

# CIM工序模擬應用於災害預防教育訓練模式 之研究

\*許雅齡 (Ya-Ling Hsu)

國立臺北科技大學土木與防災研究所  
研究生

林祐正 博士 (Yu-Cheng Lin)

國立臺北科技大學土木與防災研究所  
教授

## 摘要

本研究將探討藉由土木資訊模型(Civil Information Modeling, CIM)工序模擬之技術，協助施工現場於施工前，透過CIM工序模擬3D視覺化動態的呈現，反覆檢討施工流程的合理性、可行性以及潛在的危害，藉此改善傳統2D的溝通方式，提出最佳的施工方案，並提供施工人員做為教育訓練之教材，以維護施工人員的安全；同時建議將定案之工序模擬，建置系統化雲端分享平台，建立一系列標準化的作業流程，並推廣至各施工現場，以提供正確、淺顯易懂且真實的教育訓練之教材，讓施工流程深植於所有施工參與者的心中，以降低施工風險發生之機率。

**關鍵詞：**CIM、土木資訊模型、建築資訊模型、工序模擬、教育訓練

## The Application of CIM-based Sequence Simulation for Disaster Prevention Education and Training in Construction

### Abstract

This study will explore the technology of Civil Information Modeling (CIM) process simulation to assist construction sites in presenting 3D visualization dynamics through CIM process simulation before construction, repeatedly reviewing the rationality, feasibility, and potential hazards of the construction process, thereby improving traditional 2D communication methods, proposing the best construction plan, and providing construction personnel as educational and training materials, To maintain the safety of construction personnel; At the same time, it is recommended to simulate the finalized process, establish a systematic cloud sharing platform, establish a series of standardized work processes, and promote them to various construction sites to provide correct, simple, and authentic educational and training materials, so that the construction process is deeply rooted in the hearts of all construction participants, and to reduce the probability of construction risks occurring.

**Keywords :** CIM, Civil Information Modeling, Building Information Modeling, Sequence Simulation, Education and Training

## 一、研究動機與目的

目前施工階段現場工務所傳達施作進度的方式，普遍仍藉由傳統2D圖說來傳遞每日施作的範圍及施工流程，而每個人對圖面及口述的理解及吸收能力不盡相同，往往會造成施作時的誤解，甚至忽略施工中潛在的危害及風險。

尤其是對高風險性、施工困難、特殊工法或施工空間侷限之區域，無法單單僅用2D圖說來陳述完整的施作流程，更無法事先發現施工流程中的衝突或是潛在的危害；而CIM之動態工序模擬，以3D直覺化的方式呈現，可有效降低每個人對資訊傳遞上的差異，藉此改善傳統作業流程，並提升現場溝通品質，讓所有施工參與人員可以用最短的時間，透過CIM工序模擬，來達到教育訓練之目的。本研究目的如下：

- 1、 探討目前實務上工序模擬應用於災害預防教育訓練之需求及問題。
- 2、 藉由 CIM 工序模擬應用於災害預防教育訓練模式。
- 3、 透過案例導入方式，分析 CIM 工序模擬應用於災害預防教育訓練模式所產生的效益、困難與限制，以供後續研究之參考依據。

## 二、文獻回顧

建築資訊模型 (Building Information Modelling, BIM)，是一種在電腦虛擬空間中模擬真實工程作為，並強調工程的生命週期資訊中跨專業、跨階段的協同作業，集結與永續性營建產業資訊運用而進行管理與交換的新技術(陳建忠、劉青峰，2016)。

而土木資訊模型 (Civil Information Modelling, CIM) 是將建築領域所使用的 BIM 方法和概念應用到土木工程領域(Japan Construction Information Center, 2018)。目前土木工程建設項目包含橋梁、公路、道路、鐵路、捷運、隧道、機場、港口、電廠、水利等設施等(嚴家彬，2018)。

根據調查結果顯示，對於降低勞工事故發生比例，教育訓練的目標是針對未有安全衛生觀念的勞工，除了相關工作資訊外更要灌輸他們安全問題，保障他們的生命安全(沈育霖、謝士英，2003)。因此，如何以有效的方式，在最短的時間讓受訓者快速並有效吸收，對傳統學習與情境式學習比較結果，情境式學習有助於受訓者的學習動機提升，亦可提升受訓者的學習慾望(吳則漢，2010)。所以，以 3D 電腦動畫模擬可針對不安全的動作和危險性，呈現其發生原因和意外事故過程，並利用電腦動畫模擬介面可解決部分難以表達的陳述。所以，具有危險性之作業場所，若有新進員工加入時，可以透過模擬方式來達到訓練或練習的目標，可使危險資訊的傳遞及感受更為真實，讓學習者獲得深刻的體驗(劉宏榮，2002)。

現今工程界已開始利用電腦技術，將施工計畫以虛擬實境動態展示，請相關人員事先審查施工計畫，協調各方意見修正施工計畫，反覆模擬施工過程直到滿意為止，施工時，按此計畫逐步完成各項工作，最後圓滿完成任務(廖源輔、于景華，2002)。

### 三、主要內容

#### 3.1 目前工序模擬應用於災害預防教育訓練問題說明

目前針對高風險性、施工困難、特殊工法或施工空間侷限之區域，無法單單僅用 2D 圖說來陳述完整的施作流程，更無法事先模擬施工流程中的衝突或是潛在的危害；加上目前施工現場實際負責施工的第一線人員，不僅國籍多元，教育程度也有所差異，對於提供 2D 圖面對大部分的人來說，只是許多線條的堆疊，無法詳盡呈現每個施工步驟及流程的變化；而制式的安全教育訓練，面對生澀難懂的文字標語，也僅是見過即忘之訓練課程而已，真正能夠停留在施工人員的記憶又佔多少印象？

#### 3.2 CIM 工序模擬應用於災害預防教育訓練需求探討

在施工階段如遇施工困難、高風險性、特殊工法以及施工空間侷限之區域，施工現場於施工前也會透過 CIM 工序模擬來檢討、整合與協調下方所列之施工重點內容，以提出最佳的規劃方案：

- 1、 檢討整體工序合理性及施工可行性；
- 2、 考量工區周圍交維改道計畫，以維持施工路段人、車安全；
- 3、 模擬機具、物料之進出動線，檢討施工空間充裕性及動線順暢性；
- 4、 事先發現施工過程中潛在的危害，並妥善規畫相關安全防護措施，以確保施工人員安全，降低施工風險發生之機率。

透過視覺化的動態模擬，來協助規劃人員，直覺式的找出施工流程的衝突或是忽略的細節，經過反覆的修正並優化其流程；而最後定案的成果，於施工前可以提供給現場施工人員，一個正確、淺顯易懂且真實的教育訓練之教材，讓整個施工流程可以有效加深每個施工參與人員的印象，也期望所有施工參與者，在施工過程中能如工序模擬所呈現，可以順利完成該工項的每個步驟的施作，以期降低災害發生之機率。

### 四、案例導入與討論

潛盾隧道工程通常設計於人口密集之都會區，本案例將探討目前公共工程地下捷運潛盾隧道之潛盾機棄殼拆解流程，該工法施工流程集於高風險、施工困難、特殊性以及施工空間侷限等多種特性，而潛盾機棄殼拆解只是潛盾隧道施工過程其中常見的一個環節，但又是容易被忽略且對現場施工人員具有施工危害的作業，為預防災害發生，在進行拆解之前，現場工程師及負責拆卸的施工人員都必須接受相關的訓練說明。

潛盾機構造相當複雜，為降低意外的發生，所以在進行拆解之前，隧道組主管會於每日進度說明時，以 2D 圖說解說每個構件的拆解流程如圖 1 所示。

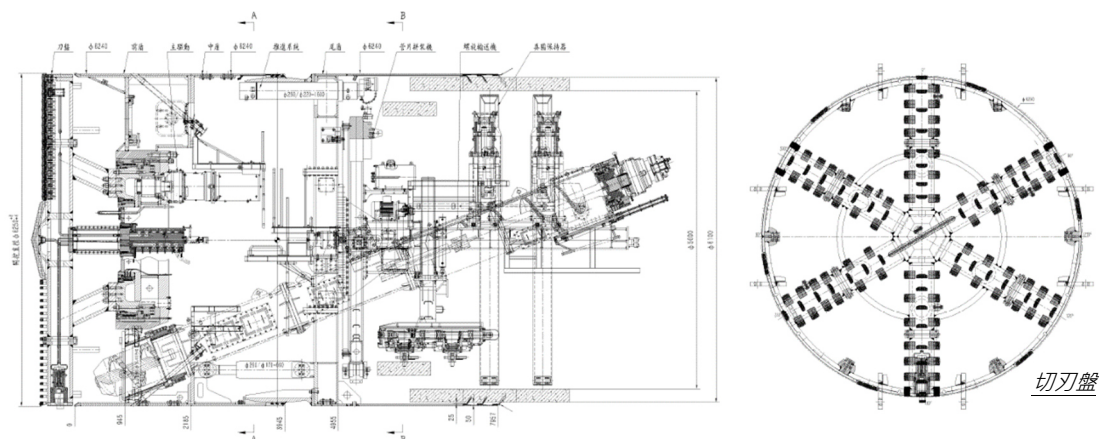


圖 1 潛盾機主機佈置圖

但目前並沒有專業負責拆解潛盾機的團隊，要如何讓這些可能第一次接觸該工項的現場工程師及施工人員，僅僅透過 2D 圖說與實際構件做為串聯跟理解。所以，為了確保相關施工參與人員可以安全、順利的完成拆解的使命，現場工務所隧道組提出需求，希望藉由 CIM 工序模擬的 3D 視覺化的呈現，將潛盾機主要盾體構件的拆解順序、流程、機具、防護措施等，建置完整一系列的標準作業流程，以動態的模擬直覺化的呈現方式，來提供現場工程師及第一線的施工人員，做為施工前教育訓練之工具，讓整個拆解流程深植每個施工參與人員的心中，來達到災害預防之目的，本案例所選用之潛盾機外觀如圖 2 所示。

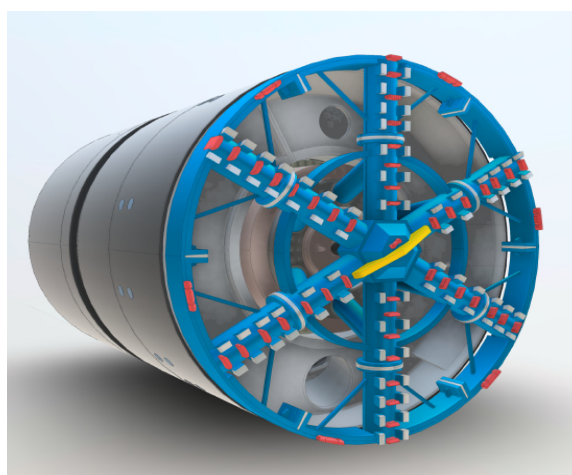


圖 2 潛盾機外觀(切刀盤、驅動部、盾體)

依照隧道組所提供各構件、各分塊的初步的拆解順序流程，將每個元件設定先後順序關係，並考量局部呈現重點特性，按照拆解順序來完成各構件的工序模擬初稿，再交付隧道組相關人員確認是否符合工序合理性、施工可行性及安全性，潛盾機各構件拆解順序如圖 3 所示。

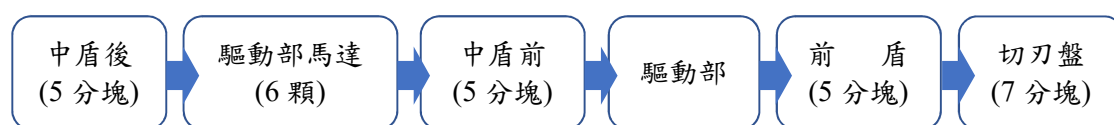


圖 3 潛盾機各構件拆解順序

以驅動部為例，驅動部拆解順序及其工序模擬步驟如圖 4 所示：

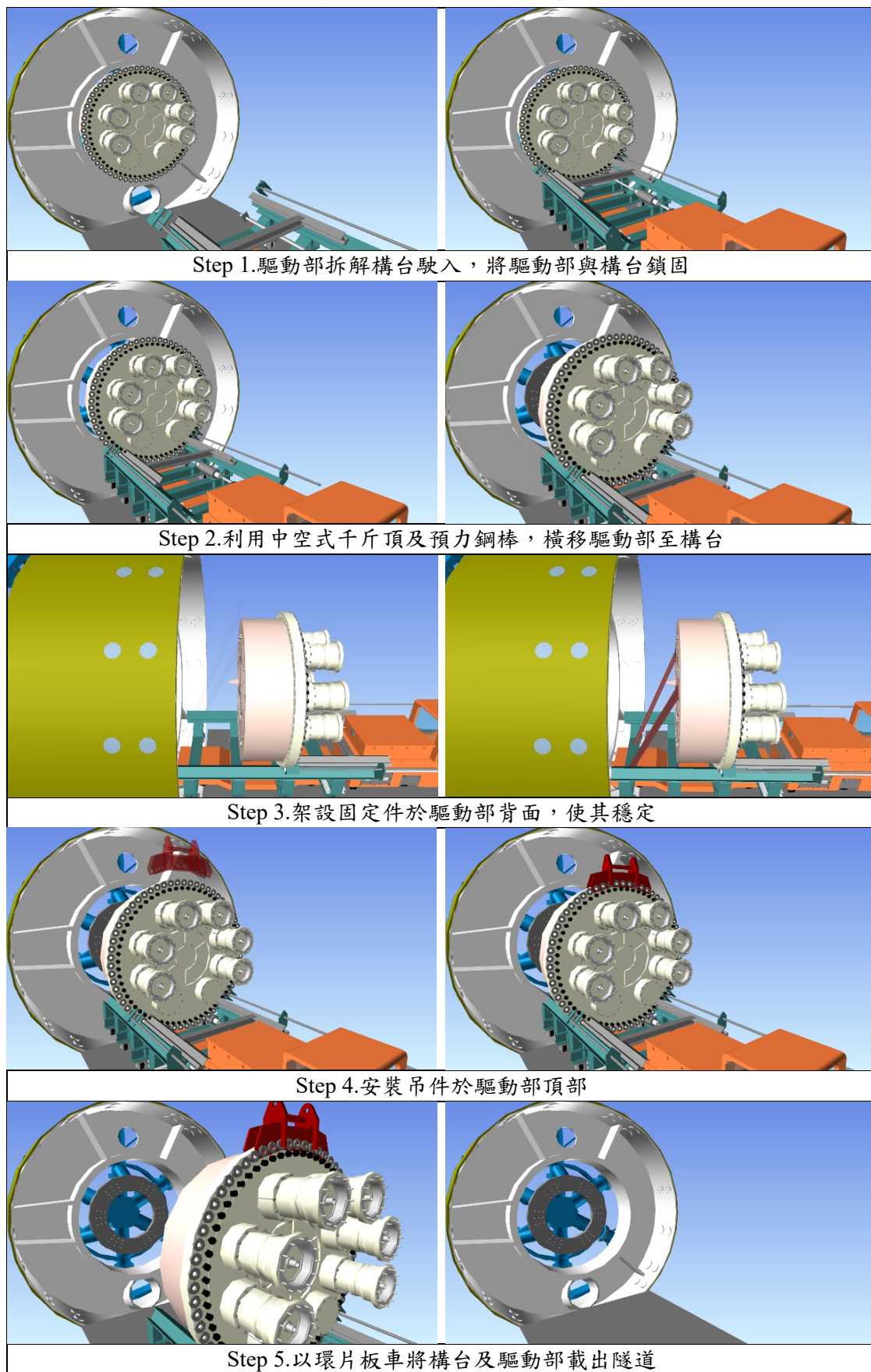


圖 4 驅動部拆解步驟

## 五、結論與建議

- 1、利用細設單位所移交之 CIM 設計模型，配合施工的規劃，深化為施工模型，並結合工序模擬之技術，進行動態模擬分析，來發揮 CIM 模型附加之應用價值，同時也實現 CIM 工程全生命週期之應用。
- 2、透過 CIM 工序模擬直覺式的 3D 動態模擬呈現，可降低每個人對資訊傳遞上的差異，藉此改善傳統作業流程之溝通障礙，縮短會議流程，有效提升溝通效率。
- 3、透過 CIM 工序模擬，配合施工現場規劃人員對整體施工流程，給予模型各工項先後順序關係條件後，再進行動態的模擬分析，以協助施工現場於施工前檢討工序之合理性、可行性及安全性等。
- 4、CIM 工序模擬以 3D 動態的方式來描述施工的過程，充份展現施工的連貫性，讓相關施工參與人員可以快速理解施工流程及細節，不用過多的言語解釋，適用目前營造業之環境，尤其是多元國籍的第一線施工人員，提供專案施工前工序說明之教育訓練的教材。
- 5、定稿版之 CIM 工序模擬，可匯出成影片檔，可隨時提供下載或分享於手機，進而將目前普遍使用手機的習慣，取代傳統攜帶圖紙或紙本翻閱的不便性。
- 6、定稿後的 CIM 工序模擬，建議在總公司的系統建置教育訓練雲端分享平台，將各類型施工標準作業流程之 CIM 工序模擬上傳於平台，並定期公告，使其他現場工地在施作該工項時，便可隨時下載，做為施工前教育訓練之工具。

## 六、參考文獻

- 1.陳建忠、劉青峰，「BIM 研究與推廣應用規劃概況」，臺灣建築學會會刊，pp.6-11，2016。
- 2.Japan Construction Information Center，“The Key-Base Information Station for the Construction Industry to pave way for the Future”，Tokyo:Japan Construction Information Center Foundation，pp.5，2018.
- 3.嚴家彬，「土木資訊模型技術在捷運工程施工管理應用模式之研究」，碩士論文，國立臺北科技大學土木與防災研究所，2018。
- 4.沈育霖、謝士英，「勞工安全衛生教育訓練之國內需求調查與各國制度比較研究」，勞動部勞動及職業安全衛生研究所，2003。
- 5.吳則漢，「利用情境式學習並加入同儕競爭提升學生學習動機」，碩士論文，國立中央大學資訊工程研究所，2010。
- 6.劉宏榮，「危險認知能力自我訓練教材之研發」，碩士論文，國立高雄第一科技大學環境與安全衛生工程所，2002。
- 7.廖源輔、于景華，「4D 虛擬實境技術研發與應用」，第十屆中華民國結構工程研討會，pp.259，2010。