



新式預鑄工法 應用於 高層隔震建築 之規劃及施工成果

張 圻／遠揚營造工程股份有限公司 TPKB工務所所長、專任技師

魏世玉／遠揚營造工程股份有限公司 副總經理

鄭燦鋒／遠揚營造工程股份有限公司 董事長

預鑄工法即有如樂高 (LEGO) 積木般，透過模組化、標準化及自動化的構件設計生產流程，於現場進行成品的接合及組裝，不僅減少現地施工項目，並可同步進行多種工程，大幅縮短施工日程，亦降低氣候及工班不易控管等變數。在工期、人力、施工品質及工地清潔環保等方面，均較傳統工法為佳。在工地技術人力逐漸短缺、工安環保要求至上的未來，建築工業化是必然的趨勢，而預鑄工法亦或將成為建築工業之新藍海。

在此藉由本公司『遠揚 T-PARK 專二 B 區集合住宅大樓新建工程』(以下簡稱本工程)，於現場導入日本新式「雙蓮根梁預鑄工法」於高層隔震建築之規劃及施工成果分享，期能為預鑄工法之推廣與應用略盡綿薄之力。

建築概要及建物內容

1. 工程地點：新北市板橋區亞東段 980-3 等 8 筆地號
(南雅南路二段 / 遠東路口)
2. 基地面積：5,122.0 m² (1,549 坪)
3. 建築面積：1,328.5 m² (402 坪)
4. 地板面積：28,706.4 m² (8,683 坪)
5. 建物高度：建物高度 99.95 m，屋突高度 9 m
6. 開挖深度：GL-13.45 m
7. 建物規模：地上 27 層 / 地下 3 層 / 屋突 2 層
8. 建物構造：RC 造 (免震構造)
9. 地下結構工法：順打工法
10. 地上結構工法：3FL 以下場鑄順打工法，3FL 以上
架構式 PCa 工法
11. 外壁裝飾：耐候性塗裝、仿石塗裝、GRC 垂直飾
條、水平鋁版飾條



圖 1 本工程外觀完成圖

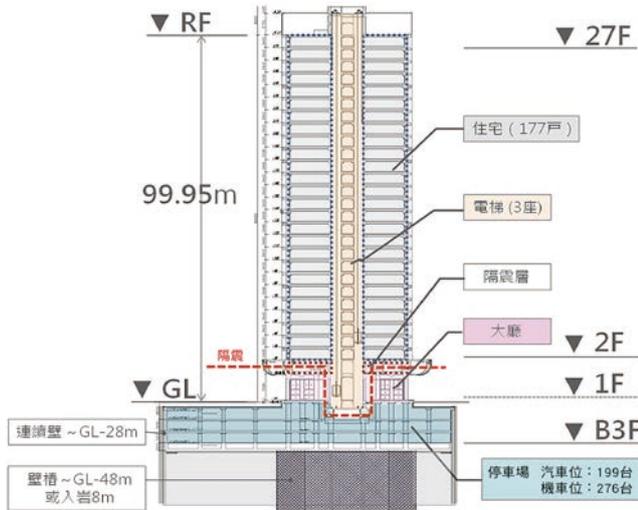


圖 2 建物內容圖

前期預鑄系統規劃重點

預鑄工程於構件製作及施工前之系統規劃極為重要，其重點為：

1. 結構系統合理：對稱、模組化、合理柱距、梁柱對心
2. 選擇適當強度：保持統一柱梁尺寸
3. 考慮施工尺寸：選用大號數鋼筋
4. 選擇合適工法：預鑄、鋼筋續接位置
5. 避免現場澆築：RC 牆確保韌性、增加施工性

本案經設計及施工團隊事前多次討論後，確認之預鑄系統規畫成果如圖 3 至圖 6。

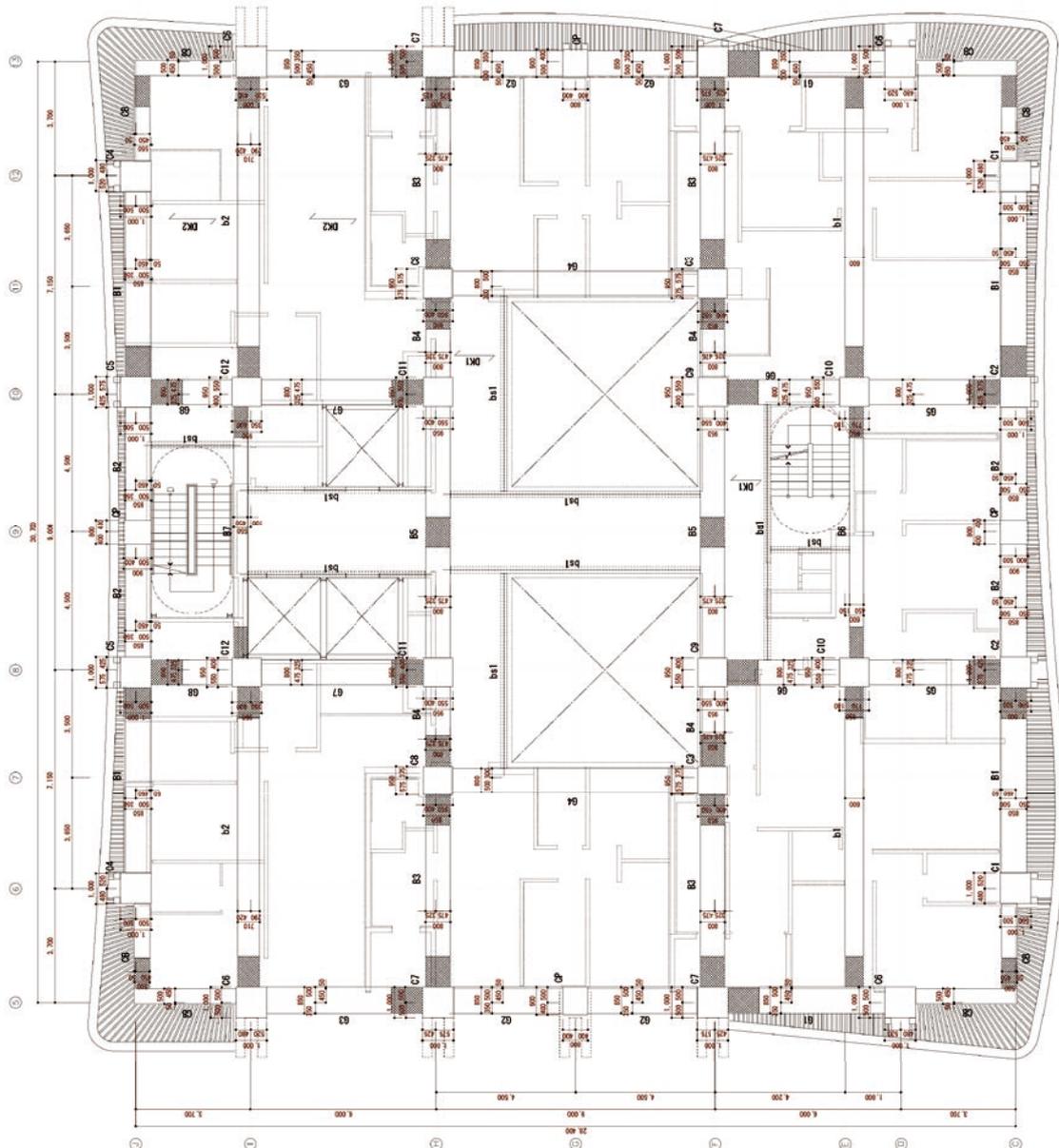


圖 3 本工程預鑄系統初始梁柱分割圖

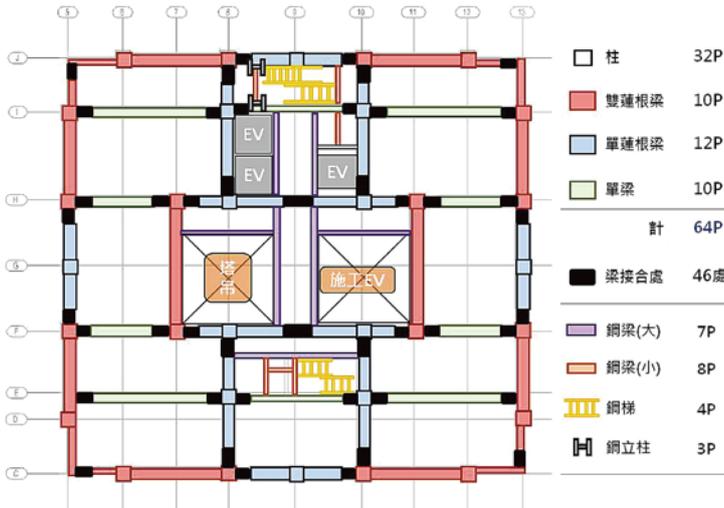


圖 4 本工程預鑄系統定案平面圖 (標準層)

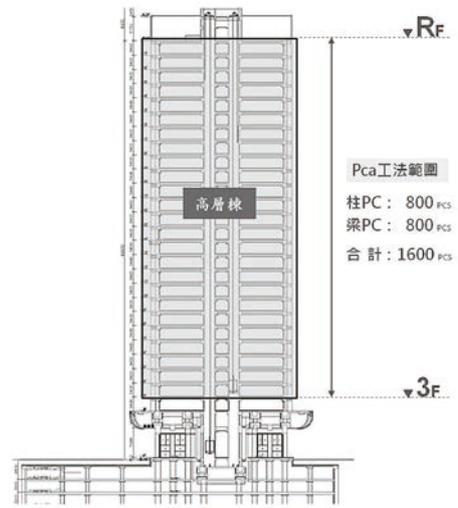


圖 5 本工程預鑄系統定案樓層圖

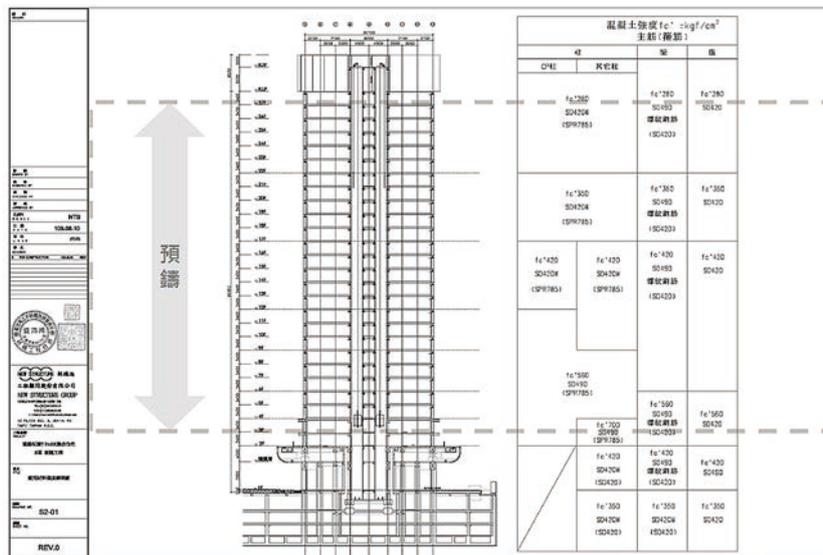


圖 6 預鑄材料強度架構圖

構件生產及現場吊裝前之預備工程

本工程引進日本最新式「雙蓮根梁預鑄工法」構築，採梁柱接頭預鑄方式施工，與台灣傳統預鑄工法梁柱接頭採場鑄方式不同，故其構件製作及吊裝精度均需控制於 3 mm ~ 5 mm 之內，否則於現場施工時將造成無法接合之局面。

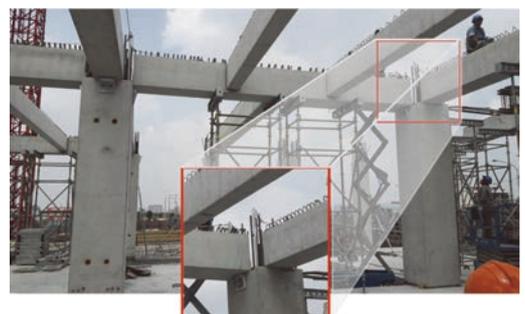


圖 7 台灣傳統預鑄工法 (梁柱接頭場鑄，容許誤差量大)

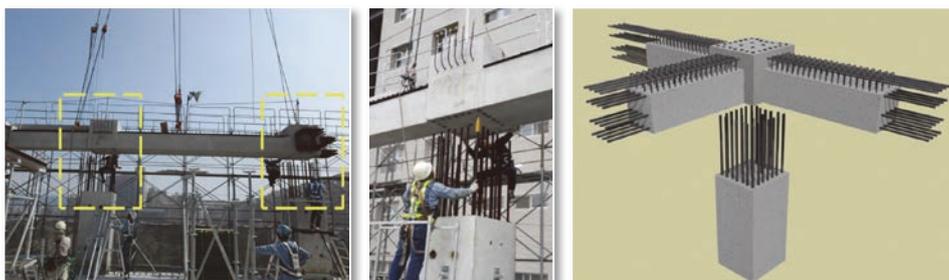


圖 8 新式雙蓮根梁預鑄工法 (梁柱接頭預鑄，製作及吊裝精度需求高)

因係國內首案，為免日後正式施工困難，本工程於構件正式量產及吊裝前，聘請日商技術人員，於預鑄廠內先行試作實體構件，並進行實尺寸構件吊裝，於過程中歷經數次反饋檢討，於正式量產及現場實際施工時過程順利，構件製作及吊裝精度均控制在 5 mm 之內，更達成 7 天一樓層之構建速度。



圖 9 預鑄廠構件試作及研討實況



圖 10 預鑄廠內實體模型吊裝研討實況



圖 11 本工程循環工期表參考圖

現場工期規劃及吊裝實況

預鑄工程於施工前，必須依據團隊施工經驗、現場工法、預鑄構件數量，塔吊等假設工程配置及規劃相關考量，研擬預鑄循環工期（吊裝起始日至灌漿日），並依據循環工期，詳細規劃各樓層施工項目，使

用機具及材料數量，排定每日各工項分時進度表，本工程初始預定循環工期為 6 日 / 循環，後因水電配管工項取消原規劃之 SI 工法，改採現地配管方式施工，故增加 1 日工期變更為 7 日 / 循環，經數樓層學習曲線後，亦達成原定 7 日循環工期之目標。圖 11 至圖 13 為本工程循環工期、每日分時進度及現場吊裝實況參考圖。

		第一天										
		07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00
塔吊			置料(塔吊功率:8min/吊) (提升速率:50m/min)					PC梁安裝 (8p*30min=4hr)				
300 輪吊						推塔		PC梁調整平衡				
1F			預備吊裝配件進料					PC梁進倉				
N層	JV放樣	吊裝放樣						PC梁安裝(外置儲槽)				
	基準	梁位線						(8p*30min=4hr)				
		置料						梁梁連接&梁筋移放				
		(24p*8min=3.2hr)						(4處)12min*4=1hr)				
		a.梁底支撐x2 b.柱斜撐x2 c.系統模板x2										
		d.系統模板支撐x2 e.重型支撐x4 f.測量工具腳架x1										
		g.吊裝工具鉗鉗x1 h.砂漿灌注機具x1										
		j.施工架x5						柱頭(先)+柱底(後)封模				
		梁底支撐放置支撐位置						(16p*外圍柱頭(先)+柱底(後))*6min=3.2hr)				
		(94p*1.5min=2.4hr)										
	柱斜撐架設											
	(64p*6min=6.4hr)											
	重型支撐架組裝											
	(16p*25min=6.7hr)											
	系統底模架設+系統底模支撐位置						系統底模架設					
	(4p*6min=0.4hr)+(188p*1.2min=3.8hr)						(44p*6min=4hr)					
	外圍施工架爬升											
	6hr											
	開口部施工架爬升											
	7hr											
N-1												

圖 12 本工程每日分時進度表參考圖 (第一日)



圖 13 新式蓮根梁預鑄工法現場施工實況圖

營建自動化 / 配合預鑄循環工期引進自爬式施工鷹架

傳統式施工鷹架，於現場組裝時需耗費大量人力及時間，以本案目標循環工期 7 日 / 循環為例，每循環第一日上午即須完成架體升層，以利下半日吊裝作業開始。以傳統鷹架組裝工率而言勢必無法達標，且傳統鷹架於組裝及拆除時，人員均須於架上高空作業，故為避免缺工狀況日趨嚴重影響樓層構築速度，

並增進工安。特參考預鑄工法大量使用之日本及中國工程現狀，引進自爬式施工鷹架，朝營建自動化之目標大幅邁進。

其於現場地面單元組裝完成後，以塔吊吊至樓層固定，並利用電動鍊條系統爬升，每次爬升僅需 30 至 40 分鐘即可到達定位，對預鑄工程達成預定循環工期而言，不可或缺。

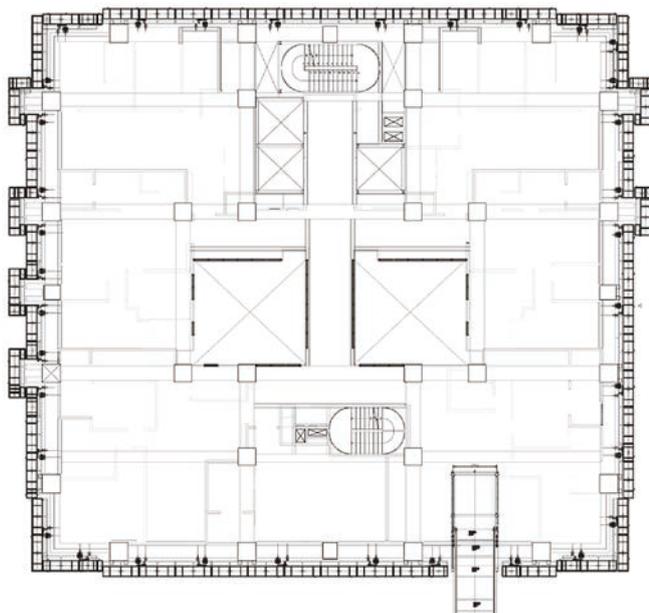


圖 14 自爬升式鷹架平剖圖



圖 15 自爬升式施工架現場使用實況



圖 16 自爬升式施工架現場組裝實況



圖 17 自爬升式施工架爬升完成實況

營建科技化 / 工程導入建築空間資訊模型 (BIM)

本工程於施工初始階段即導入 BIM 作業系統來檢討各施工界面，將傳統施工的 2D 圖面，轉為帶有資訊之 3D 模型，減少傳統建築空間整合作業上的資源浪費及盲點，以本案隔震器安裝為例，參考圖 18 至圖 22，BIM 作業系統應用如下：

1. 前期應用於隔震器碰撞檢討
2. 中期用於隔震基座鋼筋綁紮、端板、阻尼器等相關物件安裝檢討，並以檢討成果製作實體模型反饋修正。
3. 後期利用實體模型綁紮經驗製作施工工序動畫，以便現場實際施工時了解正確工序運用 BIM 系統作業結果，隔震層整體施工過程順暢並無鋼筋拆除重作狀況，隔震墊吊裝之精度亦於規範值內順利安裝並無端版修正或擴孔情形，現場實際施工狀況參考圖 23 至圖 24。

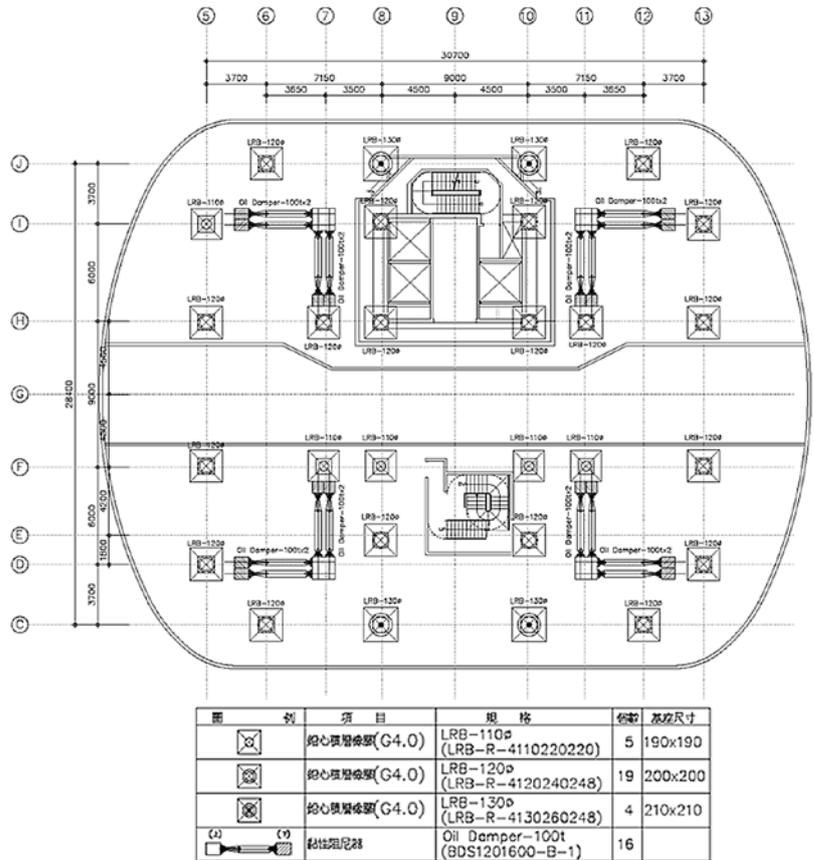


圖 18 本工程隔震器平面配置圖

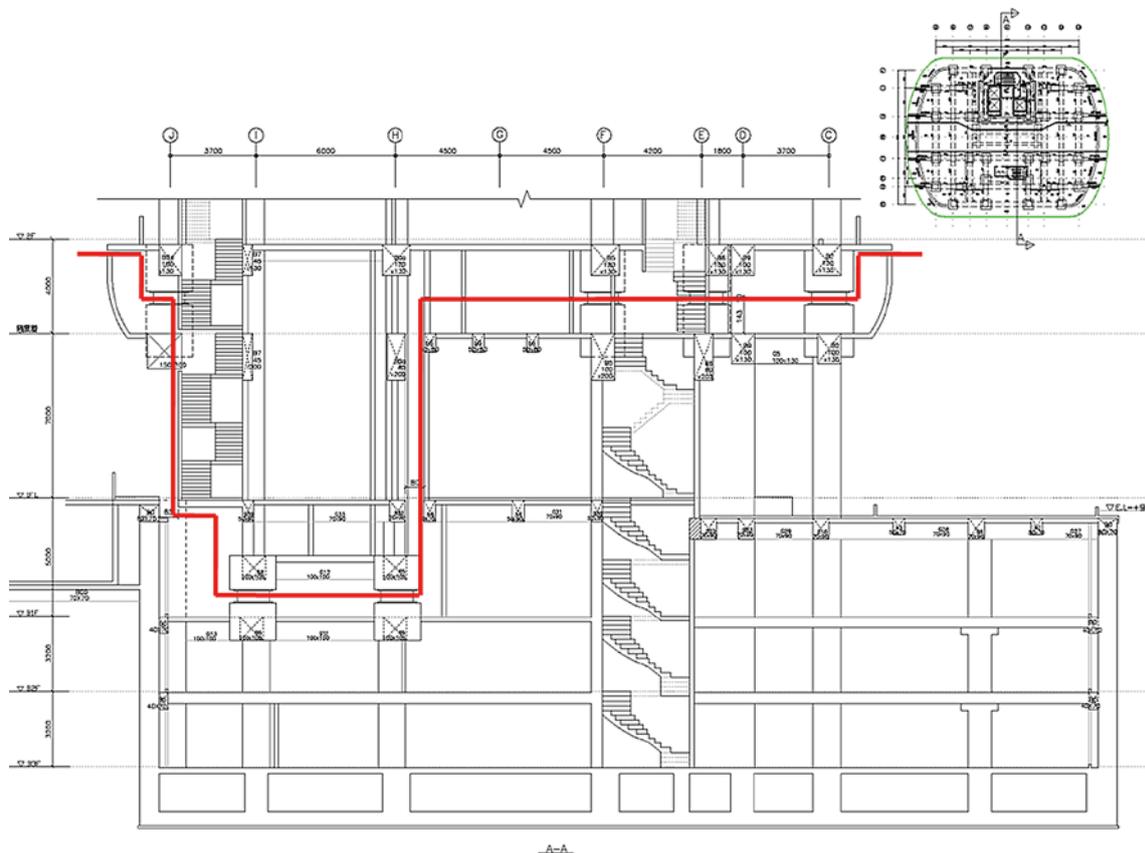


圖 19 本工程隔震層剖面圖

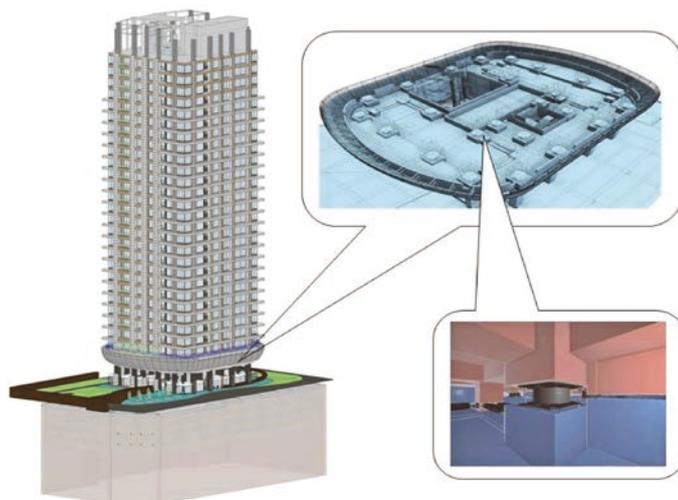


圖 20 隔震層碰撞檢討成果 (BIM)

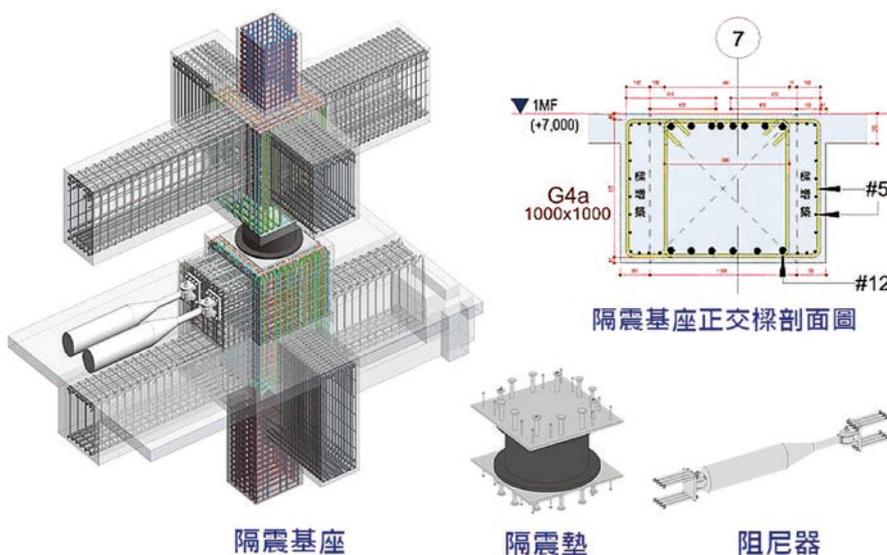


圖 21 隔震基座鋼筋及相關配置界面檢討圖 (BIM)



圖 22 隔震基座鋼筋及相關配置實體模型施作實況 (依 BIM 檢討結果製作)



圖 23 隔震基座現場施工實況圖

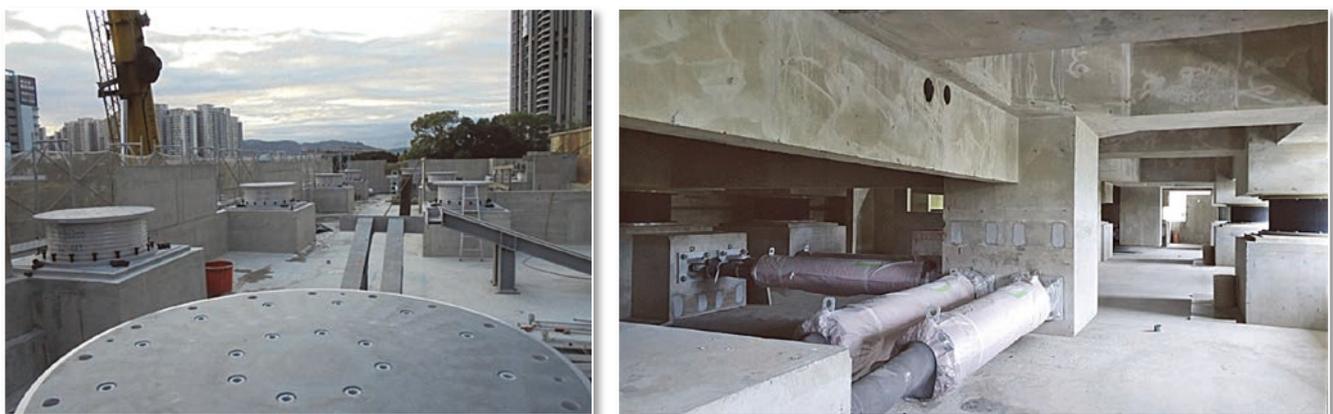


圖 24 隔震器現場吊裝及隔震層完成圖

結語

本次遠揚營造及亞利預鑄工業，結合日商鹿島建設暨中鹿營造，引進日本最新一代「雙蓮根預鑄工法」，實際應用於新北板橋區之高層隔震建築『遠揚 T-PARK 專二 B 區集合住宅大樓新建工程』，成果斐然，構件製作及吊裝精度均控制在 5 mm 之內，更達成 7 天一樓層

之構建速度，而在預鑄工法的大概念下，另於施工階段導入自動爬升式施工架及建築資訊模型（BIM）等軟硬體。亦達預期之成效，並朝向營建自動化、科技化之目標邁進。希望藉此篇施工成果簡介，拋磚引玉，為營建工業化之推展提供相關參考經驗。 