

從公共設施管線之養護需求探討竣工圖資建置管理 -以桃園航空城區段徵收案為例

藍士堯¹ 李元良² 黃于峰³ 劉新達⁴ 林秋芬^{5*} 陳竣璿⁵

摘要

道路施工常因圖資不準確導致管線挖損，主因為施工單位以設計圖代替竣工圖，主要多為管線空間位置、埋設深度等資訊的不正確，其原因為施工單位使用設計圖當作竣工圖提交給養護單位，導致管線位置及埋深等資訊與現場狀況不相符。

為克服以上問題，桃園市航空城工程處導入 3D GIS 系統，整合 BIM 設計圖、管線實測點位及 GML 交換格式資料，藉以提升圖資準確性。

為確保圖資的品質，竣工圖資需通過系統合理化檢核機制的驗證，確保上傳資料合理性，並由監造單位以人工檢核管線圖資之「連續性」、「完整性」、「正確性」三個面向，再將竣工圖資匯入至三維公共管線資料庫，以有效提升圖資品質，完善未來航空城計畫區域管線養護需求，減少挖掘時管損機會及生命財產損失。

關鍵詞：三維地理資訊系統、竣工圖資源頭管理、公共管線圖資品質

1. 前言

桃園航空城計畫區區段徵收工程幅員廣大，總開發面積達到 1,756 公頃 (ha)，為因應大範圍工程開發，將其施工範圍分為十個分標範圍，分別由十個施工範圍進行工程開發，過程中參與角色眾多，包含主管機關、專管、監造、統包商，工程內容包括整地、鋪設道路、埋設公共管線、新建橋梁等公共建設。

因應整個航空城範圍諸多且繁雜之管理需求，桃園市政府航空城工程處(以下簡稱航工處)在專案管理系統中導入三維空間資訊概念，於航空城工程資訊系統 (Aerotropolis Construction Information System, ACIS) 中，整合三維地理資訊系統 (3D Geographic Information System, 3D GIS) 以完善空間資訊管理工作。隨工程推進逐步紀錄建物拆遷、樹

木移植、施工品質、進度推展等作業，提供管理人員瞭解各分標工作執行細節，同時整合設計 BIM 立體工程圖說、各時期衛星影像、實測點位、管線竣工圖、工地現場之施工影像(CCTV)、IOT 設備等圖資，並於三維地理資訊系統平台展示，提供管理單位更加視覺化的 3D 管理介面(藍士堯等，2023)，如圖 1。

為發揮 3D GIS 優勢，航工處以施工進度的角度出發，隨著工程的進行，要求各標統包商將現地實際測量的管線設施資料透過資訊圖台上傳，同時設定相關的資料格式及檢核規則，確保蒐集的管線測量資料合理且正確。考量到未來航空城所建置的竣工管線圖資完工後，將移交予桃園市政府養護工程處(以下簡稱養工處)維護及管理，故於施工契約內管線資料建置的工項納入養工處之「三維公共設施管線資料格式與作業規範」，將管線測量工作納

¹ 桃園市政府航空城工程處 副處長

² 桃園市政府航空城工程處工程管理科 科長

³ 桃園市政府航空城工程處工程管理科 聘用技術師

⁴ 台灣世曦工程顧問股份有限公司地理空間資訊部 經理

⁵ 台灣世曦工程顧問股份有限公司地理空間資訊部 工程師

* 通訊作者, 電話: 02-87973567 轉 3148, E-mail: fen@ceci.com.tw

收到日期: 民國 114 年 02 月 13 日

修改日期: 民國 114 年 05 月 09 日

接受日期: 民國 114 年 09 月 15 日

入工程契約中，並依據國土管理署之「公共設施管線資料標準」以地理標誌語言(Geography Markup Language, GML)交換格式建立管線竣工圖資，並根據養工處之規範，要求各廠商須一併提供施工後的管線設施測量資料、施測點位照片及 GNSS 測量儀器照片等作為佐證資料以提升圖資的正確性。

本文主要說明航工處蒐集各標施工廠商之設計 BIM 工程圖說，並透過三維地理資訊系統展示設計 BIM 模型、實測點位及竣工圖資 GML 後，將設計 BIM 模型及竣工管線圖資於三維場景中進行套疊確認施工廠商是否按圖施工，以及將竣工管線圖資與現地實際測量的點位進行疊合確認圖資正確性。

2. 公共設施管線維護管理遭遇課題

過往大範圍工區的資訊不易整合與掌握，原本繳交之工程竣工圖為 CAD 檔，不符合養護單位的需求，故導入養工處之「三維公共設施管線資料格式與作業規範」，並依國土署「公共設施管線資料標準」建立 GML 圖資，惟建置完成的圖資尚無一致的標準確保其品質，故綜整出三大課題。

2.1 管線資訊完整性

以往在工程契約中雖有規範施工完畢後，施工

單位須繳交竣工資料，但檔案格式多為 CAD 檔或 PDF 檔，且使用光碟或硬碟等離線儲存裝置，繳交完畢後雖符合契約規定，但以養護單位於管理上來說相當不便，且容易造成多種版本的問題，而實務上的使用也不容易，其中 PDF 雖容易檢視，但並無法與其他管線進行套疊，而 CAD 檔則要有特定軟體才能檢視。工程圖說上管線屬性標註的方式多以專業人士的角度進行記錄，一般人無法輕易閱讀及理解，且雖提交的檔案為竣工圖，但大多為示意圖，無法完整且正確的紀錄管線編號、空間位置、建置日期及埋深，如圖 2，導致於後續維護及管理上會相當的困難。

2.2 管線圖資品質正確性

因管線主要埋設在地底下，且埋設時間大多已超過 10-20 年以上，且依照當時的技術，易造成圖面模糊或不清楚的問題，且大多數為了讓圖面容易閱讀，會以示意圖的方式繪製，導致管線的位置並不是正確的，就容易造成後續維護上的困難，也容易造成管線挖損，危害到人民安全。現在要確認已埋設管線之正確位置及深度，需藉由現地開挖調查、透地雷達或開孔等作業方式來確認及提高管線的正確性，但費用上會相當的可觀，故為了避免後續再花時間花錢來確認管線資料，不如在埋設後覆土前就先定位管線位置，並用測量結果來建置管線資料，以確保每筆管線都是正確的。

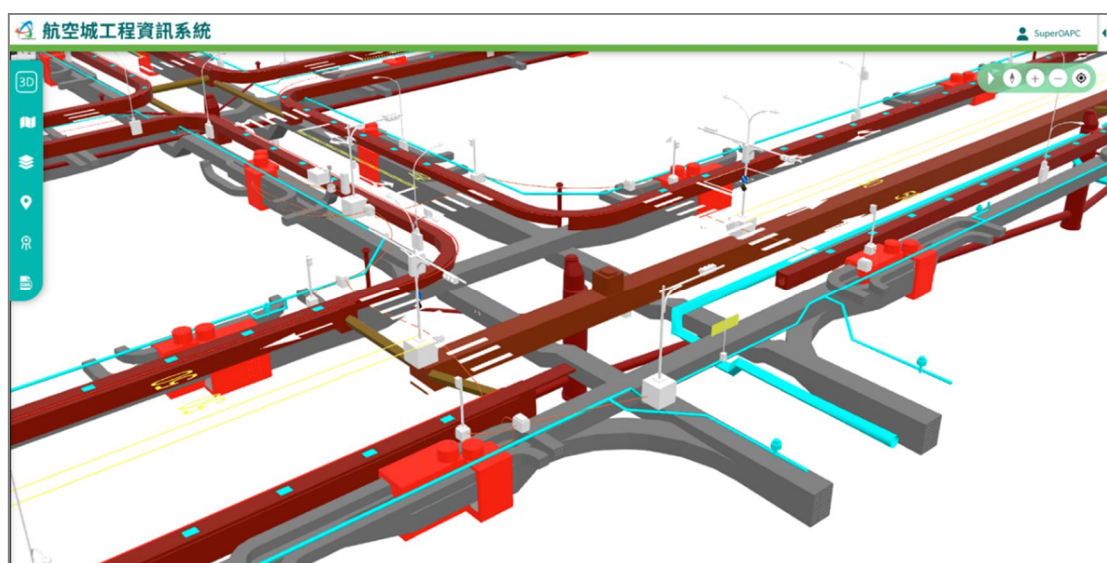


圖 1 桃園市航空城三維地理資訊系統

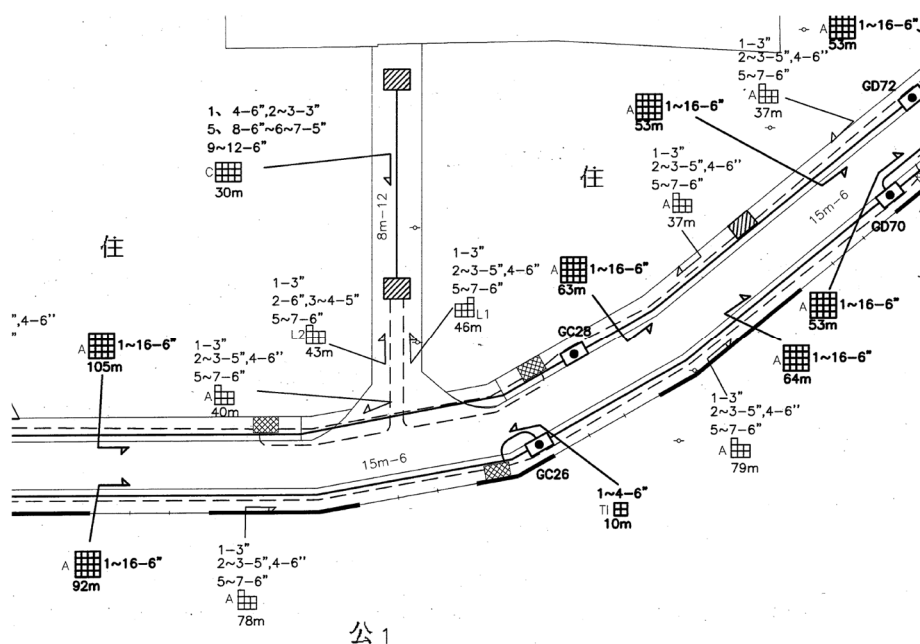


圖 2 桃園市早期區域開發電力管線竣工圖 CAD 檔

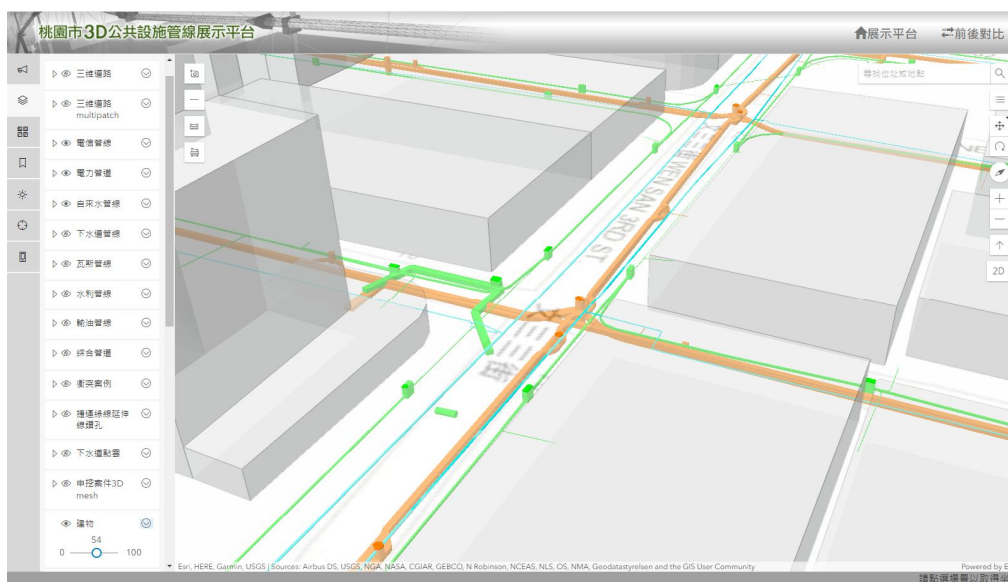


圖 3 桃園市道路挖掘管理系統 3D 圖台

2.3 管線圖資品質正確性

因 CAD 主要應用於施工圖說繪製，但在空間資訊管理上並不適合，故各縣市政府皆建置 GIS 系統來管理並建立公共管線資料庫，以往多為 2D GIS 系統，目前大多數都已經轉為 3D GIS 系統，如桃園市、台北市、新北市等道路挖掘管理系統，如圖 3。目前因資料標準的關係，管線圖資均為 GIS 格式，CAD 已無法使用，需藉由人工方式轉檔為 GIS 格式後方可使用，這往往需要耗費大量人力，且因 CAD 主要是以設計、施工單位的角度去繪製的平面

圖，相對會較為專業，一般人無法輕易閱讀及理解。

3. 運用 3D GIS 建置公共設施管線竣工圖

3.1 可視化三維管理平台

現有的資訊系統結合二維的 GIS 技術，搭配各種空間地理資訊達成業務管理需求已相當成熟。隨著科技的進步，硬體基礎設施不斷的完善，網路傳輸速度越發快速，GIS 的應用逐漸朝向三維立體、

視覺化的方向發展。相較於二維的 GIS 平台，三維的場景及資料更貼近真實世界複雜的空間資訊，其資料的發展及格式亦配合三維化邁進，現已有諸多單位推行與建置三維地理資訊系統，如：桃園市 3D 公共設施管線展示平台、臺北市地下管線 3D-GIS 平台。

以桃園市 3D 公共設施管線展示平台為例，將電力、電信、瓦斯等公共管線設施，區域開發 3D Mesh、BIM 模型等三維圖資放置於三維圖台進行展示與應用，供養工處進行道路挖掘申請時，申請的管線單位可透過該平台查看地下三維管線狀況，以降低管線誤挖的機率與風險，如圖 4。

3.2 GML 介紹

地理標記語言(Geography Markup Language, GML)為 GIS 領域之開放標準，亦為 109 年內政部國土管理署「公共設施管線資料標準」中所規定之格式，主要用於表示和交換公共管線相關的地理空間數據，統一格式是為了讓管線資料能在不同單位或是機關交換時，可以免去格式不一致、或是於轉換時造成資料的遺失等問題，故而提出 GML 檔做為交換格式。

3.2.1 資料庫架構一致性

「公共設施管線資料標準」將公共設施管線分

為八大類型，包含電信、電力、自來水、下水道、供氣、水利、輸油及綜合管線，亦於 109 年將「工業用管線」納入，依據資料標準之規定設計並建置管線資料庫，將每種設施的屬性名稱及填寫型式制式化，如表 1 (內政部國土管理署，2020)，以確保所有管線相關數據在結構、格式和定義上保持一致，以便於數據的整合、交換與分析。

表 1 公共設施管線資料標準人手孔屬性資料表

中類	01					02				03	04			05	06	07	08	09
小類	01	02	03	04	05	01	02	03	04	01	01	02	03	01	01	01	01	01
屬性項目	● 一般電信	● 軍訊系統	● 警訊系統	● 有線電視系統	● 交通號誌系統	● 配電系統	● 路燈電力系統	● 交通號誌電力	● 輸電系統	● 自來水系統	○ 污水系統	○ 雨水系統	○ 合流系統	● 供氣系統	▲ 灌排系統	○ 輸油系統	● 共同管道	● 寬頻管道
類別碼	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
識別碼	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
管理單位	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
作業區分	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
設置日期	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
人手孔編號	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
孔蓋種類	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
尺寸單位	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
蓋部寬度	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
蓋部長度	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
開門名稱															✓			
地盤高	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
孔深	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
孔蓋型態	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
使用狀態	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
資料狀態	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
內容物										✓					✓			✓
備註	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

符號說明：✓ 表有此屬性；● 表此小類 02 細類為「人手孔」、○ 表此小類 02 細類為「人手孔或人手孔及清除孔」；▲ 灌排系統 02 細類為「開門」。

*下水道管線資料之小類 03 細類為「陰井」適用人手孔屬性項目。

*孔深欄位可由各機關利用地盤高及孔底高(舊)之差值換算得之，以利系統整體運用。



圖 4 桃園市 3D 公共設施展示平台

3.2.2 精度規範

依據國土管理署「公共設施管線資料庫系統建置案共通規格」第參點「公共設施管線孔蓋及設施物位置測量定位作業」規定公共設施管線及固定設施物調查，可採用全測站(Total Station)法，或實施 GPS 全球衛星定位測量。在測量定位精度部分，訂定設施物及孔蓋之精度要求分別為 30 公分(cm) 及 20 公分(cm)，以提供「公共設施管線資料庫」之相關應用。

3.3 管線實測作業流程

3.3.1 作業流程

航空城區段徵收工程現正於施工範圍內進行管線埋設、鋪設道路、新建橋梁等作業，其中進行管線埋設作業前，測量人員會依據設計圖對施工位置進行測量放樣，無誤後才於開挖位置進行下管作業，並對尚未覆土的管線設施進行管頂中心位置測量坐標，如圖 5，將收測的點位資料匯入 CAD 圖進行比對以確保按圖施工，無誤後才進行控制性低強度回填材料 (Controlled Low Strength Material, CLSM)澆灌及土方回填作業，整體作業流程如圖 6。

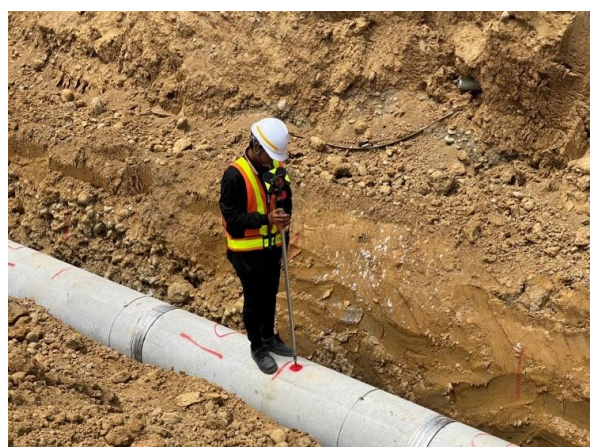


圖 5 管線測量照片(以污水管為例)

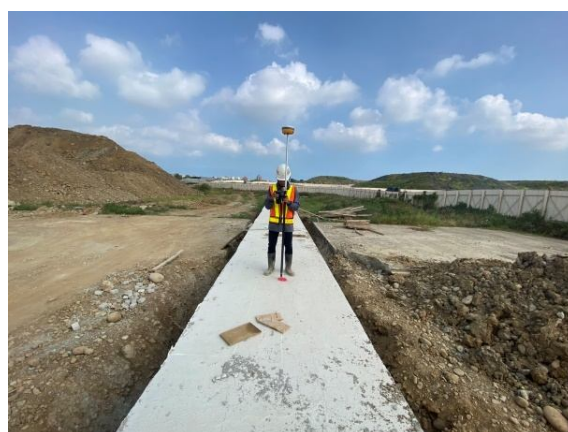


圖 6 管線實測作業流程

3.3.2 管線測量規範

實測點位為管線施工單位於施工過程中，對管線設施(如管線、人孔、箱涵等)以經認證之測量儀器進行測量作業所取得的點位資料，坐標系統採用 TWD97，高程為正高 TWVD2001，並依據國土署「公共設施管線資料庫系統建置案共通規格」進行管線埋深、人手孔深度、地盤高等高程及深度之統一測量。辦理公共設施管線及固定設施物調查，可採用全測站(Total Station)法，或實施 GPS 全球衛星定位測量。

根據國土署的規範，規定各施工廠商於管線施工後即測量管線坐標、拍攝施測點施工照片、GNSS 儀器測量結果畫面等資訊(如圖 7、圖 8)，以確保後續管線竣工資料的真實性及正確性，有助於提升桃園市公共設施管線資料正確性。



(a) 管線測點遠照



(b) 管線測點近照

圖 7 3D 管線實測點位照片範例



圖 8 3D 管線實測點位照片範例(GNSS 測量儀器畫面截圖)

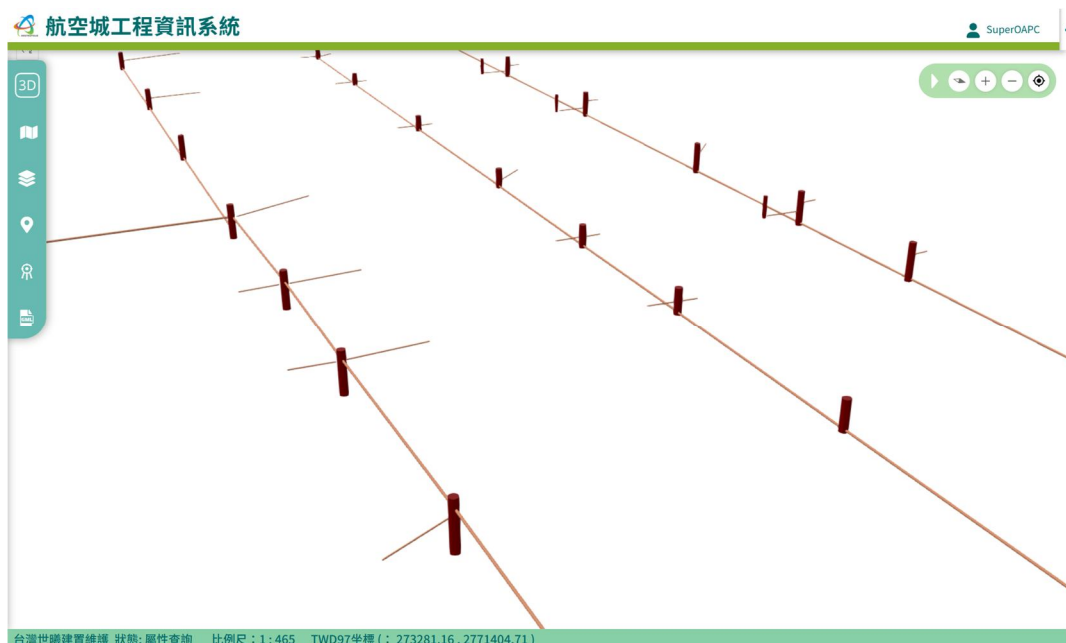


圖 9 三維地理資訊平台之三維竣工管線

3.4 管線竣工圖資建置

為符合後續公共管線設施養護的需求，在現地管線埋完成土方回填之後，管理單位即要求施工廠商須依公共設施管線資料標準建立 GML 圖資，經由航工處三維地理資訊系統所提供的 GML 管理模組將竣工圖資上傳至三維公共管線資料庫，從施工之初即建立完整的管線資料，減少日後挖掘作業造成管損的機會。如圖 9 所示，施工單位上傳的竣工圖資匯入三維公共管線資料庫後，即可從 3D GIS 平台中檢視與瀏覽。

3.4.1 無人載具(UAV)航測技術建置數值地表模型(DEM)

因目前區段徵收土地開發作業為放管完成後，直接量測管頂高，如圖 10 所示，因地盤高需待竣工後瀝青鋪設完成後才能取得，其過程產製之 GML 依養工處規定須提供管頂高，非國土署資料標準規定之地盤高。為利後續申挖應用需提供管線埋深資訊，且為建置符合國土署規範之 GML 格式，需取得區段徵收範圍內所有施測點之地盤高。因此建議廠商於竣工階段提交 DEM 資料，藉以快速取得施

測點之地盤高，並依據管頂高推算管線埋深資訊。
(台灣世曦工程顧問股份有限公司，2025)



圖 10 管頂高直接量測

一般無人機影像式的航拍作業，僅能蒐集到地表的資訊，在有植被覆蓋的區域，會受到植被影響，故需藉由空載光達進行拍攝，空載光達的特點在於其能夠穿透植被取得林下地形地貌。當光達的雷射光束碰到建築或樹木的頂部，會傳回第 1 次回波，其餘未被反射的光束繼續行進，直到地表傳回最後一次回波。

空載光達掃描時，必須在半徑 10 公里(km) 範圍內架設 GNSS 基站蒐集靜態資料，如圖 11 所示，且蒐集靜態資料期間必須完整涵蓋點雲掃描時間，該靜態站坐標則以虛擬基準站即時動態定位測量 (VBS-RTK)方式施測。

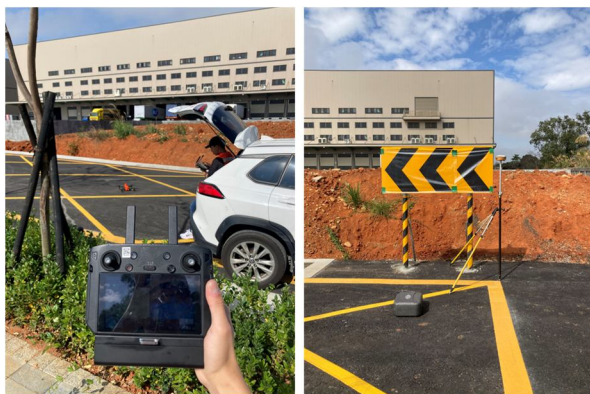


圖 11 無人機空載光達掃描作業照片

外業蒐集空載光達掃描資料、GNSS 靜態資料及該站坐標後，以動態後處理差分技術 (Post Processed Kinematic, PPK) 賦予空載光達點雲絕對坐標。接著以點雲處理軟體 TerraScan 濾除植被並

分類出地面點，以地面點建置之 DEM，如圖 12 所示。

3.4.2 實測點位資料應用

實測點位是施工管線的測量成果，可與設計 BIM 模型進行套疊比對，確認設計與竣工圖說是否吻合，並於不一致之處進行檢視，如圖 13 所示，現地埋管時測量所得的實測點位與提交的設計污水設施 BIM 出現差異，以利檢核施作位置是否正確，並做及時調整修正，或設計圖有經變更設計，須修正設計 BIM 模型。管理單位及監造單位可以藉由管線實測點位套疊 BIM 模型確認施工單位的施工精度，確保管線正確埋設。

此外，監造單位及管理單位可藉由管線實測點位套疊 BIM 模型來確認實際施工狀況與進度，實測成果包含測量成果及現地相片，若出現管線實測點位與設計 BIM 模型不符合的狀況時(如圖 14)，即可針對狀況進行檢討，是否是設計變更或 BIM 模型遺漏該筆資料，相關資料亦可作為 BIM 模型修正之參考。藉由管線實測點位之驗證，可提升竣工圖資之正確性，以減少未來管線維護施工時發生誤挖的可能。

3.5 竣工圖資品質檢核

航工處雖要求施工廠商於工程竣工後需建置竣工管線 GML，圖資亦順利通過合理化檢核並將資料上傳至三維地理資訊系統進行保存，但施工廠商製作的 GML 正確性仍應由監造單位進行檢核，檢核項目可從資料的「完整性」、「連續性」、「正確性」三個面向著手，確保竣工圖資品質。

3.5.1 完整性

隨著施工進度的推進，管線單位應將每階段所埋設的管線設施完整的製作成竣工圖資 GML 後上傳至系統，故於三維地理資訊系統展示時，管線圖資的組成及走向應為完整無缺漏的狀態，藉由實測點位圖層來驗證，如發現該批竣工圖資僅有實測點位而未有對應管線，則可向施工單位確認該批圖資的完整性，如圖 15。

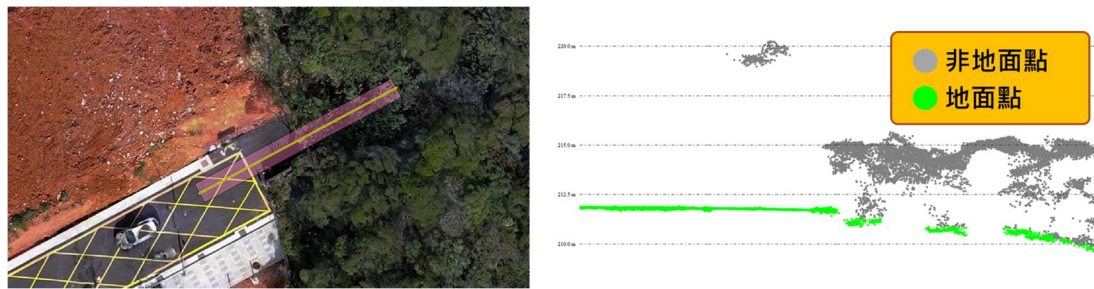


圖 12 地面點分類及 DEM 建置



圖 13 竣工實測點位與設計圖說檢討分析

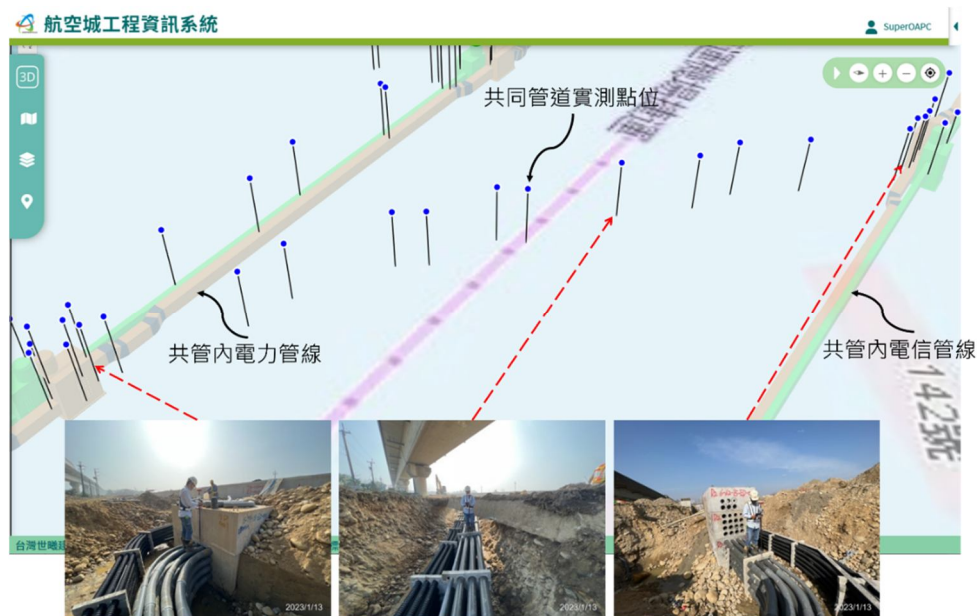


圖 14 藉由管線實測點位確認施工與設計圖是否一致

3.5.2 連續性

實務上管線的走向與接合應是連續且不中斷的位相關係，如於 3D GIS 上檢視竣工管線時，發

現管線中斷或未與人孔、閘、栓等設施正確連接等現象時，如圖 16，發現共同管道缺少主幹管，導致管網不連續，並開啟設計 BIM 模型比對確認後，的

確缺少一段主幹管，此時需進一步向施工單位進行確認並要求修正。

3.5.3 正確性

管線竣工 GML 之空間坐標資訊均應依實測點位的坐標資訊建置而成，每個坐標點均應附上測量遠、近照及儀器讀數照片作為佐證，於三維地理資訊圖台開啟竣工圖資 GML 圖層與實測點位圖層時，每筆 GML 管線圖資均應有對應的實測點位資料方符合圖資之正確性，如圖 17 示。

資料的「可信程度」，以利後續在進行設計、道路開挖施工或維護作業時，能有效判斷管線資料的使用風險，不同等級的資料，適用於不同用途。(台灣世曦工程顧問股份有限公司，2024)

桃園市於 107 年訂定圖資品質指標，依圖徵屬性及其坐標之正確性共訂定四級品質指標，以屬性及其坐標可劃分為四個象限進行示意如圖 18，包含：

- (1) **第一級：屬性及其坐標皆正確**，表示屬性經調查正確，且坐標經測量正確資料。
- (2) **第二級：坐標正確**，表示屬性合理，僅坐標經測量正確資料。
- (3) **第三級：屬性正確**，表示坐標合理，僅屬性經調查正確資料。
- (4) **第四級：屬性合理**，表示屬性及其坐標二者皆合理之資料。

4. 桃園市養護現況

4.1 管線正確化分級

管線正確化分級主要是用來標示每一條管線



圖 15 竣工圖資未符合圖資完整性

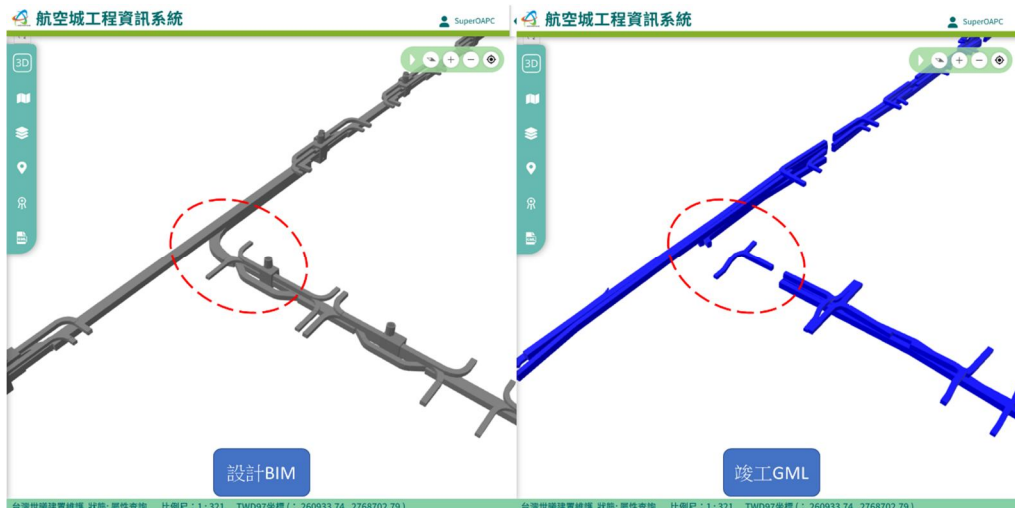


圖 16 共同管道缺少主幹管，導致管網不連續



圖 17 竣工圖資正確性驗證

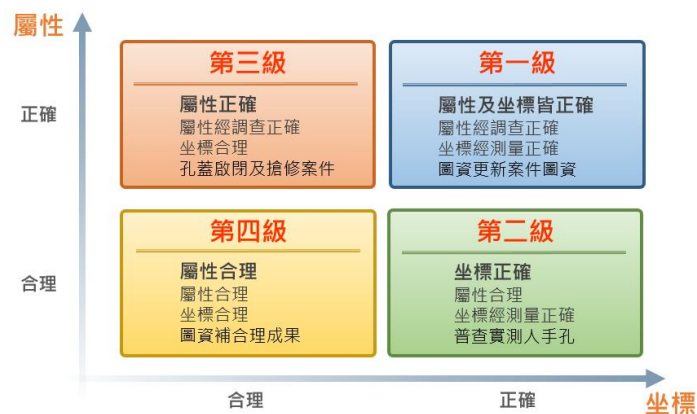


圖 18 桃園市圖資品質指標示意圖

4.2 桃園市管線正確率說明

目前透過申挖案件、孔蓋啟閉、道路普查、人手孔開孔等方式提升圖資正確性，但因管線資料龐大，藉由以上方式每年第一級圖資能提升約 1-2%，如圖 19，經過多年努力管線正確率仍低，要如何突破是一大難題，故將目標轉移至挖掘面積較大的重劃工程，期望藉由重劃工程能有效的提升管線正確率，但因航空城區段徵收目前仍在施工中，單以自來水為例，目前預估完工後可得到 95% 的第一級圖資品質資料，可有效地提升桃園市的管線第一級圖資品質。

表 2 桃園市管線第一級圖資品質總覽

年月	總數	百分比(%)
111/12	1,046,131	6.27
112/12	1,058,786	8.35
113/12	1,084,032	9.80
114/5	1,278,217	10.28

4.3 效益說明

對於道路挖掘工程帶來以下效益（桃園市政府市政新聞，2017），包括：

- (1) 瞭解改善管線衝突，避免工程中挖到不明管線，導致工程延宕。
- (2) 降低管線挖損情況，避免工程挖損瓦斯、自來水等管線影響民生。
- (3) 提升公共安全，避免管線資訊掌握不全，導致發生如 103 年 8 月的高雄氣爆事件，降低公安危害。

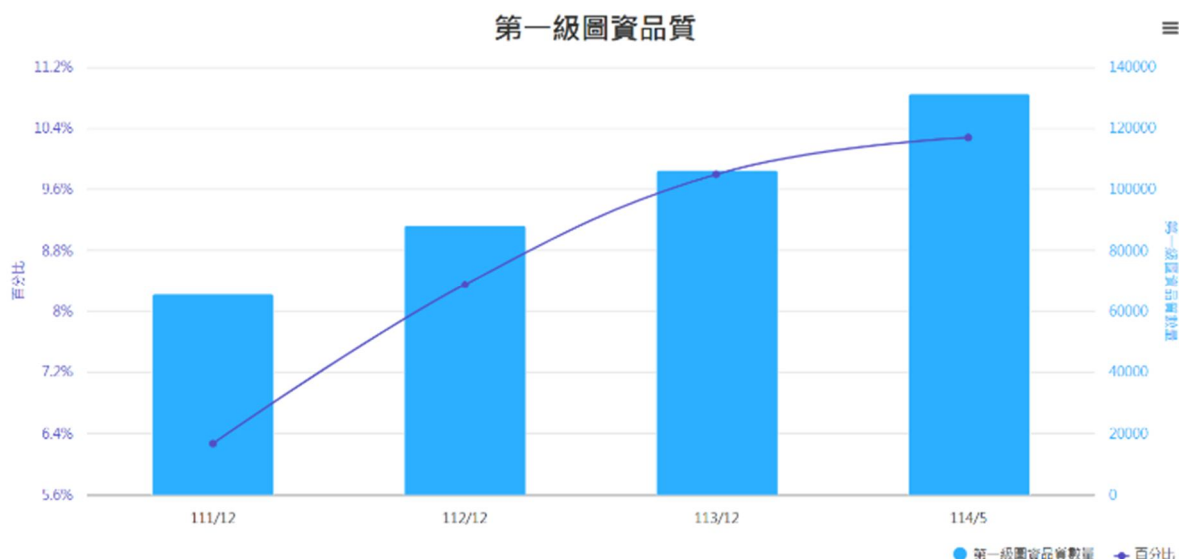


圖 19 111 年至 114 年 5 月桃園市管線第一級圖資品質

5. 結語與未來展望

桃園航空城於 2021 年建置專屬之航空城工程資訊系統，導入工程表單電子化、填寫對應施工日誌、估驗計價線上作業、土方媒合管理等功能，並結合三維地理空間資訊平台，發展 IOT 於工程之相關應用，施工現場影像監控等以強化工程資料在空間化、視覺化的應用，本文從圖資源頭管理的角度出發，闡述航工城區段徵收從工程施工之初，管理單位即要求施工廠商須將埋管所進行測量的資料上傳至三維地理資訊平台，並隨著工程進度的推進，依循「公共設施管線資料標準」建立竣工圖資，並由竣工資料的「完整性」、「連續性」、「正確性」三個面向來提升圖資品質。綜合上述歸納出數點結語與未來展望如下：

- (1) 桃園市政府航工處伴隨資訊科技進步的趨勢建置航空城工程管理資訊系統並導入三維地理資訊系統，同時發揮 3D GIS 的優勢，將設計 BIM 模型、竣工管線實測點位及 GML 圖資匯入於平台展示，透過設計與竣工圖資的比對檢討是否按圖施工，同時改善過往繳交的竣工圖資與現場不符及不符合養護需求的問題。
- (2) 為能確實取得施工廠商埋設管線的測量資料，管理單位檢視施工廠商從申請開挖位置開始，經放樣後進行開挖、下管、管線測量點位收測，無誤後進行 CLSM 澆灌及土方回填的整體流程，要

求施工廠商於管線回填作業前取得現地設施測量資料並上傳到三維地理資訊系統，建立由工程進行時即取得管線測量數據機制。

- (3) 已規劃由監造審查，並在考量經驗不足的情形藉由定期檢討及教育訓練完善檢核品質。
- (4) 竣工圖資審查作業中，三維地理資訊平台將扮演重要的角色，繁雜的竣工圖資審查作業勢必對監造單位造成操作上的負荷，開發如距離量測、剖面、雙 GIS 視窗比對、自動化檢核等輔助功能，可簡化審查的流程並提升審查的方便性與易用性。
- (5) 廠商繪製 BIM 模型，都使用各自習慣的繪圖軟體，但往往因為版本問題，衍生檔案無法相容困擾，整合各分標製作的模型，需花費許多時間，未來試圖透過本次航空城大範圍面積使用 BIM 模型的整合經驗，整理出一套可行的檔案格式繳交規範，以期增進整合效率。

參考文獻

內政部國土管理署，2020，公共設施管線資料標準第二版，pp.29-36。[National Land Management Agency, Ministry of the Interior, 2020. Gung gung she shr guan shian tz liau biau juen di er ban, pp.29-36. (in Chinese)]

台灣世曦工程顧問股份有限公司，2024。桃園市公共設施管線位置調查(監驗)暨系統建置第十三

- 期計畫，桃園市政府工務局委託建置服務工作
期末報告書，pp.58-59。[CECI Engineering
Consultants, Inc., Taiwan, 2024. Tau yuan shr
gung gung she shr guan shian wei jr diau cha (jian
yan) ji shi tung jian jr di shr san chi ji hua, The
Final Report for Department of Public Works,
Taoyuan, pp.58-59. (in Chinese)]
- 台灣世曦工程顧問股份有限公司，2025。桃園市公
共設施管線位置調查(監驗)暨系統建置第十四
期計畫，桃園市政府工務局委託建置服務工作
正式報告書，pp.58-61。[CECI Engineering
Consultants, Inc., Taiwan, 2025. Tau yuan shr
gung gung she shr guan shian wei jr diau cha (jian
yan) ji shi tung jian jr di shr sz chi ji hua, The
Report for Department of Public Works, Taoyuan,
pp.58-61. (in Chinese)]
- 桃園市政府市政新聞，2017。游副市長：建置 3D 公
共設施管線平台，完善桃園市管線資訊，
https://www.tycg.gov.tw/NewsPage_Content.aspx?n=10&s=635916，引用 2024/12/2。[Taoyuan
City Government, City Government News, 2017.
You fu shr jang: Jian jr 3D gung gung she shr guan
shian ping tai, wan shan tau yuan shr guan shian tz
shiun, Available at:
https://www.tycg.gov.tw/NewsPage_Content.aspx?n=10&s=635916, Accessed December 2, 2024.
(in Chinese)]
- 藍士堯、李元良、劉新達、柯婷玟、林秋芬，2023。
PMIS 導入 3D GIS 之整合應用—以航空城區段
徵收案為例，中華技術，138：112-125。[Lan,
S.Y., Lee, Y.L., Liu, H.T., Ke, T.W., and Lin, C.F.,
2023. Integration application of PMIS and 3D GIS
– Taking zone expropriation of aerotropolis as an
example, CECI Engineering Technology, 138:
112-125. (in Chinese)]

Exploring As-Built Data Management for Maintenance Needs of Public Utility Pipelines: A Case Study of the Taoyuan Aerotropolis Zone Expropriation Project

Shih-Yao Lan¹

Yuan-Liang Lee²

Yu-Feng Huang³

Hsin-Ta Liu⁴

Chiu-Fen Lin^{5*}

Jun-Xuan Chen⁵

Abstract

Road construction often results in utility damage due to inaccurate mapping data, primarily because contractors submit design drawings as-built drawings. This leads to discrepancies in pipeline spatial location and burial depth, as the submitted data does not accurately reflect on-site conditions.

To address this issue, the Taoyuan Aerotropolis Engineering Office has implemented a 3D Geographic Information System (3D GIS) that integrates BIM design models, surveyed pipeline points, and data in Geography Markup Language (GML) format to enhance the accuracy of utility mapping.

To ensure data quality, the as-built drawings must pass a system-based rationality verification process. In addition, supervising engineers manually inspect the pipeline data for continuity, completeness, and accuracy. The validated data is then integrated into a 3D public utility database to improve overall mapping quality, meet future utility maintenance needs within the Aerotropolis project area, and reduce the risk of utility damage and associated threats to life and property during excavation.

Keywords: 3D Geographic Information System (3D GIS), As-built Data Source Management, Public Pipeline Data Quality

¹ Deputy Director, Office of Aerotropolis Public Construction, Taoyuan

² Division Chief, Engineering Management Division, Office of Aerotropolis Public Construction, Taoyuan

³ Engineer, Engineering Management Division, Office of Aerotropolis Public Construction, Taoyuan

⁴ Manager, Department of Geomatics, CECI Engineering Consultants, Inc., Taiwan

⁵ Engineer, Department of Geomatics, CECI Engineering Consultants, Inc., Taiwan

* Corresponding Author, Tel: 886-2-87973567 ext.3148, E-mail: fen@ceci.com.tw

Received Date: Feb. 13, 2025

Revised Date: May 09, 2025

Accepted Date: Sep. 15, 2025