

行政院國家科學委員會專題研究計畫 期末報告

搭配工程採購制度的施工方 BIM 流程實證研究

計畫類別：個別型
計畫編號：NSC 101-2221-E-216-045-
執行期間：101年08月01日至102年07月31日
執行單位：中華大學營建管理學系

計畫主持人：邱垂德
共同主持人：楊智斌、徐增興
計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理人員：陳泱達
碩士班研究生-兼任助理人員：李泯鋒
碩士班研究生-兼任助理人員：劉楷彤
大專生-兼任助理人員：劉得廣

公開資訊：本計畫可公開查詢

中華民國 102 年 11 月 25 日

中文摘要： 建築資訊模型(Building Information Modeling, BIM)為近年來發展成熟且風行世界之資訊(Information Technology, IT)技術，主要用來提昇建築/工程/營建(Architecture Engineering Construction, AEC)產業之效率。本計畫的主要任務在於探討施工方BIM 流程實踐的關鍵，在受到工程採購制度的約束下，應如何變更資訊流(information flow)才能確保效率，及或反饋至工程採購制度的調整。BIM 既是連結資料庫的物件導向參數式建模(Object Oriented Parametric Modeling)技術，用 BIM 軟體所建的模型必需有效率地提供實際施工時所需的資訊，因此，建模者要能瞭解實際工地的資訊需求，才能系統化地輸入以便能由施工管理人員適時地提取及應用資訊。本研究以民間自建常用的鋼筋混凝土加強磚造住宅為例，將原二維設計圖說轉換為三維 BIM 模型，除了幾何參數外，嘗試採用軟體中的元件碼、綱要碼、及族群與類型等參數欄位，有系統地將施工所需的資訊輸入，再模擬八個不同施工階段，由所建 BIM 模型中提取材料需求明細供應用。模擬實證的經驗顯示，「幾何參數」和「族群與類型」方便統計數量並表達構件的材料組成；「綱要碼」敘明各類物件的施工規範，並可連結至資料庫以計算成本方便施工管理者估算與掌控；「元件碼」則是以建築元件分類來進行成本估算，並可藉由此分類方式，在設計階段判斷是否達到價值工程的效益；與產業界產品供應鏈的搭配也很重要，以台灣地區的鋼筋綁紮為例，除了鋼筋直徑外，應建立鋼筋族群檔來正確描述鋼筋的形狀參數，輸出的鋼筋明細表即可直接供鋼廠彎製鋼筋所用。此種 BIM 資訊的建置方式所產出的明細表或材料需求表已足夠讓施工方有效率地應用。

中文關鍵詞： 建築資訊模型、綱要碼、元件碼、成本估算

英文摘要： Building information modeling (BIM) is prevailing information technology for improving efficiency over the whole construction industries. Collaborated for the integrated research program 'Application of BIM for Engineering Procurement,' this subproject is to study on contractor's information flow in the delivery processes under current procurement policy in order not only to verify BIM benefits for contractors but also to pinpoint the defects of both current tools and procurement policies. Building information modeling (BIM) is an object oriented parametric modeling technique linked to construction

data base. The information has to be systematically input to the model and effectively extracted for decision making in construction site. This study transformed conventional 2D drawings and documentations of a residential house into 3D BIM with several parameters offered by the authoring software including object type & family, unifomat code, and master format code. A total of eight construction steps were then simulated for demonstration of effective information extraction from the BIM model for listings of resource requirement. Results have shown that most material quantities could be adequately extracted from BIM based mainly on geometric and type & family parameters; the accurate deliverables conventionally described in specifications could be linked by using the master code attached to the relative objects and cost could be estimate based on unit prices in the linked data base; adequately usage of assembly code could improve design and maintenance efficiency. To accelerate implementation of BIM, the construction industries are suggested to offer adequate BIM object of products and reorganize a sound supply chain.

英文關鍵詞： Building information modeling, Master format, Unifomat, Cost estimate

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

搭配工程採購制度的施工方 BIM 流程實證研究

An Implementation Study for Contractor's BIM Processes under Current Procurement Policy

計畫編號：NSC101-2221-E-216-045

執行期限：101 年 8 月 1 日至 102 年 7 月 31 日

主持人：邱垂德 中華大學營建管理學系

電子郵件信箱(E-mail)位址：ctc@chu.edu.tw

一、中文摘要

建築資訊模型(Building Information Modeling, BIM)為近年來發展成熟且風行世界之資訊(Information Technology, IT)技術，主要用來提昇建築/工程/營建(Architecture Engineering Construction, AEC)產業之效率。本計畫的主要任務在於探討施工方 BIM 流程實踐的關鍵，在受到工程採購制度的約束下，應如何變更資訊流(information flow)才能確保效率，及或反饋至工程採購制度的調整。BIM 既是連結資料庫的物件導向參數式建模(Object Oriented Parametric Modeling)技術，用 BIM 軟體所建的模型必需有效率地提供實際施工時所需的資訊，因此，建模者要能瞭解實際工地的資訊需求，才能系統化地輸入以便能由施工管理人員適時地提取及應用資訊。本研究以民間自建常用的鋼筋混凝土加強磚造住宅為例，將原二維設計圖說轉換為三維 BIM 模型，除了幾何參數外，嘗試採用軟體中的元件碼、綱要碼、及族群與類型等參數欄位，有系統地將施工所需的資訊輸入，再模擬八個不同施工階段，由所建 BIM 模型中提取材料需求明細供應用。模擬實證的經驗顯示，「幾何參數」和「族群與類型」方便統計數量並表達構件的材料組成；「綱要碼」敘明各類物件的施工規範，並可連結至資料庫以計算成本方便施工管理者估算與掌控；「元件碼」則是以建築元件分類來進行成本估算，並可藉由此分類方式，在設計階段判

斷是否達到價值工程的效益；與產業界產品供應鏈的搭配也很重要，以台灣地區的鋼筋綁紮為例，除了鋼筋直徑外，應建立鋼筋族群檔來正確描述鋼筋的形狀參數，輸出的鋼筋明細表即可直接供鋼廠彎製鋼筋所用。此種 BIM 資訊的建置方式所產出的明細表或材料需求表已足夠讓施工方有效率地應用。

關鍵詞：建築資訊模型、綱要碼、元件碼、成本估算

Abstract

Building information modeling (BIM) is prevailing information technology for improving efficiency over the whole construction industries. Collaborated for the integrated research program "Application of BIM for Engineering Procurement," this subproject is to study on contractor's information flow in the delivery processes under current procurement policy in order not only to verify BIM benefits for contractors but also to pinpoint the defects of both current tools and procurement policies. Building information modeling (BIM) is an object oriented parametric modeling technique linked to construction data base. The information has to be systematically input to the model and effectively extracted for decision making in construction site. This study transformed conventional 2D drawings and documentations of a residential house

into 3D BIM with several parameters offered by the authoring software including object type & family, unformat code, and master format code. A total of eight construction steps were then simulated for demonstration of effective information extraction from the BIM model for listings of resource requirement. Results have shown that most material quantities could be adequately extracted from BIM based mainly on geometric and type & family parameters; the accurate deliverables conventionally described in specifications could be linked by using the master code attached to the relative objects and cost could be estimate based on unit prices in the linked data base; adequately usage of assembly code could improve design and maintenance efficiency. To accelerate implementation of BIM, the construction industries are suggested to offer adequate BIM object of products and reorganize a sound supply chain.

Keywords: Building information modeling, Master format, Unformat, Cost estimate

二、緣由與目的

隨著電腦資訊與通訊技術不斷創新進步，建築與土木工程產業的電子化、資訊化與自動化也進展迅速，其中以 3D 為溝通的基礎，並能將建築資訊加以整合，且能表達建築構件間相互關係的 BIM，也同時在學術界與工程界受到關注。

BIM 不只是 3D，充份應用模型中帶有的資訊是重點，否則只將二維轉變為三維，常有建模成本太高的顧慮；除了避免傳統二維圖說容易發生的圖面不一致、遺漏、衝突或錯誤問題外，應用正確的三維模型搭配地理資訊系統進行環境影響衝突分析，做到與環境調合的節能建物設計；若將 BIM 中物件以建築元件分類搭配施工工程而完成的 4D 模型，可以進行施工模擬及工序最佳化；若再將不同時間序的資源投入搭配成本資訊加以分析並進行最佳化，即為第 5D(Demkin, 2008)；模型中附

帶的資訊愈多價值愈高。現有 BIM 建模及分析軟體雖已具有各類資訊參數欄位的設計，但因營建專案的獨特性，大都需要建模人員依照專案的不同狀況逐一輸入，常使建模工作變得相當複雜；年輕的工程師可以很快學會建模軟體的各項功能，但常因執行營建專案的經驗不足，而不能正確地輸入各欄位所需的資訊，有許多實務經驗的工程師則大都因年齡而不易接受新的建模軟體；執行專案所需的資訊並沒有因採用 BIM 工具而改變，基於這個原因，美國 BIM 規範提出以代碼將複雜的營建資訊帶入模型中(OmniClass, 2012)，目前發展較完整的元件碼、綱要碼、及產品碼也已納入建模軟體中，然，如何正確地在 BIM 專案中採用這些代碼?則較少相關論述。

綜觀國外許多成功 BIM 專案的經驗，顯示執行專案所需的資訊並沒有因採用 BIM 工具而改變(Green, 2012)，如何有系統地將資訊輸入到 BIM 模型中，以便施工時得以有效率地提取應用則是主要的重點。本研究以民間自建常用的鋼筋混凝土加強磚造住宅為例，將原二維設計圖說轉換為三維 BIM 模型，除了幾何參數外，嘗試採用軟體中的元件碼、綱要碼、及族群與類型等參數欄位，有系統地將施工所需的資訊輸入，再模擬八個不同施工階段，由所建 BIM 模型中提取材料需求明細供應用。主要的目的如下：

- 1、實做展示主要 BIM 軟體提供的系統化資訊建置方式。
- 2、驗證主要 BIM 軟體提供的資訊建置方式能否符合施工資訊需求。
- 3、以實務案例驗證 BIM 中資訊的有效率提取應用方式。

三、結果與討論

BIM 中的「I」就是「Information(資訊)」，在使用 BIM 軟體進行 3D 建模過程中，若能因具有營建專業與經驗而能有系統地置入所需的資訊，則將可於後續的各階段中得到有效率的應用，以資訊支援決策。在工程實務上，這些資訊依附在「材

料規範」或「施工規範」的文件中，而以適當的「代碼」連結參照，如圖 1 所示。

依照本研究模擬案例的八個施工階段，如圖 2 所示，探討「幾何參數」、「族群與類型」、「綱要碼」與「元件碼」共四類參數。「幾何參數」的存在是定義出建築構件的尺寸、面積或體積，方便統計元件的數量。「族群與類型」則是告知建築構件的主要材料組成。「綱要碼」的存在可與施工規範連結，直接闡述工程施工的方法和材料，採用本土的五碼綱要碼時可將這些資訊聯結到公共工程技術資料庫，除了列出具體的施工規範外，也可以據以查得適當的單價資料。「元件碼」定義出建築構件的功能與組合方式，除了設計階段的功能性考量外也有利於與施工程序連結。

綜合歸納本研究的經驗，可知 BIM 軟體被稱為「物件導向參數式建模工具」，其基本的獨立組成為「物件(object)」，這所謂物件與一般營建專案所需的材料、建築元件、群組元件、及建物之間的關係，及其中的資訊內涵層級，有必要加以說明。建築物實體是由不同原料組成的材料所構成，土、石、木材、鋼材、塑膠等原料製成建築材料，再製做成柱、樑、版、牆、門、窗、設備、傢俱等物件(objects)，再由這些物件組成建築結構框架、外牆、樓版等建築群組元件(assemblies)，最後由基礎、樓層框架、外牆、屋頂、內裝、設備等群組元件組成建案(project)。施工的方式受到當地營建產業鏈影響，例如當地營建產業慣於採用現場灌製的鋼筋混凝土，且鋼廠只負責產製不同直徑的鋼筋，送到工地才進行彎製成不同形狀後進行綁紮，此種狀況下，BIM 模型要能準確依不同施工階段的需求，輸出混凝土及各類(不同直徑)鋼筋的數量；但若當地的鋼筋混凝土預鑄產業已相當成熟，柱、樑、版、牆都可以在工廠生產後送到工地組裝，則施工所需的 BIM 模型，只要能輸出預鑄產業產製的各類預鑄構件及數量即可。因此，建築資訊模型中的資訊建置，與當地的營建產業鏈密切相關，如圖 3 所示，圖 3 下半部

展示建物由主架構、內外裝修、及設備管線三大群組元件組成；上半部則為營建產業鏈上游的材料、中游磁磚、地板和塗料，及下游的家居裝修傢俱；輸入到 BIM 模型內的資訊必需與產業鏈產品的資訊密切搭配，例如台灣地區的混凝土及鋼筋，已是預拌混凝土且鋼筋多由鋼廠彎製，則建模時輸入的資訊必需是混凝土的數量及不同直徑與形狀的各式鋼筋的數量，至於紅磚則需以面積換算輸出磚塊數，門窗部份則已經是成熟的預製品，依照產業提供的產品類型輸入資訊，即可有效率的應用。

依據研究的成果得到以下四點結論：

- 1、有了正確的幾何參數搭配族群與類型等簡單的屬性資料，施工所需的材料類別與數量，可以很方便地以明細表的方式輸出。至於營建業慣用的交付成果的詳細說明，則可以在相關物件中輸入「綱要碼」與慣用的施工規範連結。
- 2、國內的公共工程技術資料庫已採用美國的「綱要碼」，也有部份軟體廠商將我國的五碼「綱要碼」建入軟體中，與施工規範的連結相當方便。搭配公共工程物價調查所得的價格資料庫，可以很快地經由「綱要碼」的連結而得到成本資料，有助於進行專案的成本估算與掌握。
- 3、現有建模軟體也很容易輸入「元件碼」，用來表達物件在建築物中扮演的組成角色與區分不同的系統，有助於未來設施管理的需求，適當地以元件分類整理價格相關的資訊，有助於迅速提供設計階段不同替代方案的成本資料。
- 4、與產業界產品供應鏈的搭配也很重要，以台灣地區的鋼筋綁紮為例，除了鋼筋直徑外，應建立鋼筋族群檔來正確描述鋼筋的形狀參數，輸出的鋼筋明細表可直接供搭配的鋼廠產製。目前輸出的明細表雖有與慣用格式不同的缺點，適當的溝通應可順利採用。綜合本研究的成果，搭配分析美國提出 NBIMS 標準中的營建資訊分類策略

(OmniClass, 2012), 也就是對總分類碼的心得, 提出以下四點建議:

- 1、以總分類碼將營建業慣用的資訊帶入 BIM 模型中是較有效率的方法, 我國營建業亦慣用綱要碼做為專案交付成果分類的方式, 又有公部門依據綱要碼的工項進行持續性的物價調查而得到完整的成本資料庫, 若能將現用的五碼綱要碼有系統地轉換或擴編為相對應的總分類碼, 並整理納入總分類碼的其它類別碼, 將可加速我國營建業採用 BIM 技術, 提昇產業的效率。
- 2、建築資訊模型中的資訊建置需與當地營建產業鏈密切相關, 產品的資訊要能在 BIM 中充份應用, BIM 模型中的資訊要與材料產品供應鏈密切配合; 因此, 協助營建產業將其產品建成雲端 BIM 物件庫, 供建模者依需求下載使用, 是推動 BIM 技術重要的一環, 公部門或產業公會應積極進行。
- 3、工程會於 2010 年公告的共 756 章綱要規範中, 高達 627 章的綱要碼無法直接在第六碼補「0」而轉換為六碼綱要碼, 與總分類碼之間無法有規則化的對應關係。建議主管機關及相關業界共商將現行的綱要規範編碼逐一依照規範的內涵給定適當的總分類碼。

四、計畫成果自評

本研究之執行, 提供中華大學營建管理學系兩位碩士班研究生進行論文研究, 並順利完成(劉彥欣, 建築資訊模型的資訊建置與應用—以鋼筋混凝土加強磚造住宅的施工為例, 及李秉穎, 美國 BIM 標準代碼連結臺灣地區營建資訊之可行性研究); 部份研究成果除了發表在國內研討會外, 也分別發表在營建管理季刊, 如參考文獻 8 及 9 所列, 已達到申請人原欲達到的目的。

五、參考文獻

1. Joseph A. Demkin, 2008, The Architect's Handbook of Professional Practice, 14th ed., Wiley & Sons, Inc. chapter 10.
2. Roger Grant and Greg Ceton, "OmniClass and IFD Library," a presentation prepared for OmniClass - A Strategy for Classifying the Build Environment, <http://www.ominclass.org/> 最後入站時間 2013 年 4 月 2 日。
3. OmniClass, 2012, A Strategy for Classifying the Built Environment, <http://www.omniclass.org/>, 最後入站時間 2013 年 3 月 28 日。
4. Henry L. Green, 2012, Message from the National Institute of Building Science, Journal of Building Information Modeling, Fall 2012, pp. 7.
5. Willem Kymmell, 2008, Building Information Modeling: Planning and Managing Construction Projects with 4D CAD and Simulations, McGraw Hill Construction, 2008.
7. Chuck Eastman, Paul Teicholz, Rafael Sacks, Kathleen Liston, 2011, BIM handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors, 2nd edition, John Wiley & Sons, Inc., 2011.
8. 邱垂德、劉彥欣, 建築資訊模型的資訊建置與應用—以鋼筋混凝土加強磚造住宅的施工為例, 營建管理季刊, 第九十四期, 第 1 至 16 頁。
9. 邱垂德、李秉穎, 美國 BIM 標準代碼連結臺灣地區營建資訊之可行性研究, 營建管理季刊, 第九十五期, 第 1 至 14 頁。

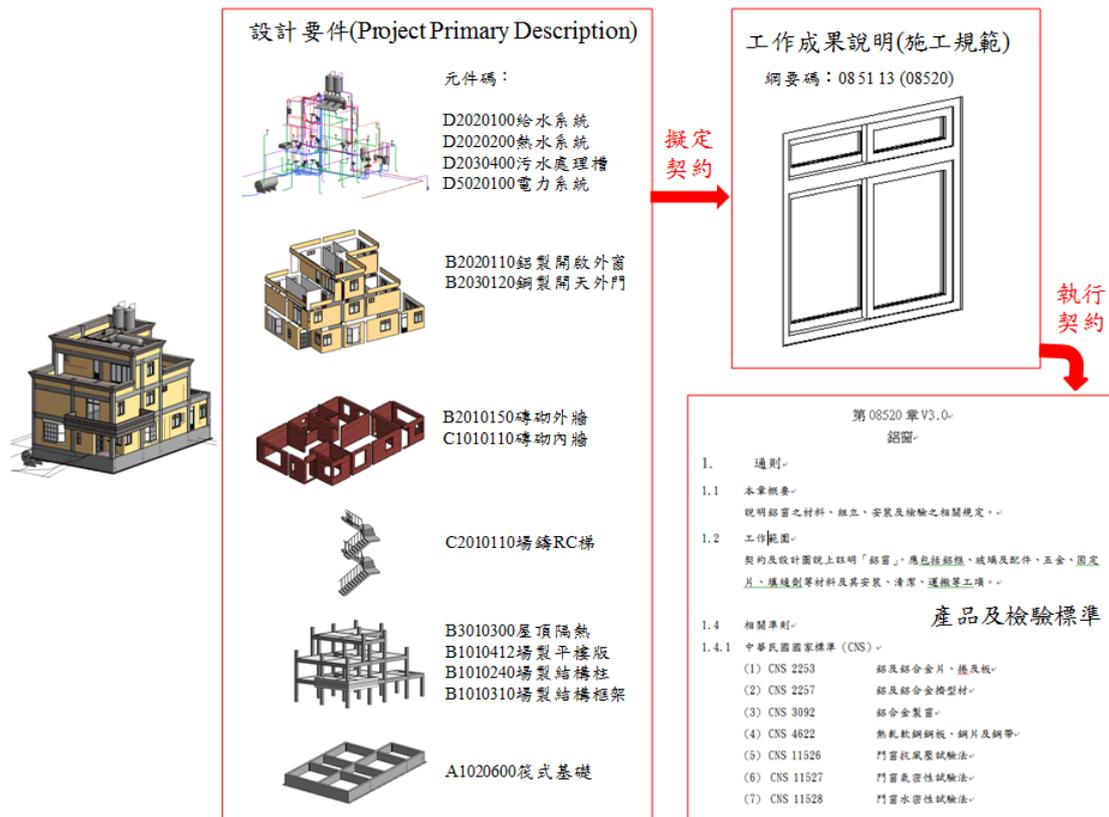
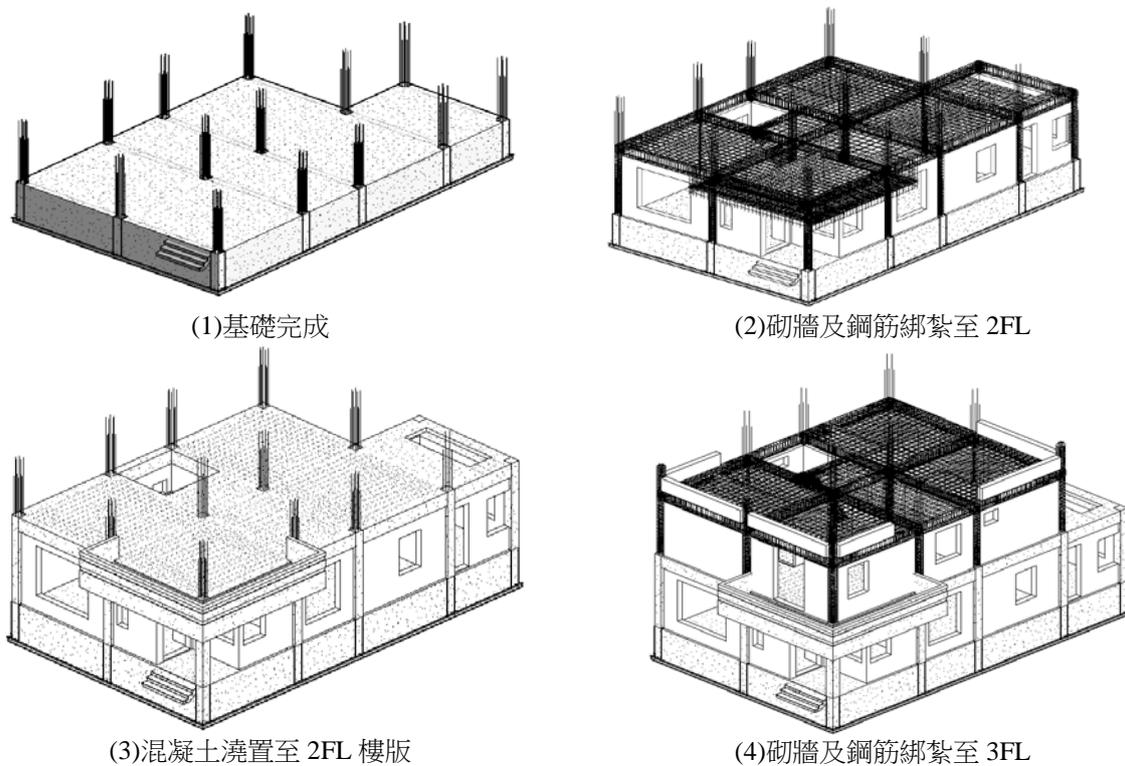
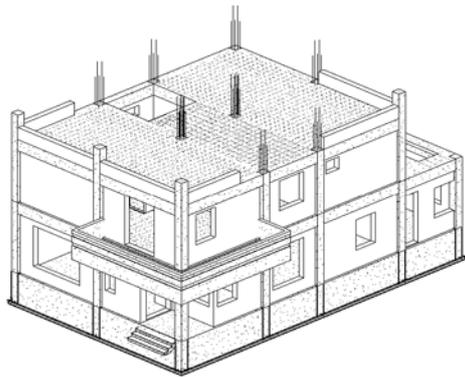
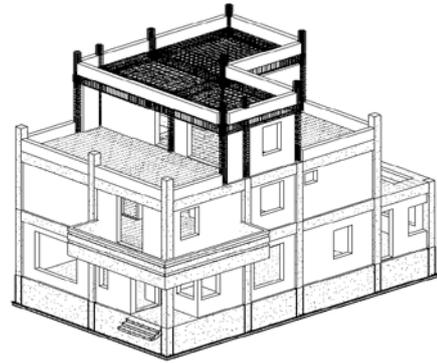


圖 1 營建專案的元件碼、綱要碼、產品及檢驗標準之關聯示意圖

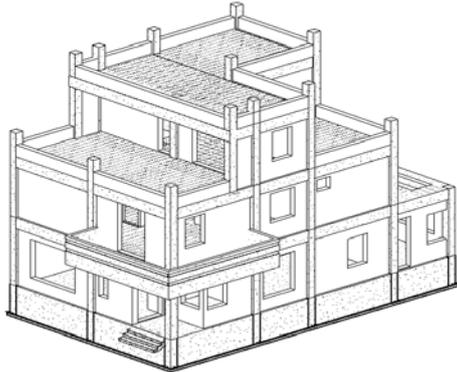




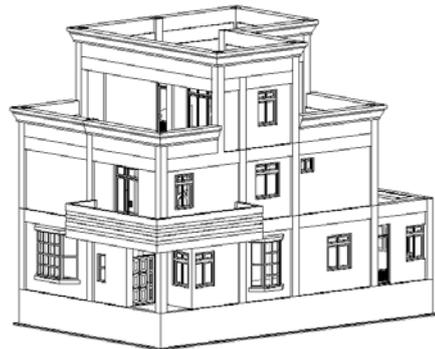
(5) 混凝土澆置至 3FL 樓版



(6) 砌牆及鋼筋綁紮至 RFL(屋頂)



(7) 混凝土澆置至屋頂



(8) 屋頂防水隔熱、內外牆及門窗裝修工程完成

圖 2 本研究模擬案例的八個施工階段示意圖

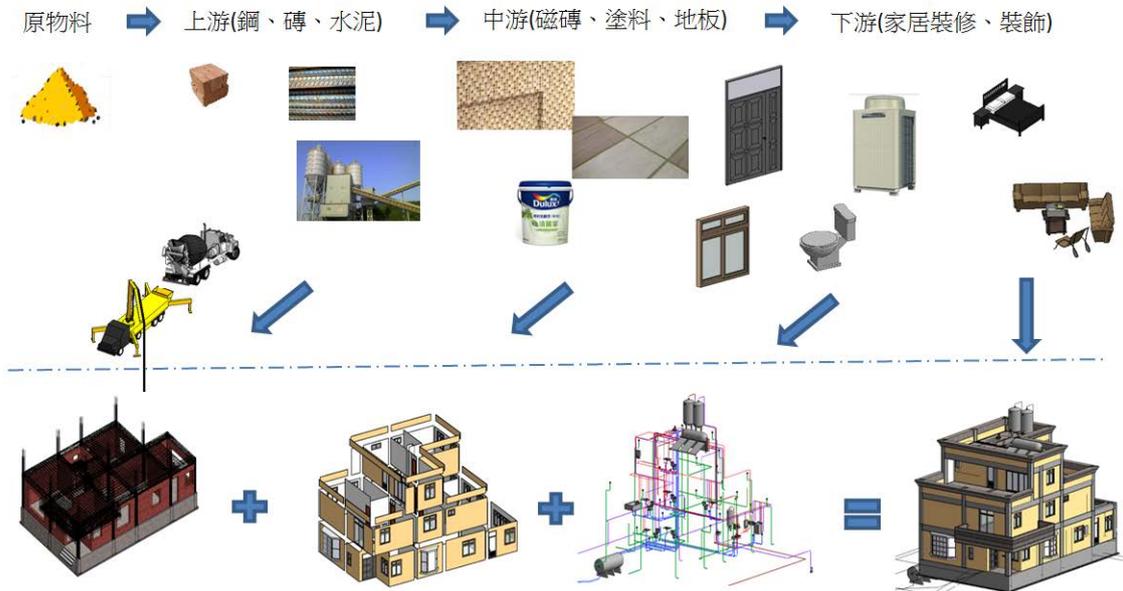


圖 3 建築資訊模型資訊與營建產業鏈關聯示意圖

國科會補助計畫衍生研發成果推廣資料表

日期:2013/11/25

國科會補助計畫	計畫名稱: 搭配工程採購制度的施工方BIM流程實證研究
	計畫主持人: 邱垂德
	計畫編號: 101-2221-E-216-045- 學門領域: 營建管理
無研發成果推廣資料	

101 年度專題研究計畫研究成果彙整表

計畫主持人：邱垂德		計畫編號：101-2221-E-216-045-					
計畫名稱：搭配工程採購制度的施工方 BIM 流程實證研究							
成果項目		量化			單位	備註（質化說明：如數個計畫共同成果、成果列為該期刊之封面故事...等）	
		實際已達成數（被接受或已發表）	預期總達成數（含實際已達成數）	本計畫實際貢獻百分比			
國內	論文著作	期刊論文	2	2	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	2	2	100%		
		專書	0	0	100%		
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（本國籍）	碩士生	2	2	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	1	1	100%		
國外	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	0	0	100%		
		專書	0	0	100%		章/本
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（外國籍）	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		

<p>其他成果 (無法以量化表達之成果如辦理學術活動、獲得獎項、重要國際合作、研究成果國際影響力及其他協助產業技術發展之具體效益事項等，請以文字敘述填列。)</p>	<p>本研究促成共同主持人徐增興教授團隊在勞研所的施工架安全評估相關研究中採用三維模擬工具，促進產官學界溝通研擬系統施工架的規範。</p>
--	---

	成果項目	量化	名稱或內容性質簡述
科 教 處 計 畫 加 填 項 目	測驗工具(含質性與量性)	0	
	課程/模組	0	
	電腦及網路系統或工具	0	
	教材	0	
	舉辦之活動/競賽	0	
	研討會/工作坊	0	
	電子報、網站	0	
	計畫成果推廣之參與(閱聽)人數	0	

國科會補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

達成目標

未達成目標（請說明，以 100 字為限）

實驗失敗

因故實驗中斷

其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文： 已發表 未發表之文稿 撰寫中 無

專利： 已獲得 申請中 無

技轉： 已技轉 洽談中 無

其他：（以 100 字為限）

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（以 500 字為限）

本研究之執行，提供中華大學營建管理學系兩位碩士班研究生進行論文研究，並順利完成（劉彥欣，建築資訊模型的資訊建置與應用—以鋼筋混凝土加強磚造住宅的施工為例，及李秉穎，美國 BIM 標準代碼連結臺灣地區營建資訊之可行性研究）；部份研究成果除了發表在國內研討會外，也分別發表在營建管理季刊第九十四期及第九十五期。這兩篇文章清楚解釋營建資訊編碼的重要性，也對國內現用的綱要編碼進行分析，提出「編碼國際化，內涵在地化」的建議，有助於國內工程界採行 BIM 的重要參考。