

2018 智慧化BIM捷運工程應用研討會

BIM技術導入捷運工程全生命週期應用的突破與效益

陳幼華 資深協理
湛家瑞 副理

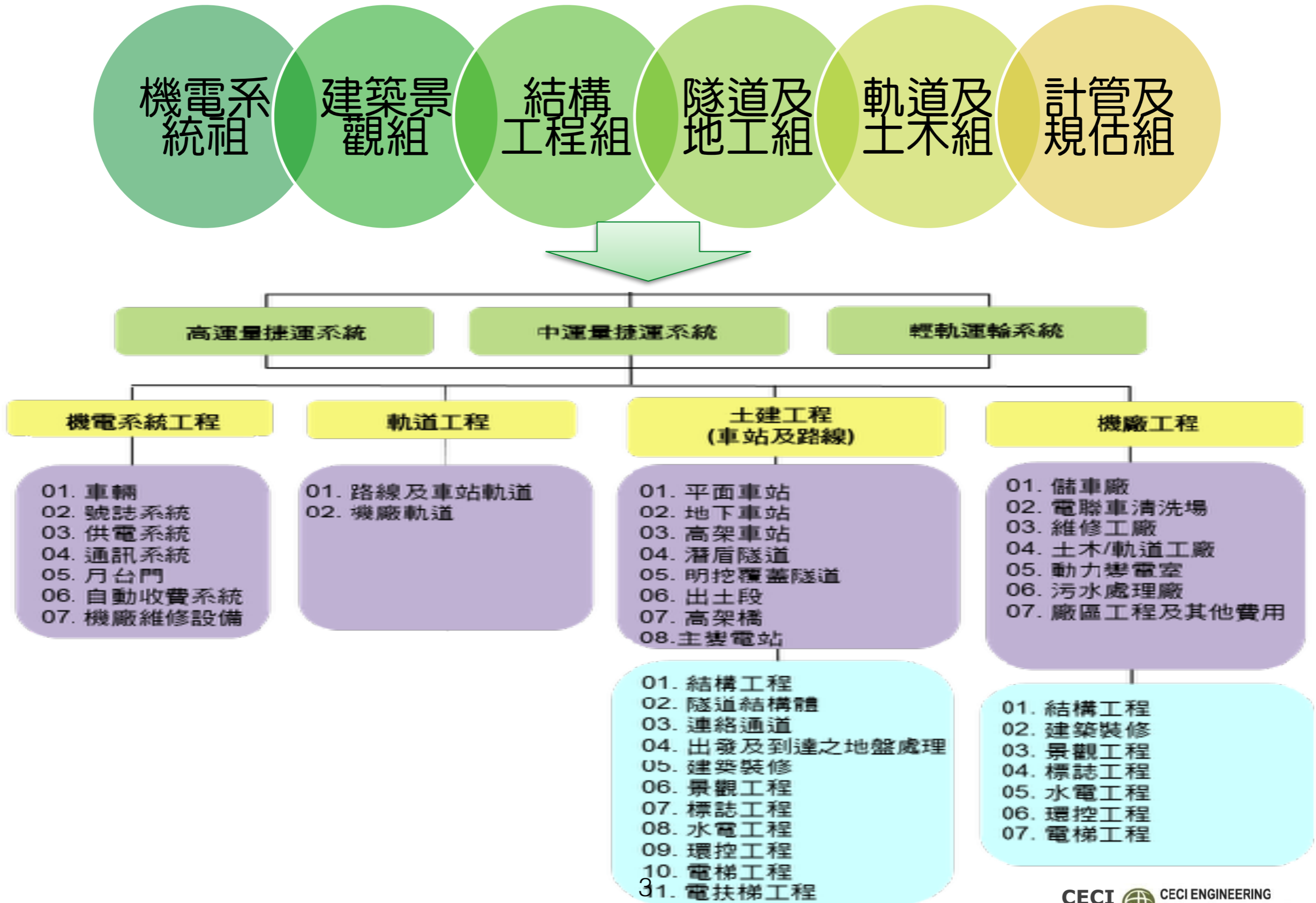
05th Dec. 2018

Outline

- 前言
- 挑戰與瓶頸
- 導入BIM技術的目標與突破
 - 第一階段：空間幾何
 - 第二階段：非幾何參數
 - 第三階段：自動化
 - 第四階段：資產管理
- 導入BIM技術的效益分析
- 結論與建議

捷運部專業與分工

Professional Teams at Rapid Transit Department



創造不一樣的價值

Value Added Services

捷運工程部參與計畫

萬大線一期	細設 + 施工諮詢	工期長達 7~10 年
印尼雅加達捷運	細設 + 施工諮詢	
捷運三鶯線	基設 + 專管	
馬來西亞吉隆坡捷運	細設 + 監造	
環狀線二期	基設	



可以為業主創造那些不一樣的價值？
7~10年後業主接手營運，會是甚麼樣的捷運系統？

全生命週期BIM應用

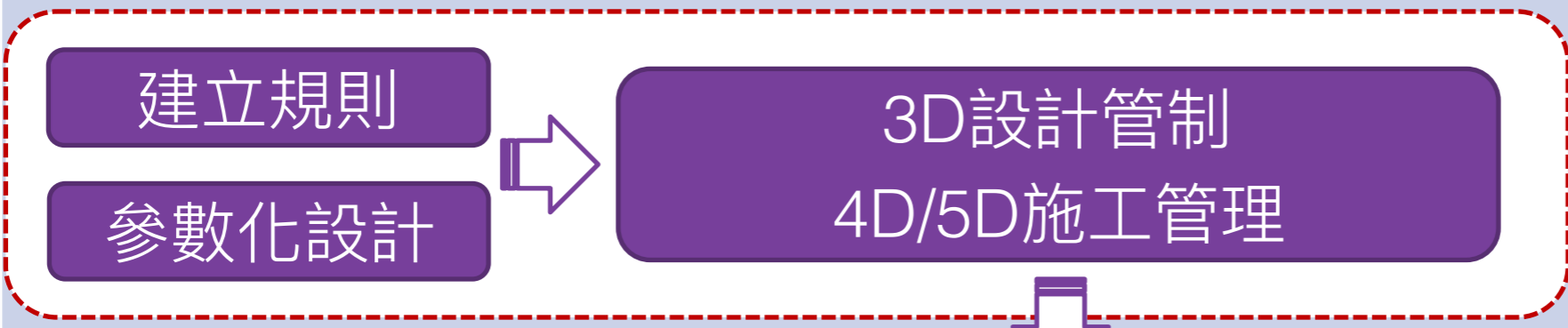
Life Cycle BIM Application



基設
專管

統包商

營運
公司



試營運



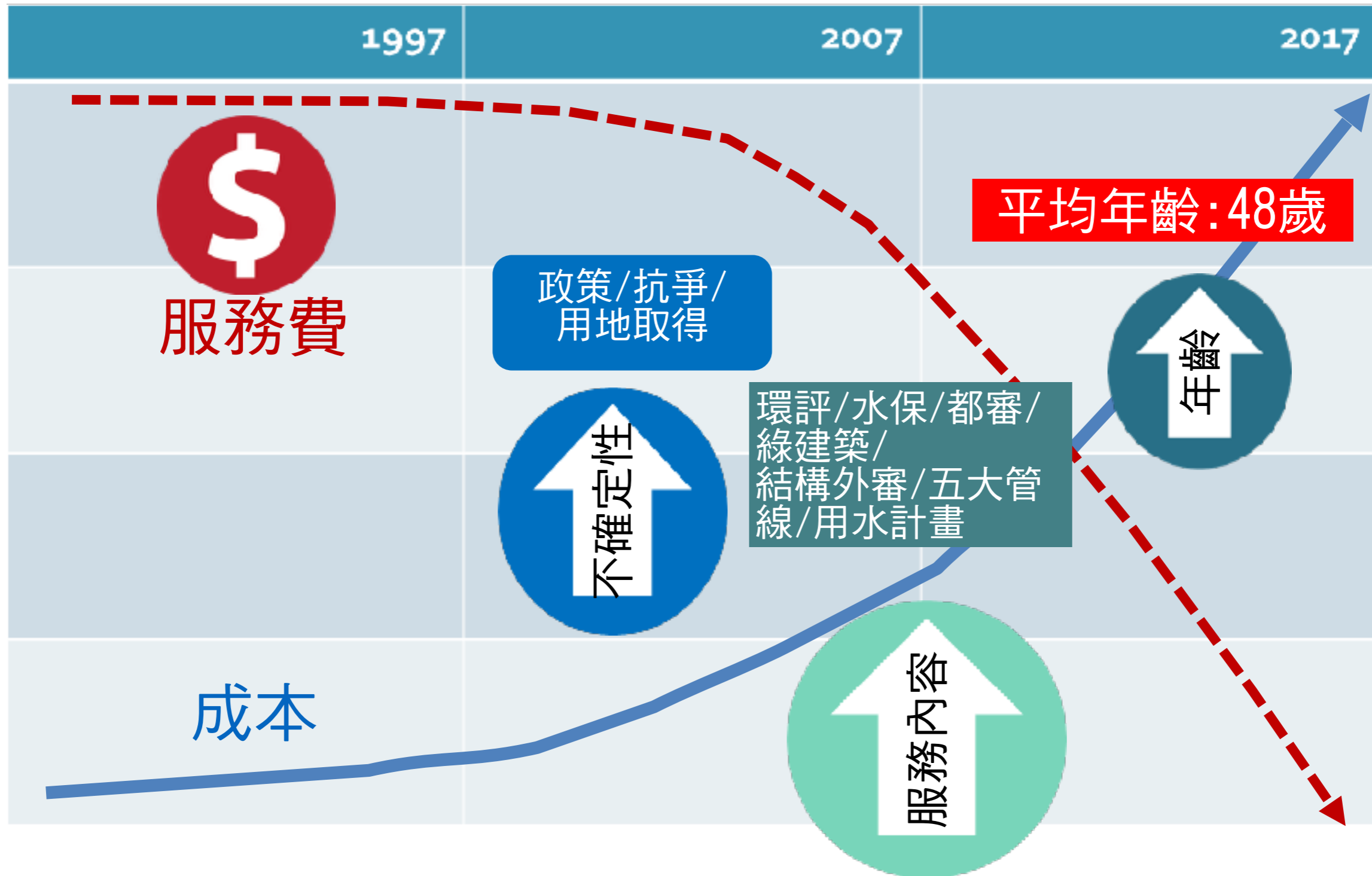
BIM 3D/4D/5D/6D + 節能減碳&永續經營

Outline

- 前言
- **挑戰與瓶頸**
- 導入BIM技術的目標與突破
 - 第一階段：空間幾何
 - 第二階段：非幾何參數
 - 第三階段：自動化
 - 第四階段：資產管理
- 導入BIM技術的效益分析
- 結論與建議

內外部挑戰

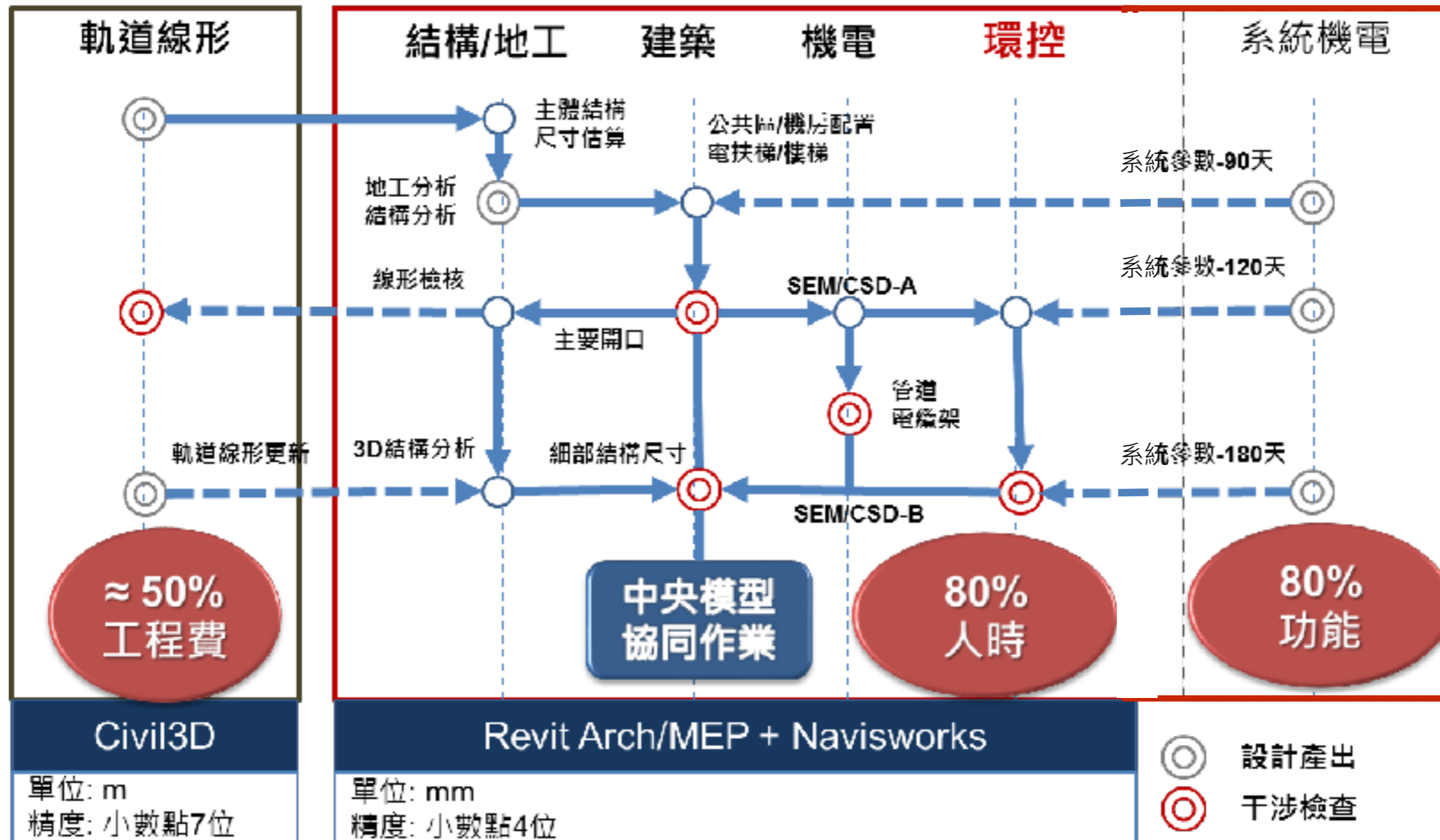
External and Internal Challenges



捷運車站為核心之設計流程

Design Processes Focus on MRT Station

吉隆坡捷運



很晚起步，但下定決心

Late Start with Strong Will

333

動力：2010印度班加羅爾
地鐵2號線的刺激

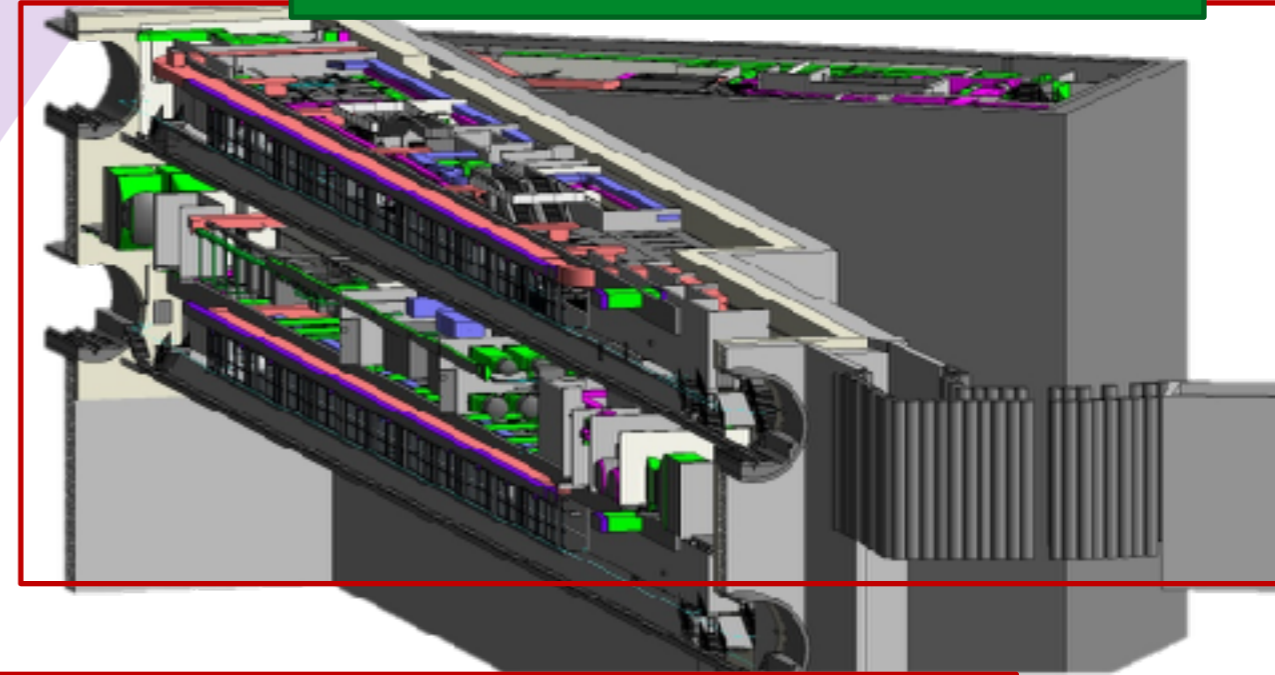
➤ 結構分析自動化

➤ 建築與結構協同作業

➤ BIM模型出圖

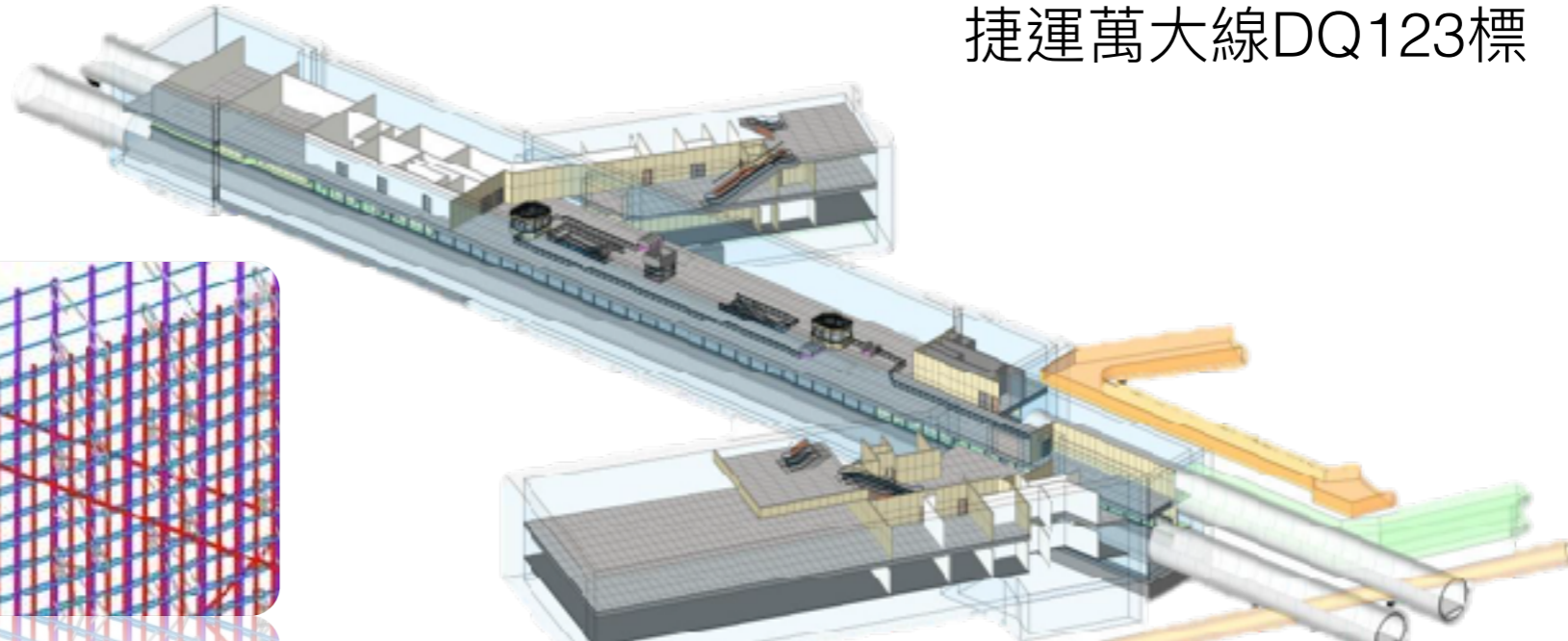
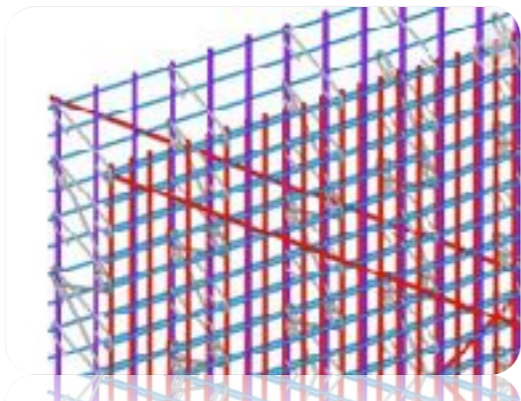
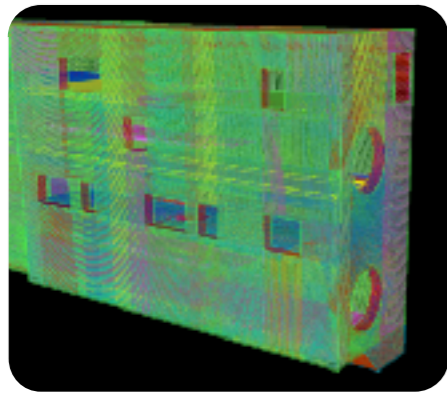
➤ 機電設計

➤ 環控建模



000

捷運萬大線DQ123標



決心全面推動 → 3座車站同步導入BIM

Outline

- 前言
- 挑戰與瓶頸
- 導入BIM技術的目標與突破
 - ▣ **第一階段: 空間幾何**
 - ▣ 第二階段: 非幾何參數
 - ▣ 第三階段: 自動化
 - ▣ 第四階段: 資產管理
- 導入BIM技術的效益分析
- 結論與建議



BIM IMPLEMENTATION

當你真心想要某樣東西時：全世界都會聯合起來幫助你完成 - 保羅·科爾賀
 "When you want something, all the universe conspires in helping you to achieve it."
 Paulo Coelho, The alchemist



空間幾何

LEVEL III

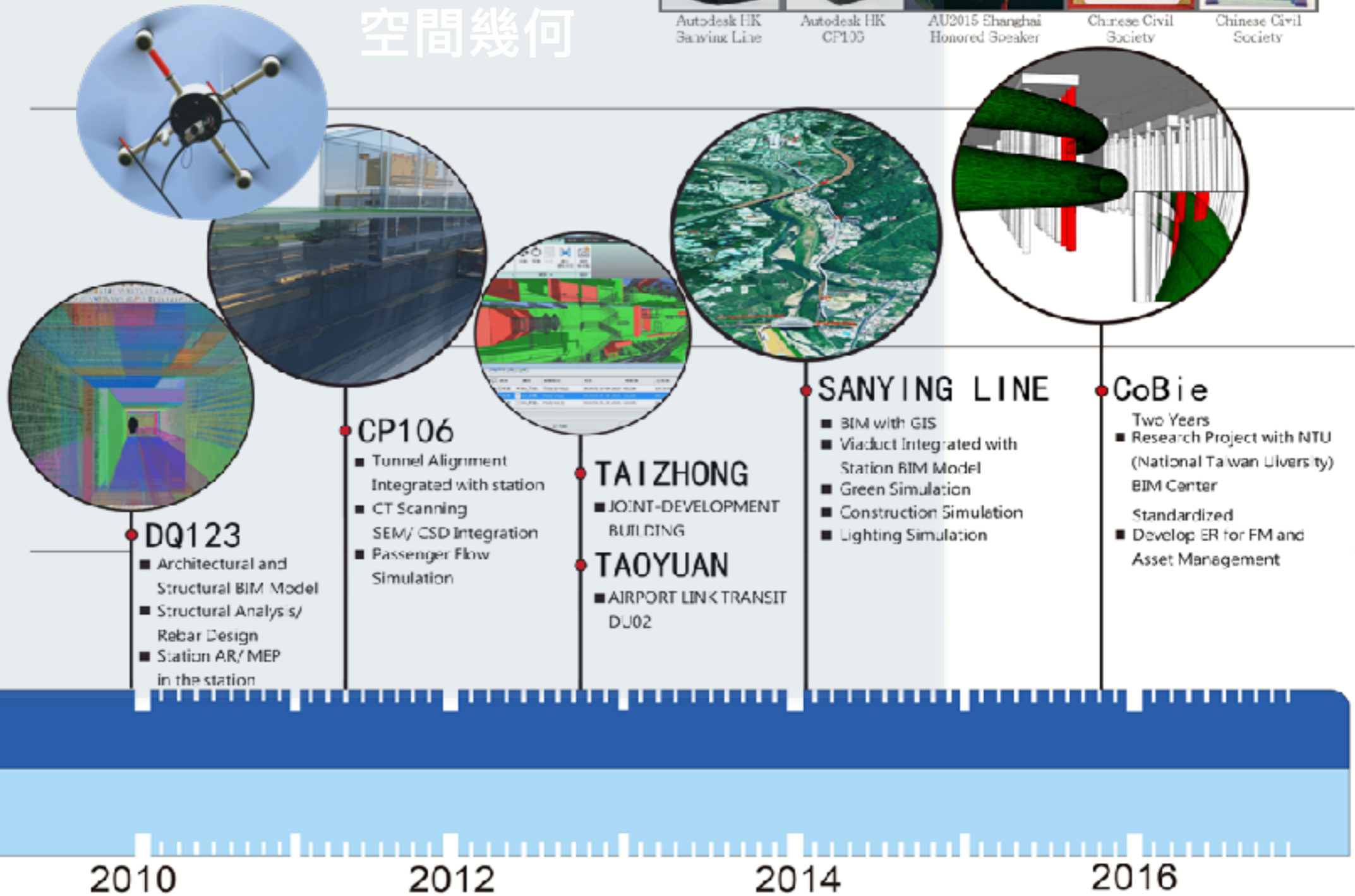
Integrated/
Interoperable
Data-Base
Collaboration

LEVEL II

3D/ 4D/ 5D
Object Base
Collaboration

LEVEL I

3D Model
File Base
Collaboration



2010

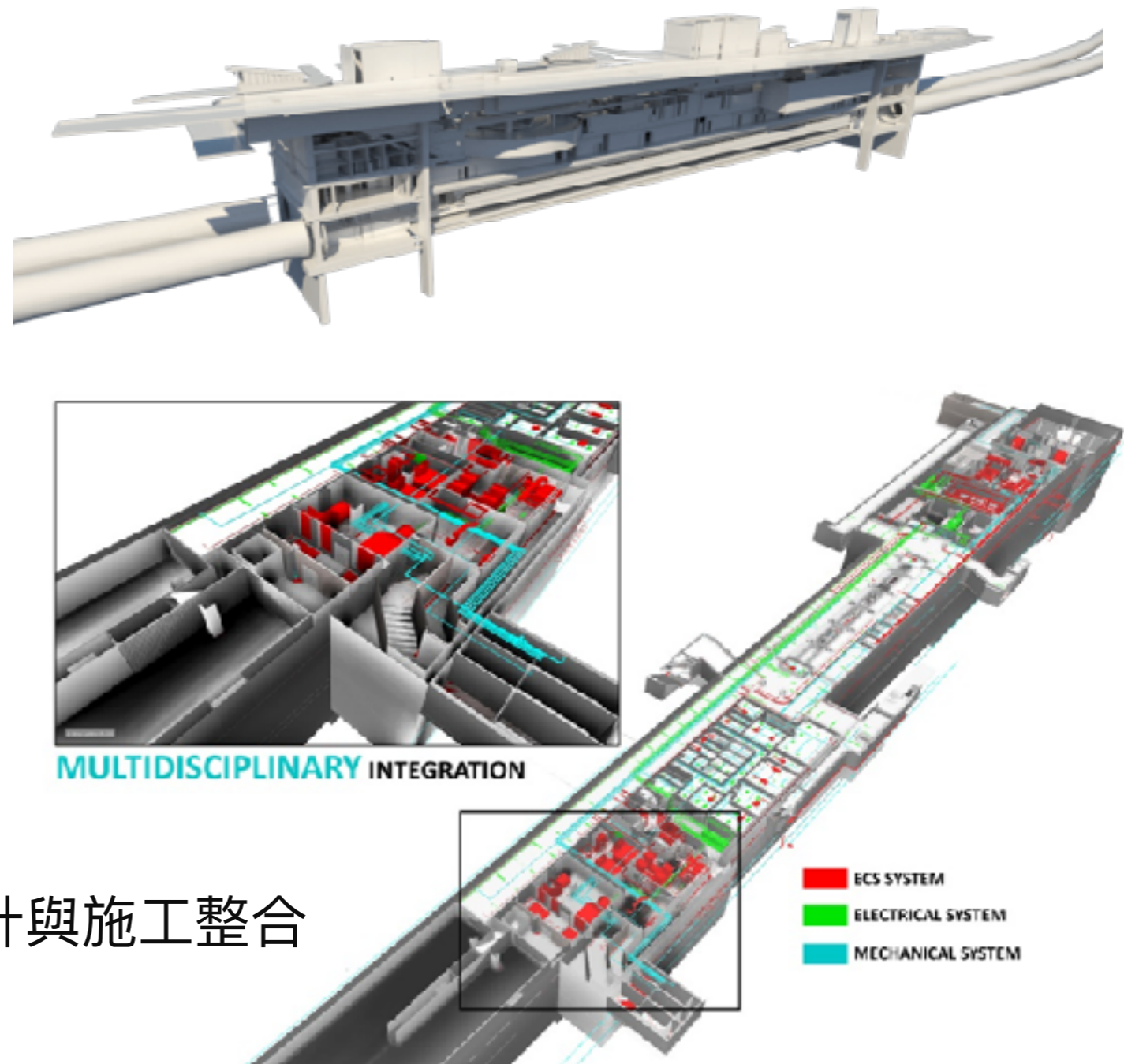
2012

2014

2016

雅加達捷運一期CP106

- 資金：日本援外貸款計畫
- 規模：兩座地下站/隧道
- 特色：
 - 印尼第一座地下捷運
 - 通過最繁華的商業區
 - 穿越營運中鐵路/河流
 - 採用日本規範
- 成就：
 - 唯一全面應用BIM技術進行設計與施工整合
 - 第一標通過結構外審
 - 設計與施工進度最佳標段

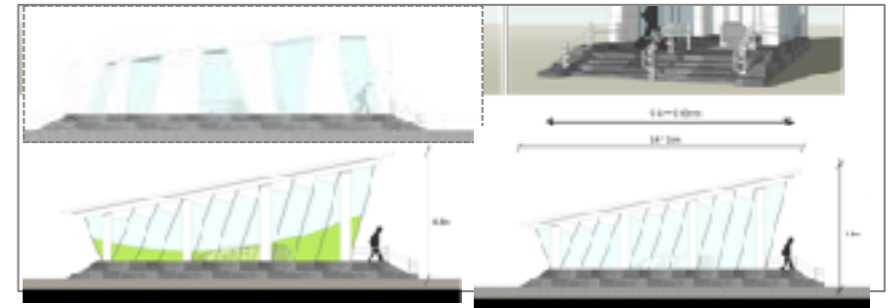
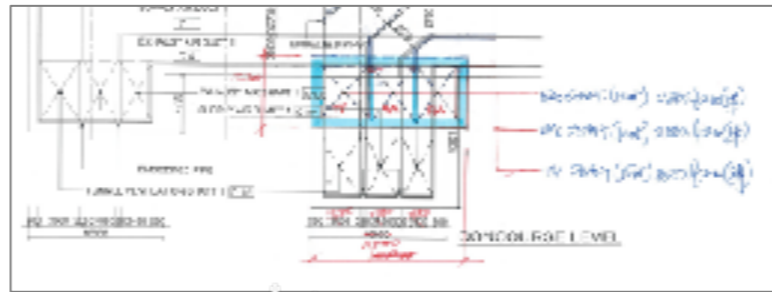
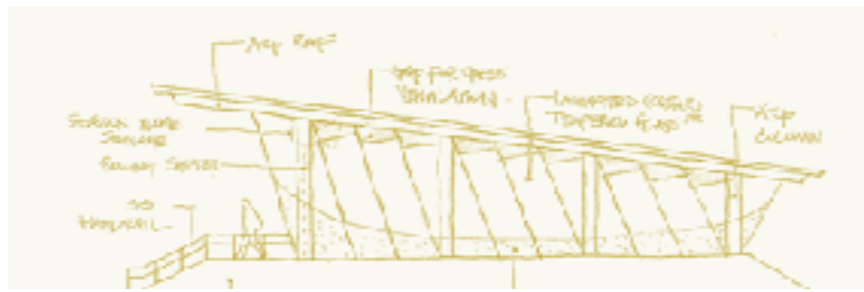


風華絕色 Bunderan Hi Station

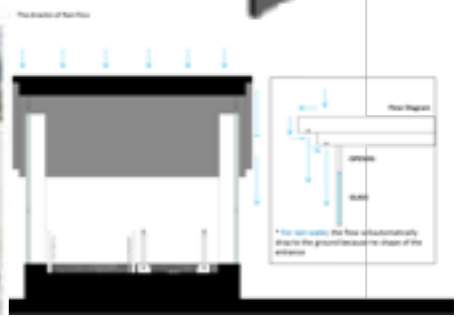
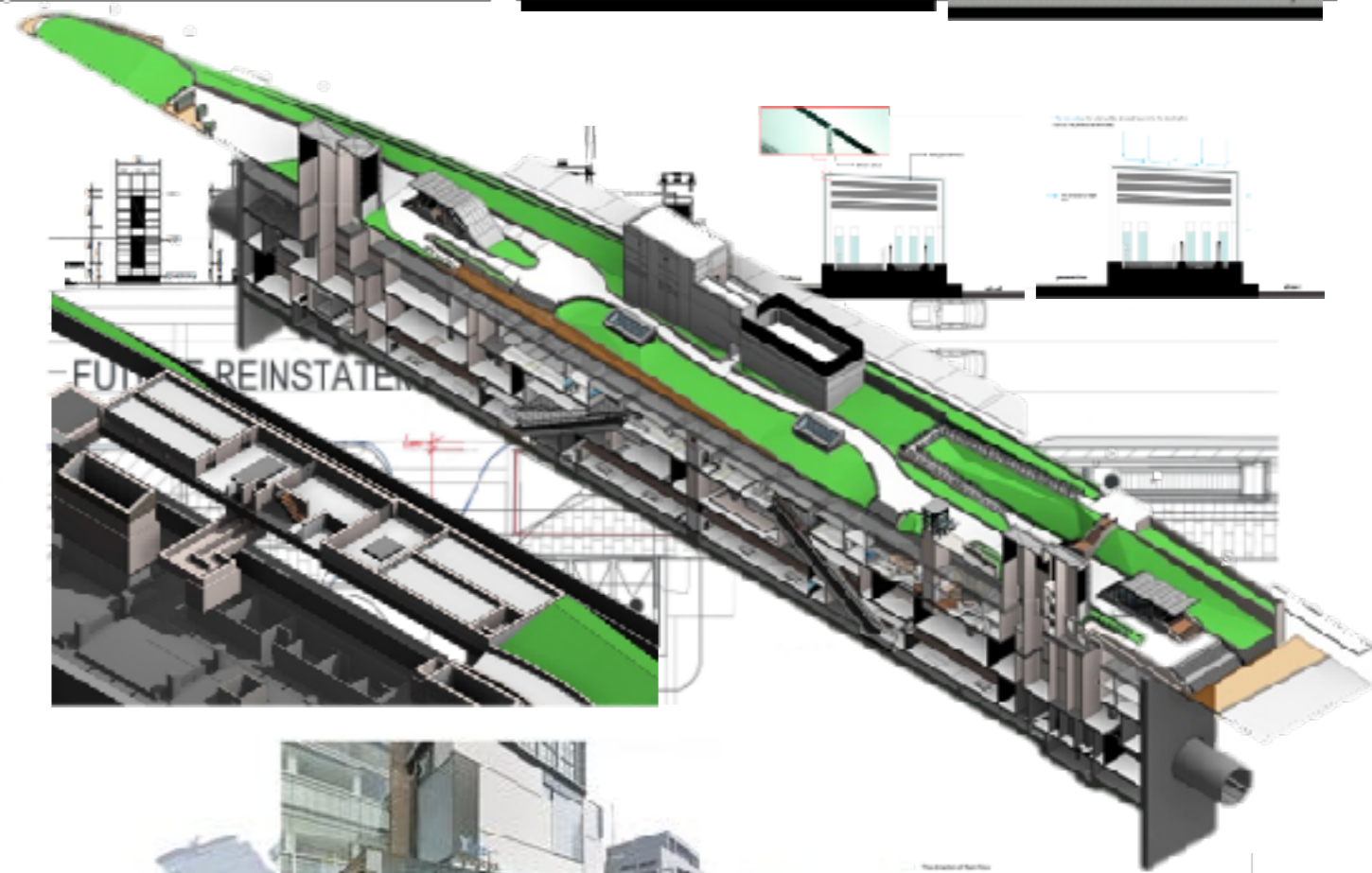


出入口造型模擬與車站設計緊密結合

Coherent Integration of Entrances Visualization and Station Design

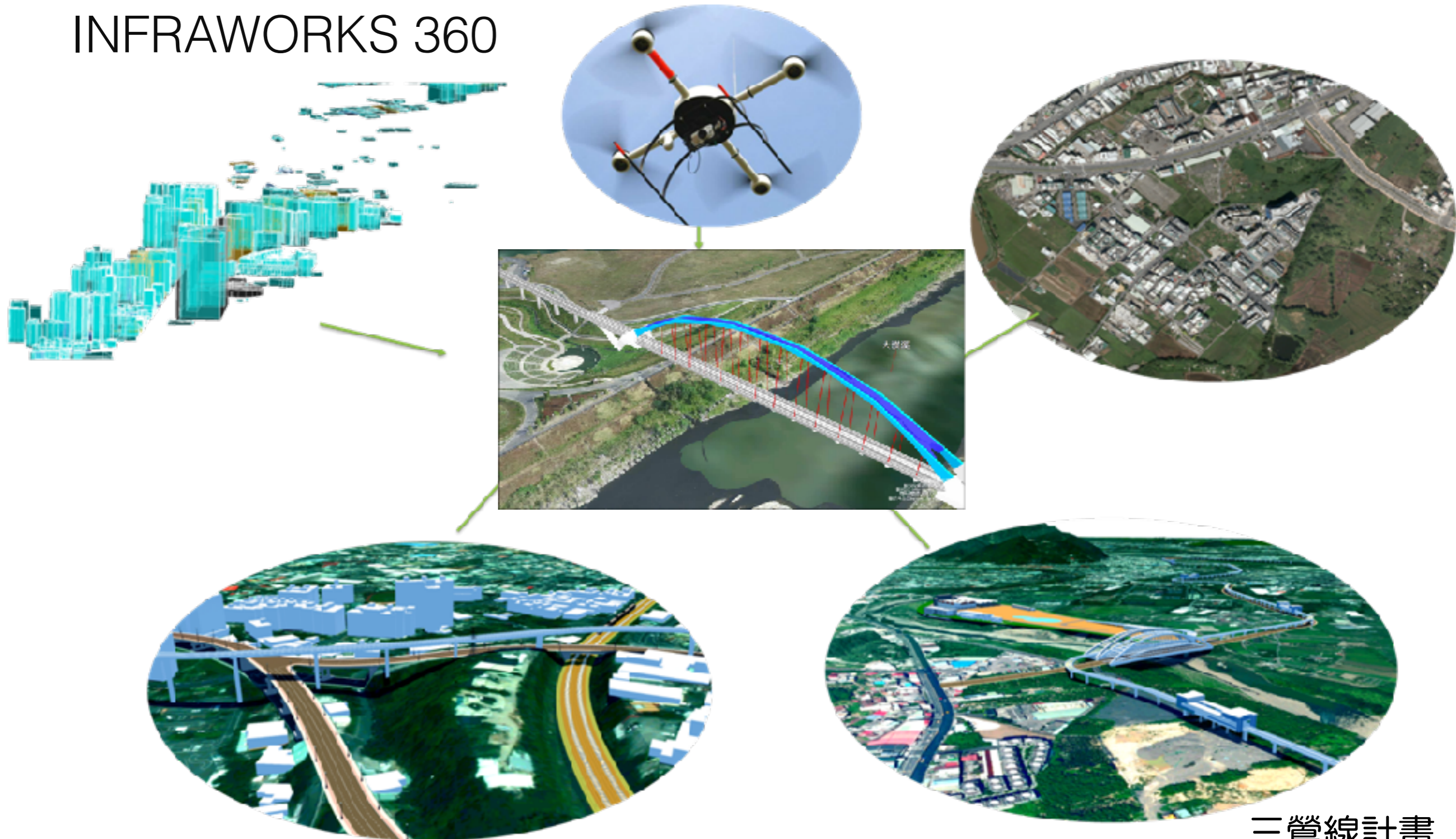


Photoshop Simulation for client's understanding about "Real Situation" on the construction site



BIM與GIS地理資訊之整合

➤ CIVIL 3D + GIS + REVIT + UAV攝影測量 + Skyline 3D +
INFRAWORKS 360



台中捷運土地開發大樓

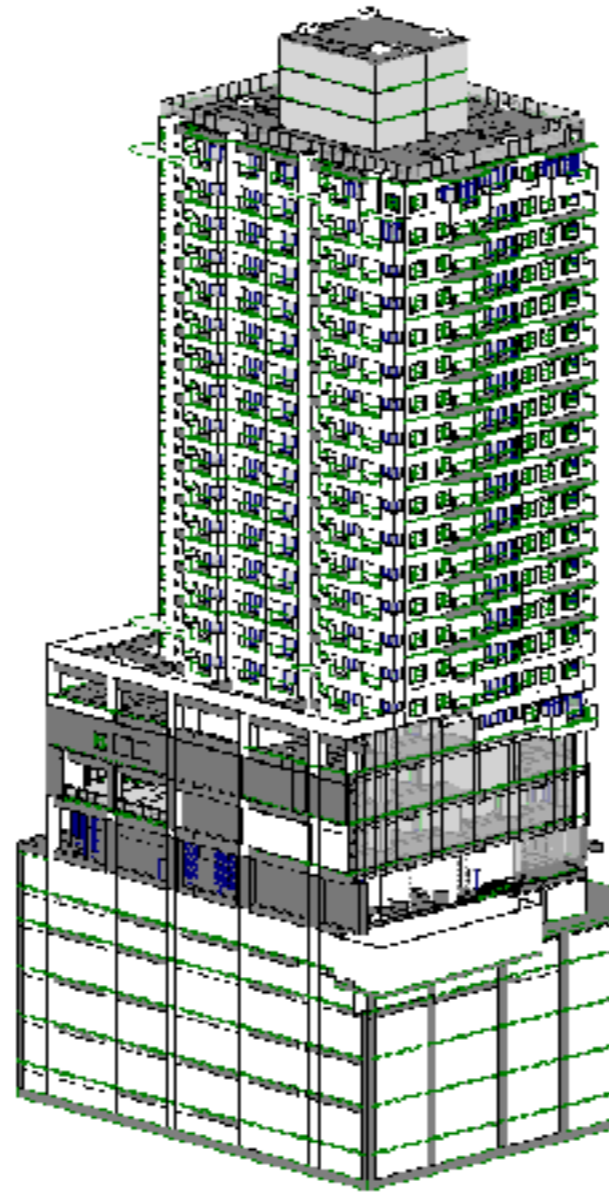
Taichung MRT Joint Development Buildings

AR + SE



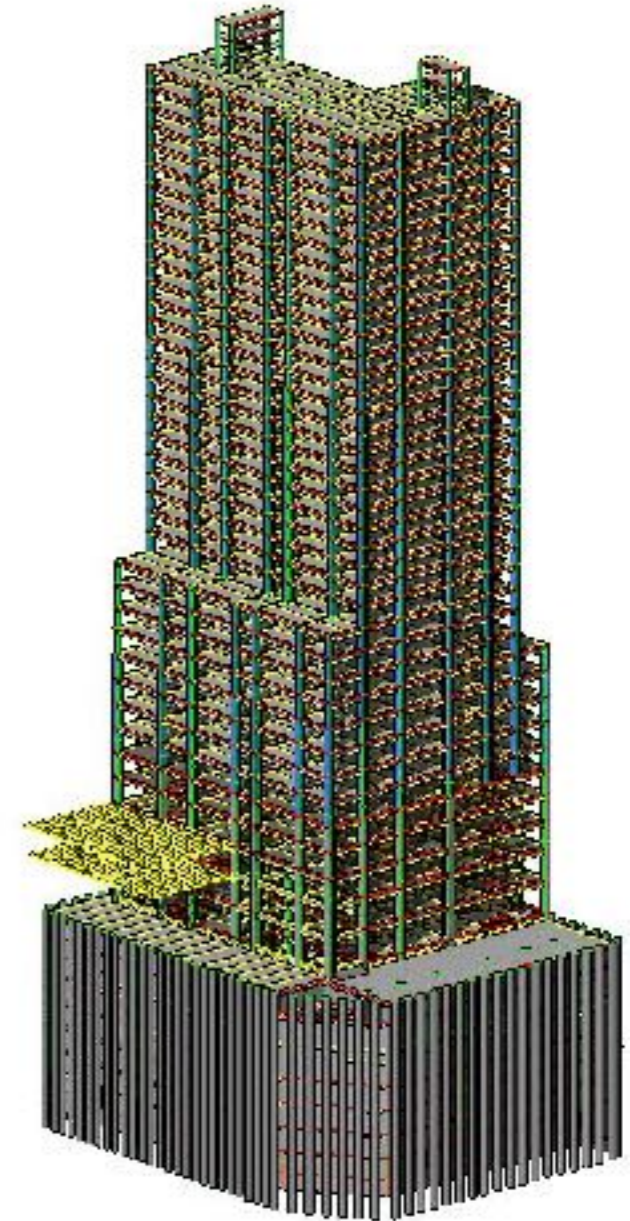
捷 G5 站

AR + SE



捷 G6 站

SE

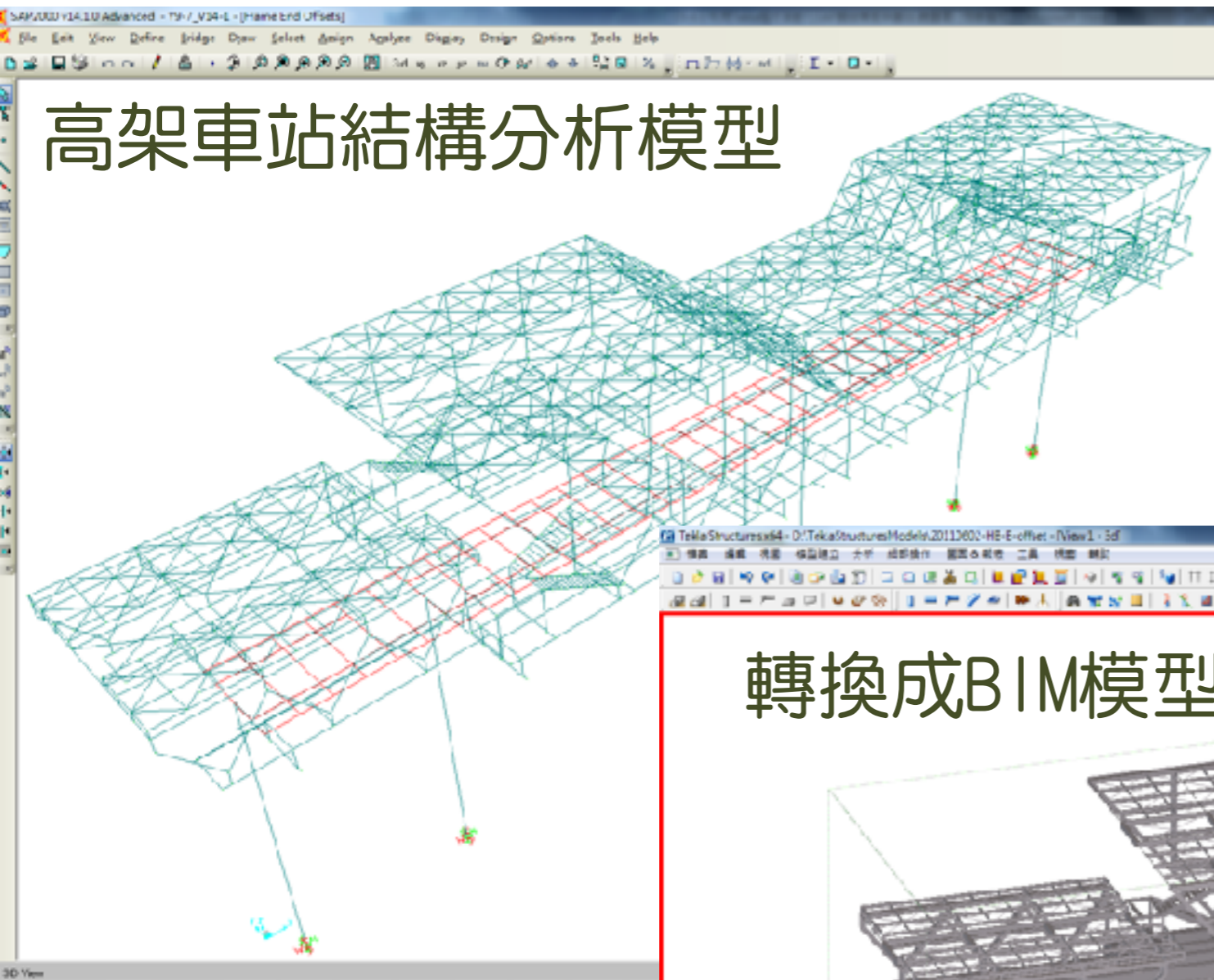


捷 G9-1 站

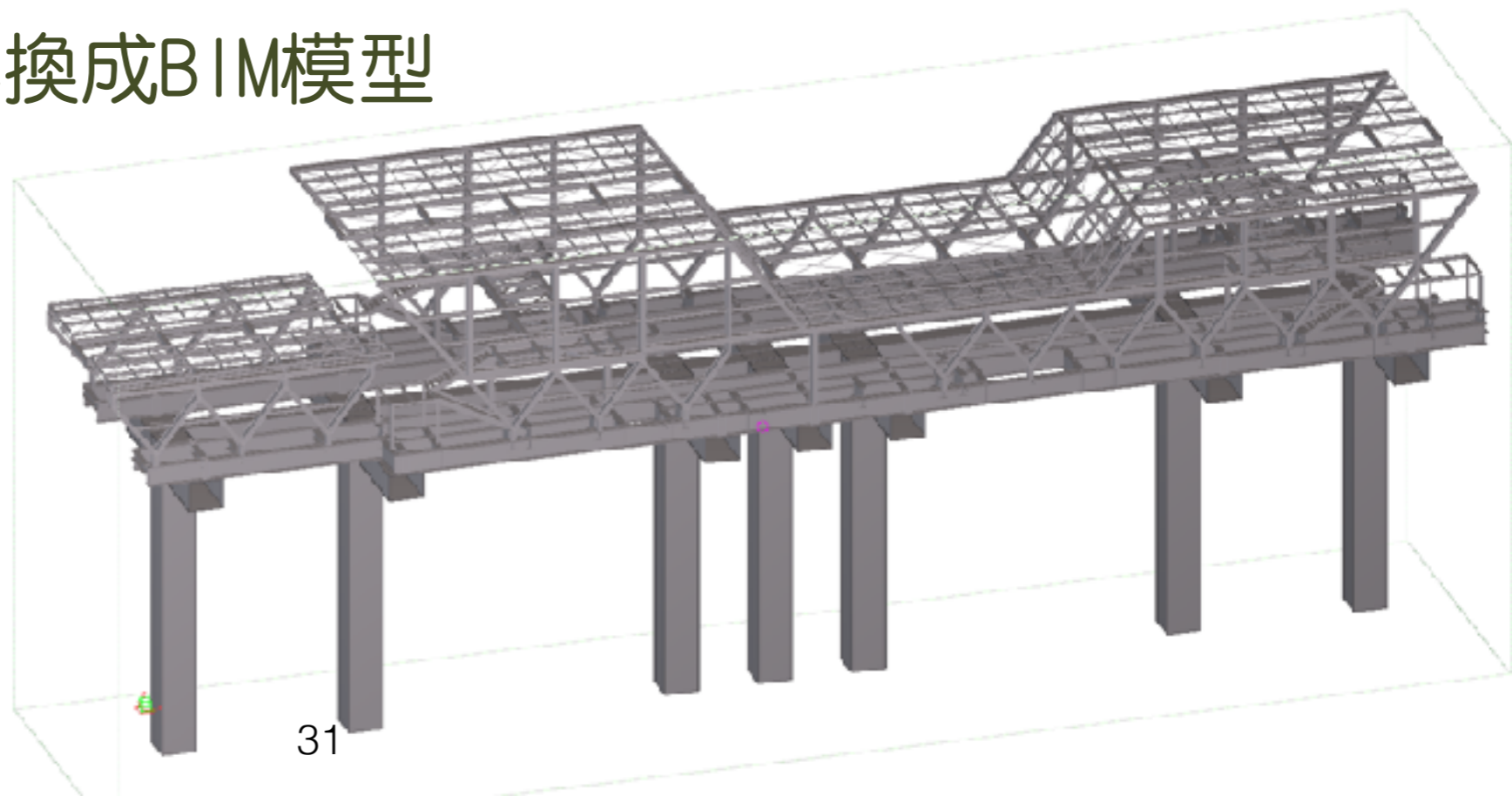
環狀線一期：鋼結構高架車站分析模型轉換

Taipie Circle Line Phase 1: Analytical Model Transfer

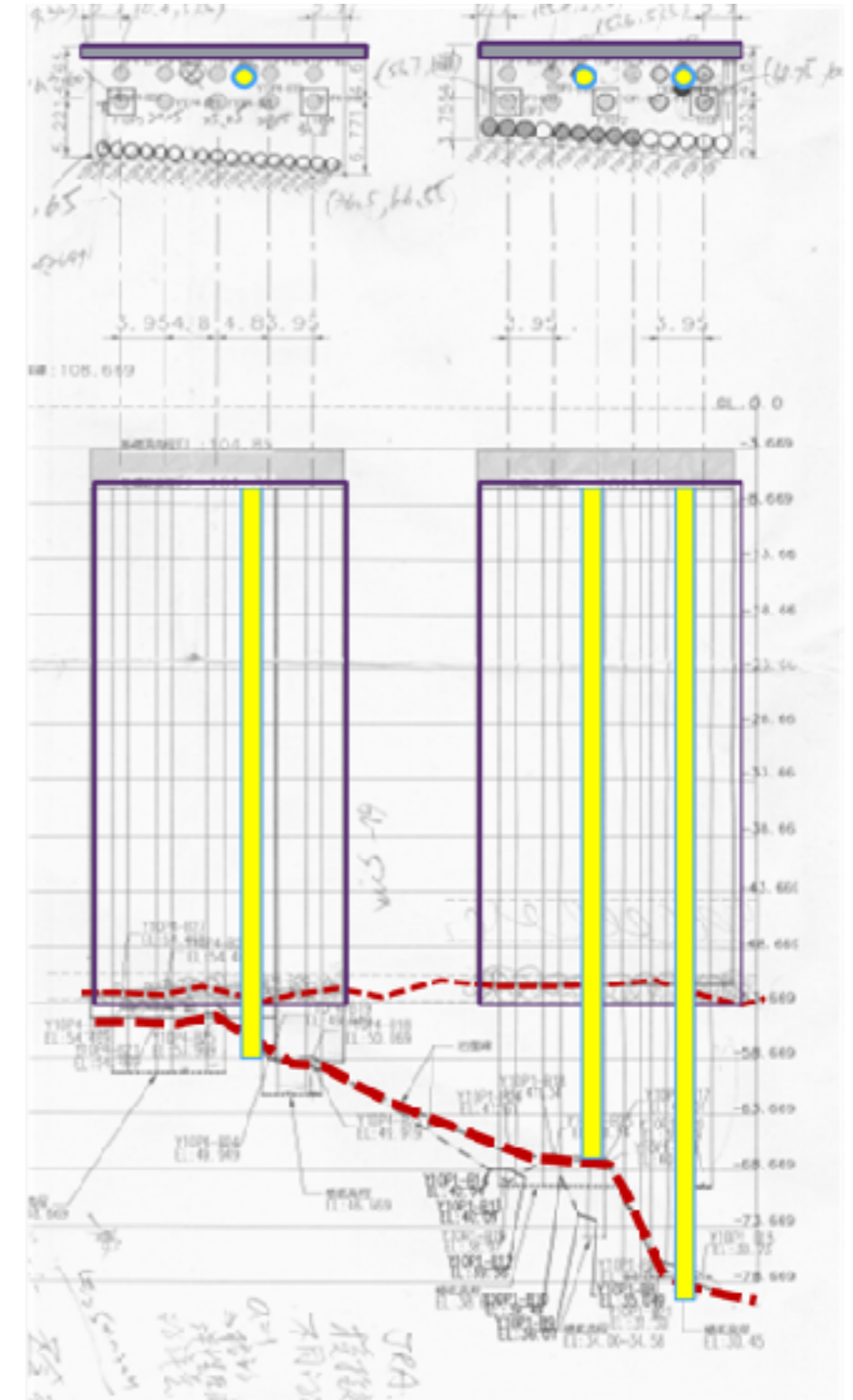
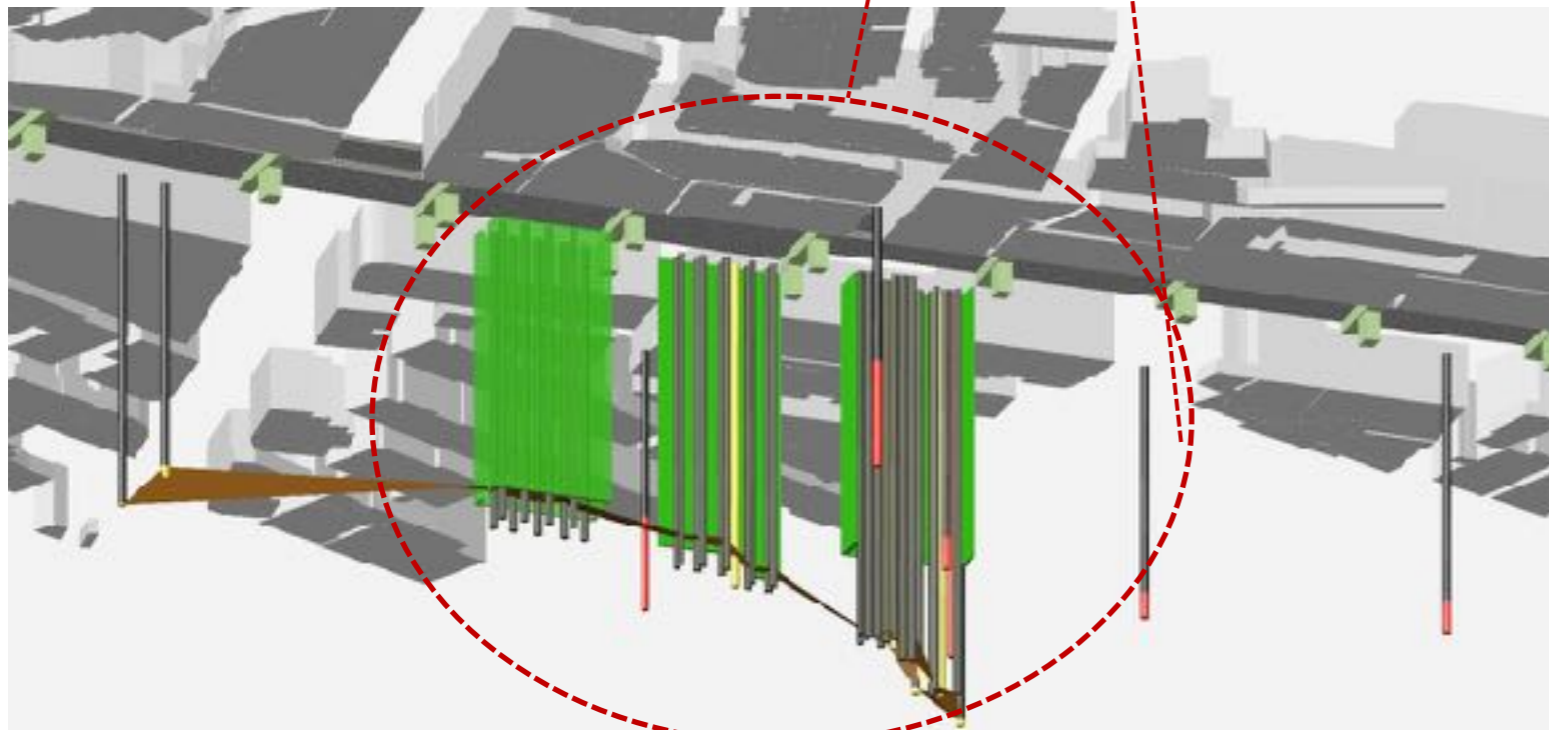
高架車站結構分析模型



轉換成BIM模型



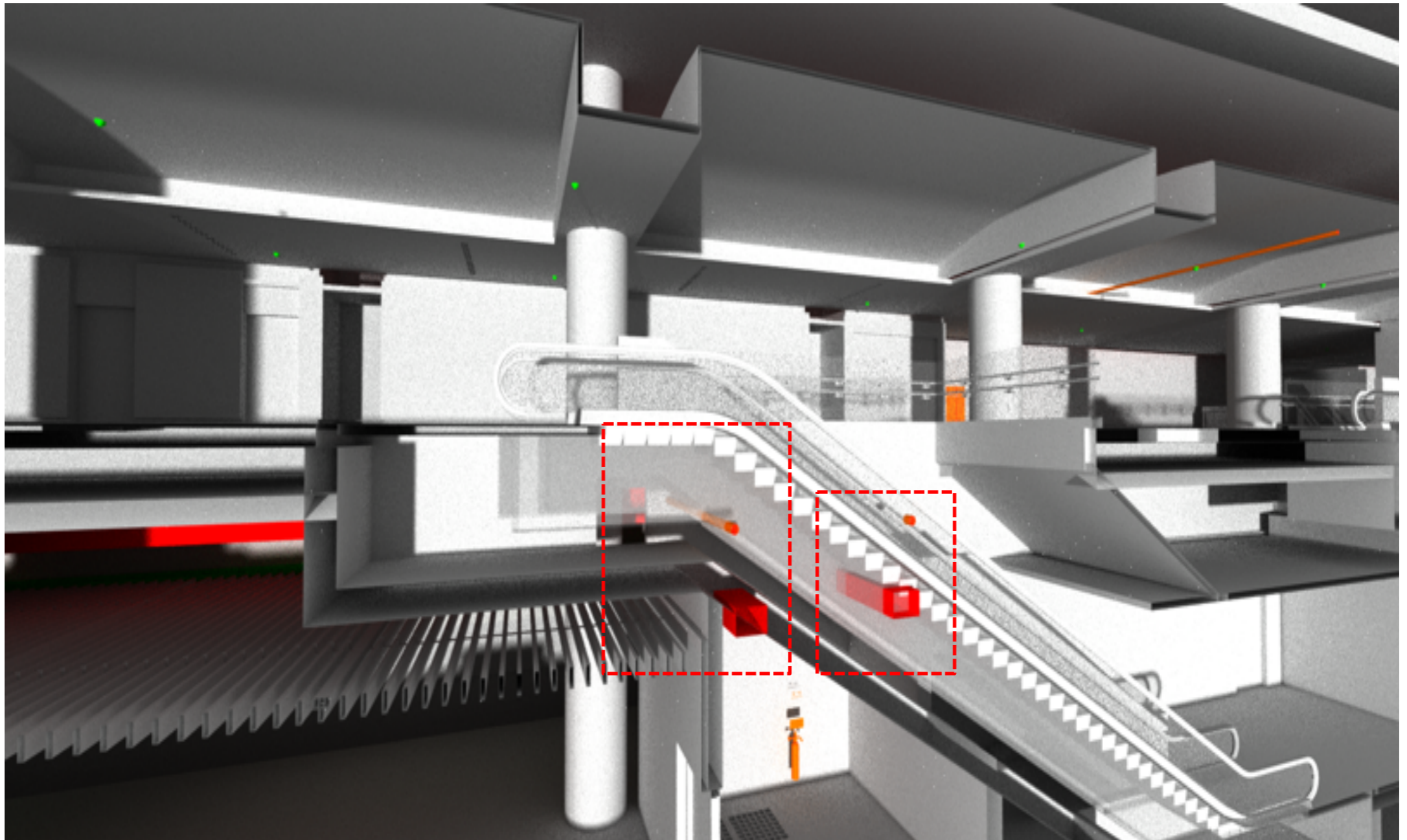
環狀線一期: 施工中遭遇特殊性地質條件，克服深基礎施工困難



3D協同作業 - 衝突檢查

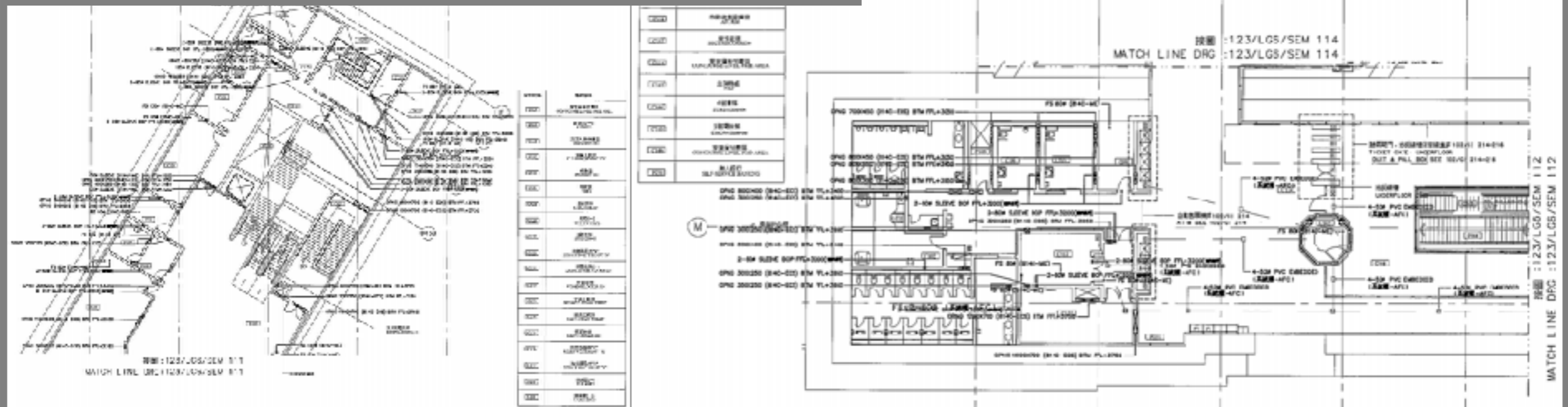
3D Coordination Process - Conflict Checking

藉模型快速整合多項專業，並進行衝突檢查，作為各專業間的溝通依據。

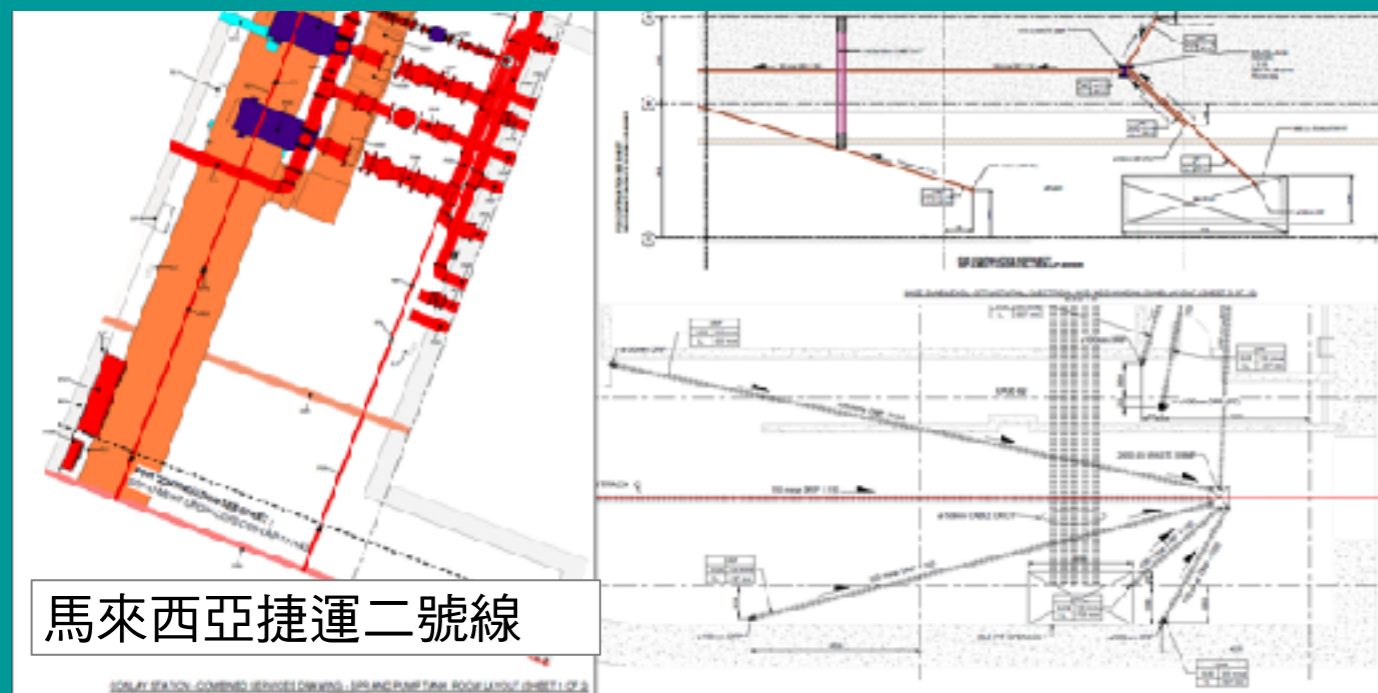


淺顯易懂的SEM/CSD圖說 Readable SEM/CSD Drawings

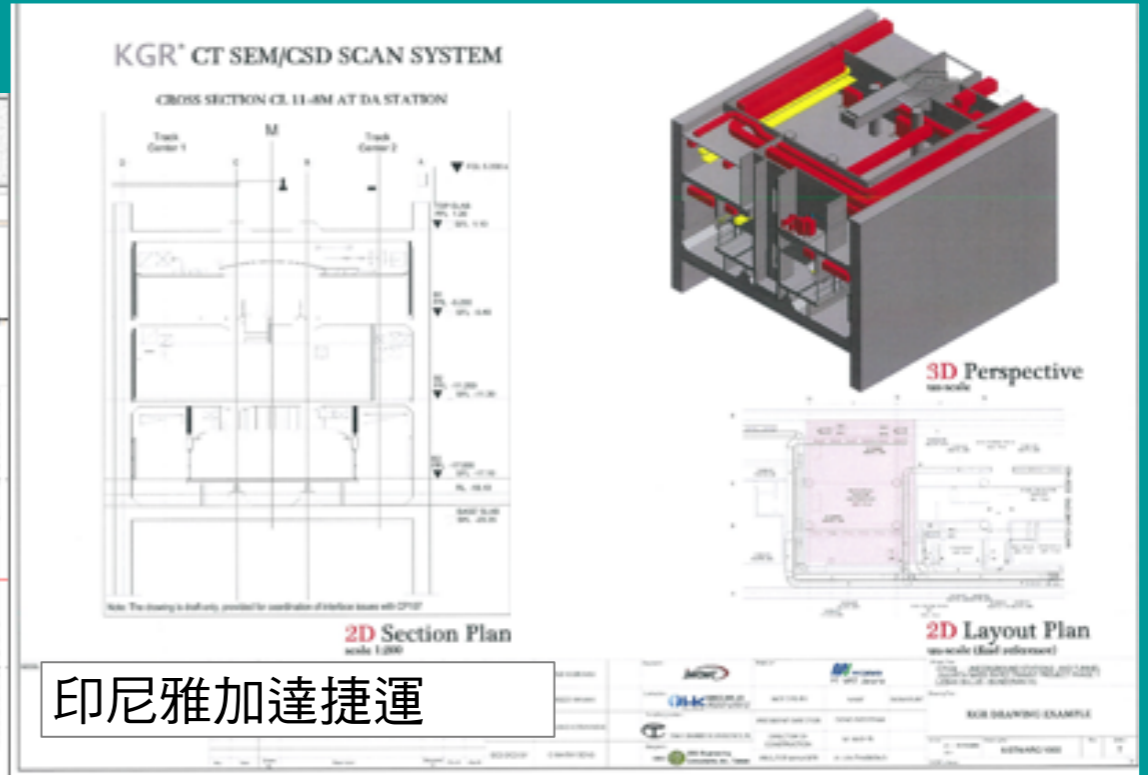
傳統2D 作業



3D BIM模型產出



馬來西亞捷運二號線



印尼雅加達捷運

Outline

- 前言
- 挑戰與瓶頸
- 導入BIM技術的目標與突破
 - 第一階段：空間幾何
 - 第二階段：非幾何參數
 - 第三階段：自動化
 - 第四階段：資產管理
- 導入BIM技術的效益分析
- 結論與建議



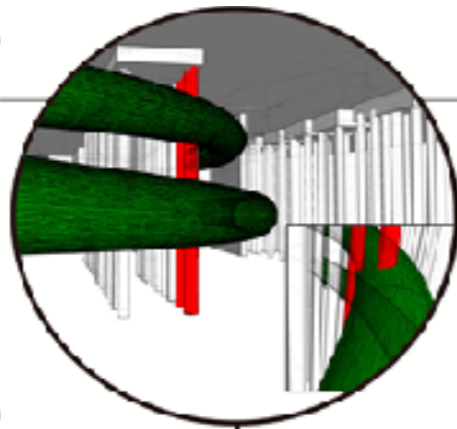
BIM

BIM IMPLEMENTATION

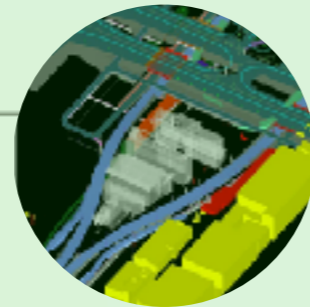
當你真心想要某樣東西時：全世界都會聯合起來幫助你完成 - 保羅·科爾賀
 "When you want something, all the universe conspires in helping you to achieve it."
 Paulo Coelho, The alchemist



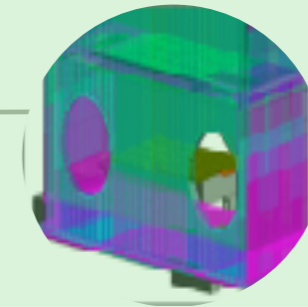
LEVEL III
 Integrated/
 Interoperable
 Data-Base
 Collaboration



LEVEL II
 3D/ 4D/ 5D
 Object Base
 Collaboration



非幾何參數



LEVEL I
 3D Model
 File Base
 Collaboration

ated with
 model
 simulation
 lation

- CoBie
- Two Years
- Research Project with NTU (National Taiwan University)
- BIM Center
- Standardized
- Develop ER for FM and Asset Management

- T3對機場捷運安全評估與保護
- BIM/GIS設計整合
 - BIM/3D FEM分析設計整合

- 環狀線二階基本設計
- GIS輔助隧道線形設計
 - 重大管線與地下障礙物整合

- 馬來西亞吉隆坡捷運2號線
- BS1192 BIM Level 2
 - BIM CDE 設計整合
 - 參數化鋼筋模擬與設計
 - BIM/GIS/Lidar設計整合

BIM

非幾何參數研究與開發

RT
 Department

2016

2018

2020

2022

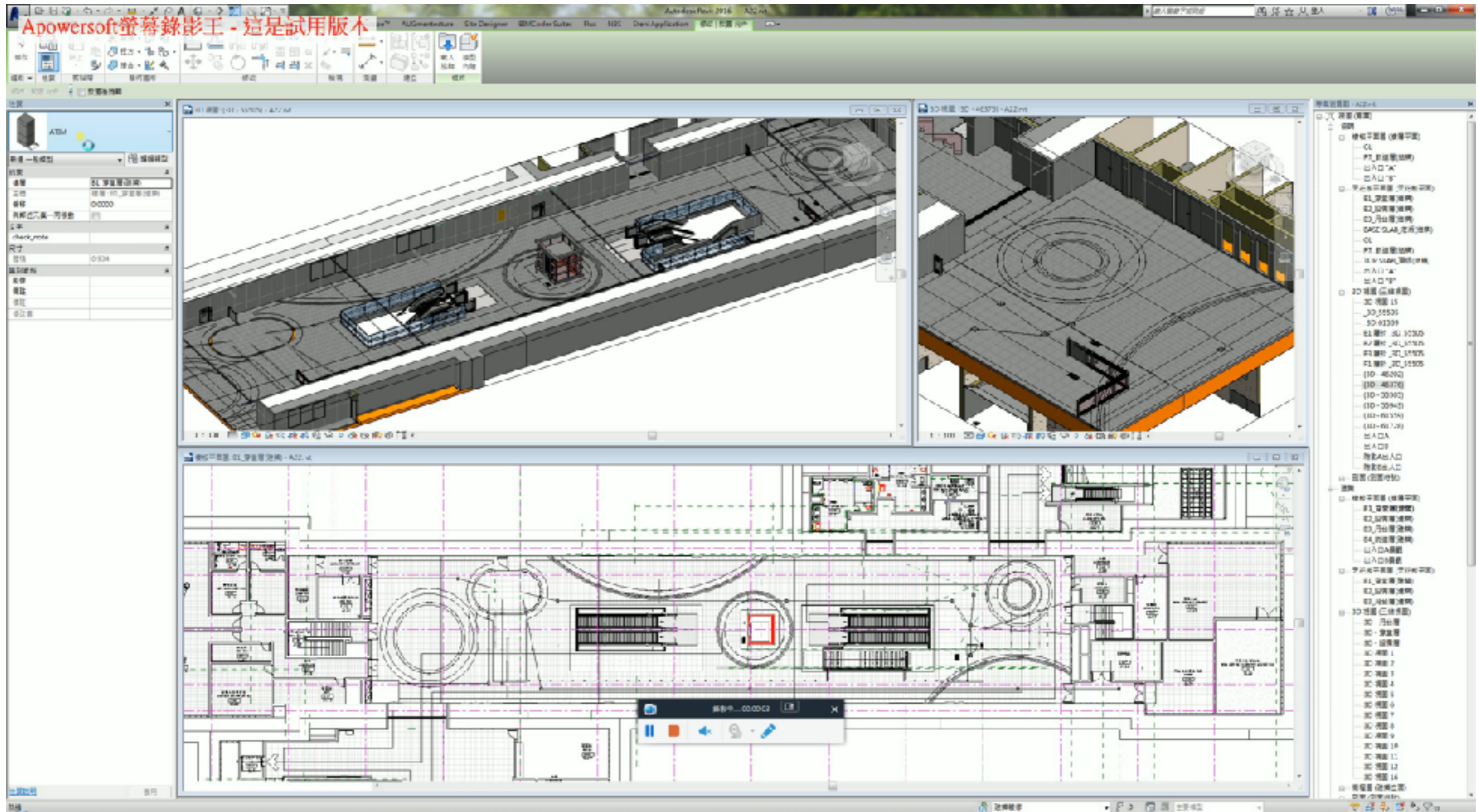
車站設計規範檢核

Rule Checker for Station Layout



參數化的智慧元件

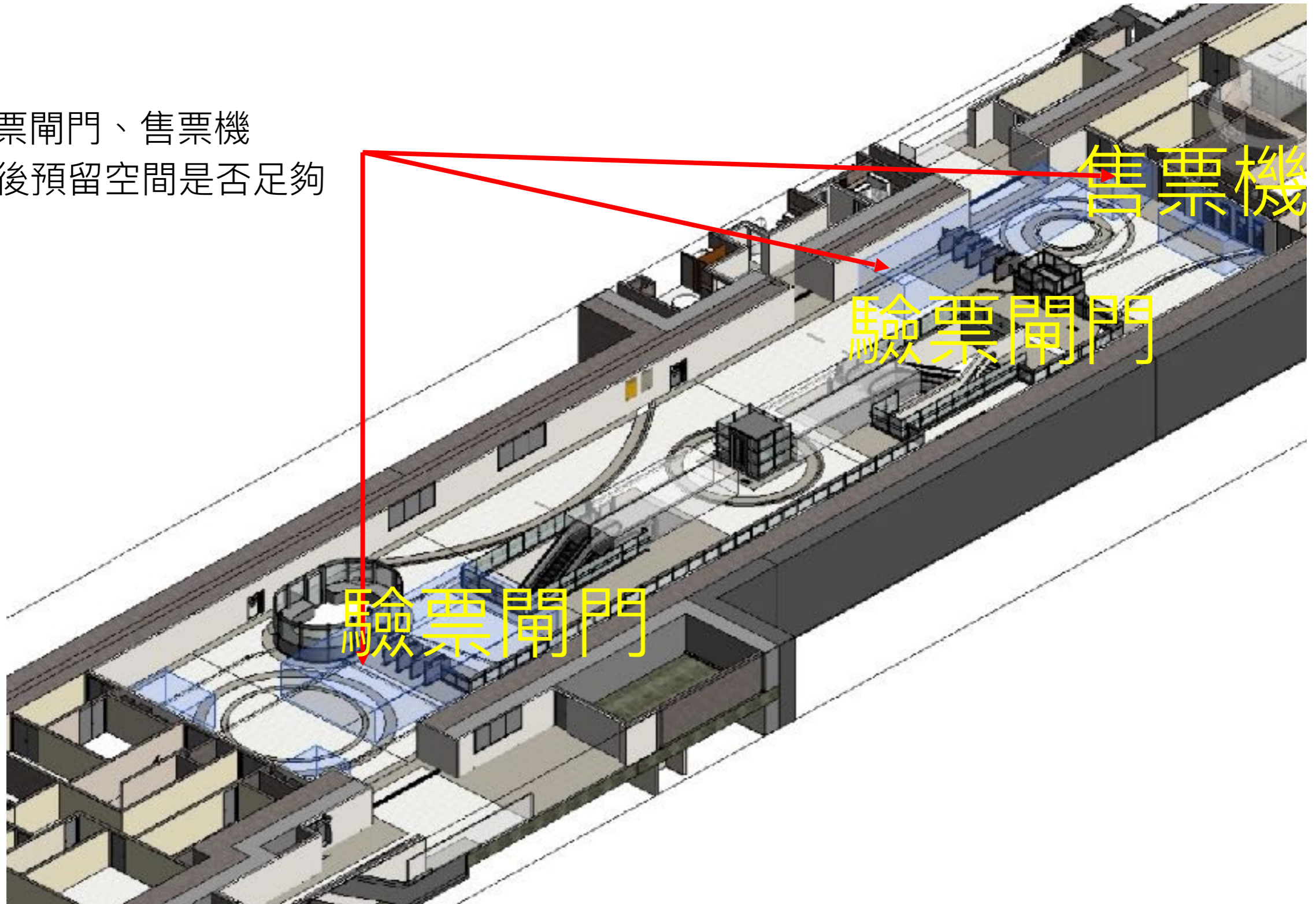
Parametric Smart Components



驗票閘門、售票機前方淨空衝突檢查

Clearance Check of Ticket Gate and Vending Machine

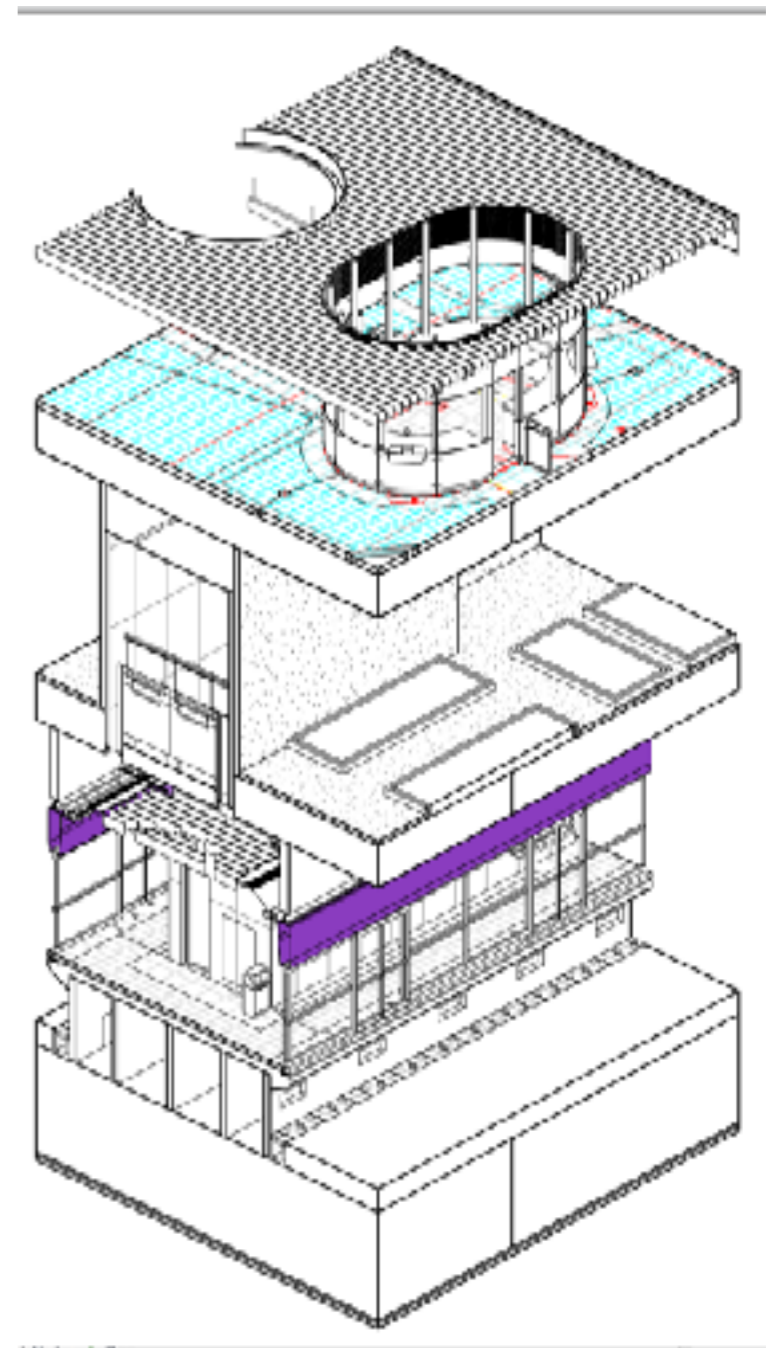
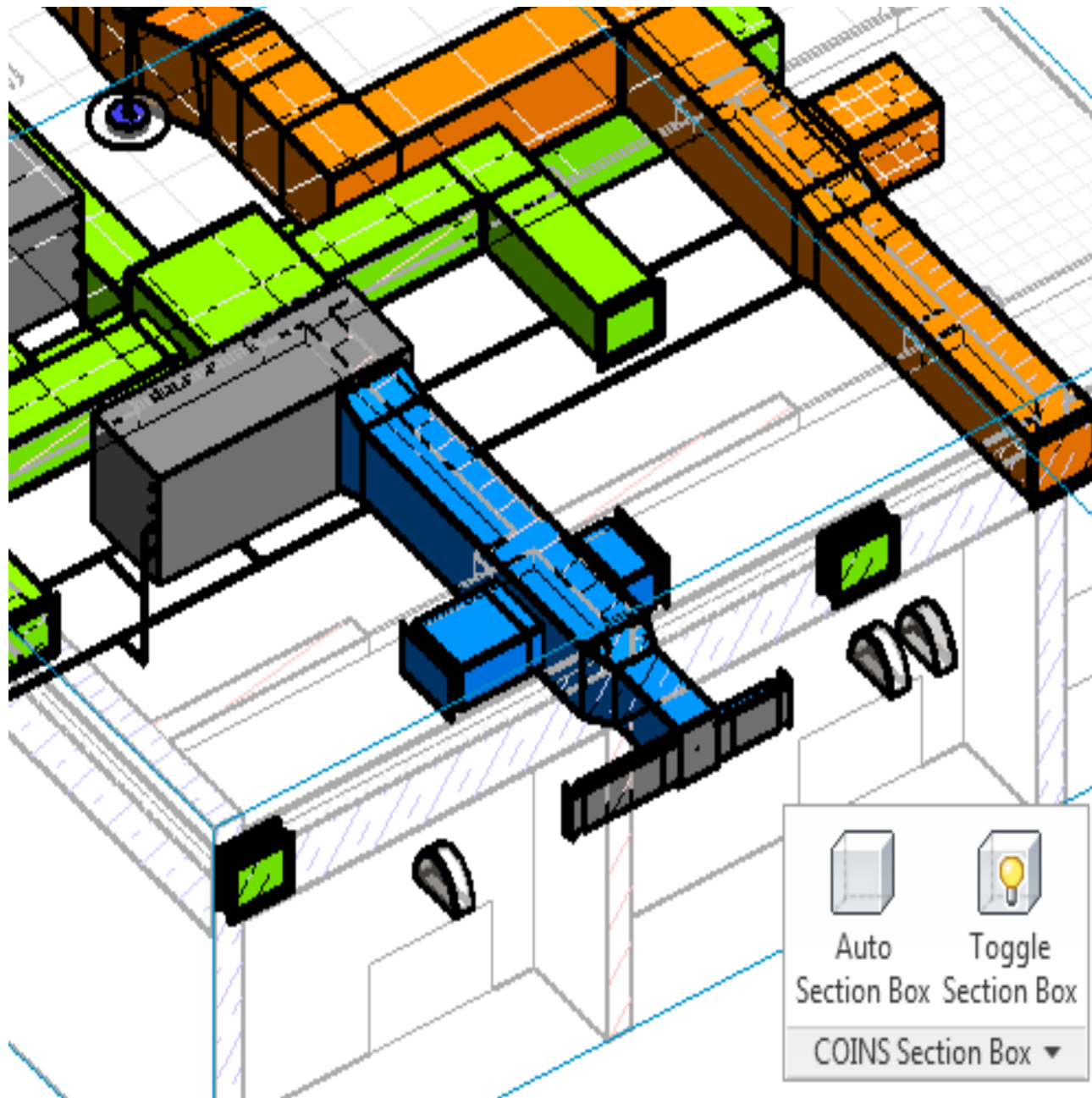
驗票閘門、售票機
前後預留空間是否足夠



3D設計快速產出檢視圖說

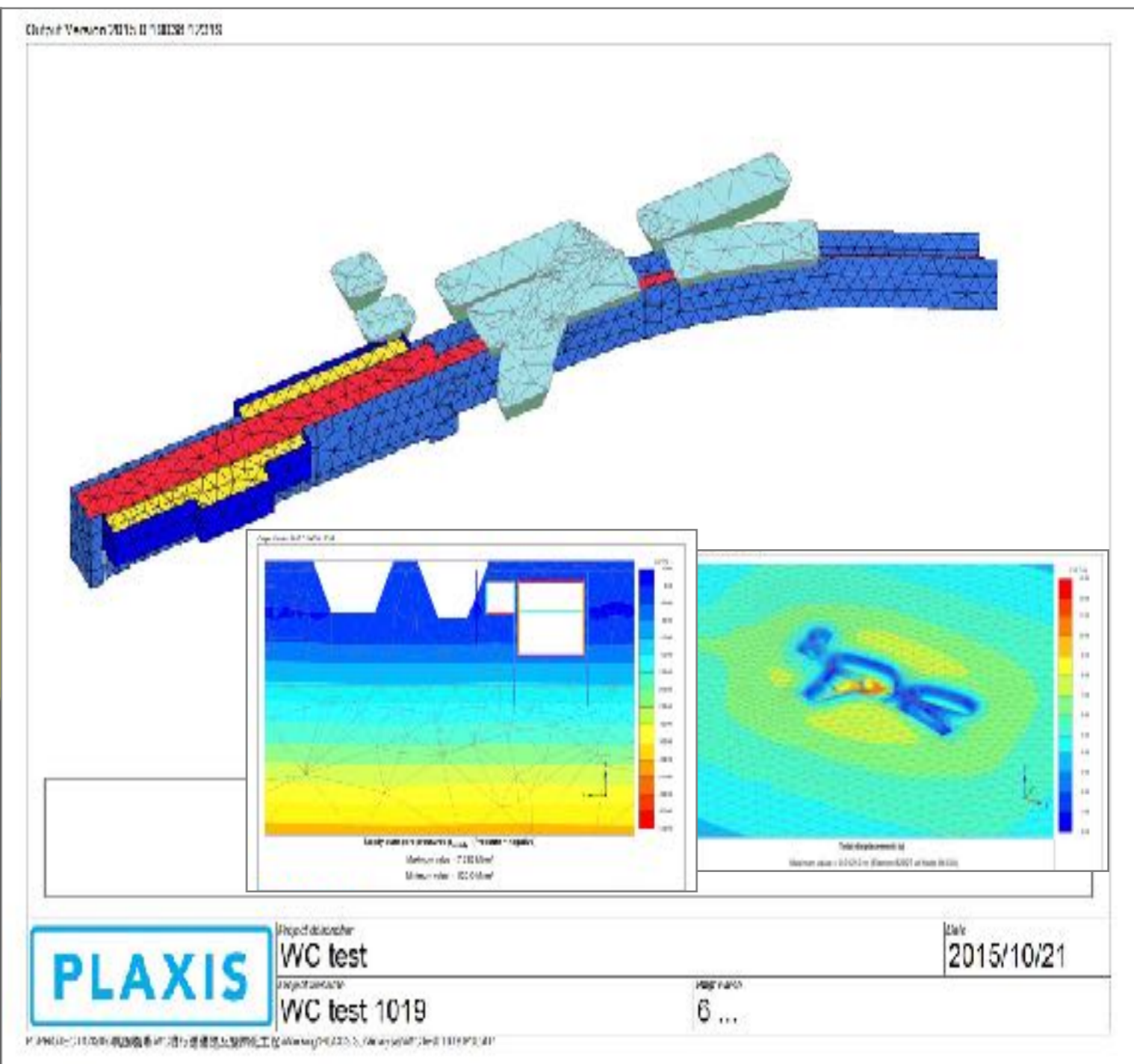
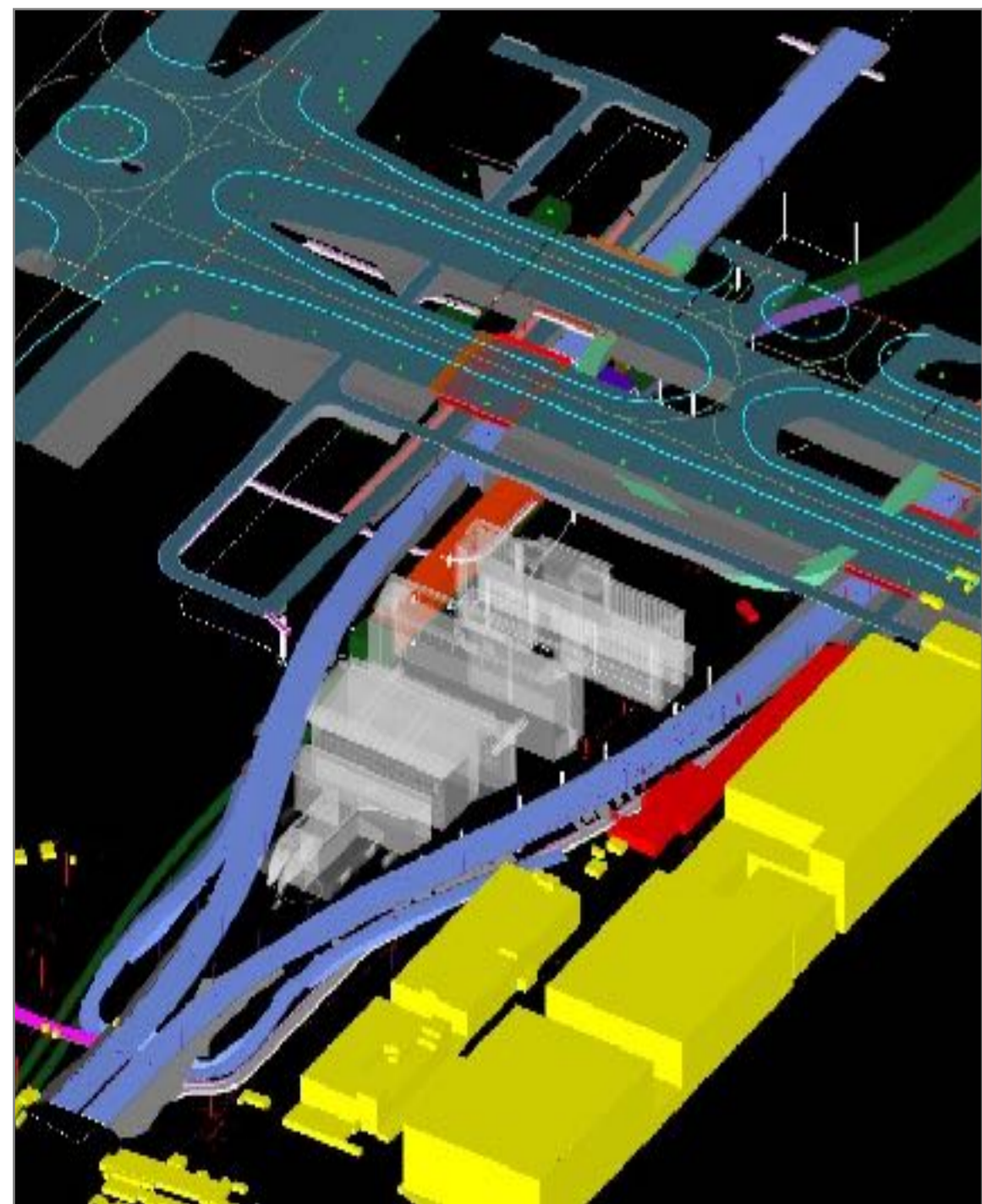
Swift Production of Specific 3D Models

藉由BIM模型依需求自動切出3D圖說，作為設計討論及報告書的說明圖說



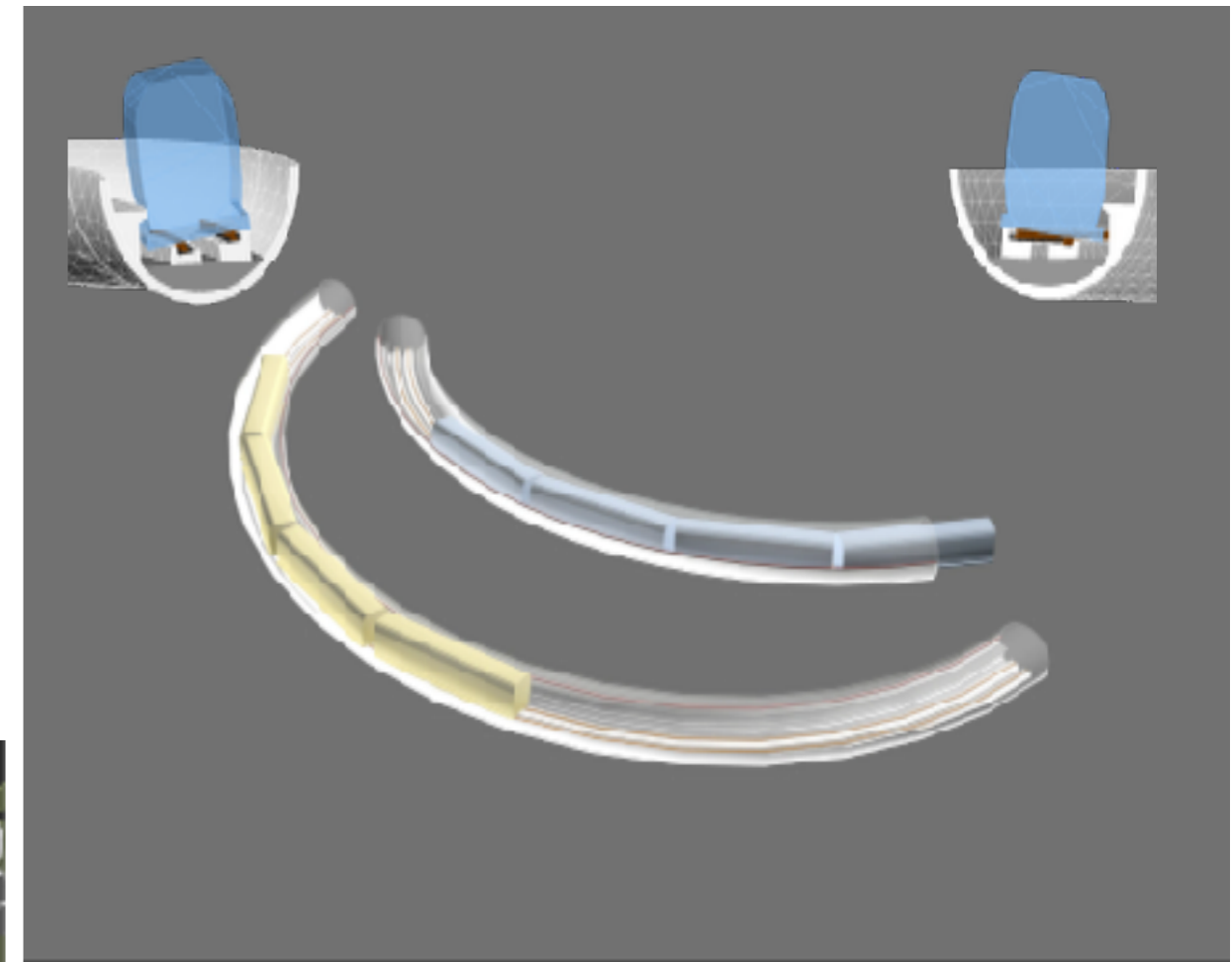
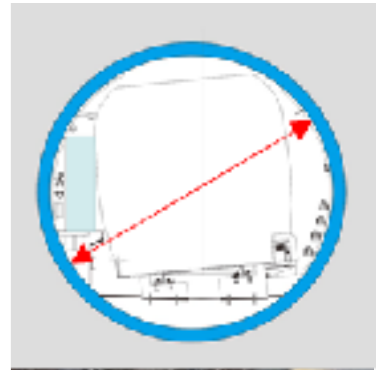
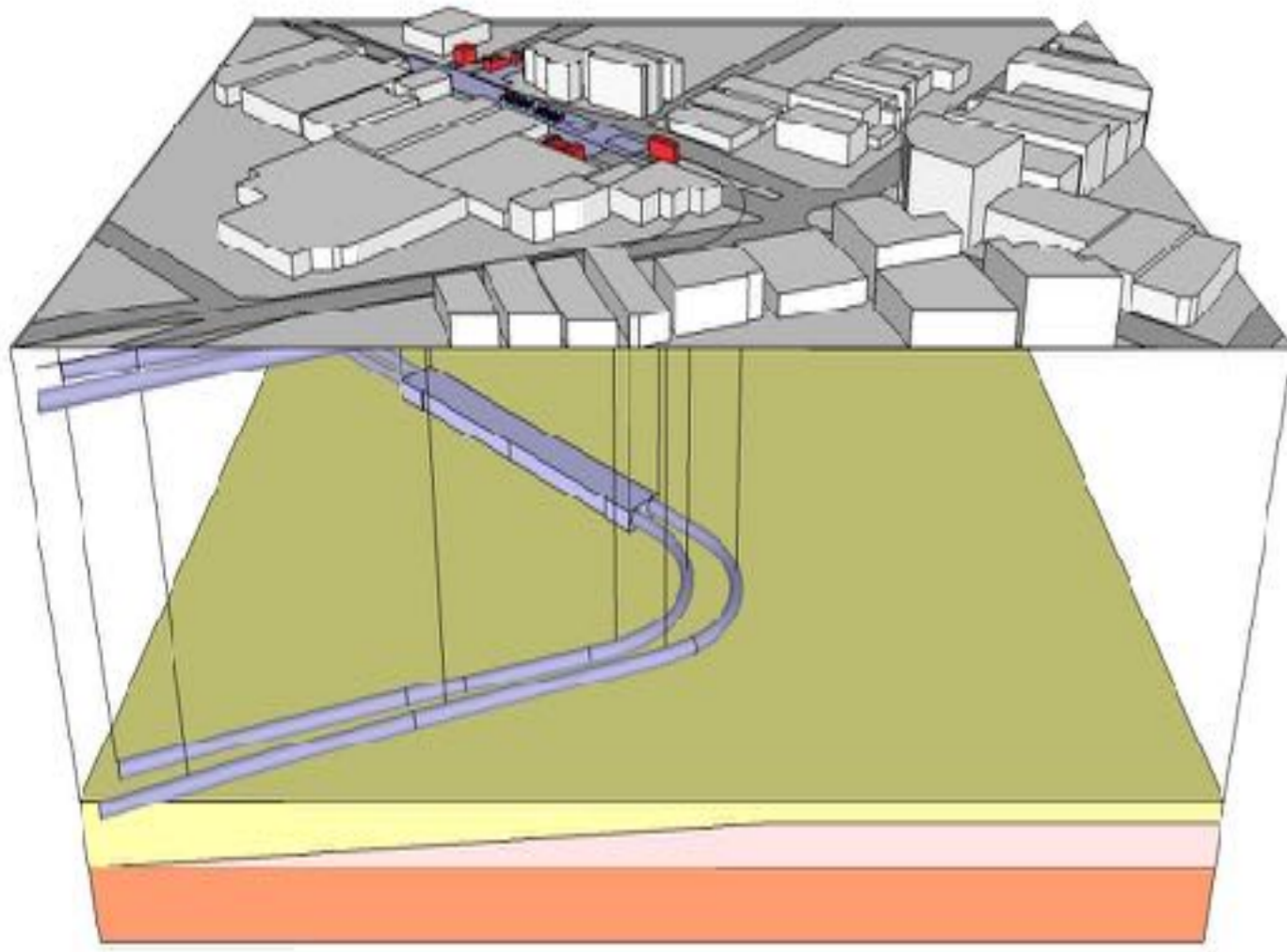
參數化設計與FEM分析

Parametric Design and FEM Analysis



小轉彎半徑的隧道淨空檢核

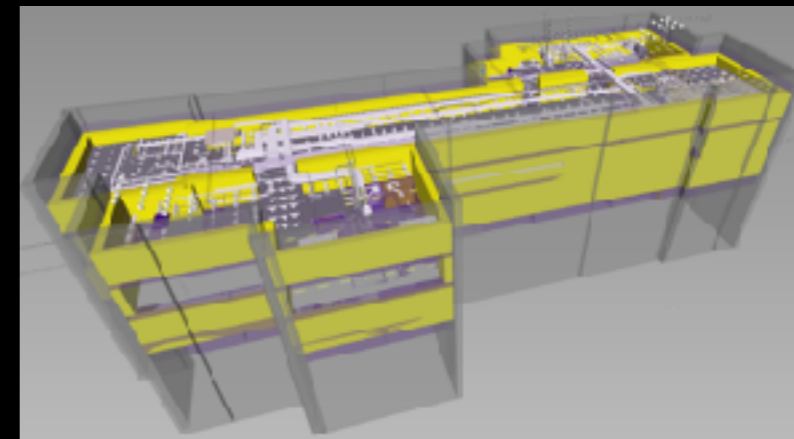
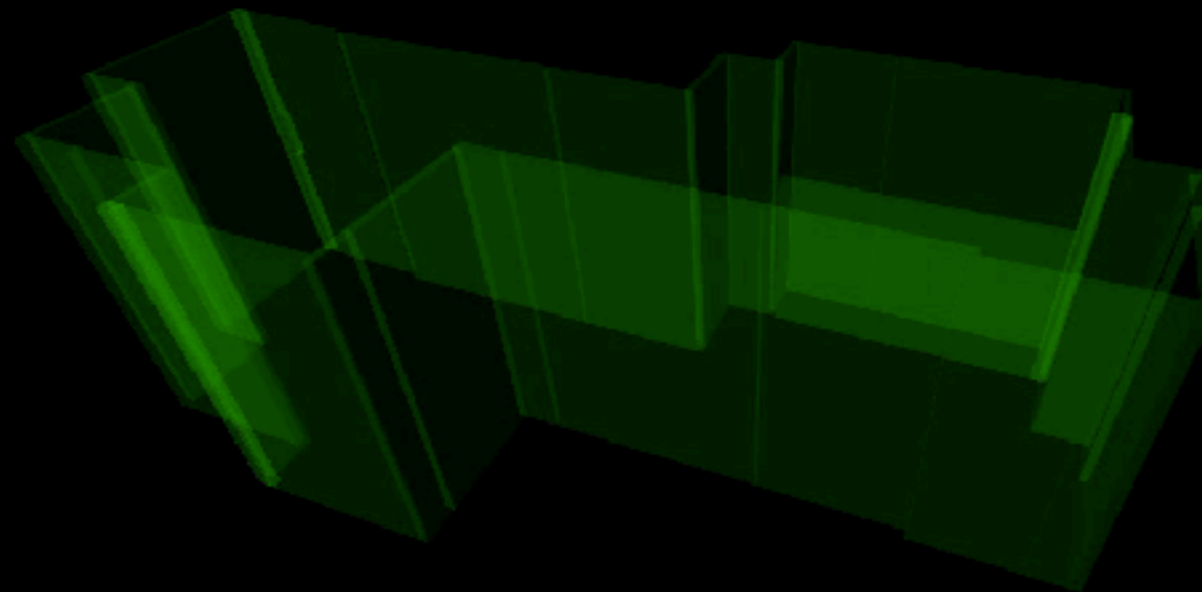
Clearance Check of Tight Curve Tunnel Section



BIM 4D的施工規劃

BIM 4D PHASE PLANNING

星期五 上午 09:00:00 2014/6/13 天=1 週=1



U(-64)-U5 : BASE SLAB_底版(結構) (65)

X: 44.162 m Y: -73.975 m Z: 170.236 m

Timeline

工作 資料來源 規則 變更

2014/6/13 12:00 2014/6/2

播放 從目前位置播放模型

名稱	狀態	計畫開始	計畫結束	星期五 六月 13, 2014			星期六 六月 14, 2014		
				8 上午	12 下午	4 下午	8 下午	12 上午	4 上午
0% = 0 建築		2014/6/13	2014/12/27	[Progress bar]					
0% 建築-單元1~5-測試設備-A??站		2014/6/13	2014/6/27	[Progress bar]					

Outline

- 前言
- 挑戰與瓶頸
- 導入BIM技術的目標與突破
 - 第一階段：空間幾何
 - 第二階段：非幾何參數
 - 第三階段：自動化
 - 第四階段：資產管理
- 導入BIM技術的效益分析
- 結論與建議

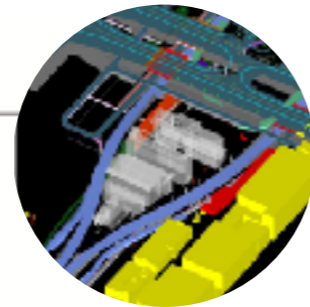
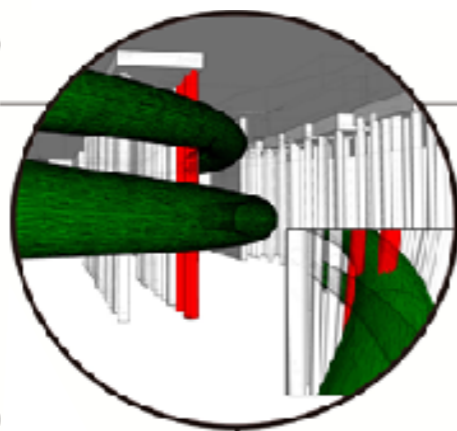


BIM IMPLEMENTATION

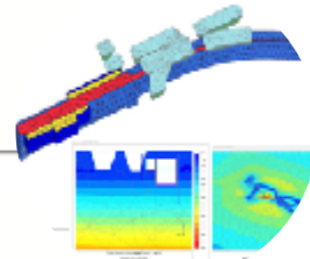
當你真心想要某樣東西時：全世界都會聯合起來幫助你完成 - 保羅·科爾賀
 "When you want something, all the universe conspires in helping you to achieve it."
 Paulo Coelho, The alchemist



LEVEL III
 Integrated/
 Interoperable
 Data-Base
 Collaboration



LEVEL II
 3D/ 4D/ 5D
 Object Base
 Collaboration



LEVEL I
 3D Model
 File Base
 Collaboration

ated with
 model
 simulation
 lation

CoBie
 Two Years
 ■ Research Project with NTU
 (National Taiwan University)
 BIM Center
 Standardized
 ■ Develop ER for FM and
 Asset Management

T3對機場捷運
 安全評估與保
 護
 ■ BIM/GIS設計整合
 ■ BIM/3D FEM分析設
 計整合

馬來西亞吉隆坡捷
 運2號線
 ■ BS1192 BIM Level 2
 ■ BIM CDE 設計整合
 ■ 參數化鋼筋模擬與設計
 ■ BIM/GIS/Lidar設計整合

參數化機電元件
 智慧化車站配置
 參數化隧道環片元件
 智慧化隧道環片圖說

自動化

自動化研發與應用

RT
 Department

2016

2018

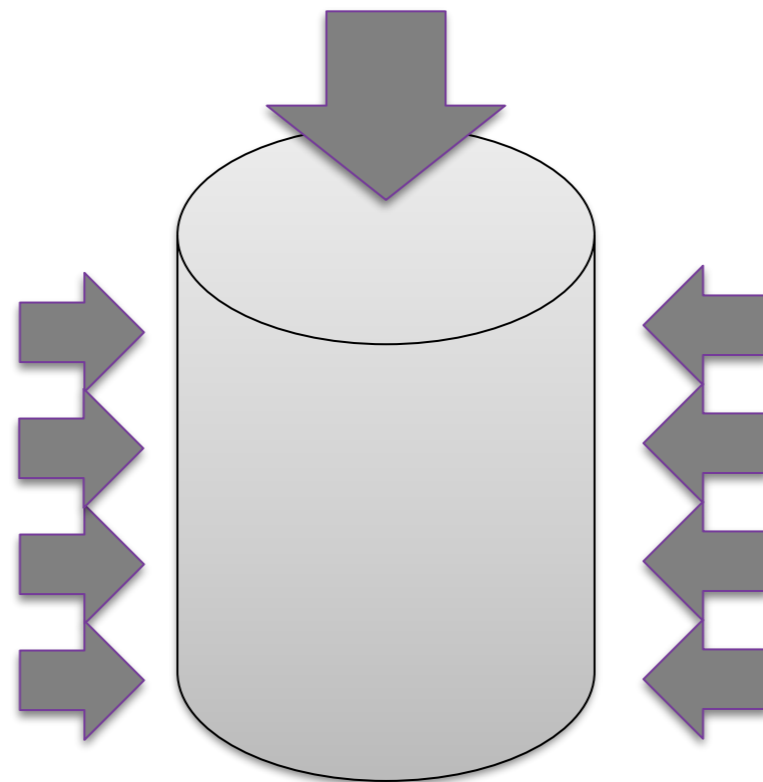
2020

2022

外部挑戰

自動化

- 提昇效率
- 減少錯誤
- 降低成本

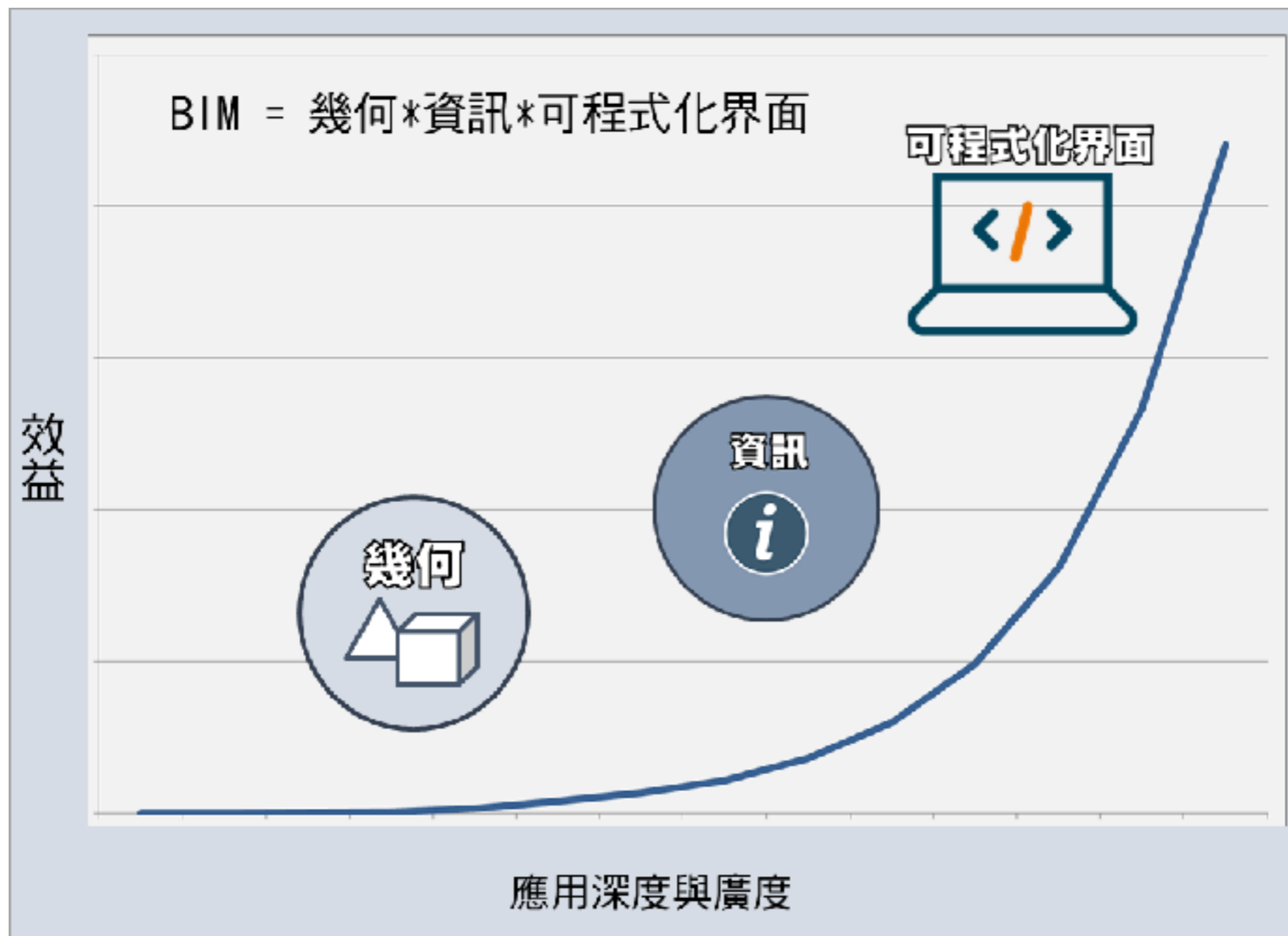


客製化

- 費用集中
- 高風險作業
- 要徑工程

3D自動化設計的效益

Benefits of 3D Automatic Design



避免人為錯誤



提昇效率



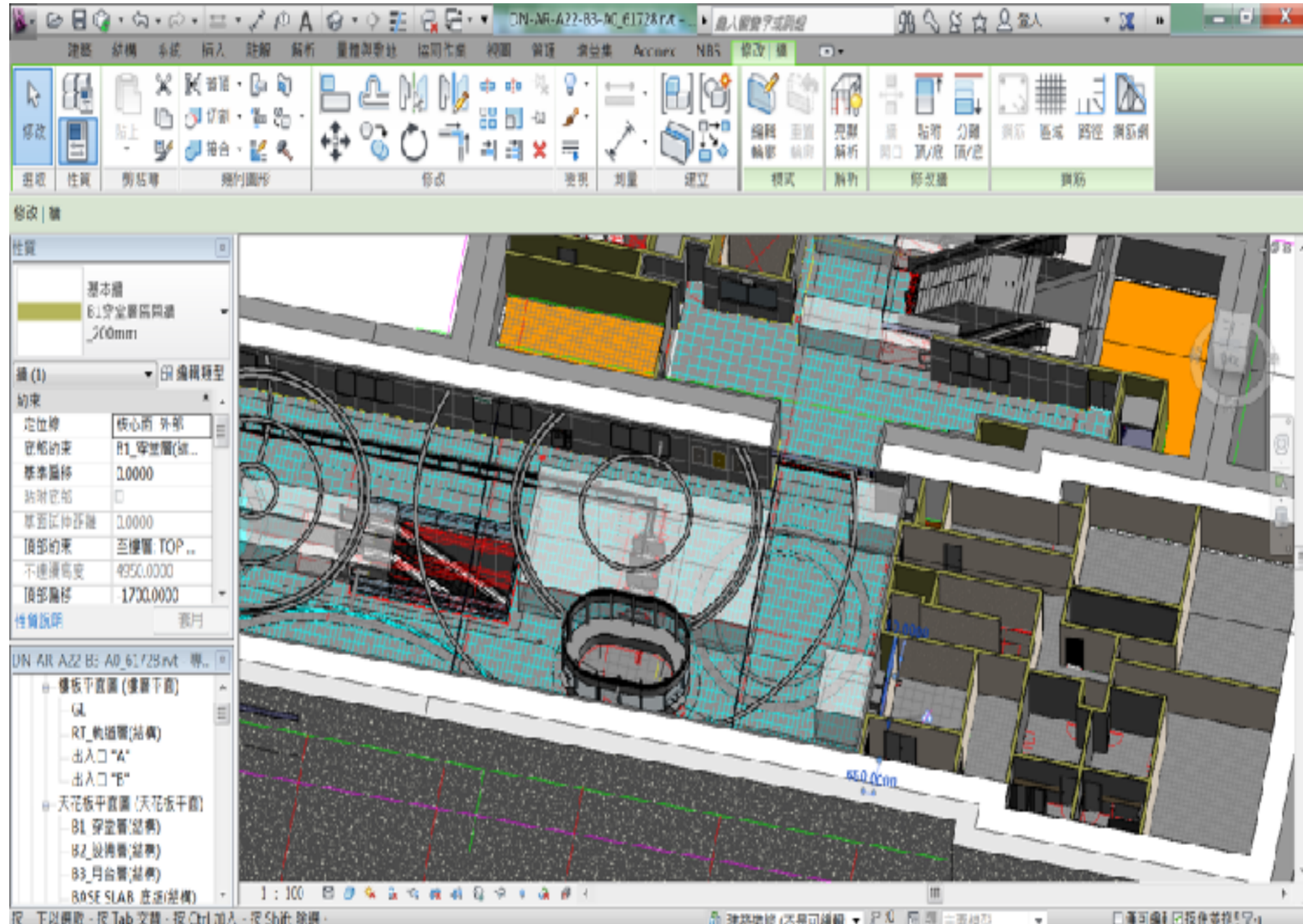
強化設計整合



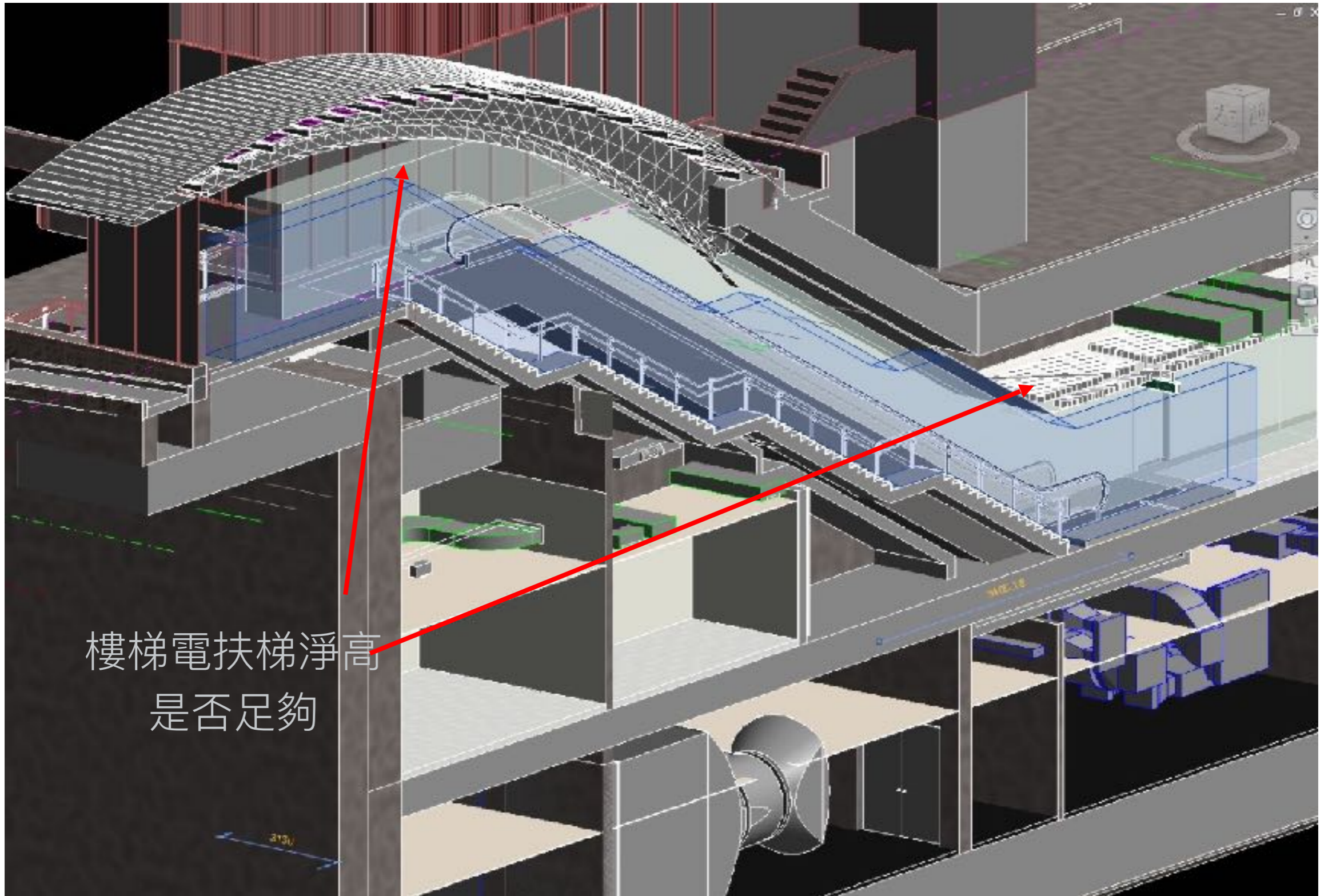
3D原件發展與大樣詳圖自動化

Development of 3D Components and Details Drawings

- 藉由完整的原件發展，有效的在設計**初期完成法規檢核**，並可據此**整合後續詳**



電扶梯淨空衝突檢查 Clearance Check of Escalator

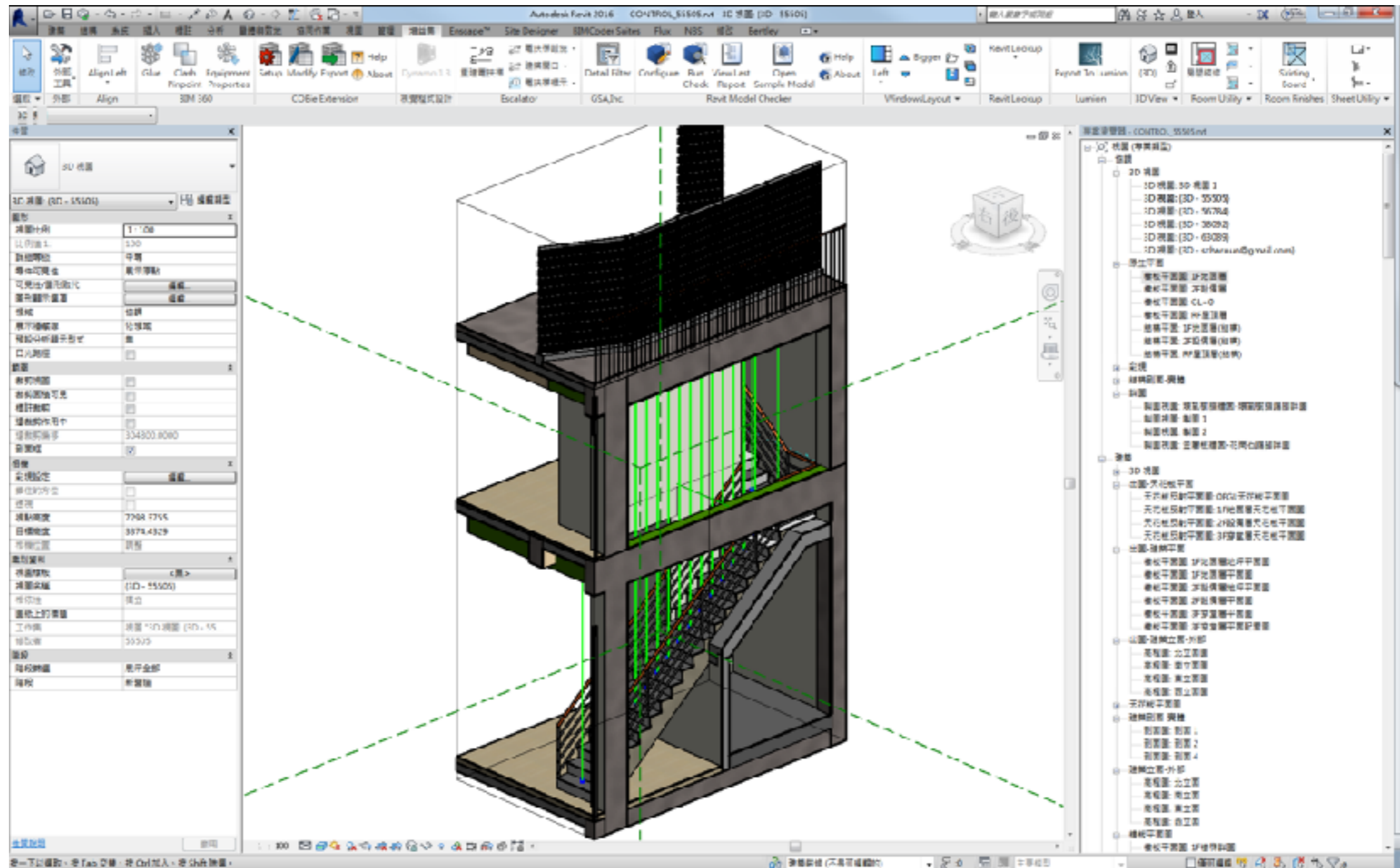


樓梯電扶梯淨高
是否足夠

3D設計空間淨高檢核

3D Clearance Check for Floor Height

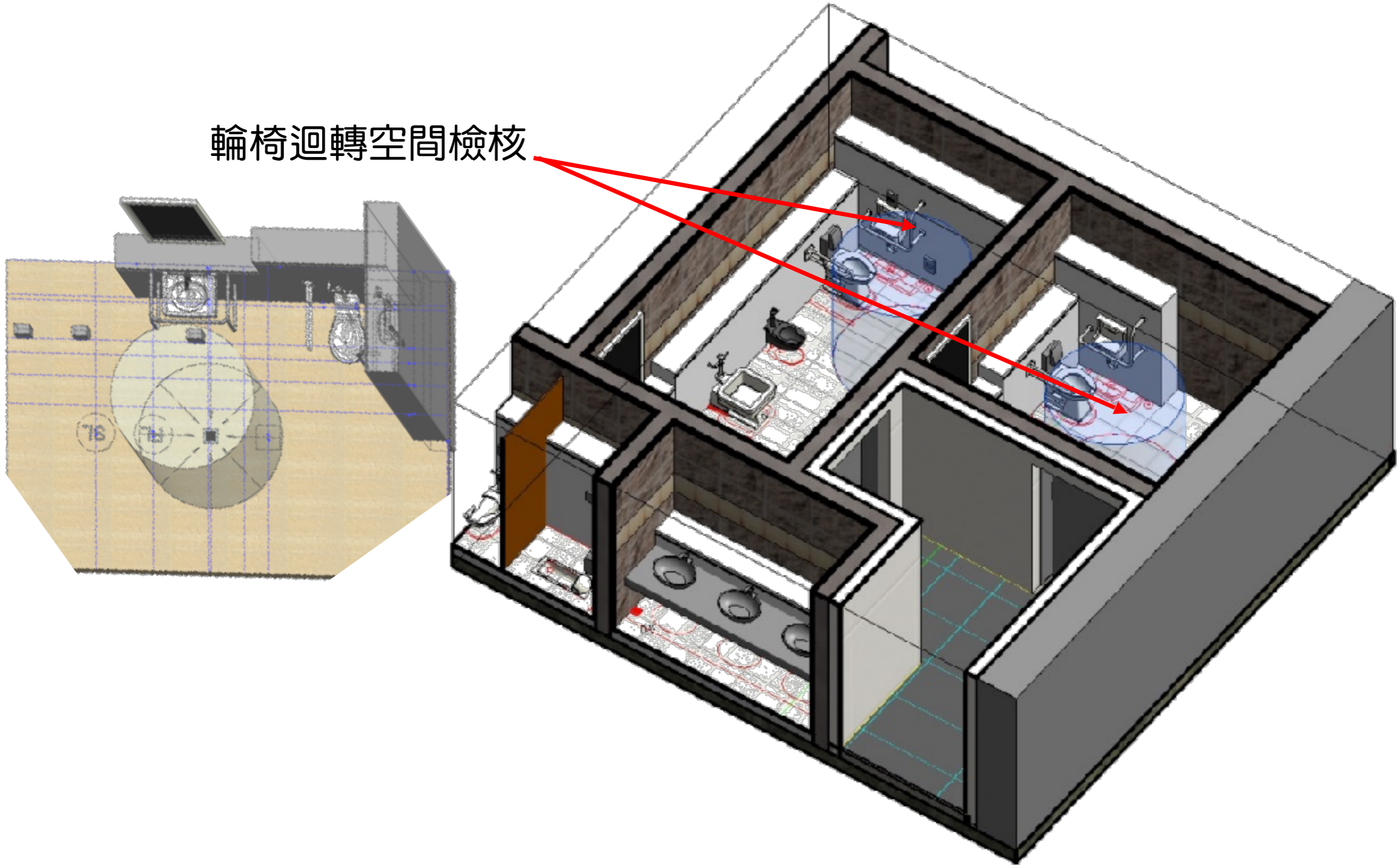
藉由程式協助檢核，包含樓梯及走道的淨高是否符合設計的空間需求。



無障礙廁所輪椅淨空檢查

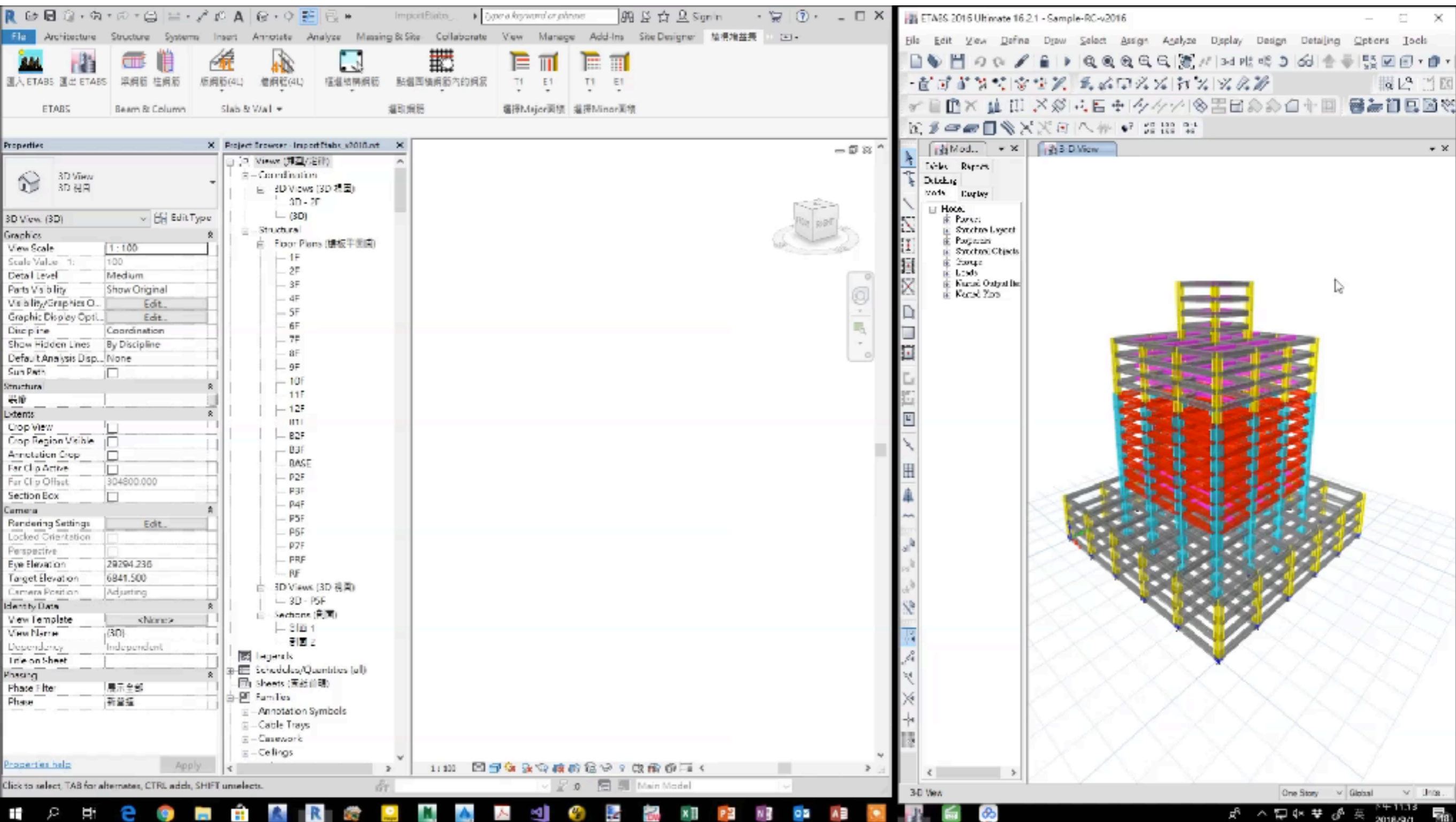
Clearance Check of Wheelchair at Accessible Toilet

輪椅迴轉空間檢核



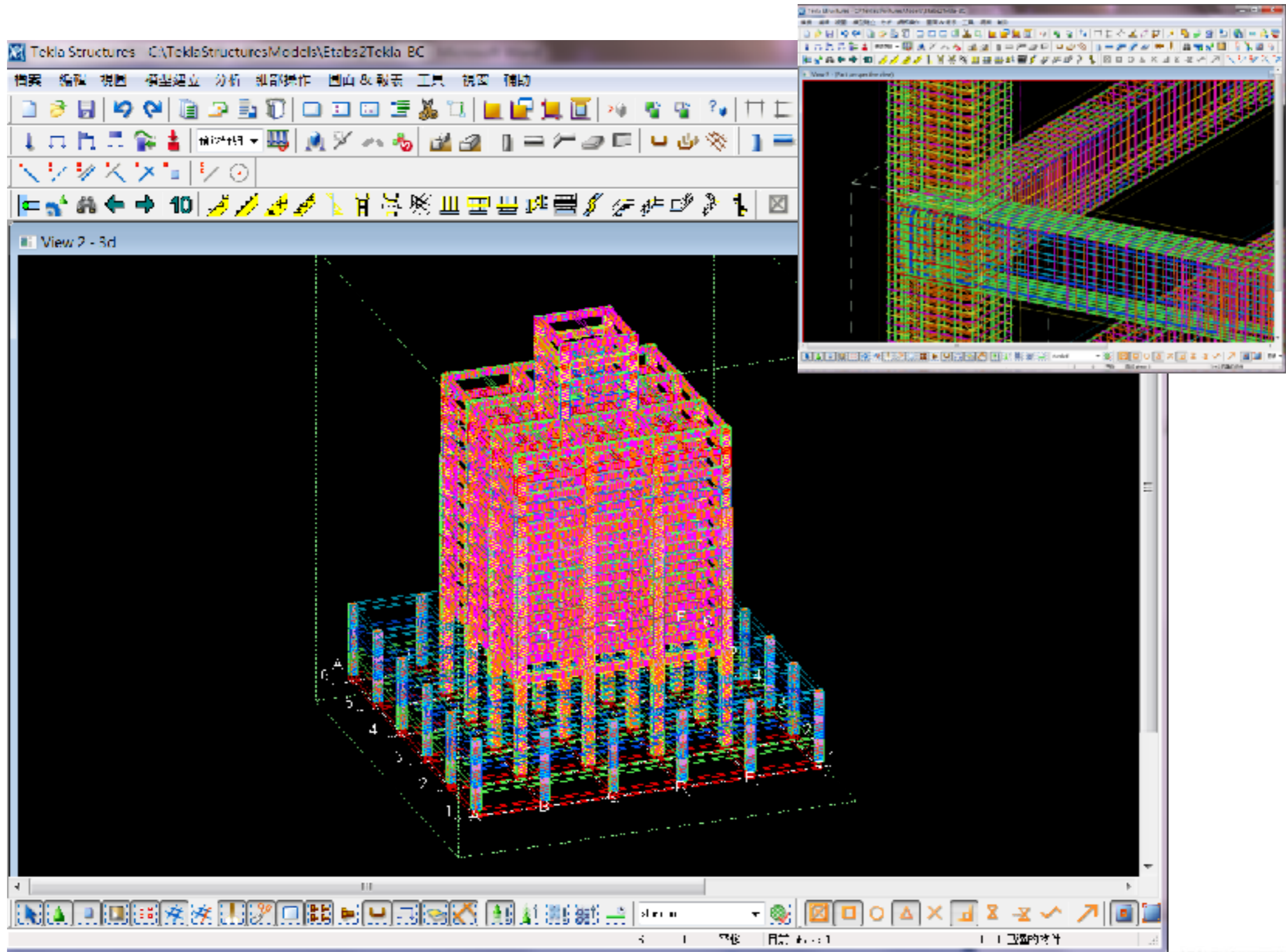
結構分析模型→設計模型

Interoperability: Analytical Model to BIM Model



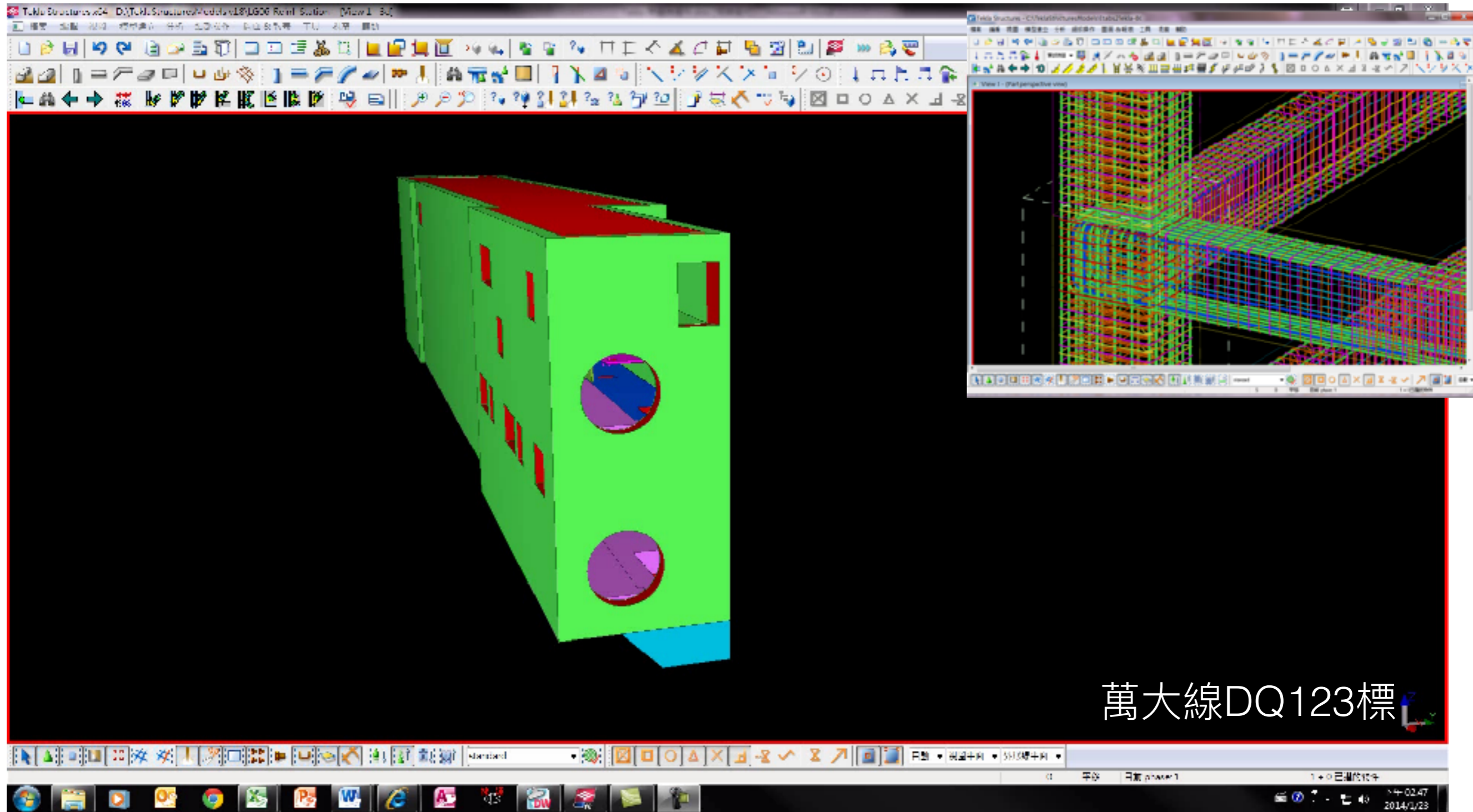
3D鋼筋建模 v1.0 – 梁柱系統/單根鋼筋模擬

3D Reinforcement Modeling v1.0



3D鋼筋建模 v1.0 – 板牆結構/參數化單根鋼筋模擬

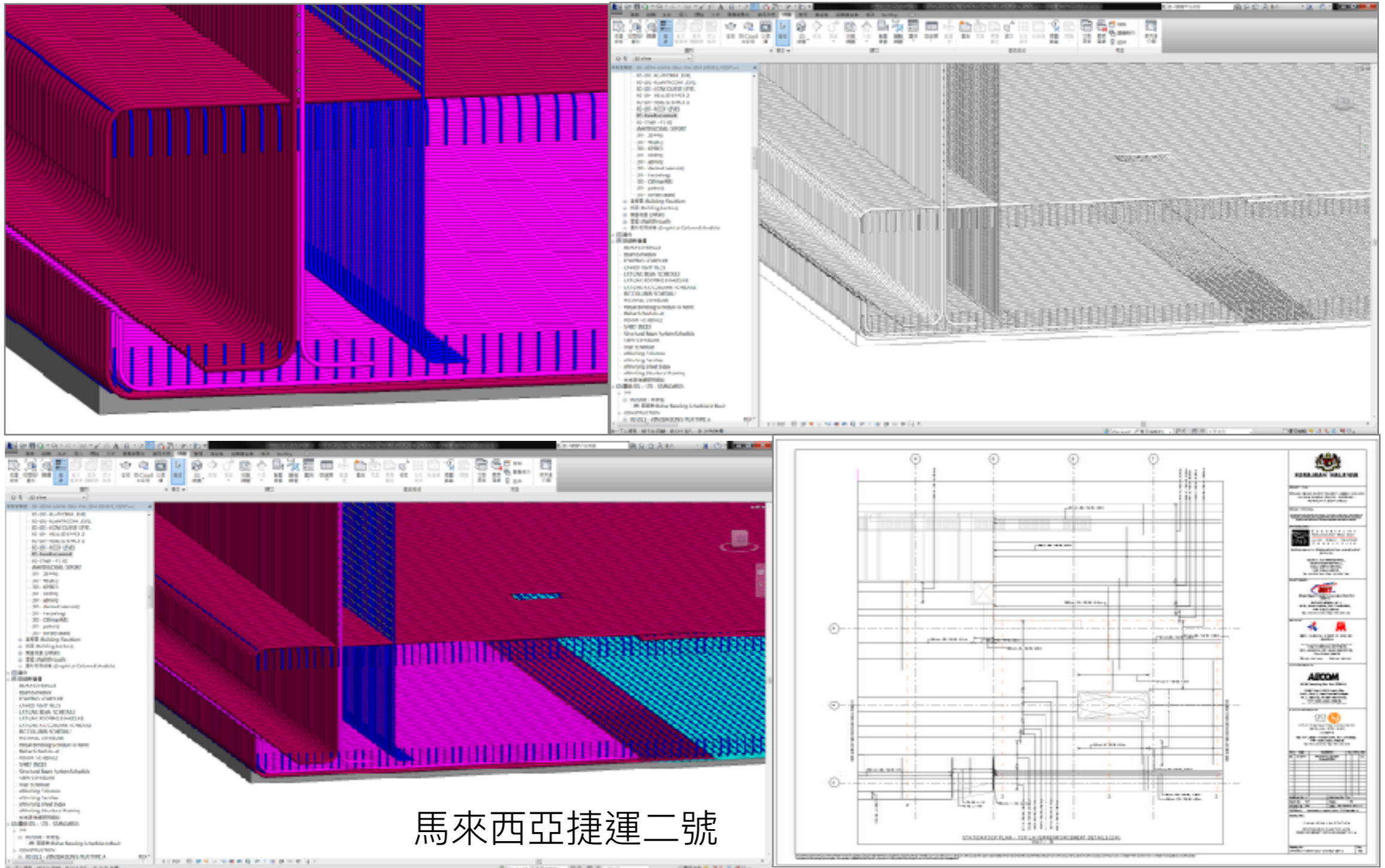
3D Reinforcement Modeling v1.0



萬大線DQ123標

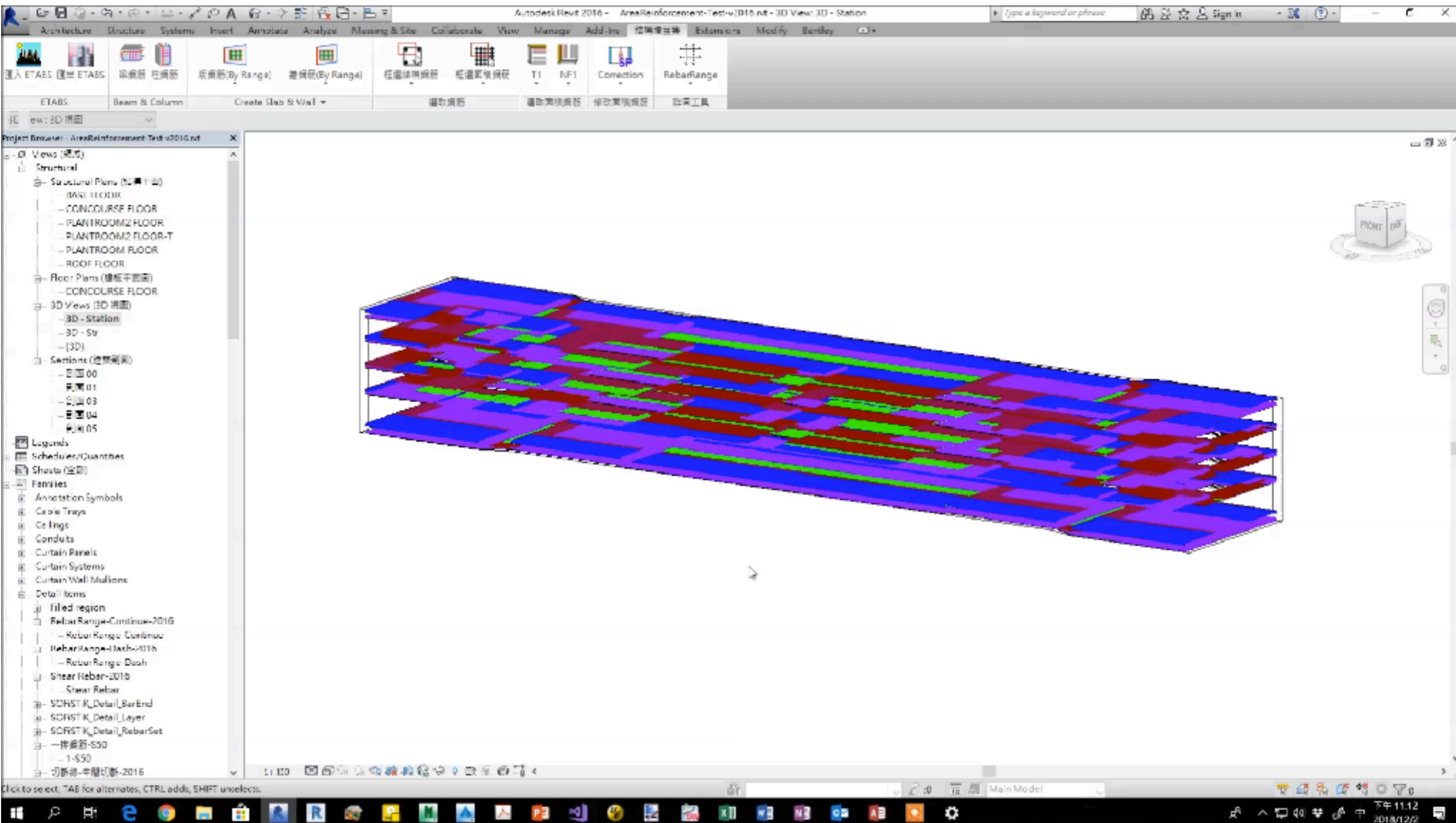
3D鋼筋建模 v2.0 –板牆結構/參數化片狀鋼筋

3D Reinforcement Modeling v2.0



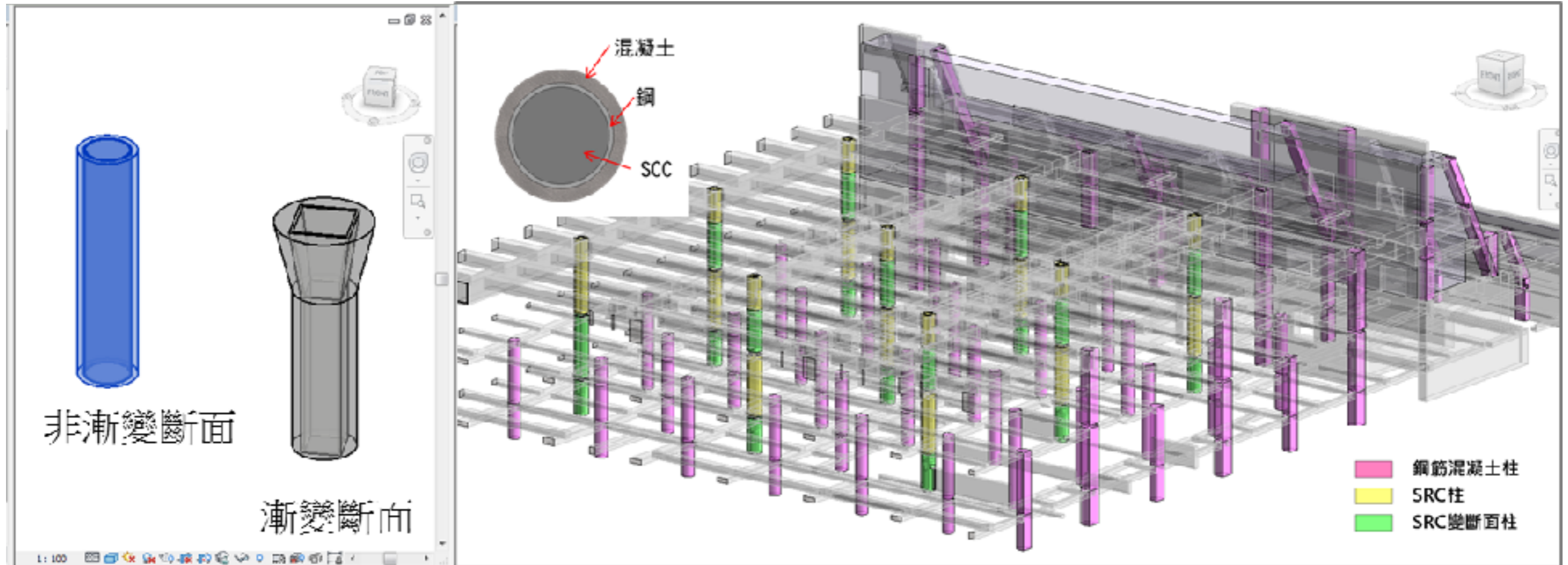
3D鋼筋建模 v3.0 –板牆結構/自動化鋼筋建模與成圖

3D Reinforcement Modeling v3.0



參數化變斷面SRC柱元件開發

Parametric Variable Section SRC Column Component



智慧化環片鋼筋圖

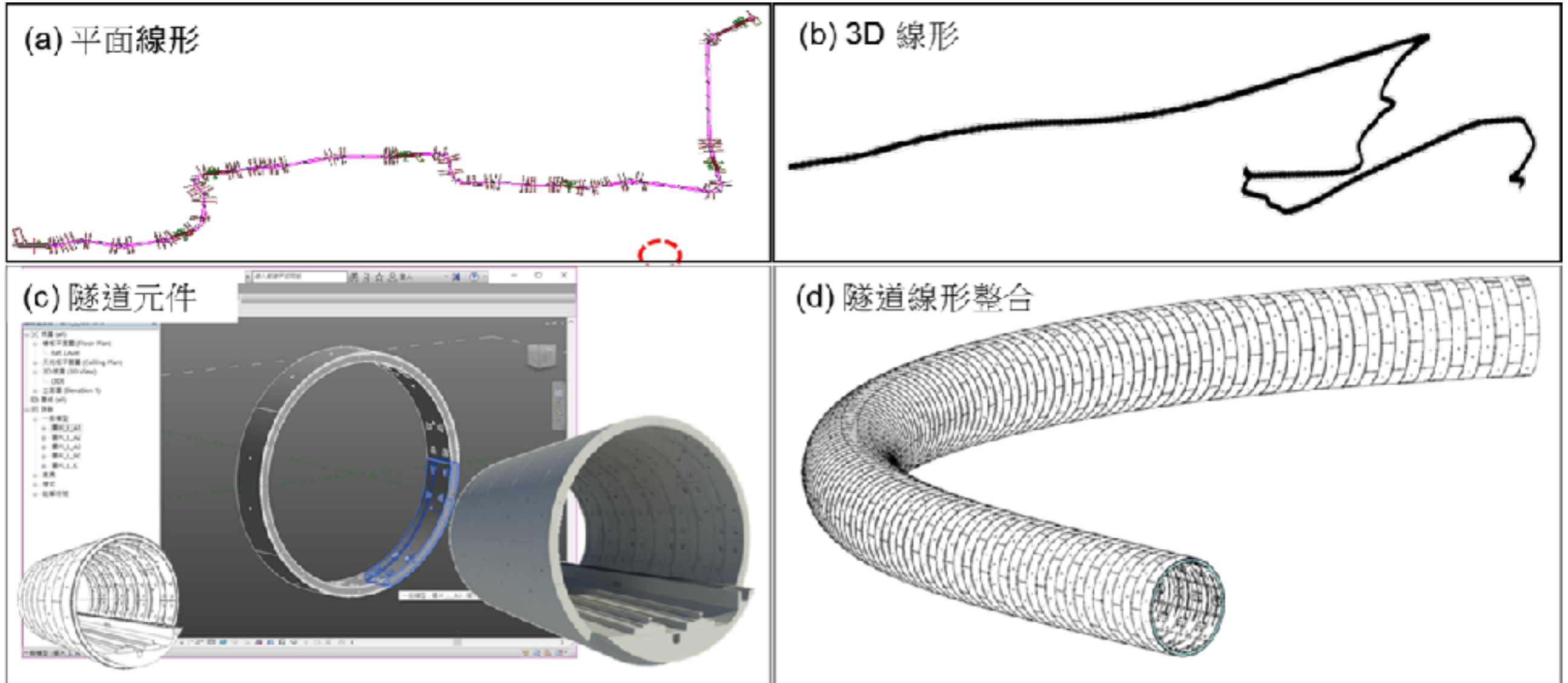
Smart Production of Reinforcement Drawings

The screenshot displays the Autodesk Revit 2016 interface. The main window shows a smart reinforcement drawing for a curved slab. The drawing includes a table of reinforcement data, a 3D perspective view of the slab with reinforcement bars, and a 2D plan view. The software interface includes a ribbon with various tools and a project browser on the right.

編號	直徑	間距	長度	數量	單位	總量
1	12	150	1.20	1.00	m	1.20
2	12	150	1.20	1.00	m	1.20
3	12	150	1.20	1.00	m	1.20
4	12	150	1.20	1.00	m	1.20
5	12	150	1.20	1.00	m	1.20
6	12	150	1.20	1.00	m	1.20
7	12	150	1.20	1.00	m	1.20
8	12	150	1.20	1.00	m	1.20
9	12	150	1.20	1.00	m	1.20
10	12	150	1.20	1.00	m	1.20

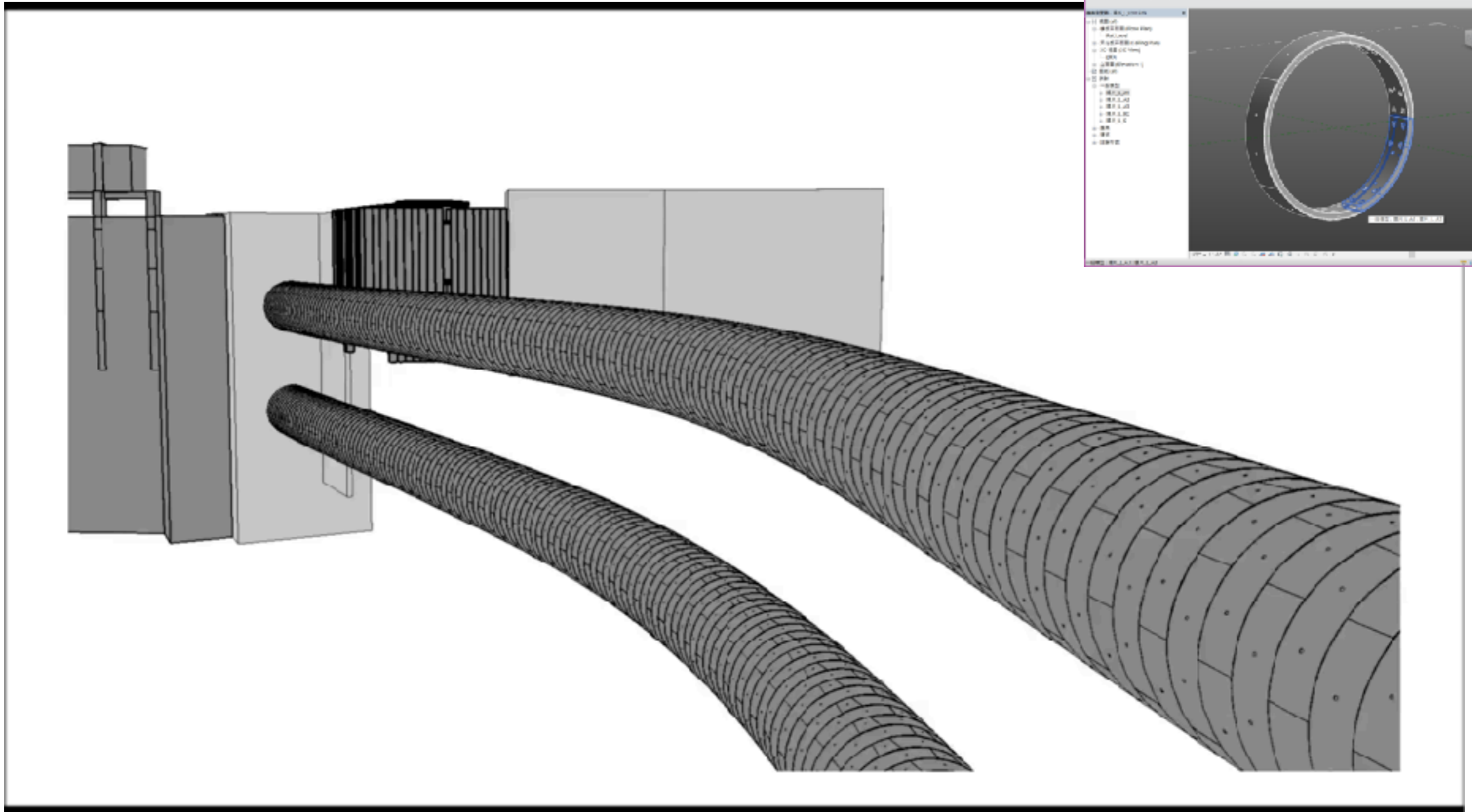
線形與參數化元件

3D線形設計 = 車站 + 隧道環片



參數化隧道線形與環片

Parametric Tunnel Alignment and Segmentation



Outline

- 前言
- 挑戰與瓶頸
- 導入BIM技術的目標與突破
 - 第一階段：空間幾何
 - 第二階段：非幾何參數
 - 第三階段：自動化
 - 第四階段：資產管理
- 導入BIM技術的效益分析
- 結論與建議



BIM IMPLEMENTATION

當你真心想要某樣東西時：全世界都會聯合起來幫助你完成 - 保羅·科爾賀
 "When you want something, all the universe conspires in helping you to achieve it."
 Paulo Coelho, The alchemist

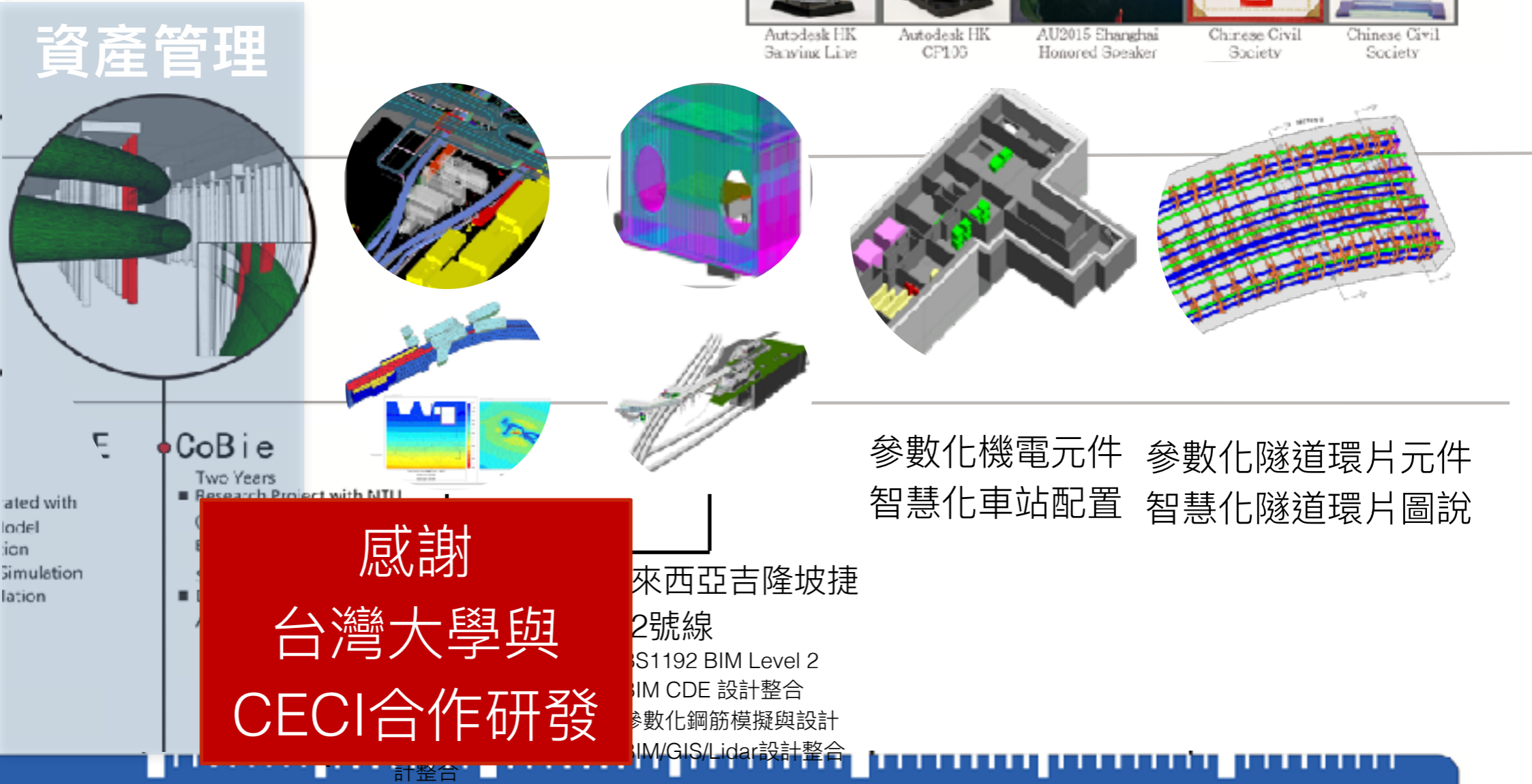


資產管理

LEVEL III
 Integrated/
 Interoperable
 Data-Base
 Collaboration

LEVEL II
 3D/ 4D/ 5D
 Object Base
 Collaboration

LEVEL I
 3D Model
 File Base
 Collaboration



感謝
 台灣大學與
 CECI合作研發



2016

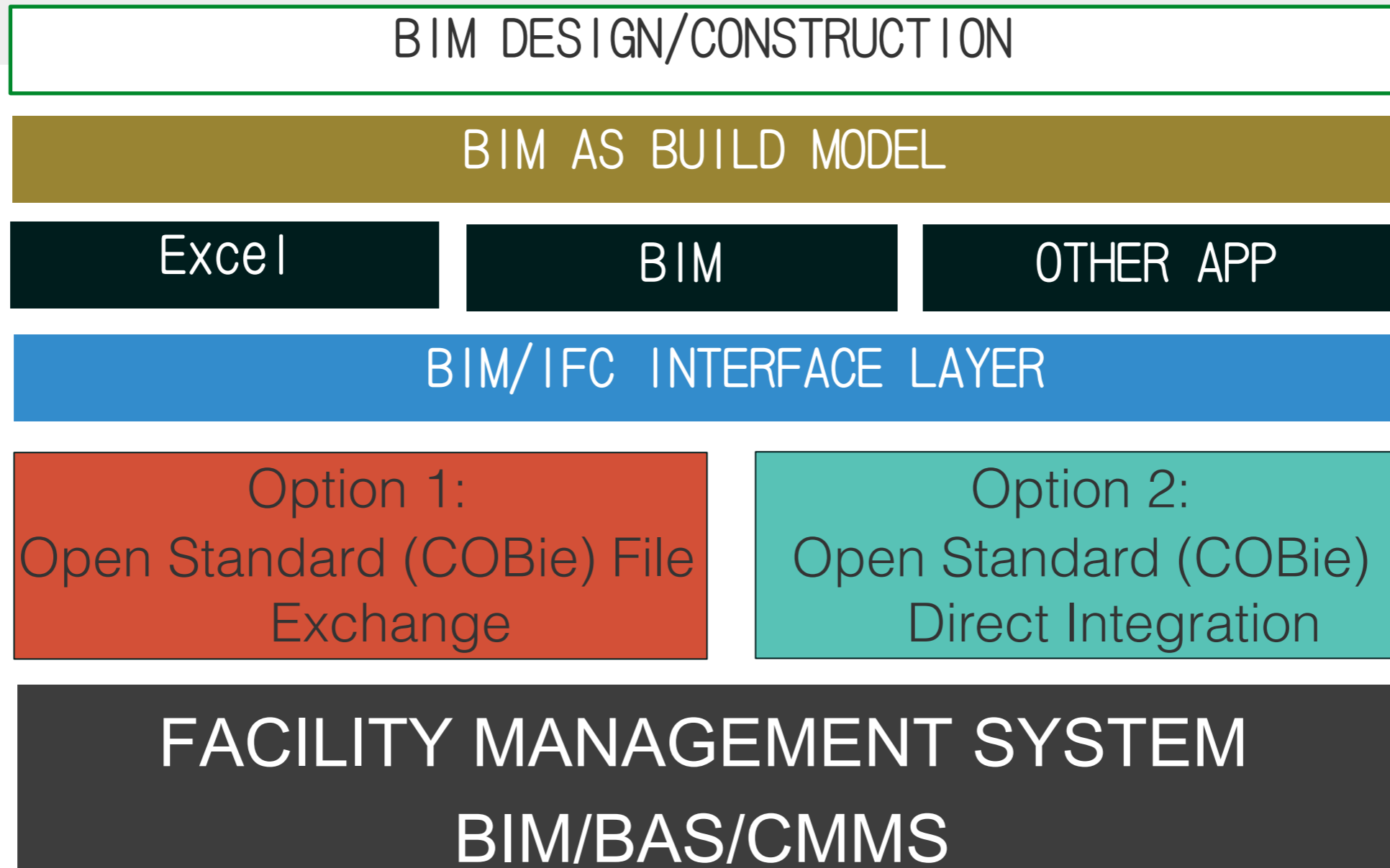
2018

2020

2022

COBie Integrated Facility Management

Facility Management Model



(Adapted from Onuma, Inc. with edits)

CECI資管管理平台

CECI Asset Management Platform

The screenshot displays the CECI Asset Management Platform interface. The main window shows a 3D model of a building with a green roof and blue walls. The interface includes a navigation menu on the left, a top navigation bar with tabs for '空間管理', '設備管理', '維護任務', '資料作業', '專案', and '協同作業'. The right sidebar contains a '設備維護工作清單' (Equipment Maintenance Work List) with details for task FMT-89, including dates, description, progress, and responsible personnel.

任務狀態	任務名稱	任務狀態	開始時間	結束時間	管理人員	完成進度	
●	TMM-51	二月份教學教室空調機房待	2014-02-11	2014-02-12	我 - 設計組高旺	100%	
●	FMM-52	送風機房	執行階段	2014-06-13	2014-06-30	我 - 設計組高旺	25%

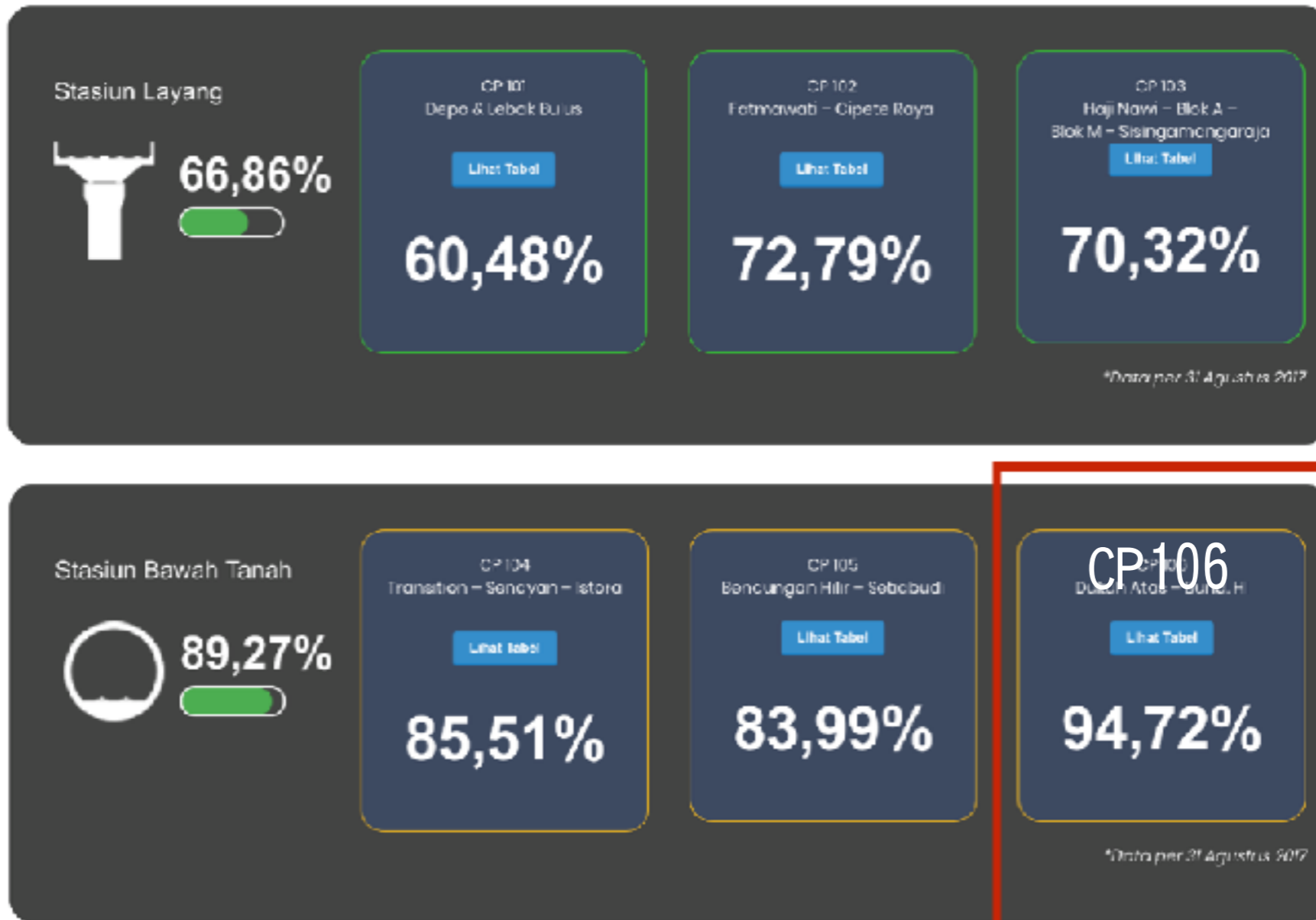
Outline

- 前言
- 挑戰與瓶頸
- 導入BIM技術的目標與突破
 - 第一階段：空間幾何
 - 第二階段：非幾何參數
 - 第三階段：自動化
 - 第四階段：資產管理
- **導入BIM技術的效益分析**
- 結論與建議

實際案例: 印尼雅加達捷運CP106標

Performance of Jakarta Metro Rail Project CP106

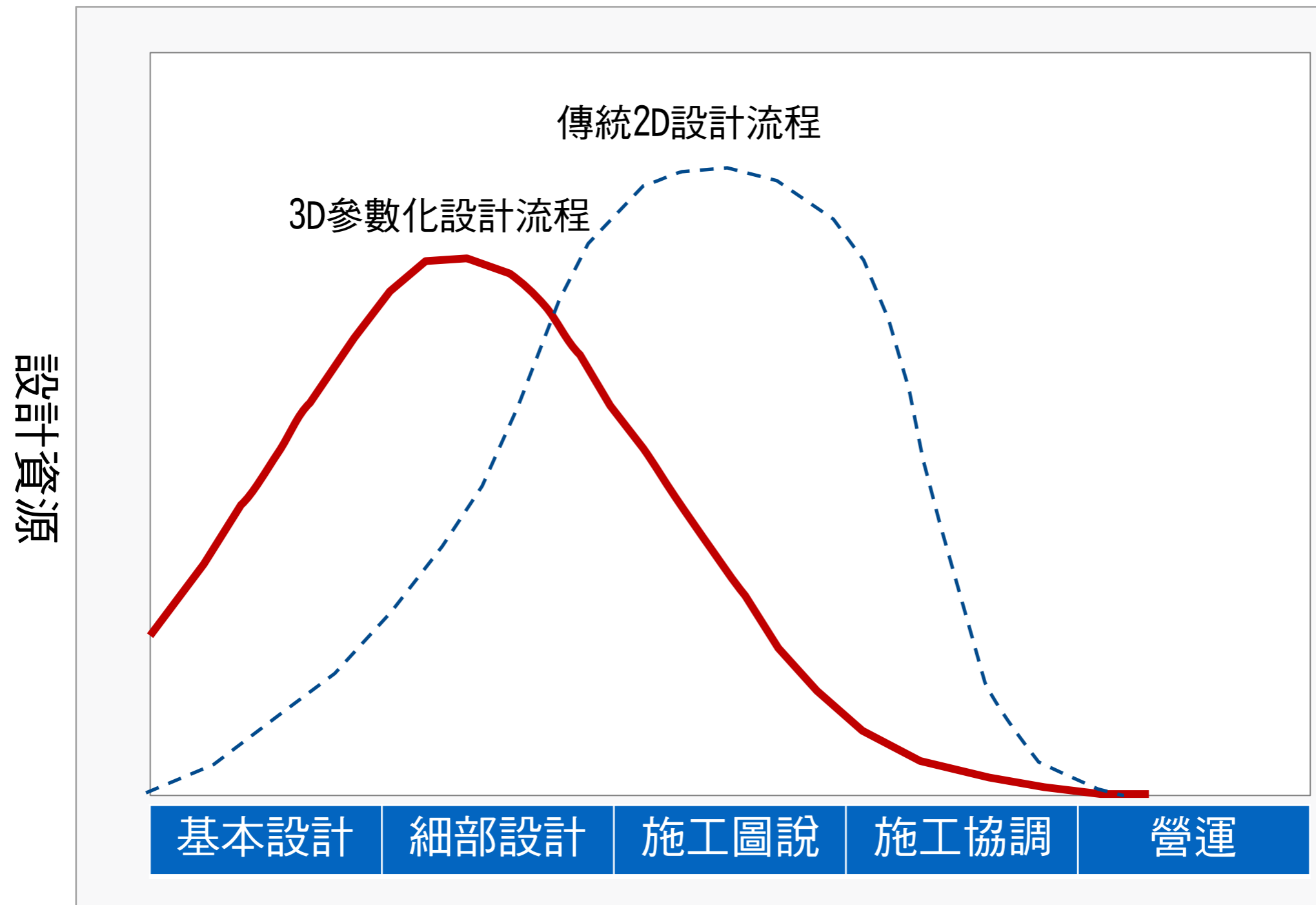
印尼雅加達捷運第一期工程各標整體工程進度



SOURCE: Annual Report MRT Jakarta (2017)

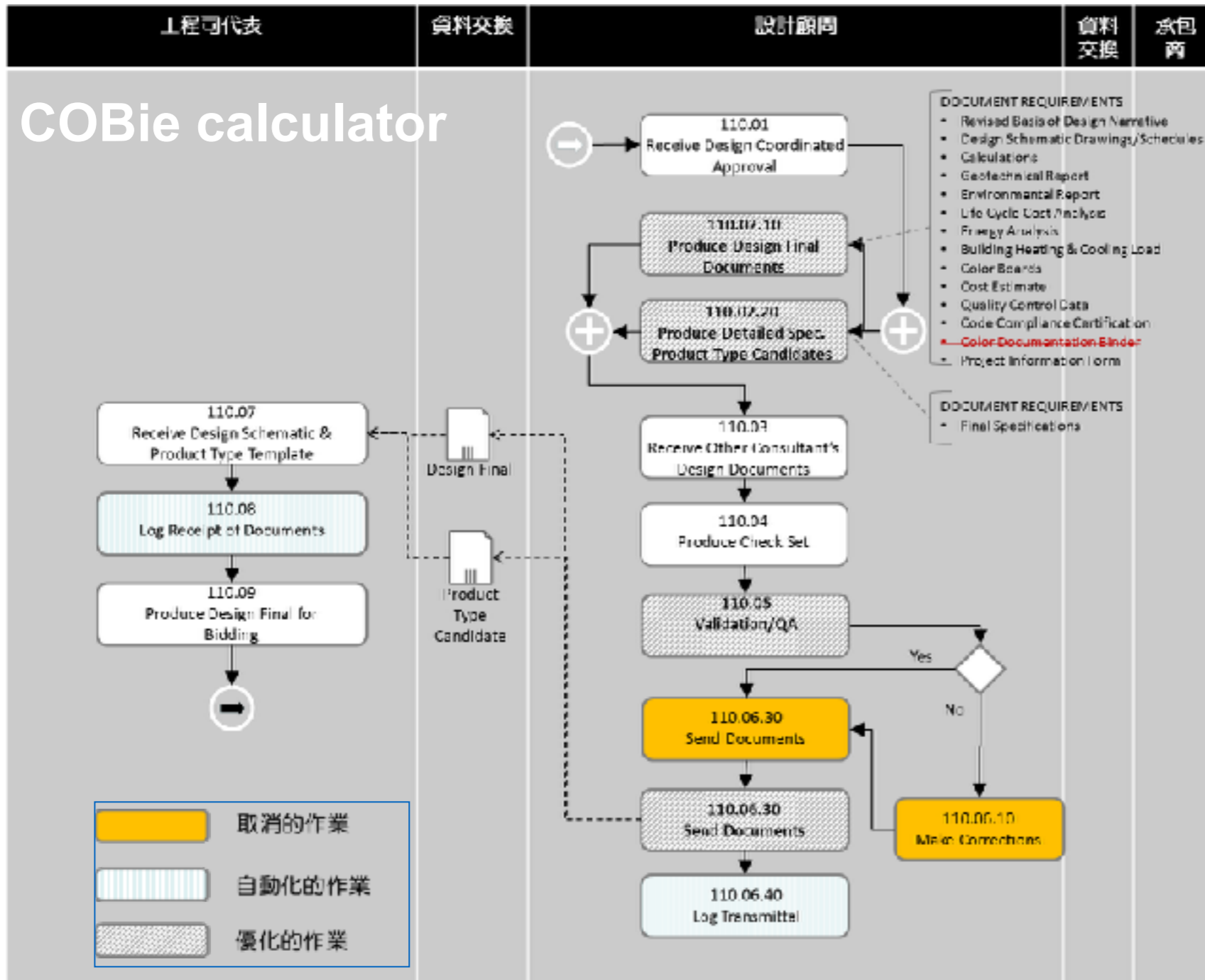
設計資源之比較

Comparison of Design Resources



創造新價值 - 設計與施工流程改造

Value Added – Innovative Design/Construction Process



- 參數化設計整合
 - 選擇題: 樣版建立
 - 堆積木: 參數化元件建立
- 無紙化送審
- 取消不必要的作業
 - 電子平台取代非必要的公文傳遞作業
 - 業主需求與屬性電子發佈
- 自動化作業
 - 數量計算
 - 圖說產出
 - 規範檢核
 - 整合審查
- 優化既有的作業
 - 系統一致性
 - 跨標界面整合
 - 參數屬性的完整性與正確性
 - 驗證與稽核

Outline

- 前言
- 挑戰與瓶頸
- 導入BIM技術的目標與突破
 - 第一階段: 空間幾何
 - 第二階段: 非幾何參數
 - 第三階段: 自動化
 - 第四階段: 資產管理
- 導入BIM技術的效益分析
- **結論與建議**

1. Post BIM ≠ BIM

Real BIM vs. Post BIM

■ Real BIM:

- 設計發展與溝通協調的平台
- 主要設計成果(平/立/剖)均由3D模型產出
- 3D模型中帶有必要的屬性及參數

■ Post BIM:

- 採用傳統2D軟體進行設計繪圖
- 平立剖面圖仍由2D軟體完成出圖作業
- 由另一組人力根據2D設計圖建置擬真的3D模型，完成契約責任
- 容易滿足傳統紙本審查作業
- 無法及時進行設計整合與協調

2. BIM不應該是過度建模 (Over-Modeling)

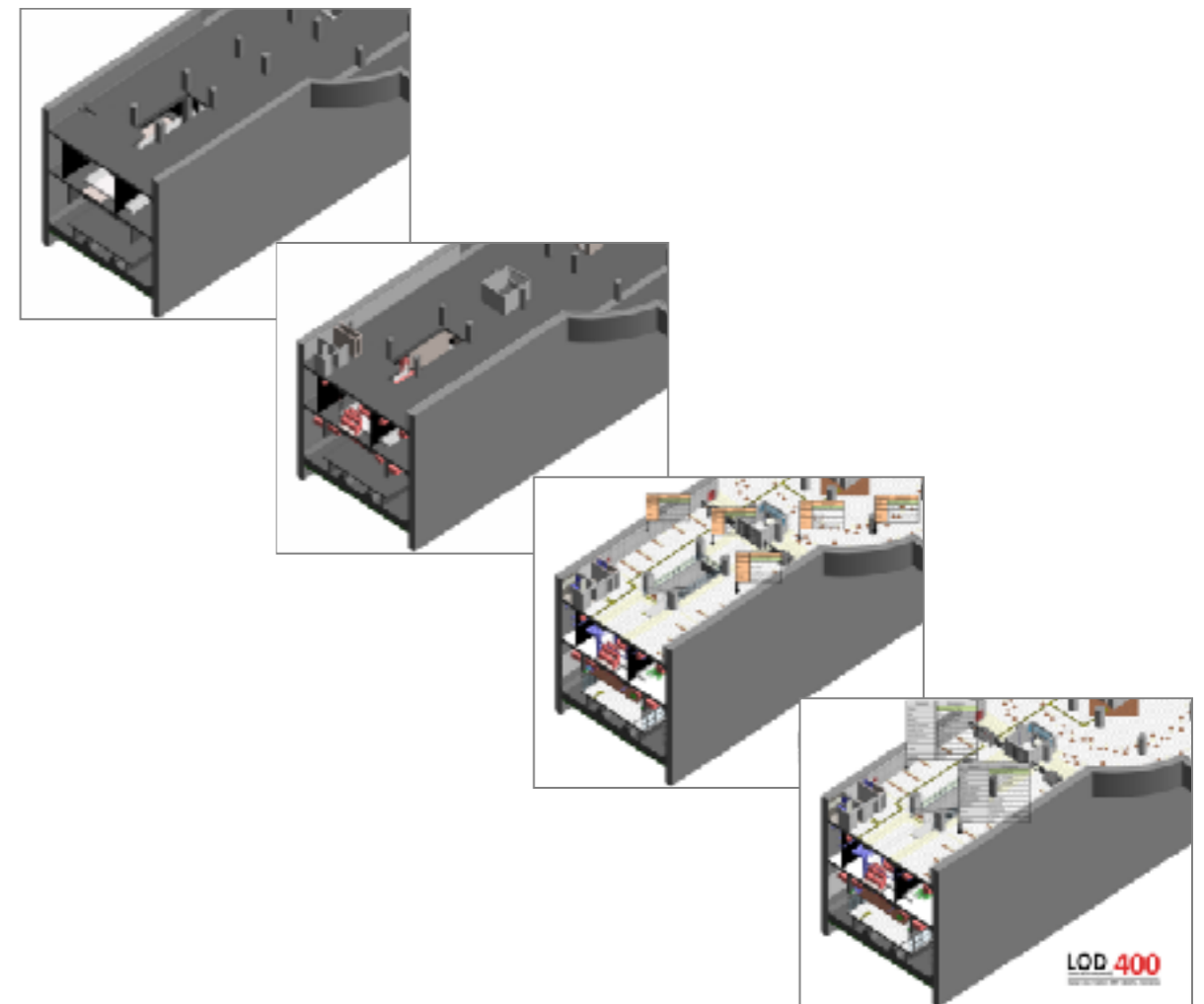
過度專注在建製一個完美仿真(通常是幾何而非資訊的部份)的模型，甚至不惜犧牲模型的使用效率，協調整合的能力與資訊的正確性。

The BIM Manager's Handbook. Sean Burke

Overmodeling

Stepping back from the client side, there exists another jewel in the crown of “Bad BIM” — it mostly occurs in the interaction between consultants and contractors (but it may extend to the world of Facility Management): Overmodeling.

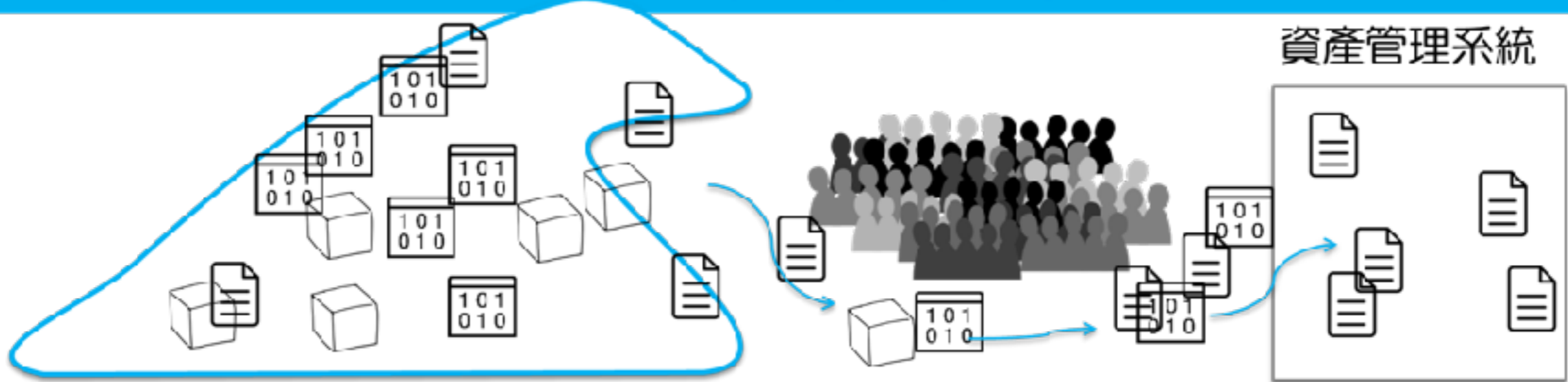
“Over” may be a misnomer as it only reflects the most common occurrence related to the lack of understanding by a number of BIM stakeholders who are not in tune with the information requirements of their closest collaborators. NBBJ's Sean Burke describes it this way: *Concentrating on making perfect models — at the expense of useful and accurate data.* BIM gone wrong signifies in this context that there is too much (mainly geometric) information embedded in the model. Not only does this represent an unnecessary effort, it may well also make models too heavy to use, thereby jeopardizing the coordination effort across the team. The key reason behind overmodeling is insufficient communication between stakeholders. It becomes



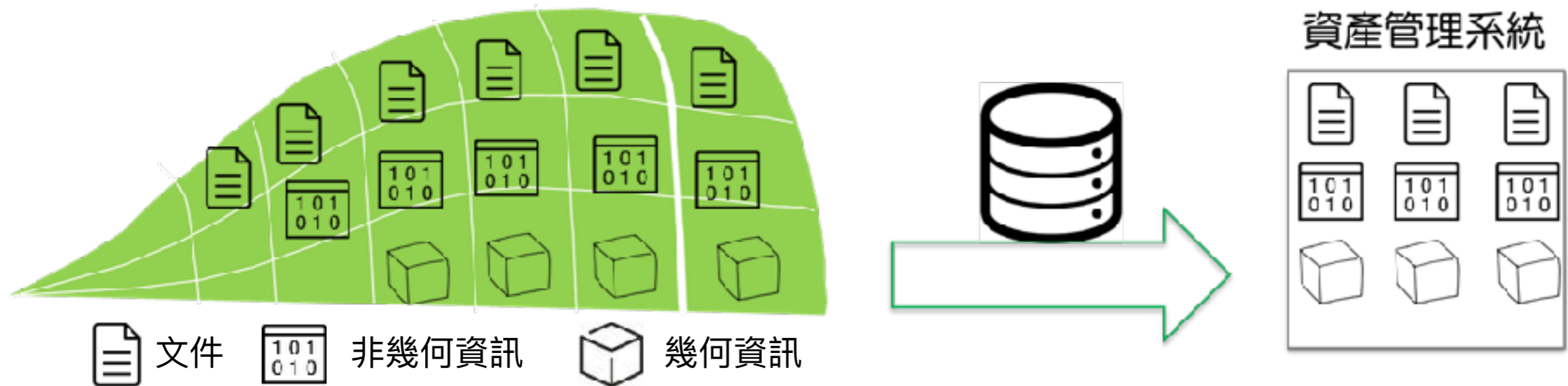
3. 資訊海嘯中的求生法則

Guide to Survive a Information Tsunami

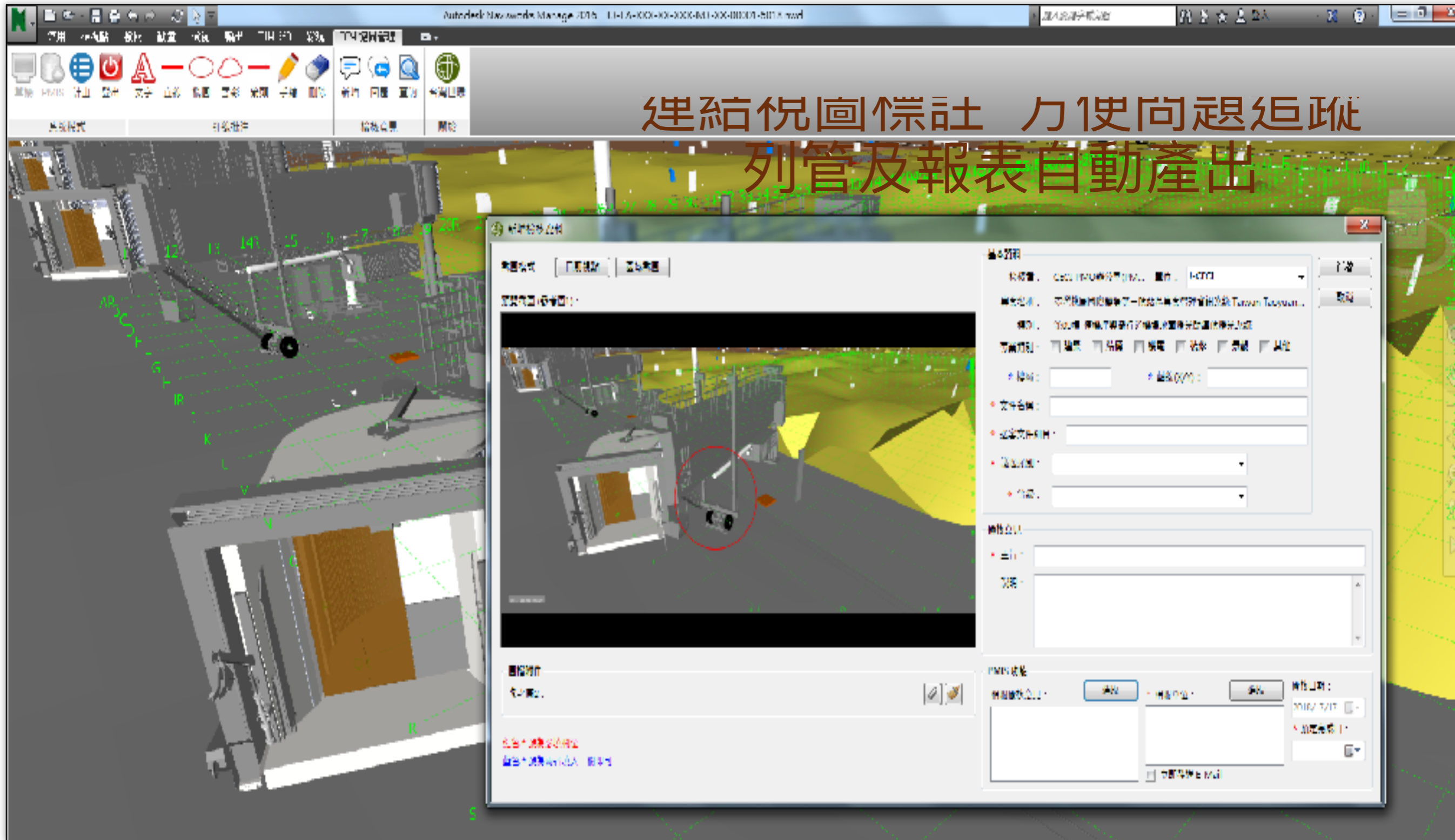
過去: 無統一標準/人工/重工/錯誤/遺漏



未來: 開放式統一標準/自動化/正規化



4. 無紙化設計審查與整合: e-Review Process

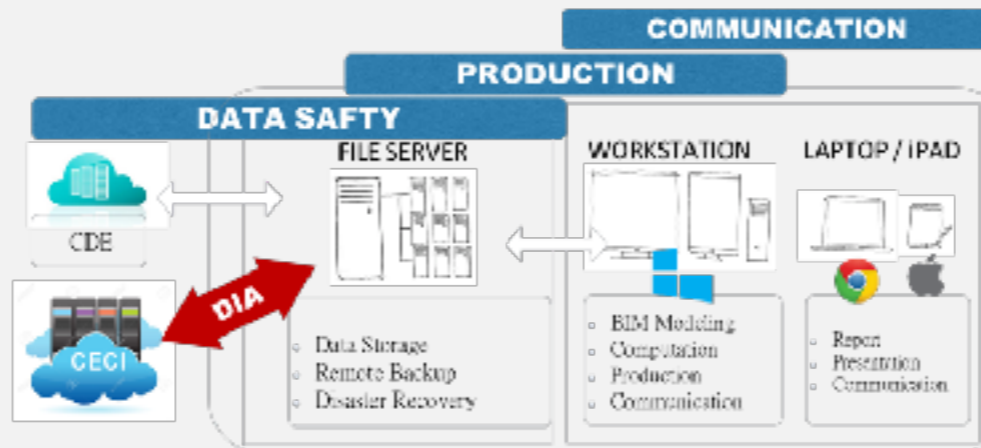


5. 勿吝嗇於工程師的投資 Give Engineers the Tools to Drive Performance



Resilient IT

- ◆ Reliability: **Robustness**
- ◆ Availability: **Redundancy**
- ◆ Maintainability: **International Warranty**
- ◆ Safety: **Multi-Platform + Remote Backup**



Thank You

A decorative graphic consisting of a solid teal horizontal bar that spans the width of the page. Below this bar, on the right side, there are several horizontal lines of varying lengths and colors, including teal and white, creating a layered, modern look.