

第一章 緒論

1.1 研究動機與目的

行政院自民國七十八年底將營建自動化納入產業自動化十年計畫中，內政部建築研究所即參與負責多項營建自動化的研發與推展工作，在歷年多項的自動化研發工作中，建築工程自動化一直是建築研究所的重點研究方向。目前台灣的建築構造物中，主要乃是以鋼筋混凝土為主，約佔總建築樓地板面積的87%，而模板工程之工料費用為鋼筋混凝土建築物建造成本中所佔比例最大的四個項目之一，約佔總工程費的25-30%左右，傳統的模板工程為勞力密集的作業項目，其施工速度常常左右整個工程進度的控制，再加上模板施工良好與否直接影響混凝土工程之品質，模板之支撐倒塌更是營建業發生意外災害之主要原因之一，因此不論是從成本、工期、品質或安全的考量上，系統模板自動化技術均為建築工程自動化中最重要的推動項目之一。

本研究之主要目的，在於針對建築工程之系統模板自動化技術進行探討與研究，並進而達到技術推廣與應用之目標。首先藉由國內外參考文獻之蒐集整理，了解目前國內外系統模板自動化技術的應用成效與關鍵技術；配合系統模板的實用案例，就施工規劃、作業流程、機具設備、人力配置、品質管制、以及管理項目上，建立建築工程系統模板之施工規範及設計準則，以達成模板之規格化技術，進而建置系統模板自動化技術之標準化架構，以整合材料性質、市場規格及構建系統，研訂系統模板施工整體規劃、施工品管作業流程及作業基準，並評估系統模板自動化技術之技術要求與可行性，以推廣落實系統模板自動化技術於國內之建築工程中。

1.2 研究範圍與內容

近年來，由於營建自動化的推動，國外系統模板技術陸續被引進

於國內各集合住宅之個案中，較知名者，包括了Doka系統、Mascon系統、Symons系統、Aluma系統等，而國內業者也開始致力發展本土性的系統模板技術，例如台南營造YH系統模板，以及中屋機構鋼模系統等。由於各種系統模板乃針對工程特性、勞力供給狀況、工人技術能力、工作習慣、模板投資回收需求及營建管理之能力等不同條件而開發，又因各系統模板開發廠商為擴大市場佔有性，使得產品之開發具有相當程度的重疊，以至於導致欲採用系統模板之業主與施工廠商難以正確選擇適當合宜之模板系統。

針對不同系統模板的特性，提出合宜的工程規劃與控制策略，考量模板轉用之成本控制，選擇適當合宜之模板系統，以有效管理系統模板之作業流程，維護模板施工品質。同時加強周邊作業之配合及應用技術之推廣，減少因新技術適應不夠熟練而導致的失敗情形。如此一來，方可確實協助國內建築業者，落實推動系統模板的技術普及化與廣泛應用，以達成營建自動化提高生產力的長遠目標。

1.3 研究方法與流程

本研究之研究方法與流程簡述如下：

1. 文獻回顧與參考資料蒐集彙整

經由文獻回顧與參考資料之蒐集彙整，探討系統模板應用於國內建築工程之現況，並分別對於各系統模板之特性與基本要件，評估其環境需求，並探討其適用性與推廣程度。

2. 個案分析調查與訪談

藉由個案分析之調查與訪談，進行系統模板施工規範及設計準則之建立，配合模板規格化技術，建置系統模板自動化技術之標準化架構，以整合材料性質、市場規格及構件系統，並分別從工程成本、作業工期、工程品質及施工安全之角度，研訂系統模板施工之整體規劃、施工品管作業流程及作業基準。

3. 舉辦產官學研之專家座談會

藉由產官學研之專家座談會，邀集業主、建築師、營造廠商、以及設計顧問，共同研議系統模板之適用性與可行性。針對系統模板所需配合之機具設備、人力配置、循環轉用、以及營建管理項目上進行深入探討，以了解系統模板所需配合之管理技術與周邊作業，以期在合宜的工程成本與作業工期之下，達到高施工品質與施工安全之目標。

4. 實際工程個案印證

以實際工程個案，印證所研訂之系統模板施工整體規劃、施工品管作業流程及作業基準，是否得以充分落實於工程實務中，並進而分析系統模板應用之實質效益。

5. 推廣系統模板應用之技術與經驗

透過技術推廣說明會或研討會之方式，公開發表本研究之具體成果，經由產官學界之經驗交流與回饋互動，加強推廣系統模板應用之技術與經驗，以提昇國內建築工程之自動化。

1.4 預期成果

本研究之主要預期成果如下：

1. 就系統特點分別探討各系統模板之差異性與特色。
2. 解決使用系統模板的各項困難，以提昇工程品質，有效控制工時及降低整體社會成本方向加以推廣。
3. 評估分析系統模板之應用成效，建立共同的性能規範及選用評估方法。
4. 推廣系統模板技術之普及與應用，邀請廠商、工程主辦人員及監審單位會商，以利替代方案評選或審核。

第二章 建築工程系統模板現況探討

2.1 文獻回顧

本研究主要是針對建築工程中，系統模板作業進行探討與研究，並進而達到技術推廣與應用之目標。因此，對於既有相關文獻的蒐集，主要是先對國內、外模板施工的發展歷程作初步的探討，而後對國內已引進之系統模板個案做調查及分析，利用生產力量測及工作方法改善和經濟評選等科學工具，作為系統模板評選模式及技術發展策略觀念建立與架構基礎。最後，以管理資訊系統、各種系統模板之性能分析與評選方法為主要探討重點，期望能透過相關文獻的回顧來作為建立系統模板管理資訊、性能分析與模板評選方法的基礎。

2.1.1 系統模板之發展

隨著營建技術發展及自動化科技，模板工程不斷在材料、配合零組件、模板系統、專用功能及機械功能上作研究發展，以達到最經濟性及合理性的目標。就模板發展而言：可依營建材料、施工方法及規劃能力作一大致上的說明〔沈進發，1992〕：

1. 營建材料的改進

- (1) 耐久性材料：為減少材料的損耗，因此針對模板構造單元材質的穩定性，高轉用性作為發展，例如日本致力於「鋼框模」，英國及加拿大「鋁材模板」的發展。
- (2) 木材模板的特殊處理：（提昇傳統木模之轉用性）主要致力於木模板耐水、耐高溫及耐磨性之發展，例如；芬蘭所生產之維沙膠合板（Finish WISA panel）、英國 SGB 公司發展之「塑鋼模板」（High yield plastic formwork）等。

2. 施工方法的改良

- (1) 永久性模板：例如，K-T 板工法、預鑄混凝土板等。
- (2) 特殊模板工法：電熱鋼模、滑模、飛模等特殊工法的研究，其代表性者諸如北美洲廣泛採用之飛模系統及法國、荷蘭所致力發展的昇舉式樓版構造 (elevated slab construction) 和構架式樓版系統 (skeletal formwork system) 等。
- (3) 系統模板：模板專利廠商以其多年累積之工作經驗，發展出特殊模板材料、組件、利用高度替換彈性條件，施用於各不同的工程結構物。

3. 規劃能力的改善：

- (1) 模矩能力之配合：將模板模矩的彈性應用尺度與工程結構體尺寸作最適化的規劃調整，期間降低工作成本與工作量，以達到最佳效益的選擇。
- (2) 施工技術之整合：將模板工程相關界面工作項目如：裝修工程（粉刷、磁磚）、門窗工程等。作整合性的規劃、施工。間接縮短工期與勞務量，達到「省工、省時、合理化」的營建目標。
- (3) 機械能力之應用：由於施工設備的改善，揚重、運輸設備的蓬勃發展，逐漸採模板「大型化」、「預組式」的手法，間接配合施工機具快速組裝，促成「營建自動化」的目標體系發展。

2.1.2 模板施工自動化

模板為混凝土構造物成形過程中最重要的工作項目。其作業成本約佔一般建築總成本的15%，或佔鋼筋混凝土結構體工程成本的三分之一〔彭雲宏，1992〕。良好的模板應在施工過程中容易組合、不會漏漿、能安全承載所有的施工荷重、容易拆卸脫模、且能確保脫模後混凝土鑄體之尺寸上精確性及表面平整度適合後續施工。然而由於傳統木模板工法需要大量的現場技術工人，而一般的模板工人規劃能力不足，現場剪裁過多以至於浪費時間及材料。甚至因規劃與施工不良

常造成漏漿、爆模或敗模，輕微者影響工程之品質與成本，嚴重者造成工地災害傷及人命。因此，模板工程的研發與改良為工程管理者最重視的課題之一。

鋼筋混凝土結構物施工方法之整體發展過程中，傳統在現場施作鋼筋、模板及混凝土等分項工作與平行發展的預鑄工法及半預鑄工法比較起來，預鑄及半預鑄工法亦占有相當重要的地位。例如在二次世界大戰後重建工程中所發展出來的全預鑄工法，曾在歐洲、日本及蘇聯大規模的流行。此種版式預鑄的工法雖然可完全免除現場之模板作業。但由於其在設計的多樣性及接頭的處理上仍有其缺陷〔彭雲宏，1984〕，因此不但在台灣地區國宅工程中產生許多困難，且在先進國家也已失去競爭能力〔內藤龍夫，1993〕。而介於傳統工法與預鑄工法間的半預鑄工法或複合化工法，由於其可依據各工程專案的特性組合不同程度的預鑄與現場施工，以求最經濟有效的生產條件，因此，在日本有多方面不同的發展〔岡本公夫等，1991〕，也逐漸引起國內工程界的注意〔李政憲等，1994〕。在日本的鋼筋混凝土構法研發過程中，以半預鑄組件或薄型預鑄混凝土組件取代傳統模板的功能，以減少現場模板作業需求的發展方向受到特別的重視〔在永末德，1994〕。由日本「建築技術」最近對系統模板討論專集來看，模板的研究發展已逐漸與預鑄或半預鑄工法作某種程度的結合〔馬場明生，1993〕。但以國內的工程實務來看傳統鋼筋、模板及混凝土施工的方法，仍占混凝土結構物施工法中最大的部分，而模板的改良與系統化仍應為優先探討的課題。

為因應不同的環境條件，鄰國日本的模板施工方法研究發展有幾個主要的方向〔吉野次彥，1992〕。首先在新材料的開發方面，將木材特殊處理以提升其耐用性，以響應環保觀念減少材料耗用，為較普遍的一個方向。也有採用透明模板材料以觀察現場混凝土澆置品質以及採用質量輕的高強度材料以提升工人使用率的趨勢。其次為配合施

工自動化所發展的系統模板，結合高性能新材料的發展，透過系統化的方法，將模板組件模矩化、標準化、大型化或整體化，以避免現場剪裁，縮短組拆時間，並利用機械化的設備，以減少技術人力需求及降低成本。此外，利用半預鑄或薄型預鑄組件作為永久性模板，除可減少現場組模及支撐作業外，尚可免除現場拆模作業，大量降低現場施工所需人力，此乃針對工資高漲及工人缺乏的環境條件所努力的方向。在各種模板工法改良的同時也考慮混凝土鑄體尺寸精度及表面平整度以便於後續裝修作業，甚至採用預貼的方式在模板施工過程中同時完成裝修作業。

反觀國內自民國60年以來陸續已引進超過十種以上之系統模板〔彭雲宏，1993〕。這些系統模板的引進與使用個案，或因配合模板之特性辦理變更設計拖延工期，或因法規限制新工法審查曠日廢時，或因新技術適應不夠熟練及周邊作業配合不足而無法達到應有的效益，因此成功且普遍流傳者有限，值得深入探討。時值政府大力推動國家建設，國內營建工程界再度積極考慮採用系統模板工法以克服技術勞力普遍短缺的問題，以求順利完成各項工程業務。為協助營造廠商在各專案之模板選擇過程，能有效依據工程之條件評估採用合適的模板系統，及瞭解目前使用中的模板系統特性，本研究乃規劃建立一個模板系統的管理資訊系統，並實地調查分析大型化模板系統與整體化模板系統的施工個案資料，以測試評估方法的實用性及建立不同層次自動化模板施工法的特性資料。

2.1.3 系統模板之引進

國內引進系統模板管道主要有二：一為系統模板代理商向國外取得代理權而引進，二為營造廠商自行由國外引進。針對上述，李兆峰先生針對系統模板廠商業務進行調查，並歸述適當技術引進的影響因子，可依技術移轉的程序（引進、技術普及、生根、輸出）及導入環境（市場特性、環境特性、基本設施、基本制度）等條件來加以判別

(如表2.1-1)。

表 2.1-1 建築業者採用系統模板在技術移轉中之關鍵問題〔李兆峰，1994〕

項 目		內 容	
技術移轉程序	技術引進	技術提供	來源廠家之基本背景及能力
		技術	內容、形式、關連性及生產力等條件
		移轉通路	移轉方式、項目、合約內容、途徑
		技術採用者	企業目標、規模、能力及市場機會
	技術普及、生根	技術累積、培養、改良能力	
	技術輸出	完整操作規範、工程能力、承攬能力	
導入環境	市場特性	規模、趨勢、競爭情況及	
	環境特性	勞力市場、氣候、政府政策、社會調件、工作條件等	
	基本設施	媒體、通訊設備、代理機構	
	基本制度	誘因制度	經濟及社會性誘因
		保障制度	標準化制度、工業及智慧財產權制度
社會制度		科技情報、教育、發展制度	

2.1.4 系統模板之評估

系統模板之評估可先針對成本、進度、品質三方面加以探討，以達到提高品質、作業速度，並合乎經濟之作業成本，再增加「作業安全」以及具備良好的「施工性」作為主要評估目標與要件。評估指標的權重，則可藉由「層級分析」(Hierarchical Process Analyses)的觀念將評估目標與指標予以架構。再者為考量決策者對於評估準則之偏好程度採Saaty提出之AHP法(分析層級程序)法，建立評估模式。

依據成本效益分析的理論，模板施工成本可分為固定成本與變動成本二大類。模板購置成本含自購機具採購成本、準備費用、直接人工費用、租賃機具費用、消耗性材料費、現場管理費七項，逐項確立一量化的成本分析模型，再將結構之設計條件、工期動員時間、施工循環時間、鑄體尺寸精度等間接影響因素建立關係式，作為整合分析與敏感度測試基礎。

無論傳統的施工方法或工業化的建築系統均有其不可抹滅的相

對優點。但目前營建勞力短缺及大眾對住屋的需求可看出建築工業化是國內必須走的方向。一項工程的完成皆利用人 (man)、材料 (material)、方法 (method)、資金 (money)、機具 (machine) 及相關資源來完成所需的產品。因此評估任何一種施工法的優異性，便可朝這些方面來分析。

依彭雲宏先生報告指出，以曠時攝影法記錄，並針對現場的施工方法、工程規劃控制、物料管理及成本控制等方面，系統模板施工技術評估分析之目標及內容如下表：

表 2.1-2 系統模板施工技術評估分析表〔彭雲宏，1995〕

施工方法	改善工地現場管理方法提昇工作效率	
	不同施工程序 (或機具) 探討更有效施工方法	
工程規劃控制技術	用多重工作面以縮短要徑時間	
	分區循環施工	達到勞務平均化，作業標準化、縮短工期
	整體施工配合	利用系統模板精準度高及良好鑄面品質
物料管理技術發展	達成材料適時、適地、適當、適量的供應	
	建立一套依現有物料管理資料庫，組合現行施工單元的配料系統	
成本控制的技術發展	成本效益分析理論、計算單位模板施工成本的分攤及不同施工成果所需之變動成本	

2.2 目前系統模板引進及發展的問題探討

2.2.1 國外系統引進環境的調查分析

自民國80年初期，國內引進多套系統模板使用，主要來自英、美、德、奧地利、加拿大等國。根據調查系統引進的廠商類型及產品經營型態比較如下：

表 2.2-1 採用系統模板廠商與產品經營型態

廠商類型	產品經營型態
工程顧問公司	利用模板的引進進行相關企業體的改善並著手研發改良等工作。
營造廠 (同建設公司)	調整公司體制利用工法的改良創造更高的工程品質，以取得市場競爭之優勢，同時可利用長期合作經驗，進行系統改良，以適應本土營建環境。
模板工程公司	依個案承包工程進行單項模板工程施工。
代理商	依國內個案需求進口相關產品出租或代理出售並參與工程技術指導工作。

根據訪談結果，廠商在提昇工程品質的目標下，自行積極蒐集技術資訊，尋找國外知名專業廠商合作後，以公司既有的模板施工經驗或經營理念為基礎，重新評估調整經營體制，訂出最適合於系統引進的經營方針。公司內部既有經營的經驗或國外產品推銷，重新評估公司經營的體制，拮取最合理的經營管道。針對產品引進的過程中，本文以資訊取得管道、採購方式、代理管道及技術取得管道作一調查說明。

(一) 資訊取得管道

早期在強力推動自動化的目標下，由政府主動參與資訊管道的蒐集，順勢推動模板的發展。近年由於觀光的開放及市場的競爭等因素影響下，系統模板資訊取得的管道，逐漸由民間機構直接採取主動的態度進行蒐集。資訊取得的管道大約有下列數種：

1. 「世界工程展覽會」(Concrete Form Show)的參觀：經由國際間工程展覽會技術的觀摩，蒐集最需取之技術；經過公司內部評估後，

取得與原廠商之聯繫作進一步合作的洽商。

2. 國外營建投資之經驗：公司於海外投資與國外個案或廠商合作經驗中，將技術轉移至國內應用。
3. 國外原廠製造商之服務經驗：藉助海外歸國人士，曾經於國外服務經驗，將原技術取得並建立溝通管道，作為合作基礎。
4. 各國文獻之蒐集：根據公司內部評估調整，尋求新技術之文獻記載，從事設計開發或改良工作。

(二)採購方式

一般系統模板初次購置成本均較傳統模板高出許多，必須利用連續個案的轉用計畫，逐次降低成本才能與傳統模板競爭。根據賴明茂、徐敏斯先生所述，對系統模板採購方式之建議，歸納出：租用、買斷、租售、合作投資、衛星廠商五種形式。

根據調查目前國內廠家的採購方式主要以買斷及合作投資二種方式進行作業，其中又以買斷方式為多數。尤其建設及營造廠商以此法進行，主要原因是公司得以不斷尋求模板的轉用機會以降低成本，並力圖改善個案工程品質，推廣公司市場。同時，以買斷的方式進行，對於材料維護、配料管理等問題較不易產生糾紛。但也可能因市場條件的影響，造成轉用機會取得不易，增加成本風險。

(三)代理管道

產品代理進口的價格主要包含：原幣價格、進口各項費用(關稅、商港建設費、海運費、保險費、船公司費用、報關費用、內陸費用、卸貨費用)，因此在各項費用及工期進度的影響下，許多廠商將材料購買來源轉移至就近之國家(例如韓國、新加坡等東南亞地區擁有產品代理權者)；或是針對各國關稅比率，及比較其他情況條件下，選擇最低費用之個案進行採購。

目前系統模板材料的進口，由於系統本身構件單元相當多，因此必須針對各構件單元之材料別(分類別)尋求不同之報關項目(c. c.

code)，在行政手續上顯的頗為繁雜。

(四)技術移轉方式

引進系統模板應用時，涉及產品特性及施工技術的問題。李兆峰先先生曾經敘述適當技術取得之評估模式，主要包括：企業目標、導入環境、技術採用人相對優勢、技術可行性、技術普及生根等評估因子，以下就目前引進系統模板國內廠商使用的類型、材料使用方式及技術取得方式整理成表2.2-2：

表 2.2-2 系統模板技術取得管道

廠商類型	材料使用	技術取得方式
產品代理商	代理進口及租售材料	利用長期簽約與原廠技術交流，實施工程師的培養(國外受訓)，並與原廠進行技術方面的溝通。
營造廠商 (建設公司)	長期應用 個案應用(無 長期簽約)	長期簽約聘請國外工程師技術指導，並與原廠商參與投資合作。
		初期簽約，約聘國外工程師技術指導。
		接受代理廠商之技術指導。
		曾經具有國外使用經驗之國人直接參與指導。
		自行培養工程師參與溝通、學習。

分析上述系統模板技術取得的方式得知，長期合作及參與投資者，雖然需負擔較高之技術顧問費用，但對於系統模板適應本土化的改良，較具可塑性且成功機會大。而短期簽約或外聘技術顧問者，在本土化發展方面，不但必須克服語言的溝通、材料發展特性的認知等問題，同時對於系統的調整將面臨後續的因難(例如：料件的再設計、製造)。誠如廠商所述：系統模板的應用不單是外聘顧問，同時工作人員必須必須調整傳統的舊觀念，實地參與學習、操作，才能發揮最大學習效益。

2.2.2 國內自行研發系統

國內自行開發之系統包括中屋系統、YH系統及太平洋新興之複合式系統三家廠商。

(一) 基本資料

中屋系統的開發，主要利用早期清水模板的施工經驗，逐漸轉型系統鋼模的發展；而YH工法之開發，基於廠商具有機械設計及生產的能力，因此利用快速拆模機構的設計，將箱型模組利用塔吊設備進行施工；複合式工法，則有鑑於國內對設計模矩化理念的欠缺、顧客需求多樣化等因素，在樓版工程方面採用場鑄、預鑄或半預鑄構件與系統模板配合，以求模板工程能與其他營建工程技術同步提昇、改進。三者 in 模板的開發經驗上，必須針對材料之強度測試、工時的計算、出工數比較以及個案工法的整體規劃等條件作相當長時間的實驗過程。

系統模板的開發不單是材料生產的問題，同時是工法對應至工地現場管理及技術習慣。因此，三家廠商在開發過程中，主要先因應建築部位別作系統開發；例如YH鋼模首先以垂直面系統為開發對象，然後致力於水平系統的開發，配合已開發之垂直牆面系統作整體的規劃，以達到最高成本效益為目標。

(二) 公司組織與規劃

系統模板自行研發過程中，與引進系統最大的不同在於材料的生產，因此，生產線的管理與產品製造能力構成一重要的關鍵因素。所以在公司的組織規劃上，必須針對生產線做好品管計畫及產能計畫，隨時配合個案工程用料需要。針對此點，國內三家廠商必須具備材料生產之協力廠商做為材料生產之配合。關於材料研發的工作，廠商配合研究發展部門或學術單位合作，以工法的開發目的，從事材料強度試驗以及作業研究等技術問題的實驗。

(三) 綜合分析

表 2.2-3 國內自行開發之系統模板簡介〔黃斌等，1996 及本研究整理〕

國內自行開發之系統模板簡介	中屋系統		YH 系統	複合式系統
	產品設計	<p>1. 材料的設計必須因應強度、輕量化及市場規格尺度作配合設計。</p> <p>2. 為強度及平整度的要求設計出太多複雜的組件，亦造成工作的複雜度，因此產品系統及規格化上必須做整合性考量。</p> <p>3. 克服混凝土養護期間強度問題，必須作滯留支撐的設計。</p>	<p>1. 產品的設計必須經過試做的過程，過程中較容易檢討產品開發目的（例如縮短工期）的問題</p> <p>2. 由於模板工程牽涉到多項工程界面，因此必須將界面整合考慮、實驗施作（例如鋼筋預組、設備水電預埋作業等）才能算出整體的工程效益</p> <p>3. 為了工程效益的提昇，必須不斷改良『關鍵性機構』來達到品質管理與控制的要求</p>	
	產品實驗 / 產品生產	<p>1. 鋼模組裝完成後，必需作平整性、垂直度之校正工作；同時記錄每一工作流程所花費之時間，回歸單元的設計。</p> <p>2. 側位移（變形）檢討：因應施工的震動對於結構體各部位（柱、樑、牆）之影響；而後回歸強度設計的檢討。</p> <p>3. 工率分析：針對施工之每一工作流程作效益分析，並統計參考。</p>	<p>1. 由於模板材料不斷地改良，因此模板的製造必須長期有效率的配合，方能達成品質管理的效果。</p>	
	專利申請	<p>1. 系統模板組件非常多，依單一構件單元個別申請專利作業程序十分複雜；因此希望建立『系統專利』申請辦法。</p>		
	施工簡經	<p>1. 為達到系統開發的目的（例如拆模時間的縮短），因此尚有許多相關材料必須再著手研發（例如混凝土添加劑的研發）的工作。</p>	<p>1. 工地的勞力市場必須穩定，方能在單一系統工法下建立熟悉經驗。同時相關整體工程人員編組計畫能作為參考的依據。</p> <p>2. 由於系統本身的特性，在規劃階段需先行考慮並進行溝通，才能發揮最大功效。</p>	

2.2.3 系統模板特性分析

系統模板使用週期，包括初始規劃、工地施工、完工儲存至次案配料規劃等幾個階段，有關技術的使用發展必須考慮工程規劃、施工方法、物料管理技術、及成本控制等相關因素；但應用個案因企業目標及應用系統的不同而有相當大的差異性。其中成本控制項目，關係到公司經營體系及資金運籌的範圍，很難由個案經營或單一公司資訊計算出結果。因此，以下僅就規劃、施工、完工的三個階段，就廠商所提供的相關使用特性，歸納如表2.2-4至2.2-6所示。

(一) 規劃階段：

表 2.2-4 規劃階段特性分析

規	系統模板特性	發生狀況
劃	界面工程配合多，必須全面掌握	例如鋼筋 施工架組立人員不足造成進場時間的延滯
	預組工作應規劃完整，避免浪費現場人力	未依照規劃作好完全預組作業，將造成塔吊設備的閒置
	現場佈置不佳，人員編組不當	造成同一工作面複雜度因而降低功率之趨勢
	為進入新工地個案必須有較長的調適期及準備工作	必須因應設計規劃階段，提前做好規劃作業
	轉用次數高	對揚重設備需求高，塔吊作業頻率不易控制
階	大量機具設備的導入	增加工程管理之複雜度
	預組化施工作業	需提高重複轉用性 吊運機械能量、道路運輸、預組現場配置需詳細規劃
	依賴界面工程的預組(或快速)作業以縮短要徑時程	界面工程預組方法的開發及施工週期搭配，造成另一項成本負擔
段	提昇模板轉用次數，降低工程成本	必須依賴完整之平面設計特性

(二) 施工階段：

表 2.2-5 系統模板施工階段特性分析

施	系統模板特性	發生狀況
工	減少現場材料加工作業	增加材料配合複雜度 施工材料管理困難
	鋁合金材質重量輕、易搬運、裝卸、強度高	材料價格昂貴(12330元/m ²)、破損不易修復
	高度組拆及方便性	滯留很多拆除後的施工縫，形成防水問題的考量
	大型化模板以大面積板塊單元轉用，減低組合及拆模作業時間	必須考慮建築構造需簡單而不允許有太大變化 對於新拆移之樓版在其承受載重前核算其強度，予以再撐
	大型模板必須有方便的水平進出動線	導致外牆或其他建築部位，需花費二次施工的時間
	模板大型預組化	形成細部必須應用傳統模板補強施作
	確保精準度	複雜造型中，需與傳統模板配合增加現場複雜度
	控制精度(牆模基座)	基座與牆模之界面處理
	迅速定位	預埋螺拴之處理
	必須依賴滯留支撐提昇水平模板轉用次數	增加模板支撐費用
階	強調與結構體一體澆置，減少二次施工及漏水機會	大量混凝土澆置拆模後精度不佳，粉刷費用並無降低的成果，鋁框受現場污染之處理
	系統模板整體規劃的採用，提昇施工之安全性，減少技術工需求	加強樓版結構考慮，初期成本費用高
	未施用系統材料	增加材料管理及選用之複雜度
	小型模板單位重量低，只需人力搬運	不需揚重設備的利用，無法預組化或大型化，而且因大量搬運時間降低轉用效率
	一次混凝土作業精度控制不易	造成水平模板組裝的困難，造成模板作業調整誤差及打石的時間
	可能與傳統模板共同施作，解決細部處理問題	增加模板技術工的需求、材料管理更行複雜
	配合塔吊作業進行拆組	受制天候影響造成吊裝不易
段	其他	必須考慮混凝土大面積澆置後產生的撓曲變形

系統模板是依賴詳細的規劃基礎，而非專業技術的運用。由個案調查結果顯示，常因規劃作業無法落實，導致現場材料堆置雜亂、材

料任意切割，以及二次施工等問題發生。因此規劃階段對系統選用作業非常重要。

根據彭雲宏先生指出，系統模板初步規劃的主要考量因素可分為：設計及施工二方面。設計考量因素主要基於系統特性的考量下，針對設計建物所表達之構造形式、尺寸及隔間等條件作適應性的考慮。例如模板基本模矩的調整彈性，將影響柱梁斷面尺寸的大小。施工考量因素主要針對模板準備時間、分割配置、人員規劃作為主要評估的基礎。以下就評估要項及適用的系統加以分析比較：

表 2.2-6 系統模板評估要點〔彭雲宏，1994〕

大型及小型模板評估差異比較					
影響因素		評估因子	小型化	大型化	
設計因素	構造形式	版式結構			
		柱、樑式結構			
	構件尺寸	標準化			
		非標準化			
	構件數量	單位面積與構件數量之比	多	少	
		外牆應用			
	隔間型式	內牆應用			
		預貼面磚			
	特殊設計	開口數量與形狀			
		構件凹凸狀況			
	施工因素	動員準備時間	模板設計時間	-	-
			購料時間	-	-
預先組合時間			長	較短	
模板施工規劃時間			短	長	
現場假設工程準備時間			長	短	
工程師訓練時間			短	長	
工人訓練時間			短	長	
模板分割單元數		施工面積與單元數之比	多	少	
施工循環時間			x		
施工次數		整層結構一次澆置			
		水平、垂直結構分開澆置			
工人需求量		工組人數	多	少	
	需求工率	高	低		
設備需求量	設備種類	少	多		
	設備數量				
技術層次	施工者管理能力需求條件	一般	強		
	工人技術性要求	多	少		
	環境需求				
環境需求	場地需求	小	大		
	工程規模	大	大		
	天候需求	-			
表面處理	模板預先裝修面材				
	表面披土				
	水泥砂漿打底				
	混凝土面修鑿打石				
界面配合作業	界面作業影響程度	-			
	假設工程	多	少		

2.3 系統模板技術問題探討

國內目前常見的系統模板，品牌雖多，但若依施工方式而分，不外乎一體澆置與二次澆置，本節針對國內系統模板施工技術之問題略作探討，但因施工方式不同，面對的問題也會不盡相同，所以在以下章節將逐一探討，俾能避免遺珠之憾。一體澆置之系統模板，皆以人力組拆模板，勞動力需求量大。二次澆置系統模因垂直模板皆大型化，勞力需求小，塔吊效率與數量直接影響進度。

2.3.1 工期管理方面

在工期管理方面，主要問題乃在於工期延誤，以下分別就一體澆置與二次澆置之問題探討歸納如下：

一體澆置混凝土施工問題探討：鋼筋工配筋速度、水電管線配管作業、鷹架組立等相關作業無法跟上，配合能力不足導致工期延誤，混凝土澆置後，樓版澆面高低控制不良，打石與板模定位調整不但增加作業項目，而且浪費很多時間。用料不對，不但要花時間重組也浪費很多時間找料、討論配合尺寸、堆置大量相同尺寸的模板；未物盡其用也是資源閒置的損失。

二次澆置混凝土施工問題探討：垂直模組立速度受塔吊效率、強風等影響，組模太慢阻礙鋼筋工、水電管線進場；組模速度太快，相關工種跟不上等配合能力不足造成工期延誤。灌漿面精度控制不良時，高低差造成定位調整費時。板塊規劃不當，吊拆時不易脫模，延誤拆模進度。大型模自重大，作業時常應用槓桿原理，若施工技巧不對，不但作業效率差，甚至損壞機具造成危險。

2.3.2 施工規劃方面

在施工規劃方面，主要問題乃在於施工規劃不當，以下分別就一體澆置與二次澆置之問題探討歸納如下：

一體澆置混凝土施工問題探討：未施行小區域規劃，導致拆模轉用時，大量的拆模阻塞動線，模板未按區域、方向、序號放置，組模工花很多時間翻料。同一個工作面因人員多，工作量不足而造成互相干擾，作業流程、人員編組、現場佈置等施工規劃不當。

二次澆置混凝土施工問題探討：未施行小區域規劃；牆柱垂直模板先組，再組電梯內模(俗稱電梯core)、樓梯間時，因工作面太小，作業空間受限，施工效率與施工安全嚴格受到考驗。此係作業流程不當造成，若先組樓梯間與電梯core，待脫模後再組柱牆模，就無此方面的困擾。未依工作內容編組，工作重複性低，工人不易達到熟練、快速的效益。又大型模的斜撐多，且設計上掛置於大型模上，編組人數不當，模板走位，拉支撐的人員不夠，又未適當運用施工技巧，常造成下模定位費時。沒有工頭與工具箱會議的制度，工人對當天工作目標不明確，工作重點未掌握，沒有強迫做完某階段目標的壓力，各做各的，無法發揮配合效益。

在施工規劃方面，主要問題乃在於未製作模板施工圖，以下分別就一體澆置與二次澆置之問題探討歸納如下：

一體澆置混凝土施工問題探討：事前設計圖未轉繪成模板配置圖，未對特殊造形做現寸圖分析，未針對用料備料，導致現場工人找料、用料方式不對、切割鋁模、討論板模的尺寸配合、重新組裝順序錯誤的模板；浪費時間，且資源大量閒置。

二次澆置混凝土施工問題探討：未預先轉換模板配置圖，或配置圖不詳實，未對特殊造形做現寸圖分析、配置，未針對用料備料，導致現場作業施展不開，軍心渙散，士氣低落。討論板模的配尺寸、找料，造成組模進度停滯、資源設備閒置。用料不當，孔位無法對齊。

未按區域、方向、序號之編碼組模，常造成無法收頭，預物阻擋螺孔等施工困擾。

2.3.3 品質維護方面

在品質維護方面，主要問題乃在於品質維護不確實，以下分別就一體澆置與二次澆置之問題探討歸納如下：

一體澆置混凝土施工問題探討：沒有對工人教育訓練，組模技巧不對，鋁模上鑽孔皆影響灌漿後的平整度，拆模時間太早，使開口部、轉角等脆弱帶損壞剝落，嚴重者影響結構強度。清模時機太慢，鋁模面板混凝土已結疤硬化，工人用鐵鎚刮除、敲打皆會使鋁模面板粗糙，影響日後灌漿面的平整，且提高面板與泥漿之黏結性，形成加速惡化的循環，定距片折斷技巧不當，形成牆面凸塊，增加日後裝修困擾。

二次澆置混凝土施工問題探討：沒有對工人教育訓練，組模技巧生疏，定位不牢固，常因大體積灌漿之側向力產生位移，增加打石作業，未達品質效益。大型模重量大，拆模時間太早，拆模技巧不對，常碰壞柱牆表面及轉角。開口框模常因未設補強構件或灌漿振動不當而變形，拆模時間延誤，混凝土與面板黏結增強，脫模困難，易損壞面板。組模技巧錯誤，使模板互嵌卡死，拆模順序錯誤，模板脫模空間受限，拆模緩慢，影響品質。緊結螺桿未設隔件，影響吊塔拉拔安全，造成孔位擴孔，損傷柱牆表面。二次澆置及孔洞防水處理須謹慎，以免造成滲水路徑。樑柱多變性，若未預先擬定銜接對策，則傳統模板技術工在組樑版模時，就直接釘鋼釘固定板料，拆模後牆面留下釘疤。

目前國內大部分之建築工程，均屬傳統總包契約型態，即業主(甲方)與總承包商(乙方)訂定工程合約，總承包商依據設計圖說及施工規範施工，構築出業主所要求的建築物；若施工作業需要特殊專業施工技術或能力時，總承包商則可委託各專業協辦廠商辦理，國內系統

模板施工品質未達預期之理想，施工管理不週難推其咎。系統模板之品質管理，主要可以從以下兩部份加以分析：

一、系統模板施工管理體制問題點分析：

傳統施工品質管理體制，因制度設計上有缺失導致多年來施工品質每況愈下，衍生問題分述如下：

(一) 專業協辦廠商缺乏作業標準書，施工管理困難。

專業協辦廠良莠不齊，多數沒有能力擬定作業標準書，僅憑藉其專業之施工經驗施作，而施工經驗是否已為累積多年的錯誤亦不得而知，甲方監工沒有標準可循，加上人手不足，施工品質管理困難。

(二) 包商沒有強烈的鼓勵誘因或強制力促使建立自主檢查制度。

長久以來，乙方欠缺品質保證，永續經營的遠見，常常有胳膊往內彎的護短行徑，對於現場的施工問題常任小包與監工人員自行解決，更甚者對小包、工人乘機偷工減料的行徑視而不見，施工品質之良窳則抱持甲方監工認可即可，何必自找麻煩的態度，將施工品質責任置身度外。

(三) 團隊成員良莠不齊。

傳統觀念常將工程品質歸咎於施工者的責任，常忽略了設計品質的好壞往往早已決定工程品質之良窳，是故為了提昇工程品質，應全面提昇工程團隊的素質，才是治本之道。

(四) 承包商編製施工計畫書常應付了事，未能洞燭先機。

編製施工計畫書，常因以往技術、經驗未能電腦文書化處理，以致人力、物力浪費外，還曠日廢時，在講求效率與利潤之前題下是不被容許的，是故往往未能詳實檢討施工問題，常抱持「碰運氣」的心態，造成日後施工遭遇問題時，束手無策亦或是蒙蔽真象。

上述問題是模板承包商今後建立與維持施工品質應該認真檢討的。

二、系統模板施工管理活動問題點分析

國內系統模板施工品質未能如預期般理想，施工管理活動不確實

是主要原因之一，以下將針對目前國內存在的問題加以探討：

(一) 監工人力嚴重欠缺：

1. 升遷制度不健全：事多、錢少、沒前途。
2. 駐地監工濫竽充數：建築師為節省成本，派駐工地監工人員，多數濫竽充數，常一人跑多個工地，甚至幾天來一趟工地，只做建築師與承包商間連絡工作而已，根本談不上「駐地監工」，此即為市場上所稱之「包辦監工」，可見工程品質低劣，已非一日之寒。
3. 工作環境惡劣：工作時間長、環境髒亂易受傷、日曬、雨淋、枯燥乏味、灰頭垢面、服裝易弄髒。
4. 工地易生事端：年輕監工常難令工頭甚至工人誠服，往往不聽從指揮調度，易生事端。
5. 難有成就感：待遇比工人低，社會上有次等工程師之歧視現象，稍有才能者多不願屈就，即使從事者亦不安其位，鮮會用心工作，如此惡性循環，品質自然日趨低劣。

(二) 監工人員流動頻繁：

業者表示，鮮少有一位監工從開工至完工全程參與的，現在的年輕人大多不願吃苦，流動率高，加上管理作業未書面化記錄，導致管理活動發生以下之問題：

1. 檢查次序無法一貫銜接。
2. 檢查內容無法事後查核。
3. 檢查項目、方法、標準因人而異，無統一基準。

(三) 監工人員歷練不夠：

1. 不知道檢查項目、部位、目的，常遺漏、疏失。
2. 檢查方法不對，器具使用不當，常使檢查結果存疑。
3. 不知道檢查標準、依據，易與小包工人爭執。
4. 查證情形無書面記錄，工程出現瑕疵時，無法追溯至問題源，責任難落實，導致劣幣驅逐良幣之反淘汰現象。

2.3.4 施工安全方面

在施工安全方面，主要問題乃在於施工安全未落實，以下分別就一體澆置與二次澆置之問題探討歸納如下：

一體澆置混凝土施工問題探討：高空外牆組拆模板、電梯間組模工人作業時未配掛安全索、未設置安全網；工人為縮短路徑，攀爬鷹架、穿越開口部、以施工架當腳踏穿越層間，險象環生。

二次澆置混凝土施工問題探討：工人為求縮短路徑、方便而攀爬大型模，在模頂跨越行走，穿跨牆筋，跳越牆模。電梯間僅用幾根角材橫置，未設安全網。緊結螺桿以鋼筋取代，未設隔件，拆模時利用塔吊的巨大拉拔力強迫脫模，導致大型模與吊臂巨烈搖晃，強風下勉強使用塔吊。樑版組模時，為圖方便而攀爬支撐架、穿越開口部到工作面。

第三章 各系統模板之現況分析與探討

3.1 目前國內常用之系統模板

「系統模板」的定義，事實上在目前並無嚴謹明確的定義，然而，系統模板與傳統使用木模板之施工方式的差異即是使用特殊材質及施工方式與以系統化組合的模板工法。亦即模板作業具備了模矩化、系統化與施工連續性、一致性的特性，且模板單元之互換性高，即結構物之柱、牆、梁等模板單元可相互使用。事實上，系統模板主要是利用材料的特性，將模板與支撐系統桿件系統化、標準化，並將模板組立及拆卸方法省力化，並以模矩化的單元來組合成所需之模板形式，再利用機具來重複定位轉用，減少傳統木模施工時現場裁切損耗與組立拆卸所需之作業時間與密集勞力，進而增進施工效率，提昇工程品質、節省成本、提高施工進度與施工安全之目標。

目前國內所使用之「系統模板」主要是由國外之模板製造商，依模板作業之經驗，發展其專利之模板材料與施作方式，而形成各類型之模板系統，與傳統木模的差異如表所示。另一方面，在系統模板上所使用的特殊材質大致上以金屬模板及特殊處理之木模板為主。

實際上，金屬模板的發展由較早的鋼模到最近的鋁模甚至發展玻璃纖維材質之系統模板，主要是著眼於金屬模板具有強度大、精度佳、轉用率高、可澆置平滑的混凝土表面等優點，然而，其初置成本較傳統模板高、比傳統木模笨重且不易搬動等事實是金屬模板在引用時的負面因素。不過，隨著模板系統的作業機械化，以最經濟的勞動力即可完成數量龐大的工程及多次的重複使用。再者，鋁模及玻璃纖維模板的發展與使用亦可消除鋼模之鐵銹汙染混凝土表面及笨重不易搬動的缺點，將使得金屬模板在模板系統中的運用與系統設計上更為便利。

傳統木模板具有質輕、加工容易且形狀變化較具彈性等優點，但

因其材料強度較低，往往缺乏耐久重複性。因此可經由特殊處理使木模增加其耐久性，其方法係於模板面板上加貼塑膠覆模，並經高溫及高壓處理程序使模板具有耐水、耐磨並保有木模原有輕便之特色。

系統模板之施工方式主要是採用特殊材質模板及配合工程結構物的特性，於模板作業進行時，將預製的大面積模板或預組成形的模板系統，以吊運或起重機械設備進行搬移與翻模的動作，如此將可節省大量的人工及模板作業時間，這類配合系統模板之施工工法已逐漸被廣為使用，如：飛模、跳模、爬昇模板、滑動模板、半隧道型鋼模、橋梁模板工作車、電熱鋼模等。當然，對於小單元模矩的組合或形狀尺寸複雜之結構體，可採用較多的人力搬運及組拆方式。因此，如何評估合適之系統模板並藉由新式系統模板之使用及工法的引進，改良傳統模板作業方式、提昇模板作業之效率與生產力、節省勞動力與成本，是當前建築工程自動化中亟需研討的方向。

3.2 各系統之現況分析與歸納

目前國內所使用的系統模板，以模板的材質與組合方式而言，大致可分為「改良傳統鋼模系統」、「木模與鋼模組合系統」及「鋁製模板系統」三種型態。改良傳統鋼模系統目前有國內自行研發及由國外引進，主要應用於營建標準模板、擋土牆鋼模、隧道襯砌鋼模、橋鋼模及預鑄鋼模等。木模與鋼模組合系統其模板構造主要以特製弓型木樑、金屬繫材、芬蘭面板等三種基本組件所組成，具有質輕、便於操作、模板組件互換性高等之優點，主要應用於樓版模板、柱模板、牆模板、爬昇模板、與飛模等。鋁製模板系統是系統模板發展的重要趨勢，主要是應用鋁合金材質輕而堅固、不易生鏽及易搬運之特性，主要應用於飛模系統、跳模系統、支撐系統、手組式系統模板及揚重式系統模板等。另一方面，有許多國外之專利系統模板已引進國內，如：加拿大的ALUMA系統、德國的DOKA系統及PERI系統、美國的EFCO系統等，亦已實際被應用於營建工程上，其成效優劣及適用性高低尚未能有絕對的定論，再加上各類系統模板所針對之工程型態、工程特性、所需之工人技術及習慣與模板資源回收之要求並不相同，因此必須對各系統之使用現況先作分析與歸納，以了解各系統之概況與特性。表3.2-1至表3.2-10即為各系統模板之現況分析與歸納整理。

表 3.2-1 ALUMA 系統模板之現況分析及歸納

ALUMA 系統				
簡 介	ALUMA系統是從加拿大進口之鋁合金材質系統模板。主要構件為鋁合金材質背撐與支架並配合特殊處理木質面板，可依工程需要組裝成基礎、牆、方柱、樓版、格子樑等不同形式之大片式預組模板。此系統水平模板部份採用飛模工法施作，飛模事先依設計圖預組完成，現場使用塔吊或重型吊車進行轉用。大片預組及塔吊搬運可減少傳統模板拆解、搬運、組裝等作業所需時間及人力，多次轉用可降低模板使用套數，以降低材料購置之固定成本。			
	系統模板分類	構件式		
使 用 材 料 及 轉 用 次 數	面板	PLYWOOD 面板 (芬蘭板類)	約 20 次	
	垂直背撐材	鋁矩型樑 (ALUMA BEAM)	約 20 年	
	水平背撐材	STROGBACK		
	支撐	FRAME TRUSSES (TABLE FORM) WALL PLUMBING BRACE		
	組裝繫件	鋼製零配件		
	施工方式	利用起重設備按轉用計畫以進行模板搬運、組模及拆模		
使 用 實 績				
	時間 (年份)	名 稱	地點	承包廠商
1	71	成功新村國民住宅		
2	81	中正國際機場第二期航站大廈新建工程		
3				
4				
5				
6				
7				

表 3.2-2 DOKA 系統模板之現況分析及歸納

DOKA 系統				
簡 介	<p>DOKA模板系統引進於德國，其柱牆模板是採用預組化及模矩化之系統模板，事前透過詳細的規劃設計製作模板轉用計畫，而在工程開始時，將柱牆模板部分依模板單元製造圖組合成大面積的模板單元，且利用吊運設備於預定的位置作組、拆作業，這就是所謂的飛模工法。也因模板單元轉用時不須將模板組件拆解重組故能減少大量的施工動作，而達到縮短施工時間之目的，更進一步降低施工成本。該柱牆模板系統將組拆工作量減低、操作程序簡化，再配合起重設備的使用以取代大部分人工搬運來達成省力化的目的。由於其模板單元間採用系統化的連結組件，施工技術的需求低，可使工人縮短學習時間，並可減少模板技術工的需求問題。</p>			
	系統模板分類	框架式	構件式	
使 用 材 料 及 轉 用 次 數	面板	3-SD PLYWOOD或芬蘭版(厚21mm), 轉用30次以上	同左	
	框架	鋁框架轉用10年以上		
	水平背撐材	免背撐材		STELL WALLING WS10金屬貫材轉用10年以上
	垂直背撐材			TIMBER BEAM木樑
	支撐	鋼製品	同左	
	組裝繫件	鋼製品	同左	
	施工方式	柱牆：構件式以預組完成後利用吊昇工具定位 樑版：飛模系統以吊車進行搬運組裝		
	使 用 實 績			
	時間(年份)	名稱	地點	承包廠商
1				
2				
3				
4				
5				

表 3.2-3 DH 系統模板之現況分析及歸納

DH系統				
簡 介	DH系統是民國78年由國內大漢建設引進英國BINAERY、美國WESTER等系統改良應用。所採用之材料構件和施作方式大致與MASCON系統模板相同，唯有在引進的組裝構件種類方面和實際現場施作改善變更方面有所差異，經過實際調查兩個案後整理出，整體施作流程、柱背撐構件、面板鑽孔處理、水電開關盒固定方式、繫件設計、牆模隔件設計、牆模底部防漏處理、樓梯模板、陽台曲面模板等八項不同處。			
	系統模板分類	框架式		
使 用 材 料 及 轉 用 次 數	面板	鋁合金面板（厚3.3mm）	約150~200次	
	框架	鋁合金框架		
	背撐材	免背撐材，利用form tie 部位構件自行繫結		
	支撐	鋁合金支撐（固定長度） 鋼支撐（可調整式）	約20年	
	組裝繫件	鋼製零配件，利用彈性活 動卡榫做模板組合。		
	施工方式	以鋼拴（pin）和插楔（wedge）組合鋁合金模板，不必拆除支撐即可拆除模板及樑底模		
使 用 實 績				
	時間（年份）	名稱	地點	承包廠商
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				

表 3.2-4 HUNNEBECK 系統模板之現況分析及歸納

HUNNEBECK系統				
簡 介	<p>德國進口之HUNNEBECK系統模板，其面板為加工強化之木質芬蘭板，若能小心使用並於拆模後即加以保養，則耐用次數約可達30次，其表面光滑，拆模後可使混凝土完成後鑄面平整、品質良好、不須打底粉刷，可直接進行裝修工程，節省營建成本及粉光時間。其模板施工方式，垂直模板部分則採用加工強化木質面板及背撐配合鋼製第二背撐與斜撐所構成大型預組式面板，藉由吊車進行模板組拆；而水平模板部分則採用加工強化木質面板及背撐配合鋼管支撐施工。模板轉用方式，採用分區循環方式進行，轉用計畫提高材料轉用性，降低模板購置成本，方可達到縮短工期之效益。</p>			
	系統模板分類	框架式	構件式	
使 用 材 料 及 轉 用 次 數	面板	3-SD PLYWOOD 或 芬蘭版 (厚21mm)，轉用30次以上	同左	
	框架	鋁框架轉用10年以上		
	水平背撐材	免背撐材	STELL WALLING WS10金屬貫材轉用10年以上	
	垂直背撐材		TIMBER BEAM木樑	
	支撐	鋼製品	同左	
	組裝繫件	鋼製品	同左	
	施工方式	柱牆：構件式以預組完成後利用吊昇工具定位 樑版：背撐材預組吊裝後，進行面板鋪設		
	使 用 實 績			
	時間 (年份)	名稱	地點	承包廠商
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				

表 3.2-5 SYMONS 系統模板之現況分析及歸納

SYMONS系統				
簡 介	SYMONS系統模板主要組合構件為鋼框夾板模(Steel-Ply)、轉角組件、繫材及鐵製插銷，鋼框夾板模是由鋼製框架與可更換的木模面板組成，面板為特殊處理之夾板，厚度為13mm，可承受5000kg/m ² 之壓力，依代理商之說法，如小心使用的可重複使用300次而不須置換。該系統模板主要特色為以插銷取代鐵釘式螺栓，使模板之組裝及拆卸更為迅速並且利用事前詳細規劃之模矩配合設計及框架式模板質輕之特性，使現場組裝時不需加工即可利用非技術工人進行搬運及手組的作業。			
	系統模板分類	框架式		
使 用 材 料 及 轉 用 次 數	面板	HDO夾板（厚度12mm） 轉用約50次	HDO夾板 MDO夾板，轉用約25次	
	框架	高碳鋼框架 轉用30年以上		
	背撐材	鋼管使用約20年以上	鋁合金樑，轉用約700次 雙槽鐵，轉用20年	
	支撐			
	組裝繫件	各種材質，使用10年以上	同左	
	施工方式	人工組拆式（hand set）：以人工搬運、拆模、組裝 大型吊裝式（gan set）：先將模預組大型化再利用吊裝機具定位		
	使 用 實 績			
	時間（年份）	名稱	地點	承包廠商
1	69	至清大樓	臺北	
2	73	榮總醫療大樓	臺北	
3	75	臺北車站大樓	臺北	
4				
5				
6				
7				

表 3.2-6 MASCON 系統模板之現況分析及歸納

MASCON系統				
簡 介	<p>MASCON系統模板乃1978年正式在英國發展試作，為鋁合金製的模板系統，主要的組合材料有框架式面板、轉角組件、繫材及鋼製的插銷與支撐等標準組件，該系統模板主要利用事前詳細規劃之模矩配合設計、施工簡易之固結裝置及鋁模質輕之特性，使現場施工時不需加工即可利用非技術工人以人力進行搬運及手組的作業，因此較適用於具廉價勞力市場及技術工人缺乏的地區施工。另外，該系統模板之滯留支撐設計使得水平模板可以快速拆模及轉用，亦為該系統模板之一大特色。</p>			
	系統模板分類	框架式		
使 用 材 料 及 轉 用 次 數	面板	鋁合金面板（厚3.3mm）	約150~200次	
	框架	鋁合金框架		
	背撐材	免背撐材，利用form tie 部位構件自行繫結		
	支撐	鋁合金支撐（固定長度） 鋼支撐（可調整式）	約20年	
	組裝繫件	鋼製零配件		
	施工方式	以鋼控（pin）和插楔（wedge）組合鋁合金模板，不必拆除支撐即可拆除模板及樑底模		
	使 用 實 績			
	時間（年份）	名稱	地點	承包廠商
1	82	新店達觀鎮工程	台北	
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				

表 3.2-7 中屋系統模板之現況分析及歸納

中屋系統				
簡 介				
使 用 材 料 及 轉 用 次 數	系統模板分類	框架式		
	面板	鋼製面板 (厚3mm~5mm)	轉用約300次	
	框架	8x8mm方棒 (加勁方棒) C型槽鋼	轉用約300次	
	背撐材	1 & 1/2mmBS-B鋼管		
	支撐	可調整式鋼管		
	組裝繫件	鋼製零配件		
	施工方式	設備部位：預組式整體鋼模利用揚重機具垂直吊升。 牆柱系統：1.柱模先行吊裝、灌注混凝土。2.牆樑模板、施工架吊裝作業。		
使 用 實 績				
	時間 (年份)	名稱	地點	承包廠商
1	82	中友生活家	台中	
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				

表 3.2-8 YH 系統模板之現況分析及歸納

YH系統				
簡 介	標準層之施工方式，分為柱、牆系統模板及梁、版傳統模板兩個部分； 樑版水平模部份，仍採傳統木模施工較不具特色，至於垂直模板部份， 則採取鋼模系統施作以及移動式塔吊搬運設備。			
	系統模板分類	垂直系統 構件式	水平系統 框架式	
使用 材料 及 轉 用 次 數	面板	鋼製面板（厚3mm~5mm）	鋼製面板	
	框架	x	鋁槽形樑	
	背撐材	C型槽鋼、緊結定位機構	□、L形樑	
	支撐	可調整式鋼管	支撐柱	
	組裝繫件	鋼製零配件、縮模機構、 門窗模		
	施工方式	設備部位：預組式整體鋼模利用揚重機具垂直吊升 牆柱系統：1. 模組快速定位、伸縮；界面工程組裝。 2. 牆面灌注混凝土 樑版系統：1. 框架及支撐架固定。2. 面板鋪設，混凝土澆置		
使 用 實 績				
	時間（年份）	名稱	地點	承包廠商
1	82	國安國宅	台中	
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				

表 3.2-9 佳承系統模板之現況分析及歸納

佳承系統				
簡 介	<p>加拿大進口之鋁質系統模板，此系統模板係以木質面板配合鋁合金製支撐等大型構件預組而成。在水平模板方面，主要採用飛模工法，此工法是先將大型模板於工程進行前在工廠預先組裝，再利用大型吊裝機具將模板及支撐整批於工地現場反覆地作垂直或水平吊運移動。飛模工法對於縮短整體工期、減少人力之需求兩方面具顯著效用。在垂直模板方面，主要是將各單元之系統模板預先組裝，再以揚重設備吊裝。</p>			
	系統模板分類	框架式	構件式	
使 用 材 料 及 轉 用 次 數	面板	PLY WOOD轉用約50次	PLY WOOD轉用約50次	
	背撐材	8.9 × 14 cm WALERS STRONGBACKS	鋁擠型STRONGBACK	
	支撐	C型槽鋼、緊結定位機構	活動式鋁桁架系統	
	組裝繫件	安全施工架及各式固定件	活動WING PANNEL 各式活動組裝機構	
	施工方式	預組式大型模板利用固定件及掉昇機具自動爬升	水平系統脫離完成面後利用吊昇機具及滑動機具水平運轉	
使 用 實 績				
	時間 (年份)	名稱	地點	承包廠商
1	78	臺北都會名廈	台北	
2				
3				
4				
5				
6				
7				

表 3.2-10 EIW 系統模板之現況分析及歸納

EIW系統				
簡介	<p>EIW系統為加拿大進口之系統模板，係採木質面板配合鋁合金製支撐之大型構件預組式模板。在水平模板方面，主要採用飛模工法，於地面先行預組再以揚重設備組裝或升層，以縮短整體工期並減少人力之需求。在垂直模板方面，主要乃將各單元之系統模板預先組裝再以揚重設備吊裝，而外柱部份則利用預鑄帷幕牆當免拆除永久模板的方式施工。另外，本工程使用之模板系統，在非消耗性材料方面係採用租賃之方式，以減少模板購置之初始成本及增加其使用之經濟效益。</p>			
	系統模板分類	構件式		
使用材料及轉用次數	面板	木質面板(芬蘭板或是印尼面板)	轉用約50次	
	背撐材	鋼框架		
	支撐	鋼管		
	組裝繫件	鋼製組件		
	施工方式	<p>水平模板方面：主要採用飛模工法，於地面先行預組再以揚重設備組裝或升層。 垂直模板方面，主要乃將各單元之系統模板預先組裝再以揚重設備吊裝。</p>		
	使用實績			
	時間(年份)	名稱	地點	承包廠商
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				

3.3 各系統之性能分析

國內近年來建築個案大量推出，對模板技術工人及粉刷技術工人的需求量提高，又技術水準之養成造成工資成本提高，二次粉刷費用也節節攀生，但工程品質卻明顯低落。於是國內模板承包商為逐漸減少對技術工人之依賴，並提昇完成面之品質，以減少不必要之二次粉刷費用，紛紛從國外引進各類型之系統模板，冀望以大型化、模矩化的模板系統取代傳統木模板。

目前市場上常用之模板系統，依材料性質可概分為下列幾大項：夾板面材合木樑，鋁合金梁或鋼樑為背撐、鋼模、鋁合金模、鋼框或鋁框夾板模。

表3.3-1至3.3-10，乃就各系統模板對揚重能力之需求、施工方式、支撐系統、平整性、人力運用、造型變化之適應能力、外牆組拆對工作架之需求、混凝土澆製置之配合、外牆補孔及排水等性能特性作歸納整理。

表 3.3-1 ALUMA 系統模板之性能分析

ALUMA系統		
性能分析	揚重能力之需求	約需2T的揚重能力，且範圍需涵蓋外牆。
	施工方式	柱、牆 版、樑 樓梯等，二次混凝土施工。混凝土無法一體澆築故接縫處多，保固及防漏性較差，且大型模板工法，樓梯部份後作，造成人員上下不方便易生危險。
	支撐系統	無滯留支撐系統
	平整性	採用木質芬蘭板或印尼面板，經轉用多次後，由於組拆模等造成面板損傷，越至上層平整性會越差，故模板之保養非常重要。
	人力運用	不需要大量有經驗的模板工，只需幾位有經驗的模板工，做一些特殊造型的模板收頭，大部份的模板工作為組拆工作，只需要系統的組合拆裝工人，故初期的訓練工作甚為重要。
	對造型變化之適應能力	適應能力中等，系統模板考慮經濟性、施工性及起重設備按轉用均以傳統模板收頭。
	外牆組拆對工作架之需求	外牆組模以傳統鷹架處理，其外牆後續泥水、放樣、磁磚工程可依序施作。
	混凝土澆置之配合	牆、柱混凝土澆置需利用塔吊加吊桶方式或利用澆置臂，版、梁則以泵送方式。但以塔吊加吊桶方式或利用澆置臂處理，工作不易、進度慢，且混凝土澆置施工方式除了成本之外，尚有安裝位置及混凝土粒料分離等問題。
	外牆補孔及防水	牆模拆除，留有螺栓孔需回補，若回補不實有造成滲水之慮。

表 3.3-2 DOKA 系統模板之性能分析

DOKA系統		
性	揚重能力之需求	2T的揚重能力且範圍需涵蓋外牆
	施工方式	柱、牆 版、樑 樓梯等，二次混凝土施工。混凝土無法一體澆築故接縫處多，保固及防漏性較差，且大型模板工法，樓梯部份後作，造成人員上下不方便易生危險。
	支撐系統	無滯留支撐系統，需以回撐處理
	平整性	採用木質芬蘭板或印尼面板，經轉用多次後，由於組拆模等造成面板損傷，越至上層平整性會越差，故模板之保養非常重要。
能	人力運用	不需要大量有經驗的模板工，只需幾位有經驗的模板工，做一些特殊造型的模板收頭，大部份的模板工作為組拆工作，只需要系統的組合拆裝工人，故初期的訓練工作甚為重要。
	對造型變化之適應能力	適應能力低。
析	外牆組拆對工作架之需求	於組拆外模時，需設置工作台架，固定於下層外週樑上，當層完成後，以塔吊逐層吊升。以竹層吊裝之施工架，整個外部放樣難以整體查核。且增加外牆磁磚計畫執行的困難，施工架之預埋螺栓孔如何回補亦是問題。
	混凝土澆置之配合	牆、柱混凝土澆置需利用塔吊加吊桶方式或利用澆置臂，版、梁則以泵送方式。但以塔吊加吊桶方式或利用澆置臂處理，工作不易、進度慢，且混凝土澆置施工方式除了成本之外，尚有安裝位置及混凝土粒料分離等問題。
	外牆補孔及防水	牆模拆除，留有螺栓孔需回補，若回補不實有造成滲水之慮。

表 3.3-3 DH 系統模板之性能分析

DH系統		
性	揚重能力之需求	材質為鋁合金板料較輕，以人力搬運即可，對塔吊之依賴性低且不致與其他工種爭塔吊。轉用方式為每戶需留800mm×250mm之遞料孔，需再作二次RC回補的工作，且增加開孔的維護及安衛管理上的困擾
	施工方式	一體澆築。樓梯部份，可以一起組模、一起澆置，人員可隨層跟上，但樓梯模料需設計、製作假組，費用較高。
	支撐系統	滯留支撐系統，水平模為灌漿後之第4日起拆模，故可提早工期或進行趕工。一般系統模板滯留支撐系統材料費用昂貴，於工地之大型工區施作，廠商限於成本因素，不會準備充足的套數，故於滯留支撐轉用上層時，水平模板部份應再以傳統鋼管回撐。
	平整性	鋁合金面版，於外牆之每處轉角處採用KICKER之銜接材，增加外牆之平整性。
能	人力運用	不需要大量有經驗的模板工，但其模料搬運為利用每戶預留之遞料孔運搬，而EIW工法及DOKA工法之模料大部份用吊塔運搬，故工人需要量DH工法大於EIW工法及DOKA工法。
	對造型變化之適應能力	適應能力高，特殊造型配合傳統夾板，整體澆築
	外牆組拆對工作架之需求	外牆組模以傳統鷹架處理，其外牆後續泥水、放樣、磁磚工程可依序施作。
	混凝土澆置之配合	以傳統泵送方式澆置混凝土。
	外牆補孔及防水	內、外牆模間之定距板為可拆斷，無螺拴孔問題，且其柱、牆、樑、版，整體澆置施工縫較少，由於具有上述兩項因素，因此，比較沒有滲水、防水等問題。
析		

表 3.3-4 HUNNEBECK 系統模板之性能分析

HUNNEBECK系統		
性	揚重能力之需求	2T的揚重能力且範圍需涵蓋外牆
	施工方式	柱、牆 版、樑 樓梯等，二次混凝土施工。混凝土無法一體澆築故接縫處多，保固及防漏性較差，且大型模板工法，樓梯部份後作，造成人員上下不方便易生危險。
	支撐系統	滯留支撐設計一般系統模板滯留支撐系統材料費用昂貴，於工地之大型工區施作，廠商限於成本因素，不會準備充足的套數，故於滯留支撐轉用上層時，水平模板部份應再以傳統鋼管回撐。
能	平整性	採用木質芬蘭板或印尼面板，經轉用多次後，由於組拆模等造成面板損傷，越至上層平整性會越差，故模板之保養非常重要。
	人力運用	不需要大量有經驗的模板工，只需幾位有經驗的模板工，做一些特殊造型的模板收頭，大部份的模板工作為組拆工作，只需要系統的組合拆裝工人，故初期的訓練工作甚為重要。
	對造型變化之適應能力	適應能力中等，系統模板考慮經濟性、施工性及起重設備按轉用均以傳統模板收頭。
析	外牆組拆對工作架之需求	外牆組模以傳統鷹架處理，其外牆後續泥水、放樣、磁磚工程可依序施作。
	混凝土澆置之配合	牆、柱混凝土澆置需利用塔吊加吊桶方式或利用澆置臂，版、梁則以泵送方式。但以塔吊加吊桶方式或利用澆置臂處理，工作不易、進度慢，且混凝土澆置施工方式除了成本之外，尚有安裝位置及混凝土粒料分離等問題。
	外牆補孔及防水	牆模拆除，留有螺栓孔需回補，若回補不實有造成滲水之慮。

表 3.3-5 SYMONS 系統模板之性能分析

SYMONS系統		
性	揚重能力之需求	材質為鋁合金板料較輕，以人力搬運即可，對塔吊之依賴性低且不致與其他工種爭塔吊。轉用方式為每戶需留800mm×250mm之遞料孔，需再作二次RC回補的工作，且增加開孔的維護及安衛管理上的困擾。
	施工方式	柱 牆 版、樑 樓梯等，二次混凝土施工。混凝土無法一體澆築故接縫處多，保固及防漏性較差，且大型模板工法，樓梯部份後作，造成人員上下不方便易生危險。
	支撐系統	無滯留支撐系統。
能	平整性	鋁合金面版，於外牆之每處轉角處採用KICKER之銜接材，增加外牆之平整性。
	人力運用	不需要大量有經驗的模板工，但其模料搬運為利用每戶預留之遞料孔運搬，而EIW工法及DOKA工法之模料大部份用吊塔運搬，故工人需要量SYMCON工法大於EIW工法及DOKA工法。
	對造型變化之適應能力	適應能力高，特殊造型配合傳統夾板，整體澆築
分 析	外牆組拆對工作架之需求	於組拆外模時需設置工作台架，或以傳統鷹架處理。
	混凝土澆置之配合	牆、柱混凝土澆置需利用塔吊加吊桶方式或利用澆置臂，版、梁則以泵送方式。但以塔吊加吊桶方式或利用澆置臂處理，工作不易、進度慢，且混凝土澆置施工方式除了成本之外，尚有安裝位置及混凝土粒料分離等問題。
	外牆補孔及防水	內、外牆模間之定距板為可拆斷，故無螺拴孔問題。

表 3.3-6 MASCON 系統模板之性能分析

MASCON系統		
性	揚重能力之需求	材質為鋁合金板料較輕，以人力搬運即可，對塔吊之依賴性低且不致與其他工種爭塔吊。轉用方式為每戶需留800mm×250mm之遮料孔，需再作二次RC回補的工作，增加開孔的維護及安衛管理上的困擾。
	施工方式	一體澆築。樓梯部份，可以一起組模、一起澆置，人員可隨層跟上。
	支撐系統	滯留支撐系統，水平模為灌漿後之第4日起拆模，故可提早工期或進行趕工。一般系統模板滯留支撐系統材料費用昂貴，於工地之大型工區施作，廠商限於成本因素，不會準備充足的套數，故於滯留支撐轉用上層時，水平模板部份應再以傳統鋼管回撐。
	平整性	鋁合金面版，於外牆之每處轉角處採用KICKER之銜接材，增加外牆之平整性。
能	人力運用	不需要大量有經驗的模板工，但其模料搬運為利用每戶預留之遮料孔運搬，而EIW工法及DOKA工法之模料大部份用吊塔運搬，故工人需要量MASCON工法大於EIW工法及DOKA工法。
	對造型變化之適應能力	適應能力高，特殊造型配合傳統夾板，整體澆築
	外牆組拆對工作架之需求	外牆組模以傳統鷹架處理，其外牆後續泥水、放樣、磁磚工程可依序施作。
	混凝土澆置之配合	以傳統泵送方式澆置混凝土。
	外牆補孔及防水	內、外牆模間之定距板為可拆斷，無螺拴孔問題，且其柱、牆、樑、版，整體澆置施工縫較少，由於具有上述兩項因素，因此，比較沒有滲水、防水等問題。
析		

表 3.3-7 中屋系統模板之性能分析

中屋系統		
性能分析	揚重能力之需求	約3T的吊重能力，且範圍需涵蓋整棟外牆。
	施工方式	柱 牆 梁 版 預鑄樓梯等二次混凝土施工。分次施工，混凝土無法一體澆築故接縫處多，保固及防漏性較差。
	支撐系統	滯留支撐設計。一般系統模板滯留支撐系統材料費用昂貴，於工地之大型工區施作，廠商限於成本因素，不會準備充足的套數，故於滯留支撐轉用上層時，水平模板部份應再以傳統鋼管回撐。
	平整性	平整性高。
	人力運用	不需要大量有經驗的模板工，只需幾位有經驗的傳統模板工，做一些特殊造型的模板收頭，大部分的模板工作為組拆的工作，只需要系統的組合拆裝工人，故初期的訓練非常重要。系統模板較傳統模板可節省大量泥水工人，且因使用大型模板，減少現場剪裁、垃圾量少，現場較整潔。
	對造型變化之適應能力	適應能力低，系統模板考慮經濟性、施工性及起重設備按轉用均以傳統模板收頭。
	外牆組拆對工作架之需求	傳統鷹架處理，其外牆後續泥水、放樣、磁磚工程可依序施作。
	混凝土澆置之配合	吊桶澆置。以吊桶方式灌注混凝土將佔用塔吊時間，影響其他工種進度。
	外牆補孔及防水	無外牆補孔及防水問題。

表 3.3-8 YH 系統模板之性能分析

YH系統		
性	揚重能力之需求	約3T的吊重能力，且範圍需涵蓋整棟外牆。
	施工方式	方塊式內模吊放 外模吊放 預鑄樓梯 版梁等二次混凝土施工。分次施工，混凝土無法一體澆築故接縫處多，保固及防漏性較差。
	支撐系統	無滯留支撐系統。
	平整性	平整性高。
能	人力運用	不需要大量有經驗的模板工，只需幾位有經驗的傳統模板工，做一些特殊造型的模板收頭，大部分的模板工作為組拆的工作，只需要系統的組合拆裝工人，故初期的訓練非常重要。系統模板較傳統模板可節省大量泥水工人，且因使用大型模板，減少現場剪裁、垃圾量少，現場較整潔。
	對造型變化之適應能力	適應能力低，系統模板考慮經濟性、施工性及起重設備按轉用均以傳統模板收頭。
	外牆組拆對工作架之需求	傳統鷹架處理，其外牆後續泥水、放樣、磁磚工程可依序施作。
析	混凝土澆置之配合	牆、柱混凝土澆置需利用塔吊加吊桶方式或利用澆置臂，版、梁則以泵送方式，以塔吊加吊桶方式或利用澆置臂處理，工作不易、進度慢，且混凝土澆置施工方式除了成本之外，尚有安裝位置及混凝土粒料分離等問題。
	外牆補孔及防水	無外牆補孔及防水問題。

表 3.3-9 佳承系統模板之性能分析

佳承系統		
性	揚重能力之需求	2T的揚重能力且範圍需涵蓋外牆。
	施工方式	柱 牆 版梁 樓梯等二次混凝土施工。分次施工，混凝土無法一體澆築故接縫處多，保固及防漏性較差，且樓梯部份後做，造成人員上下不方便易生危險。
	支撐系統	無滯留支撐系統。
能	平整性	採用木質芬蘭板或印尼面板，經轉用多次後，由於組拆模等造成面板損傷，越至上層平整性會越差，故模板之保養非常重要。木質面板每經拆模 組模 吊運，轉用多次後面板會受損，且密實性變低，平整性變差，或其他工種隨意鑽孔，造成漏漿或影響平整性，故其它工種若需要鑽孔或管路位置變更等，需與系統模板密切協調。
	人力運用	不需要大量有經驗的模板工，只需幾位有經驗的傳統模板工，做一些特殊造型的模板收頭。
	對造型變化之適應能力	適應能力中等，系統模板考慮經濟性、施工性及起重設備按轉用均以傳統模板收頭。
析	外牆組拆對工作架之需求	外牆組模以傳統鷹架處理，其外牆後續泥水、放樣、磁磚工程可依序施作。
	混凝土澆置之配合	牆、柱混凝土澆置需利用塔吊加吊桶方式或利用澆置臂，版、梁則以泵送方式。
	外牆補孔及防水	牆模拆除，留有螺栓孔需回補，若回補不實有造成滲水之慮。

表 3.3-10 佳承系統模板之性能分析

EIW系統		
性能分析	揚重能力之需求	約需2T的揚重能力且範圍需涵蓋外牆。
	施工方式	柱、牆、版、梁、樓梯等二次混凝土施工。分次施工，混凝土無法一體澆築故接縫處多，保固及防漏性較差，且大型模板工法、樓梯部份後做，造成人員上下不方便易生危險。
	支撐系統	版底滯留支撐，樑底無滯留支撐系統。若支撐組數不夠滯留支撐系統需轉用時，則以回撐處理。
	平整性	採用木質芬蘭板或印尼面板，經轉用多次後，由於組拆模等造成面板損傷，越至上層平整性會越差，故模板之保養非常重要。
	人力運用	不需要大量有經驗的模板工，只需幾位有經驗的傳統模板工，做一些特殊造型的模板收頭，大部分的模板工作為組拆的工作，只需要系統的組合拆裝工人，故初期的訓練非常重要。系統模板較傳統模板可節省大量泥水工人，且因使用大型模板，減少現場剪裁、垃圾量少，現場較整潔。
	對造型變化之適應能力	適應能力中等，系統模板考慮經濟性、施工性及起重設備按轉用均以傳統模板收頭。
	外牆組拆對工作架之需求	於組拆外牆部份之模板時利用牆模本身之上、下層工作台組裝，並可於下層工作台掛吊一層補修架，但須列入合約條件，另加費用。
	混凝土澆置之配合	牆、柱混凝土澆置需利用塔吊加吊桶方式或利用澆置臂，版、梁則以泵送方式，以塔吊加吊桶方式或利用澆置臂處理，工作不易、進度慢，且混凝土澆置施工方式除了成本之外，尚有安裝位置及混凝土粒料分離等問題。
外牆補孔及防水	牆模拆除，留有螺栓孔需回補，若回補不實有造成滲水之慮。	

3.4 各系統之主要作業流程

根據模板作業的施工工法可分為傳統的「木模施工方式」及配合系統模板施工所常用的「組拆式模板施工系統」、「滑動模板施工系統」、「飛模施工系統」、「爬升模板施工系統」與「鋼模施工系統」等。一般而言，工地規格模板作業的程序大致為材料準備、放樣、模板加工、組立裝配、檢驗、混凝土澆置中之監視與補救、拆模及再撐等循環，其施工時程較其它結構體工程為長且繁複。表3.4-1至3.4-10即對各系統模板之主要作業流程作歸納整理。

表 3.4-1 ALUMA 系統模板之主要流程

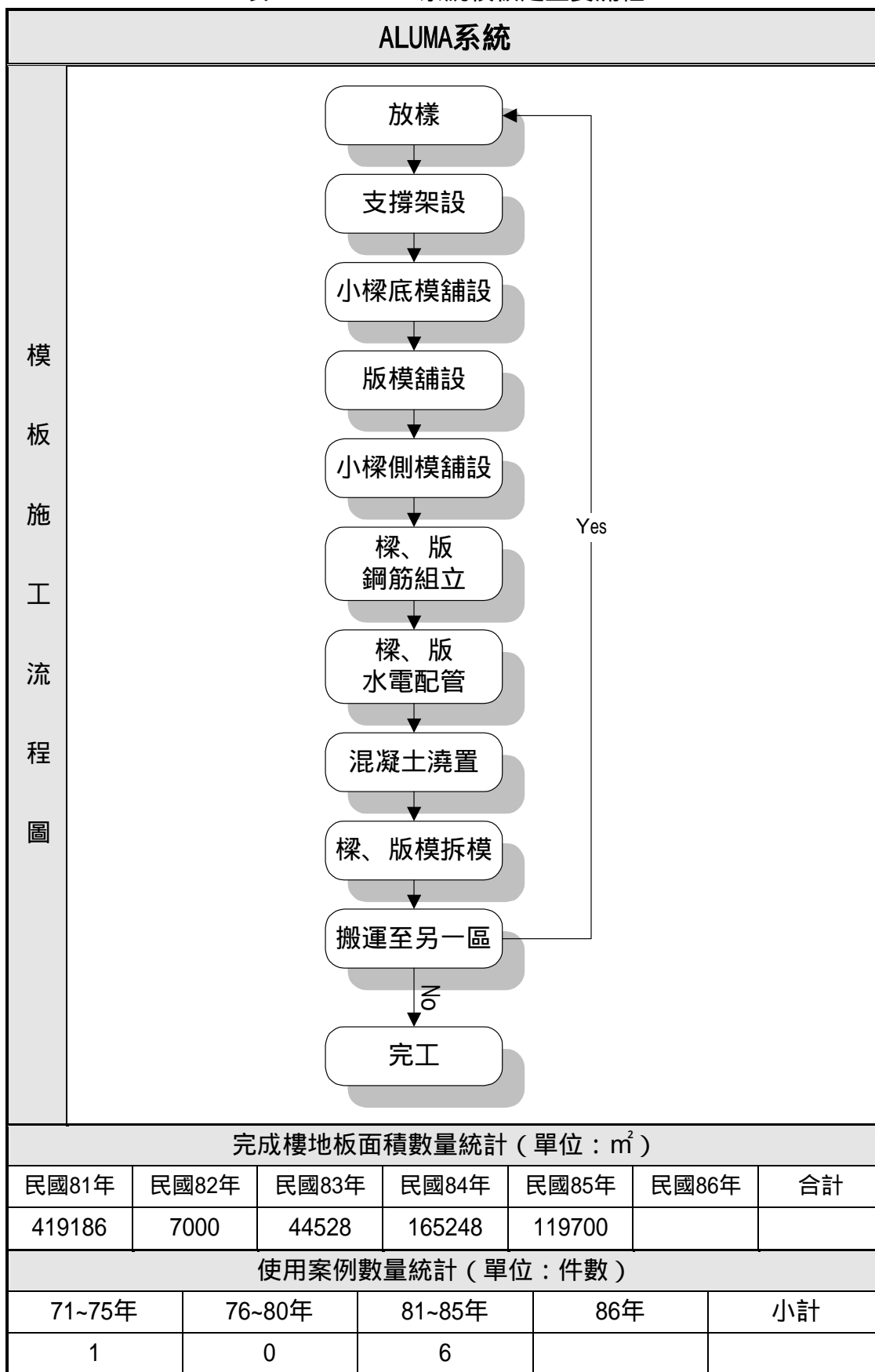


表 3.4-2 DOKA 系統模板之主要流程

DOKA系統							
模 板 施 工 流 程 圖	完成樓地板面積數量統計 (單位：m ²)						
	民國81年	民國82年	民國83年	民國84年	民國85年	民國86年	合計
	0	140000	232848	0	0		
	使用案例數量統計 (單位：件數)						
	71~75年	76~80年	81~85年	86年	小計		
	0	9	3				

表 3.4-3 DH 系統模板之主要流程

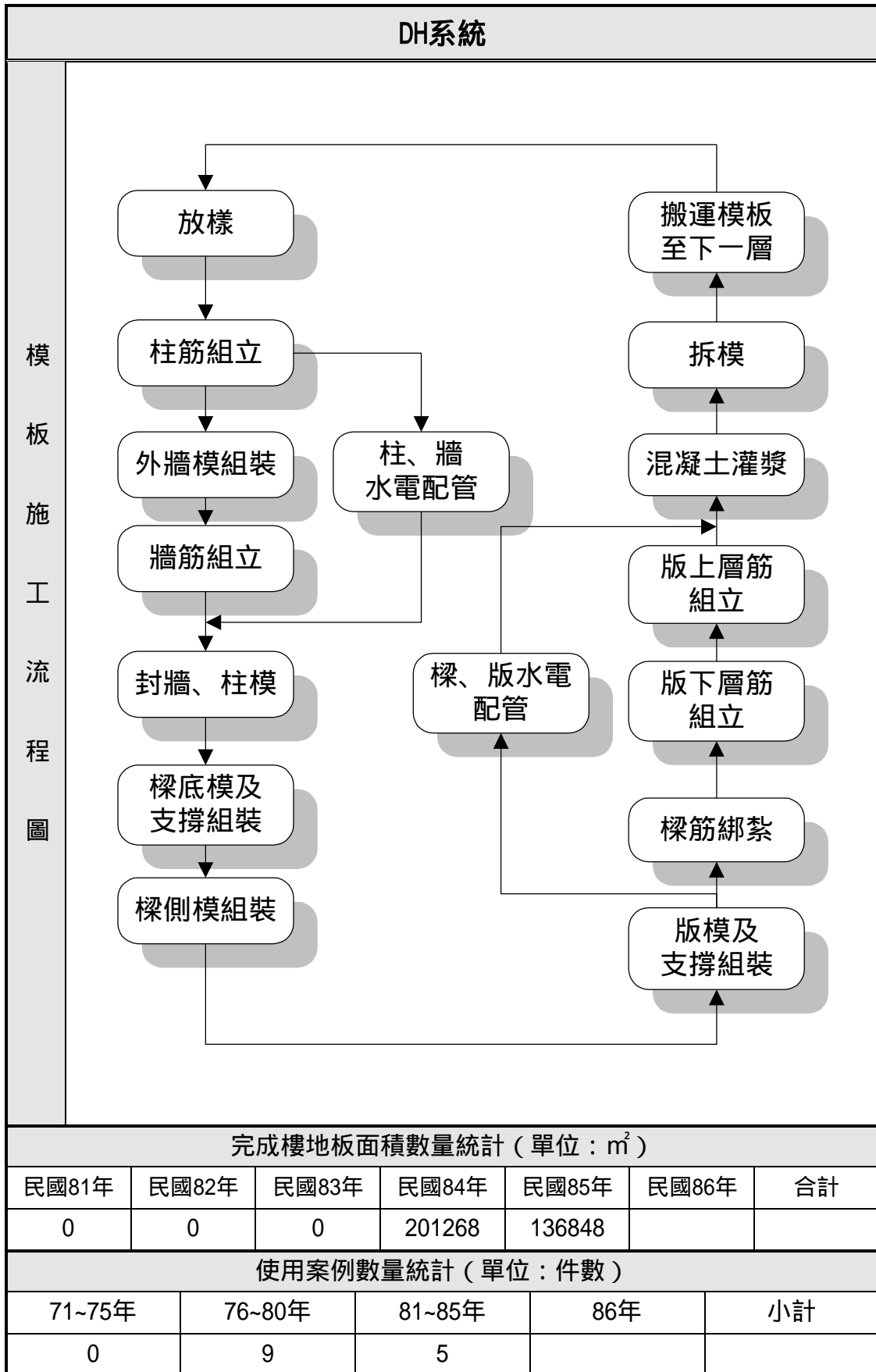


表 3.4-4 HUNNEBECK 系統模板之主要流程

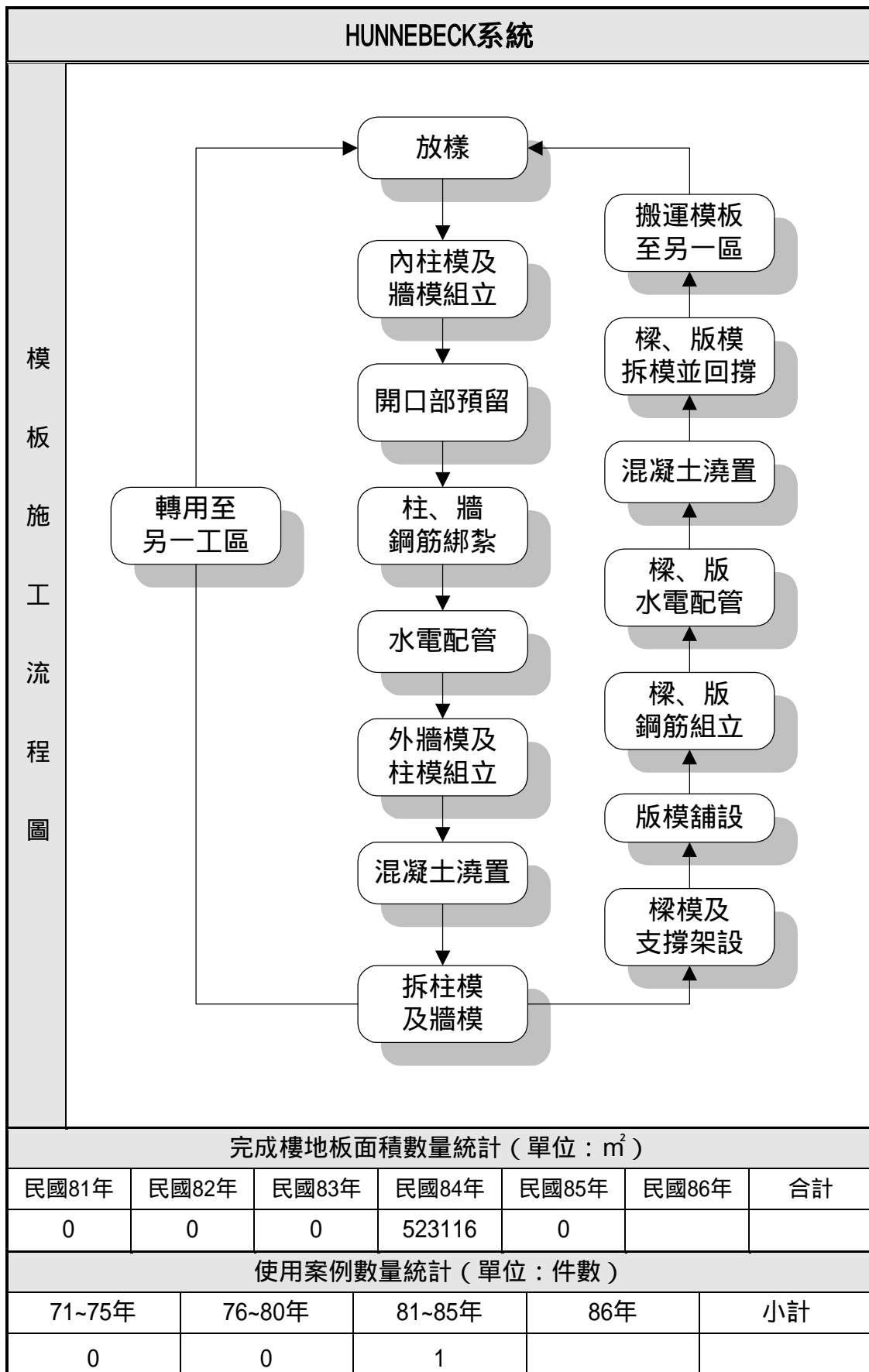


表 3.4-5 SYMONS 系統模板之主要流程

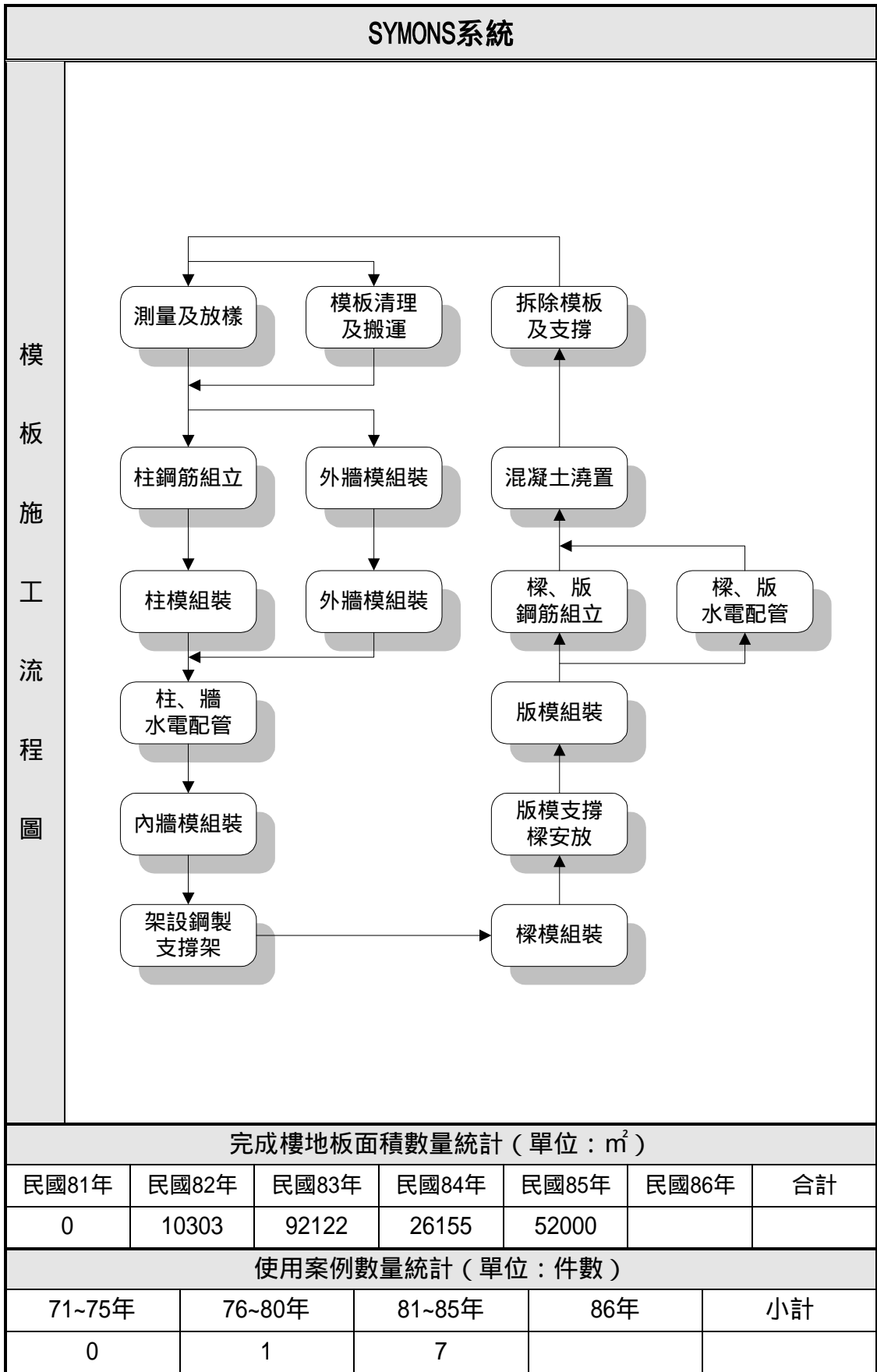


表 3.4-6 MASCON 系統模板之主要流程

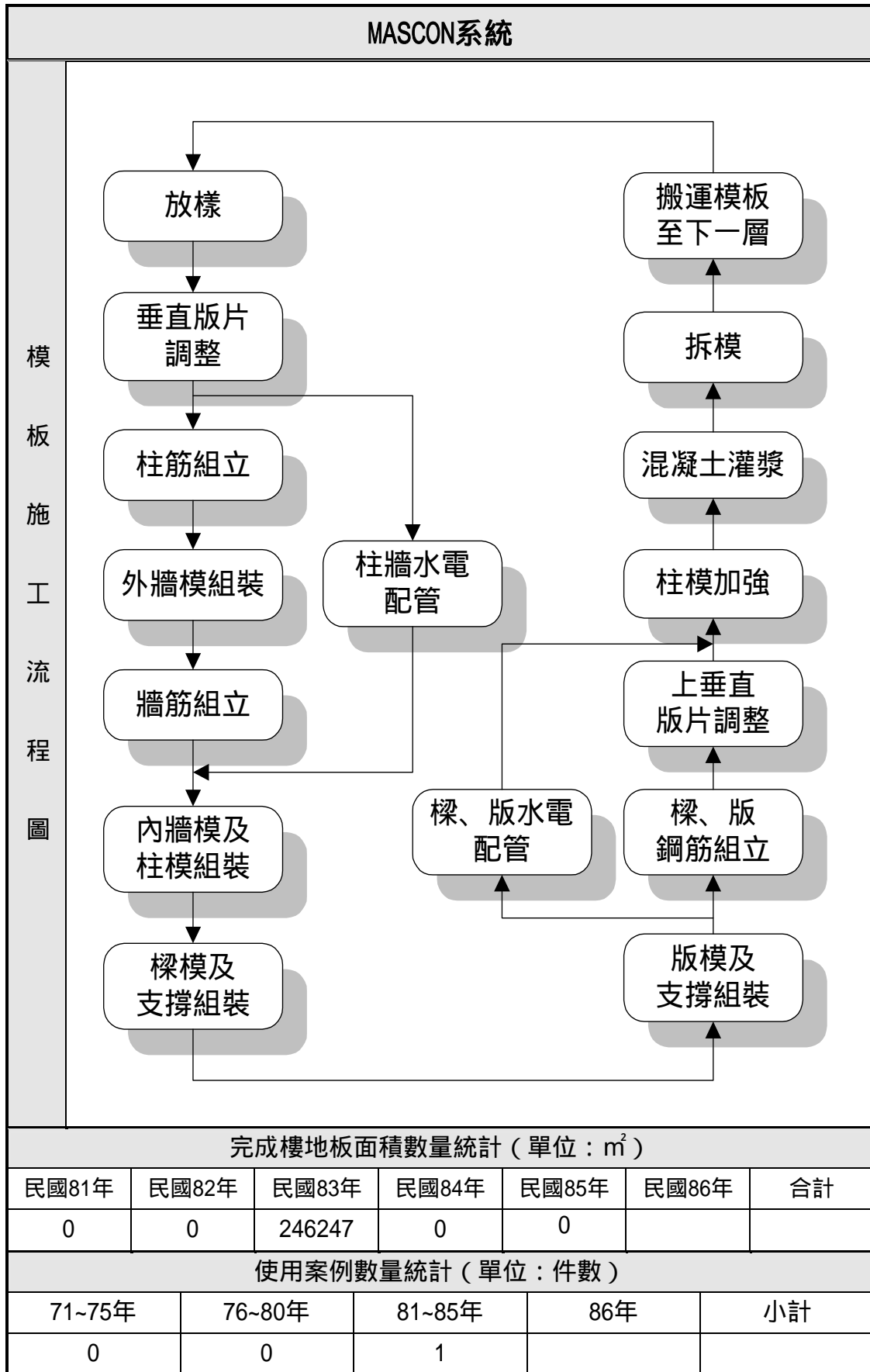


表 3.4-7 中屋系統模板之主要流程

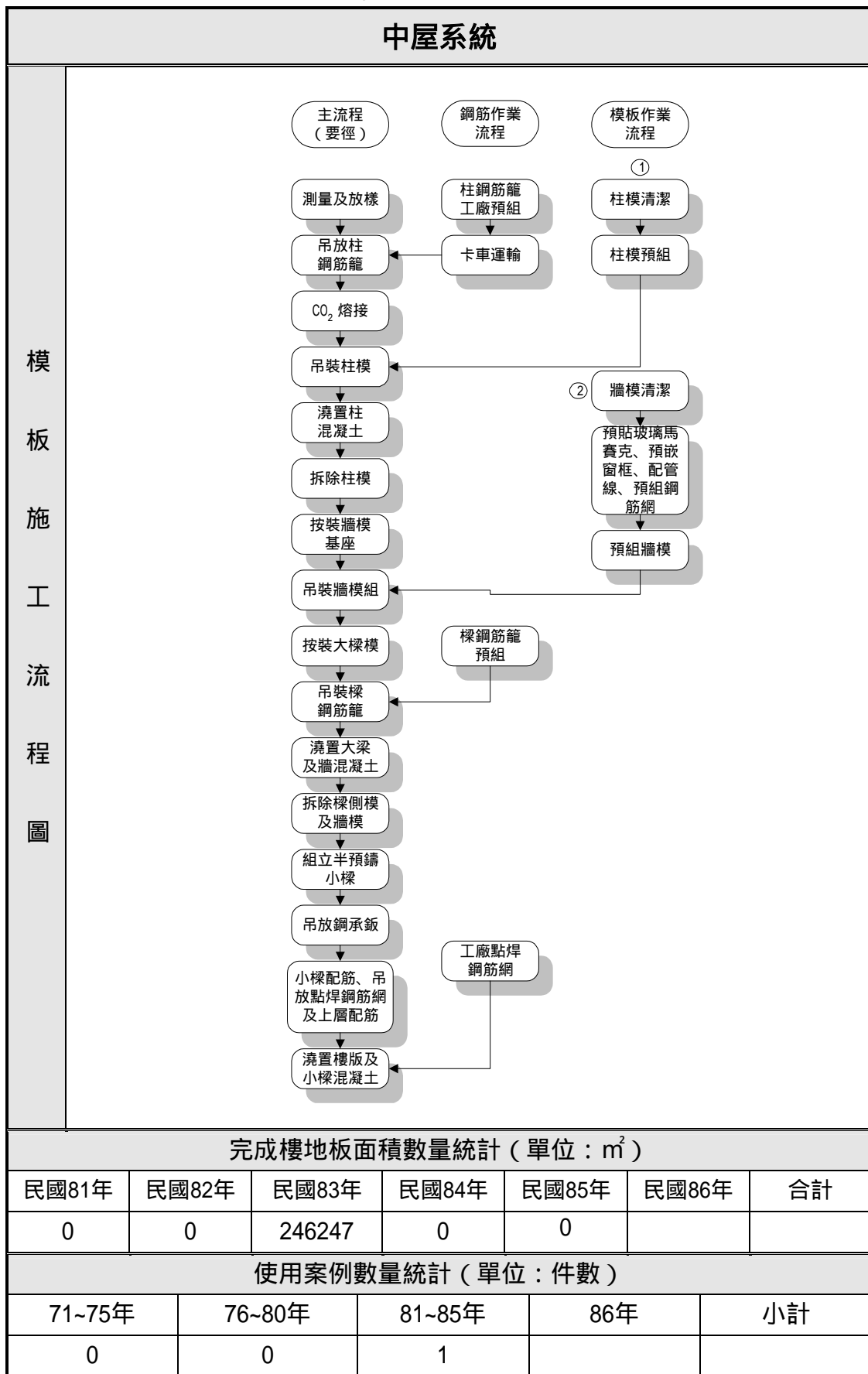
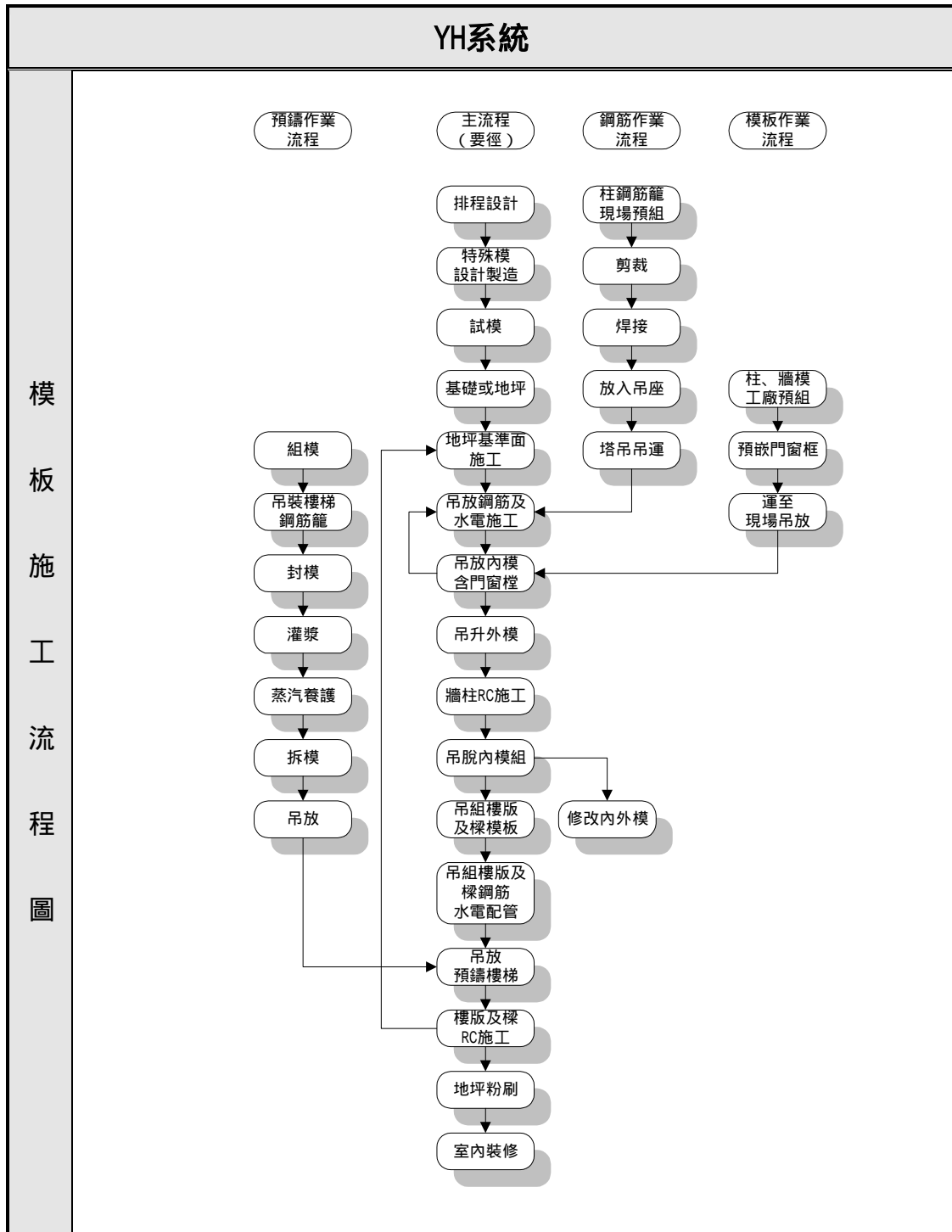


表 3.4-8 YH 系統模板之主要流程



完成樓地板面積數量統計 (單位：m ²)						
民國81年	民國82年	民國83年	民國84年	民國85年	民國86年	合計
0	114048	0	0	500004		
使用案例數量統計 (單位：件數)						
71~75年	76~80年	81~85年	86年	小計		
0	0	5				

表 3.4-9 佳承系統模板之主要流程

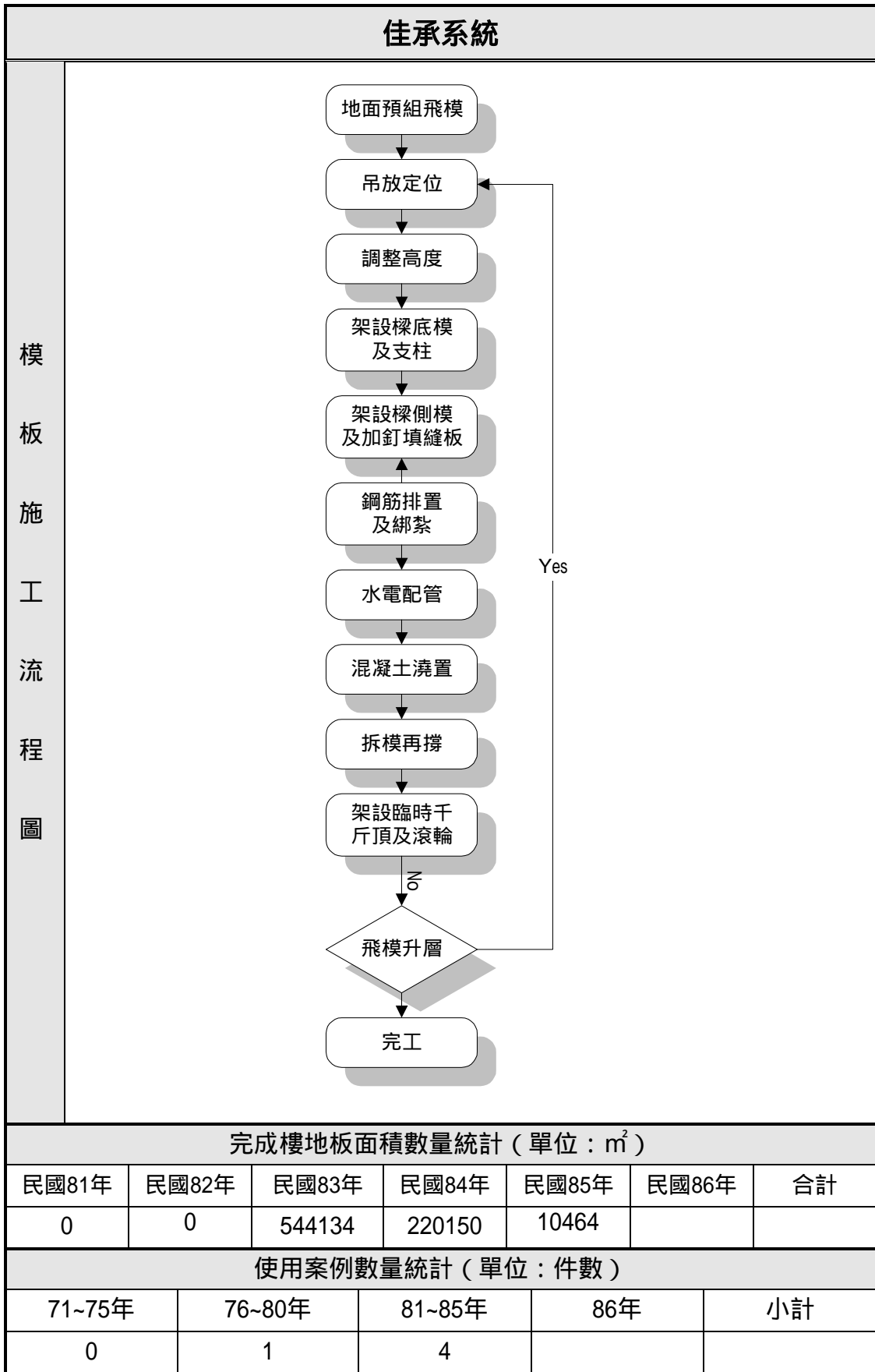


表 3.4-10 EIW 系統模板之主要流程

EIW系統							
模 板 施 工 流 程 圖	完成樓地板面積數量統計 (單位：m ²)						
	民國81年	民國82年	民國83年	民國84年	民國85年	民國86年	合計
	使用案例數量統計 (單位：件數)						
	71~75年	76~80年	81~85年	86年	小計		

3.5 相關系統模板使用數量、實績

第四章 系統模板施工個案特性探討

4.1 太平洋興新 - 複合式系統模板工法

4.1.1 基本特性：

就鋼筋混凝土構造而言，基本上具有模板、鋼筋和混凝土三項目，而此三項目，都於現場組立施作，不僅需求大量勞工，工期不易控制，且結構體品質不良。複合式工法乃針對上述各項缺失，透過系統化規劃方式分析檢討，擬定一套介於預鑄工法與傳統工法之間，並利用場鑄、預鑄、半預鑄和現場施作等多種工法搭配及組合之施工方法。

目前營建工程技術之改進皆以增加施工之速率、提高工程品質及安全性為目標，但模板工程則一直無顯著之技術提昇，故模板工程一直是工期上的要徑，由此可見模板工程對整個施工過程中的重要性。太平洋複合式工法係針對國內對設計模矩化理念的欠缺以及顧客需求多樣化等因素，在模板工程方面採用場鑄、預鑄或半預鑄構件與系統模配合，以求模板工程能與其它營建工程技術同步提升改進。結構體構件之場鑄、預鑄或半預鑄不僅可達到鋼筋部份預組、鑄面尺寸精準、平滑外，更可大量減低妨礙工程進度的現場鋼筋組立和模板工作及後續構件表面修飾等工作因素。因此複合式工法模板工程部份，是以場鑄、預鑄或半預鑄構件和系統模板為材料與相關機具設備做配合取代傳統工法，以達降低工程成本、縮短工期、提高工程品質及工程安全之目的。

目前國內一般大型建築工程個案多半高樓林立，結構體方正且大部份規格化，經規劃大部份可採用複合式工法施工。而柱模採用鐵柱模，以方型模板配合輕便清水模、傳統模。樓版則採用定型清水模，及半飛模，太平洋複合式工法可依工程個案之條件選擇最適宜之施工方法及組合。

4.1.2 施工方式：

太平洋複合式系統模板，是一套介於預鑄工法與傳統工法之間，並利用場、預鑄、半預鑄和現場施作等多種工法搭配及組合之施工方法。其施工順序為：

1. 放樣後柱筋組立、柱模組立及 RC 搗築
2. 牆筋組立及水電配管，系統模組立及 RC 搗築
3. 輕便牆模組立，樑版模板組立
4. 樑版鋼筋組立
5. 水電配管，樑版 RC 搗築

結構體各部位施工組裝概述

一、柱模施工：

柱模施工有下列兩種方式：

1. 柱尺寸變化多，且不利於調裝組模者（地下層結構），採加勁傳統清水柱模。其施工步驟如下：
 - （1）柱模墊板固定於放樣線位置，並需保持大概之水平。
 - （2）立第一片柱模時需以二支拉桿調整第一片柱模之垂直度，至垂直度調整好固定拉桿後，再組立其餘三片柱模。
 - （3）每片柱模之垂直角材用四支 6 公分*6 公分方木作夾板背襯材。
 - （4）水平固定料則使用槽型鐵利用螺拴固定。
 - （5）柱模上無樑開口之柱頭方木背襯材需直接通到版底，以確保柱頭模板之平整。
 - （6）柱模固定完成後，分別於 X、Y 向重新檢查其垂直度，確定無誤時 X、Y 向均需用拉桿固定妥當。
2. 柱尺寸規格化、有吊裝設備者則採用鐵柱模，其施工步驟如下：
 - （1）柱模之製作

由於柱模之精確度影響後續作業之品質甚多，因此柱模製作時需先考慮柱模材質之勁度，使柱模在任何搗築情況下均不致變型，經力

學分析，其柱模內襯為4mm厚鐵板，水平勁材則用75*75*6角鐵，間距約24公分一處，柱四角分別使用與水平勁材同尺寸之角鐵作為垂直補強料，並用五分螺絲連結固定而成。

(2) 柱模之組立

- a. 內柱（中間柱）之組立：由於一般柱子之放樣是彈實際尺寸，因此柱鐵模組立後將遮住柱之墨線不易檢測，因此於立模時必須加彈輔助線，柱模輔助線是彈設於柱模之外緣，以利檢測，柱模垂直度之校正是分別利用 X、Y 向之垂直度。
- b. 外柱之組立步驟與中間柱相同，因為外柱涉及以後牆面整體性，因此外柱完成後需於上下位置加拉通線，以確保柱面之平整。

二、系統牆模組裝

此系統模板為重力式系統模板，夾板採用HDO六分夾板（高密度覆膜夾板），因此模板本身之背撐材勁度非常之強，可承受任何搗築速率及震動搗實作業而不至產生變形，能確保牆面之平整度，由於系統牆之製作在工廠生產，因此尺寸之精密度極高。

1. 系統牆模吊裝之三大步驟：

(1) 訂定水平 (2) 定點及定線 (3) 調整垂直度，分述如下：

A. 系統模之水平控制

由於系統模在工廠製作，為精確度極高之模矩，由於一般樓版在混凝土搗築時，無法控制到絕對之水平完成面，因此為了控制系統模組裝時之水平，於模板吊裝前，必須先以夾板做系統模板的支承墊，每單元之系統模支承墊需作二至三處，視每片系統模之大小而定。為求門窗預留孔之位置固定一致，因此模板水平支承墊製作時必須取一相同值，以利系統模在轉用時，預留孔之位置及高度可保持不變，並確保預留孔，孔位之準確。

B. 系統模之定點與定位

為求系統模組裝之準確，於吊裝前需另彈輔助線，輔助線之位置

多為牆線之左右側34.5cm處另彈兩條系統模組立輔助線，而該輔助線正好為系統模板之外線，系統模封模後尚可調整系統模，使就定位，而系統模定點之方式為在牆線之垂直方向，距離立模之定點取一整數值，彈一直線於模板上及地上，當立模時模板上之線與地板上之線閉合時即為立模之準確位置。

C. 角隅系統模之定點與定線是分別在垂直相交兩系統模及對應位置之地坪上，以固定彈設兩條輔助線於立模時求其兩條輔助線之閉合。

D. 系統模之垂直校正

當系統模定點定線完成後，需要調整系統模之垂直度，而垂直度之調整是利用三角支撐架之螺桿來調整，將垂球掛於系統模之外緣上端，利用三角支撐架之螺桿，當調整到垂球與地面上所彈之牆模輔助線同一直線即可。

E. 當單面模組立完成，且鋼筋綁紮完成後，即可開始封模，封模之順序從立模起始線開始組立，方可達到內外模孔對孔，容易安裝，將內模固定完成之 Snap Tie 由外模對應之孔洞穿出。當完成所有外模夾板後同樣於 Snap Tie 上放置一支背撐材，並用榔頭敲緊 Snap Tie 之承壓版，如此模板之固定即算完成。

三、樑模及樓版施工

此複合式系統模板工法，其建築物之水平構件部分，也就是樑模及樓版之施工，是以傳統方式施作為主，其分別敘述如下：

1. 樑模施工

(1) 樑底模是以進口六分夾板及兩支 1.2 寸 * 1.5 寸角材組合而成，每片長度為 244 公分，W 樑寬視尺寸而定，如圖 4.1 所示。

圖 4.1 樑底模示意圖

(2) 樑側模是以進口六分夾板及三支 1.2 寸 * 1.5 寸角材組合而成，每片長度為 244 公分，H 視樑之深度而定，如圖 4.2 所示。

圖 4.2 樑側模示意圖

(3) 樑側之固定 (如圖 4.3 所示)：

- a. 樑側夾板之背襯材每 1.2 寸 * 1.5 寸三支角材，或 2 寸 * 2 寸三支角材。
- b. 以樑模固定鐵件卡於樑側之頂端。
- c. 另以垂直料或 2 寸 * 2 寸方木卡於上端固定鐵件之槽內並固定於側牆。
- d. 於樑底版之下部以固定螺栓鎖緊。
- e. 如此之固定方式可避免於樑內穿孔、鎖鐵件，可保持樑側混凝土完成面之平整。

圖 4.3 樑側固定方式詳圖

(4) 樑底支撐可分為兩種 (如圖 4.4 所示):

樑模A:

- a. 於樑底之縱向左右側各加一支2寸方木，並固定於樑下。
- b. 採用改良式T型支撐料。
- c. 使用改良式支撐料，每支間距約為65公分，每支樑需於端部、尾部及中間加設雙排支撐。

樑模B:

- a. 於樑底之縱向左右側各加二支2寸方木，並固定於樑下。
- b. 支撐料則採用雙排每90公分一支。

2. 樓版模板施工步驟:

- (1) 地下室版之施工，版之夾板採5分防水夾板。
- (2) 夾板下之欄柵料使用6公分 * 6公分方木@45公分一支。
- (3) 欄柵下之水平橫料使用6公分 * 6公分方木@約100公分一支。
- (4) 鋼管支撐料縱向為@90公分一支。
- (5) 當樓版及樑之尺寸規格化，且無RC牆或其它結構阻礙出模動線時，宜考慮採用半飛模，即規劃出樓版尺寸製作成Table Form易於組拆作業。

圖 4.4 樑底支撐示意圖

4.1.3 實際施工狀況

一、施工流程

太平洋複合式系統模板工法其施工方式，是將每一標準層結構物分成三次鋼筋及模板的組立和混凝土澆灌。第一次為柱及未與柱相接之牆；第二次為與柱相接之牆；第三次為梁與樓版之施工。其施工流程如圖4.5所示。

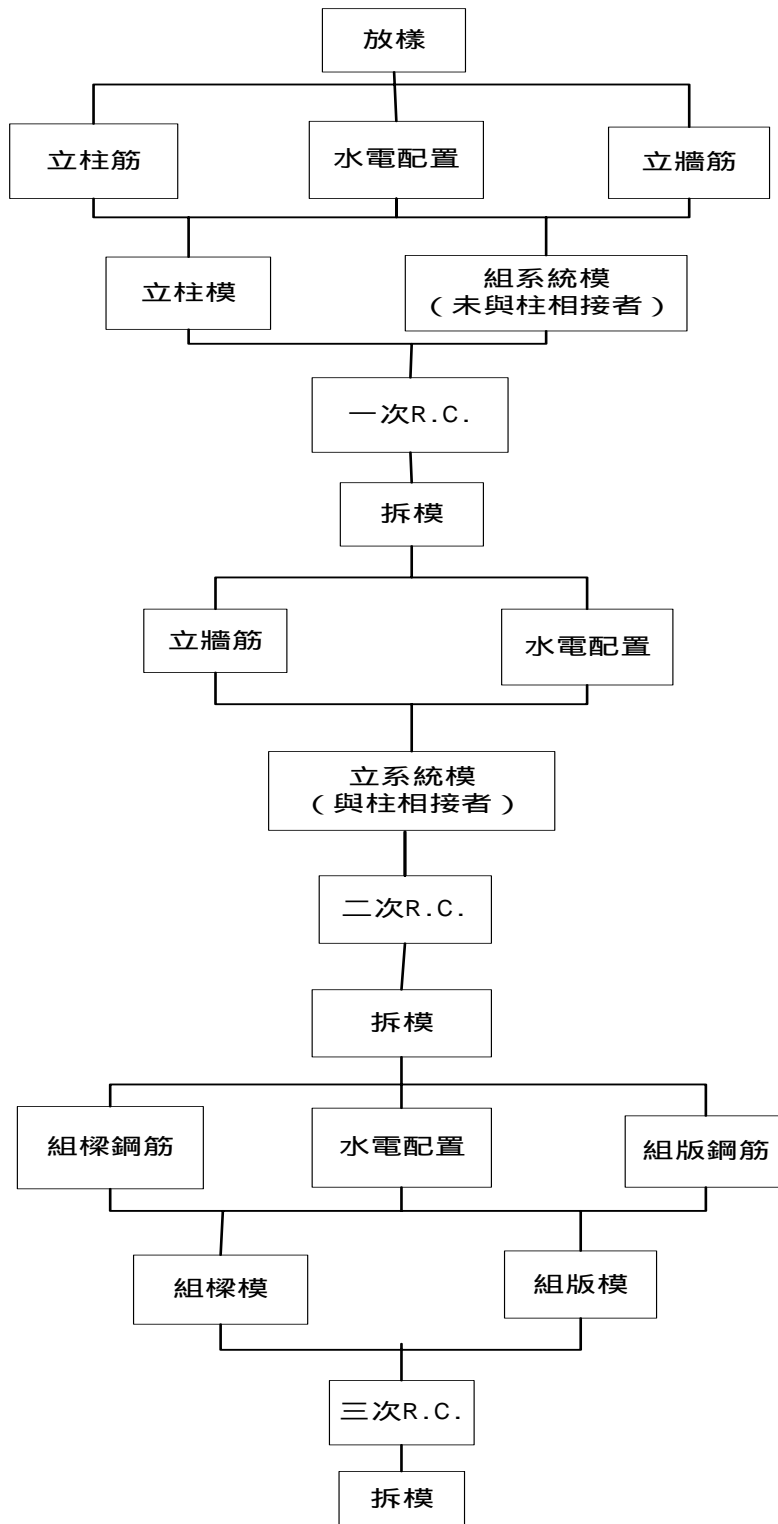


圖 4.5 太平洋新興公司複合式系統模板施工流程

二、五分鐘評估及作業流程分析

本研究利用五分鐘評估法(Five minutes rating)，選擇觀測柱模及牆側模之組立程序，而其工班組合皆是以三個工人配合塔吊進行施工，其中不包括將模板掛上吊勾之工人。觀測頻率採用每分鐘觀測一次，柱模組立觀測時間為60分鐘，牆模組立觀測時間為40分鐘，觀測記錄如表4.1、表4.2，並將其記錄改繪成工人平衡圖，結果如圖4.6、圖4.7。

由柱模組立之工人平衡圖中可發現，工人1、2所閒置的時間，大致等於塔吊上升加上柱模吊上掛勾的時間，因為一棟大樓只有一部塔吊，所以此部份的進度很難再加快，但工人3施作一支柱模的時間(固定柱模)，比起前述工人1、2來說，顯然較長，所以在時間允許的情況下可使用此法，但在趕工時，可增加工人支援此工程項目，如此即可增快施工之速率。

由牆模組立之工人平衡圖中得知，塔吊之施工速率為影響牆模施工速率的重要因素，如果塔吊的施工速率較慢，則可以較少的工人加以配合，以減少工人的閒置時間；如果塔吊的施工速率較快，則以較多的工人加以配合，則可增進工作速率。

表 4.1 太平洋新興公司複合式系統模板柱模吊裝作業之五分鐘評估紀錄

時間	塔吊	工人 1	工人 2	工人 3	時間	塔吊	工人 1	工人 2	工人 3
		D	D		31		D	D	F
		D	D		32		D	D	F
3	A	E	E		33	A	E	E	F
4	A	E	E		34	A	E	E	F
5	A	E	E		35	A	E	E	F
6	B			F	36	B			F
7	C			F	37	C			F
8	C			F	38	C			F
9	C			F	39	C			
10		D	D	F	40		D	D	F
11		D	D	F	41		D	D	F
12	A	E	E	F	42	A	E	E	F
13	A	E	E	F	43	A	E	E	F
14	A			F	44	A			F
15	B			F	45	B			F
16	B			F	46	B			F
17	B			F	47	B			F
18	C			F	48	C			F
19	C			F	49	C			F
20		D	D	F	50		D	D	F
21		D	D	F	51		D	D	F
22		D	D		52		D	D	F
23	A	E	E	F	53	A	E	E	F
24	A	E	E	F	54	A	E	E	F
25	A			F	55	A			F
26	B			F	56	B			
27	B			F	57	B			F
28	C			F	58	C			F
29	C			F	59	C			F
30	C			F	60	C			F

說明：

A - 塔吊下降

B - 模板掛上掛勾

C - 塔吊吊升

D - 柱模套上鋼筋籠上

E - 調整至確實的位置

F - 確實固定柱模

■ - 閒置時間

圖 4.6 太平洋新興公司複合式系統模板柱模吊裝作業工人平衡圖

4.2 太平洋新興公司複合式系統模板牆側模吊裝作業之五分鐘評估紀錄表

時間	塔吊	工人 1	工人 2	工人 3	時間	塔吊	工人 1	工人 2	工人 3
1	B				21	A	H	H	H
2	B				22	A	H	H	H
3	B				23	B			
4	C				24	B			
5	C				25	C			
6	C				26	C			
7	C				27	C			
8		G	G	G	28	C			
9	A	G	G	G	29	C			
10	A	G	G	G	30		G	G	G
11	B	H	H	H	31		G	G	G
12	B	H	H	H	32	A	H	H	H
13	B	H	H	H	33	A	H	H	H
14	C	H	H	H	34	B	H	H	H
15	C				35	B	H	H	H
16	C				36	B	H	H	H
17	C				37	C	H	H	H
18		G	G	G	38	C			
19		G	G	G	39	C			
20	A	H	H	H	40	C			

說明：

A - 塔吊下降

B - 模板掛上掛勾

C - 塔吊吊升

D - 柱模套上鋼筋籠上

E - 調整至確實的位置

F - 確實固定柱模

G - 牆模以角材假固定

H - 將牆模調整固定至正確位置

■ - 閒置時間

圖 4.7 太平洋新興公司複合式系統模板牆側模吊裝作業工人平衡圖

4.1.4 使用成效

本工程其標準層之施工進度表，如表4.3所示，但經過針對此工地（汐止登峰天下）之時間分析，及對工地施作人員之訪談，當系統模施工人員已重複施作十數次後，其學習曲線已達平衡狀態，其標準層施工循環時間，柱、牆組立及R.C.澆置為3天、其餘之牆模4天、樑及樓版3到5天，總共只需12天左右。

表 4.3 標準層施工進度

天數	時間	進度	備註
1	06:00 ~ 10:00	放樣	
	08:00 ~ 10:00	升電梯內模（半組）	
	10:00 ~ 17:00	立柱筋 16 支，電梯隔間牆筋	柱筋最少完成 80 %
	10:00 ~ 17:00	水電配置	水電最少完成 80 %
	10:00 ~ 17:00	彈輔助線定水平，拆系統模螺絲	
	13:00 ~ 17:00	樓梯扶手輕便模（單面）	
	15:30 ~ 17:00	升電梯內模（半組）	
2	08:00 ~ 10:00	立柱筋，水電配置	完成 20 %
	08:00 ~ 12:00	封電梯外模，封柱模	
	08:00 ~ 14:00	樓梯扶手封模	
	14:00 ~ 17:00	樓梯扶手配筋	
	14:00 ~ 17:00	柱、電梯牆、樓梯扶手 R.C.	
	10:00 ~ 17:00	立系統模（單面）	與柱未相接之牆
3	08:00 ~ 09:00	拆柱模	
	09:00 ~ 10:30	立系統模（單面）	與柱相接之牆
	10:00 ~ 17:00	牆筋及水電配置，至少 80 %	
	10:30 ~ 17:00	封系統牆模	
4	08:00 ~ 10:00	牆筋及水電配置，至少 20 %	
	10:00 ~ 17:00	封系統牆模	
5	08:00 ~ 12:00	牆、樓梯 R.C.	
6	08:00 ~ 09:00	拆系統牆模	
	09:00 ~ 09:30	立系統模（單面）	
	09:30 ~ 12:00	牆筋及水電配置	
	13:00 ~ 14:00	封系統牆模	
	15:00 ~ 17:00	牆模 R.C.	
	15:00 ~ 17:00	拆系統牆模	
7	08:00 ~ 09:30	拆牆模樑模組立	
8-9	08:00 ~ 17:00	樑模組立	
10-11	08:00 ~ 17:00	版模組立	
12-13	08:00 ~ 17:00	鋼筋組立	
14	08:00 ~ 17:00	水電配置	
15	08:00 ~ 17:00	樑及樓版 R.C.	

4.2 SINLAY 玻璃纖維系統模板工法

4.2.1 基本特性

玻璃纖維系統模板為一種創新的專利產品，係新加坡李金塔公司於1984年，針對個各種鋼質、木質系統模板之優缺點截長補短，並配合玻璃纖維材料之可塑性研發而成，首批用於新加坡5000戶國宅之興建，使用證明玻璃纖維系統模板無論在提高工程品質、縮短工期、降低工程綜合成本上，均有優異的效果。因而逐漸在新加坡、馬來西亞等地，廣泛地彼採用，至今，採用玻璃纖維系統所興建之五至十八樓住宅已超過20萬戶。

民國79年國內首度引進該系統模板，用於軍方營舍工程，唯該種系統模板係使用鋼質骨架，加上玻璃纖維面板構成模板主體，但因鋼製骨架，重量仍較重，造形變化較困難，且鋼製骨架，容易鏽蝕，如有損壞，修補不易，經過多年研究，並蒙國內多位專家學者共同協助，利用鑄模技術，將面板、背撐及骨架一體成型，再經抗酸、抗鹼、耐磨、硬化等處理，開發出新一代的玻璃纖維系統模板，並訂名為『SINLAY系統模板』。SINLAY系統模板之抗至壓抗彎強度接近鋼模，重量僅為鋼模之1 / 8，外物附著力為鋼模之1 / 6，因而易於拆模，可提高模板裝拆速度及混凝土面品質。熱傳導率為鋼模之1 / 300，保溫性良好，可提高混凝土之成熟度，可提早拆模，彈性模量、鋼度、硬度等，均高於木模兩位數以上，且耐水性好，受潮後不變形，確保施工安全及施工品質，同時玻璃纖維模板，在工廠製造，尺寸精確，並可按設計圖說以鑄模方式製造各種形狀各種尺寸之模板 以配合工程施工需要，經在數個較小工地實地使用，已證明其效益，目前已申請多國專利。

4.2.2 施工方式

本工法施工方式為柱、樑、版主要結構體一次澆置完成，現以國立台灣大學凝態科學館第二期新建工程之邊柱為例，將施工步驟及施工方式，分項說明於下：

1. 在柱的部位，依據放樣，將與模板接合邊等寬之 0.5 公分厚木板，固定在地板上，做為柱模之基準板，此基準板之作用，在校正柱之位置，水平及高程。
2. 模板在工廠製造完成並經檢驗後，運往工地，工人施工時，依據模板施工圖，選取已有編號之正確模板片，按放於基準板上，下端與基準板固定，模板與模板之間，相互以 U 形扣鎖緊。柱模通常由四片內角模組成，以確保柱角之 90 度，因本工程外側為 PC 預鑄外牆板，此邊角柱僅有兩面模。
3. 在柱體模組裝到一定高度時，於柱體模上端按裝外角板之樑底模，並以 U 形扣穿過鎖孔與柱體模鎖緊固定，如圖 4.8。

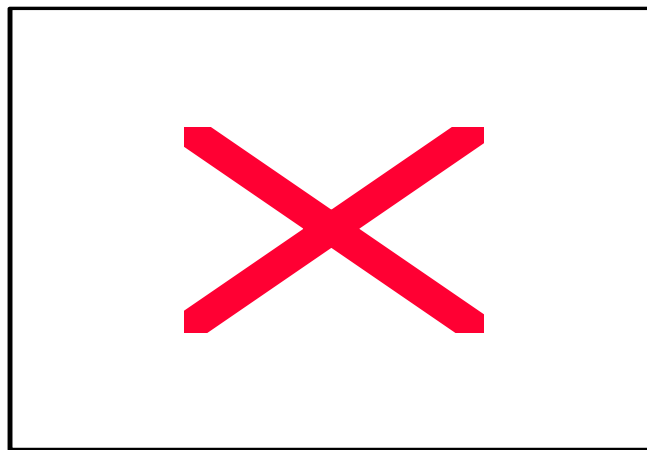


圖 4.8 柱頭樑底板示意

4. 以曲形角板，安裝於樑及柱之外緣，作為樑側模，並以 U 形扣穿過鎖孔與樑底模及柱模鎖緊固定。
5. 以多面角板，安裝於樑側模上，作為轉角板模，並以 U 形扣通過鎖孔與樑側模鎖緊固定。
6. 以外角板，安裝於樑側模上，作為樑版接合模板，並以 U 形扣通過

- 鎖孔與樑側模及轉角板模相互鎖緊固定。
7. 依序安裝樑底模、樑側模、樑版轉角模，並以 U 形扣穿過鎖孔相互鎖緊固定。
 8. 以上之各片模板組合鎖緊固定後，即按裝版模，亦以 U 形扣穿過鎖孔，與相鄰之模板鎖緊固定。
 9. 以此方式完成全部組模工作，然後再經檢查、校正及必要之補強，即完成組模。
 10. 樑底、版底之支撐及柱之外框補強，係按照應力計算，以鋼角材、鋼支撐及快拆支撐組成支撐架支撐之。
 11. 通常玻璃纖維模板施工，除特殊部位外，一般接合面均位於平面上，而不是在轉角上，使其完成之成品交角能保持 90 度之垂直度。

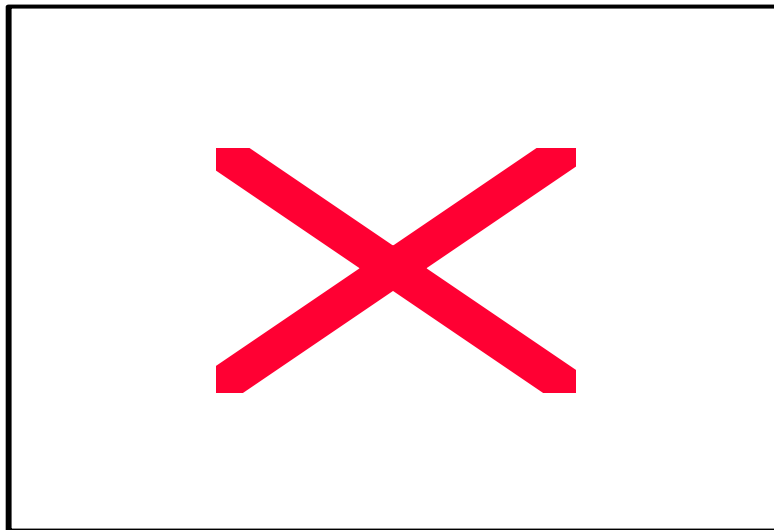


圖 4.9 樑、柱、樓版接頭之示意

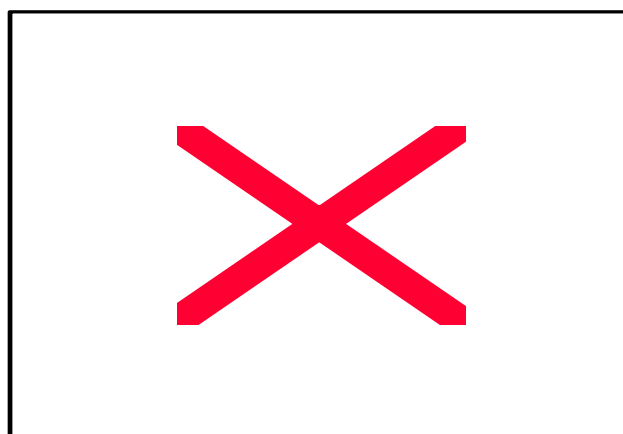
4.2.3 實際施工狀況

一、工程施工規劃

國立台灣大學凝態科學館第二期新建工程採用系統模板配合預鑄構件施工，屬工業化施工之一種，為能達到工業化施工之理想，及考慮施工人員安全，施工人員調配，施工作業動線之安排，因此而將各層樓依面積之大小，分為二 三個區塊，採用階梯式循環施工，每區塊間隔四天。

施工時，放樣完成後，先吊裝第一區PC預鑄外牆，第一區PC外牆吊裝完成，再繼續吊裝第二區、第三區。第一區PC外牆吊裝完成，鋼筋工人進場，組接一區柱筋，然後二區、三區柱筋。一區柱筋完成，模板工人進入，組裝一區模板，並經校正固定後，繼續組裝二區、三區模板。當第一區模板組裝完成後，鋼筋工人回到一區，組紮一區樑版鋼筋，再依序組紮二區、三區樑版鋼筋。一區樑版筋完成後，進行水電配管工作，水電配管也依照一、二、三區之順序施工。俟全部工作完成，並經檢查校正後，灌注混凝土，即完成一區施工。

圖 4.10 樑側模之施工情形



依上順序，各單項之施工，則依照一區 二區 三區的順序進行。而整體的施工，則依照放樣 PC外牆 柱筋 模板 樑版筋 水電配管 檢查 R.C.的順序，以此循環完成一層樓的施工。

當第一區混凝土澆置後的第二天，開始其上之樓層之施工循環，所有施工循環順序，依照前述方式進行，以完成全部結構體工程。

二、進度安排

一般工程施工，為配合工期或趕工，常將各單項工程施工期安排得太短，因此而造成工程品質降低。本工程採階梯式循環施工安排，無法明確劃分各區段之工期，但為能使各單項工程能有充份工作時間，達到施工應有品質、各區段之施工時間，雖較一般傳統施工為長，但因兩層樓之間的工期重疊，因此，總工期將仍可控制在預定進度內。

再者，傳統之全樓層一次施工，必需依照各單項工程之施工順序，例如模板工人必需等候柱筋檣筋全部完成，才能進場組裝模板，而鋼筋工人必需等候模板全部完成，才能組紮樑版筋，耗費大量等待時間，如其中任一單項工程延誤，整個工程將全面停止。階梯循環施工之進度安排，將工區縮小、可減少工期延誤之發生，同時各單項項施工之工人，均分組分區，如有任一區中任一單項發生工期延誤，其他組人員可調配支援，以追趕進度。又各單項工程，分區依序進行，不需等待他人，亦可節省等待時間，而採用階梯式循環施工之進度安排，對因天候、假日及其他原因造成之進度錯亂，也較傳統施工更容易調整。

三、人員組編

傳統模板施工，均依照施工程數量，招募工人，由工頭按當日工作數量及性質，臨時分配工作，並由老師傅或工頭個人經驗指導施工，同時採一次組模完成方式施工，所有工人集中在數日內工作，造成人力高峰，而組模板完成後，工人全部徹離工地，散佈其他工地工作，俟下次再組模，又臨時招集，常造成人力不足或施工混亂，品質不齊。

系統模板施工，除事先劃製組模施工圖外，並按工作數量及性質，將人員編組，各組人員之主要負責本組之工作，因而能使工作更熟練、更快速、品質也更好。又因採用階梯式循環施工，工人每日工作固定，不需四處流動，同時動勞用工量平均，可減少大量工人，管理容易。

國立台灣大學凝態科學館第二期新建工程所有模板工作人員，由模板組長帶領，下分測校組、柱模組、樑模組、版模組，支撐組等共五組，測校組負責工地放樣及組模完成後之檢查校正工作，由模板組長及一位工作人員組成。柱模組共三人，一人為組長負責各區柱模之組裝、校正及固定等工作。樑模組四人，其中一人為組長，負責各區

樑底及樑側模之組裝，校正及固定等工作。版模組三人，一人為組長：負責各區樓版模板之組裝、校正及固定。支撐組三人，一人為組長，負責配合樑版之組模進度，組合樑底及版底之支撐及支撐之安裝校正及固定，全部工作人員為十五人。

拆模及模板整理，搬運，由各組自行負責，並由模板組長統一調配指揮。

第五章 系統模板之應用困難與解決對策

5.1 數量與單價

一般模板作業的評估，除在工期及建築設計有特別需求外，仍以施工成本作為主要考量依據。為便於估計與比較不同模板系統作業成本以及探討成本變動之因素，可以每單位面積之模板固定分攤及其所需之變動成本兩大部分來描寫每單位面積之模板施工成本，如公式：

$$C=F+V$$

C：每單位面積模板之施工成本

F：每單位面積模板之固定成本分攤

V：每單位面積模板之變動成本分攤

固定成本通常系指模板及機具初始的購置費用，該成本之總和在有效產能範圍內並不受生產量之多寡而變動。每單位面積所需分攤之固定成本，受其總生產量之多寡影響。系統模板之固定成本一般由各部分材料購置成本、配合施工機具購置成本、以及施工準備費用組成，詳如下式：

$$F=F_f+F_e+F_p$$

F_f ：每單位施工面積模板購置費用之分攤

F_e ：每單位施工面積配合施工機具之購置成本的分攤

F_p ：每單位施工面積模板施工準備費用之分攤

變動成本系指成本中隨每單位生產所需支付之費用。在模板工程中包括了直接人工工資成本、機具變動成本、消耗性材料成本以及現場施工管理費用，如下式：

$$V=V_l+V_e+V_m+V_c$$

V_l ：每單位施工面積人工成本

V_e ：每單位施工面積機具使用費用

V_m ：每單位施工面積消耗性材料成本

Vc：每單位施工面積現場施工管理成本

5.1.1 模板工程之施工成本

依據相關文獻〔彭雲宏,1996〕,每單位面積模板之施工成本(C)可以每單位面積之模板固定分攤(F)及其所需之變動成本(V)兩大部分來描寫,如公式(4-1)。

$$C=F+V\cdots\cdots\cdots(4-1)$$

固定成本係指模板及機具初始的購置費用,該成本之總和在有效產能範圍內並不受生產量之多寡而變動。每單位面積所需分攤之固定成本,受其總生產量之影響。系統模板之固定成本一般由各部分材料購置成本(Ff)、配合施工機具購置成本(Fe),以及施工準備費用(Fp)所組成,如公式(4-2)。

$$F=Ff+Fe+Fp\cdots\cdots\cdots(4-2)$$

變動成本係指成本中隨每單位生產所需支付之費用。在模板工程中包括了每單位施工面積人工成本(VI)、每單位施工面積機具變動成本(Ve)、每單位面積消耗性材料成本(Vm)以及每單位面積現場施工管理費用(Vc)如式(4-3)。

$$V=VI+Ve+Vm+Vc\cdots\cdots\cdots(4-3)$$

5.1.2 影響施工成本之因素分析

以下對各別成本之影響因素做概略的討論,並且敘述其與成本估算之關係:

一、模板材料購置成本之分攤

模板成本之分攤主要受到兩個因素所控制,一是其可重複使用之耐用次數,另一則是工程條件限制可能轉用的次數。常用模板材料之耐用次數依據以往施工經驗得之,傳統木模板之耐用次數為三到五次,高密度夾板的耐用次數為60到200次,鋁模及鋼模之再用次數則為800次甚至更高。

在模板購置成本分攤的計算當中，若直接選定模板材料耐用次數作為分析之數據，則其成本分攤曲線呈鋸齒狀如圖5.1所示〔彭雲宏,1996〕。其原因是在一般工地中，除第一次使用全新材料外，模板轉用過程中通常係將現損壞部份以修補或抽換之方式漸次進行材料之更新。為確實反應此實際狀況，以模板平均耐用次數為基準，當實際轉用次數超過耐用次數時，依超過之比例更新該模板組件。若一套模板中各項組件之耐用次數不一，則可將不同耐用次數之組件依上述原則逐漸更新。如果受工程限制模板無法轉用至其耐用次數，則應考慮將其購置成本分攤至實際可轉用之有限次數中。

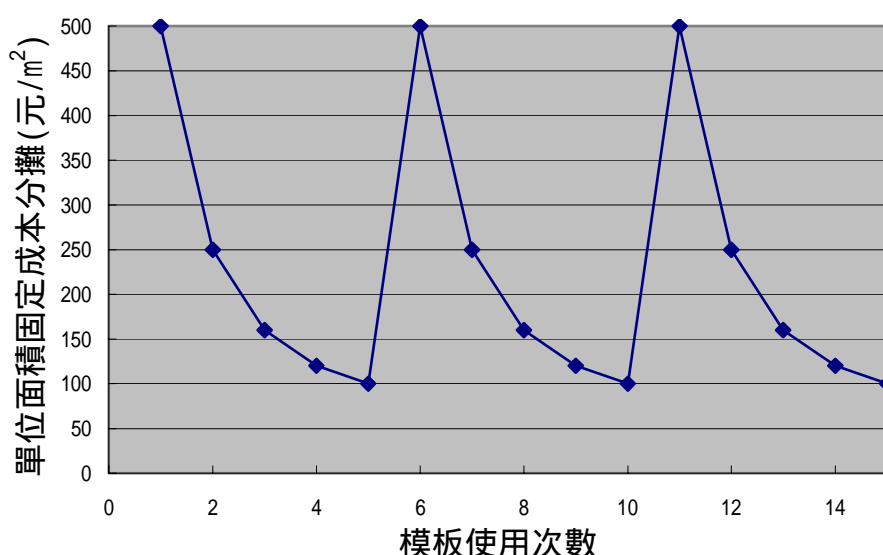


圖 5.1 每單位面積固定成本分攤與模板使用次數之關係[彭雲宏,1996]

二、配合模板施工之自購機具成本分攤

為達到自動化施工以及提昇生產力之目標，模板組立及拆解過程中的移動應儘量採用吊車而避免使用人力。模板系統所需之吊車或揚重設備可分為一般型吊車以及特殊形吊車，對於自重較輕的模板系統常可租用較普及的移動式吊車，無須採用特殊設備，可降低初始投資額。自重較大之模板系統，則無法用市場上常用的吊車來移動，而需以塔吊方式或購置特殊吊運設備，台南營造所發展之YH系統模板工法即為一例。

三、模板施工準備費用之分攤

對不同的模板系統而言，在每一個工程專案施工前需要不同的準備作業。繪製模板的施工規劃圖及大樣圖並精確估算所需之模板材料及組合方式係一般最常見的準備作業。並且可能還需要特殊的設計、擬定施工計畫、技術移轉或訓練等準備作業。而所有的準備作業經費應由施工總面積平均分攤。

四、直接人工成本

以管理者的角度來看，工人需求可分為工人技術需求、尖峰工人需求數量、每單位面積模板所需功率及工資四方面來考量。傳統之模板工屬於高單價之技術工人。而模板工程產生問題之主要原因多半係具有適當技術水準之工人不足所致。因此在模板系統評選過程中，應儘量選擇對工人技術水準無特殊要求者。同時，對勞力不足之現況也必須儘量利用機械取代人力，以縮減每單位面積所需工率，以及透過良好計畫次第施工，以使每日工人數平均，減少尖峰工人之需求。每單位面積模板所需之工率可連同工資率一起以變動成本反應在成本模型中；單位施工面積的直接人工成本是指單位施工面積中平均所須之工率乘以每人每日平均工資。

五、機具使用費用

每單位施工面積的機具使用費用為單位面積中各項機具使用時數與各項機具使用每小時費率之相乘積的總和。其中機具使用每小時費用可以為租賃機具的租金或是自購機具每小時運轉的費用。

六、消耗性材料成本

消耗性材料成本係指每單位施工面積中直接耗損之材料費用，其中包括脫模劑、模板間隔器的塑膠管、消耗性螺拴、鐵絲、小型工具及零星材料等費用。

七、現場施工管理費用分攤

現場管理費用係指為執行現場作業所需之工程師、領班薪資及工

地辦公室內之各項費用。由於工地現場作業項目繁瑣，現場管理費用的精確歸屬與分攤計算不易。一般較常採用百分比的方式來估算某一工程項目應分攤之現場管理費。

由以上可瞭解模板每單位之施工費用的影響因素甚多，在案件相互比較時只能以基本條件假設相同的狀況下比較才是有意義的，例如：相同的數量、相同模板材料或是相同工期目標要求；然而在目前國內引進經驗不足，在各種系統模板的實際使用次數都不多，以及使用案例基本條件相差太大的情況下，不易依據以往經驗對此做出比較分析，所能比較的就是系統模板較傳統模板在每單位成本下之經濟效益，如圖5.2。

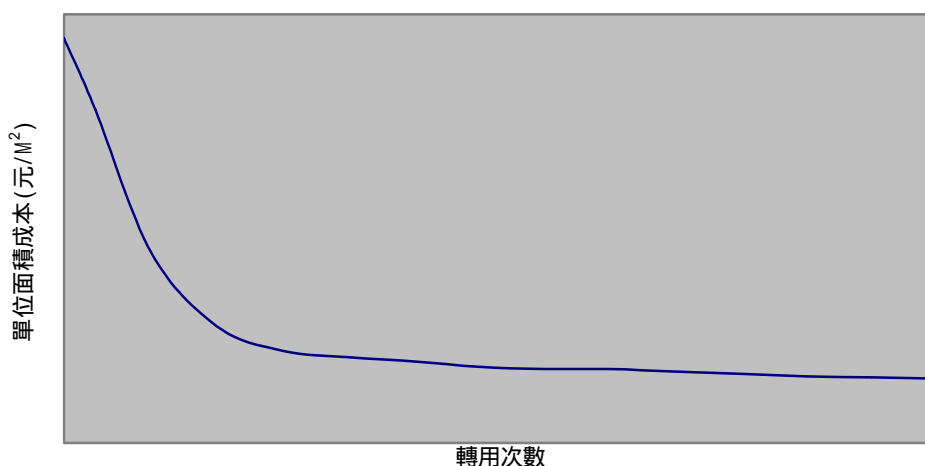


圖 5.2 每單位面積施工成本與可轉用次數之比較[彭雲宏, 1996]

5.1.3 系統模板之成本控制策略

由圖5.2得知，轉用次數為影響模板施工成本之關鍵。因此，系統模板成本之控制策略即是提昇模板的耐用次數，降低固定成本之攤提費用。以下針對提昇模板耐用次數以及降低固定成本攤提費用之目標作討論：

1. 提昇模板耐用次數

模板材料之耐用次數與工人之施工方式有很大關係，傳統模板施工時隨意裁切模板，及破壞性之組、拆模動作會嚴重減低系統模板之耐用次數，因此對施工人員的教育是相當重要的。另外，系統模板在拆模後之清理、修補、噴灑脫模劑及系統模板構件損耗之替換等，也必須有計畫的安排。

2. 降低固定成本攤提費用

降低固定成本攤提費用可由縮短工期及降低工率著手，施工條件中工期影響了利息支出與現場管理費用，而工率則影響了變動成本中佔最大比例的人工成本費用支出。為達成縮短每循環所需時間增加工作效率之目標可由以下方式達成〔彭雲宏,1996〕：

(1) 縮短工期

在不改變現行施工方法及不增加設備成本的原則下，採用更合理的工作流程、現場佈置及人員編制安排等管理的手法來消除工人閒置、空手走動、縮短人力搬運距離及刪除不必要的動作等以提高工人使用率。

(2) 降低工率

考慮不同施工程序或施工機具來降低工率、現場資源浪費以及剔除施工上之重複動作，例如使用塔式吊車以配合模板預組化作業，在不改變原設計預留搬運孔下，施工時依實際情形將模板合併為預組單元，利用吊車搬運，達到縮短要徑時間、減少工人需求、減少組拆動作以及減少搬運動作之目標。

3. 減少轉用期間材料的閒置

除了擬定良好的模板轉用計畫，達到有效率的模板轉用外，為減少模板材料的閒置期間，營造廠除了積極承攬大型的工程及利用成立模板承包公司或以租賃方式擴大材料的使用率外，在材料使用觀念上，不應侷限此模板僅適合於鋼筋混凝土建築工地，而影響了此系統模板在土木工程或鋼骨構造的使用空間。

5.1.4 系統模板之單價分析

以三井工程登峰天下建築案為例：三井工程之登峰天下為一鋼筋混凝土建築工程，樓高71.8公尺，基地面積4,400m²，總模板面積為196,630m²。本建築案之模板工程部分是交由太平洋新興公司負責施作，採用之模板系統為太平洋新興公司自行研發之「複合式模板系統」；此系統在柱模部分採用預組鋼模，施工時直接吊往柱之預定位置，固定後即可澆置，在牆模部分採用經特殊處理之木製面板組合而成，可多次重覆使用，各片面板以模板背面之木製框架固定，框架規格依照牆面大小設計，牆模之施工亦是各模板吊至預定位置，在組筋、封另一側模板後即可澆置，樓版部分模板則以傳統模板施作方式施工。

在單價分析方面，根據業者訪談之結果顯示，工資加上消耗性五金零件其成本約為180元/m²，模板成本約為120元/m²，但若加上欄杆或其它特殊造型部分模板成本則增加為150元/m²，整平費用方面約為100元/m²，故系統模板施作成本合計約為430元/m²。太平洋新興公司以528元/m²承包本工程，原本估計約有100元/m²之利潤，但在實際施工後發現，在樓版部分由於是採傳統式模板法，精度不佳無法達到合約要求，於是得再負擔補修之費用；另外，採用系統模板之牆、柱部份，平整度亦不如當初預期的好，因此牆面泥水、粉刷的費用也造成成本的負擔，最後額外所增加的費用合併估算，則已經耗盡原先預估之可得利潤，所以太平洋新興公司在本工程上並沒明顯獲利。而在三

井工程方面，沒得到原先預估之品質成果，而付出較傳統木模施作高，這也是相當可惜的。

項目	單價(元/m ²)
人工	180
五金零件	150
整平	100
總合	430

表5.1 國泰建設登峰天下模版工程單位花費

另外一個案例則是台大凝態科學館第二期興建工程，本工程採用玻璃纖維(FRP)系統模板，總模板面積為36,819m²，遠揚營造以473元/m²價格承包本工程，原先即預估本工程規模太小而不會獲利，但模板專業小包之所以有承包意願，是以本案作為日後系統模板施作之參考，以及考量到模板日後可轉用到其它工地之故。一般而言，473元/m²還是較傳統模板之單價高出許多。

從以上兩個案例可以歸納出，系統模板之採用，應配合大規模工程以及良好之施工管理，才能有效降低施工成本，但良好之施工管理亦需設計單位在設計時之配合，施工調度上方能更有效率；所以，業主、設計單位及承包商三者之配合，為系統模板施作成功之關鍵。

5.2 設計之配合

在一般建築結構體部分，各家系統模板廠商皆有各種規格的系統模板可供選用，並且依據模板尺寸的不同而有不同的抵抗應力能力，但在組立方式以及轉用方式方面則各有不同；故在設計時應考慮欲選用模板之特性以及將建築構件尺寸標準化以利施工。以下針對採用系統模板時在設計階段之應考慮項目概列如下：

1. 建築的構造方式以版式結構優於柱樑式構造，因版式構造可使樓版底部形成平面，沒有組樑模的困擾。

2. 隔間數量應盡量減少，減少模板的需求；一般而言，隔間型式以預鑄混凝土牆優於場鑄混凝土牆。
3. 模板構件組成數量應越少越好，減少組模時之困難度以及所花費的時間。
4. 開口的形狀愈複雜與開口數量愈多對模板施工愈不利。
5. 應儘量減低結構系統之複雜程度，並將柱樑及開口尺寸整合，增加施工速度。
6. 建築物設計時應盡量集中配置，使整個建築物都涵蓋在吊車工作範圍下，方便模板吊裝作業。
7. 若有大面積挑空設計時，在長跨距之情況下應考慮模板所受應力。
8. 建築結構之規格應統一尺寸，方便系統模板有效率轉用。

基本上，系統模板乃是利用其高品質的材料強度及其高度重複使用性的特性來達到經濟的目的，所以在建築設計的標準性(模矩化)、一慣性及建築配置更形重要。

為發揮系統模板的施工工率，應於建築設計階段即考慮系統模板之施工特性以設計結構系統，並整合結構體各部的尺寸系統，以使系統模板達到轉用上的最大效益。對於特殊形狀之構件，如花台或階梯等，則可採預鑄方式處理，以有效節省施工時間。

在選用時應考量模板之規格，規格較大之系統模板可以利用吊裝，直接進行大面組裝，較為省工、省時；但應考慮模板重量是否過重，轉用後是否會帶給下層新澆置混凝土過大重量負荷，以及是否需較大噸位之吊升機具，並將機具租賃價格考量在內，再加上系統模板轉用計畫的詳細規劃與擬定，才能達到節省成本之目的。規格較小之系統模板，較易適應建築物千變萬化之造型，如果碰上大面組合時，可以利用螺絲組合，外加槽型鋼或C型鋼組裝，拆模時則不整體拆散，機動性較大。

現行公共工程建築設計時，設計費用是採按件計酬的方式，對於

重複設計不計酬，設計單位為了要增加收入，常以同一份設計圖藉由變更尺寸來賺取設計費用；這會導致建築物結構尺寸變化，使系統模板的轉用不便，而無法達成應有效率；並且在作業流程上，是先行建築設計，再行發包，待得標廠商確定，再由得標廠商制定施工計畫書，向主管建築機關申請開工後，始得施工。由此可知，除非業主有此認知，否則在建築設計階段，通常不會檢討到施工流程與方法，而這種情形會嚴重影響到新工法的實施成效。因此，若要在初期即依據系統模板之特性規劃設計，較可能的方式即是採取統包，但相對的在統包之發包過程中並無法了解每個系統的技術能力，因此不一定能做出最合宜之判斷，如果能有以往國內該系統模板實際之使用案例作為參考，將會是較可靠的做法。

5.3 施工技術與精準度

定義上，系統模板已不需傳統技術工人，只需一般體力工人在試做二、三層樓後即可熟練；但在規格不符的部分以及客戶要求變更設計的時候，系統模板很難配合，因此還是得依靠傳統技術工人以小片木模板處理。

由於模板本身尺寸已規格化不需裁切，並且組件精密度高，在精準度控制方面多取決於人，以下歸納影響施工精準度之主要原因：

1. 工人施工習慣不良，使得模板材料的損壞率偏高。
2. 業主任意變更設計會造成施工上的困難。
3. 組模時並無配合測量儀器的操作，只以水平尺作垂直 水平的調整
4. 對於模板的清理及修補並未周全，而影響到模板材料的轉用次數及混凝土完成面的品質與精度。
5. 工人在施工時動作不確實，常省略細部校正等步驟，影響施工精準度。
6. 由於混凝土澆置時之衝擊力，使模版位移。

由於施工教育未落實，工人施工時為圖省事，常在拆模時直接將

模板丟落地面，或是直接在系統模板上加釘散板等破壞性行為，因而造成精準度的影響；並且，在施作整個樓層前，必須將整個樓版面誤差歸零，避免模板組立時發生誤差。所以採用系統模板，必須要改變傳統觀念及施作的習性；以目前各家系統模板所施做的紀錄，施工精準度約5~10mm，探究其原因，應是模板本身尺寸正確以及現場模板所需裁切部分很少的緣故。

由於國內外牆裝修習慣以貼面磚方式，所以外牆精準度為施工上重要考量因素。施工時精準度得符合極高要求，否則在貼面磚時會產生收頭問題：一般在外露梁的情況下，由於每層樓施工時皆可調整，所以施工精準度造成之影響並不大；但在非外露梁的情況中，誤差的累積到達數公分時，對面磚收頭工作即會產生嚴重影響。為此，承包商得再花一筆費用進行處理，施工成本又增加許多。相較之下，國外由於外牆裝修方式是採粉刷方式，故無此方面困擾，無論在施工時間上以及施工成本方面都可以節省許多，這也是相當值得我國借鏡的。

系統模板在施工速度方面受到學習曲線的影響，在初期學習階段時，系統模板之施工進度可能會較傳統模板為慢，但由於建築工程是屬於重覆性之工作，在重覆幾個樓層施作逐漸熟練後，施工速度就會開始明顯增加，到最後趨於定值，前後施工速度之差距可達數倍，但這也牽涉到此工程之規模是否足夠使施作熟練度到達極限。國外由於採用電熱鋼模以及擁有多數機具設備，在施工過程中能迅速支援、調度，施工速度可達三天一樓層。而在國內施工時機具的依賴量不高，主要還是依靠人力，因此施工效率上會有差別；另外，施工時法規的限制、業主要求、以及工人流動率太大也是施工效率無法完全發揮的原因。

由以上探討，採用系統模板時影響施工技術以及精準度的關鍵皆在於人，要解決人的問題，可歸納出以下幾點：

1. 模板工人之再教育訓練，避免以往傳統模板施工經驗積習之影響。

2. 落實施工人才培育，使施工人員對工程施作有正確的觀念。
3. 減少人員流動，使施工經驗能夠累積。

5.4 相關制度與法令

系統模板在國內之應用雖已有十幾年的歷史，但由於我國法令規章之修正不夠快速，而導致行政作業不易配合，以下就國內採用系統模板所發生之問題，以法規面與制度面兩方向探討：

一、法規面之問題：

由於建築法規係針對傳統模板之施作為約束對象，而系統模板為追求高轉用率、耐久性使用及系統化之設計，無論在材料選用上或是施作安排上皆有不同之考量，並不同於傳統工法所要求；因此，若依傳統工法之規定，將造成拆模時間之限制、勘驗作業及安全設施管理等方面之困擾。

另外，缺乏規範對系統材料的適用條件、性能標準、檢驗方式作一合理約束，造成使用者之選用困難，並使完工驗收作業產生許多繁瑣步驟，使得系統模板無法發揮其應有效率。茲將目前施作上所遭遇到之實際問題列舉如下：

1. 施工規範對角材規格，支撐跨距等規定等規定嚴格不許改變，限制了新材料所能發揮了效能。
2. 建管單位要求建築物施工時必須有鷹架，但在系統模板吊升時鷹架會成為施工障礙；以飛模吊裝為例，即不能有鷹架阻隔。
3. 法規規定模板拆模時間不得少於十四日，與系統模板省工，省時之特點互相衝突，難以達到工期縮短之經濟效益。

二、制度面之問題：

公共行政單位基於規避綁標的理由，採取傳統行政措施，對於系統模板所需之平面檢討、工程項目整合等相關要件，並沒與設計單位溝通，因此造成發包後之配合及管理的問題。

另外，審計單位依循傳統法規作為作業參考，採用系統模板在驗

收時易發生問題，列舉如下：

1. 部分系統模板將工地平面依水平劃分分區循環施工，因此所完成的面積並不依樓層為基準，造成驗收、計價等作業之困擾。
2. 系統模板的特點之一是拆模後不必經過粉刷程序，但審計單位是採驗收計價的方式，因此在完工後沒粉刷的情況下，即無法對粉刷作業計價。
3. 採用系統模板的初期成本較大，但在國內公共工程方面無法做跨年度預算的情況下，每年只有固定發包數量，會帶給廠商資金積壓的困擾。

整體來看，法令規章之修正不夠快速，而導致行政作業不易配合，可能是目前最大的問題。事實上，以上所列舉的問題點中，許多項限制都可藉由發包文件中之特別條款加以排除，目前台北市政府所制定之發包文件即包含特別條款，使系統模板能發揮其特點。

舉例而言，在驗收、計價部份應在工程契約中明訂驗收辦法，作為日後執行時之依據；在粉刷費用方面，必須在合約書上對此明確說明，或是營造廠在施作同時將牆厚度加大，以包含粉刷線來施作；另外，關於拆模時間方面，應考慮以強度試驗為衡量基準，只要在容許強度範圍內就容許拆模，而不強制規定時間。

由於相關政策約束無法越矩，對系統模板的引用方式，僅能就目前的法令及制度範圍內來考量；若有合約規定則可施行，若無規定則必須按法從嚴解釋。以下為經由專家訪談方式，所歸納出目前國內採用系統模板在法令以及制度面上之問題以及建議之解決方法：

表 5.1 系統模板法令制度面之問題與建議解決對策

法令、制度面之問題	建議之解決對策
由於市場的延續性使用性不佳，降低系統模板的競爭優勢。	設計單位應有共識，在設計時考量採用系統模板之相容性，鼓勵廠商採用系統模板。
營建自動化尚未配合產業整合，影響系統的開發。	產、官、學、研整合積極推動系統模板之推廣運用。
對於系統模板的應用，尚未有相關認證或規範標準，行程檢測作業無一定基準。	營造廠研擬妥善之系統模板施工計畫書向業主及監造單位報備，核可後嚴格控制施工品質。
傳統的發包作業模式未能調整，無法發揮新施工方式效益，落實施工管理。	在設計時應考慮模矩的配合，並且在政府招標文件上訂定特別條款排除限制，使系統模板能發揮效益。
公共工程相關發包作業規範仍以傳統工法為對象，對於新工法的採用情形並不普遍。	政府在招標文件中除了一般條款規定外，還應針對系統模板或其餘新材料、技術的採用訂定特別條款，排除使用限制。
建築暨審計主管機關對新工法尚未提出有效率的管理辦法，造成現有的實施案例的行政作業困擾。	在工程訂約時，就應對施工方式、驗收計價之各種條約訂定清楚，以減少驗收計價之作業爭議。
技術人員對工程品質觀念薄弱，造成工地管理困難。	落實施工教育的實施，導正施工人員觀念。
對於勞工及技術人員尚未有體系的栽培，造成人員技術的培養不易。	若能實施退休年金制將會對營建業依賴臨時工的習慣有所改變；施工人員若能穩定，將對施工技術累積有相當大幫助。
政府對重覆設計不計價，導致設計單位常以尺寸變更的方式來賺錢，不利於系統模板的使用。	政府的制度需要修正，對於重覆設計可以打折方式，或以總價計酬的方式處理。
審計法55條規定給審計單位核定需圖說及數量，採統包困難。	現有規定需要參酌新工法、新材料建議修正。
內政部規定水電、以及建築部份，應分標招標，不利施工。	現有規定需要參酌新工法、新材料建議修正。

5.5 管理層面問題

系統模版之使用，若要達到應有之經濟效益，應從管理層面著手，以下就系統模版施作時應考量之重點概列如下：

1. 工人排斥

由於系統模版與傳統模版施作觀念差異相當大，工作人員在第一次接觸時往往不能接受新觀念，而產生排斥情形；以大陸工程公司在沙烏地阿拉伯的施工經驗為例，剛開始時工人對系統模版的採用相當排斥，導致初期進度較預期落後許多，直到工程施作將近一半時，施工人員才發現系統模版的好處，樂於使用，系統模版之優點才慢慢顯現出來。由此可得知，系統模版之採用，與施作人員配合度也有相當關係，若要避免施工人員排斥，事前宣導以及教育工作是相當重要的。

2. 施工損耗

傳統模版由於只能轉用數次，因此常有破壞性施作，如任意鑽孔或裁切等等行為；但系統模版是屬於高轉用性材料，任何破壞性行為都會對模版之耐用程度造成極大影響。

3. 系統模版技術引進

國內系統模版之引進方式為貿易商代理以及營造廠引進兩種方式，在引進時通常只注重材料以及設備，對於技術之引進非常缺乏；系統模版之採用不光是模版材料變革，新技術的引進也是施工成功的關鍵。國外對於此方面多為政府投入資金研究，待技術成熟後由政府技術轉移給民間，如此一方面可以使技術植根國內，另一方面可減少民間研發之成本以及達到開發之風險分擔。

4. 施工人員訓練

新技術之引進，施工人員訓練往往費時費力，儘管系統模版對於技術工之需求已經大幅減少，但若要訓練工人施作熟練也需相當時間以及成本，國內目前施工人力多依賴外籍勞工，勞工引進國內時需花費半年至一年時間訓練才能漸漸熟悉工作，在訓練完成後只能工作一、兩年即得回國，如此耗費廠商之訓練成本，並且對施作效益也不大；因此，國內外勞引進制度之改變以及本國施工人員訓練亦是刻不容緩的。

5. 材料計畫

模版材料進場之數量分配以及堆置、貯存場所之安排也是管理上應考量之重點，安排方式應考量各施作單元所需模版數量以及模版轉用計畫，並且堆置及貯存時應避免材料損壞或影響施工動線。另外，模版表面清潔度亦是與施工精準度有關之重點，施工後模版面之清理亦應列為施工管理時之管理要項。

統合以上各點可以瞭解，系統模版施作若要成功，與教育訓練關係相當大，目前國內營建業並無維持專業施工人員之習慣，而主要靠臨時工之招募，這對施工管理執行以及施工教育之推廣相當不利；探究其原因，應是國內勞工法令制度不健全所致，希望在未來國民退休年金制度實施後，營建業找臨時工之問題能夠克服。

第六章 系統模板評選決策模式之建立與應用

6.1 前言

模板工料費用為鋼筋混凝土結構物建造成本中所佔比例最大的四個項目之一，同時模板作業也是營建工程中勞力密集的作業項目之一，且對於工程品質、進度、成本與安全等各方面均有重要的影響。另一方面，傳統木模施工作業過程，裁切與報廢的木模均形成可觀的資源與材料成本的耗費。因此，可以得知對於工程品質的提昇、工程進度的縮短、工程成本的降低以及工程安全的達成等目標，以鋼筋混凝土結構物之施工過程而言，如何選擇具有良好施工性的模板系統與施工方式可說是一項重要的關鍵與課題。

目前國內有許多國外之專利系統模板已引進國內，如：加拿大 ALUMA 系統、德國 DOKA 系統、PERI 系統與美國 EFCO、SYMONS 系統等，亦已實際被應用於營建工程上，其成效優劣及適用性高低尚未能有絕對的定論，再加上各類系統模板所針對之工程型態、工程特性、所需之工人技術及習慣與模板投資回收之要求並不相同。例如：對於較複雜之結構，採用木模工法之適用性較高，若設計上具有標準化或尺寸統一的結構特性，則可考慮以系統模板施工系統來作業。另一方面，傳統木模在處理不規則開口或複雜的構造時較具彈性，部份系統模板施工方式必須限制開口在同一位置上，太多的開口對於系統模板的施工會產生許多問題及困難，也增加許多的處理成本。至於傳統木模工法需留置搭設鷹架之空間，爬升模板工法、飛模工法及鋼模工法則需具有吊車作業的空間。因此，如何評估合適之模板系統並藉由新式系統模板之使用及工法的引進，改良傳統模板作業方式、提昇模板作業之效率與生產力、節省勞動力與成本，是當前值得研討的方向。

6.2 文獻回顧與現況探討

目前國內模板作業，大部份是採用分包的方式，由模板小包承攬。然而，目前大部分的傳統模板包商皆為小規模經營、人力財力有限，所使用的模板與附屬設施，轉用次數偏高，對於工程品質與安全均難以控制。而部份包商對於營建工程自動化的效益及理念不甚認同，再加上欠缺良好的管理技能、工人流動率高，以及對於未來業務量不確定性等許多因素，形成一直沿用傳統木模之施工方式，對於投資引用新式模板系統及施工機具的興趣並不高。再者，營造廠與包商介面間的問題，易形成工程管理上的困難，造成進度與品質的難以控制。是以，對於傳統木模施工方式所衍生的問題，可由以下五點加以分析：

(1) 勞動力需求大

傳統模板作業方式都是在工地現場施作，不僅組模需要具有經驗的模板師傅與大量的技術勞工，拆模時亦耗時費工。然而，近年來國內營建業普遍面臨勞力短缺的情形，勞動力投入工作意願不高，再加上部份工人素質參差不齊，以致於使得勞力品質大受影響，對於勞力需求密集的傳統模板作業而言，將是一項困擾與難題。

(2) 作業勞力成本高

根據財團法人中華民國營造業發展基金會，針對「八十年度臺灣地區營造業勞動力調查」[6]報告指出，營造業各類工種之每月平均工資模板工佔第四位，僅次於推進工、重機械操作手及泥水工。另一方面，根據「臺灣地區中高層集合住宅造價分析及近二十年集合住宅建造成本變遷初步研究」[7]中指出，在 RC 結構體的總工程費中，模板工程約佔 26%~36%，而工資成本在模板工程中佔施工費用的 57%~82%，顯見傳統模板作業其勞力成本佔模板施工費用相當大的比例，實不符合成本效益。

(3) 施工品質不佳

傳統木模作業的施工品質不易控制，其原因主要是模板的組立是由技術工現場裁切、釘置，然而其作業精度並不高，常有發生模距尺寸不

符或水準誤差的情況出現，造成結構體品質的低落。再者，傳統木模之面板所形成的混凝土鑄面並不平整，且表面品質參差不齊，需經水泥砂漿粉光及批土等步驟之後方可油漆，不僅提高了營建成本，亦增加了工期。

(4) 浪費大量資源

傳統木模板施工方式除了現場需要大量的技術工人之外，因裁切所廢棄的木料，拆模之後損壞報廢的木模、鐵釘及束材等，均形成了可觀的材料耗損，也提高了工程的材料成本及消耗了大量的資源，這些資源的低回收、低利用與浪費，形成了大量的棄料，對於工地現場而言，除了需花費額外的處理時間及成本外，亦形成環保上的問題。

(5) 施工作業安全性低

傳統木模施工作業大部份是根據模板師傅的經驗配模，施工前並無作業計劃，亦無計算載重及側壓，再加上木模強度低、易損壞腐朽，因此於混凝土澆置時易發生爆模，甚至發生模板崩塌的情況，而危及工人生命安全，也影響工程的進度。

此外，由國外模板工程的發展可得知未來模板作業的趨勢，勢必朝施工自動化、機械化、拆組作業的簡便迅速、模板材料的耐久重複性等方向發展，亦即達成模板作業的快速、經濟、安全及品質等要求。雖然，目前國內在模板改良工法的使用上並不普及也尚未達成應有的成效，但為能解決傳統木模的缺失及勞動力不足的難題，有必要逐漸採行新式模板工法及系統模板，以提昇作業效率及工程品質。而如何選擇評估符合國內施工環境與業者要求的工法也是相當重要的考量，將是本文後續的研討重點。

6.3 系統模板評選決策模式之建立

6.3.1 系統模板評估指標

關於評估目標的建立，主要是根據模板系統的發展應由工程的四個主要的目標，亦即是針對成本、進度、品質及安全等四個方面來探討。事實上，由前述回顧了模板作業在工程品質、工程安全、工程進度、工程費用與工程施工性等方面之重要影響，可以得知對於系統模板的主要評選目標，應以能達成提高「作業品質」、加速「作業進度」、合乎經濟之「作業成本」、增加「作業安全」以及具備良好的「施工性」等為主要的評估目標與要件。

而對於評估指標的選定，一般可經由相關文獻回顧、可行方案間的特性比較與學者專家腦力激盪集思廣益等方式。在本文中針對評估目標所提出的評估指標（評估因子），除了考量本研究所界定的研究範圍，並參考相關研究所提出的模板評估因子之外，主要是經由與模板專家先進的意見交換與討論，篩選出具代表性的評估指標做為評估準則。表 6.3-1 為本研究針對作業需求與個案特性所提出之系統模板評估指標：

表 6.3-1 系統模板之評估指標

目標	作業需求與個案特性	評估指標
作業品質	施工精度要求	施工精度
	鑄面品質要求	脫模後表面品質
作業進度	作業前預組要求	要徑外預組之可行性
	介面作業之規劃與配合程度	介面作業間之相容性
作業成本	作業固定成本	單位模板固定成本
	作業變動成本	單位模板變動成本
	後續轉用性	工程轉用性
作業安全	施工安全要求	模板作業安全性
	安全措施要求	安全防護措施
施工性	組拆之便利性要求	模板拆組之便利性
	結構設計形式與尺寸之規劃	模板系統之模矩化特性
	工地施作條件狀況	作業之吊裝與環境需求

十二項評估指標定義分別如下：

1.對於系統模板「作業品質」程度，主要以下列二個指標來判別。

(1) 施工精度（正向質化指標）：

主要是考量模板作業施工精度要求，評估系統模板施工時尺寸準確度。

(2) 脫模後表面品質的要求，針對脫模之後混凝土鑄面是否平整光滑，或是拆模後表面不規則需再水泥粉光或批土粉刷。

2. 對於系統模板「作業進度」衡量，主要以下列二個指標來判定。

(1) 要徑外預組之可行性(正向質化指標)：

主要是指模板系統是否可事先在工地外預先組立的特性。

(2) 介面作業間之相容性(正向質化指標)：

主要是考量介面作業之規劃與配合程度，針對系統模板之施作與鋼筋及水電作業介面間的配合，以及澆置作業規劃是否完善。若相容程度低，使得規劃不易或配合程度不佳，則往往影響模板作業之順利進行與整體工程的進度。

3. 對於系統模板「作業成本」考量，主要以下列三個指標來判定。

(1) 單位模板固定成本(負向量化指標)

單位模板固定成本的計算方式主要為[3]：

單位模板固定成本=每單位施工面積模板購置費用分攤

+每單位施工面積配合施工機具之購置費用分攤

+每單位施工面積模板施工準備費用的分攤

(2) 單位模板變動成本(負向量化指標)

單位模板變動成本的計算方式主要為[3]：

單位模板變動成本=每單位施工面積人工成本

+每單位施工面積機具使用費用

+每單位施工面積消耗性材料成本

+每單位施工面積之現場施工管理成本

(3) 工程轉用性(正向質化指標)

此一指標主要是考量個案之工程型態與所購置之模板系統,在工程完工之後是否有後續可轉用之工程。若一工程具有相當獨特之設計外觀與型態,則將影響個案所購置之大部分模板系統的後續轉用性,也降低了經濟效益。

4.對於系統模板「作業安全」評估,主要以下列二個指標來判定。

(1) 模板作業安全性(正向質化指標)

此項評估指標主要是考量模板施工安全之要求,針對模板材質強度與組模作業規劃的周延性與否。組模規劃草率或是模板材料強度不佳,均容易導致澆置時發生爆模或坍塌。

(2) 安全防護措施(正向質化指標)

此項評估指標主要是考量模板作業安全措施之要求,針對系統模板所能提供的施工安全性與高空作業防護措施。如爬模的工作架、YH 網模的安全網等。

5.對於系統模板「施工性」之要求,主要以下列三個指標來判定。

(1) 模板組拆之便利性(正向質化指標)

此項評估指標主要是考量模板組拆之便利性要求,針對系統模板組模定位或是拆模時所需之構件工具多寡與難易程度而言。組拆便利性高的模板系統不僅有利於工人的施工,對於整料效率的提昇,甚至模板材料與金屬配件等資源之節省均有所助益。

(2) 模板系統之模矩化特性(正向質化指標)

此項評估指標主要是針對結構體之設計型態(柱牆結構、無梁版結構等)、柱牆尺寸及位置、開孔嵌入位置與數量等特性,考量系統模板系統單元尺寸的規劃與設計上是否完善,具有良好模矩化特性的模板系統較能組合出變化大的形狀尺寸。當然,若具有較佳的結構設計與建築形式規劃,對於系統模板的施作亦有正面的效果。

(3) 作業之吊裝與環境需求(負向質化指標)

此項評估指標主要係針對工地之施工條件狀況,考量系統模板施作

時所需之工地規模環境以及是否具有足夠的空間條件可以進行模板吊裝作業。因此，以目前大部分工地的條件來衡量，作業之吊裝與環境需求應不宜太高。

以上為針對「作業品質」、「作業進度」、「作業成本」、「作業安全」與「施工性」等目標所列之評估指標定義。其中所謂「質化指標」係指難以數量化之評估指標，而「量化指標」係指可數量化之評估指標。而所謂「正向」係代表此指標之評量趨勢以愈高為愈佳，而「負向」係指此指標之評量趨勢以愈低為愈佳。

6.3.2 評估指標之權重

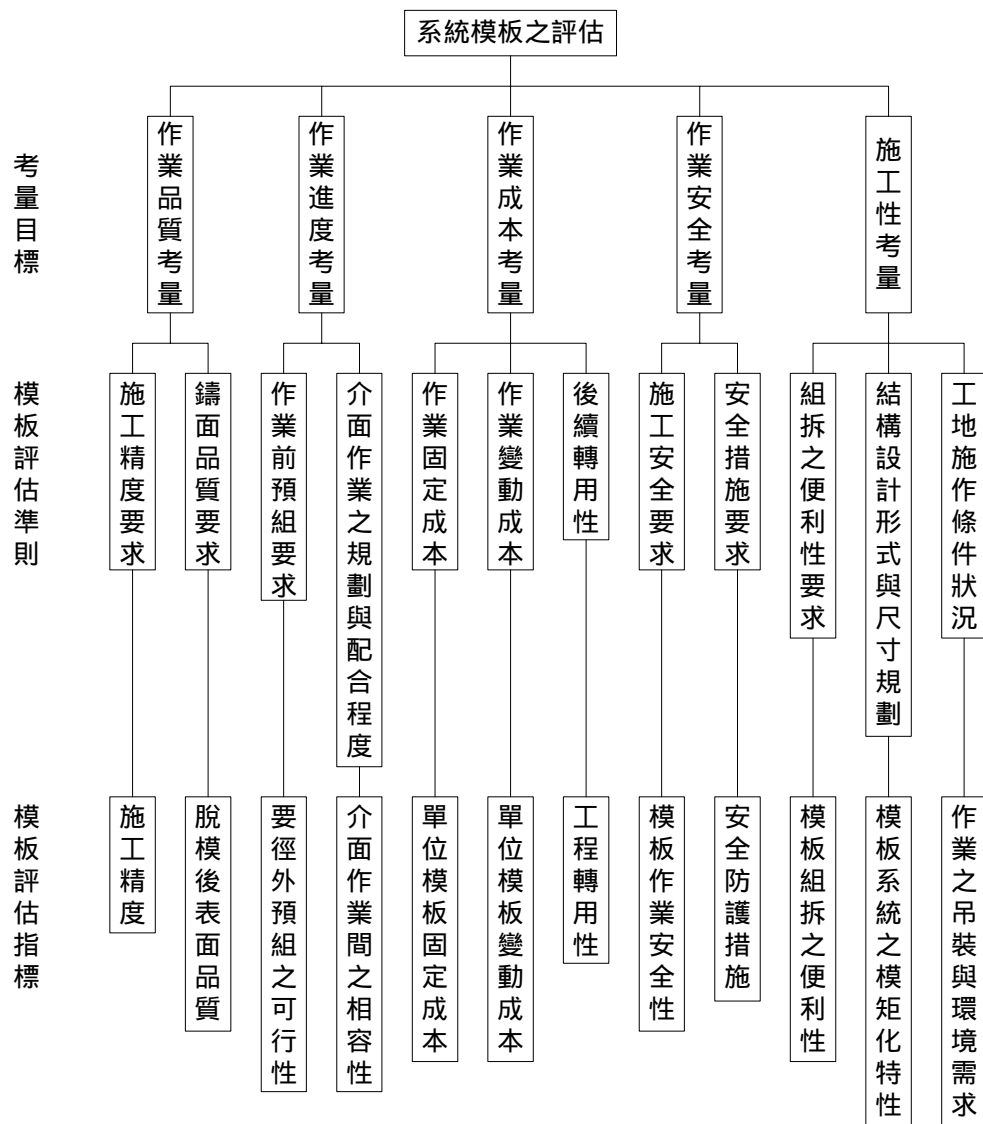
指標之權重乃指各準則在決策評選上之相對重要性，因此，權重之建立在決策的流程為相當重要的關鍵，且對於決策的品質具有相當的影響。建立權重的方法很多，如特徵向量法、加權最小平方法、點指派法、熵值權重法等，然而方法的選擇，需視問題的特性而定，對於本研究而言，模板系統的評估所涉及的層面特性複雜，故需一個能兼顧工程個案特性與決策偏好的觀點來考量，且將評估準則系統化的處理方法，方可符合解決問題之適切性與周延性。另外一方面，當評估準則數目過多時，則因人類同時處理資訊的能力受到限制，故其權重之給予甚為困難。

架構。

圖 6.3-1 系統模板層級化評估架構

分析層級程序法(Alytic Hierachy Process)主要運用於決策問題中

是以，面對此問題，本研究藉由「層級分析(Hierarchical Analysis)」的觀念將本研究之評估目標與評估指標予以架構，再者為考量決策者對於評估準則之偏好資訊，本研究採用 Saaty[11]於 1971 年所提出之分析層級程序(AHP)法，此為同時間只比較兩準則間之相對重要性的成對比較(Pairwise Comparison)法，在本研究中將用來建立評估指標的權重。圖 1 為本研究基於 AHP 法的層級化特性，所建立之評估模式



[9,10], 目的是將複雜的決策問題系統化, 由不同的層面給予層級分級, 進行建立層級結構, 並以 1,2,3, ..., 9 的比例尺度對各評估準則間的相對權重做成對的比較, 建立比較矩陣, 並計算其特徵值與特徵向量, 最後經由一致性檢定[11]之後, 即可得到各評估準則間的權重大小。其優點在於模式步驟簡單, 決策者易於表達其偏好, 能綜和擷取多數專家與決策者的意見, 在數量化的理論基礎之下, 其偏好結構是否具一致性亦可獲得確認。本研究利用所建立之系統模板評估模式層級架構, 由決策人員針對工程個案之需求與特性, 進行四個評估目標與十二個指標的個案特性相對權重建立。

AHP 建立相對權重的作法步驟簡介如下：

- 1.所有考慮因素建立成一階層結構圖, 同一層次中之因素不宜有太過懸殊之差距比例。
- 2.將這些因素大致給予一重要性順序排列, 依次填入比較矩陣中之行與列的標題中, 此一比較矩陣中, 左上至右下之對角線各比較值均將為 1。
- 3.一次只比較兩個因素, 以 1 到 9 之比較值填入比較矩陣的上半部之中。

其中：1：兩個因素差不多同樣重要

3：因素 A 比因素 B 重要一點點

5：因素 A 比因素 B 重要一些

7：因素 A 比因素 B 重要許多

9：因素 A 比因素 B 重要很多

- 4.將各個比較值之倒數填入其所對應之比較矩陣的下半部之中。
- 5.計算比較矩陣之各行之總合。
- 6.計算每一比較值在其對應行中所佔之比例, 並求出每一列之比例總合。
- 7.將步驟 6 中所得之各列比例總合予以單位化, 所得到之結果即為各個

因素所對應之相對權重。

步驟 1 至 6 所求得之列比例總合如下式所表示：

$$\text{比較矩陣} = \begin{vmatrix} 1 & a_{12} & a_{13} & \cdots & a_{1n} \\ \frac{1}{a_{12}} & a & \cdots & \cdots & a_{2n} \\ \frac{1}{a_{13}} & \cdots & 1 & \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots & \cdots & 1 & \cdots \\ \frac{1}{a_{1n}} & \frac{1}{a_{2n}} & \cdots & \cdots & 1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \frac{1}{\Sigma_1} + \frac{a_{12}}{\Sigma_2} + \cdots + \frac{a_{1n}}{\Sigma_n} \\ \frac{1/a_{12}}{\Sigma_1} + \frac{1}{\Sigma_2} + \cdots + \frac{a_{2n}}{\Sigma_n} \\ \cdots \\ \cdots \\ \frac{1/a_{12}}{\Sigma_1} + \frac{1/a_{2n}}{\Sigma_2} + \cdots + \frac{1}{\Sigma_n} \end{vmatrix} \quad (1)$$

$\Sigma_1 \quad \Sigma_2 \quad \Sigma_n$

相對權重可由下式求得：

列比例總合 相對權重

$$\begin{vmatrix} \frac{1}{\Sigma_1} + \frac{a_{12}}{\Sigma_2} + \cdots + \frac{a_{1n}}{\Sigma_n} \\ \frac{1/a_{12}}{\Sigma_1} + \frac{1}{\Sigma_2} + \cdots + \frac{a_{2n}}{\Sigma_n} \\ \cdots \\ \cdots \\ \frac{1/a_{12}}{\Sigma_1} + \frac{1/a_{2n}}{\Sigma_2} + \cdots + \frac{1}{\Sigma_n} \\ \Sigma \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \frac{1}{\Sigma_1} + \frac{a_{12}}{\Sigma_2} + \cdots + \frac{a_{1n}}{\Sigma_n} / \Sigma \\ \frac{1/a_{12}}{\Sigma_1} + \frac{1}{\Sigma_2} + \cdots + \frac{a_{2n}}{\Sigma_n} / \Sigma \\ \cdots \\ \cdots \\ \frac{1/a_{12}}{\Sigma_1} + \frac{1/a_{2n}}{\Sigma_2} + \cdots + \frac{1}{\Sigma_n} / \Sigma \\ 1 \end{vmatrix} \quad (2)$$

6.3.3 質化評估指標

在現實環境的決策考量過程中，對於方案之績效值的評估可能為明確的 (crisp)、語意的 (linguistic) 或是模糊的 (fuzzy)，其中對於質化指標的衡量，更是難以具有一套準確的衡量評比標準，且其感受也常因人而異，也因此對於一般質化評估指標的判定乃常有模糊性的詞語如「高」

「中」、「低」等字眼出現。對於系統模板評估模式中之難以量化的質化指標亦有相同情形。針對此一現象，本研究以 Cheng 及 Hwang [12]所提出的一個新途徑之模糊多屬性決策分析(FMADM)法，來處理評估模式中質化評估指標的部份。

傳統的多屬性決策分析不論是評估準則權重或是評估值皆須為明確(Crisp Set)，可是在面對具有模糊性之評估詞語時便不適用。而本評估模式之部份評估準則的判定恰具有模糊特性，因此，恰可引用模糊多屬性決策分析(FMADM)來評估。關於模糊多屬性決策分析的方法很多，然而部份方法有兩個缺點，第一是傳統模糊多屬性決策分析之運算過程複雜，且所能解決的準則與方案不能超過十個。第二為對於原本已量化或是明確的資料數據也必須先模糊化(建立隸屬函數)，這樣的處理方式並不符合常情，且徒增計算上的複雜與困擾。所以，本研究根據 Cheng & Hwang 所提出的新方式，將資料中的模糊集(Fuzzy Set)進行明確化(非模糊化)，而後以傳統多準則評估法進行方案排序。其步驟如下所示：

1.將具有模糊性質之資料轉為模糊數

在轉換的過程中，根據 Cheng 及 Hwang[12]所建議使用的語詞級數有八種尺度(表 2)，其選擇的原則為所有滿足詞語級數尺度中，選擇最小為最佳。而在本研究中對於質化評估指標所採用的模糊語詞級數為「很高」、「高」、「中」、「低」、「很低」，屬於尺度三(圖 2)。

表 6.3-2 語詞級數尺度縱合表(資料來源 [12])

尺度	一	二	三	四	五	六	七	八
使用級數	2	3	5	5	6	7	9	11
最低								
很低								
低~很低								

低								
普通低								
稍低								
中								
稍高								
普通高								
高								
高~很高								
很高								
最高								

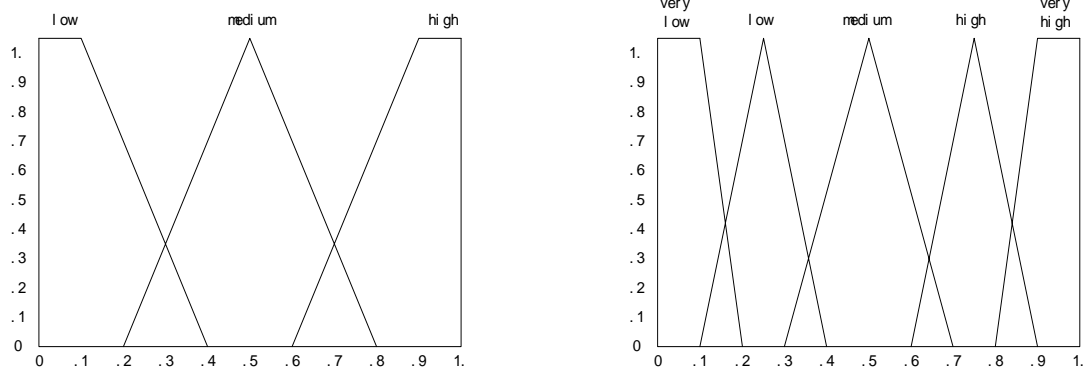


圖 6.3-2 語詞級數尺度二、三(資料來源 [12])

(2) 將模糊數轉換為明確之分數 :

此明確化步驟之方法主要是利用模糊數 M 所定義之右隸屬分數 $\mu(M)$ 與左隸屬分數 $\mu_1(M)$, 計算其總隸屬分數 $\mu(M)$ 。步驟如下所示 :

給定一最大化集合與最小化集合 :

$$\mu_{ax}(M) = \begin{cases} x, 0 \leq x \leq 1 \\ 0, otherwise \end{cases} \quad (3)$$

$$\mu_{ix}(M) = \begin{cases} 1-x, 0 \leq x \leq 1 \\ 0, otherwise \end{cases} \quad (4)$$

模糊數 M 之右隸屬分數 $\mu(M)$ 可給定 :

$$\mu(M) = \sup [\mu_{ax}(M) \quad \mu_{ix}(M)] \quad (5)$$

模糊數 M 之左隸屬分數 $\mu_1(M)$ 可給定 :

$$\mu_1(M) = \sup [\mu_{in}(M) \quad \mu_{ax}(M)] \quad (6)$$

求算出 M 之總和評估值 :

$$\mu(M) = [\mu(M) + 1-\mu_1(M)] / 2 \quad (7)$$

而後 , 以求算出各模糊數 M 之總隸屬分數 $\mu(M)$ 的加權平均數 , 即可得到明確的評估值。其形式如下所示 :

$$U_{ij} = \frac{\mu(M1) \times n1 + \mu(M2) \times n2 + \dots + \mu(Mk) \times nk}{n1 + n2 + \dots + nk} \quad (8)$$

U_{ij} = i 方案在質化指標 j 下的評估值

n_k = 認為 i 方案在質化指標 j 下屬於第 M_k 級之人數

以「模板作業安全性」為例，假設若採用之詞語級數為「高」、「中」、「低」則採用尺度二(參見圖 2)，其隸屬總分計算如下所示：

$$\mu(\text{高}) = 1 - \mu(\text{低}) = 1/3$$

$$\mu(\text{高}) = [1 + 1 - 1/3] / 2 = 5/6$$

同理，可求得 $\mu(\text{中}) = 1/2$ ， $\mu(\text{低}) = 1/6$

經由上述模糊數轉換之計算步驟，將模糊集中之各模糊數所求得之左右隸屬分數與總隸屬分數如表 3 所示：

表 6.3-3 尺度三之總隸屬分數

等級	左、右隸屬分數	總隸屬分數
很高	$\mu(\text{很高}) = 1.0$	$\mu(\text{很高}) = 0.91$
	$\mu(\text{低}) = 0.18$	
高	$\mu(\text{高}) = 0.78$	$\mu(\text{高}) = 0.72$
	$\mu(\text{低}) = 0.34$	
中	$\mu(\text{中}) = 0.6$	$\mu(\text{中}) = 0.5$
	$\mu(\text{低}) = 0.6$	
低	$\mu(\text{低}) = 0.34$	$\mu(\text{低}) = 0.28$

	i_1 (低) =0.78	
很低	虞 (很低) =0.18	秘 (很低) =0.09
	i_1 (很低) =1.0	

6.3.4 方案之評選

對於方案之評選，在各方面考量日趨周延的決策環境之下，以單一準則為方案評估的依據，不僅難以令人信服，也欠缺完備的決策資訊。另外一方面，由於部份成本與效益難以貨幣化，使得傳統以成本效益為基礎的評估方法，有其不周延之處。因此，多準則決策方法的運用乃因應而生。

在本研究中所採用之多準則決策方法是應用 TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution)法，亦即「理想解之相似程度偏好順序評估法」來進行替選方案最後的排序，此法是由 Yoon 與 Hwang [13]所發展出的多準則評估方法，除了其具有原理清晰易懂且計算簡單之外，其所需之前提為針對已量化之評估值，可符合本研究之特性。

TOPSIS 法對於方案的評選主要先界定理想解與負理想解。所謂的理想解是指各方案中效益面準則(Benefit Criteria)評估值最大者，而成本面準則(Cost Criteria)評估值最小者。反之，負理想解是各方案中效益面準則評估值最小者，成本面準則評估值最大者。在評選時則以距理想解最近，而距負理想解最遠為最佳的方案。TOPSIS 法由於以「理想解之相對近似值」的概念來評選各方案之優先順序，可避免產生一方案特性為距理想解最近同時亦距負理想解最近，以及另一方案特性距理想解最遠且距負理想解最遠而不知如何評比的情況。較能符合實際需要。其運算步驟流程如下所示：

第一步：將評估矩陣加以標準化(Normalization)

其標準化評估值 R_{ij} 可做下列方式求取：

$$R_{ij} = \frac{x_{ij}}{\left[\sum_{i=1}^m x_{ij}^2 \right]^{1/2}} \quad (9)$$

其中 x_{ij} = 第 i 個方案在評估準則 j 下之原始評估值。

第二步：建立加權標準化矩陣 V

假設準則權重為 $W = \{W_1, W_2, W_3, \dots, W_n\}$ ，且 $\sum_{j=1}^n W_j = 1$

$$\text{因此， } V = [V_{ij}] = [W_j \times R_{ij}] \quad (10)$$

其中， V_{ij} = 方案 i 在評估準則 j 下之加權標準化評估值。

第三步：求取分離度(separation)指標

方案 i 距理想解(Ideal Solution)之分離度指標為：

$$S_I^+ = \left[\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^+)^2 \right]^{1/2}, i = 1, 2, \dots, m \quad (11)$$

方案 i 距負理想解(Negative-Ideal Solution)之分離度指標為：

$$S_I^- = \left[\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^-)^2 \right]^{1/2}, i = 1, 2, \dots, m \quad (12)$$

其中 V_j^+ = 方案 i 在評估準則 j 下之評估值之理想解，

而 V_j^- = 方案 i 在評估準則 j 下之評估值之負理想解。

第四步：求算方案之相對接近程度

方案 i 距離理想解之相對接近程度 C_i^* ，定義如下：

$$C_i^* = S_i^- / (S_i^+ + S_i^-) \quad (13)$$

$$(0 \leq C_i^* \leq 1, i = 1, 2, \dots, n)$$

第五步：方案相對優勢之排序(Ranking)

最後根據各方案之 C_i^* 值的大小進行排序，決定優先順序。

6.4 案例分析與應用

以下為針對本研究提出之評估模式所進行之參考案例評估

工程型態：地上十六層、地下二層 RC 結構之模板工程。

工程性質：由專業模板包商承攬施作，並引入系統模板之施工方式，在此個案中柱牆模約可翻用 30 次，梁版模約可翻用 20 次。

評估模板名稱：A 系統模板、D 系統模板、S 系統模板與傳統木模。

第一步：根據作業之需求與個案特性等考量指標，由施工管理人員會同評估決策者共同建立成對比較矩陣，並進行相對權重之建立。評估目標之成對比較矩陣及相對權重如表 6.4-1 所示。

表 6.4-1 評估目標之成對比較矩陣

目標	成本	施工性	品質	進度	安全	列比例總合	相對權重
成本	1	2	3	2	2	1.677	0.336
施工性	1/2	1	2	3	2	1.256	0.251
品質	1/3	1/2	1	2	1	0.717	0.143
進度	1/2	1/3	1/2	1	3	0.773	0.155
安全	1/2	1/2	1	1/3	1	0.576	0.115
Ó	2.83	4.33	7.5	8.33	9	5	1

$$1/2.83 + 2/4.33 + 3/7.5 + 2/8.33 + 2/9 = 1.677$$

$$0.5/2.83 + 1/4.33 + 2/7.5 + 3/8.33 + 2/9 = 1.256$$

$$0.33/2.83 + 0.5/4.33 + 1/7.5 + 2/8.33 + 1/9 = 0.717$$

$$0.5/2.83 + 0.33/4.33 + 0.5/7.5 + 1/8.33 + 3/9 = 0.773$$

$$0.5/2.83 + 0.5/4.33 + 1/7.5 + 0.33/8.33 + 1/9 = 0.576$$

各考量目標分別之成對比較矩陣如表 6.4-2 至表 6.4-6 所示。

表 6.4-2 品質考量之成對比較矩陣

品質考量	施工精度 要求	鑄面品質 要求
施工精度 要求	1	2
鑄面品質 要求	1/2	1

表 6.4-3 進度考量之成對比較矩陣

進度考量	介面作業之規 劃與配合程度	作業前預 組要求
介面作業之規 劃與配合程度	1	3

作業前預組 要求	1/3	1
-------------	-----	---

表 6.4-4 成本考量之成對比較矩陣

成本考量	後續轉 用性	作業固定 成本	作業變動 成本
後續轉用性	1	2	3
作業固定成本	1/2	1	2
作業變動成本	1/3	1/2	1

表 6.4-5 安全考量之成對比較矩陣

安全考量	施工安全 要求	安全措施 要求
施工安全要求	1	2
安全措施要求	1/2	1

表 6.4-6 施工性考量之成對比較矩陣

施工性考量	組拆之便利性要求	結構設計形式與尺寸之規劃	工地施作條件狀況
組拆之便利性要求	1	1	3
結構設計形式與尺寸之規劃	1	1	2
工地施作條件狀況	1/3	1/2	1

第二步：由前述所建立之成對比較矩陣，計算出各矩陣所對應之特徵向量，經標準化之後即為評估指標之相對權重。所得結果如表 6.4-7 所示。

表 6.4-7 評估指標之相對權重

目標	權重	作業需求與個案特性指標	權重
品質要求	0.143	施工精度要求	0.0953
		鑄面品質要求	0.0477
進度要求	0.155	作業前預組要求	0.0388
		介面作業之規劃與配合程度	0.1163
成本要求	0.336	作業固定成本	0.0808
		作業變動成本	0.0706
		後續轉用性	0.1849
安全要求	0.115	施工安全要求	0.0767
		安全措施要求	0.383

施工性要求	0.251	組拆之便利性要求	0.1112
		結構設計形式與尺寸之規劃	0.0971
		工地施作條件狀況	0.0427

第三步：針對模板評估指標評估各替選方案之評估值。如表 6.4-8 所示。

表 6.4-8 各方案之準則評估值

模板評估指標	A 系統模板	D 系統模板	S 系統模板	傳統木模
施工精度	很高	高	高	低
脫模後表面品質	很高	中	高	低
要徑外預組之可行性	中	高	中	低
界面作業間之相容性	很低	中	高	很高
單位模板固定成本	960	500	460	110
單位模板變動成本	220	270	280	320
工程轉用性	低	高	高	很高
模板作業安全性	很高	很高	高	低
安全防護措施	高	高	中	很低
模板組拆之便利性	很高	很高	高	很低
模板系統之模矩化特性	高	高	很高	中
作業之吊裝與環境需求	很高	高	中	很低

第四步：建立加權標準化矩陣。以各系統模板方案之「施工精度」為例，根據前述表 10 對於評估指標之相對權重中「施工精度要求」之權重為 0.0953。另一方面，對於各方案之「施工精度」評估準則值，根據表 11 之評判結果為「很高」、「高」、「中」及「低」。因此，根據表 3，模糊數之轉換依其總隸屬函數之分數分別為 0.91、0.72、0.72 及 0.28。因此，對 A 系統模板，其加權標準化數值之計算方式如下所示：

$$\text{準則權重} \times \text{隸屬} = W_j R_{ij}$$

$$= 0.0953 \times 0.91 / (0.91^2 + 0.72^2 + 0.72^2 + 0.28^2)^{1/2} = 0.06221$$

而對於 D 系統模板、S 系統模板、傳統木模板之加權標準化數值如下：

$$D = 0.0953 \times 0.72 / (0.91^2 + 0.72^2 + 0.72^2 + 0.28^2)^{1/2} = 0.04922$$

$$S = 0.0953 \times 0.72 / (0.91^2 + 0.72^2 + 0.72^2 + 0.28^2)^{1/2} = 0.04922$$

$$\text{傳統} = 0.0953 \times 0.28 / (0.91^2 + 0.72^2 + 0.72^2 + 0.28^2)^{1/2} = 0.01914$$

同理，評估方案之加權標準化矩陣如表 6.4-9 所示。

表 6.4-9 方案之加權標準化矩陣

模板評估指標	A 系統模板	D 系統模板	S 系統模板	傳統木模
施工精度	0.06221	0.04922	0.04922	0.01914
脫模後表面品質	0.03438	0.01889	0.02721	0.01058
要徑外預組之可行性	0.01771	0.02550	0.01771	0.00992
界面作業間之相容性	0.00791	0.04397	0.06332	0.08003
單位模板固定成本	0.06567	0.03420	0.03147	0.00752
單位模板變動成本	0.02826	0.03468	0.03597	0.04110
工程轉用性	0.03714	0.09549	0.09549	0.12070
模板作業安全性	0.04535	0.04535	0.03588	0.01395
安全防護措施	0.02366	0.02366	0.01643	0.00296
模板組拆之便利性	0.06997	0.06997	0.05536	0.00692
模板系統之模矩化特性	0.04911	0.04911	0.06207	0.03410
作業之吊裝與環境需求	0.03182	0.02518	0.01749	0.03148

第五步：應用 TOPSIS 法進行方案之優勢排序。

將所評選的四個模板系統，針對 12 項指標計算各方案距理想解與負理想解之分離度(separation)與各方案之得點，最後，根據其得點大小進行優勢排序(如表 6.4-10)。

表 6.4-10 評估方案之優勢排序

方案	S_j	S_i	C_i^*	優勢排序
A 系統模板	0.1265	0.0915	0.4198	4
D 系統模板	0.0577	0.1126	0.6609	2
S 系統模板	0.0468	0.1139	0.7087	1
傳統木模	0.0965	0.1249	0.5639	3

由前述之參考案例，可以大致對整個評估流程與架構有初步的瞭解。事實上，對於評估指標之相對重要性評比，除了由決策者之主觀判斷之外，可以藉由加入群體決策或是德菲法(Delphi Method)等方式來整合相關決策人員之偏好與意見，對於個案與作業需求之正確反映將有所助益，甚至對於最後方案之評選亦有相當的影響。此外，對於各專利系統模板之特性與作業流程須有相當程度的了解，方能正確地評估其績效值。是以，對於評估流程之參與者亦呈相當重要的考量，合適的專業人選不僅有利於評選出合適的方案，亦可降低決策過程的風險與避免評選出不當方案的錯誤發生。

6.5 小結

模板工法的選擇對於工程進度與施工品質有重大的影響，優良的模板系統可以有效的縮短工期、減少勞動力的需求、提高施工品質。然而，目前國內模板工程施工技術的發展與作業環境的配合皆未臻理想，除了當前產業環境的問題之外，市場規模與資訊管道皆影響了模板作業的改良與新式工法的使用，而未來營建發展的趨勢，勢必朝向模板作業及系統不斷地改良，施工技術的自動化、合理化、配合相關法令及施工規範的改善，將可有效地增加施工效率、縮短工期與品質提昇的效果。

而本文針對系統模板在營建工程的應用上提出一評估模式與架構，配合分析層級程序法、模糊多屬性決策分析及多準則評估法的應用來建立一評估流程與方法，針對模板作業的品質、進度、成本、安全及

施工性等目標為評估依據，不僅可考量決策人員的偏好與個案之需求條件，亦可避免以單一成本最小化為方案評選的準則，可清晰地瞭解其具有簡易之流程與實用之特色。將可對國內模板作業品質與技術水準的提昇以及模板作業在系統化、標準化上之發展，有所助益。

第七章 結論與建議

7.1 結論

本研究所完成之具體工作內容，包括對各種系統模板做完整的彙整，對近年來新興的系統作個案分析與探討，提出系統模板在實際工上所遭遇的困難及解決對策，建立一套評選參考模式，建構推廣教學網站，以上各點分如下：

一 彙整各系統之差異性與特色

為確實達到系統模板之推廣及應用，本研究整理歸納國內常用系統模板之差異性與特色，並調查各類系統模之應用現況，以便於業界對各套系統能有最初步的認識

二 個案應用之探討分析

為了了瞭國內系統模板使用成效，施工及規劃所遭遇的問題，本研究針對本土自行研發的太平洋新興複合式系統模皮工法及自新加坡引進的 SINLAY 玻璃纖維系統模板工法，進行個案研究與調查，並就其施工技術，工期，成本及法規等方面歸納其成效與題，以供業界於使用模皮系統時之參考。

三 提出推廣應用系統模板問題之對策

系統模板的應用困難主要在於成本的考量，建築設計之配合，施工技术與精準度，相關制度與法令及管理層面之因素等，在本研究之中均對上各點做深入探討並解決對策，期能對業界有所助益。

四 提出系統模皮性能規範草案

本研究參考業界實際施作系統模板的現況、專家學者的研究與建議、公共工程委員會中模皮部份之施工規範及現行各項相關法規定，擬定系統模板性能規範草案，作為業界及政府相關單位行工作時之參考依據。

五 建構系統模板推廣教學之網站

為推廣系統模板之應用，本研究運用電腦網際網路及 3D 虛擬實境技術建立一個系統模皮教學推廣的專屬網頁，在網頁中使用者不但可以查詣目前國內所常用系統模板工法、材料、流程及所遭遇問題，亦可透過 3D 虛擬實境了解真實的工地現場情形，期能藉此此加強國系統板自化技術之推廣與應用。

六 建立評選系統模板之參考模式

本研究針對系統模板提出一套評估模式，運用分層級程序法(AHP)建立一評估流程與方法，針對模皮作業的品質、工期、成本、安全及施工性等目標為評估依據，決策人員可考量業主需求與個案之設計條件，選用適宜之模板系統。

7.2 建議

對於系統模皮之推廣應用與後研，本研究建議如下：

一、針對應用系統模板之個案進行管理輔導

推廣系統模板之關鍵，首要為成本上之考量，若是沒有足夠之經濟誘因，很難鼓勵營造廠商主動採用系統模板，而如何透過理之手段，達

到系統模板之預期效益，也就成為主要的重點。其實各套系統模皮均有其特點與長處，但許多系統模板之應用並未充分展其效益，究其原因，許多是由於管理不善所致，因此，值得後續研究之方向為針對應用系統模皮之個案進行管理輔導、加強管理措施、提昇生產力並控制品質，乃是促使系統模板用產生經濟效益之關鍵。

二、加強設計之考量

系統模板之使用成效受到設計因素之影響十分深遠，若設計時沒有充分之考量模矩化之特性，配合建築物的外牆、陽台、樓梯等構件之預鑄，則在工期上將無法展現系統模板之預期成效；此外，建築物外牆貼磁磚之平要求，柱牆是否外露等特性，亦直接影響系統模板之施工品質，這些設計上的配合，均是系統模皮成功與否之重要條件；如何加強設計上之考量，改善設計品質與系統模板之搭配，亦是後續推廣應用系統模板的研究重點。

三、完整的評估因子及步驟

本研究對於系統模板之評估模式，主要考量為品質、工期、成本、安全及施工性。就業主而言，即使成本較高、工期供明顯縮短，但若能在品質上有較佳之作果，亦值得鼓勵採用；然對營造廠商而言，評估系統模之考量，尚需包括工地之特性、工地貯存、揚重設備之需求及工法之精準度、扳術能力等；因此，如何使評估因子及步驟更為完整明確，增進實務應用之可行性，亦是後續推廣系統模皮應用之研究課題。

參考文獻

1. 「ALUMA系統模板」，營建知訊，第11-20頁（1993）。
2. 九洋營造工程股份有限公司，「國泰新竹荷蘭村 - 複合式工法計畫書」（1996）。
3. 大旭工程，「DH新竹荷蘭村工程計畫書圖」（1996）。
4. 太平洋新興股份有限公司，「太平洋新興複合式系統模板工法簡介」（1996）。
5. 太平洋新興股份有限公司，「國泰三井汐止智興段（登峰天廈）集合住宅興建工程施工計畫書」（1996）。
6. 內藤龍夫，「軀體生產技術與集合住宅」，第十四屆中日工程技術研討會建築組論文集，（1993）。
7. 內政部頒佈，「最新建築技術規則」，詹氏書局（1985）。
8. 石正義，建築模板施工設計實務，詹氏書局，臺北（1987）。
9. 巨惠國際開發股份有限公司，「台大凝態科學館—FRP玻璃纖維工業化系統模板施工書」，（1997）。
10. 台南營造股份有限公司，「YH工法簡介 & YH施工計畫」（1996）。
11. 在永末德，「RC系合理化構法之開發動向」，建築技術，日本，第116-117頁（1994）。
12. 吉野次彥，「最近的模板工法」，日本建築技術雜誌“合理化模板工法特集”，第81-82頁（1992）。
13. 李世玉，「模板工程品質管制之研究」，碩士論文，國立台灣工業技術學院營建工程技術研究所，臺北，第7-18頁（1990）。
14. 李兆峰，「建築業採用系統模板在技術轉移中關鍵性問題之研究」，碩士論文，國立成功大學建築研究所，臺南（1994）。
15. 李明德、石正文，「高層集合住宅應用YH鋼模暨國安社區施工概述」，住都雙月刊，第117期（1995）。

- 16.李政憲，「高層集合住宅建築生產合理化之研究」，內政部建築研究所籌備處（1993）。
- 17.李政憲，「營建業提昇生產力之研究 - 日本發展營建自動化之策略」，內政部營建署營建自動化叢書（1995）。
- 18.李政憲等，「高層集合住宅複合化工法之開發興建」，高層集合住宅複合化工法技術研討會，內政部建築研究所籌備處，第4-1 4-34頁（1994）。
- 19.吳明昌、盧福財、李連生、劉育智，「淺談五甲中低收入住宅（第一、三標）新建工程 - DOKA系統模板施工法」，住都雙月刊，第126期（1997）。
- 20.沈進發，「模板工程之現況及發展」，空間雜誌建築技術，第二期，第48-52頁（1992）。
- 21.「系統模板應用現況座談會」記錄，建築學會，第35 36期，第26-34頁（1997）。
- 22.岡本公夫等，「複合化構法成立的要素技術」，建築技術-施工，日本，第64-87頁(1991)。
- 23.林松茂，「系統模板施工自動化（南二高工程）」，混凝土施工技術自動化，台灣營建研究院（1997）。
- 24.林耀煌，營建工程 - 施工規劃與管理，長松出版社，臺北，第535-569頁，增訂第九版。
- 25.周信良，「模板施工自動化之初步研究」，碩士論文，國立台灣工業技術學院營建工程技術研究所，臺北（1994）。
- 26.阿諾曼工程股份有限公司，「三井工程新竹市荷蘭村集合住宅新建工程 - C區模板施工計畫書」（1996）。
- 27.佳承建設股份有限公司，「飛模簡介」（1996）。
- 28.馬場明生，「新模板工法之展望」，建築技術，日本，第25-30頁（1993）。

- 29.徐志成，「系統模板之技術發展策略」，碩士論文，國立台灣工業技術學院營建工程技術研究所，臺南，第58頁（1995）。
- 30.陳公益，「系統模板應用於集合住宅之個案研究」，碩士論文，國立成功大學建築研究所，台南（1994）。
- 31.黃斌等，「建築工程自動化新工法新材料應用現況調查與分析」，內政部建築研究所（1996）。
- 32.郭斯傑、蔡洲灝，「系統模板在營建工程應用上之評估模式之研究」，台灣大學工程學刊，第71-88頁（1996）。
- 33.郭輝龍，「建築工程系統模板施工管理之研究」，碩士論文，國立台灣工業技術學院營建工程技術研究所，臺北（1997）。
- 34.彭雲宏，「系統模板技術評估及推廣」，內政部營建署營建自動化專案計畫，臺北（1996）。
- 35.彭雲宏，「集合住宅施工自動化研究（二）-系統模板技術發展策略」，內政部建築研究所籌備處（1995）。
- 36.彭雲宏，「集合住宅施工自動化個案研究（三）-模板施工自動化之研究」，內政部建築研究所籌備處（1994）。
- 37.彭雲宏，「集合住宅施工自動化推動現況」，第十四屆中日工程技術研討會建築組論文集(1993)。
- 38.彭雲宏，「台灣地區營建工程能量之調查與分析(二)」，內政部建築研究所籌備處，臺北（1992）。
- 39.彭雲宏，「使用預鑄工法興建國民住宅之評估」，內政部營建署委託財團法人台灣營建研究中心研究報告，(1984)。
- 40.蔡洲灝，「系統模板應用之評估模式研究」，碩士論文，國立台灣大學土木工程研究所，臺北（1995）。
- 41.賴明茂、徐敏思，「模板工法之比較分析與新技術引進之探討」，建築學報，第六期，第75-103頁（1992）。
- 42.聯心工程有限公司，「SYMONS鋼框夾板模系統施工手冊」（1996）。

- 43.顏聰、陳振川，「模板與鷹架支撐施工研討會論文輯」，內政部營建署(1996)。
- 44.寶固營造股份有限公司，「台北縣大鵬一村重建工程 - 清水模板施工計畫書」(1996)。
- 45.Hanna, A.S. and Victor E Sanvido ,“Interactive Vertical Formwork Selection System” ,*Concrete International* , , pp.26-32 (April.1990) 。
- 46.Hanna, A.S. and Victor E Sanvido “Interactive Horizontal Formwork

附錄

「建築工程系統模板自動化技術之推廣及應用」

專家座談會

一、時間：民國八十六年十一月二十七日下午

二、地點：國立台灣大學土木系會議室

三、主持人：郭斯傑/國立台灣大學土木系副教授

曾惠斌/國立台灣大學土木系助理教授

四、出席人員：

毛 犖/內政部建築研究所

蔡淑瑋/內政部建築研究所

莊雨欽/台灣省政府住宅及都市發展處課長

李光榮/太平洋新興公司系統模板經理

姜新明/巨惠國際股份有限公司總經理

陳敦欣/陳敦欣建築師事務所建築師

陳秀春/奕彊營造股份有限公司董事長

陳升忉/大陸工程股份有限公司總工程師

廖展謀/星磊開發股份有限公司總經理

蔡明燦/奕彊營造股份有限公司總經理

蔣志豪/東怡營造工程股份有限公司處長

羅 文/羅興華建築師事務所協理

蘇弘平/三井工程股份有限公司登峰天下所長

五、討論提綱：

- (1)系統模板評估選用之考量因素
- (2)系統模板應用所遭遇之困難
- (3)國內對系統模板推廣發展之建議

六、會議內容摘要

台灣省政府住宅及都市發展處莊課長雨欽

對業主而言，採用哪種系統模板並不是非常重要的，而是在品質、工期方面應符合業主需求。如何評估與選用系統模板應是業者重視之目標，在以往國宅工程設計階段並沒有考量到系統模板之採用，直到台中國安國宅時，業者才提出希望選用系統模板之需求。

對於業者而言，採用系統模板並沒有任何困難，但對公務部門採用系統模板，會有法令上的限制，如清水模的粉刷線問題，採用系統模板的成本計算方式以及相關法令上應考量之重點才是重要的。

大陸工程股份有限公司陳總工程師升切

採用系統模板之考量因素不外是成本、品質、工期。以往在沙烏地時採用 Hunnebeck 系統模板，當時考量的因素是施工速率可以增加，但實際採用後工人、工程師及包商都不願使用系統模板，導致施工過程相當不順利，直到工程做到一半時，所有施工人員才感覺到使用系統模板的好處，樂於使用。

採用系統模板的成本計算何傳統模板相當不同，系統模板的成本分攤曲線是呈拋物線型，使用次數越多，成本分攤越低，採用系統模板才會划算，這和經營者心態有很大的關係。另一項考量的因素，即是需要專業工人，如果一個系統模板大家並不熟悉，引進的專業包商

也必須提供技術支援。

東怡營造工程股份有限公司蔣處長志豪

東怡在達觀鎮即是採用西德 Mascon 系統模板，考慮因素是在短期內拿到預定進度施工，並且當初採用時也評估了許多種類之系統模板，發覺揚重問題是採用大型系統模板時相當重要的影響因素。

許多人都認為採用系統模板相當容易，但實際上施工發現採用系統模板要做到相當水準，是非常困難的。在施工時並不單純是組模時需注意，甚至在澆灌混凝土時都會有位移，對精準度之影響相當大。真正影響精度的關鍵是工班，以往施工時工程師不會施工，有師傅會做，但現在台灣願意做現場的工人減少了。採用系統模板時，雖不會花費大量人力，但工作繁瑣，需要專業施工人員。

業界應自行評估哪種施工方式對自己最有利，沒有一種系統模板是適合所有工程的，例如高鐵工程，就適合大型系統模板，住宅工程以達觀鎮為例就較適合 Mascon。施工設備買到後如何安排運用即是承商應考量的，目前我們所引進的系統模板真正的 know-how 掌握在外國人手上，但國內企業缺乏長遠目標，承商採用時多只考量能加速施工，降低成本負擔，忽略了系統模板之採用應是長期使用為目標；以目前國內採用系統模板的廠商配料工作都沒做好，日後應朝向電腦配料為目標，並且系統模板之應用應從設計時就該考量到，再由施工配合，施工便會簡易。但現在實際情形相反，是先有設計圖再由系統模板配合，如此前置作業所花費時間就會非常大。因此，系統模板之推動，應由設計單位配合著手，業主應先和設計單位溝通。

系統模板尺寸固定，難配合國內設計樑柱尺寸縮減的習慣，並且由於裝修觀念不同，國外並不採用貼磁磚的裝修，而採用噴式材料，對於精準度要求並不高。而國內採用系統模板若採同樣施工標準就會有收頭的問題。另外，真正要系統模板成功，就得要培養專業施工人

員，外籍勞工採用往往需要費時訓練，並且只能工作短期，並無法達到真正的效益。

太平洋新興公司系統模板李經理光榮

太平洋所採用系統模板在試用期時施工效率偏低，導致工期有延誤。在牆模部分施作熟練後每人每天生產力可達 12~18 平方公尺，版模部分則可達 10~14 平方公尺，約 14 天一層。

採用系統模板後模具以及材料費用較以往節省，在經濟不景氣的現在，對施工是有相當助益的。在品質方面，精準度未能達到貼磁磚所要求的目標，導致修補費用佔施工費用相當大比例。

目前施工上的問題即是在業主與承商之間品質認定部分，以及施工責任歸屬問題，這些事項以及驗收方式，專業模板廠商都應該和業主先約定，作為日後爭議解決之參考。

星磊開發股份有限公司廖總經理展謀

現在本公司所推廣之玻璃纖維系統模板，是由原先新加坡所用之玻璃纖維系統模板改良後的產品。約在八年前引進台灣，進行軍方工程，但由於尺寸問題，該批模板在使用過一次後，即不能再使用了。雖然在價格方面較貴，但施工效率較高、品質也較好並且模板材料不會老化變質。玻璃纖維系統模板誤差小於 1 公厘，由翻模方式做成，以台大凝態館工程為例即用了約 8700 多片、119 種規格。由於考量到人工搬運的方便性，模板最大面積 2.1*0.9 公尺，每平方公尺模板包含支撐重約為 10.3 公斤，並且為了配合施工轉角之準確，收頭部份皆設置於平面處。為了配合國內外裝貼磁磚及外貼石材之習慣，模板內面有毛面設計。依據新竹施工時所作試驗，每人每天可施作的面積約為 25~30 平方公尺。另外，依據本公司委託台灣科技大學所作測試，玻璃纖維系統模板每平方公尺可抗壓 12 噸。模板成本約為每平

方公尺 5500 元，每片模板轉用次數超過 200 次，並且此模板具有可修補特點。

依據以往施工經驗，本系統模板具有不漏漿之特點，但會稍微漏水，所以在拆模後模板接合處，會有一小凹縫。並且本系統模板可配合快拆，在樑模下方預留支撐。施工時本公司有訓練專業工人，並且施工規劃詳細，建築物每一構件皆有其施工圖以及所使用模板編號，組模時採用堆高機，可以有效減少人力需求，降低成本，現場施作時總工作人數為 12 人。

拆模後表面平整，但剛拆模時混凝土呈黑色，依台灣科技大學黃兆龍教授解釋，是由於混凝土水化時沒接觸空氣的緣故，大約五天後表面才能轉為一般混凝土顏色。

系統模板和傳統模板之使用成本比較會較高，但若由綜合成本分析，徹底考量品質、工期、成本，以及管理上綜合費用，才是正確考量。

奕彊營造股份有限公司蔡總經理明燦

本公司剛開始時是由傳統模板開始，再接觸系統模板。在樓版方面為加拿大 Aluma 系統之代工，而牆部分則採用 E F C O 系統。初期施作於東帝士的白雲山莊，由於工地位於山上，受天氣不好的緣故，所以採用系統模板。

一般營造廠多希望以傳統模板之價格以系統模板施作，達到品質以及工期目標，但卻不願將所節省之利潤回饋給模板廠商，這使模板廠商獲利困難，因為模板廠商不但得負擔施作以及材料成本，還得擔負引進之風險以及人員培訓之費用，業主並沒考慮到推展系統模板的辛苦。在國外都是由政府推動系統模板，等到技術成熟後才轉移給民間使用。政府應針對各系統模板研究出該系統模板在國內使用之改善方式。

三井工程股份有限公司蘇所長弘平

三井工程在之所以在登峰天下案例採用系統模板施工，是為了要節省工期，並且考量到國泰建設所設計之建築物，變化並不大的緣故。但在決定使用系統模板之前設計工作已經完成，並且在設計時並沒考量到系統模板之需求，所以在施工進度上並沒達到預定目標。

原先和模板廠商交涉時只以模板費用作為議價之依據，這使兩者之間差異過大，無法達成共識。於是三井決定以系統模板可以節省的相關費用一併考量，最後才能和模板承包商達成共識。

由於國泰建設以及三井工程是屬於兄弟公司，一般模板承包商會以為兩者之間協調良好，會在設計時多作配合，但沒想到由於公司規模大，各部門間作業相互牽扯，以及並不是所有部門都支持以系統模板施作，管理者也不願有所更改，因此施工管理方式還是以傳統模板施作方式管理，而無法達成原先預期目標；其實，若能在管理方面配合良好，系統模板應是有相當助益的。

陳敦欣建築師事務所陳建築師敦欣

若招標文件若寫明採用系統模板，可能會造成公家機關之困擾，在國外對此並不註明，因為這些都是量產化之產品。如果採用系統模板，應先訂定設計需求。

羅興華建築師事務所羅建築師文

公共工程如果指定採用某種系統模版就會產生綁標的問題，在考量時不可以針對某系統來制定。以往傳統式施工方式，受限於勞工素質不高，外勞訓練又不足，導致施工品質不佳。

系統模板施工若是要有較好的品質，就應該考慮以半預鑄化以及乾式施工著手；預鑄化可以有效減低模板組合的次數以及困難度，乾式施工可以提供較較好以及較有效率的施工環境。如外牆採預鑄化及

是很好的改善方式，國內建築物外牆貼磁磚，沒三五年磁磚即剝落，若是能避免以傳統施工方式施工，就能對施工品質有效幫助。

巨惠國際股份有限公司姜總經理新明

對於系統模板的採用，在施工性之外，還應符合環保要求。施工時配合良好的施工管理也是重要的。

內政部建築研究所蔡淑瑋小姐

本案在十二月九日在建研所有期中簡報，這是本年度工作重點。另外，希望本案避免與以往毛先生所做的案子內容重覆；希望本案能在經濟效益評估的問題方面有所分析。

內政部建築研究所毛榮先生

依據調查，我國建築樓地板面積在八十年代有三萬平方公尺採用系統模板，到了八十五年增加至約一百萬平方公尺，數字成長雖高，但相對國內建築量，還是相當少的，相信未來還有相當大的成長空間。

為因應未來國內勞工數量的減少，政府推動自動化。自動化研究應實際，並且具立即可用之成果，能供業界立即使用為目標。系統模板之使用規範，如完工成果應如何制定，以及施工時界面之配合都是研究的重點；另外，對各系統模板施工時之注意事項也應做探討。

東怡營造股份有限公司蔣處長志豪

一般在採用系統模板時，都只以傳統模板施作價格和系統模板施作單項作業價格作比較，而未考量到傳統模板得增加粉刷費用以及其他附加的施工成本，如垃圾清運、打石等等；另外，對於採用系統模板工期縮短所節省的支出沒有計入。整體觀之，若是採用系統模板若

執行得當，對於工程總預算約可節省三分之一，所以系統模版還是有相當大競爭力的。

系統模板施工要成功，必須考量整體系統化，就是水電配管、鋼筋工以及混凝土的澆置的施作程序都得配合。以平整度來說，系統模板施作的平整度就相當好，國內對於泥作工班相當缺乏，並且泥作工班施工品質參差不齊，就算在泥作工班施作後，混凝土的脫殼問題以及滲水問題，這些問題採用系統模板後都可避免。

台灣省政府住宅及都市發展處莊課長雨欽

剛剛提到的國安國宅發包，是以傳統方式進行，在發包後承包商因工期考量，要求採用系統模板。於是報審計單位核准，約定如果施工費用低於原先模板費用加粉刷費用，並且平整度達到要求即可施工。由於在此工程試用成功，以後在合約中都明訂如果採用清水模板，粉刷費用與模板費用可以抵換；另外，在設計方面為了標準化，規定日後設計之門窗，都應具有完整尺寸；至於使用哪種系統模版，並不明訂。

奕彊營造股份有限公司陳董事長秀春

模具精度不夠，也是造成轉角精準度不足之原因，垂直模版精度為 ± 0.8 公分，不能滿足精度要求，因此在東帝士案子施工中花了一些修改的費用，但修改後品質相當好。在本案中，業主因此節省了許多費用，如泥作、垃圾清運等等，並且由於施工品質好，所以銷售成果相當好。

目前唯一問題，即是垂吊牆垂直精度不足的問題，此系統模版在國外精度要求較低，只要在 1 英吋內即可，但由於國內裝修習慣之限制，施工精準度要求較高，這些有賴於經驗累積以及經驗交流，減少學習的成本。

太平洋新興公司系統模版李經理光榮

一般在有外露樑的情況下，精準度的問題較易克服；但若是存在樓高較高並且無外露樑的情況下，就會因精準度產生裝修的問題。如何落實施工管理，在無粉刷的情況下達到相同精準度，這是業者所應重視的。

星磊開發股份有限公司廖總經理展謀

所有系統模板都較傳統模板精密許多，應該都可以達到業主要求。若是精度產生問題，並不完全是系統模板的原因，因為這也牽涉到鋼筋工、水電工以及混凝土施工施作的問題，混凝土澆置時衝擊，鋼筋工隨意拆模板，這些都會使精準度產生問題，因此這也有賴各工種的相互配合。另外，建築師也應該在建築物尺寸上多加考量，避免尺寸變化，使施工方便。

三井工程股份有限公司蘇所長弘平

目前在國泰建設荷蘭村的使用評估中，發現所採用的三種系統中，有兩種有平整度的問題，外牆不用粉刷的目標並沒達成，工期方面也沒節省，但是在內裝方面以及垃圾清運方面有相當大助益。

在工期方面未達到原訂目標的原因，並不是系統模板的緣故，而是公司當初希望廠商連工帶料，而系統模板廠商只是貿易商，在生產介面產生問題所致。