

統一編號：

002244840450

集合住宅施工自動化個案研究(二) | 系統模板技術發展策略

內政部建築研究所籌備處

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(二)

計畫編號：MOIS 840002

計畫編號：83年7月1日至84年6月30日

集合住宅施工自動化個案研究(二)
－系統模板技術發展策略

計畫主持人：彭雲宏

協同主持人：毛 華

主辦單位：內政部建築研究所籌備處

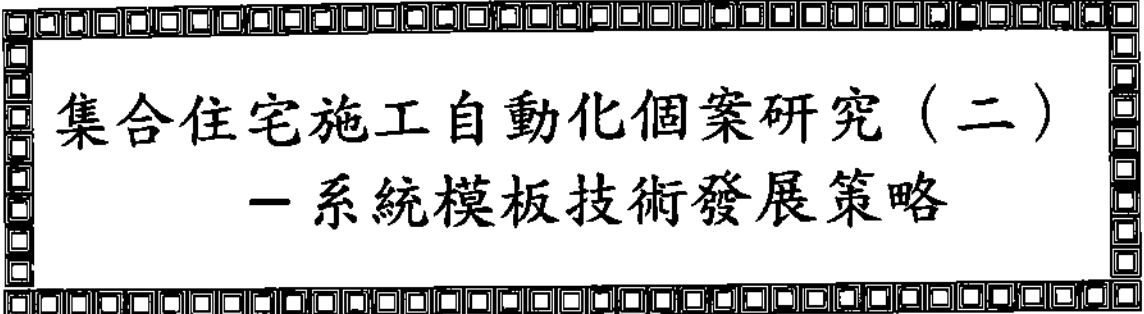
執行單位：中華民國建築學會

中華民國八十四年六月三十日

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（二）

計畫編號：MOIS 840002

計畫編號：83年7月1日至84年6月30日



集合住宅施工自動化個案研究（二）
－系統模板技術發展策略

計畫主持人：彭雲宏

協同主持人：毛 犖

研究人員：徐志成

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

中華民國八十四年六月三十日

摘要

關鍵詞：技術發展、系統模板

模板的工料費用為建築結構體施工費用比例最高的項目之一，同時模板的加工組立作業也是勞力密集的作業項目。本研究利用營建生產力、工程規劃控制及管理資訊系統等營建管理理論，針對集合住宅中之框式模板施工個案在現場生產力、工期及資源控制、施工品質維護、模板成本控制及施工安全等現行施工及規畫所遭遇的問題，分別擬定了系統模板在施工方法、工程規劃與控制、物料管理及成本控制等之技術發展策略，最後並發展一系統模板技術之諮詢服務系統。經研究結果顯示，技術發展策略在現場生產力、工期及資源控制、施工品質維護、成本控制及施工安全方面，可得到大幅度的改善效益。本研究雖然以鋁合金框式模板個案為系統模板技術發展策略的依據，但此研究的架構與方法應可作為其它系統模板工法與國內本土化施工自動化研究發展工作的參考。

ABSTRACT

Keywords: strategic approach, system formwork

Cost of formwork is a major component in total concrete construction costs. A comprehensive survey for ten different system formworks that currently used in Taiwan is carried out in this research to provide a general background knowledge. Work improvement techniques including work sampling, field rating, five-minute-rating, time-lapse photographing, crew balance charting, and flow process analysis are then applied to identify problems and potential areas for improvement concerning current practice of system formworks. Based on modular coordination concepts, a computer system is built to assist field engineers in preplanning for formwork construction. A material management system is also proposed to assist field management in effective use of existing formwork components. Finally, strategies for work process improvement are suggested, as well as, implemented in a real construction site. The results show that worker utilization ratio and unit rate of labor requirement can be improved drastically.

目 錄

目錄.....	I
圖目錄.....	IV
表目錄.....	VI
第一章 緒論.....	1
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.....	2
1.3.1 現行作業問題探討.....	3
1.3.2 系統模板施工方法的技術發展策略.....	3
1.3.3 工程規劃控制技術發展策略研擬.....	4
1.3.4 物料管理的技術發展策略研擬.....	4
1.3.5 成本控制的技術發展策略研擬.....	5
1.3.6 系統模板技術發展資訊系統的建立.....	5
第二章 文獻探討.....	7
2.1 模板施工之發展.....	7
2.2 生產力文獻.....	10
2.2.1 生產力的定義與提升營建生產力.....	10
2.2.2 工作方法改善方面.....	11
2.3 管理資訊與決策支援系統.....	12
2.3.1 管理資訊系統(MIS).....	12
2.3.2 決策支援系統.....	14
2.3.3 管理資訊系統與決策支援系統之整合..	15
第三章 系統模板個案施工現況分析.....	17

3.1	個案工程概要.....	17
3.2	個案系統模板介紹.....	19
3.3	個案施工現況分析.....	22
3.3.1	現場評估記錄.....	22
3.3.2	作業流程分析及五分鐘評估記錄.....	24
3.3.3	曠時攝影分析.....	30
3.3.4	現況問題分析討論.....	30
第四章	系統模板個案技術發展策略.....	37
4.1	系統模板施工方法之技術發展策略.....	37
4.1.1	計畫擬定.....	37
4.1.2	現場試作情形.....	46
4.1.3	改善方案之特性討論.....	48
4.1.4	改善方案之量化分析.....	49
4.2	工程規劃控制之技術發展策略.....	51
4.2.1	現行施工方法的規劃與控制策略.....	52
4.2.2	分區循環施工的規劃與控制策略.....	54
4.3	物料管理之技術發展策略.....	57
4.3.1	物料管理系統.....	58
4.3.2	模矩配合系統.....	59
4.4	模板成本控制的發展策略.....	60
4.4.1	模板系統之成本分析模式建立.....	60
4.4.2	系統模板成本控制策略擬定.....	68
第五章	系統模板技術諮詢服務系統.....	74
5.1	系統模板文獻及實績資料庫.....	75

5.2 物料管理資訊庫系統.....	79
5.3 模矩配合資訊系統.....	83
5.3.1 系統需求定義.....	83
5.3.2 模矩配合系統設計概念.....	83
5.3.3 模矩配合系統實作設計.....	85
5.4 工程控制資訊模組.....	87
第六章 結論與建議.....	91
6.1 結論.....	91
6.2 建議.....	92
參考文獻.....	94
附錄一.....	98
附錄二.....	120

圖目錄

圖 1.1	研究流程圖.....	6
圖 2.1	工作研究內容.....	11
圖 2.2	管理資訊系統之概念圖.....	13
圖 2.3	管理資訊系統架構圖.....	13
圖 2.4	決策支援系統的概念模式.....	14
圖 2.5	MIS 與 DSS 之關係.....	16
圖 3.1	新店達觀鎮基地配置圖.....	18
圖 3.2	研究個案工法體系圖.....	19
圖 3.3	研究個案系統模板照片.....	21
圖 3.4	研究個案系統模板施工流程圖.....	25
圖 3.5	現行施工進度表.....	26
圖 3.6	現行 MASCON 系統模板加工組立作業問題討論重點.....	30
圖 3.7	現場施工現況.....	32
圖 4.1	現場佈置改善.....	39
圖 4.2	改善後的工作流程安排.....	40
圖 4.3	工人編組改善示意圖(1).....	42
圖 4.3	工人編組改善示意圖(2).....	43
圖 4.4	改善後之材料搬運圖.....	45
圖 4.5	改善後之現場佈置及人員編組.....	48
圖 4.6	方案每單位面積所需之變動成本結構圖.....	63
圖 4.7	每單位面積模板施工成本與可轉用次數間之互動關係.....	64
圖 4.8	每單位面積模板承包價格與轉用次數間之互動關係.....	65
圖 4.9	單位面積模板承包價格與淨現值的關係.....	67

圖 4.10	建築投資分析初步價值模型.....	70
圖 5.1	系統模板技術發展系統整合流程.....	74
圖 5.2	系統模板技術發展資訊系統架構圖.....	75
圖 5.3	資料庫設計步驟與三綱目架構之對應圖.....	77
圖 5.4	需求分析之 ER 圖.....	77
圖 5.5	系統模板資料庫之 ER 圖.....	78
圖 5.6	關聯式資料模式.....	79
圖 5.7	物料管理系統資料庫 E-R 圖.....	80
圖 5.8	物料管理系統關聯式資料模式.....	81
圖 5.9	人機界面架構圖.....	82
圖 5.10	物料管理與模矩配合系統整合架構圖.....	83
圖 5.11	模板排列流程圖.....	84
圖 5.12	模矩配合系統實作設計畫面(1).....	86
圖 5.13	模矩配合系統實作設計畫面(2).....	86
圖 5.14	模矩配合系統實作設計畫面(3).....	87
圖 5.15	分工結構圖.....	88
圖 5.16	標準模組網圖.....	90

表目錄

表 3.1	新店達觀鎮各區樓板總面積及地下室面積.....	18
表 3.2	現場評估記錄.....	23
表 3.3	五分鐘評估記錄工作定義.....	27
表 3.4	與五分鐘評估同時進行的現場評估記錄表.....	29
表 4.1	MASCON 預組方式之特性分析.....	45
表 4.2	MASCON 預組方式之問題討論.....	46
表 4.3	現場試作記錄表.....	47
表 3.4	改善前後工作比率比較表.....	50
表 3.5	生產力效益.....	50
表 3.6	工率差異分析表.....	51
表 4.7	分區循環施工每天所需投入之工作組.....	56
表 4.8	分區循環施工人力資料表.....	57
表 4.9	模板固定成本統計表.....	61
表 4.10	各方案每單位面積所需變動成本.....	63
表 4.11	單位面積成本與轉用次數關係.....	66
表 4.12	建築投資分析個案概要.....	70
表 4.13	系統模板採用租賃方式之特點分析.....	73
表 5.1	結構體標準層作業關係圖.....	89

第一章 緒論

1.1 研究動機與目的

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（1）。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、暴模或敗模，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。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（2）。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。

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業之模板施工過程，能有效發揮使用中的模板系統的特性。本研究針對目前系統模板施工個案進行調查分析，並依據調查分析資料研擬系統

模板之技術發展策略，期望能為模板工程提出一種可行的發展方向。

1.2 研究範圍與內容

系統模板技術發展策略，其涵蓋的範圍甚廣。本文在系統模板文獻調查及各系統模板之施工個案訪查後，針對框式模板施工個案在現場生產力、工期及資源控制、施工品質維護、模板成本控制及施工安全等現行施工及規畫所遭遇的問題，為主要探討的對象。

針對現行施工及規畫所遭遇的問題，分別擬定了系統模板在現場施工及品質維護之技術發展策略、工程規劃與控制之技術發展策略、物料管理之技術發展策略及成本控制之發展策略，最後並發展一結合物料管理系統、模板配料系統及工程規劃模組的資訊系統。

1.3 研究方法與流程

本研究透過營建生產力分析、工程規劃與控制技術及管理資訊系統等營建管理技術做為本研究之方法基礎。本研究所採用的方法與流程如圖 1.1 所示，並要述如次。

1.3.1 現行作業問題探討

在本研究之個案調查中，首先至工地現場選擇觀測地點作初步觀測，並與現場工程師溝通討論以瞭解工地概況，並對模板作業抽樣調查評估工人使用率，其次利用曠時攝影法拍攝整個施工作業流程並記錄各組裝作業之五分鐘評估記錄與工人平衡圖，以分析工地現場佈置、作業流程及作業人員編組的問題，並檢討營造廠商在引進模板自動化工法過程中，在現場生產力、工期及資源控制、施工品質維護、模板成本控制及施工安全所產生的問題。本研究分析以上問題的原因，在於現場的施工方法、工程規劃控制、物料管理及成本控制等方面，無一套有效的管理技術作為支援，因此本研究以此為研擬系統模板技術發展策略的參考依據。

1.3.2 系統模板施工方法的技術發展策略

在系統模板施工方法的技術發展策略方面，本研究透過營建生產力技術檢討現場造成生產力損失的原因後，便著手進行現場改善方案的擬定。在改善方案的研擬過程中，又分為二個主要階段。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，檢討改善施工程序、增加現場佈置合理化及調整工人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。本研究為驗證系統模板施工發展技術的可行性，將與施工單位配合共同於現場試作。

1.3.3 工程規劃控制技術發展策略研擬

依據造成系統模板工期及資源延誤的原因，本研究利用工程規劃與控制的技術，擬定了現行施工方法、分區循環施工及整體工期規劃等三個系統模板在規劃與控制的發展策略。

在現行施工方法方面，本研究利用多重工作面的展開以縮短要徑時間，並將部份要徑時間作業移至閑置時間，最後建立標準網圖以避免工程控制不當造成延誤。在分區循環施工方面，係將工廠生產模式運用到現場，作業人員每天反覆從事同一種作業內容，使達到勞務平均化，作業標準化，縮短工期，提高生產力之目標。在整體施工配合方面，係利用系統模板精準度高及鑄面品質良好的特性，將整體施工的部份要徑作業平行施工。

1.3.4 物料管理的技術發展策略研擬

依據系統模板物料管理不當所造成工期及成本的損失，本研究根據存貨管理學理論的應用，期望能達成材料適時、適地、適量、適貨的供應。並適切的降低不當的材料損傷並適切的減低儲存、損耗及運配的成本。另外，本研究建立了一套根據現有物料管理資料庫的庫存材料，以組合現行施工單元所需

材料的配料系統。

1.3.5 成本控制的技術發展策略研擬

本研究依據成本效益分析理論及模板施工作業中實際之狀況，計算每單位面積模板之施工成本中每單位面積模板作業中固定成本的分攤及在不同施工成果下所需之變動成本。再利用投資效益評估之當量分析理論，根據固定成本及變動成本的支出，求出各方案在加入利率條件後，每單位面積模板承包價格達到償還初始購置成本支出的轉用次數關係。依此模板成本量化分析資料而擬定系統模板成本的控制策略。

1.3.6 系統模板技術發展資訊系統的建立

根據物料管理及工程規劃控制在系統模板技術發展所擬定的策略。本研究利用管理資訊系統的理論建立了系統模板物料管理資訊系統，並配合電腦程式軟體設計一模板的模矩配合系統。最後利用現有排程軟體建立工程規劃控制的標準模組。

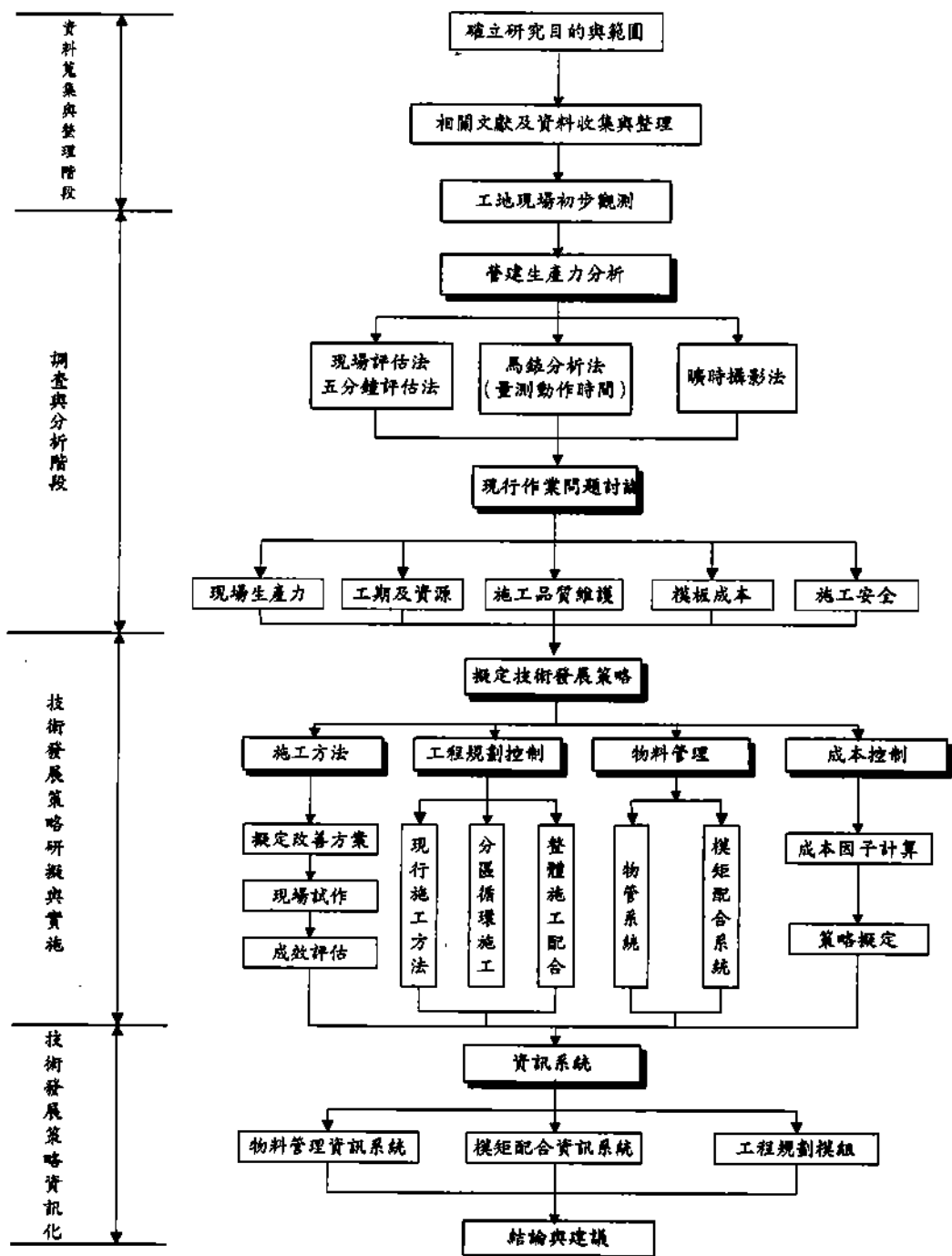


圖 1.1 研究流程圖

第二章 文獻探討

本研究主要是針對建築工程中，系統模板作業進行調查研究。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了解。其次，探討生產力及工作方法改善等方面的內容與研究，以作為系統模板技術發展策略檢討方法與架構的基礎。最後，以管理資訊系統與決策支援系統為主要探討重點，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與決策支援系統的基礎。

2.1 模板施工之發展

雖然從鋼筋混凝土結構物施工方法的整體發展過程中與傳統在現場鋼筋、模板及混凝土分項施工平行發展的預鑄工法及半預鑄工法也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（3）。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（4）。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謀求最經濟有效的生產條件，在日本有多方面不同的發展（5），也逐漸引起國內工程界的注意（6）。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（7）。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（8）。但以國內的工程實務來看傳統鋼筋、模板及混凝土次第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。

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（9）。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係響應環保觀念減少材料耗用較普遍的一個方向。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係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的一種模板系統發展方向。第三個方向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則係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，甚至採用預貼的方法在模板施工過程中同時完成裝修作業。

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(10)。在建築工程上主要使用的模板型式有鋼框式模板系統、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(2)，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%(11)。

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(12)，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。根據作者參與內政部建築研究所籌備處委託研究個案調查資料顯示(13)，目前使用系統模板較具代表性的工程及其模板型式有台中中友生活家工程之中屋機構鋼模系統、新店達觀鎮工程之MASCON系統模板、淡水福星工程之EIW系統模板、高雄鳳山五甲國宅之DOKA系統模板，台中國安國宅之YH系統模板，中和漢偉資訊大樓工程之SYMONS系統模板，楊梅陽光山林工程之HUNNIBECK系統模板及中正機場二期航站工程之ALUMA系統模板。另外，使用永久免拆模板有淡水福星工程之預鑄柱外殼、台中里仁為美之K-T板及台中中友生活家工程之鍍鋅浪承板等，以上模板系統之施工調查資料如附錄四所示。

2.2 生產力文獻

2.2.1 生產力的定義與提升營建生產力

提高營建生產力是推動營建自動化首要達成的目標之一，因此本研究在探討階段性營建自動化的同時，有必要先了解生產力的定義及探討如何提升營建工程生產力。

生產力之定義通常無一定的標準，依潘文章所著的「生產力管理～觀念與作法～」一書中蒐集與整理國內外專家學者在各書刊雜誌中所提出的生產力觀念及看法，再次對「生產力」一詞加以定義，其部分說明如下：生產力就是指一個經濟體系，利用各種投入資源所獲致的產出成果；它亦為衡量資源使用效率的指標(14)。另外，陳澤潢在「營建工程生產力」一文中進一步就營建生產力的定義加以說明(15)，認為所謂投入資源不外乎是金錢、人工等。產出相對於投入的金錢、人工而言是為“資本”生產力與“勞動”生產力。對營建工程而言，生產力不光是指勞動生產力，而必須包含整體工程管理技術與財務投資策略。他並從可能阻礙營建生產力之癥結中，歸納出提升營建生產力的改進方案。其中工作效率低落是無法提高營建生產力最直接、影響最大的因素，應由管理人員加強規劃、監督、激勵與訓練等方面來謀求提高營建生產力的改善策略。

同時朱賓力亦針對勞力不足的情況下，為提高營建生產力提出幾項改善方案(16)，包括改善施工作業流程而消除等待、臨時設施應準備周全充分支援、加強溝通協調與工作簡化等。

2.2.2 工作方法改善方面

工作改進研究一直被應用在工業工程上，為提高效率、降低成本最有效的經營管理活動之一(17，18)。其主要目的即在找尋最經濟及最令人勝任愉快的工作方法與工作時間，以保證人員及物料資源均能作最有效的運用，達到增加生產力及降低成本之要求(19)。而營建工程之作業大都具有循環性與重複性的特性，如灌漿作業、潛盾施工、模版組拆作業與隔間牆組立作業等，因此若以工作研究為理論基礎進行改善工程管理技術應能獲得相當的改善效益。

工作研究是以作業系統為對象的工程活動，而在其活動的實施上，運用方法研究(methods study)與工作衡量(work measurement)兩種技術(19)。其所涵蓋的範疇如圖 2.1 所示。

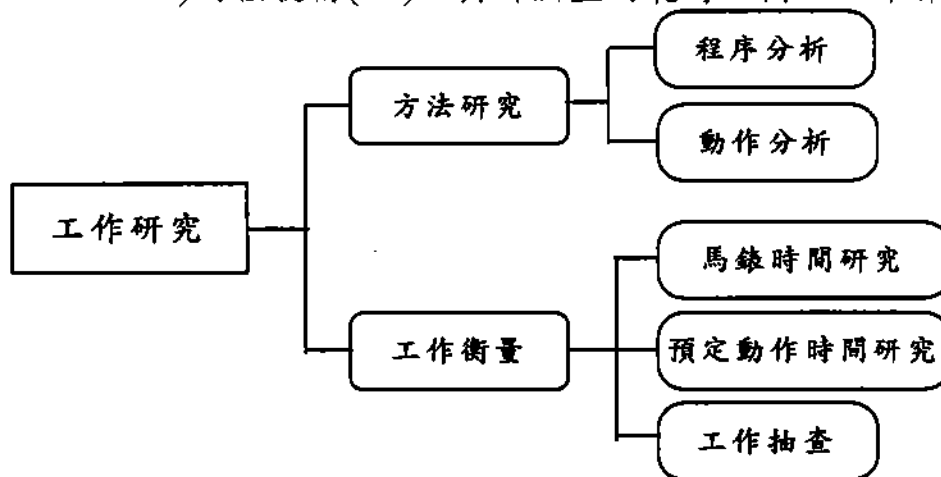


圖 2.1 工作研究內容 (資料來源：參考文獻 18)

2.3 管理資訊與決策支援系統

2.3.1 管理資訊系統(MIS)

隨著資訊不斷的產生及被運用，為了有效地處理這些大量資訊及支援業務功能的需求，於是資訊的管理被企業界所重視，於是利用電腦來管理資訊的管理資訊系統就產生了。由李傳明(20)認為管理資訊系統乃泛指：「所有能協助管理者做決策、實現決策及控制決策的一個資訊系統」。而黃明祥則認為管理資訊系統是指「在企業內部或外部之相關資料予以有系統處理所產生之資訊，提供管理階層作規劃、控制與決策之參考，俾達成企業目標之整體過程」(21)。另外Kendall進一步將電腦技術應用於MIS的內涵，即為應用電腦軟硬體、人工處理程序、資料庫以及分析模式等工具與方法，使MIS成為一整合性人機系統。

管理資訊系統通常被視為一電腦系統架構，強調管理者導向與使用者導向，其概念依電腦之輸入、處理、儲存、輸出與控制五大功能區分如圖2.2所示。另外管理資訊系統(22)書中對管理資訊系統定義為：「一個提供資訊以支援組織之作業、管理，以及決策程序用途的整合性人機系統，此系統使用電腦硬體與軟體、人工處理、分析、規劃、控制與決策之模式，以及資料庫。」由MIS之觀念，資訊系統架構是用來支援管理活動。而管理活動有策略規劃、管理控制、作業控制及交易處理等四個層次，與資訊系統提供功能結合，才能達到管理活動的

目標(23)。如圖2.3所示。從圖中可了解各項業務功能皆有不同管理活動的層次，以及透過相關資的適當處理來支援該功能的執行，由上述可知MIS要能滿足企業體管理、功能、組織及系統需求，並透過電腦的資訊處理以提供不同層次活動管理者所使用。

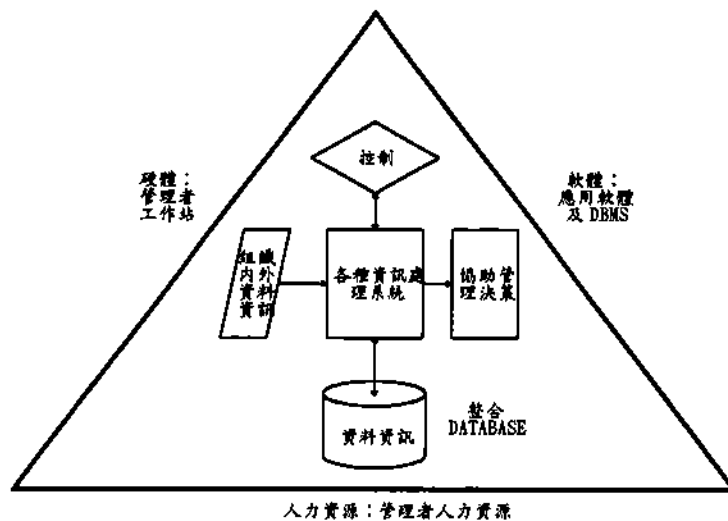


圖2.2 管理資訊系統之概念圖 (資料來源：參考文獻22)

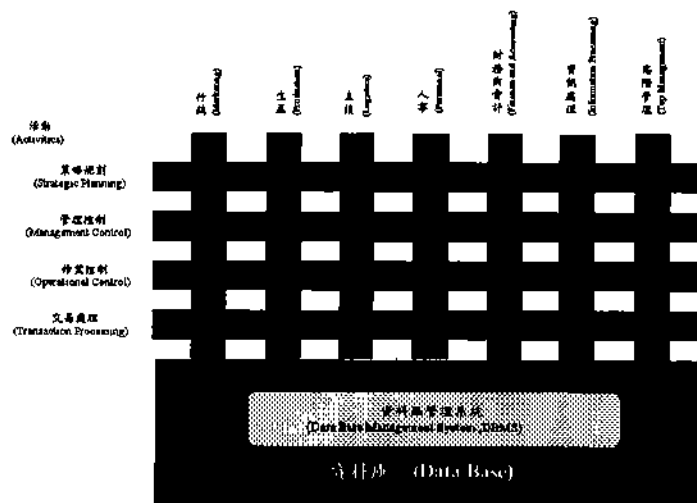


圖2.3 管理資訊系統架構圖 (資料來源：參考文獻23)

2.3.2 決策支援系統

決策支援系統(Decision Support System, 簡稱DSS)是由史考特(Scott)與摩頓(Morton)在1970年左右所提出(24), 它主要是提供決策者一套以知識資料為基礎的資料庫系統。Long(25)認為DSS是一個整合易於使用的軟硬體工具, 用於產生並描述可支援決策過程的相關資訊。余千智(26)進一步將DSS定義: 用於幫助決策者解決不能預先掌握之複問題的一個交談式人機系統。Turban(27)則認為DSS的特性是將資料與模式(Model)予以合併, 用於支援(非取代)管理人員對半結構化工作的或結構化工作的決策過程, 亦即對沒有固定程序的作業, 提供應變的方法與資訊, 以有效處理非可預期的狀況。因此滿足此種需求的DSS概念模式如圖2.4所示, 其中包括資料管理、模式管理, 以及溝通傳遞或對話的次系統。

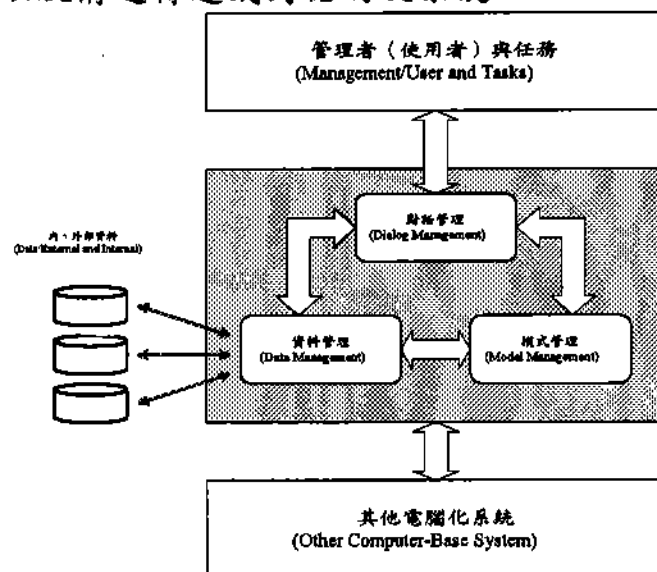


圖 2.4 決策支援系統的概念模式 (資料來源: 參考文獻 27)

2.3.3 管理資訊系統(MIS)與決策支援系統(DSS)之整合

管理資訊系統是用來處理企業組織資訊，隨著資訊發達產生的大量資料，並將不同管理階層所需的資料彙整成有用資訊，以提供較高階決策與策略制定之參考。但因組織內各功能及活動的頻繁，相對衍生的問題更加複雜，造成許多策略或決策的不易制定與執行。因此，整個資訊系統的研究與發展，從最早的資料處理(Data Processing, DP)演變成資料庫系統(Management Information System, MIS)，以至決策支援系統(Decision Support System, DSS)觀念、架構與應用的熱絡，並將人工智慧領域內的專家系統(Expert System, ES)予以納入。及隨著電腦科技的進步，提供親和性、交談性及多樣性之多媒體資訊系統(MultiMedia Information System, MMIS)也加入其中。此種演變一方面是為了滿足實際問題發生後的有效解決，另一方面則將資訊系統的應用更加的推廣與深入。從DSS的發展目的在於應用分析及模式分析等方法，擷取適當的資訊以解決問題，與MIS的關係如圖2.5所示，圖中顯示DSS應用於作業控制、管理控制及相關策略規劃等功能，以利用有效的資訊支援高階管理者執行各項決策，其功用在於促進各項決策的有效性(Effectiveness)或做對的事(Do The Right Thing)，而不是用於提高各項決策的效率(Effeciency)或正確的做事(Do The Thing Right)。DSS不同於電子資料處理(Electric Data Processing, EDP)的著重於資料處理，而是強調模式管理以及人機對話介面的友善性。因此，MIS除了用於處理基本的資料異

動外，再加入決策支援的觀念，可讓使用者(或管理人員)得以藉著易於操作或使用的人機介面或對話庫系統，有效支援各項管理行為或決策的相關資訊。

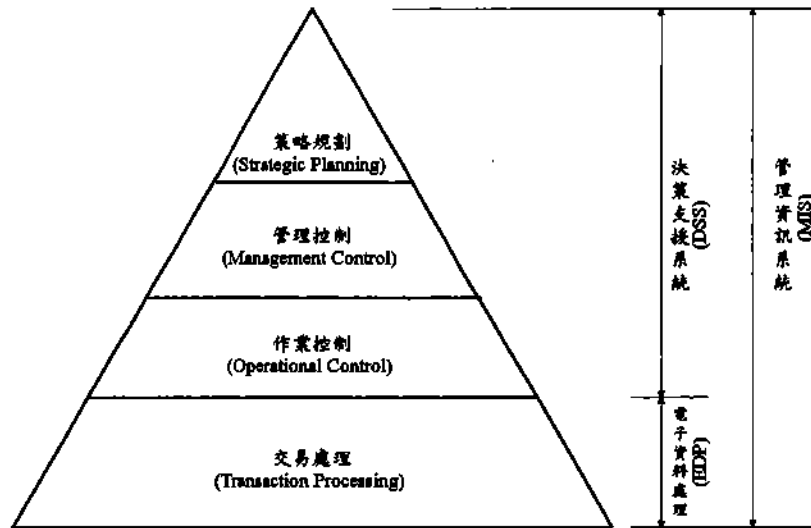


圖2.5 MIS與DSS之關係 (資料來源：參考文獻27)

第三章 系統模板個案施工現況分析

根據本研究之個案調查資料顯示，小型化的框式模板由於配合模矩化的設計，因此較能適應尺寸變化較多的建築物，而且框式模板可依工程需求利用預組化而達到大型化系統模板的效益，但是其施工時需要大量的勞力支援，因此在現場若管理不當時將造成工期的延誤、成本的浪費及品質的降低。因此，本研究挑選北部一使用手組式施工的鋁合金框式模板集合住宅工地，作為系統模板技術發展策略現況問題分析的基礎。

在個案施工現況分析中，首先抽樣調查評估工人使用率，其次利用曠時攝影法拍攝整個施工作業流程並記錄各組裝作業之五分鐘評估記錄與工人平衡圖，以分析工地現場佈置、作業人員編組的問題，並檢討營造廠商在引進系統模板工法過程中，在現場生產力、工期與資源控制、施工品質維護、模板成本控制及施工安全上所發生的問題，以作為研擬系統模板技術發展策略的依據。

3.1 個案工程概要

本個案為北部地區集合住宅工程。本工程共分四區，如圖3.1所示，共計19棟地下二至四樓，地上十至十九層之鋼筋混凝土建築工程。各區樓板總面積及地下室面積如表3.1所示。

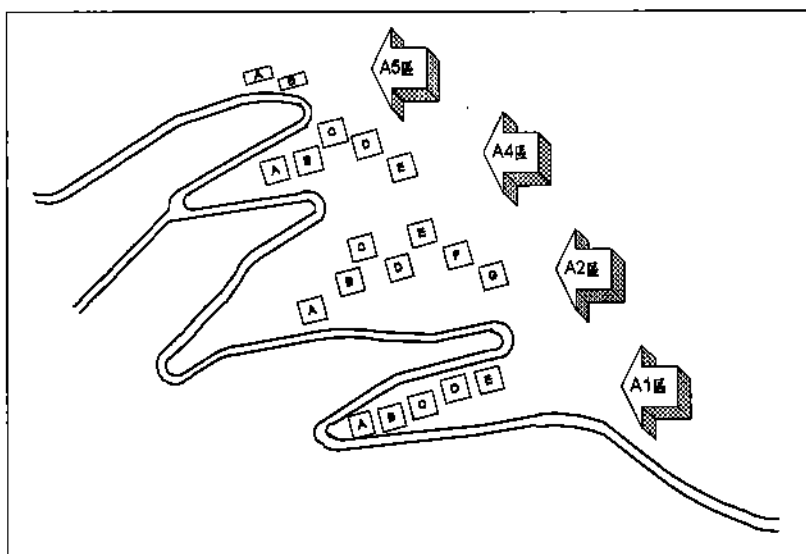


圖 3.1 新店達觀鎮基地配置圖

表 3.1 新店達觀鎮各區樓板總面積及地下室面積

分區	A 1	A 2	A 4	A 5
棟數	5	7	5	2
戶數	568	751	488	60
地上層樓層數	10-19層	16--17層	13--16層	16層
地上層總樓地板面積	66,640.77m ²	106,583.85m ²	61,755.01m ²	11,269.21m ²
地下室樓層數	2-4層	4層	3層	2層
地下室總樓地板面積	246,248.84m ²			

本個案工法的特色是在結構體部分採用加拿大MASCON鋁製手組式模版系統施工。由於該模版表面及結合方式能使混凝土鑄面品質相當平整而不需再行水泥砂漿粉光。同時該模版的滯留支撐系統可以提早拆模而縮短工期。鋼筋部分除樓版採用熔接鋼筋網外，柱、牆、-梁鋼筋皆採傳統加工組立方式施工。隔間系統除外牆、隔戶牆、衛浴隔間與電梯樓梯間採用鋼筋混凝土牆外，其餘室內隔間牆皆採用輕質混凝土隔間牆。研究個案工法體系圖如圖3.2所示。

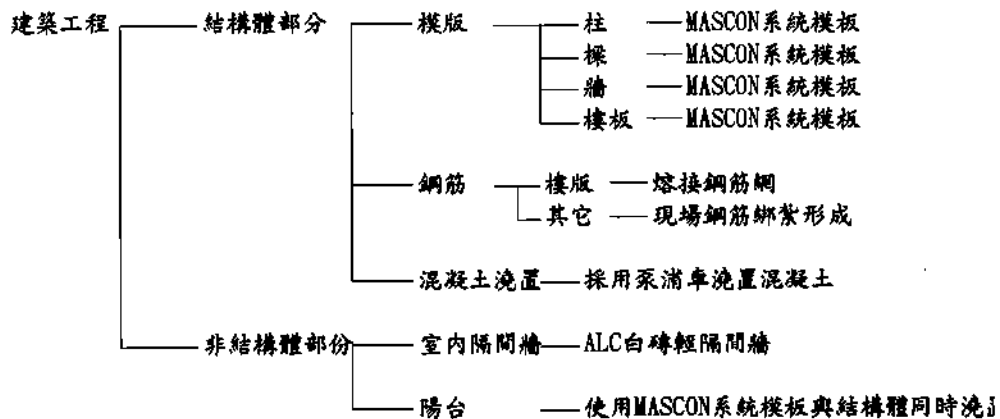


圖 3.2 研究個案工法體系圖

3.2 個案系統模板介紹

本個案所採用之 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（28）。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。

以下仍就該系統之模矩化設計、鋁合金材質、滯留支撐及脫模後之鑄面品質等特性進行討論。在模矩化設計方面，由於該系統之材料，皆為 Mascon 原廠大量製造的成品，其模矩配合的尺寸皆以 2.5 公分為單元。因此在施工前，必先經詳細的事前規劃，包括：建築、結構圖面之確定、模板組合與支撐配

置之結構計算、施工細部圖樣之製作，及構件編號之確立等詳細之規劃後，施工時工人只要依施工圖上模板編號，透過施工簡易的固結設計，即可進行模板組裝的工作。

由以上分析資料顯示，模矩化設計及簡易的固結作業可以減輕對技術工人的需求，但是由另一個角度來討論，雖然模矩化設計可以減輕技術工人之需求，但是勞力需求將因為人力施工而增加。其次，由於模矩化的設計減少了現場材料加工的作業，但是相對的也增加材料配合之複雜。而且在結構尺寸變化時要變更已配料完成的模板組合時，將會造成現場施工時材料管理的困難。因此，在使用本系統模板前，透過詳細的溝通協調以避免尺寸的變更或是在變更尺寸變化利用模矩配合理論以避免現場裁切，更是在未來施工前一個重要的工作。

在鋁合金材質方面，鋁模系統其重量輕、強度高、裝卸簡易、轉用性高。施工時，現場人員只要利用人工即可執行搬運及組裝的工作，因此該系統將可減輕對揚重設備的依賴，鋁模系統的缺點為價格昂貴，且破壞時修補復原相當不易。因此使用前、中、後的維護管理以提升耐用次數，及少量採購多量轉用，將是降低鋁模成本的方法。

在滯留支撐方面，在水平模板及支撐設計上，該系統將支撐頂端設計為水平模板底模的一部份，組裝時利用鋼栓及插梢與樑版模結合，拆模時只需將結合插梢拆除，即可在未移動狀況下，利用原有支撐做為滯留支撐用。其可避免過早拆模及回撐過程中對材齡過短之水平桿件造成強度成長上之傷害。由於滯留支撐設計，因此可提早拆除大部份樑模板進行轉用。因

此，只需多準備一套支撐材料即可與拆除後之樑版模組成下一循環之樑模系統。提早拆除大樑模板，不僅可縮短工期，並且可以提高大樑模板轉用效益。但是需注意滯留支撐之使用可能會造成因模板單元之分割而造成在組合大片預組單元之困難。

在拆模後之鑄面品質方面，MASCON 系統模板，各種尺寸及模板本身之垂直、水平度皆按設計精密製成。在混凝土澆置完成、拆除模板後由於其完成面相當精準及平整，因此在批土後即可進行後續之裝修工程。而不必如傳統施工還需要進行打石、粉刷的工作。其節省的價值包括打石工資、水泥砂漿工料費用、垃圾清理費用及各項作業所需之時間。但是需注意本個案使用特殊之可拆除繫材，其使用之密度很高且在混凝土澆置完成後之後續工作相當繁覆。因此，繫材拆除後所遺留之孔洞是否會造成使用時防水上之問題，亦值得施工單位深入探討。研究個案系統模板照片如圖 3.3 所示。

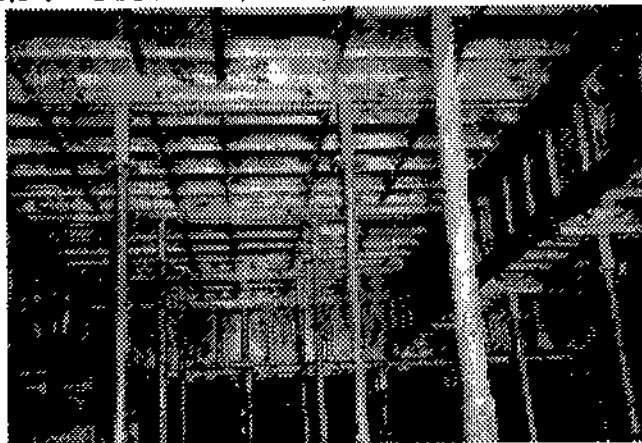


圖 3.3 研究個案系統模板照片

3.3 個案施工現況分析

3.3.1 現場評估記錄

本研究針對目前正在施工的 A2 區及 A5 區進行工地現場評估記錄後發現，如表 3.2 所示，A2 區之現場評估指標約為 55%。而 A5 區之現場評估指標為 74%。現場評估資料顯示造成工作延誤及生產力損失的原因包括：各種不同距離的人力搬運、空手走動、聊天、個人時間、等待等。在人力搬運方面，A2 區約 27%，而 A5 區約 25%。以目前手組式作業來看，小搬運佔組立時間很高比例。造成的主因主要為現場的佈置不良，雖然搬運動作是生產力所必要者，但可以經過改善後，即可完全消除完全不必要搬運動作或者使工作容易進行，甚至能以更短時間達成目的，對提升整體生產力有極大助益。在聊天及個人時間上，A2 區工地為 4% 而 A5 區工地為 8%，此項數據可做為工頭及現場管理者日常管理之參考。

在等待數方面，A2 區工地為 30% 而 A5 區工地為 15%，探究原因，為工作組人員之配置所致，觀測該工程組模作業程序發現，該工程之人員編組為一個工人準備模板，搬運模板至組立處，再傳遞給另一組立之工人，這些工作都只有一人進行，而另一人則形成等待狀態。造成二工地在等待數上有些許的差異的原因，乃 A2 區在進行觀測時，該工地才進行至地面二層，在人員配置及工人熟練度上尚在學習曲線之發軔階段，而 A5 區工地已進行至 13 層為學習曲線之成熟階段。

在非工作時間中，各項目具相互影響的特性，因此當改善了人力搬運的動作後，相當也改善了等待的時間，適當改善了等待時間，也減少了聊天及個人時間了。由以上分析瞭解，現場評估法雖然為一粗略的評估方法，但它可以使管理者快速了解整個工地的效率、及改善的重點。

表 3.2 現場評估記錄

觀測日期	十月十三日		十月十九日		十月二十八日	
觀測工區	A2區		A2區		A5區	
觀測時間	14:00 - 17:00		2:40 - 3:20		10:00-12:00	
正在工作數	146	37%	194	42%	290	52%
搬運 3m 內數	22	5%	19	4%	45	8%
搬運 3-10 m數	6	2%	19	4%	30	5%
搬運 10m 以外數	31	8%	20	4%	8	1%
空手走動數	62	16%	51	11%	44	8%
聊天數	6	2%	25	5%	2	0%
個人時間數	0	0%	5	1%	29	5%
等待數	124	31%	134	29%	111	20%
總觀測數	397		467		559	
有效工作	167		213		335	
基礎工作	6		19		30	
非工作	223		235		194	
工作使用率(1)	43%		47%		61%	
工作使用率(2)	42%		46%		60%	
現場評估指標	53%		57%		71%	
觀測日期	十月二十八日		十月二十九日		平均	
觀測工區	A5區		A5區			
觀測時間	10:00-12:01		10:00-12:02			
正在工作數	218	56%	238	61%	49%	
搬運 3m 內數	37	9%	10	3%	6%	
搬運 3-10 m數	26	7%	12	3%	4%	
搬運 10m 以外數	8	2%	5	1%	3%	
空手走動數	21	5%	41	10%	10%	
聊天數	19	5%	19	5%	3%	
個人時間數	22	6%	9	2%	3%	
等待數	42	11%	60	15%	21%	
總觀測數	392		393		442	
有效工作	254		248		244	
基礎工作	26		12		19	
非工作	112		133		179	
工作使用率(1)	67%		64%		56%	
工作使用率(2)	65%		63%		55%	
現場評估指標	77%		74%		66%	

3.3.2 作業流程分析及五分鐘評估記錄

一. 作業流程分析

MASCON 系統模板施工流程，大致與傳統模板工程柱牆、樑、版樓梯等混凝土均一次澆置類似，因此可以免除其它系統模板需二次澆置及施工縫的問題。由於模矩化設計及簡易之固結裝置，施工前模板工人經短期訓練，只要利用一根榔頭即可執行模板組裝的工作。在標準層的施工循環方面，首先進行平面放樣與高程放樣之作業，其次依放樣結果利用垂直版片調整下一組裝樓層之高程，在垂直版片調整的同一時間，工人則進行拆模的動作，在拆模後再將模板利用樓版預留孔傳遞至欲施工樓層，在搬運完成後，工人及即可進行外柱及外牆模組裝之作業，在柱牆鋼筋及水電配管完成後，便進行內牆模及柱模組裝。在水平模板施工時，首先組裝樑模及滯留支撐，其次進行樓版模及滯留支撐，在樑及樓版鋼筋及水電配管完成後，即可進行上垂直版片組裝及模板加強之作業。最後，在檢查完畢後即可進行混凝土澆置之作業。其標準層結構體的施工流程如圖 3.4 所示，而實際某一樓層的施工甘特圖如圖 3.5 所示。

二. 五分鐘評估記錄

根據現行施工方式的觀測得知，現場之模板作業，工人之編組大多為二個人為一作業單位，在少部份的情況以三個人為一作業單位。因此，對局部工作組的五分鐘評估與標準施工程序分析可以最小的作業單位來進行。在研究中，除了要瞭解工

作組之工人使用率、搭配情形外，為深入瞭解其作業中施工動作對生產力的影響，因此將動作內容區分為工作、非必要工作及非工作等，如表 3.3 所示。在觀測作業的選擇上，則以框式模板作業中的下列幾個要項為主；牆模組立、樑模組立、樓版模組立、拆除垂直模板，拆除水平模板及在尺寸變化時的作業情形等。

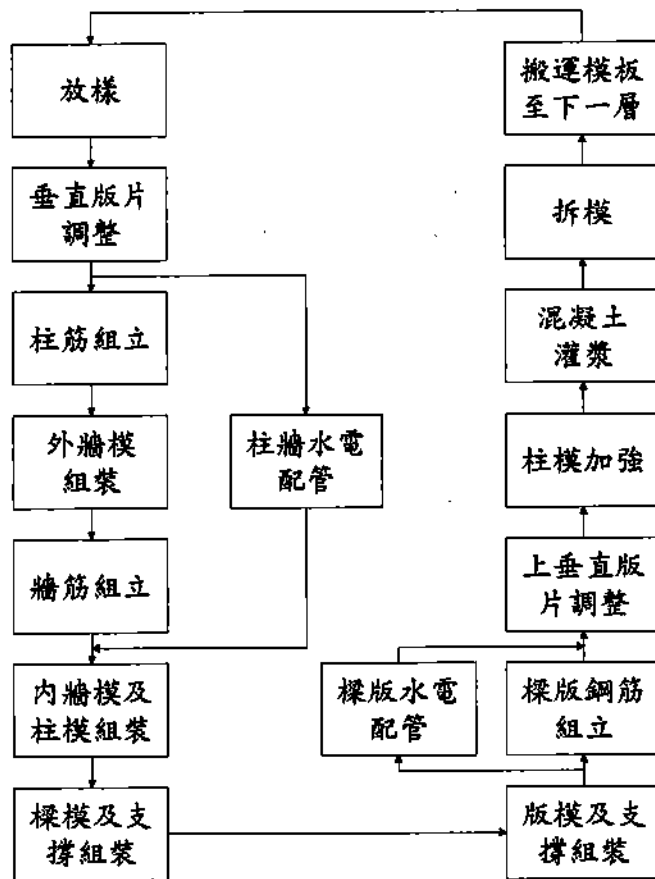


圖 3.4 研究個案系統模板施工流程圖

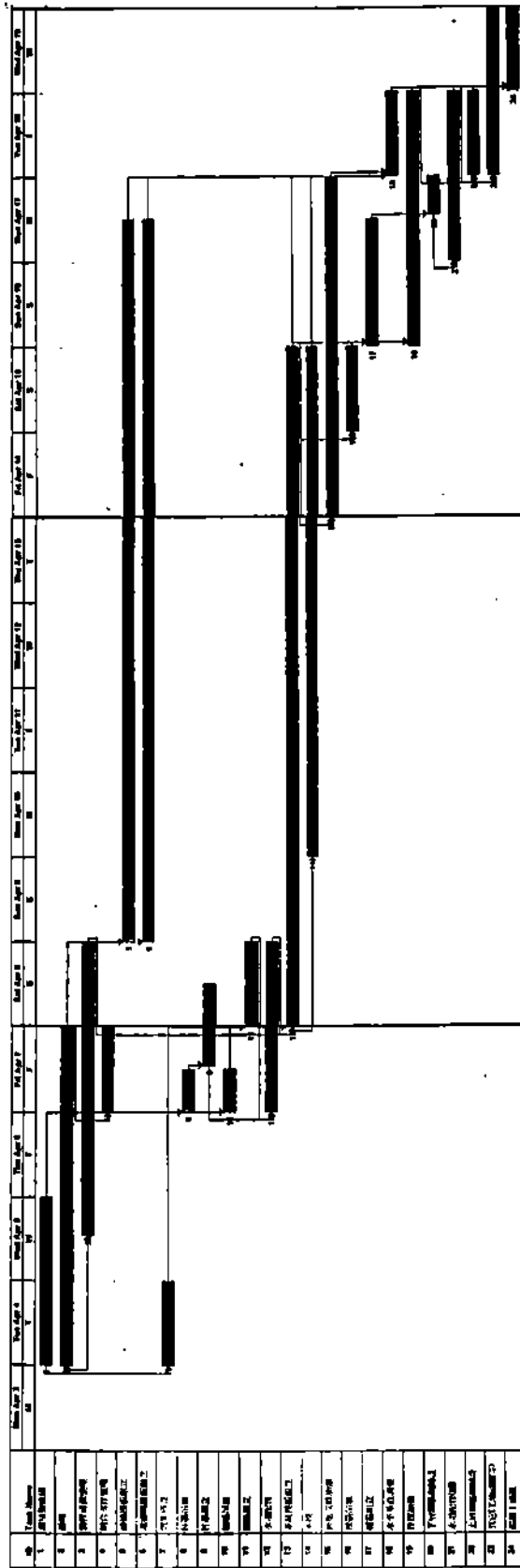


圖 3.5 現行施工進度表

表 3.3 五分鐘評估記錄工作定義

工作定義	動作名稱	動作名稱說明	附註
工作	上脫模劑	以滾輪沾上脫模劑再塗抹於模板上	框式模板必要的施工動作
	定位	將搬運至施工作業處之模板調整於組裝位置	
	組裝	插上鋼栓及插銷	
	拆模	拔除鋼栓及插銷並分離混凝土及模板的粘結	
非必要工作	搬運	將施工材料搬運至施工作業處	現行施工程序中可改善或非必要的工作
	刮模清潔	去除框式模板上之混凝土	
	輔助定位	輔助組裝人員定位及組裝	
	重組裝錯模板	因材料組裝位置錯誤或材料尺寸不符而將錯誤材料拆除並組裝正確材料	
	找尋模板	找尋符合組裝位置之模板材料	
	討論	討論工作問題點	
非工作	空手走動	因找尋材料或搬運前之空手走動	現行施工程序中之非工作
	等待	因工作流程不當或彼此工作干擾所造成的等待	
	拿著材料等待	同上之等待動作但是手裏有拿著施工材料	
	聊天	在等待時間或閒置時間工人間的聊天	
	個人時間	喝水抽煙等	

在牆模組立作業方面，為比較不同工作組在同一工作面之差異。首先，觀測二人工作組其觀測頻率採用每 10 秒觀測一次，觀測次數為 77 次，整理觀測記錄如附錄表 1-1 及表 1-2 所示，並將其記錄改繪成工人平衡圖，如附錄圖 1-1。工作、非必要工作及非工作之比率分別為 34 %、34 % 及 33 %。其次，觀測三人工作組，其觀測頻率採用每 10 秒觀測一次，觀測次數為 121 次，整理觀測記錄如附錄表 1-3 及表 1-4 所示，並將其記錄改繪成工人平衡圖，如附錄圖 1-2。工作、非必要工作及非工作之比率分別為 37 %、18% 及 24%。最後，觀測二組二人工作組在同一工作面時的五分鐘評估記錄，其觀測頻率採

用每 10 秒觀測一次，觀測次數為 49 次，整理觀測記錄如附錄表 1-5 及表 1-6 所示並將其記錄改繪成工人平衡圖，如附錄圖 1-3。工作、非必要工作及非工作之比率分別為 18%、14%及 67%。

在樑模組立方面，其工作編組為二人一組，觀測頻率採用每 10 秒觀測一次。首先，觀測樑底模組立方面，觀測次數為 105 次，觀測記錄如附錄表 1-7 及表 1-8 所示，並將其記錄改繪成工人平衡圖，如附錄圖 1-4。工作、非必要工作及非工作之比率分別為 46%、18%及 36%。其次，觀測樑側模方面，觀測次數為 101 次，觀測記錄如附錄表 1-9 及表 1-10，並將其記錄改繪成工人平衡圖，如附錄圖 1-5。工作、非必要工作及非工作之比率分別為 41%、9%及 50%。

在樓版模組立方面，其工作編組為二人一組，觀測頻率採用每 10 秒觀測一次。其觀測次數為 149 次，觀測記錄如附錄表 1-11 及表 1-12，並將其記錄改繪成工人平衡圖，如附錄圖 1-6。工作、非必要工作及非工作之比率分別為 34%、34%及 33%。

在模板拆除方面，其工作編組為二人一組，觀測頻率樑模採用每 10 秒觀測一次。首先，觀測垂直模板方面，觀測次數為 86 次，觀測記錄如附錄表 1-13 及表 1-14，並將其記錄改繪成工人平衡圖，如附錄圖 1-7。工作、非必要工作及非工作之比率分別為 49%、8%及 43%。其次，水平模板方面，觀測次數為 103 次，觀測記錄如附錄表 1-15 及表 1-16，並將其記錄改繪成工人平衡圖，如附錄圖 1-8 工作、非必要工作及非工作之

比率分別為 44%、13%及 43%。

在結構尺寸變化時，其工作編組為二人一組，觀測頻率標模採用每 10 秒觀測一次。首先，觀測標底模組立方面，觀測次數為 64 次，觀測記錄如附錄表 1-17 及表 1-18。工作、非必要工作及非工作之比率分別為 14%、29%及 57%。其次，觀測標側模方面，觀測次數為 234 次，觀測記錄如附錄表 1-19 及 1-20，工作、非必要工作及非工作之比率分別為 14%、29%及 57%。

最後，本研究為比較在進行五分鐘評估記錄的時間，被觀測工作者與非觀測者工作比率的差異。在調查過程，同時進行相同作業的現場評估記錄調查。根據表 3.4 顯示，五分鐘評估記錄之工作比率有普遍大於現場評估記錄之工人使用率約 5%-10%。造成差異的原因，主要在於五分鐘評估記錄為連續性的觀測，而現場評估記錄為隨機性的抽樣。因此，現場在五分鐘評估記錄時，由於施工人員在有別人觀測時會較少如聊天、等待等非工作的行為發生，此項數據可提供現場管理人員在進行營建生產力調查的一個參考。

表 3.4 與五分鐘評估同時進行的現場評估記錄表

觀測日期 觀測時間	三月二十一日 14:00-16:00		三月二十九日 13:30-16:30		四月十一日 14:30-16:00		四月十二日 10:00-11:30		四月十四日 10:00-11:30		平均
工作項目	標模收尾		紅模		拆模		拆模及少量搬運		組立鋪模		
正在工作數	236	50%	246	58%	143	41%	185	47%	97	39%	47%
搬運 3m 內數	30	6%	13	3%	18	5%	5	1%	11	4%	4%
搬運 3-10 m 數	23	5%	12	3%	4	1%	2	1%	4	2%	2%
搬運 10m 以外數	5	1%	2	0%	1	0%	2	1%	3	1%	1%
空手走動數	52	11%	13	3%	18	5%	41	10%	37	15%	9%
聊天數	28	6%	26	6%	7	2%	34	9%	18	6%	6%
個人時間數	7	1%	30	7%	10	3%	17	4%	16	6%	4%
等待數	89	19%	80	19%	146	42%	110	28%	67	27%	27%
總觀測數	470		422		347		398		251		377
有效工作	266		250		161		100		108		197
基礎工作	29		12		4		2		4		9
非工作	181		151		182		204		139		171
工作使用率(1)	58%		62%		47%		48%		43%		52%
工作使用率(2)	57%		61%		46%		48%		43%		51%
現場評估指標	68%		72%		57%		58%		59%		62%

3.3.3 曠時攝影分析

為了避免觀測遺漏，本研究於工地現場實施現場評估及五分鐘評估外，並同時利用曠時攝影技術以記錄目前施工之細節。以此方法可作為研究分析或與工地現場管理人員討論改善工作方法時一個可重覆並快速播放的一個工具。

3.3.4 現況問題分析討論

根據以上的基本調查與分析資料，MASCON 作業之問題如圖 3.6，可從現場生產力、工期及資源規劃控制、施工品質維護、施工成本問題、施工安全因素等五個方向來討論如下：

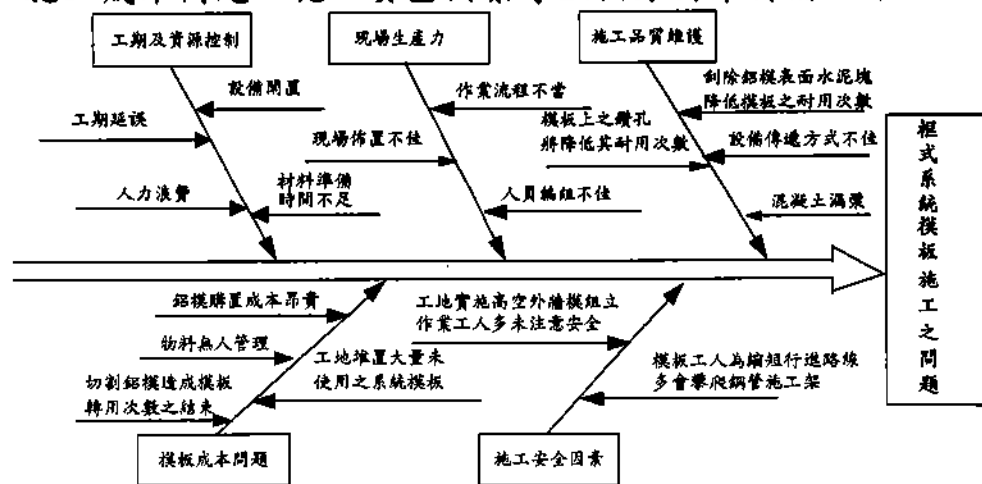


圖 3.6 現行 MASCON 系統模板加工組立作業問題討論重點

一. 現場生產力分析

由於 MASCON 系統模板主要設計為利用手組的方式施工。因此，在國外一些具廉價勞力的營建市場，在良好施工管

理及分區循環施工的條件下，已經有一層結構體四至五天的使用實績（28）。然而在臺灣地區，由於工資高漲且技術工人缺乏，該工程為使人工費用降低乃使用泰籍勞工以進行模板組裝之作業。由現場評估記錄之現場評估指標顯示，雖然其工作比率可高達約 66%，但是其工率約為 0.15 人/m² 高於傳統模板 0.11 人/m²（2）的工率。歸究其原因，主要為 MASCON 系統模板之各組合單元的面積較傳統模板小，且該系統施工時，不僅需使用大量的人力且模板施工時每個樓層重覆執行同樣的組拆與搬運動作，而且在工作中有約 30% 以上的比例為非必要工作。因此，由如此高之人工費用及工率可以看出，工程管理人員除需在施工規劃中考慮在工程期限內將工人每日均勻分配外，還需利用完善的管理技術採用人力需求較少的作業程序以減少工人需求。

造成現場生產力損失的原因主要有作業流程的安排不當、現場佈置不佳及人員編組不當等。在作業流程安排及現場佈置方面，根據現場的作業流程調查記錄顯示，雖然其作業流程主要為拆模、搬運及組模等作業。但是，由於現場一次拆除大量的模板後，便造成現場堆置大量零亂的模板，如圖 3.7 之現場照片所示。造成在進行搬運時動線的不流暢及組模時材料還需翻料、找料而影響拆模時如附錄表 1.16 所示，另一工人 80% 的等待時間，在組模時如表附錄表 1.20 所示，現場工人有 62% 找料的動作等。由以上資料分析顯示，在作業流程安排不當時將直接影響現場作業的環境，而現場佈置的不當亦直接影響工人的生產力。



圖 3.7 現場施工現況

在工人編組方面，由五分鐘評估及工人平衡圖顯示目前施工之問題。首先分析二人工作組，在組模方面，由附錄表 1.2 及表 1.4 顯示，其中準備材料工人平均有 40%之等待時間及 10%之空手走動。在拆模方面，由附錄表 1.14 及表 1.16 顯示，其中準備材料工人有平均 83%之等待時間。由此資料顯示該工作組組裝工人及準備材料工人有工作量分配不均的問題。

其次，三人工作組中，由附錄表 1.4 顯示其工作比率 MEN1 為 69%、MEN2 為 55%、MEN3 為 43%，工人平均的等待比率為 39%，由此資料可知該工作組之工作分配不均且工作流程非標準化，因此造成工人之相互等待。再進一步分析各工人之五分鐘評估記錄，MEN1 主要的工作為組裝模板，雖然其工作的比率較高，但是資料顯示，其等待時間多因為 MEN3 未及時準備好材料或 MEN2 在組裝而造成相互干擾。另外，MEN2 的工作為輔助模板定位及組裝模板，其組裝作業之工作比率僅 26%，由此資料顯示二人負責一組裝之工作面，將會因工作量不足而增加其等待之時間。最後，MEN3 的等待時間約佔 46%，其等待的

動作不僅造成該工人只有 20%之工作比率，而且造成其它工人約 12%之等待時間。

當四人在同一工作面時，由附錄表 2-3 顯示其工作比率 MEN1 為 44%、MEN2 為 33%、MEN3 為 34%、MEN4 為 20%，工人的非工作比率平均為 67%，由此資料可知該工作組明顯的因為互相干擾而影響生產力。

由以上資料顯示，愈多人在同一工作面不僅無法提高生產力，反而有明顯降低的趨勢，因此此項數據可提供管理人員在人員編組時的參考。

二. 工期及資源規劃控制

由現場之調查資料顯示，由於規劃控制不當造成工期及資源損失，主要的原因有工期的延誤、人力資源的浪費、機械設備的閑置等。在工期的延誤方面，如圖 3.5 之施工網圖上分析可知，造成現場實際作業時間與預定時間差異的原因除了現場施工生產力的因素外，首先當混凝土施工之精度不佳時，將造成模板作業需增加調整誤差及打石的時間。其次為相關作業的配合能力不足時，將造成模板作業的等待，例如現場鋼筋作業組立人員不足、鋼筋組立作業或工作架組立作業進場時間的延遲等。最後，現場管理人員在尺寸造型變化前，未提前準備材料亦會造成現場施工時的找料時間，如表 1.18 所示在尺寸變化時，工作比率約為 14%。

在人力資源浪費方面，由現場評估記錄之資料顯示，現場在模板組立完畢，混凝土澆置前模板工人大多為閑置時間。有

部份工程師則將此段時間的工人移去別棟支援組拆的作業，雖然以此方法可以避免工人的閑置，但是根據現場生產力調查資料顯示，多人在同一工作面時由於工作量不足及互相干擾，造成工人有 67%的非工作及 14%的非必要工作，其工作比率僅為 18%。

在機械設備的閑置方面，由現場之觀測資料顯示，現場之塔吊設備閑置時間很多。主要原因在於本工程之系統模板在規劃時即以人力搬運為主，因此現場之塔吊設備僅應用在鋼筋材料及工作架等設備的搬運。

三. 施工品質維護

由五分鐘評估記錄及曠時攝影分析的資料顯示，由於沒有適當的控制拆模程序，經常有水平模板拆模時間在施工規範四十小時內（29）的情形發生，此項動作將影響結構體的強度。其次在框式模板組模的施工過程中，準備材料工人皆會用刮刀刮除模板之泥塊其比率約為 19%，此動作造成其它工人之等待，且模板拆除後愈晚清潔，將由於混凝土的硬化使得清潔困難，而且需使用鐵錘敲擊或利用刮刀刮除鋁模上之混凝土。此動作不僅造成生產力之等待時間且刮除的動作將造成鋁模表面之更加粗糙，在下一次使用時，將增加模板與混凝土之粘結性，多次使用後將減少模板原本耐用次數。在混凝土澆置時，甚至在模板結合面因混凝土清潔不當的空隙而產生漏漿。因此，現場管理人員，除了要由施工程序安排上，提早清潔動作以避免模板面混凝土的硬化，亦要檢討脫模劑之效果以增加鋁

模之耐用次數。

其次，在拆模時一個人工作組在拆除水平模板時多會以丟的方式處理往下傳遞的動作，此動作將造成材料的損壞，亦會減少模板之耐用次數，在施工管理上應避免此一動作的發生。另外，MASCON 之框式模板在原設計多為 20-30CM 之樑寬，而現行本工程大多為 40CM 以上，因此現場在柱模及樑模外側有許多之加強角材。為安裝此角材的固定繫桿，必須在鋁模面板上鑽孔，然而由於柱樑鋼筋過於密集及精度不佳，因此在每一樓層皆需重新鑽孔。鑽過孔的模板不僅降低其耐用次數亦會造成漏漿的情形。

四. 在施工成本方面

本系統模板之採購成本約 12330 元/m²，價格昂貴。原本因以少量購置多量轉用(循環施工)為規劃之策略，但是由於本工程設計尺寸複雜，因此僅在相同尺寸之樓棟轉用，所以採購的量非常的龐大，約 27500 m²。該工程在系統模板使用初期，由於成效未如預期理想，因此在工期壓力下，在部份工區以傳統模板取代原先計劃之系統模板，導致在 A6 區堆置了大量未使用之模板，平均每套模板之使用次數不到 8 次。而且在使用中又未確實材料的使用保養，因此相對減少未來的耐用次數。另外，本工程在規劃初期在未以少量模板多次轉用以減少模板成本負擔的原則下，在施工階段就應該以縮短工期的方式以達到降低成本的效益。由現場的調查資料顯示，現場系統模板的工率甚至高於傳統模板。因此，管理人員有必要更改較佳的施

工程序以達到縮短工期的目的。

本工程之造型複雜且變化性大，現場之組合材料尺寸有約 1500 種以上，在物料供應上由於沒有專人有系統的管理，造成現場在尺寸變化及管理人員未事先準備的情形，施工時還要到料場找料。造成各棟堆置大量尺寸變化後不符合需求的模板，使得各棟在下一次找料時，因為在料場找不到所需尺寸的材料而裁切模板。在找料的時間則造成其它工人的等待時間。另外，由於現場在尺寸變化時施工人員的工作比率約僅 20%，造成工作比率降低的原因主要在於工人在遭遇尺寸變化時有大部份的時間在討論材料尺寸的配合及找尋合適的材料，甚至重新組裝裝錯的模板。因此，本工程在欠缺物料管理的情形下，已造成許多材料不必要的裁切及要徑時間的延遲。

五. 在施工安全方面

在施工安全問題上，除了由於現場材料的零亂而造成走動及搬運的危險外。該工程為配合外牆模板作業之施工，乃在結構體四周搭設鋼管施工架。在模板組裝過程，當材料有缺料時，模板工人為縮短搬運路線，多會經由外圍之鋼管施工架攀爬，以找尋所需之材料。另外，根據觀測該工程在高空作業時模板工人多未繫掛安全索，由以上描述可知現場管理人員除了要經由合理的現場配置以減少工地的零亂，在安全衛生之宣導上亦需要加強以避免不安全的行為發生。

第四章 系統模板個案技術發展策略

針對系統模板現行施工所遭遇的問題，本研究利用營建生產力、工程規劃控制及管理資訊系統等營建管理技術的結合，分別擬定了系統模板施工方法之技術發展策略、工程規劃與控制之技術發展策略、物料管理之技術發展策略及成本控制之發展策略等，並要述如次。

4.1 系統模板施工方法之技術發展策略

在系統模板施工方法之技術發展策略的研擬過程中，乃採用階段式的改善方案。第一個階段的改善方案研擬係由改善工地現場管理來提升工人使用率。亦即在不改變現行施工方法及不增加設備成本的基本原則下，採用更合理的現場佈置、人員編制及工作流程安排等以提高工人使用率。在第二階段之改善方案則考慮以不同的施工程序或施工機具來探討，如何剔除施工中重覆的動作，以降低工率及現場資源的浪費。

4.1.1 計畫擬定

一、方案一

方案一主要的策略，為改善工地現場管理來提升工人使用率。亦即在不改變現行施工方法及不增加設備成本的基本原則下，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。

在 workflow 安排方面，從現行之施工狀況不難發現，整個施工場所，施工前並無妥善的工作流程安排計劃，由於欠缺前後的關聯性與程序性，致使彼此間相互干擾，形成等待、找料、閒置...等之非工作的時間產生。因此事先的工作流程安排就格外的重要。在整個 workflow 安排策略上，主要是經由規劃後的拆模計劃，以避免現行生產力損失及現場零亂的問題。因此，本研究建議在拆模時應先行規劃施工單元。在施工單元確定後，經由分段拆除搬運及組模將可避免現場材料的堆置量。在施工單元規劃方面，就垂直模板部份，首先將內牆模□型平面以對角線區分為二區，第一個 L 型單元為靠近管道間側為第一區，對角之相對側室內部分為第二個 L 型單元，其次外牆及半戶外之陽台為第三區。就水平模板部份，樑模為第四個單元，樓版模為第五個單元。

在施工單元規劃完成後，首先應拆除加強柱樑強度的角材。其次，由於本案例模板的搬運及傳遞皆以利用管道間為主，為使傳遞搬運工作之順利進行，減少不必要的干擾與阻礙，故在拆除次序上應以管道間附近周圍之第一個 L 型單元牆模為第一優先。在拆除第一單元牆模後，並隨即清理依序擺置，待完全拆完清潔後，再搬至組裝樓層，依序擺置。在搬運完成後，由於拆除層已無任何材料堆積，再拆除第二單元牆模，並清理擺置，但為顧及組裝層材料堆置過於密集，妨礙其他作業，第二單元暫留拆除樓層不往上传遞。然後工人移至鷹

架上進行外牆模版作業，其中拆除、搬運、清潔、組立一次完成。當外牆組立完成後，繼續組裝第一單元牆模，其次再將第二單元搬運至組裝樓層並組立完成。這時垂直模板已全部組立完成，在拆除層及組裝層皆沒有堆置的材料。因此可繼續進行樑底模、樑側模拆除、清潔，並依序搬運，擺置於上層，隨後至下二層搬運水平模板支撐，即可組立樑模單元的模板。最後，至下層拆樓版模並即清理、搬運、擺置組立版模。整體工作流程安排，如圖 4.2 之流程圖所示。

在現場佈置改善方面，在工作流程安排合理化後，為改善現行施工方法中，由於拆組時材料擺設順序及方式不當，而造成工人需翻料找料的動作。本研究建議工人在材料擺設方面應依拆模及組模順序擺放，而材料擺設方法，應由目前堆疊的方式改善為平行擺置，以利於組裝時材料搬運及塗脫模劑等動作的連貫。為了使模板可以平行擺置，本研究利用現場鋼筋的廢料，焊製模板擺設的堆置架，如圖 4.1 所示。

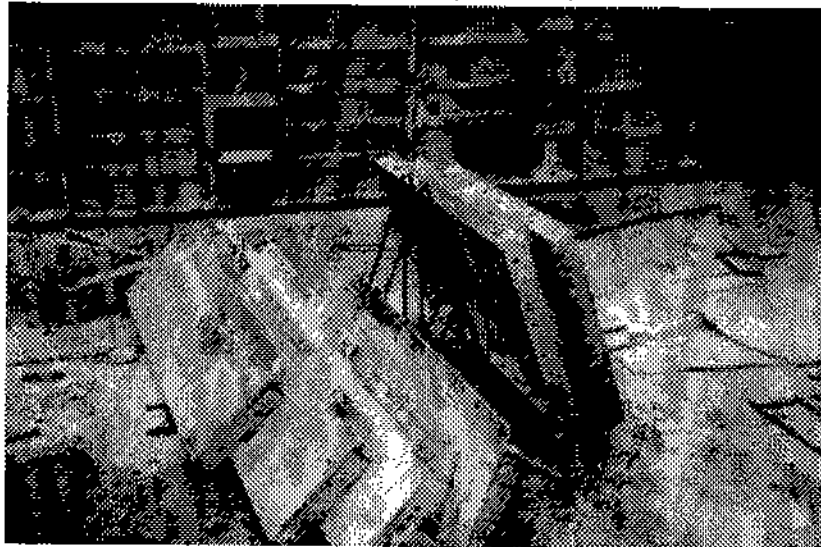


圖 4.1 現場佈置改善

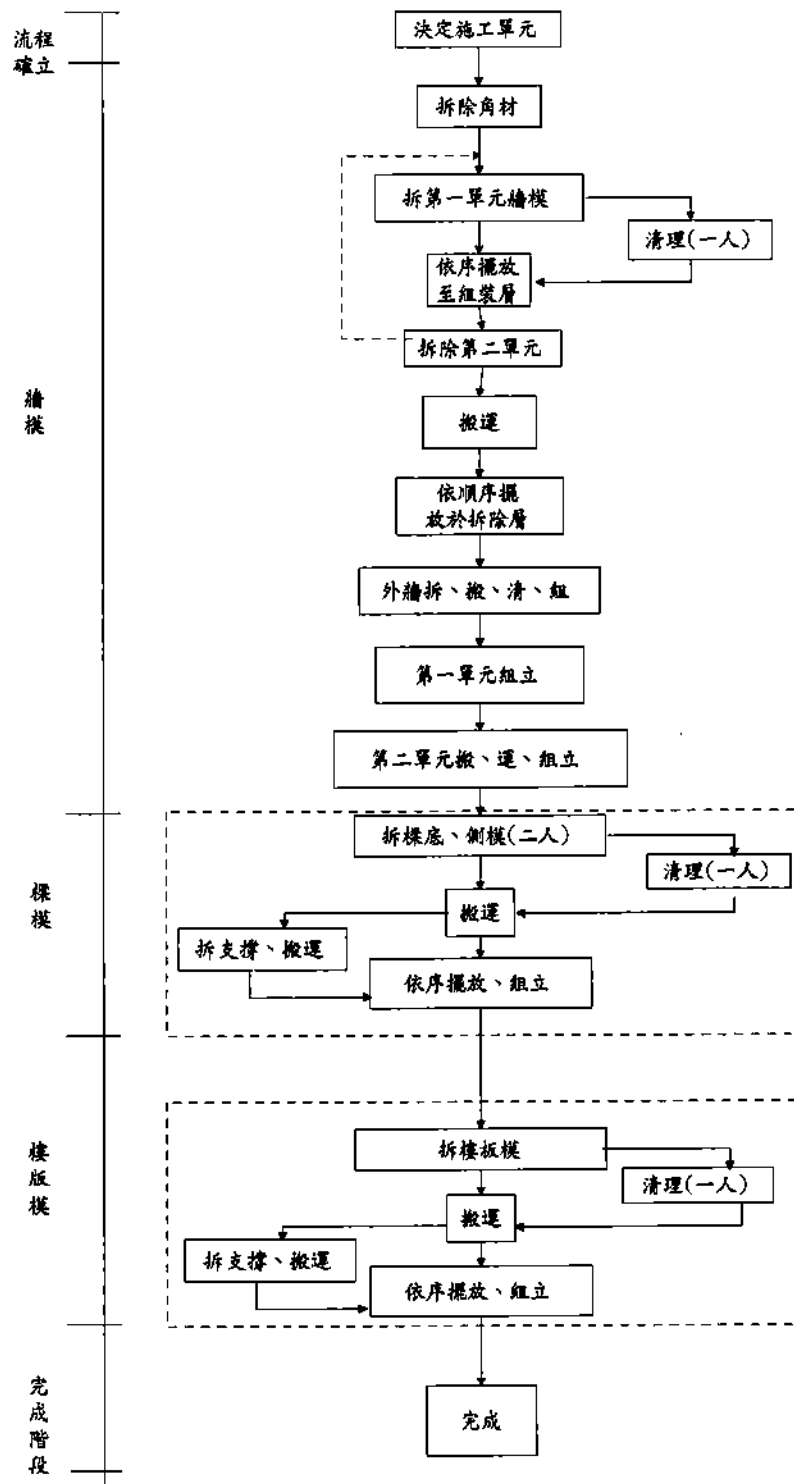


圖 4.2 改善後的工作流程安排

在人員編制調整方面，根據調查資料顯示，目前的人員編制以一個組拆人員一個輔助人員為工作組的基本單元。由五分鐘評估記錄資料顯示，拆組時輔助人員在目前之工作中約有50%以上的比率在空手走動及等待上。因此在現場佈置合理化及減少了清潔模板的動作後，該工人應可充份提供二個工作面之工作量。因此，本研究將人員編制改善為二個組拆人員共同使用一個準備材料人員為工作組的基本單元。經過此工作編制的調整，不僅可減少準備材料工人等待時間，亦可因為工作面的增加而縮短要徑時間。在施工時，三人工作組可機動的調整另一工作面之組裝人員去準備材料，以避免當準備材料工人去找尋材料時其它工人的等待時間。

為避免三人工作組由於對工作分配不瞭解，使得工人以一個組拆人員二個輔助人員的作業方式施工，而造成由於工作面減少而延長要徑時間。本研究乃訂定了工作組在各作業單元的標準動作及工作分配方法，並要述如次。

在內牆模單元，其工作分配以二人拆模，一人接模及清潔為主。拆模時，拆模的二人各有一個工作面，一人拆上層的牆模板，一人拆下層牆模板，其中以互不干擾為原則，另外的一人清潔，並依序將模板置於輔助鐵架上，待全區拆完後，三人一同時將未清理完之模板，清理並依序擺置於模板堆置架上，並藉管道間往上传遞，並依序擺置於組裝層的模板堆置架上。組模時，分組仍與拆模時相同，即上層牆模板二人，一上一下，另一人負責模板塗脫模劑，搬運定位。

在外牆部分，由於外牆的施工須藉助鷹架，造成外牆之施

工障礙較多，為考慮現場狀況，二人於鷹架上下各分擔拆除及組裝的工作面，另一輔助人員則於組裝樓層擔任清潔的工作。在施工時，鷹架下層的一人拆除底下模板，並傳遞至鷹架上層的人，轉組裝樓層之第三人，清潔及上脫模劑。在上完脫模劑即可由鷹架上層人員與其一起組裝外牆模板。

在水平模板單元，拆除時採二人在工作架拆模，底下人負責搬運及清理，置於鐵架上，待拆除完後，三人一同清潔並依順搬運至上層。在水平模板支撐搬運時，以三個工人分別在支撐存放層、模板拆除層及模板組裝層三個工作面同時將支撐往上传遞的方式施工。在組裝時，採二人在工作架組模，一人負責模板搬運的工作。改善後之工人編組示意圖如圖4.3所示。

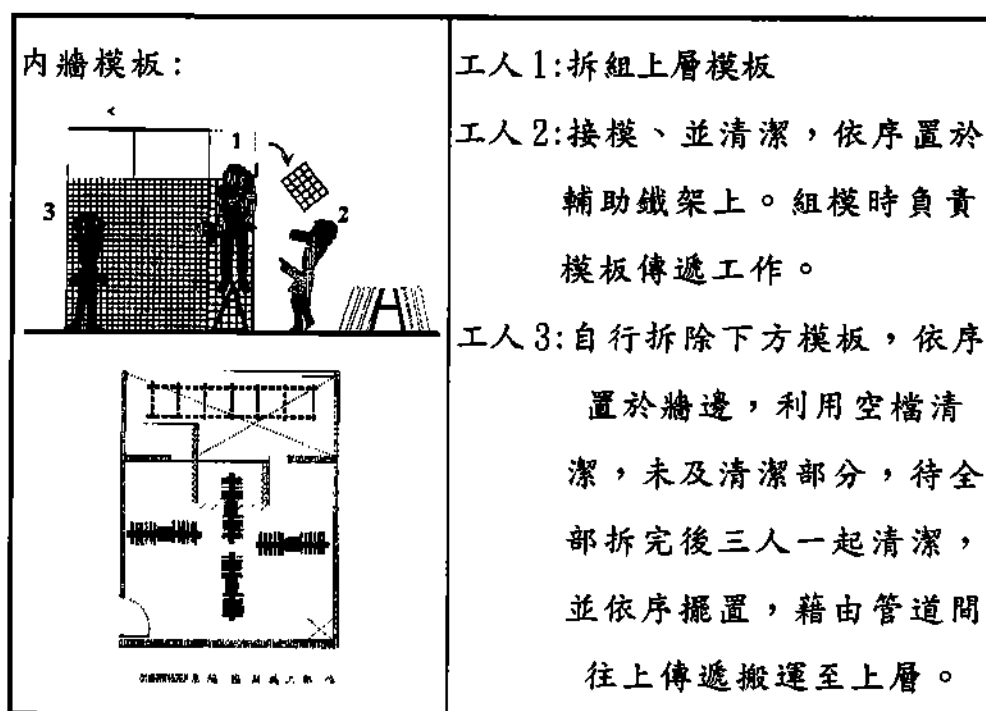


圖 4.3 工人編組改善示意圖(1)

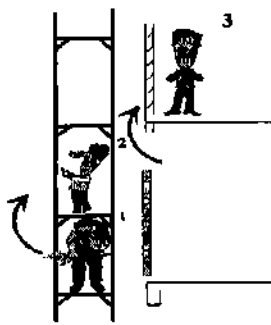

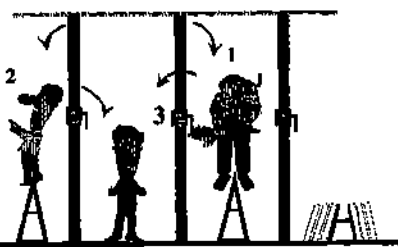
<p>外牆模板：</p> 	<p>工人 1: 拆除模板 工人 2: 傳遞模板給工人 3 清潔， 清潔後負責組模工作。 工人 3: 負責模板清潔及輔助工人 1、2 組模的工作</p>
<p>樑模板：</p> 	<p>工人 1: 拆組模板 工人 2: 拆組模板 工人 3: 負責模板清潔及輔助工人 1、2 組模的工作</p>
<p>樓版模板：</p> 	<p>工人 1: 拆組模板 工人 2: 拆組模板 工人 3: 負責模板清潔及輔助工人 2 組模的工作</p>

圖 4.3 工人編組改善示意圖(2)

二、方案二

在第二階段之改善方案則考慮以不同的施工程序或施工機具來探討，如何剔除施工中重覆的動作，以降低工率及現場資源的浪費。本研究建議應使用搭式吊車以配合模板預組化作業。

在預組施工方式的探討方面，本研究擬定三個預組方式。方法一為小部份預組，以現行施工方法為主，在不改變原設計預留搬運孔下，將二片模板合併為一小部份預組單元以減少組拆之動作。方法二為部份預組，將組拆單元，依現場實際配合以約四片為一預組單元，利用輪式材料堆置架搬運，將規劃後之施工區域視為一搬運單元，在拆模及清潔模板後依順序排列至推車，然後利用吊車搬運，組合時依排列順序組合模板。方法三則為大型預組化，將整片牆面做為一組拆單元，完全利用吊車搬運。根據以上分析，本研究整理各種方法之特點如表 4.1 所示，另外，表 4.2 則探討由以上預組方式其可能產生的問題及改善方法。

預組方式乃改善人力重覆組拆的動作。本研究建議施工單位根據表 2 之預組方法因地制宜實施。改善方案為避免因混凝土澆置二次施工後所造成大量設備之增加及保留滯留支撐之特性。因此，本研究建議混凝土澆置後，在不影響垂直模板拆模之外牆模實施大型預組化，而內牆模及隔間牆則以部份預組的方式施工。另外，在有滯留支撐之樓版模與樑模部份，水平模板樓版模樑側模以小部份預組施工，樑底模因滯留支撐之限制還是以原手組式施工。材料搬運流程如圖 4.4 所示。

根據 MASCON 系統模板的施工手冊指出，牆模組裝時其工率約為 2.5 m²/人時，特殊造型的工率約為 0.75 m²/人時。而根據現場的調查顯示，現場在特殊造型的部份通常造成工時的延誤。因此本研究乃建議施工單位在實施外牆預組時同時配合窗框預嵌的方式施工。

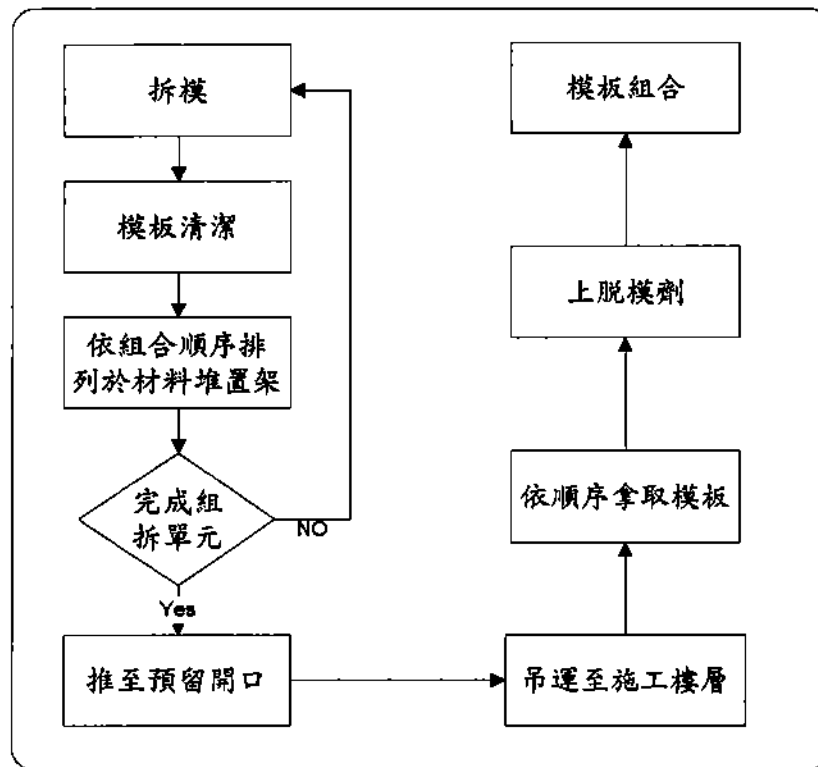


圖 4.4 改善後之材料搬運圖

表 4.1 MASCON 預組方式之特性分析

特點	方法			備註
	小部份預組	部份預組	大型預組化	
縮短要徑時間	○	◎	◎	
減少工人需求	○	◎	◎	
減少組拆動作	○	◎	◎	
減少搬運動作	○	◎	◎	
二次施工	×	×	◎	
對揚重設備需求	×	◎	◎	

◎具有該特點 ○具部份特點 ○具少部份特點 ×未具該特點

表 4.2 MASCON 預組方式之問題討論

方法	問題點	問題改善需增加之設備
小部份預組及部份預組	插銷可否承受搬運拆除時的力量	使用螺栓結合預組部份並以變形鐵筋固定夾加強
	工人體力可否負荷	部份預組以輪式材料堆置架搬運
大型預組化	水平模板澆置後垂直模板如何拆模	將水平模板與垂直模板之混凝土分二次澆置
	垂直模板二次施工後受力問題	需加斜撐及背撐
	二次施工後模板拆除之堆置場所	應採循環施工
	垂直模板澆置後與水平模板之介面處理	吊放水平模板後下面再組裝一片模板

4.1.2 現場試作情形

本研究為驗證現場施工發展技術的可行性，經施工單位的配合共同於現場試作。在試作方案的選擇上，由於本工程的結構工程已陸續的完成，因此沒有投入設備更改施工方式的經濟條件，因此以不須增加成本及大量設備的方案一為試作的對象。

本研究同時利用現場作業時間量測、五分鐘評估記錄及礦時攝影技術比較改善前後工率及工人使用率的改變。而改善過程的礦時攝影記錄將可做為未來改善方案全面實施及新進員工的教學示範。試作過程，本研究乃選擇在同一樓層中二個造型相近的戶別為改善前後的比較基準但是二組還是有一些的差異，首先在改善組中為一個三人工作組，在未改善組中為二個二人工作組。工作時間，每天改善戶有約一個小時的討論時間，而且在星期天改善戶也未施作。最後，改善組的尺寸在

牆、樑及樓版等皆因柱的尺寸縮減而增加現場找料的時間。現場施工過程如表4.3所示。

表 4.3 現場試作記錄表

日期	時間	未改善組(四人)	改善組(三人)
第一天	9:00	○拆除牆模。	○工作流程討論。(已拆除部份角材及牆模)。
	10:00	○拆除牆模。	○依預定計劃及順序拆模。
	11:10	○拆除牆模。	○拆完第一個L單元。 ○搬運至上層。
	13:30	○拆除牆模。	○拆除第二個L單元。 ○拆除角材。
	17:15	○下班。	○下班。
第二天	08:10	○拆除牆模及部份水平模板。	○搬運另一L牆單元(未依本研究流程步驟)。
	9:20	○拆除牆模及部份水平模板。	○工作流程討論。
	9:40	○拆除牆模及部份水平模板。	○拆除組外牆。
	13:50	○搬運模板。	○拆除組外牆。
	14:35	○搬運模板。	○由翻譯解說工作流程及方法。
	15:20	○拆除陽台及欄杆模板。	○組立上層外牆。
	16:10	○拆除陽台及欄杆模板。	○拆除下層樑模。
17:30	○下班。	○下班。	
第三天		○上班。	○星期日休假。
第四天	9:00	○組外牆模。	○請現場監工焊製材料堆置架。 ○工人組立牆模。
	14:00	○組外牆模。	○材料堆置架焊製完成。 ○請現場工人依順序擺放及組立。
	15:30	○組外牆模。	○找尋適用牆模。
	16:10	○組外牆模。	○下大雨未施工。
第五天	9:00	○組樑模。	○組牆模。
	10:30	○組樑模。	○該工作組一人去焊接尺寸變化的材料。
	14:15	○組樑模。	○一人去找料。 ○尺寸變化處，進度受影響。
	16:10	○組樑模。	○組樑底模及樑側模。
第六天	8:00	○組樑模及搬運。	○組立窗台。
	11:00	○組樓版模。	○組立窗台。
	13:30	○組樓版模。	○拆樓版模。
	16:20	○組樓版模。	○模板拆除及清理完畢。
第七天	8:30	○樓版組立。	○搬運樓版模材料。
	10:10	○樓版組立完成。	○組完半戶。 ○一人下層找料。
	12:00		○樓版組立完成。

◻ : 差異時間

4.1.3 改善方案之特性討論

在現場生產力方面，首先由於已建立一明確的工作流程。施工時，施工人員祇要依改善的工作流程施作即可消除現行施工現場零亂的情形，進而增進搬運及組裝時的效率，如圖 4.5 所示。而現場佈置合理化後也減少了組裝時翻料找料等非必要的工作。最後，人員編制的改善後，剔除了非工作中閒置及等待的比率。關於現場生產力的量化效益如 4.1.4 節所示。



圖 4.5 改善後之現場佈置及人員編組

在工期節省方面，首先改善後由於利用人員編組的調整，以不增加人力的方式增加工作面，而工作面的增加將可縮短要徑時間。其次，經由生產力的改善，減少找料時間，及空手等待時間，將可避免要徑時間的延遲。

在施工品質維護方面，改善後，確實執行清理模板之作業，將可避免因模板清潔不佳所造成漏漿的問題。另外，工作流程的安排合理化後，將可確實水平模板的拆模時間在規範所規定的 40 小時內而確保結構體的強度。

在施工安全因素方面，由於改善前工地工人未確實安排工作流程，致使工地現場凌亂，阻礙通行。模板工人為縮短行程，常攀爬鋼管施工架，險象環生。經由改善後確實執行標準工作流程，將模板按順序擺放，配合工作動線方便工人之通行及拿料。在改善工作環境後，方便作業進行，且增加施工場所之安全性，保障作業人員之生命安全避免造成無謂的工地危險。

4.1.4 改善方案之量化分析

在現場生產力改善方面，改善前五分鐘評估記錄分為工作、非必要性工作、非工作等三部分。改善後因清理模板有利後續作業之進行，且搬運動作大多為 3 公尺以下的短距離搬運，故將清理模板、搬運等作業歸納至工作項。現就改善前後模板工程各項作業之整體統計差異比較敘述如下。改善後評估記錄統計資料請參閱附錄二。

在人員編組方面，採用三人工作小組兩個工作面之人員配置方式進行，二人負責組拆模、一人搬運及清理模板，以減少等待時間及同一工作面多人相互干擾之現象。其改善前後之工作比率比較如表 4.4 所示。由表中工作及非工作比率可知，改善後樑底模組立之工作比率 78%、非工作比率 22%，拆樑側模之工作比率 87%、非工作比率 13%，而牆模組立之工作比率 79%、非工作比率 21%，由統計結果可知工作比率有明顯提升之情形，而非工作比率則大為下降，足見在人員編組方面以三

人一組，二個工作面同時進行的作業方式，較具經濟效益，明顯減少等待時間及相互干擾之情形，增加工作效率。

表 4.4 改善前後工作比率比較表

4/15改善前(三人組，一個工作面)		5/30改善後(三人組，二個工作面)	
工作	14%	工作	78%
非必要工作	29%		
非工作	57%	非工作	22%
4/11改善前(二人拆模作業)		5/27改善後(三人拆模作業)	
工作	44%	工作	87%
非必要工作	13%		
非工作	43%	非工作	13%
4/12改善前(二人組立作業)		5/30改善後(三人組立作業)	
工作	47%	工作	79%
非必要工作	18%		
非工作	35%	非工作	21%

在工作流程及現場佈置方面，改善後減少現場堆置大量凌亂模板所造成工作動線不佳、找料及等待時間增加等現象，使得外牆、版模等拆組作業之非工作比率有明顯降低，僅佔 10～12%，減少閒置人力、提升工作效率。如表 4.5 所示。

表 4.5 生產力效益

5/27外牆拆組(三人工作組)		5/31版模拆組(三人工作組)	
工作	88%	工作	90%
非工作	12%	非工作	10%

在整體效益評估方面，根據表 4.6 的現場試作記錄表的工作時間統計，可知改善組在扣除星期天休假、工作流程討論、找料時間等差異時間後，改善組及未改善組的平均工率分別為 0.162 人日/m²及 0.089 人日/m²。

表 4.6 工率差異分析表

	未改善組(四人)	改善組(三人)
試作天數	6.5	6.5
出工時數(分鐘)	3510	3510
總出工時數(分鐘)	14040	10530
差異時數(分鐘)	750	3260
實際施工時數(分鐘)	13290	7270
實際施工時數(小時)	221.5	121.2
模板施工面積(m ²)	171	171
平均工率(人日/m ²)	0.162	0.089

4.2 工程規劃控制之技術發展策略

一般的施工規劃中為縮短整體工期，可採用兩種不同的策略。第一種策略係單純的在要徑作業上增加工人及設備來縮短各要徑作業的施工時間。此種方法雖然相當常用，但由於現場中同時需容納大量的工人與設備，常導致彼此間相互干擾而造成生產力低落且成本急速上升。第二種策略係以多重工作面同時平行展開作業的方式來減少要徑作業或縮短要徑作業所需時間，亦即透過良好的施工規劃，將一部份要徑作業移至其他非要徑位置以平行或提早施工(14)。

由於模板的組立為要徑作業作業之一，縮短在要徑上的模板組立作業時間則可縮短整體施工時間。依據前段所敘述的原則，欲縮短要徑上的模板組立作業時間，可以增加模板工人同時施工來縮短現場模板組立所需要的時間。這種方法除在短期間內需調集大量的技術工人外，也可能因過多的工人間彼此干擾造成生產力的損失。更重要的是，根據文獻顯示，普通工人

到達一個新的工作環境除其本身需適應的時間外，也需耗損管理人員的時間(14)。這也是一般工程規劃時考慮將人力資源拉平的重要考慮因素。因此，在以整體工期之規劃控制觀點來檢討縮短模板組立作業時間的考量方向，必須避免增加技術工人需求及減少生產力損失。

根據表 3.6 的框式模板現況問題分析資料顯示，造成工期及資源浪費的原因，除了現場生產力的無法提昇而影響工率外，主要還有以下的因素。首先，相關作業的配合能力不足造成模板作業的等待，例如現場鋼筋作業組立人員不足，鋼筋組立作業或工作架組立作業進場時間的延遲等。其次，為現場管理人員在尺寸造型變化前，未提前準備材料亦會造成現場施工時的找料時間。最後，現場在模板組立完畢，混凝土澆置前，工人大多為閒置時間，造成此項生產力降低的原因，主要在於現場各棟間之施工作業為相互獨立，在系統模板作業完畢後並沒有將此閒置的人力資源充份利用。

由以上造成系統模板工期及資源延誤的原因，本研究利用工程規劃與控制的技術，擬定了現行施工方法、分區循環施工在規劃與控制的發展策略。

4.2.1 現行施工方法的規劃與控制策略

根據以上系統模板在工期及資源控制不當的問題，為縮短現行施工方法的要徑時間，本研究擬定了縮短工期的三個策略。首先利用多重工作面的展開以縮短要徑時間。其次，將部份要徑時間作業移至閒置時間。最後則建立工程規劃控制檢核

表以避免工程控制不當所造成的延誤。

在多重工作面的展開方面，本研究在 4.1 節利用工人編組的改變，將二個二人工作組二個工作面調整為一個三人工作組二個工作面，經試作結果已明顯達到降低工率及節省人力的效益。因此本研究依此工人編組原則，在維持原作業工人的狀況下利用工作面的增加以減少整體要徑時間。以現行施工三十六個工人十八個工作面為例，經由此一工人編組的改變將可提昇為二十四個工作面，可提昇約 1/3 的工期。

在部份要徑時間作業移至閑置時間方面，根據現場之調查資料顯示，工人在混凝土澆置期間，閑置的時間非常多，有部份工程師則將此段時間的工人移去別棟支援組拆的作業，雖然以此方法可以避免工人的閑置，但是根據第三章之生產力調查資料顯示，多人在同一工作面時將由於工作量不足而互相干擾。因此本研究建議，應利用此段閑置時間，去準備下一循環尺寸變化的材料，以避免因找料而影響整體要徑時間，根據表 3.4 的資料顯示，在拆組的總時間 10530 分鐘中，有 870 分鐘的時間是在找尋適當材料，經此工作程序的調整將可剔除在尺寸變化時要徑上 8% 的時間。

在建立工程規劃控制檢核表方面，根據調查資料顯示，由於工程控制不當而影響工程進度的原因，主要在於某些相關作業的進場延遲，及現場工程師未事先的將尺寸變化位置的尺寸告知模板工人，因此造成在要徑時間上模板工人討論及找料的時間。因此本研究建議應建立現行施工方法的控制檢核表，在此檢核表中明確的訂定作業的開工、完工期間，各相關作業的

進場時間等相關的查核點。

4.2.2 分區循環施工的規劃與控制策略

在現行施工方法造成工期延誤的原因中，相關作業的配合能力不足而造成進場時間的延遲，根據現場日報表資料顯示其造成單層要徑所需時間的延遲平均約2-3天。為了改善此項造成要徑時間延遲的原因，除了應建立標準網圖以查核相關作業的進場時間，以避免因工程師的控制不當而影響工期外。根據現況調查資料顯示，在現行的施工方法中，其它相關作業皆是配合系統模板的作業，因此相關作業的作業時間皆非連續的每天施工，造成相關作業之人力無法拉平，在部份時間可能閑置的時間非常長，有時又因為二、三棟間的作業時間相近，而造成作業時間非常的緊迫。根據以上的問題，本研究乃建議在系統模板施工時應採用分區循環施工的方式。

分區循環施工，係將工廠生產模式運用到現場，作業人員每天反覆從事同一種作業內容，使達到勞務平均化，作業標準化，縮短工期，提高生產力之目標。為了達到預期目標，必須事先要有綿密計畫，使作業能夠順利推展之管理方法（30）。此外，所定作業量以能於一天的作業循環中予以完成為原則。

分區循環方式可分為在同一棟間分區及在不同棟間分區施工，根據現場資料顯示，本工程在規劃初期，即以同棟間的分區施工為規劃重點，但是因同棟分區循環施工將造成垂直施工縫的問題，由於業主不同意而造成此項計畫的停擺。因此本研

究在現階段乃以不同棟間分區循環施工為規劃的重點。

本研究分區循環施工規劃的原則，首先利用現行施工方法的標準網圖，決定結構體單一循環的天數為八天。為配合此項方案在大型的集合住宅工程將以八棟為一分區循環施工的工區。其次，由標準網圖中每天的作業項目決定各分區每天需進場的工作組，如表 4.7 所示，在特殊造型如木模、樓電梯等作業則保留現行作業方式施工。最後，根據改善方案及現場所提供的工率資料再乘以施工的作業量即可求出各作業在各分區所需投入各工作組的人力，計算出的人力資料如表 4.8 所示。

在確立分區循環施工每天的作業項目與所需投入的人力後，各工作組即可依分區循環施工的原則，每天在各棟間反覆從事同一種作業內容。在施工時，由於模板作業與相關作業每天的作業皆標準化，現場工程師將可完全將現行相關作業配合不佳而造成工期延誤的現象剔除。而相關作業配合廠商也因為人力拉平而減少現行施工方法人力資源管理困難的損失。而現場施工人員由於作業單純化及每天重覆相同的作業，將可避免組裝錯誤的現象。

為避免分區循環施工的各方面優勢，因管理控制不當而造成工期的延誤。採用分區循環施工需要有幾個值得注意的地方。首先，有些相關作業的配合可能需要變更傳統的發小包方式，因此發包計畫皆需提前辦理。其次，在非標準層或尺寸變化的位置，應配合 4.3 節模矩配合系統施工圖的繪製，使得工人能按圖施工避免由於尺寸及作業環境的變化而影響生產力。最後，由於分區循環施工是以工廠生產線的模式進行，因此現

場在某個分區的延遲，便可能造成整個循環工區的延誤。所以在整個分區循環施工的控制上，需要以一完善的管理控制系統以避免此種損失發生。

最後，根據現場調查資料顯示，本工程的外牆裝修作業是在結構體完成後才開始進場作業，外牆裝修作業便成為整體工程的要徑時間。因此，本研究建議在整體工程的規劃控制上，當結構體施工完成約二至三層時，便可以充份利用系統模板尺寸精度高及施工後的鑄面品質不需打石及粉刷的特色，使得外牆裝修作業可以進場施工。根據初步分析統計，由此整體工程規劃控制的改善將可縮短整體工期約三個月的要徑時間。

表 4.7 分區循環施工每天所需投入之工作組

工程 \ 分區	第一區	第二區	第三區	第四區
模板	*L1內牆拆除搬運 *L2內牆拆除	*外牆搬,拆,組	*L1內牆組裝 *L2內牆搬運組裝	*樑模及樓板模 拆,搬,組
鋼筋	*柱,牆筋吊放	*柱,牆筋綁紮		
水電		*柱牆水電工配管(1)	*柱牆水電工配管(2)	
其它	*放樣 *鷹架架設			
工程 \ 分區	第五區	第六區	第七區	第八區
模板	*柱角材加強	*樑角材加強 *框架支撐加強	*水平垂直調整	*現場環境清理 *顧模
鋼筋	*梁板筋吊放	*下層版筋組立	*上層板筋組立	
水電	*樓版水電工配管(1)	*樓版水電工配管(2)		
其它				*混凝土澆置

表 4.8 分區循環施工人力資料表

工區	工作組	工率	數量	工作時數	規劃工時	建議人數	備註
一	放樣工	0.022 單位,時/m ²	734.6 m ²	16 unit.hr	8	2 unit	◎
	模板工(拆內牆L1)	0.281 人,時/m ²	187.3 m ²	52.6313 man.hr	4	13 man	
	模板工(撤內牆L1)	0.058 人,時/m ²	187.3 m ²	10.8634 man.hr	1.5	7 man	
	模板工(拆內牆L2)	0.281 人,時/m ²	187.3 m ²	52.6313 man.hr	2.5	21 man	
	模板工(樓梯及電梯組立)	0.125 人,時/m ²	32 m ²	4 man.hr	8	2 man	○
	鷹架搭設	0.016 單位,時/m ²	734.6 m ²	4 unit.hr	8	1 unit	◎
二	垂直鋼筋材料吊放	0.267 單位,時/t	30 t	8 unit.hr	8	1 unit	◎
	撤拆組外牆	0.389 人,時/m ²	385 m ²	149.765 man.hr	8	19 man	
	繫桿清潔					2 man	○
	垂直鋼筋組立	0.667 單位,時/t	30 t	20 unit.hr	6	3 unit	◎
三	水電配管	0.011 單位,時/m ²	734.6 m ²	8 unit.hr	8	1 unit	◎
	模板工(樓梯及電梯組立)	0.125 人,時/m ²	32 m ²	4 man.hr	8	2 man	○
	組立牆模L1	0.281 人,時/m ²	187.3 m ²	52.6313 man.hr	4	13 man	
	搬運及擺放L2	0.058 人,時/m ²	187.3 m ²	10.8634 man.hr	2	5 man	
四	組立牆模L2	0.281 人,時/m ²	187.3 m ²	52.6313 man.hr	2	26 man	
	模板工(樓梯及電梯組立)	0.125 人,時/m ²	32 m ²	4 man.hr	8	2 man	○
	撤拆組樑模	0.27 人,時/m ²	871.2 m ²	235.224 man.hr	4	59 man	
	撤拆組版模	0.317 人,時/m ²	734.6 m ²	232.8682 man.hr	4	58 man	
五	木模					6 man	○
	木模					20 man	○
	柱加強					20 man	○
	樑筋吊放	0.114 單位,時/t	35 t	4 unit.hr	2	2 unit	◎
	樑筋組立	0.114 單位,時/t	35 t	4 unit.hr	6	1 unit	◎
六	模板工(樓梯及電梯組立)	0.125 人,時/m ²	32 m ²	4 man.hr	8	2 man	○
	水電工配管版1	0.005 單位,時/m ²	734.6 m ²	4 man.hr	4	1 man	
	木模					6 man	○
	木模					20 man	○
七	夾樑支撐加強					10 man	○
	下層鋼筋網鋪設	0.571 單位,時/t	7 t	4 unit.hr	8	1 unit	◎
	水電配管版2	0.011 單位,時/m ²	734.6 m ²	8 unit.hr	8	1 unit	◎
八	木模					6 man	○
	水平垂直調整					8 man	○
	上層鋼筋網鋪設	0.571 單位,時/t	7 t	4 unit.hr	8	1 unit	◎
八	混凝土澆置	0.015 單位,時/m ³	260 m ³	4 unit.hr	8	1 unit	◎
	現場環境清理	0.011 單位,時/m ²	734.6 m ²	8 unit.hr	8	1 unit	◎

備註: ◎工率單位為"單位,時"以現有出工數為一單位計之
○現場工程師建議值

4.3 物料管理之技術發展策略

根據第三章的現況問題分析資料顯示，由於現場之組合材料尺寸繁多。在物料供應上由於沒有專人有系統的去掌控現有材料的數量及存放位置，因此造成現場在尺寸變化及管理人員未事先準備的情形，施工時還要到料場找料。在找完模板後，

各棟堆置大量尺寸變化後不符合需求的模板，而這些模板由於沒有適當的登錄管理，使得各棟在下一次找料時，因為在料場找不到所需尺寸的材料而裁切模板。另外，工人在遭遇尺寸變化時有大部份的時間在討論材料尺寸的配合及找尋合適的材料，甚至重新組裝裝錯的模板。因此，本工程在欠缺物料管理的情形下，已造成許多材料不必要的裁切及要徑時間的浪費。

針對以上系統模板在現場由於物料管制不當所發生的問題，本研究乃建議施工單位應重新檢討物料管理系統的建立及現行材料在模矩配合的問題。以下乃針對物料管理系統及模矩配合系統二個物料管理之技術發展策略討論說明。

4.3.1 物料管理系統

本研究分析造成現場材料因無法掌控而造成裁切的問題，主要在物料管理上沒有一個有效率的管理系統。經過本研究與現場工程師的討論，根據存貨管理學理論的應用（31），期望能達成材料適時、適地、適量、適貨的供應。以適切的降低不當的材料損傷並適切的減低儲存、損耗及運配的成本。本研究利用管理資訊理論，建立了一套系統模板在存貨管理的應用系統，由於已建立在第五章系統模板技術發展資訊系統，因此在此便不再贅述。

4.3.2 模矩配合系統

根據現場調查資料顯示，在模板材料配合方面，當結構尺寸變化時，現場工程師在分析結構圖尺寸變化的位置及尺寸後，便以口述的方式告知模板工人。由於語言溝通不佳及模板工人的技術性不足，經常有組裝錯誤及不當裁切的現象發生。為解決系統模板以上材料配合上的問題，本研究擬定了配料系統資訊化及系統模板模矩尺寸檢討的策略。

在配料系統資訊化方面，本研究建立了一套根據現有物料管理資料庫的庫存材料，以組合現行施工單元所需材料的配料系統。首先，此系統經由物料管理資料庫的材料資料，將可確實運用現有材料以避免呆料及因為找不到適合尺寸材料的不當裁切。其次，在輸入施工單元的尺寸條件後，即可列出該單元的施工圖，而此施工圖即可做為工程師與模板工人的溝通工具，將可避免現行溝通不良及組裝錯誤的問題。此系統在排列完後將可顯示目前排列組合中所欠缺的材料尺寸，經過此一功能的設定，經過統計後將可提供系統模板規劃工程師，對於欠缺的材料進行採購，或以其它替代方案填補此欠缺的材料。關於配料資訊系統雛形的建立過程，將在第五章系統模板技術發展資訊系統討論。

4.4 模板成本控制的發展策略

4.4.1 模板系統之成本分析模式建立

依據成本效益分析理論及模板施工作業中實際之狀況，每單位面積模板之施工成本可以每單位面積模板作業中固定成本的分攤及其所需之變動成本兩大部分（2）。其中固定成本係指模板材料購置成本、配合施工而自行購置機具成本及施工準備費用等，於實際施工前已投入之經費，在有效產能範圍內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。對於每單位面積模板所需分攤的固定成本，應包含模板材料購置成本分攤、配合施工而自行購置機具及固定設備成本分攤及施工準備費用之分攤等三項。而變動成本係指成本中，隨每單位生產量所需支出之費用。在每單位面積模板作業中之變動成本則包括直接人工費用、機具使用費、消耗性材料費用及現場施工管理費用等。

根據本個案進行調查訪問顯示。由於本工程為鋁製的框式模板，因此現場在模板施工時完全以人力搬運及手組的方式施工因此在模板的施工成本中便少了配合施工的機具成本及機具使用費的支出。以下乃就固定成本中的模板材料購置成本、施工準備費用，變動成本中的直接人工費用、消耗性材料費用及現場施工管理費用等分別加以說明。

一、固定成本的分攤

在材料購置費用方面，其採購模板材料面積為27500平方公尺。依個案廠商所提供資料顯示，其材料購置費用為7280元/m²，合計其材料購置總經費約為二億元。其中框式模板組件之耐用次數依據模板代理商的建議值為200次。至於預埋鐵件及螺栓等一次性的零件則列於變動成本類中之消耗性材料討論。

在施工準備費用方面，根據營造廠商提供之資料顯示管理顧問費、模板設計圖、施工計畫等作業的單位面積成本為4576元/m²，合計所需費用一億二千五百萬元。根據現場工程師提供資料顯示，由國外進口之運費費率已包含在模板單價內，而關稅則為材料及運費總合的4%。因此固定成本的單位面積成本約為12330元/m²，如表4.9所示。

表 4.9 模板固定成本統計表

固定成本	購置成本	模板的單價(元/m ²)	7280
		模板購置的數量(m ²)	27500
		模板可使用的次數	200
		工程中模板施工的總面積(m ²)	219081
		在本工程內轉用的次數	8
		運費及保險費費率	內含
		模板組件平均進口關稅稅率	4%
		準備費用	管理顧問費用單價(元/m ²)
		模板設計、施工圖、施工計畫費之和	內含
		固定成本合計(元)	339081600
		固定成本平均(元/m ²)	12330

二、變動成本

本研究為探討不同的施工成果對變動成本的影響，乃選取該工程中三個不同時期的施工個案及本研究所執行的改善方案進行分析比較。

在人工成本方面，計算直接人工成本時須建立每單位面積模板施工所需工率及工資率兩個部分的資料。在工率的部份，方案一其施工天數為14天/層，模板施工面積為2540m²/層，出工總人日為341.5人日/層，計算出其工率為0.13人日/m²，平均人工成本為161元/m²。方案二其施工天數為16天/層，模板施工面積為2487m²/層，出工總人日為382.5人日/層，計算出其工率為0.15人日/m²，平均人工成本為185元/m²。方案三其施工天數為11天/層，模板施工面積為2613m²/層，出工總人日為401.1人日/層，計算出其工率為0.15人日/m²，平均人工成本為184元/m²。改善方案其施工天數為8天/層，模板施工面積為2500m²，出工總人日為288人日/層，計算出其工率為0.11人日/m²，平均人工成本為138元/m²。在工資率的部分，根據調查訪問的資料顯示工地雇用泰籍勞工，其每人每日工作8小時之基本工資為500元，另需管理費700元，總計需1200元(2)。加班時僅有基本工資部分增加，管理費不增加。

在消耗性材料成本方面，根據廠商提供之資料顯示，本系統模板其每一樓層消耗性材料成本約為二萬元，平均每平方公尺消耗性材料成本為8元。

在現場管理費用方面，經廠商日報表統計結果顯示，以上四個方案之模板每平方公尺需分攤之現場管理費用為9元、11元、7元及5元。

將此四個方案每平方公尺所需之變動成本彙整如表4.10及圖4.6。在未計算初始成本利率的影響下，將固定成本分攤之資料加總後列如圖4.7。

表 4.10 各方案每單位面積所需變動成本

		項目	方案一	方案二	方案三	改善方案
施工資料		施工天數(天/層)	14	16	11	8
		模板施工面積(m ²)	2540	2487	2613	2500
變動成本	人工成本	出工總人日	341.5	382.5	401.125	288
		工率(人日/m ²)	0.13	0.15	0.15	0.1152
		基本工資率(元/人日)	500	500	500	500
		管理費用(元/人日)	700	700	700	700
		平均人工成本(元/m ²)	161	185	184	138.24
		消耗性材料	消耗性材料(元/層)	20000	20000	20000
		消耗性材料(元/m ²)	8	8	8	8
	施工管理	工程師出工總人日	14	16	11	8
		工率(人日/m ²)	0.0055	0.0064	0.0042	0.0032
		平均工資及管理費用(元/人日)	1667	1667	1667	1667
		平均人工成本(元/m ²)	9	11	7	5
	平均變動成本(元/m ²)			178	203	199

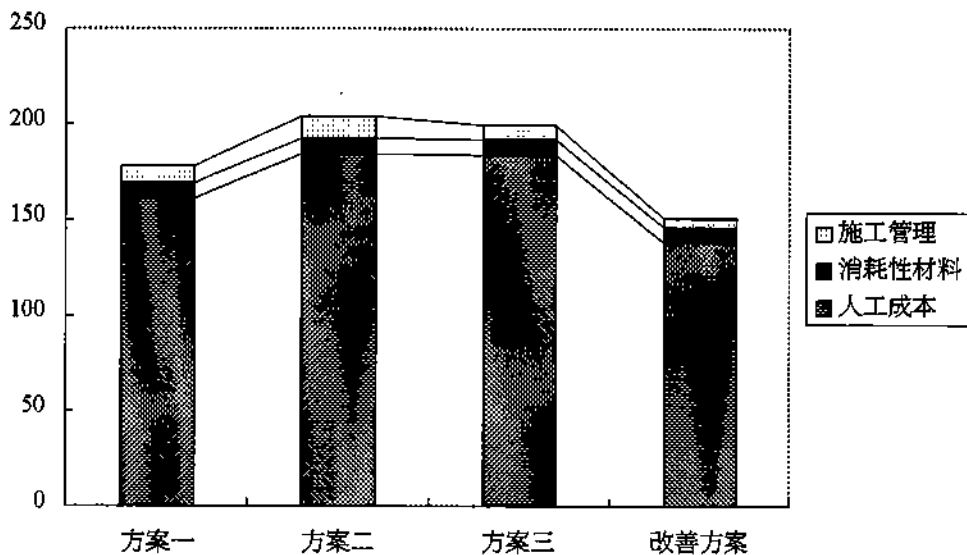


圖 4.6 各方案每單位面積所需之變動成本結構圖

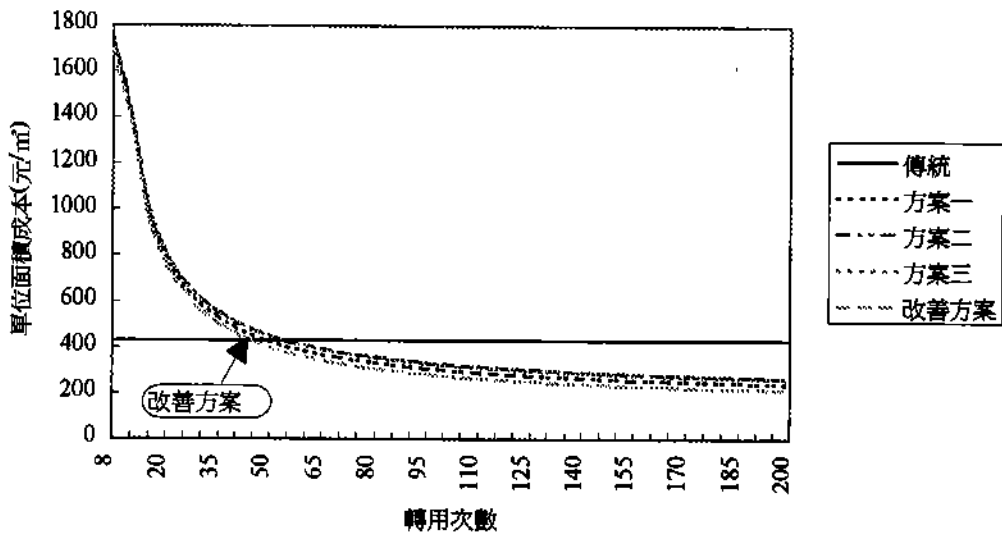


圖 4.7 每單位面積模板施工成本與可轉用次數間之互動關係

根據以上固定成本及變動成本的計算，本研究利用投資效益評估的當量分析理論（32）。將系統模板的固定成本及變動成本代入公式 4.4 的計算式中。其中，未知數 N 值為攤提模板初始固定成本支出的轉用次數， PW 為單位模板施工面積的初始固定成本支出， A 為單位面積模板總成本減單位面積變動成本即為每次轉用所需攤提之固定成本， i 為年利率乘以某方案每次轉用工期再除以 365 天所求出的轉用期間利率。

根據以上的公式，求出各方案在加入利率條件後，每單位面積模板承包價格達到償還初始購置成本支出的轉用次數關係，如圖 4.8 及表 4.11 所示。

$$PW = \sum_{j=0}^N A_j (1+i)^{-j} \quad (\text{公式 4.1})$$

其中：

PW ：現值

A：第 j 期期末所發生的現金流量

i：折現率

N：期數

上式亦可改寫成

$$P=A(P/A, i, N') \quad (\text{公式 4.2})$$

其中， N' =方案之還本期，進一步簡化，可變成：

$$P/A=(P/A, i, N') \quad (\text{公式 4.3})$$

由於 $N'=P/A$ ，所以，

$$N'=(P/A, i, N') \quad (\text{公式 4.4})$$

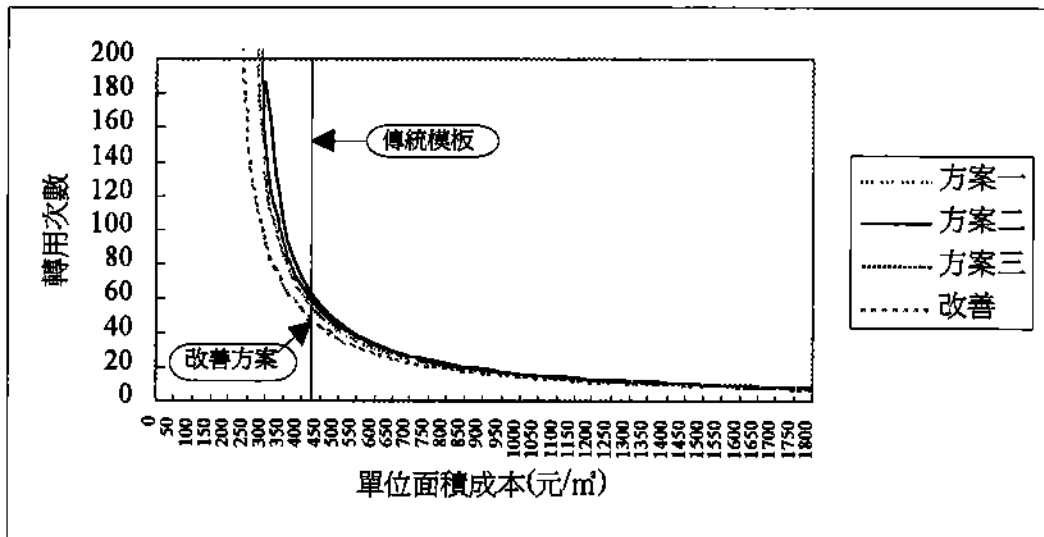


圖 4.8 每單位面積模板承包價格與轉用次數間之互動關係

表 4.11 單位面積成本與轉用次數關係

模板成本	方案一	方案二	方案三	改善
1800	8	8	8	8
1750	8	8	8	8
1700	8	8	8	8
1650	9	9	9	8
1600	9	9	9	9
1550	9	9	9	9
1500	10	10	10	9
1450	10	10	10	10
1400	10	11	10	10
1350	11	11	11	10
1300	11	12	11	11
1250	12	12	12	11
1200	12	13	13	12
1150	13	13	13	13
1100	14	14	14	13
1050	15	15	15	14
1000	15	16	16	15
950	17	17	17	16
900	18	18	18	17
850	19	20	20	18
800	21	22	21	19
750	23	24	23	21
700	25	26	26	23
650	28	29	29	25
600	31	33	32	28
550	36	39	37	32
500	41	46	44	37
450	50	56	53	43
431	54	62	58	47
400	63	73	68	53
350	84	105	94	67
300	128	186	152	92
296	134	199	161	95
281	161		201	107
266	201			124
250				147
228				201

本研究根據以上單位面積成本與轉用次數關係的分析，進一步探討在同一施工條件下，不同的單位面積模板承包金額或閑置時間對淨現值的影響。

首先，假設分析的施工條件為改善方案的施工成果，工期八天一層，每單位面積模板的變動成本支出為 152 元/m²。施工時八棟同時施工，每棟層數為 15 層，模板的施工面積為 2500 m²/層。模板的轉用次數為 50 次，計算出其模板施工總面積為 1375000 m²，總施工工期約 19 個月，每月完成模板數量約為 75000 m²/月。

在不同的單位面積模板承包金額對淨現值的影響分析方面，經由以上的施工條件假設下，單位面積模板承包金額由 350 元/m²至 1000 元/m²時，淨現值呈現線性關係的由負債的七仟九佰萬至盈餘七億四仟七佰萬元，如圖 4.9 所示。

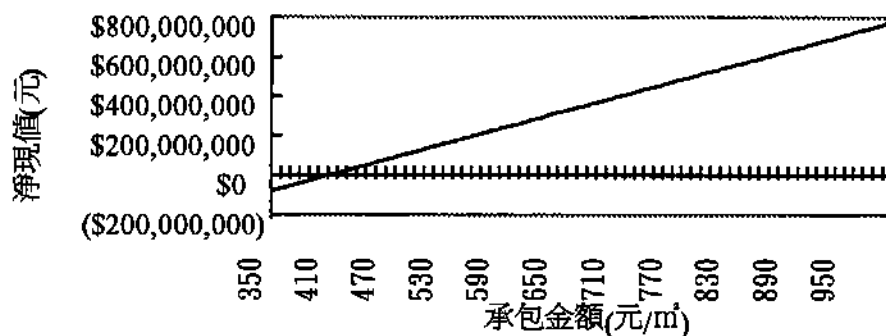


圖 4.9 單位面積模板承包價格與淨現值的關係

在閑置時間對淨現值的影響分析方面，假設現有一方案甲以傳統模板的 431 元/m²為模板的承包價格其模板轉用期間材料並無閑置時間，並代入公式 4.1，以現有試算表軟體計算出其淨現值約為二仟七佰萬元。另一方案乙假設其模板轉用期間有三個工程，每個工程施工六個月後有三個月的閑置時間並代

入公式 4.1，以現有試算表軟體計算出其淨現值約為一仟八百萬元。方案乙由於閑置時間的影響將損失約九佰萬元。

4.4.2 系統模板成本控制策略擬定

由本個案模板成本量化分析資料顯示，轉用次數對模板成本影響極大。因此，系統模板成本的控制策略，首先便是在材料使用期間重視材料的保養維護，以提昇模板耐用次數，降低初始固定成本的攤提費用，如 4.4.1 節圖 4.8 所示。其次，在模板材料耐用次數範圍內，盡量降低模板達到償還初始固定成本支出的攤提次數。而降低初始固定成本攤提次數的方法可分別從縮短工期降低工率及提高模板承包價格二方面來探討。最後則是減少轉用次數期間材料的閑置時間。以下乃就如何的縮短工期降低工率、提高模板價格及減少模板轉用期間材料的閑置等成本控制策略討論說明如次。

一、縮短工期及降低工率

根據 4.4.1 節表 4.11 之資料顯示，各方案在不同的施工成果下，達到與傳統模板相同成本的次數分別為 47 次至 62 次，相差的次數為 15 次。其差異的影響大約為需增加二次與本個案相同規模的工程。而造成各方案轉用次數差異的主要原因為方案施工條件中工期影響了利息支出與現場管理的費用，而工率則影響變動成本中佔最大比例的人工成本費用支出，如圖 4.6 所示。因此，為加速模板達到經濟轉用次數，首先可從降低施工

工率與縮短每循環所需時間兩個方向來探討。這二方面的技術可分別利用營建生產力及工程規劃控制等管理技術來達成，由於在4.1及4.2節已有說明在此便不再贅述。

二、提高模板承包價格

由4.4.1節圖4.9模板承包單價與淨現值關係圖顯示，不同的模板承包單價將影響投資的淨現值利潤。而圖4.8的模板承包單價與轉用關係顯示，提高模板的承包單價將可減少初始購置成本的攤提次數。因此，以下乃就建築投資報酬計算及混凝土鑄面品質等方向探討如何的提高模板承包單價。

在建築投資報酬計算方面，本研究根據國立臺灣工業技術學院碩士論文「建築個案投資風險分析」(33)中之方法以推算使用本個案系統模板，由於改善方案的工期縮短對建築投資淨現值的影響。

該研究主要乃利用風險管理之理論，對建築投資作一系統化之評估，其時間範圍界定於建築投資期限內，也就是起於購買土地支付第一筆土地價款時，至餘屋完全售出收取最後一筆款項止。該研究的價值模型主要因可分為固定成本、變動成本、營業收入及非營業收入等四大項，如圖4.10所示。該個案之土地基本資料、法令限制、規劃設計、投資期限概要如表4.12所示。

該工程在規劃時是以鋼骨結構配合傳統鋼筋混凝土施工，根據該個案提供資料顯示，以傳統模板施工每層模板佔要徑時間約為九天。該工程在使用系統模板後，根據4.3節工程規劃

與控制之技術發展策略資料顯示，每層模板要徑時間將可由原傳統模板的九天縮短為四天，總樓層約可縮短三個月的工期。將工期條件輸入該研究的現金流量表後，約可增加三仟七百萬的淨現值。由該工程 43500 m²的模板施工總面積，平均每單位面積模板約可增加 834 元/m²的效益。

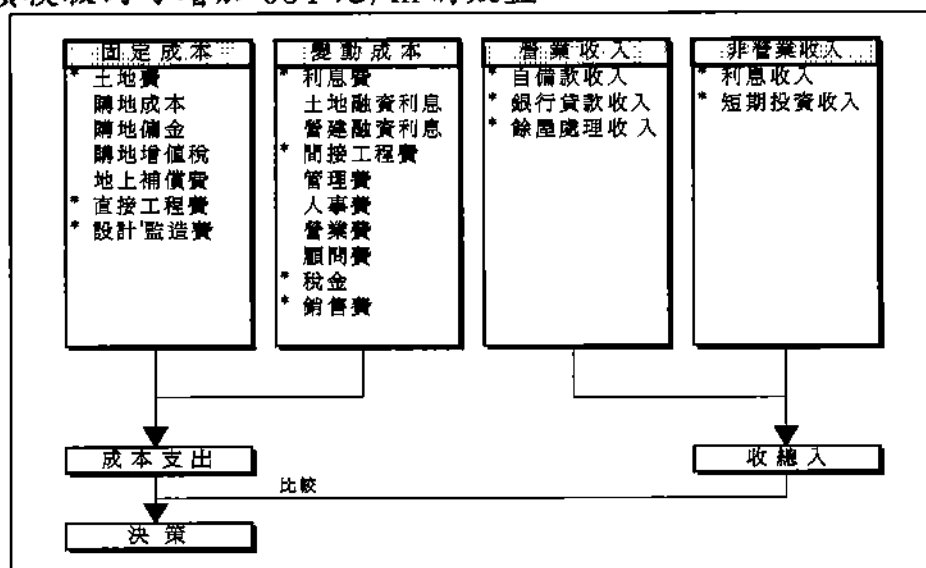


圖 4.10 建築投資分析初步價值模型 (資料來源:參考文獻 33)

表 4.12 建築投資分析個案概要

項目	說明			
土地基本資料	基地位置	台北市松智路	臨路寬度	15M, 8M, 8M
	基地面積	1010坪		
法令	使用分區	純住宅區	容積率	200%
	建蔽率	50%	開放空間獎勵	200%*20%
	特殊規定	須都市設計審議	特殊規定	不適用停獎
規劃設計	建築面積	158.5坪	總樓地板面積	3667坪
	設計樓層	地上:18層, 地下:2層	總銷售坪數	3086坪
	停車位數	66部	構造:	傳統SRC
	建物高度	58.5M	開挖深度	8.6M

(資料來源:參考文獻 33)

在脫模後的鑄面品質方面，由於傳統木模板施工後之尺寸精度與表面平整度不良，需經由打石初步修正尺寸精度，再以

水泥砂漿粉光將表面整平才能進行後續之裝修作業。依據現場調查訪問瞭解打石及後續水泥砂漿粉光之工料費用平均於面板施工面積約為300元/m²。而本個案之鋁質框式模板由於鑄面品質良好，因此脫模後在批土後即可直接進行後續的裝修作業。由於剔除了打石及後續水泥砂漿粉光的費用，因此每單位面積結構體平均可減少300元/m²的施工成本。

由以上的分析資料顯示，使用本個案系統模板就建築投資者而言將可由於縮短要徑時間而增加淨現值的收入，而營造廠也可因節省打石及粉刷的費用而降低成本，因此營造廠基於以上的條件，應可適度的提高系統模板承包單價以縮短初始固定成本的攤提次數。由4.4.1節表4.11之資料顯示，在改善方案的施工條件下將模板的承包單價調整為750元/m²，則達到攤提初始固定成本的轉用次數可降為21次。而圖4.9資料顯示，該方案之承包金額為傳統模板431元/m²時淨現值約為二仟五百萬，當承包金額為加上粉刷費用後的731元/m²時淨現值則可增加約為四億一仟九百萬。

三、減少轉用期間材料的閑置

根據調查資料顯示，不同的工期條件將影響轉用次數及建築投資的投資報酬率，但是當同樣工期條件的轉用次數下若因為工程結束後太長的閑置時間將影響系統模板的投資淨現值，如4.4.1節之分析所示。但是由於每個營建作業循環時間較長，無法在短期間內單純的由短期的大工程來達成。因此，為減少在轉用材料期間因為材料的閑置，而影響投資淨現值。營

造廠除了積極承攬大型的工程以減少閑置外，亦可利用成立模板承包公司或租賃的方式以擴散材料的使用率。

就小型規模營造廠在採用新材料的立場而言，根據調查資料顯示，本工程系統模板平均的轉用次數為8次。但是根據表圖4.8資料顯示，系統模板在轉用約50次後成本才會低於傳統模板，因此轉用次數要大於50次後才有採用系統模板之經濟效益。因此，當該工程結束後，為達到預計之使用次數，在下一工程前，勢必需要準備一筆模板處理之費用。例如，模板構件之拆除搬運、模板材料之儲存管理費用及下一工程前之搬運費等。因此小規模營造廠在經濟條件及承攬能力不足的影響下，多數沒有能力使購買的系統模板達到經濟轉用次數。

為免除上述之缺點，根據內政部建築研究所「集合住宅施工自動化個案研究二」（34）指出，在EIW系統模板個案乃採用租賃系統模板之部份非消耗性材料的方案，而採用租賃方案的優點有：降低採用新工法或在毫無使用經驗時之風險，避免設備過時被淘汰的風險，可提供營造廠商在小規模或轉用次數少的工程使用系統模板，剔除營造廠商在工程結束後系統模板之倉儲管理費用，可利用租賃的方式試用系統模板以降低在正式購買材料後使用不適之風險（10），如表4.13所示。

在該個案中系統模板之成本經營造廠商現場人員之初步統計主要分為二個部份，首先為人工、消耗材及面板之費用，在該工程中預計約320元/m²，而背撐材料之租金約120元/m²，因此該工程系統模板總計約440元/m²，另外該工程另一棟以傳統模板施工約480元/m²，系統模板在該工程中轉用次數為24次。

由此初步之統計，可知系統模板採用租賃的方式確實可以在較少轉用次數之工程規模中，達到低於傳統模板之經濟規模。但是，採用租賃方式亦需注意甲乙二方如何訂定合理的租賃契約。例如若為舊料時租賃單價如何調整及施工技術的顧問費用計算等。

為減少模板轉用期間材料的閑置，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租賃的方式以擴散材料的使用率外，本研究建議在材料的使用觀念上，不應侷限此模板僅適合於手組式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。

表 4.13 系統模板採用租賃方式之特點分析

方式	說明	優點	缺點	備註
租用	依個案工程需要向廠商租用	*無長期之倉儲管理及維護費用 *初期成本低各工程可自行攤銷 *降低使用失敗及設備過時之風險 *提供正式購買前之試用機會	*長期成本高 *進料受廠商限制 *施工配合不易 *租用者若為舊料則工程品質會有瑕疵	*難以真正提升本身的工程技術
買斷	依近中期工程需要量購買所需組件及備份零件	*組件可長期轉用以生命週期衡量成本較低 *可增加單一公司倉儲管理能力規劃設計能力	*初期成本高 *需額外之倉儲場地維護人員及自行規劃設計之能力 *須儲存足夠之備份零件 *工程緊急時仍需向外租用 *轉用率較低之組件易形成呆料	*如在台生產部份零件可降低成本 *緊急工程可先付租金俟採購手續完成後再抵扣租金後予以買斷

資料來源：整理自賴明茂、徐敏斯「模板工法之比較分析與新技術引進之探討」

第五章 系統模板技術諮詢服務系統

本研究根據調查文獻與實績資料、物料管理技術策略及工程規劃控制策略設計了一套輔助系統模板使用者的技術諮詢服務系統。首先系統模板規劃工程師依文獻及實績資料庫子系統作為規劃時的一個工具。其次根據物料管理資訊系統所統計出的現有材料及模矩配合系統統計欠缺的材料而擬定材料補充的對策。現場工程師在尺寸變更後，使其在最短之時間中提出變更後的施工圖，以減少現場因尺寸配合不當而造成找料的時間，物料管理系統的整合流程如圖 5.1 所示。最後，在工程控制方面，本研究提出幾個不同施工條件下工期控制資訊模組，以避免現行工期及資源的延誤。

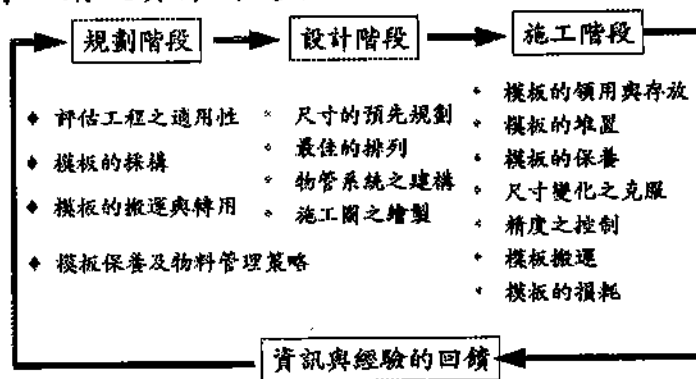


圖 5.1 系統模板技術發展系統整合流程

基於以上之需求，和配合決策支援系統之架構，本系統將建立三大模組：決策模組、人機介面以及資料庫模組。期望能使使用者在最輕鬆的環境下，獲得其所預期之成效。在使用軟體選擇方面，由於 Visual Basic 3.0 具有和其他套裝軟體之資料整合與一般程式寫作的功能，能將一些資料庫所不易執行

之動作，利用程式的操作較輕易地完成（35）。Access 2.0 為一功能強大之資料庫處理系統，能方便相關資料庫之建立（36）。而 Project 4.0 為一簡單易學的專案控制軟體（37）。因此在系統中，本小組利用 Visual Basic 3.0、Access 2.0 及 Project 4.0 參套軟體作為開發之工具。藉由 Visual Basic 3.0 的程式將本程式之決策模組做一完整的建構，將整個人機介面建立完成，並與 Access 的資料庫作一連結，使得決策模組、資料庫模組與人機介面三方面得以完整地整合在一起，系統模板技術諮詢服務系統架構如圖 5.2 所示。以下乃就本系統在系統模板文獻及實績資料庫、物料管理資料庫、配料資訊系統及工程控制模組等四個子系統分別討論說明如次。

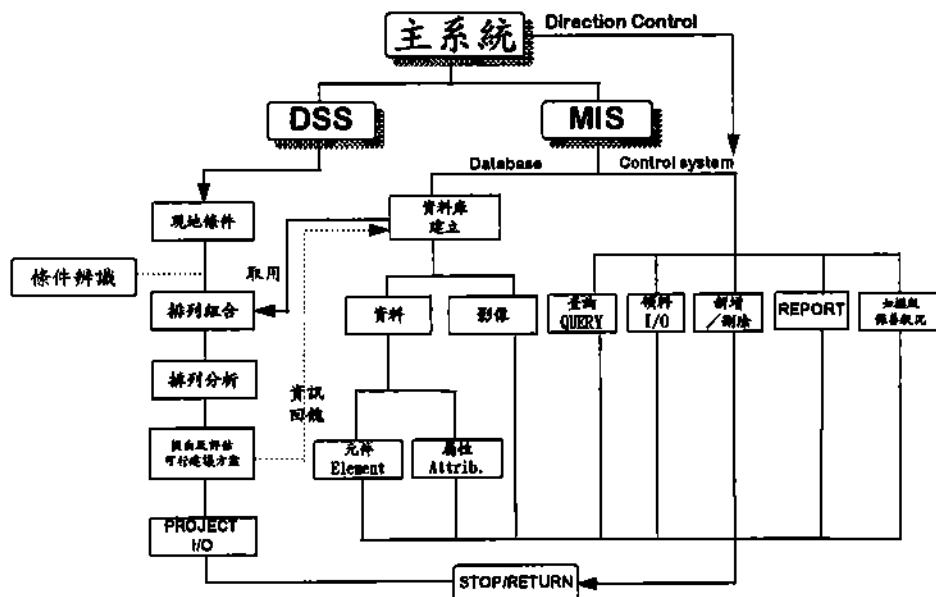


圖 5.2 系統模板技術發展資訊系統架構圖

5.1 系統模板文獻及實績資料庫

一般而言系統設計的步驟主要可分為需求定義、概念設計、實作設計及實際設計等四部份，如圖 5.3 所示。首先，需求定義是決定並記錄使用者目前和未來對資料庫需求的一種過程。其步驟是先定義資料庫的範圍→選擇需求定義的方法→確定使用者觀點→定出資料結構的模式→定出資料庫限制的模式→確定作業需求→進入邏輯資料庫設計。

本系統發展之目標乃在建構一個系統模板文獻及實績的諮詢服務系統，以協助決策者在選擇模板工法時，能輕易的獲得系統模板評選時所需的資訊。針對此一目標，先對系統模板工法相關資訊作一廣泛收集與分析，整理出系統所需具備的功能，如資料的展現、資料更新、查詢、列印及比較等功能，經由系統分析設計建立一系統模板資料庫系統。且於系統中加入系統模板初步篩選的功能，以提供建立系統模板評選諮詢服務系統的基礎。

在系統模板文獻及實績資料庫之實作方面，本研究之流程如以下所述。首先，需求定義是決定並記錄使用者目前和未來對資料庫需求的一種過程。其步驟是先定義資料庫的範圍→選擇需求定義的方法→確定使用者觀點→定出資料結構的模式→定出資料庫限制的模式→確定作業需求→進入邏輯資料庫設計。營建工程的資訊很廣泛，本系統建構範圍是對系統模板資訊部份，並用實體關係圖找出代理商、系統模板特性、實績及文獻等，彙整之ER圖如圖5.4所示。其次，在概念設計方面，再利用使用者觀點去設計及定義細部的資料模式與限制，以提供邏輯設計的參考依據，邏輯設計之ER圖如圖5.5所示。最

後，在實作設計方面，是將概念式資料模式對應至關聯式資料模式，資料模式如圖5.6所示。本系統在人機界面之實際建構與執行如附錄三所示。

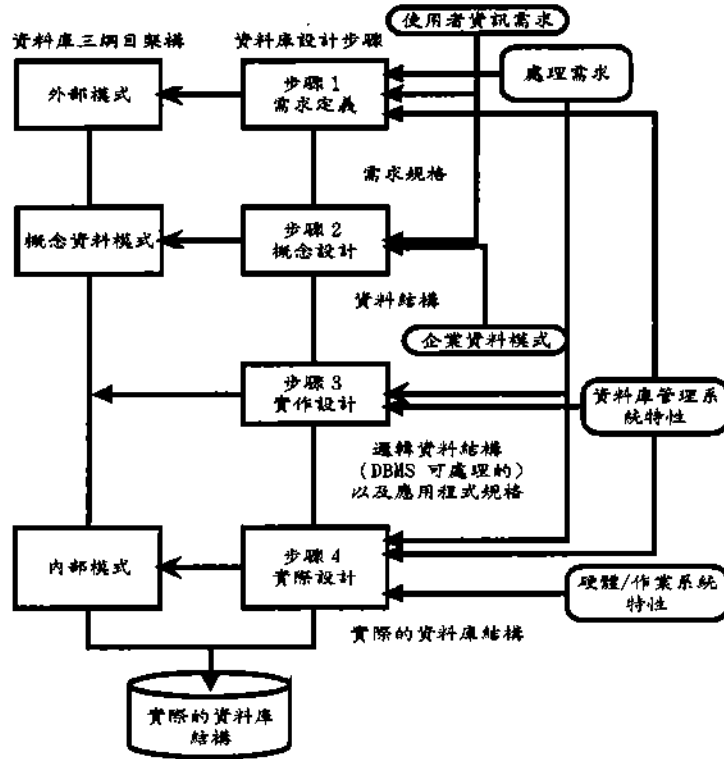


圖 5.3 資料庫設計步驟與三綱目架構之對應圖(資料來源:參考文獻 22)

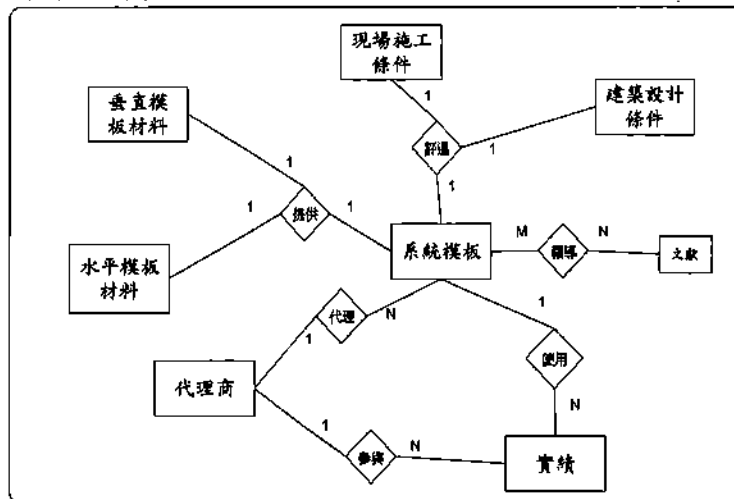


圖 5.4 需求分析之ER圖

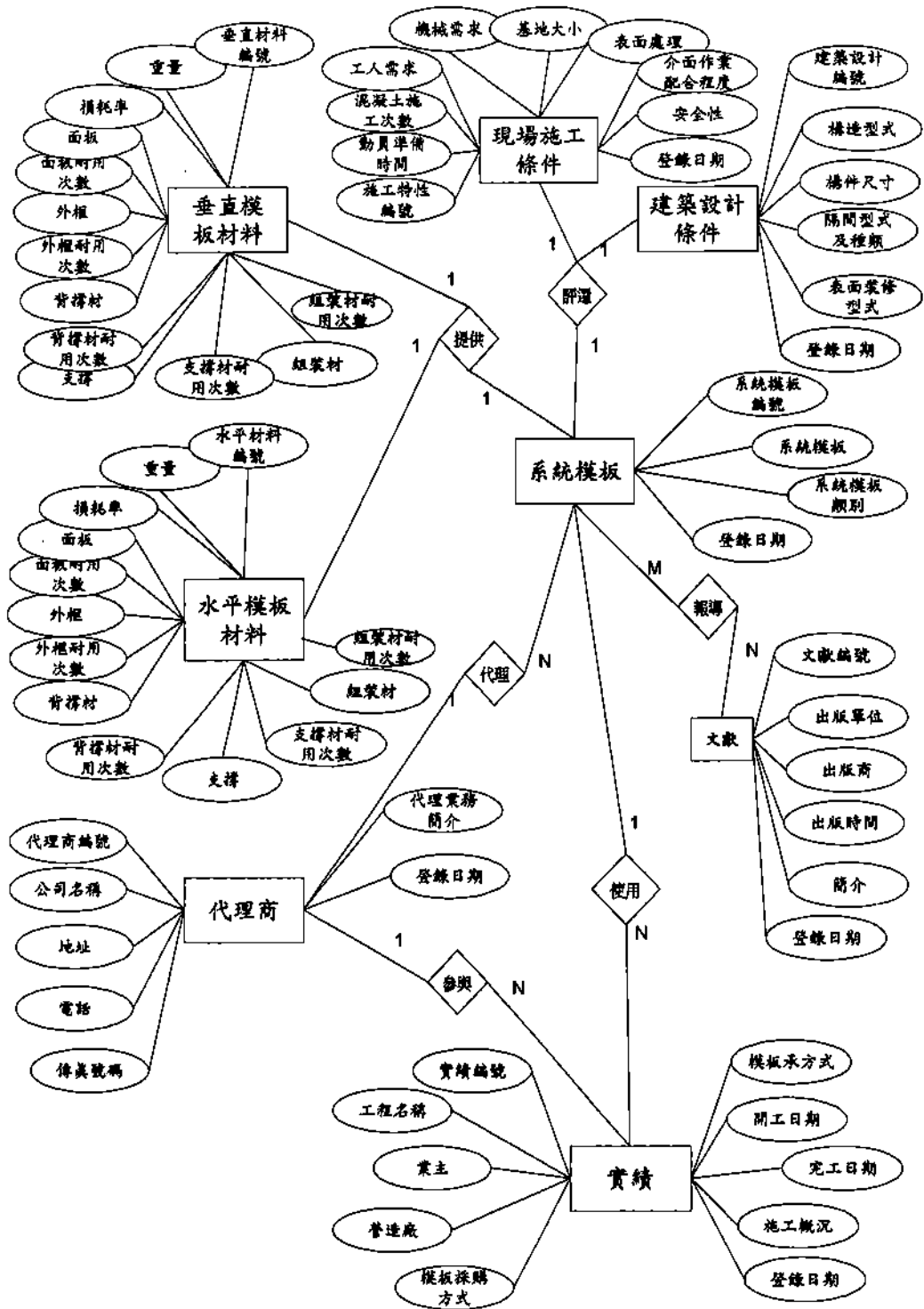


圖5.5系統模板資料庫之ER圖

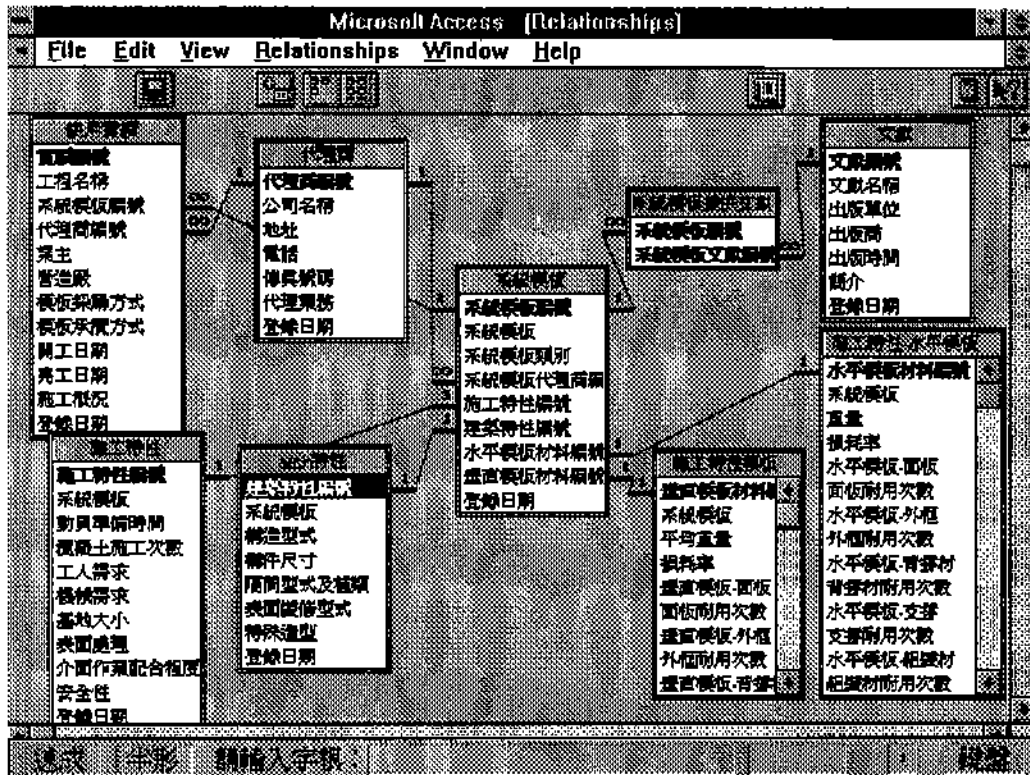


圖 5.6 關聯式資料模式

5.2 物料管理資訊庫系統

在需求定義方面，經過物料管理相關文獻整理、現場調查訪問及專家與使用者訪談後，確認使用者與資料庫系統目標後，以進行物料管理資料庫之設計作業。在整個專案工程生命週期中，系統模板之「物料使用週期」，可從庫存→使用→維修→庫存等來探討。因此，本系統依使用者需求，區分成庫存單位、使用單位及維修單位三大項。

在概念設計方面，首先利用資料庫設計理論，找出材料種類、系統模板尺寸數量、使用狀況及文獻等實體關係圖，再利

用使用者觀點去設計及定義細部的資料模式與限制，以提供邏輯設計的參考依據，邏輯設計之 ER 圖如圖 5.7 所示。

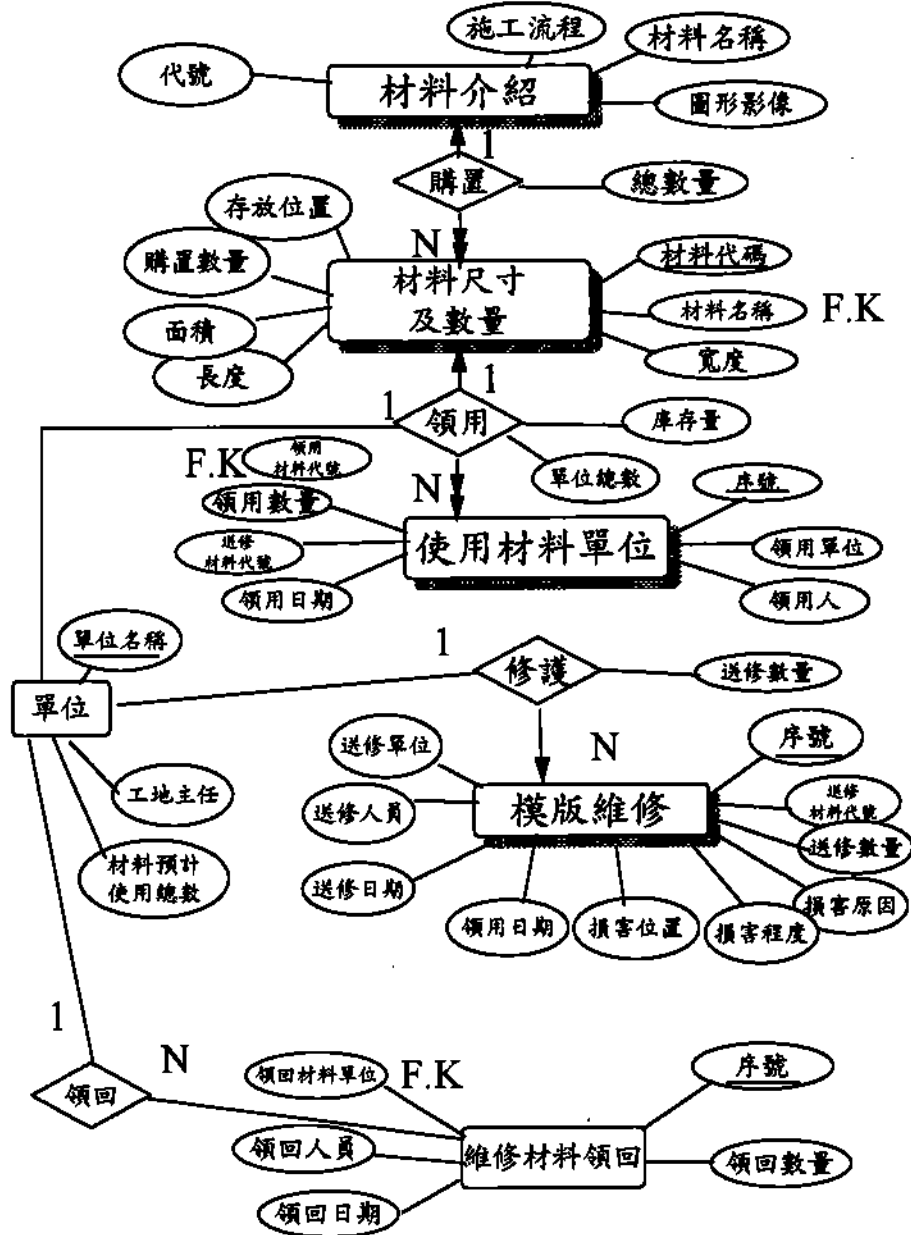


圖 5.7 物料管理系統資料庫 E-R 圖

在實作設計方面，是將概念式資料模式對應至關聯式資料模式，其關連資料模式如圖 5.8 所示。根據系統特性與程式設計考量，本系統設計原理為以資料庫關聯式資料庫設計概念與

「物件導向」程式語言，將多重表格以 Accsee Basic Code 串聯，其執行流程為階層式查詢與操作。

本資料庫設計系統，依系統分析、系統設計、系統測試三階段，進行系統模板物料管理資料庫之設計。本系統在人機界面之架構如圖 5.9 所示，實際建構與執行如附錄三所示。

在資料庫系統與資料建構完成後，即進行系統測試操作，此工作主要有下列三大重點：

1. 資料建構、維護與更新
2. 系統操作、執行與修改
3. 模具組合決策與物料管理資料庫之整合

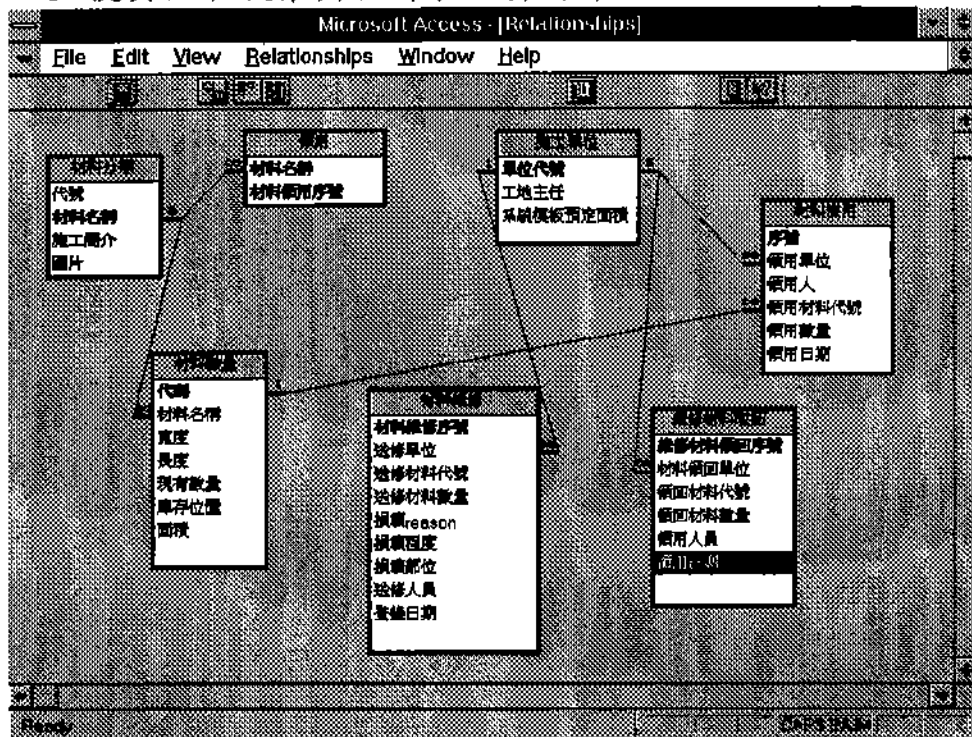


圖 5.8 物料管理系統關聯式資料模式

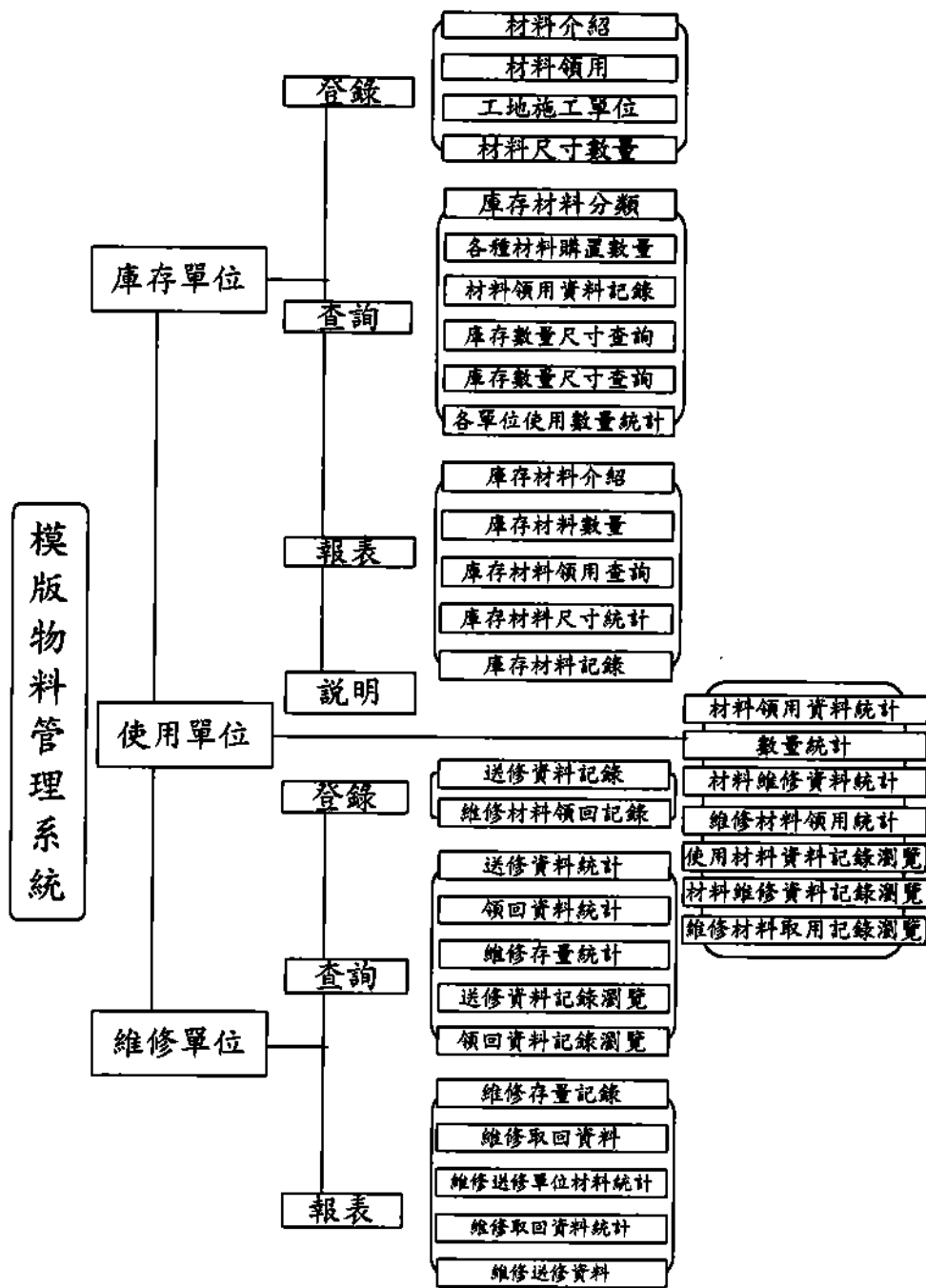


圖 5.9 人機界面架構圖

5.3 模矩配合資訊系統

5.3.1 系統需求定義

本系統根據物料管理系統的物料資料以進行模矩配合資訊系統的設計，因此本系統為達到資訊整合的功能，應達到以下的功能：允許對物料管理系統做物料查詢或資料取得之功能、具有判斷使用者輸入尺寸範圍的邏輯、系統具有排列組合之機制及對於排列組合的結果可直接儲存或列印成施工圖的功能。物料管理與模矩配合系統整合的架構如圖 5.10 所示。

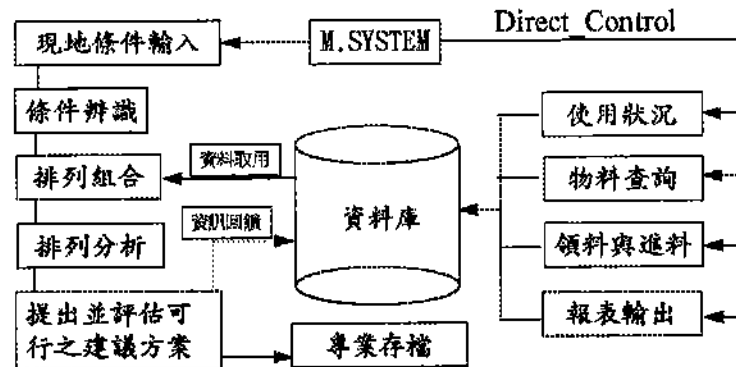


圖 5.10 物料管理與模矩配合系統整合架構圖

5.3.2 模矩配合系統設計概念

根據以上的需求分析，首先調查分析現行模板的排列方法，並將其加入程式中的限制條件。其次經由使用者對施工圖說直接輸入現場的各個尺寸資料後，自動產生繪圖的動作。使用者得以直接由圖形上校正所輸入之資料是否與實際相謀合，

使用者可以在最沒負擔的人機界面下使用。而各點資料之儲存再以陣列的模式加以管理。最後，在模板排列組合方面，本程式對模板排列之邏輯，是以最大可能排滿之區塊為優先處理對象，而區塊切割的順序可以分為縱切與橫切。藉由不同的切割模式以產生不同的區塊組合，進而加入不同之變數進行模板之排列組合，設計流程如圖 5.11 所示。在排列組合完畢，區塊排列後之結果如果產生不完全排列時，所剩下之區塊便是現行物料管理系統所欠缺的材料，系統模板規劃工程師可以根據此項資料以訂定補充此項不足材料的策略。

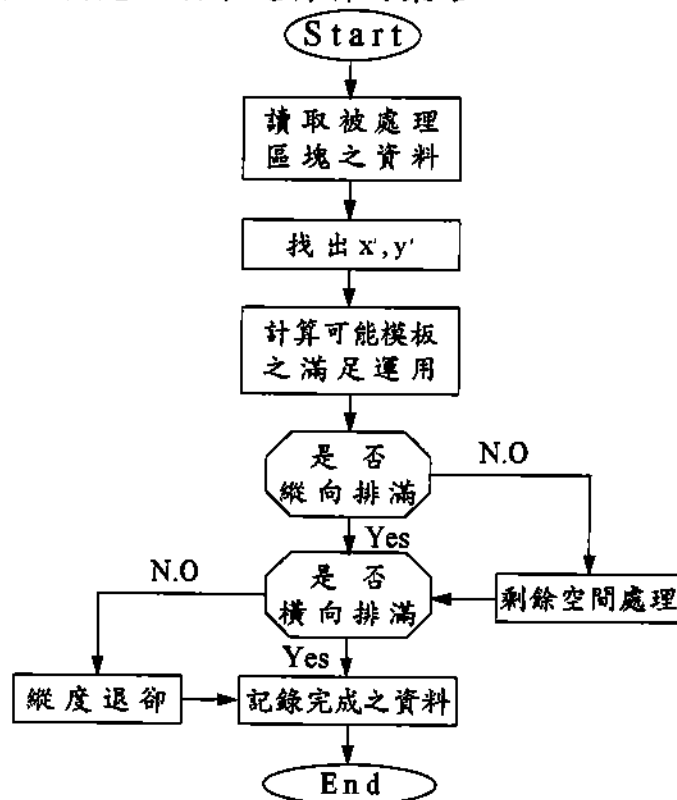


圖 5.11 模板排列流程圖

5.3.3 模矩配合系統實作設計

在條件輸入中，允許輸入排列條件，並預留多項限制條件的登錄；而在主系統中，在右方有預留排列限制條件的控制欄，允許使用者隨時變更列限制之條件。在中間有一塊空板，是代表預排列的邊界條件，隨使用者改其值，此時空板會即時地因應變更反應。下方有預留兩大欄，左方是提供滑鼠的移動，隨即提供操作提示訊息，右欄是專案的名稱，專案的名稱可以在功能表檔案項目中選取專案資料登錄，其中允許輸入專案名稱及專案代碼，如圖 5.12 所示。

簡易資料庫查詢可以看到右方現有的模板資料庫狀況，在右上角有一下拉功能表，使用者選取預查詢之資料，而隨著滑鼠所選定的模板於左方所預留的兩個功能提示使用者，於滑鼠所指定之模板其形狀及現有存量比之相關資訊。如圖 5.13 所示。

排列的結果於左方有排列資訊，其中有排列的部位及排列的結果，使用者可以選取不同的排列狀況，並可以指定某一部份，以某一特定方式與排列結果，而系統的後續發展以提供許多排列結果的篩選指標，並於下方可於所選的評估指標下，產生篩選結果，如圖 5.14 所示。

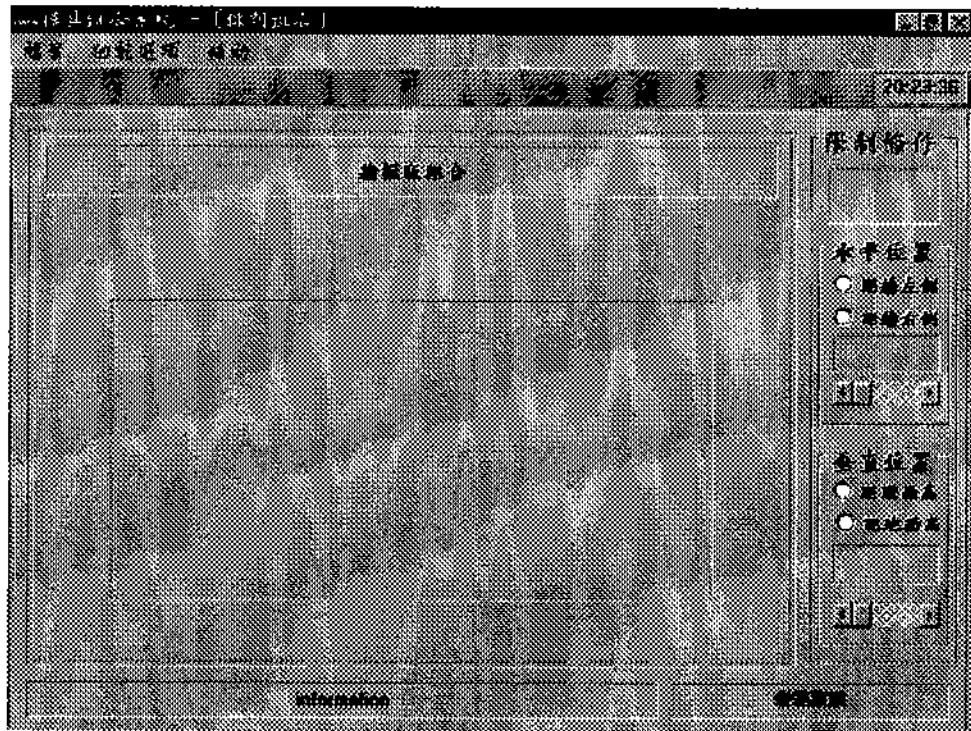


圖 5.12 模矩配合系統實作設計畫面(1)

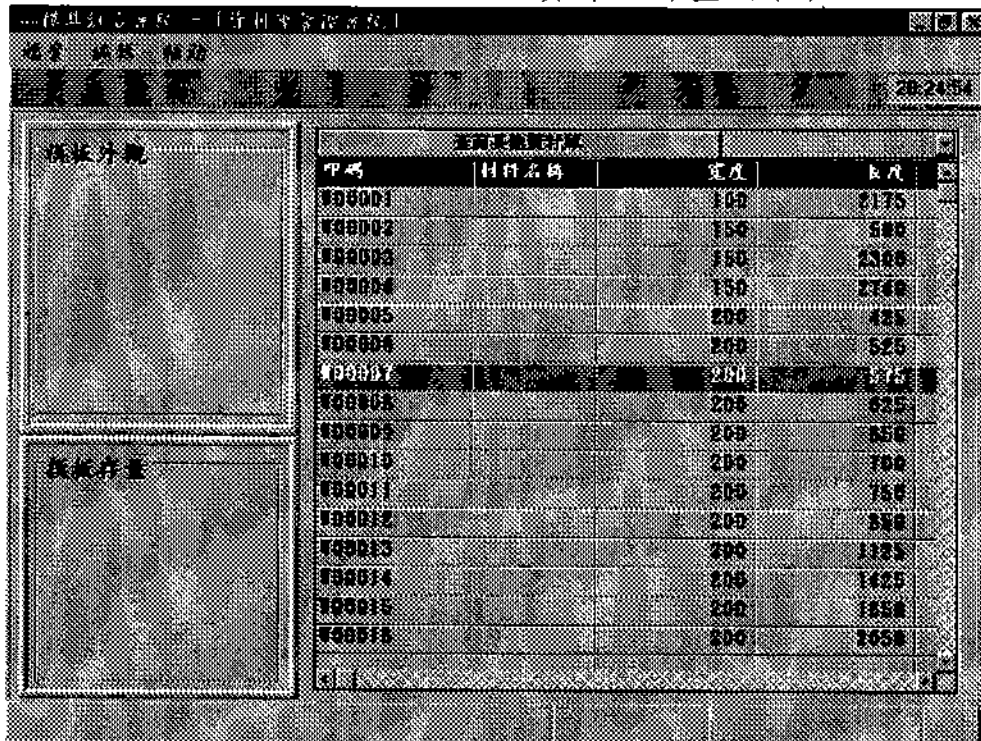


圖 5.13 模矩配合系統實作設計畫面(2)

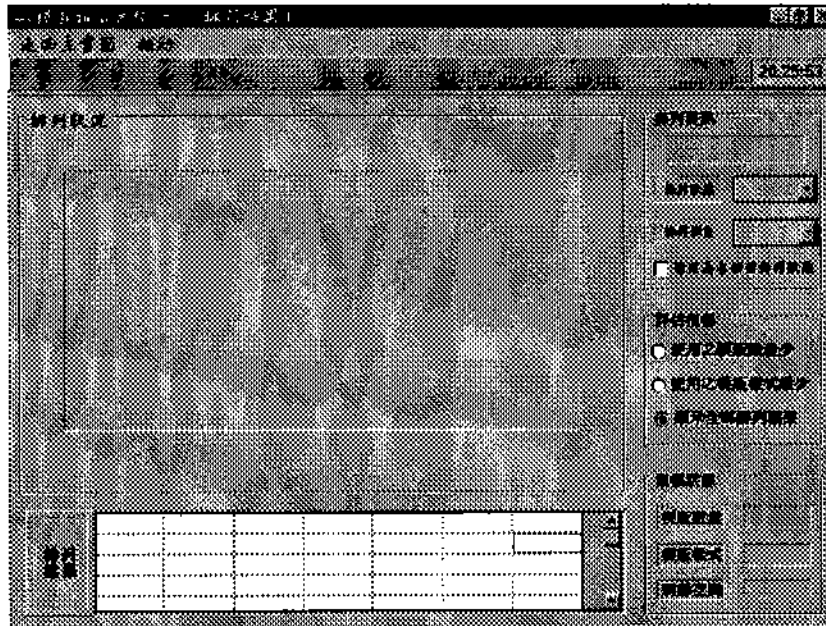


圖 5.14 模矩配合系統實作設計畫面(3)

5.4 工程控制資訊模組

本研究根據系統模板施工造成工期及資源延誤的原因，在 4.2 節利用工程規劃與控制的技術，擬定了現行施工方法及分區循環施工在規劃與控制的發展策略，雖然已建立了此二項方案的施工流程與方法，但為因應現場不同的施工條件對工期所造成的影響。本研究認為有必要利用電腦排程軟體，經由標準模組的建立及施工資源的輸入後，以作為一個預測未來工期的決策支援系統。

在工程規劃資訊模組的建立過程，首先本研究分析該工程標準層結構體的施工作業項目，並繪製分工結構圖如圖 5.15 所示。其次根據現場調查資料，確定各作業項目間的先行後續關係，如表 5.1 所示，以作為建立工程控制資訊模組工期條件

的基礎。在確定各作業之先行後續關係後，以 4.2 節工程規劃控制所分析的資源資料為基礎，建立各作業資源的標準條件。最後以工期及資源資訊建立工程控制資訊系統的標準模組，如圖 5.16 所示。

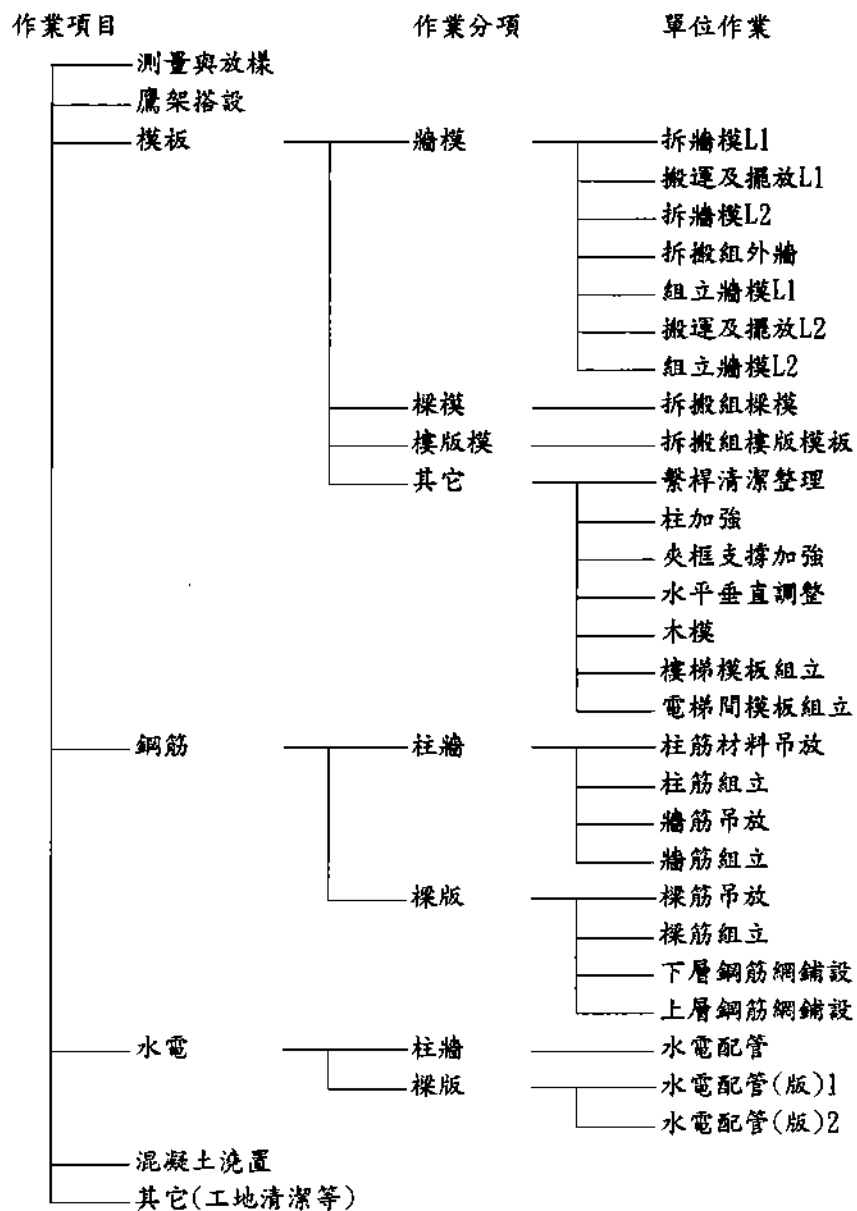


圖 5.15 分工結構圖

表 5.1 結構體標準層作業關係圖

作業	作業時間(小時)	先行作業關係
測量與放樣	8	
拆牆模L1	4	1SS
鷹架搭設	8	1SS
搬運及擺放L1	1.5	2
拆牆模L2	2.5	4
拆搬組外牆	8	5
繫桿清潔整理	16	2SS+8H
樓梯模板組立	36	1SS
電梯間模板組立	36	1SS
柱筋材料吊放	8	
柱筋組立	8	10SS+4H
牆筋吊放	4	1SS
牆筋組立	8	12SS+4H
水電配管	16	13SS
組立牆模L1	4	14SS
搬運及擺放L2	2	15
組立牆模L2	2	16
拆搬組樑模	4	17
拆搬組樓版模板	4	6,18,14
水電配管(版)1	4	19
木模	28	18SS,7
柱加強	20	19
樑筋吊放	2.5	19
樑筋組立	5.5	25
夾框支撐加強	8	26FS-4H
下層鋼筋網鋪設	8	21
水電配管(版)2	8	28SS
水平垂直調整	8	28,29
上層鋼筋網鋪設	8	28,29
其它(工地清潔等)	8	33FF
混凝土澆置	8	8,9,22,31,30,23,27

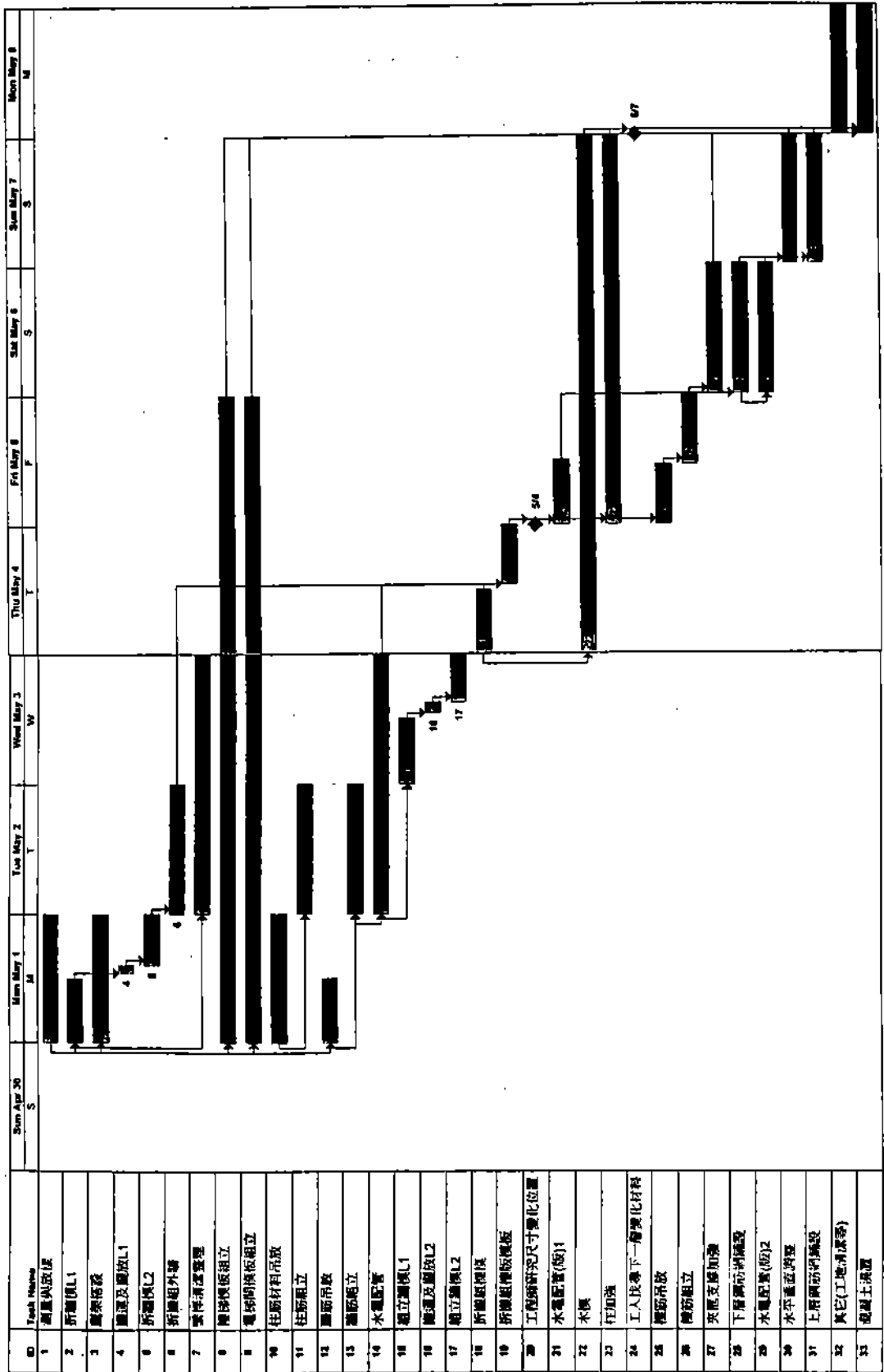


圖 5.16 標準模組組網圖

第六章 結論與建議

6.1 結論

針對系統模板現行施工及規劃所遭遇的問題，本研究利用營建生產力、工程規劃控制及管理資訊系統等營建管理技術的結合，分別擬定了系統模板施工方法之技術發展策略、工程規劃控制之技術發展策略、物料管理之技術發展策略及成本控制之發展策略，最後並發展一結合系統模板文獻與實績資料庫、物料管理資料庫、模矩配合系統及工程規劃模組的資訊系統。

首先，透過營建生產力調查與分析，發現框式系統模板組立施工方式，由於工作流程安排不佳、現場材料佈置不當及工人編組不良而造成工人效率的浪費。本研究成功的應用工作方法改良之技術，實際提升模板工程之生產力。其具體之改善指標工人使用率約提升二倍，工率由 0.16 人日/m²降低至 0.09 人日/m²。利用工程規劃控制技術擬定現行施工方法及分區循環施工的規劃及控制策略。現行施工方法在改善後單層之要徑所需時間約可由 13 天/層縮短至 8 天/層，分區循環施工將可剔除現行相關作業配合不當所造成要徑時間的延誤。另外，以本工程研究個案為例，利用成本效益理論，詳細分析模板工程之成本結構，以計算出模板工程的固定成本分攤及變動成本，並以此為基礎擬定系統模板成本控制的策略分別為：重視材料的保養維護以提昇模板耐用次數、縮短工期降低工率、提高模板承包價格及減少轉用期間材料的閒置等。最後，本研究根據

查文獻與實績資料、物料管理技術策略及工程規劃控制策略設計了一套輔助系統模板使用者的技術諮詢服務系統。文獻及實績資料庫子系統提供系統模板規劃工程師規劃時的一個諮詢工具，物料管理資料庫子系統避免存貨管理不當所造成的不當裁切及找料的時間，模矩配合子系統避免現場組錯模板的情形，工程規劃與控制模組可以根據不同的施工條件而預測未來的要徑時間。

本研究雖然以鋁合金框式模板個案為系統模板技術發展策略的依據，但此研究的架構與方法應可作為其它系統模板工法施工自動化的參考。同時，也可作為國內本土化施工自動化研究發展工作的參考。

6.2 建議

根據本研究個案調查的資料顯示，曾經引進及使用中的系統模板中，鋁合金框式模板只是其中的一種，還有鋼框式模板系統、改良式清水模板、鋼模系統、SGB塑膠模板、電熱鋼模工法、U型浪板樓板、構件預組式鋁模系統、倒U型鋼模快速施工法、面磚預貼模板工法、FRP模板、大型化整體鋼模系統及其它系統模板也具有類似的重要性。因此可參考本研究所提出的研究方法與個案經驗，更廣泛的針對各種系統模板工法，來開發具有階段性效益的自動化施工方法。

系統模板為鋼筋混凝土結構體施工自動化較具潛力的一個方法，但是根據以往的文獻資料顯示，成功且普遍流傳的例子

有限。本研究雖已提出現場施工方法、物料管理、工程規劃控制及成本控制等系統模板的技術發展策略，然為避免技術發展策略的各方面優勢因其它相關作業精度控制不佳影響模板精度及特殊部位影響整體效益，在技術發展策略實施之前，應有適當的技術規範以要求現場在放樣、混凝土澆置及鋼筋組立等相關作業的精度控制。而結構特殊的部位如欄干、冷氣平台及屋突等應以傳統模板或以預鑄的方式施工，避免影響整體要徑時間。另外，系統模板技術發展資訊系統中模矩配合系統的雛型雖已建構完成，但是還需要不斷的測試與回饋設計，才能在實際應用中發揮預計的功能。而成本控制策略對系統模板的使用者而言是，不管在評選階段或使用過程皆是一重要的評估指標，因此值得建立一系統模板成本控制決策支援系統以輔助決策者的評估。最後，構造物規劃設計是否標準化與模矩化對系統模板的發展具有深遠的影響值得進一步探討。

參考文獻

1. 彭雲宏，「台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，(1992)。
2. 彭雲宏，「集合住宅施工自動化個案研究(一)-模板施工自動化之研究」，內政部建築研究所籌備處協同研究編號 MOIS 830027。
3. 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)。
4. 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)。
5. 岡本公夫等，「複合化構法成立的要素」，建築技術—施工，日本，第64-87頁，(1991.01)。
6. 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至4-34頁，(1994)。
7. 在永末德，「RC系合理化構法之開發動向」，建築技術，日本，pp116-117，(1994.06)。
8. 馬場明生，「新模板工法之展望」，建築技術，日本，pp25-30，(1993.01)。
9. 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)。

10. 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)。
11. 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」，國立成功大學碩士論文，(1993)。
12. 中華民國產業自動化〔1990年至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)。
13. 彭雲宏，「集合住宅施工自動化個案研究(二)」，內政部建築研究所籌備處研究報告，(1994)。
14. Oglesby， C.H., H.W.Parker and G. A. Howell， Productivity Improvement in Construction， McGraw-Hill Book Com-pany，(1989).
15. 陳澤潢，「營建生產力」，中興工程，第二十四期。
16. 朱賓力，「勞力不足，如何提高營建生產力呢？」，現代營建，第118期，第45-50頁，(1989)。
17. 王添才，「工作改進研究、微時攝影之研究」，現代營建，第126期，第127期，(1990)。
18. 陳文哲，「工作研究」，中興管理顧問公司，(1992)。
19. 潘文章，「生產力管理-觀念與作法」，三民書局，(1985)。
20. 李傳明，管理資訊系統，三民書局，(1989)。
21. 黃明祥，管理資訊系統，松崗電腦圖書資料股份有限公司，(1989)。

22. 杜紫宸，管理資訊系統-概念基礎、結構與發展，儒林，(1989)。
23. Davis, G.B. And Olson, M.H., Management Information Systems, Second Ed. 東南書報社，台北，第16頁，(1989)。
24. 梁定澎，決策資訊系統，松崗電腦圖書資料股份有限公司，(1990)。
25. Long, L., Management Information Systems, Prentice-hall International Editions, p46(1989).
26. 余千智，資料庫管理資訊系統專題，國立台灣工業技術學院課程講義，(1990)。
27. Tuben, E. Decision Support And Expert Systems Maxwell Macmillan International Editions(1990).
28. 方復華，「東怡新伙伴-Mr.MASCON」，東怡情-第二期，(1993)。
29. 東怡營造，「MASCON CONSTRUCTION MANUAL」，系統模板施工手冊，(1993)。
30. 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)。
31. 郭崑謨，「庫存管理學」，華泰書局，(1977)。
32. 賴士葆，「工程經濟-資金分配理論」，華泰書局，(1993)。
33. 劉學昇，「建築個案投資風險分析」，國立台灣工業學院建築設計學程碩士論文，(1995)。

34. 彭雲宏，「集合住宅施工自動化個案研究（二）」期中報告，內政部建築研究所籌備處，(1994)。
35. 何立起，「Visual Basic」，基峰資訊，(1994)。
36. 桂思強，「ACCESS-高手過招進階手冊」，博碩顧問有限公司，(1993)。
37. 許錦榮，「PROJECT4.0-基礎與應用」，松崗電腦圖書資料股份有限公司，(1995)。

附錄一 系統模板個案施工現況生產力資料

表 1.1 二人工作組外牆模組立作業之五分鐘評估記錄

時間	MEN1	MEN2	時間	MEN1	MEN2	說明
1	B	A	41	B	E	A 搬運
2	B	E	42	B	E	B 組裝
3	B	E	43	B	t	B 2 插入鋼栓
4	B	E	44	B		B 3 拆除組錯模板
5	B	F	45	B	F	C 定位
6	B	F	46	B	t	C 1 輔助定位
7	B	F	47	B		D 空手走動
8	B		48	B		E 鋁模清潔
9	B		49		A	F 塗脫模劑
10	B		50	C	A	G 找尋模板
11	A		51	C	E	□ 空手等待
12	C	E	52	C	E	□t 拿著材料等待
13	B	E	53	B	E	
14	B	E	54	B	F	
15	B	E	55	B	F	總觀測數: 77
16	B	t	56	B	F	觀測間隔: 10秒
17	B	t	57	B	F	
18	B	t	58	B	F	
19	B	t	59	B	F	
20	B	t	60	B	D	
21	B	t	61		A	
22	B	F	62	C		
23	B	F	63	C		
24	B	F	64	B		
25	B		65	B		
26	B	t	66	B		
27	B		67	B		
28	B		68	B	A	
29	B		69	B	E	
30	B		70	B	E	
31	B		71	B	E	
32	B		72	B	F	
33	B	D	73	B	t	
34	B		74	B		
35	B	D	75	B		
36	C		76	B		
37	B	E	77	A		
38	B	E				
39	B	E				
40	B	E				

表 1.2 二人工作組外牆模組立作業之五分鐘評估記錄統計表

動作	MEN1		MEN2		合計	
	數量	百分比	數量	百分比	數量	百分比
搬運A	21	14%	18	12%	39	13%
組裝B	34	23%	6	4%	40	13%
插入鋼栓B2	0	0%	0	0%	0	0%
拆除組錯模板B3	0	0%	0	0%	0	0%
定位C	39	26%	0	0%	39	13%
輔助定位C1	0	0%	4	3%	4	1%
輔助定位C2	15	10%	0	0%	15	5%
空手走動D	3	2%	12	8%	15	5%
鋁模清潔E	0	0%	42	28%	42	14%
塗脫模劑F	0	0%	0	0%	0	0%
找尋模板G	0	0%	0	0%	0	0%
移動工作梯H	3	2%	1	1%	4	1%
樓版模支撐小樑I	2	1%	1	1%	3	1%
架設支撐J	0	0%	14	9%	14	5%
空手等待□	30	20%	38	26%	68	23%
拿著材料等待□t	2	1%	13	9%	15	5%
工作	78	52%	22	15%	100	34%
非必要工作	36	24%	64	43%	100	34%
非工作	35	23%	63	42%	98	33%

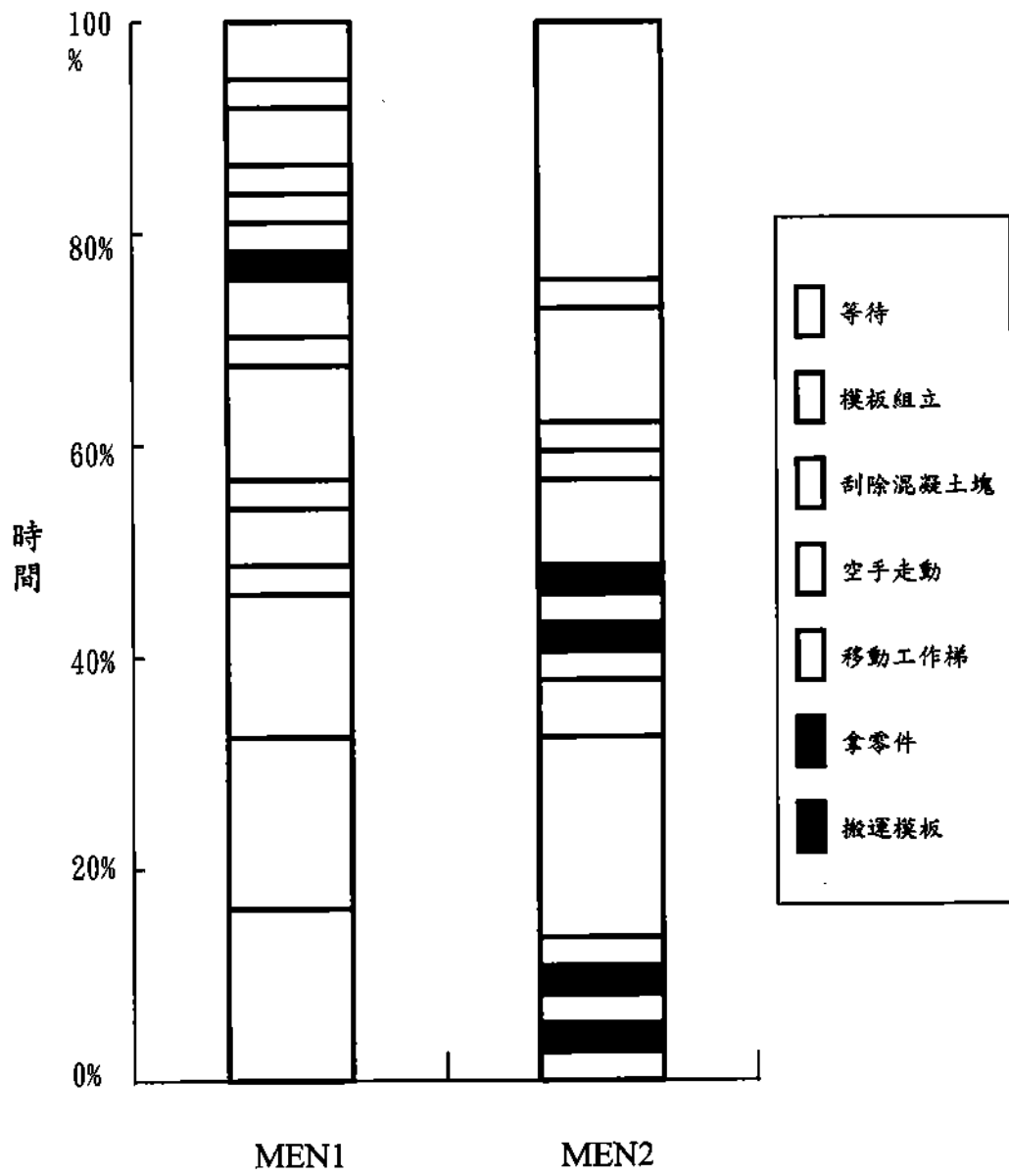


圖 1.1 二人工作組外牆模板組立作業之工人平衡圖

表 1.3 三人工作組外牆組立作業之五分鐘評估記錄

時間	MEN1	MEN2	MEN3	時間	MEN1	MEN2	MEN3	時間	MEN1	MEN2	MEN3	說明
1	C	B	I	42	t	D		83	B	B	E	A 搬運
2	C		A	43		A		84	B		E	B 組裝
3	B	B		44	C			85	B		E	B 2 插入鋼栓
4	B	B		45	B	B 2	D	86	B	B	E	B 3 拆除組錯
5	B	B		46	B	B 2	G	87	B	B	F	模板
6	B	B		47	B	B 2	E	88		B	F	C 定位
7	B	B		48	B	B 2	E	89	B	B	A	C 1 輔助定位
8	B	B		49	B		E	90	B		t	D 空手走動
9	B	B		50	B		E	91	B		t	E 鋁模清潔
10	t	t	D	51	B			92	B		E	F 塗脫模劑
11	t	t	D	52	B		A	93	B		E	G 找尋模板
12	t	t	D	53	B		t	94	2	B	t	□ 空手等待
13	t	t	A	54	B		t	95	B	B	t	□t 拿著材料
14	B	C		55	B		t	96	B		A	等待
15	B	C		56		E		97	B	B	A	
16	B	C		57			E	98	B	B	t	總觀測數: 121
17	B	C		58			E	99	B	B	t	觀測間隔: 10秒
18	B	C		59		E		100	B	B	t	
19	B	C		60		A	A	101	B	t	t	
20	B	C		61	C	C1		102	B	t	A	
21	B	C		62	C	C1		103		A	A	
22	B	B		63	B	C1		104		C		
23	B			64	B	C1		105	B	t	G	
24	B	D	A	65	B	C1	D	106	B	t	G	
25		B 3	t	66	B		E	107	B	t	G	
26		B 3	t	67	B		E	108	B	B	D	
27		B 3		68	B		E	109	B	D	A	
28		A		69	B		A	110	B	D	A	
29	C	D		70	B		A	111	B	D	E	
30	B		D	71	D		t	112			G	
31	B	D	E	72		E		113			G	
32	B	A	E	73		E		114			G	
33	B	C	D	74		E		115			G	
34		B	D	75		A		116			G	
35		B	F	76	C	C1		117		t	G	
36		B	F	77	B			118	B		D	
37		B	F	78	B		D	119	B		D	
38		B		79	B		D	120	B		A	
39		B	t	80	B		A	121		E	F	
40		B	A	81	B	B						
41	t	B		82	B	B	A					

表 1.4 三人工作組外牆組立作業之五分鐘評估記錄統計

動作	MEN1		MEN2		MEN3		合計	
	數量	百分比	數量	百分比	數量	百分比	數量	百分比
搬運A	0	0%	6	5%	18	15%	24	7%
組裝B	77	64%	31	26%	0	0%	108	30%
插入鋼栓B2	0	0%	4	3%	0	0%	4	1%
拆除組錯模板B3	0	0%	3	2%	0	0%	3	1%
定位C	7	6%	10	8%	0	0%	17	5%
輔助定位C1	0	0%	6	5%	0	0%	6	2%
空手走動D	1	1%	6	5%	13	11%	20	6%
鋸模清潔E	0	0%	6	5%	18	15%	24	7%
塗脫模劑F	0	0%	0	0%	6	5%	6	2%
找尋模板G	0	0%	0	0%	10	8%	10	3%
空手等待□	30	25%	38	31%	41	34%	109	30%
拿著材料等待□t	6	5%	11	9%	15	12%	32	9%
工作	84	69%	45	37%	6	5%	135	37%
非必要工作	0	0%	21	17%	46	38%	67	18%
非工作	37	31%	55	45%	69	57%	161	44%

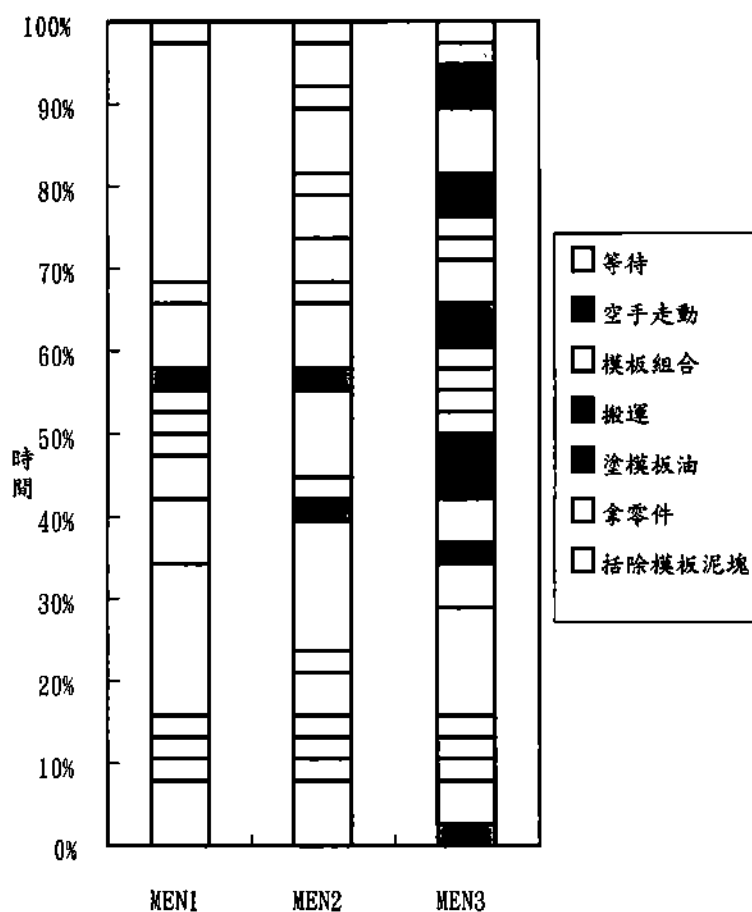


圖 1.2 三人工作組外牆組立作業之工人平衡圖

表 1.5 四人在同一工作面外牆組立作業之五分鐘評估記錄

時間	MEN1	MEN2	MEN3	MEN4	時間	MEN1	MEN2	MEN3	MEN4	說明
1	G	B	B		41	E	D1	D	D	A 搬運
2		B	B		42	E	D1	D	D	B 組立
3	D	B	B		43	E	D1	D	D	C 輔助定位
4	D	B	B		44	E	D1	D	D	D 空手走動
5	D	B	B		45	t	D	D	D	D1 個人時間
6		B	B		46	A	D	D	D	E 鋸模清潔
7	E	B	B	C	47	A	D	A	D	F 塗脫模劑
8	E	B	B	C	48	D	D	H	D	G 找尋模板
9	E	B	C	B	49	D	D	H	D	G1 找尋零件
10	E	B	C	B						H 移動工作架
11	D	B	C	B						<input type="checkbox"/> 空手等待
12		B		B						<input type="checkbox"/> t 拿著材料等待
13		B		B						
14		B		B						
15		B		B						
16		B		G						
17			G1							
18				D						總觀測數:49
19			E	D						觀測間隔:10秒
20			F	D						
21	D	D	D	D						
22	D	D	D							
23	D	D	D	D						
24	D	D	D	D						
25	G	D	D	D						
26		D	D	D						
27	B	D	D	D						
28	B	D	D	D						
29	D	D	D	D						
30	D	D	D	D						
31	D	D	D	D						
32	D	D	D	D						
33	D1	D1	D	D						
34	E	D	D	D						
35	E	D	D	D						
36	E	D	D	D						
37	E	D	D	D						
38	E	D	D	D						
39	E	D	D	D						
40	E	D1	D	D						

表 1.6 四人在同一工作面外牆組立之五分鐘評估記錄統計表

動作	MEN1		MEN2		MEN3		MEN4		合計	
	數量	百分比	數量	百分比	數量	百分比	數量	百分比	數量	百分比
搬運 A	2	4%	0	0%	1	2%	0	0%	3	2%
組立 B	2	4%	16	33%	8	16%	7	14%	33	17%
輔助定位 C	0	0%	0	0%	3	6%	2	4%	5	3%
空手走動 D	14	29%	23	47%	26	53%	31	63%	94	48%
個人時間 D1	1	2%	6	12%	0	0%	0	0%	7	4%
鋸機清潔 E	15	31%	0	0%	1	2%	0	0%	16	8%
塗脫模劑 F	0	0%	0	0%	1	2%	0	0%	1	1%
找尋模板 G	2	4%	0	0%	0	0%	1	2%	3	2%
找尋零件 G1	0	0%	0	0%	1	2%	0	0%	1	1%
移動工作架 H	0	0%	0	0%	2	4%	0	0%	2	1%
空手等待 □	12	24%	4	8%	6	12%	8	16%	30	15%
拿著材料等待 □	1	2%	0	0%	0	0%	0	0%	1	1%
工作	2	4%	16	33%	11	22%	7	14%	36	18%
非必要工作	19	39%	0	0%	6	12%	3	6%	28	14%
非工作	28	57%	33	67%	32	65%	39	80%	132	67%

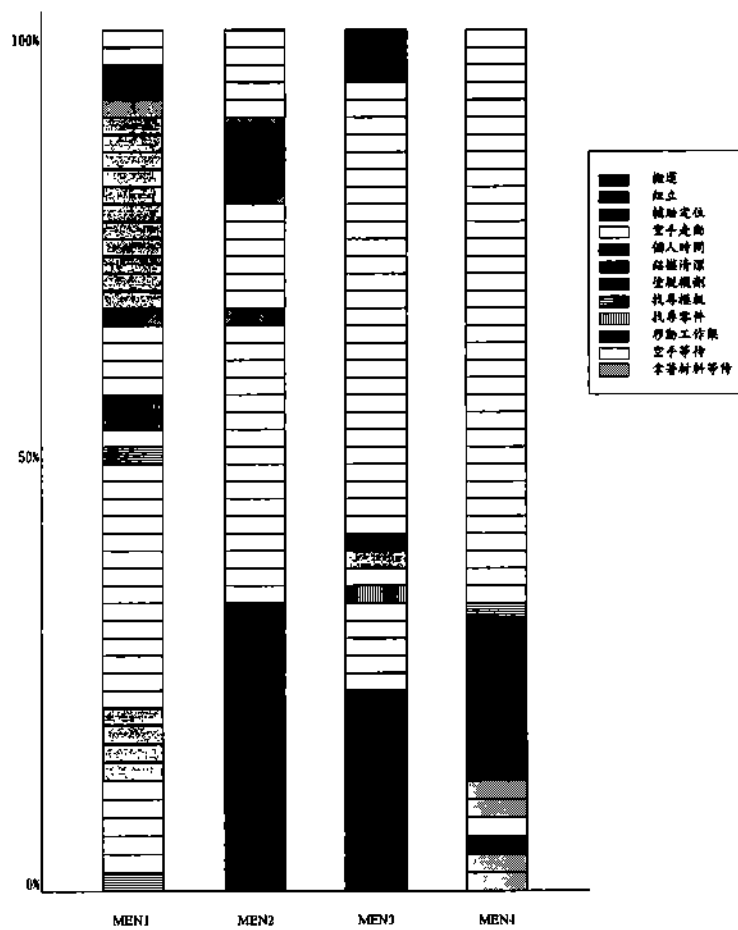


圖 1.3 四人在同一工作面外牆組立作業之工人平衡圖

表 1.7 樑底模組立五分鐘評估記錄

時間	MEN1	MEN2	時間	MEN1	MEN2	時間	MEN1	MEN2	說明
1	G	F	36	C1	B	71	G	B	A 搬運
2	G		37	D	B	72	G	B	B 模板組立
3	D	D	38	D1	B	73	D	D	C 定位
4	E	B	39	D1	B	74	D	D	C1 輔助定位
5	E	B	40	D1	B	75	A	F	D 空手走動
6	B	B	41	D	B	76	D	F	D1 個人時間
7	B	B	42		B	77	D	A	E 找零件
8	B	B	43	C1	B	78	A	F	F 移動工作梯
9	B	B	44		B	79	A	D	G 架設支撐
10	A	B	45	G		80	A		<input type="checkbox"/> 空手等待
11	B	B	46	C		81	A		<input type="checkbox"/> t 拿著材料等待等待
12	B		47		F	82	t	B	
13		A	48		B	83	C1	B	
14	A	F	49	D	D	84	C1	B	
15	G	B	50	D	D	85		B	
16	G	B	51	D	D	86	G	B	總觀測數:105
17	D		52	A		87	G	B	觀測間隔:10秒
18	C1	B	53	A		88	G	B	
19	C1	B	54	E		89			
20	C1	B	55	B	D	90			
21	C1	B	56	B	A	91		F	
22	G	B	57	B	A	92	A	F	
23			58	B	B	93	A		
24		t	59	B	B	94		B	
25		B	60	B	B	95		B	
26		F	61		B	96		B	
27	D	D	62	D	B	97		B	
28	A		63	B	B	98		B	
29	A		64			99		B	
30		B	65	A	E	100	C	B	
31	t	B	66	t	E	101		B	
32	C1	B	67	t	B	102		B	
33	C1	B	68	A		103		B	
34	C1	B	69	C1	B	104		B	
35	C1	B	70	C1	B	105		B	

表 1.8 樑底模組立五分鐘評估記錄統計表

動作	MEN1		MEN2		合計	
	數量	百分比	數量	百分比	數量	百分比
搬運A	15	14%	4	4%	19	9%
組裝B	13	12%	62	59%	75	36%
定位C	2	2%	0	0%	2	1%
輔助定位C1	14	13%	0	0%	14	7%
空手走動D	13	12%	9	9%	22	10%
個人時間D1	3	3%	0	0%	3	1%
找零件E	3	3%	2	2%	5	2%
移動工作梯F	0	0%	9	9%	9	4%
架設支撐G	11	10%	0	0%	11	5%
空手等待□	27	26%	18	17%	45	21%
拿著材料等待□t	4	4%	1	1%	5	2%
工作	26	25%	71	68%	97	46%
非必要工作	32	30%	6	6%	38	18%
非工作	47	45%	28	27%	75	36%

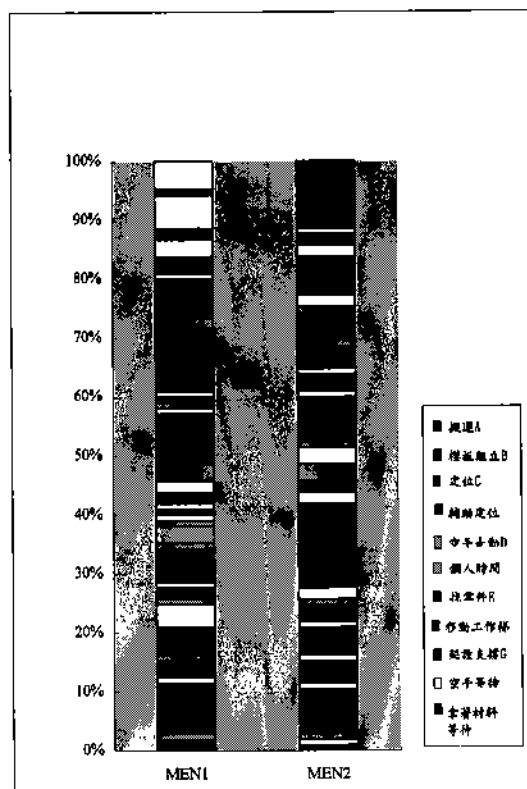


圖 1.4 樑底模組立工人平衡圖

表 1.9 樑側模組立五分鐘評估記錄

時間	MEN1	MEN2	時間	MEN1	MEN2	時間	MEN1	MEN2	說明
1	B	t	36			71	B		A 搬運
2	B	t	37			72	B		B 模板組立
3	B	t	38	B		73	B		C 定位
4	B	t	39	B		74			D 空手走動
5	B	t	40	B		75	C	D	E 找尋模板
6	B	t	41	B		76	C	E1	E1 找零件
7	B	t	42	B		77		E1	F 移動工作梯
8	B	t	43	A	A	78		E1	<input type="checkbox"/> 空手等待
9	B	t	44	B		79	B	E1	<input type="checkbox"/> t 拿著材料等待
10	B	t	45	B		80	B	E1	
11	B	t	46	B		81		E1	
12	B	t	47	B		82		E1	
13	B	D	48	B		83	B	E1	總觀測數:101
14	F	D	49	B		84	B	D	觀測間隔:10
15	B	t	50	B		85		D	
16	B	t	51	B		86		E1	
17	B		52	F		87		E1	
18	B	D	53	B		88			
19	B	E	54	B	D	89			
20	B	E	55	B	D	90			
21	F	A	56	B	D	91	C	A	
22	A		57	B	D	92	A	D	
23	B		58	B	D	93	D	D	
24	B		59	B		94	C	D	
25	F		60	B		95	C	D	
26	B		61	B		96	C	D	
27	B		62	B		97	C	D	
28	B		63	F	t	98	C	D	
29	B		64	B	A	99	C	D	
30	B		65	B		100	C	D	
31	B		66	B		101		D	
32	B		67	B					
33	B		68	B					
34	B		69	B					
35	B		70	B					

表 1.10 樑側模組立五分鐘評估記錄統計表

動作	MEN1		MEN2		合計	
	數量	百分比	數量	百分比	數量	百分比
搬運A	3	3%	4	4%	7	3%
組裝B	68	67%	0	0%	68	34%
定位C	10	10%	0	0%	10	5%
空手走動D	1	1%	21	21%	22	11%
找尋模板E	0	0%	2	2%	2	1%
找零件E1	0	0%	10	10%	10	5%
移動工作梯F	5	5%	0	0%	5	2%
空手等待□	14	14%	49	49%	63	31%
拿著材料等待□t	0	0%	15	15%	15	7%
工作	83	82%	0	0%	83	41%
非必要工作	3	3%	16	16%	19	9%
非工作	15	15%	85	84%	100	50%

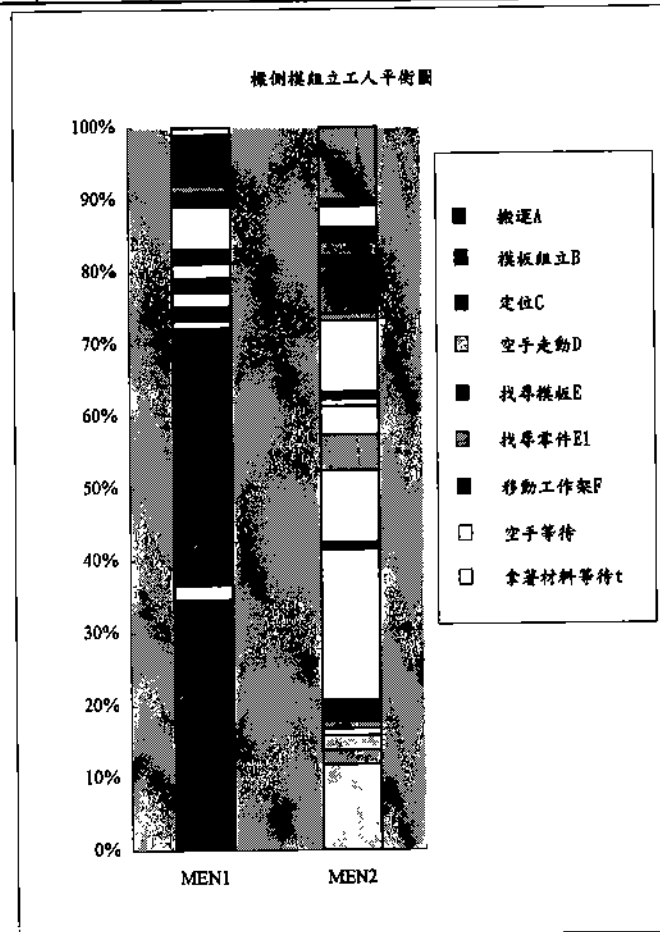


圖 1.5 樑側模組立工人平衡圖

表 1.11 樓版模組立五分鐘評估記錄

時間	MEN1	MEN2	時間	MEN1	MEN2	時間	MEN1	MEN2	時間	MEN1	MEN2	說明
1		E	41	C	C1	81		J	121	t	A	A 搬運
2		E	42	B	E	82		A	122	A		B 組裝
3	H	A	43	B	B	83		J	123	A		B 2 插入鋼栓
4	A		44	B	B	84		J	124	C		B 3 拆除組錯模板
5	C	D	45	B	B	85		J	125	C	E	C 定位
6	B	D	46	B	B	86		J	126	C2	E	C 1 輔助定位
7	B	D	47	B	B	87		A	127	C4	E	C 2 以角材敲擊定位
8	B		48	B	B	88		J	128	A		D 空手走動
9	B		49	B		89		J	129	A		E 鉛模清潔
10	B		50	B		90		J	130	A		F 塗脫模劑
11	B		51	D	A	91		J	131	A		G 找尋模板
12	B		52	D	A	92		J	132	C2		H 移動工作梯
13	B	A	53		A	93	A		133		A	I 樓版模支撐小樑
14	B	A	54		E	94	C	E	134	A		J 架設支撐
15	B	E	55		E	95	C	E	135	A	E	□ 空手等待
16	B	E	56		E	96	C	E	136	A	E	□t 拿著材料等待
17	B	E	57		E	97	A		137	C	E	
18	B	E	58		E	98	C	t	138	C2	D	
19	B	E	59		E	99	C	t	139		A	總觀測數 149
20	B	E	60		E	100	C	t	140	A		觀測間隔 10秒
21	B	E	61		E	101		A	141	C		
22	B	t	62		E	102	A		142	C	E	
23	B	t	63			103	C	D	143	C	E	
24	B	t	64	A		104	C	E	144	C	E	
25	t	t	65	C		105	C	E	145	C		
26	H	t	66	C		106	C	E	146	C2		
27	D	t	67	C	D	107	C	E	147	C2		
28	A	t	68	C	D	108	C2		148	C2		
29	A	D	69	C	E	109	C2		149	C2		
30	B	H	70	C	E	110	C					
31	B	D	71	C	E	111	C					
32	B	D	72	C	E	112	C					
33	B	A	73	A	D	113	C2	t				
34	B	A	74	C	J	114	C2	t				
35	B		75	C	A	115	C2	t				
36	B	E	76	C	J	116	A	A				
37	H	C1	77	C	D	117	A					
38		C1	78	C	A	118	C	E				
39	A	C1	79	C	J	119	C2	E				
40	I	I	80		J	120	C2	A				

表 1.12 樓版模組立五分鐘評估記錄統計表

動作	MEN1		MEN2		合計	
	數量	百分比	數量	百分比	數量	百分比
搬運A	21	14%	18	12%	39	13%
組裝B	34	23%	6	4%	40	13%
插入鋼栓B2	0	0%	0	0%	0	0%
拆除組錯模板B3	0	0%	0	0%	0	0%
定位C	39	26%	0	0%	39	13%
輔助定位C1	0	0%	4	3%	4	1%
輔助定位C2	15	10%	0	0%	15	5%
空手走動D	3	2%	12	8%	15	5%
鋁模清潔E	0	0%	42	28%	42	14%
塗脫模劑F	0	0%	0	0%	0	0%
找尋模板G	0	0%	0	0%	0	0%
移動工作梯H	3	2%	1	1%	4	1%
樓版模支撐小樑I	2	1%	1	1%	3	1%
架設支撐J	0	0%	14	9%	14	5%
空手等待□	30	20%	38	26%	68	23%
拿著材料等待□t	2	1%	13	9%	15	5%
工作	78	52%	22	15%	100	34%
非必要工作	36	24%	64	43%	100	34%
非工作	35	23%	63	42%	98	33%

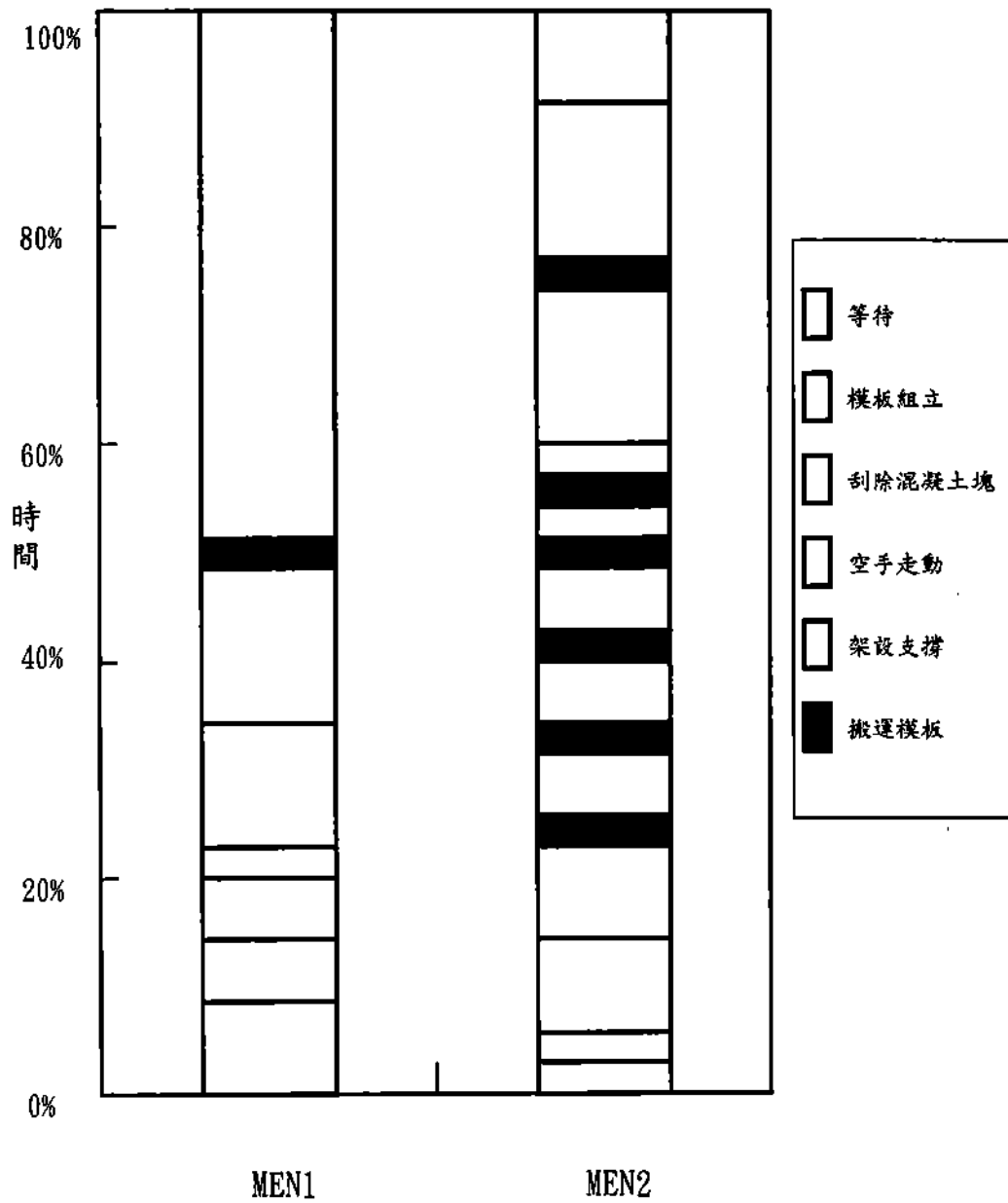


圖 1.6 樓版模組立工人平衡圖

表 1.13 垂直模板拆除五分鐘評估記錄

時間	MEN1	MEN2	時間	MEN1	MEN2	時間	MEN1	MEN2	說明
1	B		41	B		81	A	A	A 搬運
2	B		42	B		82	B	A	B 拆模
3	B		43	B		83	B		C 移動工作梯
4	B		44	B		84	B		D 找尋工具
5	C		45	B		85	B		<input type="checkbox"/> 空手等待
6	C		46	B		86	C		
7	B		47	B					
8	B		48	B					
9	B		49	B					
10	B		50	A	A				
11	B		51	B	A				
12	B		52	B					
13	B		53	B					
14	B		54	B					
15	B		55	B					
16	B		56	B	A				總觀測數:86
17	B		57	B					觀測間隔:10秒
18	D		58	B					
19	B		59	B					
20	B		60	B					
21	B		61	B					
22	B		62	B					
23	B		63	B					
24	B		64	B					
25	B		65	B					
26	B		66	B	B				
27	B		67	B					
28	B		68	B					
29	A	A	69	B					
30	B	A	70	B	A				
31	B		71	B					
32	B		72	B	A				
33	B		73	B					
34	B		74	B					
35	B		75	B					
36	C	A	76	B					
37	C		77	B					
38	C		78	B					
39	B		79	B					
40	B	B	80	B					

表 1.14 垂直模板拆除五分鐘評估記錄

動作	MEN1		MEN2		合計	
	數量	百分比	數量	百分比	數量	百分比
搬運 A	3	3%	10	12%	13	8%
拆模 B	76	88%	2	2%	78	45%
移動工作梯 C	6	7%	0	0%	6	3%
找尋工具 D	1	1%	0	0%	1	1%
空手等待 □	0	0%	74	86%	74	43%
工作	82	95%	2	2%	84	49%
非必要工作	4	5%	10	12%	14	8%
非工作	0	0%	74	86%	74	43%

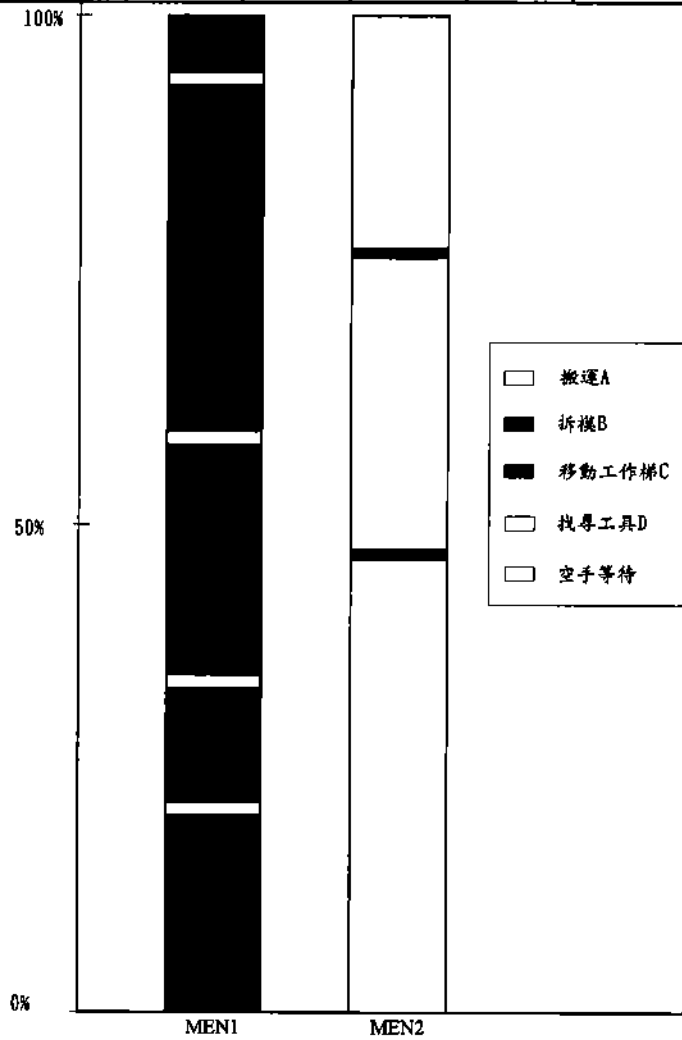


圖 1.7 垂直模板拆除五分鐘評估記錄

表 1.15 水平模板拆除五分鐘評估記錄

時間	MEN1	MEN2	時間	MEN1	MEN2	時間	MEN1	MEN2	說明
1	B		41	B		81	B	A	A 搬運
2	B		42	B		82	B		B 拆模
3	B		43	B		83	B		C 移動工作梯
4	A	A	44	B		84	B		D 空手走動
5	B	A	45	A	A	85	B		E 整理模板
6	B		46	A	A	86	B		□ 空手等待
7	B		47		E	87	B		
8	B		48	B		88	B		
9	B		49	B		89	B		
10	B	A	50	B		90	B		
11	B		51	B		91	B		
12	B		52	A	A	92	B	A	
13	B		53	B		93	B	A	
14	B		54	B		94			
15	B		55	B		95		A	
16	C		56	B		96	C		總觀測數:103
17	B		57	B		97	C		觀測間隔:10秒
18	B		58	B		98	B		
19	B		59	B		99	B		
20	B		60	B		100	B		
21	B		61	B		101	B		
22	B		62	B		102		D	
23	B		63	A	A	103	C		
24	B		64						
25	B		65	B					
26	B		66	B					
27	C	A	67	B					
28	C		68	C					
29	C	A	69	C					
30	C	A	70	C					
31	B		71	C					
32	B		72	B					
33	B		73	B					
34	B		74	B					
35	B		75	B					
36	B		76	B					
37	A	A	77	B	E				
38	B		78	B	E				
39	B		79	B	E				
40	A		80	B	E				

表 1.16 水平模板拆除五分鐘評估記錄統計表

動作	MEN1		MEN2		合計	
	數量	百分比	數量	百分比	數量	百分比
搬運A	7	7%	15	15%	22	11%
拆模B	79	77%	0	0%	79	38%
移動工作梯C	12	12%	0	0%	12	6%
空手走動D	0	0%	1	1%	1	0%
整理模板E	0	0%	5	5%	5	2%
空手等待	5	5%	82	80%	87	42%
工作	91	88%	0	0%	91	44%
非必要工作	7	7%	20	19%	27	13%
非等待	5	5%	83	81%	88	43%

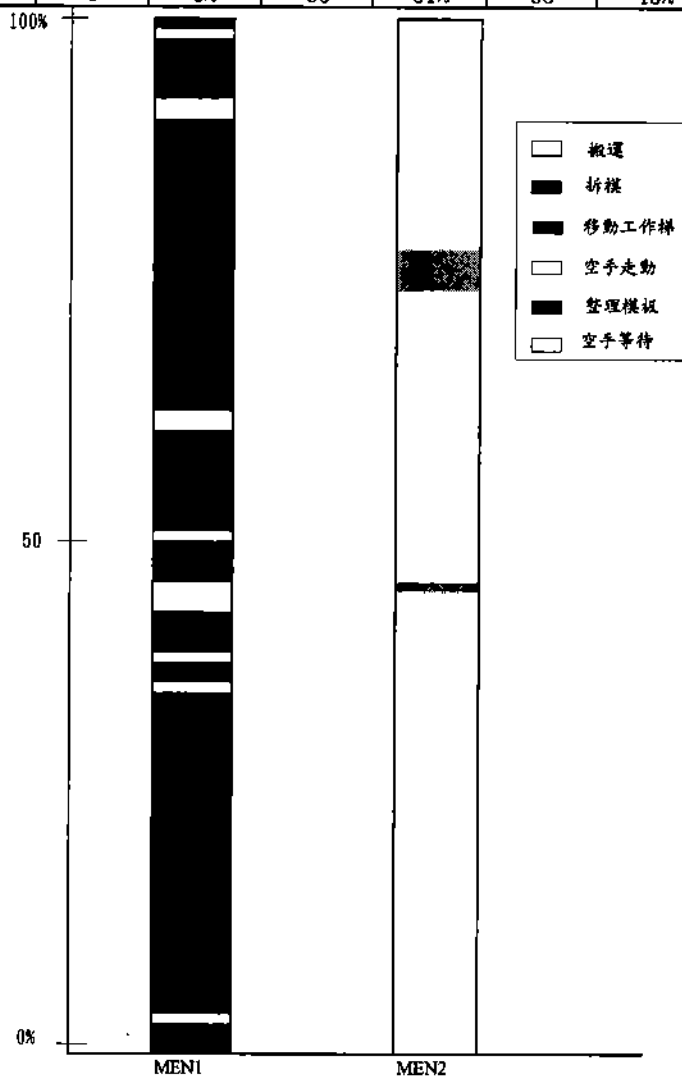


圖 1.8 水平模板拆除工人平衡圖

表 1.17 尺寸變化時之五分鐘評估記錄(1)

時間	MEN1	MEN2	MEN3	時間	MEN1	MEN2	MEN3	說明
1			G	42	B1			A 搬運
2			G	43	B1			B 組裝
3			G	44	B1			B1 拆除組錯模板
4			G	45	B1			C 定位
5			G	46	B1	D	D	C1 輔助定位
6			G	47	B1	D	D	D 空手走動
7			G	48	B1			E 調整
8			G	49	B1			F 調整腳架高度
9			G	50	B1			G 找尋模板
10			G	51	B1	D		H 討論
11			G	52	B1			
12			G	53	B1			<input type="checkbox"/> 空手等待
13	C	C	D	54	B1			
14	C	C	D	55	B1			
15	C	C	B1	56	B1			
16		C1	B	57	B1			
17		B	C1	58	B1			總觀測數:64
18		B		59	B1			觀測間隔:30秒
19		B		60	B1			
20		B		61	B1			
21		B		62		G		
22		B1		63		G		
23	H	H	H	64		G		
24	D	D	D					
25	H							
26	H	H						
27	C1	B						
28	C1	B						
29	D							
30	E	C1						
31	E	C1						
32	F	B	F					
33	F	B	F					
34	F	B	F					
35			F					
36			F					
37								
38								
39	A	A						
40	A	A						
41	A	A						

表 1.18 尺寸變化時之五分鐘評估記錄統計表(1)

動作	MEN1		MEN2		MEN3		合計	
	數量	百分比	數量	百分比	數量	百分比	數量	百分比
搬運A	3	5%	3	5%	0	0%	6	3%
組裝B	0	0%	10	16%	1	2%	11	6%
拆除組錯模板B1	20	31%	1	2%	1	2%	22	11%
定位C	3	5%	3	5%	0	0%	6	3%
輔助定位C1	2	3%	3	5%	1	2%	6	3%
空手走動D	2	3%	4	6%	5	8%	11	6%
調整E	2	3%	0	0%	0	0%	0	1%
調整腳架高度F	3	5%	0	0%	5	8%	0	4%
找尋模板G	0	0%	3	5%	12	19%	15	8%
討論H	3	5%	2	3%	1	2%	0	3%
空手等待□	26	41%	35	55%	38	59%	99	52%
總和	64	100%	64	100%	64	100%	176	100%
工作	8	13%	13	20%	6	9%	17	14%
非必要工作	28	44%	12	19%	15	23%	49	29%
非工作	28	44%	39	61%	43	67%	110	57%

表 1.19 尺寸變化時之五分鐘評估記錄(2)

時間	MEN1	MEN2	MEN3	時間	MEN1	MEN2	MEN3	說明
1	C	t	B	42	G	G	G	A 搬運
2	D	t	B	43	G	G	G	B 組裝
3	C	D	B	44	A	G	D	B 1 拆除組錯模板
4	t		B1	45	D	G	E	B 2 鑽孔
5			B	46	G	G	E	C 定位
6	G	G	G	47	G	G	E	D 空手走動
7	G	G	G	48	G	G	E	E 鋁模清潔
8	G	G	G	49	G	G	E	G 找尋模板
9	G	G	G	50	G	G	E	H 移動工作梯
10	G	G	G	51	G	G	E	J 架設支撐
11	G	G	G	52	G	G	E	
12	G	G	G	53	G	G	E	<input type="checkbox"/> 空手等待
13	G	G	G	54	B	G	E	<input type="checkbox"/> t 拿著材料等待
14	G	G	G	55	B	G	A	
15	G	G	G	56	B	G	t	
16	G	G	G	57	B	G	B	
17	G	G	G	58	J	G	B	總觀測數:234
18	D	G	G	59		G	E	觀測間隔:30秒
19	D	G	G	60	G	G		
20	G	G	G	61	G	G	D	
21	G	G	G	62	G	G	E	
22	G	G	G	63	G	G	E	
23	G	G	G	64	G	G	H	
24	G	G	G	65	G	G		
25	G	A	G	66	G	G		
26	G	C	G	67	G	G		
27	G	C	G	68	G	G		
28	G	B	G	69	G	G	E	
29	D	B	G	70	G	G	E	
30	D	B	G	71	G	G	E	
31	t	B	G	72	G	G	E	
32	D	B	G	73	G	G	E	
33	D	B	G	74	G	G	D	
34	G	B	G	75	t	G	B	
35	G	B	G	76		G	B	
36	G	B	G	77	A	G	B	
37	G	B	G	78	B	G	B	
38	G	B2	G	79				
39	G	A	A	80				
40	G	G	E	81				
41	G	G	D	82				

表 1.20 尺寸變化時之五分鐘評估記錄(2)

動作	MEN1		MEN2		MEN3		合計	
	數量	百分比	數量	百分比	數量	百分比	數量	百分比
搬運A	2	3%	2	3%	2	3%	6	3%
組裝B	5	6%	7	9%	11	14%	23	10%
拆除組錯模板B1	0	0%	0	0%	1	1%	1	0%
鑽孔B2	0	0%	1	1%	0	0%	1	0%
定位C	2	3%	2	3%	1	1%	5	2%
空手走動D	8	10%	1	1%	3	4%	12	5%
鋸機清潔E	0	0%	0	0%	19	24%	19	8%
找尋模板G	53	67%	58	73%	36	45%	147	62%
移動工作梯H	0	0%	0	0%	1	1%	0	0%
架設支撐J	2	3%	0	0%	0	0%	0	1%
空手等待	4	5%	6	8%	5	6%	15	6%
拿著材料等待t	3	4%	2	3%	1	1%	6	3%
總和	79	100%	79	100%	80	100%	235	100%
工作	9	11%	9	11%	13	16%	28	13%
非必要工作	55	70%	61	77%	58	73%	174	73%
非工作	15	19%	9	11%	9	11%	33	14%

附錄二 改善後之生產力記錄

表 2.1 外牆模組拆三人工作組之五分鐘評估記錄表

外牆模組拆之五分鐘評估記錄				
時間	MEN1	MEN2	MEN3	說明
1	B	C	E	A 搬運
2	B	C	E	B 拆模
3	B	C	G	C 組模
4	B	C	G	D 空手走動
5	B	C	G	E 定位
6	B	C	G	F 塗脫模劑
7	B	C	G	G 移動工作梯
8	B	C	G	H 鋁模清潔
9	B	C	G	<input type="checkbox"/> 空手等待
10	B	C	G	<input type="checkbox"/> t 拿著材料等待
11	B	C	G	
12	B	C	G	
13	B	C		
14	B	C		
15	B	C	D	總觀測數:27
16		C	F	觀測間隔:10秒
17	B	C	F	
18	B	C	F	
19	B	C	F	
20	B	C	F	
21	B	C	F	
22	B		F	
23	B		F	
24	B		A	
25		E	E	
26		C	E	
27		C	E	

表 2.2 外牆模組拆三人工作組之五分鐘評估記錄統計表

動作	MEN1		MEN2		MEN3		合計 數量
	數量	百分比	數量	百分比	數量	百分比	
搬運A	0	0%	0	0%	1	4%	1
拆裝B	23	85%	0	0%	0	0%	23
組模C	0	0%	23	85%	0	0%	23
空手走動D	0	0%	0	0%	1	4%	1
定位E	0	0%	1	4%	5	19%	6
塗脫模劑F	0	0%	0	0%	8	30%	8
插銷G	0	0%	0	0%	10	37%	10
鋁模清潔H	0	0%	0	0%	0	0%	0
空手等待	4	15%	3	11%	2	7%	9
拿著材料等待t	0	0%	0	0%	0	0%	0
工作	23	85%	24	89%	24	89%	71
非工作	4	15%	3	11%	3	11%	10

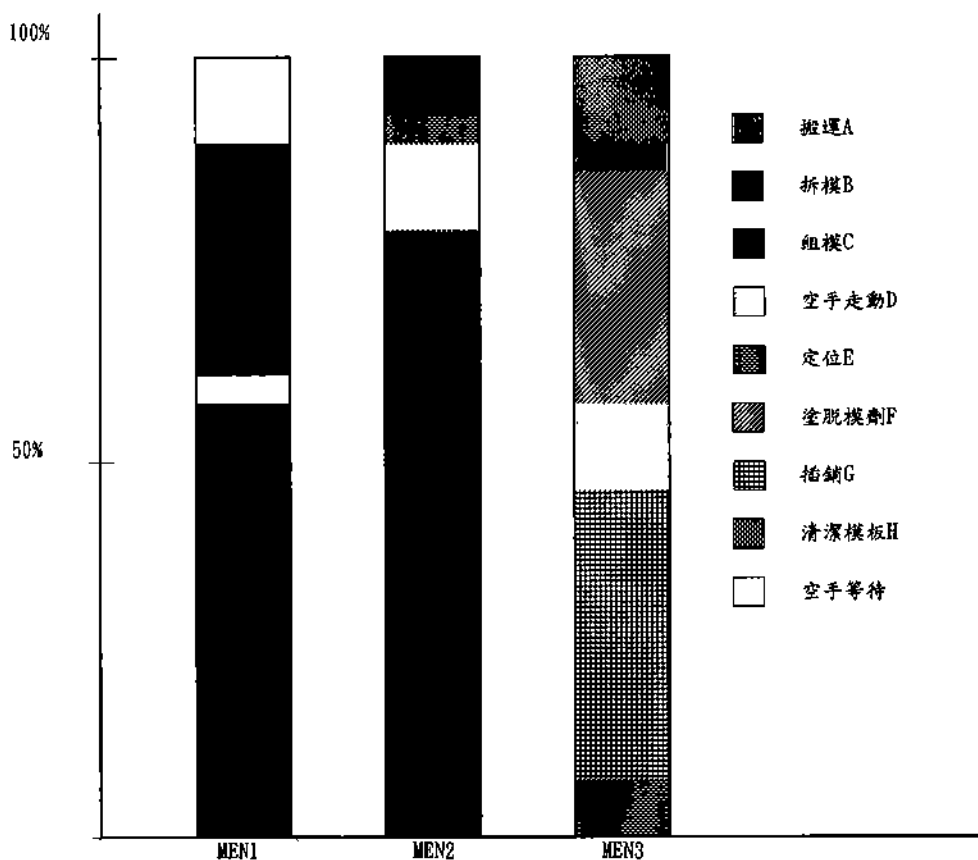


圖 2.1 外牆模組拆三人工作組之工人平衡圖

表 2.3 拆樑側模板三人工作組之五分鐘評估記錄表

拆樑側模之五分鐘評估記錄				
時間	MEN1	MEN2	MEN3	說明
1	B	B		A 搬運
2	B	B		B 拆模
3	A	A		C 移動工作梯
4	B	B	A	D 空手走動
5	B	B	E	E 鋁模清潔
6	B	B	E	<input type="checkbox"/> 空手等待
7	B	B	E	<input type="checkbox"/> t 拿著材料等待
8	B	B	E	
9	B	B	A	
10	B	B	A	
11	B	B		
12	B	B		
13	B	B	D	
14	B	B		
15	A	A	A	總觀測數:26
16	B	A	A	觀測間隔:10秒
17	B	B	E	
18	A	A	E	
19	B		E	
20	B		E	
21	A		A	
22			E	
23	C	C	E	
24	C	C	E	
25	C	C	E	
26	C	C	E	

表 2.4 拆樑側模板三人工作組之五分鐘評估記錄統計表

動作	MEN1		MEN2		MEN3		合計	
	數量	百分比	數量	百分比	數量	百分比	數量	百分比
搬運 A	4	15%	4	15%	6	23%	14	18%
拆模 B	17	65%	14	54%	0	0%	31	40%
移動工作梯 C	4	15%	4	15%	0	0%	8	10%
空手走動 D	0	0%	0	0%	1	4%	1	1%
鋤模清潔 E	0	0%	0	0%	13	50%	13	17%
空手等待 □	1	4%	4	15%	6	23%	11	14%
拿著材料等待 □t	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
工作	25	96%	22	85%	19	73%	66	85%
非工作	1	4%	4	15%	7	27%	12	15%

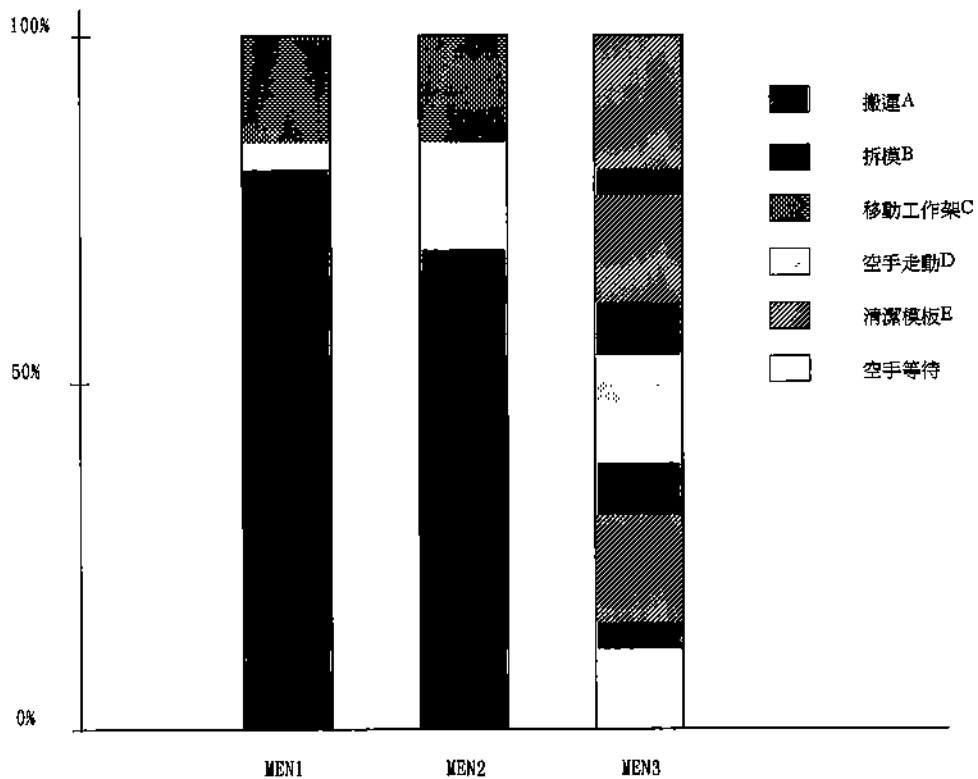


圖 2.2 拆樑側模板三人工作組之工人平衡圖

表 2.5 牆模組立三人工作組之五分鐘評估記錄表

牆模組立之五分鐘評估記錄								說明
時間	MEN1	MEN2	MEN3	時間	MEN1	MEN2	MEN3	
1	E	B	F	36	C	C	F	A 搬運
2	E	B	F	37	C	C	F	B 組模
3		B	F	38	C	B	F	C 定位
4	C	B	F	39	C	B	F	D 空手走動
5	C	B	F	40		B	F	E 塗脫模劑
6	C	B	F	41			F	F 插插銷
7	C	B	F	42			F	□ 空手等待
8		B	F	43		B	F	□t 拿著材料等待
9	E	B	F	44	C	C	F	
10	E	B	F	45	C	B	F	
11	E	B	F	46	C	B	F	
12	E		F	47		B	F	
13		B	F	48	F	B	F	
14		B	F	49	E	B	F	
15		B	F	50	E	B	F	總觀測數:50 觀測間隔:10秒
16	A	B	F					
17	A	B	F					
18		B	F					
19	C	B	F					
20		B	F					
21		B						
22		B						
23		B	F					
24		B	F					
25		B	F					
26		B	F					
27		B	F					
28		B	F					
29		B	F					
30		B	F					
31		B	F					
32		B	F					
33		B	F					
34		A	F					
35	A	A	F					

表 2.6 牆模組立三人工作組之五分鐘評估記錄統計表

動作	MEN1		MEN2		MEN3		合計	
	數量	百分比	數量	百分比	數量	百分比	數量	百分比
搬運 A	3	6%	2	4%	0	0%	5	3%
拆模 B	0	0%	42	89%	0	0%	42	28%
定位 C	12	24%	3	6%	0	0%	15	10%
空手走動 D	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
塗脫模劑 E	8	16%	0	0%	0	0%	8	5%
插插銷 F	1	2%	0	0%	48	102%	49	33%
空手等待 □	26	52%	3	6%	2	4%	31	21%
拿著材料等待 □ t	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
工作	24	48%	47	94%	48	96%	119	79%
非工作	26	52%	3	6%	2	4%	31	21%

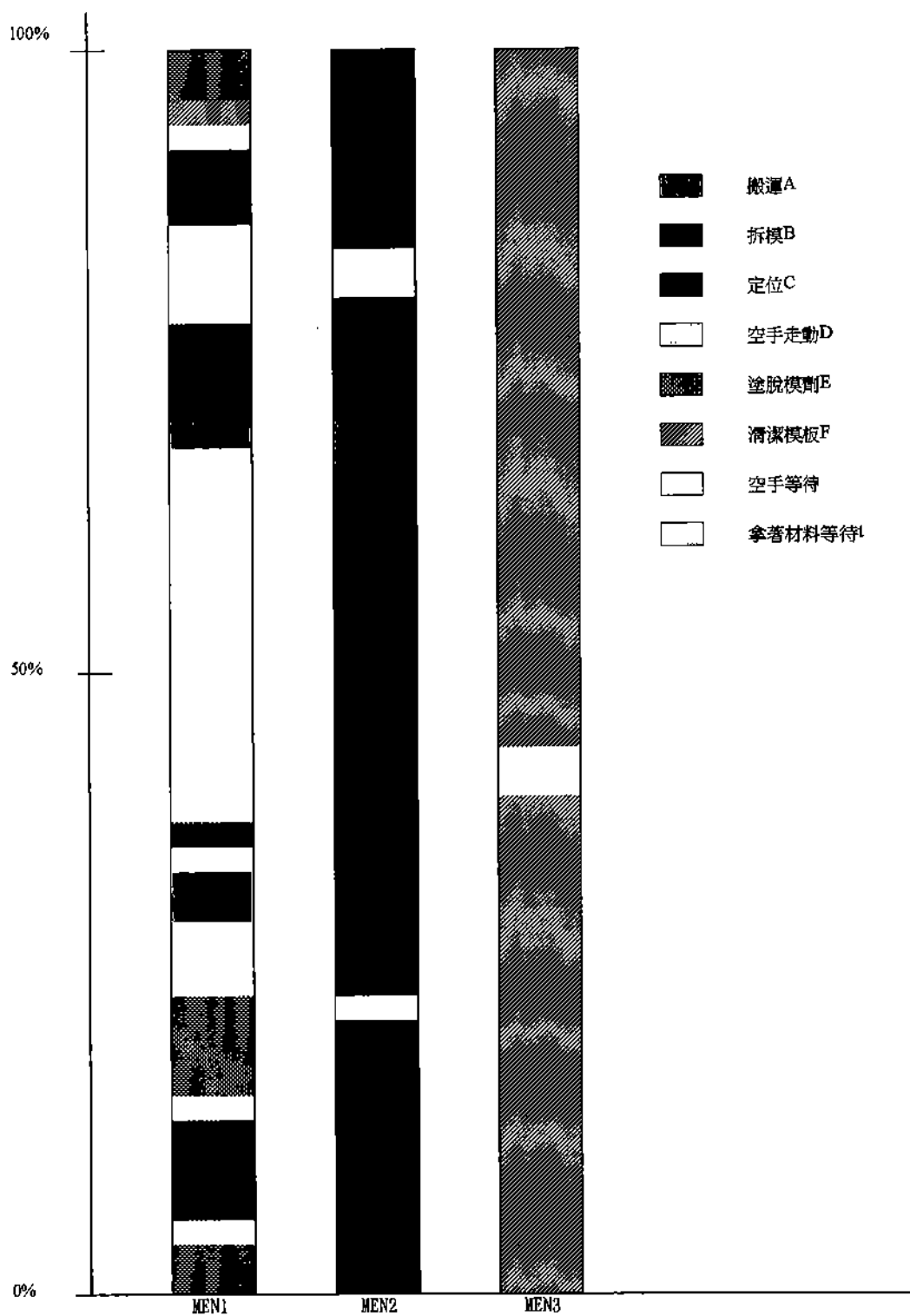


圖 2.3 牆模組立三人工作組之工人平衡圖

表 2.7 樑底模組立三人工作組之五分鐘評估記錄表

樑底模組立之五分鐘評估記錄								
時間	MEN1	MEN2	MEN3	時間	MEN1	MEN2	MEN3	說明
1	A	B	A	36		B	B	A 搬運
2	A	A	B	37		B	B	B 組模
3	E			38	A	A	B	C 定位
4	E		B	39	A	A	B	D 空手走動
5	A	A	B	40	B	C	B	E 塗脫模劑
6		C	B	41	B	C	B	F 插插銷
7	A		B	42	B	C	B	G 移動工作架
8	A		B	43	B	C	B	H 立支撐
9	A		B	44	B	C	B	□ 空手等待
10	B		B	45	B	H	B	□t 拿著材料等待
11	B		B	46	B	C	B	
12	B		B	47	B	C	B	
13	B		B	48	B	C	B	
14	B	D	B	49	B	C	B	
15	B		B	50	B		B	總觀測數:60
16	B		B	51	B		B	觀測間隔:10秒
17	B	F	B	52	B		B	
18	B		B	53	B	C	B	
19	B		B	54	A	A	B	
20	B		B	55	G	A	B	
21			B	56	G	C	B	
22			B	57	B		B	
23		A	B	58	B		B	
24		A	B	59	B			
25		A	B	60	G	A	B	
26		B	B					
27		B	B					
28	A		B					
29	A		B					
30	A		B					
31		A	B					
32	G	A	B					
33	G	B	B					
34	B	B	B					
35		B	B					

表 2.8 樑底模組立三人工作組之五分鐘評估記錄統計表

動作	MEN1		MEN2		MEN3		合計	
	數量	百分比	數量	百分比	數量	百分比	數量	百分比
搬運 A	12	20%	12	20%	1	2%	25	14%
拆模 B	29	48%	8	13%	57	95%	94	52%
移動工作梯 C	1	2%	12	20%	0	0%	13	7%
空手走動 D	0	0%	1	2%	0	0%	1	1%
塗脫模劑 E	2	3%	0	0%	0	0%	2	1%
插插銷 F	0	0%	1	2%	0	0%	1	1%
移動工作架 G	4	7%	0	0%	0	0%	4	2%
立支撐 H	0	0%	1	2%	0	0%	1	1%
空手等待 □	12	20%	25	42%	2	3%	39	22%
拿著材料等待 □ t	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
工作	48	80%	34	57%	58	97%	140	78%
非工作	12	20%	26	43%	2	3%	40	22%

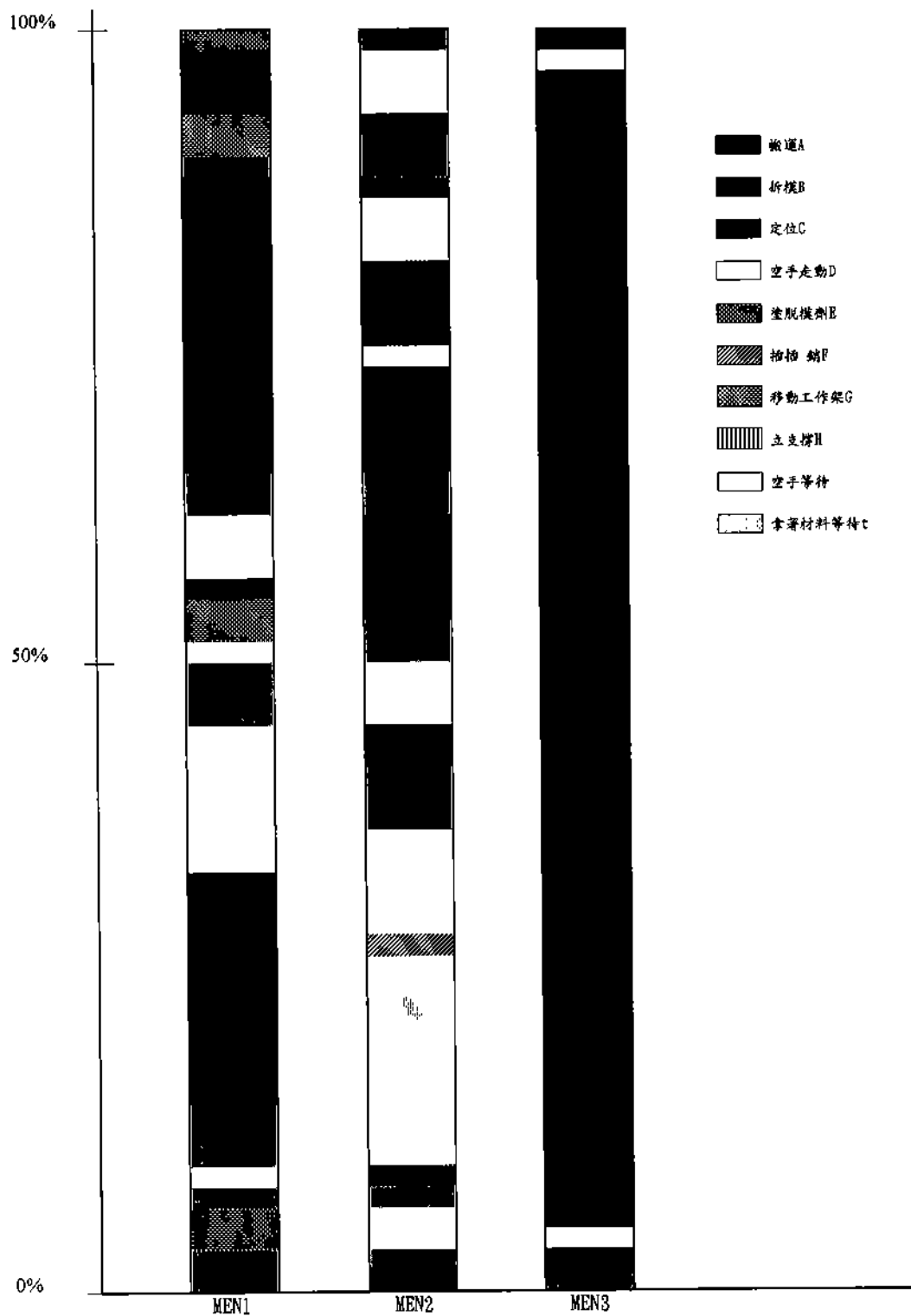


圖 2.4 樑底模組立三人工作組之工人平衡圖

表 2.9 樑側模組立三人工作組之五分鐘評估記錄表

樑側模組立之五分鐘評估記錄				
時間	MEN1	MEN2	MEN3	說明
1	A	A		A 搬運
2	A	A		B 組模
3	A	A		B1 拆下重組
4		A		C 定位
5	I	A	B	D 空手走動
6	I		B	E 塗脫模劑
7	I	D	B	F 插插銷
8	I	D	B	G 移動工作架
9	I	A	B	H 立支撐
10	I	t	B	I 找料
11	E	t	B	J 清潔模板
12	E	t	B	<input type="checkbox"/> 空手等待
13	E	D	B	<input type="checkbox"/> t 拿著材料等待
14	E	A	G	
15	E	A	B	
16	E	A	B	
17	I			
18	D	C	C	總觀測數:35
19	D		C	觀測間隔:10秒
20	D		C	
21	A		C	
22	I	A		
23	A	J	B	
24	B	J	B	
25	A	B	B	
26	B	A	B	
27	B		B	
28	B	A	B	
29	B		B	
30	B		B	
31	B		C	
32	B		C	
33	B		B1	
34	B	J		
35	B	J		

表 2.10 標側模組立三人工作組之五分鐘評估記錄統計表

動作	MEN1		MEN2		MEN3		合計	
	數量	百分比	數量	百分比	數量	百分比	數量	百分比
搬運 A	6	9%	12	17%	0	0%	18	9%
拆模 B	11	16%	1	1%	19	27%	31	15%
拆下重組B1	0	0%	0	0%	1	1%	1	0%
定位 C	0	0%	1	1%	6	9%	7	3%
空手走動 D	3	4%	3	4%	0	0%	6	3%
塗脫模劑 E	6	9%	0	0%	0	0%	6	3%
插插銷F	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
移動工作架G	0	0%	0	0%	1	1%	1	0%
立支撐H	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
找料I	8	11%	0	0%	0	0%	8	4%
清潔模板J	0	0%	4	6%	0	0%	4	2%
空手等待 □	1	1%	11	16%	8	11%	20	10%
拿著材料等待 □ t	0	0%	3	4%	0	0%	3	1%
工作	31	89%	18	51%	27	77%	76	72%
非工作	4	11%	17	49%	8	23%	29	28%

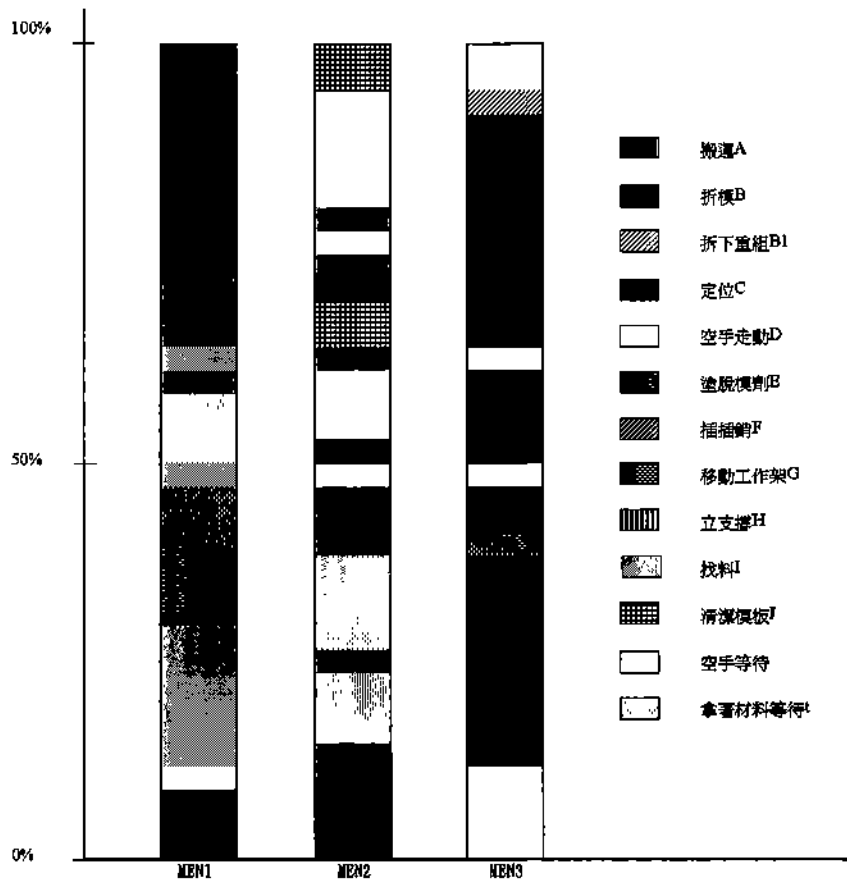


圖 2.5 標側模組立三人工作組之工人平衡圖

表 2.11 版模拆模三人工作組之五分鐘評估記錄表

版模拆模組立之五分鐘評估記錄				
時間	MEN1	MEN2	MEN3	說明
1	B	A	E	A 搬運
2	B	A	E	B 拆模
3	A	B	E	C 拆支撐
4	B	B	E	D 空手走動
5	B	B	A	E 清潔模板
6	B	B		F 移動工作架
7	B	B	E	<input type="checkbox"/> 空手等待
8	B	B	E	<input type="checkbox"/> t 拿著材料等待
9	B	B	E	
10	B	B	E	
11	B	B	E	
12	B	B	E	
13	A	B		總觀測數:33
14		B	A	觀測間隔:10秒
15		B	E	
16		B	E	
17	F	B	E	
18	F	B	E	
19	F	B	A	
20	B	B	E	
21	B	B	E	
22	B	B	E	
23	t	B	A	
24		B	E	
25		B	E	
26	B	B	E	
27	B	A	E	
28		B	E	
29		B	E	
30	B	B	E	
31	B	A	E	
32	B	B	E	
33	A	B	E	

表 2.12 版模拆模三人工作組之五分鐘評估記錄統計表

動作	MEN1		MEN2		MEN3		合計	
	數量	百分比	數量	百分比	數量	百分比	數量	百分比
搬運 A	3	9%	4	12%	4	12%	11	11%
拆模 B	19	58%	29	88%	0	0%	48	48%
拆支撐 C	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
空手走動 D	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
鋁模清潔 E	0	0%	0	0%	27	82%	27	27%
移動工作架 F	3	9%	0	0%	0	0%	3	3%
空手等待 □	7	21%	0	0%	2	6%	9	9%
拿著材料等待 □ t	1	3%	0	0%	0	0%	1	1%

工作	25	76%	33	100%	31	94%	89	90%
非工作	8	24%	0	0%	2	6%	10	10%

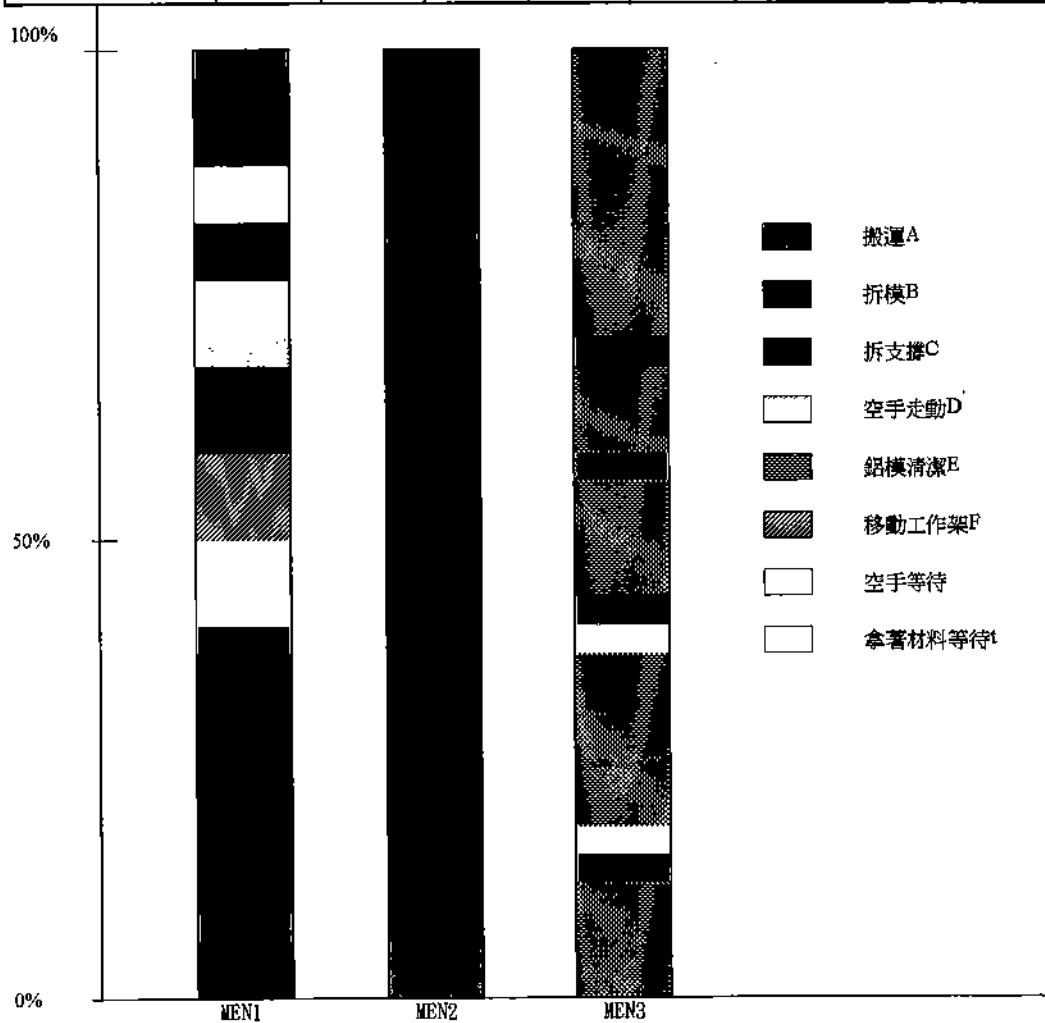


圖 2.6 版模拆模三人工作組之工人平衡圖

表 2.13 版模組立三人工作組之五分鐘評估記錄表

版模拆模組立之五分鐘評估記錄				
時間	MEN1	MEN2	MEN3	說明
1	A			A 搬運
2	D	A	A	B 組模
3	A	A	A	C 立支撐
4	A	B	B	D 空手走動
5	A	B	B	E 移動工作架
6		B	B	F 找尋模板
7	A	B	E	<input type="checkbox"/> 空手等待
8	A	B	B	<input type="checkbox"/> t 拿著材料等待
9	A	B	B	
10	D	E	B	
11	A	E	B	
12		A	B	
13		B	B	總觀測數:35
14		B	B	觀測間隔:10秒
15		B	B	
16		B	B	
17		B	E	
18		B		
19	A			
20		A	A	
21		B	B	
22	A	B	B	
23		B	B	
24	F	B	B	
25	A	B	B	
26	t	B	B	
27	t	B	B	
28		B	A	
29		B	B	
30	A	E	B	
31	D	E	B	
32		A	B	
33		B	B	
34		B	B	
35		B	B	

表 2.14 版模組立三人工作組之五分鐘評估記錄統計表

動作	MEN1		MEN2		MEN3		合計	
	數量	百分比	數量	百分比	數量	百分比	數量	百分比
搬運 A	12	34%	5	14%	4	11%	21	20%
組模 B	0	0%	24	69%	26	74%	50	48%
立支撐 C	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
空手走動 D	3	9%	0	0%	0	0%	3	3%
移動工作架 E	0	0%	4	11%	2	6%	6	6%
找尋模板 F	1	3%	0	0%	0	0%	1	1%
空手等待 □	17	49%	2	6%	3	9%	22	21%
拿著材料等待 □	2	6%	0	0%	0	0%	2	2%
工作	13	37%	33	94%	32	91%	78	74%
非工作	22	63%	2	6%	3	9%	27	26%

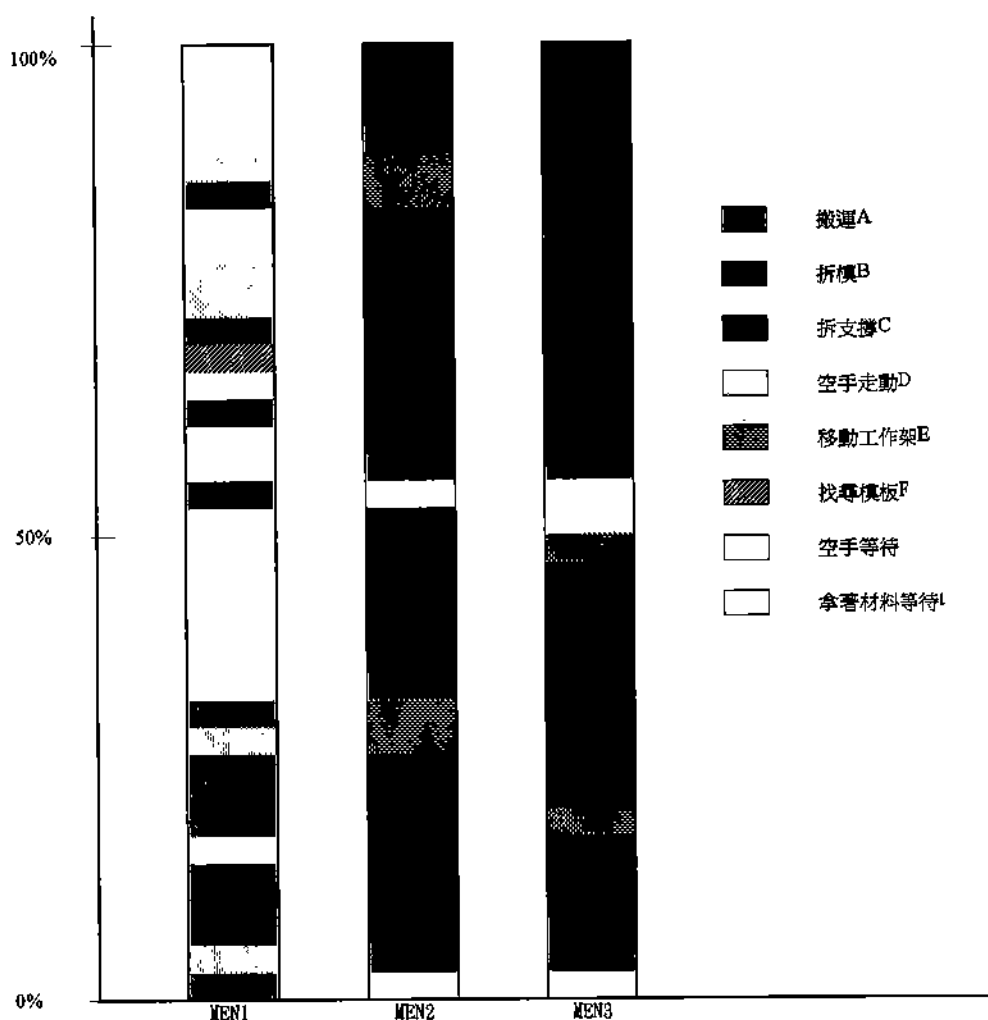


圖 2.7 版模組立三人工作組之五分鐘評估記錄表

附錄三 系統模板技術諮詢服務系統人機界面

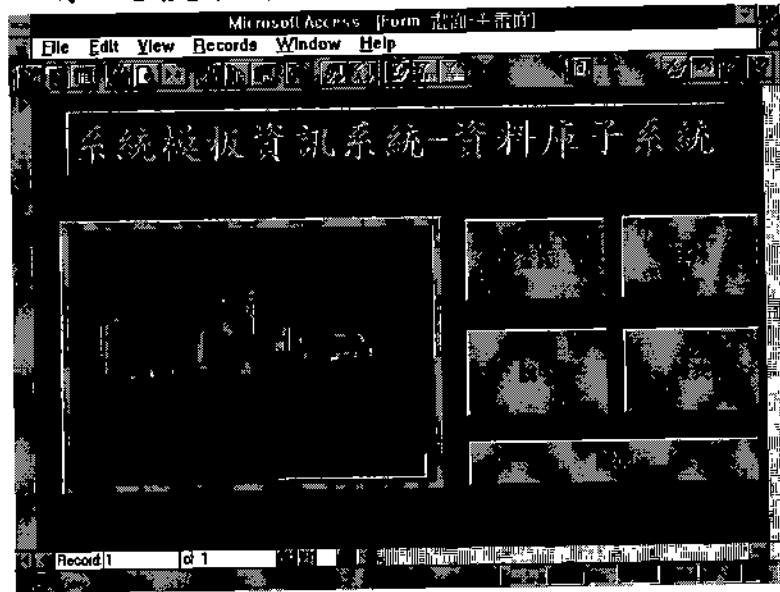


圖3.1 主畫面功能表

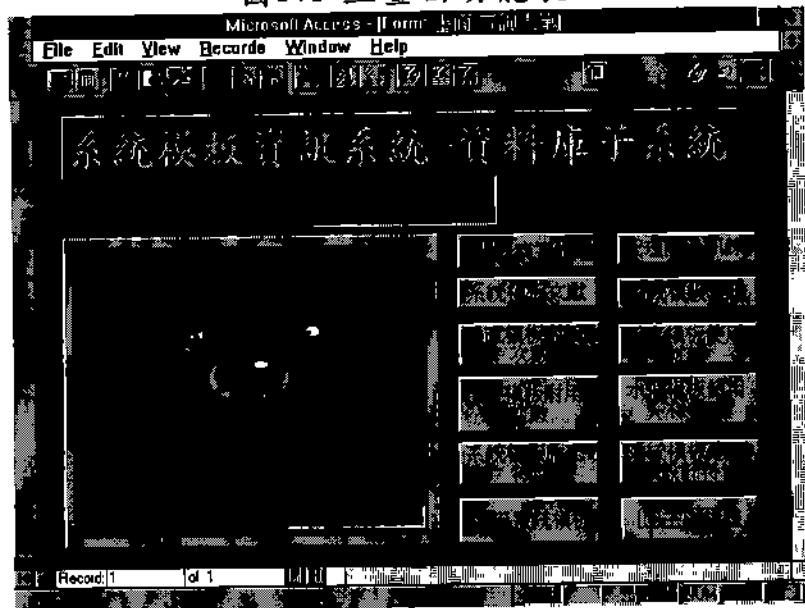


圖3.2 查詢功能表(一)

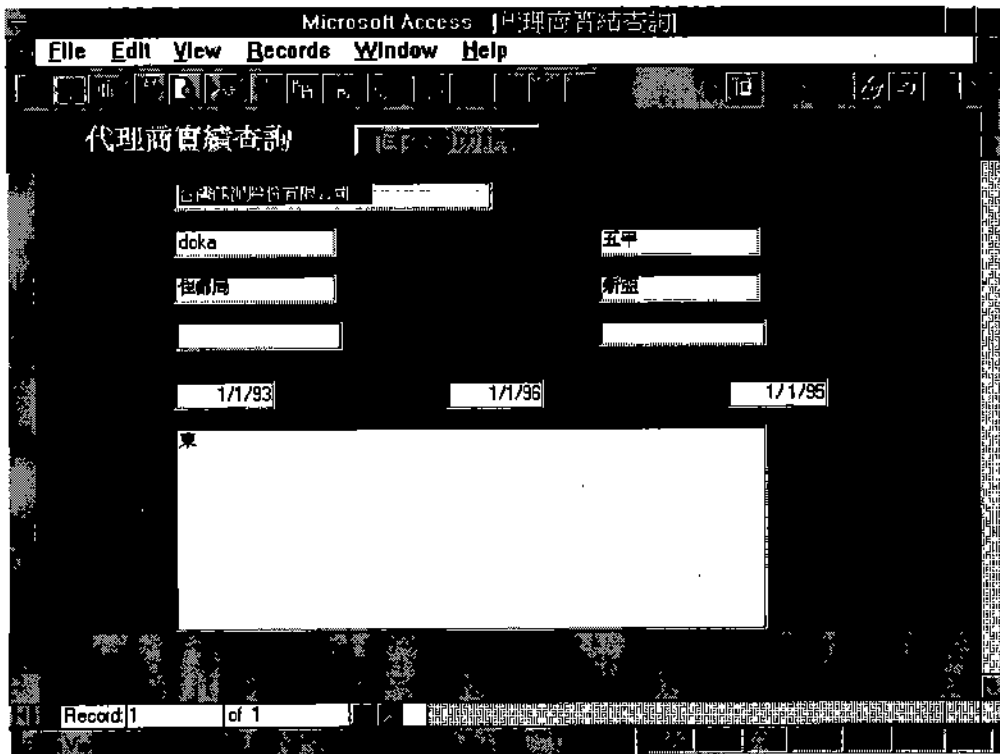


圖 3.3 查詢功能表(二)

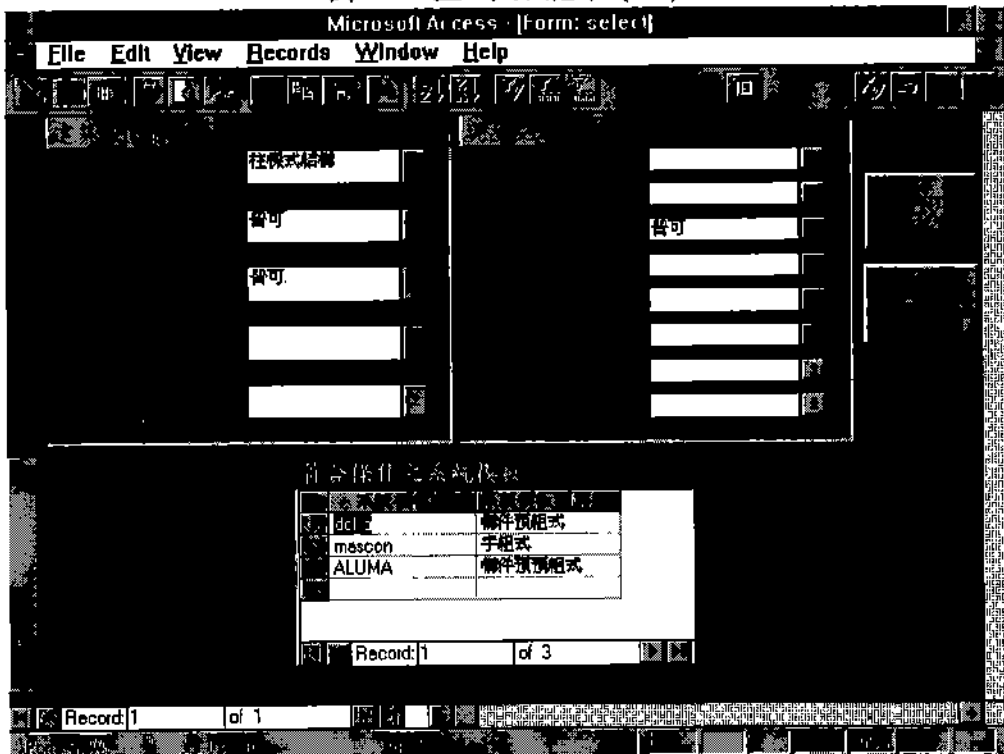


圖 3.4 查詢功能表(三)

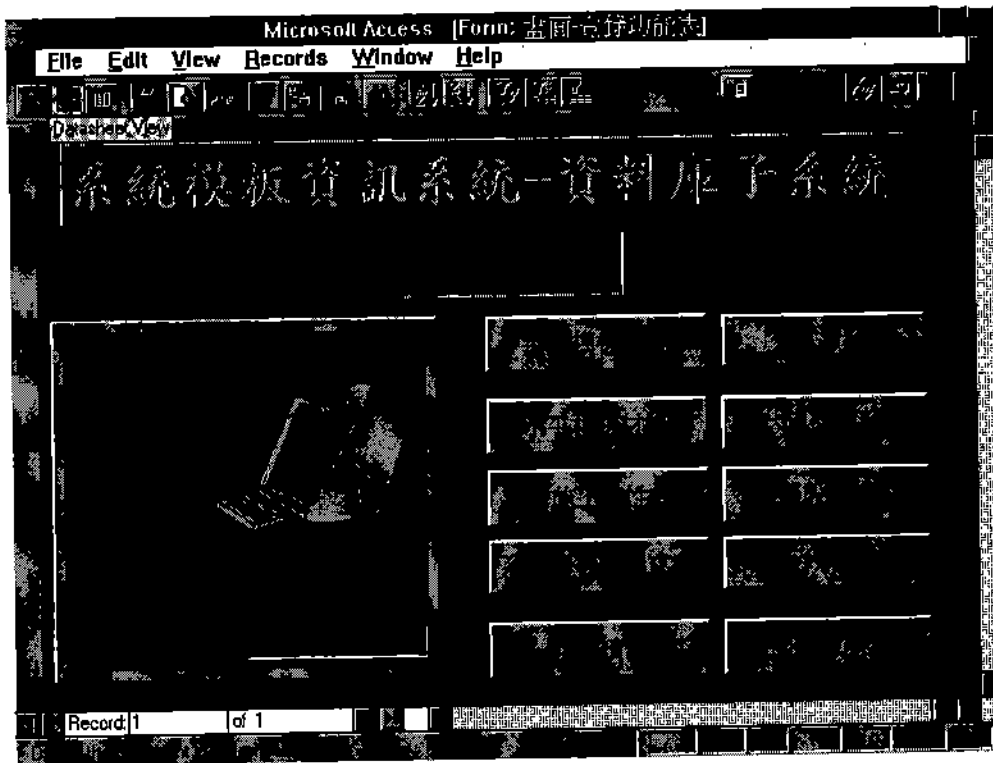


圖 3.5 登錄功能表(一)

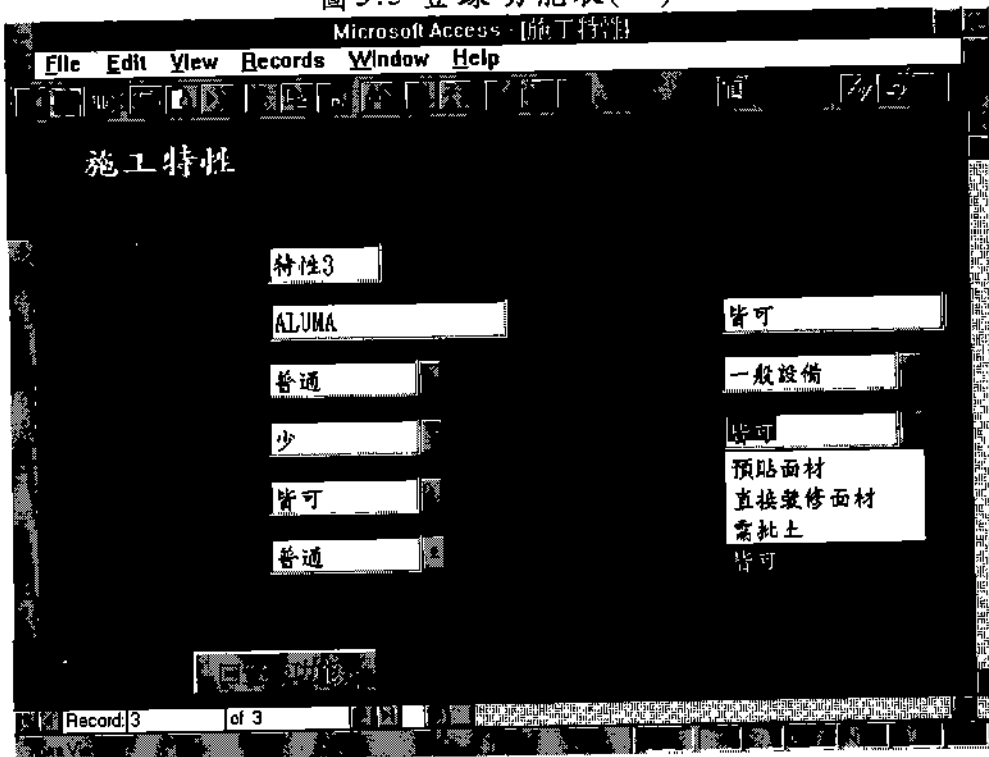


圖 3.6 登錄功能表(二)

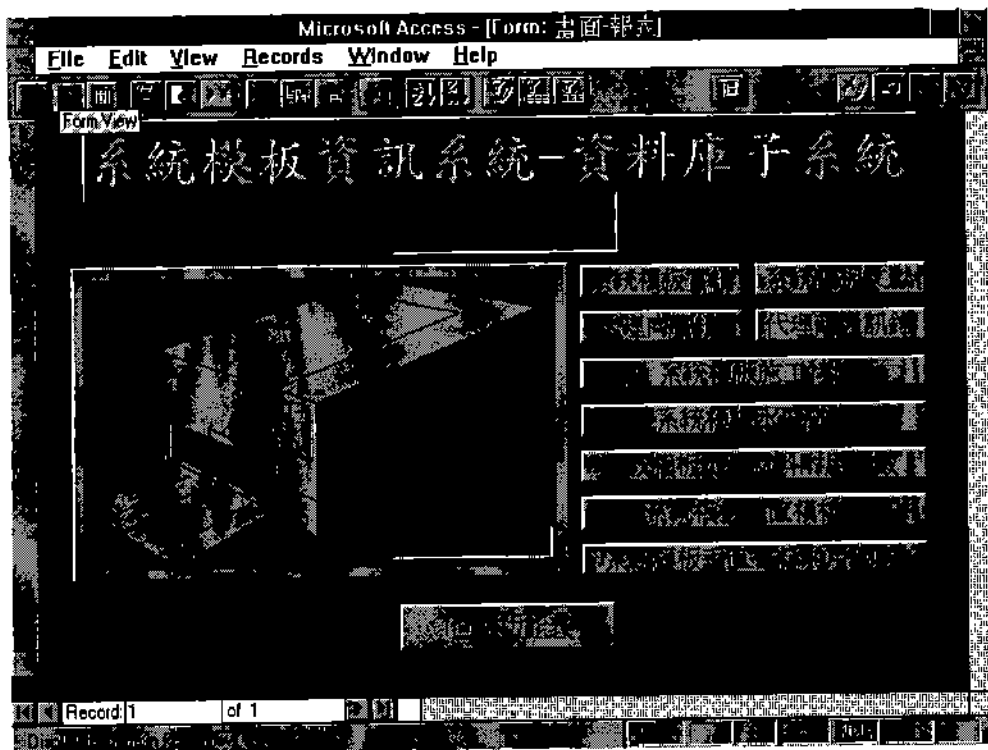


圖 3.7 報表功能表(一)

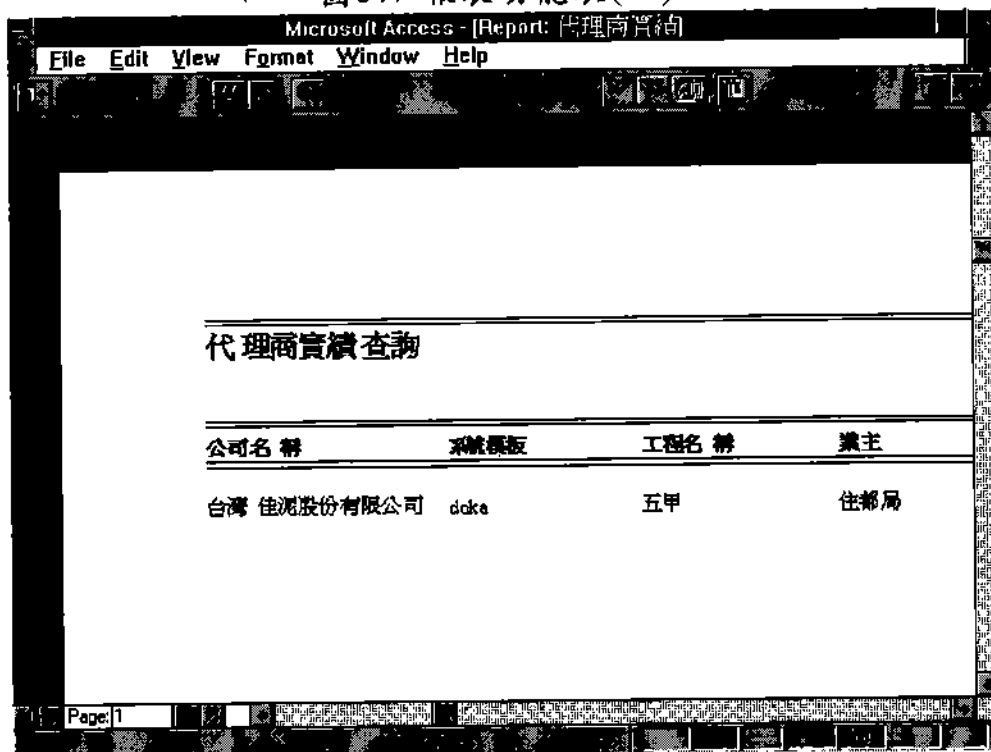


圖 3.8 報表功能表(二)

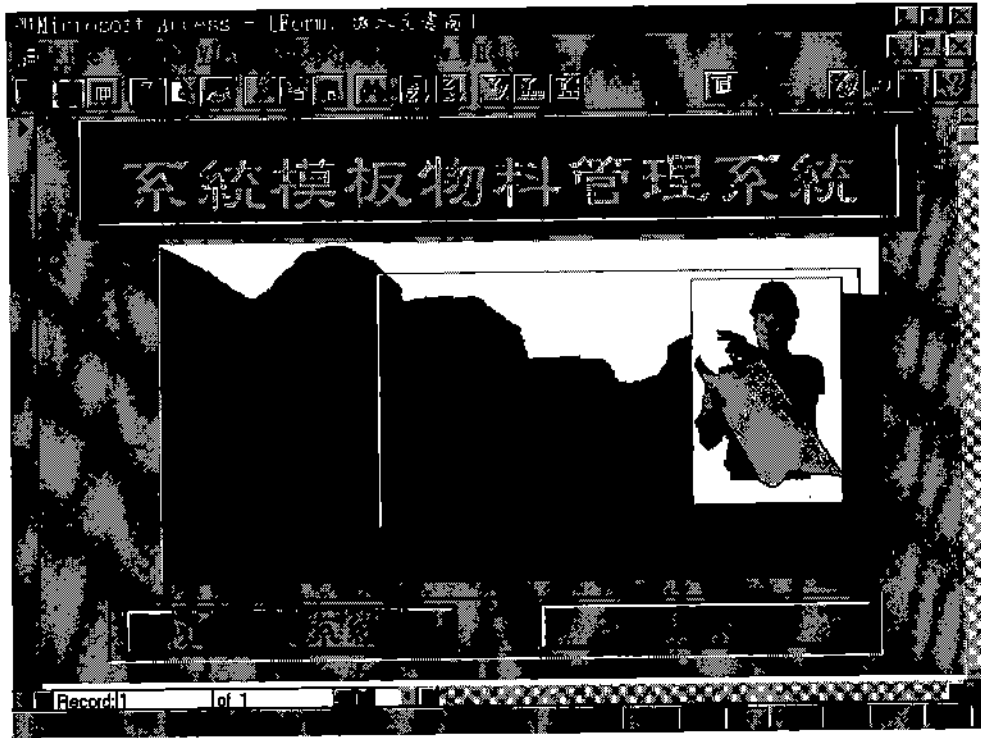


圖 3.9 物料管理系統進入畫面

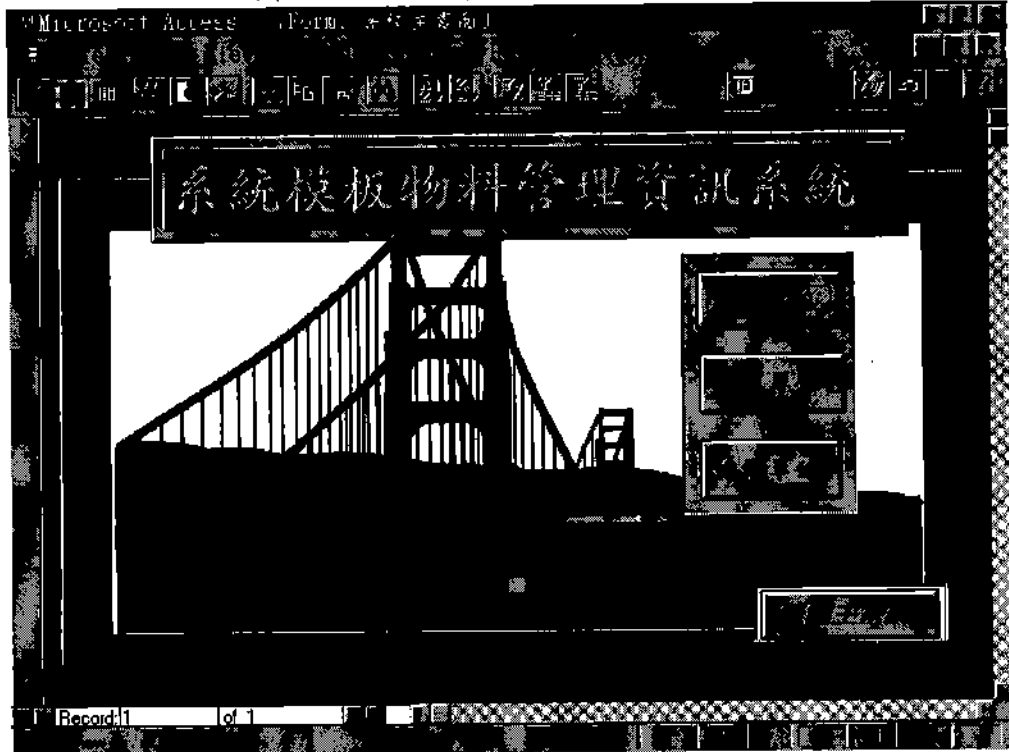


圖 3.10 物料管理系統主畫面

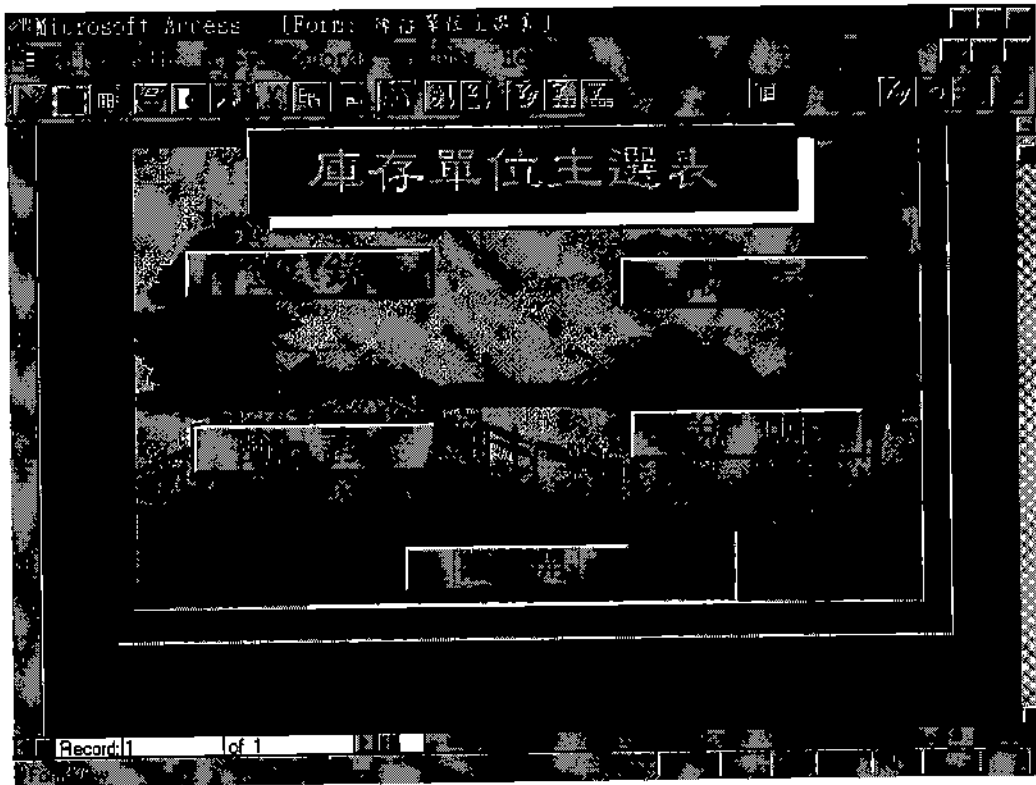


圖 3.11 庫存單位主選單

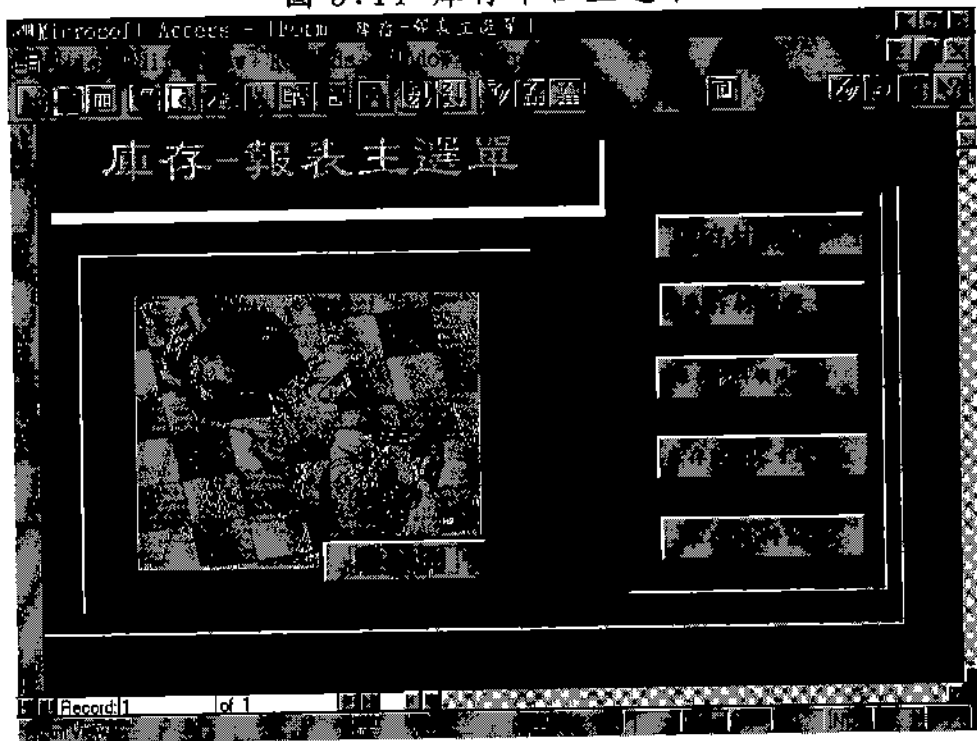


圖 3.12 庫存單位報表選單

Microsoft Access - [Report: 物料數量及尺寸查詢]

28-Jun-95

代碼	材料名稱	寬度	長度	面積
w1			100	2175
w2	牆		150	500
			250	2675

Page: 1

圖 3.13 物料管理報表功能

Microsoft Access - [Form: 庫存-查詢主選單]

庫存-查詢主選單

Record: 1 of 1

圖 3.14 庫存單位查詢主選單

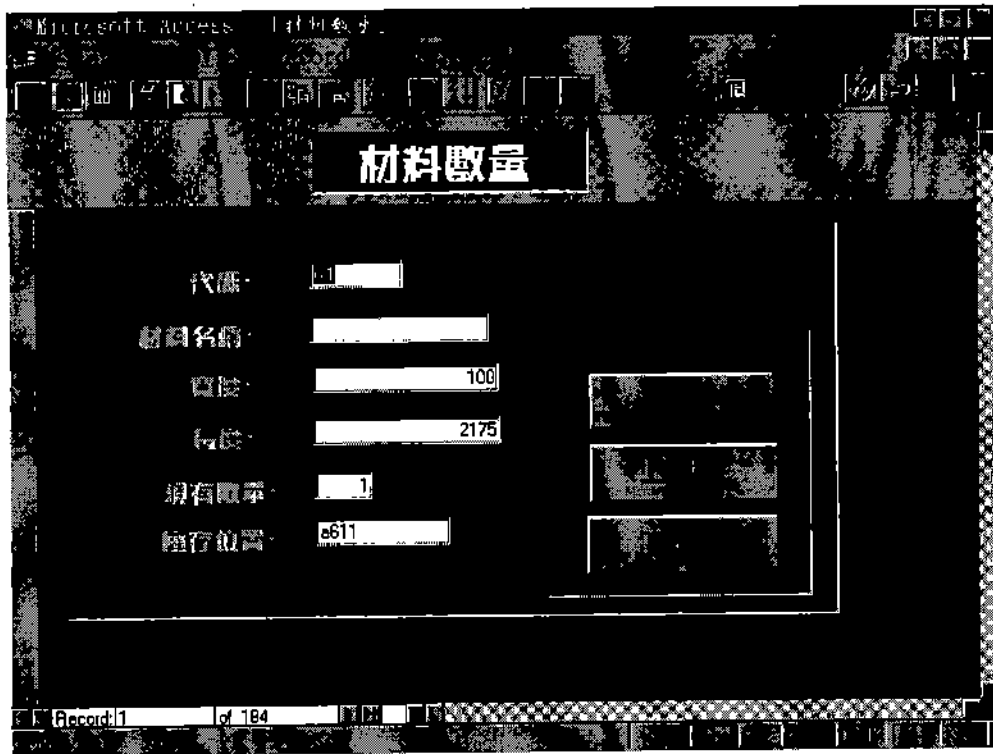


圖 3.15 庫存單位材料數量查詢

附錄四 系統模板個案介紹

在建築工程方面之應用實例有：台中中友生活家工程之中屋機構鋼模系統、新店遠觀鎮工程之MASCON系統模板、淡水福星工程之EIW系統模板、高雄鳳山五甲國宅之DOKA系統模板，台中國安國宅之YH系統模板，中和漢偉資訊大樓工程之SYMONS系統模板，楊梅陽光山林工程之HUNNIBECK系統模板及中正機場二期航站工程之ALUMA系統模板。土木工程方面之應用實例則包括：SYMONS系統模板在捷運地下車站工程之實例及DOKA系統模板在國道局橋樑工程之實例等。另外，永久免拆模板有：預鑄柱外殼、K-T板及鍍鋅浪承板等。

一、系統模板在建築工程方面之應用實例

1、中屋機構系統模板-台中中友生活家

中屋機構系統模板之柱、梁、牆係採用鋼模為主，配合浪型金屬承板作為永久免拆除之樓版模板。外牆裝修部分則採用清水混凝土表面及面磚預貼工法配合鋼模施作。

柱模板之設計係採用四片 L 型鋼模在地面上預組成口字型之整體柱模。俟預組之柱鋼筋籠吊裝及熔接完成，再將柱模吊至定位後進行混凝土澆置。柱模於混凝土澆置完後隔天即可拆模、清理並轉至其他部分施工。由於柱模每一施工循環時間很短，只需要少量的鋼模而可得到較大之轉用次數，提升模板之經濟效益。脫模後之鋼筋混凝土柱尺寸精度高且表面平整度

佳，無須處理即可進行批土油漆工作。

牆模設計分成基座及主體牆模兩大部分。主體牆模係利用斷面尺寸較大之背撐將規格化之小型鋼板組合成大型化的模板系統。主體牆模板連同鋁門窗框之嵌裝、玻璃馬賽克之預貼、鋼筋網組立及水電管線設施等全部作業皆在要徑外之地面上預先組合為一整體，現場只保留吊裝及管線接合工作。為解決一般大型鋼模吊裝過程中位置尺寸微調之困難，本工程特別設計牆模基座。鋼製之牆模基座體積小，重量輕，容易以人力調整。施工時先將牆模基座固定於樓版面上，調整位置精度。大型化之主體牆模板只要卡入基座中，即可確保位置之精確性，縮短吊裝時間及吊車費用。

大梁模板設計包括兩片 L 型鋼模及模板下部滯留支撐。若大梁下無牆板，則將支撐頂端設計為樑底模之一部份，組裝時利用插梢與 L 型樑模結合，拆模時只需將結合插梢拆除，即可在未移動狀況下，利用原有支撐做為滯留支撐之用，可避免過早拆模及回撐過程中，對材齡過短之水平桿件造成強度成長上之傷害。L 型鋼模及滯留支撐安裝完成後，利用固定於模板兩側之螺旋繫桿調整所需精度。由於本工程採用滯留支撐設計，因此可提早拆除大部分梁模板進行轉用。因此，只需多準備一套支撐材料即可與拆除後之樑模組合成下一循環之樑模系統。提早拆除大梁模板。

2、Mascon 系統模版介紹-新店達觀鎮工程

Mascon 系統模版之特色為模矩化設計、鋁合金材質、滯留

支撐及脫模後之鑄面品質平整。由於該系統之材料，皆為 Mascon 原廠大量製造的成品，其模矩配合的尺寸皆以 2.5 公分為單元。因此在施工前，必先經詳細的事前規劃，包括：建築、構圖面之確定、模板組合與支撐配置之結構計算、施工細部圖樣之製作，及構件編號之確立等詳細之規劃後，施工時工人只要依施工圖上模板編號，透過施工簡易的固結設計，即可進行模板組裝的工作。

在鋁合金材質方面，鋁模系統其重量輕、強度高、裝卸簡易、轉用性高。因此施工時，現場人員只要利用人工即可執行搬運及組裝的工作，因此該系統將可減輕對揚重設備的依賴，鋁模系統的缺點為價格昂貴，且破壞時修補復原相當不易。因此使用前、中、後的維護管理，及少量採購，多量轉用，將是降低鋁模成本的方法。

在水平模板及支撐設計上，該系統將支撐頂端設計為水平模板底模的一部份，組裝時利用鋼栓及插梢與樑版模結合，拆模時只需將結合插梢拆除，即可在未移動狀況下，利用原有支撐做為滯留支撐用

MASCON 系統模板，各種尺寸及模板本身之垂直、水平度皆按設計精密製成。在混凝土澆置完成、拆除模板後由於其完成面相當精準及平整，因此在批土後即可進行後續之裝修工程。

3、E I W 系統模版-淡水福星工程

加拿大進口之 EIW 系統模板，係採木製面板配合鋁合金製支撐的大型構件預組之模板系統，本個案在水平模板方面，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。

水平模板採用飛模系統配合部份之傳統模板工法施工。飛模系統主要可分為版模與梁模兩大部份，版模部份主要由木製面板配合鋼管施工架與鋁合金背撐所構成，梁模部份則由木製面板連結鋼管支柱與鋁合金背撐所構成，而版模與梁底模之間則以鉸接構件（hinge）作連結，使梁底模於拆模時能與版模支撐台架連結，構成一飛模單元。現各就其所具有之組件及相關配件作一簡介，其飛模單元如圖4.1所示。

本系統模板所使用之面板部份為印尼進口之面板，其材質乃由五層之木夾板交錯膠合加壓而成且在表面有一層膠質面膜，所以拆模後之鑄面光滑、品質良好，故可作為清水模板使用。而支撐材部份又可分為背撐材與支撐台架或支柱。背撐材主要可分為第一、第二背撐材，其材質為角材與鋁合金複合之I型小梁。其功用在於使用第一背撐以連結合板成一單元面板，再由第二背撐以結合各單元面板成為所須之模板面積。支撐台架與支柱主要由鋼管、螺旋式千斤頂、伸縮套管及托架、U型承接座、聯結器、輪組設備等所構成。其主要功能在於支承並傳遞作用於版模與梁模上之載重，使梁、版之混凝土從澆置至拆模期間能維持安全穩固，以確保水平結構物之順利構築。

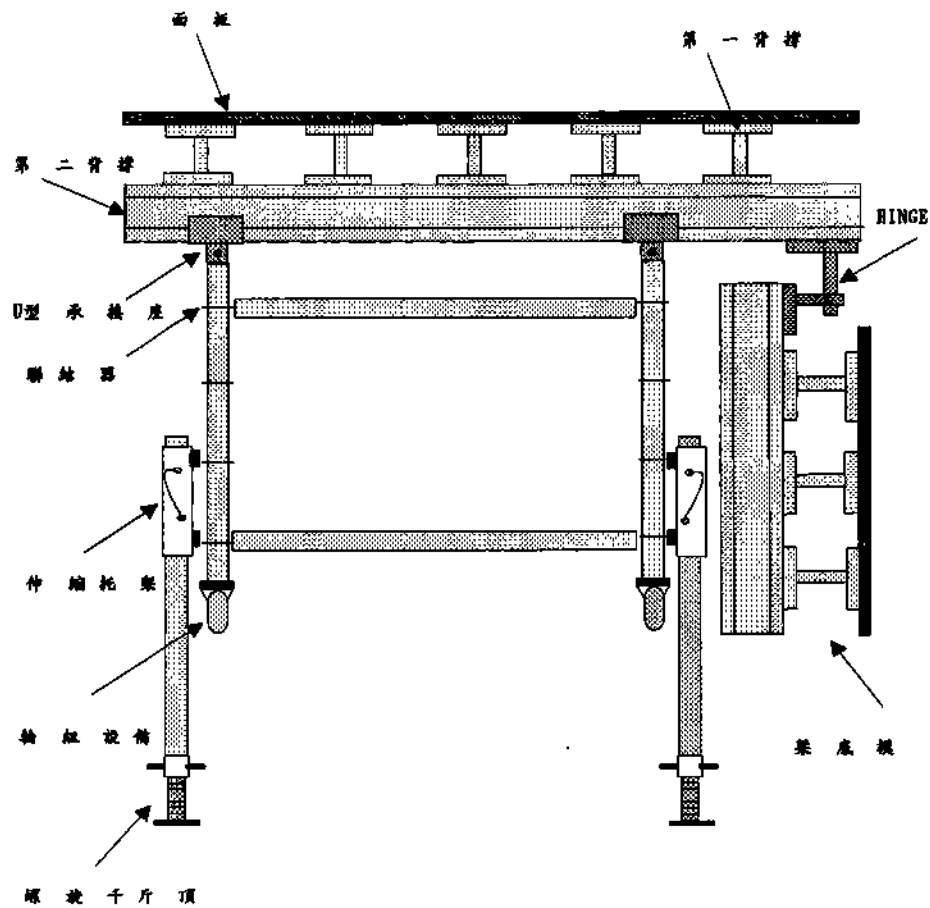


圖4.1 飛模模型

垂直構件所用模板材料為木製之面板搭配鋁製之背撐材料。其配件則為鋼製螺旋繫桿及以PVC管裁製而成之隔件。面板之材質與水平模板相同，在一般使用狀況下，約可轉用八次，如以金屬材料加框保護，則約可轉用二十次。

牆模板之背撐材料可分為縱撐材（第一背撐）、貫材（第二背撐）與斜撐。一片合板鎖上數根第一背撐則為一基本之牆模單元。用以固定並連結各模板單元之水平向支撐則為第二背撐，可分為長、短二種，長者為主要貫材，用以貫連整片牆模。短者為次要貫材，只貫穿一至二片面板之長度。斜撐則係架設於縱撐材與地板間，用以固定牆模之位置並抵抗模板之側

壓力及風力。繫桿為鋼製，車有螺紋。可鎖上螺帽及墊片，穿過牆模之間，固定於貫材之上，用於調整模板之間距。隔件則以PVC管裁切至適當長度，以繫桿貫穿其中，以維持正確之牆模間距，並方便拆模後繫桿之取出。牆模之構造示意如圖4.2所示。

本系統之牆模可分為內牆及外牆二種，外牆為預鑄帷幕牆。在內牆部份，施工時首先必須進行放樣之工作，其次則進行模板單元之製作，其後將模板單元搬運至定點並逐一組立，模板組裝時須以水準器測定其組立時之精度，如有因地板面不平整而引起之誤差，則以木製之楔形塊置於面板之下調整。各模板單元之接縫處尚需釘設一縱撐材以防漏漿。

待模板位置正確無誤後，即可進行斜撐之架設。每一模板單元皆以一斜撐固定，斜撐之另一端則以打入地板中之螺栓固定。斜撐桿並可伸縮調整，用以調整牆板之位置。打入地板中之螺栓則於拆模後鋸除。模板定位後，隨即進行第二背撐之組裝。主貫材貫連整個牆模之寬度，而次貫材之長度則以一至二模板單元之寬度為度，二者之著眼點除力學上之需要外，主要係在於模板之預組，主貫材因連接整片牆模，故可用於整片模板之預組；次貫材則可用於小規模之牆模預組。

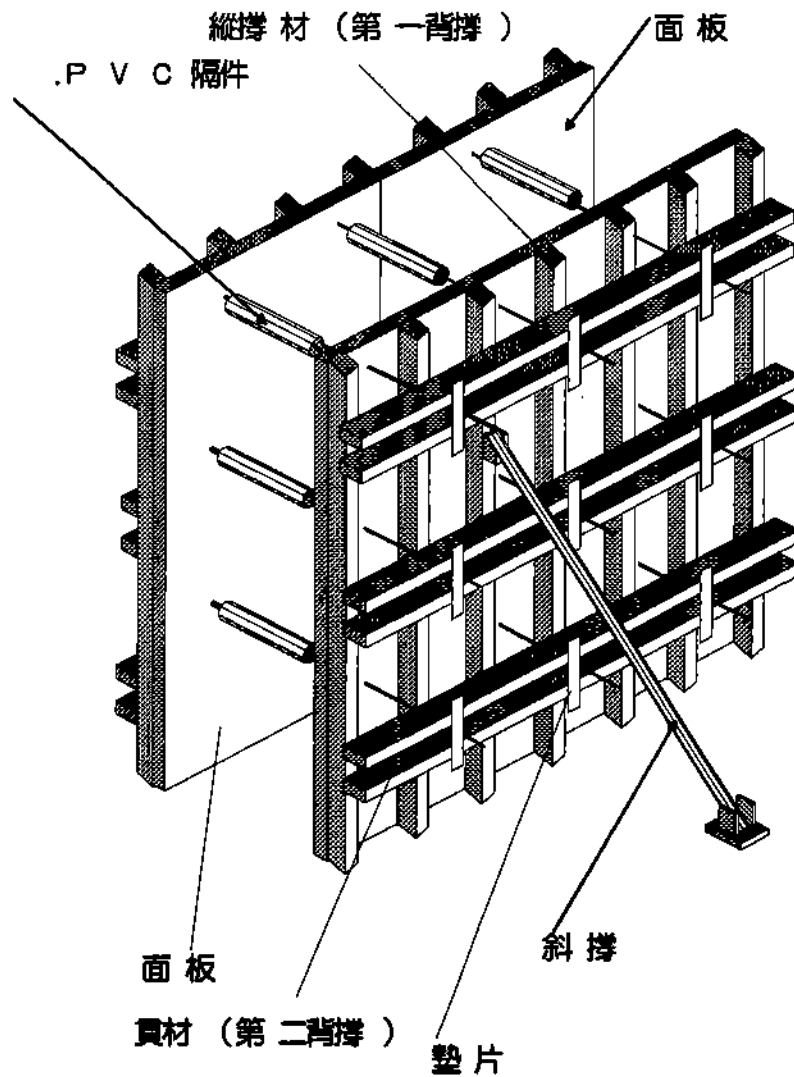


圖4.2 牆模構造示意圖

柱模板系統首先要排設預埋管線，並綁紮鋼筋，再將四片柱模單元放至定位。在外牆的部份係採混凝土預鑄帷幕牆作為免拆除永久模板，施工時需先將混凝土帷幕牆以鐵件固定於鋼骨之上，並焊接之，以使其牢固。在每塊預鑄帷幕牆之接縫間尚需預置 PU 管以防漏漿，在澆置完成後此 PU 管則為預鑄構件接縫防水處理之一部分。最後，則架設剩餘柱面之模板。

4、DOKA 系統模版-高雄鳳山五甲國宅

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 4.3 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。

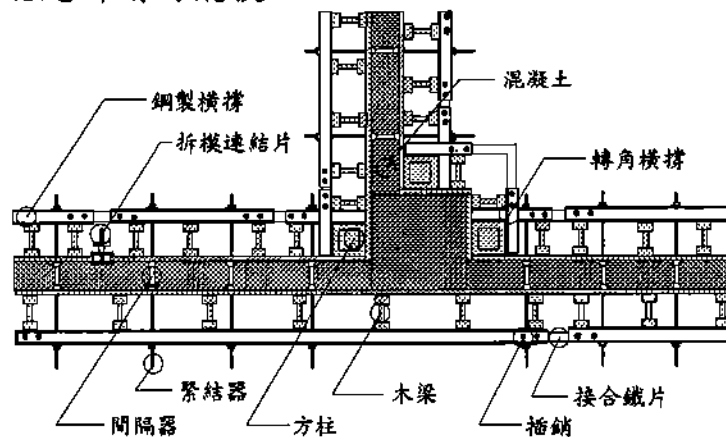


圖 4.3 DOKA 牆模板構造平面示意圖

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 4.4。施工時則仰賴大量人工，模板材料由同棟下一樓層往上吊昇，以支撐架支撐 I 型梁，再於其上鋪設梁底、梁側模及面板，澆置混凝土後拆除轉用至上一樓層。

作。另外，牆模板於放樣完成後即可組裝外牆模板，同時可進行柱鋼筋的組立及水電配管的工作，隨後即可進行內牆模板的封模作業。在理想狀態下脫模後之尺寸精度高且表面平整度佳，但是混凝土澆置時要考慮是否有確實的搗實，是以避免蜂窩現像的產生。

水平模板可分為鋼製支撐架、樑模及樓版模。在鋼製支撐架方面，鋼製支撐架主要由鋼管、螺旋式千斤頂、U型承接座、連接器設備等所組成，其主要功能在於支撐並傳遞作用於樓板與樑模上之載重，使樑、版之混凝土從澆置至拆模期間能維持安全穩固，以確保水平結構物之順利構築。為適合大面積之支撐，本工程鋼製支撐架之設計高度以樓地板至梁底板為基準，因此在樑模板施工時祇要將模板置於鋼製支撐架即可執行樑模板之組裝作業。在樓板模板方面，本工程以訂製規格與樑模板高同樣尺寸的支撐木樑(TJI)，作為樓板底面到鋼製支撐架的支撐。本工程使用之樑模板及樓版模板為清水模板。

施工時，鋼製支撐架組裝完成後即組裝樑底板及樑側模，大樑小樑模板組立完成後可開始進行樓板模板的鋪設工作，組立完成後排設鋼筋；於樓版排筋及水電配管完成後，進行柱、樑、牆及版混凝土之一體澆置。拆模時，只要將支撐台架螺旋式千斤頂的部分向下調整，則整個水平模板就會向下位移，在安全性上較傳統模板高。

7、HUNNEBECK 系統模板介紹-楊梅陽光山林工程

德國進口之 HUNNEBECK 系統模板，其主要構件有木製面

板、背撐、轉角組件、繫材、緊結器及鋼製的第二背撐與支撐，其面板為加工強化之木製芬蘭板。

垂直模板構件所用之模板材料為木製面板搭配木製桁架第一背撐及鋼製第二背撐再配合鋼管支撐所構成，其配件則為鋼製螺旋桿及以 pvc 管裁製而成的隔件，面板與水平模板相同為芬蘭板。

牆模板之背撐材料可分為第一、第二背撐及斜撐，一片面板鎖上數根第一背撐構成基本牆模單元，再以水平向鋼製第二背撐固定並連結各模板單元，其特色為採用特殊設計的插銷連接處理，不必使用鐵釘，以簡單之工具即可快速地組模或拆模，減少勞動力並降低對專業木工的倚賴。斜撐則係架設於第二背撐與地板間，用以固定與調整牆模之位置，並抵抗模板之側壓力及風力，繫桿為鋼製，車有螺紋，可鎖上螺帽，穿過牆模之間，固定貫材之上，用於調整模板之間距，隔件則以 PVC 管裁切至適當長度，以繫桿貫穿其中，置於牆模之中，以維持適當之牆模間距，並方便拆模後繫桿之取出。牆模構件示意圖如圖 4.6 示。



圖4.6 HUNNEBECK外牆模板

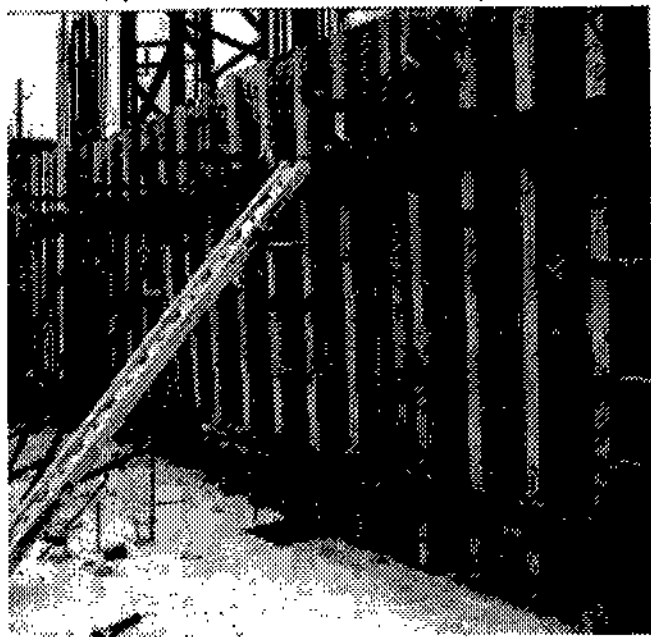


圖4.7 HUNNEBECK內牆模板

水平模板係指版模與樑模二大部分。其主要由木製面板與

木質 I 型樑背撐配合鋼管支撐架所構成，材料特色在於其利用三腳架固定支撐，樑側模以 L 型轉角組件固定位置，版模背撐則以支撐鋼管頂部之 U 型接座固定，且其支撐的降模系統較傳統施工方式節省部分施工，構件示意圖如圖 4.8 所示。



圖 4.8 HUNNEBECK 水平模板

本系統所使用之面板部分為芬蘭進口之面板。背撐材主要可分為第一、第二背撐，其材質主要為木質 I 型樑。第一背撐的主要功用在於連結合板成一單元，再由第二背撐以結合各單元面板成為所需之模板面積。而支撐台架與支柱主要由 U 型承接座、降模設施、支撐座、伸縮支撐鋼管及可拆除摺疊式三腳架等所構成。一單元面板於各端配以支撐，其主要功能在於支承並傳遞作用於版模與樑模上之載重，使樑、版之混凝土從澆置至拆模期間等維持安全穩固，以確保水平結構物之順利構築。

8、ALUMA 系統模版-中正國際機場二期航站工程

本工程所採用之系統模版為加拿大進口之 ALUMA 鋁合金材質系統模版，此系統模版可依工程需要組裝成基礎、牆、方柱、樓板、格子樑等不同型式之模板，其中桁架、鋁架、牆模在存料場組立，而飛模則在施工現場組立完成再與桁架做最後之組立。

牆模在存料場預先組裝完成，其製作方式先將鋁背撐材依設定間距排列，再依序將鋁樑放在其上以扣件鎖定，最後鋪上甲板用木螺絲依 30 公分間距以氣動鑽頭鎖入鋁樑內之角木，再吊至現場定位組裝。其支撐為中間繫桿鎖定及外部斜撐固定方式。

以地組或簡易工作架，在堆料區將鋁材桁架組立完成，再將鋁樑、鋁架及其它組件運至施工現場組合架設成飛模(TABLE FORM)，此飛模下部加強拉桿可鬆開並用鐵條掛在桁架底樑。同時取下飛模四個角落之高低調整座與移動滾輪對換，即可用人力推至下一轉用單元。另外在樑側模與樑底模之接合處，有一特殊活動樑側扣，可方便迅速分離樑側模，減少混凝土表面之磨擦力下，使飛模靠自重拆模易於下降。

二、系統模版在土木工程方面之應用實例

1、SYMONS 系統模版-台北捷運新店線 213 標地下車站

此處採用 SYMONS 系統模版部分包括車站外壁之垂直模板和車站樓板部份之水平模版，且考慮其建構於地下，內部支撐、橫擋交錯期間，致使大型化之系統模板移動常受牽制，故

採用此系統可組拆之鐵件框式模版。

本工程之牆面部份，可分為內、外兩層牆面。外牆是屬於地下連續壁體，而內牆是以 SYMONS 系統模板配合現場混凝土澆置，將兩者澆置成一體。SYMONS 系統模板是以鐵型框架和特殊夾板組成框架式的面板，並且該特殊夾板表面有 HD O 塑料處理，可防止天候及混凝土的破壞作用，因此可重複使用約 200 - 400 次。施工前，先將各個面模清理乾淨，並且以人工將模板在地上裝配好整片大型面積，單元間以楔形插銷予以固定，再來進行背撐之組裝。背撐以 t r u s s 為之，可分為 4.5m 及 3m 二種尺寸。在一切就緒後，進行吊裝模板至定位。模板上端裝置於以型鋼組成之導軌上，以利模板之橫向滑動轉用，當模板定位後，則下端以螺栓固定於下層面之預留孔，上端則固定於打設在連續壁內之錨栓之上。在模板吊裝至定位後，下一步驟進行混凝土澆置，本工程以直接泵送方式來澆置混凝土。在混凝土達預定齡期後，則開始脫模，並將模板移至下一澆置區，進行下一循環之工作。

本工程之水平模板，以一般的木夾板為主，並輔以鋼管支撐架作為水平模板之支撐，此一重力支撐架約可支撐 100 噸的重量。該支撐架之功用在於確保從模板組裝後到混凝土澆置後，模板能維持穩固，不致發生爆模情形，而威脅到人員之安全問題。

2、DOKA 系統模版-汐止五股段 16,17 標拓寬工程橋樑施工

中山高速公路汐止五股段高架拓寬工程圓山台北段(第

16、17 標)合併標工程採懸臂式現場澆注預力混凝土箱型樑節塊施工，其箱型樑懸臂施工法的模板係採用 DOKA 系統模版，此處設計與一般建築所採用之系統不同，主要為配合其箱型樑斷面及懸臂高架作業環境，模版的支撐系統完全固定於工作車台上，至於面板及背撐則與建築工程採用系統相同。

垂直模版包括箱型樑之內外牆模，內牆模面板為芬蘭板，第一背撐為木質 I 型樑，面板以螺絲鎖於第一背撐上，第二背撐為 C 型槽鋼，利用鐵扣件扣於木質樑第一背撐上。內牆模支撐為 I 型槽鋼訂製固定於工作車上，以滑輪與工作車相接，方便內模推進，而拆模可利用其內縮式機械構件迅速縮模，與完成面分離再移至下一單位工作面撐開固定。至於外牆模面板及背撐與內牆模相同，但為增加面板轉用次數，表面嵌上 3mm 鋼板。支撐外部桿件固定於懸空之工作台上並利用繫件與內牆模相繫固定，樑底部分之繫件為兩外牆模外部相繫，可利用繫件調整長短裝置迅速組拆模板。

水平模版包括橋面板模版及箱型樑底模，橋面板模版以工作車之 I 型鋼樑支撐，I 型鋼樑則固定在上部之工作台車上，而箱型樑底模靠下懸工作台之 I 型鋼樑支撐，下懸鋼樑又是以高拉力鋼棒繫於上部工作車桁架上，此工作車桁架則固定於已完成之混凝土節塊面上。

三、免拆永久模版

1、預鑄柱外牆板

預鑄混凝土柱外殼係以預鑄外牆內嵌 K 桁架來連結新舊混凝土的一種工法，其施作方式為 SRC 柱配筋周圍以預鑄柱外殼包裹取代傳統柱模版成為永久免拆模版，而後進行柱灌漿，靠 K 桁架之剪力樺效果使柱複合為一體。

2、K-T 板

K-T 板為一種預埋 K 桁架連結分段澆柱混凝土之半預鑄工法，可利用其預先預鑄好之半層樓板取代模版作為永久免拆模版，直接在其上配上層筋並澆柱混凝土完成，其施作方式分為預鑄及現場澆置兩階段：在預鑄階段可於工廠或現場預鑄區進行，製作方式先將樓板下層筋排置完成，以間距 150mm~600mm 排置 K 桁架後澆柱混凝土 ($t>5\text{cm}$) 完成；再吊至施工現場架設於建築物之大樑、小樑、RC 牆之橫架材間，其上即進行水電配管及樓板上層筋綁扎而後灌漿，使之成為一體的合成樓板。

3、鍍鋅浪承板 (Metal Deck)

在鋼結構樓版模板已普遍採用鍍鋅鋼承板 (Metal Deck) 作為免拆除永久模板，如圖 4.9 示。

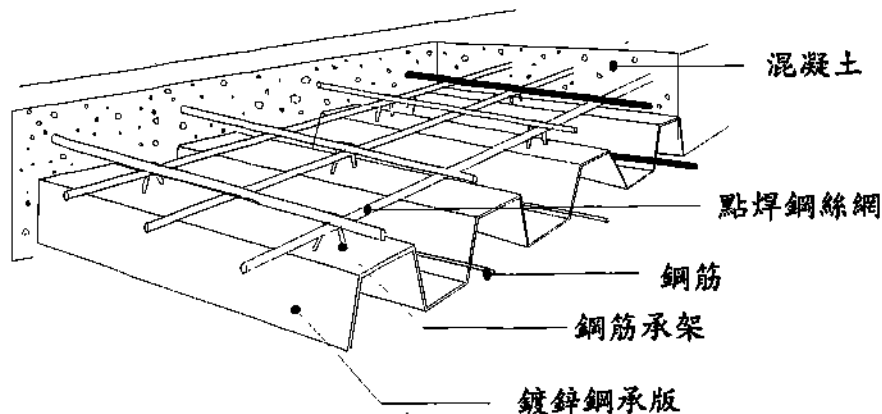


圖4.9 樓版應用鍍鋅鋼承版示意圖

四、小結

為進一步與目前國內之其他系統比較，本研究針對模板材料、施工方式及特點三方面，探討各系統模板之特色如表 4.1 示。

表 4.1 模板系統差異分析表

項目	中	DOKA	鋼(鋼)板	鋁合金	
使用材料	面版	鋼板	芬蘭板	鋼板	鋁合金面版
	背撐材	鋼製貫材	Timer beam木樑	鋼製貫材	鋁合金框架
	支撐材	鋼材支撐	鋼製品	鋼材支撐	鋁合金支撐
	組件繫材	鋼製品	鋼製品	無	鋼製零配件
施工方式	構件預組式	構件預組式	構件預組式	框架手組式	
施工特點	構件預組	◎	◎	◎	○
	預貼面磚	◎	○	○	○
	預嵌鋁窗	◎	○	○	○
	鋼筋與水電配合預組	◎	○	◎	○
	滯留支撐	◎	×	×	◎
	永久模板	◎	×	×	×
	對揚重設備之依賴	◎	○	◎	×
	缺乏造型變化之適應能力	◎	○	◎	×

◎ 具有該特點 ○可有部份之特點 ×未具該特點

表 4.1(續) 模板系統差異分析表

項目		EIV	SYMONS	HUNTSICK	HWA
使用材料	面版	印尼面版	木質面版	芬蘭板	木質面版
	背撐材	鋁合金貫材	鐵質框架	I型,桁架式木樑	鋁合金貫材
	支撐材	鋼材	木質角材	鋼製品	鋼材
	組件繫材	鋼製品	鋼製零配件	鋼製品	鋼製品
施工方式		構件預組式	框架手組式	構件預組式	構件預組式
施工特點	構件預組	◎	○	◎	◎
	預貼面磚	○	○	○	○
	預嵌鋁窗	○	○	◎	○
	鋼筋與水電配合預組	○	○	○	○
	滯留支撐	×	×	◎	×
	永久模板	○	×	×	○
	對揚重設備之依賴	○	×	◎	○
	缺乏造型變化之適應能力	○	×	○	○

◎ 具有該特點 ○可有部份之特點 ×未具該特點