

營造廠執行建築BIM土建與機電整合實務之研究

*許雅婷 (Ya-Ting Hsu)

國立臺北科技大學土木與防災研究所博士生

林祐正(Yu-Cheng Lin)

國立臺北科技大學土木工程系教授

摘要

目前在營建專案施工階段時，為了進行土建工程與機電工程的檢討，經常會以BIM的概念建置模型，運用BIM模型進行整合，但在實務過程中因建築結構與機電專業的分工，BIM模型的建置方式經常是土建BIM模型與機電BIM模型分開建置，建置完後再將兩種不同專業的模型整合在一起進行檢討，在將這兩種不同專業的BIM模型整合過程當中，可能會與原有的工作模式不同。本研究透過專家訪談及實際案例，探討營建專案於實務上導入BIM技術進行土建模型與機電模型整合檢討作業時，如何有效率進行機電與土建BIM模型整合作業之模式，研究內容包含土建與機電整合相關人員、建置BIM模型前置作業如圖資清圖，並導入實際案例探討分析，提供未來實際導入參考，降低過去BIM建模整合作業實務常發生之錯誤，提高整合作業效率。

關鍵詞：BIM、機電整合、建築工程、營造廠

The Study of Practical BIM-based MEP Integration for General Contractors in Building Projects

Abstract

Recently, the adoption of Building Information Modeling (BIM) are popular to reduce the MEP-related collisions problems for general contractors during the construction phase. The research studies collaboration approaches for BIM-based MEP integration of building projects for general contractors during the construction phase. The proposed approach was applied in the selected building case study in Taiwan to verify our proposed approach and to demonstrate the effectiveness. Finally, this study proposes conclusion and suggestion for practical applications.

Keywords : BIM, MEP Integration, building projects, general contractors

一、研究動機與目的

目前建築工程應用BIM技術進行整合檢討時，會因為專業的不同分為土建與機電兩大領域各別進行BIM模型的建置，通常是由兩個不同的單位、部門或公司各別建置BIM模型，BIM模型建置完成後，機電BIM建置單位會與土建BIM建置單位進行整合作業，利用兩者BIM模型的套疊，進行圖資整合、施工檢討等，如何有效率地進行跨BIM整合作業，成為一件非常重要的議題，若沒做好事前的溝通及規劃，會導致很多問題的產生，比如模型重複建置、雙方在連結對方的模型時，BIM模型檔案的基準點不一樣，造成模型位置錯誤、因為元件名稱沒有統一，資料匯出不完整或不正確，導致進行模型協同作業時，需花額外的時間進行調整。

本研究透過文獻回顧及專家訪談，探討實務應用BIM技術時，如何進行土建與機電BIM模型的整合，降低以往實務常發生之錯誤，並以實際案例導入探討分析，主要研究目的如下：

- (一)、探討營造廠執行 BIM 機電整合協同作業之問題與困難。
- (二)、營造廠執行建築工程 BIM 專案之機電整合作業模式。
- (三)、實際案例導入探討機電 BIM 模型整合作業模式之效益與困難。

二、文獻回顧

BIM是以3D技術為基礎將資訊集中管理，透過BIM可讓建築工程提高效率及降低風險[1]；美國建築師學會Deke Smith 指出，透過建築資訊模型可分享模型之知識資源，並依據其資訊做為整體生命週期決策基礎[2]；美國國家建築科學學會(National Institute of Building Sciences,NIBS)設施資訊理事會(Facility Information Council,FIC)旗下的國家建築資訊建模標準(National Building Information Modeling Standard,NBIMS)委員會對BIM的構想是「一種用標準化機器可讀取的資訊模型，用來改良規劃、設計、建設、操作、和維護的流程。不論新舊設施，其所產生或蒐集的適當資訊，都會以整體生命週期皆可使用的格式納入此資訊模型中。」[3]。

工程常因廠商未審慎檢討建築、水電等相關設計圖並繪製施工大樣圖或施工製造圖而導致發生無法補救之缺失，因此施工中界面整合的工作相當重要，[4]；龔昭君(2016)探討機電系統導入BIM於設計流程時的問題，並且建議應先針對主要管路及大型設備進行BIM模型的建置，檢討室內空間配置及動線是否得宜[5]；周鴻霖(2015)在施工前應用BIM技術，進行機電工程各系統之衝突位置檢查，並建立使用BIM於機電工程時的套圖整合原則[6]；Kim等人(2017)探討如何在BIM項目中通過網路提供的BIM 模型瀏覽器，去進行BIM項目管理；BIM的協作相當複雜，對於專案項目的管理也是一大挑戰[7]。

綜合文獻發現，以往文獻雖有探討運用機電BIM時的套圖整合原則，但較少針對土建BIM模型與機電BIM模型於實務上整合時之研究，本研究以此為研究主題。

三、研究內容

本研究透過專家訪談，了解目前營建產業進行建築工程機電系統整合協同時所需要的相關人員、整合的流程與內容，以及營建產業在施工階段使用 BIM 建置機電系統與建築工程整合協同時的需求及遭遇到的問題，專家委員覺得在進行 BIM 機電整合時，最主要的效益為3D的視覺化檢討，用BIM對其他非機電專業人員的理解度較有效益。另外有專家提出最常遭遇的困難是現場無法隨案配置及時檢討修正的模型修正與建置人員，時效會受到限制；機電承商應有經驗豐富的檢討人員配合檢討，法規與施工細節須十分清楚，以免產生施工困擾。

導入BIM進行整合作業的模式有很多種，例如同公司但不同BIM 部門，如一個營建專案，但土建與機電分屬兩個不同的BIM部門；同部門但不同小組，如同屬機電部門，但因機電系統較為複雜所以不同的機電系統又細分小組；不同公司間的整合，比如土建設計專業顧問與機電專業設計顧問之間的整合作業；以上各模式也可能混合發生，比如土建和機電不同公司的整合情況下，加上這兩家公司又分別細分不同單位或小組，增加了BIM整合作業的複雜與困難。

業主單位需要指派一位專案負責人進行決策，在建築設計顧問及機電設計顧問也需要有專案負責人，主要工作是回覆進行整合後的設計疑義，營造廠的工務所應有規劃主任、工程師，規劃主任整合協調、進度安排、審核機電施工圖，營造廠的工程師負責圖資疑義檢討、協助審核機電施工圖，營造廠總公司內的BIM部門，應設有BIM專案經理，BIM專案經理負責土建及機電BIM整合協調、釋疑追蹤；機電BIM單位則需要有機電BIM 經理負責整合協調、進度安排、釋疑追蹤，確認是否每一個提問的疑義皆被回覆，機電BIM單位的工程師需要建置機電BIM模型、進行衝突檢討，並連結土建BIM單位整合過的土建BIM 模型，製作整合衝突報告書，提供給機電施工承包商參考繪製機電施工圖說。

營造廠在執行建築工程專案時會成立該案之工務所，營造廠的BIM專案經理會與工務所確立BIM工作內容，並進行BIM前置作業及整合作業的規劃，產出土建和機電BIM模型初始檔案，同時營造廠機電BIM單位，會先進行合約圖資清圖，營造廠機電BIM單位若發現疑義處，會轉交給營造廠BIM專案經理進行彙整，並與營造廠工務所進行內部整合會議後，再將需提送給業主之疑義於業主整合會議時進行報告，獲得疑義的回覆或澄清；在圖資清圖階段會針對2D圖面上的問題提出釋疑進行釐清，機電 BIM單位一開始會先拿到營造廠所提供的機電工程發包圖，搭配建築和結構工程發包圖進行初步檢討，比如：圖面上平面與剖面圖資無法對應、圖面缺少管路尺寸表、管路尺寸表與平面圖上標示之尺寸不同等，此外也會先依據該圖檢討每一層的垂直管路設計是否可行；檢討的過程會將需要釋疑的部分提交給BIM經理進行彙整，完成初步圖資的檢討。建置機電BIM模型為整合中重要的工作之一，為求順利與其他建築模型協同作業，需針對BIM機電模型建置與檢討進行規範原則，圖1為建築工程BIM機電模型建置及整合流程圖。

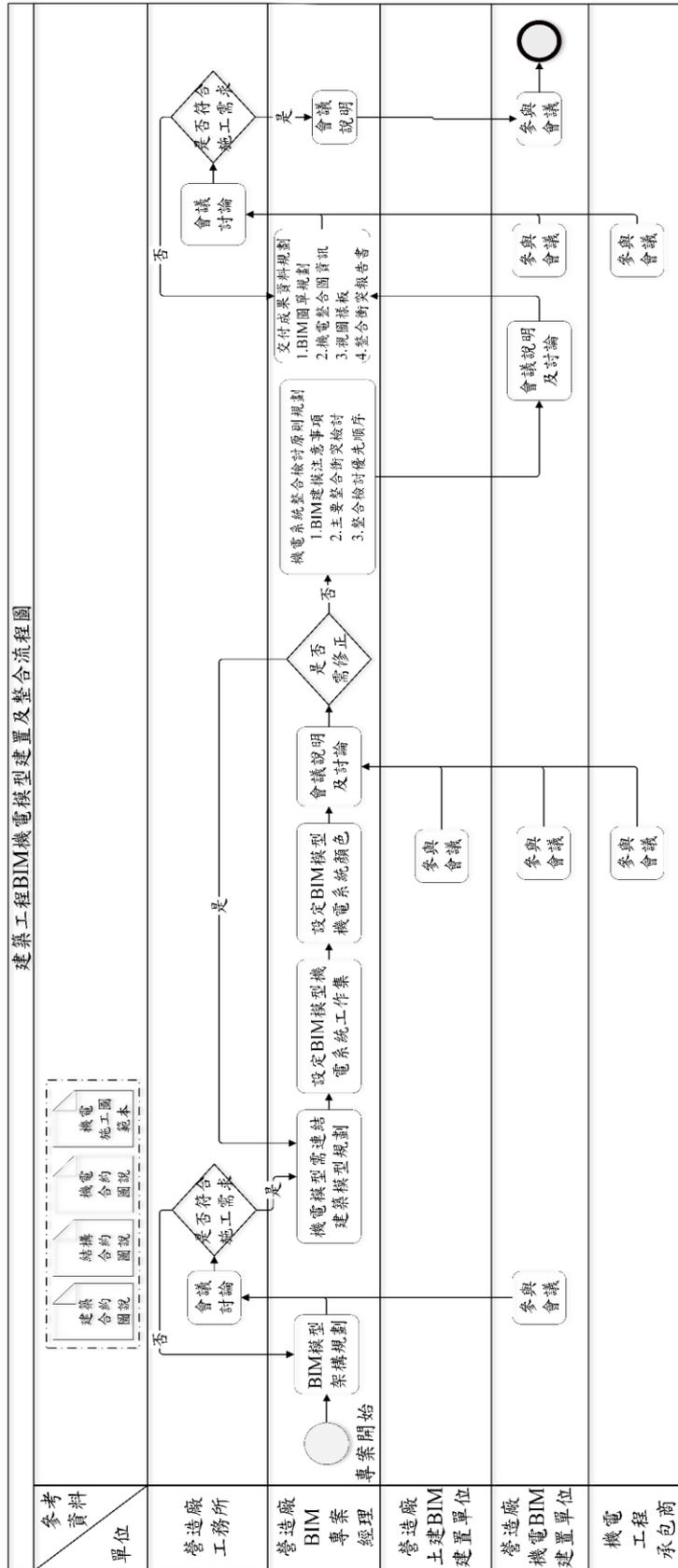


圖1、建築工程BIM機電模型建置及整合流程圖

四、案例導入

導入案例建築形式為地上十層，地下四層之鋼筋混凝土構造；該建築工程使用用途為商場與旅館的複合式大樓；因為是複合式大樓，所以在進行機電工程時，特別需要注意很多地方，比如給排水在規劃施工時，需要考慮房客是否會聽到排水的聲音、熱水給予是否費時很久，另外還有消防安全管線設備的規劃施作也相當重要，因此在施工階段時該建築導入BIM技術，進行建築、結構與機電工程的整合作業，希望藉由BIM模型於施工前進行土建與機電工程的檢討。本案例由業主發包設計給設計顧問，設計單位亦是該案之監造單位；業主將工程發包給某營建企業之營造事業公司(營造廠)負責工程施工，BIM整合則於該營建企業底下之BIM公司進行整合，此BIM公司分別設置機電BIM整合單位及建築結構BIM整合單位，經由BIM技術進行土建及機電的整合協同作業。

BIM進行結構機電整合時，需要考慮的整合項目很多，該案例以本研究流程進行整合，該項目針對發包圖資，提出機電工程與其他工程衝突之處，進行初步檢討，圖2為空調系統與排水系統進行整合協同作業時，透過BIM技術可得知此空間的空調風管與空調水管、排水系統互相衝突，除了上述機電穿梁的整合協調作業外，土建與機電介面還有許多需要整合協調的部分，圖3為結構梁與管道間之衝突，圖上之管道間因為與結構梁衝突，導致綠色之風管也與梁碰撞。

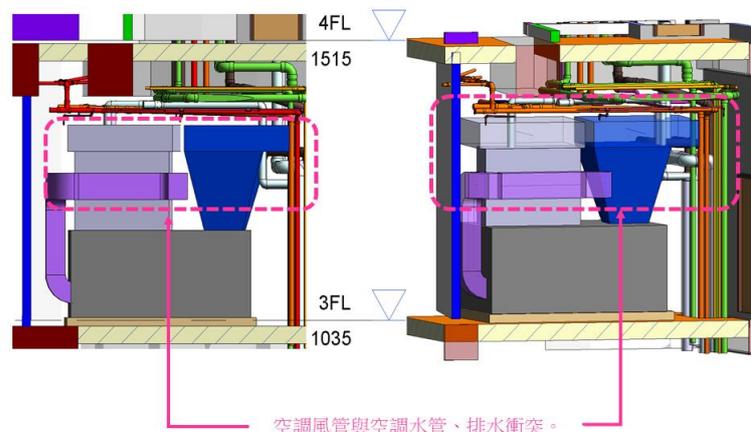


圖2、空調風管與空調水管、排水衝突

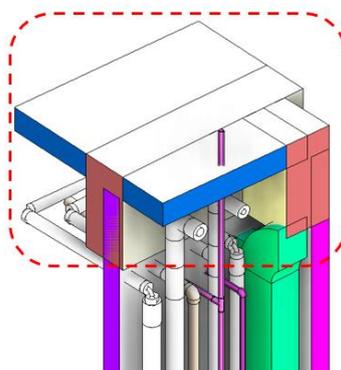


圖3、梁與管道間衝突

五、結論與建議

1、透過確立整合協同人員的工作項目，進行機電 BIM協同時分工明確；BIM經理雖無參與模型的建置，但為專案資訊統整人，確保各單位的資訊正確無誤，提升整合協同的順暢。

2、該案例土建BIM合約對象為營造廠，而機電 BIM合約為機電施工承包商；BIM經理在BIM模型建置之前，必需花費更多時間進行雙方間的需求確認，確保成果符合需求；本研究在此部分是假設土建 BIM整合及機電 BIM整合，皆在營造廠內部，並未考慮 BIM合約分屬不同對象的可能。

3、應用土建BIM模型及機電BIM模型進行整合時，除圖資整合外，尚需針對整個整合流程進行規劃，未來研究可繼續探討此部分。

參考文獻

- 1.孫紅紅、李建成，信息化建築設計，北京:中國建築工業出版社，2005。
- 2.Deke Smith,“An Introduction to Building Information Modeling (BIM).”*Journal of Building Information Modeling*, 2007, pp.12-14.
- 3.US National Institute of Building Sciences Facilities Information Council,BIM Committee, *United States National Building Information Modeling Standard Part-1:Overview,Principles AND Methodologies,US: NBIMS,2008.*
- 4.行政院公共工程委員會，品管班教材單元二第五章施工管制與檢驗，2013。
- 5.龔昭君，機電系統導入 BIM 於設計流程之問題檢討，碩士論文，國立臺灣科技大學建築系，臺北，2016。
- 6.周鴻霖，建築資訊模型(BIM)於營造施工階段之介面衝突檢討研究-以鋼骨構造大樓為例，碩士論文，國立臺灣海洋大學河海工程學系，基隆，2015。
- 7.Mikyong Kim, Seungyeul Ji and Hanjong Jun ,”BIM-based File Synchronization and Permission Management System for Architectural Design Collaboration”, *Journal of Asian Architecture and Building Engineering* , vol.16, no.3, 2017, pp. 511-518.