新北市精進公共管線資料庫加值應用之策略研究

祝惠美[1]　林昆虎[2]　楊至中[3]　林志棟[4]

[1]新北市政府養護工程處 處長

[2]新北市政府養護工程處 總工程司

[3]新北市政府養護工程處 副總工程司

[3] 國立中央大學 榮譽教授

摘要

於民國 90 年起新北市自籌經費積極投入「道路資訊暨地下管線資料管理系統建置計畫」，至民國 104 年已完成全市 29 個行政區都市計畫區及公路系統（省、市及區道）之（地下）公共設施管線資料庫建置及相關系統開發工作，並於 105 年進行架空纜線、側溝附掛纜線及綜合(弱電、寬頻及共管）管線之建置作業，內政部營建署舉辦公共設施管線資料庫管理供應系統考評，新北市自 101、102 年榮獲全國第二名及 103、104、105 年榮獲全國第一名成積，105 年還是直轄市型唯一榮獲特優的城市，也是本考評計畫實施以來第一次直轄市特優，顯示新北市對於道路挖掘及公共管線資料庫建置的努力與堅持。後續為持續強化公共管線資料庫完整性及跨域加值利用，本研究以新北市為研究對象，將提出新的作法，讓資料庫應用更廣，預先找出問題所在，提出因應作為。

關鍵詞：公共管線資料庫、道路挖掘、加值應用

一、前言

在眾多公共事務中，公共設施管線是都市化的指標，都市發展越進步，民眾對於公共設施管線的依賴也越來越深。然而隨管線挖掘案件增加，道路施工頻繁，不僅造成交通阻塞及環境汙染，亦可能導致管線公共安全事件。因此，新北市藉助電腦輔助管理，健全道路挖掘管理機制，新北市政府（原臺北縣政府）自國 90 年起，開始自籌經費積極投入「道路資訊暨地下管線資料管理系統建置計畫」，以分年分期方式，逐步進行轄區內管線資料庫之調查與建置，並結合地理資訊科技，開發配套道路相關管理系統，至民國 104 年為止，共計進行 8 期計畫，完成 29 個行政區都市計畫區內及部分新增千分之一地形圖區域之公共設施管線資料庫建置及相關系統開發工作，如圖 1 所示。管理系統已於民國 97 年全新北市 29 個公所全面上線使用，透過系統管理功能，加強各區公所資料管理及申挖作業之管控能力，全面提升各管線及路權單位作業之便利性，以達到提升政府行政效能之目的。

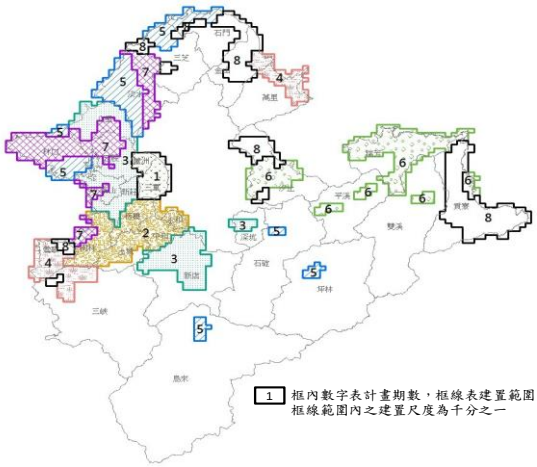

圖 1 新北市道路資訊暨地下管線資料管理系統建置 1 至 8 期計畫範圍

二、目前新北市公共管線資料建置成果

目前新北市於 105 年度已完成第九期階段開發，整體計畫具體成果包含「道路資訊系統發展整體規劃」、29 個行政區之「公共設施管線與道路資訊資料庫建置」，其資料內容超過 130 餘萬筆，並完成「道路挖掘業務管理系統」、「工程業務管理系統」、「養護工程業務管理系統」、「公務用道路資訊查詢系統」、「道路工程便民服務系統」、「道路銑鋪管理作業」、「道路使用費核算管理系統」、「三維服務」等系統之開發，並首創將現行地下化公共管線管理延伸至地上，將現行之架空纜線、側溝附掛纜線及綜合管線（含共同管道、寬頻管道及弱電管溝）納入管理，以充實公共管線資料庫，逐步完成全市轄區管線資料庫建置。目前系統已有超過 200 個單位全面上線使用，大幅提昇道路挖掘管理效能。此外，系統資料庫亦可與市府資訊中心共同平台進行圖資交換作業，達到資訊共享之目的。

民國 105 年度施政重點工作內容包括：架空纜線、附掛纜線及綜合管線之公共設施管線資料庫建置架空纜線、側溝纜線及綜合管線公共管線資料庫建置範圍為三重區、蘆洲區、板橋區、中和區、永和區及土城區 6 個行政區千分之一地形圖區域等，如圖 2 所示[1]，另外還有道路區塊資料補充建置處理、架空纜線、側溝附掛纜線及綜合管線查詢管理系統開發、道路挖掘業務管理系統擴充與維護、道路挖掘業務管理系統行動模組擴充與維護、3D 智慧管線查詢系統開發等作業，期望透過年度系統開發手段增進系統使用功能。而近年來增設 3D 智慧管線查詢系統開發，其目的主要透過 3D 視覺化的管線來進行管理，檢視地下管線圖資是否有衝突、碰撞及穿越等問題，並另管線單位進行修正，以確保圖資完整性，並將管線屬性(包括深度)逐一補正完成，讓圖資可信度可以提升，減少誤挖機會的發生。

以上圖資建置部分均須辦理圖資蒐集說明會、建置顧問公司將圖資蒐集完成，過程中亦需辦理協調作業，並將圖資集中管理分析，在進行建置工作。

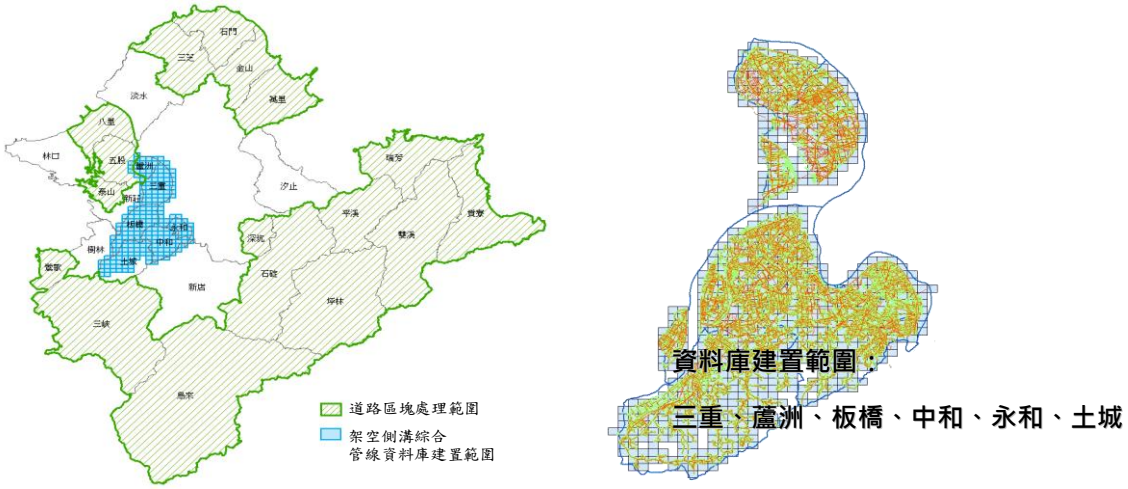

圖 2 道路區塊及架空側溝綜合管線資料庫建置範圍

針對資料品質驗證及更新維護檢核機制方面，舉例以架空纜線、側溝附掛纜線部分依監驗單位於週進度會議提出之建置標準與規範（包含檔案格式及屬性規劃），經討論確定後，由建置方顧問公司據以辦理。

在空間資料建置部分，建置方顧問公司將蒐集管線單位架空纜線、側溝附掛纜線及綜合管線相關位置資訊，配合市府前期建置之燈、電桿等固定設施物或人、手孔蓋，進行轉繪與屬性建置，完成空間資料。而屬性資料部分，則將配合監審單位擬定之規範以及管理單位所需資料，進行架空纜線、側溝附掛纜線資料庫屬性建置作業。而共同管道、寬頻管道及弱電管溝等綜合管線，則依據營建署管線資料庫標準之綜合管線規定進行屬性建置。其管線圖資建置作業流程如圖 3 所示[1]。

圖 3 管線資料庫建置標準作業流程

資料庫自我檢核部分，由建置方顧問公司抽選 5%之建置成果圖幅數，進行自主檢核，並於提送審驗時，一併提送自主檢查表；另資料範圍值檢測，使用建置方顧問公司自行開發之程式進行檢測，檢測結果若有不符合時會條列出，並針不符合之內容進行修正與確認。提出於監審方後進行抽驗及檢查，以確認相關資料之正確性。

三、新北市公共管線資料庫與挖掘管理運作情形

「新北市道路挖掘業務管理系統」是整合有關公共管線資料庫與挖掘業務管理的主要系統，透過管理系統建構可將業務資訊化及流程整合，讓所有資訊以一站式結呈現，方便機關內承辦人員管理，整個管理系統功能流程如圖 4 所示[2]，而本研究分為以五大模組：1.申挖審核、2.施工管理、3.完工更新、4.保固維護及 5.資訊透明，如圖 5[3]，以下逐一說明「新北市道路挖掘業務管理系統」與「公共管線資料庫」相互建立模式。

圖 4 新北市道路挖掘業務管理系統功能流程

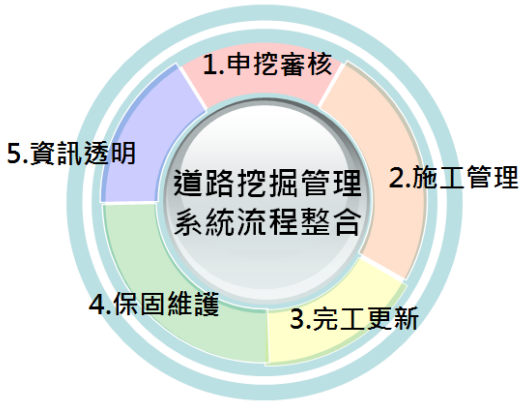

圖 5 本研究區分道路挖掘管理系統五大模組

（一）申挖審核：

申挖審核模組主要是提供管線單位及道路主管機關進行申請道路挖掘之介面，主要包括新案件填報、審查、變更申請、路證核發、列印路證、複審機制等，以達成線上控管之目的，民國 97 年起提供任意斷面即時查詢深度、屬性，以方便承辦同仁及管線申請人查閱附近管線狀況；另外值得一提有二，首先施工中新設管線位置管制，會先請申挖單位進行欲埋管線位置劃設，避免在尚未圖資更新時其他管線單位誤挖之空窗期，如圖 6 所示[2]。

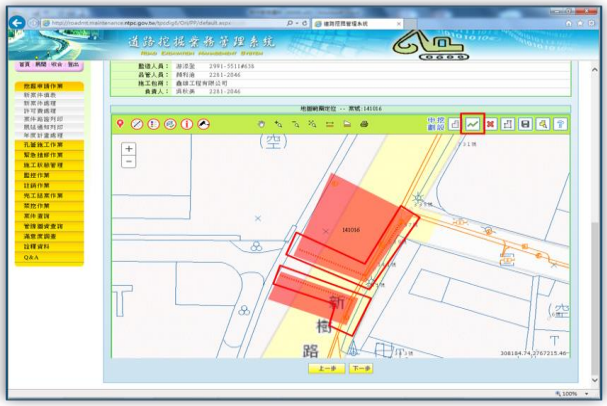

圖 6 新北市道路挖掘管理系統新設管線繪製

圖 7 新北市道路挖掘管理系統禁挖設定

其二，新北市道路挖掘管理系統禁挖設定，如圖 7[2]，養工處養護禁挖路段案件，須經養工處複審公所養護禁挖路段，須經公所複審，禁挖設定與自動比對警示，有效減少承辦人員工

作負擔；另外線上核發制度建立，如非上班日時需緊急搶修，完成線上登錄報備後，列印通知書，即可進場施工；如為上班日，雖仍需經路權單位審核，但排除部分作業程序，使申挖單位可快速取得通知書，加快路證核准速度。

（二）施工管理：

目前新北市為能有效管理現場道路挖掘施工狀況，建立施工打卡 APP 功能，如圖 8[1]，也就是管線單位之施工廠商進入現場時，先將下載施工打卡 APP 於智慧型手機上面，管線單位廠商進場施工打卡可有效掌控工程進場資訊，包括日期、座標、交維布設等，讓道路主管機關可在道路挖掘業務管理系統查詢目前那些道路正在施工，可以進行道路挖掘施工查核，讓道路品質得以提升。

圖 8 施工打卡 APP 介面

在施工管理面上，新北市建立施工自主檢查、案件巡查及會勘案件 APP 功能，將行動化管理模組應用程式發揮極致，整合申挖單位處置回報、道挖主系統整合查詢、拍照相片分類等功能，讓流程更為資訊標準化，管線單位依照 APP 功能逐步填寫回報，讓道路管理機關更可掌握每件施工案件處理情況，如圖 9 為自主查驗 APP 介面圖[1]。

圖 9 為自主查驗 APP 介面圖

105 年 7 月份起針對施工品質不良、遭裁罰記點等前 10 名管線單位，每月擇選 5 家管線單位進行攝影（採重點式抽查），並由新北市養工處挖管科同仁及主管以手機或大螢幕輪流監看，以有效管控道路工程品質並預計於民國 106 年度，整合至道路挖掘即時影像監視系統，在有限人力下擴大實施。新北市政府作法與其他縣市道路挖掘管理資訊中心最大不同是由機關內部人員輪流監看，而不將所有管線單位人員召集至同一地方，由該管線單位自行監看，這樣的方式容易造成管線單位自己看自己，不容易發現缺失，雖然遇到問題可在管線中心進行討論解決，

但對於品質管制上較無功能；另外對於較差的管線單位也有警惕作用，管線單位承包商為了不想被監控及操作攝影器材，都希望提升施工品質脫離被監控施工，經新北市政府實驗之下，不良廠商經過監控後施工品質有提升，問題發生率較低，故這樣做法比起全面監控而言，更具成效，如圖 10 所示[3]。

圖 10 重點式抽查進行攝影

（三）完工更新：

完工更新更是公共管線資料庫最為重要一環，施工完成後，施工承包商必須請專業測量公司或自有測量隊進行現地測量，將孔蓋及管線路徑進行測量，依據「新北市道路挖掘管理自治條例」第十三條第三項規定訂定「新北市政府工務局道路挖掘業務管理系統管線施作及圖資更新維護作業要點」進行測量作業，並將測量數據作座標轉至成 GML 格式，再將圖資上傳至挖掘管理系統更新圖資，如圖 11 所示[3]；另外新北市也首創轉折點測量，管線出現轉折點及分支點之位置均需測量坐標及間接高程，讓現地管線與圖資更趨於真實，如圖 12 所示[3]。

圖 11　GML 圖資更新與上傳功能

圖 12　轉折點測量匯入

（四）保固維護流程：

申挖單位完工回報時，同時繪製 AC 保固範圍給路權單位審閱備後，後續審查完成後再提提供養護（報馬仔）派工系統使用，釐清道路養護權責，並督促申挖單位確實進行 AC 面層及路基回填作業，如圖 13 所示[2] 。

圖 13　AC 保固範圍劃設及養護派工系統呈現

（五）資訊透明：

上述各項流程的成果可匯集成公務用道路資訊系統及便民資訊系統，其中公務用道路資訊系統主要可提供主管機關首長、主管及承辦同仁使用，以達到道路養護決策使用；另一方面是便民資訊系統主要提供給民眾作為查詢使用，已達成政府施政資訊透明化，讓民眾知道目前道路施工情況，增進市民對政府的信賴感。而二者系統的差異主要是公務用道路資訊系統擁有全部功能，便民系統則提供部分資訊給民眾參考，而給民眾參考的項目主要包含：道路挖掘資訊查詢、公共工程資訊、孔蓋施工資訊及道路養護資訊，如圖 14 所示[4] [5]。

圖 14 公務用與便民道路查詢系統介面

四、後續系統精進作為

本節將探討新北市道路挖掘業務管理系統之精進作為策略，綜上節所述，新北市公共管線資料庫對於道路挖掘過後實施測量作業，而測量路徑精度接近真實狀況，地下管線資料屬性也要求管線單將管線埋設縱橫斷面圖提供，申請人施工道路挖掘時需每二十公尺設一測點路面縱橫斷面高程資料，讓深度屬性更可以比其他縣市確保資料真實性，遇障礙物變更深度時需提供相片、管路埋設漸變段圖、埋設不足結構補強安全評估報告同意備查函等資料，對於地下管線整體屬性資料更加完備。對於上述施工程序均有使用 APP 及管理系統進行控管，故法規、系統與管理手段均能相互配合。然目前新北市仍持續進行系統精進，期望管理系統可以更加完整。以下就是本研究提出來精進策略，提供給後續新北市政府參考使用。

首先本研究依據上述圖 5 區分道路挖掘管理系統五大模組作業流程，提出精進改善方案，如圖 15 所示，本研究試圖提出以智慧化道路管理資訊中心概念來建構管理系統，由於 IT 技術發展快速，本研究企圖以全雲端智慧化作業做為未來系統建構架構，漸漸以電腦代替人腦，以數據分析作為決策作為，提高公共管線資料加值應用度，讓業務處理更佳快速便捷，故提出會思考的虛擬智慧化道管中心，在虛擬管理中心內，人員不必像其他縣市集中在同一辦公室工作，以雲端概念隨時隨地進行管控，讓所有資訊匯流至虛擬管理中心，透過虛擬中心發出訊息，即時運算數據讓道路管理機關可以得到相關決策數據分析，作出即時策略。另外，過去對於防救災概念尚未實際落實於管理系統，本研究鑒於 2014 年高雄氣爆事故，該事故是 2014 年 7 月 31 日 23 時 55 分以後至 8 月 1 日凌晨間，發生在臺灣高雄市前鎮區與苓雅區的多起石化氣爆炸事件，造成人民身命財產損失，故特別建立防救災整合模組，讓發生緊急事故時可以更加快速處理災害問題。以下就針對相關精進策略模組進行說明。

圖 15 新北市道路挖掘業務管理系統精進策略圖

1.挖掘自動化整合排程：

申請挖掘單位於上半年度填報下半年度計畫時，填寫「工程路段」項目資訊後，會透過與「道路鋪設工程資訊」之「行政區」及「工程地點」逐一進行比對，如路段一致時，則限定申請單位申挖時間。而限定時間以道路鋪設工程之開工日期為條件，以半個月為範圍，申挖完工時間須提前半個月完成。如 12 月 9 日鋪設，則需於 11 月 15 日前完工，並集中於一個月內施工完成，透過系統來進行整合排成，減少同一路段道路挖掘頻率。

2.重監控播放功能：

新北市政府於 105 年針對重點申挖單位進行現場監視器即時監控試辦作業，承辦人員可於辦公室透過網路即時監看現場施工概況，但因無整合「道路挖掘管理系統」，無法由監視系統上得知案件編號、申挖單位、申挖施工時段等資訊，故將監視器即時監控功能整合納入「道路挖掘管理系統」，使相關人員透過「道路挖掘管理系統」選擇監看案件後，即可即時監控申挖情形，如圖 16 所示[1]。

圖 16　申請機關監控播放示意圖

圖 17 行動模組即時監控播放功能示意圖

另外針對監控播放功能：配合新北市交通局將路口監視器畫面納入「道路挖掘業務管理系統」，新增施工監控管理功能，提供路權單位透過道路挖掘業務管理系統行動模組即時監看工程施工概況及附近周圍交通狀況，如有塞車或交通不順暢時，立即調整施工順序或停工，以減少民怨，如圖 17 所示[1]。

3.即時數據分析：

以空間、時間及屬性找相關聯，利用道路區塊進行大數據熱區即時分析，找出多重關聯問題，以提供決策支援。以圖 18 為例，緊急搶修案件即時統計結果 GIS 展示，當某些地區緊急搶修案件增加，很有可能是誤挖狀況導致必須緊急搶修，或是管線老舊須進行汰換更新。經統計民國 105 年度新北市緊急搶案件共計 1967 件，其中自來水管漏水案件為 1345 件(占約 68.4%)、瓦斯管漏氣案件共計 200 件(占約 10.2%)、電信通訊故障案件為 153 件(占約 7.8%)、電力(纜)管線故障案件共計 44 件(占約 2.3%)，汙水管滲漏案件共計 16 件(占約 0.8%)，其他案件就 209 件(占約 10.5%)（路基掏空、孔蓋周邊破損或淺埋改善等等），一般較多緊急搶修單位顯示為自來水及瓦斯漏氣為主案件，自來水辦理緊急搶修案件最主要的原因是管線老舊造成漏水，以及其他管線誤挖問題，從幹管道支管到用戶端接管，過去埋設方式存很多地方是管線提升至用路端需要抬升，故造成許多地方淺埋，瓦斯管線亦有相同問題，故常常有許多地方造成其他管線單位挖損，經過這幾年鉛管汰換及搶修後盡量將管線埋到較深位置，避免再次誤挖，管線也逐年汰換處理舊管，讓緊急案件盡量減少，不過還是有許多仍須處理，故透過即時大數據分析路段區域，預先得知問題區域，再利用 GIS 找出那些管線常常出問題，如圖 19 所示，對同一區塊或路段之緊急搶修案件進行統計分析，以路段、時間及搶修原因等評估其關聯性提醒管線單位是否管線老舊或工法應改善，並進行檢討，並通知管線單位盡速降埋或汰換管線，以減少緊急搶修挖掘案件，維護路面品質，以減少緊急搶修案件。

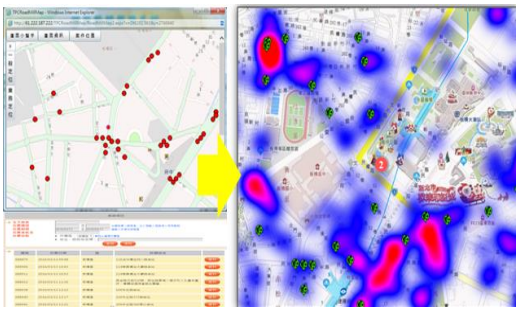

圖 18 大數據熱區即時分析功能示意圖

圖 19 以 GIS 管線危險因子評估示意圖

4.防救災整合：

道路防救災整合是近年來火熱的話題，不論山區道路常遇見落石坍方、土石流等問題，都市型道路有道路積淹水、路基下陷、水管破裂及瓦斯漏氣等問題，更嚴重如高雄氣爆造成人民財產損失，所產生災害的原因有因極端氣候造成強降雨、風災等自然災害，亦有人為因素及管線老化等問題，所以道路災害是一門顯學，亟待公部門一同努力。

然而發生災害當下的同時，對於道路防救災整合這塊並沒有太多著墨，本研究針對道路挖掘所產生災害當下因應作為，當發生瓦斯氣爆、嚴重漏水造成路基掏空下陷時，第一時間主管機關內的長官想要知道發生時間、地點、災害嚴重程度、交通狀況處置及公共管線圖資等資料，處置狀況要盡速回報給機關內部，好讓現在快速想知道狀況媒體、社群有即時資訊可以告知大眾，如果都掌握不清時，資訊不夠充分進而拖延告知民眾時間，以現在民眾的感覺會覺得政府是否再隱瞞事情，或覺得政府施政效能低落，所以第一時間要以快速時間回報道路主管機關，做出適時回應。

以實際案例來說明，新北市三重區成功 108 巷口，於 106 年 3 月 19 日晚上 7 時許傳出路面塌陷，路過民眾見柏油路面竟下陷約 20 公分，長度約 10 公尺、寬約 8 公尺擔心來往車輛危險，趕緊報案。警消表示，已通知區公所、工務局、水利局、交通局及市府 EOC 等相關單位進行處理。這時媒體記者、民眾及網路社群紛紛已傳出訊息，如圖 20[6]，機關首長及相關工程人員紛紛接獲通知到場處理，如圖 21，管線單位是由各轄區承辦同仁緊急聯繫才到場，有些則是看媒體趕過來，地下管線狀況先調公共管線資料庫圖說看有哪些單位管線經過，再一一通知。

圖 20 媒體記者到災害現場報導

圖 21 機關首長至現場勘災

所以在「公務用道路資訊查詢系統」新增管線救災資訊查詢模組功能，在 APP 行動模組提供推播資訊收訊功能，於發生公共管線相關災害時，可接收災害通知資訊，如圖 22 所示[1]。並將地下管線圖資及時顯示在 APP 介面上，資訊推播給所有管線單位，第一時間可了解初步災害發生狀況，並盡速趕至現場勘災，而現場人員在盡速確認管線單位到場人員，如災害規模較大需進行封路交通改道管制，並由電腦自動運算顯出改道路徑，可適時發布於新聞媒體、社群等，以減少民怨。

圖 22 防救災推播及圖資調閱示意圖

5.其他模組考量：

目前新北市所建置 3D 智慧綜合管線查詢管理系統，將所使用之公共設施管線資料轉換後完成，其轉換三階段，第一階段為管線資料標準格式轉換、第二階段為 3D 管線資料轉換、第三階段為 3D 管線資料統計項目及衝突分析設定等，新北市是以 3D O’ View 專屬之公共設施管線轉換器，由原先 2D 的管線資料中指定對應 3D 管線資料必要之欄位項目，例如管線之管徑、埋深、顏色等，依照 GML 所訂定的格式資料，管線轉換器即可將原本的 2D 管線生成為 3D 管線物件，例如：透過起點埋設深度及終點埋設深度欄位資料，經由圖資處理取得管線節點欄位資料，用於 3D 管線系統資料讀取，並轉換成為 3D 管線資料（PGV）匯入 3D 管線資料庫，於 3D 圖台檢視，如圖 23 所示[1]，另圖 24 為 3D 智慧綜合管線查詢管理系統介面[1]。

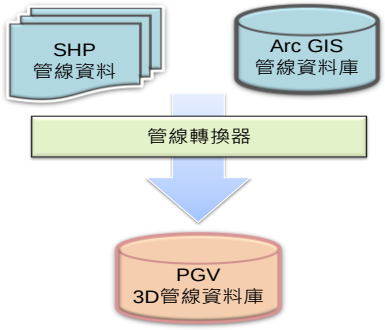

圖 23 3D 管線資料轉換

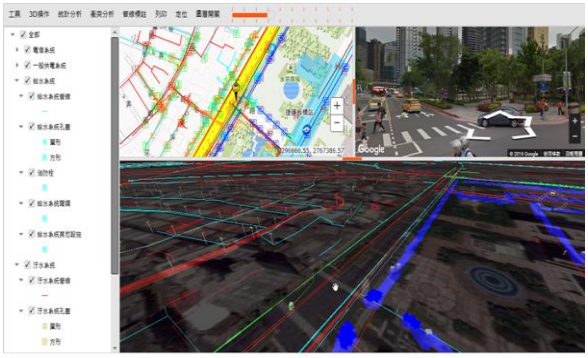

圖 24 3D 智慧綜合管線查詢管理系統介面

而 3D 智慧綜合管線查詢管理系統主要是要輔助道路助管機關協助找到地下管線是否衝突、碰撞、穿越等情事，幫助了解地下管線屬性是否補正等作業，亦可直觀檢視道路地下管線檢視模擬挖掘範圍內地下管線交錯及多管管線連結複雜部位。但這需要時間逐步完成補正程序，讓後續可以提升系統使用便利性。有關補正問題不在本研究範圍，但有關 3D 管線應用部分可建議參考新澤西州的中型公用事業的做法[7]，實現了前所未有的混合實境（MR）資訊應用，可用手指點選孔蓋或管線資訊即可產出屬性資料，透過混合實境看到地下管線分布狀況，避免管線被誤挖的狀況，如圖 25 所示，另圖 26 所示現場工人配戴智能眼鏡與耳機，透過簡單的 Skype 連接與遠端室內辦公室同仁輕鬆溝通，並指揮現場機具施工，讓挖掘或檢修工作可以更加方便。

圖 25 混合實境（MR）應用於公共管線

圖 26 現場工人配戴智能眼鏡

五、結論

本研究檢視新北市道路資訊暨地下管線資料管理系統建置計畫內容相當實務、成果相當豐碩，整體計畫並獲得「101 年度、102 年度公共設施管線資料庫管理供應系統考評計畫」全國第 2 名及 103、104 年度全國第 1 名，105 年更榮獲全國第一並且是特優之肯定。在業務推動及管理之首創方法，目前亦納入中央國土資訊系統管線資料庫分組之全國推動方式參考，而各縣市政府亦以該系統為主要之參考範例。

以創新手段來解決道路問題確實可以收到很大的功效，以資訊化來解決複雜問題已是現代管理手段之必需品，經過問題的審視提出資料庫系統精進策略，進而解決道路挖掘管理問題，並提出系統加值應用的方式，擴大公共管線加值應用的層面。以智慧化道路管理中心來取代現有實體道路管理中心，其目的希望是透過強大 IT 技術來達成異地溝通協調作業，不用集中在同一辦公室處理事情，所有訊息全部提供在網路上，直接分析供決策參考使用，大幅縮短時間，提高效率。

參考文獻

[1] 新北市政府養護工程處，「105 年度新北市公共管線資料管理系統維護與擴充建置案委託資訊服務期末報告」，2016。

[2] 新北市政府養護工程處，新北市道路挖掘業務管理系統，http://roadmt.maintenance.ntpc.gov.tw/tpcdig6/

[3] 新北市政府養護工程處，「105 年度公共設施管線資料庫供應系統考評簡報」，2017。

[4] 新北市政府養護工程處，公務用道路資訊查詢系統，http://roadmt.maintenance.ntpc.gov.tw/tpcofficer6/

[5] 新北市政府養護工程處，公共工程及管挖施工資訊查詢系統，http://roadmt.maintenance.ntpc.gov.tw/nrdsvc/

[6] 中時電子報，「三重成功路面不明原因塌陷 20 公分警方管制中」，http://www.chinatimes.com/realtimenews/20170319002931-260402

[7] Esri，“NJ Utility on Forefront with New Mixed Reality Application”，http://p.ctx.ly/r/4pl9