



承先啟後－逾三十年的願景 桃園市草漯市地重劃區帶動 桃園地區發展

桃園市政府新建工程處處長 / 曾清祥

亞新工程顧問股份有限公司城鄉發展部經理 / 李泓彥

亞新工程顧問股份有限公司數位工程發展部正工程師 / 黃文俊

亞新工程顧問股份有限公司城鄉發展部正工程師 / 辛承烈

亞新工程顧問股份有限公司城鄉發展部工程師 / 蘇裕詠

亞新工程顧問股份有限公司城鄉發展部工程師 / 陳友瑞

關鍵字：草漯、市地重劃、土地開發、BIM

一、緣起

「觀音（草漯地區）都市計畫」於民國71年11月3日發布實施，並於民國97年審核通過第二次通盤檢討。為配合市地重劃整體開發之期程，及確保計畫具體之可行，採分階段核定辦理，共區分為兩階段。第一階段實施發布之計畫為已重劃地區、再發展地區、農業區及夾雜在待重劃範圍內且不宜列入重劃之公共設施用地（包括灌溉設施專用區、文高（職）用地、體育場用地、機（四）用地、電路鐵塔用地、變電所用地等）。

第二階段需扣除第一階段已發布實施之開發範圍，將其餘以市地重劃方式整體開發，共分為六個開發單元，其中第二區開發單元已完成市地重劃工程。為加速地方之建設，著手辦理其餘開發單元，其中第一、三、六區開發單元為政府公辦市地重劃；第四、五區開發單元為民間自辦市地重劃。

經35年市政府及相關單位的努力，爰於106年10月27日公告辦理「桃園市觀音區草漯第一、三、六區整體開發單元市地重劃統包工程」（圖1），由桃園市政府新建工程處委



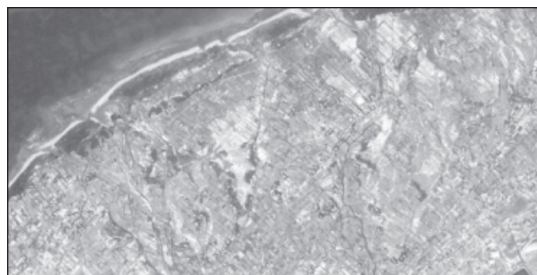
圖 1 都市計畫細部計畫圖

託皇昌營造股份有限公司及亞新工程顧問股份有限公司，辦理計畫區內相關統包開發工程。

二、從沙丘之濱到田園城市之築城美夢

草漯位於觀音海濱，從地名由來得知本區域地理位置受海風影響，經1969年衛星影像可以看到沙岸白色海岸線，以及保有大片農田，於1982年觀音工業區開始開發後，基地南側農田也開始長出廠房，至2005年衛星影像就可更清楚窺視（圖2~4）。

因為特殊的海濱地形，草漯沙丘成為桃園地區特殊景觀，桃園市政府與林務局於2010年因所處區位於特定之夾角，使季風搬運的砂粒堆積於草漯沿岸（圖5），整體沙丘



（資料來源：中央研究院數位典藏資源網 / 臺灣百年歷史地圖）

圖 2 1969年草漯地區衛星影像



（資料來源：中央研究院數位典藏資源網 / 臺灣百年歷史地圖）

圖 3 1990年代草漯地區衛星影像



（資料來源：中央研究院數位典藏資源網 / 臺灣百年歷史地圖）

圖 4 2005年草漯地區衛星影像

隨時間及周邊地形、人工設施產生多樣的動態變化，使得此區在地質條件、地形特徵的變化及景觀的保存上極具學術及教育意義而成立草漯地質公園。



圖 5 草漯沙丘海岸



圖 6 草漯願景模擬圖

配合整體市地重劃都市開發理念，整體景觀設計構想延續空間定位及設計策略以「流動草漯·留在草漯」，並依循既有環境紋理，埤塘、水圳和廣福溝支線等藍帶系統搭配原有樹木移植，以及植栽綠美化創造的綠廊與草徑系統，創造不同主題和特色的景觀停留點，建構以「里山·里川」為出發，「移居·宜居」為概念的田園城市整體景觀願景（圖6）。

景觀設計以石塊堆砌作為基礎之生態工法整治富林溪廣福溝支線，透過河濱步道與



圖 7 水之丘、風之谷座落位置



圖 8 水之丘公園

草徑的建置結合原有福德祠設計風之谷公園，融入當地既有的豐富地景，以里山生態教育為主題建設具地標性景觀的水之丘主題公園結合桃園特有埤塘「農漁共生」文化，延續先民踏草而來的歷史傳承技藝，打造以綠色公園草地和埤塘特色飼料桶之意象結合之整體景觀（圖7~8）。另設置樹木銀行讓喬



表 1 循環經濟材料減碳量

	瀝青混凝土刨除料 (R60)	CLSM 添加焚化再生粒料	焚化再生粒料 應用於環保地磚	瀝青混凝土鋪面 添加氧化矽
使用量	21,600 m ³	8,209 T	2,000 m ²	436.4 T
減碳量	40,306 KG	678,447 KG	12,400 KG	60,847 KG

木永續生長，讓樹在草澤內流動尊重環境，創造「流動草澤，留在草澤」的移居環境。

三、永續設計理念

空間的流動，成為時間流動的痕跡；時間的流動，也做為空間流動的註記。草澤的開發歷史演變，從一個桃園邊緣的海邊沙丘地景，隨著人的流動，逐步成為觀音的小聚落，未來，配合新的市地重劃，以及周邊工業區的發展，同時，依循著前述「里山·里川」的開發理念，將會成為指標性的濱海宜居城市，其都市生活型態在發展下將朝向結合人本城市、智慧城市、永續城市、宜居城市、低碳城市以及花園城市的定位策略，整合理念設計成果亦獲中華民國景觀學會第七屆臺灣景觀大獎佳作。

本工程為達低碳節能目標，依桃園市政府推廣部份工項採用經濟循環材料，新設計畫道路鋪面碎石級配層部分使用瀝青刨除料 (R60)，鋪面面層鋪設含氧化矽瀝青混凝土，公園人行道鋪設添加焚化再生材料之環保地磚，道路路燈導入智慧節能維護監控系統達節能省電目標，控制性低強度回填材料 (CLSM) 添加焚化再生粒料，以鋼線網取代部分鋼筋施作減少營建廢棄物產生...等。全區約減少792,000kgCO₂e的排放量，約等同於2座大安森林公園一年之吸碳量，詳表1。

本計畫穿梭於既成區及民間自辦市地重劃區之間，過多的工程行為或改道都有可能影響居民生活品質，因此設計階段便思考如何在施工期間降低對民眾的侵擾。原忠孝路在基本設計中採取半半施工之方式拓寬，



圖 9 忠孝路改道動線圖



(資料來源：皇昌營造股份有限公司)

圖 11 半自動化場鑄鋼模

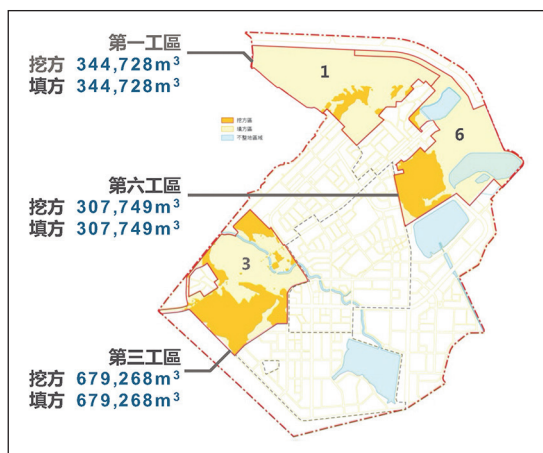


圖 10 第一、三、六各工區獨立土方平衡

惟考量共同管道開挖可能造成路邊坍方危害，將忠孝路封閉另新闢替代道路提供民眾通行，保障用路人之行車及施工人員之安全（圖9），污水下水道工程則採優於基本設計需求於覆土深度4m以上即採推進工法施工，降低施工風險及開挖影響。橋梁設計將橋台退出河川治理計畫線及用地範圍線外，採不破堤方式保護既有河岸景觀，加速施工排程

不受汛期影響並減少施工風險。

整地工程應盡量符合現況地形進行設計，避免大規模的挖方、填方與既成區及區外地勢順修銜接避免構造物設置。不同於原基本設計的3區總土方平衡，細部設計階段則多加考慮了打除料的再利用、再檢視各控制條件重新設計達到了各區內獨立土方平衡（圖10），除能節省工程直接成本、更名為施工廠商減少運輸及時間成本也能有效的降低因工程而影響周遭民眾的生活。

施工階段時逢新冠疫情期間，故在施工人員及材料上都與以往工率天差地遠，考量現況及加速工進，本案採用了半自動化場鑄鋼模替代傳統模板克服人力不足（圖11），另採用點焊鋼線網取代部分箱涵及側溝鋼筋解決了材料短缺，污水人孔及資源區採用預鑄材料提高效率，目的就是為了能讓工程如期如質的完工，在統包廠商優良的技術下完成

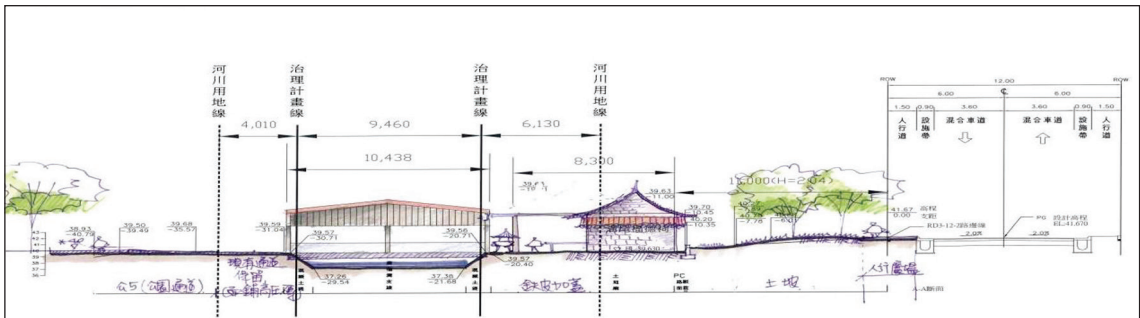


圖 12 福德祠保留手繪圖

高品質成果，讓本計畫榮獲桃園市政府第四屆金品獎肯定。

風之谷公園內的福德祠過去就是當地居民重要信仰中心，設計階段即多次與各單位溝通和協調，施工中仍維持當地信仰活動，最後成功將福德祠原地保留，並且與公園進行整體規劃和設計，後續也將會繼續在原地守護著草漯居民（圖12）。

延續草漯經過風、樹、水和沙的流動所造就的地景，以及隨著時間和空間轉動繼續訴說在地故事和文化，將上述意象融入設計階段，以不過度破壞地景、保留傳統文化及永續之設計概念落實於草漯新宜居城市（圖13）。

四、永續透水城市

桃園地區素有「千塘之鄉」之美名，可想而知，本計畫基地內灌溉排水渠道分佈是多麼細密、錯綜而複雜；爰此，如何能在

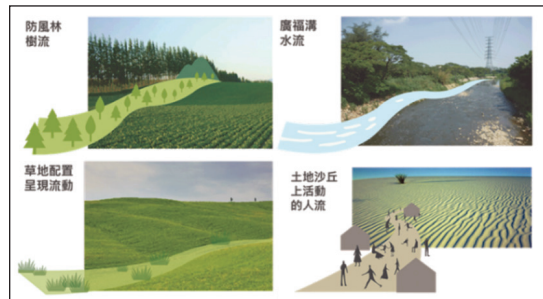


圖 13 草漯規劃構想

「灌排分離」前提下，兼顧「不增加區外排水負擔」、「維持既有灌排功能」之原則進行市地重劃的土地開發行為，並優化前期基本設計之內容，實是一項艱鉅的任務與挑戰。

首先在排水系統方面，本計畫區除位於富林溪之流域範圍內，另亦位於無名溪、草漯溪幹線與崙仔坪幹線所轄之集水區（圖14），目前除富林溪（屬桃園市管河川）已於105年完成治理規劃報告並公告外，其餘排水幹線皆尚未完成相關之治理規劃；經逐一檢討釐清後，續以「不改變集水分區」方式配



圖 14 本計畫區域水文現況圖

置雨水下水道系統，並在系統下游設置滯洪設施，調節因本計畫開發而增加之地表逕流量，藉以達到不增加區外排水負擔之目的。

除符合上述之設計目標及規範外，本計畫也全力朝向低衝擊開發設施（LID）進行規劃（圖15），以分散式、小規模的就源處理設計，通過滲透、過濾、貯存、蒸發及延遲逕流等工程設計達到減洪、環境綠化、調節微氣候及提升都市景觀美質等目標。

此外，本計畫還涉及了「保安林地保留」、「全區總合滯洪調節」及「既有埤塘與農灌水路維持」等設計課題，茲逐一說明如下：

（一）保安林地保留

區內西北側為既有保安林用地，現況如圖16所示，其於基本設計階段規劃設置有滯洪池，經本計畫與公部門協調及評估整體生態環境等因素後，決議須避開該保安林範圍



圖 15 低衝擊開發設施規劃

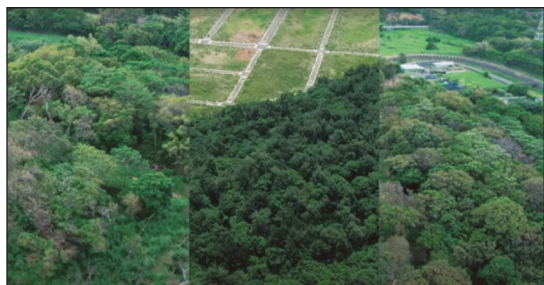


圖 16 保安林地現況

進行開發，將原基本設計階段所規劃之一座滯洪池拆分為二座，另以地下箱涵方式進行連通（既有道路側），盡可能不破壞原有之林地生態，藉以將工程開發行為對環境的衝擊減至最低。

（二）全區總合滯洪調節

伴隨著區內都市計畫之重劃開發，不透水之表面積驟增，將導致降雨延時縮短、地表逕流增加，進而造成區外下游排水之負擔；本計畫係藉由重劃開發時新設之雨水下水道系統匯集地表逕流後，透過滯洪池調節降雨之洪峰流量，並控制其出流量須小於下游排水設施之斷面流量作為設計條件；另由於本市地重劃案全區能施設滯洪池之用地有限，故本計畫採「總量管制」方式（即全區總放流量小於出流管制量）進行總合性滯洪檢討，針對尚有餘裕之滯洪用地空間，藉由調降其滯洪池之放流量、加大其容洪量體，以達成整體開發不增加區外排水負擔之目標。

（三）既有埤塘與農灌水路維持

本計畫開發後為保留原始埤塘及灌渠生態景觀，將配合都市計畫內容進行農灌水路之改道，且於施工中及完工後依各工作站需求，以專用溝渠方式進行配置，以確保供給區內埤塘及區外下游灌渠足夠之水量；此外，區內原有埤塘在保留原有儲水功能之情況下調整進、出口水道位置，並維持埤塘應有之水覆蓋面積。

統整本計畫灌溉及排水工程項目，經重劃開發後總計共施作約6萬公尺長之灌溉排水路，並設置有9座滯洪池設施（提供約14萬立方公尺滯洪量），並結合了當地之埤塘意象及生態環境，融入了公園設計之中（如水之丘，圖17所示）。綜觀本計畫灌溉排水工程之設計成果，除了可以達到「不增加區外排水負擔」及「維持既有灌排功能」之功能目標外，不再只是生硬、灰冷、有距離感的鋼筋混凝土構造物，而是已蛻變成爲柔和、融合藍綠，且兼具滯洪防災與休閒遊憩功能的親水設施，對原有埤塘景觀之意象保留以及區域環境生態之永續發展，亦貢獻出最大的努力。

五、數位化工程 BIM 應用

近年來政府大力推廣大型土地開發及智慧城市規劃，本案市地重劃工程亦導入BIM及GIS數位化技術，本案一、三、六工區總



圖 17 兼具滯洪防災與休閒遊憩功能之公園 - 水之丘

計約148公頃，工區範圍廣泛，且地下管線系統多樣性，自設計階段配合設計整合檢討作業，進行各專業模型建置整合檢討，延伸至施工階段配合施工進度及現場施工可行性進行滾動式修正檢討，最終完善竣工模型。透過數位化的BIM技術應用，大幅提升整合檢討效率，其成果取得中國土木水利工程學會工程數位創新應用獎。

(一) BIM 設計階段應用特色

本案地下管線系統主要包含：共管、自來水、污水、排水等系統，因系統多樣化，且涵蓋區域範圍廣大，如何提升模型建置效率及準確性，將是本案項重大挑戰。

1. 自動化建模程式開發

為提升建模效率及正確性，除一般建模方式外，開發自動化建模輔助系統，快速將設計線型資料導入，透過Dynamo程式撰寫進行自動化建模，加速模型建置效率。

2. 設計衝突整合檢討

各系統模型建置完成後，將進行系統整合套疊檢討，以輔助執行介面衝突、施工可行性及管線空間合理性檢討，以重力流（污水、排水）管線為優先考量，於設計階段排除管線衝突，以非重力流管線共同管道為例：閃避原則若遇重力流管線，提前10m以不大於1:5之坡度作下潛閃避（視下潛高度另行調整提前距離），若遇閃避不及情況，

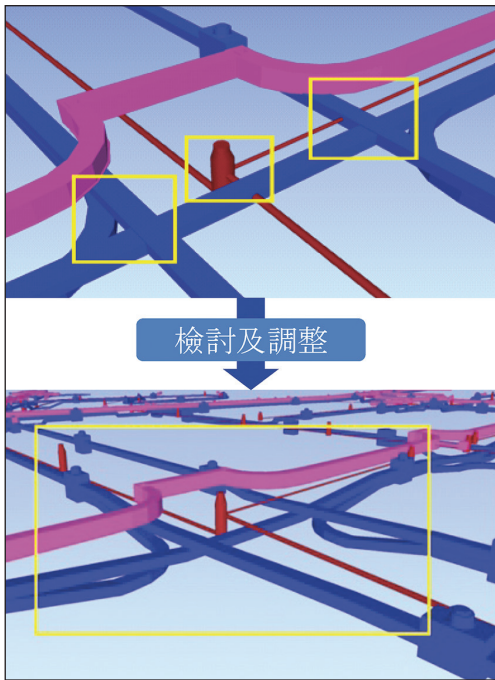


圖 18 管線衝突檢討及預先閃避作業

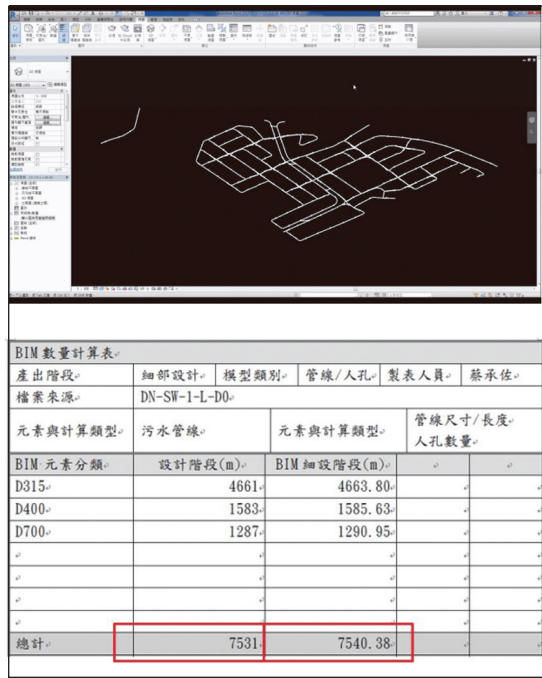


圖 19 模型數量與設計數量檢核

則以大月灣型式閃避。

基於上述閃避原則進行衝突檢核，並將檢討之相關紀錄製作衝突檢核報告，詳圖 18 於衝突檢核報告中明確標示衝突點及相關衝突說明，反饋設計進行解決方案評估，提前解決可能產生之衝突問題，並做好追蹤管控作業，有效提升設計品質，降低施工衝突。

3. 設計數量檢核

本案BIM模型管線建置檢討完成後，應用軟體數量計算功能，產出各系統管線數

量，並與設計數量進行比對，設計數量以平面線型計算，模型數量為3D實際數量，經檢核比對，所有管線系統誤差均小於1.5%，皆為容許誤差範圍能，確實能夠輔助數量計算檢核，詳圖19。

(二) BIM 施工階段應用特色

施工階段根據現場施工順序和時程進行BIM模型更新，以利預先發現施工問題提前狀況排除，每月定期召開BIM介面整合會議，以三月（前月、本月、次月）進度，配合現場施工工期，每月持續滾動式檢討，做

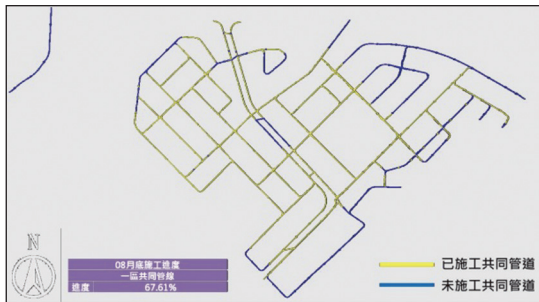


圖 20 4D 施工進度各系統進度統計

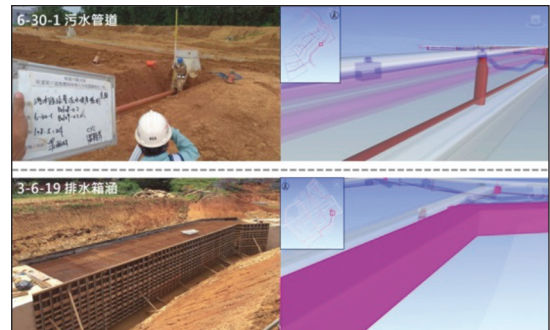


圖 21 模型現場比對

好風險預先管理。

1. 4D施工進度與各系統進度展示

將傳統進度排程資料與BIM模型結合，透過三維視覺化呈現，每月配合實際施工進度更新4D進度，有效整控整體施工工期。並透過已完成進度資訊，反應至BIM模型中，應用已施工管線數量，快速統計各系統已完成進度，掌控各系統管線進度，詳圖20。

2. 模型與施工現場比對

每月挑選重點施工項目進行現場與模型比對，以確保模型與現場實際施工情形一致，詳圖21。

3. 施工安全模擬

本案於工區內有三座跨排水橋樑，透過BIM技術模擬橋樑吊裝作業，針對吊裝安全設施及警示範圍進行施工安全佈設配置模擬（圖22），提升施工安全品質，此技術應用也協助本計畫獲得勞動部第十三屆金安獎佳作。

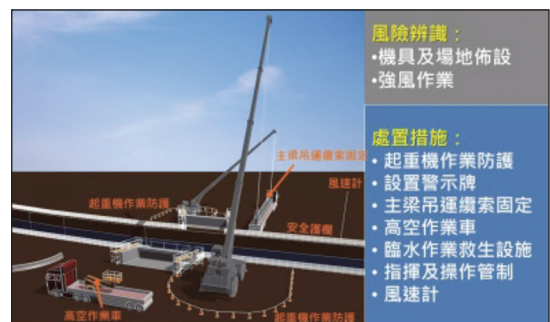


圖 22 橋梁吊裝施工安全模擬

（三）UAV 傾斜攝影測量及 GIS 應用

本案於施工前、施工中及竣工三階段之 UAV 傾斜攝影測量，利用無人機透過傾斜攝影測量技術進行拍攝，拍攝完成後將資料整理及轉檔作業，最終完整成果匯入 3D GIS Skyline 軟體展示，用以呈現各階段施工現況（詳圖23），並整合 GIS 與 BIM 管線模型（詳圖24），朝向智慧城市發展目標，本案最終 BIM 管線模型成果亦提供各管線單位，作為後續管線維護管理平台基礎。

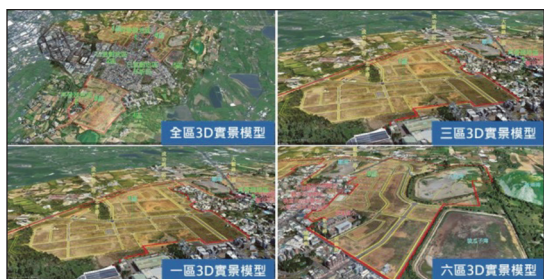


圖 23 各區 3D 實景模型



圖 24 3D 實景模型整合地下管線 BIM 模型

本計畫在桃園市新建工程處的積極作為、高格局領導及統包廠商全力配合、高品質施工下共同以縮小城鄉差距、帶動桃園地區發展為目標不留餘力協助本計畫推動，各單位的努力最終也被各界看見，除獲公共工程委員會第二十屆金質獎設計佳作，另於眾多評選中也得到相當的肯定。

設計工作非以俯視的角度或單純依規範設定，需置設計者於其中，體驗深入每一個角落，考量每一工項對於人文、需求、地貌、環境等乃至動植物影響，過程中想像於完工狀態下生活，設計成果將更為靠近未來使用者，本案目前已竣工，各工項設計成果已落實完成並辦理移交，區內區外建案亦如火如荼展開，可印證設計期望的落實，盼使用者均能安心居住並因此提升生活水準。

六、結語

都市計畫規劃預測與都市開發實際開發常常不會準確一致，計畫人口與計畫年期和實際都市發展也常常存在著許多落差，只能找尋開發最大公約數，而草潔作為臺灣傳統都市計畫和市地重劃發展環節中的一環，從公部門（公辦市地重劃）、私部門（自辦市地重劃）、統包商和規劃設計單位都努力在傳統的開發框架下，找到一個可以延續過去、現在和未來草潔的最大公約數。

