

產業自動化－營建自動化計畫成果報告
計畫名稱：集合住宅施工自動化個案研究

計畫編號：MOIS 830027

執行期間：82年8月1日至83年6月30日

集合住宅施工自動化個案研究（三）
－模板施工自動化之研究

計畫主持人：彭雲宏

協同主持人：毛 華

研究人員：周信良

黃 斌

鄭明淵

謝定亞

黃文財

蔡長榮

李啓全

胡禎麟

徐志成

陳公毅

陳淑如

游義琦

林秀春

楊燕琴

主辦單位：內政部建築研究所籌備處

執行單位：中華民國建築學會

中華民國八十三年六月三十日

摘 要

關鍵詞：模板、系統、施工、自動化

模板工程費用係混凝土構造物建造成本中所佔比例最大的項目之一。本研究以實地調查訪問的方法，收集與分析三個不同自動化層次的模板系統工程個案成本結構，再利用經濟模型的理論將模板施工成本分為固定成本之分攤及變動成本兩大類以建立成本分析模式。以此成本分析模式為基礎經由實例個案數據演算檢測不同模板系統之適用規模，並探討不同的設計、工期、動員時間、及其他施工條件對模板成本可能的影響，以作為評選模板系統之參考。

ABSTRACT

Keywords: formwork, system, evaluation

Cost of formwork is a major part in total cost of concrete constructions. Cost structures of three formwork systems including a conventional plywood form, a high density plywood ganged form, and a modularized steel form have been surveyed and analyzed in this research to build a generalized cost model. This cost model can be described by two major parts namely fixed costs and variable costs. Factors affecting costs per unit area of pour are elaborated. Sensitivity analyses of these factors are performed to test potential impacts for each factor. Analytical results show that the possible number of reuse is the most sensitive factor in selecting a formwork system. The peak labor requirement and equipment rentals could also be influential in specific conditions.

目 錄

第一章 緒論

- 1.1 研究動機與目的 1
- 1.2 研究範圍與內容 2
- 1.3 研究方法與流程 4

第二章 文獻回顧

- 2.1 營建自動化的發展沿革與定義 7
- 2.2 模板工程 9
 - 2.2.1 國外模板施工發展的狀況 10
 - 2.2.2 國內模板施工發展狀況與問題點 11
 - 2.2.3 模板評估方法 13
- 2.3 營建生產力 14
 - 2.3.1 施工法改良的程序 16
- 2.4 學習曲線 18

第三章 模板工程施工個案研討

- 3.1 模板工法案例介紹 22
- 3.2 個案之觀測記錄 28
- 3.3 個案工法改良試驗成果說明 30

第四章 模板系統評選模式

- 4.1 模板相關問題之探討 33

4.2	模板系統評估架構建立	41
4.2.1	建築設計因素	43
4.2.2	施工考量的因素	43
第五章 模板成本模式建構		
5.1	模板施工成本分析	45
5.1.1	模板施工成本分析基本模式	45
5.1.2	模板施工案例成本分析	52
5.2	學習曲線的影響與應用	64
5.2.1	學習曲線的基本模式	65
5.2.2	學習曲線建立的步驟	65
5.2.3	學習曲線個案分析與應用	67
5.3	各項因素之敏感度分析	76
5.4	模板系統之發展方向	78
第六章 結論與建議		
6.1	結論	81
6.2	建議	82
參考文獻		84
附錄一	甲工程施工與觀測相關資料	88
附錄二	乙工程施工相關資料	100
附錄三	丙工程施工日報表統計資料	105

附錄四	甲工程第一階段工作改善資料	106
附錄五	甲工程第二階段工作改善資料	108
附錄六	D系統模板廠商研討會議記	110

圖目錄

圖 1-1	模板作業程序流程圖.....	3
圖 1-2	研究流程圖.....	6
圖 2-1	工時遞減學習曲線示意圖.....	21
圖 2-2	個別工時、累積平均工時及總工時關係圖.....	22
圖 3-1	甲工程各項工程費佔建築工程費之比例圖.....	24
圖 3-2	甲工程各作業佔結構工程費之比例圖.....	24
圖 3-3	甲工程牆模板構造平面示意圖.....	26
圖 3-4	甲工程梁版模板構造示意圖.....	26
圖 3-5	乙工程柱牆模板構造示意圖.....	27
圖 4-1	同棟建築階梯狀施工順序圖.....	35
圖 4-2	甲工程柱牆及梁版工作天分佈情況.....	36
圖 4-3	作業銜接績效圖.....	39
圖 5-1	甲工程牆模板組件提供之使用次數圖.....	53
圖 5-2	甲工程梁版組件提供之使用次數圖.....	54
圖 5-3	傳統柱牆模板組件使用次數圖.....	55
圖 5-4	甲工程模板作業成本項目比例圖.....	63
圖 5-5	單位面積模板購置費用分攤與轉用次數 關係圖.....	63
圖 5-6	模板單位施工面積之成本與轉用次數關係圖..	63
圖 5-7	甲工程模板轉用順序圖.....	67
圖 5-8	甲工程柱牆模板生產工時學習曲線圖 (單棟單層).....	67

圖 5-9	甲工程柱牆模板生產工時學習曲線圖 (三棟單層)	68
圖 5-10	丙工程傳統模板生產工時學習曲線圖 (單棟層)	69
圖 5-11	甲工程柱牆模板生產學習曲線圖	75
圖 5-12	模板成本評選的架構圖	76
圖 5-13	柱牆模板作業成本項目敏感分析圖	77
圖 5-14	柱牆模板作業基本影響因素敏感度分析圖	78

表 目 錄

表2-1	國內建築工程模板工法發展情況	11
表4-1	甲工程鋼筋及模板每層工作天	38
表4-2	模板評估架構表	42
表5-1	傳統模板單價分析表	55
表5-2	乙工程機具費用分攤計算表	56
表5-3	甲工程工率、工人薪資計算表	58
表5-4	甲工程三梯建築機具費用計算表	59
表5-5	現階段各模板施工個案之平均費用表	62
表5-6	柱牆模板施工各層實際與預測人工工時表	73
表5-7	原施工成本與預測施工成本比較	74
表5-8	柱牆模板作業成本項目敏感度分析表	77

第一章 緒論

1.1 研究動機與目的

國內在各重大工程陸續推動下，使得營建業勞動力有顯著的短缺現象【1-3】。為解決營建業勞工短缺、改善營建業體質及強化其競爭能力，行政院於民國七十八年底將營建業自動化納入產業自動化十年計畫中【4】。並由內政部建築研究所籌備處統籌辦理及推動營建業自動化相關的研究發展工作【5】。經產官學研近幾年來的研討與發展，對於自動化的定義已漸漸形成共識，認為營建自動化的定義不應侷限於單純的採用機械人施工，而應廣範的包含所有「利用機械、電腦及其他現代科技，透過合理化與標準化的過程，來提升營建生產力、縮短工期、降低造價、確保品質、保障安全及減少污染的方法」【6】。基於這個較廣泛的定義，營建自動化的推動工作確有必要先由實際工程業務的需求性、技術的可行性及經濟性等因素來篩選最具有發展潛能的項目【7】，再根據現行工作方法所存在的問題，透過合理化、標準化及機械化的步驟漸次改善。

目前台灣住宅的構造方式以鋼筋混凝土造為主，約佔總住宅建築樓地板面積的87%【8】。並依據內政部建築研究所築備處對「臺灣地區營建工程能量之調查與分析（二）」【9】報告顯示，模板的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，同時也

是營建工程中勞力密集的作業項目之一。從工程的「品質」、「成本」、「進度」、及「安全」的規劃控制上，模板工程對施工過程有著相當大的影響。在工程品質方面，模板係於混凝土澆置時所賴以成型之容器，因此模板工程的施工良窳關係著混凝土工程的品質。在工程施工成本方面，國內一般建築工程模板費用約佔總工程費的20~30%【10】。在工程進度控制方面，模板作業一直是趕工縮短工期的重點。在工程安全方面，模板的不安全事件是營建業發生意外災害的主要原因【11】。

因此本研究主要目的乃針對國內建築工程模板作業進行個案調查，研擬作業改善方案，並利用作業改良分析方法來比較國內幾種不同系統模板的差異，且嘗試提出一個模板選用評估方法以協助工程管理者依據個案工程的特性評選及推選合適的系統模板工法。

1.2 研究範圍與內容

模板的種類非常繁多，依其使用工程類別而分有建築用、廠房用與土木工程用模板等三種。而依其組成材料可分為木模、鋼模、鋁模、塑膠模、FRP模等。依施工方法可分為「傳統木模板」及「系統模板」【12，13】。模板主要工作如圖1-1所示，應包含模板的規劃設計、施工圖、材料準備、模板加工、放樣、裝配組立、檢驗、混凝土澆置中之監視與補救、拆模及再撐等作業。因此其施工的複雜度及所需之施工技術也較鋼筋及混凝土複雜。所

以要縮短模板施工時間、減低施工成本、提高混凝土表面品質及降低模板施工災害就應該發展模板施工自動化的技術。

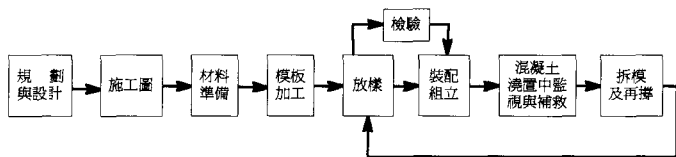


圖 1-1 模板作業程序流程圖

資料來源：沈進發著「模板工程」p.2.

而在鋼筋混凝土構造中，模板工程雖被歸屬於假設工程，但模板工程不論在建築費用、施工時間、混凝土品質、工作安全及勞力需求等各方面都扮演著舉足輕重的地位【10，14】。更被台灣住宅都市發展局評估為自動化需求的首要項目【7】。而自民國69年開始，國內廠商陸續有自國外引進及自行開發許多系統化的模板型式。但這些模板系統至今大都僅使用於1~2個工地後即無後續的發展。為此，本研究範圍是對在國內建築工程中延用之系統模板施工資料收集整理，並接洽目前使用系統模板較具代表性的工程與其模板型式有甲工程的D系統模板、乙工程的Y系統模板，以及使用傳統模板施工的丙工程等三個個案，利用工地現場個案量測，評估其生產力，配合日報表記錄資料來探討營造廠商在引用模板自動化工法過程中，在施工計畫、現場管理及成本控制等方面需注意的問題，研擬改善方案。並以曠時攝影及工地調查等方法來比較所有個案的模板工法在初始投資、動員時間、學習曲線

及成本方面的差異特性，祈能提供現場施工與管理人員在採用系統模板之參考。

1.3 研究方法與流程

本研究選擇配合廠商後，首先至工地現場選擇觀測地點作初步觀測，及與現場管理人員溝通討論以瞭解工地概況，並對模板工程抽樣調查評估工人使用率，同時利用曠時攝影法拍攝整個施工作業流程，分析工地現場佈置、模板的細部施工步驟、及各作業之動作，記錄其施工流程、動作時間，並檢討營造廠商在引進模板自動化工法過程中，在施工計畫、現場管理及成本控制等方面需注意的問題，以作為研擬工地改善方案參考依據。

在改善方案研擬與執行時，首先透過拆模設備的設計實施、工作順序調整、施工編組的縮減重排、柱牆模板組拆工作時間的設定研擬新的改善方案，並選擇一套柱牆模板的組拆作業進行試作，同時記錄工作的狀況以測定新方案實施的難易程度，接著為擴大改善成果，調整整體作業進度及資源使用的分派與拉平。其次分別對梁版模板、鋼筋組紮及水電配管等介面工作進行協調會議，以獲得工作配合的承諾。最後由研究人員將此次工作改善的技術移轉與工地施工人員，並協助建立施工進度的監控系統與進度調整的方式。

實施改善方案後，從學習曲線、工率、品質、進度及成本等方面評估個案執行的成效。最後，比較本研究所調查個案，建立模板系統評估模式。

本研究所採用的方法與流程如圖1-2所示。

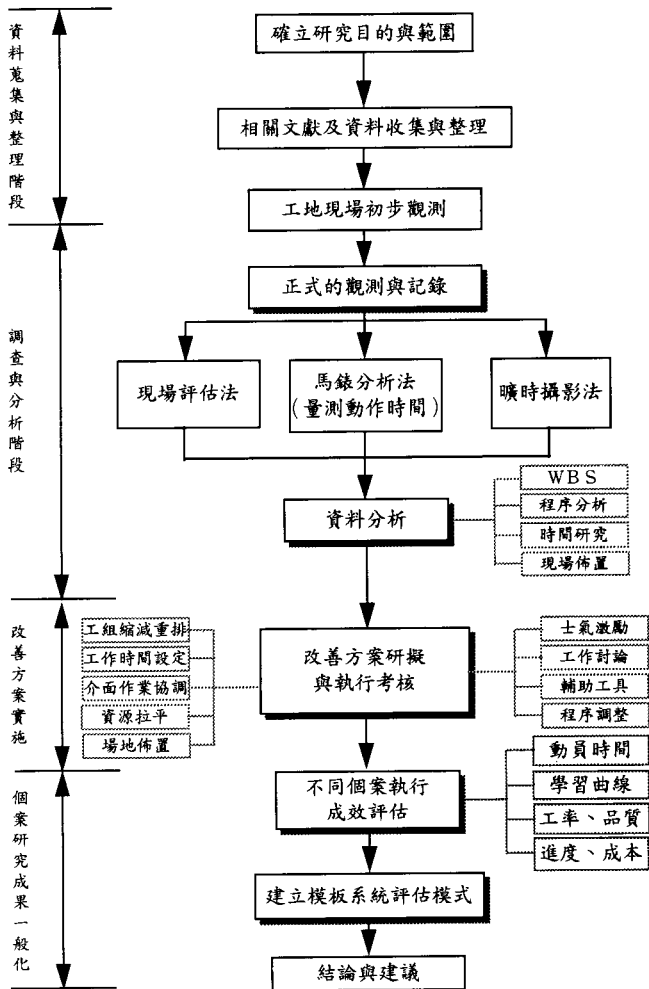


圖 1-2 研究流程圖

第二章 文獻探討

對於既有相關文獻的蒐集與整理，本研究針對「模板施工自動化初步研究」的角度分為「營建自動化」、「模板工程」、「營建作業生產力」及「學習曲線」等四個方面各別就國內外的發展沿革、方向及相關的文獻加以探討說明。

2.1 營建自動化的發展沿革與定義

為解決勞工短缺的問題、改善營建業體質及強化競爭能力，行政院於民國七十八年底通過產業自動化十年計畫，第一次將營建業納入全國產業自動化的推動範疇【5】。自民國七十九年七月起，以政府為主導集合產、官、學各界的力量共同努力全面推動營建自動化。民國八十一年由營建業自動化推動的主導機關內政部建築研究所籌備處將推動的範圍劃分為建築設計自動化、施工技術及工程自動化、營建管理自動化、營建機具自動化、營建材料生產自動化與智慧型建築等六大領域【15】。民國八十二年全國自動化會議中將「集合住宅營建自動化」及「營建業自動化諮詢服務」列為重點項目。其中集合住宅的部分為「政策法令」、「規劃設計」、「施工技術」、「品質檢測」、「規範研擬」及「其他」等六個主題進行推廣與研究。

經過約四年的研究發展經驗及多次的研討，參與者對營建自動化的定義雖有許多不同的見解【16-19】，然由

於自動化層次較高的施工機器人在研究發展或採購引進時所需投入的資金龐大，所需花費的時間也相當可觀，且於研發試驗初期也不易獲致經濟的運作規模。為顧及營建業的實際需求及考慮合理漸進的發展程序，所謂營建業自動化不應侷限於單純採用機械人施工，而應更廣泛的包含所有「利用機械、電腦及其他現代科技，透過合理化、標準化與機械化的程序來提升營建生產力、縮短工期、降低造價、確保品質、保障安全及減少污染的方法」【6】。

自二次世界大戰之後由於大量的重建工作使先進國家在鋼筋混凝土建築的研究發展上趨向於預鑄工法，但隨著國際社會的穩定繁榮，人們開始追求較富於變化的建築設計。而使得造型簡單、格局樣式少的預鑄房屋市場逐漸式微。同時為降低大量的工地現場工人，日本營建業對傳統的工作方式再加以不斷的改良，將部分單元以預鑄施工的優點重組結構施工的方式，形成日本近年來的複合化工法。而複合化工法的發展主要在於考量個別廠商與專案的特殊條件結合各種不同層次的合理化及省力化施工方法，選擇一種最經濟有效的組合施工方法來完成工作【20，21】。反觀國內建築業由於各項結構施工作業仍處於尚未合理化的傳統施工方式，若直接推展複合化工法是否能獲得複合化工法所帶來到的效益，應是採用者必須加以考量的問題。因此，就營建施工自動化的定義而言，應採階段漸進式的方式推展。

2.2 模板工程

模板的種類非常繁多，依施工方法可分為「傳統木模板」及「系統模板」【12，13】。「傳統木模板」的支撐、背撐、面板皆以木材為主，再配合鐵件束材進行模板組裝工作。傳統木模板對目前的施工效益主要是造型容易、國內工人習慣使用等。其缺點為使用之木料皆未經過處理容易腐蝕損壞使用次數低，且木模強度低、模板面積小、組件多需要大量的技術工人進行組立。「系統模板」可視為傳統模板作業合理化與自動化的一個方向。透過系統化的方法將模板與支撐系統桿件模距化、標準化或大型化，並將組立及拆模方法省力化，以長期重複使用、減少現場裁切耗損與拆組所需之人力與時間來降低成本，並確保工程安全、精度與品質的一種方法。系統模板主要的種類有飛模(Flyingform, Table-form)、跳模(Jumping form, Ganged form)、滑模(Sliding form)、爬模系統(Climbing form)、電熱鋼模、及隧道型鋼模系統(Tunnel form)、手組式系統模板(Hand-set form)及其他各種專利模板系統【12】。由於各種系統模板針對工程的特性、勞力供給狀況、工人技術能力、工作習慣、模板投資回收的需求及營建管理能力等不同的需求而開發。又因各系統模板開發廠商為擴大市場占有性，其產品市場的開發具有相當程度的重疊，導致欲採用系統模板的施工者無法正確的選擇合適之模板系統。

2.2.1 國外模板施工的發展狀況

近年來國外在模板材料組件的開發、模板系統的多元化、設計與規劃的電腦化、模板施工機具的自動化等方面都有長足的進展。由於環保意識的抬頭，各國對森林資源的保護逐漸升高，在模板材料的開發上以如何提升木質組件的耐用性及替代產品的開發，如鋁模、FRP模、塑鋼模及複合材料等，同時也可以減少模板廢料的處理問題。更進而發展永久性的模板及支撐(Permanet form and Shores)或捨模模板(Stay-In-Place)以使模板部分組件成為結構的一部份甚至免除拆模的工作，如ALC板、GRC板、金屬浪板(Metal Deck)、半預鑄或全預鑄混凝土板。國外模板工程的發展方向在縮短工期、減少技術勞力的前提下朝向於無鷹架、無支撐、能早期脫模、可省略拆模作業及預先裝修表面等方向發展。但仍存有下列的問題必須克服【12，13】【21-23】：

- 1) 希望能降低工地現場人工至傳統工法的1/10。
- 2) 半預鑄模板的型式種類繁多、數量少，無法達到經濟的生產規模，應朝向設計模組化配合。
- 3) 工人仍有施工不熟練的問題。
- 4) 假設工程未相對的配合研發。
- 5) 應多利用捨模模板克服資源浪費與模板廢料的環保問題
- 6) 介面工程的相對配合。

2.2.2 國內模板工程的發展狀況及問題

國內的建築工程長久以來大都延用傳統模板施工，而自民國69年開始，國內廠商陸續有自國外引進及自行開發許多系統化的模板型式詳如表2.1所示。在建築工程上主要使用的模板型式有SYMONDS鋼架模板系統、改良式清水模板、小片鋼模工法、SGB塑膠模板、電熱鋼模工法、U型浪板樓板、鋁模系統、倒U型鋼模快速施工法、面磚預貼模板工法、FRP模板、標準鋼模板等11種，但這些模板系統至今大都僅使用於1~2個工地後即無後續的發展。直至目前仍以傳統木模板施工為主約佔90%【24】。

表2-1 國內建築工程模板工法發展情況

年	工程名稱	採用之模板工法	參考文獻\備註
		鋼結構之樓板施工採DECK方式	曾元一，「施工技術古構具自動化現狀調查及分析研究」，內政部建築研究所報告，81/6
67		FRP模板	李軍惠，「FRP模板與國內建築新頁」，建築價值314期，58/7
69	志清大樓	SYMONDS鋼架模板系統	「SYMONDS鋼架模板系統及施工實例」，營造世界雜誌22期，72/6
71	台灣大樓新建築工程	使用U型浪板樓板	
71	興安國宅	標準鋼模板	王文吉，「興安新村國宅工程新型標準模板簡介」，營造世界雜誌22期，72/6
72	成以新村國宅	採用改良後之清水模板、小片鋼模工法、SGB塑膠模板、電熱鋼模	陳瑞龍，「高層集合住宅自動施工機具設備引進使用推廣計劃」，內政部建築研究所籌備處研中開發資料，83/2
72	中區大樓、台北一銀、台灣及高雄廣實大飯店	面磚預貼模板工法	衛住建設技術室「面磚預貼模板工法介紹」，現代營建第53期，73/5
	林口國宅、元智工學院	樓板採鋁模板系統	顏明茂、徐敏斯「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，1992/8
	林口國宅	採用U型鋼模快速施工法	
	滬口工業氣庫房	牆模、柱模、及爬升模	顏明茂、徐敏斯「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，1992/8
	德勝大樓	樓板系統	全上
	梅潭街抽水站	樓板系統	全上
	太平洋台北中心	柱模及支撐系統	全上
	板橋雙星大廈	牆模、柱模、及爬升模	全上
	高雄臨海工業廣場	牆模、柱模、及爬升模	全上
81	鳳山五甲國宅	採用木模鋼模組合系統(DOKA)	施工中
82	板橋台北新建築工程	採鋁模板系統(ALUMA)	施工中
82	遠東鎮	採用MASON系統樓板	施工中
82	台中國安國宅	採用YH鋼模工法	施工中\台灣營造YH工法廠牌資料

根據「高層建築結構體施工合理化之研究報告」【21】的營建環境調查結果指出，目前營造廠的模板工

程有1/8採用外包方式；模板的費用佔整體營建工程費的10~25%為主；大部分營造廠商認為模板作業對工程進度有顯著的影響且為關鍵作業；營造廠對模板分包商的控制性不高；就目前整體環境而言營造廠大都面臨工資高漲、技術工人缺乏、分包商管理困難及品質難以控制等問題。而面對前述問題，有75%廠商願意進行工程合理化之改善並希望朝向模板系統化、大型化及不需拆模的方向研究開發。但卻有專業模板設計人才缺乏、原有建築設計複雜難以系統化及小包不願配合的問題。另外有大部分的模板作業皆以發小包方式進行，而目前國內的模板分包商在小規模經營、資金有限、欠缺管理技術的條件下與各種模板的施工型式種類繁多及工人流動性大，廠商並無法累積工人的訓練效益，再加上國內的建築設計甚少考慮自動化施工的需求，使得模板廠商大都不願冒險投資引進新式的模板系統及配合的施工機具。

時值近年來公共建設大量釋出形成營建技術勞力嚴重短缺的窘象【1-3】，國內營造廠商遂再度考慮使用系統化之模板施工，冀望使用少量而非技術性的勞工以自動化的施工方式來達成模板施工的省時與省力化。目前使用系統模板較具代表性的工程及其模板型式有「鳳山五甲國宅」的「DOKA模板系統」、「冠倫台北」的「ALUMA模板系統」、「台中國安國宅」的「YH鋼模系統」及「達觀鎮」的「MASCON模板系統」等四個個案。其中除有一家的模板工程中途更換為傳統模板施工外，其他三

家的仍持續原定的模板施工方式進行，目前的施作成效還尚未到達論定的階段。然而採用自動化的機具或材料進行施工並不能確保工程的實施能夠絕對成功。除工法本身的性能良窳之外，應再從「工法適用性的選擇」、「工程管理者能持續而有效的規劃管理」以至「合約規範、法規環境」等方面加以配合。這些都是影響模板施工自動化成功的主要因素。因此在推動模板工程施工技術自動化的同時，應先就其技術發展與演變進行探討並找出可能衍生的問題點，以作為未來發展自動化程序的基礎。

2.2.3 模板評估方法

Hanna 曾分別在1990及1991年提出垂直模板與水平模板的選擇系統【25，26】，主要是集合模板專家對模板選擇的影響因素予以劃分為建築設計、工作需求、吊重系統、環境條件五個方向來加以探討。並分別對應選擇傳統模板、大型組合模板、跳模、滑動模板及自生式模板五種模板系統。然而其系統的架構是以國外成熟且廣泛使用系統模板的施工環境來訂定，對國內仍處於初步採用系統模板的施工環境，是否適用值得深入研究。

國內有關模板的文獻相當多，但都僅止於介紹模板型式、施工方式以及列出各家模板廠商所提供的施工數據供選用者比較參考。而這些施工的數據大都引用模板生產廠商在國外施工的實績，事實上並無法契合國內的施工狀況，若貿然使用將使得投資回收無望。兩年前賴明茂、徐

敏斯在「模板工法比較分析與新技術引進探討」【11】一文中對各項模板工法有較為完整的介紹，同時也提出模板系統的評估因子並透過相關廠商的訪查提出傳統模板、鋼模、鋁模及木模與鋼模組合系統的評估比較表。但評估因子間仍有部分未能完全獨立，使評估因子間相互影響而致重複評估，影響評估結果的正確性。同時該評估因子由於尚未量化即使每一項都評估了但卻無法得到一確定的答案。因此有必要就模板作業施工的特性加以探討，並以個別工程所提供的條件來選擇合適的模板系統。同時應透過影響因素的量化與不確定因素的敏感性分析來獲得符合實際的選擇基準。

2.3 營建作業生產力

生產力 (Productivity) 一詞常見於各類管理書籍，其定義在國際上、在國內中雖各有不同的見解【27】，但其精神應為「產出與投入之比率」，

$$\text{生產力} = \frac{\text{產出 (Output)}}{\text{投入 (Output)}} = \frac{\text{實質生產量 (產品+服務...)}}{\text{勞工+原料+設備+土地+製造費...}}$$

為因應實際不同的需求，而對於投入與產出的組成變數會有程度上的變化。要如何取捨投入與產出的組成變數端視使用者對生產工作評估不同方案或不同時期之產能、效率或利潤程度指標的需求【28】。

對營建生產而言，我們經常提出一些目標或方法來鼓勵提升生產能力，減少資源使用量，例如房屋工業化、營建自動化等，在本質上就是營建生產改善活動。傳統的營建改善活動是以如何提升現行施工技術以減少人員、機具及材料三項生產要素的投入量為中心。但從1973年石油危機以來，即以如何利用合理化、系統化及標準化等省力省時的管理技術(Management Technology)以降低生產成本為改善的活動中心。現代大部分的物理單位如大小、重量、時間都可化為貨幣單位來計算生產的投入及產出量，在投入資源的部分即可換為成本來加以計算。對狹義生產成本而言應包含上述的人員、機具及材料，但廣義來說就應再加上時間、場地、環境污染等資源的取用。

而管理的技術所包含的範圍則相當廣泛，最具代表性的有工業工程(Industrial Engineering)、品質控制(Quality Control)、價值工程(Value Engineering)。這些管理技術並無須拘泥於運用某一特定的管理技術而應依其作業方式將各個營建作業特色予以整合性的運用【29】。本研究選擇系統模板施工的個案（在本研究中簡稱甲工程）進行二個階段的營建生產力改良，分析採用有效管理與否所產生的差異。並將研究改善過程與結果予以一般化(Normalization)以提供其他相關營建作業改善之參考。同時訪查另一個不同型式的系統模板施工個案，將施工進度、成本、品質及學習曲線等執行成果提出以作為業界選擇合適模板系統之參考。

2.3.1 施工方法改良的程序

施工方法改良的程序可簡單分為，透過對工地現場的觀測記錄、分析施工法各細節、改善方案研擬、及改善方案實施等四個步驟【30】。而在每個步驟中也有一些常用的方法，並要述如次。

一、現場施工作業的觀測記錄

在施工法觀測記錄階段，首先到個案工地的現場進行初步觀察，並訪問現場相關人員及收集專案資料，以規劃、擬訂詳細觀測記錄所應包含的範圍及採用的方法。在正式的觀測記錄方法中，先利用工作抽樣法對整個工地作快速的現場評估以及對單一工作組進行五分鐘評估以瞭解人力資源的使用效率（工人使用率）與工程延誤的狀況外，其次利用馬錶分析法對幾個標準的施工作業建立基本的動作時間資料。最後更進一步利用曠時攝影法來記錄目前施工方法之細節，詳細檢討整體工地的人員、機具與材料的配合狀況。

二、分析施工法各細節

先對各種不同的記錄資料以非正式的座談會作初步的溝通討論，採用工人平衡圖(Crew Balance Chart)及流程程序圖(Flow Process Chart)兩種正式的分析工具來檢討現行施工法在工地的人力、機具及材料配置方面，以

及人員編組和工作順序方面所存在的問題。為使所量測之資料可與其他不同工程專案之施工資料比較，同時也針對施工流程中的個別細部動作進行分析以建立基本的動作時間資料及檢討較有效的流程。更重要的是依據前述分析資料，來進一步探討此施工法對整體施工規劃與工期的影響，以及在施工品質和工地安全等方面需特別注意的地方。

三、研擬改善方案

在改善方案的研擬過程中，又分為兩個主要階段。第一個階段的改善方案主要以改善工地現場管理的方法來提升工作效率。亦即在不改變現行作業方法的基本原則下，根據現場佈置、工人編組及施工程序等分析資料，檢討縮短人工運送的距離、刪減不必要的動作、調整工作編組等合理化的手段以瞭解現行工作方法可能改善的程度。第二階段的改善方案研擬則考慮以不同的施工程序或施工機具來探討更有效率的施工方法。

四、改善方案實施

一旦確認所擬訂的新施工方法具有改良與發展的可行性後，則應透過溝通使所有參與者了解並樂於實施後再付諸實行，並持續觀測其實施成效。最後，再檢討比較新舊兩種方法對整體施工時間、施工品質及工地安全等重點項目上可能產生的差異特性。在改善方案的實施時，採用 V

8 攝影機將全部過程錄影以作為方法過程檢討及日後人員訓練的工具。

在新方法的應用方面，由於改變施工的程序與採用不同的機具可能會牽涉整體工程專案發小包方式及各工種配合要求的改變。因此大規模的實施，應由施工規劃初期就納入考慮才較易收實效。

2.4 學習曲線

學習是經由練習累積工作經驗而導致學習行為改變歷程。當一個工人不斷重複的做某些事情時會有意無意的去學習做的更好更快。在生產同樣的產品或工作時會因學習的效應而逐漸的降低其所投入的人力，並從而減低其他與直接人工工時有關的投入資源，如機具使用時間等。整個學習的現象反應在單位生產成本上，使單位生產成本隨生產數量的增加而逐漸的降低。將此現象以數量的方法繪於座標紙上，橫軸代表工作練習的次數，縱軸代表學習效果所繪成的圖形稱為學習曲線。「學習曲線」廣義的解釋是指產業某一行業或某產品在其產品週期從發軔期、成長期、成熟期以至衰退期「成本降低」的學習曲線【31】。因此，發展模板的自動化必須在其他的作業包括鋼筋、水電與混凝土作業也能配合進行的情況下，以使模板作業自動化能達快速的成長，而不致投下巨額資金反而造成賠本的局面。

學習曲線在 T.P. Wright 博士首次在「航空科學期刊」【32】發表後，被美國航空工業應用在二次大戰期間趕製飛機、縮短工期。此後學習曲線的理论不斷地被研究，更廣泛應用於各項工業。學習曲線的數學基本模式為：

假設第一單位產品生產所需直接人工工時為 α 時，而當產量增加一倍時，完成最後一單位產品的直接人工工時以一固定比率 γ 下降。例如完成二樓模板組拆作業所需的直接人工工時為完成一樓直接人工工時 α 的 80%，而四樓是二樓的 80%……。每當產量增加一倍，最後樓層的投入直接人工工時以 80% 的固定比率下降，此一比率稱為學習率 γ (Learning Rate)。由前述整理歸納如下：

α = 第一單位產品生產所需之直接人工工時

γ = 產量倍增後所需直接人工工時的下降比率即為學習率

$f(x)$ = 為第 x 單位產品所需之直接人工工時

則可得

$$f(1) = \alpha$$

$$f(2) = f(1) \cdot \gamma = \alpha \gamma$$

$$f(4) = f(2) \cdot \gamma = \alpha \gamma^2$$

$$f(8) = f(4) \cdot \gamma = \alpha \gamma^3$$

{

$$f(2^n) = \alpha \gamma^n \quad (n=0, 1, 2, 3, 2 \dots) \dots \dots (2-1)$$

上式為一閏斷函數，為估計其他單位產品之製造直接人工工時，將其變數變換，是為一平滑曲線：

$$\text{令 } x=2^n, \text{ 則 } n=\frac{\log x}{\log 2} \text{ 代入(2-1) 式}$$

$$\text{則 } f(x)=\alpha \cdot \gamma^{\frac{\log x}{\log 2}}, \text{ 因為 } \gamma^{\frac{\log x}{\log 2}}=x^{\frac{\log \gamma}{\log 2}}$$

$$\text{所以 } f(x)=\alpha \cdot x^{\frac{\log \gamma}{\log 2}}$$

$$\text{令 } \frac{\log \gamma}{\log 2}=\beta \dots\dots\dots (2-2)$$

$$\text{故得 } f(x)=\alpha \cdot x^\beta \dots\dots\dots (2-3)$$

將上式兩邊取對數則得

$$\log f(x)=\log \alpha + \beta \log x \dots\dots\dots (2-4)$$

此即為對數性線性學習曲線模式；而(2-4)式中之 β 為學習曲線的斜率又稱為學習係數(Learning coefficient)； γ 為生產學習率可由觀察而得。若能確知學習率 γ ，可透過(2-2)式求得學習係數 β ，再將 β 與製造初始單位產品之直接人工工時 α 代入(2-3)式可以求得 $f(x)$ 值。而將(2-4)式的行為模式表現在雙對數表上，即得直線對數學習曲線。如圖2.1所示。

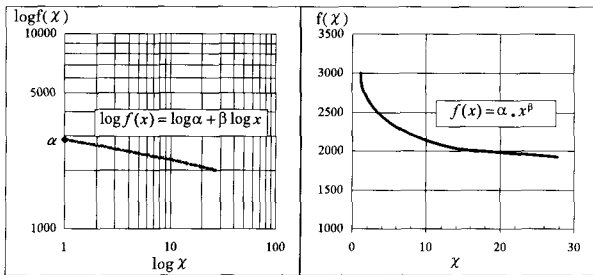


圖 2-1 工時遞減學習曲線示意圖

一、總工時與個別工時的求法【33】

由(1-3)式可以導出x單位之總工時T(x)為：

$$\begin{aligned}
 T(x) &= \sum_{i=1}^x \alpha (i)^\beta \approx \alpha \int_{0.5}^{x+0.5} (i)^\beta di \quad (\text{當 } x \text{ 很大時}) \\
 &= \frac{\alpha}{1+\beta} \left[(x+0.5)^{1+\beta} - (0.5)^{1+\beta} \right] \\
 &= \frac{\alpha}{1+\beta} x^{1+\beta} \dots \dots \dots (2-5)
 \end{aligned}$$

累積平均直接人工工時 $\bar{T}(x)$ 為：

$$\bar{T}(x) = \frac{T}{x} = \frac{\alpha}{1+\beta} x^\beta \dots \dots \dots (2-6)$$

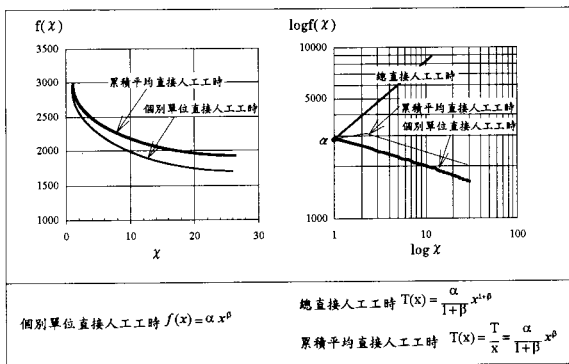


圖 2-2 個別工時、累積平均工時及總工時關係圖

由上圖顯示總工時、累積平均工時及個別工時的初始製造工時 α 值相同。因為 $(1+\beta) < 1$ 所以累積平均製造工時大於於個別單位製造工時，在累積產量很大時兩者間有線性關係【33】。

二、參數估計方式

學習曲線的獲知在於初始製造工時 α 及學習率 γ ，這二個參數主要可由 1. 歷史資料法；2. 直接學習率測定法；3. MTM 資料設定法；4. 經驗估計法；5. 混合作業標準學習率設定法等五種方法求得【31】。

第三章 模板工程施工個案研討

3.1 模板工法案例介紹

本研究主要選取三個不同自動化層次的模板施工個案進行探討。此三個個案分別簡稱為甲、乙、丙工程，依序所採用的模板系統分別為D系統模板、Y系統模板及傳統木模板。同時也簡單訪查了其他的兩個系統模板施工個案個案以獲得完整之施工調查。其中有一個個案由於事前準備工作不足、建築設計未能配合、營造廠對新工法的資源投入不足，同時模板施工廠商欠缺外勞管理與實際施工管理經驗，使得該模板系統在尚未完成地下室結構前即中途解約。另一工程個案係採用手組式的鋁模系統，其施工特色為重量輕與木模相當；以滯留支撐之方式希望以提早拆模的方式來達到三天完成一個樓層的目標，但並未實現。目前該手組式模板的施工進度約20天完成一個樓層；施工工率約在 $0.17\sim 0.2(\text{工}/\text{m}^2)$ 之間。

以下就主要調查的個案及其採用的模板系統分別加以介紹：

一、甲工程（D系統模板）

本個案係為台灣南部地區之集合住宅工程。其工程規模為35棟7層樓之建築工程總共3108戶；總工程費用約為40億元（含鋼筋、水泥等供應材料）。工程期限共為700日曆天並預定於民國84年4月完工。該工程的模板施工數量超過 $2,000,000\text{m}^2$ ，模板工程費用高達6億餘元，佔整

個建築工程費用的18%。僅次於裝修工程費用，如圖3-1。而且居結構工程費之首位，約佔37%，如圖3-2所示。

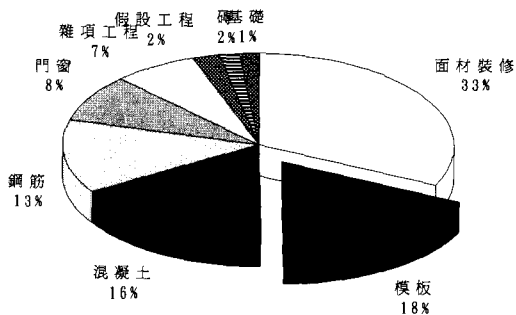


圖3-1 甲工程各項工程費佔建築工程費之比例圖

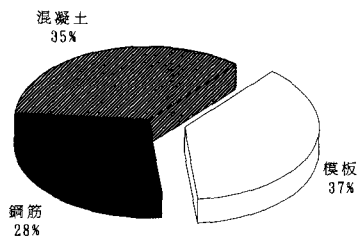


圖3-2 甲工程各作業佔結構工程費之比例圖

此項高額的模板施工數量，若以「臺灣省住宅及都市發展局工料分析準則」之傳統木製模板施工來計算【34】，其所需技術工之工率為0.21（工/m²）。則本工程模板勞工的需求將達420,000之出工人日，假設模板

施工525工作天（ $700 \times 3/4 = 525$ ）則其約需要於800位之模板工出工525個工作天。如此高數量的工人不僅難以募集，更形成工地管理之困擾。為避免模板技術工之招募不易及維持工程的目標，該工程施工單位經整體評估之後，引進德國預組化及模矩化的柱牆模板系統，而梁版下方的空間因受既存RC牆的阻隔，使得該工程無法採用大型的飛模系統，僅能採用架構式小單元的模板系統組件來進行模板施工。

甲工程之主體結構為鋼筋混凝土造。隔間系統除外牆、戶隔間、衛浴隔間與電梯樓梯間是採用鋼筋混凝土牆外其餘皆採用紅磚隔間。甲工程之鋼筋係採用傳統的組紮方式施工。其模板作業的施工方法柱牆模板係採用系統化的模板組件包括木心板面板(plywood panel)、木質I型梁(timber formwork beam)為第一背撐及以C型槽鋼(steel waling)為第二背撐等系統化之模板構件所組成大面積的模板單元，如圖3-3所示。工程開始時，先將垂直模板依模板單元製造圖組合成大面積的模板單元。再利用吊運設備於預定的位置作組、拆的工作，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。其梁版模板的材料特色，在於其利用三腳架固定支撐、梁側模以U型組件固定位置，以及其支撐套頭的降模系統較傳統施工節省部分的施工，如圖3-4。至於混凝土部分，則因配合模板之施工方式採柱牆與梁版分兩個階段澆置，採用機動性高之臂式混凝土壓送車進行混凝土澆置，以利移動頻繁的澆置作業。有關甲工程施工預定進度表、現場評估表、工作程序分析、時間研究資料、日報統計結果，請參閱附錄一。

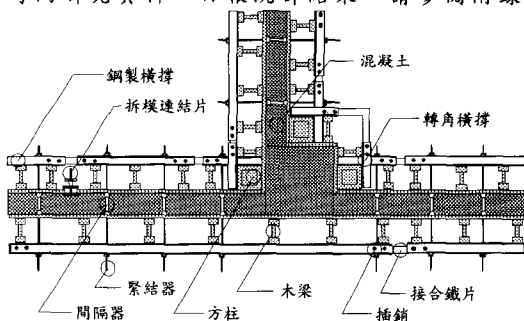


圖3-3 甲工程牆模板構造平面示意圖

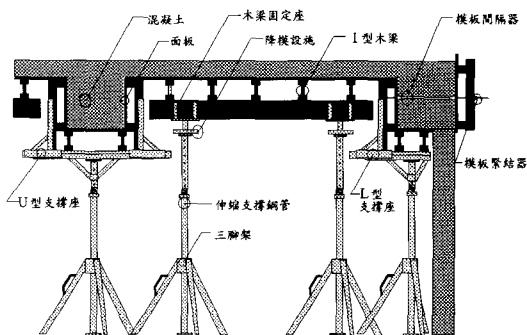


圖3-4 甲工程梁版模板構造示意圖

二、乙工程（Y系統模板）

乙工程的Y系統模板為採用整體鋼模組拆的模板施工方法，該工法係由國人所開發。其施工的特色主要將空間單元內的牆面模板組合成整體的模板組拆單元。該模板單元由模組化之背撐鋼製桁架組合而成，面板部分則採用4mm厚之鋼板固定於模架上。再於模板單元上配置伸縮脫模的裝置使模板易於拆組。同時以自走式吊車作為模板搬運的設備，使整個模板單元能夠快速的組拆如圖3-5。另一項特色是藉由模板單元上的位置調整機構來確保混凝土完成面的精密度，以減少後續裝修工作的水泥粉刷作業。梁版部分採用倒掛伸縮鋼梁以取代傳統的支撐系統，且其牆面鋼筋採用預組工法，使目前柱牆結構的施工進度可在一天內完成8戶，27工作天完成18棟各一樓層。

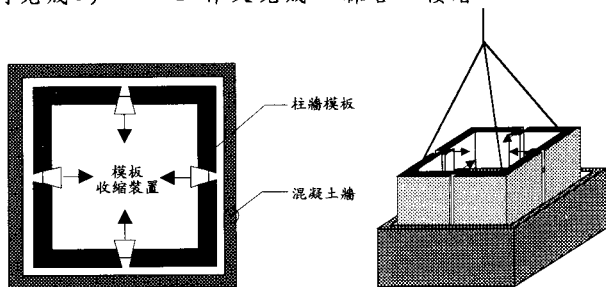


圖3-5 乙工程柱牆模板構造示意圖

三、丙工程（傳統模板）

丙工程與甲工程相鄰但由不同營造廠商所施工。其平面配置與甲工程相仿，但所採用之模板型式為一般之傳統

的木模板，即柱牆為框式木模板、梁版部分採清水模板施工。此個案於本研究中僅就部分日報表進行分析、統計其工率與學習率的計算。有關日報統計資料詳附錄三。

3.2 個案施工之執行成果比較

本研究對於甲、乙、丙三個工程案例的比較，就其施工的動員時間、學習時間、施工進度、資源使用、施工成本、附帶效益等六方面來探討。甲工程之實作數據係由廠商提供之日報表等資料統計而成（詳附錄一）。乙工程則由其專業模板施工廠商提供（詳附錄二）。丙工程則為部分日報表的統計結果（詳附錄三）。以上各工程案例的實作記錄整理如下：

一、在工作動員時間上：

甲工程甲工程設計規劃時間需要30天，備料時間約需要45天，模板組合時間約需要45天，合計甲工程之動員時間約需要120天；乙工程的設計製造時間及工程設計變更約需要150天，現場準備時間需要90天，合計乙工程之動員時間約需要240天。

二、在工作學習時間方面：

甲工程在開始工作後生產18個循環約90天後進入生產穩定期；乙工程柱牆作業時間於開始工作後生產13循環共80天後進入生產穩定期。

三、在穩定的施工時程上：

甲工程完成3棟一個樓層施工的要徑時間為24天；乙工程在牆鋼筋預組、樓梯等附屬設施預鑄、柱牆施工每天分兩班制每日工作20hr等工作條件的配合下完成18棟一個樓層施工的要徑時間為27天。丙工程為28天。

四、在資源的使用方面：

甲工程柱牆模板的使用工率為 0.15 (工/ m^2)，吊車使用 0.12 (hr/ m^2)，梁版模板為 0.19 (工/ m^2)；乙工程柱牆模板在近2個月的使用工率約為 0.09 (工/ m^2)且包含門窗框安裝，吊車使用 0.006 (hr/ m^2)。丙工程的施工工率為 0.11 (hr/ m^2)

五、在施工成本方面：

本項係由廠商提供資料彙整，而詳細正確之計算應參考第五章之計算。甲工程一期工程柱牆模板成本約為 510 (元/ m^2)，梁版模板成本約為 350 (元/ m^2)，平均約為 440 (元/ m^2) (以模板材料費用完全攤提 183 元/ m^2 計算)；乙工程其分包商承攬價約為 360 (元/ m^2)，另由於該柱牆施工品質可為業主接受而不須水泥粉刷打底，因此水泥粉刷打底的費用約 220 (元/ m^2)亦由模板施工廠商獲得。

六、在施工品質上：

甲工程的混凝土面仍需要作牆面粉刷及少量打石工作梁版需要批土後方能油漆粉刷，而乙工程混凝土的表面光

滑平整並以增加混凝土厚度取代粉刷打底的工作。丙工程為傳統模板，柱牆部分需要作混凝土面鑿修的工作打石工作及水泥粉刷打底，梁版部分則同甲工程。

3.3 個案工法改良試驗成果說明

甲工程的結構體施工依棟別規劃分為三期施工，於82年7月開始進行第一期的地面層結構體施工。研究人員於82年10月初步對甲工程之模板系統進行了解，而於82年12月正式對該工地開始進行生產力調查。於83年元月尚未進行工作改善前，測得柱牆工人之工作比率平均為20%，工地工作人員對於該模板的施工方式大都持負面的看法，當時施工的成本也居高不下，每 m^2 機械費用更高達220元以上。從工地生產力的調查結果中我們發現「單是自動化材料及機具的引進並無法完全獲得自動化的效益，甚至可能比未引進自動化施工的狀況更糟」。於此，研究人員立即結合該工地工程主管、工程師及部分工人，並邀請該模板之設計規劃者參與顧問指導，共62人。於1月16日成立改善小組進行第一階段的工作改善，第一階段工作改善相關資料可參閱附錄四。針對工作問題設定改善目標，進行工作的記錄與自發性的改善活動。由於活絡的改善活動激勵了工作人員的士氣，並透過工作討論強化了工作人員對工作的認識，再加上改善小組成員的努力不懈，使工作比率提昇至40%，柱牆模板的人工及機具成本降低了8.5%，同時柱牆模板組拆的要徑時間也縮短2

天，因此完成柱牆組拆模板的工作約需7天。於83年1月底結束第一階段的改善工作。在此之後工地管理人員針對工人的加班時數展開控制，使得柱牆模板的施工工率亦逐漸減少。而研究人員則對第一階段改善期間所蒐集之資料與生產力調查資料進行合理化分析，包括由日報資料統計出模板工作的實際執行工率、機具使用率、工作的學習曲線，並計算一期工程的執行成本，也找出成本變異之處。同時也針對施工錄影帶進行馬錶分析以了解工作的閒置原因，然後就分析結果研擬合理化改善對策，並設定第二階段改善目標。第二階段工作改善相關資料請參閱附錄五。

於春節後結構體施工開始進入第二期的工作。研究人員於83年3月中旬再度到甲工程進行第二階段施工改善前之調查，發現工地由一期工程轉移至相鄰二期的施工場所後，因模板尺寸修改及模板面臨新的轉運路線等問題使得柱牆模板的工作比率由一期末的40%降低至30%，模板工率仍舊偏高為0.15(工/m²)，並且有再度攀升之趨勢。也因同時有四套柱牆模板共12棟建築進行施工，使得工人、機具及模板等形成資源使用高峰導致停工等待資源。其中有一套模板所施工的樓層延誤即使其他的工作產生閒置的狀態。並且形成惡性循環以致二期工程初期結構的施工時間相當不穩定，單棟單層施工日曆天從20~33天不等。為解決此一工程執行狀況並使施工自動化技術的落實，研究人員彙整所有分析結果向施工廠商提出分析報告，最後獲得營造廠決策階層工作改善的共識與支持。D

系統模板暨鋼筋預組廠商研討會會議記錄詳附錄六。本研究遂於83/4/11~83/4/24共14個工作天成立第二階段的改善小組進行工作改善。首先透過拆模設備的設計實施、工作順序調整、施工編組的縮減重排、以及柱牆模板組拆工作時間設定，因而研擬新的改善方案，並選擇一套柱牆模板的組拆作業進行試作，同時記錄工作的狀況以測定新方案實施的難易程度。實作的結果驗證，新方案並未出現工人難以負荷的狀態。接著為擴大此一成果，改善小組選擇六棟二梯建築調整整體的作業進度、資源使用的分派與拉平（包括人工、吊車、運模設備及施工場地等），並分別對梁版模板、鋼筋組紮及水電配管等介面工作進行協調會議以獲得工作配合的承諾。最後由研究人員將此次工作改善的技術移轉於工地施工人員，並協助建立施工進度的監控系統與進度調整的方式。

第二階段自動化施工改善的成果包括，柱牆模板施工的工作比率提高至50%；二梯建築之柱牆模板施工人員數減少5人為18人；柱牆工作天縮短為5天；三棟二梯單層樓的施工進度縮短為18天；柱牆模板施工成本較一期平均施工本可降低20%每 m^2 約100元，此時自動化施工技術的擴散再度受到肯定。

第四章 模板系統評選模式

4.1 模板相關問題之探討

一. 目前工程採用系統模板之動機

根據個案訪查結果甲工程採用D系統模板之原因係由於該工程規模龐大，若須以傳統木模板施工則無法滿足工程之需求。乙工程則因先前所採用的傳統模板，在施工速度及品質都難以符合目前的合約要求，而改採用Y系統模板進行施工。整體來說，廠商採用系統模板的動機有下列各項因素：

1. 現行傳統木模板技術勞力供應不足以因應大規模工程的需求。
2. 傳統工法無法滿足合約工期的需求。
3. 傳統工法無法滿足品質上的要求。甚至有使用非技術工替代技術勞力致使施工品質降低。
4. 國內木模板分包商常於工程施工中要求漲價、或中途解約。
5. 希望混凝土及其面飾一次完成以減少施工時間、施工成本及勞力需求。
6. 希望採用非技術勞力進行模板施工。如此可在引進外籍勞力時能立即發生效用。

二. 建築設計規劃方面

從各個案例調查中發現：甲工程因其部分平面配置未能對稱，使其模板的轉用路線無法縮小在同一棟間以階梯狀的方式施工，如圖4-1所示。而又因選用操作範圍不足之塔式吊車，導致大量的模板升降及地面搬運工作，並造成其人工及機械成本偏高的情況。柱牆間距過小使得模板大型化的發展受到限制必須增加模板分割單元數量而不利於生產成本。同時甲工程由於其內部隔間及外牆皆採用RC結構，使得廠商考量這些牆隔間於二次施工不易，而未採用梁版式的飛模系統，僅採用趨於傳統方式的手組架構式模板系統，導致結構體施工要徑無法縮短而使自動化的效益大幅折減。

目前內外牆採用輕隔間施工法已普遍被使用，況且國內輕隔間種類也很多【35，36】。輕隔間施工法的功能及經濟價值已不低於RC牆（非承重牆）。若採用輕隔間替代非承重性質之RC隔間牆，可使牆體施工作業從要徑中移為非要徑工作，進而大量縮短結構體構築的要徑時間，並且也能夠減輕結構體的荷重，縮小結構尺寸降低結構費用。

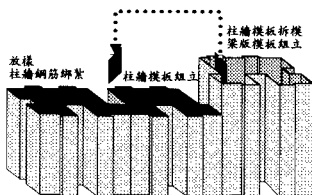


圖4-1 同棟建築階梯狀施工順序圖

三. 系統模板投資方面

依目前採用系統模板施工的個案來看，在先期的模板投資大都在1~2億元以上，加上施工機具的購置，將使整體投資的費用變得非常龐大。此投資費用勢必無法在一般規模的工程期限內完全回收。況且營建業在自由市場的競爭之下，是否有合適所購置模板的後續工程業務將是一項不確定的因素。然而，要求大部分的建築設計都採用相同的造型與隔間並不符合市場多樣化的需求，所以每一個模板系統由先前使用的工程轉用到另一工程都需要作相當程度的更改，同時也非全部的組件都能轉用於下一工地，其中拆卸重組的費用、不適用的組件形成呆料及貯料費用也佔有相當程度的施工成本。這些都是目前營造廠未能廣泛採用系統模板施工的一項重要因素。

四. 早期學習狀況

每一種系統模板對國內的營造廠來說都是第一次採用。在研究調查中也發現：有的廠商即對先期的高工率、進度緩慢而無法忍受，致使工程未進入標準層施工即中途解約的案例。由圖4-2甲工程柱牆及梁版工作天分佈情況來看，系統模板初期的施工進度相當緩慢，但在數次練習之後隨即進入穩定期。這是由於廠商對新式工法的了解不足、預先規劃不完善，導致動員能力不足所顯現的結果。廠商若能夠累積經驗，在工程初期投入管理人力並導入有

效的管理與訓練，則可以使工程速度及工率因學習效應而迅速下降，並進入生產穩定期。反之，僅採用新式自動化工法而不願投入研發人力使生產技術生根，最後將導致「未蒙其利反受其害」的結果。

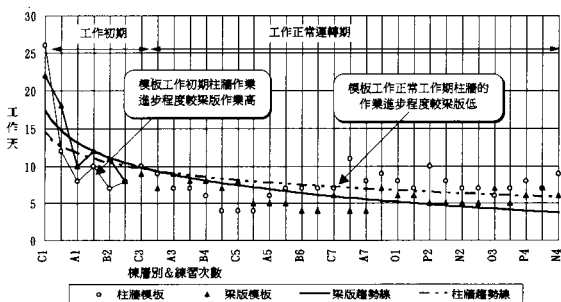


圖 4-2 甲工程柱牆及梁版工作天分佈情況

五. 經驗累積方面

台灣的系統模板供應商目前各自開拓市場，並無公會、社團與連繫的組織來進行整體的推動。然而，在市場推展的初期是具有相當程度且共通的訴求，例如在建築設計的配合、相關法規的修改、工作經驗的交換、系統模板的推廣、關稅引用的稅率、專業施工廠商的培養、模板施工管理與技術開發等方面，這些都是值得各家廠商合力謀求對策，並積極地推動國內模板施工自動化技術生根。

六. 動員時間方面

本研究根據系統模板施工個案的訪查中可發現，其動員時間都比傳統模板所需的動員時間長。此一動員時間依各系統模板及廠商的施工方式而有所不同，包括招標議價簽約時間、模板設計與審查時間、建築設計變更與審查時間、模板施工規劃時間、訂料後生產時間、進口品船運時間、通過海關時間（關稅議定時間）、海關運至工地時間、模板材料預組、工程師與勞工訓練時間、吊裝設備安裝時間、工地佈置時間及工地試作時間等。上述事項在實際執行上是有重疊作業的現象，但規劃是否良好對動員時間長短及動員效果將有很大的差別。由於大多數的施工單位對於系統模板並不熟悉，在模板評選的階段也特別花費時間，因此應於工程設計規劃時就予考慮進行模板評選工作。

七. 工程發包與介面作業配合問題

目前國內系統模板的發展仍處於起步階段，各家模板公司大都居於代理的性質，因懼於施工管理經驗不足與後續市場不確定的問題等因素，使得真正投入施工的廠商並不多，僅在個案業主強烈要求連工帶料承包時，模板代理公司才願進入施工的領域。這也是系統模板發展的主要阻礙原因之一。面對此一情況應有幾個未來可以發展的方向：

1. 發揮營造廠豐富的施工管理的經驗自行雇工施工，同時對於內部介面整合較為容易。

2. 由政府、公會及營造廠協助現有模板施工廠商轉型採用系統模板施工。但對於營建團隊的各項作業仍須再作進一步整合。
3. 由模板代理公司直接訓練成立模板施工團隊或培養配合之專業分包商。同上述第2項仍須再作整合。

表4-1 甲工程鋼筋及模板每層工作天

天 項目	位置 作業	柱牆		梁版		每層	
		鋼筋	模 板	鋼筋	模 板	工作 天	日 曆 天
一期平均		7	8	8	8	33	31
二期平均		4	8	6	6	25	25
最長天數		12	26	22	13	75	75
最短天數		3	4	4	4	22	20
總平均		6	8	7	7	30	29
眾數		4	7	5	6	24	23

根據甲工程改善第二階段所設定的改善方案雖然可以大量縮短工作天，如表4-1所示，並且降低生產工時。但卻因鋼筋及水電配管作業時常延誤而使改善效益大打折扣。又如乙工程的柱牆結構體有採用牆鋼筋預組使得其柱牆施工非常順暢與快速，但由於梁版作業配合未及，也造成整體結構施工的延遲如圖4-3所示。此一問題皆導因於各項作業分包給不同廠商施作，各廠商因施工條件的不同而未能全力配合。同時業主、營造廠在發包之際又無法完全規範施工中所發生的事件，致使在整合施工中各項作業時產生無力感。為確保營造廠於施工中能主導與持續施工工法改良，並且容易排除介面配合作業整合的障礙，應將整合問題提前至施工規劃及發包階段予以特別考量。站在

工程主辦單位的立場，必要時應考慮將水電與土木工程以單一包商或共同承攬方式辦理，以收統一管理之效。而在營造廠商方面，為能於施工中對工法加以改良，以適應本土環境並降低整合介面作業之阻礙，應盡量考慮以工程自辦方式進行。

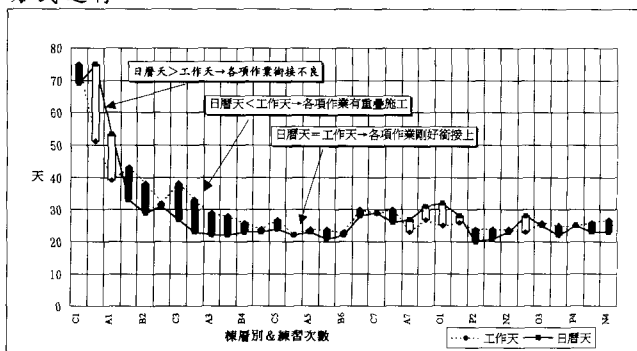


圖 4-3 作業銜接績效圖

八. 模板配合機具問題

除以手組式的模板系統外，大部分的系統模板由於其單元面積較大、質量重都必須藉搬運機械配合模板組拆作業。此項搬運機械通常為塔式吊車、輪式吊車、自走式吊車、堆高機、板車及吊卡車等。這類的系統模板以機械操作取代大量的人力搬運與定位工作，其訴求在於有效工區內快速的搬運模板。因此，機具的型式、能量的選擇對於工作的效率有絕對性的影響。同時機具位置、操作範圍也應仔細規劃。然而，機具選擇、基地佈置、模板搬運路線等都具有相關性，必須透過程序分析模擬尋求最佳的組合

方案，此一課題應值得後續模板施工自動化進一步研究發展。

九. 人機配合問題

自動化生產線的規劃與執行，應以機具的施工能量為主人力配置為輔，方能以機具替代大量的勞工，並減少高成本的機具閒置時間。同時可透過工作的程序及時間的分析來進行，瞭解各項必要工作所耗費時間的比例，來研發適用的工具，如模板定位、快速而容易組拆的構件與輔助工具。

十. 模板轉用方式

由於目前使用之系統模板其初始投資費用非常龐大、有的個案甚至超過模板本身的承攬總價。因此，應以少量的模板在同一工程內作多次的轉用來縮短投資回收的時間。

模板轉用的方式、基地佈置、機具選擇都將決定模板運輸路線的長短。而模板轉用的方式取決於建築的平面配置方式與模板單元的模組設計。這些系統模板施工所需求的技術應是值得國內後續研究再作進一步的探討與研發。

十一. 模板勞力供給問題

目前所調查採用系統的個案的勞力都來自泰國勞工，其中供應的工人大部分都是體力工，而非模板技術工。這

些勞工在進入工地後都必須重新加以訓練，而訓練與管理的方式對施工結果將具有絕對性的影響。然而，目前使用的外籍勞工受到法規的限制，在國內工作二年後必須離開台灣，因此訓練的效益並無法長期累積。且能夠引進外籍勞工的工程並不多，因此廠商應儘量開發國內的勞工資源、並採用勞力需求與技術需求較低的系統模板，方能降低施工成本，而提高市場競爭力。

4.2 模板系統評估架構建立

本研究根據前節模板相關問題探討之後，並參考Hanna等人提出的垂直模板與水平模板的選擇系統【25，26】。綜合考量因素與各種模板進行比較，於三個個案研究中實地訪查營造廠、模板代理公司、現場模板施工工程師，並討論與搜索模板施工的需求與特性、考量因素。以工程的建築設計的條件及施工的考量為因，以所對應影響的成本、進度、品質及安全四個工程目標為果，提出符合國內工程情況使用的模板選擇系統如表4-2。以下就各項目因素進行詳細探討。

表 4-2 模板評估架構表

影 響 因 素		說 明	
建 築 設 計 因 素	構造型式	板式式結構 柱梁式結構	
	構件尺寸	標準化 非標準化	
	構件的數量	單位面積與構件數量之比	
	隔間型式	場鑄混凝土牆 非場鑄混凝土牆	
	隔間數量	無或採用帷幕牆 只有外牆	
		外牆、隔戶牆	
		外牆、隔戶牆、內隔間牆	
	表面裝修	油漆、壁紙或無 貼面磚 貼石材	
	特殊設計	開口形狀與數量 構件凹凸狀況	
	施 工 考 量 因 素	動員準備時間	模板設計時間 模板工作規劃時間 購料時間 預先組合時間 現場假設工程準備時間 工程師訓練時間 工人訓練時間
		模板分割單元數	施工面積與單元數之比
		施工循環時間	
		施工次數	整層結構一次澆置 水平垂直結構分開澆置 超過上述施工次數
		工人需求量	最小工組人數 需求工率
設備需求量		設備種類 設備數量 共用設備狀況（資源排擠）	
技術層次		施工者管理能力 工人技術性需求	
環境需求		場地需求 工程規模 天候需求	
表面處理		模板預先裝修面材 可直接裝修面材 表面批土 水泥砂漿打底 混凝土面修整打石	
介面作業配合		介面作業影響程度	

4.2.1 建築設計因素

在國內由於工程設計發包完畢之後，業主及建築師為避免設計變更所帶來困擾與時程延誤，大都不願再配合施工的需求而變更原始的設計。因此，施工者就只能針對建築設計的方式來選擇模板的系統與施工方式。建築設計的因素包括建築構造的型式、構件的尺寸、構件的數量、隔間的型式、隔間數量的多寡、表面裝修的方式及其他特殊的設計。

對模板系統的選用模式而言，建築的構造方式以版式結構優於柱梁式構造。構件的尺寸以標準化者優於非標準化之構件設計。而構件的組成數量應愈少愈好，隔間的型式以非場鑄混凝土牆及其他材料的隔間牆優於場鑄式混凝土牆。隔間的數量應盡量減少，在直接表面裝修的方式對模板技術的需求以貼石材、需水泥粉刷打底、貼面磚、壁紙、油漆、清水混凝土面的順序逐漸升高。最後則為特殊設計的部分如開口的形狀愈複雜與開口的數量愈多對模板施工愈不利。

4.2.2 施工考量的因素

施工考量的因素包括模板系統及工程環境提供的施工條件與需求，主要包含動員準備時間、模板組拆單元數量、施工循環時間、施工次數、工人需求、設備需求、技術層次需求、表面處理、介面作業配合及所需配合的假設工程等。

在動員準備時間方面主要以模板設計時間、購料時間、預先組合時間必須佔結構體施工的要徑時間，其他平行的動員工作還包括模板施工規劃時間、現場假設工程準備時間及工程師與工人的訓練時間。這些平行動員工作會因不同的模板系統的特殊需求而變成要徑工作。模板組拆單元的數量應愈少愈好，而組拆的方式應愈容易愈好。施工的次數係指柱牆梁版一體澆置優於分開澆置，而牆面樓版面的突出物如樓梯、陽台、花台、雨遮等以不須二次施工較佳。工人的需求應以不需技術工、不須體力工者為佳。在工人數量上以工率低與最小工組人數少者為佳。在設備需求方面以能替代大量勞工的機具、常用的機具較佳，同時其設備需求數量應愈少愈好且應盡量減少與其他作業形成資源需求尖峰，如吊車。施工及管理的技術的需求層次應愈低愈好。對於模板系統所能完成的混凝土表面品質最佳者，依序為能預貼面材、可直接裝貼面材、需表面批土、需水泥砂漿打底最差為混凝土表面需修鑿打石。介面作業配合需求愈低愈佳。所需配合的假設工程應盡量減少或者本身即有具備，如工作架。

第五章 模板成本模式建構

5.1 模板施工成本分析

本節透過模板工程估價、營建施工自動化之經濟分析並考量工地現場調查的成本資料初步建立模板施工成本分析基本模式。同時以目前調查的三個個案所採用的D系統、Y系統及傳統模板的相關成本資料為例分別計算目前模板施工自動化實施的成本並加以比較，分述如后。

5.1.1 模板施工成本分析基本模式

一般模板作業的評估除在工期、建築設計有特別需求外仍以施工的成本為主要的考量。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的因素，可以每單位面積之模板固定成本分攤及期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(5-1)。

$$C = F + V \dots \dots \dots (5-1)$$

式中

C：每單位面積之模板施工成本

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

固定成本通常係指模板及機具的初始購置費用，該成本之總額在有效產能範圍內並不受生產量之多寡而變動者。然而對每單位面積所需分攤之固定成本，則受其總生

產量的多寡而有很大的變化。對於系統模板的固定成本，可能包含模板各部分材料之購置成本、配合施工機具之購置成本及施工準備費用分攤等三大項目如下式：

$$F = F_f + F_e + F_p \dots \dots \dots (5-2)$$

式中

F_f ：每單位施工面積模板購置費用的分攤

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的分攤

變動成本係指成本中隨每單位生產所需支出之費用。在模板工程作業中之變動成本包括直接人工工資成本、機具變動成本、消耗性材料成本及現場施工管理費用。公式為(5-3)所示。

$$V = V_1 + V_e + V_m + V_c \dots \dots \dots (5-3)$$

式中

V_1 ：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

V_c ：每單位施工面積之現場施工管理成本

以下就模板施工的模板購置費用、自購機具成本、施工準備費、機具使用費、消耗性材料成本及現場施工管理費等七項分攤成本加以分析與說明：

一. 模板購置費用的分攤

一套模板中各項組件可供使用的次數不一，若模板組件可供使用的次數低於工程需求的轉用次數，則必須於工程中俟該組件報廢後再給予補充新的組件，各組件所需補充的套數為工程所需轉用的次數除以各模板組件提供的使用次數。所以工程中模板的總購置費用係各項組件所需數量及其個別單價相乘積再乘以各組件所需購置套數之總合。如為進口模板需考慮運輸、保險費並加上關稅之負擔費用如公式(5-4)。但模板組件提供的使用次數若大於工程需求的轉用次數，則該組件只需購置1套即足夠使用。雖然部分的組件於工程完工後仍具有再使用的價值，但由於每一工程的性質不同，工程完工後所剩餘的模板組件並不見得能完全使用於下一個工程。因此，計算成本時必須將該模板組件的購置費用完全於工程中攤提，所以模板組件的使用次數必須介於1次至需求的轉用次數之間如限制式(5-5)。每單位施工面積的模板購置成本分攤應由模板總購置費用除以模板施工的總面積如公式(5-6)。其中模板的施工總面積應為一套模板之面積與轉用次數的相乘積如公式(5-7)。

$$TF = (1+I)(1+R) \sum_{i=1}^n F_i \cdot q_i \cdot \frac{N}{L_i} \dots\dots\dots (5-4)$$

$$1 \leq L_i \leq N \dots\dots\dots (5-5)$$

$$F_f = TF \div A \dots\dots\dots (5-6)$$

$$A = a \cdot N \dots\dots\dots (5-7)$$

公式符號為：

TF：一套模板的總購置成本

i：表第i項模板組件

n：模板組件項目之總數

Fi：為第i項模板組件的單價

qi：為第i項模板組件購置的數量

Li：為第i項模板組件可使用的次數

N：一套模板在一工程內可以轉用的次數

I：運費及保險費費率

R：模板組件平均進口關稅稅率，如為國內自製組件則無此關稅

A：工程中模板施工的總面積

a：為所購置的模板一次所能施工的面積

二. 配合模板施工之自購機具成本分攤

各工程選擇的模板型式及所提供的條件各有不同，對應所需的機具與其組合也不儘相同。而隨施工者業務的需求與機具租賃市場的供應狀況，所需使用的機具可以分為自購與租賃兩種。其中自購機具費用於工程開始即已付出，並不會因為施工數量的多寡而有所變動，所以自購機具費用應屬於模板施工的固定成本。因此，單位面積自購

機具的分攤成本為施工期間各項機具的折舊費用的總合除以施工的總面積。若依我國稅法的殘值規定並採用直線折舊的計算方式【37】，則施工期間各機具的折舊費用為其購置成本除以個別估計耐用年限加一年再乘以施工所需的年數，如公式(5-8)。

$$F_e = \sum_{j=1}^m \frac{P_j \cdot t \cdot (1 + I_j + R_p)}{(L_j + 1)A} \dots\dots\dots (5-8)$$

式中

j ：表配合模板施工之第 j 項施工機具設備

m ：施工配合機具設備之數目

P_j ：第 j 項施工機具的購置成本

I_j ：第 j 項施工機具的利息與保險費率

R_j ：第 j 項施工機具的維持修理費率

L_j ：第 j 項施工機具估計的耐用年限

t ：模板施工所需的工期，以年為單位

A ：工程中模板施工的總面積

三．模板施工準備費用的分攤

單位施工面積所須分攤的施工準備費用應包含模板設計費、施工圖費、模板施工計畫費、技術訓練移轉費的總合除以模板施工的總面積，如公式(5-9)。

$$F_p = P \div A \dots\dots\dots (5-9)$$

式中

F_p ：單位面積施工管理費用之分攤

P ：模板設計、施工圖、施工計畫費之和

四. 人工成本(V_1)

單位施工面積的人工成本是指單位施工面積中平均所需之生產工時乘以每小時的人工平均工資，如公式(5-10)所示。其中人工的平均工資必須考量加班的比率與費用及工種。

$$V_1 = H_1 \cdot S_1 \dots\dots\dots(5-10)$$

式中

H_1 ：單位施工面積中平均所需之人工生產工時

S_1 ：1人工生產工時所需之平均工資

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相乘積的總合如公式(5-11)。其中機具使用每小時費用可以為租賃機具的租金或者是自購機具運轉每小時的費用。雖然在模板作業中所使用的機具種類與組合不一，但各類機具的作業工時將受要徑作業上所使用的主要機具所控制，在一般模板作業中則以吊運模板的吊車為主要機具。因此，每單位施工面

積的機具變動成本可以表為主要機具使用小時與平均每小時所需各項機具費用和之相乘積如公式(5-12)。

$$V_e = \sum_{j=1}^m (H_{e_j} \cdot S_{e_j}) \dots \dots \dots (5-11)$$

$$V_e = H_{e_a} \cdot S_{e_a} \dots \dots \dots (5-12)$$

公式符號為：

H_{e_j} ：單位施工面積中第j項機具所需工作之時數

S_{e_j} ：第j項機具每hr所需要之費用，若為租賃機具則為以租金表示，若為自購機具則僅含其運轉費用

H_{e_a} ：平均每單位施工面積所需主要機具之工作時數（通常以吊車為主）

S_{e_a} ：各項機具費用分攤在主要機具工時上所需之平均機具小時費用

六. 消耗性材料成本

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、消耗性螺栓、小型工具及雜項零星材料等的分攤費用。

七．現場施工管理費用分攤

單位施工面積的現場管理費用主要為工程師、領班的薪資及其他什項管理費用總合平均分攤於完成的模板施工面積上。

5.1.2 模板施工案例成本分析

根據前述模板作業成本分析的模式，本節將D系統、Y系統及傳統模板的各項成本分析基礎與結果分述如下：

一、模板購置費的分攤：

1. 甲工程－D系統模板

首先將甲工程的模板材料依模板供應商建議之經濟使用次數予以分類加種，其分類的方式為：

▪ 柱牆模板

1) 木質面板其可使用次數 $L_i=60$ 次。

2) 第一背撐：木梁及方柱，可使用次數 $L_i=250$ 次

3) 第二背撐及其配件包括鋼製橫撐、轉角橫撐、接合鐵片、拆模用連結鐵片、緊結器、插銷及斜撐等，此類組件可使用次數 $L_i=500$ 次。

如圖5-1甲工程牆模板組件提供之使用次數圖所示

▪ 爬模架

4) 爬模架零組件可使用次數 $L_i=500$ 次。

5) 預埋鐵件、螺栓可以使用次數 $L_i=1$ 次。

6) 木料可以使用次數 $L_i=63$ 次。

• 梁版模板

- 1) 木質面板其可使用次數 $L_i=60$ 次。
- 2) 第一背撐、第二背撐：木梁，可使用次數 $L_i=250$ 次。
- 3) 垂直支撐：伸縮支撐鋼管、三腳架、L及U型支撐座、緊結器、插銷及其他零組件等，此類組件可使用次數 $L_i=500$ 次。如圖5-2甲工程梁版模板組件使用次數圖所示。

另外由廠商提供之資料顯示：運費費率為10%，關稅部分則必須包含材料及運費的10%；甲工程可供柱牆模板轉用63次、梁版模板21次；一套三梯建築模板一次的施工面積柱牆為 2529m^2 、梁版為 1851m^2 。綜合上述分類及其使用次數將模板各項單價、數量、運費、稅金等以公式(5-4)計算，獲得柱牆模板購置費用分攤為 $215(\text{元}/\text{m}^2)$ 、梁版模板購置費用分攤為 $341(\text{元}/\text{m}^2)$ 。

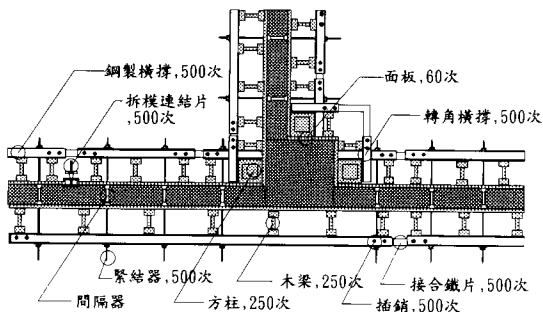


圖5-1 甲工程牆模板組件提供之使用次數圖

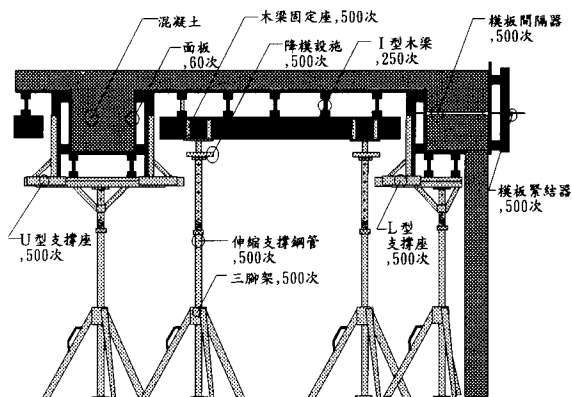


圖5-2 甲工程梁版組件提供之使用次數圖

2. 乙工程—Y系統模板

Y系統模板的組件皆為鋼製品，本研究參考D系統模板類似的鋼製品的使用次數擬訂Y系統模板整體可以使用500次作為計算的依據。另外由施工廠商提供整套模板一次可施工的柱牆面積為 2580m^2 ；柱牆模板產製、運輸費用約為1億元；在乙工程中可轉用約180次。將上列基礎資料代入公式(5-4)，獲得乙工程Y系統之柱牆模板購置分攤費用為215(元/ m^2)與甲工程之D系統柱牆模板購置費用相當。

3. 傳統模板

此處傳統模板主要以柱牆框架式模板為主。模板組件有第一、二背撐可以使用8次；框式木模板可以使用4次；繫結器可以使用5次【38】如圖5-3所示。木材單價為30(元/才)，如表5-1所示【39】；繫結器一組24元

(詢價)，其中只有柱才使用緊結器，而牆模部分則採用8#鐵絲緊結。框式模板約使用9.1(才/m²)，背撐角材約使用5.9(才/m²)【40】。緊結器使用量依丙工程之平面配置計算平均約為0.55(組/m²)。綜合上述資料以公式(5-4)計算獲得平均購置費用之分攤為93(元/m²)。

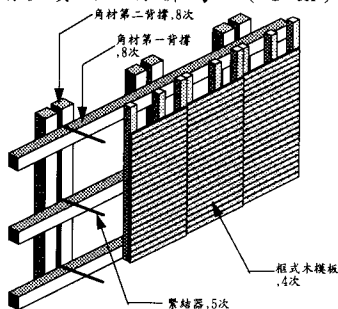


圖5-3 傳統柱牆木模板組件使用次數圖

表5-1 傳統木模板單價分析

項目	m ²	數量	單價	金額
木料耗損	才	2.8	30	84
洋釘、鉛絲	kg	0.2	20	4
木工	工	0.12	2000	240
小工	工	0.03	1700	51
拔釘、刷油、清理	工	0.02	1000	20
運費	m ²	1	20	20
工具耗損	式	1	21	21
計	m ²	1		440

資料來源：黃顯斌，「8-20層高樓建築工程單價分析表」台灣建築徵信158期，pp101-102

二．配合模板施工之自購機具成本分攤

自購機具部分因甲工程的機具費用係由其重機械部門所承包，且有大量的租賃機具。為簡化計算本研究將其採

用的機械完全採用租賃的方式計算。丙工程之傳統模板係為人工生產以使用小型手工具為主，其費用低將計入消耗性材料成本。乙工程部分的Y系統模板有的模板重達十餘噸吊裝時必須使用特殊的重型吊車，而一般市面上並不容易租到此重型的吊車，因此必須以自購機具來計算。其購置之重要機械包括550及120t-m移動型的塔式吊車各一部，再加上吊車軌道的投資，整體的機具固定費用分攤以公式(5-8)計算得到86(元/m²)如表5-2所示。

表5-2 乙工程機具費用分攤計算表

No	項目	機具 自走式吊車 550,t-m	自走式吊車 120,t-m	吊車軌道	卡車 租賃	備註
1	數量	1	1	1	1	
2	機具投資成本	40,000,000	30,000,000	20,000,000		廠商提供
3	使用年限	5	5	1.2		廠商提供
4	預計施工期間	1.4	1.4	1.4		廠商提供
5	利息與保險費率	20%	20%	10%		【41】
6	固定維修費率	35%	35%	0.1%		廠商提供【42】
7	年間管理費率	7%	7%	0%		【42】
8	模板施工總面積	465,300	465,300	465,300		=2585*180
9	固定成本分攤	31	23	32		=[10]+[11]+[12]
10	機具折舊費用分攤	19.8	14.8	27.0		=[2]*[4]/([3]+1)*[8]
11	利息與保險	4.0	3.0	5.4		=[10]*[7]
12	固定維修費	6.9	5.2	0.0		=[10]*[6]
13	變動成本分攤	7	3	2	1.0	=[16]+[17]+[18]
14	操作費用	2.1	1.1	2.1		廠商提供
15	每月現場管理費	2.1	1.6	0.0		=[9]*[5]/12
16	每月消耗材料	2.5	計入550吊車	0.0		廠商提供
17	各項機具每m ² 分攤費用	37	26	35	1	=[9]+[13]
	合計每m ² 之機具費用分攤		99			

三．模板施工準備費

甲工程由D系統模板供應商提供之資料顯示技術移轉費用約為10,000,000元，平均分攤於635162m²的模板

施工面積，則施工準備費分攤約為16(元/m²)，約為模板購置分攤費用的7.4%。乙工程因廠商無法提供相關資料，本研究假設甲、乙、丙工程均採用相同之準備費率進行估計，因前述第一項甲、乙工程的模板購置分攤費用相同所以乙工程的施工準備費分攤約為16(元/m²)。丙工程則為9(元/m²)。

四．人工成本

1．甲工程—D系統模板

• 工率

本研究從甲工程四條生產中線選取一條生產線的工地日報表資料進行工率統計，結果：在第一期工程中的柱牆模板所需工率模板組立作業為0.08(工/m²)，約為柱牆拆模作業工率0.05(工/m²)的2倍，總共為0.13(工/m²)；而梁版的組立作業工率為0.17(工/m²)6倍於梁版拆模作業工率為0.03(工/m²)，梁版組拆作業合計為0.2(工/m²)。截至83年4月甲工程兩期施工該條生產線之柱牆模板作業工率已降至0.1(工/m²)如表5-3所示，然而梁版作業係採用手組方式且材料單元面積小所以工作量較柱牆模板作業多出很多，而且在鄰近具有相同構造型式的丙工程以傳統模板施工其工率僅0.11(工/m²)詳如附錄三，所以可以判定甲工程D系統模板的施工工率偏高，應可再提高生產能力。

表5-3 甲工程工率、工人薪資計算表

項目	單位	柱牆	梁版
為一套模板一次所能施工的面積	m ²	2529	1851
平均每次施工所需之人工工時	hr	2263	2517
工率，每m ² 所需之人工工時	hr/m ²	0.89	1.36
工率，每m ² 所需之人日	工/m ²	0.11	0.17
工資率，平均人工工時所需之工資	元/hr	122	
每m ² 所需之工資費用	元/m ²	109	144

• 工資率

甲工程模板作業在人工方面因採用泰國籍勞工其基本工資約為500(元/人日)，管理費用約為700(元/人日)，加班費用按我國勞基法規定計算且由日報表顯示平均加班時數約為非加班工時的57%。據甲工程82年11月~83年3月模板施工成本評估報告的統計結果顯示：柱牆模板作業工資費用約為109(元/m²)，梁版模板作業之工資約為144(元/m²)，上述資料統計由於缺少工程初始二個樓層的生產資料，因此可以判定實際費用應較上述費用為高。同時我們可以根據公式(5-15)計算出平均每工人小時的薪資費用約為122(元/hr)。上述人工成本之相關資料如表5-2所示。

2. 乙工程—Y系統模板

乙工程之柱牆模板施工工率由廠商提供為0.09(工/m²)，工資部分則因其與甲工程同採外籍勞工，所以為1200(元/工)。平均分攤於每m²施工面積之人工成本為108(元/m²)。

3. 丙工程—傳統模板

從丙工程提供的部分日報資料，經過統計結果其模板工率約為 $0.11(\text{元}/\text{m}^2)$ 。每工之工資以台灣傳統模板工人之工資約2500元計算(以82年詢價之平均值計算)。則每 m^2 的人工成本分攤為 $275(\text{元}/\text{m}^2)$ 。

五. 機具使用費用分攤

1. 甲工程—D系統模板

甲工程配合柱牆模板施工的機具包括塔吊、輪式吊車、板車、吊卡車等，但機具費用整體來說仍以吊車為主。同時，因為場地的限制及塔吊佈置位置的不同，各棟建築施工機具的使用組合也不盡相同。且地面運輸車輛如板車及吊卡車等係由同時施工的四條生產線共同機動調度，於日報表中並無詳實記載該地面車輛的轉用情況。因此，本節假設所有的機具費用隨吊車工作時數而變化，所以每小時之機具費率計算如表5-4所示。柱牆每 m^2 的機具平均使用費為194元、梁版較少為19元。其中柱牆平均每小時之機械費用為2062元。

表5-4 甲工程三梯建築機具費用計算表

項 目	單位	柱牆	梁版
每 m^2 所需各項機具費用之和	元/ m^2	194	19
為一套模板一次所能施工的面積	m^2	2592	1851
主要機具使用率，設甲工程以吊車為主	hr/ m^2	0.094	/
平均機具費率，平均每hr需要之機具費用	元/hr	2062	/

2. 乙工程—Y系統模板

乙工程的機具使用費包括2台移動型塔式吊車的3名操作手薪資及其消耗材料分攤，另外每月必須搬移模板一次的租賃卡車約四萬元，合計每 m^2 的機具使用費用分攤為 $12.6(\text{元}/\text{m}^2)$ 。

3. 丙工程—傳統木模板

此項費用因無廠商統計資料擬依黃顯斌82年10月於建築徵信公佈單價分析的工具耗損 $21(\text{元}/\text{m}^2)$ 計算如表5-1所示。

六. 消耗性材料成本

甲工程根據廠商提供之資料顯示其每 m^2 消耗性材料成本為 $9.1(\text{元}/\text{m}^2)$ 。乙工程使用鋼模而與甲工程之情況相當，並不須鐵絲鐵釘等材料所以本研究假設與甲工程之消耗材料成本一樣為 $9.1(\text{元}/\text{m}^2)$ 。傳統木模板的部分需要以鐵釘及鐵絲來緊節各模板單元本研究參考相關估價文獻以鐵釘、鐵絲 0.3kg 【38】、每公斤單價為20元【39】進行計算，得到傳統木模板所需的消耗材料成本為 $19(\text{元}/\text{m}^2)$ 。

七. 現場施工管理費用

甲工程的現場管理費用經廠商日報表統計結果顯示每 m^2 之分攤費用為19元為其人工、機具、材料三項變動成本的6%。乙及丙工程因缺乏廠商提供之資料，本研究假

設與甲工程相同之管理費用比例6%計算，乙、丙工程每 m^2 之現場管理費用分攤分別為15元與12元。

八、模板整體作業成本

根據前述三個模板施工個案的各項細部成本計算獲得現階段執行結果，顯示：甲工程的D系統模板為575(元/ m^2)為最高；乙工程的Y系統模板為459(元/ m^2)居次；丙工程的傳統模板為431(元/ m^2)最低如表5-5所示。其中甲工程的費用以模板購置費用分攤及機具費用最多。而乙工程則以模板購置費用最多。傳統工法係以人工費用的比例最多如圖5-4所示。

事實上模板購置費用的分攤會隨著工程提供的轉用次數增加而降低如圖5-5所示。同時也顯示自動化層次愈高的模板系統其初期的投資費用愈高。由圖5-5顯示：D系統模板在轉用290次、Y系統模板在轉用420次之後其模板購置分攤費用才有低於傳統木模板的機會。因此自動化層次較高的模板系統若欲降低初期投資費用則必須以「少量購置，多次轉用」的方式進行。但在模板評選的同時評選者應將模板系統自動化所帶來的效益一並納入考量，以整體的模板施工成本作為比較的基礎。如圖5-6所示Y系統模板的整體施工成本在轉用180次之後才會低於D系統模板，另外在轉用210次之後才會低於傳統模板。而D系統模板即使轉用430次後其施工成本才會低於傳統木模板。但若能加強施工管理則可以降低施工的變動費用。由

本研究對D系統模板進行的工作改良顯示：其人機費用可以降低100(元/m²)。而整體的模板施工成本在轉用80次後就可以較傳統木模板為低。然而模板系統其自動化的程度愈高改善的空間也愈低。此部份的衡量必須依各個模板系統的特性及工程條件另外做探討。

表5-5 現階段各模板施工個案之平均費用

No	費用項目	甲工程 D系統	乙工程 Y系統	丙工程 傳統	備註
1	單位面積模板施工成本,C	562	460	431	= [2]+[6]
2	固定成本,F	231	317	100	= [3]+[4]+[5]
3	模板購置費用分攤,Fr	215	215	93	分別轉用63,180,8次
4	機具購置費用分攤,Fe	0	86	0	
5	規劃費費用分攤,Fp	16	16	7	= [4]*7.4%
6	變動成本,V	331	143	331	= [7]+[8]+[9]
7	人工成本,Vl	109	108	275	
8	租賃機具及運轉成本,Vc	194	13	21	
9	直接消耗材料成本,Vm	9	9.1	19	
10	現場施工管理費用,Vcm	19	13	16	= ([7]+[8]+[9])*6%
*	非模板購置費用之和	347	245	338	

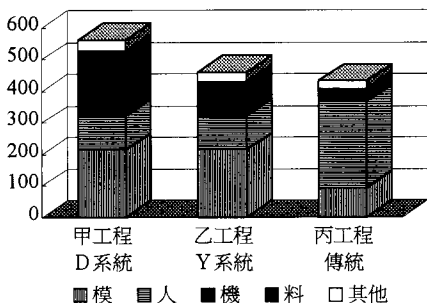


圖5-4 甲工程模板作業成本項目比例圖

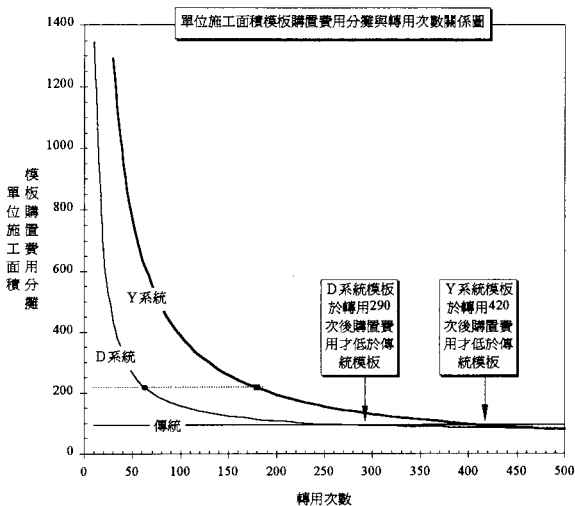


圖 5-5 單位面積模板購置費用分攤與轉用次數關係

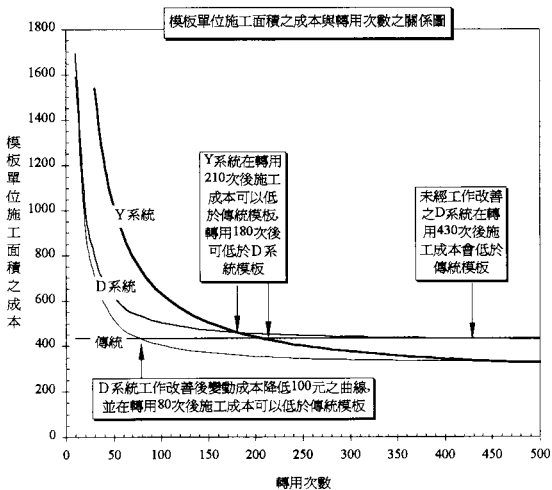


圖 5-6 模板單位施工面積之成本與轉用次數之關係圖

5.2 學習曲線的影響與應用

在成本的主要項目中固定費用主要以模板購置費用為主，而變動費用則以人機費用為主。除了模板購置費用會因轉用次數增加外，人機費用亦會隨著轉用次數增加而降低。此一人機成本下降的趨勢主要是由於施工者因工作的次數增加而使工作的狀況愈加熟練、閒置時間逐漸減少，以至簡化合併相關的動作使得工作者能在學習的狀態下縮短在單位施工數量的消耗時間。學習效應使工作時間減少並反應在模板作業的工率及機械使用時間上。對於施工前之模板評選工作、施工計畫或施工中的成本預測若能考量工作學習的效應將可獲得更精準之決策成本。本節透過最常使用的對數線性學習曲線的基本模型，以歷史資料迴歸的方法【31】建立學習曲線的求取步驟，同時以甲工程個案的柱牆模板作業為探討對象，分析其學習率並利用學習曲線修正成本分析模式中的工率及機具使用率。

在甲工程柱牆系統及丙工程的傳統模板皆有相當明顯的學習效應。而在一般工業上學習曲線的應用相當廣泛，包括勞工時間的預測、銷售價格的決定、動態績效評核制度的建立、新進員工訓練考核之參考等。本節將簡單摘要學習曲線的理論，同時根據學習曲線的定義擬出學習曲線的求取步驟，然後以甲工程D系統之柱牆模板施工為例求取目前施工之學習曲線模式並探討該工作在未來施工成本有否考慮學習效應所發生的成本差異與變動狀況。本研究對於甲工程的預測也於事後再度調查其後續工作的執行成

果來驗證生產工時預測的準確性。同時也求取丙工程之傳統模板施工的學習曲線模式以作為比較。

5.2.1 學習曲線的基本模式

學習曲線基本模式係假定第一單位產品所需直接人工工時為 α ，而當生產量增加一倍時，完成最後一單位產品的直接人工工時以一固定的比率下降，此一比率稱為學習率 γ (Learning Rate) 根據此一定義推導可得到學習曲線的基本模式如公式(5-13)所示，其中學習係數 β 是由學習率取對數後再除以對數2如公式(5-14)所示；學習率 γ 則為以10為底數並以學習係數乘對數2為指數如公式(5-15)

$$Y = \alpha \cdot x^{\beta} \dots\dots\dots(5-13)$$

式中

Y ：單位批量的生產總工時或平均工時

x ：以批量為單位的練習次數

$$\beta = \frac{\text{Log}_{10}\gamma}{\text{Log}_{10}2} \dots\dots\dots(5-14)$$

$$\gamma = 10^{\beta \times \text{Log}_{10}2} \dots\dots\dots(5-15)$$

5.2.2 學習曲線建立的步驟

根據學習曲線的定義與模式本研究擬訂學習曲線模式的求取步驟如下列所示：

1. 分析作業條件重複的行為，選擇重複條件最相近的生產批量為練習次數的單位
 2. 根據上述定義的生產批量為單位統計各生產批量的總工時或平均單位工時。
 3. 以練習次數為 x_i 變數，以生產總工時或單位平均工時為 Y 變數即 $f(x_i)$ 。分別對 x 、 Y 取對數。
 4. 以 $\text{Log}_{10}(x_i)$ 為自變數，以 $\text{Log}_{10}(Y_i)$ 為因變數作簡單線性迴歸，求取線性迴歸方程式。
 5. 求取上述迴歸模式的判定係數 R^2 與顯著水準。若迴歸模式解釋能力佳且顯著則表示該模式可以接受。反之，則不予接受，必須重新檢討批量的分割方式是否適當，然後再重新操作。
- * 可以利用 EXCEL 5.0 for WINDOWS 及 Statistical Graphics System for PC 兩種統計軟體進行簡單線性迴歸並檢定期相關係數與顯著水準。
6. 若該線性迴歸模式檢定可以接受則此迴歸方程式即為學習曲線的對數模式，

$$\text{Log}_{10} Y = \text{Log}_{10} \alpha + \beta \cdot \text{Log}_{10} x \dots \dots \dots (5-16)$$

再將此模式變換為指數模式即可得到一般的學習曲線模式如公式(5-13)並決定學習係數 β 與初始生產工時 α 。

7. 由公式(5-15)即可求得求得學習率 γ 。

5.2.3 學習曲線個案分析與應用

本節根據學習曲線建立的步驟，以甲工程柱牆模板作業為例建立其學習曲線模式並加以探討應用。

一、學習曲線模式的建立

本研究以同一組生產人員在一、二期柱牆模板施工的生產資料，來進行學習曲線模式的建立。由於甲工程柱牆模板係在三棟獨立建築中循環轉用，如圖5-7所示。其中C→B、B→A、A→C三種模板轉用運輸的路線與長度皆不相同，若純以單棟單層作為練習次數的基本單位則將形成學習曲線大幅度的跳躍，詳如圖5-8，所迴歸的對數曲線其相關係數僅為0.34，生產工時與生產次數的相關性不大。且該迴歸模式並不顯著。所以此一迴歸模式並無法採用。

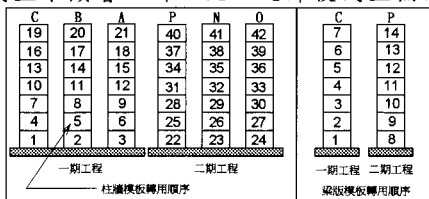


圖5-7 甲工程模板轉用順序圖

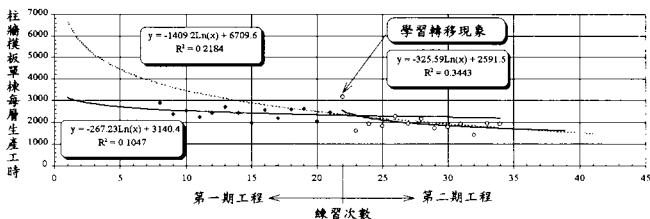


圖5-8 甲工程柱牆模板生產工時學習曲線圖(單棟單層)

因此更改以施工條件較具重複性的三棟單層作為單位生產批量。並分別對兩軸取對數值，然後在所迴歸之對數曲線具有相當程度的相關性模式解釋能力強，且其顯著水準為0.8%小於5%表示此推估模式非常顯著，因此判定接受此學習曲線模式，詳如圖5-9。學習曲線模式為 $Y = 3540 X^{-0.24295}$ 其初始生產工時 $\alpha = 3540\text{hr}$ ，學習係數 $\beta = -0.24295$ ，可經由公式(5-19)

$$\gamma = 10^{\beta \times \text{Log}_{10} 2} = 10^{-0.24295 \times \text{Log}_{10} 2} = 84.5\%$$

求得學習率 γ 為84.5%。

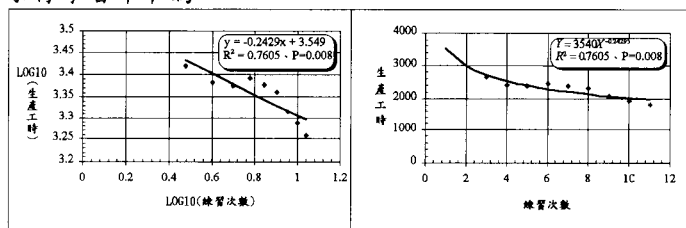


圖5-9 甲工程柱牆模板生產工時學習曲線圖(三棟單層)

同樣的方法本研究再選取與甲工程類似的建築設計而以傳統木模板施工的丙工程的施工日報資料，求取其學習曲線模式為 $Y = 13234x^{-0.2223}$ 如圖5-10所示。並由公式(5-15)求得學習率為85.7%，與甲工程柱牆模板作業比較，兩者的學習率相當。但學習率係由工人的學習行為所致，所以判定甲工程的柱牆作業仍由人工控制，並未發揮自動化以機械作業為主導的工作形態。

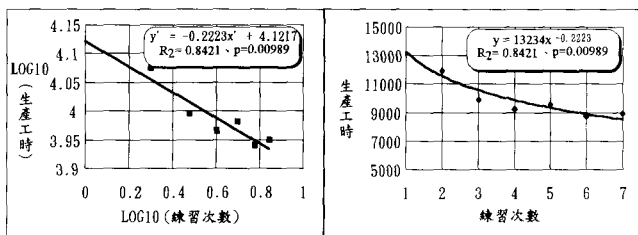


圖5-10 丙工程傳統模板生產工時學習曲線圖(單棟層)

二、利用學習曲線修正平均工率與單位面積所需的工資

根據學習曲線的行為顯示工程初始的生產工時都比一般樓層的生產工時高出很多。而廠商的成本評估報告及工地日報表可以統計又缺乏工程最初2個層樓的施工記載，使得所計算的工率具有偏低的現象，為獲得較精確之平均工率可以利用學習曲線的模式 $Y = 3540x^{-0.24295}$ ，來推估工時資料所欠缺的部分，即將 $x=1$ 、 $x=2$ 分別代入學習曲線的模式中，可求得初始第1、2樓的單棟單層的平均施工工時為3540及2991(hr/棟層)。然後重新求得平均工率為0.121(工/m²)。而平均每m²的人工成本用也應由表5-3的109(元/m²)修正為118(元/m²)。

三、利用學習曲線預測後續工作的施工成本

學習效應係導因於工人的學習行為。因此對於以人工為主導的作業，其變動成本中的人工與機具成本會隨著練習次數的增加而逐漸遞減。而根據此一現象我們可以於施工中利用學習曲線來預測後續尚未完成工作的平均生產工時，進而求得預測的平均工率。若直接從事生產的人工與

機具其組合方式固定，則兩者生產所需的工時比例會趨於某一比例值而不會有太大的變動。因此，機具使用的時數與人工生產工時可以假定為一固定的比例。基於此一假設則機具的使用時數會隨著人工學習的效應而逐漸的降低。所以在考慮人工學習曲線的同時，也可以利用人工學習曲線來預測尚未施工部分的機具成本。

1. 人工成本預測

根據上述的推論，將後續尚未施工的作業所代表的練習次數分別代入學習曲線中，求取個別對應的生產工時，並將所推估計算的個別生產工時予以加總，再除以所施工的面積，即可預測尚未施工部分的每 m^2 所需的平均工時如公式(5-17)所示。然後再換算為以每天工作八小時的人日(工)單位即可得到剩餘尚未施工工作平均每 m^2 所需的預測工率。若不考慮薪資的調整因素則修正前後的工資率並不會有所變化。而單位面積的預測人工成本就等於尚未完成工作的預測平均工率與人工平均工資的乘積如公式(5-18)。

$$H_1' = \sum_{i=k}^l (\alpha \cdot x_i^\beta) \div A_2 \dots\dots\dots (5-17)$$

$$V_1' = H_1' \cdot S_1 \dots\dots\dots (5-18)$$

公式符號為：

H_1' ：預測後續尚未完成工作在考慮學習效應時
單位面積平均所需的工時

A2：為剩餘尚未施工的面積

k：為剩餘尚未完成部分第一個工作的累積練習次數

l：為剩餘尚未完成部分最後一個工作的累積練習次數

2. 機具成本預測

若從事生產的人工與機具的組合方式固定則兩者生產所需的工時比例會趨於某一比例值而不會有太大的變動。因此，機具使用的時數與人工生產工時可以假定為一固定的比例。基於此一假設則機具的使用時數會隨著人工學習的效應而逐漸的降低。所以在考慮人工學習曲線的同時，也可以利用人工學習曲線來預測尚未施工部分的機具成本。根據上述定義可以表示如公式(5-19)則考慮學習效應時預測剩餘工作平均每 m^2 所需要的機具使用時數為機具與人工的時數比例與預測人工生產時數之乘積，如公式(5-20)。因此可以根據預測單位面積機具的使用時數乘以單位面積的平均費率而獲得預測之機具成本，如公式(5-21)。

$$P_{e1} = H_{e1} \div H_1 = H_{e1}' \div H_1' \dots\dots\dots (5-19)$$

$$H_{e1}' = P_{e1} \cdot H_1' \dots\dots\dots (5-20)$$

$$V_{e1}' = H_{e1}' \cdot S_{e1} \dots\dots\dots (5-21)$$

公式符號為：

P_{e1} ：機具使用時數與人工生產工時之比

Hea' : 預測剩餘未施工工作考慮學習曲線的平均
每m²所需的機具使用時數

Vc' : 預測單位施工面積機具的使用成本

3. 現場施工管理費

若工人每日出席的工作人數變化不大則現場工程師的工作小時會隨著工人的生產工時而變化。且若不考慮薪資的調整因素，則預測的施工管理成本應與人工成本變動的比例相同。即預測之施工管理成本為原有之施工管理成本乘以預測之人工成本在除以原有之人工成本，如公式(2-22)。

$$Vp' = Vp \cdot V1' \div V1 \dots\dots\dots (2-22)$$

式中

Vp' : 預測之現場施工管理成本

四 . 甲工程柱牆模板施工成本預測結果

1. 人工成本預測

根據前述的推估方式將x值以12~21分別求取所對應的Y值並將所推估計算的Y值加總如表5-6所示，再除以所施工的面積即獲得尚未施工部分的每m²平均所需的工時預測值為0.71 (hr/m²)。由於案例中的學習曲線模式是以平均單棟層的工時所建立，因此必須使用的面積為單棟單層的面積2529m²為A₂值。然後再換算為以每天工作八小時的人日(工)單位則為0.09(工/m²)。

剩餘尚未施工部分每 m^2 之人工成本

$$= 1800(\text{hr}/\text{單棟層})\text{hr} \div 2529(\text{m}^2/\text{單棟層}) \cdot 122(\text{元}/\text{hr})$$

$$= 86.8(\text{元}/\text{m}^2)。$$

表5-6 柱牆模板施工各層實際與預測的人工工時表

目前已完成之 施工工時資料	期 樓	一期工程						二期工程				合計	平均	
		1	2	3	4	5	6	7	1	2	3			4
工時	x	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
單棟單層平均工時	y	3540	2991	2630	2409	2374	2457	2379	2297	2071	1940	1814	26902	2446
三棟每層工時	3y	10620	8974	7889	7227	7122	7372	7137	6890	6213	5820	5442	80706	7337
向未完成之 施工工時預測	期 樓	二期工程					三期工程					合計	平均	1-3 期總 平均
		5	6	7	1	2	3	4	5	6	7			
工時	x	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21			
單棟單層平均工時	y	1936	1898	1864	1833	1805	1779	1754	1731	1710	1690	18000	1800	2138
三棟每層工時	3y	5807	5695	5593	5500	5415	5336	5262	5193	5129	5069	53999	5400	6415

為了驗證所求得學習曲線模式之預測能力，本研究再蒐集近期的施工資料，顯示第二期第五層樓單棟的平均生產工時為1993hr，與預測值比較相差3%，顯示該學習曲線之預測能力佳。

2. 機具費用預測

甲工程配合柱牆模板施工的機具包括塔吊、輪式吊車、板車、吊卡車等，但機具費用整體來說仍以吊車為主。同時，因為場地的限制及塔吊佈置位置的不同，各棟建築施工機具的使用組合也不盡相同。且地面運輸車輛如板車及吊卡車等係由同時施工的四條生產線共同機動調度，於日報表中並無詳實記載該地面車輛的轉用情況。因此，本節假設所有的機具費用隨吊車工作時數而變化，根據日報表統計資料代入公式(5-19)可以求得機具使用工時與人工生產工時的比例為10%，並由公式(5-20)求得單位

面積的使用時數為 $0.071(\text{hr}/\text{m}^2)$ 。則考慮學習效應之機具費用為 $0.071*2061=146.3(\text{元}/\text{m}^2)$ ，較目前已完成工作之廠商資料統計的平均費用降低 $48(\text{元}/\text{m}^2)$ 。

3. 現場施工管理費用之預測

已施工完成部分之現場施工管理費用為 $19(\text{元}/\text{m}^2)$ ，人工成本為 $109(\text{元}/\text{m}^2)$ ，而預測之人工成本為 $86.8(\text{元}/\text{m}^2)$ 。將上述資料代入公式(5-22)可以求得預測之現場施工管理費用為 $15(\text{元}/\text{m}^2)$ 。

4. 模板未完成工作之整體施工成本預測

將上述人工、機具即現場管理之預測成本代入表5-5中即可獲得模板未完成工作的施工預測成本為 $488(\text{元}/\text{m}^2)$ ，將比已完成施工成本的平均成本低 $74(\text{元}/\text{m}^2)$ ，約 13% ，如表5-7所示。

表5-7 原施工成本與預測施工成本比較表

No	工程與模板系統 費用項目	已完成 工作之 成果	未完成 工作之 預測	差異	備註
1	單位面積模板施工成本,C	562	488	74	= [2]+[6]
2	固定成本,F	237	230.7	0	= [3]+[4]+[5]
3	模板購置費用分攤,Ff	215	215	0	以轉用63次計
4	機具購置費用分攤,Fe	0	0	0	
5	規劃費用分攤,Fp	16	16	0	= [4]*7.4%
6	變動成本,V	337	257	74	= [7]+[8]+[9]
7	人工成本,Vi	109	87	22	
8	租賃機具及運轉成本,Ve	194	146	48	
9	直接消耗材料成本,Vm	9	9.11	0	
10	現場施工管理費用,Vcm	19	15	4	= ([7]+[8]+[9])*6%

4. 學習曲線在績效評核之應用

甲工程在第一階段工作改善時曾因工作效率提升，使原欲攀升之學習曲線反轉下降，當時工程師也相對提出獎

勵工作的要求，但卻缺乏獎工制度的標準。於表5-5中利用學習曲線所推估未施工樓層的直接人工生產工時即可以作為獎工的標準。例如以學習率提升或生產工時低於預設之標準時可以一減低工時的績效來作獎勵。

另外本研究於四月中旬再度到工地進行二梯棟的柱牆模板改善方案的實驗設定最新的標準生產工時972(hr/單棟單層)，換算為三梯的生產工時約為1500(hr/單棟單層)如圖5-11所示，但卻有水電、鋼筋等介面作業未能有效配合，致改善效果未如預期的效益。若能再努力改善則將可使整體學習率大幅提升。

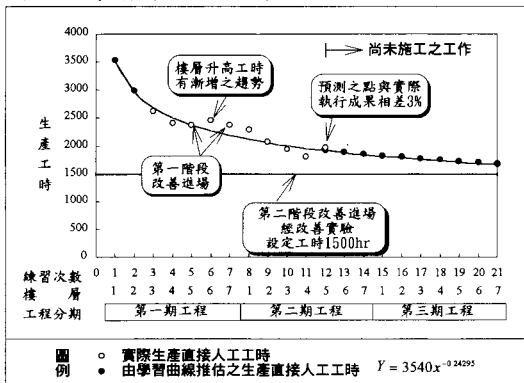


圖5-11 甲工程柱牆模板生產學習曲線圖

5.3 各項影響因素之敏感度分析

根據5.1節模板作業成本的基本模式的主要成本項目如圖5-12：模板購置的成本、自購機具費用、準備費用分攤、人工成本、機具使用成本、材料成本、及現場施工管理分攤費用等7項主要成本項目以試算表進行敏感度分析。其敏感度分析解果如表5-8所示，同時由圖5-13甲工程柱牆模板主要施工成本因素敏感分析圖顯示：模板購置分攤費用對於成本的影響最大即模板購置費變動增加30%時總施工成本將增加11%。其次分別為機具使用成本及人工成本。其他各項對施工成本之影響程度較低。根據上述主要影響的因素再行探討細部成本項目的影響程度，其影響程度依次為模板的轉用次數、模板購置面積、模板購置費用、機具使用時數、機具費率、人工生產工時、工資率。其中轉用次數及板購置面積係與施工成本呈反比關係，如圖5-14所示。

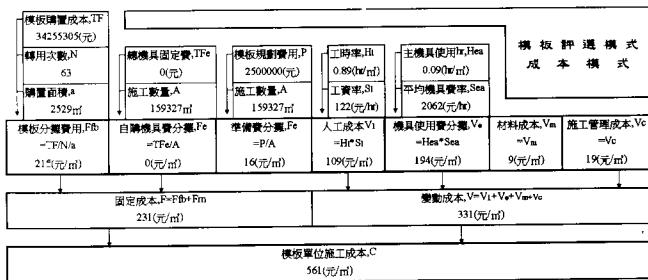
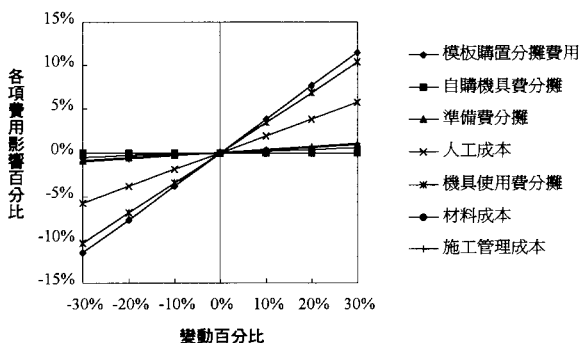


圖5-12 模板成本評選的架構圖

表 5-8 柱牆模板作業成本項目敏感度分析表

變動百分比	NO	30%	20%	10%	0%	-10%	-20%	-30%
模板購置分攤費用	1	11%	8%	4%	0%	-4%	-8%	-11%
自購機具費分攤		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
準備費分攤		1%	1%	0%	0%	0%	-1%	-1%
人工成本	3	6%	4%	2%	0%	-2%	-4%	-6%
機具使用費分攤	2	10%	7%	3%	0%	-3%	-7%	-10%
材料成本		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
施工管理成本		1%	1%	0%	0%	0%	-1%	-1%
模板購置成本	2	11%	8%	4%	0%	-4%	-8%	-11%
轉用次數	1	-9%	-7%	-4%	0%	5%	10%	18%
購置面積	1	-9%	-7%	-4%	0%	5%	10%	18%
模板規劃費用		1%	1%	0%	0%	0%	-1%	-1%
工時率	4	6%	4%	2%	0%	-2%	-4%	-6%
工資率	4	6%	4%	2%	0%	-2%	-4%	-6%
主機具使用小時	3	10%	7%	3%	0%	-3%	-7%	-10%
平均機具費率	3	10%	7%	3%	0%	-3%	-7%	-10%



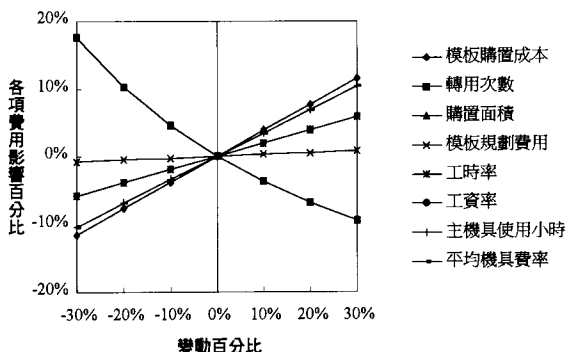


圖 5-14 柱牆模板作業基本影響因素敏感度分析圖

5.4 模板系統之發展方向

模板系統之發展方向應由工程的四個主要的目標即成本、進度、品質、安全四個方面來探討。其中模板施工的安全需求應為各項模板系統必備的基本條件。本節並不另作探討。

一. 施工成本方面

根據前節模板成本影響因素的敏感度分析顯示：模板購置費用分攤為主要的影響因素。而該項費用的分攤主要決定於模板的購置數量與轉用的次數。而模板而模板的購置費用影響也相當大。因此要降低模板施工成本首先要考慮「如何減少模板的購置量而在工程中作多次的轉用」。

另外模板的機具及人工使用的成本的影響程度略低於模板的購置分攤成本。機具的成本取決於機具的使用工時

及機具的使用費率。人工的成本取決於人工生產所需的工時及其工資費率。人工及機具所需的生產使用工時係導因於模板組拆的工作次數及模板轉用路線的長度。其中工作的次數係由模板單元數量所決定，因此如何減少模板的單元數量增加模板單元的面積就成為模板系統最重要的開發方向，如表4-2模板評估架構表建築設計因素的構造型式若為版式構造、牆面特殊設計少、隔間數量少及施工考量因素中的模板分割單元數少都可以使模板面積增大、組拆單元數減少從而減少施工次數而降低機具及人工的使用工時。若建築構件設計及模板系統能符合標準化與模距化則可增加相鄰區域的轉用性，從而縮短模板的轉用路線以減少機具及人工的生產工時。在施工的技術方面，模板搬運路線長度也因機具有效的操作範圍與模板的轉用方式所影響。因此必須發展基地佈置的技術，尤其是塔吊車施工位置的決定。機具的費率則取決於使用機具的種類，但使用的機具主要是吊車而其費用係由市場價格所決定，要降低的空間有限。人工的工資費率係取決於模板工作的需求工種。若模板系統的技術需求層次高則必須採用技術工其工資費率高且有市場供應不足的問題。若需要體力負荷者則需要體力強健的工人，而無法擴大採用一般工人。

二. 模板施工進度開發方向

在成本分析的基本模式中其機具及人工的成本係將工作全部所使用時間轉換成經濟的價值模式。對於施工的進

度則只要考慮模板中要徑作業時間的消耗行為。所以工程中結構時間所能佔用要徑的時間係由模板的轉用次數乘以施工循環的要徑時間以及動員佔要徑時間的總和。就模板購置分攤成本來說，希望以重疊施工來縮短每一施工循環在要徑上所佔用的時間，而增加模板的轉用次數以減少模板購置量。同時根據個案的調查與改善經驗顯示：縮短模板施工的時間主要的方向有縮短拆模時間、鋼筋與水電作業配合程度、工作面的開展使作業能重疊施工為主要開發的方向。

三、施工品質方面

混凝土表面的品質是由模板施工所致。而模板的施工精度對傳統模板而言必須仰賴放樣者及模板技術工的努力控制，並不符合自動化減少技術勞力需求的原則。因此有必要使模板堅固與大型化來減少模板變形與接縫，同時也應以快速定位的輔助設施來減少放樣工作受人為影響的因素。然而要提高模板的施工品質並不利於模板的施工成本，所以品質的提升應以能減少後續的裝修工作為度。同時在模板系統評選時也應對模板的品質效益給予計算。例如Y系統模板可以減少基層水泥粉刷的費用但必須付出增加牆體厚度之費用。而傳統及D系統模板必須另外付出因表面缺陷的修整費用。

第六章 結論與建議

6.1 結論

採用現場人員訪問調查、工地記錄分析及曠時攝影分析等方法，本研究將傳統模板工法、大型化預組之高密度夾板模板、整體化之鋼模板等三個模板系統施工之個案資料分析後，利用經濟分析的基本理論，將模板工程之成本結構以固定成本分攤及變動成本兩大部分來建立一個通用之分析模式。透過此成本分析模式及三個實際工程個案的數據顯示：由於大型化及整體化的模板系統初始投資成本較高需有足夠的重複使用次數才具有價格上的競爭力。因此，對模板系統的選擇的關鍵因素為模板可重複使用的次數。

根據個案實例的觀測資料顯示：在熟練的施工條件下，大型化與整體化的模板系統對技術工人的需求可降低約 20 至 30 %。雖然在 D 系統工法的工地記載及分析生產力調查資料顯示顯示其工作比率約只有 20% 且單位模板之工率也高於傳統工法。但相同的工地記載也顯示明顯的學習曲線，若能透過良好的施工計畫及工地管理則將具可觀的改善的空間。

在學習曲線方面，其資料顯示完成每一工作循環所需工時有隨著施工重複次數增加而逐漸降低的趨勢，其學習率約為 85 %，亦即，工人隨工作次數增加所獲得的經驗或學習效應使工作循環次數倍增之後所需工作的時間約為循

環次數尚未增倍時所需時間的85折。此學習曲線的模型經檢驗具有相當準確的預測能力可作廠商後續為採用相同模板時，對所需工資有較準確的估計。同時，經研究人員與現場工程師共同研擬改良之施工計劃後實際量測現場工人之工作比率可由原來之20%提升至50%，此現象顯示在新工法的實施過程中，除正常透過經驗累積產生之學習效應外，系統化的管理及改善方法也有很大的效益，值得管理者特別注意。

論文中亦針對建築設計、工期、動員時間、吊運設備、表面裝修需求對成本可能產生的影響進行定性的討論與量化的敏感度分析，可供廠商實際評選不同層次自動化之模板系統的參考。

6.2 建議

依據以往的文獻資料顯示系統模板在台灣地區的發展過程已有超過十種以上的不同系統模板經驗，但成效卓著之案例有限。本研究雖已提出其評選模式與執行過程中應注意的事項，但仍有許多需進一步研究的課題。構造物規劃設計是否標準化與模距化也對系統模板的發展具有深遠的影響值得進一步探討。

系統模板的作業除需考慮模板本身的吊裝與組拆外，尚需與鋼筋組立、水電配管工程、混凝土澆置等各項作業配合，否則其效益很難彰顯。此種配合作業的重要性必須在分包與發小包作業時就特別考慮。在工程主辦單位方

面，必要時應考慮將水電與土木工程以單一包商或共同承攬方式辦理，以收統一管理之效。而在承包商方面，若欲在工法逐漸改良的過程中收統合之效，則應考慮盡量以自辦方式。

參考文獻

1. 徐淵靜，「臺灣地區重大交通建設勞工供需調查與分析」，交通部運研所，(1992.04)。
2. 董啓崇，「重大交通建設技術人員供需規劃」，交通部運研所，(1992.10)。
3. 段盛華等，「臺灣地區營造業勞動力調查」，財團法人中華民國營造業研究發展基金會，(1991.12)。
4. 中華民國產業自動化〔1990年-2000年6月〕，行政院科技顧問組召集，產業自動化規劃小組規劃，內政部建築研究所籌備處，(1989)。
5. 營建自動化推動專刊，內政部建築研究所籌備處，(1992.08)。
6. 彭雲宏，「營建管理自動化的發展方向」，民國八十年建經研討會，(1991)。
7. 彭雲宏、陳舜田，「重大工程施工自動化潛能項目評估及工地生產力分析之初步研究」，行政院公共建設督導會報專案研究計畫成果報告，編號：82-管-03，(1993)。
8. 彭雲宏，「臺灣地區營建工程能量之調查與分析」，內政部建築研究所籌備處，(1991.06)。
9. 彭雲宏，「臺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，(1992.06)。
10. 沈進發，「模板工程」，(1992)

11. 「大型土木工程模板支撐倒塌之防止」，交通部台灣區國道高速公路局北二高工程處，(1988.04)。
12. 賴明茂、徐敏斯，「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 pp.75-103，(1992.08)。
13. 沈進發，「模板工程之現況及發展」，建築技術雜誌，第48~49頁。
14. 彭雲宏、游義琦，「台灣地區營造工程產能資訊推估與應用架構」，中國土木水利學會，審查中。
15. 產業自動化會議營建分組會議，內政部建築研究所籌備處，(1992.05)。
16. 彭雲宏，「建築施工機具之使用現況與發展」，行政院國科會專題研究報告，(1992.06)。
17. 謝鴻財，「營建工程施工自動化之初步研究」，國立台灣工業技術學院碩士論文，(1991.06)。
18. 曾元一，「施工機具自動化」，中國土木水利學會80年年會論文集，第121-128頁。
19. 曾元一、陳振川，「施工技術及機具自動化現況調查分析研究」，內政部建築研究所籌備處專題研究報告，(1992.06)。
20. 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，(1991.01)。

21. 陳淑如，「高層建築結構體施工合理化之研究－以鋼筋混凝土構造為對象」，國立成功大學建築研究所碩士學位論文，台南市，(1993)。
22. 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)。
23. 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”，pp.81-82，(1992.8)。
24. 李世玉，「模板工程品質管制之研究」，國立台灣工業技術學院碩士論文，第7-18頁，(1990.06)。
25. Hanna, A. S. and Victor E Sanvido "Interactive Vertical Formwork Selection System," *Concrete International*, pp26-32, (1990.04)。
26. Hanna, A. S. and Victor E Sanvido "Interactive Horizontal Formwork Selection System," *Concrete International*, (1991.08)。
27. 潘文章，「生產力管理－觀念與作法」，三民書局，第4-13頁，(1985.11)。
28. 蘇敏錚，「營建工程作業改良之經濟分析」，國立台灣工業技術學院碩士論文，第12-13頁，(1992.06)。
29. 林耀煌，「營建工程－施工規劃與管理」，長裕出版社，增定第九版，第11章，第535-569頁。
30. Oglesby, C. H., H. W. Parker, and G. A. Howell, *Productivity Improvement in Construction*, McGraw-Hill Book Company, (1989).
31. 李忠義，「工業工程全書－學習曲線的應用」，中興管理顧問公司，pp.575-604，(1992.10)。

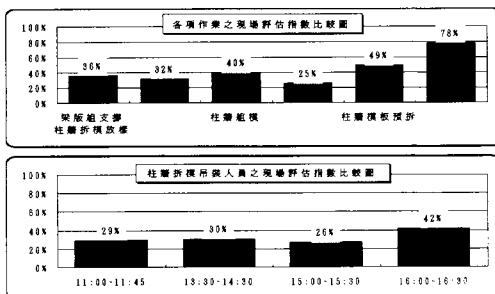
32. T. P. Wright, "Factor Affecting the Cost of Airplanes," Journal of Aeronautical Affecting, pp.122-128, (1936.02)。
33. 苗延仁，「學習曲線在少量製造成本上的應用」，國立台灣工業技術學院碩士論文，(1986.06)。
34. 「工料分析準則」，臺灣省政府住宅及都市發展局。
35. 姚仁祿、李嗣彥，「輕隔間及天花板的應用」，建築技術第二期，第125-137頁
36. 彭雲宏，「集合住宅施工自動化個案研究」，內政部建築研究所籌備處專題研究期中報告，第2-9、6-1頁，(1994.03)。
37. 賴士葆，「工程經濟」，華泰書局，第218~223頁(1987)
38. 陳炳東，「建築估價」，東宇出版社，上冊第139~143頁(1976.7)
39. 黃顯斌，「8~20層高樓建築工程單價分析表」，台灣建築徵信，第158期，第101~102頁，(1993.10)
40. 林勇，「模板工程設計施工」，第99~102頁，(1984.6)
41. 「工料分析手冊」，台北市政府工務局，第13~17，(1992.1)
42. 「建設機械等損料算定表」，日本建設機械化協會，第28~37頁，平成四年度版。

附錄一 甲工程施工與觀測相關資料

一. 現場評估表

表一 甲工程現場評估表

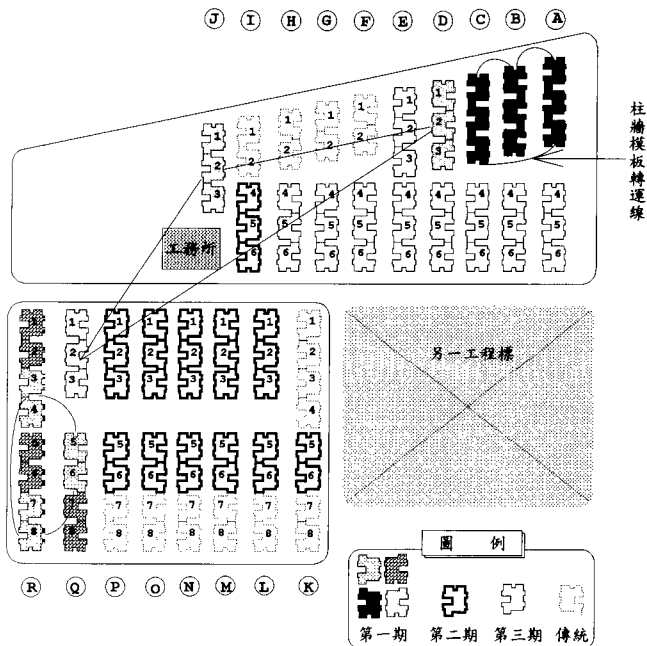
觀測日期	82/12/26				83/1/1				
觀測時間	15:00-15:30		11:00-11:45		13:30-14:30		15:00-15:30		16:00-16:30
位置	3T-5F				3T-6F				
工作	梁版組支撐 柱牆拆模、放樣				柱牆拆模吊裝人員部分				
人工數	14								
合計	14								
觀測總次	385		251		402		384		384
有效工作數	100		48		82		63		121
工作比率	26%		19%		20%		16%		32%
現場評估指標	36%		29%		30%		28%		42%
信賴係數	95%		95%		95%		95%		95%
極限誤差L.O.E	4.4%		5.0%		4.0%		3.7%		4.7%
工作比率95% 之信賴區間(%)	30.4%-21.6%		24.1%-14.1%		24.4%-16.4%		20.1%-12.7%		36.2%-26.8%
觀測日期	83/1/6				83/1/7		83/1/13		83/1/24
觀測時間	9:30-10:00		10:30-11:00		10:30-11:10		10:00-11:00		15:00-15:40
位置	3T-6F				3T-6F		2T-6F		3T-7F
工作	柱牆組模				混凝土澆置 2台泵浦車		柱牆模預拆 及抽連結片		梁版組模
人工數	24				24		8		36
合計	24				24		8		36
觀測總次	384		385		387		415		394
有效工作數	115		114		59		162		266
工作比率	30%		30%		15%		39%		68%
現場評估指標	40%		40%		25%		48%		78%
信賴係數	95%		95%		95%		95%		95%
極限誤差L.O.E	4.7%		4.6%		3.6%		3.8%		3.8%
工作比率95% 之信賴區間(%)	34.6%-25.2%		34.2%-25.0%		18.8%-11.6%		42.8%-35.2%		71.3%-63.7%



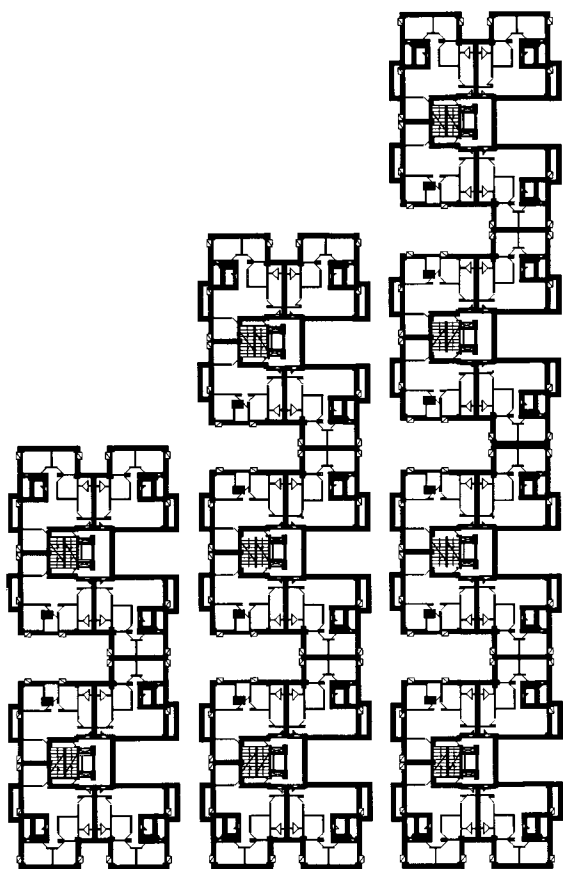
圖一 各項作業之現場評估指數比較圖

二. 系統模板程序與動作分析

• 系統模板棟別樓層轉用方式



圖二 甲工程整體的平面配置圖及各棟編號方式



二梯連棟

三梯連棟

四梯連棟

圖三 二、三、四梯棟平面示意圖

甲工程整體的平面配置圖及各棟編號方式如圖二、圖三所示，施工單位將35棟的結構工程分割為三個階段來施工，又因工程條件的變更而改變原來的模板運轉工作詳如表二各施工階段棟號表。其系統模板原預定之進度係以每十六天完成梁版結構來規劃，其模板轉用規劃原則如下：

1. 柱牆工程：以2梯棟（包含可拆成二座2梯棟的4梯連棟）或3梯連棟各為二套模板。其一套模板之定義係為足夠單棟單層柱牆所需之模板量。同一期工程一套柱牆模板於三棟建築上轉用。
2. 梁版作業：以2梯棟（包含可拆成二座2梯棟的4梯連棟）或3梯連棟各為二套模板。其一套模板之定義係為足夠單棟單層梁版所需之模板量。同一期工程一套梁版模板僅於單棟建築上轉用。
3. 根據前述之模板套數的分配原則，一套柱牆模板應配合三套梁版模板，形成一完整的全套模板。而一套完整之模板在同期內負責三棟結構之模板施工。
4. 上述系統模板僅用於上部結構，而其下部結構包括基礎及地下室仍採用傳統模板施工。
5. 同時廠商有12座2梯棟採用傳統模板施工。其材料係由各棟構築下部結構所用之模板材料。

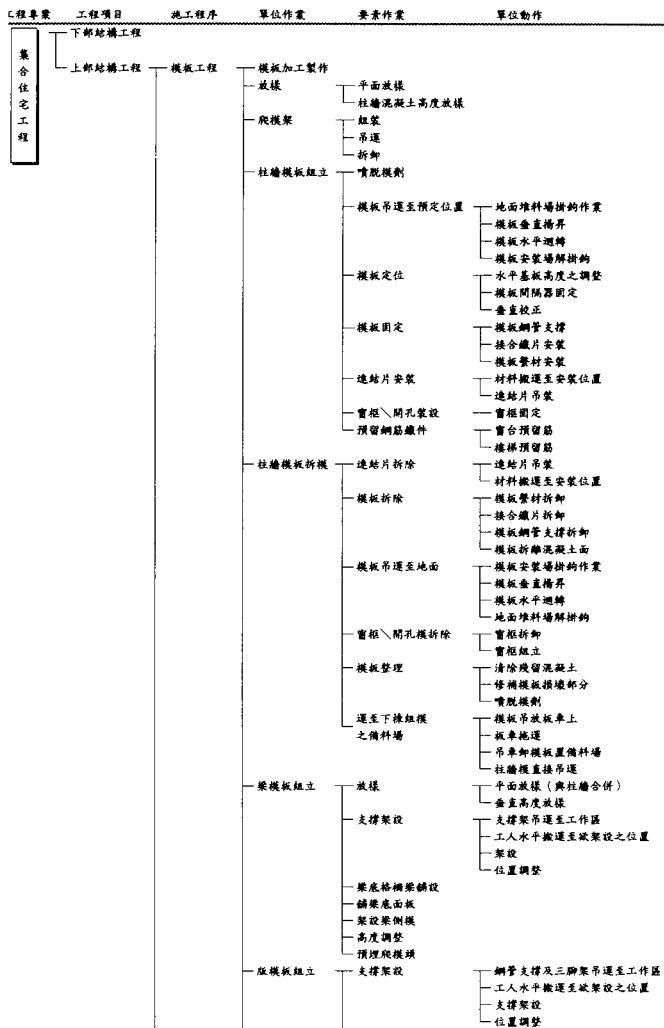
表二__各施工階段棟號表

系統模板-第一期	系統模板-第二期	系統模板-第三期	傳統模板
A-1·2·3	I-4·5·6	A-4·5·6	K-1·2
B-1·2·3	L-1·2·3	B-4·5·6	K-3·4
C-1·2·3	M-1·2·3	C-4·5·6	K-7·8
D-1·2·3	N-1·2·3	D-4·5·6	L-7·8
J-1·2·3	O-1·2·3	E-1·2·3	M-7·8
Q-1·2·3	P-1·2·3	E-4·5·6	N-7·8
R-1·2	K-5·6	F-4·5·6	O-7·8
R-5·6	L-5·6	G-4·5·6	P-7·8
Q-7·8	M-5·6	H-4·5·6	F-1·2
R-3·4	N-5·6		G-1·2
R-7·8	O-5·6		H-1·2
Q-5·6	P-5·6		I-1·2

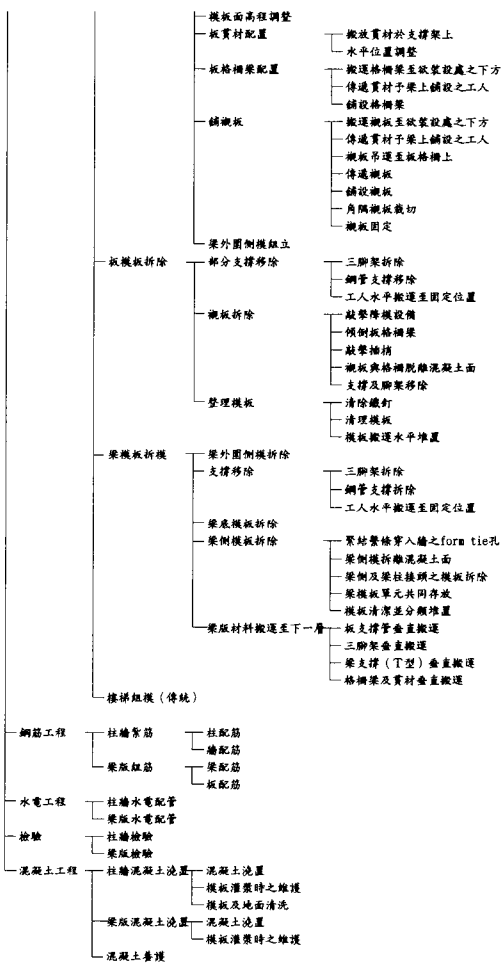
• 系統模板作業之分工結構與程序分析

甲工程之分工結構狀況如圖四、五所示，從整個集合住宅工程以下分下不結構工程及上部結構工程。本研究係以上部結構工程之模板工程為主同時探討相關之界面工作與模板工程之配合關係。其界面工作包含鋼筋工程、水電工程、檢驗及混凝土工程等。在檢討工程改善空間時我們初步對單位作業的階層加以探討。其單一樓層之作業項目依施工順序有模板加工製作、放樣、柱牆鋼筋組立及牆配管、爬模架組立、柱牆模板組立、柱牆混凝土澆置、柱牆模板拆除整理並搬運至下一棟的施工樓層、梁版模板組立、梁版鋼筋綁紮、梁版水電配管、梁版檢驗、梁版混凝土澆置、混凝土養護、梁版模板拆除整理並搬運至同棟下一施工樓層。其中柱牆模板是同時轉用於三棟之各個樓層

間，而梁版僅於同一棟不同樓層之轉用。其整體配合、模板的轉用流程及計算原則詳如圖六預定模板施工進度桿狀圖。而工程進行到民國82年11月實際進行的狀況詳如圖7甲工程11月份整體施工進度桿狀圖所示，除各作業時間比規劃之作業時間增長及未完善考慮組拆爬模架時間外其施工順序及模板轉用方式並未改變。其中作業時間之變化與原預定時程之要徑係由柱牆模板組立、澆置混凝土、柱牆模板拆模三項作業所控制其每層循環三棟之時間為18個工作天而梁版部分只要16天。而現階段施工其要徑為24天仍由柱牆結構所控制但卻與原預定之每層施工時間延遲6天，主要的差異是在於柱牆拆模每棟每層延遲2天，一套柱牆模板在每層三棟間循環共三次則形成6天之延遲。所以改善重點應首重柱牆模板拆除作業。若柱牆於單棟單層組立能縮短1天對整體的循環時間可得3天之效果。其次再對梁版模組立延遲之四天進行改善縮短組立時間及增加梁版模組拆之重疊時間即可達到21天完成三棟單層的循環作業。

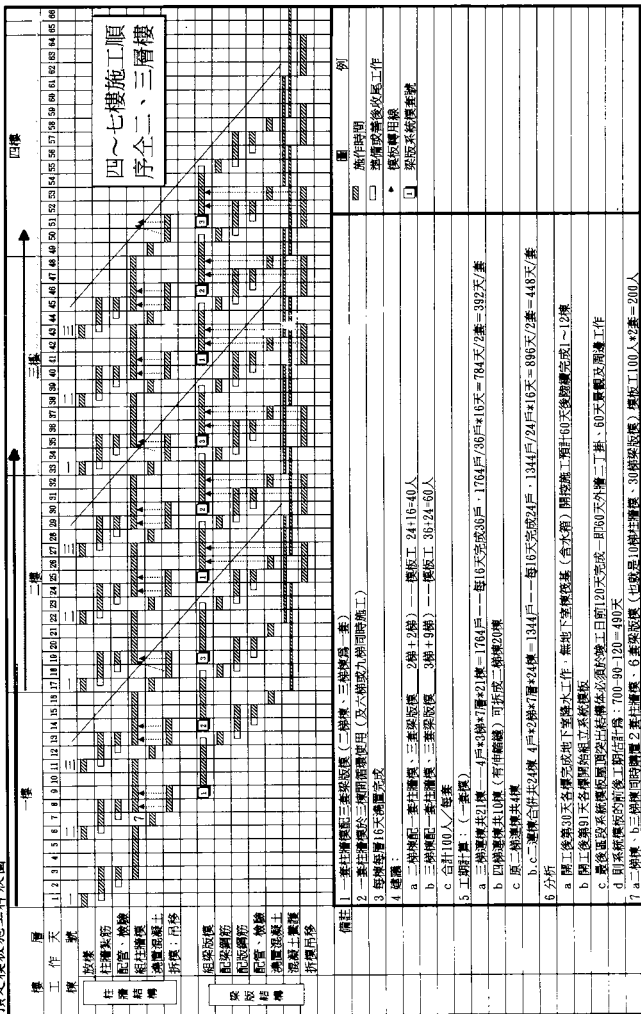


圖四 甲工程之分工結構圖(1/2)續下頁



圖五 甲工程之分工結構圖(2/2)

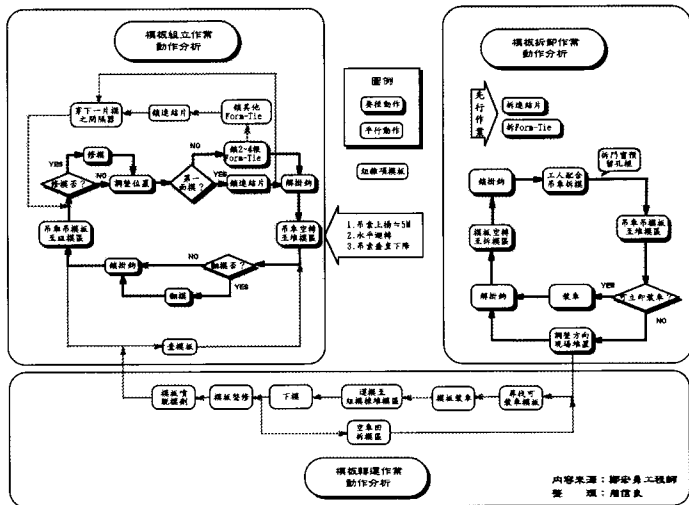
預定模板施工桿狀圖



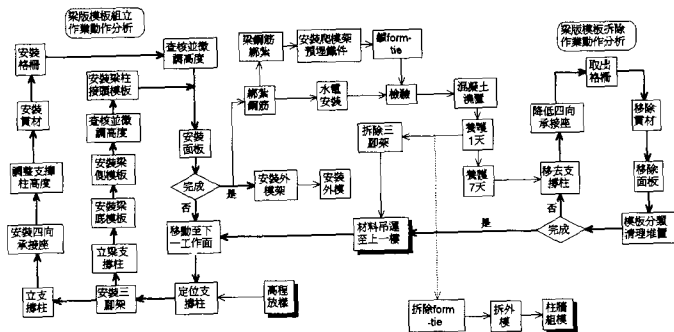
圖六 預定模板施工進度桿狀圖

表3 預定進度與現行進度作業時間及要徑控制比較表

作業項目	時間(日)	預定		現階段		差異	
		作業時間	要徑時間	作業時間	要徑時間	作業時間	要徑時間
1 放樣	1	0	1	0	0	0	0
2 柱輪繫筋	2.5	0	4.5	0	-6	0	0
3 配管、檢驗	1.5	0	1.5	0	0	0	0
4 組柱輪模及爬模架	4	3	4	3	0	0	0
5 澆置混凝土	1	1	1	1	0	0	0
6 拆模；吊移	2	2	4	4	-6	-6	-6
柱輪每層要徑時間			18		24		-6
7 組梁版模	3.5	1	5	5	-1.5	-4	-4
8 配梁版鋼筋	3	3	5	5	-2	-2	-2
9 配管、檢驗	1.5	0	1.5	0	0	0	0
10 澆置混凝土	1	1	1	1	0	0	0
11 混凝土養護	8	8	10	10	-2	-2	-2
12 拆模吊移	3	3	2	2	1	1	1
梁版每層要徑時間			16		23		-7



圖九 單位動作流程圖



圖十 梁版模板作業要素動作流程圖

附錄二 乙工程施工相關資料

- ◆ 使用模板系統：Y系統模板
- ◆ 業主：
- ◆ 營造廠商：……營造
- ◆ 柱牆模板專業承包商：……營造
- ◆ 梁版模板專業承包商：……營造
- ◆ 施工特色：

Y系統模板係採用鋼模整體脫模裝置之建築模板施工方法。以空間單元內的牆面模板為一整體模板單元，於模板單元上配置伸縮脫模的裝置並以吊裝設備吊升搬運而使整個模板單元能夠快速的組拆、並藉由模板單元上的位置調整機構來確保混凝土完成面的精密度。

在進度上乙工程因柱牆採用Y系統模板，梁版採用倒掛伸縮鋼梁以取代傳統的支撐系統及牆面鋼筋採用預組工法使其目前柱牆結構的施工進度可在一天內完成8戶的，27天完成18棟各一樓層。

在品質上，由於其柱牆鋼模的大型化及組裝精度控制良好使其目前混凝土完成面的施工誤差在2mm之內因而可以省略後續大量的水泥粉刷及鋪貼磁磚打底的工作。也由於門窗框的預埋使門窗與混凝土一次一體成形減少許多門窗框與混凝土接合處漏水的問題。在成本上，由於精度控制良好節省大量水泥粉刷的費用。為了簡化Y系統模

板施工作業，廠商將構造中較費工費料的樓梯、冷氣台、雨遮及花台以預鑄的方式來進行施工。

- ◆ 工程規模：18棟12層建築共2208戶
- ◆ 開工時間：82.8
- ◆ 合約工期：420天
- ◆ 目前工作進度：53%
- ◆ 實察估驗進度：47%
- ◆ 營造廠與Y系統模板承包商的簽約時間：81.10.20
- ◆ 模板廠商工作規劃時間：起 81.10.20，迄 82.3
- ◆ 模板廠商進場時間：82.4
- ◆ 吊車軌道設置時間：起 82.4，迄 82.9
- ◆ 吊車安裝時間：1. 550噸：起 82.6，迄 82.6
2. 120噸：起 82.6，迄 82.6
- ◆ 鋼筋預組動員時間：起 82.4，迄 82.6
- ◆ 開始生產時間：82.4
- ◆ 生產穩定時間：82.10 共重複 5 個循環。

◆ 標的物變更設計：

變更設計項目	變更內容	變更時間	變更設計費用	合約帳目處理
柱尺寸	65*65→68*68 80*70→82*72	——	——	——
牆尺寸	——	——	——	——
樓梯預鑄	——	——	——	——
花台預鑄	單/雙翼尺寸一致	——	——	——
冷氣孔	——	——	——	——
內牆粉刷批土	——	——	——	——
外牆粉刷打底	——	——	——	——
其他	——	——	——	——

◆ 工作方法變更：

變更設計項目	變更內容	變更時間	變更設計費用	成本差異
門窗框安裝	一體成型	——	——	——
自走式吊車	——	——	——	——

◆ 工作編組狀態：工程師、工人 30/230人

◆ 目前重要投資項目元單位：萬

投資項目	規格與數量	投資費用	投資時間點
Y系統模板	——	10,000	——
自走吊車用軌道	——	4,000	——
自走式吊車	550T*2	6,000	——
	120T*1	3,000	——
門型吊車	10T*1	1,000	——
樓梯預鑄設備	——	——	——
其他預鑄設備	——	——	——
轉運設備、卡車	——	100	——

- ◆ 自購設備成本攤提折舊方式：
 1. 採用直線折舊法
 2. 耐用年限(1)鋼模8年(2)吊車、軌道、鍋爐、發電機5年(3)彎鐵、裁鐵機3年
- ◆ 建議柱牆模板施工成本(元/m²): (計算架構, 如粉刷費用處理...) 580元/m²
- ◆ 目前柱牆模板、鋼筋使用工率? 梁版模板工率?
 - 模板(含門窗): 1.2m²/m*h
 - 牆筋: 33.1kg/m*h
 - 柱筋: 41.4kg/m*h
- ◆ 機具使用時數? hr/m²
 - 吊車: 0.006hr/m²
- ◆ 吊車操作費用: 150元/m²
- ◆ 對整體施工及後續研發方向?

品質方面: 鋼模因採機械加工, 其精度、強度皆高, 在台中實際施工結果, 其表面品質較粉刷更佳, 故獲業主同意以一次施工收模板及粉刷兩項工程費, 另門窗與牆壁一次成型, 防漏效果亦佳。

進度方面: 由於主要隔間、粉刷及門窗安裝等耗時工作都能一次完成, 因此在整體施工速度上較傳統工法快, 目前鋼模實際施工速度已達每班生產一單元(4戶)的設計速度。

成本方面：人工成本的節省是YH工法的一大優點，主要來自事前完善規劃，施工所需學習時間甚短及整體工期的縮短。

◆ 可繼續改善的空間：

目前在試驗梁柱全工法的開發：以降低施工介面成本，提升整體品質。

◆ 對整體營造業的感想及建議：（依規劃、設計、施工及市場面來分析）

基於降低成本或以相當成本達到更高品質水準的考量，未來營造的走向應採設計與施工統包的方式，俾使事前慎密的規劃，能以設計能力降低現場施工技術人力的需求，減少施工介面繁多所造成的干涉及閒置成本。

附錄三 丙工程施工日報統計資料

項目	棟	2	3	4	5	6	7	平均
天 日 曆	X	27	33	28	26	26	26	28
	Y	35	23	33	25	25	27	28
	Z	31	31	26	26	26	22	27
每層平均		31	29	29	26	26	25	28
人 日	X	547	397	406	456	407	398	435
	Y	477	454	397	408	373	419	421
	Z	465	385	352	333	310	296	357
工率(工/m ²)		0.14	0.12	0.11	0.11	0.10	0.10	0.11
工 時	X	3812	3632	3176	3264	2984	3348	3369
	Y	4376	3172	3244	3648	3252	3180	3479
	Z	3716	3080	2816	2664	2480	2368	2854
總工時		11904	9884	9236	9576	8716	8896	3234

附錄四 甲工程第一階段工作改善資料

在甲工程的初步調查中發現工作比率不一可知其無固定之工作程序及方法，而柱牆模板之施工大量使用機械、工人動作單純、重複性大、轉用次數多，遠比梁版模板具更大之改善空間及效益，故現階段針對柱牆模板施工予以研究改善。改善工作之推展分為三個階段，第一階段以現場記錄調查為主，配合現場生產力調查，與現場工程師討論問題點，共同形成改善建議，依據建議之人力安排及機具使用於現場試作測試，記錄改善建議之可行性，並繼續發展改善；第二階段則與營造廠之規劃單位及現場工程師共同討論，以現行工人之熟練度及機具安排為依據，改善柱牆模板施工時程、工人數、及機具調度，形成改善之進度與資源安排計劃，如表一所示；第三階段則配合模板材料供應商、模板施工計劃者、營造廠規劃單位及現場工程師，每日針對模板作業檢討與改善之進度與資源安排計劃之差異及現行作業安排之缺點，並配合現場觀察，提出改善建議，由現場工程師對改善建議進行模擬，提出問題點並加以解決，於次日之模板作業執行後，再重新檢討其可行性，期以第一期模板工程作業經驗為基準，訂定日後各期模板工程之標準作業計劃。

表一 第一階段改善方案

A. 案改善計劃之進度與資源安排情形

日期：1994.01.10

工作項目	一		二		三		四		五		六		備註		
	7-12	13-17	18-21	7-12	13-17	18-21	7-12	13-17	18-21	7-12	13-17	18-21		7-12	13-17
天數	5	6	3	5	6	3	5	6	3	5	6	3	5	6	3
工作時間	5	6	3	5	6	3	5	6	3	5	6	3	5	6	3
1 資源土漆量	人車輛	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
2 油漆	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
3 拆外機	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
4 拆內機	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
5 搬運	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
6 組裝	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
7 工人數	15	15	33	33	33	33	40	40	40	33	33	33	22	22	22
8 使用人數	0	0	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
9 總人數	75	90	99	165	198	89	200	240	120	165	198	89	110	132	66
10 工時	0	0	3	10	12	6	10	12	6	10	12	6	5	6	3
11 使用時數	0	0	6	15	18	9	15	18	9	10	12	6	10	12	6
12 總式吊車															
13 總十															
14 總56															
15 總101															
16 總146															

B. 案改善計劃之進度與資源安排情形

工作項目	一		二		三		四		五		六		備註		
	7-12	13-17	18-21	7-12	13-17	18-21	7-12	13-17	18-21	7-12	13-17	18-21		7-12	13-17
天數	5	6	3	5	6	3	5	6	3	5	6	3	5	6	3
工作時間	5	6	3	5	6	3	5	6	3	5	6	3	5	6	3
1 資源土漆量	人車輛	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
2 油漆	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
3 拆外機	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
4 拆內機	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
5 搬運	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
6 組裝	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
7 工人數	15	15	18	33	33	33	45	45	45	33	33	33	33	33	33
8 使用人數	0	0	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
9 總人數	75	90	54	165	198	99	225	270	135	165	198	89	165	168	99
10 工時	0	0	3	5	6	3	10	12	6	5	6	3	5	6	3
11 使用時數	0	0	6	10	12	6	20	24	12	10	12	6	10	12	6
12 總式吊車															
13 總十															
14 總56															
15 總101															
16 總146															

附錄五 甲工程第二階段工作改善資料

參與甲工程個案研究之人員如表一所示，包括研究單位的指導教授、講師、碩士班研究生等共8人，而業界參與之人員包括工地規劃主任、工地副主任、內業工程師、模板組組長、主辦工程師、助理工程師等9人及模板作業工、操作手33人，合計共55人。

表一 參與甲工程個案研究之人員統計表

研究單位		營造廠(改善小組)		模板代理商	
職務	人數	職務	人數	職務	人數
指導教授	2	規劃主任	1	規劃經理	1
講師	1	工地副主任	1	德國顧問	1
碩士班研究生	5	內業工程師	2	現場工程師	1
		模板組組長	1		
		主辦工程師	2		
		助理工程師	2		
		模板工人	33		
		機具操作手	2		
小計	8	小計	44	小計	3
合計			55人		

表二 第二階段改善方案（二梯建築）

工程 L.N.P 二梯第 4 月份二梯樓改善方案之施工進度與資源安排情形

工作項目	一			二			三			四			五			六			
	8-12	13-17	18-2	8-12	13-17	18-203	7-12	13-17	1730-203	7-12	13-17	1730-203	8-12	13-17	1730-21	7-12	13-17	18-21	
工作時間	A	A	A	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3
工作時間	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3
拆牆土塊				人	人	人													
拆磚牆片	5	5	8																
拆磚板(上)																			
拆磚板(下)																			
拆門窗框																			
鋼筋綁架																			
鐵板清潔																			
樓板整理																			
埋設電線																			
埋設水管																			
埋設(上)																			
埋設(下)																			
埋設(半室)																			
工人數	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	0
拆出數	2	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0
吊出數																			
工時	72	72	54	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	0
吊出時數	8	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0
吊式吊量	0	0	8	6	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	4

樓板工人數	
樓板拆出	844
樓板吊出	612
樓板吊入	943
樓板吊出	950
樓板吊入	848
樓板吊出	943
樓板吊入	1137
樓板吊出	633
樓板吊入	1021
樓板吊出	1111
樓板吊入	613
樓板吊出	1893
樓板吊入	1111
樓板吊出	724
樓板吊入	642
樓板吊出	642
樓板吊入	757
樓板吊出	110
樓板吊入	611
樓板吊出	428
樓板吊入	254
樓板吊出	939

項目	單位	數量	金額
材料	元/台	700	63800
材料	元/台	62.5	270
材料	元/台	252	4500
材料	元/台	1186	25200
材料	元/台	58	68788
材料	元/台	1200	81
材料	元/台	1500	97200
材料	元/台	19	28500
材料	元/台	31	37200
材料	元/台	1682	344852
材料	元/台	79	1866
材料	元/台	137	1866
材料	元/台	183	1866
材料	元/台	339	396538
材料	元/台	1866	473426
材料	元/台	339	1866
材料	元/台	1866	473426

附錄六 D系統模板暨鋼筋預組廠商 研討會議記錄

時間：民國八十三年三月三十日星期三下午2:00~5:

00

地點：○○建設開發公司會議室

主席：董事長○○○ 記錄：周信良

出席：

○○建設：總經理1人、副總經理2人、協理2人、計劃經理2人、經理3人、副理1人、工程師4人。

○○公司：總經理1人、經理1人。（D系統模版供應商）

研究單位：彭雲宏、周信良、胡禎麟、蔡長榮、李啓全

工作報告：如書面資料

發言記要：(依發言順序)

董事長○○○：

1. 營造廠採用自動化方法施工的主要原因有兩方面：第一，傳統的施工法無法滿足工期的需求；第二，傳統工法所產出的品質無法滿足設計要求。
2. 對營造廠而言，仍以施工成本為主要的考量。許多工地不使用新的工法的主要原因是市場使用新工法所遭遇的風險性太大及投資回收的效果不如理想。
3. 本建設公司曾經在成功國宅使用台灣自製的鋼模系統，但成效不理想。檢討當時的狀況，最主要的原因是吊裝設備與鋼模的重量。為搬運容易採用較薄的鋼版減輕重量，導致模板容易變形，在整修所花的費用及時間很多。亦曾經使用類似D系統模版的模板系統，但該施工方法在組、拆及搬運上都花費許多功夫，最後成本超過太多，而未續用於其他工程。
4. 甲工程使用D系統模版系統模板主要原因是考量市場上難以找到那麼多的模板工人。在工人不足的情況下模板的承包價格自然高的不得了。要趕工時也常常錯過時機，且在台灣愈亦重視休假時，休假造成工程的中斷。
5. 甲工程使用D系統模版以後所產生的最大的困難是水平模板，在梁柱上的問題較小。主要是小梁及外牆上的梁阻礙了版梁飛模的使用，對自動化的效益打了很大的折扣。再則是執行模板工作的工作人員都沒有實

際的操作經驗，所引進的外籍勞工也未產生立即的效果。

6. 目前機具的配合相當的不理想，原因是塔吊的吊裝範圍不足以涵蓋必要的吊裝範圍。
7. 現階段監督者、指揮者及工人對D系統模版系統模板都已有相當的認識，在工作效率上由20%進步到40%，而換一個場地施作不應再退回30%，應是由40%進步到60%以上。
8. 甲工程如果使用傳統模板則現在的情況可能更不理想，原因是當台灣的小包心理感覺到他可以左右簽約的條件時工程的品質、工期及價格都無法達到現況的要求。而D系統模版系統模板的使用正好可以解決此一現象。但是其實際的工率卻比規劃時所預計的工率高出太多。
9. 現在距模板工程完成時間還有八到十月左右，能否採用研究單位的經驗在這十個月內提升工作效率。這是我們甲工程在近期內所要辦到的。
10. 另一個遠期的想法是請研究單位研究「假如以統包(Turnkey)的方式如何將這套模板作第二個工地的轉用？」包括建築設計、模板的設計與改進等。例如房間加大、隔間採用其他非RC的材料、樓梯電梯間採用其他施工方法及增加樓層數等方式。
11. 如果梁的數量減少對於系統模板及鋼筋預組都是有利的。

12. 鋼筋加工的費用太高，應該想辦法來降低。鋼筋預組工法可以在甲工程以小區域的方式來試辦。
13. 外籍勞工與本地勞工其出發點都是一樣的，都是需要教育訓練，而其學習成果差不多是一樣的，問題應在於工程的管理上。良好的管理可以有高的工作效率，如此工人則可大量的節省。
14. 可以利用此次甲工程的學習經驗。假設有一新的工地我首先考慮要利用D系統模版模板。
15. 工程師、指揮者及工地主任現在應有把握用另一種工法也可以做到模板成本為350元/m²。
16. 自動化常常是被動的執行例如本工程因傳統工人數不夠而被迫採用系統模板。
17. 甲工程的施工時間、成本及品質目標若不能達成就算是失敗。
18. 在工地獎勵方面，可以實際成本來考量。假如一層樓的工作循環從22天減少到20天，在成本上可節省72000元，可以考慮一個循環減到20天先加30000元，同樣的由20天再降到18天也可考慮用成本的計算來訂定獎勵辦法。如果每個工作組組都有一套獎勵的辦法就不會不公平。
19. 對現在的模板未達到預定的使用次數（75次）就壞了，這個問題值得進一步檢討。

計畫經理○○○：

1. 簡報中顯示第二期工程工作比率由40%降至30%，個人持保留意見。因為目前工地的施工天數都保持在22~23天之間，施工天數並沒有增加，工作比率不應該有降低的現象。所以工作比率應該是在40%左右。
2. 對於工率的部分，目前工地已就工人數研究如何縮減以提高產量。
3. 機具方面，目前機具大都使用於柱牆模板，雖然現在有增加半套爬模架但仍無法使模板在棟與棟之間直接拆組。模板拆卸到地面後必須作清理然後塗上脫模劑。頂多只有在拆模後放於現場樓板上馬上清理模板。
4. 第一期DJQ棟長距離的運輸係受限於污水管線未能拆遷而使兩個地下室筏基未能施工所致。
5. 對於一層樓18天完成，個人認為主要受限於拆模時間的限制。現在平均是22天左右完成一層樓，也許可以達到20天一層樓。在二梯棟有的可以做到18天一層樓，那麼二梯棟可以減少人以20天的方式來進行。如此，可以把每個人的生產量拉成一樣。
6. 在鋼筋點焊預組方面，工地同仁於參觀乙工程後也有寫參觀報告。工地將會研究改進目前的施工方式。
7. 工地系統模板的施工成本最後的目標將設定在350元/m²，而每層樓施工時間縮段為18天可能達不到。若要達到則梁版的拆模時間必須縮短為7天。

副總經理○○○

1. 甲工程的工程設計是根據以往傳統的施工方式來設計的，若要以鋼筋預組及系統模板的方式來施工，應在施工前建議修改設計以配合自動化施工。在住都局中區施工處可以辦得到是乙工程施工單位最大的收穫。
2. 目前國內的建築師仍未有配合自動化施工的設計觀念。
3. 系統模板應該設計成好裝好拆，而甲工程的系統模板還要人工用傳統的方式撬開，這已失去系統模板的意義。

副計劃經理○○○

1. 本公司在使用D系統模版模板之初並沒有經驗，從10月到12月是第一階段的改善，由最初的30天改善到後來24天完成一層樓。
2. 去年12月底工程師與研究人員的研討找出許多工作上的盲點。掌握了工作改善的方向。
3. 工地在垂直模板部分已有6天完成一次組拆的工作記錄。現在對工作天數及加班時數也經有了設定。
 - ◆ 柱牆模板工作人數從12(人/梯)減至10(人/梯)，且目前運轉已經沒有問題。
 - ◆ 加班時數也逐漸減少，以前不論工作6天或8天，其加班也都是4小時，現在加班以作業六天為例於拆模第一

- 天為4小時；第二天為3小時；第三天2小時；第四天1小時；打混凝土及養生都不加班。
4. 第二期工程是26天完成一層樓其部分原因是二期工程的一樓梁底尺寸加寬及天花板高度加高共花了2天改模的時間。
 5. 塔吊位置未居於吊裝範圍的中央是因塔吊無法涵蓋作業範圍。因此塔吊放於端部會比放於中央位置有更好的效果。
 6. 目前個人所擔心的是在於工程品質方面。雖稱此種模板可以使用到七十多次，而截至目前已經使用約三十次，但有些模板已經需要修補了。
 7. 目前每層21天的循環時間絕對沒有困難，但要降到18天，對工地是確實有困難。
 8. 因為工地工程師及工人都非專業性，所需學習時間較長在工作要求上也較困難，而能有目前的成果，所以D系統模版系統模板仍是可行的。
 9. 我們一直在考量工作士氣的問題。然而現階段最多只採用給予加班的機會來獎勵。若考慮其他的獎勵方式都將影響全體600多個工人，所以尚未形成其他的獎勵方式。
 10. 若是將一片模板拆卸後立即組裝到另一棟的施工方式，則在原本三梯同時施工的狀況下就只剩一梯能夠進行。且目前仍覺得模板吊下地面會比較好工作。

總經理○○○：

1. 對於工地獎勵的方式要謹慎為之。
2. 每層要從21天降到18天不是沒有可能，最主要原因是水平模板拆模的時間。在去年住都局裡的承包商會議中，公司曾提出拆模時間的問題，局長也表示只要能達到拆模的需求強度應可以提前拆模並且有會議記錄。當時甲工程的進度並沒有需求在10天內拆模，所以公司也沒行文給住都局作上述要求。如果工地有能力需要在7天拆梁版模，公司將再向業主交涉。所以拆模限制已經是有突破了。
3. 希望縮編泰工編組。目前感覺剛好是因為工作沒有壓縮。若工作壓縮到無法再縮的程度，而這個工作又是要經那麼工地應該提出獎勵制度。應獎勵重點工作而非例行的工作。
4. 對於整體的獎勵應從工人的生活方面來改善，如吃、住以至休閒生活。

工程師○○○

1. 若一層樓的循環時間為18天扣掉混凝土澆置及養護時間則每棟每層只有4天的工作時間，估計每天加班3hr則總共有 $11*4*60=2640\text{min}$ 的時間可以工作。但目前三梯共649片模板須組拆次數為1298次平均每片只有2min的工作時間且還要包含水平轉模時間，此一時

間工地是無法達到的。因此每層循環時間為18天工地是無法達成的。

2. 簡報中未提及模板設計及施工規劃對工程所產生的影響。例如一期工程中A B C棟的工作形態在二期因塔吊的涵蓋範圍不足卻要在增加一台輪式吊車等。

總經理○○○

1. 目前台灣的建築設計對施工自動化的推展確實有著許多的障礙，而本模版供應公司在台灣推行系統模板時遇到建築隔間太小、梁跨距小與小梁多的問題，所發生的問題不只阻礙了系統模板的推行同樣的也阻礙了預組鋼筋的推行。
2. 雖然甲工程一梯的柱牆模板片數由設計的220片合併到180片左右，但我們仍覺得太多。若要再減少片數則受到建築設計上模板須轉角次數的限制。因此只能朝改善施工的方向來進行。例如柱與牆分開施工，卻又面臨到業主不希望增加工作縫的障礙。
3. 如果設計上能配合，則可考慮一梯的模板轉用於同棟三個梯之間這樣就可以減少水平轉運的時間。
4. 甲工程所使用的模板面材為配合將來水泥粉刷的黏結需求，所以採用較為粗糙的表面，但仍可維持平整的表面，而未強調模板表面的光滑度。也因模板表面的粗糙而影響了模板面板的使用壽命。但該模板面材是可以換面使用的方式來增加使用的壽命。

5. 依目前模板的使用狀況應可以再使用5~10個工地。所以欲將模板材料成本於一個工地內完全回收是不合理的。

工程師○○○

1. 目前使用系統模板的工地有北、中、南幾處國宅工地等。而也有失敗的案例。
2. 林口國宅每層的施工時間是12天，但在模板設計上是全部採用飛模系統與甲工程有很大的差異。
 - ◆ 施工期間因設計變更問題進度延誤了七個月。所以於地下室完成後停工三個月。
 - ◆ 系統模板只使用於三棟單梯的工程，並未全面使用。
 - ◆ 開始施作時施工速度緩慢，因小包無法忍受學習的時間而解約。最後由營造廠收回自辦。
 - ◆ 柱牆粉刷採用減帳方式，但因牆厚度只有12公分，在門窗上發生收尾的困難。
3. 乙工程
 - ◆ 最令人驚訝的是完成混凝土面的精度，可以直接貼磁磚。減少粉刷打底的時間及費用。
 - ◆ 3梯棟可以在一天內完成一層。預計2套模板在預定工期內轉用18棟12層的三梯住宅。
 - ◆ 該柱牆模板的施工方式所花的動員的時間也相當長。從81年6月到82年5月才進場，這段時間的作

業包含尺寸變更、樓梯、花台及冷氣口預鑄等多項的變更設計及多次的試作最後才被業主認可。

- ◆ 雖然後期的施工很快，但整個動員期及投資成本卻很高。
 - ◆ 其柱牆厚度有了林口國宅的經驗，改用增加柱牆厚度為14公分以不減帳的方式進行。並將門窗預先坎入模板上，節省了將來安裝的時間。
 - ◆ 牆鋼筋電鉚預組使得施工的速度增快，且只有8個工人負責全部的鋼筋加工。工作的簡化與高工作效率是非常值得學習的。
 - ◆ 一個房間的退模時間只要3.5min。
4. 甲工程若要每層循環時間縮為18天其問題癥結還是在拆模時間。乙工程柱牆的拆模時間是混凝土澆置後6hr，而甲工程卻需要36hr。
 5. 由於工人的技術層次低、更動時間快，因此技術的移轉與生根要以工程師為主。工地的獎勵主要對象也應是對工作改善投入心力的工程師。
 6. 個人的想法是希望現場的工程師由高中(職)或非科班的人員來擔任，而專業工程師是屬於幕後的。專業工程師是負責協助現場工程師分析討論工作、求取工率及協調配合工作的人。相對的應該獎勵這方面的人。泰工在合約期滿即離開公司，若是獎勵泰工則無法收到長遠的效益。

7. 柱牆模板的組拆工作比率偏低，係因人工需配合吊車作業，當模板吊運時工人即無工作發生。因此要提高工作效率必須減少與吊車配合作業的人數或同時作其他可作的工作。
8. 從錄影帶上可以看到有的模板拆卸一片只需3~4min，有的卻要拆到25min。要如何降低那些花時間而難組拆的模板是我們工程師應設法去改善的工作。
9. 希望工地能在組拆模板中找出最佳的施工順序與最精簡的人員安排。至於較難組拆的模板可以考慮在該部分才增加支援的人，否則平常這些人都將閒置。
10. 工程師應能夠有好的工作流程及施工技術及數據留給下一個工地。

彭教授雲宏：

1. 整個公司、工地與研究小組的目的是一致的，也就是希望透過正式的調查分析方法來改善生產力、謀求公司最大的利益。因此調查所指出的問題，並不是希望把工地的毛病指出來作為獎懲的依據。以甲工程的狀況，當時決定把工程留下來自辦，應該是瞭解其困難性。同時，工地的狀況已在進步當中，我們只希望能透過正式的分析使進步更快。
2. 甲工程的水平模板施工方式類似於傳統模板，其施工作業已人力為主，工作較為零散。在工作效率的量測上，只要工人手裡拿到模板我們就算他已經在工作，

所以表面上看起來工作的效率比較高。而垂直模板部分係大型化模板，已大量使用吊車，實際上需要的工人數量應很少，但是目前工人數量太高值得優先改善。

3. 水平模板是目前縮短每層要徑時間的瓶頸。如果住都局對水平模板拆模時間可以突破，水平模板的組拆方法改良以縮短施工時間與人力將是新的重點。
4. 自動化的所有改善方案是希望能透過管理人員對工作妥善的規劃，將工作簡化降低對工人技術的要求（適合泰工），並且希望減少工人勞力的支出及降低體力的負荷（甚至女性工人也可以負荷）。主要原因是技術性工人缺少，且工人作粗重的工作時容易疲勞，需要間歇性的休息而造成生產力損失。所以我們不希望工人作太粗重的工作，希望大家的工作要輕鬆而有效。
5. 在工地中要利用工程師的智慧來規劃一個工人不易作錯的方法，減低人工資源的消耗。所以泰籍勞工的使用並沒有問題。並不一定要使用本地高成本的工人。
6. 董事長所提以統包方式作住宅工程從設計到施工問題，我們不妨放寬採用模板種類的限制，如果有一個新的建築工程，我們可以就現在的各種模板作一個快速的篩選找尋一個合適的模板來施工。
7. 簡報中所提出的目標，事實上是工地曾經達成過的，應不會太困難。我們以第三者的角度感覺是：應想一

個辦法讓所有的工作同仁知道當初是如何達成的，以及將來要如何的作得更好。

協理○○○

1. 目前模板使用的工人數是當初規劃工人數的兩倍。在實際使用的人力資源則不止2倍，另外還需加上大量的加班時間。其部分原因是工程初期的工作只有結構工程，而泰工的引進不能沒有工作做。於是將工人投入模板作業並希望借工人資源的投入縮短作業時間。
2. 於研究人員到工地研究時工地已經作了部分的改善。
3. 目前模板工人晚上加班的時數已經減少很多了。
4. 於甲工程投標時本公司尚未考慮使用系統模板。得標後之所以採用系統模板主要是在於避免“傳統模板工人不足”及“模板小包常於工程施工中漲價”的情況。

副總經理○○○

1. 目前甲工程模板工程的運作成果雖不是很滿意，但是與整個環境比較起來，仍覺得工地是很盡心力的。因為所使用的泰工在短時間內從非技術工人訓練到目前的程度是可以接受的。
2. 柱牆模所使用機具費用偏高。如果人工與機械費用在200元/m²以下則這個模板施工方法也是可以接受。因為傳統模板單是人工費用較需要300元/m²。

3. 一層樓施工16天仍可以符合法規規定。另外若混凝土強度符合拆模需求時也可以符合法規規定。
4. 11~1月工率偏高部分原因是施工樓層升高的關係且D J Q棟的水平運模距離較長。因此在二期的工作應可以減少很多耽誤的時間。
5. 每棟閒置的人員可以考慮安排其他工作或減少人力。所以整個成本面還是可以再降低。
6. D系統模版模板的設計仍是有一些缺失如未考慮邊條的補縫。
7. 梁版模板未採用飛模系統是最大的缺憾。
8. 對於其他的問題工地應在繼續克服。