建設(TOKYU)二家統包商分別簽訂了細部設計以及獨立設計驗證合約。筆者有幸參與了後者工作，合約規定駐地期間長達19個月，在筆者駐地期間內，所聽所見所聞都是筆者職場生涯上從未有過的經歷，本文將介紹筆者與國際團隊的工作經驗以及公暇之餘所見到的印尼人文風情，提供讀者另一角度來認識印尼這個國家，也更期待未來會有更多的工程師也能夠參與海外工作，除了拓展公司業務外，更可以提升自己與國際接軌的能力。



壹、前言

印度尼西亞共和國(以下簡稱印尼)領土範圍涵蓋多達1.7萬座大小島嶼(圖1)，由於島嶼遍布，印尼擁有數百個族群及語言，其中最大的族群為爪哇族，印尼全國人口約2.38億，超過90%總人口信奉回教，是全世界最大的回教國家，印尼在二戰之後，在1945年脫離荷蘭殖民統治，實施軍事獨裁統治長達50年。印尼也是東協十國最大的經濟體，這幾年在全球經濟發展浪潮的推波助瀾之下，已成為東南亞最受矚目的閃亮新星，亞洲中已發展的國家如日本、韓國以及中國，相繼前仆後繼投入大量資金，協助印尼發展基礎建設。去年2015年，更上演中日雅萬(雅加達至萬隆)高鐵爭奪大戰，在競標過程中高潮迭起話題不斷，雖然最後的結局是日本經過多年醞釀和籌備後，仍然含憤落敗給半路出線的中國高鐵，但這也正顯示出最大的贏家印尼發展經濟的企圖心，上任一年多的民

選總統佐科維多多，更誓言要在未來任期內要努力維持經濟成長率達7%以上，當亞洲各國都在為自己的未來發展努力時，身處亞洲區域的台灣，為了我們未來的前途更不能缺席這場盛會。筆者在2013年底，很榮幸在公司各級長官的支持下，獲派赴海外工作執行駐地任務，整個派外工作期依合約長達19個月，這對筆者已工作20幾年職涯來說，是從未有過的工作經驗，另外，筆者能夠順利前往海外工作另一個



圖1 印尼地理位置圖

重要的關鍵考量，主要是得到家人充分的支持下，才能讓筆者得以無後顧之憂安心在海外工作，在海外工作空閒之餘，筆者以懷著探險的心情造訪各處景點，自己親身去發掘和體驗印尼這個筆者從未接觸過的國家。

貳、爭取海外工作標案

2013年10月，捷運部在早已取得雅加達捷運統包工程案CP106標細部設計工作之後，再接再厲繼續爭取CP101/CP102標統包工程第三方獨立設計驗證工作，由於筆者幾年前曾經多次遠赴新加坡代表TECA(由臺灣世曦、中興工程、亞新公司及中鼎公司組成之台灣工程顧問聯盟)爭取海外工程細設工作的備標經驗，再加上本案第三方獨立設計驗證工作，依據合約規定主要人員需要具有20年捷運設計工作的資歷才能參與標案工作，筆者很榮幸接獲捷運部陳幼華資深協理諮詢筆者派赴海外的的工作意願，筆者經過深思考量後，同意接下這份挑戰工作。回顧這個標案的備標期程是相當緊湊的，最後在捷運部幾位同仁的通力合作之下，2013年11月6日我們贏過其他競標對手(對手之中也包括台灣的同業)取得標案，特別是值得一提的是，我們的服務費用是以高於其他競爭對手的報價取得標案，而不是以低價的費用搶標取得標案，惟合約中特別規定我們必須派遣駐地設計驗證簽署代表與統包業主合署上班，駐地時間長達19個月，由於統包工作開工日依據合約已約定在2013年11月26日正式展開，原本業主要求我方必須在開工日起即派遣我方人員合署上班，但是由於當時派赴海外相關工作簽證無法在短時間期間取得，經過一番波折及雙方協商之後，雙方同意暫時以短期商務簽證方式前往海外工作，終於在2013年12月10日開始展開筆者的海外工作旅居生涯。

參、收拾行囊整裝出發

在確定出發日期之後，筆者就開始臚列一些攜帶物品清單，除了一般衣物以及個人的常用藥品之外，最重要的就是備妥工作用的個人筆記電腦以及個人的行動通訊設備以方便台印兩地訊息連繫，所幸當時捷運部詹宏義工程師早已駐地雅加達工作數個多月，還有在雅加達辦事處吳偉瑛主任協助下，提醒筆者行前的相關準備工作，使得筆者免除了一些的瑣碎事務的處理工作，出發這件事情因而輕鬆許多了。

在經過5個半小時的飛行後，飛機從北半球的台灣飛至南半球的印尼，筆者在啟程日的下午抵達雅加達，雅加達時區比台北慢1小時，抵達時正值日正當中暑氣逼人，當筆者在航站入境大廳等候司機時，就可以明顯感受到的是一股陣陣的熱浪襲面而來，瞬時之間有種令人無法喘息的感覺。另外，在航站入境大廳筆者也看見許多印尼人一家大小聚集在出境出口處，引頸喬望著尋找著歸國的旅外家人，入境的旅客走在兩側接機人群中，頓時讓人有種似乎是走在迎賓大道的感覺，這樣的場景讓人回想起早年台灣在經濟開發的年代也是如此上演著如此這般的畫面。

肆、海外行事曆記要

2013

- | | |
|-------|------------------------------|
| 12.10 | 啟程前往印尼雅加達 |
| 12.11 | 辦公首日，進駐TWJO位於Cwang的臨時辦公室 |
| 12.25 | 入住Park Hotel Apartment 公寓6個月 |

2014

01.09 商務簽證首月到期，返回台北辦理工作簽證

02.18 完成工作簽證手續再度返回雅加達駐地工作

06.01 TWJO辦公室搬遷至Fatmawati 工地辦公室

06.16 入住Hampton's Park Apartment 公寓12個月

07.09 印尼總統大選

07.15 首次經歷印尼年度開齋節慶

02.20 農曆年前捷運部主管拜訪統包商及慰問海外駐地人員

02.22 首次在海外渡過農曆春節

05.25 與TWJO議定派遣CECI年輕工程師擔任土木工程師

06.09 黃文思工程師飛抵雅加達展開工作

07.15 印尼年度開齋節慶返台休假

09.14 因應馬來西亞業務拓展需要,前往吉隆坡洽商合作對象

07.12 合約海外駐地到期日，TWJO要求駐地展期一季

10.15 駐地任務結束,返回台北

2015

01.31 工作簽證辦理展期1年



伍、加入國際團隊

雅加達捷運南北線為日銀貸款之公共工程，也是雅加達第一條重運量捷運工程。印尼雅加達捷運工程(圖2)CP 101/CP102標統包土建工程標是由日本東急建設(Tokyu)與印尼國營Wika公司聯合承攬(以下簡稱TWJO)，工程內容主要包括有約6公里長高架橋3座高架車站以及一處佔地約8.8公頃的維修機廠。

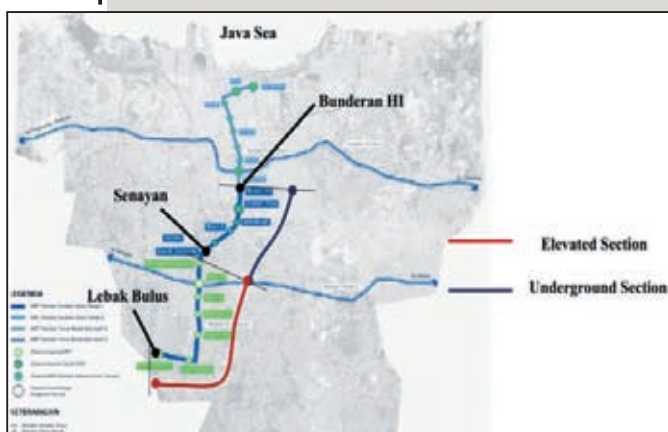


圖2 雅加達捷運工程路

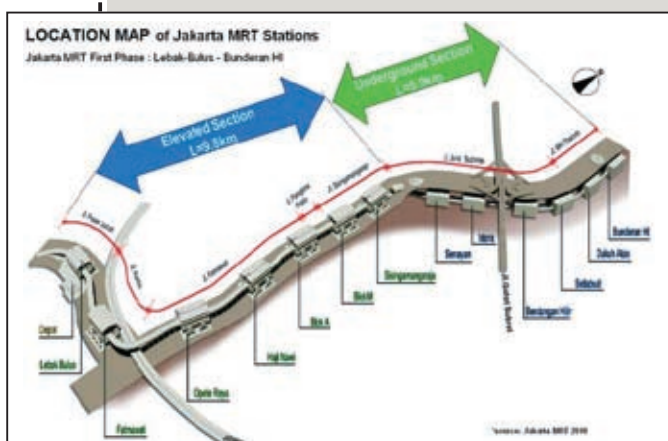


圖3 CP 101/102標範圍示

CP101/102標路線(圖3)通過的地區路幅狹窄、交通壅擠、地下管線眾多等施工環境限制因素，對本標高架施工是一大挑戰。本標的高架橋採標準斷面設計，設計採單箱雙軌預鑄節塊施工，以加速施工縮短工期，並可維持交通順暢。在高架車站方面，月台遮罩屋頂工程是

採用鋼構及鋼桁架施作，屋頂面採透光性薄膜屋面和金屬屋面為業主指定的車站特色。本案對本公司而言，是海外第一個高架捷運工程計畫，且為第一次擔任第三方獨立驗證顧問，更具指標性意義。

東急建設Tokyu與印尼國營Wika公司得標之後，基於財務獨立運作以及稅務的考量，依據印尼當地規定登記註冊為統包公司，統包公司內組織成員是以日印人員混合方式編組，各組織的主管人員幾乎是由日本人擔任，印尼當地人則是提供相關技術人員以及協助工務行政工作，筆者認為這樣的組織編組方式，可以讓印尼人學習先進國家的管理工作方式以及落實技術移轉，筆者相信多年之後印尼也應該可以自力完成捷運工程土建工作而不須仰賴外人。

陸、角色扮演 相互尊重

在統包的組織架構中，有五大主辦組，分別為合約管理組、行政工務組、計畫管控組、工程施工組以及工程設計組，筆者是歸屬於工程設計組的獨立單位，工作上主要是審查細設顧問的設計文件，從工作的運作面上來說，細設顧問，統包商以及筆者擔任設計驗證顧問，這三方角色扮演和互動，對於工作的推動是很重要的一環，對於擔任第三方獨立設計簽證的角色，必須事先充分詳細閱讀統包主契約中所規定的設計簽證範圍以及業主需求書(Employer Requirement)，並且須以謹慎的態度理解統包廠商之合約權利與義務，如此才能恰如其分對於設計顧問之設計成果提出適當的審查意見。很幸運地，在筆者的派駐期間與細設顧問之間的討論和互動上，可以說是相當順利的，無論是統包業主或是設計顧問，對於筆者擔任的職務上所提出之意見，都是給予相當的尊重，這也符合國際工程契約的執行精神。

一、辦公室的文化

在不同的工作場合接觸及觀察其他統包團隊的組織運作情形，不同的統包聯合承攬契約形式，在辦公室內(圖4)的工作互動情形有著明顯的不同，筆者簡單地發現英語能力越強的團隊，辦公室裡的氣氛就顯得較為開放活潑，相反的英語能力越弱的團隊，辦公室內的氣氛就覺得較為嚴肅拘謹。另外一個因素可能跟團隊的主管的管理風格，也有著很大的關係。因為日本人服從性很強，職場階級倫理相當明顯，主管的一舉一動是主導組織運作的重要關鍵，這在台灣的職場裡未嘗不是如此。不過天真自然的印尼人，可就不這麼想，時常會發現印尼人在高壓的工作環下，無故失蹤了幾天後，又滿臉笑容出現在辦公室，主管追究原因時，他們的回答有時如小學生般式讓人哭笑不得，筆者也有幾次莫名接到印尼同仁請託說項，當下也只能苦笑置之。



圖4 辦公室一景

二、超時的工作文化

筆者每日早上約莫3點半左右，在臥室內便可以陸續聽到從不同方位傳來回教徒的誦禱聲，而且是用擴音器廣播，此起彼落的聲音似乎是在互比較勁對真主阿拉的尊敬，通常這樣的聲音持續約莫半小時才得以停歇，也因為這樣筆者也只好入境隨俗養成早起的習慣，筆者通常早上7點就已經抵達辦公室上班，日方同仁也約莫半小時

後陸續抵達辦公室，通常每日的早上8點鐘日方主管都會召開組務晨會，確認今日各項行程以及應該完成之工作，但這對於大部分印尼人來說可是苦差事，不知是因為生性使然或者國情文化，對於日方如此緊湊的工作排程，印尼同仁似乎是有點吃不消，時常藉故原因遲到或是缺席，這使得日方在管理工作必須花費更多的心力。

有人說日本人是工作狂的民族，雖然這樣的描述似乎有點誇張，不過從筆者的觀察中，基層的日本員工才會如此，他們每天工作時數長達約莫14小時左右，日本員工每周上班五天半，周日才休假。通常日本人返國休假第一次是在外派工作6個月之後，此後是每工作4個月返國休假一次，但如果是攜家帶眷者，日方公司會補貼照顧員工及眷屬生活費用，也包括子女教育費用，但是得工作2年才能返國一次。

三、學習樂在工作

筆者曾經與我的設計單位日方主管在一次偶然的對話中，筆者問到是甚麼樣的動力促使他投入海外工作，而且可以保持開朗樂觀的態度，而不會感到厭煩，他不假思索地輕輕回答我“我喜歡我現在的工作，特別是當工程按規劃的進度一步步完成時，可以滿足我的成就感”。筆者好奇地繼續追問他難道對於工作不會感到厭煩嗎？他還是一派輕鬆回答我說“如果你對於你的工作不喜歡，為何要選擇你現在的工作呢”當下筆者不得不敬佩這位主管樂在工作的精神，也以可以感受到他身為土木人由然而發的使命感和榮譽感。

柒、日常生活和飲食

在筆者派駐初期前6個月，因為辦公地點離市區較遠，為了減少上班通勤的困擾，選擇了離辦公地點約莫500公尺遠的飯店式公寓大樓



圖5 筆者在印尼的第一頓午餐飯

投宿，從住宿地點行走至辦公室約莫10分鐘腳程，由於筆者住宿地點周邊少有商店或是購物中心，因此每逢週末例假日皆得進城採購一週所需蔬果食品，成為例行的必要工作。

印尼菜同屬於東南亞菜系，但與其他東南亞菜系最大的不同，就是會用到兩款獨有香料：石栗和黑栗，這兩款香料幾乎會出現在任何一款傳統菜上，醬料也是印尼菜的精髓之一，顏色深而質稠，看起來可能不太上眼，但吃起來卻濃香可口，搭配牛肉、海鮮都極為出色，印尼菜(圖5及圖6)但並不都是一個味道，不同地區的食材和調味料都不同。印尼的飲食崇



圖6 各式印尼菜

尚自然不像台灣的料理較為精緻，印尼的食物口味大部分是另外搭配自產的香料加以佐餐。筆者常戲稱印尼的食物為健康料理不會有過度料理的情形，可以完全吸收食物本身最自然的養分，筆者回想剛初到這裡時，對於印尼的食物是非常不習慣的，但隨著旅居日逐漸累積，已經可以入境隨俗接受一些印尼的菜色口味。

在印尼筆者也發現一些當地較為獨特及普遍的水果，例如蛇皮果是東南亞地區的水果，因為紅棕色凸凹不平的果皮花紋而取名，味道酸甜，蛇皮果(圖7)樹原產印尼和馬來西亞，以印尼為主。紅毛丹(圖7)的馬來文叫作「rambutan」，意思是「毛茸茸之物」，成熟的紅毛丹果並非都是紅色的，也有黃色的果子，紅毛丹的味道類似於荔枝。在馬來西亞、新加坡和泰國，榴槤和山竹被視為「夫妻果」，榴槤因此被稱之為「果王」，而山竹就是被稱之為「果后」。

捌、不“打”不相識 和業主建立朋友般的情誼

由於筆者與業主合署上班，除了週末例假以及印尼國定假日以外，平日時間的活動範圍大部分侷限在辦公室以及居住處，每日的生活作息可謂是相當的簡單而規律。在經過了幾個月的生活適應期之後，期間也利用假日走訪雅加達市中心或是市區周邊的景點，筆者開始思索旅外生活不能如此一成不變，由於筆者的居住處附近並無適合戶外運動的休憩公園，倒是有多處的高爾夫球練習場，在此之前筆者從未有過打高爾夫球的體驗，最後筆者還是決定利用假日去高爾夫球練習場，開始嘗試學習此項運動，逐漸地也開始體會到從事這項運動的樂趣所在。後來在偶然一次和日方同仁閒談中，筆者才知道辦公室很多日本同仁都是高爾夫球的同好，當下日方同仁邀請筆者參加每個月2次



圖7 印尼水果(由左至右 蛇皮果、紅毛丹)



圖8 水果之王(榴槤) / 水果之后(山竹)



圖9 唐格朗高爾夫球場



圖10 Pangkalan Jati高爾夫球場
(左二為捷運部陳世任)

的例行賽事(圖9與圖10)，自此之後，隨著參與次數的增加，筆者也成為這項運動的愛好者，更重要的是藉由球技的切磋讓筆者與日本同仁之間建立了朋友般的情誼，不論在工作上或是生活上都獲得了不少幫助，在派外期間捷運部陳世任高爾夫球好手，也在筆者安排下促成交流賽事獲得業主不少好評，另外，最值得一提的是在球敘時，促成了本公司黃文思年輕工程師遠赴海外工作的願望。

玖、舒適與安全的居處

HAMPTON'S PARK JAKARTA是筆者在印尼的第二個居住處，距離筆者的辦公室，步行約30分鐘，在不塞車的前提之下開車10分鐘即可抵達辦公室，HAMPTON大廈內總共有A、B、



圖11 大廈車道入口大廳



圖12 游泳池



圖13 高爾夫球果嶺練習場

C、D四棟住宅大樓，社區(圖11)佔地約2公頃，主要是以外籍人士居住居多，住處附近有雅加達國際學校Jakarta International School(JIS)，公寓大廈有提供網路、電視、游泳池(圖12)、健身中心、桑拿(付費)、網球場、籃球場、兒童遊樂區、遊戲室、迷你市場、洗衣店(付費)、高爾夫球果嶺練習場(圖13)、遊樂場及燒烤區、停車場、24小時保安，整體公共設施非常好，居住安全性無需顧慮，在筆者所居住的房間也有附全套的家具，可以自己烹煮食物，居住的品質算得上是優質。

拾、旅居生活紀實

一、當地婚禮

參加印尼婚禮，原本該依照當地的傳統穿Batik去參加婚禮，但印尼人非常歡迎外國人參加他們的婚禮，因為外國人來參加婚禮，可以讓他們臉上有光，基於此原因，筆者穿著僅有的一般上班服飾去參加婚禮(圖14)，而筆者的捷運部同事更是穿了更為正式的西裝去參加，正因為身為外國人的原因，筆者與同事成為婚禮上的兩大熱點，不少主婚人的親朋好友特別主動跑來招呼。



圖14 參加印尼司機女兒婚禮(爪哇族)

二、薄紗般神秘的清真寺

印尼回教徒每天會有5次的祈禱，這5次的時間是晨起時、日正當中時、日落一半時、日落時及入睡時，有一次周五中午時刻，筆者驚然發現整個辦公室竟僅剩筆者一人，再追問之下筆者才知道伊斯蘭教的規矩。印尼信奉伊



圖15 辦公室一旁的清真寺

斯蘭教，最廣為人知的活動為開齋節，開齋節是伊斯蘭歷九月，穆斯林白天齋戒禁食，稱為齋戒月。齋戒月後第一天為開齋節。開齋節前夕，穆斯林舉辦慈善活動，清真寺(圖15)整夜誦經；開齋節當天進行禮拜的儀式，外出者返鄉與親人團聚，盛裝相互拜訪。

三、雅加達的交通

在雅加達搭計程車時，筆者建議搭程blue bird的藍鳥計程車會比較安全，最好不要隨隨便便在路上招手叫車，否則運氣不好時不必要的麻煩事會惹上身。在印尼市區的交通工具有計程車、市區公車BRT(Transjakarta)、APT客運、摩托計程車OJEK、私人巴士(黃色車牌)、嘟嘟車等(圖16)，市區交通因車流大道路面積不足，



圖16 印尼交通工具(由左至右 嘟嘟車、藍鳥計程車、市區公車)



圖17 高速公路塞車車陣中販售物品的小販

再加上少有交通號誌管制次幹道車輛，所以常常有交通壅塞情形發生，因此每次出門前都要有預期塞車的心理準備。

因為交通壅塞的緣故，可以時常看見在車陣中，有一群努力討生活的人們販售物品(圖17)，筆者心中暗想在台灣也會在車陣中看見販售玉蘭花、發放廣告的臨時工，這樣的小販工作型態竟也是可以跨國際交流的。

四、雅加達的購物天堂

在印尼雅加達有許多購物中心(圖18、圖19)，物品應有盡有，幾乎所有東西都能在購物中心裡面找到，而雅加達的購物中心一定設有兒童遊戲區，這是最奇特的地方，雅加達這幾年一直籠罩在被恐怖攻擊的陰影之下，因此在市中心各處大型商場入口處都設有安全警衛人



圖18 Kota Kasablanca購物中心內部情景



圖19 Senayan City購物中心及入口處安檢情景

員，每處車道入口都會設有柵欄，車輛進入停車場之前，甚至還會用金屬探測器檢查車底，後車廂也要打開檢查，就深怕有汽車炸彈攻擊造成人員傷亡，一般民眾從地面層進入百貨商場也要接受探測門的檢測，手提包或是行李也會被打開檢查。

五、雅加達的綠色花園

在雅加達市區外的鄰近景點中，茂物植物園Bogor Botanical Gardens(圖20~圖22)是值得推薦前往參觀的，園區內有總統的官邸，供總統周末假日休憩之用，還有飼養從印度和尼泊爾邊境引進的數百頭梅花鹿，從雅加達前往如果沒塞車的話，車程約1.5-2小時，不近也不遠。茂物植物園，佔地約87公頃，是亞洲規模最大的植物園，由荷蘭人所建，約有200年歷史，園區內超過1萬種植物，並有3千多種蘭花，其中最著名的屍花(食蟲花)3-5年才開一次。



圖20 植物園內著名的板根巨樹



圖21 植物園內總統的官邸



圖22 植物園內的大草原

六、海洋般的世界

印尼海洋世界Sea World Indonesia，是整個印尼第一個展出海底水下世界生物的海洋館(圖23)，同時這個海洋館在印尼有著教育設施、水下保護以及娛樂三大功能，海洋世界占地4500m²，位在雅加達市區北邊的安佐爾夢幻公園內，但他的規模和展示精彩度與鄰近新加坡的海洋館相比起來，仍然還有相當的進步空間，但這對印尼人來說算是親子出遊的好去處。

七、市區的大觀園

拉古南動物園，位於印尼雅加達南區的Pasar Minggu，距離市區不遠，園區佔地面積約140公頃，現有270種動物及171種植物，包含鳥類在內，共有3,122種標本，園區中有許多熱帶環境特有的原生種(圖24)，例如科摩多巨蜥、紅毛猩猩、倭水牛、馬來貘、蘇門達臘虎、爪哇野牛等，以及多種色彩鮮艷的鳥類，其中也包含來自於印尼或世界各地的瀕危及受威脅物種。在園區內設有一座紅毛猩猩及稀有猿猴動物保護中心，因為園區範圍廣大，腳力欠佳的參訪客，筆者建議買票進入園區後租用腳踏車參觀才能瀏覽園區全貌。



圖23 Sea World Indonesia

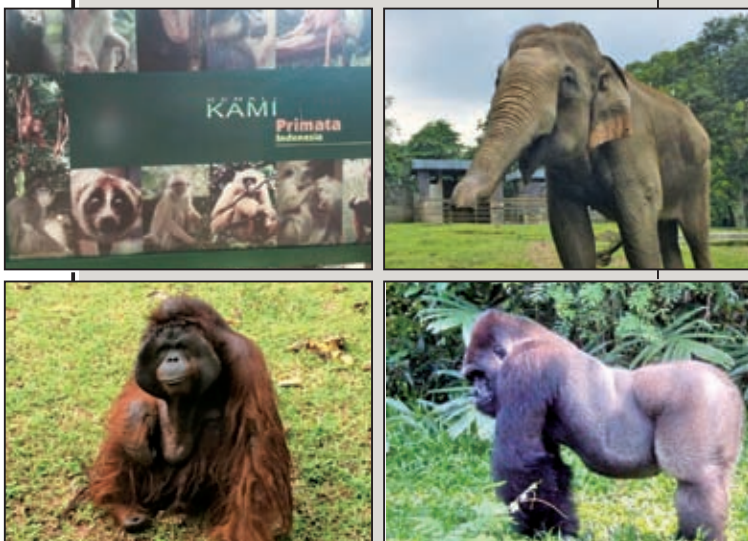


圖24 拉古南動物園內明星動物群

拾壹、一些感想和建議

在筆者的職涯歷程中，雖然也曾和國外人士有工作上的接觸經驗，但大部分的經驗僅僅是會議的討論與電郵通訊往來，筆者從未想到會有機會派駐海外，能夠與來自不同國家的工程師在同一個屋簷下一起工作，對筆者來說這樣的經歷確實非常難得，尤其是一個隻身在外如何迅速融入團隊工作，人與人之間的溝通與

互動則顯得非常重要，當然提供專業技術上的支援與諮詢，更是能夠獲得更多的信任和尊敬的不二法門，在互動過程中自己本身不僅贏得國際友誼之外，同時也拓展自己的人際關係以及增加公司的知名度，更重要的是也讓我們的合作夥伴對台灣有更多的認識與瞭解，對於未來我們爭取其他潛在性的海外工作業務是很有相當助益的。

在未來海外工作的市場拓展上，筆者可預見會愈來愈活絡，對於有志於從事海外工作的公司同仁，筆者提供一些淺見和感想供大家參考。

一、加強英語能力

不可否認英語是世界通用的語言，無論是走到世界任何角落，英語是參與海外工作必備的基本能力。然而國內工作環境並沒有營造或是提供使用英語的環境和機會，以致於許多工程師普遍對於工作上對於使用英語感到焦慮，尤其是當直接面對外國人士時，則常顯露出自信心不足的通病。國內一般工程師來說，英語閱讀和口說能力是足以應付工作上的需求，但是在聆聽和寫作上的能力就較為遜色，筆者的建議是平時要多聽多看國際新聞，或者是瀏覽國外新聞網站，或者是加入以英文為主的網路論壇，試著以英文發表自己對一些事情的見解和看法，除了可以練習寫作能力之外，也可以從其他網友的回覆文字中，學習自己不足之處。基本上英語能力的提升是沒有捷徑的，只有靠平常不斷的練習再練習，並且勇於嘗試錯誤才能擺脫困境，提升自己對使用英語的自信。

二、培養涉獵國際性事務的興趣

在當今的經濟發展浪潮下，國際上的事務可說是瞬息萬變，如果想要跨入海外工程市場與國際接軌，那麼首先得先培養對於國際性事務的興趣，以亞洲地區而言，除了中國之外，已有許多世界知名的國際性公司，選擇將亞太總部設於香港或新加坡二地，也因此當地人有了較多涉獵國際性事務的機會甚至參與國際性的工作，反觀臺灣本地與國際接軌情形則相對顯得封閉和保守，這使得臺灣國際競爭力遠遠落後香港及新加坡，筆者也發現在相關商業文章中寫到，許多亞洲國際公司對於工作上必要選擇華人人才時，大部分傾向選擇香港人或新加坡華人居多，對於選擇臺灣人的評價則相對較低。這正說明台灣本身由於較無國際性的環境，一般人普遍缺乏「國際觀」，更遑論成為「國際人」的特質，這可能將會是台灣人競爭力不如香港人及新加坡華人的主要原因之一。筆者建議大家應該平時應多關注國際事務，先試著去瞭解國際情勢發展，學習其他國家的最新趨勢與做法，才能與真正做到與國際接軌，而不會自絕於國際之外。

三、隨時保持開朗樂觀的心態

一個人在海外工作要除了要能夠習慣獨處之外，隨時保持開朗樂觀的心態也是相當重要的，尤其是面對工作上棘手的問題時，更是要泰然處之，才不會慌了手腳，心境上須隨時保持正面思考，遭遇心情低潮時，也要能夠自己找到排解的方法舒緩壓力，此外在工作中適時拓展交友圈，從人際互動中找到交流的話題，不僅增加了生活上的樂趣，也建立了友誼。

四、溝通協調的能力

身處異鄉工作，除了必須具備專業知識之外，有效的溝通協調才是讓工作順遂進行最重要的關鍵，例如業主在工作上的要求，原則上應該儘量滿足業主之外，在契約的基礎上，也

要能夠據理力爭維護自己的權益，從和業主在工作上一來一往的互動過程中，溝通和協調的能力的展現是相當重要的一環。

五、維持健康的身體

筆者初到印尼雅加達時，曾有一次因為飲食不潔導致腸胃不適長達一週，筆者為了遵守履行契約的義務，在無法立即找到代理人的支援狀況下，只好勉強拖著微恙病體上班，可想而知筆者當時的處境是相當艱難的，所幸當時有公司雅加達辦事處吳偉煥主任的協助照料，身體才能得以迅速復元。另一件案例是本公司另一個設計標案的駐地二位同仁先後同時染病，在經過醫生診斷後，必須住院治療，幸好當時日方業主也可體諒公司同仁的狀況，讓同仁可以安心養病直到復原而不擔心工作上的事情。從筆者的親身經歷以及公司同仁的例子來看，要能夠順利履行合約義務而不致因為生病而意外中斷工作，除了要注意日常生活及飲食之外，平常也要保持鍛鍊體力的習慣，有健康的身體才能使自己在工作上更加得心應手，否則只會徒增困擾，影響契約工作的履行。

六、結語

最後，筆者很期望在未來幾年中，能夠見到公司內會有更多年輕工程師有機會參予海外工作接軌國際市場，除了可以開拓自己國際視野外，更可以同步提升國際競爭力。為達成上述目標，筆者建議同仁在平日工作上要努力培養自己具備有3Q和5力的能力，3Q指的是IQ intelligence Quotient(智能管理)、EQ Emotional Quotient(情緒管理)和AQ Adversity Quotient(逆境管理)，5力指的是語言力、適應力、溝通力、專業力以及學習力，筆者認為只有做足充分的準備情況下，才能從容面對海外工作的挑戰。

印尼雅加達捷運 CP106標之創新 設計

關鍵詞：捷運系統、創新技術、3D BIM、價值工程、非線性分析

台灣世曦工程顧問股份有限公司／捷運部／工程師／呂衍緯 ❶

台灣世曦工程顧問股份有限公司／捷運部／工程師／蔡淵堯 ❷

台灣世曦工程顧問股份有限公司／捷運部／建築師／Ricky Kurniawan ❸

台灣世曦工程顧問股份有限公司／捷運部／建築師／黃碩儒 ❹

台灣世曦工程顧問股份有限公司／捷運部／建築師／林逸亭 ❺

台灣世曦工程顧問股份有限公司／捷運部／副理／譚家瑞 ❻

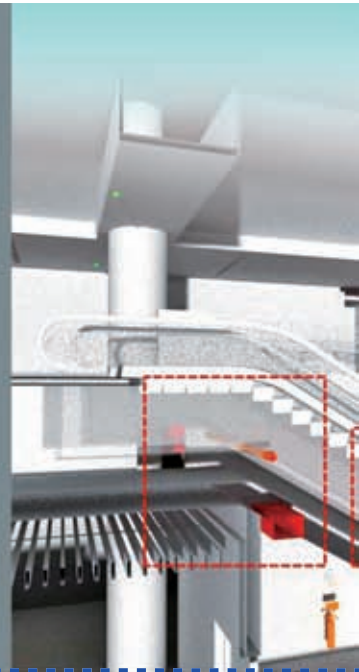
台灣世曦工程顧問股份有限公司／捷運部／資深協理／陳幼華 ❼

台灣世曦工程顧問股份有限公司／副總經理／李元唐 ❽

摘要

ABSTRACT

印尼雅加達捷運系統為該國第一條捷運系統，也是第一個位於都會區的大規模地下開挖與隧道工程，台灣世曦工程顧問公司負責其中CP106區段標之細部設計與施工中諮詢服務。CP106標工程全長2.5公里，包括兩座地下車站、一座明挖覆蓋轉軌結構及兩段潛盾隧道結構。路線穿越雅加達最繁華的商業區，用地取得非常困難，地下穿越既有鐵路系統及河川，與鄰房最近距離僅有0.7公尺。為了提供業主安全且經濟的設計，從現場調查工作品質、試驗室作業、參數評估、耐震設計及3D BIM設計技術之應用到施工階段的介面整合，本公司均有許多創新與突破的努力。本文旨在介紹相關經驗，供工程界參考。



壹、前言

近年來東南亞地區經濟高度成長，人口集中都會區的情形更為嚴重，路面交通系統已無法負荷，軌道運輸系統，特別是地下捷運系統之建設成為最重要的解決方案之一。東南亞各國的都會區多位於現代沖積層，其表土層常由鬆軟土壤所組成，地下工程的挑戰與風險性非常高，有關大地工程之調查、品管及參數選擇，影響工程的安全性與造價甚巨。不同地區之地質調查實務、設計規範與工程實務均有很大的差異，更對設計顧問的能力與資源形成極高的挑戰。

本公司負責印尼雅加達(Jakarta)捷運CP106標之細部設計工作，本計畫採設計－施工併行(Fast Track)模式，設計服務之效率及設計成果之

經濟性與安全性均非常重要，尤其業主要求在開工後4個月內必須進行連續壁施工，因此細部設計顧問必須在3個月內完成車站配置與主體結構之設計，並獲工程師代表審查通過。但由於系統標發包延宕至開工後2年才決標，許多系統參數必須先做合理的假設。部分出入口及通風井用地無法如期取得，車站設計必須保持最大彈性，避免影響整體計畫時程。

為了達成本計畫時程目標、確保設計成果的經濟性與安全性，本公司特別引進多項創新技術，包括高品質的地質調查技術、非線性結構耐震分析、價值工程研析、3D BIM建築資訊模型(第一次應用在印尼公共建設)及人流分析等，分別說明如后。

2

專題報導



圖1 雅加達位置



圖2 雅加達行政區

貳、雅加達地區地質概況

雅加達為印尼首都，位於爪哇島(Java island)西北角(如圖1)，其行政區域劃分成五大區(如圖2)，本文所討論之CP106標工程位於中雅加達區(Central Jakarta)，包含兩座地下車站(Daukuh Atas 車站，簡稱DA站；Bunderan HI車站，簡稱BH站)與兩段盾盾隧道。

綜合文獻及本計畫調查結果[1-3]，雅加達地區由第四紀沉積物覆蓋於第三紀沉積物之上，然其厚度劃分仍有爭論，有學者[1]認為第四紀沉積物厚達200~300公尺(如圖3a)，同時亦有學者[2]主張第四紀沉積物僅厚約35公尺(如

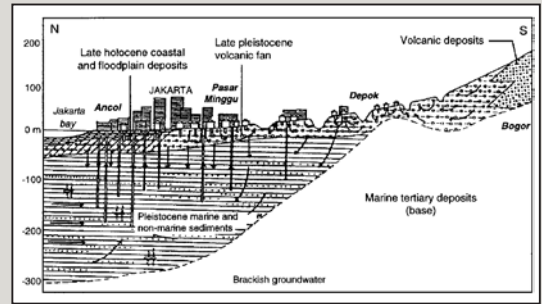


圖3a 雅加達水文地質[1]

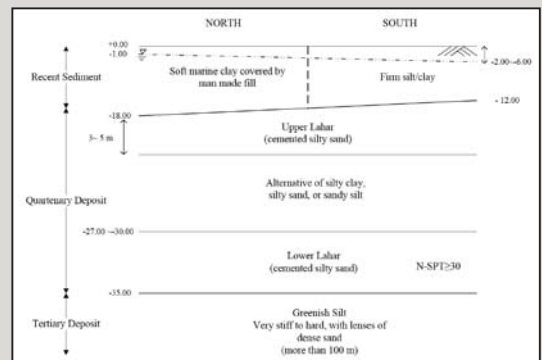


圖3b 雅加達地層分佈(改繪自[2])

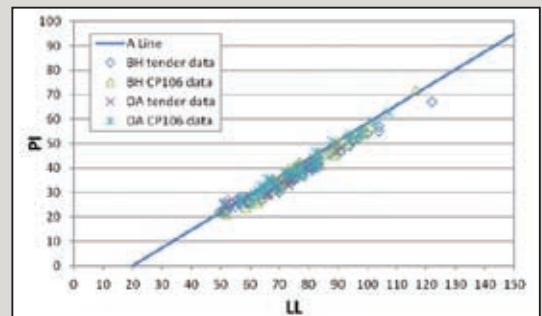


圖3c 本計畫細粒土壤塑性圖

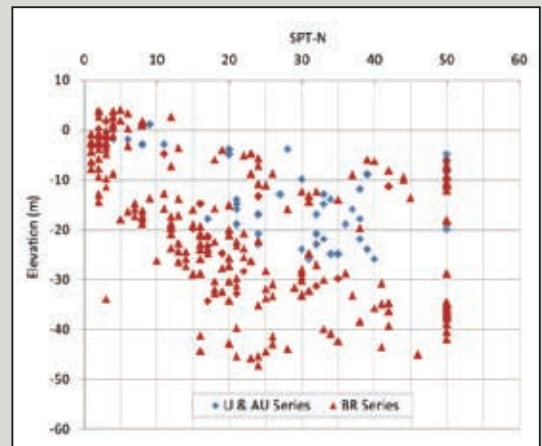


圖4 BH站SPT-N值隨深度分佈圖

圖3b)。本計畫之調查結果[3]顯示地盤主要由高塑性粉土組成(圖3c)，夾有砂土層，土層分佈大致與圖3b相符，SPT-N值有隨深度增加之趨勢，砂性土層N值常達30~50以上，深度超過10公尺之粉土N值常達15~30，圖4為BH站之SPT-N值隨深度分佈狀況[3]。

參、調查工作品質與參數

地質調查的品質將直接影響工程之安全性與經濟性，開發中國家受限於經費及經驗不足，常無法提供較佳品質之調查、試驗設備。圖5為兩種不同型式之魚尾鑽頭，圖右鑽頭配有緩衝圈，鑽探水橫向沖出經緩衝圈改變流向後，因已抵消大部分能量，水流對孔底土壤之擾動較小；圖左為雅加達地區所使用之魚尾鑽頭，未配置緩衝圈且鑽探水直沖孔底，除直接影響SPT結果外，對於取樣品質亦有不良影響。因地下深度超過15公尺後，土壤強度快速上升為堅實至極堅實稠度，對薄管取樣形成挑戰。一般而言，薄管取樣過程應以靜力方式將薄管壓入土中為原則，避免以敲擊方式進尺，以免造成試體擾動。若要取得較高品質之不擾動試體，對於軟弱粘土可採定置式活塞取樣器，對於堅實粘土則採用三管迴旋式取樣器，但雅加達地區除極少數外資專業廠商外，大部分廠商並無上述設備，且慣以SPT錘擊薄管進尺，除造成試體擾動，亦常導致薄管受損，如圖6。

品質不佳之試體將直接反應於相關力學試驗結果上，工程師對於調查結果之判讀，應注意取樣擾動之影響。圖7為綜整CP106標地下車站之細粒土壤薄管試體進行單壓試驗結果，按常理，不排水剪力強度應隨SPT-N值增加而上升。惟圖7顯示僅於N值小於15時，不排水剪力強度與N值勉強可視為正相關；當N值超過15~20後，不排水剪力強度分佈極為混亂，代表試體已受相當嚴重之擾動。



圖5 魚尾鑽頭型式



圖6 雅加達地區薄管品質不佳

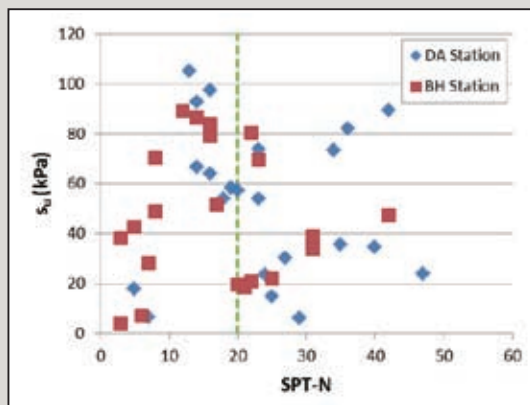


圖7 單壓試驗結果與SPT-N值之分佈

為具體了解雅加達地區薄管取樣之擾動狀況，本計畫參照Terzaghi等人(1996)之建議[4]，以試體品質指標(Specimen Quality Designation，簡稱SQD)量化評估試體品質，如表1所示。經收集並整理鄰近工程單向度壓密試驗結果，SQD分

表1 土壤試體品質指標[4]

Volumetric strain (%)	SQD
<1	A
1 - 2	B
2 - 4	C
4 - 8	D
>8	E

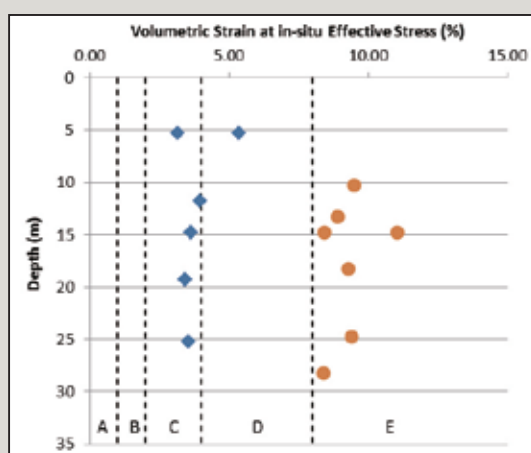


圖8a 土壤試體品質指標分佈

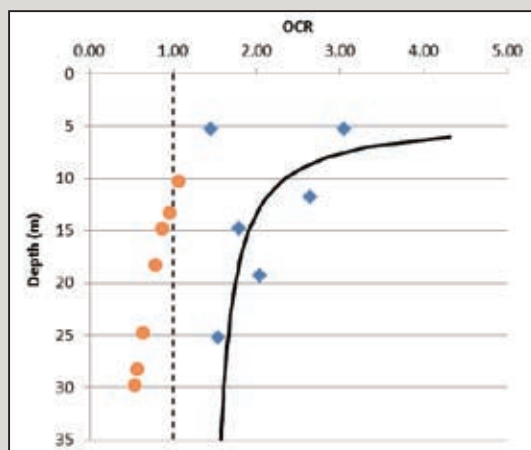


圖8b 雅加達地盤過壓密比分佈

表2 不擾動土樣取樣方式

土壤描述	取樣器
Stiff或Hard	雙套或三套迴旋式取樣器 (如Mazier、Denison等)
Very Soft或Soft	定置式活塞取樣器

佈呈現頗極端的兩個聚落(圖8a)，品質較佳者落於C級與D級邊界附近(即體積應變約為4%)，其餘則落於E級。由壓密試驗推算之過壓密比OCR亦可明顯看出試體品質之影響(圖8b)，E級試體之OCR明顯低於C級試體，且七組E級試體中有六組OCR低於1.0，並不合理。

為了改善此現象，本公司建議業主重新發包進行第二階段的補充調查，現場工作由合格工程師全程督工，針對不同強度的土壤採取不同的取樣方式(如表2)，以降低試體的擾動情形。取樣後，每支薄管樣品均以單向度壓密試驗測試其SQD，並將SQD達B級以上之高品質薄管樣品，送至新加坡試驗室進行剪力強度試驗，以決定數值分析使用的設計參數。

肆、地下結構非線性耐震設計

耐震分析原為複雜之動態結構土壤互制，實務上可拆解成「地盤受震反應分析」與「結構應答變位分析」兩個階段，圖9即為地下結構地震應答變位分析法之示意，其中，地盤自由場位移、周邊剪力、地盤彈簧及加速度均由「地盤受震反應分析」結果而得，再輸入結構模式中進行結構—土壤互制分析，詳細說明可參考楊家豪等人(2014)之論文[5]。本計畫採用美國南加大發展之非線性一維程式NERA[6]進行地盤受震反應分析(site-specific ground response analysis)，地下結構非線性側推分析則採用日本JRSE株式會社發展之軟體JRSNAP[7]。

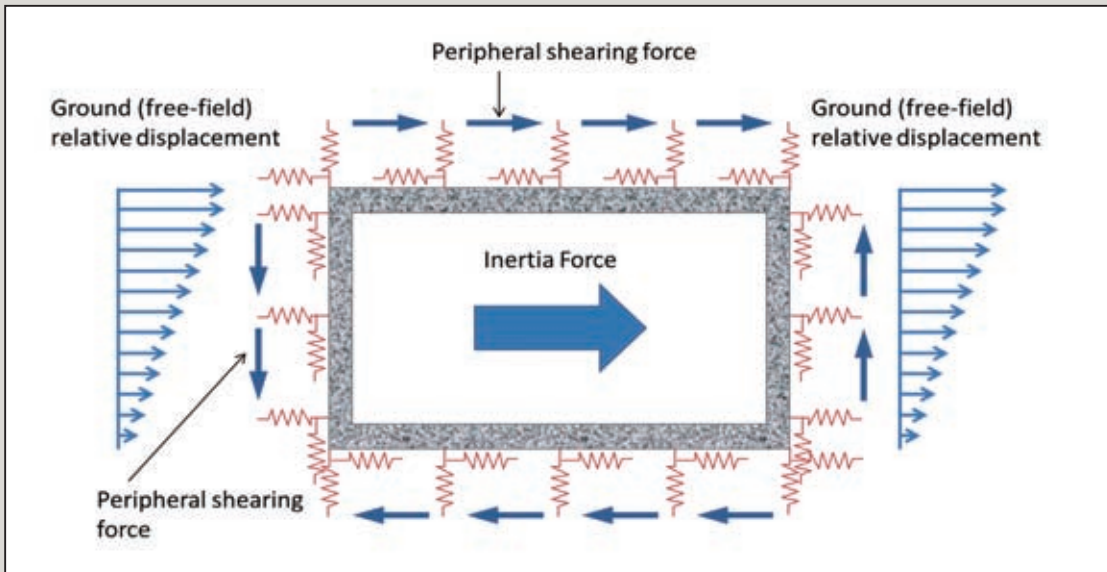


圖9 地下結構地震應答變位法

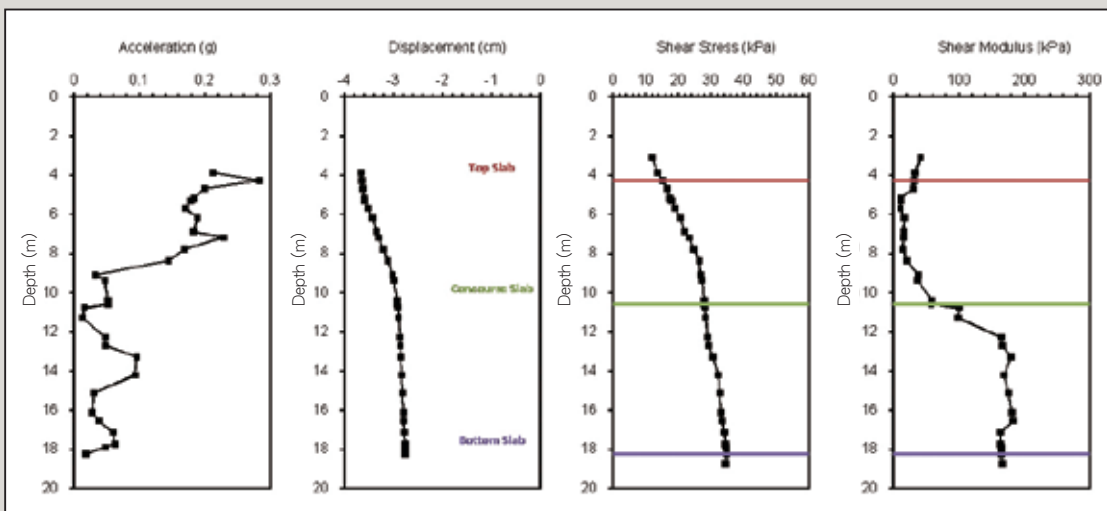


圖10 BH車站地盤之MDE反應分析結果

NERA地盤受震反應分析結果輸出之加速度、地盤變位、剪應力及剪力模數(如圖10)經進一步換算後，輸入結構之梁－彈簧模式中進行非線性側推分析，側推過程考慮各桿件之非線性彎矩－曲率關係(圖11)。分析結果(圖12)顯示BH站結構體各桿件在MDE狀況下均未達其降伏彎矩，經檢視圖12a中編號55及96元素之受力狀況，確認其受力僅略超出開裂彎矩(如圖12b)。

「地盤受震反應分析」與「結構應答變位分析」二階段之耐震分析在不耗費大量分析資源

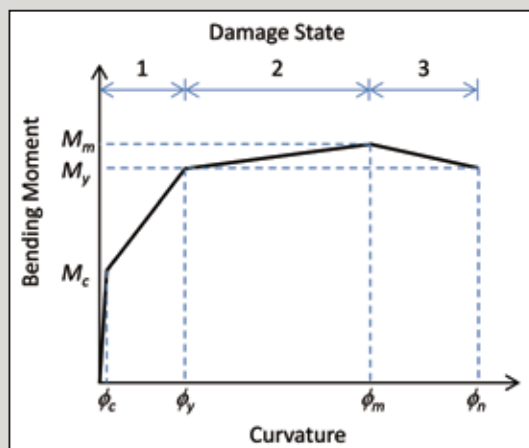


圖11 撓曲桿件非線性彎矩－曲率關係與損傷狀態定義

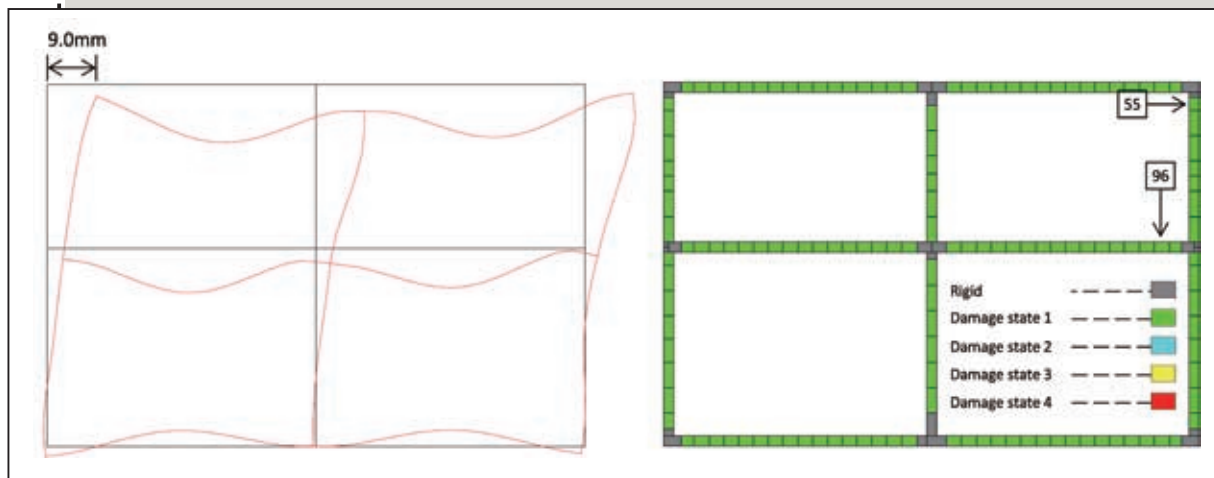


圖 12a BH站MDE分析結果

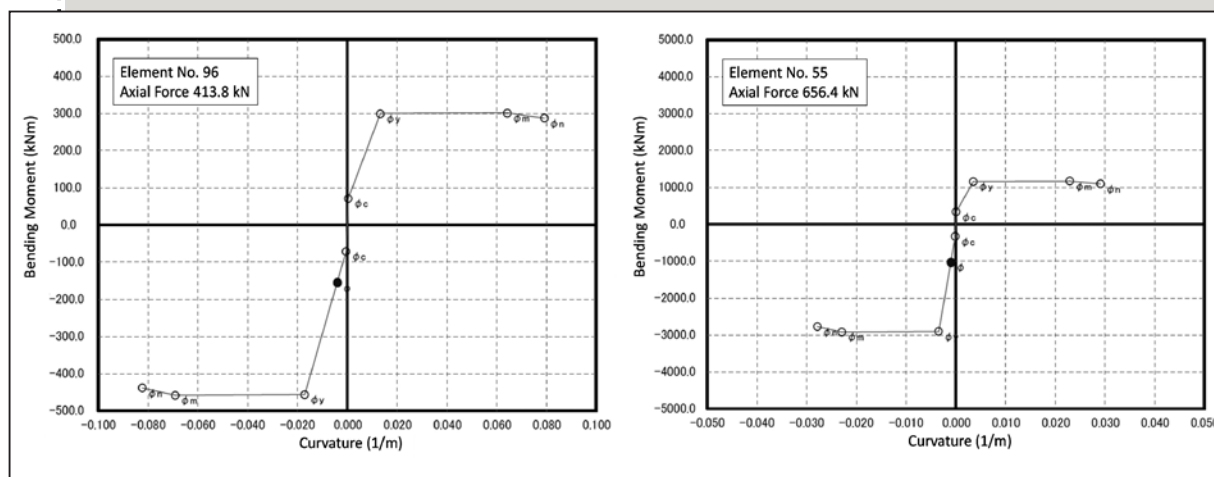


圖 12b 結構桿件損傷狀態

情況下，可分別掌握地盤與結構之非線性特性，本計畫分析結果顯示結構設計並非由地震狀況控制。

伍、價值工程研析

地下車站量體縮短不僅影響空間配置，其可行性更取決於與月台長度與隧道線形相對位置。而本標兩個車站部分月台座因為落在曲線上，列車和月台邊界的距離關係營運和旅客安全。因此，本計畫將Revit所建置的車站模型和Civil 3D整合(圖13)，進行線形與月台位置的調

整，確保列車動態包絡線和月台間有適切的淨空，滿足營運功能需求，同時考量施工空間的限制，作為軌道和月台佈設決策之用。

在建築師和工程師的協力合作下，在維持既有功能不變的前提下，BH站(含明挖覆蓋隧道)的長度從備標階段的439公尺，減少至429公尺，如圖14；DA站更從220公尺縮短至200公尺，如圖15；同時，整體減少了約9.1%的車站量體，大幅降低營運階段的能源使用與碳排放量，達成車站最佳化的配置。

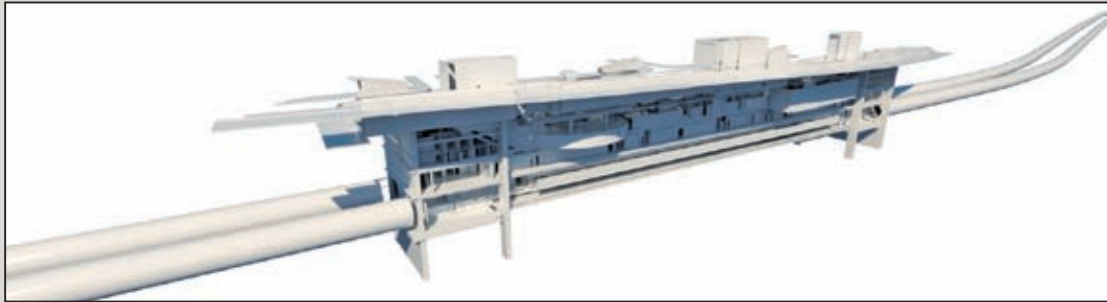


圖13 車站模型與隧道線形之3D BIM整合

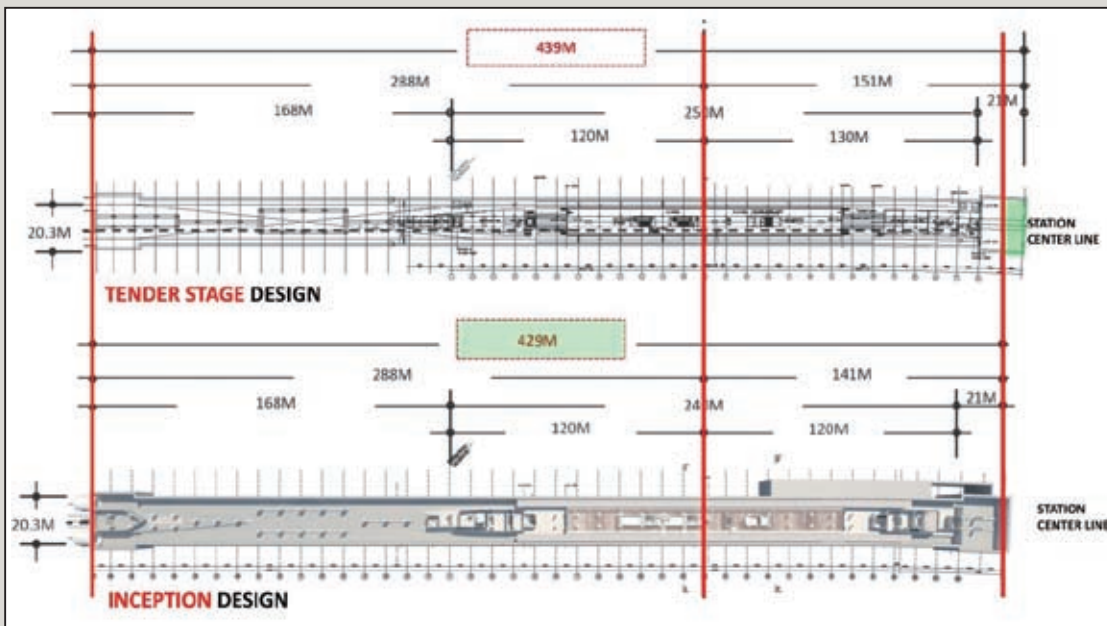


圖14 Bunderan HI車站價工縮減量體

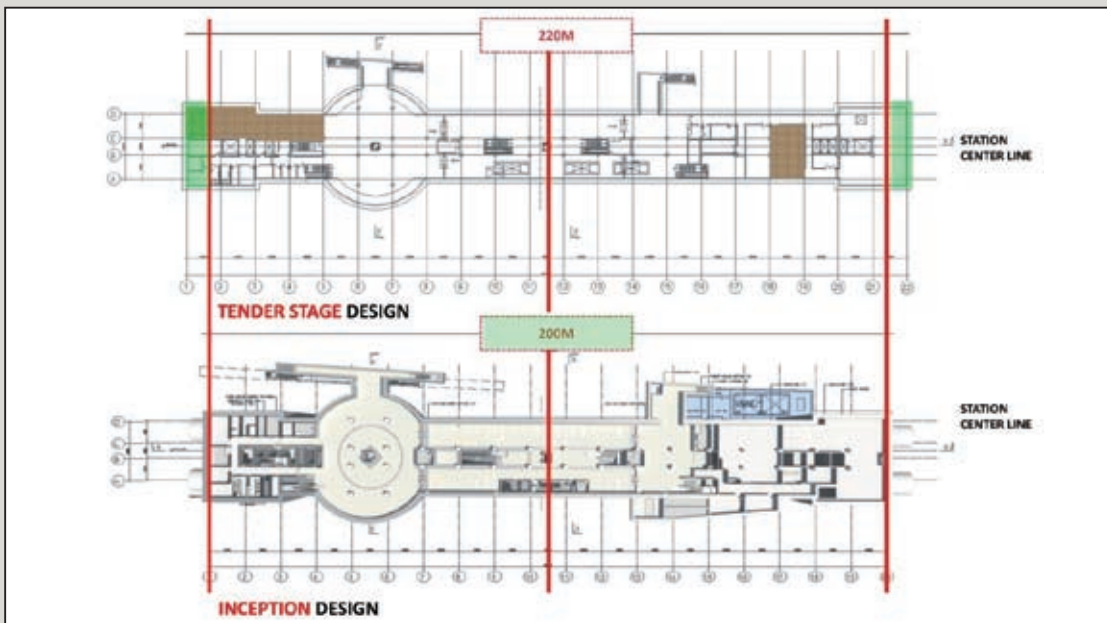


圖15 Dukuh Atas車站價工縮減量體

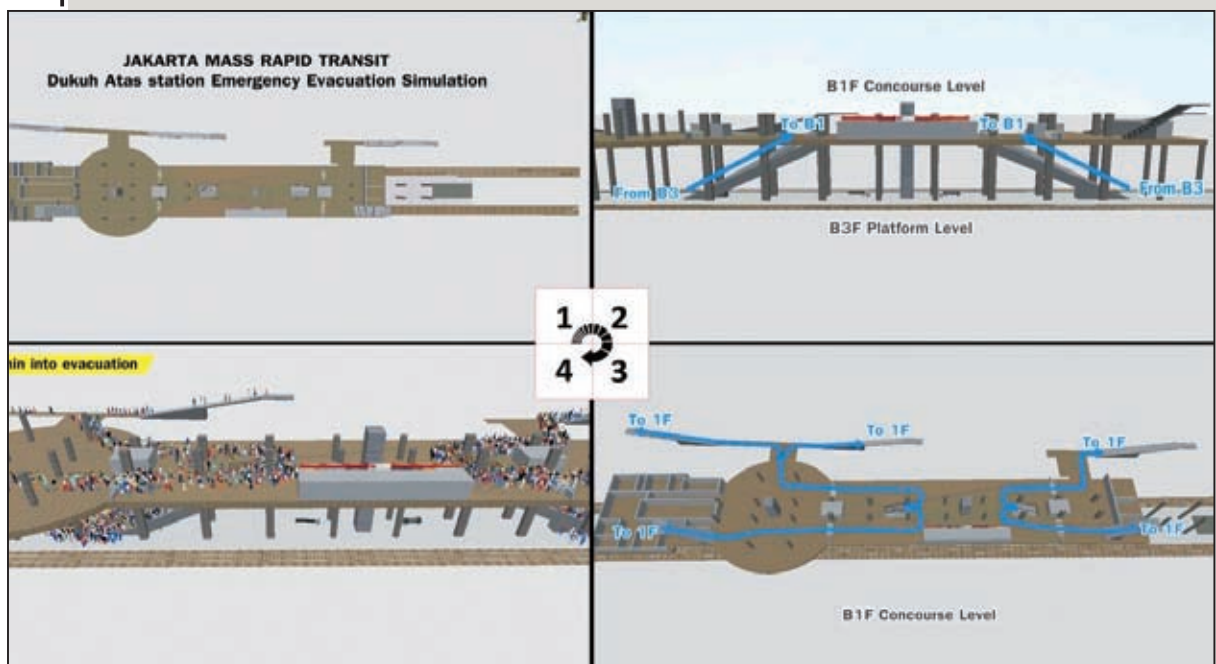


圖16 Vissim動態人流分析

陸、人流模擬加強營運安全性

為了確保車站於正式營運時的安全，本計畫除了採用空間、時間參數檢核計算，更採用德國PTV交通顧問公司所發展的Vissim[8]軟體進行動態人流模擬分析(如圖16)，該系統可依據設計參數模擬各種情境之緊急逃生狀況，以及所需的時間，檢核車站佈設的適當性；同時，也用來評估捷運逃生設備與應變緊急狀況的能力。

Dukuh Atas車站共地下三層，未來將與現有的鐵路車站和未來的高速火車站相連結，緊急逃生設施的規劃和管理對於乘客安全來說相當重要。將Revit上所建構的車站模型匯入Vissim軟體中進行逃生模擬，模擬結果可直接回饋至空間模型修正，同步參數避免溝通上的落差。

柒、協同作業衝突檢查

過去捷運工程中各個專業間的協調，僅透

過平面資料溝通，而機電CSD套圖管線錯綜複雜，經常產生解讀不同或版本不同步的窘境。本計畫以BIM參數式的模型建置，納入結構、建築、機電、空調等多個專業界面，共享資料庫。藉由軟體進行衝突檢查、空間法規檢核及4D排程，提早發現設計衝突與缺失，紀錄會議決策時間與內容，並追蹤後續執行狀況，減低文書往來及施工期之設計變更，大幅提升設計與施工品質。

本計畫系統標設計啟動時車站已經施工，系統標設計時程與設備空間都大幅受限。借助BIM所建置的3D資料庫，將系統標機房空間設備管線以圖例化3D呈現，與平面圖、剖面圖並置，在協調會議上，每個專業角色很容易面面俱到瀏覽空間，精準規劃設備尺寸並檢查管線配置，甚至從虛擬實境中模擬未來機具搬運與維修動線。設計成果更可以直接由模型以斷層掃面方式切出大量的斷面，方便現場施工人員的2D紙筆作業，擴大採用3D BIM的效益，如圖17~20所示。

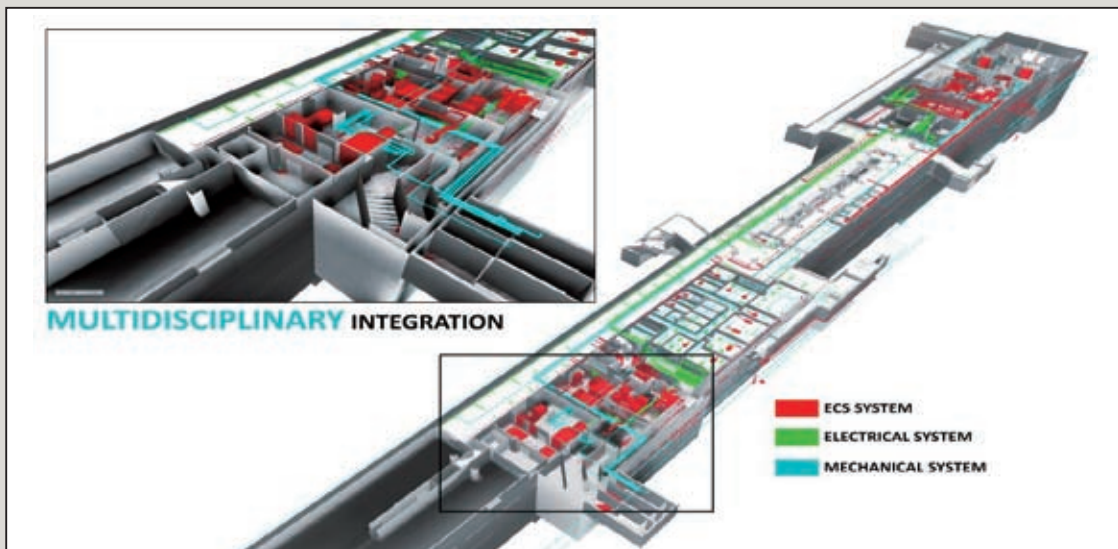


圖17 圖例式3D CSD 套圖

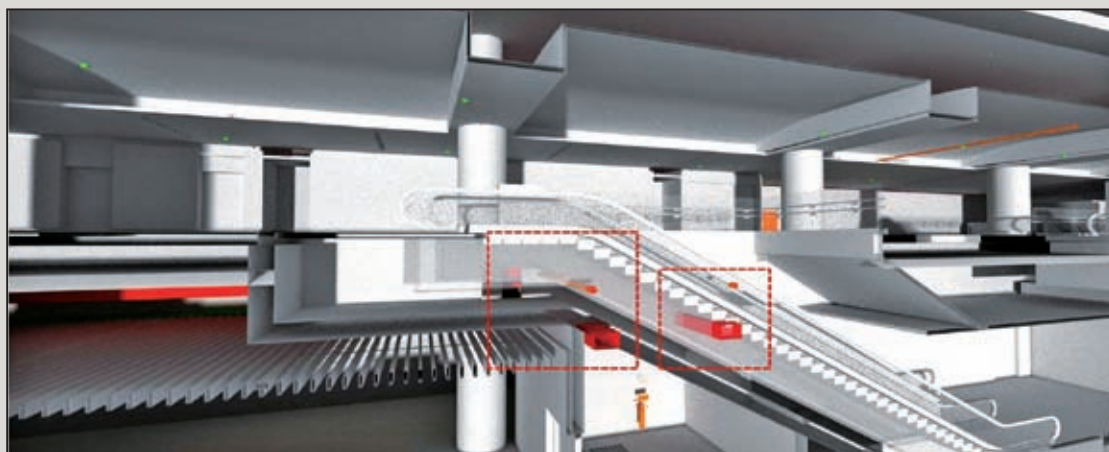


圖18 BIM跨專業界面衝突檢查

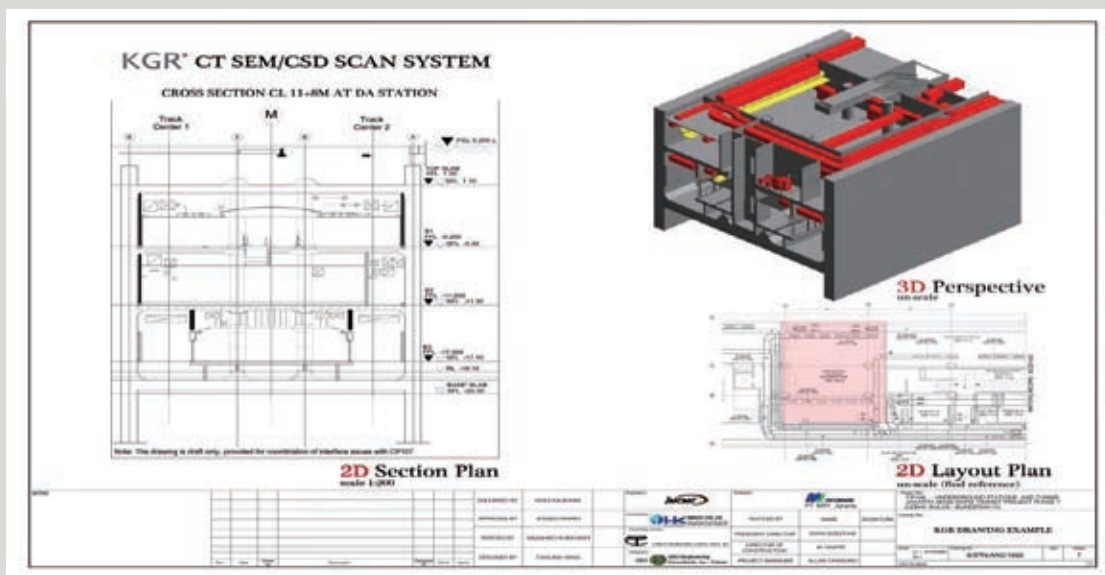


圖19 3D SEM/CSD 整合

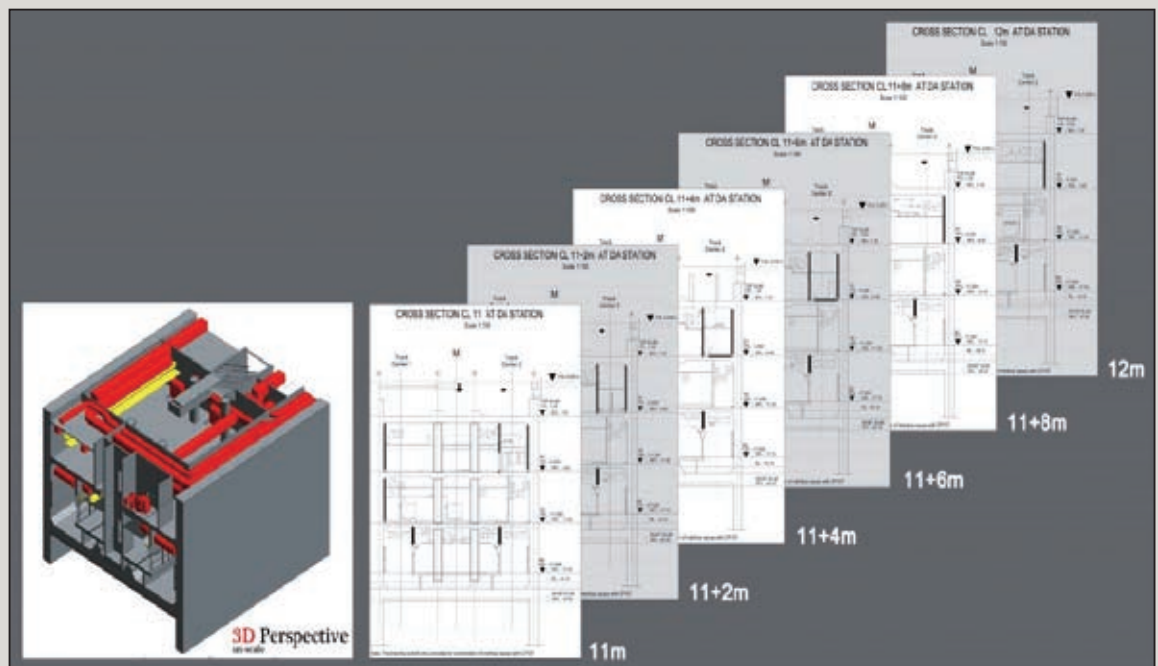


圖20 斷層掃描式 SEM/CSD 整合

捌、結論

- 一、開發中國家受限於經費及經驗不足，常無法提供較佳品質之調查、試驗設備，切勿以台灣的經驗來看天下，應確實了解當地專業廠商之鑽探及取樣之設備及程序，預防不合格的設備或廠商進場。
- 二、本文蒐集雅加達地區之細粒土壤薄管取樣結果，約有50%以上之試體SQD落於E級，對於需要取得剪力強度、壓縮特性之計畫，工程師應先篩選合適之試體再進行相關試驗。
- 三、「地盤受震反應分析」與「結構應答變位分析」二階段之耐震分析可在不耗費大量分析資源情況下，分別掌握地盤與結構之非線性特性，分析結果顯示雅加達地區之地下結構設計並非由地震狀況控制。
- 四、藉由3D BIM技術，強化跨專業的設計整合，模擬安裝與搬運動線，協助系統標廠

商與土建廠商縮短界面整合的時程。在設計與施工團隊的緊密合作下，CP106計畫目前的整體施工進度未受到系統標發包與用地取得延誤影響，率先通過都市設計審議及地工結構外審，也是所有標段中工程進度最佳的一個區段標。

- 五、BIM作為營建資訊的載體，串聯建築生命週期，重新定義了工程設計流程與團隊溝通方式。而BIM和GIS技術的結合並於軟體平台上整合地理資訊模型、建築模型資訊，對BIM技術之應用為很大之技術突破，帶來許多過去無法看到的效益。藉由已建置之BIM模型，可進一步應用至營運階段，協助營運維護管理，制定節能策略，將BIM之效益發揮到極致。

參考文獻

1. Firmansyah, I., & Sukanta, D.(2000). "Common Practice Basement Construction in Jakarta-

Indonesia,” ACF Symposium Technical Report, pp. 28-39.

2. Rismianto, D., & Mak, W.(1993). “Environmental aspect of groundwater extraction in DKI Jakarta: Canggih Views,” Paper presented at the 22nd Annual Convention of the Indonesia Association of Geologists, Bandung.

3. Sumitomo Mitsui Construction Co., Ltd. (2014). “Geotechnical Interpretative Report,” Construction of Jakarta Mass Rapid Transit Project, Underground Section CP106.

4. Terzaghi, K., Peck, R. B., and Mesri, G.(1996). Soil Mechanics in Engineering Practice, John Wiley & Sons.

5. 楊家豪、蔡淵堯、熊彬成、譚家瑞、蔡榮禎(2014)，「地下結構體之非線性耐震設計分析—以雅加達捷運為例」，第十二屆結構工程研討會暨第二屆地震工程研討會，高雄。(in English).

6. Bardet, J. P., and Tobita, T.(2001). “NERA A computer program for Nonlinear Earthquake site Response Analyses of layered soil deposits,” University of Southern California.

7. JR Soken Engineering Co., Ltd.(2013). User’s manual of JRSNAP.(in Japanese).

8. Planning Transport Verkehr AG(2011): User’s manual of VISSIM

工程位置

前進非洲—— 史瓦濟蘭生技園區 開發及首都醫院 門診中心改建 經驗分享

關鍵詞：海外、非洲、史瓦濟蘭、土地開發、生技園區、醫院

台灣世曦工程顧問股份有限公司／水環部／正工程師／江怡廷 ①

台灣世曦工程顧問股份有限公司／水環部／計畫副理／蔡欽耀 ②

台灣世曦工程顧問股份有限公司／水環部／經理／吳律平 ③

台灣世曦工程顧問股份有限公司／水環部／協理／曾淳鏗 ④

台灣世曦工程顧問股份有限公司／建築部／計畫經理／邱寧潮 ⑤

台灣世曦工程顧問股份有限公司／建築部／副理／伊釗 ⑥



摘要 ABSTRACT

史瓦濟蘭生技園區基地面積約159公頃，其中已開發之住宅區佔20公頃，未開發區約139公頃，計畫引進產業包括製藥業、化妝品產業、生技產業、綠能產業及農產品加工業等，本公司於2011年6月完成細部設計，並建議史瓦濟蘭業主考量工程經費編列，將未開發區分三期施工，其中，第一、二期皆已完工，第三期預定2016年5月31日完工；為加速生技園區發展，業主接受本公司建議，推動服務中心建築案，由於本公司之服務品質及專業頗受肯定，續委託本公司辦理服務中心之設計及監造工作；後因史瓦濟蘭公告首都醫院門診中心改建計畫，本公司依史瓦濟蘭的招標規定及程序提送服務建議書，於2015年9月獲選承辦史瓦濟蘭首都醫院門診中心改建案之設計及監造工作。



壹、史瓦濟蘭王國簡介

一、地理區位及環境特性

史瓦濟蘭王國(以下簡稱史瓦濟蘭或史國)位於非洲南部內陸地區，北、西、南三面為南非共和國，東北面與莫三比克為鄰，地理位置詳圖1。該國總面積約17,364平方公里，約為臺灣之半，地勢由西北向東南遞降，氣候屬南半球亞熱帶型，年雨量約900公釐，每年9月至翌年3月為雨季，雷電頻繁；高地年平均氣溫約攝氏16度，低地約23度，日夜溫差大。

史瓦濟蘭係屬封閉型經濟，超過80%人口以農業維生，外銷以蔗糖與木材為主，經濟上倚賴南非共和國甚深。



圖1 史瓦濟蘭王國地理位置圖

二、歷史進程

史瓦濟蘭原為班圖族(Bantu)的後裔，十八世紀中葉，史瓦濟蘭脫離班圖自立，其領袖為恩史瓦濟(Mswazi)，其後該族即以史瓦濟為其族名。在19、20世紀之間，史瓦濟蘭自主權受到位於南非的英國法律所支配，1902年英國將史瓦濟蘭認定為其直接管轄範圍內的保護國，英國在1963年11月頒布史瓦濟蘭獨立憲法，而史瓦濟蘭立法會議也在1964年9月9日設立，後於1968年9月6日獨立。1973年4月，索布扎二世(Sobhuza II)廢除憲法並解散議會，禁止政黨活動，1978年制定新憲法，確立君主立憲統治。1986年4月25日現任國王恩史瓦帝三世(Mswati III)即位迄今。

三、傳統活動

史瓦濟蘭王國最為人所熟知的，是在每年八月底舉行之「蘆葦節」(Umhlanga Reed Dance)，此傳統節慶最初的立意是在榮耀王母(太后)，並鼓勵年輕女性，希望她們在成熟至足



圖2 參加蘆葦節少女手持蘆葦



圖3 參加蘆葦節少女年齡不拘

以婚配以前，能夠保持她們的貞節，提倡所謂的「女子品德」，其後加入了選妃活動，整個慶典為時三天，但真正的舞蹈表演只有在最後一天才舉行，參加的少女們身穿傳統服飾，在王室廣場載歌載舞，相關活動照片如圖2及圖3。

貳、史瓦濟蘭生技園區開發計畫

一、計畫概述

自2008年起，史瓦濟蘭王國國王恩史瓦帝三世大力推動史瓦濟蘭生技園區之開發設計計畫，期能藉由中華民國以往經濟發展之經驗，協助史國利用豐富之天然資源，創造優良投資環境，並經由本園區之設置，提供投資廠商便捷的支援服務及對從業人員能有整體訓練及發展，以提振史瓦濟蘭王國內之產業創新。

二、辦理過程

(一) 規劃構想與發展

本計畫基地位置位於史國中部，鄰近史國最大之Matsapha工業區及貨運轉運站；基地週邊主要道路為MR-17、MR-3及MR-103，區位條件十分優越，相關地理位置詳圖4，附近土地使用示意詳圖5。

園區計畫引進產業包括製藥業、化妝品產業、生技產業、綠能產業及農產品加工業等，並可作為Matsapha工業區的延伸發展用地。

本園區基地面積約159公頃，其中已開發之住宅區佔20公頃，未開發區約139公頃，依土地使用計畫將規劃為生技產業用地、研發用地、實驗農場、文化村、管理服務中心及道路、公園、綠地、停車場、轉運中心、自來水、污水處理及電力系統

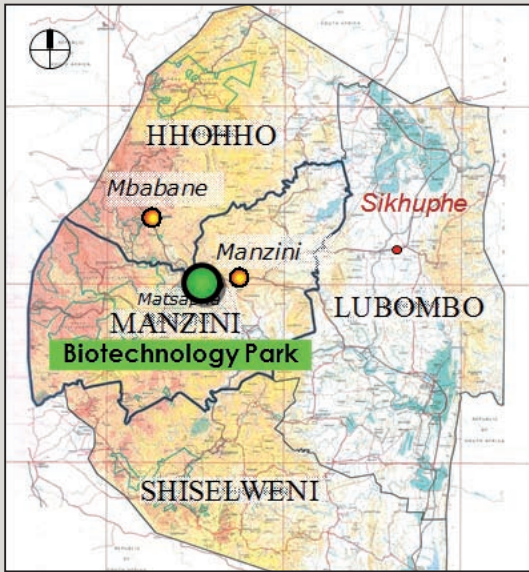


圖4 計畫基地位置圖



圖5 計畫基地附近土地使用示意圖

等公共設施用地，土地使用配置詳圖6。

設計階段本公司服務工作範圍為本基地地質探勘、現地測量、細部設計、招標文件製作等各項委託設計服務工作，主要工程項目包括工務所建置、整地、道路、景觀植栽、防洪排水系統、污水系統、給水系統、電力、電信、園區照明、交通標誌等工程和其他附屬設施。

本基地地勢西高東低，原始地面坡度為10%以上，西側為本基地主要聯外道路MR-17，東側緊鄰Lusushwana河，因此設計階段除參考國內園區之相關開發經驗外，並配合各項史國工程規範及慣例，區內配置30公尺寬之主要道路Rd.30-1、Rd.30-2及Rd.30-3，並輔以22公尺寬之聯絡道路Rd.22-1、Rd.22-2及Rd.22-3，形成完整路網，道路平、縱斷面係配合地形及南非設計規範之規定設計，區內坵塊配合道路高程以緩、順、齊、平為設計原則，力求區內土石方達挖填平衡。基地內排水系統以路側梯型明溝為主，於過路段設置集水井及管涵等構造物銜接，地表逕流水由排水系統匯流至基地東側之兩座滯洪池，

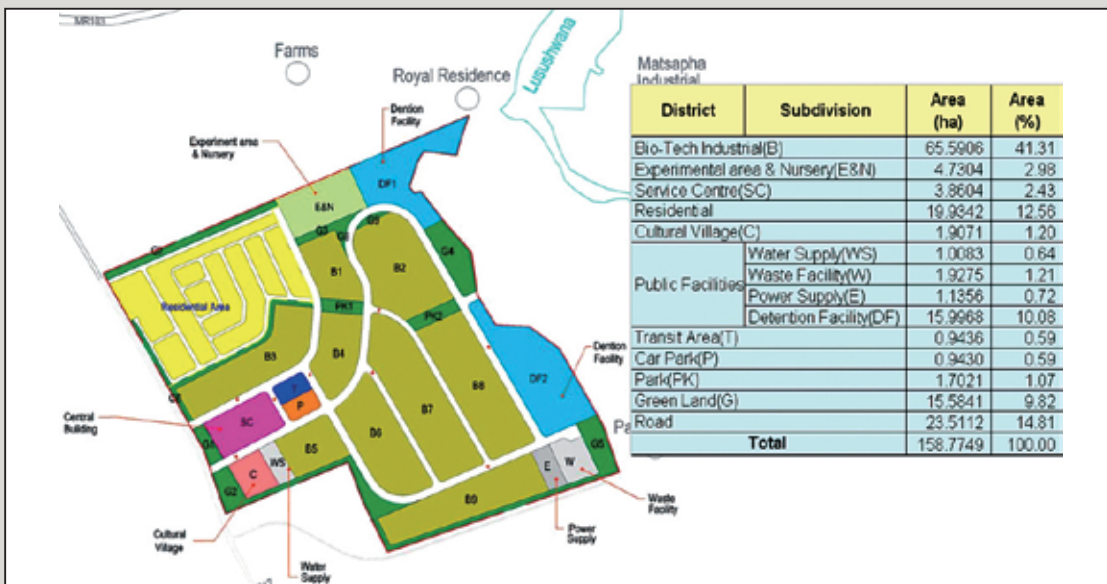


圖6 史瓦濟蘭生技園區土地使用配置圖

滯洪池放流口之設計係採用與國內相同之設計標準。區內道路照明系統摒除以往高壓鈉燈之慣用設計，採用與國內新近之工業區及科學園區相同之LED路燈，以彰顯本園區為史國發展科技產業之重要里程碑。此外，考量史國國情，其他公共設施工程皆採簡單易維護作為設計之準則。設計工作於2010年8月展開，2011年6月順利完成後，移交業主辦理工程招標及施工。

(二) 設計課題

本園區係參考當地顧問公司所協助取得之當地相關規範及標準圖說，由本公司辦理細部設計，再請當地顧問公司檢視設計內容及提供修正建議，如前述由於史瓦濟蘭於1902~1968年屬英國保護國之一，因此工程相關制度、規範與慣例等均承自英國系統，與我國慣用系統有所不同，另外，史瓦濟蘭緊鄰南非共和國，在非洲南部區域各國均以南非共和國為遵循對象，工程方面也不例外，因此以下依照工程標準與規範、設計工作與預算編制與執行等方面作說明：

1. 工程標準與規範：在國內的公共工程設計均遵循相關主管機關頒定之技術標準及規範辦理，工程契約則依公共工程委員會之範本及採購法相關規定辦理，而於史國遵循的是The South African Institution of Civil Engineering (SAICE)所頒定的The General Conditions of Contract for Construction Works，作為政府公共採購契約的一般條款，再依據不同計畫提出特殊增列條款。而材料設備規範部分，則是採用南非國家標準局(South African Bureau of Standards, SABS)頒布的各项規範準則，如圖7，類似我國的CNS國家標準。

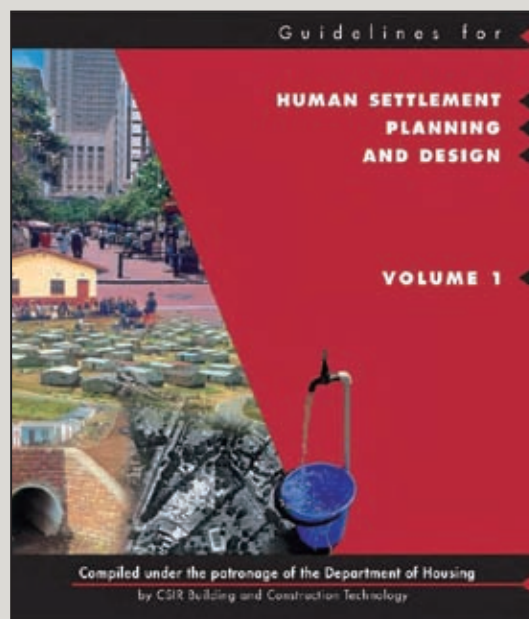


圖7 南非遵循之設計規範

2. 設計工作：由於工程標準及規範與國內有極大的差異，導致設計觀念與安全值等設計參數也有所不同，不能以國內經驗直接套用於史瓦濟蘭，因而自從設計之初就採取與當地顧問公司合作的模式，工作展開時就密切接觸和討論，並請當地顧問公司提供工程各項設計標準與規範、標準圖說、工程慣例、施工方法、材料供應等訊息，作為設計重要的參考與依據，以避免設計成果與當地現實有所落差的情況。
3. 預算編製與執行：我國工程預算的提報，經常要求百分之九十以上的精準度，倘若單項數量增減超過百分之十(土方數量一般為百分之二十五)以上，即須檢討設計單位是否有疏失，將上述的需求轉述給當地顧問公司時，他們表示無法理解。舉一實例說明，土方工程中的整地開挖項目，工程預算書是可以精準計算土方量，但無法完全符合開挖施工後的確實情況，史瓦濟蘭境內岩石土層眾多，設計階段又無法全面辦理地質調

查，時常發生無法窺得土層下方隱蔽的數十或數百噸的大塊石，尚須動用火藥爆破才可以移除的情況，因此設計階段的工程預算，是以概算數量計算，另外預留部分可能發生項目的參考單價(此部分沒有數量)。

(三) 工程招標

本計畫於2011年6月設計核定後，即因史國政府財政拮据下衍生是否繼續開發之慮，本公司遂建議參考國內園區採分期(標)開發方式，在預算及技術等多方面考量下，本園區開發工程採分三期辦理，並在當地顧問公司協助下，幫助業主辦理工程分期招標作業，由於第一期工程預算將近美金1,300萬元，屬於重大公共工程招標，需要採公開招標方式，以下針對招標制度、決標模式與我國採購法的相差異作說明：

1. 公開招標：由於史瓦濟蘭的資訊、媒體與網路尚不普及，工程招標的訊息依照規定須於該國僅有的兩大平面報紙刊登五天，投標廠商至指定單位購買招標文

件，等標期為四到六周不等，並擇定其中一日赴現場勘查，決標日截止前投標廠商需提送公司相關資歷文件與標單。

2. 決標模式：史瓦濟蘭政府機關的招標與開標作業，統一交由該國政府的招標中心辦理，只要是政府採購案均須提送至此單位辦理公開招標的作業，但工程招標案件，招標中心僅針對投標廠商的資歷文件審查，以及公開各家廠商的投標金額，並不做價格最低標者得標的決議，以上僅是第一階段的程序，爾後將所有資料轉交工程承辦單位與設計單位進行標單內容逐項審查與比對，最後由設計單位提送分析評估與建議報告交業主做最適廠商裁決。以本工程為例，得標廠商為第二低標者，因經分析審查各家標單後，第一低標廠商的標單中有諸多疏漏項目與單價不實的情況，另外考量其施工經歷與組織能力尚不足應付此規模的工程，最後業主參考本公司團隊的建議，裁決交付第二低標廠商得標。

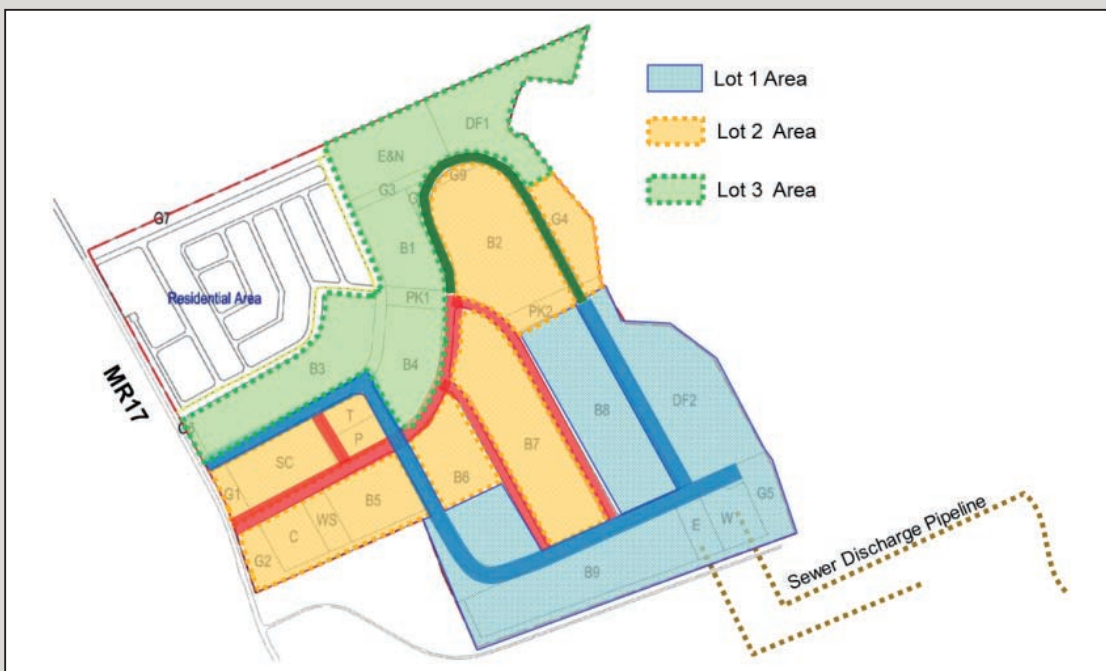


圖8 本計畫分期範圍圖

(四) 施工監造

本計畫自從可行性研究規劃與細部設計階段完成後，在各方的支持及期許下，本公司兢兢業業的執行工程監造任務，如期如質且不超出原工程預算，陸續完成第一期開發工程(自2012年3月20日開工至2014年4月10日竣工)，該期開發面積為46.7公頃，其中廠區面積為12.8公頃，園區內道路為2.4公里；與第二期開發工程(自2014年4月11日開工至2015年6月30日，提前10日曆天竣工)，該期開發面積為43.9公頃，其中廠區面積為29.9公頃，園區內新設道路2.4公里；並且因深獲史國業主信任

與滿意，續委託辦理第三期開發工程之監造技術服務工作，第三期開發工程自2015年7月1日開工，預定完工日期為2016年5月31日，本計畫分期範圍詳圖8。

園區共三期之開發總面積約139公頃，其中廠區與研發實驗區等面積約70公頃、公共設施面積約26公頃、綠地面積約15公頃。施工期間並成為史國官方對外宣揚該國產業發展建設之模範，歷次重要官方參訪及視察照片如圖9~10，施工照片集錦如圖11~14。



圖9 2015年7月2日史瓦濟蘭總理H.E. Prime Minister Dr. Barnabas Sibusiso Dlamini暨該國政府官員視察工地



圖10 2015年9月1日迦納國王暨史國經濟企劃暨發展部部長(H. R. H. Prince Hlangusemphi Dlamini)等官員參訪工地



圖11 施工中照片集錦(一)



圖12 施工中照片集錦(二)



圖13 Rd.30-1與Rd.30-3道路現況(尚未繪製標線)

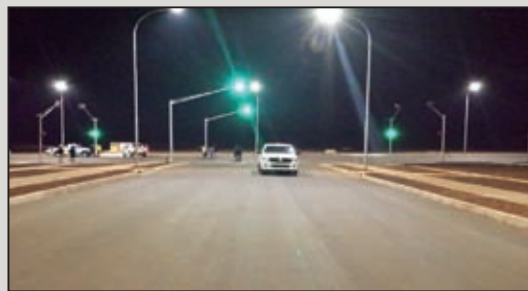


圖14 Rd.22-3道路照明測試

本公司在擔任施工階段的監造工作時，同樣因屬不同工程標準、思維與慣例下，有諸多面向的監造經驗與讀者分享：

1. 監造工程師：現今我國在各相關制度、法規等框架下，監造工程師受限於制度，不易展現其專業能力來促使工程獲得較佳品質、較為經濟、順利推展的結果。反之，史國的工程環境中，業主與承包商均對監造工程師的專業有著相當的信任與尊重；相對的監造工程師也是需要滿足業主所託，及時回應承包商面臨的施工疑義，並做必要的處置建議。因此，在不影響設計功能、不違背設計原意等條件下，由監造工程師提供各項施工大樣圖、鋼筋配置圖、鋼筋數量表

等供承包商參辦，而監造主任(主管)獲有業主的充分授權，但也需要承擔相對的責任。

2. 變更設計：套用老工程師所言，好的大型工程沒有不辦理設計變更的，其意不是批評設計者的不當，而是設計階段是設計者對於該工程的理念和期許，但工程開始施工後，會因為地形地貌、周邊鄰舍、土地徵收、預算短缺等等因素，而無法按原設計施作。比對國內繁瑣冗長的變更設計審查程序，史國的程序則相對簡要，若不影響使用功能，只要監造工程師會同原設計者開會決議後，其異動金額不至於影響年度預算額度下，函文通知承包商據以施作，副本知會業

主備查即可。

- 估驗計價：依據「工程預算書」的數量概算，每期工程估驗均是等同實作數量計算，承包商提送各項目數量計算書後，經監造工程師現場核實與查驗品質符合規定，才同意計價。其項目核實程序中，南非國家標準局(SABS)有頒布一系列針對各工程項目非常詳細的計價準則，承包商與監造單位都有所依循，不會產生模糊爭執的不客觀現象。
- 工程展延：工程合理展延因素眾多，諸如業主因素、土地徵收、變更設計、氣候等等，其中氣候為非人為因素，又氣候對於土木工程的施工影響甚大，因此SAICE所頒定的The General Conditions of Contract for Construction Works一般條款中，即有專章說明雨天合理展延的計算方式，計算公式中依照當月總雨量、雨量超過10mm的天數、平均年總雨量、歷史平均總雨量等因素，加總後得到一個量化得以展延的天數。
- 施工品質：史國屬待發展國家，平均國民所得約為3,400美金，勞工薪資相對低廉，且失業人口比例相對高，因此無論技術工或一般體力工都非常容易徵得，勞工也都體認求職不易而謹守本分的工作；另外目前史國境內數家A級營造廠商均屬南非股票上市的史瓦濟蘭分公司，而承包商工務所的主管階層人員亦多數是來自南非的專業工程師，所以現場施工管理與品質都尚屬良好。
- 安衛環保：本計畫承包商S&B Civils Roads Ltd是Stefanutti Stocks於史瓦濟蘭的分公司，該公司在品質管理方面取得ISO 9001認證，而施工安全與環境管理方面

各取得ISO 18001與ISO 14001等認證。另外史國沿襲南非的施工管理制度，營造廠都非常注重工安方面的自主檢查與定期講習訓練，而勞工自我保護的觀念也都非常正確，承包商會提供勞工統一的施工服、安全鞋與各項必要的個人防護用具，所以現場安衛工作能確實執行。史國雖沒有類似國內勞檢單位的政府機構，但因施工安全的落實，也降低施工意外所造成財產生命的損失、停工造成工期的延宕、及工程保險費用的增加等影響。

(五) 後續服務工作-園區服務中心設計及監造

隨著本園區公共基礎工程設計及監造工作順利推展，本公司之服務品質及專業亦頗受史國業主肯定，為加速生技園區發展，本公司建議史國業主在園區管理方面可參考國內科學園區之營運模式，建立對進駐廠商單一窗口之專責管理及服務單位，史國業主亦認同本公司的建議，並指示於本園區計畫中增加服務中心之建築標案，以擴充方式委託本公司辦理服務中心之設計及監造工作。本案主要目標為「型塑園區獨特地標」、「提供管理單位辦公空間」、「提供週邊服務單位進駐空間」及「提供會議及展演空間」。

服務中心用地位於本基地主要進出道路側，基地位置詳圖15，為一L造型兩幢建築物，東側為地面二層建築，主要為史國皇家科技園區委員會(RSTP)之辦公空間及大會議室；西側為地面三樓之多功能建築，一樓入口處提供銀行、郵局、電信公司等週邊服務事業單位之辦公空間，二樓則為其他附屬政府機關辦公室，三樓為餐廳及展演空間，總樓地板面積約為7,000平方公尺。



圖15 服務中心位置圖



圖16 服務中心-波光瀲灩之科技核心 正面透視



圖17 服務中心-波光瀲灩之科技核心 背面透視

本公司設計團隊即根據上述目標及空間配置原則，發展不同建物之造型方案，各方案造型最後經史國業主轉呈史國國王恩史瓦帝三世決定採用方案，續進行設計工作，採用方案之透視模擬如圖16~17。本方案主要係利用不同的幾何造型外觀及運用沖孔鋁板、玻璃帷幕等表面飾材塑造建築造型，整體外觀充滿科技感，以呼應「波光瀲灩之科技核心」的建築意象，同時納入綠建築之概念及手法，設置雨水貯留池，並在停車場設置太陽能板，提供本建物部分用水及用電。

參、史瓦濟蘭首都醫院門診中心改建工程

一、計畫源起

史瓦濟蘭首都醫院(Mbabane Government Hospital)係史瓦濟蘭一所公立醫院，亦是史瓦濟

蘭第一所提供全面醫療服務的政府醫療機構，創建於1920年，現今依然為史瓦濟蘭衛生部最高評級的醫院之一，亦是史瓦濟蘭醫療體系重要的防疫機構。首都醫院位於史國首都Mbabane市中心南側，緊鄰史國主要道路MR 3，地勢由南向北傾斜，平均坡度大於10%，前後高差達6公尺，位置示意圖詳圖18。

首都醫院門診中心設立至今近百年時間，各項硬體與建築空間，均已殘舊不堪，並遠遠不足病患的醫療服務需求，門診中心現況照片如圖19。於2014年7月2日史瓦濟蘭總理(Dr. Barnabas Sibusiso Dlamini)會同相關部會首長視察後，立即指示須儘速原地重建，當日史國兩大平面媒體報導如圖20。



圖18 首都醫院位置示意圖(本圖擷取自www.mofa.gov.tw網頁)

二、業務爭取及工作展開

首都醫院門診中心的重建可直接嘉惠史國民眾，是項很有意義的建設計畫，本公司依史國的招標規定及程序提送服務建議書，於2015年9月獲選辦理該醫院門診中心改建案之設計及監造工作。



圖19 首都醫院門診中心現況外觀



圖20 史國報紙相關報導

根據史國衛生部與首都醫院提出之空間需求，以及醫療科別與設施等不同的急迫改善程度，本公司結合以往醫院的設計及專案管理經驗，以及經由臺北醫學大學提供的醫務管理諮詢服務，先行擬定院區重建之規劃方案，第一期範圍以門診中心和急診中心為主之門診大樓，第二期則以特殊病房、手術與專科檢查等為主。門診大樓規劃平面配置及立面示意如圖21及圖22所示。



圖21 門診大樓平面配置

本期係以門診中心和急診中心為主，主要建物配合基地地形，採地面四層及地下一層之配置。建物前方主要為門診中心，後方為急診中心，以上樓層以各科室專科門診及辦公空間為主。同時考量既有住院大樓及未來第二期工程之連接，本第一期建築工程於建物東北側設置斜坡道，並於建物前方留設未來設置穿堂空橋之空間，總樓地板面積約為8,000平方公尺。

建物之垂直動線考量主要為建物兩側之樓梯及中央之電梯，另特別針對史國供電情況不穩定之特殊需要，於建物中央處特別設置由急診中心至四樓之斜坡道，以供緊急情況下之人員、病床及設備之垂直移動需求；目前本案基本設計已獲業主核備，正展開細部設計工作。

建築之外觀造型，配合史國特殊環境及自然生態，由非洲象及Marula樹發想衍生為建物之立面造型，意象如圖23及圖24；門診大樓入口處透視如圖25，門診大樓急診中心入口處透視如圖26。

醫院之規劃及設計工作與一般建物設計工作不同，除外觀造型外，內部空間規劃設計有其特殊性及專業性，相關規劃設計均需滿足日後營運階段的使用人員及設備等需求；本公司於國內具有多件醫院設計及專案管理之經驗，

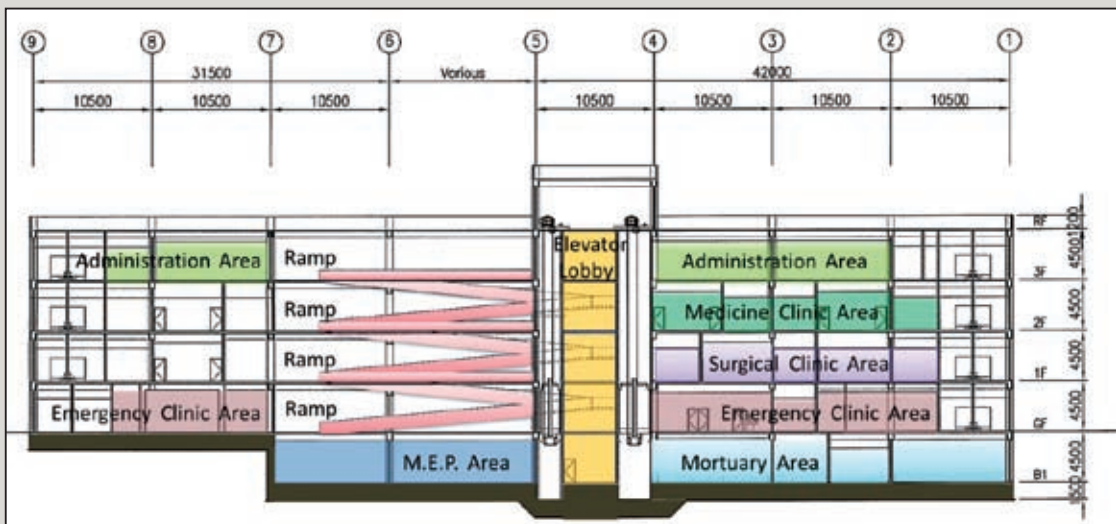


圖22 門診大樓立面示意

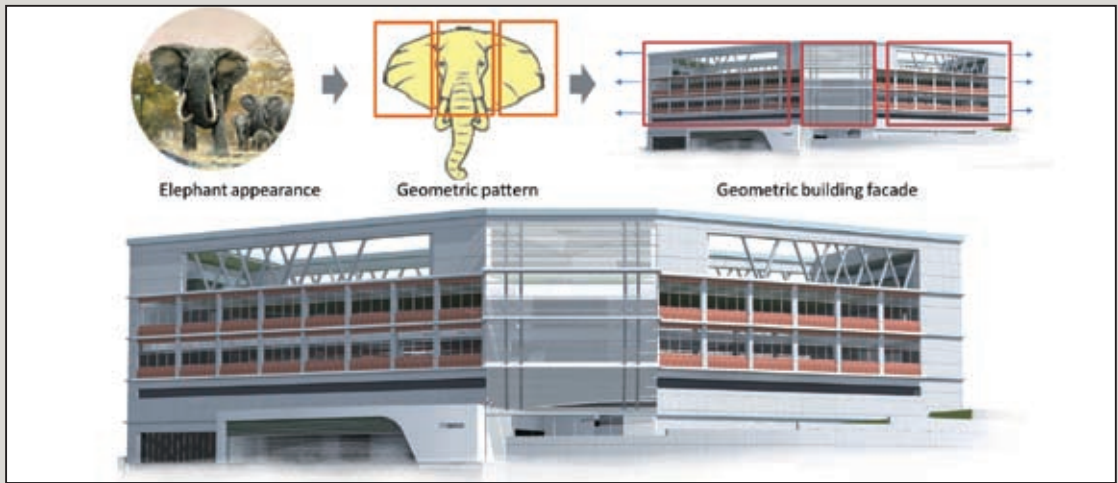


圖23 門診大樓立面意象圖(一)

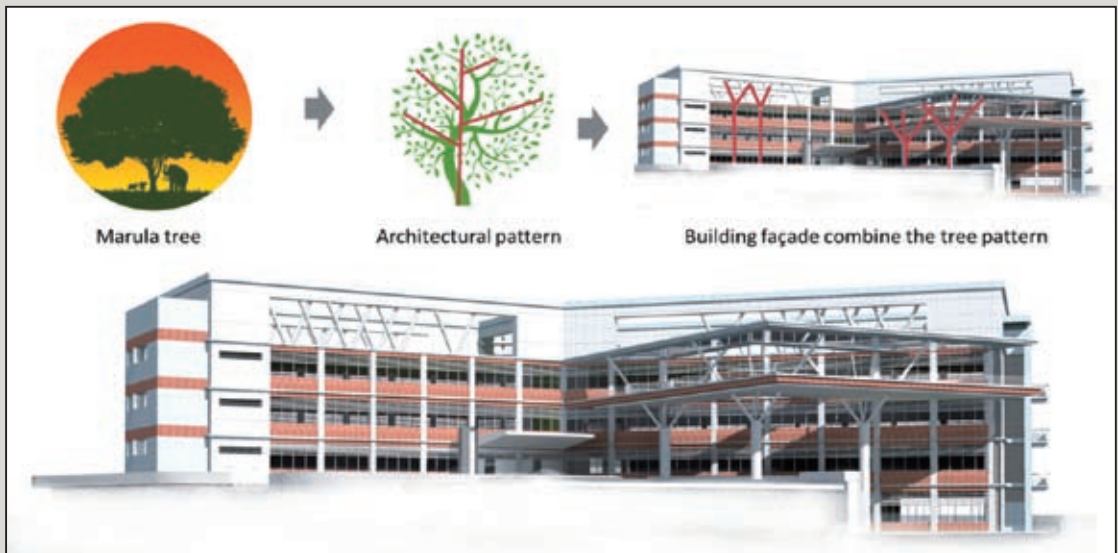


圖24 門診大樓立面意象圖(二)



圖25 門診大樓入口處透視圖



圖26 門診大樓急診中心入口處透視圖

可運用執行於本計畫，相信在醫務管理諮詢顧問(臺北醫學大學)、史國業主、各方的協助推動及本公司各部門專業同仁的努力下，定能完成本計畫之挑戰。

肆、結語

海外工程計畫常受國際情勢與當地國的財政及發展計畫影響，如何保有延續性的計畫，並發揮各項建設最大化的經濟效益，需要高度專業的工程顧問公司協助與參與。海外計畫由於當地國的法規、標準與規範、工程慣例、施工方法與材料等皆與國內有很大的差異，因此於規劃設計階段需先收集相關資料，以評估需尋求外部協助的項目，經由當地顧問公司的協助，可填補在當地資源不足之處，且細部設計及監造亦可透過當地顧問公司協助辦理，有效降低外派人力及成本需求；選派適當的駐外人員，除整合國內公司內部專業及與協力廠商有效溝通協調，以提供業主優質的服務外，更能深入瞭解當地政府機關工程執行之相關規定

及實際運作情形，隨時掌握面臨問題並妥適處理，亦能及時獲得業務訊息並續以推動。

本公司有機會參與史瓦濟蘭王國之生技園區開發工作及首都醫院門診中心改建計畫，將辦理國內各項公共工程所累積的豐富經驗運用於史瓦濟蘭，藉由史國計畫辦理之經驗，本公司可以將更多更好的國內經驗移轉至海外，向全球化目標持續邁進。

參考文獻

1. Biotechnology Park Preliminary Study, Feasibility Study and Master Plan Development Completion Report, RSTP, The Kingdom of Swaziland, July 2010.
2. Guidelines for Human Settlement Planning and Design, Volume 1,SABS,2005.

泉城的好味道—— 愛之味山東 濟陽廠設計經驗 及展望

關鍵詞：愛之味、山東

台灣世曦工程顧問股份有限公司／建築部／協理／林信忠 ❶

台灣世曦工程顧問股份有限公司／建築部／副理／伊 釗 ❷

台灣世曦工程顧問股份有限公司／建築部／副理／陳傳興 ❸

摘要

ABSTRACT

2010年12月，台灣耐斯企業集團陳哲芳總裁受邀率領集團團隊參訪中國山東省濟南市濟陽縣，經審慎評估，提議由濟陽縣提供800畝土地，與耐斯集團合作興建食品生技暨休閒育樂園區、黑陶文創園區。其中食品生技園區部份，預計佔地250畝。

耐斯企業集團依循2011年10月30日與山東省濟陽縣人民政府之合作意向書，於濟南市濟陽縣濟北經濟開發區，新建愛之味食品生技園區。本專案工程係由【山東愛之味食品科技有限公司】興建愛之味食品生技園區案委託本公司辦理『設計及工程技術總顧問』服務。



壹、專案所在地建設基礎情況

山東濟北經濟開發區(簡稱濟北開發區)地處濟南近郊，是山東省民眾政府批准設立的省級經濟開發區，管轄35個社區居委會，區內人口有5萬多人，是濟陽縣的新城區和全縣政治、經濟、文化、教育中心。

濟北開發區的管理體制是政區合一，開發區管委會行使縣級經濟管理職能，對進區企業實行“一門受理、聯合審核批示、一條龍辦理、一站式服務”。

濟北開發區的發展定位和目標是以“大、高、外”工業項目為主，配套建設生活服務、行政辦公、文化教育設施，把濟北開發區建設成濟南市黃河以北的新興工業區和特色新城區。

濟北開發區基礎設施配套日趨完善，累計投入基礎設施資金12.86億元，“七縱七橫”的道路框架已經形成，起步區內實現了供排水、電力、道路、通訊、供氣、寬帶、燃氣、有線電視和場地的“九通一平”。區內建有日供水5萬公噸的自來水廠和35KV、110KV和220KV變電站，建成投入使用了電信樞紐大樓、移動通訊大樓和天然氣管道工程，已投入使用的濟陽縣政務中心辦公大樓、濟北公園和政務中心廣場更是開發區一道靚麗的風景線。開發區綠化、美化、亮化、淨化達到了較高的水準，逐步達到城市化標準，為區內企業生產和社會大眾生活創造了良好的環境條件。

濟北開發區優越的區位、優惠的政策、優良的環境、優質的服務和高效規範的管理，吸引了眾多的中外客商前來投資置業，呈現出強勁的發展勢頭。目前進區項目已達300餘家，投資規模80多億元，已經形成了食品飲料、紡織

服裝、醫藥化工、機械電子等四大工業生產門類。重點企業有台灣旺旺食品、大魯閣織染、力碩電子，美國杜邦華佳、捷陽紡織、愛得思服飾，日本克萊特服飾、元首針織，加拿大富瑞光伏，山東漢方製藥、柏陽製藥、萬斯達工業園、鈦白粉化工、廣源發瀝青，濟南澤業機床、聯星石化、蔬新食品、濟南建工等一大批中外高新技術項目落戶開發區。

濟北開發區台資企業發展迅速，台灣旺旺集團、三功集團連續增資擴產；同鎰集團、大自然公司等十幾家企業相繼落戶濟北開發區，已形成台資企業發展的聚集區，2005年5月省台辦批准設立為山東省(濟北)台灣工業園，是全省第一家設立台灣工業園的開發區，地勢平坦、環境優美、交通便利、地理位置優越。2006年6月山東省外經貿廳在濟北開發區內設立了“山東韓國工業園”。於當年10月山東省僑辦在濟北開發區內又設立了“山東華僑工業園”。2007年5月山東省訊息產業廳在濟北開發區設立了“山東(濟北)電子訊息創業園”，至此，濟北開發區內形成了“一區四園”的工業格局。(資料來源:濟陽縣官方網站)

貳、專案概況

一、主要建設內容

本專案投資項目主要建設內容包含鐵罐(CAN)、利樂包(TP)無菌線、寶特瓶(PET)無菌線車間、原料處理中心、成品倉儲中心(立倉)、成品倉儲中心(平倉)、行政研發大樓、員工生活樓及提供園區動力、污/廢水處理設施。

規劃上為突顯出科技、先進、環保、節能、生態的特性，力求佈局合理、交通流線順暢，打造現代、簡潔、大氣的工業園區，展示愛之味的企業形象。主要建設內容及投資興建

設施項目，如表1。

表1 主要建設內容表

主要投資項目	鐵罐(CAN)車間
	利樂包(TP)無菌線車間
	寶特瓶(PET)無菌線車間
	原料處理中心
	成品倉儲中心(立倉)
	倉儲中心(平倉)
	行政研發大樓
	員工生活樓(宿舍、餐廳及其他)
公共設施(污水處理站及淨水設施、配電及變電室、換熱站、門衛室)	

二、主要設計方案

(一) 規劃依據

1. 《中華人民共和國城市規劃法》
2. 《城市規劃編制辦法》
3. 《城市規劃編制辦法施行細則》
4. 《現行建築設計規範大全》
5. 《民用建築設計通則》
6. 《高層民用建築設計防火規範》
7. 《山東省建設用地集約利用控制標準》

(二) 園區基地說明

本專案位於山東省濟陽縣濟北經濟開發區，是省級經濟開發區，毗鄰濟陽縣城老城區，位於國道220線、省道248線、249線交匯處，南接濟青高速公路，西靠京滬高速、京福高速公路，距濟南市區23公里，距濟南國際機場10公里，地理位置優越，交通便利。

基地土地使用性質屬工業用地，四面範圍為：國道220以東、澄波湖路以西、新元大街以南、永康街以北。土地證報地面

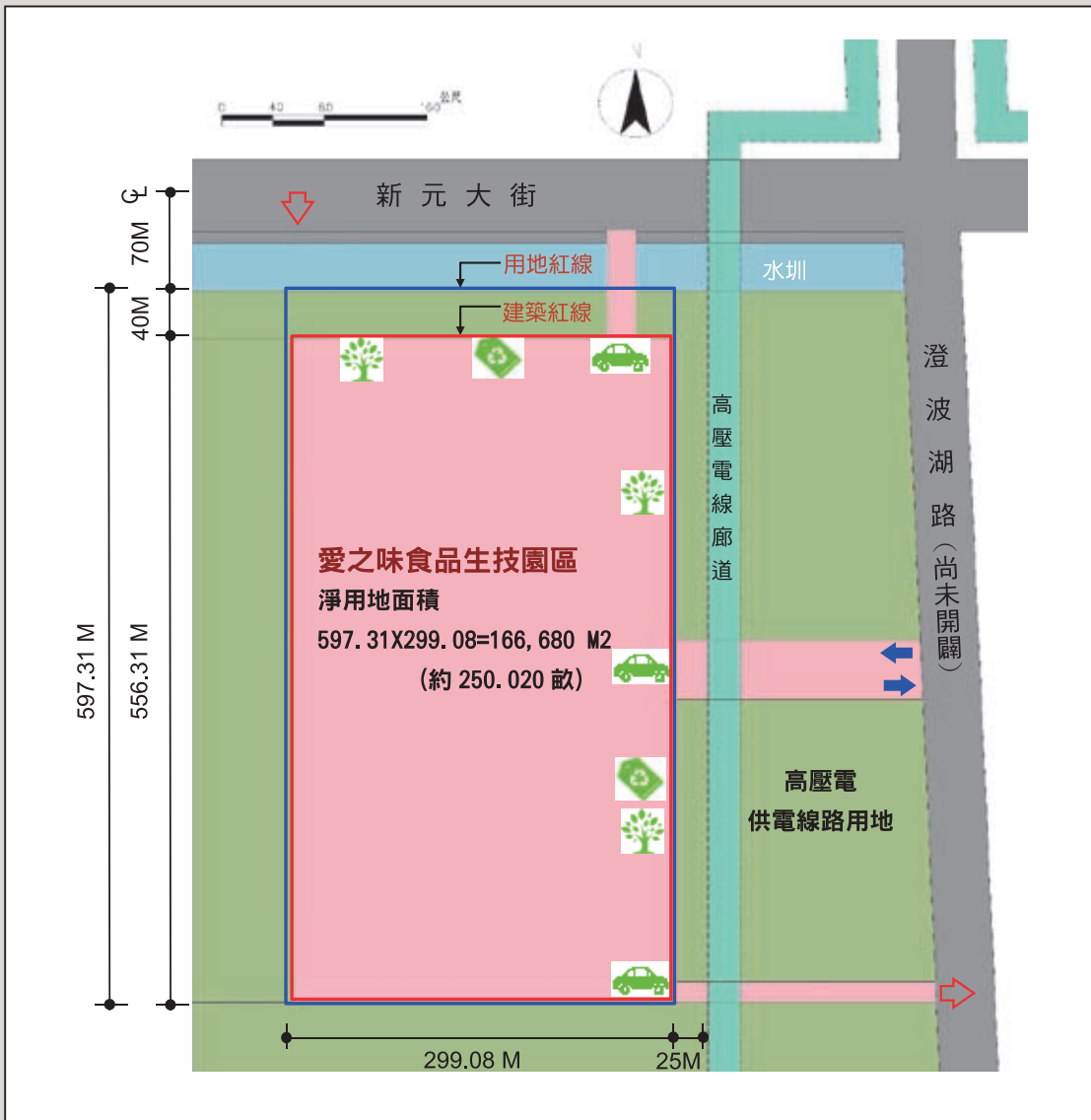


圖1 園區基地圖

積約為267.85畝(長597.31公尺，寬299.08公尺)；淨用地面積約為250畝(長556.31公尺、寬297.08公尺)，場地基本呈長方形。

園區基地北側為40公尺寬水圳，東側為高壓電供電線路預定用地，南側臨接隔離綠帶，西側臨接山東太陽世界室內親子樂園。基地聯外道路須跨越北側水圳，鄰接東、南、西三面園區圍牆，地勢較為平坦，專案總徵地面積為178,630平方米，按規劃要求，東、南、西三面各退後1米以建

築紅線建設院牆，可規劃建設用地面積為165,334.16平方米。園區基地詳圖1。

參、專案發展歷程

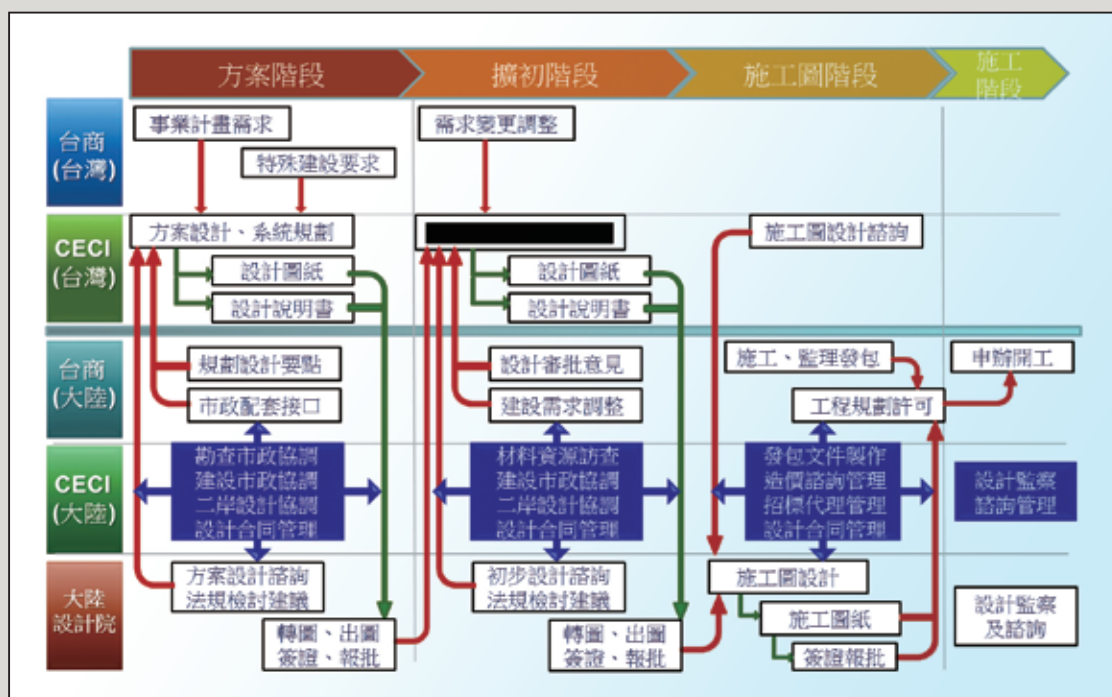
本專案屬台商赴大陸投資項目，由於涉及大陸建設事務繁雜，本節就契約行為(表2)、工作分工與流程架構、外商項目建設流程分別以圖表予以說明發展歷程。

一、契約行為

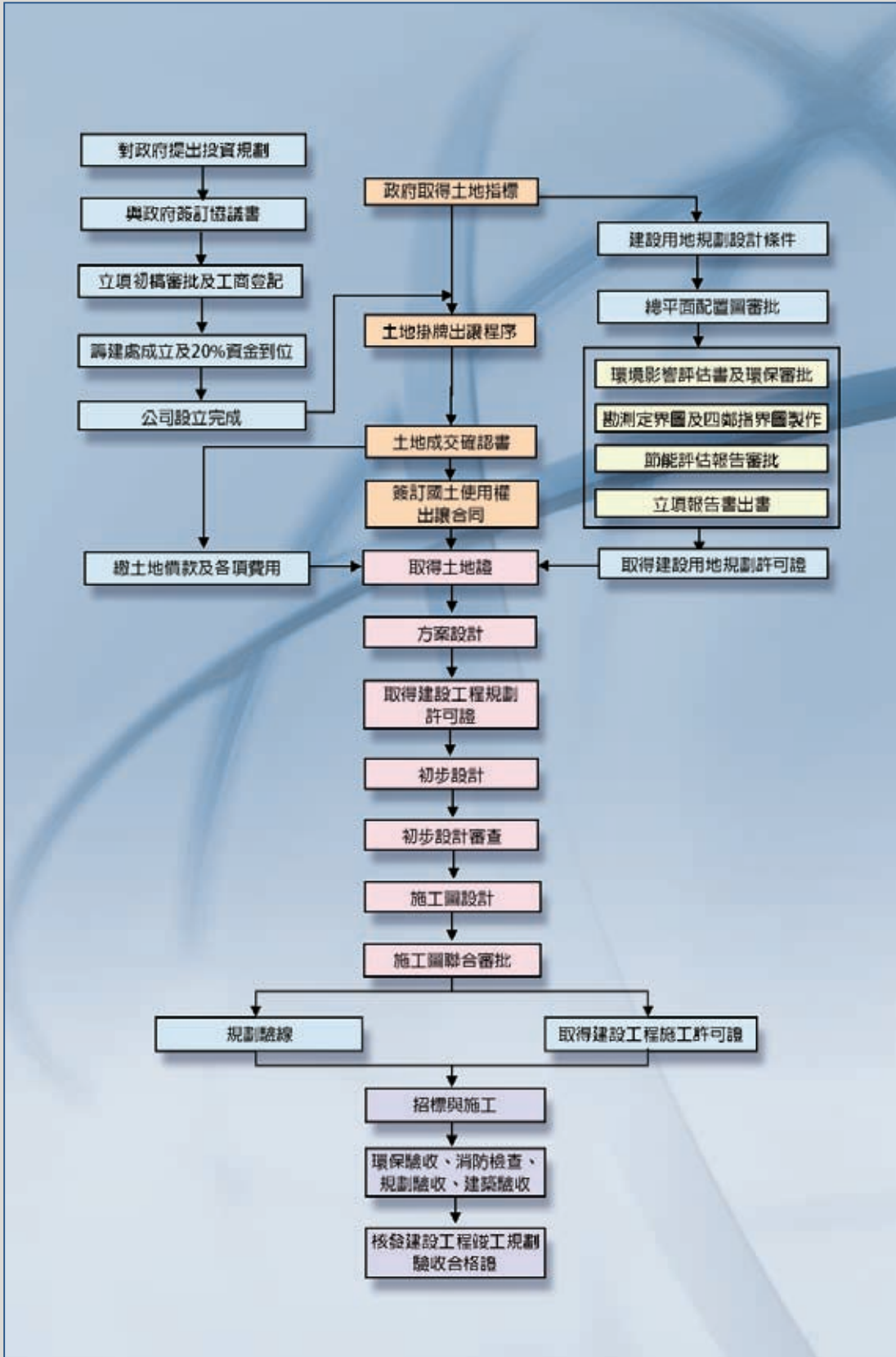
表2 契約執行步驟說明表

地區	步驟	契約類別	目的	甲方	乙方	準據法
台灣	一	簽立意向書	1. 確認委託關係 2. 委託主要項目與主要內容 3. 至大陸尋找設計院之委託依據	NICE代表公司	CECI總公司	中華民國
	三	簽立主契約	1. 契約成立 2. 委託主要項目與主要內容及細目 3. 副約成立關係模式確認 4. 契約一般條文	NICE代表公司	CECI總公司	中華民國
	四	第一副約	1. 第一階段規劃案內容項目 2. 代委託陸方設計工作內容與項目 3. 服務費用與付款方式	NICE代表公司	CECI總公司	中華民國
	五	第二副約	1. 計畫管理服務內容與項目 2. 代辦複委託陸方計畫工作內容與項目 3. 服務費用與付款方式	NICE代表公司	CECI總公司	中華民國
	六	內部簽立委託CECI大陸分公司約契	1. 內部委託關係確立	CECI總公司	CECI大陸分公司	中華民國
	大陸	二	複委託設計意向書	1. 確認委託關係 2. 委託主要項目與主要內容	CECI總公司	大陸設計單位
七		簽立建設代管契約	1. 確立NICE大陸分公司與CECI大陸分公司契約關係	NICE大陸代表公司	CECI大陸分公司	中華人民共和國
八		複委託設計契約	1. 確認設計單位與設計監督委託	CECI大陸分公司	大陸設計單位	中華人民共和國
		法定報備合同	1. 確立建設方與設計方之委託關係	NICE大陸代表公司	大陸設計單位	中華人民共和國
九		複委託造價諮詢契約	1. 確認造價諮詢項目委託 2. 委託主要項目與主要內容	CECI大陸分公司	大陸造價諮詢單位	中華人民共和國
		法定報備合同	1. 確立建設方與造價諮詢方之委託關係	NICE大陸代表公司	大陸造價諮詢單位	中華人民共和國
十		複委託監理契約	1. 確認監理單位委託 2. 委託主要項目與主要內容	CECI大陸分公司	大陸監理單位	中華人民共和國
		法定報備合同	1. 確立建設方與監理方之委託關係	NICE大陸代表公司	大陸監理單位	中華人民共和國

二、工作分工與流程架構



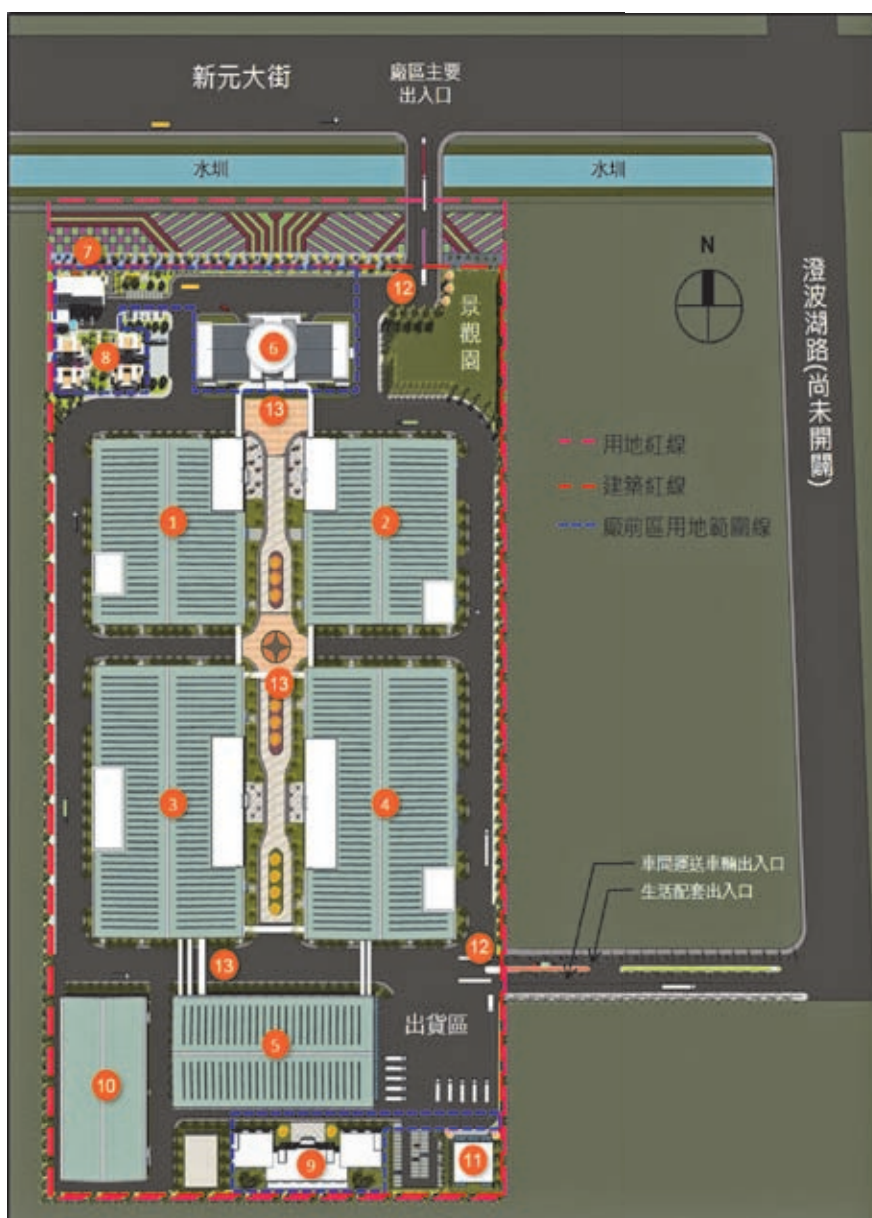
三、外商項目建設流程



肆、設計方案說明

本專案配置科技研究發展中心、員工生活樓(宿舍、餐廳及其他)與綠色健康食品廠、倉儲中心、車間區等建築物，採分區佈置，機能獨立，方便管理，建築設施配置，提供冬季季風自然遮蔽，詳圖2全區配置圖。

科技研究發展中心設於基地東側入口，形成生技園區入口地標。廠房區面對中軸道路側規劃為各廠區之行政空間；科技研究發展中心與各廠房間以空橋連接，作為外賓參訪動線。自動化倉儲區配置於基地南側，臨近基地對外道路，設有獨立出入口，減少園區內因大型車輛運轉所需留設道路面積。



← 人流動線
↻ 物流動線

1. 成品倉儲中心(平倉)及淨水設施
2. 鐵罐(CAN)及玻璃瓶車間
3. 利樂包(TP)無菌線車間及原料處理中心
4. 寶特瓶(PET)無菌線車間及公共設施
5. 成品倉庫中心(立倉)
6. 科技研究發展中心
7. 接待會館(一)
8. 接待會館(二)
9. 員工宿舍樓及餐廳
10. 污水處理站
11. 變電及配電站
12. 門衛室
13. 參觀空橋

圖2 全區配置圖

伍、總體規劃設計

本專案在總體規劃設計方案強調該地塊的區域標誌性，並與周邊環境相結合；樹立場所精神，考慮規劃的前瞻性和靈活性。

一、功能佈局構想

本專案根據建設廠址現狀、生產管理及工藝要求，在規畫方案中整體上將廠區規劃為生產區、公用工程區、生活區三個功能區域，詳圖3。

生產區由鐵罐(CAN)、玻璃瓶、利樂包(TP)和寶特瓶(PET)無菌線車間及配套設施、原料處理中心、成品倉儲中心及原物料倉庫組成，車間的區域劃分，將根據大陸建築規範，結合本專案生產特點，採用大平面縱向佈置，生產線並排排列方式；各類用房分開設置，以保證生產工藝的順暢及生產管理的方便。

公用工程區包括污水處理站、變電及配電站，佈置在場地的西南及東南部分，盡量避免對本項目生產區的干擾。

生活區包括科技研究發展中心、員工生活樓及餐廳、接待會館，分別佈置在場地的北側及南側，符合國家對工業項目中生活配套用地不大於總用地的7%的要求。研究發展中心佈置在城市主幹道一側，於基地中軸入口，形成園區入口地標，有利於向城市展示企業形象。

二、交通動線規劃

規劃需嚴格遵循大陸國家規範，綜合考慮各個功能區的交通流線及主要出入口，力求相互獨立、避免干擾，建立科學、便捷、層次分明的交通體系，保證順暢高效。設計方案車間內人、物流路線的組織遵照規範要求，結合生產特點，分別對原物料、成品和生產過程中的半成



圖3 全區配置鳥瞰模擬圖

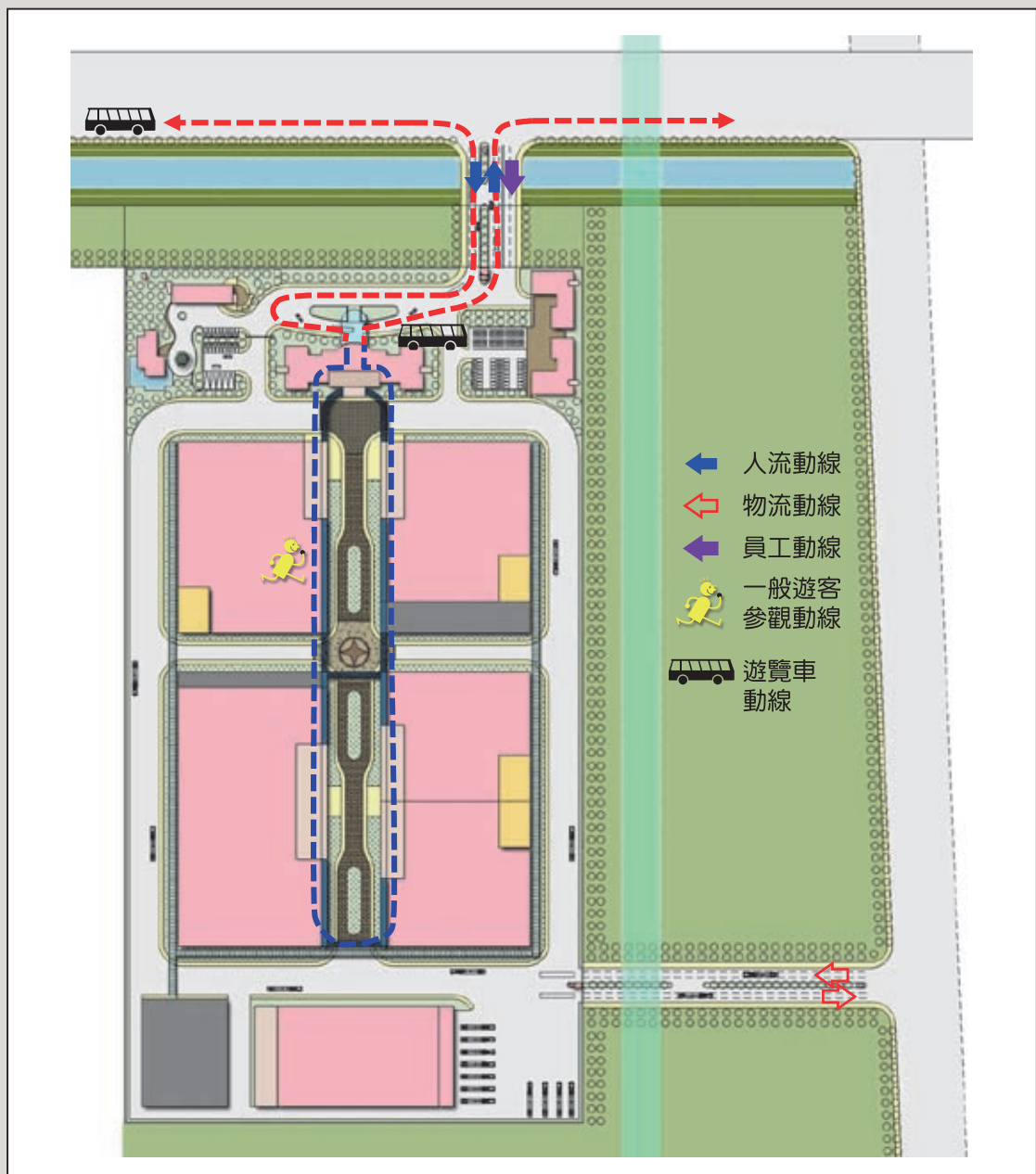


圖4 交通動線圖

品及生產人員等流動路線進行組織，以達到分流要求和方便管理，避免生產過程中的混雜。

本專案在交通動線上做到運輸線路短捷、暢通，避免交叉、往返，創造良好的生產環境。本設計方案主要交通流線也按照生產區、公用工程區、生活區三個功能分區分開設置，廠區主幹道路採用城市型，道路成環形佈置，

滿足消防及物料運輸要求，詳圖4。

三、景觀設計

本專案注重園區內的景觀設計，力求打造環境優美的工業園區。設計方案中景觀設計採取化整為零的方法，著重處理科技研究發展中心及接待會館入口、景觀園、內庭園、街角處



圖5 科技研發大樓區景觀設計圖



圖6 公共服務區景觀設計圖



圖7 幹部宿舍區景觀設計圖



圖8 廠前區景觀設計圖

以及生活區的景觀，打造環境優美的現代化工業園區。為了減少和防止污染，並滿足防塵、防噪音，遮陽及美化的要求，對廠區圍牆邊、道路兩側及廠房四周進行綠化，選擇耐性好、抗性好、含油脂少、滯塵能力強及淨化大氣效果好的植物，詳圖5~8。

四、綠建築環境模擬

本公司運用Ecotect® Analysis來模擬本專案綠建築執行成效，除初步設計發展階段可針對環境分析，包含風玫瑰圖及風線圖等模擬(詳圖9~12)、全年日照與熱輻射(詳圖13)等進行環境因數之綠能分析外，在細部階段時則可對於、遮陽、採光、開窗率等節能手法進行結果效益評估。

(一) 風環境模擬

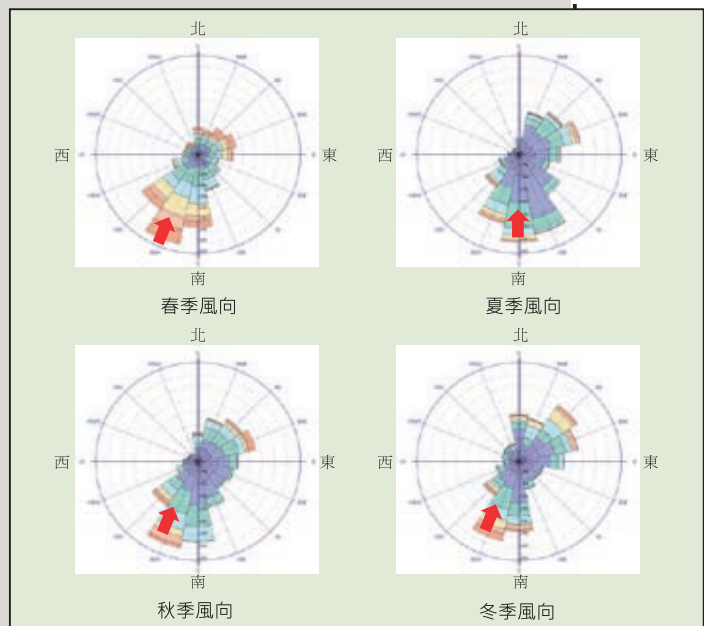


圖9 山東濟陽縣風玫瑰圖(wind rose)

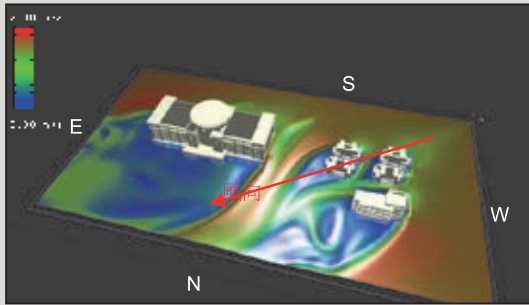


圖10 廠區生活區 常年風向CFD模擬 風線圖模型

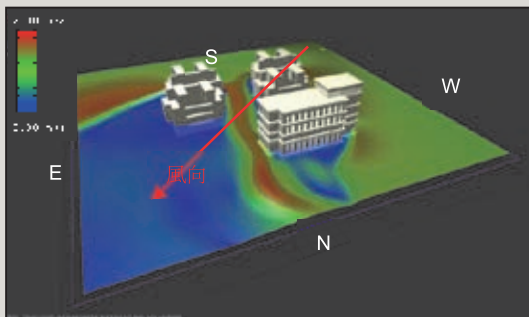
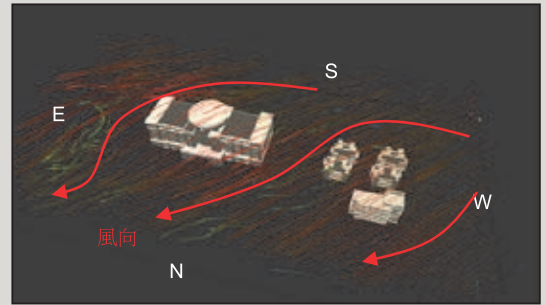


圖11 接待會館 常年風向CFD模擬 風線圖模型

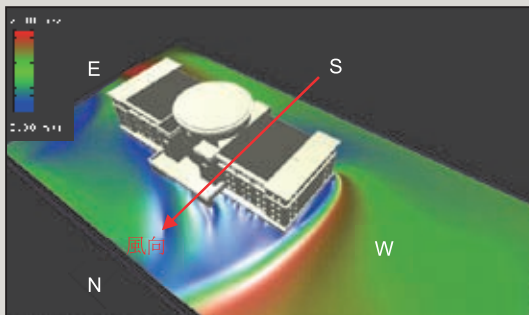
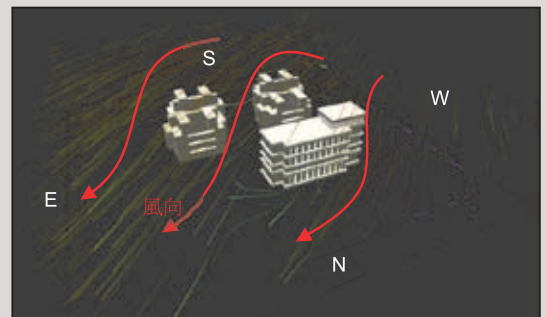
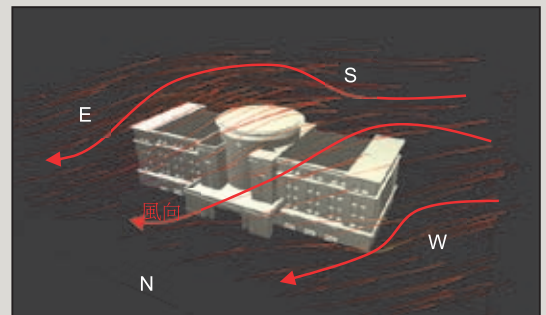


圖12 科技研發大樓 常年風向CFD模擬 風線圖模型



(二) 日照模擬

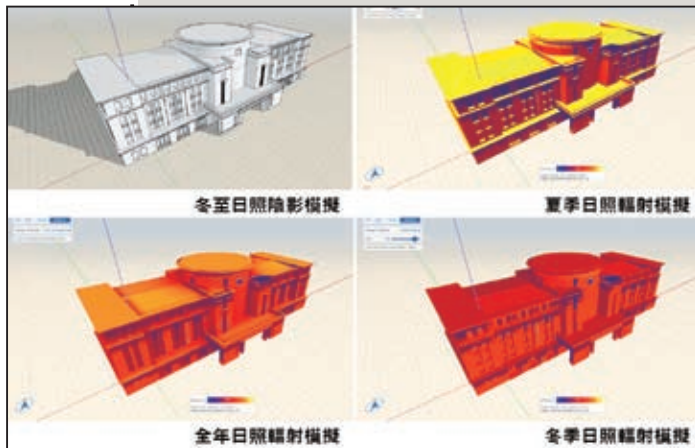


圖13 日照模擬圖

五、建築單體造形意象設計

本專案建築外觀造型設計力求平衡感及穩定性、主從關係明確，並給人視覺上的震撼力，同時著重考慮建築的沿街立面效果及企業識別意象為主。

A1成品倉儲中心(平倉)及淨水設施(圖14)、A2鐵罐(CAN)及玻璃瓶車間(圖15)、A3利樂包(TP)車間及原料處理中心(圖16)、A4寶特瓶(PET)無菌線車間及公共設施等建築外觀立面基座採用冷灰色系石材，中段採白(圖17)、淺灰



圖14 A1成品倉儲中心(平倉)及淨水設施 外觀模擬圖



圖15 A2鐵罐(CAN)及玻璃瓶車間 外觀模擬圖



圖16 A3利樂包(TP)車間及原料處理中心 外觀模擬圖

色系的磁磚為主，再搭配黃、紅色的磁磚為點綴，輔以模矩化面塊分割線條；A5成品倉儲中心外立面基座採用冷灰色系石材，牆身則採用

白、灰色系彩色鋼板，並以豎線條為主(圖18)，促使整個園區建築形象風格一致、色彩調和，辨識度高。



圖17 A4寶特瓶(PET)無菌線車間及公共設施 外觀模擬圖



圖18 A5成品倉儲中心(立倉) 外觀模擬圖



圖19 A10污水處理站 外觀模擬圖

污水處理站外立面多採用白色及淺灰色系的方塊磁磚為主(圖19)，其中以暖灰色系的山型磚做為牆身點綴，基座則採用冷灰色系石材凸

顯穩重感，並將外牆磁磚依模矩進行大面積分割線，創造建築物外觀的律動感。



圖20 A9員工宿舍樓及餐廳 外觀模擬圖



圖21 A6科技研發中心大樓 外觀模擬圖

員工宿舍樓及餐廳以現代、簡潔樸實風格設計，外立面基座採用黃色系外牆塗料，中段採用暖灰色系外牆塗料，頂部採用白灰色系外

牆塗料，陽台部位則採用深褐色系的金屬格柵遮蔽生活衣物曝外的不良觀瞻(圖20)。



圖22 A6科技研發中心大樓／入口大廳及宴會廳室內模擬圖



圖23 A7接待會館(一)／外觀模擬圖



圖24 A8接待會館(二)／外觀模擬圖

科技研究發展中心的建築立面以簡潔、歐式工業建築風格為主，以暖灰色系石材作為基座增加沉穩感，牆身設計以強調玻璃與黃褐色磁磚的虛實對比。富有層次的線條，力求建築

外立面的精神與韻律感，強調金碧輝煌，使整個建築給人穩重、大器，並象徵企業堅毅樸實的經營印象，如圖21～圖22。

接待會館(一)台籍幹部宿舍的建築造型採以古典、渡假休閒風格為主，外觀採用黃褐色系磁磚為主，搭配金屬屋面板，力求建築外立面的歐式古典休閒渡假風格，讓台籍幹部產生能夠放鬆心情，以慰勞外地工作的辛苦，如圖23。

接待會館(二)台籍幹部攜眷宿舍的建築造型採以古典、歐式古堡風格為主，外觀亦採用黃褐色系磁磚為主，搭配金屬屋面板，在建築造

型上強調獨幢家庭古典風格，讓攜家帶眷的台籍幹部產生對故鄉歸屬感的依戀，如圖24。

陸、園區興建設施面積

一、各建築設施面積

園區設施規畫興建總樓地板面積182,240平方米。各項設施興建樓層數、建築面積、樓地板面積，詳表3；戶外開放空間設施面積詳表4。

表3 興建面積表

項次	建物名稱	樓層高度(M)	樓層數		建築面積(m ²)	樓地板面積(m ²)
			地下	地上		
一	廠前區					
1	科技研發中心大樓	4.0	1	5	2,400	14,400
2	員工生活樓(宿舍)	3.5	1	4	3,000	15,000
3	員工生活樓(餐廳及其他)	3.5	1	3	700	2,800
	小計				6,100	32,200
二	廠區					
1	鐵罐(CAN)車間	9.0		1	11,000	22,000
2	利樂包(TP)無菌線車間	12.0		1	11,000	22,000
3	寶特瓶(PET)無菌線車間	12.0		1	14,500	19,000
4	原料處理中心	9.0		1	11,000	22,000
5	成品倉儲中心(立倉)	12.0		1	9,500	19,000
6	倉儲中心(平倉)及淨水設施	9.0		1	11,000	22,000
	小計				68,000	136,000
三	公共設施					
1	污水處理站及淨水設施	5.0		1	4,500	4,500
2	配電及變電室	4.5		1	600	600
3	換熱站	4.5		1	800	800
4	門衛室	3.5		1	40	40
	小計				5,940	5,940
四	其他設施					
1	聯絡空橋	4.5		1		2,500
2	出貨區	5		1		5,000
3	其他室外工程	3.5~4.5		1		400
	小計					7,900
	合計				80,040	182,040

表4 戶外開放空間設施面積表

項次	設施名稱	面積(m ²)
1	道路及停車場	52,059
2	綠地	27,835
	小計	79,894

表5 建設項目用地控制指標檢核表

項次	檢討項目	基地面積	面積(m ²)	百分比	檢核結果
1	容積率	165,334.16	182,040	110.1%	OK
2	建築係數	165,334.16	80,040	48.41%	OK
3	廠前區比例	165,334.16	6,100	3.69%	OK
4	綠地率	165,334.16	27,835	16.84%	OK

表6 項目總投資及資金來源表

	項目	金額(人民幣元)
生產區	鐵罐(CAN)車間	401,313,000
	利樂包(TP)無菌線車間	
	寶特瓶(PET)無菌線車間	
	原料處理中心	
	成品倉儲中心(立倉)	
	倉儲中心(平倉)	
廠前區	行政研發大樓	44,381,000
	員工生活樓(宿舍)	
	員工生活樓(餐廳及其他)	
公共設施	水處理、廢水處理廠等	5,000,000
合計		450,000,000

二、建設項目用地控制指標檢討

依建設項目用地控制指標規定，檢核本專案興建項目設施容積率為110.1%、建築係數為48.41%、廠前區比例為3.69%、綠地率為16.84%，均符合工業用地控制指標之標準。各項指標檢核，詳表5。

三、項目總投資及資金來源

生產廠區及廠前區預計總投資額達4.00億人民幣以上，並在搭配各式周邊設施之投入下，愛之味食品科技園區整體投資金額預估將達4.50億人民幣以上。項目總投資及資金來源詳表6。

柒、結語

本專案從構思開始，依據各階段專案參與者的討論及研析，歸納出本專案的成立契機，本專案除了它可能會通過市場研究發現新的投資機會，及其他有利的投資領域(如項目管理、諮詢顧問等)，但為了實現業主或委託方上層系統的海外發展策略，產生了本專案成立的架構，並透過上層系統實際在大陸運行中存在的問題或困難，也造成了本專案在執行過程中，無論是在契約面、法律面、財務面及執行面產生不同的應變措施及經驗累積，也促進了本公司對海外大陸業務的瞭解，更能累積海外大陸業務實績。

因此為了在構思發想及環境能力間取得平衡，來達成本專案主觀和客觀的最佳組合，來確認覺得這個專案的建設及執行是可行的、有利的，再經過業主權利部門的認可後，本專案的構思發想將轉化為專案目標建議，就可進一步進行專案目標設計，繼而落實專案目標設計管理，這也是本公司在執行本專案得到難能可貴的經驗，也讓本公司在同業界中先一步取得大陸設計業務及合作的機會，未來可透過這種經驗模式陸續複製，促進本公司海外大陸業務不斷成長。



複製與創新—— 南通科學工業園區 概念性規劃

關鍵詞：科學工業園區、土地使用、都市計畫、PPP（Public-Private-Partnership）模式

台灣世曦工程顧問有限公司／運輸土木部／資深協理／魏雲魯 ❶

台灣世曦工程顧問有限公司／運輸土木部／技術經理／劉國慶 ❷

台灣世曦工程顧問有限公司／運輸土木部／副理／蕭勝雄 ❸

台灣世曦工程顧問有限公司／運輸土木部／計畫工程師／葉曉葵 ❹

台灣世曦工程顧問有限公司／運輸土木部／工程師／張念如 ❺

摘要 ABSTRACT

1980年12月15日，行政院國家科學委員會在新竹設立臺灣第一個科學工業園區，成為臺灣發展高科技產業的濫觴，對於臺灣經濟的發展貢獻良多，被世界各國譽為「臺灣矽谷」，成為各國爭相學習的典範。

以竹科的成功發展經驗，陸續設立的南部及中部科學工業園區，結合衛星園區，在臺灣西部形成一條「綠色科技走廊」，並將臺灣打造成「科技矽島」。三大園區的總開發面積約4,669公頃，2015年的從業員工數達35萬人，年營業額達2.1兆新台幣。

台灣世曦公司在科學工業園區的規劃、設計及建設累積了相當豐富的經驗，透過技術經驗的海外輸出，除了契合產業升級之潮流，不斷提升專業技術，更可以將海外執行的經驗，回饋應用於臺灣科學工業園區的轉型，維持產業持續發展的優勢。



壹、臺灣科學工業園區發展

從臺灣產業的發展歷程來看，從1950年代前的農業，到1960年代，高雄加工出口區設立啟動輕工業，到1970年代十大建設所帶動的重

工業，1979年7月27日《科學工業園區設置管理條例》公布，隔年的1980年12月15日，行政院國家科學委員會在新竹設立臺灣第一個科學工業園區，正式開啟臺灣發展高科技產業的大門。



圖1 臺灣產業發展歷程

新竹科學園區管理局 (1,348ha)

龍潭園區 (107)

新竹生醫園區 (38)

新竹園區 (653)

竹南園區 (123)

銅鑼園區 (350)

宜蘭園區(71)

中部科學園區管理局 (1,708ha)

臺中園區(466)

后里園區(256)

二林園區(631)

虎尾園區(96)

中興新村高等研究園區(259)

南部科學園區管理局 (1,613ha)

臺南園區(1,043)

高雄園區(570)

● 營運中(3,708公頃)

● 開發或規劃中(961公頃)

圖2 臺灣科學工業園區面積統計圖

臺灣科學工業園區發展已經有近三十五年歷史，自第一個科學工業園區－新竹科學工業園區發展至今，對於臺灣經濟的貢獻良多，尤其在電子產業的推廣上，扮演了舉足輕重的角色。

新竹科園的半導體產業擁有晶圓代工、設計、光罩、封裝及測試等完整垂直分工體系，在聚落效應下，不僅創造出多項世界第一的產品，更被世界譽為「臺灣的矽谷」，也是許多國家爭相學習的典範。以璀璨的成功經驗，接續設立的南部科學工業園區及中部科學工業園區，並結合衛星園區的擴展，透過串聯「北部積體電路、中部精密機械、南部光電」等各地園區發展特性，在臺灣西部形塑了一條完整“綠色科技走廊”，進而將臺灣打造成「科技矽島」。

北中南三大園區總開發面積約4,669公頃(詳圖2)。依統計資料，2015年的從業員工數達35萬人，年營業額達2.1兆新台幣。

科學工業園區的設立不但成功達成吸引高科技產業投資之策略目標，促使工廠數量與就

業人數增加迅速，形成我國科技發展之基礎；更是直接帶動國內傳統產業轉型與升級，提升國際競爭優勢，更讓臺灣擠身國際高科技產業國家之林。

貳、科學工業園區開發流程

臺灣科學工業園區開發建設流程，首先進行區位選址，於選定最佳位址，並報奉行政院核定設立為科學工業園區後，接續辦理「用地取得」、「土地使用規劃」、「都市計畫」、「環境影響評估」及「水土保持計畫」等相關法定程序，於完成法定程序後，進行開發工程細部設計、發包及施工作業，於工程完工後做為公共設施用地，及提供高科技廠商進駐設廠使用。

依照這樣的開發流程，台灣世曦一路參與，從新竹科學工業園區，到中部的臺中、后里等二處基地，以及南部的臺南科學工業園區及高雄科學工業園區的籌設、規劃設計、以及監造工作。

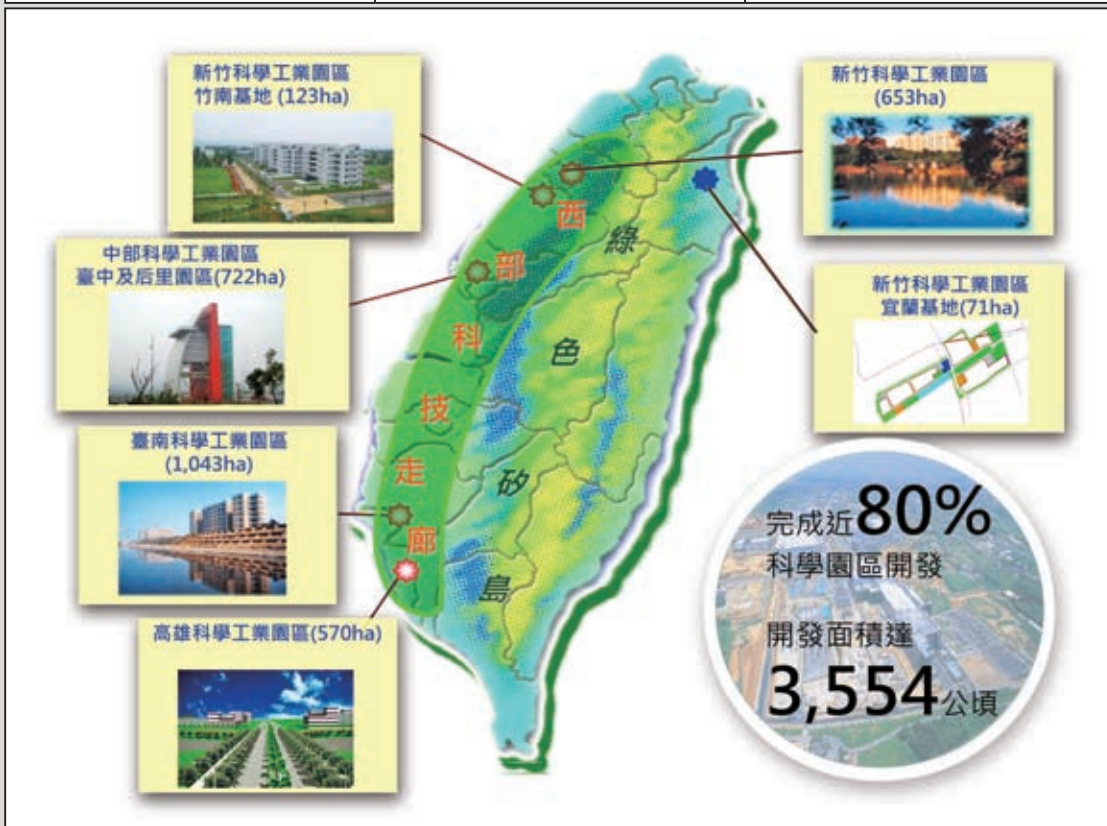


圖3 台灣世曦科學工業園區開發業績

可以說，台灣世曦協助政府完成了臺灣地區近80%的科學工業園區開發工作，開發總面積達3,554公頃(詳圖3)。

參、科學工業園區成功要素

以台灣世曦投入近40年科學工業園區的開發經驗，我們深切體認一個成功科學工業園區的要素包括，絕佳的交通區位優勢、完整的產

業群聚、安全永續的園區基礎與服務設施、創新的園區經營管理機制等。此外，更應完善科學工業園區與周遭社區之教育、醫療、休閒等配套設施，營造優質居住環境，吸引高科技人才及家屬進駐。

依此，初步歸納科學工業園區開發成功的六大因素包括(如圖4)：

- 一、提供“一站式操作”
- 二、鼓勵與獎勵產業投資

- 三、便利的交通區位
- 四、吸引先進的科研院所和大學
- 五、鼓勵產官學界的合作
- 六、提供全面的生活配套及娛樂設施



圖4 科學工業園區開發六大成功要素

肆、創新與複製-科學工業園區開發經驗輸出契機

依國內目前之經濟發展狀況，科學工業園區的發展已呈飽和狀態，加上國內生態環保意識高漲及民眾土地權益獲重視，後續應不易有大規模的園區開發計畫。而以臺灣的規模來說，擁有的園區開發人才早已超越本身所需，在國內長期無實作機會的狀況下，將有開發建設不繼及人才斷層的隱憂。

但從機會面來看，臺灣科學工業園區所帶來之傲人經濟成就，是為世界各國所稱羨，每個國家都想建立自己科學工業園區，臺灣已有成功經驗，可以協助其他國家開發科學園區。

從這些趨勢來看，依循中鼎公司海外成功的模式，將臺灣成功的園區經驗以know-how的方式包裝整案輸出，建立臺灣成為東亞的「超級矽谷」，這個超級矽谷不只是臺灣的，而是成為整個東亞的超級矽谷。

然而，起步是最困難的，首先要考量的是，如何結合園區開發建設上下游之產官學資源，開創出成功的範例，作為後續遵循的依據。

一、善用國內開發經驗之輸出優勢

除了國內工程顧問機構擁有豐富的園區規劃、設計及建造技術與經驗外，經營管理能力也是科學工業園區成功的重要因素，應結合產官學能量，建構科學工業園區全生命週期服務模式。

二、結合政府力量共同開創海外市場

PPP(Public—Private—Partnership)模式專案是國際上非常流行的投資建設與經營運作模式，為工程顧問及營造業帶來的巨大商機和價值。建議由政府、工程顧問業者及國內大型營造商或開發商以組成聯盟方式，以PPP模式爭取海外科學工業園區開發業務。通過對PPP專案自開發、設計、投融資、建造、運營、維護、管理等全過程的參與，更可累積臺灣下一代科學工業園區開發的技術與能量。

三、掌握輸出市場機會

綜觀臺灣科學工業園區有機會輸出之市場，主要為新興且產業建設正蓬勃發展之國家，此外，具有同文同種優勢的華人區域亦可考量切入，初步整理目前具輸出機會的重要市場如表1。

表1 科園開發經驗輸出機會市場

地區	國家
東南亞	越南、印尼、馬來西亞、柬埔寨
南亞	印度
亞洲	中國大陸

伍、科學工業園區開發輸出模式

我國科學工業園區開發規劃經驗之整案輸出，具體可以分為三個層次：

一、第一個層次是園區空間規劃、建設和管理的經驗

主要在園區發展的近期和願景規劃，土地的開發和利用，基礎設施和生活服務設施的建設和管理，環境保護與治理，資訊的收集、處理和應用，吸收外資的宣傳、招商網路組織、營銷方式和獎勵措施等。

二、第二個層次是經濟發展和管理方面的經驗

主要是科技部及園區管理局在建設和管理園區的過程中，調控市場經濟的經驗，以及在經濟活動中建構有序競爭、相互合作的作法，如市場經濟、產權清晰的工商企業、條例及法規、商業配套、具有競爭性的環境、財政金融政策、勞資政三者關係的協調等。

三、第三個層次是公共管理和社會保障機制方面的經驗

如健全的法制、廉潔的政府、管理機構的協調和諧、高效精幹的公務員隊伍、公積金制度等。

近期在第一個層次上，以國內工程顧問機構在科學工業園區工程規劃設計及建設的專業及豐富操作經驗，結合產官學能量建構出經營管理端的完善模式，包括：(一)園區政策法規體系、(二)園區經營管理模式、(三)園區產學合作制度，應可架構出一套可向海外整案輸出的有效模式。

陸、南通科學工業園區案例

以下以台灣世曦公司於2015年起，協助大陸江蘇省南通市港閘區辦理的南通科學工業園區概念性規劃為例，說明初步以臺灣科學工業園區開發經驗，應用於海外市場之經驗及執行成果。

一、南通區位

南通市是長三角地區“上海一小時經濟圈”內最具活力及潛力的城市，也是首批對外開放的14個沿海城市之一，被譽為“北上海”，集“黃金海岸”與“黃金水道”的優勢於一身。行政區劃方面，下轄3區、2縣，代管3個縣級市，面積8,001平方公里，人口768萬人。城市距離上海市中心約130公里(2小時車程)，距南京市中心約240公里(3小時車程)，如圖5所示。



圖5 南通市區位圖

二、南通科學工業園區區位

南通科學工業園區位於南通市港閘區，區

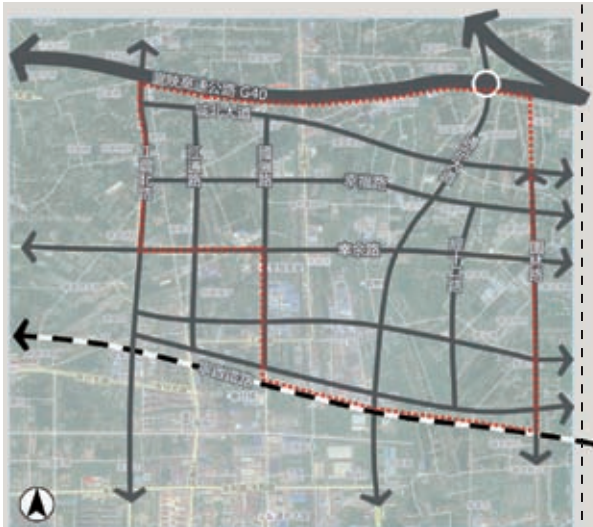


圖6 南通科學工業園區範圍示意圖



圖7 南通IC產業完整產業鏈模式

位範圍東至園林路，南至寧啟鐵路，西至工農北路，北則以G40滬陝高速為界，園區總面積956.47公頃，如圖6所示。

三、南通科學工業園區規劃理念

南通科學工業園區是大陸第一個以臺灣理念進行規劃設計、建設與管理，滿足IC產業需求的全方位科學園區。

未來南通科學工業園區的發展，參照臺灣的IC產業發展模式(如圖7)，結合北部的IC設計、中部的晶圓製造、南部的封測，形成完整的南北向產業鏈，善用上海與南京的晶圓製造與廣大的分銷市場，以及南通同方、南通富士通等地的產業優勢，發展IC設計與封測為主，打造完整的東西向長三角產業鏈。

四、環境優勢

(一) 交通優勢

南通科學工業園區具有顯著的陸、海、空交通優勢，不論鐵公路、航運、機場、



圖8 交通優勢分析圖

大眾運輸都相當發達，具有發展Real-time System的巨大潛力，如圖8所示。

(二) 物流優勢

園區緊鄰華東物流產業園，包括國際多式聯運集散中心，國家自由貿易配送中心，區域綜合示範物流中心，預計2020年全部建成投入營運。



圖9 現況進駐物流產業

(三) 產業鏈優勢

未來將結合既有優勢產業，達到鏈結產業能量、擴大集聚效益、有效利用資源的最大效益。

(四) 產業發展優勢

根據全球IC市場規模與產值分析資料中顯示，相較於日本、歐洲供需接近飽和，以及美洲供給遠大於需求的趨勢下，亞太地區的市場預估需求值仍大於供應值甚多，未來尚有極大的成長空間。

「中國製造2025」重點領域技術包含

十大應用領域，高性能積體電路屬新一代技術資訊產業，包括資訊通信設備、作業系統與工業軟體、以及智慧製造核心資訊設備部分，為中國製造2025應用領域之首。現階段中國大陸正以空前的力度扶持半導體產業，一方面成立國家積體電路產業發展領導小組，並以副總理層級擔任小組長。另外，設立多項國家產業投資基金。更強化企業創新能力及人力培養和引進力度，具體做法包括建立國家重大項目智慧財產權風險管理體系，以及加大千人計畫引進優秀人才的支持力度，並且擴大對外開放。

臺灣與大陸ICT產業鏈發展已相當成熟，上、中、下游的產業部分，在兩岸都已經有具知名度的代表廠商，如圖10~圖12所示。



圖10 全球IC市場規模與產值分析



圖11 大陸ICT產業成長趨勢分析

上游 IC設計	中游 晶圓製造	下游 封裝測試
大陸主要業者	大陸主要業者	大陸主要業者
海思半導體 中國華大	海力士 (中國) 武漢新芯	江蘇長電
清華紫光 中興微電子	英特爾 (大連) 華爾微	天水華電
大唐半導體 瑞芯微	中芯國際 BCD	南通富士通
南瑞智芯 金志	上海華虹紅 上海先進力	臺灣主要業者
格科微 滿地	台積電 (中國) 和盛科技	日月光
臺灣主要業者	臺灣主要業者	矽品
聯發科 聯詠	台積電 聯電	力成
群聯 瑞昱		
奇景 立錡		
奕力 敦泰		
晶豪 凌陽		

圖12 大陸與臺灣ICT產業代表廠商

以加強兩岸合作的目的來探討，南通科學工業園區發展半導體產業正是符合兩岸企業家峰會的共識：將臺灣ICT產業技術優勢應用在互聯網+與中國製造2025等領域。而在兩岸工業發展及合作總會中提出了七處試點城市：江蘇省淮安，鹽城，南通，常州，揚州，以及青島，大連，南通正是七處試點城市之一。

五、空間規劃

綜整產業分析與園區優勢，提出積體電路、應用產業、生活支持等三大功能分區作為南通科學工業園區的空間規劃指導方針，以提供兼具生產、生活、生態的科學工業園區規劃。

(一) 功能分區

1. 積體電路功能分區：積體電路產業包括IC設計、IC製造與IC封測三大類，將配合廠商的需求規劃完整的產業區塊。
2. 應用產業功能分區：積體電路應用產業範疇相當廣大，主要包括電腦及周邊設備、通訊產業、光電產業三大業種業態。
3. 配套支援功能分區：



圖13 南通試點城市區位圖

- (1)交通樞紐：園區不只是滿足工業生產機能，更將以打造未來城市生活中心為目標，提供完善的大眾運輸結合商業之服務。
- (2)商務酒店：參考臺灣園區與上海張江科園案例，園區內將設置可滿足自身需求的商務酒店，功能包括：度假休閒、家人團聚、產業會展、商務會議等。
- (3)人才培訓：園區內將規劃育成中心，打造人才孵化器，吸引研發、服務業及工業管理的高新產業人才，加強產學合作。
- (4)研發辦公：參考南部科學園區與上海張江科園案例，園區內將建置標準廠房，打造創新企業孵化器。

- (5)園區管理中心：園區管理中心不只是行政管理，同時將提供諮詢協助的一站式服務平臺，並與複合商場、大型書局等結合，豐富生活機能。
- (6)居住配套：園區將規劃優美的住宿環境，並針對不同的使用需求，規劃主管宿舍、員工有眷宿舍、單身宿舍，以及國際人才公寓等。
- (7)國際學校：為吸引高階人才，園區將建置與世界接軌的國際學校，包括完整的學齡前、中小學綜合教育及國際雙語學校。

(二) 土地使用

本規劃參考既有園區配置基礎，考慮引入半導體產業的空間與公共設施需求，提出土地使用規劃方案，並深化啟動區建築配置，如圖14、圖15及圖16。將生活



圖14 南通科學工業園區三大功能分區

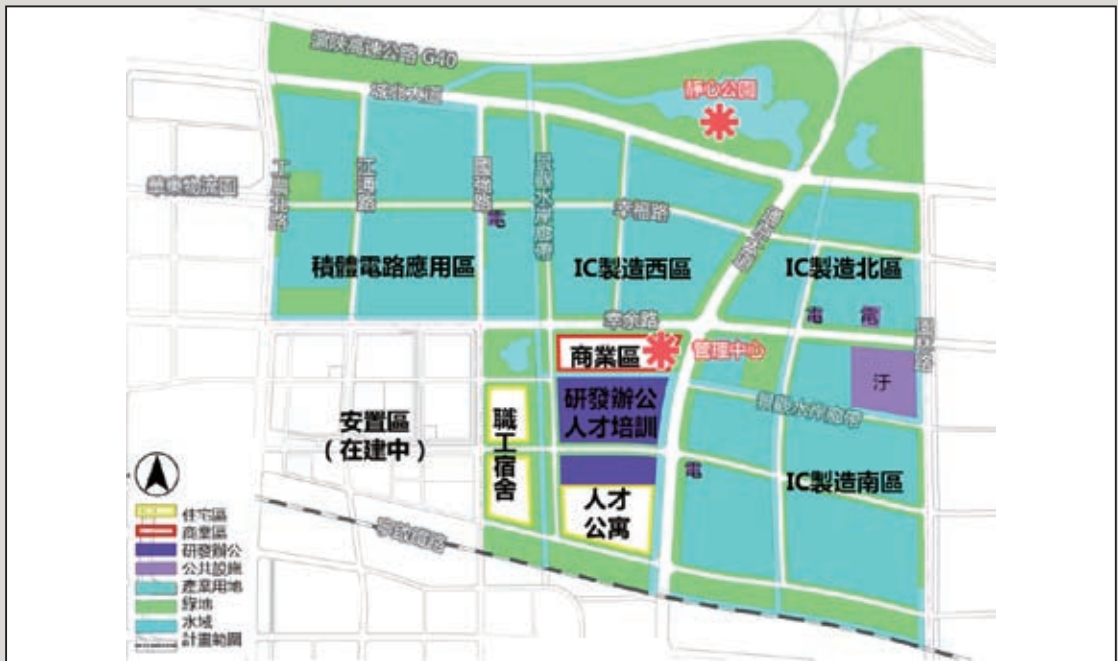


圖15 土地使用配置圖



圖16 園區平面配置構想

配套區布設在園區的西南側，加強配套區與南通市區、既有安置區以及市北新城的結合。另一方面，配合半導體產業為主的發展定位，以及參考臺灣科學園區發展經驗，將原本適合工業區的較小區塊整合為較大的半導體產業區塊，提供廠商完整且具彈性的廠區空間。

(三) 藍綠帶開放空間--通科八景

園區以“通科八景”為主題(如圖17)，同時考慮景觀美質與防洪排水需求，規劃完善的藍綠帶空間，呼應濠河及通呂運河意象，打造水岸特色景觀及靜心湖到英雄暨河遊船設施。



圖17 園區景觀配置構想圖

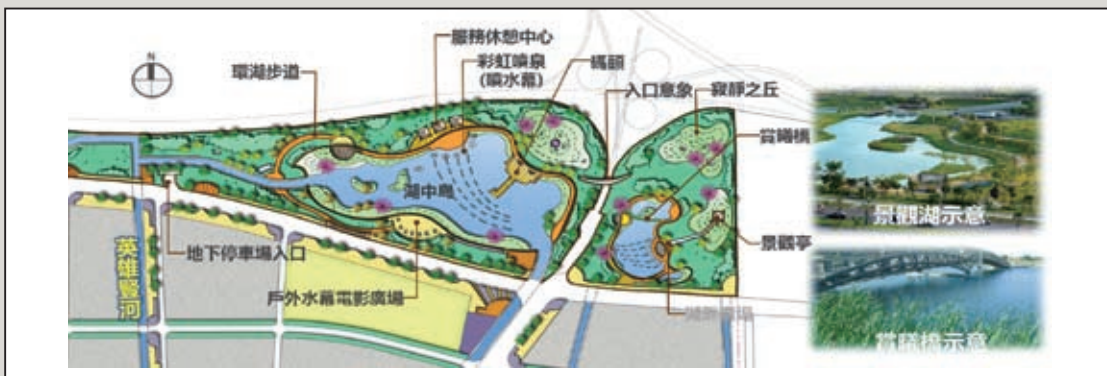


圖18 靜心湖/晨曦湖景觀構想

靜心湖／晨曦湖：以親水遊憩、划舟環湖為主題，規劃碼頭區、湖中島等空間(如圖18)。

焦點規劃—微風步道／雨露森林：以生態設計為主題，規劃多功能大草坡、濕地花園等空間(如圖19)。

夕照湖／陽光草坪：以商業、休閒交流為主題，規劃釣魚平臺、大草坡等空間(如圖20)。

星夜劇場／晚霞小徑：以歷史古城牆、護城河意象為主題，規劃表演舞臺、棧道平臺等空間(如圖21)。

水岸廊帶—英雄豎河景觀構想：運用既有的水道網路，串聯靜心湖與英雄豎河，打造帶狀廣場與水岸特色景觀，並引進水上划舟等景觀休閒活動，建立水域通勤廊道通達廠區(如圖22)。

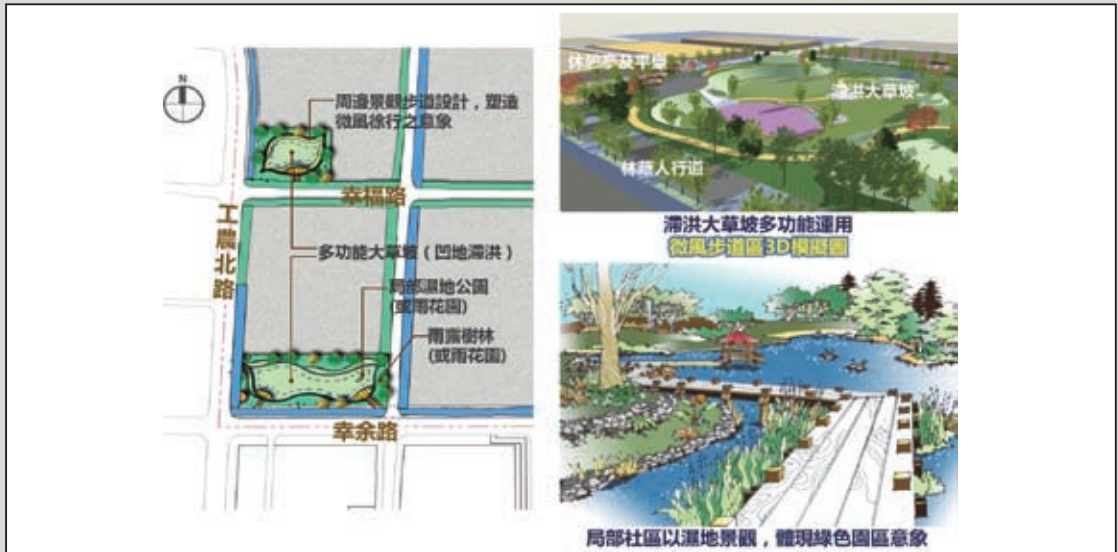


圖19 微風步道/雨露森林景觀構想



圖20 夕照湖/陽光草坪景觀構想

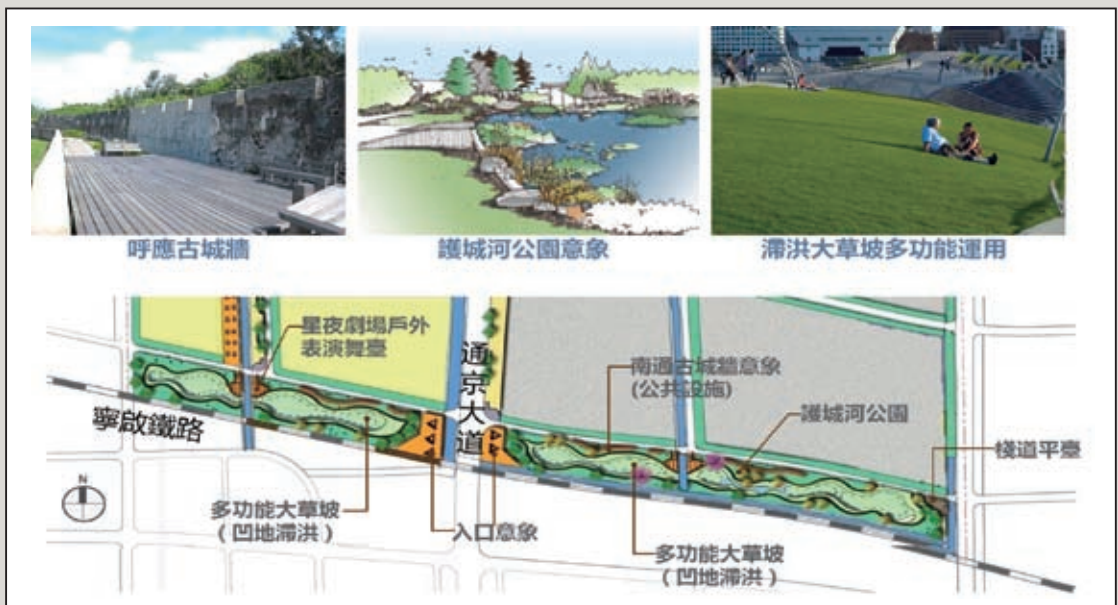


圖21 星夜劇場/晚霞小徑景觀構想



圖22 英雄竖河景觀構想

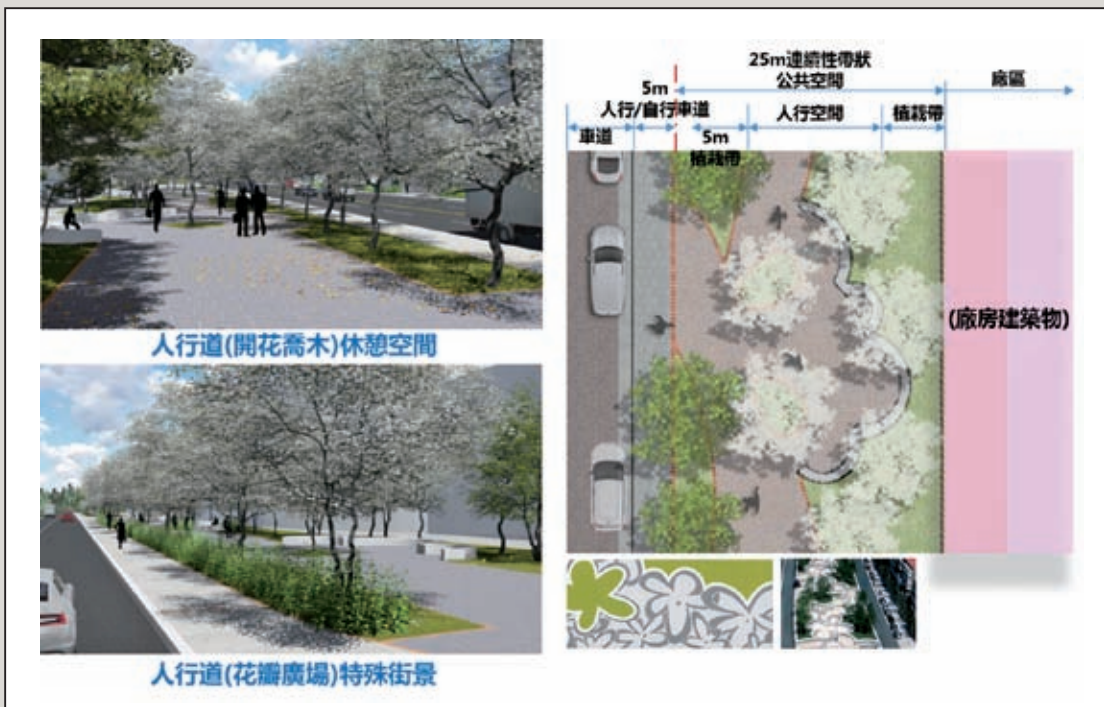


圖23 寬35M退縮帶人行道景觀構想

(四) 綠軸廊帶構想

園區的主要道路，規劃兼具人行/自行車道的帶狀公共空間，採花瓣造型配置構想，佈設休憩空間之帶狀綠軸休閒廊道(如圖23)。

次要道路的人行/自行車道，則以“幾何”、“設計極簡化”造型，呈現工業風(如圖24)。



人行道路口空間



人行道帶狀空間

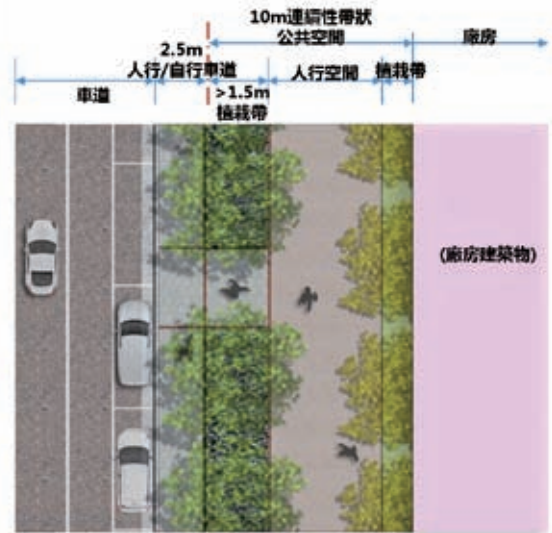


圖24 寬20M退縮帶人行道景觀構想

(五) 設施計畫__景觀休憩設施構想

透過街道傢俱的設計，展現地方的特色風貌，建立科學工業園區的優美舒適意象，規劃重點包括以下四項。

1. 景觀設施(含入口意象)結合園區特色

2. 以耐候、舒適、安全美觀及低維護為主

3. 設置休憩座椅、涼亭、景觀燈、指示標示牌、導覽解說系統

4. 以灰白色系為主，另搭配暖色系(棕色/磚紅色/米色)



圖25 園區建築地標3D模擬



圖26 從陽光湖遠眺園區建築地標

(六) 園區建築意象

以3D模擬呈現園區管理局、商務酒店等地標建築，以及陽光湖遠眺園區建築地標的意象(如圖25~26)。

六、基礎設施

(一) 交通系統

南通科學工業園區規劃完整便捷、層次分明的道路系統，包括快速路主幹道、次幹道、支路系統(如圖27~28)。

園區內除規劃與南通市區公交路網銜接的大眾運輸系統外，規劃接駁公車連繫華東物流園、南通火車站、南通港、南通汽車東站、南通興東國際機場等周邊重要節點，以及國道G15、G40的長途客運交通。為完善園區內部交通，建議布設環繞園區的迴圈巴士系統，串連園區內主要的產業區、商業辦公區、宿舍區及管理中心，以滿足園區內出行所需，以提供園區無縫換乘之運輸服務。



圖27 南通科學工業園區道路系統圖



圖28 已完成道路現況

參考臺北轉運站，以及上海張江園區轉運站的規劃，以「打造未來園區樞紐中心」為目標，建立商辦與轉運站高度連通的園區交通樞紐綜合體，創造人流交會，活絡經濟脈動，並引進先進交通作法，例如以電能運行之園區公交，設置電動車輛充電站，建置園區公共自行車系統，設置園區輕軌等方式，打造綠能科技模範區域。

(二) 防洪排水

保持地方既有水系特色，以河網水系為基礎，以水環境功能區劃為依據。布局以防洪排澇為先，生態景觀為輔，建立園區獨立排水體系，以提升安全防洪標準。採類神經模式建立水位預報模式，提供降雨量、水位之監測資訊，適時發布警訊提醒區內廠商(如圖29)。



圖29 園區排水規劃構想

(三) 園區給水

依據臺灣地區科學園區開發經驗(如圖30)，參考預定引進產業類別及使用面積，估計園區需水量高達270,000CMD。規劃原則將以滿足高科技產業水質及可靠度嚴格

要求，以建構-水量、水質、水壓穩定之供水系統為目標進行規劃，策略方案說明如下：

1. 獨立完整供水系統：因應開發策略及園區特性。
2. 環狀供水系統設計：加強調度彈性，停水影響範圍低。
3. 供水備援緩衝設施：蓄水池、高架水塔采重力方式穩壓供水。



圖30 臺灣科學園區水塔規劃設計

(四) 污水處理

全區採雨、污水分流概念，污水收集系統以重力管線布設為原則。處理後污水向南匯入長江，水質需符合大陸一級國家標準規定，可考慮處理回收再利用，採分質供水之可能性。考慮積體電路產業廢水主要為氟系廢水、酸鹼廢水及研磨廢水，

掘及提升整體道路路面平整度。有效整合弱電管線，達到雙網無縫、行動自如之資訊園區。收容管線為電信、有線電視、園區監視系統(如圖33)。

(七) 燃氣工程

天然氣供應分為製程區，應用區及一般生活使用區，其中製程天然氣使用占主要部分，以臺南科學園區台積電標準廠房為例估計每公頃約135CMH，應用區估計每公頃約40CMH，一般生活使用區每公頃約20CMH。燃氣設計依最新城鎮燃氣設計規範GB50028規定辦理。



圖34 園區避難場所、消防設施及人力配置構想圖



圖35 園區防救災及避難路線配置

(八) 園區消防

園區避難場所、消防設施及人力配置、防救災及避難路線配置如圖34、35，園區消防應參考臺灣科學園區經驗，建立完善防災體系(如圖36)，並擬定防災標準流程(如圖37)。

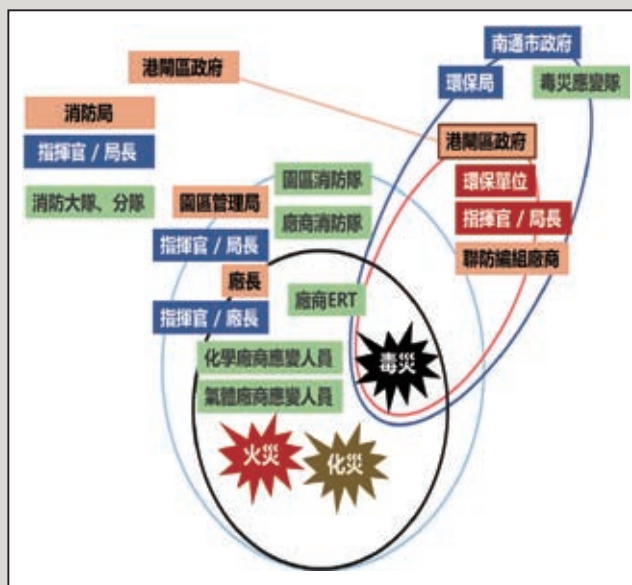


圖36 防災體系示意圖

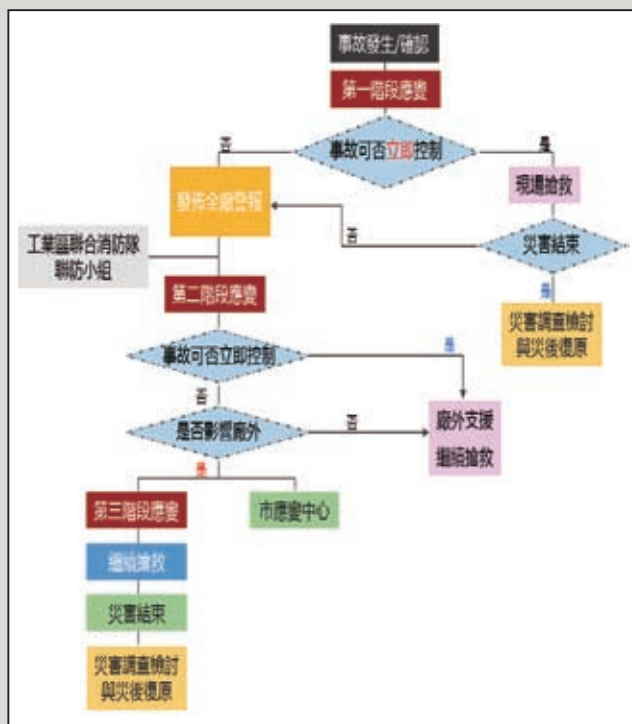


圖37 防災標準流程說明圖

七、小結

在南通科學工業園區的規劃執行過程中，也反映了幾個大陸計畫的特色，說明如下。

- (一) 時程短：計畫時程多為半年到一年，在洽談計畫同時，即需提供初步構想，於基地現勘後立即進行調整，差旅期間常與業主密集會議，以溝通彼此理念與需求。
- (二) 資訊少：由於大陸單位眾多、分工細且欠缺橫向整合，計畫初期取得的圖資或報告常有不齊全或過時的狀況，需主動從網路或與正確單位聯繫，以取得最新的圖資、規範或報告。
- (三) 決策快：政府或企業單位仍是上對下「一條龍式」決策，會議一旦拍板定案，便由各單位全力支持執行，快速推動。
- (四) 彈性大：在快速變遷的環境中，對具創意的想法與策略接受度高，常隨著計畫的進行調整範圍或定位，需快速應變。
- (五) 實驗性強：幅員廣闊，項目多，可做多方面的嘗試。
- (六) 積極度高：因為對建設的強烈需求，業主與政府單位的積極度高、投入性強，面對問題可以共同解決，可以配合專業的建議做大面向的調整。

柒、結語

- 一、工程技術服務的海外輸出，首在人才培育，須培養兼具語文能力、工程、財務與法律等專業背景的人才，派駐具工程背景的專業人才至潛力發展市場國家，為我國蒐集國際科學工業園區發展需求，並蒐集且持續更新重點目標國家的規範、稅制及法律規定。
- 二、透過園區開發經驗的海外輸出，不但可避免產生國內科學工業園區開發人才的斷層，而且經由規劃、設計、建設及經營管理技術的實際執行，不斷累積經驗、提升技術，契合產業升級之潮流。更可將海外執行之經驗，在導入工業4.0的概念下，回饋應用於未來國內科學工業園區的轉型模式，以推廣應用相關科學工業園區的開發工作。
- 三、目前海外發展中國家，在個別單項的工作執行上已相當專業，例如勘測、標準設計、調查報告等，但是橫向整合仍相當欠缺，因此常有初期調查無法落實到發展策略的情形，對於整體性、綜合性、廣域性的規劃設計服務有很大的需求，如能結合跨部門的專業，提供整體性的服務，將有高度競爭力。

台灣智慧運輸技術 登陸長三角之經驗

關鍵詞：智慧運輸、長三角、昆山巴城、杭州蕭山、世曦昆山

- 台灣世曦工程顧問股份有限公司／智慧系統部／協理／馮道亨 ❶
- 台灣世曦工程顧問股份有限公司／智慧系統部／經理／李文騫 ❷
- 台灣世曦工程顧問股份有限公司／智慧系統部／副理／黃惠隆 ❸
- 台灣世曦工程顧問股份有限公司／智慧系統部／正工程師／施鈞明 ❹
- 台灣世曦工程顧問股份有限公司／智慧系統部／工程師／張佳雯 ❺

摘要 ABSTRACT

伴隨兩岸各級地方政府的互動與交流，各項卓越的技術與工程業績也成為對岸參訪的重點之一。自2011年開始，隨昆山代表團來台的巴城鎮沈一平書記至台灣世曦公司進行參訪與交流之後，在智慧運輸、BIM技術、空間資訊等方面的技術獲得了對岸領導們的重視，雙方隨後密集互動並展現交流誠意，促成了專案合作的機會。

台灣世曦公司展現高度專業技術且兼具前瞻性與細膩度，並以跨部門協調合作與整合的成果展現，贏得業主的信賴與肯定。同時，透過子公司世曦技術諮詢(昆山)有限公司的在地深耕，在巴城之後，陸續與昆山市、杭州蕭山有了進一步合作的機會，也奠定了在長三角地區的業務基礎。



壹、前言

自1969年成立以來，中華顧問工程司與台灣世曦工程顧問股份有限公司即配合國家外交任務或是基於業務發展，持續在機場、道路、建築、軌道、港灣、工業區開發等專業技術項目，以優勢的技術與經驗，為中南美洲、非洲、東南亞的友邦服務。在土木交通領域，中華顧問/台灣世曦的海外服務工作在友邦獲得極高的評價，因此也在國際間廣泛的受到肯定。

本公司配合世界潮流，協助高速公路與地方各級政府陸續進行智慧型運輸系統(Intelligent Transportation System, ITS)的建設，十餘年來成效卓著，獲得各單位的肯定。近幾年來，伴隨著經濟起飛，大陸地區各級城市陸續高度都市化發展，因應其車輛快速成長帶來的嚴重交通問題，我們在ITS方面的建設經驗，恰可供彼岸參考借鏡。或是更進一步，結合公司內各技術部

門的專長，以優勢的整合能力，提出跨領域的綜合解決方案，對市政發展產生更全面的幫助。

在此背景之下，近年來代表案例昆山巴城與杭州蕭山，分別介紹其緣起與發展狀況。

貳、昆山巴城專案

一、昆山巴城往來重大里程碑

(一) 緣起

昆山，江蘇省蘇州市下轄的一個縣級市，是近年來台商於大陸地區設廠投資的最主要據點之一，昆山市政府為鼓勵台商進駐以及強化兩岸商貿合作，逐年來台辦理招商說明會，多由市黨部書記或市長率官方代表團前來。2011年昆山巴城鎮書記沈一平隨昆山代表團來台，因為該鎮著重觀光

2

專題報導



圖1 沈一平書記率巴城鎮領導來訪合影

旅遊的發展，對於交通課題的解決有殷切需要，遂於9月7日率副鎮長等核心幕僚，協同幾位市政顧問至台灣世曦企業總部參訪交流，開始了雙方第一次的接觸與互動。

在張荻薇副董事長(時任總經理)與吳榮煌副總經理率智慧系統部、電機部、BIM中心等部門進行技術報告，沈一平書記一行對各部門專業的技術與高度整合能力留下深刻印象，同時為感謝本公司熱忱的接待，邀請李建中董事長於月底率團參加該鎮最有名的陽澄湖大閘蟹產季「蟹文化節」活動，同時洽談合作的可能(如圖1)。

(二) 專案形成與訂約歷程

有別於一般招標案件，巴城鎮並非由業主直接指定工作內容、要求依契約完成，而是透過詳盡的事前評估與多次的溝通，最終讓專案成型。

在巴城鎮領導們來訪之後，李董事

長應沈書記之邀，率隊出席巴城鎮蟹文化節活動，於兩岸對接論壇中簡報「智慧交通」，並在2011年9月27日雙方簽訂合作備忘錄(MOU)，成為本技術專案發展的起點(如圖2)。



圖2 李建中董事長(右一)於巴城鎮簽訂合作備忘錄

為能讓專案更加貼近巴城鎮的需求，於2011年11月5日，由智慧系統部針對巴城鎮於蟹文化節期間，因應饕客湧入鎮區造成道路的壅堵，向沈書記報告「全方位

智能交通與信息服務」計畫內容及執行方式。在BIM的3D建模輔助呈現之下，對鎮領導們有新的刺激也衍生了更廣泛的專案跨領域需求。

在巴城鎮匯集更明確的需求之後，由吳榮煌副總經理召集電機工程部、空間資訊部，並跨事業群協請運土部加入、BIM中心技術支援，連同原本提案的智慧系統部，共同研擬符合巴城需求且具體可行的專案內容，於2012年4月27日提出「智慧園區規劃與信息展示平台建置」技術服務專案的構思。在吳副總經理領銜下，各技術部門完整的構思、前瞻性的方案以及領先的技術整合力，獲得錢翌鎮長及鎮領導們高度肯定，遂於當日簽訂合作協議書(MOA)，確認專案的內容與規模(如圖3)。



圖3 吳榮煌副總經理(左一)領銜各部門進行專案報告

合作協議書簽訂之後，各部門隨即積極展開工作。李建中董事長2012年09月20日率隊拜會巴城鎮沈一平書記與各領導，並簽訂「智慧園區規劃與信息展示平台建置」專案合同，宣告專案工作正式啟動。

二、巴城專案計畫服務內容

於巴城鎮進行的「智慧園區規劃與信息展示平台建置」專案共包含五個部份，由各技術

部門協力共同完成：

(一) 智慧綠色巴城發展策略研擬

巴城是一個歷史古鎮，從春秋建鎮開始，已有2,500年的歷史。有著大閘蟹、葡萄等眾多豐富的物產，及優美的江南水鄉特色，有發展生態旅遊的絕佳條件；同時，現有的軟體園、精密機械產業園等都是低耗能綠色產業，亦有發展高科技與智慧化的潛力。

本項工作由運土部擔綱，先針對文化脈絡與發展戰略、環境生態保護策略、產業發展策略進行研擬；接著提出最適智慧城市發展建議模式、整體空間架構優化、城市發展亮點形塑、智慧城市發展方案、旅遊分區發展方向等建議；最後，研提具體的策略與行動方案。

(二) 蟹文化節交通疏導方案及蟹文化節活動策劃書

每逢蟹文化節，因品蟹車潮大量湧入巴城鎮，而產生嚴重之壅塞問題，分析可能原因後，提出增闢臨時停車場、加強進出城動線疏導、規劃完善之替代路徑等主要改善策略。除傳統交通策略之外，更規劃資訊化之交通偵測與疏導方案與設備布設規劃，以強化其改善效果。

原有的蟹文化節活動多由為期一天的晚會、論壇等活動構成，樣板式的活動對於節慶行銷的效果較不明顯，同時容易產生交通過於集中的缺點，故提出新的蟹文化節活動策劃，期藉由各地不同文化交流、彙集，突顯出巴城豐富精彩的多元風貌；用在地作號召，以品味相連結，帶領民眾深刻體驗巴城令人驚豔之處。將單日活動延長成帶狀，形成節慶感，有助於整體行銷與旅客之參與。上述兩項工作主由

智慧系統部及運土部研擬與規劃。

(三) 巴城交通資訊平台規劃

為配合2012年蟹文化節各項交通管制及旅客資訊需求，建立交通及旅遊資訊展示平台，供蟹文化節各項交通資訊收集、監視、及發佈之用，其他相關之旅遊資訊亦可通過本平台發佈。

本項工作由電機部擔綱，延續交通疏導方案的規劃，輔以完整的工程規劃與設計，可讓鎮政府直接參考擬定招標文件，於當地委辦合格廠商進行建置。

(四) 巴城旅遊網新版網站建置

巴城鎮為旅遊、美食的重點發展地區，在資訊化的旅遊需求下，一個現代化、便利、具吸引力的旅遊專業網站甚為重要。巴城鎮原有的網站設計較為單調，以報導式的方式羅列所有資訊，對想到訪巴城的遊客而言，便利度與吸引力皆有改善空間。

本項工作由空間資訊部主政，以巴城四季不同的風貌與旅遊主題，融入傳統中國潑墨山水的風格，建構了新的「巴城旅遊網」，以春夏秋冬不同色調呈現，獲得鎮領導們高度肯定。

三、專案業務由巴城鎮推至昆山市

在推動巴城專案的同時，公司各部門的專業亦受到昆山市領導的重視。2012年5月22日昆山市委書記管愛國率團來台，假圓山飯店召開之「昆山智慧城市建設說明會」進行招商等相關活動，會中特邀請李董事長簡報(如圖4)。



圖4 李建中董事長於「昆山智慧城市建設說明會」報告



圖5 吳榮煌副總經理提出「智慧昆山、車聯巴城」構思

李董事長的簡報獲得昆山市政府與其下轄各鎮之熱烈迴響，於2012年9月26日「T行昆山論壇」，吳榮煌副總經理演講『智慧昆山、車聯巴城』，獨特的見解與前瞻性構思，獲得各級地方政府的高度肯定，兩岸相關產業廠商會後亦積極聯繫，尋求合作的機會(如圖5)。

在此同時，為擴大參與大陸業務的能力，2012年8月台灣世曦公司由子公司世曦海外(香港)有限公司，於大陸江蘇省昆山市轉投資成立「世曦技術諮詢(昆山)有限公司」，作為整個長江三角洲地區(簡稱長三角)的業務拓展基地。目前的經營範圍包括計算機軟硬體設計與開發，並

提供相關的技術服務、技術諮詢；企業管理諮詢，交通相關行業與軟件的諮詢；信息系統的規劃。後續，經營範圍將擴充至交通工程諮詢與設計，智能化工程諮詢與設計，及計算機信息系統集成之總體策劃、設計、開發、實施與服務。

其後，雙方高層緊密互動，昆山市路軍市長於2013年3月30日率巴城鎮錢翌鎮長及市高階領導蒞臨台灣世曦參訪(如圖6)；2013年5月2日昆山市黨委管愛國書記率巴城鎮新任書記谷文華等市高階領導蒞臨台灣世曦參訪(如圖7)；2013年7月24日李董事長率「昆山車聯網創新團隊」赴昆，視察世曦昆山新辦公空間及展示

室，並向管愛國書記簡報「昆山車聯網發展芻議」(如圖8)。

昆山市的領導在參訪台灣世曦企業總部之後，深刻感受到本公司在專業與技術上的能力，並具有高度的前瞻性；而對昆山交通狀況亦能有相當精闢的觀察與分析，展現解決交通課題的細膩度。在台北經驗的績效肯定與歷次專業技術的呈現下，促成由昆山市交通運輸局委託運土部辦理「昆山市中環快速路平面交通優化」計畫，解決昆山市新建的環市高架道路對平面道路與整體交通的衝擊。



圖6 路軍市長蒞臨台灣世曦參訪



圖7 昆山市黨委管愛國書記蒞臨台灣世曦參訪



圖8 李董事長率隊向管愛國書記簡報「昆山車聯網發展芻議」

參、杭州蕭山專案

一、蕭山往來重大里程碑

近年來，台灣世曦除在昆山巴城推展業務外，在適當時間與條件下，布局大陸長三角市場之一-「杭州蕭山」。民國2014年10月底，杭州市蕭山區人民政府和杭州市臺灣事務辦公室共同承辦首屆「海峽兩岸產業發展推進會」，本公司 李建中董事長、吳榮煌副總經理與馮道亨協理共同參與，會中由吳副總經理代表簡報「智慧杭州、車聯蕭山」內容，著重於國際智慧城市指標與台灣發展經驗，並就國際車聯網發展趨勢，提出杭州市發展建設車聯網之步驟。

此為搭建與業主合作關係的開始，亦為本公司於杭州市蕭山區相關業務推廣鋪陳之契機。2015年1月至3月，持續與蕭山區發展改革局、錢江世紀城管委會、以及湘湖旅遊區投資公司等執行單位領導進行面談，了解實際業務

需求，並提出初步建議構想，與各代表建立起溝通管道。除蕭山區智慧交通藍圖規劃外，智慧系統部偕同運土部於其他片區提出「臨浦組團產業發展策略」，期能利用浦陽江魅力水岸發展水岸商貿軸及旅遊軸，為尚未完善開發的地區勾勒發展方向。從綠色臨浦理念為基礎，建議將臨浦組團發展成車聯網產業基地，建構技術與人才輸出基地，並可供應蕭山區發展智慧交通及車聯網所需之技術及人才。而車聯網產業鏈發展包括車用資通產業、雲端通信產業、交通設施產業、通訊與資訊產業、生產製造體系、服務產業體系、及政府部門，建議未來可引進民間產業之力量，引入各類上下游企業，提升高新園區動能。

隨後，杭州市張耕市長於同年4月受龔書記委託率隊至本公司交流參觀考察，由經濟和資訊化委員會洪慶華主任、科學技術委員會楊作軍主任、市台辦梁建華主任、西湖區章根明區長、市金投集團有限公司張錦銘董事長、轉塘科技經濟園區管委會呂鋼峰副主任、市經信委



圖9 杭州市張耕市長率團蒞臨台灣世曦參訪



圖10 蕭山區政府俞東來書記率團蒞臨台灣世曦參訪

技術進步與裝配處方翔副處長、市台辦經濟處謝軍標副處長隨行，如圖9。此行安排貴賓參觀臺北市內湖區內湖科學園區，對高新科技園區及產業有深入的瞭解，有助於未來產業佈局之規劃。

「智慧交通」與「產業發展」兩大基礎環節相互推動之下，2015年7月，獲蕭山區發改局業主肯定給予鼓勵，開始執行「蕭山區智能交通課題研究」一案，分析蕭山區內各城鎮產業經濟、旅次特性、與主要車流動線，研擬未來可能之交通瓶頸點，並提出可提早疏解車流之策略，以及規劃未來輔助政府部門全面掌握蕭山區即時交通之系統功能。

智慧系統部目前正基於前期研究成果，持續擴展業務執行範圍。蕭山區政府俞東來書記於同年9月率團參訪本公司，並進行簡報與意見交流，另有協助推動蕭山區相關業務之世華實業(杭州)公司人員與會，交流照片詳如圖10。該次陪同俞書記等人訪問考察臺北市交通控制中心、內湖科學園區管委會、以及台達電子公司，進一步了解台灣實作效益以及相關產業。

透過多次交流，展現本公司全方位經營之觸角，並藉由過往業績及效益說明，更加增強大陸業主信賴程度。

二、大陸蕭山服務計畫

於拓展大陸長三角計畫中，主由智慧系統部負責開拓新業主、開創新市場的任務，並視業主及業務需求，引入其他部門專業技術支援。以昆山為例，後續則由運土部及建築部持續耕耘；於蕭山，智慧系統部亦與運土部共同協力推廣。期許未來能串連產業鏈上下游各領域廠商之各類系統整合應用，負責系統及機電整合、規劃與開發整合型之應用解決方案，發揮一加一大於二之成效。

投入智能交通產業的企業可分為設備提供商、軟件開發商、系統集成商和平台運營商。大陸在智能交通的各環節均處於起步階段，由於前端設備如傳感線圈、影像、微波等投入較少，但可應用性較廣，所以相對發展較快。截至民國 2011年底，大陸從事智能交通行業的企業約有2,000多家，主要集中在道路監控、高速

公路收費、GPS定位、以及地理信息和系統集成環節。而中國大陸經歷2008年奧運會和2010年世博會推動經驗，未來對於交通監控需求，包括大型橋梁、車輛區域、交通運輸狀況、危險物品運輸車輛、船舶、長途運輸、城市公交、出租車、軌道交通、以及水上交通資訊服務之需求將有增無減。

經檢視，大陸各地方政府部門普遍存在缺少經營管理、交通運輸規劃、物流、金融服務等概念，本公司可從宏觀角度，依各區域特性，分析可預見之交通課題，研擬全方位解決方案，適時引進新式交通管理策略及通訊技術，提升交通管理績效。並就本公司於台灣各縣市ITS中心規劃設計與建置工作經驗，提出未來軟硬體分期建置、系統整合與分析功能等建議，為本公司結合各事業群推行智慧運輸最佳之施力點。

隨著緩解交通供需、提高交通通行能力等基本功能日益受重視，智能交通發展趨勢開始朝向「交通資訊雙向溝通」，不僅只是中心單向查看，同時更著力於管理效率，減少壅塞時間，降低交通事故與環境汙染等目標。此階段需要資通訊科技整合既有資訊，跨領域應用系統需求大增。因此，智慧系統部提出之「面向2020蕭山區整體發展優化構思」計畫，擬定蕭山中心區智能交通一期、二期工作項目，包括運輸規劃現況檢視、壅堵路口改善設計、智能交通功能設計、智能交通系統設計、以及系統平台功能集成。本示範計畫依各分區當地特性與功能需求，提供差異化的服務方案。

未來長期發展方向則擬定朝向即時路況預測與客製化資訊發布應用，逐年分階段擴大規模，並視政策目標、技術規範以及使用者回饋，精進功能項目，下一步則面臨如何突破通訊技術瓶頸、完善產業鏈以及健全商業模式之課題，可說是推進車聯網技術發展的重要因

素，此為實現廣泛應用之重要節點。業務策略上為爭取其他基地之業務拓展機會，本公司隨時關注中國大陸政策及技術發展趨勢，並分析研判各部門技術強項及可推動業務之變化與因應。同時應用技術展示及公私單位之發表、研討場合，宣傳凸顯既有市場技術缺口，並拓展本公司可推動業務項目。

三、潛在業務機會

分析多方市場訊息，傳統交通運輸結合現代化互聯網技術，儼然成為智慧交通新趨勢。從需求面來看，大陸許多大都會如北京、上海，目前均飽受車多堵塞之苦，對車聯網的寄望甚深，期能從中達到「治堵」功效，增加行車安全，並提高道路使用效率，提供順暢安全道路交通系統。

除了「治堵」，車輛聯網技術與服務的實現亦符合「科技」與「產業」發展趨勢。在「科技」方面，智慧交通與汽車工業結盟，從路側延伸至車載市場，從被動化為雙向主動，聯網車安全應用將大行其道。未來聯網車加入「服務產業」後，衍生相關的應用服務，將形成車聯網產業集聚，既可連通人流、車流、金流、資訊流，亦能活絡當地經濟活動。

另一方面，各類資訊系統整合及大數據等新興技術應用，亦為潛在業務發展機會之一，目前中國大陸於土建工程領域雖已有相當大規模的市場與技術，但是在其與機電系統面的整合、以及軟硬體間的資訊系統整合等部份，仍有很大的技術缺口。現階段中國大陸政府部門管理單位，如交通、公路交通、城市交通、公交管理系統各自發展，且非一體性整體規劃，未來將可見系統無法整合，或重複投資等問題。

除了原先既有之系統整合缺口，“十三五”

期間開始出現各類新興技術應用，如大數據、移動互聯網、社交網絡媒體等新興技術的發展，其在智慧交通行業中的應用將更加普及。因此，中國大陸在完成交通工程基礎建設建置後，其系統的「智能化工程」、「計算機信息系統集成」、「通信資訊網路系統集成」等項的設計、諮詢(可行性研究、規劃、標準及科研等)的領域將會有很大的需求，特別是在整合資訊平台下，跨領域應用系統需求及結合新興技術應用商機增加，為智慧系統結合事業群技術整合可發展的機會。

肆、結語

在昆山巴城與杭州蕭山的計畫推動與取得，都是台灣世曦公司在擴展海外業務版圖歷程中，邁向中國大陸市場跨出重要的兩步。而能有這樣的具體成績，以下三個要件缺一不可。

一、專業技術兼具前瞻性與細膩度

身為台灣工程顧問界的領導品牌，專業技術是最核心的基礎。大陸，是全球廠商都在摩拳擦掌爭取業務的戰場，唯有憑藉最專業的技術、掌握最新的趨勢、並以最細膩的方式完成，才能達成業主的需求。

二、跨部門協調合作與整合

任何階層政府領導，都希望統整各領域的課題集中於同一個專案整體解決，以減少跨專案整合的風險。而台灣世曦擁有數十個專業的獨立技術部門，恰可提供多元的整合性服務，其他廠商常常還需要透過企業聯盟才能組成陣容接近的團隊。而高階長官高度的企圖心與統一的領導，有效整合各部門的資源與成果，則更是最大的優勢。



圖11 世曦昆山辦公室李董事長掛牌

三、子公司在地深耕

設於江蘇省昆山市的「世曦技術諮詢(昆山)有限公司」，地處長三角的核心地位。作為第一線的業務拓展基地，常設駐地的鄭台隆副總經理可以即時獲取最新業務資訊，並利用辦公室與多媒體展示室呈現技術成果，將大陸業務成績與台灣優質業績做最佳的宣揚(圖11)。

印尼Indofood公司 雅加達Bogasari麵粉廠 廠區設備檢測、補強 改善之規劃

關鍵詞：目視檢測、局部破壞性檢測、維修補強

- 台灣世曦工程顧問股份有限公司／第二結構部／協理／黃炳勳 ①
- 台灣世曦工程顧問股份有限公司／第二結構部／經理／蔣啟恆 ②
- 台灣世曦工程顧問股份有限公司／第二結構部／副理／吳弘明 ③
- 台灣世曦工程顧問股份有限公司／T3專案／專案經理／楊文祥 ④
- 台灣世曦工程顧問股份有限公司／第二結構部／正工程師／呂榮芳 ⑤
- 台灣世曦工程顧問股份有限公司／第二結構部／正工程師／戚樹人 ⑥

摘要 ABSTRACT

本計畫之廠區為印尼Indofood公司位於雅加達市北端雅加達港區之Bogasari麵粉廠，本廠為印尼最大產量之麵粉廠，亦屬世界第一。至今已營運使用四十年，經年累月地加卸載儲存各種麥穀及麵粉等產品，廠區內土建結構、機械生產設備以及供電設施，需要整體性的安全評估、維修補強或更換新設備。本計畫針對廠區內營運之廠房及設施進行必要的檢測調查和分析評估，提出補強改善之建議方案，達增產延壽的目標。



壹、前言

雅加達Bogasari麵粉廠是印尼林紹良集團Indofood公司所屬麵粉廠主要廠區(詳圖1及圖2)，所生產麵粉除供應集團旗下食品廠使用之外尚供應印尼國內食用，是印尼市占率最大品牌，雅加達廠麵粉日產量約1萬噸，本廠為印尼最大產量之麵粉廠，亦屬世界第一。相關品牌



圖1 雅加達Bogasari麵粉廠

食品外銷世界，台灣也可看得到Indofood公司生產的速食麵產品。

雅加達Bogasari麵粉廠是在1971年11月開始營運，經過四十多年的生產營運，廠房的土木建築結構及機械、電機等設備多已老舊，急需要整廠全方位的檢測評估及補強維修，以期延長廠房服務年限。



圖2 雅加達Bogasari麵粉廠-行政大樓

鼎台公司深耕海外，早年即參與印尼Indofood集團土木建築工程，營造品質深受Indofood集團信賴，因此直接委託鼎台公司辦理本案廠房檢測評估及補強維修計畫。而鼎台公司與本公司在港灣、結構、機械及電機等領域素有淵源，進而邀請本公司首次合作、共同參與印尼Indofood集團工程案，主要擔任本計畫規劃設計之設計顧問任務。

貳、土木及廠房結構

雅加達Bogasari麵粉廠因緊臨海邊，環境因素較嚴峻。麵粉廠主要土木及廠房結構設施包含碼頭(Jetty)、小麥倉(Wheat Silo)、研磨廠(Mill)、麵粉倉(Flour Silo)、飼料倉(Pellet Silo)、拌合廠(Blending)及倉儲區(Storage Area)等。早年結構設計皆採用工作應力設計法，本計畫執行之結構安全性評估與補強則依據最新SNI (Standar Nasional Indonesia, 印尼國家標準) 規範辦理。

一、碼頭

小麥由世界各地以船運方式運送到廠區海邊碼頭，貨輪停泊後碼頭軌道上的吸穀機把小麥經由輸送帶送到麥倉(SILO)儲存，詳圖3及圖4。本廠副產品飼料也是經由碼頭運送出口。碼頭是屬於棧橋式，主要結構是鋼樁、混凝土樁帽、混凝土梁及板，棧橋式碼頭主要荷重是吸穀機。鋼樁深入海床下，提供垂直及水平承載力，鋼樁在最低潮位以下長年浸泡在海水中，感潮帶是在最低潮位至最高潮位之間、飛沫帶在最高潮位之上，長年不接觸海水。鋼樁在感潮帶及飛沫帶是以防蝕材料塗裝保護，水面以下是以鋁陽極塊作為陰極防蝕保護。海水具氧化作用，鋁陽極塊持續提供電子代替鋼樁的電子消耗，達到保護鋼樁作用。感潮帶常有海生物附著，海生物會分泌化學物質侵蝕鋼樁。飛沫帶附著大量海水鹽分並暴露在空氣中有充分的氧氣，是腐蝕最嚴重區域。混凝土梁及板底位在海水上方，是鹽害嚴重侵蝕區域。棧橋式碼頭混凝土的裂縫及剝落容易造成鋼筋腐蝕，檢測的標準更加嚴格。雅加達廠碼頭混凝土腐蝕狀況不算嚴重。



圖3 麵粉廠碼頭及輸送設備(一)



圖4 麵粉廠碼頭及輸送設備(二)

二、小麥倉

小麥由碼頭經過輸送帶輸送到小麥倉儲存，詳圖5。由於世界各地南北半球小麥生產期不同，國際小麥價格具波動性，再為配合麵粉廠生產週期，並調控小麥需求量，需要有足夠的倉儲空間。小麥倉是圓形筒狀鋼筋混凝土構造物，高度約50M，直徑10M，詳圖6。筒倉下方是大型壁式樁基礎結構體，承載筒倉並鋪設輸送帶，把筒倉內小麥輸送到研磨廠。



圖5 筒狀小麥倉及儲存輸送設備

三、研磨廠

第一座研磨廠結構建造於1971年，各研磨廠結構系統大致相似，可區分為CLEAN AREA及MILL AREA，結構型式可分為壁式結構及梁柱系統，詳圖7。CLEAN AREA主要結構是以混凝土牆組成方形麥倉(BIN)做為儲存小麥以供脫殼，後續送到MILL AREA進行各階段研磨。MILL AREA 結構屬於梁柱系統，安裝各階段研磨機械生產設備，產出成品則有麵粉及麥殼，詳圖8及圖9。麵粉依不同小麥來源分別儲藏並經過

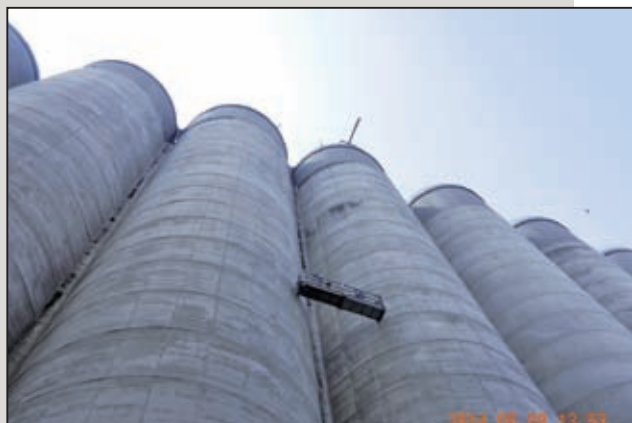


圖6 小麥倉鋼筋混凝土外壁目視檢測作業

拌合。麥殼則送到PELLET PLANT製作成飼料。BIN因為小麥具有酸性物質，混凝土牆表面因中性化緣故失去鹼性保護環境，導致鋼筋易銹蝕。作為小麥儲存之用，因為長年填裝及卸載小麥，BIN壁體混凝土受到磨損。廠內研磨機械震動力大，亦是影響結構耐久性之主因之一。



圖7 小麥研磨廠為鋼筋混凝土廠房結構



圖8 研磨廠內小麥磨粉機磨成初胚麵粉



圖9 研磨廠內平面篩選機進行麵粉顆粒篩選檢驗

四、麵粉倉

麵粉倉是圓形筒狀鋼筋混凝土構造物，高度約10M，直徑6M。筒倉下方是大梁柱型式結構，筒倉之間互相連結，倉內壁有環氧樹脂塗層保護，防止混凝土剝落掉入麵粉中。倉下安置鋼製大漏斗及設置輸送帶，把筒倉內麵粉輸送到包裝區，詳圖10。倉下輸送馬達裝置的長期震動造成混凝土固定邊緣易剝落於麵粉倉內，形成食安問題。



圖10 麵粉倉為鋼筋混凝土構造及倉內運送設備

五、飼料倉

飼料倉是圓形筒狀鋼筋混凝土構造物，高度約40M，直徑7M，詳圖11及圖12。筒倉下方是大型壁式結構體，承載筒倉並鋪設輸送帶，把筒倉內飼料輸送到碼頭船運出口。



圖11 筒狀飼料倉及儲存輸送設備(一)



圖12 筒狀飼料倉及儲存輸送設備(二)

六、土木結構檢測

為收集結構資料供分析及評估之目的，對既有建物進行各項檢測及試驗：非破壞性檢測包含目視檢測、混凝土超音波強度檢測、裂縫深度超音波檢測，局部破壞性檢測包含混凝土鑽心試驗、鋼筋保護電位檢測、混凝土中性化檢測、混凝土氯離子含量檢測及碼頭鋼樁檢測。

(一) 目視檢測—是以人員現場檢視結構物各項缺陷包含裂縫、混凝土剝落、鋼筋腐蝕外露等，紀錄缺陷之位置長度面積，繪製成圖並拍照存檔。作為後續結構研判、修補依據。並留作長期管理養護，追蹤結構缺陷之變化。目視檢測及繪圖須耗費大量人力及時間，這部分工作借重印尼當地人員進行。由於各建築筒倉高度高達10M，40M，甚至50M，目視檢測須以吊籠升降並貼近倉壁來進行，詳圖13及圖14。吊籠的搬運、安裝、移位、人員的安全保護是最重要的。倉內光線不足須要攜帶照明設備。為避免倉內存在有害氣體，倉門須先開啟通氣、送風之後人員才進入作業。保持空氣暢通持續進行。受限於廠方生產為第一要務，清空麥倉必須配合廠方之需要

來排定時程。因此，協調清倉期程以及人員吊籠工作調度是影響本案檢測工期的首要要務。



圖13 筒倉清空後進行鋼筋混凝土內壁目視檢測作業



圖14 方形麥倉清空後進行鋼筋混凝土內壁目視檢測作業

(二) 混凝土鑽心試驗—為取得既有建築物混凝土實際強度供作結構分析研判之依據，對結構進行鑽心取樣送實驗室壓驗，詳圖15及圖16。為避免破壞結構，鑽心直徑一般取小直徑。既有結構鑽心直徑規定一般大於5公分，長度須大於直徑，不同長度/直徑比例有不同強度修正係數，長度/直徑 >1.75 則不須修正。鑽心位置及方向都會影響試體強度。鑽心是破壞性試驗，一般選取應力較小處如小梁或彎矩剪力較小區域。鑽心後立即以無收縮性混凝土填補。試體經過適當保護後儲存不超過7天，即送實驗室壓驗抗壓強度。儲存養護是為使試體水分均勻分布，以



圖15 局部破壞性檢測-混凝土鑽心試驗作業



圖16 鑽心取樣後進行混凝土抗壓強度試驗

免影響抗壓強度。因鑽心直徑較小，取樣容易失敗。而試體裁切、蓋平不平行將使壓驗失敗。試體取樣須避開混凝土澆注施工縫及裂縫處或混凝土表面有明顯缺陷處。各組抗壓強度數據須刪除過低及過高者，再取平均值做為混凝土抗壓強度。此數據將提供給結構分析及檢核既有配筋量是否足夠。

(三) 混混凝土中性化及氯離子含量檢測—由於碼頭及廠房緊鄰海邊，混凝土容易受到酸性物質及氯離子侵蝕影響建築壽命，中性化及氯離子含量檢測是重要項目。利用鑽心試體以酚酞試劑噴在混凝土表面，以量出中性化深度，鹼性部分呈現紫色，詳圖17，中性化部分呈現透明色。氯離子含量檢測是將混凝土粉末送實驗室測定。

本廠區這兩項試驗結果大致都符合規定，唯有部分BIN牆壁混凝土中性化較深。



圖17 鑽心取樣後進行混凝土中性化檢測作業

(四) 碼頭鋼樁檢測—檢測將著重於鋼管樁樁體完整性檢視、防蝕系統檢查、陰極防蝕系統電位量測等，鋼管水上及水下狀況之目視檢測、鋼管腐蝕現況拍攝與樁體腐蝕位置厚度量測是診斷鋼樁現況的重要項目，詳圖18至圖20。



圖18 碼頭鋼樁水上目視檢測及腐蝕現況拍攝作業



圖19 碼頭鋼樁之樁體腐蝕位置厚度量測作業(一)



圖20 碼頭鋼樁之樁體腐蝕位置厚度量測作業(二)

參、機械生產設備

印尼Indofood公司雅加達Bogasari麵粉廠每日生產約10,000噸麵粉，依設計圖每日需小麥11,124T，經研磨製造、加工製成後產出麵粉10,900T及飼料(Pellet)，為印尼最大生產量的

表1 生產機械設備









項次	設備名稱	主要功能	設備照片
1	皮帶輸送機 (BC-Belt Conveyor)	主要是利用皮帶輸送量較大(最高可輸送2000T/H)的特性，將小麥由碼頭輸送至圓筒麥倉儲存或將麥倉內小麥輸送到各生產工作區之麥倉暫存，同理亦或將製成之飼料輸送到碼頭裝船外銷的輸送設備	
2	鏈條輸送機 (TC-Chain Conveyor)	為箱形運送機，箱內有T形鏈條用以水平或傾斜、鉛直的輸送小麥或麵料，原料在密閉的箱內輸送，可避免異物進入，輸送量最大可達1000T/H。為構造簡單，保養容易的輸送設備之一。	
3	箕斗輸送機 (BE-Bucket Elevator)	主要是用於將小麥或麵粉由低處利用斗子提送到高處之設備，箕斗輸送機是在1條皮帶上安裝多個箕斗，而收容於本體的箱內，可將粉粒體(小麥或麵粉)垂直或急斜方向輸送至高處後以離心方式排出卸料的設備。	
4	螺旋式輸送機 (SC-Screw Conveyor)	螺旋運送機是使螺旋在槽或管中旋轉，對粉粒體施加軸方向推力而輸送之。其輸送量之大小與其旋轉數多少而定，因此容易調整容量，精度良好。	

麵粉工廠，因本廠從建廠生產開始至今已超過40年以上，每日24小時生產沒有間斷，各項的機械設備皆為重負載作業、為後續的持續穩定生產，有必要對相關重要設備做一次徹底的體檢，以便安排更新及保養。

一、麵粉廠主要生產機械設備

生產機械設備有：皮帶輸送機，鏈條輸送機、斗式輸送機、螺旋式輸送機、鼓風機及配管、旋風塔、風機、過濾設備、飼料造粒機、分離篩選機(Separator)、磨粉機(Roller Mill Machine)、篩子(Sifter)、包裝機(Finisher)、混合器(MIXER)、灰塵收集器(Dust Collector machine/Blower)等，摘主要設備功能分別說明如表1：

接下頁 ↓

項次	設備名稱	主要功能	設備照片
5	鼓風機及配管 (Blower and pipe)	利用鼓風機之低壓、大風量的特性，以管路將麵粉輸送至包裝場之集塵器或旋風塔收集後儲存或包裝。	
6	旋風塔 (Cyclone)	主要將各棟生產之麵粉經鼓風機輸送至旋風塔，以分離麵粉及空氣，即收集麵粉後儲存。	
7	風機 (Fan)	為抽取旋風塔或過濾器後之風量至第二道的過濾器，避免麵粉灰塵外洩，造成環境污染。	
8	過濾設備 (Filter)	將風機抽送含有麵灰之空氣，經過袋濾器集塵(麵粉)後，送去儲存。	
9	飼料造粒機 (Pelletizer)	主要將麥殼及麥胚等列為飼料的粉狀材料，為方便包裝及輸送，將粉狀飼料以高壓蒸汽紋伴製作出條狀顆粒的飼料，以供儲存或輸運，其每台每小時約可製造10T的飼料，目前雅加達廠共有11台連續生產中。	 
10	分離篩選機 (Separator)	小麥於進磨粉機前必需先以分離篩選機將雜物如石塊、泥土、麥桿、雜草等以振動篩選及空氣次送方式分離後收集處理，以免雜物進入磨粉機而使其受損。	
11	磨粉機 (Roller Mill Machine)	內置二股可調之滾輪，將小麥磨成所需之顆粒，粉狀之大小需求可依滾輪上之細紋及二滾輪之間隙調整後而磨成粉狀後送出。	

項次	設備名稱	主要功能	設備照片
12	篩子 (Sifter)	將磨成粉狀的初胚麵粉，因內有顆粒大小不同，需要再以篩子(平面篩選機)篩選後，將較粗粒的麵粉再送回磨粉機	
13	包裝機 (Finisher)	完成的麵粉送到包裝區的粉倉儲存後，再以輸送機運送到包裝機(25Kg/袋及1kg/包)包裝，25公斤袋裝機大部份為人工操作袋裝，目前已有陸續更新為全自動包裝後溜放至棧板可以節省人力。	
14	混合器 (MIXER)	為配合客戶端(市場)之需求(高、中、低筋或加特殊要求等)，利用混合器於麵粉內加入其他元料，使麵粉於製造成食品後更適合市場	
15	麵粉(灰)塵收集器 (Dust Collector machine/Blower)	將各棟生產完成的麵粉，利用鼓風機(Blower)之低壓大風量特性將麵粉以管路吹送至包裝區之旋風塔(麵粉塵收集器)內將收集後暫存於麵粉倉儲內等後包裝。	

表2 機械設備檢測數量表

項次 NO.	工作項目 Building / Item	Belt Conveyor	Bucket Elevator	Chain Conveyor	Screw Conveyor	BAG filter	Filter
1	Wheat SILO A	16	15	46	13		29
2	Wheat SILO B	21	20	61	17		38
3	Pellet Silo A	30	18	30	26		76
4	Pellet Silo B	15	9	15	13		38
5	MILL AB		9		48		
6	MILL C		5		24		
7	MILL DE		9		48		
8	MILL FG		9		48		
9	MILL HIJ		14		72		
10	MILL KL		9		48	16	
11	MILL MNO		14		72		
12	MILL MTC		5		24		
13	Flour Blending				53		11
14	Flour Packing		16	44	91		27
15	Jetty B	3	3				5
16	Jetty A	3	3				5
	Total	82	152	196	597	16	219

二、實際檢測的設備及成效

因雅加達麵粉廠是一個連續作業生產的工廠，設備24小時操作運轉，僅能利用廠休或特別假日時檢測作業，以不影響生產作業為原則，主要檢測的場所及數量如表2所示，表中碼頭A、B(Jetty A、B)於原契約並無編列檢測項目，基於服務業主及建立良好關係的立場，仍進行現場檢測作業，以達整廠設備系統檢測的一致性。

於經上述檢測過程中，亦有發現軸承高溫、設備振動太大等有立即危險的設備亦以緊急通知單通知保養單位進行維修，避免故障停機。另提供設備檢測分析、評估、建議報告供業主參考。

三、後續的建議

因本麵粉廠已生產麵粉超過40年以上，生產用之機械設備種類甚多且已老舊，尤其地處海邊高溫潮濕、鹽份高的環境下，大部份的設備在每日重負載操作運轉下，更需注意保養維修的安排，避免設備故障而中斷生產。目前所檢測的設備項目及數量僅占少部份，廠方對設備的維修保養平時雖已利用空擋進行，但在眾多生產設備中仍偶有故障，致停止生產，因此其停機風險很高。為避免上述被迫停止運轉現象，建議如下：

- (一) 排定每棟每年保養時程及安排陸續更新計劃。
- (二) 建立每項設備的保養卡，以定期追蹤保養維修人員有無落實維修作業。
- (三) 注意馬達之振動及消除其振動。
- (四) 生產區內之噪音改善。

伍、後續計畫之展望

印尼人口2.4億，民生需求龐大，無論食衣住行都持續在發展中。以食品業部分為例，Indofood公司都一直在持續成長，無論舊廠維修延壽擴建、新廠開發建設，一直都有構想及規劃。

一、本廠土建結構之維修補強計畫

舊廠之維修補強延壽是檢測的接續工作。電機及機械生產設備的更新持續在進行。老舊廠房土建結構損壞如倉壁磨損、裂縫、鋼筋外露等，依目視檢測紀錄成果，以及依其嚴重程度分階段進行維修補強。另外舊廠產能的提升使得結構荷重增加，且因老舊建築採用早期設計規範，耐震能力可能不足，上述諸多因素可以說明舊廠需要接續進行結構維修補強計畫。

本廠兩棟研磨廠MILL-FG及MILL-HIJ，廠方於2014年開始進行梁柱及方形麥倉(BIN)之修復作業，BIN主要是裂縫灌注及混凝土表面磨損修補。於2015年委託第二結構部依據兩棟新增產能後之機械設備荷重及新版SNI規範，檢核各層樓梁柱之結構強度需求，對於梁構件原設計強度不足者，採混凝土擴大斷面補強方案，柱構件則採CFRP碳纖維包覆補強方案，以及在空間允許處，採新增鋼支柱的補強方案，提升廠房結構耐震能力。以維修補強達到增產延壽的目的，是舊廠最快速又經濟的方案，也是顧問公司可以貢獻專長之處。Indofood集團之中無論食品廠或是水泥廠都有可以發揮之處。

二、泗水廠計畫

由於受到Indofood公司的信賴，也將所屬Bogasari麵粉廠泗水廠委託鼎台公司及本公司進行檢測及補強評估，2015年8月鼎台公司及本公司團隊開始進駐執行計畫期程一年。泗水廠區啟用於1972年，與雅加達廠區具有相似的老舊問題，天然環境亦相似。泗水廠區日產能約

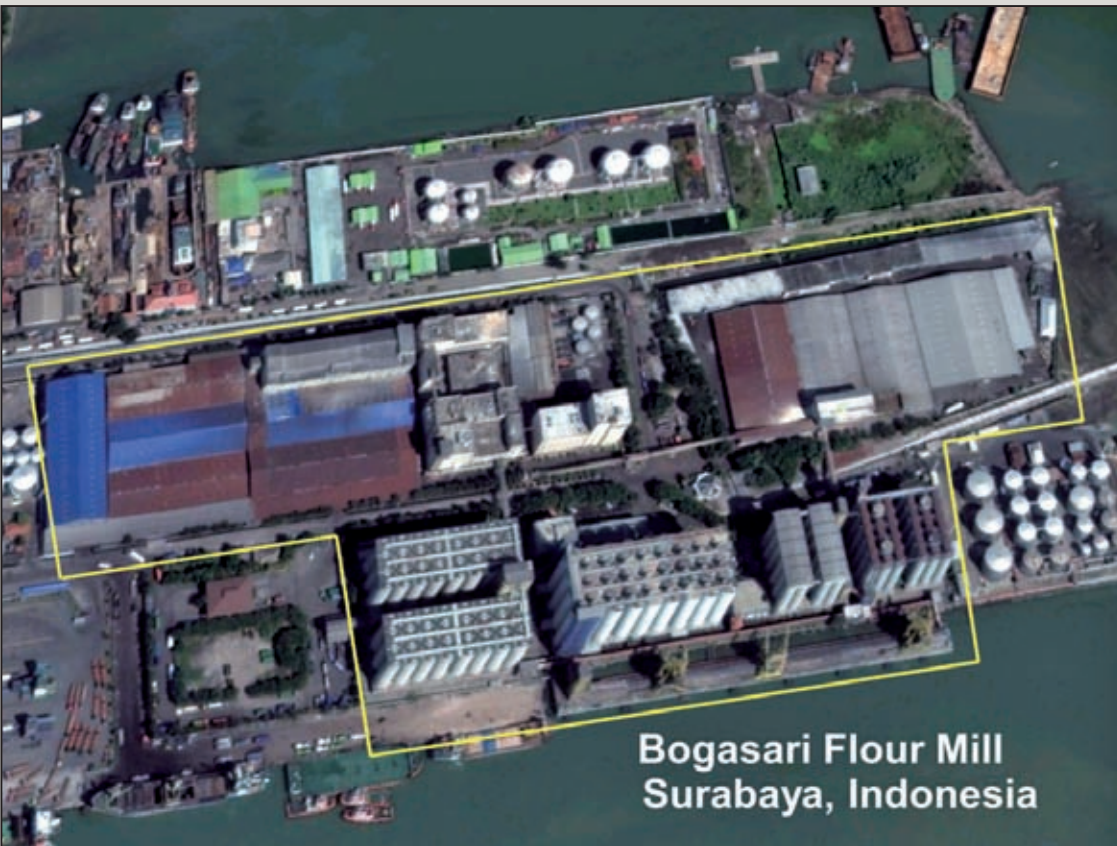


圖21 印尼Indofood公司泗水麵粉廠計畫之廠區
Google衛星地圖

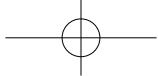
六千噸，約為雅加達廠產量的六成，規模較小，廠區面積也較小，詳圖21。至2016年2月，機械及電機部分之現場檢測作業均已完成，土建結構部分之現場檢測作業已完成45%，各項檢測報告正在撰寫中。

泗水廠機械部分之現場檢測作業已執行完成，因印尼雅加達廠管理與泗水廠管理有環境、空間上之不同，管理保養方式不同主要是生產機制，因此機械生產設備的使用現況相差甚多，增加風險。雅加達廠之檢測經驗對後續泗水廠計畫有很多的參考經驗，如使用的檢測表格、對於現場檢測下包商的選用及作業配合建議、當地的風俗、評估報告撰寫方向等可供後續計畫使用參考，可以節省人力撰寫報告及降低計畫執行風險。由於雅加達廠的檢測經驗及合作模式，泗水廠計畫進行順利

三、計畫計價匯率之風險

匯率變動大是在印尼的外商一大困擾。印尼政府規定支付外國廠商須以印尼盾支付，2013年本案以印尼盾計價簽約，簽約時匯率約一美金兌換9,000印尼盾，2014年8月本案完工時匯率約一美金兌換11,000印尼盾，去年(2015)十月份請領尾款時見到一美金兌換14,800印尼盾。本案執行期間之匯率變動約15%-40%，匯兌損失將嚴重侵蝕計畫利潤。

目前泗水廠案於去年(2015)簽約改以美金計價，惟請款給付時須符合印尼政府規定支付印尼盾，故將以當時之美元兌換印尼盾匯率支付，可大幅降低匯兌風險。因此，匯率風險以及必要之避險策略是海外計畫必須考量的重要因素。



跨與拓

海外足跡與挑戰



CONTENTS

中華技術 110

目錄

中華技術 No. 110 / April 2016
 中華民國78年1月25日 創刊
 中華民國105年4月30日 出刊



專輯前言

1 | 人物專訪

6. 訪中華民國對外貿易發展協會行銷專案處處長陳英顯談跨出台灣、拓展海外工程業界市場.....
 整理：彭景芬 · 攝影：詹朝陽

2 | 專題報導

14. 印尼海外工作經驗分享與生活紀實..... 李曲原
28. 印尼雅加達捷運CP106標之創新設計..... 呂衍緯、蔡淵堯、Ricky Kurniawan、黃碩儒、林逸亭、譚家瑞、陳幼華、李元唐

40. 前進非洲—史瓦濟蘭生技園區開發及首都醫院門診中心改建經驗分享.....
 ... 江怡廷、蔡欽耀、吳律平、曾淳錚、邱寧潮、伊 釗
54. 泉城的好味道—愛之味山東濟陽廠設計經驗及展望..... 林信忠、伊 釗、陳傳興
72. 複製與創新—南通科學工業園區概念性規劃.....
 魏雲魯、劉國慶、蕭勝雄、葉曉葵、張念如
92. 台灣智慧運輸技術登陸長三角之經驗... 馮道亨、李文騫、黃惠隆、施鈞明、張佳雯

102. 印尼Indofood公司雅加達Bogasar i麵粉廠廠區設備檢測、補強改善之規劃.....
 黃炳勳、蔣啟恆、吳弘明、楊文祥、呂榮芳、戚樹人

114. An insider's look at the world's best infrastructure project: An interview with Mr. Dono Boestami, President Director of PT MRT Jakarta.....
 ...Gabrie Gleatemala、馬富強、譚家瑞、陳幼華
120. 印尼經驗回顧與展望.....
 吳偉瑛、張俊陽
128. 馬來西亞工程市場商機概況... 陳高仕
134. 接觸國際金融組織工作經驗分享...
 黃文鑑



3 | 勘災報告

144. 2016年二月六日美濃地震勘災報告
 張荻薇、王炤烈、廖學瑞、林曜滄、張英發、蔣啟恆、蕭秋安、謝慶和

編後語



發行人 尹承蓬
 主任委員 陳茂南
 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
 本期定價新台幣480元，全年四期新台幣1,600元

編審工作小組
 總召集人 李建中
 副總召集人 張荻薇
 110期召集人 苗華明
 110期審查委員 黃文鑑、陳幼華、曾淳錚、林信忠、魏雲魯、馮道亨、黃炳勳、林曜滄

總編輯 周昌典
 副總編輯 李志宏
 執行編輯 袁雅玲
 編輯 詹朝陽、劉彥男、吳小苓、季竺貞
 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 ◎



專輯前言

海外地區是我工程顧問同業相對陌生，但卻是應積極參與及早規劃的市場。然而，海外各地工程規範、標準、環境、法規、作業習性等，與國內迥異，再加上語言、文化的不同，海外工作之推展相較國內益形困難。

鑒於國內基礎建設日趨飽和，我同業若不能及早投入並熟悉海外市場之運作，待未來國內業務萎縮、來源不濟時，始圖謀在短時間內獲取大量且合宜的海外業務，將緩不濟急，難以有成。因此，就國內大型同業而言，不論目前的國內業務量是否可以支撐公司營運，都必須維持海外市場參與，保有海外計畫執行能力及儲備具專業的海外業務人力，俾利逐步擴大海外業務量能，以補國內業務之不足。

海外業務機會雖多，但其樣態複雜、風險高且地域特性強，適合我同業參與之海外標案有限，除了「亞洲開發銀行(ADB)」、「世界銀行(WB)」、「日本國際協力機構(JICA)」、「中國進出口銀行(EIBC)」等國際行庫的貸款計畫外，還包括我政府援外計畫及民間投資計畫等。至於當地國政府預算之計畫，往往有資質限制且通常不開放國際標，除非在當地國成立子公司並擁有相應資質，否則可參與之計畫極為有限，能創造之服務費收入也相對微薄。

「台灣世曦工程顧問股份有限公司」延續中華顧問工程司，自1974年在印尼開展第一個海外計畫以來，迄今已有40餘年的海外業務執行經驗。所提供之海外服務從早期的公路工程及移墾計畫，擴展至現今的工業區開發、水資源、港灣、機場、捷運及廠房等各種專業。服務地區也從早期的印尼及中東，拓展至越南、中國、非洲及中南美洲等地。

本期中華技術特別商請台灣世曦公司在印尼、史瓦濟蘭、中國及越南等地辦理海外計畫的同仁向大家做了一些經驗分享。除此之外，也請台灣世曦公司常駐印尼、馬來西亞及曾借調歐洲開發銀行的同仁與大家分享他們的工作經驗、當地市場概況及未來展望，希望能協助讀者及有志參與海外工作人士對海外業務有多一些了解。

在尚未開發或較陌生的海外地區，由於業務競爭對手有限，較易發展成為藍海市場。機會是留給有準備的企業，只要做好風險評估與完善的準備，抓住良機，認真執行，就會成為贏家。



台灣世曦工程顧問股份有限公司

副總經理

苗華明

An insider's look at the world's best infrastructure project: An interview with Mr. Dono Boestami, President Director of PT MRT Jakarta

Keywords: RAPID transit system, MRT Jakarta

台灣世曦工程顧問股份有限公司／海外中心／工程師／Gabrie Gleatemala ❶

台灣世曦工程顧問股份有限公司／捷運部／計畫副理／馬富強 ❷

台灣世曦工程顧問股份有限公司／捷運部／副理／譚家瑞 ❸

台灣世曦工程顧問股份有限公司／捷運部／資深協理／陳幼華 ❹



摘要 ABSTRACT

Jakarta's traffic congestion is the biggest pain for the capital's 10 million residents and a major liability to economic growth. In order to solve the traffic gridlock before it overwhelms the city, the first rail-based mass rapid transit (MRT) project in Indonesia is in progress. This megaproject comprises of urban excavation and tunnel construction. However, the challenge is not only in engineering, but also a financial and political one.

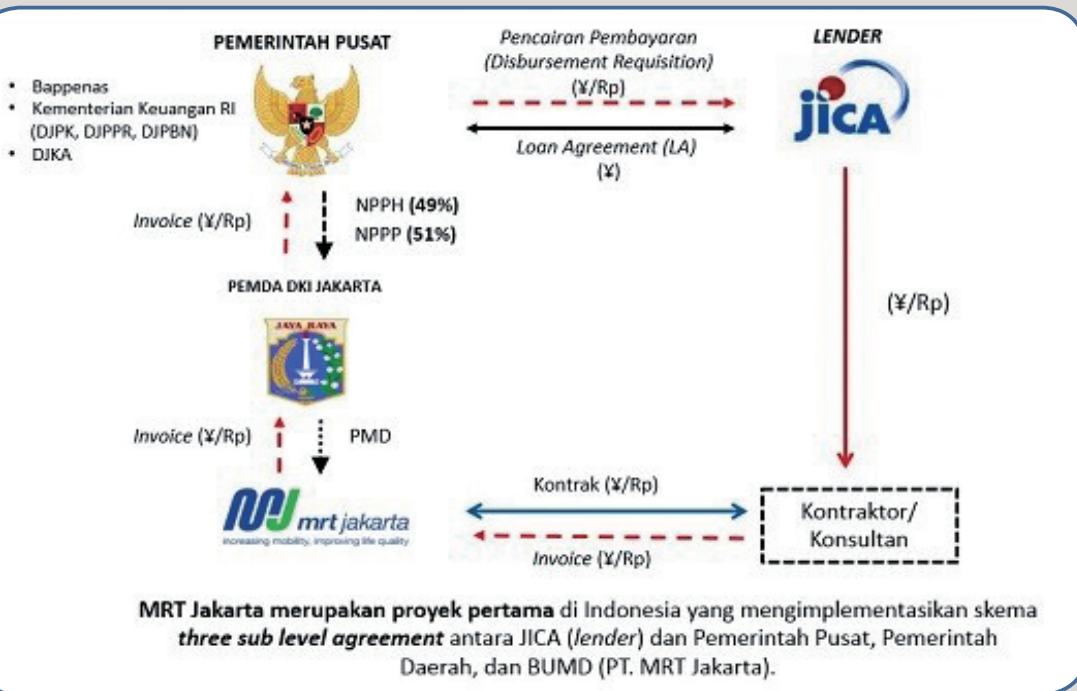
The MRT Jakarta is currently selected as one of the world's best infrastructure projects, and listed on the 16th position of the top 20 megaprojects by the World Finance (February, 2014). CECI is honored to meet the director of MRTJ, the organization that oversees MRT Jakarta, to understand the challenges and the future of this project.



Construction of MRT Jakarta in Indonesia has been discussed since 1985 and started to become a national project on 2005. Moreover, together with state budget and regional budget, Japan Bank for International Cooperation (JBIC) was the funder for the Jakarta's MRT project. The agreement between JBIC and Governor has been signed on November 28th, 2006. JBIC then has merged with Japan International Cooperation Agency (JICA) which acts as assessment team from JBIC. There is also agreement between JBIC and Governor of Indonesia to appoint one body as organization to implement the MRT project. With this in mind then PT Mass Rapid Transit Jakarta (PT MRTJ) has established since June 17th, 2008 to be responsible for engineering service, construction, operation and maintenance, as well as the business development at the MRT

stations and surrounding area. PT MRTJ is a limited liability (Perseroan Terbatas) company founded by the Jakarta Provincial Government. The shares are made up from 99% Jakarta Provincial Government and 1% PT Pasar Jaya (another Jakarta Regional-Government-Owned Company). PT MRTJ is classed as a Regional-Government-Owned-Company (Badan Usaha Milik Daerah-BUMD). MRT Jakarta is the first project in Indonesia that implement three sub-level agreement among JICA (Lender) and Central Government, Regional Government and state-owned company (PT. MRT Jakarta).

The Governor has elected Mr. Dono Boestami as president Director of the company to lead the implementation of Jakarta's MRT project. Mr. Dono finished his Bachelor in Civil Engineering and Master Degree in Project



Source: <http://www.jakartamrt.com/informasi-mrt/pendanaan-proyek/>



and Construction Management at United States. He has a notable financial background in his career from banking to state-owned enterprises. There is no wonder if he can understand the complexity of problems from beginning of MRTJ project, traffic congestion, utilities, as well as technical issues during the construction, operation and maintenance, even financial matter.

Fortunately, at Friday, January 29th, 2016, CECI has a chance to present BIM (Building

Information Model) technology to him and did brief interview at PT. MRT Jakarta. Excerpts from the interview:

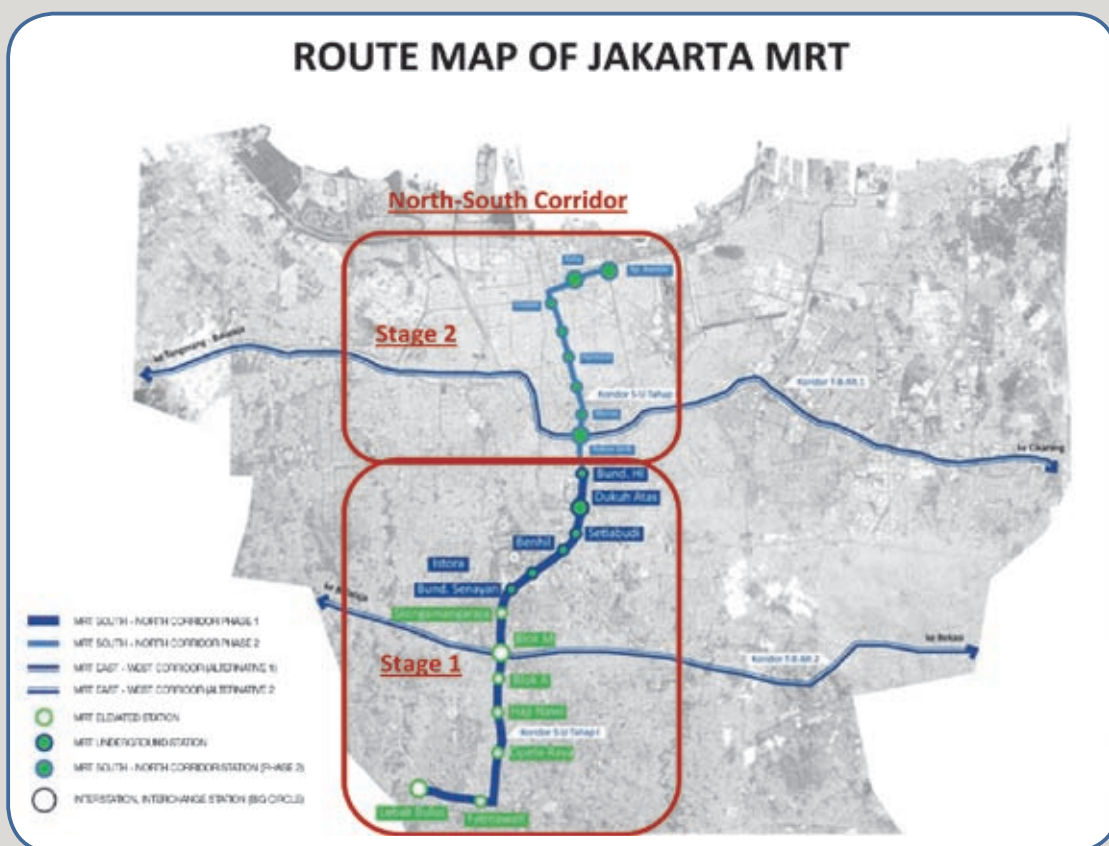
1. Vision of Jakarta Metro Operation

Jakarta MRT will stretch over ±110.8 km Jakarta roads, consists of South-North Corridor (Lebak Bulus – Kampung Bandan) and East-West Corridor with about 23.8 km and 87 km length, respectively. The construction of South-North Corridor will be carried out in 2 stages.

Stage 1 will be carried out to connect Lebak Bulus with Bundaran HI over 15.7 km railway with 13 stations (7 elevated stations and 6 underground stations). This stage is targeted to be completed on 2018 and will be operated on 2019.

Stage 2 will expand South-North Corridor

ROUTE MAP OF JAKARTA MRT



Source: <http://www.jakartamrt.com/informasi-mrt/rencana-rute-mrt-jakarta/>

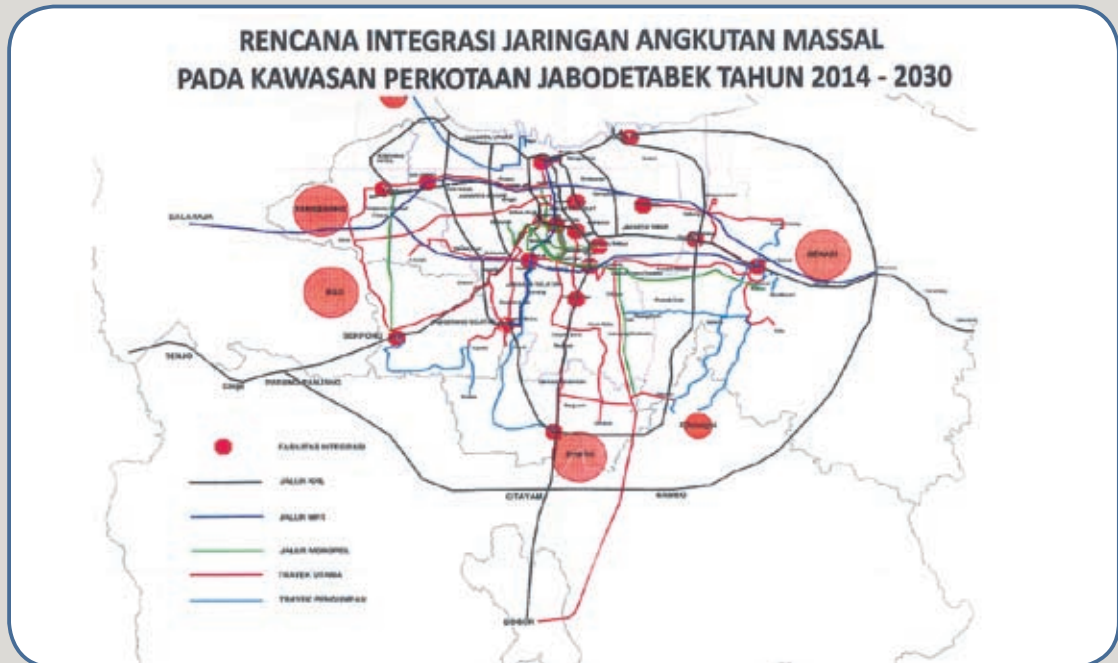
from Bundaran HI to Kampung Bandan over 8.1 km railway. The construction will have been initiated before Stage I operates and is targeted to be completed on 2020. A feasibility study is on progress for East-West Corridor, which is targeted to operate at the latest on 2024-2027.

Besides the MRT, Mr. Dono expressed the LRT project which is under construction to connect Jakarta city centre with sub-urbans in Greater Jakarta such as Bekasi and Bogor. The current development of Jakarta's LRT has its root in the cancelled monorail project. LRT was launched as the substitute to .previously abandoned Jakarta Monorail project. This LRT system will integrate Jakarta MRT, existing commuterline and planned airport monorail

based on Precedential Decree No. 54 on 2013.

This LRT system has 6 lines which divided in 2 phase of construction. The first construction phase will connect Cibubur in East Jakarta with Dukuh Atas in downtown of Jakarta with 42.1 km length and include 18 stations. The construction began on September 9th, 2015 and predicted will be finished in late 2017. The other phase will be extension of planned route. The all construction is conducted by PT. Adhi Karya based on Presidential Decree No. 98 on 2015. It is also stated there that Transportation Minister has to conduct procurement to select a body to responsible for operation and maintenance of LRT system. Since traffic conditions within Jakarta is MRTJ responsibility, MRTJ intends

RENCANA INTEGRASI JARINGAN ANGKUTAN MASSAL PADA KAWASAN PERKOTAAN JABODETABEK TAHUN 2014 - 2030



Source: Precedential Decree No. 54 on 2013

to involved on such procurement. Mr. Dono believe that Jakarta has very huge population in upcoming years later as well as massive growth in road traffic volume. He thought that this is the time to do improvement and setting a benchmark for infrastructure with the MRT project, development a new law and government regulations that support the project and finally MRT Jakarta project can be a good case study for Indonesia infrastructure project management.

2. Observation of Jakarta MRT Stage 1 works

Jakarta MRT Stage 1 works are on progress now to connect Lebak Bulus-Bunderan HI consist of 7 elevated stations with about 8.78 km length and 6 underground stations with about 6.81 km length. Stage 1 of Jakarta MRT project is a turnkey project which involved Japanese and Indonesia construction local company in join operation or join venture.

There are 6 packages for this project which can be divided as:

- (1) CP101 and CP102 are elevated station packages from Lebak Bulus to Cipete Raya Station with about 5.95 km length done by Tokyu – Wika JO.
- (2) CP103 is elevated station package from Haji Nawu to Sisingamaraja with about 3.84 km length done by OSJV JV (Obayashi – Shimizu – Jaya Konstruksi).
- (3) CP104 and CP105 are underground station packages from Bunderan Senayan to Setiabudi 3.92 km length done by SOWJ JV (Shimizu – Obayashi – Wijaya Karya – Jaya Konstruksi)

(4) CP106 is underground station packages for Bunderan HI and Dukuh Atas with 2.02 km length done by SMCC – HK JO (Sumitomo Mitsui – Hutama Karya).

This stage is targeted to be completed on 2018 and will be operated on 2019. This is caused by MRTJ still need to prepare the Term of Reference (TOR), regulation and CBCT certification related to operational of MRT in Jakarta. The regulation will be developed by referring to another country that has been started MRT operation first like Singapore, Kuala Lumpur, Taiwan, etc.

3. The outlook for Jakarta Metro Stage 2

Second stage will expand South-North Corridor from Bunderan HI to Kampung Bandan over 8.1 km railway and will pass

some heritage area in Jakarta. The engineering study has been done and MRTJ now together with Directorate General Railway and National Planning Board (BAPPENAS) are starting to prepare project funding and construction tender process. The process is targeted to be finished by 2017. The construction tender will be open bid and usually announced in The Jakarta Post, Shimbun, also MRTJ website. The tender scheme will follow Stage 1 which is turnkey project with completely underground stations. On this stage, MRTJ intended to implement BIM technology and require the bidder to provide such service. Mr. Dono believes that this technology will be benefit for future development of MRT and also whole plan of Jakarta transportation.



印尼經驗 回顧與展望

關鍵詞：東協經濟共同體、計畫合資聯營體、加速和擴展印尼經濟發展總體規劃、國家發展規劃局

台灣世曦工程顧問股份有限公司／印尼代表處／主任／吳偉瑛 ❶

台灣世曦工程顧問股份有限公司／世銀貸款 印尼SRIP蘇門答臘及爪哇島主要道路改善計畫／計畫經理／張俊陽 ❷



摘要

ABSTRACT

著眼於世界銀行(the World Bank, 簡稱世銀)與亞洲開發銀行(ADB, Asian Development Bank, 簡稱亞銀)等向發展中國家提供低息貸款、無息貸款或贈款,用於支持對教育、衛生、公共管理、基礎設施等領域投資的龐大市場,中華顧問工程司(以下簡稱CECI)於1971年(民國60年)辦妥世銀與亞銀的工程顧問機構合格登記,自1973年起即積極拓展海外市場、進行對外技術輸出。因應此一目標,CECI的印尼雅加達辦事處(以下簡稱CECI JRO)於1976年(民國65年)成立,以配合印尼當地的政經情勢發展,積極地參與各類型的顧問服務業務;及至2011年,台灣世曦工程顧問公司(以下簡稱CECI Taiwan)承接中華顧問工程司在印尼的業績及業務,將雅加達辦事處改名為印尼代表處(以下簡稱CECI IRO),其全方位的顧問服務業務發展目標維持不變;在此40年間所承攬的顧問服務業務範圍包含:公路與橋樑工程計畫、移墾計畫、收費公路計畫、工業廠房計畫、都市運輸研究顧問服務、捷運工程計畫、工業區開發工程規劃、社區土地開發計畫、工業區污水處理廠統包工程、煤區水陸運輸規劃等。



壹、前言

印尼是國際間承包工程(international contracted projects)的重要市場。據印尼政府統計:在過去5年間,印尼每年的承包工程國際發包額皆在100億美元以上,涉及能源、礦產、交通運輸、建築、通訊等眾多領域;其承包工程計畫主要分為四類,即:(1)國際金融機構援助計畫,如國際復興開發銀行(IBRD, World Bank Group)、亞洲開發銀行、歐洲復興開發銀行等融資的專案;(2)外國資金援助的印尼政府專案;(3)外國和/或本國資金投資的政府專案;(4)私人資金專案。

由國際金融機構提供資金的專案計畫一般都進行國際招標。凡該國際金融機構的成員國,都有資格參加投標。投標者的資格預審、

招標程序均按該國際金融機構標準條款或國際諮詢工程師聯合會的FIDIC條款要求進行。凡參加由國際金融機構或外國提供資金援助的政府計畫、外國和/或本國投資的計畫以及私人投資計畫的外國承包商(包含顧問服務機構),必須在印尼成立代表處並與印尼公司組成合資聯營體(JO, Joint Operation),或就具體專案進行投資與合作,成立外國資本投資公司。

外國公司在印尼設立的代表處,可由該公司指定外國人或印尼人作為代表處的代表;並與一家或幾家印尼公司組成合資聯營體以參與印尼的承包工程標案。根據印尼的法律規定,合資聯營體並不形成新的法人,但組成的合資聯營體可以共同承包經營印尼境內的工程計畫。

2

專題報導

貳、經驗與回顧

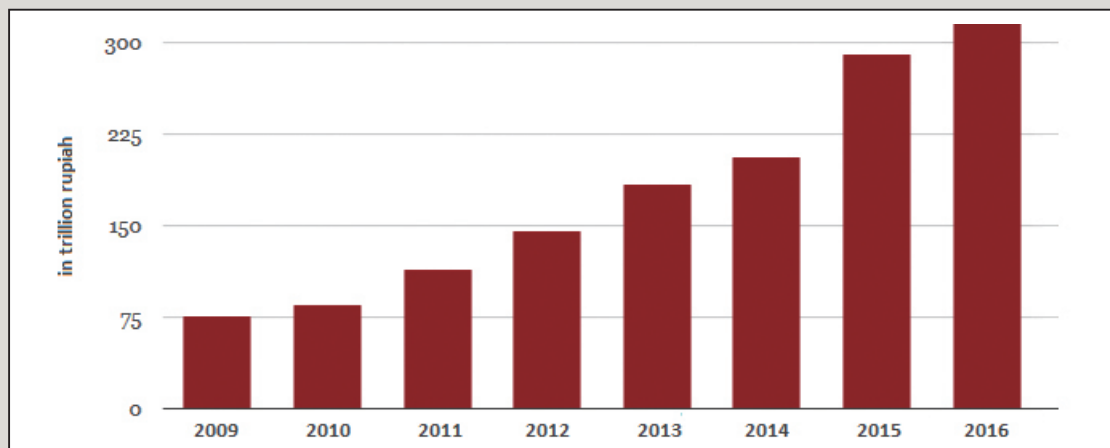
一、印尼的基礎設施建設投資概況

印尼是由橫貫東西6,435公里共約13,600個島(包括蘇門答臘、爪哇、加里曼丹、蘇拉威西及巴布亞等五大島)組成的多島國，土地面積約192萬平方公里，是全球最大的島嶼國；目前人口約有2億5,000萬(排行世界第四，約86%信奉回教)。在1997年亞洲金融風暴之前，東南亞國協(ASEAN)係全球經濟成長最快速之地區，其中尤以地大物博、人口眾多的印尼最受國際間企業之青睞 - 是東南亞國協最大(全球第16大)的經濟體；在1980至1990年代期間曾吸引大量外國廠商前往投資。可惜1997年的東南亞金融風暴與1998年的大暴動，使印尼元氣大傷，為期超過5年。

2004年之後印尼的經濟成長力已逐漸恢復，然而基礎設施建設(Infrastructure)的投資仍顯低迷。世界銀行於2013年5月初公布報告稱：近年來印尼基礎設施建設投資金額占國民生產毛額(GDP)的比率僅達3%左右，不僅低於鄰近的國家如中國大陸及印度(接近10%)、泰國及越南(7%以上)，亦低於1998年亞洲金融危機以前的印尼本身，造成基礎設施的嚴重缺乏及維護管

理的失效；如今，只有81%的家庭擁有現代化用電，69%的人能獲得清潔的水。物流成本比更是居高不下 - 印尼每100公里平均運輸時間是2.6小時(相較於泰國1.4小時和中國1.2小時)；印尼港口集裝箱停留時間最大者為8天(相較於香港的2天和新加坡的1.1天)。國家政治經濟中心的雅加達交通壅塞，各大城市主要機場人滿為患、貨物運輸耗時、道路毀壞、橋樑坍塌、港口設施老舊、且電力及飲水供應皆無法滿足需求等只是幾個較明顯的例子。

為了彌補基礎設施建設資金不足之缺口，多年來印尼政府積極吸引國內外民間業者投入基礎設施建設，但民間資金投入於基礎設施建設的意願仍然低落，主要原因在於政府所推出的公私營合作夥伴關係(PPP, Public-Private Partnerships)計畫的缺陷甚多。世界銀行在前述公布的報告即指出：政府各項工程計畫準備不足造成取得標案的業者遭受無法預期的執行困難，相關機構缺乏協調能力亦造成各項工程計畫出現冗餘與矛盾的現象；而部分政府機構執行招標前審查不夠嚴謹，造成部分工程由不適任的廠商得標，亦都是數項PPP工程計畫無法執行的主要因素。因此，世界銀行呼籲印尼政府加強公共工程預算編列及標案規劃，以確保各項工程計畫的投資者能進行正確的風險評估與分擔。



資料來源：印尼國家發展規劃局

註：可約略採用Rp.1 trillion = 0.75億美元 推算等值美金之金額

圖1 印尼國家預算資金分配到基礎設施建設支出的成長情況

由於多年來印尼缺乏基礎設施的發展，造成物流成本比周邊國家高很多以及衍生的社會問題(例如醫療保健服務的可及性)，因而降低國家的競爭力、嚴重影響投資環境及經濟發展。2014年7月選舉當選的新任印尼總統佐科維(Jokowi, Joko Widodo)承諾擴大印尼各項基礎設施建設投資；參考圖1，可以發現：印尼政府的國家基礎設施建設預算從2015年起大幅提升；而2016年的基礎設施建設預算分配更達到有史以來最高的IDR 313兆500億(約USD \$229億)。但由於預算和組織改革的措施(包括削減政府的能源補貼將其預算投入公共工程建設)造成政府對基礎設施項目的支出在佐科維就職後的第一年呈現遲緩現象。可喜的是：在改革完成之後的2015年下半年已經出現一個積極的跡象，政府在基礎設施建設的支出和計畫的開工數明顯上升。

二、CECI IRO在印尼四十多年經驗的回顧

走過四十多個年頭，CECI IRO(及JRO)以多角化、國際化的顧問服務事業經營方式，配合印尼基礎設施建設的發展趨勢，調整業務規模及方向以面對不同時期的各式各樣挑戰。其所

創造出來的業務空間及過去四十多年的印尼經驗回顧如下：

(一) 公路與橋樑工程

於1974年至1975年期間，CECI以擔任日本PCI的分包顧問(Sub-consultant)承包印尼“蘇拉維西北部A-D-K公路工程”的監造工作開展印尼的顧問服務業務。直到1976年，CECI JRO成立，CECI第一次贏得了公共工程部公路廳(Bina Marga)的標案-泗水公路改善工程計畫(涵蓋一、二期計畫的設計與監造工作；計畫執行歷時8年，直到1984年結案)。從那時起，CECI JRO持續承接Bina Marga的公路與橋樑工程類貸款計畫的顧問服務業務(超過30個計畫)，直到現在。這些由多邊開發銀行(Multilateral Development Bank)或基金(Fund)提供融資的貸款計畫包括：國際復興開發銀行，亞洲開發銀行，日本OECF/JBIC/JICA等融資的公路，橋樑工程，最近一期於2014年結案的是IBRD貸款的“SRIP蘇門答臘及爪哇島主要道路改善計畫”(參考圖2)。

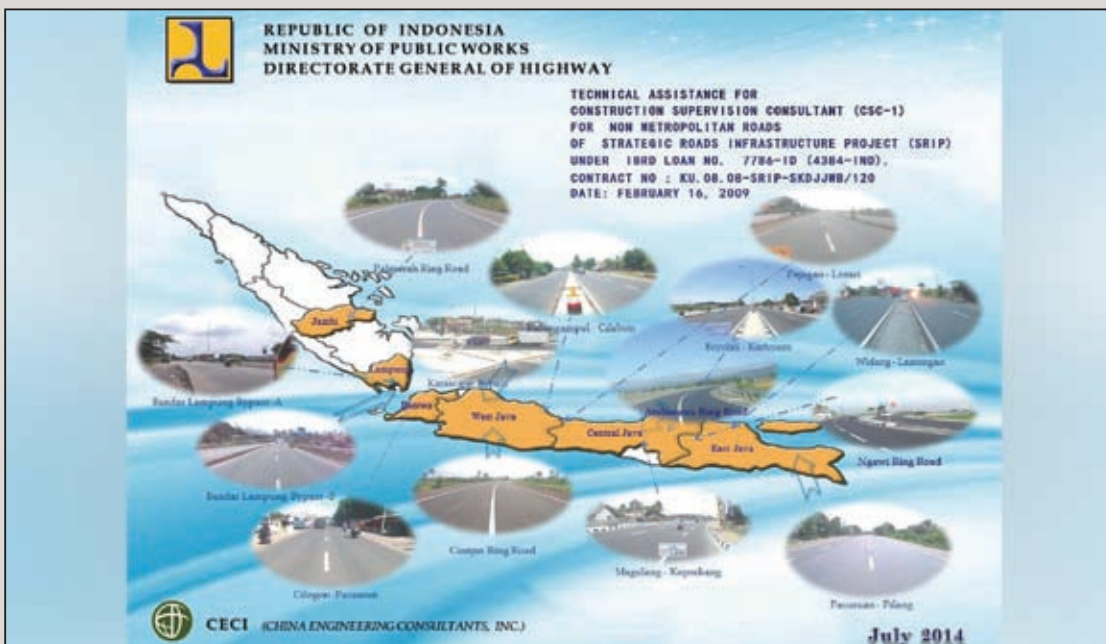


圖2 IBRD貸款 印尼SRIP蘇門答臘及爪哇島主要道路改善計畫工區位置圖

1993年到1998年金融危機期間，我方也參與了一些收費公路的BOT計畫，擔任本地財團的分包顧問。不幸的是：金融危機時在雅加達外環公路工程施工監造和泗水東二環路工程設計等2個計畫遭遇到呆帳問題，這應該是我方在尋找潛在客戶時需引以為鑑的事件。

在2016年1月，我方剛剛簽約的Cisumdawu收費公路二期工程建設監造計畫是CECI Taiwan嘗試拓展的第一個印尼政府預算(APBN, State Budget)顧問服務業務：本於過去四十年的經驗，CECI IRO將嚴謹地控管服務品質及依約請款之時程。

(二) 移墾計畫

印尼的大部分人口集中在爪哇島 (Java)；其面積相對較小，且人口不斷地大量增長，已成為世界上人口最稠密的地區之一。因此，印尼政府實施移墾政策，把沒有土地的人從上述人口過剩的爪哇島遷移到蘇門答臘島(Sumatra)，加里曼丹(Kalimantan)，蘇拉威西(Sulawesi)和巴布亞(Papua/Irian Jaya)等外圍大島(outer island)的新開墾區(參考圖3)。

80年代(1980s)世銀連續通過了許多貸款計畫，共計5.6億美金，支持印尼的移墾方案(Transmigration Program)，促使當時的每年移墾家庭戶數，從1950年- 1979年期間的每年定期6,570戶激增到1980- 1984年全盛期間的73,200戶，是當時世界上最大的移民安置方案之一。故我方於1980年 - 1991年期間，持續參與了7個世銀貸款的移墾計畫(含子計畫)的顧問服務(業主為印尼政府移墾部)，計畫涵蓋的地區包括：加里曼丹，蘇拉威西和巴布亞等大島。直到1991年世銀貸款計畫結束之後，移墾計畫採用印尼政府預算，後續的移墾計畫都是由當地的顧問公司承辦。

(三) 雅加達捷運工程

印尼首都雅加達人口超過900萬。每個工作日有超過400萬的人必須通勤往返於雅加達與周邊城市間。交通問題日益嚴重，若沒有突破性的解決辦法，預計在2020年交通擁堵將造成城市交通的完全癱瘓。因此印尼政府於2009年與日本國際協力機構(JICA, Japan International Cooperation Agency)簽訂貸款協定，獲得貸款以興建雅加達捷運系統(Jakarta MRT System)。2013年起，CECI Taiwan 也成為日本與印



圖3 1951年-1993年期間 印尼政府移墾政策 爪哇島區人口遷移統計圖

尼JO承包商之協力廠商而參與了CP106標 Underground Station and Tunnels(13k+102 ~ 15k+123)細部設計(業主為 日本SMCC與印尼國營公司PT. Hutama Karya Persero之JO)及CP101 標Depot and Elevated Station(0k-580 ~ 0k+630)/CP102標Elevated Structures and Stations(0k+630 ~ 5k+369)統包工程的第三方認證技術服務工作(業主為 Tokyu與PT. Wijaya Karya Persero之JO)。

(四) 工業廠房計畫

早期我方對於印尼的工業廠房計畫涉略不多，回溯起來只有Ketapang糖廠(1984)計畫，業主為私人企業，且規模不大。直到2013年，與鼎台公司合作參與了印尼大企業Indofood的“雅加達Bogasari麵粉廠廠區建物及設備調查、檢測與評估”，在工業廠房計畫方面的顧問服務業務才有了突破。我方在這項起步的顧問服務中獲得業主的充分信任；其後在2015年又與鼎台公司合作而繼續參與“泗水Bogasari麵粉廠廠區建物及設備調查、檢測與評估”；“雅加達Bogasari麵粉廠Mill-HIJ及Substation建物加蓋及生產設備更新之結構安全評估與補強設計工程”等2項顧問服務工作。

(五) 其他

秉持全方位技術服務之方針，早期CECI JRO不遺餘力地突破印尼的生疏環境，參與印尼的公/私營工程計畫其中尚包括以下各項：

1. 印尼UP工業區污水處理廠統包工程(1982)；
2. 印尼加里曼丹第八區煤田第一期水陸運輸系統初步研究(1986-1987)；
3. 印尼棉蘭市Thamrin購物中心投標前設計(1987)；
4. 印尼三寶瓏都會區都市交通第一期監工計畫(1987-1990)；

5. 印尼三寶瓏及巴里島首府都市運輸研究顧問服務(1988-1990)；
6. 印尼泗水工業區開發工程規劃(1989-1992)；
7. 印尼BOGOR都市基層建設整體發展顧問服務計畫(1990)；
8. 印尼Ciwandan Port Container Stacking Yard計畫(2001)等。

參、未來的挑戰和展望

依據 BMI(Business Monitor International)預測，印尼人口於2020年將由目前的 2.5 億人增加到 2.7 億人，GDP 將由2013年的 8,892億美元，擴增到2020年的1兆9,399 億美元，成長118%；人均GDP亦將由2013年的 3,559 美元，增加至2020年的 7,201美元，成長102%。尤有甚者，印尼人口結構年輕，勇於消費，中產階級以每年700 萬人的速度增加，市場潛力十足；都市化程度逐年提升，城市建設方興未艾；2015年底已實行的AEC(ASEAN Economic Community，東協經濟共同體)在整合東協貨品、服務貿易及投資自由化的基礎上，將帶動印尼內需市場與基礎設施建設(Infrastructure)的蓬勃發展。

印尼政府為因應AEC之啟動，已提早於2014年10月份修法，以保障印尼本國營建業，減少外國營建業者進入印尼市場所產生之衝擊，並確保技術轉移。上次修法係針對公共工程部主管的「外籍工程公司之代表處營業許可證核發規定準則」進行保護本國產業的相關修訂。

一、現行法規使業務開發面臨挑戰

前述「外籍工程公司之代表處營業許可證核發規定準則」的修訂對外籍工程人員的執業資格以及外籍工程公司的派外工程人力供給、法定業務模式、推動策略、作法與機制等皆造

成頗大衝擊。以下就增修條文對印尼業務開發形成挑戰的各項條款逐一說明。

(一) 外籍公司的服務領域及工程人力供給問題

1. 外籍公司只允許參與高風險，高服務費(顧問服務費IDR 100億以上；約USD75萬)和高技術類的工程計畫；
2. 外籍公司必須在印尼執行所有的設計工作，並需實施技術移轉；
3. 外籍公司必須與當地公司建立純粹的計畫合資聯營體(Project Joint Venture / Operation)關係，且至少50% 顧問諮詢費用需分配給當地公司；
4. 嚴厲地懲罰違規的外籍公司。

(二) 外籍工程人員的執業資歷要求

1. 需要提供工作能力證書(如PE/技師證照等)和由業主簽發的工作資歷證書；
2. 外籍工程人員需繳驗英語能力測試成績；以近期得標的Cisumdawu收費公路監造計畫為例：印尼業主要求托福成績至少61(for Internet Based Testing/iBT)或500(for Paper Based Testing)；
3. 外籍工程人員在印尼工作滿1年後，在延長工作許可時，未來可能需要印尼語的能力測試；
4. 對於外籍人力的勞動限額審批：需要透過Skype的面談(目前可以透過該公司的授權代表出席面談)。

(三) 印尼政府預算(APBN, State Budget)顧問服務的業務新模式

以往僅需提供業主：我方與當地公司的計畫合資聯營體(Project JO)契約，而請款時各家JO公司可依自身所獲金額分別開發票。新模式作法為：

1. 外籍公司必須取得與當地公司的計畫合資聯營體(Project JO)契約公證方能執行

相關業務；

2. 需要申請一個計畫合資聯營體的NPWP(稅務登記號，Tax Registration Number)；
3. 需要在銀行開立計畫合資聯營體的託管賬戶(Escrow Account)來管理Project JO的所有收入和支出；
4. 計畫結束後必須關閉該計畫合資聯營體的NPWP(稅務登記)。

二、未來的業務展望

為了促進經濟成長，近年來印尼政府已經把基礎設施建設列為重要施政目標。在2011至2025年的“加速和擴展印尼經濟發展總體規劃”(MP3EI 2011-2025, Masterplan for Acceleration and Expansion of Indonesia's Economic Development)中預計將籌集4,680億美元的資金用於經濟建設 - 其中70%資金籌畫將由私營機構透過公私營合作夥伴關係(PPP)作出貢獻；大約45%的資金保留用於基礎設施建設。而2014年勝選的印尼總統佐科維於就職一年多以來亦已經證明自己是個政策的實行家；為了提振經濟，其一系列的強力作為皆有助於基礎設施建設的資金籌措與計畫開展，概述如下：

(一) 大幅提高國家基礎設施建設預算

印尼新政府從2015年起大幅提升國家基礎設施建設預算；2016年的基礎設施建設預算分配更達到有史以來最高的IDR 313兆500億(約USD \$229億)。同時，國家發展規劃局(BAPPENAS, National Development Planning Agency)亦設定在2016年發行IDR 13.7兆(約USD \$10.9億)的伊斯蘭債券以資助基礎設施建設；並將尋求外國貸款以注資國有企業，提供發展計畫資金。

(二) 政府充當催化劑，修訂法規以協助民間參與基礎建設

1. 修訂公私營合作夥伴關係(PPP)的法律和制度，以提高PPP基礎設施計畫招標過程的透明度和清晰度。並由國會通過土地徵用法(Land Acquisition Law)，允許政府透過法定的土地徵收補償費徵用民間土地投入公共建設；
2. 成立印尼基礎設施建設融資擔保基金(IIGF, Indonesia Infrastructure Guarantee Fund)以提高PPP基礎設施計畫的風險擔保(包含：政治風險、土地徵用、法律或法規變動風險等)；
3. 分別向世銀及亞銀各貸款1億美金，成立印尼多邊基礎設施建設中介公司(SMI, PT Indonesia Sarana Multi Infrastructure)以：
(1)協助PPP基礎設施計畫參與者建立夥伴關係；(2)協助PPP基礎設施計畫特許公司及相關政府部門進行不同的融資活動；(3)協助印尼政府促進PPP基礎設施建設；(4)對於國內、外PPP計畫的投資者提供專業諮詢；
4. 由SMI公司、亞洲開發銀行、國際金融公司、德國投資與開發公司投資成立印尼基礎設施建設融資公司(IIF, PT Indonesia Infrastructure Finance)以提供PPP基礎設施計畫的長期融資。(註：IIF公司非金融機構，預計將透過增加股本或發行中長期債務以提高投資印尼基礎設施建設之可行性)；
5. 指示印尼國家發展規劃局(BAPPENAS)發行2015年印尼PPP基礎設施建設規劃報告書(Public-Private Partnerships Infrastructure Plan in Indonesia 2015)，依據Ready-to-offer Projects、Prospective Projects、Potential Projects等三個可行性分級詳列印尼政府在2015年至2019年間的PPP基礎設施建設規劃，以提高印尼的PPP基礎設施計畫在國際間的能見度及透明度。

(三) 2014年新任的印尼總統佐科維承諾擴大各項基礎設施建設投資，為了彌補資金不足之缺口，乃指示國家發展規劃局規劃及提案，積極向世界銀行、亞洲開發銀行、亞洲基礎設施投資銀行(簡稱亞投行，AIIB, Asian Infrastructure Investment Bank)等多邊開發銀行提案貸款。

2016年2月12日亞洲開發銀行總裁中尾武彥先生前往雅加達會見佐科威總統，討論未來的合作領域。會後中尾武彥先生宣布，亞銀將提升印尼的貸款額度，在未來5年中貸款印尼的額度將從2010年至2014年的每年7.4億美金提高至每年20億美金。此外，印尼在佐科威總統的領導下積極地拓展與中國的經貿合作關係，列為亞投行(AIIB)的第八大捐助國，擁有6.72億美金的實收資本和3.4%的股份。可以預期未來來自中國及亞投行的基礎設施建設貸款資金將超越世銀及亞銀。

故展望未來，我方的業務規劃將配合此基礎設施建設蓬勃發展的趨勢，採用開放、誠信、創新的業務思維，調整業務模式以反映印尼的新法規，積極地介入PPP基礎設施建設投資計畫提供全方位的顧問服務；並充分運用既有的業績及經驗，擴大爭取世銀、亞銀、亞投行等多邊開發銀行的貸款計畫業務。



馬來西亞工程 市場商機概況

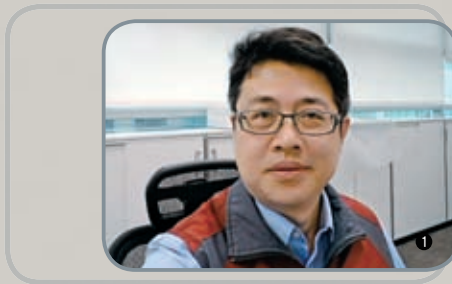
關鍵詞：馬來西亞、吉隆坡、計畫、工程

台灣世曦工程顧問股份有限公司／海外業務中心／正工程師／陳高仕 ●

摘要 ABSTRACT

馬來西亞政府於2010年10月推出「經濟轉型計畫」，包括12個國家關鍵經濟領域，其中大吉隆坡/巴生谷 (Greater Kuala Lumpur & Klang Valley) 領域將投資約新台幣17,200億元，展開10項入口點計畫，包括吸引全球100家頂尖跨國企業進駐吉隆坡、興建巴生谷流域總長度141公里新捷運系統(MRT)、興建銜接吉隆坡至新加坡每小時時速280公里之高鐵服務，以及打造地標與景點等，期於2020年成為全球20大經濟成長都市，以及全球20大最佳生活城市。

為期能順利開拓馬來西亞市場，本公司依工程會『補助國內工程產業聯盟赴海外拓點計畫作業要點』規定，於2015年4月向工程會提出「台灣世曦赴馬來西亞拓點計畫」之申請經核定，同年10月中旬取得馬來西亞分公司登記執照，正式於吉隆坡開始營運。



壹、前言

馬來西亞是由十三州和三個聯邦直轄區組成的聯邦體制國家；十一州位於馬來半島，稱為西馬來西亞，兩州(沙巴(Sabah)和沙勞越(Sarawak))位於婆羅洲島北部，又稱為東馬來西亞；吉隆坡、納閩(Labuan)與布城(Putrajaya)為聯邦直轄區。

2010年10月，馬來西亞政府推出「經濟轉型計畫」，包括12個國家關鍵經濟領域(圖1)，其中大吉隆坡/巴生谷(Greater Kuala Lumpur & Klang Valley)領域將投資約新台幣17,200億元，展開10項入口點計畫，包括吸引全球100家頂尖跨國企業進駐吉隆坡、興建巴生谷流域總長度141公里新捷運系統(MRT)、興建銜接吉隆坡至新加坡每小時時速280公里之高鐵服務，以及打造地標與景點等，期於2020年成為全球20大

經濟成長都市，以及全球20大最佳生活城市(圖2)。



圖1 馬來西亞經濟轉型計畫

圖片來源：馬來西亞官方網站



圖2 2020年馬來西亞經濟成長願景

圖片來源：馬來西亞官方網站

為期能順利開拓馬來西亞市場，本公司依工程會『補助國內工程產業聯盟赴海外拓點計畫作業要點』規定，於2015.04.15向工程會提出「台灣世曦赴馬來西亞拓點計畫」之申請案，並於核定後在2015.07.01正式進駐馬來西亞，同年10.16取得馬來西亞分公司登記執照，設立辦

公室於吉隆坡。

貳、馬國工程商機概述

前述「經濟轉型計畫」下之大型基建計



照片1 CECI馬來西亞分公司



照片2 CECI馬來西亞分公司

畫，料將持續帶動該國營建產業之發展。估計未來3年內，馬來西亞主要基建工程，包括軌道工程、高速公路及高層建築等大型基建工程發包總值約新台幣9,360億元。當中由聯邦政府出資興建的吉隆坡捷運系統，為最大宗投資專案，預計將發包總值達新台幣2,000億工程合約。另備受馬國與新加坡關注的吉隆坡與新加坡高速鐵路計畫，估計可為營造業帶來新台幣1,800億的工程合約。

一、馬新高鐵計畫

馬新高鐵將東南亞主要的二個經濟體連結，除了商業上的幫助，休閒旅遊估計每年可增加200至500億新台幣的消費；兩地車程可由原本的6-7小時，縮減為90分鐘，結合MRT2及LRT3加入轉運，預計2020年通車(圖3)。本計畫全長350公里，花費約120億美元，可望於2016年動工，已引起歐、日、中各國廠商的強烈競爭。



圖3 馬新高鐵站計畫停駐站

圖片來源：2015.12.26星洲日報



圖4 馬來西亞城開發計畫數據及構圖

圖片來源：2016.01.01星洲日報

二、高速公路

馬來西亞高速公路係指馬來西亞聯邦政府經馬來西亞大道局監督，由私人業者承建管理的高速公路。總長度共計1,630公里，另有219公里正在建造中。所有高速公路均有收費，並以BOT模式經營。相較於馬國半島西部，東海岸三州的經濟及社會發展較為緩慢，交通也不如有南北大道的西部來得便利。東海岸大道在1990年代中期開始進行規劃。2000年開始動工，大道第一階段從加叻到甘孟的路段於2004年4月建成，之後往雅姆的路段則於2007年7月竣工。

大道的第二階段將持續延伸至瓜拉登嘉樓，目前瓜拉登嘉樓至鐵山的部分已經通車，未來的計劃包括大道第三階段，由瓜拉登嘉樓經話望生大道延伸至吉蘭丹州首府哥打峇魯，全長171公里。第四階段則從甘孟沿著海岸線延伸至柔佛州新山，全長270公里。

三、吉隆坡

(一) 馬來西亞城計畫

2015年12月，坐落於吉隆坡新街廠路 (Sungai Besi) 馬國空軍基地之Bandar Malaysia (馬來西亞城) 開發計畫啟動，本案發展計畫經吉隆坡市政局 (DBKL) 批准，將成為未來大吉隆坡轉型計畫的催化劑。本案土地價值粗估為1.1兆新台幣，距離雙子星塔

(KLCC) 約5公里的策略位置，預計發展成為一個世界級綜合城市發展項目，基地面積約200公頃，期能創造優質城市生活、建立一個全球性業務和創造性企業中心，成為馬國做重要的一個購物、就業、生活以及旅遊景點(圖4)。

Malaysia Development公司(1MDB，馬國財政部100%轉投資)配合馬國政府政策，將馬來西亞城計畫結合大馬交通發展，打造為結合馬新高鐵的終站、捷運2號線(MRT 2)、輕軌3號線(LRT 3)、電動火車(KTM)和機場快鐵(ERL)的交通樞紐，並連接市中心往南部之新高速公路，進而將馬來西亞城與其他大吉隆坡地區連接，成為未來主要大道的匯集點。

(二) 吉隆坡大型污水處理廠

吉隆坡大型污水處理廠專案目前鎖定在升級現有氧化塘設施，並將其地面改建為一個休閒公園，為當地居民解決臭氣污染並提供體育、康樂及社區設施。地下污水處理廠對景觀、臭味控制和施工建設要求較高，其建設成本亦比其傳統污水處理廠高，需要外來技術與本地公司聯合承攬。

四、檳城

在反對黨執政的地區檳城，由於長期缺乏

中央經費支持，於是首席部長林冠英便採用批准填海造地交換由開發商以興建指定基礎建設方式來進行。目前以檳島南部填海4,000英畝交換興建環島鐵路為最著名的例子。

五、沙勞越

東部沙勞越為馬來西亞聯邦成員，目前仍以開採石油為主力工業，近期有民都魯填海造鎮(面積100公頃)開發案商機，欲將舊城區搬遷至新的填海基地。

參、馬國市場特性

- 一、馬國為封閉市場，政府宣揚馬來人至上的觀念，其憲法第160條將馬來人團結起來，和其他族群區隔開來，成為居於優勢的種族，並因此具有政治權威，來控制與統治其他種族：華族、印度族、原住民等等，並立法成為剛性條款。
- 二、雖然華人在政治上難以施展，但是在重要的經濟活動、房地產開發，幾乎都是華人一手包辦。俗稱「土著」的馬來人，享有政府從政策上另眼看待的許多特權和優惠，因此許多國際公司也紛紛購入土著公司，但須由馬來人擔任董事，並具有一定比例持股。
- 三、在馬來西亞承攬工程，業主通常要求承包商須具一定的資格，專案執行需要一定管理能力、融資能力和人力資源。洽談業務需要較廣闊的人際關係，否則常遭遇對方不回應、藉故拖延。如係主動上門拜訪介紹，而對方積極交辦工作，其中大多不符合當地合作模式，要多加小心，一切以白紙黑字簽立才能稍微放心。

- 四、有關建築開發案的合作，建議參照馬國Housing Development(Control and Licensing) Act，每建案應開立Develop account為專款專用，銀行為監察人，請款相對有保障。

肆、結語

- 一、綜觀馬來西亞未來之營建商機，考量本公司現有可動用資源之運作，及已蒐集的業務資訊等，未來馬國當地業務之拓展目標，主要包括軌道工程、高速公路等大型基建工程，以及配合台商赴馬投資設廠相關工程業務等。
- 二、雖然有世界銀行的貸款，但該國基礎建設所需的資金缺口，急需中國主導亞投行未來幾年的支持。中資企業在中國政府政策支持下，如中國中鐵、北京城建集團、中國中交集團及中冶集團已經成為營造市場的主力，早期還能墊資興建，已深耕當地市場十餘年。
- 三、綜觀馬來西亞現今政治、經濟及社會環境尚無重大風險跡象，且馬來西亞是聯合國解決投資爭端公約的簽字國之一，其法律體系也比較公開。同時，馬來西亞亦是1965年華盛頓公約的簽字國，在馬國投資出現爭端時，可照該公約，將爭議提交位於華盛頓的解決國際中心仲裁，以保障投資糾紛的解決和仲裁結果的執行。亞非法律協商委員會(AALCO)於1978年主持成立了吉隆坡仲裁中心(Kuala Lumpur Regional Centre for Arbitration)作為非營利性政府組織，該機構依吉隆坡區域仲裁中心的仲裁規定，提供亞太地區貿易、商業與投資提供中立的爭議解決服務。

接觸國際金融組織 工作經驗分享

關鍵詞：國際金融組織、歐銀、亞銀

台灣世曦工程顧問股份有限公司／海外業務中心／協理／黃文鑑 ❶



摘要 ABSTRACT

國際金融組織對於發展中國家扮演極重要角色，除了提供優惠貸款外，也協助發展中國家尋得全球最佳工程顧問團隊，以完成其基礎建設。台灣工程顧問業多半接觸海外設計與監造工作，對於政策規劃較少參與；本文前半段以執行泰國曼谷大眾運輸電子票證整合專案經驗，介紹如何與亞銀及泰國當地業主互動，並且描述海外計畫遇當地政治動亂影響；後半段則以借調歐洲復興開發銀行擔任交通專家，介紹如何以企業轉型模式，帶動發展中國家能有效建立其基礎設施，並且描述如何將台灣工程顧問服務帶入世界市場。



壹、意外開啟的海外工作經驗

2008年初，台灣世曦工程顧問延續前身中華顧問工程司使命，再度開展海外計畫，這是公司繼沙烏地阿拉伯及印尼公路計畫後之重大海外決策，各技術部門無不卯足全勁，整裝待發，希望能完成「一部門一海外計畫」之年度目標，當然智慧運輸部(後改為智慧系統部)全體同仁也積極尋求可能的海外計畫。此時亞洲開發銀行(亞銀)恰好推出「泰國曼谷智慧卡整合計畫」引起同仁注意，查看其招標內容，發現與當時執行台灣交通部「電子票證整合計畫」類似，於是意外開啟個人於台灣世曦的海外工作經驗。

這項計畫在2008年3月向亞銀各會員國邀請交通專家協助曼谷票證整合規劃，此工作類型稱為技術協助(Technical Assistance, TA)，即從法規面、技術面及財務面規劃適合曼谷之電子

票證整合策略。然而智慧運輸部決定投遞參與意願(Express of Interest, EOI)時，讓當時海外中心主管感到意外，因為自公司成立以來，似乎未曾有人投過TA標案，當然也未曾參與過TA計畫，相較一般規劃設計及監造計畫，執行TA計畫需要有高度的整合能力，以及具備良好的英文能力，這些都是一般台灣工程顧問業不善操作之業務。

姑且抱著試試也無妨的態度，在得到公司長官同意，即與同仁一同前往曼谷勘查現況，同時嘗試接觸當地台商企業，恰有一台商正協助當地7-11超商建立電子儲值卡系統，與本案發展有密切關係，因此一拍即合，順勢成為此TA計畫之有利合作廠商。勘查完畢並取得曼谷電子票證之關鍵整合要素，立即返回台北著手整理資料及撰寫EOI，並在3月底順利投遞EOI給亞銀，由於是玩票性質，也未曾多注意其進展。

未料4月初接獲亞銀通知，我方進入短名單(Short List)，與其他5家國際顧問公司競爭此66萬美元的TA計畫，工期為9個月。對當時工作已經非常忙碌的智慧運輸部而言，似乎沒有多餘人力能準備服務建議書(Proposal)，幸好在海外中心協助下，順利於4月中向亞銀投遞服務建議書，但是對於是否能夠得標，完全沒有把握。

5月中旬，公司接獲亞銀來信邀請我方前往亞銀總部議約，正式宣告我方得標，當時部門同仁甚是驚訝，不可置信，因為首次嘗試TA計畫就順利得標，而且打敗國際知名顧問公司，接著於5月底啟程前往菲律賓馬尼拉亞銀總部進行議約。

貳、接觸國際金融組織的初體驗

來到亞銀總部才知道國際金融組織是什麼機構，以前總是不懂為什麼世界銀行要發包工程？要幫助弱小國家？原來該組織是先進國家建立的金融平台，希望幫助開發中國家建設其基礎建設。若一旦基礎建設完成，民眾生活水準

可以提升，貧窮就會逐漸消失；如果沒有國際金融組織的低利貸款或贈款，開發中國家很可能永無翻身的機會，這也是台灣能在二戰後藉由國際金融組織協助，得以快速成長茁壯。

位於菲律賓首都馬尼拉的亞銀總部創立於1966年，中華民國也是創始會員之一，不過自中國加入後，名稱被修改成Taipei,China，有別於香港 Hong Kong, China，我國逗號之間是沒有空格，我國每年亞銀年會均對此名稱提出抗議。

儘管如此，我們來到亞銀議約仍受公平待遇，由於TA計畫是屬於贈款計畫，其招標、議約及簽約皆是由亞銀負責，若為貸款計畫則由貸款國家或貸款單位負責招標與簽約，地點不在亞銀總部，其流程則因地制宜不若亞銀嚴謹。本次議約過程包含討論專家名單是否合用及配合事項，例如亞銀官員要求團隊中幾位資歷不符的泰國顧問需更換，接著討論配合事項，例如泰國曼谷區域交通委員會如何提供辦公處所、相關設備及動員日期，議約流程鉅細靡遺總計共耗費2天時間，相對於台灣議約(議



圖1 亞銀議約後合影

價)只消1到2個小時，有極大不同，這也是為何亞銀有良好的計畫執行，能減少爭議發生。

計畫在簽約後一個月內需動員(Mobilization)，意味著在一個月時間得搞定住宿問題，工作人員在6月初再度前往曼谷，一方面與當地業主OTP(Office of Transport Planning)接洽辦公空間，另一方面尋找公寓式飯店，如此可免除家具、廚具及衛浴設備等需求，由於長期租賃，能夠壓低價格，這也間接省下不必要的經費消耗。很快地，兩週後人員進駐合署辦公，展開工作。

在國際組織執行TA計畫與國內規劃案有極大不同，那就是當地業主非常敬重我方團隊所提出之規劃與構想，即使有疑慮也多以溝通討論方式解決，另外亞銀駐泰國代表及馬尼拉總部交通專家也常來OTP了解計畫執行狀況，必要時協助安排政府相關部門協調法規面及政策面的問題，讓我方同仁感受有如外交官的待遇，能輕鬆與泰國財政部、中央銀行、交通部、捷運局及PPP中心主管見面討論，好不風光。



圖2 泰國專案執行同仁合影

參、難忘的海外工作經驗

工作約莫進行4個月，泰國政治出現擾動，紅、黃衫軍動輒上街抗議發生衝突，政府部門首當其衝，常在工作一半時，命令我們離開辦公室返家避難，此時路上交通擁擠不堪，根本

招不到計程車，只好冒險搭乘TUK TUK三輪車倉皇逃回旅館，算是特別經驗。又有時辦公室網路不穩定或停擺，OTP官員順勢提前下班，我們合署辦公人員也意外撿到半天休假，這應該在發展國家才能出現的特有工作景象。

泰國政治紛擾持續，11月25日晚間當我準備搭機前往曼谷進行兩週合署辦公時，長榮地勤通知今晚飛機無法起飛，因曼谷兩座機場被黃衫軍佔領關閉，需等待明天狀況才能知道是否能飛，於是當晚隨著同班機旅客入住桃園飯店，並被告知不得離開飯店，因為我已經蓋了出境章，等於離境，不能隨意行動，意外感受了有家歸不得，有如監牢般的待遇。隔天，泰國機場沒有開放的跡象，於是決定退關，領了行李返回公司待命，同仁見我回到辦公室都十分訝異，以為我早已抵達曼谷。團隊成員有更慘的：原來要交接返回台的同仁也卡住在曼谷無法回來，在等待一週後，已有部分飛機轉降曼谷南方烏打拋軍用機場，鑒於曼谷抗議衝突擴大，該同仁決定冒險返台，先搭客運再轉計程車，幾番折騰終於抵達軍用機場，只見烏鴉鴉一片人海，大家拎著行李有如逃難場景，她最後成功搶搭上長榮救援班機返回台北，結束一場驚魂記，這大概是此計畫中最狼狽的經歷。紛亂結束後，計畫已經停擺一個月，同仁得花時間再重新邀約會議，還好亞銀核准我方計畫展延一個月，能有足夠時間接上未完成的工作，本計畫也順利在2009年3月繳交最後報告，審查通過後順利請領款項，經結算後未有虧損，且在美元對台幣升值下，造成請款結果比原訂簽約額高(簽約額以台幣計算)，可能是公司計畫結案後少有不之狀況。

肆、海外工作意外停頓

就在曼谷電子票證整合計畫完成後，歐洲復興及發展銀行(European Bank for Reconstruction

and Development, EBRD)推出與曼谷相同的電子票證整合計畫，計畫地點換成烏克蘭的奧迪薩(Odessa)，當然我們團隊手中有現成資料，立刻整理成參與意願(EOI)，遞交歐銀倫敦總部及當地交通局，未料半年時間石沉大海，毫無消息，就在準備關閉計畫之際，忽然接獲奧迪薩交通局通知，我方獲選，需立即提送服務建議書，消息一來，產生許多疑問，一般提送EOI後，應該通知進入短名單，再提送服務建議書以進行評比，從未見過如此招標模式，因此公司高層決定放棄，海外工作暫時中斷。

後因工作調整調至海外業務中心，從領導參與海外計畫者，轉變成海外計畫之協助者，期間代表公司參與亞銀與歐銀各種活動，也協助追蹤海外計畫及投標，不過在亞銀TA計畫及歐銀TC計畫投標，皆未獲上述業主青睞。

伍、歐銀徵求交通專家

在2009年至2013年歐銀持續推出ITS相關電子票證整合計畫，金額約在10萬歐元上下，而執行地點大多集中在東歐地區，由於無法得到當地合作廠商，加上金額偏低，故全都放棄投標。此時外交部忽然放出訊息，歐銀都市與環境基礎部(Municipal and Environmental Infrastructure, MEI)有意徵求2名交通專家，借調至倫敦歐銀總部，協助推動ITS及交通相關計畫，不過借調條件是歐銀僅負責借調者於倫敦生活費及歐銀公務出差費用。此條件令有意參與的交通專家怯步，因倫敦生活水準極高，若生活費外沒有其他補貼，恐將無法支付派駐期間開銷，以及台灣原有之經常性支出。

正當猶豫之時，在台灣世曦李建中董事長鼓勵與支持下，於2013年初透過中華民國工程技術顧問商業同業公會向工程會遞交申請書及個人履歷，再由工程會轉外交部送入歐銀MEI，大約3月底得到通知並於4月初進行電話訪談。

電話訪談由MEI交通主管、技術合作(Technical Cooperation, TC)經理及合作基金(TC Fund)主管共同進行，問題涵蓋過去工作經歷，以及對於ITS未來發展之願景等，歐銀滿意此電話訪談，並在一週後開始聯繫有關合約簽訂事宜。

很快地，5月中第一版合約透過電郵寄送，經仔細審閱後，驚訝發現此借調竟然是「免費服務」，相關生活費、保險及搬遷費用均是零元，當然這與工程會公告之條件相去甚遠，因此禮貌回覆婉拒此合約，外交部駐歐銀同仁得知，立即電郵回覆是歐銀TC經理引用錯誤的契約，希望收回決定，使得原來8月初預定履新的時間，最後拖到10月底才得以實現。

陸、參與歐銀工作

在得到修正合約後一陣忙亂，立即申請好工作簽證及交寄海運個人用品，終於10月23日攜內人前往倫敦歐銀報到。怎知抵達倫敦後才發現安頓下來不是一件容易的事情，首先租房需要有手機號碼及押金，銀行開戶需要有租房地址及收入證明，沒有銀行帳號無法申請租屋處的網路，沒有領到歐銀生活費無法有收入證明，幸好在倫敦友人協助下，終於突破一關卡一關的窘境，也順利在歐銀附近租到一房一廳的小型公寓，價格當然為台北豪宅等級，所以在還沒上班前已幾乎耗盡從台灣帶來的備用週轉金，若無台灣薪水支撐，恐怕只有打道回府一途。最令人意外的是歐銀第一個月生活費拖到第3個月底才順利領到，省吃儉用已不足以形容生活的困境。至於在歐銀的主要工作是協助銀行家推動、準備及審查交通領域之貸款計畫，並針對其計畫所需之專業進行評估，同時選擇外部顧問協助計畫執行，所以每日工作圍繞著招標文件(Term of Reference)、服務建議書(Proposal)、計畫報告書(Progress Report)及投資計畫書。其中投資計畫書特別重要，因為報

告書要接受歐銀董事審查，並且得親自到董事會答辯，通過程序後，才有機會與借款單位訂約。由於本身工程背景限制，對於投資計畫書中財務分析完全無法理解，也搞不清楚什麼是倫敦同業拆放利率(London Interbank Offered Rate, LIBOR)? 什麼又是歐洲同業拆放利率(Euro Interbank Offered Rate, EURIBOR)? 這些可是影響每個計畫借款的利率，因此硬著頭皮把金融學好好整理一番，終於可以與銀行家搭上線。

相對於亞銀不斷增資，歐銀從創立以來未曾增資過，而是從營運效率中獲利，再投入銀行資本中，因為歐銀的發展目標不是「扶貧」，不會發生血本無歸的計畫。歐銀對於能幫助「企業及政府轉型(Transition)」的計畫一向積極參與，如此可藉由組織轉型與改變，讓企業獲利或是讓政府執行效率提升，其所投入經費勢必可輕易回收。

對於歐銀貸款計畫推動，當地銀行家扮演重要角色，相對於亞銀多半以政府既定公部門基礎建設投資，歐銀則強調成立私人營運公司或交由私人營運，因此當地銀行家需說服當地政府，成立私人單位，再向歐銀貸款，例如成立路燈公司代替市政府路燈管理單位，或成立水公司處理供水及汙水系統運作。市政府與營運公司簽訂營運合約(Public Service Contract, PSC)，再由政府與歐銀簽訂PSA(Public Service Agreement)作為擔保，即可向歐銀申請貸款。當然這些貸款還是需要專家前往當地勘查，判斷是否有投資潛力，或是查驗經營組織是能否改變。若貸款計畫能取得較高的轉型衝擊(Transition Impact, TI)評分，就比較容易借到錢，因TI分數越高，代表營運風險越低。



圖3 歐銀辦公環境

借調任務除了在倫敦總部執行工作，歐銀MEI專家需經常到計畫現場訪問，陪同當地銀行家拜訪市長、局長、財政部及國債部首長。歐銀受援國每年能借款之額度還是受其國家信用度限制，因此國債部(Debt Department)往往成為重要角色，需避免貸款過多而無法償還本利，這也是為什麼發展中國家不容易有一飛沖天的經濟發展，多半受限於借款上限，造成基礎建設投資緩慢。

在歐銀工作，官方語言為英語、法語、德語及俄語，召開董事會常以此4種語言同時使用，但多數國家被迫使用英語，法德俄三國董事則刻意用其母語，也創造出小型聯合國會議，不過大多數歐銀正式職員都會2至3種語言，在電梯及餐廳常聽聞西班牙、義大利或是

葡萄牙語，久而久之也似乎略知一二，這也是
在國際組織中，深刻感受多種語言之重要性。

歐銀上下班無須打卡，但請假時仍需在系統登錄，一般職員在滿2年後都有1到2個月不等之年休，若因公未休完年休則有補償，但是大多職員都是很努力把假期給用完，其中聖誕新年假期需用掉1週，7到8月暑假則至少有2週的休假，這和台灣上班習慣不大一樣，在瑞士甚至暑假休假未連續2週還會驚動政府勞動檢查部門要求業主說明原委，因此若與歐銀聯繫時，遇到當事人在假期中，可需花些時間才能聯繫上。

或許大家會好奇歐銀銀行家每天辦公生活到底如何？其實可以用非常忙碌來形容，通常早上8:30進辦公室後就要聯繫中西亞同仁，因為時差關係(大約5-6小時)，若無法在中午前找到人，可能就要等明天。接下來一連串的會議，包含電話會議，跨部門討論，到董事會報告，並不是坐在辦公室看看資料就完事。尤其電話會議在歐銀最為重要，因電郵無法快速雙向交流，需透過電話溝通求取方便，而且多半為「多方電話會議」。其他時間則是以電郵相互聯繫，歐銀職員每人配發一支黑莓機，不論在什麼地方都看大家不停地滑動手機，檢查郵件及行事曆，一旦這種習慣被感染後，連週末在家時也不自覺滑動黑莓機，這也是歐銀較其他國際金融組織效率為高之原因。

另外歐銀為照顧員工飲食所需，設有容納500人的員工餐廳，供應廉價早餐及午餐，採用自助餐方式，菜色種類齊全，一般用餐尖峰約在中午12:30到下午2:00，主管多半選擇晚一點時間，據說不願意在用餐時間繼續談論公事，另一說法是找不到人一起用餐，而中午用餐30分鐘是不能納入工時。歐銀也備有咖啡茶點服務，咖啡售價為倫敦城裡最低，甚至比台灣7-11超商咖啡售價還低，咖啡品質優良，種類

多樣，也造就歐銀職員上午及下午非得來上一杯咖啡，才能安心辦公的現象。

工作融入是能在歐銀工作必要條件，亞洲人的習慣多半自我聚集的小圈圈團體，不善交際，尤其要使用非自己母語溝通。在MEI常有聚會活動，有人升官、有人離職、有人生日、有人當爐主，當事人都會選在附近小酒吧聚會，通常會準備一些簡單的小菜，參加者就拿著飲料跟同事談天說地，多半沒有特定的主題或對象，不過多集中運動(特別是足球)或是生活趣事。一般同事對於台灣的狀況也多在此狀況下了解，外交部駐歐銀同仁常利用MEI聚會參與同樂，並在農曆新年擴大辦理部門聚會，現場提供有獎問答，加深對台印象，也讓歐銀MEI職員與其他台籍職員互動了解。

外交部長官在借調期間不斷關心與鼓勵，使得各項工作推動順利，兩任駐英大使多次召見了解工作狀況，平時也與外交部派駐歐銀官員共同推展工作，也與外交部經濟組及外貿協會駐倫敦辦公室密切交流，適時將各項商機傳回國內，並協助台商來歐銀訪問之接待與聯繫。

柒、訪問歐銀受援國家

歐銀受援國家包含蒙古、中西亞、高加索、東歐、北非等國，台灣國民對於這些國家少有接觸，也說不出位置在何處，此次派駐歐銀有機會訪問受援國家算是非常特別的經驗。

哈薩克是位於中國西邊的大國，國土面積有75倍台灣大，人口只有1,750萬，是全球最大內陸國，西部裏海區域出產石油，也造就國家財富與經濟活動，其生活水準較其他中西亞國家為佳。歐銀在哈薩克推動各項基礎設施，以能源為重要項目，原因是現任總統希望能在



圖4 出席哈薩克投資會議

石油資源枯竭前能以替代能源維持國家發展命脈。而哈薩克第一大城阿拉木圖(Almaty)，為絲路重要城市，南依天山山脈，有獨特的山景，惟近年來工業發展，空氣汙染嚴重，又其城市從天山一路朝北下降，若無風吹動，城市下常聚集黑煙一片，久久不散，故歐銀對於城市空氣汙染協助購買低汙染天然氣公車，也推動LED路燈更新及提供高效率供熱系統。

吉爾吉斯是中西亞重要國家，位於哈薩克及中國之間，擁有天山豐富水力資源，當地人之相貌與中國人沒有明顯差別，據說唐朝時代，吉爾吉斯曾是中國版圖，詩人李白也是生於吉爾吉斯托克馬克市附近，因此拜訪當地時，不時有人誤認為吉爾吉斯人，以當地話問路。吉爾吉斯人生性豪邁，開車非常隨興，因此在首都比斯凱斯(Bishkek)尖峰時間交通非常擁擠，大家爭先恐後，加上眾多小巴(marshrutka)隨意載客，險象環生，其路線多達300條，連市長都搞不清楚這些小巴路線，更遑論外地人士，這也是造成交通擁擠之原因。

東歐科索沃(Kosovo)是在美國支持下成



圖5 參訪吉爾吉斯民俗村

為獨立國家，鄰國是南斯拉夫首府貝爾格勒(Belgrade)的塞爾維亞，仍宣稱科索沃是其領土，兩國在歐盟調解下逐漸降低敵意，不過仍有紛爭。科索沃首都Pristina是戰火後重建城市，發展非常迅速，由於國家天然資源缺乏，只有品質較差的褐煤，資源多半來自歐美各國援助。近來努力修建跨國公路與鐵路，希望藉

由歐盟與希臘間的交通，改善其國家經濟。歐銀在科索沃投資包含公車更新、水及環境改善，也支持當地產業轉型，加工生產區域內所需之建材及輕工業產品。在訪問科索沃時發生一件趣事，當我抵達Pristina新機場通關時，邊檢人員從未見過台灣護照，又一度認為是中國訪客(科索沃未與中國未有外交關係)，在與外交部高層官員查證資料後，向我抱歉延遲通關，並代表政府歡迎首位持台灣護照從此機場進入的台灣人，感覺非常特別，科索沃對台灣實施免簽，僅需要電郵至鄰近領事館即可。

另外計畫造訪國家是克羅埃西亞，該國家沿海城市風景優美，堪稱歐洲最美海岸之一，因此觀光產業蓬勃，全國英語文程度堪稱巴爾幹半島模範，但是國家中仍存在內陸城市因工業凋敝而無法支撐其基礎建設投資，例如距離首都Zagreb約 60公里的Sisak，就是明顯例子，這座城市離獨立戰爭僅有5公里，在國家獨立後改變緩慢，歐銀在此地投資新式天然氣公車及汙水處理系統等，希望能平衡城鄉差距，不過依據克羅埃西亞快速經濟發展速度，可能在5-10年後，從受援國家名單中畢業，即無法接受歐銀貸款協助。

捌、海外工作向前進

借調歐銀工作順利在2015年10月底畫下句點，立即整裝返回台北，歐銀同事特舉辦了盛大歡送會，雖然還有很多工作無法在2年內完成，卻已成功將台灣經驗介紹給歐銀同仁，也將歐銀業務推動計畫向國內先進分享(註1)，回到台灣後仍繼續擔任歐銀與台灣的產業橋梁。

12月中有哈薩克及白俄羅斯公路電子收費ETC訪台團，原上述兩國公路ETC收費正在發展，卻遭遇台灣第一代相同收費問題，即裝機率偏低，人工收費仍是主要模式，不僅造成車流壅塞，也易產生收費弊端，上述兩國公路單位代表，在歐銀總部的專家陪同，前來台灣觀察遠通電營運，留下深刻印象，並簽訂合作備忘錄，未來有機會將此收費營運模式向外輸出。

2016年1月中又有歐銀能源專家2位偕同TC專案經理前來介紹綠能產品採購，這些都是在歐銀工作時所接觸的同事，邀請前來台灣訪問，參觀台灣綠能產品，並為未來綠能專案計畫鋪路。類似相同模式也在其他計畫中實現，先由歐銀來台辦理技術參訪，邀請有意推動貸款計畫國家或城市官員前來瞭解如何應用先進



圖6 歡送會



圖7 歐銀專家參加台北智慧城市論壇

技術解決問題，並如何得到最佳方案。接著由歐銀推動小型TC計畫，直接邀請台灣專家前往受援國家訪問，規劃後續可行方案，最終將以此推動大型計畫或建置工程。

玖、障礙與決心

海外工作難免遇到困難，首要是語言障礙，歐洲各種語系都是相互關聯，歐洲人士學習英語非常容易，反觀亞洲國家台日韓都是有類似障礙，在競爭國際標案時略顯吃虧，但是近年來中國及韓國在國際標案得標數量都呈現成長現象，究其原因不外乎中國海外投資增加及大量應用海外華人專業實力；而韓國則是國家企業領銜帶隊，台灣工程顧問如何組成國家級聯隊應是當務之急，決不可以再憑單打獨鬥，如此或可獲得更多海外計畫。

其二障礙係國家外交處境困難，在中國於2016年正式加入歐銀成為會員國，我方在歐銀的影響力勢必減弱，TC計畫包含人員借調、來台參訪或是技術交流或許受限，相同情形也發生在亞銀，各處高級長官均無法如願來台訪問，合作計畫常因國家名稱喊卡，這也間接造成國際組織職員刻意避開台灣廠商之原因。未來亞投行也可能有一樣的情況，特別對於台灣

在東南亞的深厚基礎有所動搖，台灣工程顧問業應該認清並朝向國際專業邁進，以技術打破上述限制。

拾、結語

國際金融組織是發展中國家重要投資者，身為工程顧問一員能瞭解其運作模式有其必要性，其中參與國際金融組織計畫，一方面能得到合理的費用；另一方面則可將本身發展經驗分享給其他國家人民，所以參與國際金融組織計畫或是在其中工作，都可算一份「大使級」的任務。如果做得好，能夠讓外國友人欣賞台灣專業與熱誠的服務，也能夠促成國民外交。

當然拜科技之賜，海外工作比以前更加輕鬆，行動電話與網路都是垂手可得，物流也便捷，隨時可取得各樣物資，惟心態準備可不能一成不變，很多年輕工程師排斥赴海外工作，卻不排斥壯遊歐洲、美洲或是澳洲，如果把工作看成壯遊之一部份，有何不可？因為非得如此才能將台灣經驗向外傳播。

最後海外工作「團隊」是非常重要的，即使單兵作戰，也需豐厚的後勤支援。從亞銀TA計畫到歐銀借調工作，若不是台灣世曦同事間的支持與鼓勵，恐怕無法在時程內完成所有工作，這些也讓所有接觸國際金融組織的人都有相同結論：期待工程顧問界能團結一起，勇敢向海外市場前進。

參考文獻

註1：黃文鑑，土木水利41卷第6期(2014年12月)：幫助產業先進瞭解歐銀運作。

2016年二月六日 美濃地震勘災報告

摘要 ABSTRACT

2016年2月6日高雄市美濃區發生芮氏規模6.6之地震，因地質之場址效應，在臺南地區造成多處建物倒塌，人命傷亡慘重；另就橋梁工程來看，僅少數橋梁略有受損並未釀成重大災害；而土壤液化災害則以安南區最為嚴重，呈現的災情有噴砂、建物沉陷傾斜、地板隆起與牆面裂縫、維生管線與排水系統受損等，液化災害雖未直接造成百姓傷亡，但建物及相關設施之使用性卻已明顯下降或甚至無法使用。本公司於地震發生後即刻前往災區勘查、瞭解及檢討受災情況，突顯工程專業人員在災難發生時所能發揮之功能，並將現地勘查結果，彙整成本報告。本文將依序說明本次地震之特性，以及土壤液化、管線、橋梁等之勘查成果，最後提出勘查心得，作為後續工程之參考及提升因應類似災害之能力。



關鍵字：地震災害、地表振動特性、液化潛勢與災害、
支承破壞、水平地震力

台灣世曦工程顧問股份有限公司／副董事長／張荻薇 ①

台灣世曦工程顧問股份有限公司／總經理／王炤烈 ②

台灣世曦工程顧問股份有限公司／副總經理／廖學瑞 ③

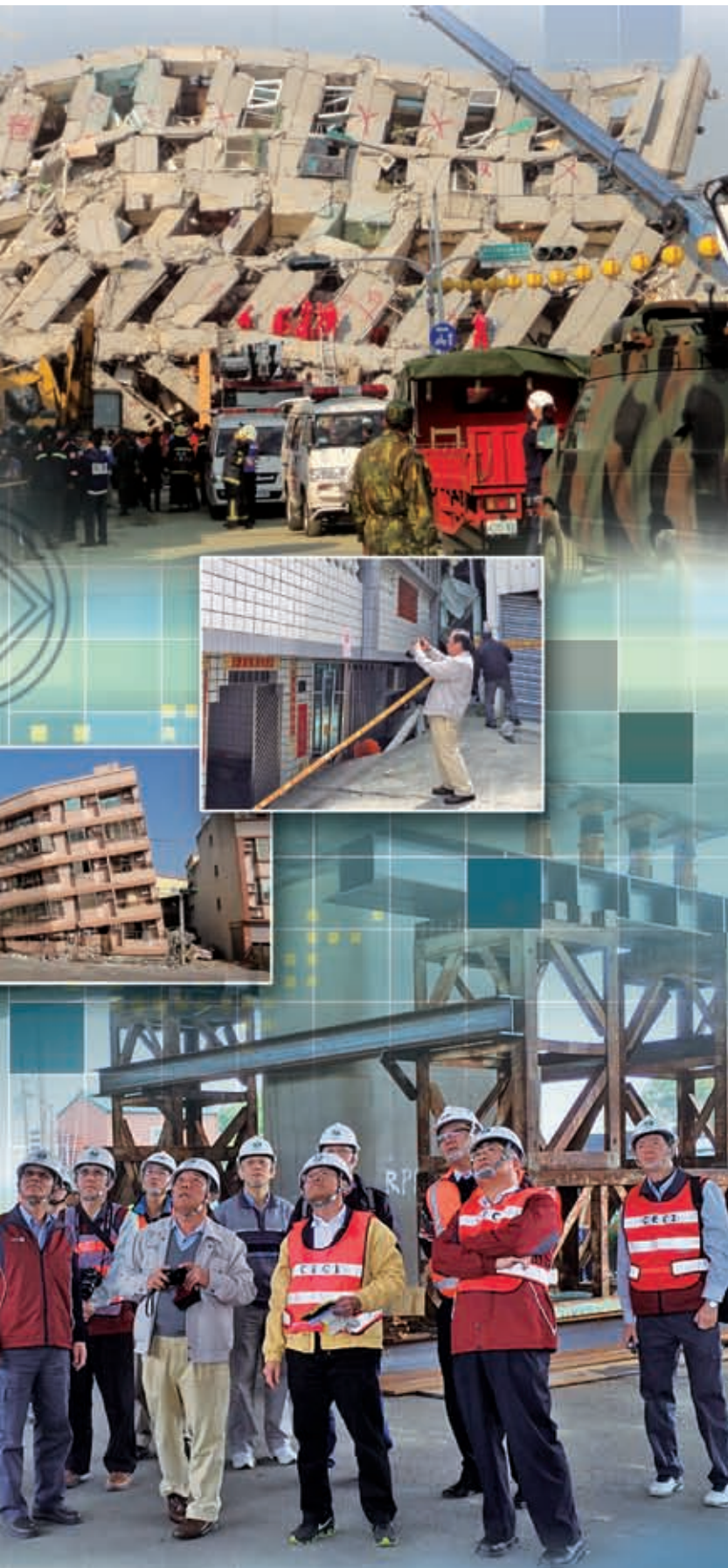
台灣世曦工程顧問股份有限公司／資深協理／林曜滄 ④

台灣世曦工程顧問股份有限公司／第一結構部／技術經理／張英發 ⑤

台灣世曦工程顧問股份有限公司／第二結構部／技術經理／蔣啟恆 ⑥

台灣世曦工程顧問股份有限公司／地工部／技術經理／蕭秋安 ⑦

台灣世曦工程顧問股份有限公司／鐵道部／計畫經理／謝慶和 ⑧



壹、前言

2016年2月6日清晨3點57分於臺灣高雄市美濃區發生芮氏規模6.6之強震，而在臺南地區測得之地震最大水平加速度達5級以上，造成臺南地區土壤液化、部分橋梁受損、多處建物倒塌及道路中斷等災害，依據政府公佈之統計資料共有116人死亡，551人受傷，絕大部分為建物倒塌所造成；土壤液化區包括安南區、北區、中西區、新市區及玉井區等區域，其中以安南區最為嚴重，造成房屋沉陷傾斜及地下管線受損。為瞭解實際災害情況、比對地震與地質條件之影響，地震後本公司積極蒐集相關資料，並多次組成團隊前往災區勘查，如表1所示，災害位置，如圖1所示，並根據初步現地勘查結果，整理相關災情資

表1 參與勘災成員

次別	日期	勘災成員	會同單位與成員	勘災地點
I	2016 2.7	地工部 蕭秋安、吳宗翰		安南區惠安街、德安街、聖安街、永康區維冠大樓、新化區京城銀行、歸仁區旺林飯店、幸福大樓、仁德區太子路民宅
II	2016 2.7	嘉南工程處 張曜洲、黃裕家、葉彥良	公路總局、五區處、新化工務段	臺鐵沙崙支線高架橋、高鐵臺南站附近高架橋
III	2016 2.15	第二結構部 陳新之、吳弘明、陳炳宏、邱金喜、陳彥豪、湯秉勳	公路總局五區處、新化工務段	台86線24號橋
IV	2016 2.17	張荻薇、王炤烈、廖學瑞、林曜滄、黃炳勳、曾榮川、周允文、蔣啟恆、張英發、蕭秋安、林駿杰、謝慶和	公路總局五區處、新化工務段	台86線16k附近高架橋、安南區惠安街、聖安街歸仁區旺林飯店

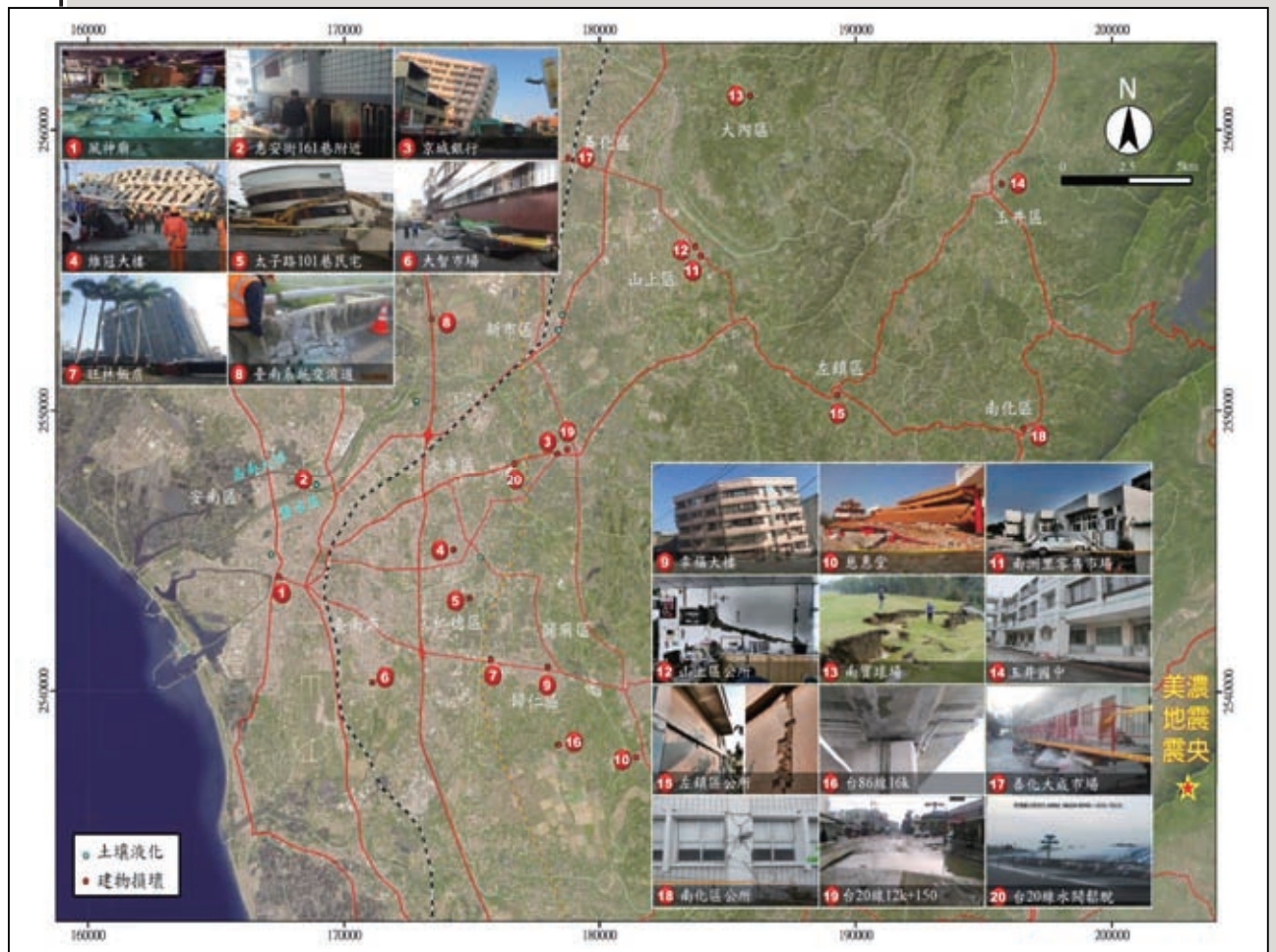


圖1 災害點位分布圖

料，彙整成本報告。以下依序說明本次地震與地表振動特性、土壤液化與管線勘查、橋梁勘查等成果，並提出對本次地震的勘災心得，作為後續相關工程之參考，並提升吾人因應類似災害之能力。

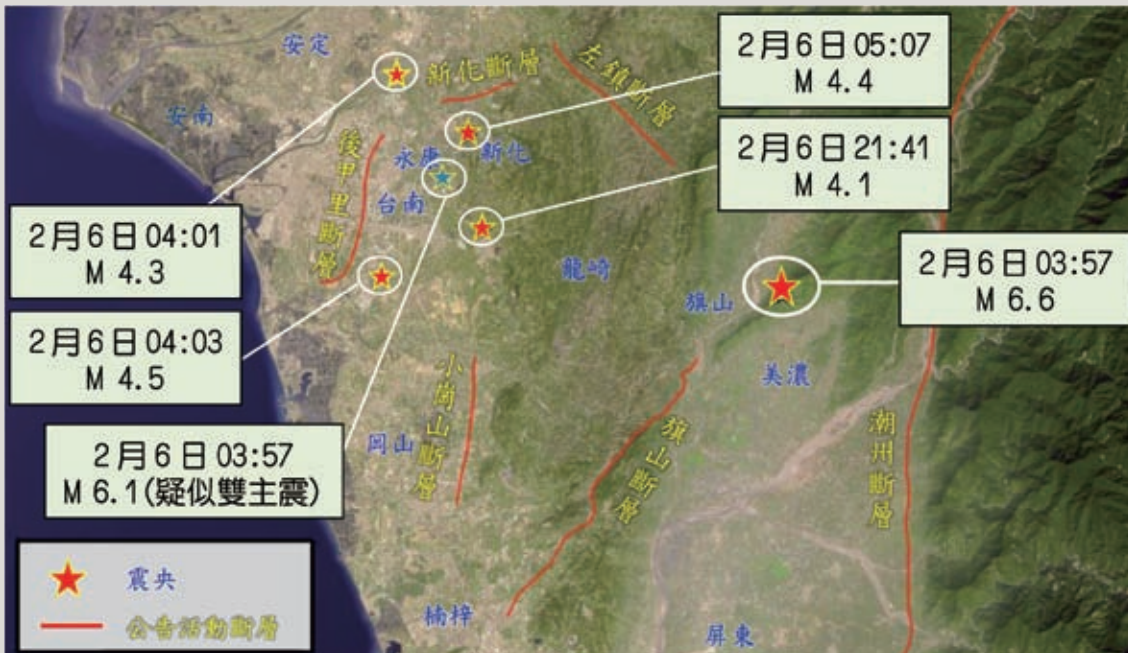
貳、地震與地表振動特性

一、地震特性

臺灣地區於2016.02.06凌晨3:57發生規模6.6大地震，震央位置北緯22.92度，東經120.54度，位於高雄市美濃區，深度14.6km。相隔4秒

後，發生規模6.1地震，震央位置位於臺南市永康區，深度約30km，距離台南市區只有5km，疑似「雙主震地震」。隨後也發生若干的餘震，如圖2所示。

本次地震發生區域位於臺灣造山帶褶皺逆衝帶的南端，同時也是臺灣地層較年輕的部分。因呂宋島弧(屬菲律賓海板塊)與中國大陸邊緣(屬歐亞板塊)的斜向聚合自北向南發展，此區域的褶皺逆衝帶約一至兩百萬年前才開始發育，至今仍相當活躍，其構造以一系列南北走向近平行的逆衝斷層與相關的褶皺為主，活動斷層分布由西向東分別為：後甲里斷層、小岡山斷層、旗山斷層、潮州斷層與龍船斷層(非活



(轉繪自“安全臺灣平台” <http://www.safetaiwan.tw/web2/main.php>)

圖2 地震震央區域活動斷層分布圖

動斷層)，如圖2所示。除了這些活動逆衝斷層，臺南、高雄地區的快速地殼縮短變形也集中在此區域廣泛分布的古亭坑層泥岩中。

本次的地震依照目前掌握資料顯示，並非源自於任何一條已公告之活動斷層，但由不同單位所求得的主震震源機制參數都相當一致，美國地質調查所USGS測得之地震能量中心深度落在17~26km之間，比中央氣象局即時定位的初始破裂深度16.7km略深。地震矩規模(M_w)為6.2~6.3。

此地震的震源機制屬於逆衝斷層兼具走向滑移形式，有兩個可能的破裂面解，分別為東西走向的中低角度北傾之斷層面，或是南北走向的垂直斷層面。應力壓縮軸(P軸)較接近東北-西南方向，與菲律賓海板塊向西北擠壓的方向有明顯交角，拉張軸(T軸)則為西北-東南，如圖3所示。

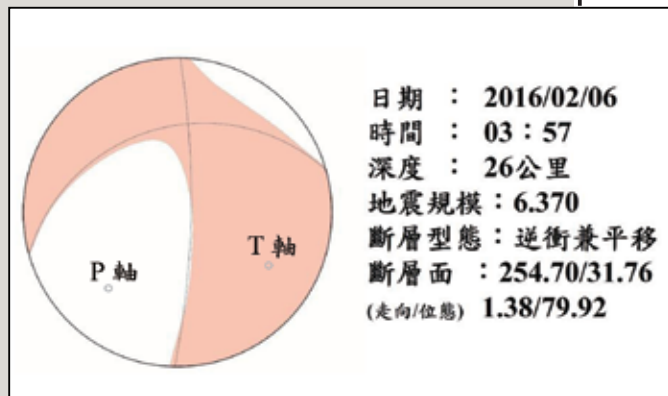


圖3 美濃地震主震震源機制解(中央氣象局)

臺南、高雄地區記錄過的大型地震皆發生於平移斷層，如1946年規模6.9的新化地震，發生於東北東走向的新化平移斷層，長度30餘公里，截穿小岡山斷層北段並延伸進海岸平原區。斜向截穿此區域褶皺逆衝帶的左鎮斷層也是臺南、高雄地區潛在的發震斷層，2010年發生規模6.3的甲仙地震被猜測可能是此斷層深部活動所造成，但仍缺乏確鑿證據。

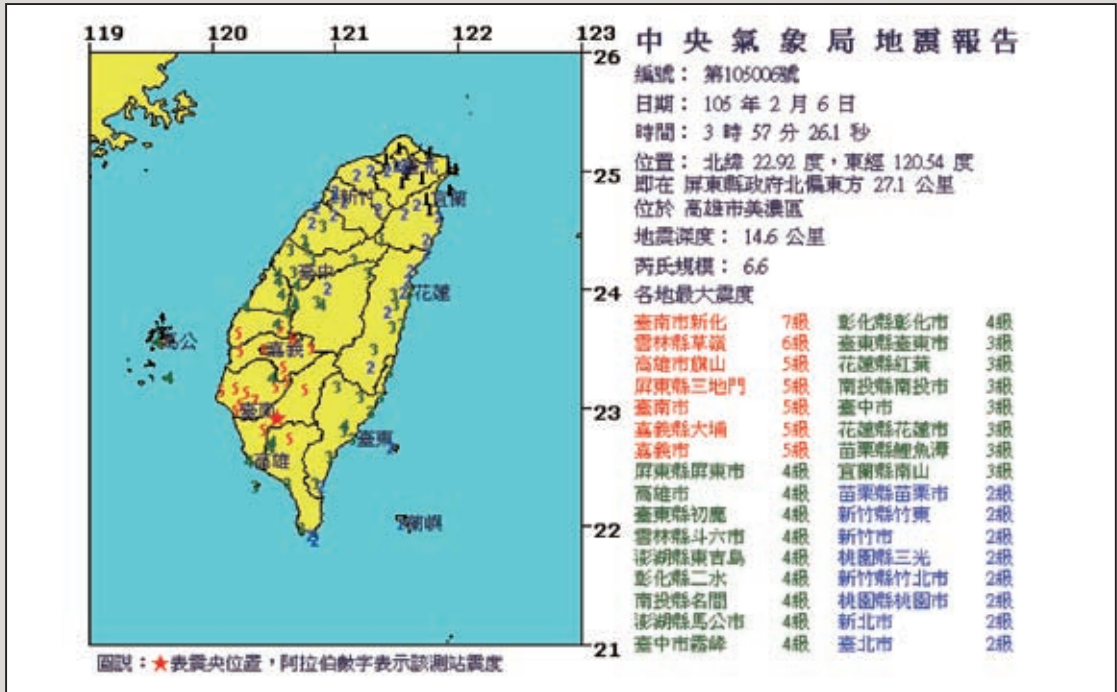


圖4 美濃地震全臺震度分布圖(中央氣象局)

二、地表振動特性

依據中央氣象局發佈資料，各地震度分別為(圖4)：

- 最大震度7級發生在臺南市新化測站；
- 屏東、高雄、臺南、嘉義5級；
- 臺東、南投、彰化、臺中4級；
- 除臺北外都達震度1級以上；
- 臺北有明顯搖晃感覺。

圖5為美濃地震全臺等震度圖與PGA分佈圖，圖6為美濃地震即時強地動震波圖與其對應的反應譜。由資料顯示，臺南市、佳里區及善化區等測站之最大水平向PGA值幾乎達5級地震的上限值，甚至新化區高達7級，因此在臺南地區造成相當大的災情。除此之外，由上述資料分析了解，草山、旗山及高雄三地門等測站位於震央東側的山嶺區，所測得的最大地表加速度均不大，其中，三地門及草山二測站

約在105gal，而高雄旗山測站更僅為88gal。但位於震央西側的平原區，或許位於逆衝斷層之上盤，或所處位址的地質因素，除永康測站為

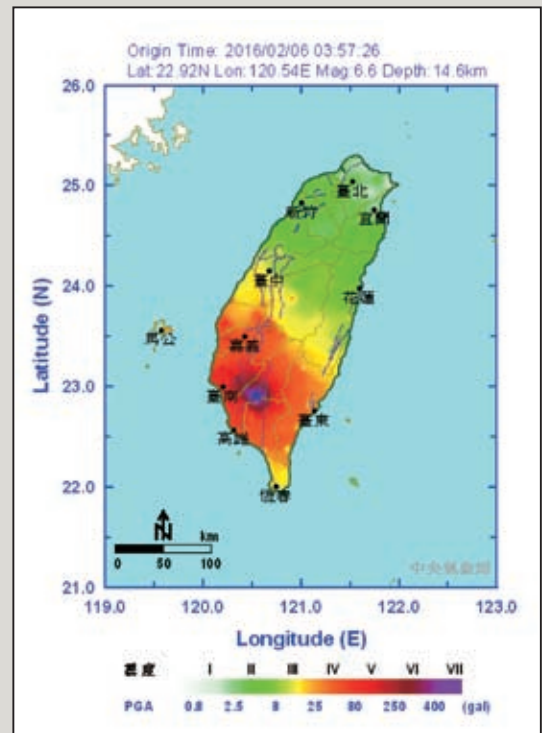


圖5 美濃地震全臺等震度圖與PGA分佈圖(中央氣象局)

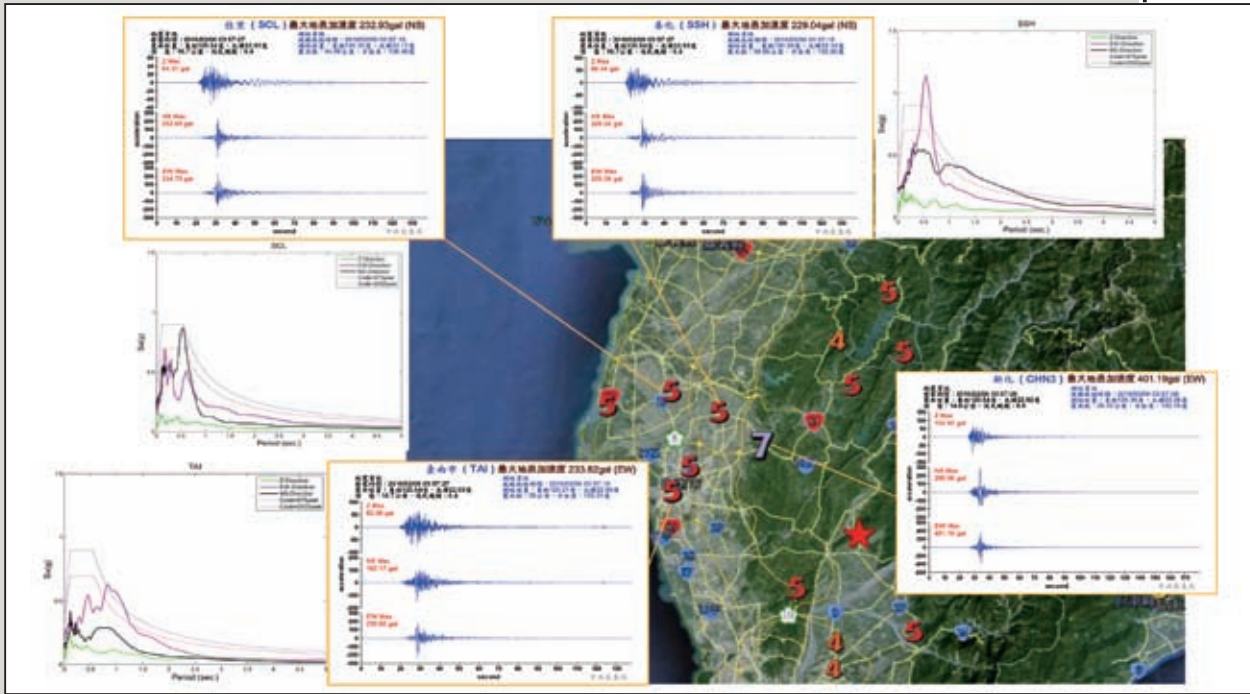


圖6 美濃地震即時強地動震波圖與其對應的反應譜

148gal外，其餘均約為230gal的最大地表加速度，因此造成震央西側的災損較為嚴重。

另圖7為國家地震工程研究中心所推估鄰近區域之地表最大加速度圖，與中央氣象局所測得之強地動震波圖相當一致，圖8及圖9則分別推估之各地短週期譜加速度圖及各地長週期譜加速度圖。

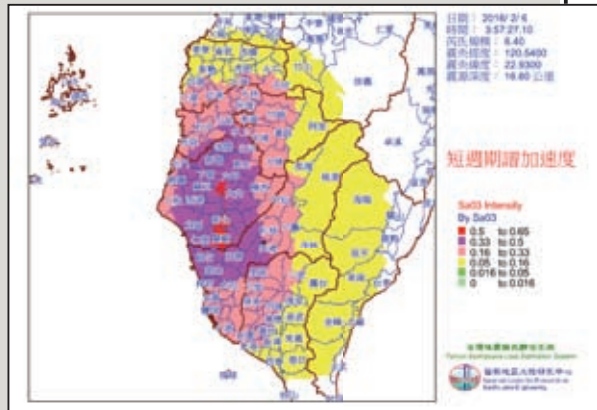


圖8 美濃地震推估各地短週期譜加速度圖(國家地震中心)

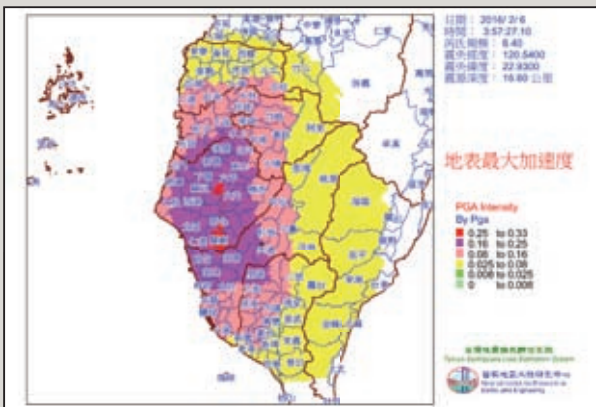


圖7 美濃地震推估各地地表最大加速度圖(國家地震中心)

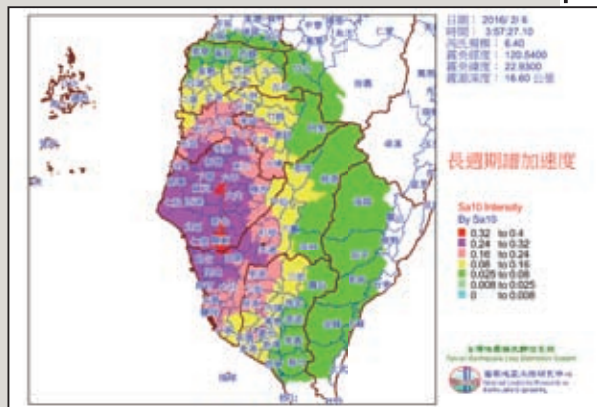


圖9 美濃地震推估各地長週期譜加速度圖(國家地震中心)

經由前述地震資料蒐集及分析結果，本次地震及地表振動的特性可歸納如下：

- (一) 本次地震造成臺灣南部地區震度達到五級，其中於臺南市、佳里區及善化區等測站所測得之最大水平向PGA值更已接近震度5級的上限值，甚至新化區達7級，造成臺南市鄰近地區較慘重的災情，但其中佳里區、善化區災情相對較輕微，其原因尚待進一步探討，地質條件可能為原因之一。
- (二) 由所蒐集的強地動震波圖顯示，震央西側的平原區所測得的最大地表加速度遠大於東側的山嶺區，顯見其加速度與其地質條件存有很大的關係。
- (三) 由強地動震波圖及其對應的反應譜得知，地震波反應譜大都在規範的反應譜範圍內，惟善化測站的東西向地震波，在週期約0.4~0.6秒範圍則有大幅高出規範值的情形。

參、土壤液化與管線勘查

本公司於災後立刻至現場進行勘查，有關大地工程部分，依勘查結果將災害概分為二類，分別為(1)土壤液化及(2)管線破壞。以下將調查結果擇要說明，災害點詳圖1。

一、土壤液化勘查

(一) 安南區惠安街附近

臺南市安南區溪頂里位於嘉南大圳及鹽水溪之間，東臨北安路二段，屬沖積沙洲平

原(詳圖1)。受本次地震影響，該里有三分之二的區域包括惠安街、德安街、聖安街等多處出現土壤液化現象，其中又以惠安街161巷災情最為嚴重，呈現的災害情形包括：噴砂、沉陷、維生及排水系統受損、建物沉陷傾斜、地板隆起與梁柱牆裂縫等。

經實地走訪勘查，惠安街161巷柏油路有明顯橫向及縱向裂縫，最寬裂縫可達13cm，如圖10所示。街道兩側建物大部分



圖10 柏油路面裂縫，寬度達13cm

具有沉陷現象，原本與柏油路相接的門埕已約有5~20cm不等的高程落差，如圖11~圖13所示。建物四周角隅、農田及路面人孔處亦多有噴砂，如圖14~圖17所示。屋內埋有地下管線處如廚房、浴室等亦有噴砂，大量泥砂衝破地板噴出，形成火山口般的圓錐狀堆積，如圖18所示。本次地震引致的土壤液化造成當地民宅出現沉陷、傾斜、龜裂及變形，間接導致多棟建物結構受力不均而受損，如圖19~圖22所示，惠安街161巷6號及8號的民宅甚至下陷約1.0~2.0m，如圖23~圖24所示。據當地耆老表示，如圖25所示，本區域三、四十年前仍是一片魚塢地，目前社區係由建商填土建造而成，是否因回填不實或原地層即屬飽和疏鬆砂，仍有待進一步的調查方可確認。



圖11 建物門埕下陷約3~5cm



圖15 屋外農田噴砂



圖12 建物門埕下陷約5~8cm



圖16 門前噴砂，建物傾斜下陷



圖13 建物門埕下陷達20cm



圖17 屋內地板隆起約40m破裂



圖14 建物角隅噴砂



圖18 廚房及廁所噴砂，可見砂錐口



圖19 室內混凝土剝落

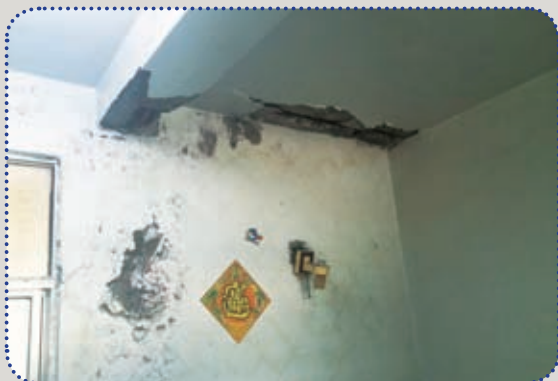


圖20 室內結構受損



圖21 建物傾斜

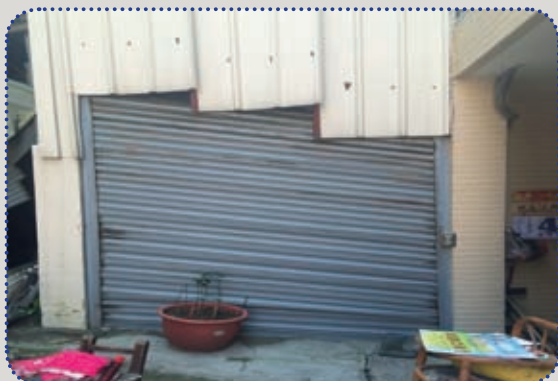


圖22 車庫沉陷擠壓變形



圖23 建物結構無損，但已傾斜下陷



圖24 建物1F沉入地面約1~2m



圖25 訪談當地耆老

二、管線勘查

依105年2月6日~2月7日內政部消防署中央災害應變中心彙整經濟部/國家通訊傳播委員會自來水、電力、電信等災害統計資料(如表2)，自來水部分於臺南市曾文溪以南各行政區停水，停水區域為臺南市大內區部分地區、龍崎區、關廟區、仁德區部分地區、新化區、永康

區、安平區、北區、中西區、東區等處；電力、電信、瓦斯等部分區域亦受影響。

臺南市新化區台20線忠孝路自來水2,000mm幹管爆管，如圖26所示，受損管段長約1,200m，上游端管段長約600m，經由幹管開孔(深約8m)並派人及以影像傳輸器檢視探查結果有約10處破損，造成西向快車道路面約10m長開裂及路面淹水，而需封閉二側道路進行修復，其餘市區位

置之自來水災損導致路面之破壞情形亦相當雷同，受災現象為幹管接頭受震後變形與拉脫。

依台灣自來水公司第六區管理處震後調查資訊，此次地震造成臺南區域主要送水幹管嚴重損壞(破管修漏案件經統計計有1,361處)，部分區段幹管由2,000mm改以1,750mm備援幹管支援供水，因管徑較小輸水量較少，雖經調配供水，仍造成東區、南區及永康區等局部地區初

表2 維生管線災情統計(迄至2016/02/07 21:50)

單位別	項目	影響數目 (戶、處)	搶修完成 (戶、處)	不可修復 (戶、處)	備註
經濟部	自來水	400,300	350,300	0	● 受損嚴重管段—新化區2,000m/m(南化下游送水)幹管 ● 臺南市曾文溪以南各行政區域停水戶數40萬(已設置12處加水站以送水車供水)。 ● 另嘉義地區300戶
	電力	173,084	172,664	420	● 不可修復420戶係倒塌戶
	瓦斯	1,241	1,034	191	● 不可修復191戶係倒塌戶
國家通訊傳播委員會	電信(市話)	1,248	1248	0	—
	電信(基地台)	141	131	0	—

備註：本表參採自內政部消防署中央災害應變中心資料



圖26 新化區台20線自來水幹管爆管搶修區位(2016/02/19調查)

期約5萬戶停水。為減少停水戶數，緊急施設崑大路(永大路至中山高速公路)1,350mm臨時明管來挹注補充水量，因1,200mm管線銜接管徑較小，整體供水量仍不足，雖經全力調配供水，惟部分高地區及管線末端水壓仍偏低，須俟永

康區永大路維冠大樓倒塌處受損及新化區忠孝路破管之2,000mm管線修復後，臺南市全區始能恢復正常供水。有關震後台灣自來水公司啟動水車或架設臨時水管緊急備援支援供水，如圖27所示。



新化區台20線自來水幹管爆管



維冠大樓附近斷水後以水車緊急供水



維冠大樓附近自來水幹管接頭變形破壞



維冠大樓拆除後附近幹管新設搶修



永大路二段國光五街至六街附近水管開挖修復



小東路鋪設臨時水管(高速公路東側至永大路)



三、液化評估與災況比對

依據地質法，地質災害係指自然或人為引發之地震、海嘯、火山、斷層活動、山崩、地滑、土石流、地層下陷、海岸變遷或其他地質作用所造成之災害。本節蒐集檢核臺南地區地質鑽探資料，建立三維網格地質資料庫，並以其作為基礎進行土壤液化潛勢分析，繪製液化潛勢分布圖，並將液化評估結果與液化災況作比對。

(一) 土壤液化潛勢分析

1. 土壤液化潛勢成因

Iwasaki et al.(1982)曾經提出地質環境與液化災害之間的關連，其中以飽和疏鬆的砂性土層位於如現有河道、舊河道、海(河)岸沖積砂土平原、新生地及河谷盆地之沖積區者具有較高之液化潛勢。

造成液化的因素很多，大致可依土壤、土層及地震特性分別加以探討。土壤特性包括顆粒大小、形狀及級配等，一般而言，淘選良好，顆粒分布較為均勻的細砂或含粉土質的細砂最易液化；土層特性則包括地下水位、土層排水情況與壓密情況等，原則上地下水位面以下之土層才具有液化潛勢，但太深層之土層(20m以下)因覆土較厚，有效應力較大，較不易產生土壤液化情況；通常，地震是造成土壤液化之主要原因，尤其是震度越高，延時越長的地震越容易造成土壤液化。

因地震所造成之土壤液化，規模與範圍都較大，且由於地層在液化發生後，已失去原有的承載力，而呈現如流體般之狀態，可能產生地表噴水冒砂以及沈陷等現象，若地形尚有高低差時，也會使地層如

流體般產生側向擴展，向較低處移動。上述情況都會造成其上或鄰近之結構物產生沈陷、傾斜及基礎承載力不足等現象，進而影響結構安全。

2. 土壤液化潛勢評估方法探討

臺南平原主要為曾文溪、鹽水溪及二仁溪之沖積物所形成之平原區，在地表下20m深度範圍內大部分以砂泥互層為主要沉積材料，地下水位普遍較高(約於地表下2~3m之內)，局部區域之飽和砂土層較為鬆散，具有較高液化潛勢。

有關土壤液化判定的方法，依據內政部「建築技術規則建築構造篇-建築物基礎構造設計規範」及「建築物耐震設計規範及解說」之規定辦理。分別檢核中小度地震、設計地震及最大考量地震時之地表水平加速度情況下之液化潛勢。

土壤於地震作用下是否會發生土壤液化現象，係以地震引致地層中之剪應力是否大於土壤之抗液化強度作為判斷之標準。抗液化安全係數 $F_L = R/L$ ，其中 R 為土壤動態剪力強度比， L 為地震引致之平均反覆剪應力比，當 $F_L = 1$ 時則視為該土層具有液化潛勢。參考上述規範之規定，分別採用「新日本道路協會簡易經驗法」(以下簡稱NJRA法)、NCEER修正之SEED簡易經驗法(以下簡稱NCEER法)以及Tokimatsu & Yoshimi簡易經驗法(以下簡稱T&Y法)進行土壤液化潛勢分析。

依據土壤液化之基本條件，土壤若具塑性(CL及CH)或具凝聚力則直接判定不具液化潛勢。若土壤位於地下水位面以上亦直接判定不具液化潛勢。

依據建築物基礎構造設計規範第十章之規定，建築物基地若具有高液化潛勢之土層，應評估其受地震作用時之可能損害程度，以進行地層改良設計或於結構物耐震設計時加以考量。以日本學者岩崎 Iwasaki et al.(1982)所提之土壤液化潛勢指數 P_L 來進行土壤液化損害評估，其定義如下：

$$P_L = \int_0^{20} F(z)W(z)dz$$

式中：

P_L ：液化潛勢指數，介於0~100之間

z ：地盤深度(m)，考慮之深度範圍為地表下0~20m

$F(z)$ ： z 深度之抗液化係數，介於0~1之間，以下式估計

$$F(z) = 1 - F_L \quad \text{若 } F_L > 1, \text{ 則 } F(z) = 0$$

$W(z)$ ： z 深度權重係數，以下式計算

$$W(z) = 10 - 0.5z$$

參考 Iwasaki et al. 根據日本地震案例之研究，定義地盤液化之損害程度可分為如下三級：

$P_L \geq 15$ 嚴重液化

$5 \leq P_L < 15$ 中度液化

$P_L < 5$ 輕微液化

除了土壤特性之外，地下水位對於液化評估影響亦大，地下水位愈高，則可能發生土壤液化的範圍亦增加。然而，地下水位資料會隨著工址位置不同而不同，也會隨著季節性以及人為擾動(如施工抽水、鑽探回水等)影響其觀測水位。為避免所採用水位資料受到上述因素影響其代表性，本節分析以水利署長期觀測地下水位作為

液化潛勢分析之基本資料。

依據建築物耐震設計規範規定，分別針對最大考量地震、設計地震以及中小地震等三種情況進行土壤液化潛勢分析。依規範之標準，最大考量地震為回歸期2,500年之地震，其50年超越機率約2%；而設計地震為回歸期475年之地震，其50年超越機率約10%；而中小地震為回歸期30年之地震，其50年超越機率約80%，而在耐震設計規範中考量設施之安全性與經濟性，針對結構物耐震設計之原則以小震不壞、中震可修、大震不倒為基本精神進行相關分析。本節分析蒐集臺南平原之歷史地震紀錄，臺南地區最大地震規模為7.1，於液化分析時所採用之地震矩規模 M_w 採用 Campbell 等所發展之經驗式進行轉換，經轉換運算臺南地區之 M_w 約為6.76。

3. 臺南平原土壤液化潛勢分析成果

依據「建築物耐震設計規範及解說」(2011)，臺南平原震區短週期設計水平譜加速度係數 $S_S^D = 0.7 \sim 0.8$ ，震區最大考量水平譜加速度係數 $S_S^M = 0.9 \sim 1$ ，考量地盤放大效應之放大係數 $F_a = 1.0 \sim 1.1$ ，工址短週期設計水平譜加速度係數 $S_{DS} = F_a \times S_S^D$ ，近斷層調整因子 $N_a = 1.0 \sim 1.23$ ，用途係數採 $I = 1.0$ 。

於最大考量地震時，其地表水平加速度：

$$A = 0.4 \times N_a \times F_a \times S_S^M \times g = 0.4 \times (1 \sim 1.23) \times (1 \sim 1.1) \times (0.9 \sim 1) \times g = 0.36 \sim 0.54g$$

於設計地震時，其地表水平加速度：

$$A = 0.4 \times N_a \times F_a \times S_S^D \times g = 0.4 \times (1 \sim 1.23) \times (1 \sim 1.1) \times (0.7 \sim 0.8) \times g = 0.28 \sim 0.433g$$

於中小地震時，其地表水平加速度：

$$A = 0.4 \times S_{DS} / 4.2 = (0.28 \sim 0.433)g / 4.2 \\ = 0.067 \sim 0.103g$$

臺南平原各微分區之地震力係數，詳表3所示。

小之淺層土壤中，NCEER法所分析土壤抗液化強度較低，而在高N值之深層土壤，通常NJRA法所估計之土壤抗液化強度較低，可能與其對土壤計算之地震反覆剪應力較大所致。此外，NJRA法在細粒料含量(Fc)

表3 臺南平原各微分區之地震力係數

微分區	S_S^D	S_I^D	S_S^M	S_I^M	近斷層效應
善化區	0.7	0.4	0.9	0.5	新化斷層
新市區	0.8	0.4	1.0	0.55	新化斷層
安定區	0.7	0.4	1.0	0.55	新化斷層
安南區	0.7	0.4	0.9	0.55	新化斷層
永康區	0.8	0.4	1.0	0.55	新化斷層
新化區	0.8	0.4	1.0	0.55	新化斷層
關廟區	0.7	0.4	0.9	0.5	新化斷層
歸仁區	0.7	0.4	0.9	0.5	新化斷層
仁德區	0.7	0.4	0.9	0.5	
北區	0.7	0.4	0.9	0.5	
東區	0.7	0.4	0.9	0.5	
中西區	0.7	0.4	0.9	0.5	
南區	0.7	0.4	0.9	0.5	
安平區	0.7	0.4	0.9	0.5	

圖28~圖30分別利用三維防災地質電腦輔助系統以NJRA、NCEER以及T-Y評估法所分析設計地震下之土壤液化潛勢結果，顯示於安南、安平及南區沿海一帶的沖積層，其液化潛勢相當高，另外在善化區北側曾文溪沿岸亦有較大的土壤液化潛勢，新市、永康及新化區交界處也有局部地區土壤液化潛勢較高。本節分別以NJRA、NCEER以及T-Y法評估土壤液化潛勢，分析成果趨勢大致相同，惟潛勢大小略有差異，以NJRA法所分析結果液化潛勢較高，NCEER法居次，T-Y法分析結果液化潛勢較低。

參考既有研究針對上述三種土壤液化潛能分析方法之差異進行說明，在N值較

較低之土壤進行分析時，會相對低估土壤之抗液化強度。臺南地區主要可能發生液化範圍約在安南及安平一帶，調閱鄰近資料顯示本濱海區幾乎沒有泥層而多為厚砂層，相對而言細粒料含量較低且N值較高，因此在此類土層之NJRA法之分析成果將相對較為保守。

本節分析結果臺南北側範圍開發程度較高(鹽水溪以南到安平港)，且經分析結果該區之土壤液化潛勢亦較高，於工程開發或防災規劃時應妥善考量土壤液化之可能影響，並預為因應。

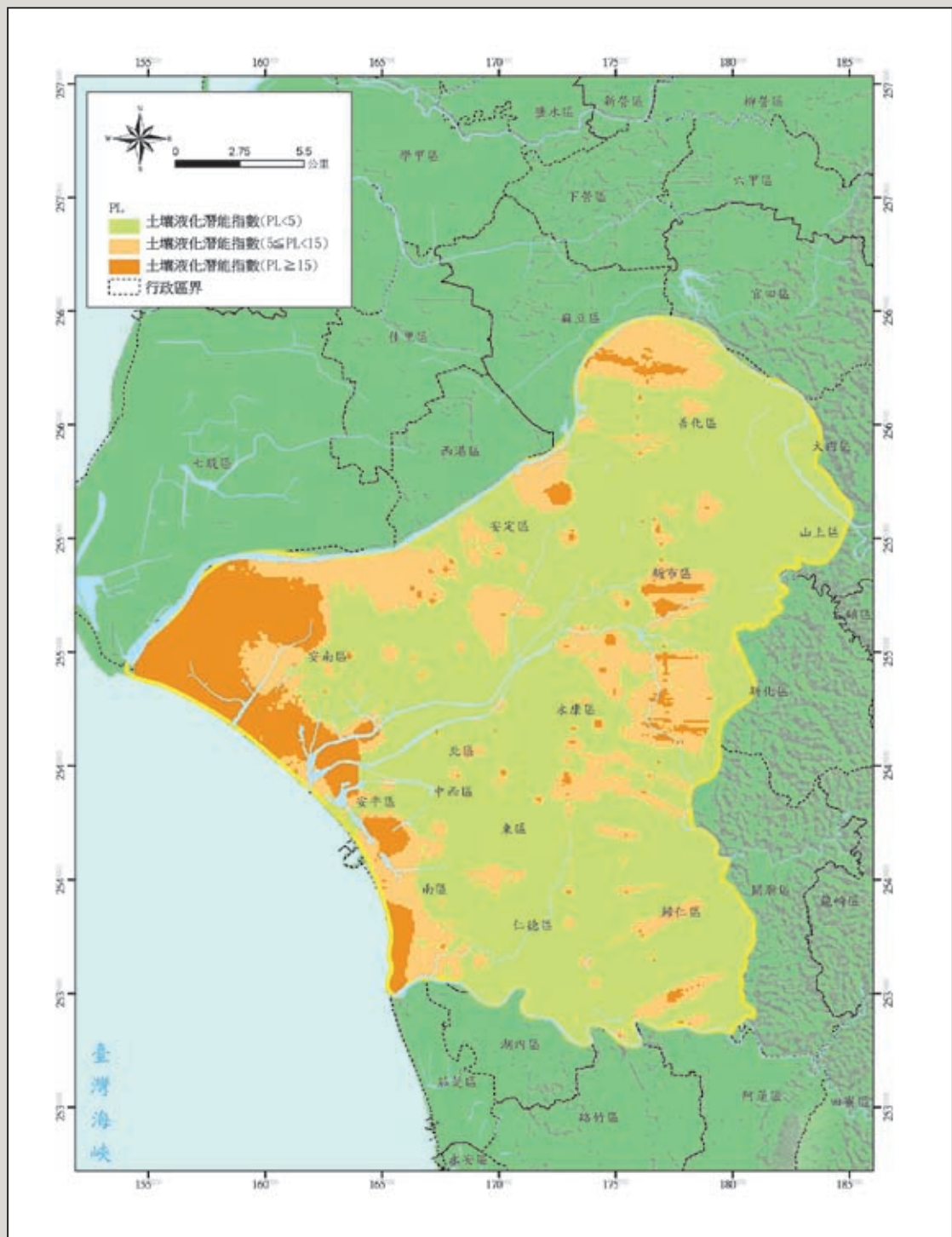


圖28 臺南平原設計地震($A = 0.28 \sim 0.433g$)液化潛勢分布圖(NJRA)
(中央地質調查所-都市防災地質資訊整合分析與建置(2/4), 2015年)

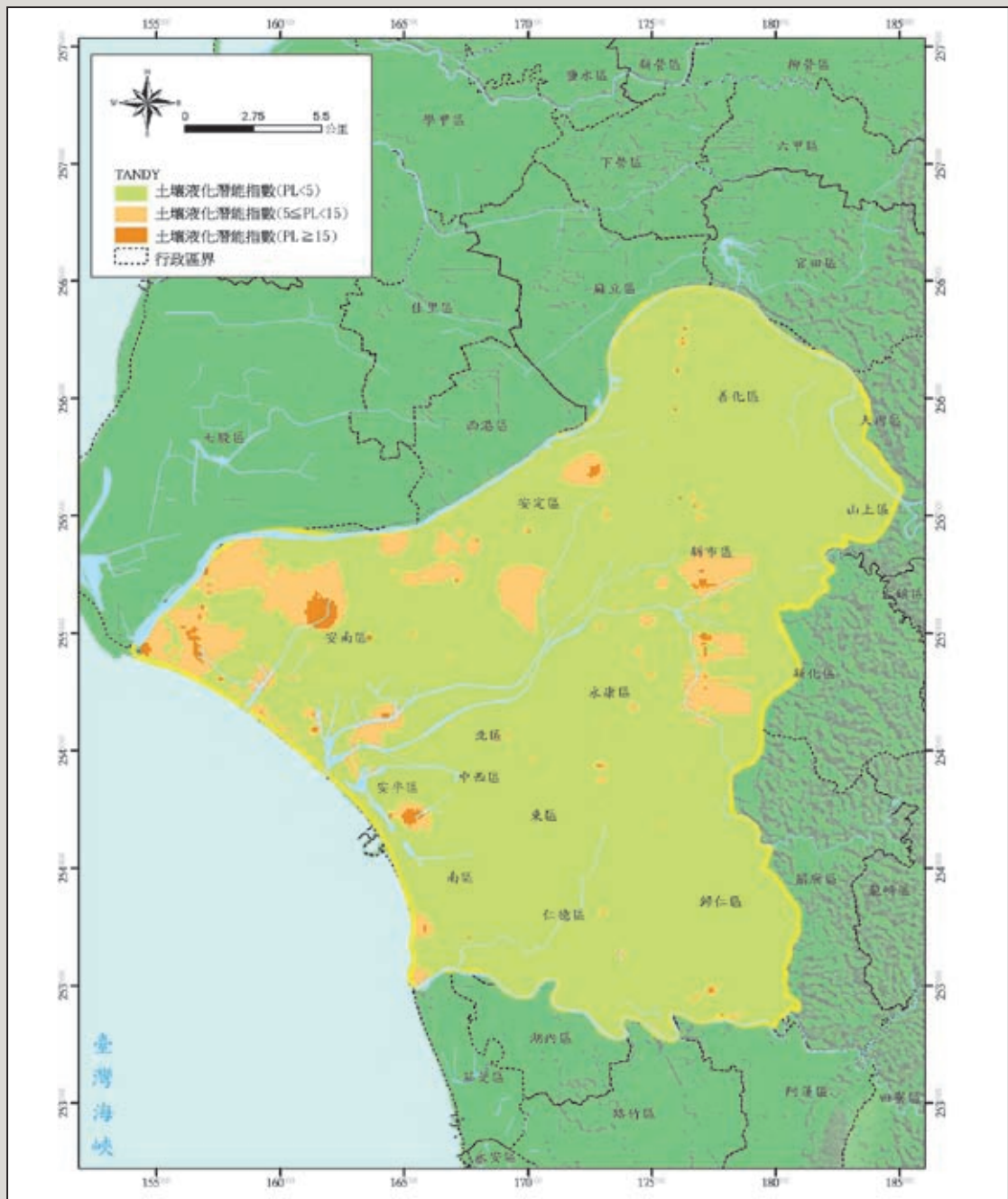


圖30 臺南平原設計地震(A = 0.28 ~ 0.433g)液化潛勢分布圖(T-Y法)
(中央地質調查所-都市防災地質資訊整合分析與建置(2/4), 2015年)

(二) 分析成果與本次災害比對

圖31為前節NJRA法分析成果與本次液化災害位置套疊之示意圖，紫色點為本次地震發生液化的災點，紅色點為本次地震發生大樓倒塌之災點，藍色點為分析使用

之參考鑽孔。經比對分析成果與本次發生災害的類型與位置關係，可發現災害位置與本文分析出來之土壤液化潛勢較高區域局部相關，仍有部份災害位置位於分析圖中的低液化潛勢區，究其原因可能源自1.大樓倒塌並非土壤液化造成，2.液化分析誤



圖32 美濃地震震央與勘災高架橋位置示意圖

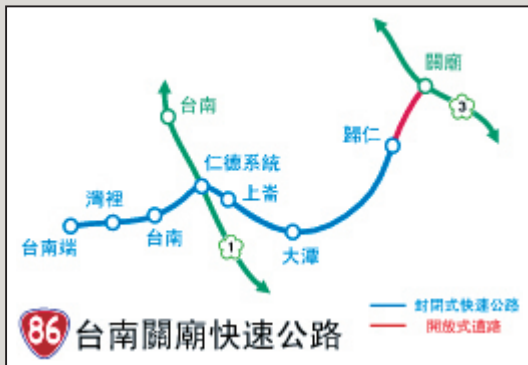


圖33 台86線高架橋



圖34 第24號穿越橋位置圖

一、台86線高架橋

台86線西起臺南市南區台17線路口起，往東經過仁德區台1線、並與國道一號仁德系統交流道交會、再經歸仁區、關廟區，最後止於國道三號關廟交流道，如圖33所示。此線連結高鐵台南站、台南機場、與安平港聯外道路，是臺南市溪南地區重要路網。

(一) 台86線高架橋24號穿越橋結構配置

本次震損為第24號橋，係為凱旋路穿越橋(15k+734~16k+289)，位於歸仁匝道出口處，如圖34所示，本橋於民國88年2月竣工，總橋孔數為14跨，最大跨距為50m，橋梁總長555m，橋面採分離配置，分成東行側及西行側，每側各具有2個橋單元，跨徑及結構系統配置，如圖35所示，振動單元內採2墩固接設計，其餘則採用固定式、單向活動式及雙向活動式盤式支承，盤式支承配置，如圖36所示。

表4 設計圖墩柱高度

墩柱編號	高度(cm)	墩柱編號	高度(cm)
RP01	479	LP01	479
RP02	502	LP02	502
RP03	567	LP03	567
RP04	590	LP04	590
RP05	517	LP05	571
RP06	617	LP06	593
RP07	627	LP07	624
RP08	640	LP08	636
RP09	661	LP09	657
RP10	706	LP10	707
RP11	682	LP11	695
RP12	604	LP12	626
RP13	564	LP13	571

現地量測墩柱最高高度為LP10 = 5.21m (量至現有地面高)。根據設計圖說墩柱高度 (量至基礎頂緣)，如表4所示。

橋梁上部結構為梁深2.0m之預力箱型梁橋，如圖37所示。一般斷面採標準單箱室設計，靠近A2橋台側變橋寬則採雙箱室配置。

(二) 震後初勘

受本次地震影響，東行線及西行線橋梁盤式支承皆有程度不一的損傷，以東行線RP7伸縮縫處的支承損害最為嚴重，經現

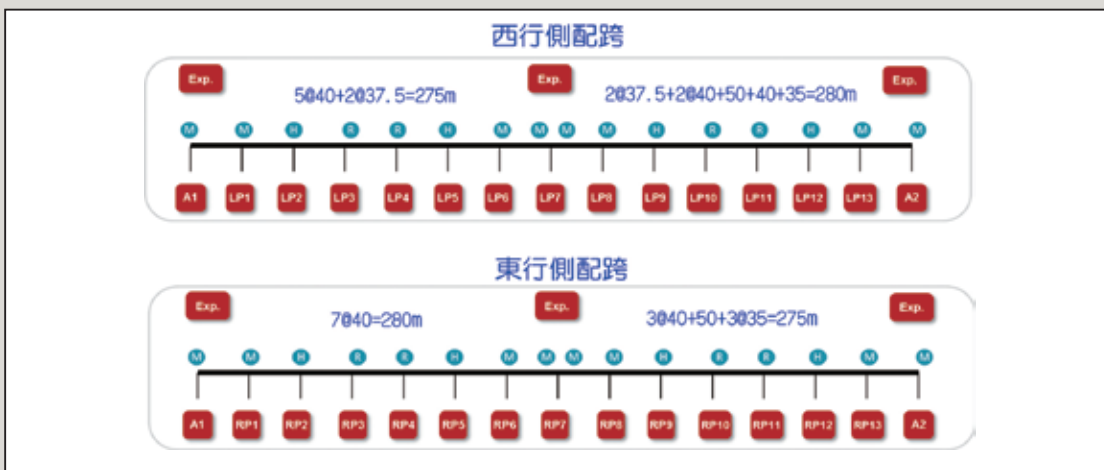


圖35 橋梁跨徑及結構系統配置示意圖

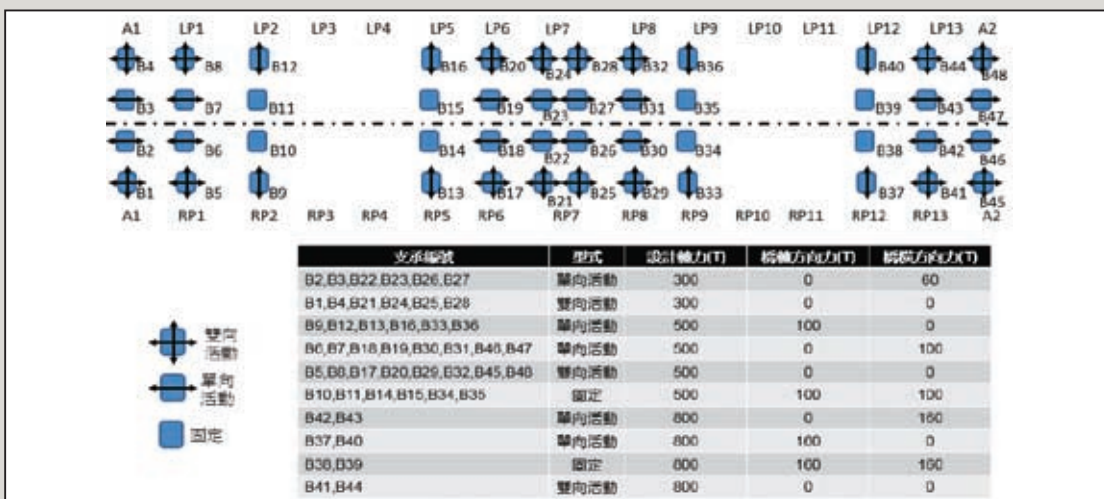


圖36 盤式支承配置示意圖

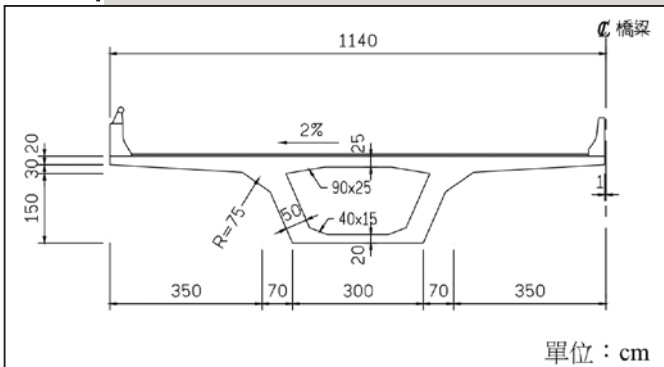


圖37 標準斷面圖

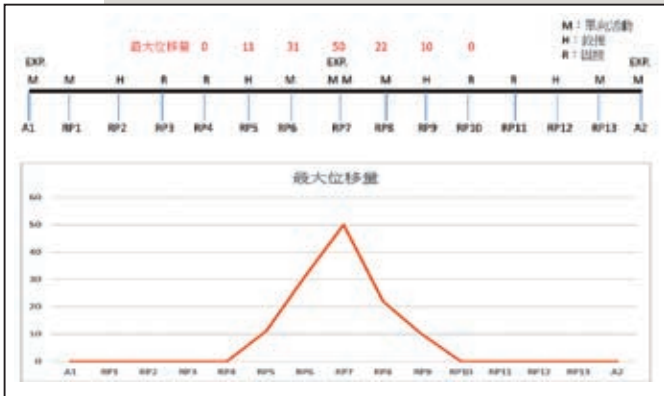


圖38 24號穿越橋東行線上構變位示意圖



圖39 震後雙向橋體分離現況

表5 24號橋東行線支承位移統計表

橋墩	最大位移
RP5	11cm
RP6	31cm
RP7	50cm
RP8	22cm
RP9	10cm

地勘查東行線橋墩盤式支承最大偏移量為50cm，如表5及圖38所示。原本緊貼之東西行線2cm填縫板間隙已明顯分離，如圖39

所示，支承位移示意，如圖40所示，支承錯移照片，如圖41所示。

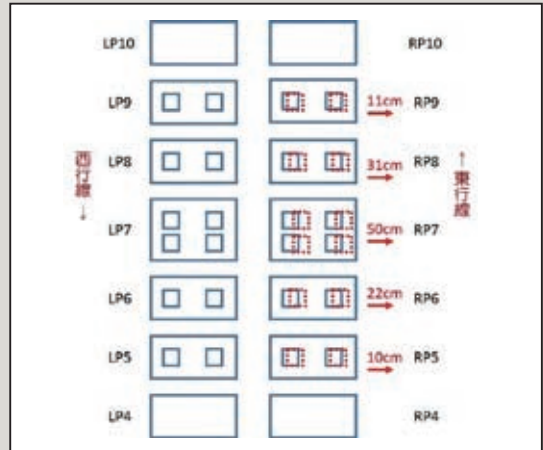


圖40 支承位移示意圖



圖41 RP7墩柱活動支承錯移

現場初勘彙整的損傷主要如下：

1. 支承損壞：RP5~RP9、LP6~LP8，包含支承破壞及砂漿墊破裂，如圖42~圖55所示。
2. 橋柱損壞：LP8、LP13、RP10，詳圖56~圖59所示。RP10有發現與變位方向一致的剪力裂縫，裂縫分布範圍約2.0×3.5m，裂縫最大寬度為0.25mm。
3. 附屬設施損壞：
 - (1) 洩水管：RP7、RP9、LP12等多處，如圖46~圖47所示。
 - (2) 止震塊：LA2，如圖60所示。



圖42 RP7支承破壞



圖46 RP7支承位移及洩水管脫落



圖43 RP7支承破壞



圖47 RP7支承位移及洩水管脫落



圖44 RP7砂漿墊破裂



圖48 RP6支承破壞



圖45 RP7砂漿墊破裂



圖49 RP6支承位移



圖50 RP6支承破壞



圖54 RP6支承位移



圖51 LP7支承破壞



圖55 RP5支承破壞



圖52 RP5砂漿墊破裂

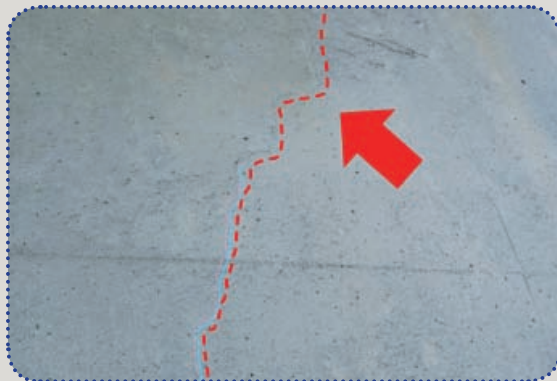


圖56 LP13支承下方柱頭裂縫



圖53 RP5砂漿墊破裂



圖57 LP8混凝土剝落鋼筋外露



圖58 LP8柱頂裂縫



圖62 內側護欄混凝土剝落



圖59 RP10柱身剪力裂縫



圖63 金屬欄杆掉落



圖60 LA2止震塊損傷



圖64 金屬欄杆分離15cm



圖61 內側護欄上防眩板脫落



圖65 外側護欄分離約10cm

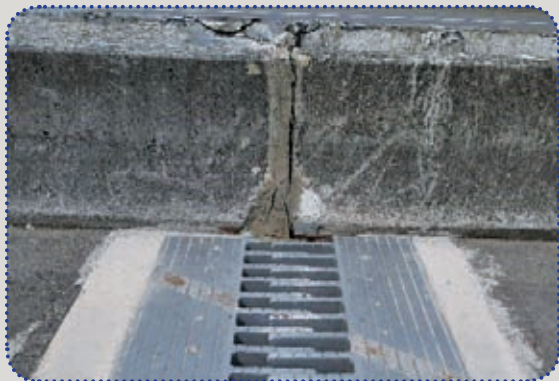


圖66 內側護欄擠壓破損



圖70 伸縮縫內側齒樁重疊達17cm



圖67 東、西行線橋體(未破壞段)



圖71 箱梁內部檢查



圖68 東、西行線橋體分離

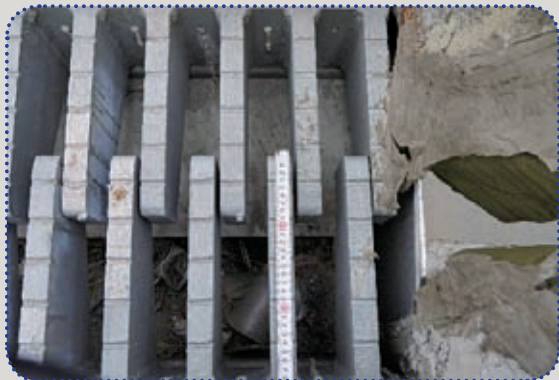


圖69 伸縮縫外側齒樁重疊僅8cm

- (3) 防眩板：RP7防眩板，如圖61所示。
- (4) 護欄：東西行線中央護欄多處因碰撞損壞及金屬欄杆掉落，如圖62～圖66所示。
- (5) 伸縮縫：由橋下雙向橋體分離位置及橋面橫視，RP7伸縮縫偏移，齒樁緊靠且內外側重疊差異達9cm，如圖67～圖70所示。

4. 箱室內部：檢視箱室內部有無較大裂縫產生，如圖71所示。

(三) 受損原因初步探討

根據地震測報中心觀測，臺南新化在震度五級以上的搖晃時間長達8.16秒，善化5.88秒，永康4.86秒。然而，高雄市旗山震度五級僅有1.74秒、甲仙0.04秒、屏東三

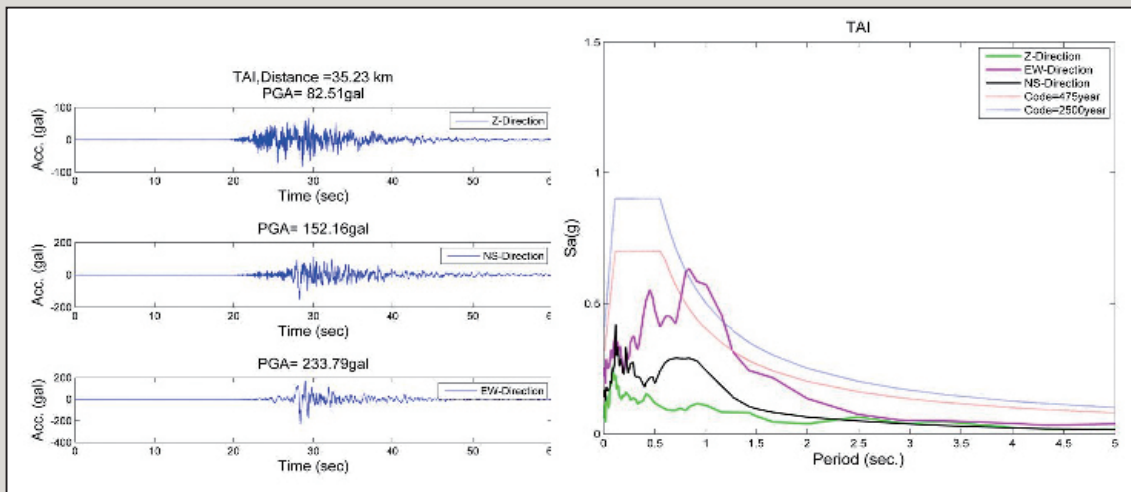


圖72 台南測站即時強地震動震波圖及加速度反應譜圖

地門0.98秒。這和震波運動方向以及場址效應有關，亦即台南多個地區位處沖積平原，地層較為鬆軟，所以搖晃時間較長。由公路總局第五區養護工程處所提供竣工圖之地質鑽探柱狀圖顯示，24號穿越橋橋址附近為厚達10餘公尺之粉土質黏土，亦可驗證上述情事。另由國家實驗研究院所彙整之高雄美濃地震概要，得知台南測站之南北向最大PGA值為152gal，東西向最大PGA值為234gal，長週期段東西向之Sa值較現行規範值大，如圖72所示。

台86線雖為東西向之快速道路，但於24號穿越橋橋址已轉為南北向，因此地震波傳遞於東西向時受力較大且週期較長，推估方造成此次24號穿越橋支承破壞，上部結構橋體產生橫向位移等現象。

以24號穿越橋受損最為嚴重之東行線A1橋台至RP7橋墩之單元探討破壞原因，本單元配置7橋孔，由圖34結構系統配置及圖35盤式支承示意圖得知，本單元於抵抗橋軸向地震力共有2固接橋墩及2鉸接橋墩，每一鉸接橋墩均配置2盤式支承抵抗地震力；另抵抗橋橫向地震力共有2固接橋

墩、2鉸接橋墩，2活動橋墩及橋台，除固接橋墩外，每一橋墩(橋台)均只配置1盤式支承抵抗地震力，僅橋台於橫向配置止震塊，提供橫向束制，其餘橋墩均無設置第二道橫向設施來抵抗橫向地震力。

如前述，24號穿越橋已轉為南北向，由臺南測站測得本次地震最大地表加速度發生於東西向，於本橋恰為橋橫向承受最大地震力，兩端橋台至固接橋墩間，因有橫向束制，故無產生橫向位移；至於固接橋端至伸縮縫端間，因橫向束制不足，造成支承破壞及砂漿墊破裂，導致橋體產生橫向位移；至於橋軸向，因南北向之地表加速度較小，並未產生明顯破壞。

另台86線與24號穿越橋(16k附近)走向約略相同之縣道南157線穿越橋(15k附近)及182線穿越橋(17k附近)，於本次地震並未明顯受損，由公路總局第五區養護工程處提供竣工圖研判，檢討說明如下：

1. 南157線穿越橋

本穿越橋之橋面上部結構採東西向分離配置，橋長約420m，其跨徑配置為(3@40m)+

(30+60+50m)+(4@40m)，配置3或4孔連續，抵抗橋軸向及橋橫向地震力則與24號穿越橋支承配置相同，即鉸接橋墩配置2盤式支承抵抗橋軸向地震力，每一橋墩(橋台)配置1盤式支承抵抗橋橫向地震力。惟於伸縮縫端在相同軸力支承條件下，所提供抵抗橫向地震力高於24號穿越橋(如支承軸力300T，南157線穿越橋設計抵抗橫向地震力數值為100T，24號穿越橋則為60T)。南157線穿越橋因跨徑配置短及橫向束制抵抗力足夠，並未產生橫向位移造成破壞。

2. 182線穿越橋

本穿越橋之橋面上部結構採東西向分離配置，橋長約576m，其跨徑配置為(4@30m)+(4@30m)+(30+36+30m)+(4@30m)+(4@30m)，配置3或4孔連續，結構系統配置為伸縮縫端採2組單向活動盤式支承(縱向)，橫向均束制，其餘墩柱均採固接型式，因此182線穿越橋並未產生橫向位移造成破壞。

(四) 橋址土壤液化評估

依據民國88年台86線「臺灣地區西部走廊建設計畫東西向快速公路-台南關廟線~T02標竣工圖」之地質鑽探柱狀圖，顯示本橋址地下水位高，約分布於地表下1.0~2.0m，綜整工址地層之工程性質，如表6所示。

依據現行「公路橋梁耐震設計規範」(交通部，民國98年)規定，在設計地震力作用下須檢核土壤液化的可能性，依本橋址條件，其液化分析之地表水平加速度為： $A = (0.4S_{DS})g = 0.314g$ ；而本橋梁於民國85年辦理招標、88年竣工，依民國84年版規範，前述檢核液化之地表水平加速度為0.276g；分別依規範規定進行液化潛能分析結果如表7所示，地表下20m深度範圍內之砂性土層均屬高液化潛能，其土壤強度於設計時須予以折減，不同版本規

表6 橋址地層參數簡化表

層次	土壤分類	深度(m)	厚度(m)	SPT-N	單位重(t/m^3)
1	粉土質砂 SM(疏鬆)	0.0~6.5	6.5	7~8	1.85
2	粉土質砂/黏土互層 SM/CL(中等緊密/堅實)	6.5~13.5	7.0	4~20	1.88
3	粉土質黏土 CL(極堅實)	13.5~22.5	9.0	10~40	1.90
4	灰色泥岩	22.5~30.0	> 5.0	>50	1.93

表7 液化潛能分析評估表

引用耐震設計規範	液化深度	折減係數 D_E	液化指數 P_L	液化潛能評估
現行規範 (交通部，民國98年) 設計地震作用下	地表下0.0~6.5m	1/3	35.6	嚴重液化
	地表下8.5~10.2m	2/3		
	地表下12.3~13.7m	2/3		
原橋梁設計階段 (交通部，民國84年) 設計地震作用下	地表下0.0~6.5m	0~1/3	31.1	嚴重液化
	地表下8.5~10.2m	1/3		
	地表下12.3~13.7m	1/3		

範之折減係數略有差異，其折減係數範圍0~2/3。本橋梁之橋墩基礎為樁基礎(樁徑120cm、樁長30m)，基樁已穿過可能液化地層並貫入泥岩層，基樁分析設計時應採用折減後之土壤強度，尤其地表下0.0~6.5m之砂性土層屬高液化潛能，其影響基樁之水平承載能力較大，應詳加考量。

二、臺鐵沙崙支線高架橋

臺鐵沙崙支線位於台南市歸仁區及仁德區境內，路線起至臺鐵中洲車站，往東行經二仁溪，跨越中山高速公路、長榮大學校道及南160



圖73 臺鐵沙崙支線位置圖

鄉道，至高鐵路線西側轉北與高鐵路線平行，至高鐵臺南站南端終點設沙崙車站，全長約6.5km，如圖73所示。

鑑於沙崙支線距震損之臺86東西向快速道路24號橋僅3~5公里，雖然營運未受影響，惟為了解沙崙支線高架橋構是否受本次地震影響而有損壞情形，本公司爰至沙崙支線高架橋沿線進行勘查。

(一) 高架橋結構型式

沙崙支線約5.5km為高架橋梁路段，除跨越縱貫線及中山高速公路為鋼橋外，其餘均為預力混凝土梁，橋梁斷面有I形、U形或箱形梁，全線以跨徑30公尺之制式高

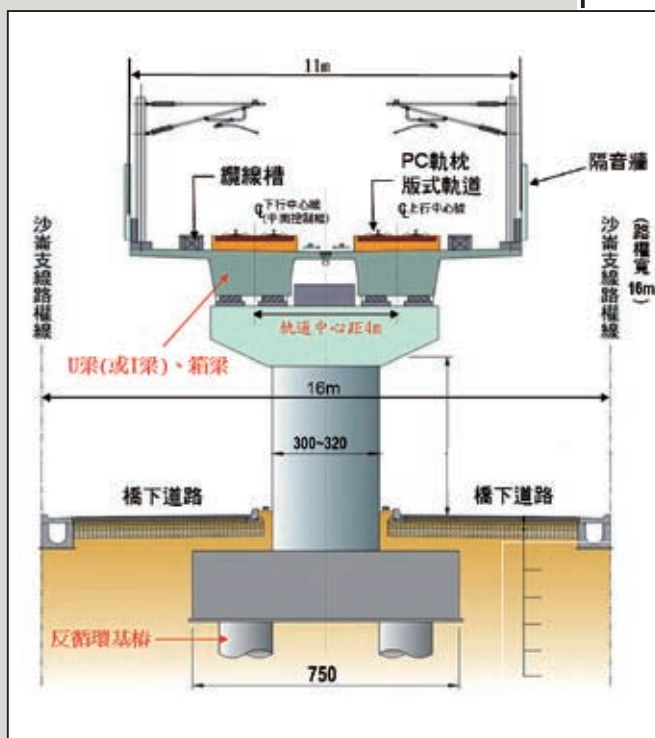


圖74 高架橋標準斷面圖

架橋為主，標準斷面，如圖74所示。

(二) 震後初勘

經本公司派員至沙崙支線沿線高架橋進行初步勘查結果，如表8所示。

(三) 橋梁未損壞原因探討

沙崙支線高架橋梁本次地震無明顯受損，經初步探討原因如下：

1. 經921地震後，臺鐵沙崙支線即採交通部89年修正頒佈之「鐵路橋梁耐震設計規範」進行設計(屬地震甲區，工址水平加速度係數Z值為0.33)，耐震設計強度明顯高於臺86東西向快速道路(民國88年通車)。
2. 鐵路橋梁進行耐震設計時需將鐵路列車之部分重量納入設計地震力計算，且為確保列車不致因軌道變為過大，而妨害

表8 臺鐵沙崙支線高架橋勘查成果表

勘查地點	跨距	結構型式	勘查結果
跨臺鐵縱貫線高架橋 0k+351~0k+411	30m+30m	樁基礎、上構採下承式鋼床版、中間橋柱型式為鋼構門架式支承採盤式支承墊、梁端設置鋼製防落裝置	無明顯受損
行經二仁溪高架橋 0k+712~0k+957	52m+2@70m+52.5m (梁深2.8m~6.0m)	四跨連續預力混凝土箱型梁、樁基礎、中間3墩採上下構剛接、連續梁兩端支承採用盤式支承墊	無明顯受損
簡支I梁橋(含逃生梯) 1k+024	制式30m	樁基礎、支承採用橡膠支承墊、梁端設置剪力鋼箱	無明顯受損
簡支U梁橋 1k+622	制式30m	樁基礎、支承採用橡膠支承墊、梁端設置RC剪力樺&高拉力鋼樺	無明顯受損
跨中山高速公路高架橋 1k+832~2k+007	55m+71.5m+48.5m	三跨連續鋼構箱型梁、樁基礎、支承採用盤式支承墊、梁端設置RC止震塊	無明顯受損
跨長榮大學校道高架橋 2k+667~2k+812	35m+65m+45m (梁深2.6m~5.0m)	三跨連續預力預力混凝土箱型梁、樁基礎、中間跨1端採上下構剛接、另1端支承及連續梁兩端支承採盤式支承墊、梁端設置RC剪力樺&高拉力鋼樺	無明顯受損
跨南160鄉道高架橋 3k+232~3k+440	59m+90m+59m (梁深2.8m~6.0m)	三跨連續預力混凝土箱型梁、樁基礎、中間跨1端採上下構剛接、另1端支承及連續梁兩端支承則採用盤式支承墊、梁端設置RC剪力樺&高拉力鋼樺	無明顯受損
簡支U梁橋 4k+520(R=300)	制式30m	樁基礎、支承採用橡膠支承墊、梁端設置RC剪力樺&高拉力鋼樺	無明顯受損
跨特定區6-3道路高架橋 5k+053~5k+165	29m+50m+33m (梁深2.45m~3.8m)	三跨連續預力混凝土箱型梁、樁基礎、中間跨2端採上下構剛接、連續梁兩端支承採用盤式支承墊、梁端設置RC剪力樺&高拉力鋼樺	無明顯受損
簡支U梁橋 5k+388(沿高鐵路線)	制式30m	樁基礎、支承採用橡膠支承墊、梁端設置RC剪力樺&高拉力鋼樺	無明顯受損

列車營運，尚須額外進行變位檢核，故其設計地震力及結構尺寸通常較相同規模之公路橋梁為大。此外，本次地震發生於上午3點57分，未有臺鐵車輛行駛，引致之地震力亦因而較小。

- 沙崙支線橋梁其標準化之結構為簡支梁橋為主，採橡膠支承墊，設有RC剪力樺、剪力鋼箱、RC止震塊等抵抗水平地震力；另部分跨路口之大跨度連續橋梁則採固接、伸縮端採盤式支承，並設有高拉力鋼樺、抗拉拔裝置或鋼製防落裝置，以防止落橋及束制位移。

三、高鐵臺南站附近高架橋

高鐵臺南站位於高鐵里程313k+650~314k+070，轄屬臺南市歸仁區，與臺鐵沙崙支線沙崙車站共站，由於站體結構採站軌分離方式設計，因此與高鐵主線係以高架橋梁相互連結，屬高架型車站。

鑑於高鐵台南站距震損之臺86東西向快速道路24號橋僅約2~3公里，且高鐵高架橋橋面電車線設施受損嚴重而影響營運，為了解高鐵台南站附近橋梁結構體是否因本次地震而有損壞情形，故派員至附近橋梁進行初步勘查。

(一) 高鐵台南站附近高架橋結構

高鐵路線(含高鐵台南站)於台南及高雄地區境內結構型式皆為高架橋，除跨越鐵路及河川之非制式橋梁外，大部分係採

制式橋跨設計(跨距30m，如圖75所示)，位於臺86東西快速公路以北之上構型式為簡支箱型梁(墩帽支承採盤式支承墊、梁端設置鋼製剪力樺)、以南則為單跨，並與墩柱剛接之箱型梁。

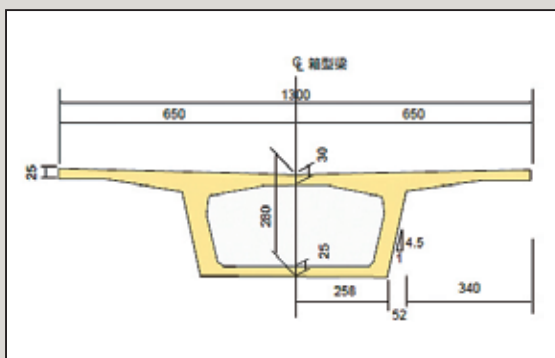


圖75 高鐵箱型梁標準斷面圖

(二) 震後初勘

經本公司派員至高鐵臺南站附近高架橋進行初步勘查結果，橋梁設施(如墩柱、箱梁、支承設施等)並無有明顯損壞之情形。

(三) 橋梁未損壞原因探討

高鐵高架橋梁未因本次地震而有明顯受損，經初步探討原因如下：

1. 高鐵橋梁設計主要依據台灣高鐵公司研提之土建設計規範，經交通部同意後辦理，其設計除考量列車反覆載重對橋梁結構與材料產生疲勞效應、軌道與結構互制作用、舒適度、撓度及位移之限制等需求，同時橋梁結構須承受之列車速度較高，因此其設計標準及活載重(軸重25.5噸)等均比公路橋梁及一般鐵路橋梁(正線採K18，軸重18噸)之設計標準為高。
2. 依該規範，採用之設計地震力為相對於

950年迴歸期之地表加速度，標準大於一般耐震設計規範採475年者。另發生時間恰無列車行駛、梁端設置鋼製剪力樺(北段)或梁柱採剛接(南段)等，皆可能為橋梁未損壞之原因。

伍、勘災心得

- 一、本次地震因場址效應造成臺南地區震度達五級以上，部份測站所測得之最大水平向PGA值更已接近震度5級的上限值，甚至新化區達7級，導致臺南地區的災情較慘重。此外，部份測站(如善化測站)的東西向地震波，在週期約0.4~0.6秒範圍則有大幅高出規範值的情形。
- 二、本次地震並非由已公告之活動斷層所引發，從所蒐集的強地動震波圖顯示，震央西側的平原區所測得的最大地表加速度遠大於東側的山嶺區，與其地質條件存有很大的關係，可能為場址效應所造成。
- 三、本次土壤液化造成之災害狀況包括地表噴砂、地表下陷、維生管線及排水系統受損、建築物沉陷傾斜、裂縫與地板隆起，雖未直接造成人員傷亡，但建築物的使用性卻大為下降，維生管線可能鬆脫或拉斷，區域排水亦可能發生問題。建議政府單位應以本次災害為借鏡，積極從事土壤液化之國土規劃與防災的相關工作。
- 四、本報告蒐集臺南地區地質鑽探資料建立地質資料庫，並進行土壤液化災害潛勢分析，分析成果與本次災點局部相關，誤差產生的主要原因在於沖積層的地層變異性大，且既有地質鑽孔密度不足，尚不足以充份反映廣大範圍之實際狀況。另依據分析結果，

臺南地區北側(鹽水溪以南至安平港)之土壤液化潛勢較高，工程開發時應預為因應。

五、本次橋梁受損主要為砂漿墊破裂及盤式支承破壞，造成橋面產生橫向位移，因此針對防落設施之要求除橋軸向外，於橋橫向亦須加以檢討以避免落橋。

六、本穿越橋之耐震設計規範係採84年版，因此針對同一時期或依據更早設計規範，須加以檢討，如有必要須盡速辦理補強作業，使滿足98年版耐震設計規範要求。

七、為利防災考量，每一公路橋梁段，養護單位可預備一套橋體支撐鋼構架設計圖，一旦有橋體受損，可立即運用，縮短救災時間。

八、臺鐵工務養護單位於震後除啟動轄區高架橋面上軌道及機電設施巡檢外，亦應就橋面下設施如墩柱、支承、防落橋裝置及附

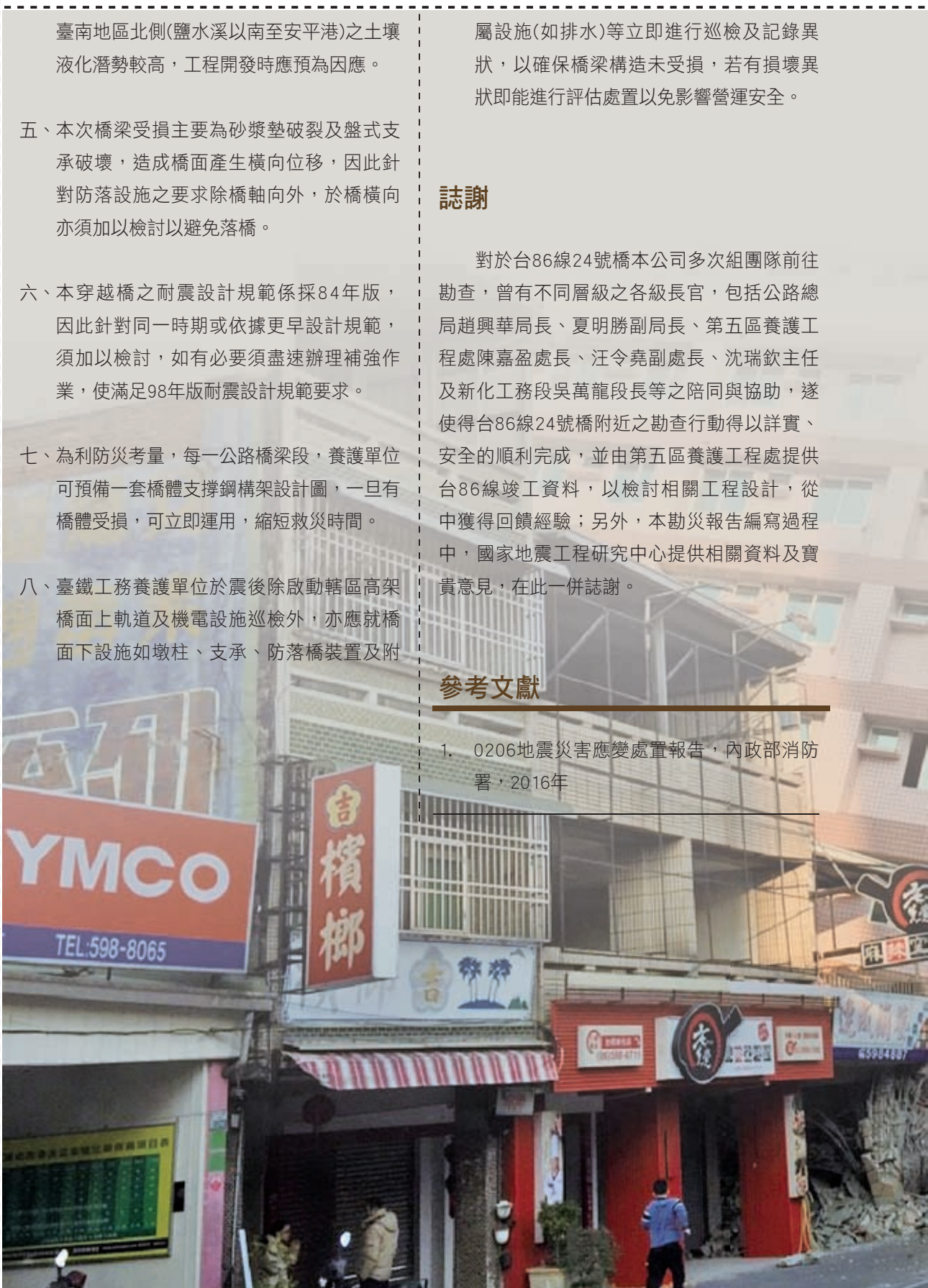
屬設施(如排水)等立即進行巡檢及記錄異狀，以確保橋梁構造未受損，若有損壞異狀即能進行評估處置以免影響營運安全。

誌謝

對於台86線24號橋本公司多次組團隊前往勘查，曾有不同層級之各級長官，包括公路總局趙興華局長、夏明勝副局長、第五區養護工程處陳嘉盈處長、汪令堯副處長、沈瑞欽主任及新化工務段吳萬龍段長等之陪同與協助，遂使得台86線24號橋附近之勘查行動得以詳實、安全的順利完成，並由第五區養護工程處提供台86線竣工資料，以檢討相關工程設計，從中獲得回饋經驗；另外，本勘災報告編寫過程中，國家地震工程研究中心提供相關資料及寶貴意見，在此一併誌謝。

參考文獻

1. 0206地震災害應變處置報告，內政部消防署，2016年



2. 0206地震災害應變處置報告-危險建築物緊急評估，中央災害應變中心，2016年

3. 206美濃地震初步勘災簡報_建築物，國家地震工程研究中心，2016年

4. 2016.02.06高雄美濃地震概要，國家實驗研究院，2016年

5. 2016-02-06 ML 6.4高雄市美濃區地震，台灣地震科學中心，2016年

6. 2016年第006號地震報告，中央氣象局，2016年

7. Google earth 街景影像(<https://www.google.com.tw/maps>)

8. Safe Taiwan安全臺灣風險管理協作平台(<http://www.safetaiwan.tw/web2/main.php>)

9. 公路總局第五區養護工程處提供台86線竣工圖

10. 交通部中央氣象局網站

11. 交通部鐵路改建工程局「臺鐵臺南沙崙支線計畫工程委託技術及施工監造服務-工作總結報告」，台灣世曦工程顧問股份有限公司 2012.06

12. 建築物耐震設計規範，內政部營建署，2011年

13. 2016.02.06高雄美濃地震彙整簡報V5.0，國家實驗研究院，2016年

14. 都市防災地質資訊整合分析與建置(2/4)，中央地質調查所，2015年

15. 張荻薇等人，「2011年東日本大震災災後六個月勘災報告」，中華技術，第93期，2012.01



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

本期主題為「跨與拓」，「跨」代表的是空間地域的跨越，而「拓」代表的則是完成跨越所需要的「動力」與「決心」。「國內業務的萎縮」及「公司高層的推力」是拓展海外市場的唯一動力，前者會促使相關主管主動的向海外尋找商機，後者則會促使相關主管做出一定的海外業績。台灣世曦公司近年來之海外業務發展已面臨瓶頸，若無上述推動力量，不易再有所突破；在目前國內業務量穩定、任務吃重之情況下，將持續維持現有海外業務的運作量，並在現有基礎下逐步拓展海外業務，擴大海外市場的參與。

感謝「中華民國對外貿發展協會」陳英顯處長百忙之中撥冗接受專訪，提供諸多寶貴資訊與建言；同時也感謝撰寫專題報導的諸位作者，貢獻心力分享實務經驗。

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三份及原稿電子檔，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。
- 111期中華技術專輯主題／橋的防災與延壽
出刊日：2016年7月31日

 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>