

BIM在高架車站設計之應用 —以環狀線Y19車站為例

康思敏¹ 楊濃代² 江碩濤³ 張仕明⁴ 林逸樺⁵

摘要

建築資訊模型(Building Information Modeling, 簡稱BIM)是透過建立含有豐富資訊的建築物3D模型,「完整」呈現建築物結構系統、建築空間配置、機電管線安排等設計細節,並透過模型與設計需求的相關資訊連結,直接由BIM模型中產出設計資訊,以大幅減少各設計介面衝突,使工程成本有效降低,並提升設計作業效率。本文以臺北捷運環狀線Y19高架車站為應用案例,將BIM技術導入該車站細部設計流程中,應用成果顯示BIM設計流程可有效提升設計團隊專業介面間之整合效率,減少變更設計機率,進而提升整體設計品質。

關鍵詞: BIM、細部設計、工程介面、設計整合

The Application of BIM to Elevated Stations —A Case Study of Taipei MRT Circular Line Station Y19

S.M. KANG¹ N.D. YANG² S.T. CHIANG³ S.M. ZHANG⁴ Y.H. LIN⁵

Abstract

Building Information Modeling (BIM) provides an integrated engineering platform of structural system, architectural layout, and Mechanical, Electrical, Plumbing (MEP) arrangement for MRT design team. BIM was applied to the detailed design work of Circular line Station Y19 that resulted in a decrease of design interface differences and an improvement in project budget control through the interface integration of BIM models linked with the engineering information. Meanwhile, design drawings and quantity sheets can be produced directly from BIM models, increasing design efficiency and enhancing overall design quality.

Keywords: Building Information Modeling (BIM), detailed design, engineering interface, design integration

¹ 亞新工程顧問股份有限公司BIM管理及工程整合中心經理

sm.kang@maaconsultants.com

² 亞新工程顧問股份有限公司BIM管理及工程整合中心結構組長

zarlent.yang@maaconsultants.com

³ 亞新工程顧問股份有限公司BIM管理及工程整合中心建築組長

shuotao.chiang@maaconsultants.com

⁴ 亞新工程顧問股份有限公司BIM管理及工程整合中心機電組長

sihming.zhang@maaconsultants.com

⁵ 台北市政府捷運工程局工程員

yhlin@trts.dorts.gov.tw

一、前言

捷運工程細部設計作業牽涉層面廣泛，工程介面繁多，介面整合問題往往成為工程設計無法順利進行的主要因素，因此如何在設計過程中有效消除介面問題，並藉由高效率的協調整合以控制工進並確保設計品質，一直是捷運工程設計團隊追求的聖杯。所謂知己知彼，百戰百勝，茲將捷運工程設計作業各項介面因素整理如下：

(一) 工程介面：捷運工程設計配合業主發包策略可概分為土木工程、軌道工程、系統機電工程三大部分，如圖1所示，並各委託不同專業廠商進行設計。土木工程主要係提供軌道及系統機電工程之設施及營運空間，因此在設計過程中必須釐清彼此之介面需求並反映於各項設計成果中，若需求整合不足甚至發生錯誤，則未來施工時可能面臨嚴重問題，甚至產生土建設施敲除重作的情況。



圖1 捷運設計主要項目

(二) 專業設計介面：上述各項目工程亦包含各專業設計介面，如土木工程領域即包含土木、建築、結構、大地、環工、交通、管線、水電環控、電梯電扶梯等專業，相較於一般建築工程更為複雜繁瑣。為有效執行上述設計工作，土木工程細部設計團隊通常會依專業分工組織設計工作團隊。自設計展開後，各項介面資訊即不斷在此組織中進行傳遞、交換，也惟有確實掌控介面資訊傳遞的正確性與時效性，才能有效確保設計成果的品質。

(三) 利害關係者介面：在捷運工程設計過程中，每個直接參與單位及間接關係單位皆為利害關係者，設計團隊必須在期限內有效整合各利害關係者的需求與意見，不斷溝通協調，最終確保設計成果滿足所有需求，以避免未來施工階段之變更設計。

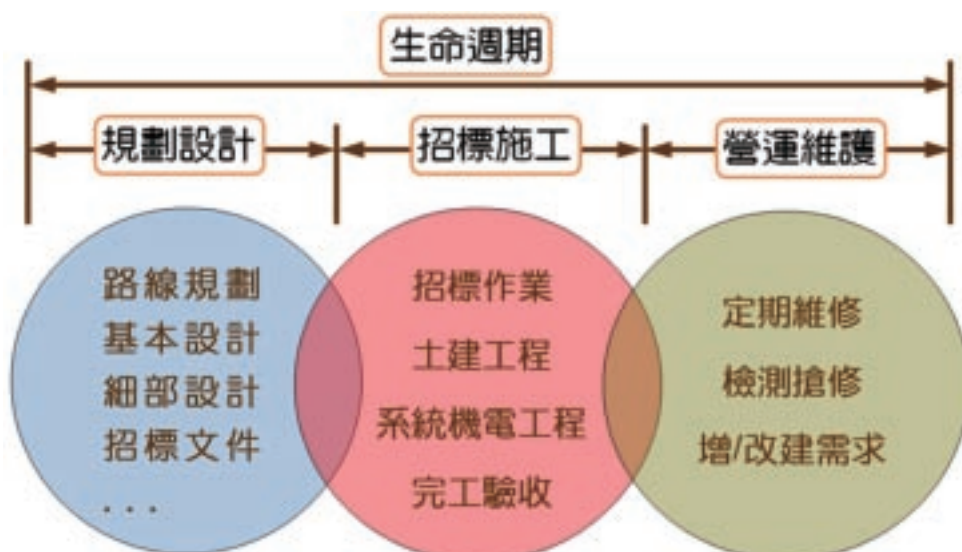


圖2 捷運工程生命週期各階段工作項目圖

(四) 時程介面：捷運工程生命週期包含規劃設計、招標施工與營運維護階段，如圖2所示。設計階段主要執行單位為業主設計部門與細部設計顧問，時程約1.5~2年；施工階段主要執行單位為業主工程處與承包商，時程約6~8年；營運維護階段主要執行單位為捷運公司，負責提供高品質的大眾運輸服務。由於各階段主要執行單位、時程皆不相同，階段性成果在移交給下一單位時也容易造成資訊傳遞的落差。

建築資訊模型(Building Information Modeling, 簡稱BIM)技術的應用提供了一個解決上述設計介面問題的有效工具。藉由BIM模型建構一個傳遞生命週期各階段專業介面資訊的協同作業平台，將可大幅提升整合效率，減少各設計介面衝突。此外，BIM模型資訊更可傳遞至施工及營運階段，協助進行整體工程計畫之有效執行，對成本、時程、品質等面向的管控均有莫大助益，如圖3所示。



圖3 BIM協同作業平台階段性整合示意圖

二、建築資訊模型(BIM)與捷運工程設計

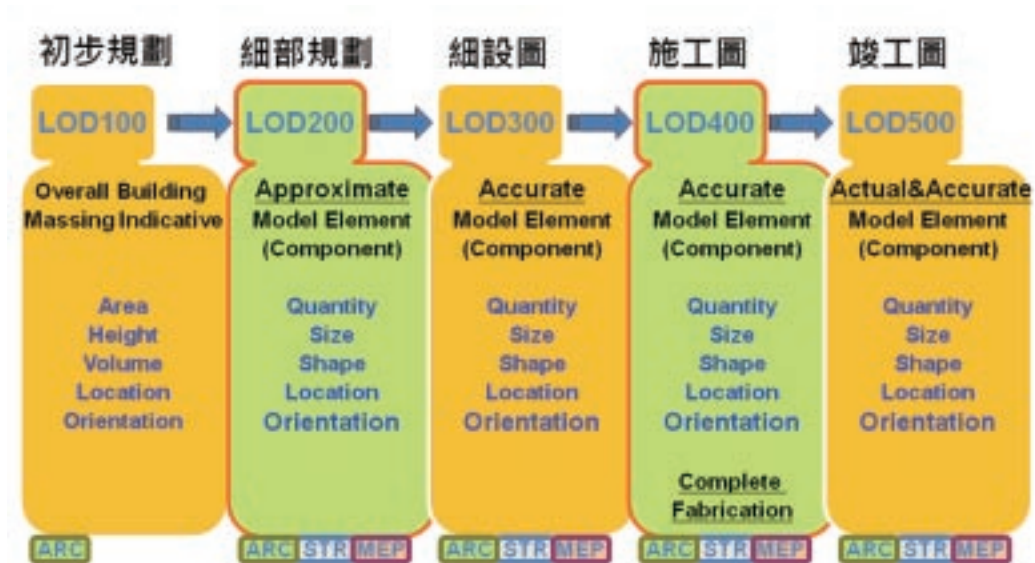


圖4 AIA定義各階段模型細緻度之內容及參與專業領域

建築資訊模型(BIM)係將建築物全生命週期中的各類資訊匯流至視覺化的三維模型，並利用該模型整合工程專案資訊，以提高設計、建造、營運的效率。BIM並不是某個繪圖軟

體，它代表一種的技術與流程的革新，藉以提供全方位的創新與增值服務。依據美國建築師學會(The American Institute Of Architects, AIA)發表AIA E202-2008，針對BIM在工程全生命週期發展從初步規劃、細部規劃、細部設計、施工到竣工，定義模型相對應細緻程度，分為LOD(Level Of Detail)100到500共5個等級。各階段模型應包含的細緻度內容及該階段參與專業領域如圖4所示。

從初步規劃到竣工的流程，模型細緻度是在相同資料庫不斷累積資訊而來。各專業領域從BIM資料庫中取得所需要的資訊，並以該資訊為基礎運用BIM的概念及技術進行設計，完成後再將設計成果回傳到資料庫中使模型資訊更為完備。各專業領域所使用的BIM軟體不同，經由共通的轉換格式(IFC)使資訊可以相互整合、參照及錯誤衝突檢查，各專業領域透過整合後的模型可在視覺化環境中進行討論、解決問題，如圖5所示。



圖5 IFC檔案整合BIM模型示意圖

BIM縱向累積生命週期各階段所需要的工程資訊，減少資訊傳遞損失，並橫向整合每階段不同專業資訊，以3D環境視覺化討論，預先發現並解決問題，達到優質化設計的目的。茲就細部設計階段BIM資訊之應用方向及預期效益分述如下：

- (一) 建築設計：在BIM作業模式下，在規劃階段探索最有創意的建築構想與形式；於細部設計階段建置包含建築隔間、裝修、建材之BIM模型，細部設計圖及工程數量等資料可直接由BIM模型匯出。
- (二) 結構設計：以建築概念設計底圖發展結構BIM模型，在細部設計階段，將建立包含結構桿件尺寸、螺栓接頭、鋼筋配置等細節，並可提供精確數量計算。此外，亦可利用結構BIM模型整合設計與施工階段的各項工作，並在已建構的3D立體模型上進行實際工程施工時之時程安排模擬，對未來施工過程可能遭遇問題及早研擬因應解決對策。
- (三) 水電環控(MEP)設計：在BIM作業模式下，管線配置在3D環境中進行，並可自動產生管線圖。此外，結合建築隔間、結構構件資訊，進行管線衝突及干涉檢查，最終產出CSD/SEM圖。設計完成可立刻產出數量計算報表。
- (四) 施工構想：可以BIM模型為核心協助擬定施工計畫模擬，並以3D介面模擬施工狀況，減少施工階段變更設計情況。
- (五) 永續設計：依據建築物的特性，輸入經緯度、海拔高度、時區、建築材料等技術參數，用以分析空調系統、熱阻(R-values)係數、產生能源成本預算、室內通風品質、採光及照明、節能及碳排放計算等，以達成永續建築的設計目標。
- (六) 動態視覺化模擬：透過建立完整BIM 3D建築物模型之動態視覺化模擬，可進行CFD模擬、動線模擬、虛擬實境等增值功能，使整體設計更加完善。

三、環狀線Y19車站應用說明

(一) 環狀線Y19車站概述

Y19車站(新北產業園區站)屬於環狀線DF113設計標，站址位於新莊市中山路一段與五

工路交叉口北側，車站出入口設於車站主體之西側，整合於土地開發基地內。月台層站體軌道高程距地表約27公尺，採鋼橋結構系統；出入口聯開大樓規劃為地上十二層、地下三層結構型式為SRC+鋼構造，整體外觀如圖6所示。Y19站是整體環狀線高程最高的車站，造型特殊，結構設計面臨到不小的挑戰；此外，站體西北端以人行空橋方式與捷運機場線A3站『連通層』連通，此需求為本車站設計期間之重大變更設計項目，更增加了在介面整合及執行時程上的壓力。因此，設計團隊決定將BIM技術導入車站設計細部流程中，內容包括結構設計、建築空間配置及藝術牆面、機電管線佈設檢討等，希望藉由BIM強大的技術整合功能來加速整體設計進度，期能在計畫期程內達成設計目標。

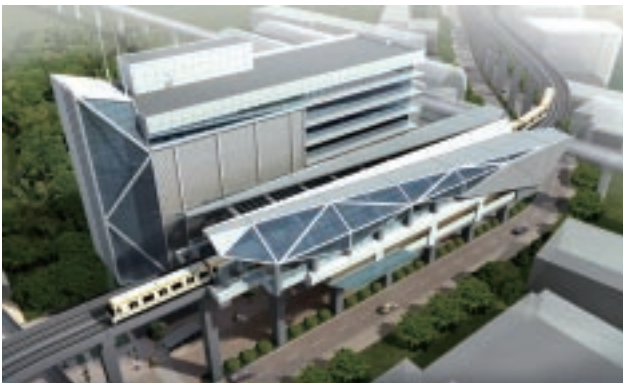


圖6 Y19車站及出入口聯開大樓規劃圖

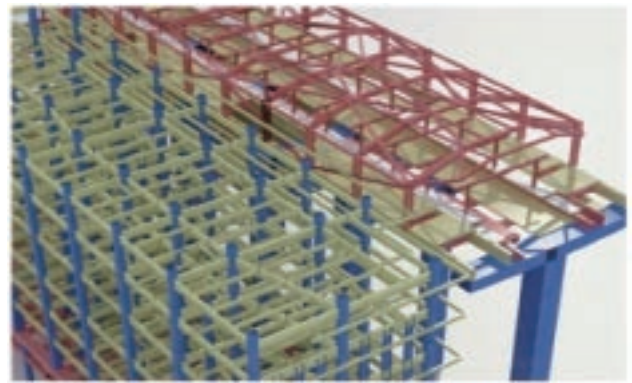


圖7 Y19車站結構BIM模型

(二) 設計流程導入BIM成果說明

設計團隊使用BIM技術進行Y19車站站體及出入口聯開大樓設計，從細部設計(LOD 300)切入，使用3D環境空間中各結構構件之精確定位，建立複雜的車站站體結構模型，如圖7所示。本車站站體屋頂設計為雙向傾斜，空間定位困難，傳統2D設計無法精確展現各縱剖面相對關係。運用BIM技術可進行空間中精確定位檢討，避免桿件相互衝突問題並實際產出2D圖說，如圖8所示。

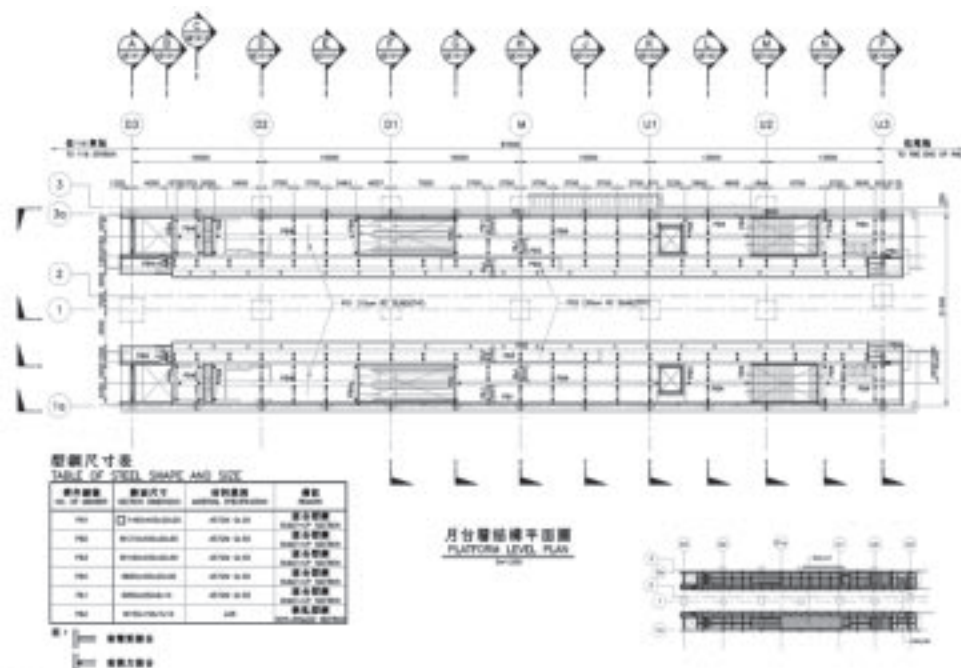


圖8 結構BIM模型產出精確2D圖說

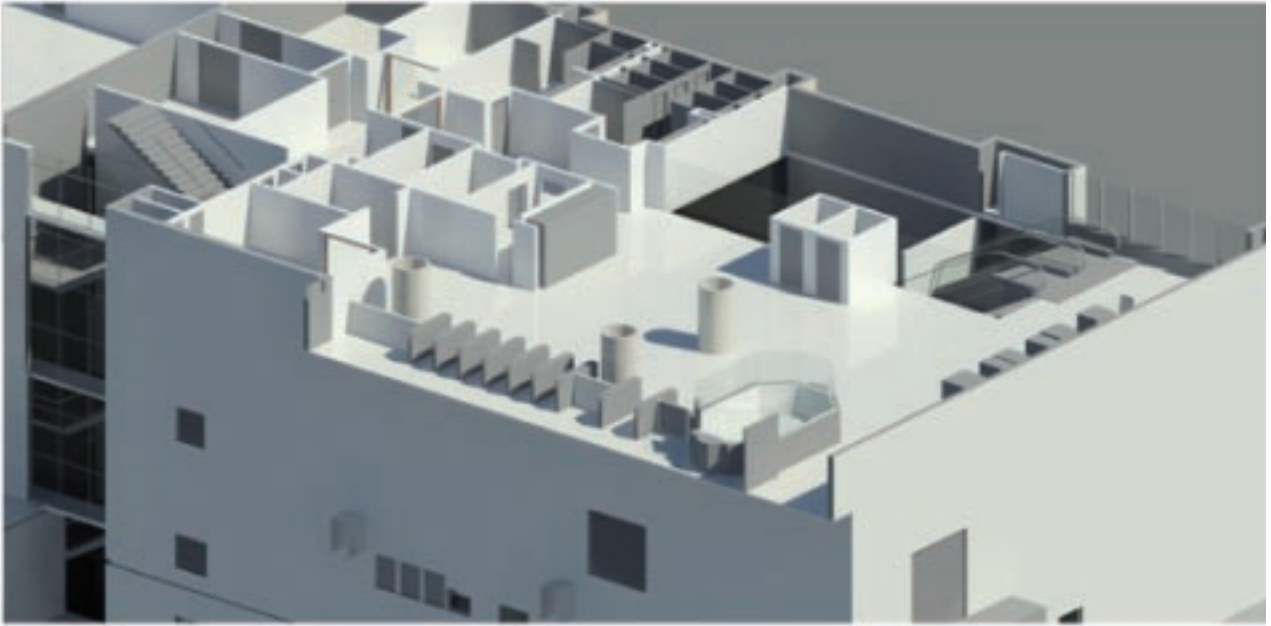


圖9 Y19車站建築BIM模型

建築設計整合結構設計匯出資訊後，開始建置室內空間資訊，內容包含門、牆、樓版及其他建築構件元件。設計完成後建築設計單位將成果回傳至模型資料庫中提供結構工程師檢核桿件配置，並提供機電工程師進行管線細部設計作業。Y19車站出入口大樓BIM建築模型如圖9所示。此外，運用BIM模型亦可模擬室內空間裝修、藝術牆面圖案等完成情況，提供相關單位參考，日後此完工模擬可提供施工廠商預先了解完工情況，預期將可大幅減少施工誤差。Y19車站出入口大樓BIM內部空間模擬如圖10所示。



圖10 Y19車站出入口大樓BIM內部空間模擬圖

機電工程師取得建築及結構之資訊彙整模型，可了解最新且最正確之建築空間配置情形，如有修改亦可立即反應套繪，大幅提升了MEP之設計效率。此外，運用BIM軟體進行三度空間之機電管線設計作業，不但增進了設計成果之準確性，並可在模型中直接進行CSD/SEM套繪，檢查管線衝突情況，並預作調整修正，亦對未來施工階段之CSD/SEM C階段套繪作業帶來莫大助益。Y19車站出入口大樓BIM機電模型如圖11所示。

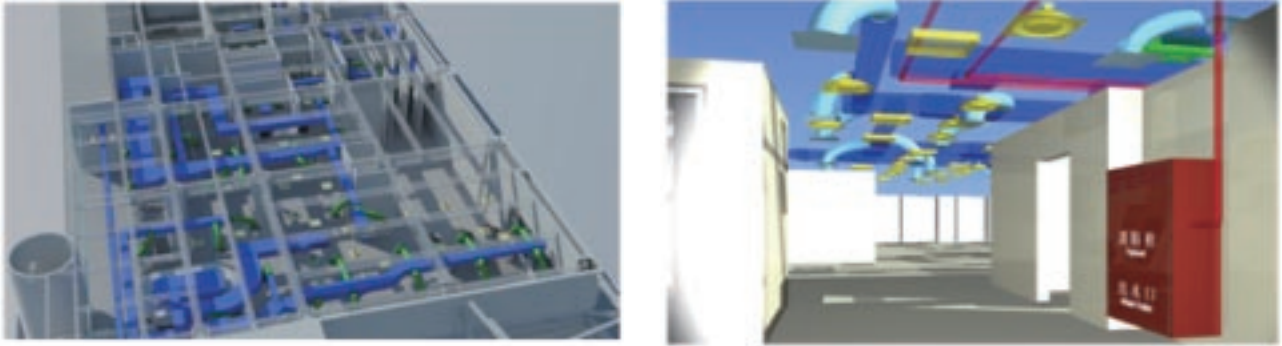


圖11 Y19車站出入口大樓BIM機電模型圖

待結構、建築、機電等專業工項設計模型建立完成後，經由共通的轉換格式(IFC)使各方資訊相互整合與參照，並建立包含所有工程資訊之車站BIM整合模型，如圖12所示。設計介面之衝突點可透過此步驟提早發現，並在介面協調會議中以3D視覺化方式進行溝通討論，對整合設計成果並提升設計品質大有助益。

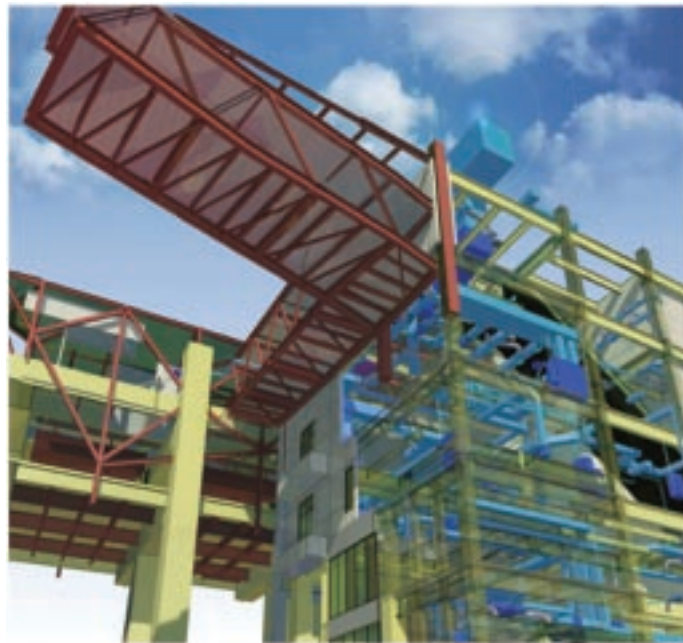


圖12 Y19車站BIM整合模型模型圖

環狀線Y19站穿堂層與捷運機場線A3站連通層以人行空橋連通，因計畫期程關係，A3站無法提供足夠的預留載重，因此連通空橋須由環狀線以變更設計方式執行，且空橋結構體需附掛於Y19車站出入口大樓整體結構上。面對此項影響層面重大之變更設計，設計團隊直接利用已建立完成之BIM模型繼續發展變更設計內容，可快速檢討並反應需求，整合協調完

成後，再利用修正完成之『BIM模型』產出變更設計圖說及數量計算，在極有限的時間內完成變更設計任務。連通空橋BIM設計成果如圖13所示。

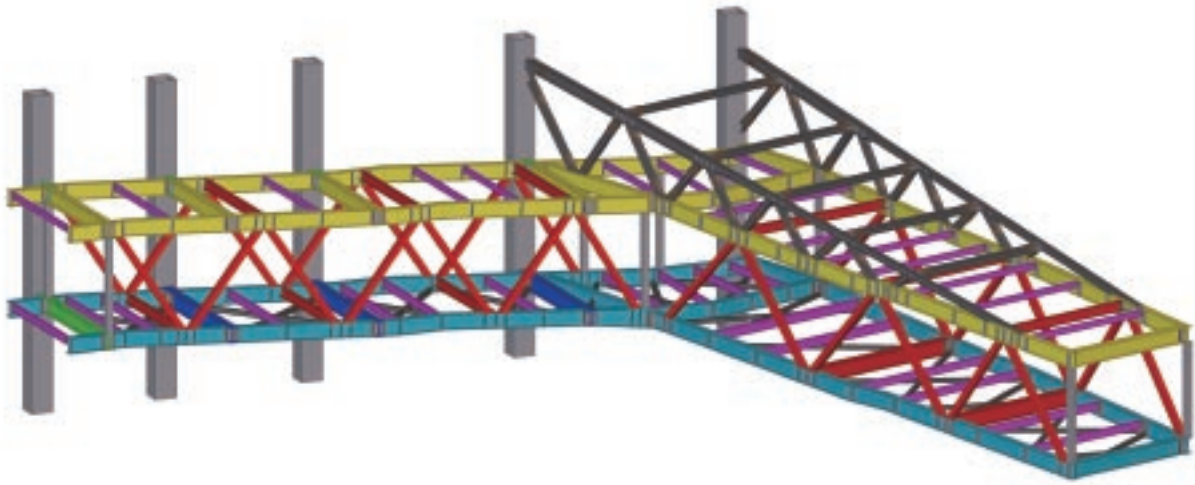


圖13 連通空橋BIM設計成果圖

四、結語

本案例從細部設計階段切入BIM領域，並實際運用於臺北捷運環狀線Y19車站及出入口設計。實際執行後發現，BIM導入是設計流程革命，不論是各專業間的相互關係或傳統計畫執行先後的順序，都帶來全新的思維。BIM設計的精神在於運用視覺化的環境，建立專案全生命週期資訊累積的資料庫，並透過模型與工程需求的相關資訊連結，以大幅減少各設計介面之衝突，並使工程成本有效降低。捷運建設各工程專業分工細密、介面繁多，因此若能於細部設計階段即導入BIM作業，預期將可大幅提升相關專業介面間之整合效率，減少變更設計機率，進而提升工程整體品質。

參考文獻

1. 康思敏、楊濃代、莫仁維，(民100)，「建築資訊模型(BIM)在捷運工程設計之應用」，中國工程師學會會刊，台灣，August，Vol.84:4，pp.57-63.