

BIM 應用於地下潛盾工程影響因素之探討

-依桃園龍潭鄉管線工程為例

黃一平*(Yi-Ping Huang)

中國科技大學建築研究所研究生

張蕙中(Yi-Chung Chang)

中國科技大學建築研究所研究生

詹志宏(Jyh-horng Jan)

中國科技大學建築研究所研究生

蔡得時(Der-Shys Tsay)

中國科技大學建築研究所副教授

摘要

為紓解近年來都市人口快速發展造成建設擁擠之現象，使公共設施往地下空間發展成為必然的趨勢。因此開挖往往緊鄰或穿插其他建築物，但在施工時鄰近建築及設施容易造成影響，然而隨著電腦資訊技術的進步，現今工程設計的發展趨勢，是強調資訊共享與通用，而本研究以目前國內自來水輸水管地下工程為標的，並應用 BIM 探討地下管線建置時可能遇到之問題，依現有工程之案例套用至 BIM 專案項目中，並整理出較有可能影響之因素，而達到 BIM 運用於地下工程較有效管理及整合相關資訊技術，進而大幅提升產業能力，以期提升本土營建產業與全球接軌及永續發展。

關鍵字：建築資訊模型、潛盾工程

Abstract

To alleviate the urban population in recent years, the rapid development of congestion caused by the construction of the phenomenon, so that public facilities deepened spatial development has become an inevitable trend. So often adjacent excavation or other buildings interspersed, but in the construction of adjacent buildings and facilities likely impact, but with the advances in computer and information technology, engineering design trend today is to emphasize information sharing and common, but this study domestic water pipes underground engineering is the subject of study and application of BIM to build underground pipelines might encounter problems, according to the case apply to existing projects BIM project project and sorting out the factors that are more likely to influence, and to achieve BIM used in underground works more effectively manage and integrate information technology, which greatly enhance the industrial capacity to enhance the local construction industry with the world, and sustainable development.

Keywords: Building Information Modeling, shield project

一、 前言

隨著台灣都會區人口的蓬勃發展，建築物的密集提高，而為維持都會區持續的商業活動，各項機能建設亦將不斷的擴充，因此工程開挖往往需緊鄰或穿插其他建築物或公共設施，故在施工時鄰近建築及設施容易造成影響。但隨著電腦資訊技術的進步，達到建築資訊化模型(Building Information Modeling 簡稱 BIM)技術的成熟，使設計在過程之人機工作介面也有很大的變革，早期的設計師擁有很多軟體可選擇，而現今的設計師則是循著潮流選擇該領域中最強及最普及化的商用軟體，例如 AutoCAD 等軟體，如此一來，因不同設計者、不同專業領域、不同軟體、不同的檔案格式，即便同一商用軟體因前後版本不同也會造成檔案格式無法交換或轉檔時檔案損毀等情況，而造成資訊傳遞的障礙與錯誤。

現今工程設計的發展趨勢，是強調資訊共享與通用，政府所提倡的 BIM 為例，BIM 是以 3D 物件代表建物各元件的資料模型，各專業領域的設計者提供該專業範疇內的資料物件，並允許其他專業領域從業者擷取其專業所需的資訊，並儲存在該生命週期階段所貢獻的資訊；同時，BIM 在不同專業軟體在不同專業階段以不同型式提供給使用者，並將工程生命週期中各種資訊協調一致持續相容共用。但目前的 BIM 大多用於地上工程，諸如：捷運松山車站及三民車站、高雄捷運 R24 車站、高雄鐵路地下化車站、捷五共構案、花博主場館、鐵政局高雄美術館站、台灣光子源工程、高等研究園區實質計畫及台大兒童醫院等，而較少使用於地下工程，所以目前沒有一個有效整合地下工程資訊的中央儲存庫，還是必須依靠人力解讀才能互相成為一個可理解的整體資訊。

本研究以目前國內自來水輸水管地下工程為標的，並應用 BIM 探討影響地下管線建置之因素，且文獻中也有提到工程在施工中均可能會不定期遭遇無法事先預期的障礙物，如過去施工之埋設物或異常之大石頭、枯木等等，而造成工程無法繼續進行或延遲。目前自來水潛盾工程所進行之施工步驟與碰到之情況做現況。另就整個工程進行的過程而言，資料交換發生在每個不同的階段，從工程規劃、建築設計、工程設計、建管審查、業主發包、廠商施工及營運維護等等，工程資料許多部分是重複的被使用、審查、傳遞與轉移，各個環節都有目前運行的問題與可改善提升的空間，則工程過程的資訊串連與延用應是關鍵。本研究僅依現有工程之案例套用至 BIM 專案項目中，並依文獻及專案項目中所整理出較有可能影響之因素，而達到 BIM 運用於地下工程較有效管理及整合相關資訊技術，進而大幅提升產業能力，以期提升本土營建產業與全球接軌及永續發展。

二、 文獻回顧

2.1 地下工程建構流程之回顧

目前地下工程均採用擋土支撐工法、推進工法及潛盾工法等，其中推管、潛盾因施工位置均位於地下且最大深度有大於 5 m 以上，施工前若做能好地質調查並掌握當地水文條件及掘進土量，即可降低路面沉陷及掏空之機率，對於一般用路人之衝擊相對較小。惟該工法於施工期間須考慮施工動線、交通維持、環保、既有管線移設及路面修復品質等，而現有地下工程建構方式概分為資料收集、設計配置、現場勘驗、工程放樣、施工井放樣、施工井開挖、施工井排樁作業、潛盾及推管裝置設置、潛盾開挖、推管推進、工作井 CLSM 混凝土回填及路面修復等項目，以地下管路施工方式為例，即含準備工作、放樣等作業項目，其施工流程如圖 1 所示【1、2】。

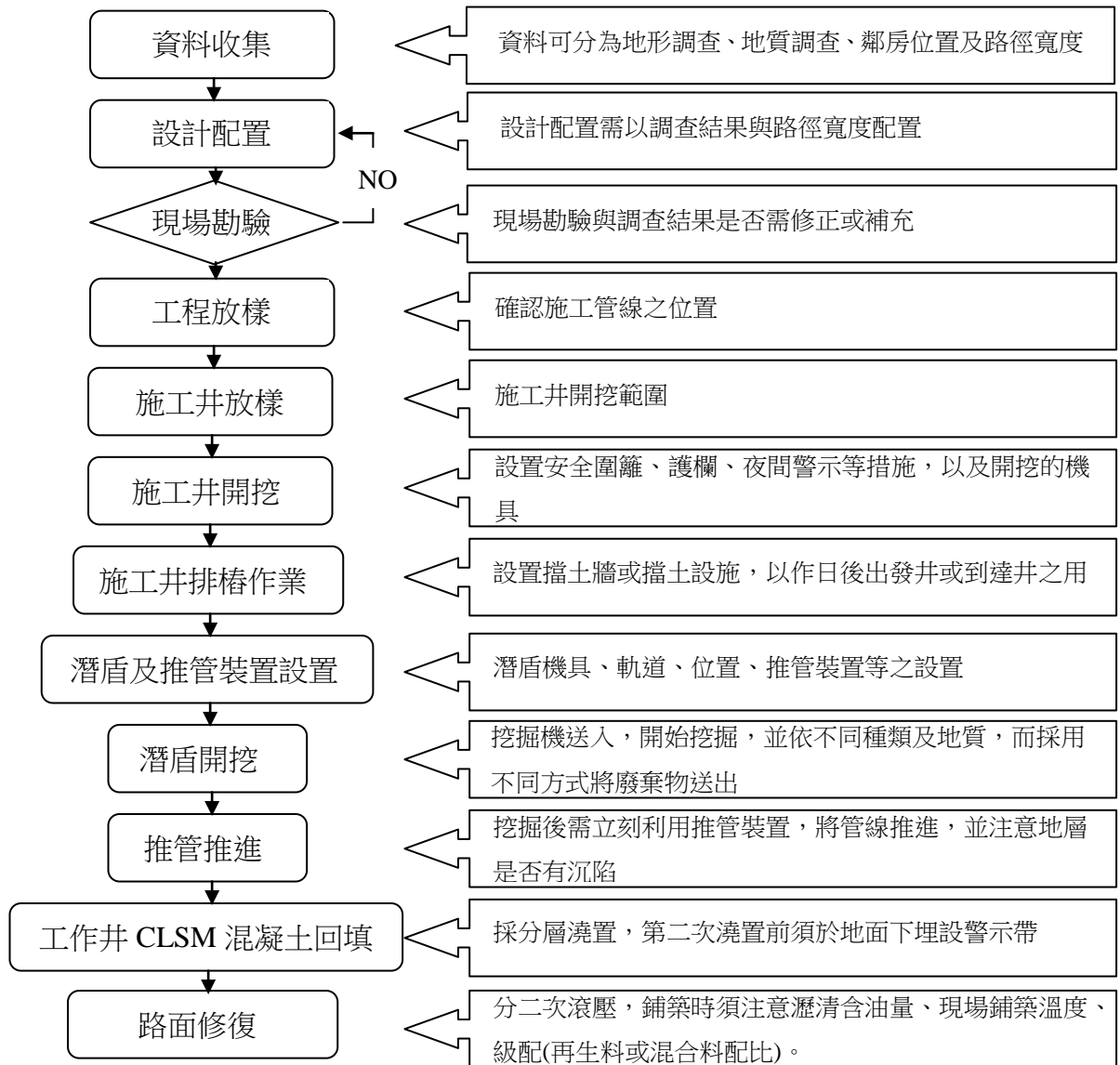


圖 1 地下工程施工流程圖

2.2 BIM 的效益與建置方式之回顧

2.2.1 BIM 的基礎技術

BIM 需要藉助一套有效的技術來執行，BIM 的基礎技術可分解成幾個方向來分析【3、4】：

- (1) 使用 CAD 技術建立幾何模型：將設計標的幾何資訊以數位的方式儲存；BIM 需要藉助 CAD 技術描繪設計的幾何資訊，並且運用 CAD 技術完成圖形資料標準化及分類的目的，如圖層分類、圖元命名等等【3】。
- (2) 使用 CAD 技術建立物件資料庫：利用 CAD 物件化技術，以 CAD 為基礎將幾何資訊物件化，並區分為單一檔案或是多重檔案之用，而多重專案在一個物件化的平台，使得不同專案不同檔案遵循相同的繪圖標準【3】。

2.2.2 BIM 的效益與優點

藉由 BIM 建立幾何模型也同時建立資訊模型的成果，其如下圖 BIM 設計及建置架構與效益如下【3】：

- (1) 工程設計具體化：可將設計具體化及視覺化
- (2) 避開工程風險：在實際進入施工階段之前可就構件衝突問題事先偵測，並作預防性的處理。
- (3) 專案數量計算：可直接從模型中抽取必要資料將其自動化及表格化的呈現，如建築工程上常用的面積表及門窗表等。
- (4) 變更設計保持一致性：利用參數與建築模型的相互連結，增加變更設計管理的一致性及便利性，也就是跨軟體平台的資料相容性。
- (5) 提昇設計品質：設計者能具體掌握其設計成果的視覺效果與成本造價等。
- (6) 提高工程設計產能：減少人為疏失，可使設計者將更多心力花在真正的設計工作上。
- (7) 工程資料再利用：可將設計資訊完整的保留在資料模型之中，方便其在整個工程生命週期中各個階段來使用。

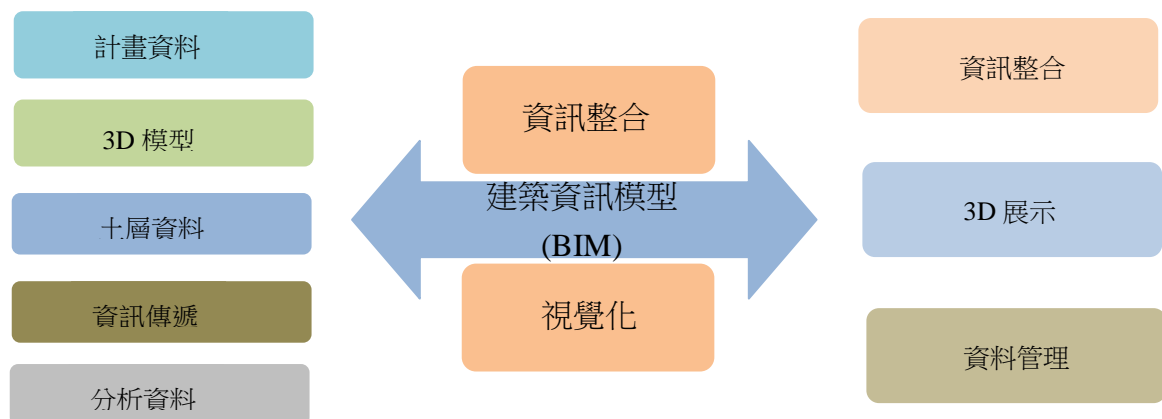


圖 2 BIM 設計及建置架構【1】

三、 影響因素

近年來都會區的地下開挖工程鄰近建築物時如何確保開挖安全性是相當重要的。本研究是以台灣自來水股份有限公司北區工程處所屬之工程，工程位於桃園龍潭鄉到八德市，不過因工程範圍較長，所以選擇其中的一段工程，工程名稱為龍潭至平鎮八德送水管(二)-1 工程，如圖 3 所示為本文研究標的，為能有效掌握開挖工程之變異因素，本研究依工程實際施工設置之流程導入 BIM 系統中，並透過不同資訊與資料之項目來反應開挖過程中的支撐、擋土壁、水位、水壓、鄰房等之變化，除可確保工程施工安全與施工品質外，並可做為日後設計回饋之用。而本研究以 BIM 技術應用在地下開挖工程，主要概念為整合工程所需數據，並將其以視覺化展現，協助工程團隊達到迅速且有效的進行工程評估。



圖 3：自來水送水管工程(二)-1 位置

本研究以建築資訊模型 BIM 技術，結合工程專案等各種相關資訊的工程資料模型，並擴充其概念將資訊納入整合，擴充後之建築資訊模型同時能夠應用於設計、專案管理、安全評估或建造監測的數位化系統，以顯著提高地下開挖工程進行中的效率並大量降低風險。本研究歸納出資料如下說明。

專案資料

專案資料為所有參與工程相關單位之基本資訊如:名稱、公司基本資料、代表人以及工程圖說等等之相關文件。

模型資料

本文提供使用者三種視覺化方式分別為：(1)一維視覺化項目屬性和一般文字訊息；(2)二維視覺化：將資訊以不同的圖形和圖表呈現；(3)三維視覺化：3D 工程模型，因此，結合 BIM 之模型有許多不同的 3D 模型如建築模型、鄰房模型及地下等工程之模型的視覺化系統。

土層資料

地下開挖工程之地層條件會因所在地區而不相同，該系統將統整地層及地下水位等資料來提供更快速的了解工程之相關資料，以便達到更準確之分析評估。

監測資料

使用者可將工程所有監測儀器資料及數據存於系統中，相關資料有監測儀器基本資料、現地值、警戒值及行動值。

分析資料

目前的地下開挖工程為以數值模擬分析和地面沉陷的經驗公式與有限元素法做評估。本研究中，將所得知結果與系統以視覺化方式整合，達到有助於工程人員快速評估對工程之影響。

而依以上之資料與數值等套入 BIM 系統中，可讓設計者及施工者雙方資訊互相傳遞了解，並可從中得知施工者應如何施工，而達到設計者想表達之意思及訴求。然而 BIM 系統可讓使用者透過人機介面輸入與建置相關工程資訊以執行管理分析之工作，系統亦會根據相關資源進行 3D 視覺模擬，工程人員可透過模擬結果很快速的獲取所需資訊，進行必要之分析與評估。

四、 結論

目前台灣地區都市人口甚多，且都市建築物密集基礎開挖深度均有加深情況，使得在開挖施工上常會有損毀事件發生，而形成嚴重的公害問題，不但影響工程進度，也付出了相當多的社會成本。因此利用電腦軟體對地下深開挖工程做模擬為日後必備之項目，為了提升施工的安全性及進度效率，最有效之方法就是確實做好開工前的電腦模擬，並經由電腦模擬來評估影響工程之因素及風險。而且經電腦模擬也透過視覺化的方式來呈現所有的分析及評估資料，並以顏色呈現狀況，讓使用者可以很快速的獲取所需資訊，進行必要之分析與評估，而達到解決問題或提出緊急應變措施。

五、 參考文獻

- 【1】 黃一平、張蕙中、蔡得時，2012 「自來水送水潛盾推管施工之探討」中華民國營建工程學會，第十屆營建產業永續發展研討會，頁 237~240
- 【2】 陳福勝、周功台、吳文隆，2008 「台灣地區深開挖工程災變分析及防治對策探討」台灣世曦工程顧問有限公司，中華技術期刊第 77 期，頁 55~61
- 【3】 李萬利、馬俊強、許英珏，2007 「空間設計資訊整合模型之建置及應用探討」台灣世曦工程顧問有限公司，中華技術期刊第 76 期，頁 77~83
- 【4】 Phillip G., Jon H., "Barriers to the Adoption of Building Information Modeling in the Building Industry", pp. 3-11(2004)
- 【5】 呂緬柔、吳翌禎、熊彬成，2012 「應用BIM技術於深開挖工程鄰房危害影響評估之研究」國立中央大學，中華民國力學學會第三十六屆全國力學會議，頁2-3
- 【6】 許文國，推介BIM理論與應用，中央研究院計算中心通訊電子報，第1~8頁，民國100年。
- 【7】 Yoshinobu Adachi, "Outline of IFC Model Server Development Project", pp. 1-5(2001)