

產業自動化－營建自動化計畫成果報告  
計畫名稱：集合住宅施工自動化個案研究

計畫編號：MOIS 830027

執行期間：82年8月1日至83年6月30日

集合住宅施工自動化個案研究（二）  
－梁、版鋼筋組立工法改良之研究

計畫主持人：彭雲宏

協同主持人：毛 華

研究人員：蔡長榮

黃 斌

鄭明淵

謝定亞

黃文財

周信良

李啓全

胡禎麟

徐志成

陳公毅

陳淑如

游義琦

林秀春

楊燕琴

主辦單位：內政部建築研究所籌備處

執行單位：中華民國建築學會

中華民國八十三年六月三十日

# 摘要

關鍵詞：鋼筋、預組工法、自動化

目前國內對施工法改良研究極為匱乏，而現行傳統鋼筋組立作業方式在整體工期規劃控制、技術工人需求及施工品質等方面，已無法符合目前需求。本研究利用生產力及工作研究方法，針對集合住宅中鋼筋混凝土構造物之梁、版單元，分析工地現行鋼筋組立方式在工期、品質及人力所遭遇之問題，研擬改善方案。首先就工人編組、材料堆放位置及施工程序等方面，提出改善方案，以作為現場施工人員之日常管理。再者，改變施工方式，提出鋼筋預組工法的改善方案，透過實驗室的論證，檢討此改良方案在工期、品質及成本上可能產生的效益。經研究結果顯示，鋼筋預組工法在整體工期規劃控制、技術工人需求及施工品質方面，可得到大幅度的改善效益。最後此研究架構可作為未來發展階段性的營建施工自動化之參考依據。

# **ABSTRACT**

Keywords: rebar, pre-assembly, automation

Rebar assembly is a labor intensive work item in reinforced concrete building construction. Work sampling, flow process charting, crew balance analysis and time study methods are applied to identify problems of current rebar assembly methods. Using beam and slab rebar assembly as examples, a laboratory experimentation approach is utilized to explore potential benefit of pre assembly methods. Results show that total construction time, safety, quality, and skill labor requirement can be improved drastically through rebar pre-assembly methods.

# 目錄

目錄 .....	I
圖目錄 .....	III
表目錄 .....	IV
第一章 緒論 .....	1
1.1 研究動機與目的 .....	1
1.1.1 研究動機 .....	1
1.1.2 研究目的 .....	2
1.2 研究範圍與內容 .....	2
1.2.1 研究範圍 .....	2
1.2.2 研究內容 .....	3
1.3 研究方法與步驟 .....	4
1.3.1 研究方法 .....	4
1.3.2 研究步驟 .....	6
第二章 文獻探討 .....	8
2.1 有關國外建築技術施工自動化之研發 .....	8
2.2 國內外鋼筋工程研發現況 .....	9
2.2.1 國內鋼筋工程研發現況 .....	9
2.2.2 國外鋼筋工程研發現況 .....	10
第三章 梁鋼筋組立工法之研擬 .....	12
3.1 現行鋼筋加工組立作業調查與分析 .....	12
3.1.1 個案選擇 .....	12
3.1.2 工地現場評估 .....	13
3.1.3 五分鐘評估及作業流程分析 .....	15
3.1.4 曠時攝影及分析 .....	22
3.2 現行梁鋼筋組立作業問題 .....	25

3.3	梁鋼筋組立作業改善策略研擬.....	30
3.3.1	初步改善策略.....	30
3.3.2	梁鋼筋預組工法改善策略.....	33
3.4	梁鋼筋預組工法之效益探討.....	43
3.4.1	定量分析.....	43
3.4.2	定性分析.....	50
3.5	梁鋼筋預組工法問題探討.....	52
第四章	版鋼筋組立工法研擬.....	53
4.1	工地現況調查及分析.....	53
4.1.1	工地現場評估.....	53
4.1.2	曠時攝影分析及馬錶分析.....	55
4.2	現行版鋼筋組立作業問題.....	58
4.3	版鋼筋預組工法研擬.....	59
4.4	各種版鋼筋組立工法效益分析.....	63
4.4.1	定量分析.....	63
4.4.2	定性分析.....	65
4.5	版鋼筋預組工法問題探討.....	67
第五章	結論與建議.....	68
5.1	結論.....	68
5.2	建議.....	69
	參考文獻.....	71
	附錄一 應用方法說明.....	75
	附錄二 實驗室操作步驟流程.....	79
	附錄三 S工程之組立時間及鋼筋數量計算資料.....	97
	附錄四 版配筋各種施工方式時間計算資料.....	110
	附錄五 重要文獻摘要.....	117
	附錄六 鋼筋工程相關規範.....	119

## 圖目錄

圖1.1	研究步驟流程	7
圖3.1	D工程梁鋼筋作業工人平衡圖	17
圖3.2	D工程梁鋼筋組立作業流程	18
圖3.3	S工程梁鋼筋組立作業流程	20
圖3.4	S工程梁鋼筋組立作業流程(續)	21
圖3.5	作業層級	23
圖3.6	D工程改善後的工人平衡圖	31
圖3.7	鋼筋材料堆放之改善方案	32
圖3.8	實驗室試作梁鋼筋預組配置	35
圖3.9	梁鋼筋預組施工程序	36
圖3.10	梁鋼筋預組施工程序(續)	37
圖3.11	梁鋼筋預組試作	38
圖3.12	模擬地面預組工法施工程序	39
圖3.13	模擬地面預組工法施工程序	40
圖3.14	梁鋼筋模板上預組施工程序	41
圖3.15	梁鋼筋模板上預組施工程序(續)	42
圖4.1	各工程動作時間分析	57
圖4.2	熟練工試作版鋼筋預組實況	60

## 表目錄

表3.1	D、T、S工程現場評估指標	14
表3.2	D工程梁鋼筋作業五分鐘評估記錄	16
表3.3	鋼筋組立作業動作時間定義	24
表3.4	S工程梁鋼筋組立記錄表	26
表3.5	梁鋼筋地面預組工法基本動作時分析表-組合作業 與儲存作業	44
表3.6	梁鋼筋地面預組工法基本動作時分析表-吊裝作業	45
表3.7	梁鋼筋模板上預組工法基本動作時分析表-組合作業 與配合作業	46
表3.8	預組工法與傳統工法工率比較	48
表3.9	模擬各種施工工法在成本、工期與技術工人需求上 可能產生的效	49
表4.1	B工程現場評估指標	54
表4.2	版鋼筋地面預組工法基本動作時間分析表-組合作業 與儲存作業	61
表4.3	版鋼筋地面預組工法基本動作時間分析表-吊裝作業、 配合作業及補筋作業	62
表4.4	採用熔接鋼筋網組版筋之基本動作時間分析表	64
表4.5	模擬版鋼筋各種施工工法在成本、工期與技術工人 需求上可能產生的效益	66

# 第一章緒論

## 1.1 研究動機與目的

### 1.1.1 研究動機

時值政府大力推動國家建設六年計畫，營建業勞動力有顯著的短缺現象【1-3】。為解決營建業勞工短缺、改善營建業體質及強化其競爭能力，行政院也在民國七十八年底正式將營建業自動化納入產業自動化十年計畫中【4】。並於民國七十九年七月起，以內政部建築研究所籌備處為營建業自動化的中央統籌單位大力推動各項營建業自動化相關的研究發展工作【5】。並分別在民國八十一年與八十二年分別召開全國自動化會議，聚集產官學研各屆從事自動化研究發展與推動人員共同討論營建業自動化的各項研發與推展措施【6-7】。在多次的研討中對營建自動化的定義有許多不同的見解。但也逐漸形成一個共識認為，營建自動化的定義不應侷限於單純的採用機械人施工，而應更廣範的包含所有「利用機械、電腦及其他現代科技，透過合理化與標準化的過程，來提升營建生產力、縮短工期、降低造價、確保品質、保障安全及減少污染的方法」【8】。基於這個較廣範的營建自動化定義，本研究針對鋼筋混凝土建築物中的鋼筋加工組立作業進行個案調查分析，並研擬工作改善的方法，以期能為整體營建自動化工作提出一種可行的發展方向。



### 1.1.2 研究目的

綜合上述，則本研究所要達成之目的可歸納如下：

1. 建立工地生產力評估模式。
2. 利用生產力分析及工作研究理論基礎，提出具體改善方案，並評估其改善效益。
3. 建立營建作業量化分析參考模式。
4. 提出鋼筋組立方法的替代方案。
5. 此研究的架構與方法，可作為推動營建施工自動化研究發展工作的參考依據。

## 1.2 研究範圍與內容

### 1.2.1 研究範圍

依據內政部建築研究所籌備處對「臺灣地區營建工程能量之調查與分析（二）」【9】報告顯示，鋼筋的工料費用為鋼筋混凝土建築物建造成本中所佔比例最大的四個項目之一。同時也是目前營建工地中勞力密集的作業項目之一，確有必要優先檢討其可能的改善空間。而依鋼筋使用的部位來看，可粗略分為柱梁主結構體與樓版、牆版、樓梯等次要結構兩大類。本研究則以梁版等水平桿件的鋼筋組立作業為重點，實際至工地現場調查、量測現行施工方法、分析現行作業之程序、各作業所需時間，並透過實驗室試作模擬現場施工條件及其他需改善的問題後，研擬可行的改良方案。

## 1.2.2 研究內容

本研究旨在針對國內集合住宅之鋼筋工程，經工地現場實施調查量測，評估其生產力，利用工作研究理論基礎，了解工地作業之問題點，提出初步改善方案，透過實驗模擬改善方案，研擬鋼筋預組工法並建立鋼筋作業量化分析，評估其改善效益，作為推動階段性營建施工自動化之研究參考依據。其主要內容大致如下：

1. 利用生產力評估方法，量測工地生產力。
2. 透過合理化、省力化及工作研究方法，根據工地現場配置、工人編組、人機操作配合、施工程序等，在不改變現行作業方法的基本原則下，檢討縮短人工搬運的距離、刪減不必要的動作、調整工作編組，提出初步改善方案，以提升生產力。
3. 利用曠時攝影、馬錶分析、時間研究及實驗室試作等方法，考慮不同施工程序或施工機具來探討更有效率的施工方式。
4. 提出鋼筋預組工法，針對整體工期規劃、施工品質、技術工人需求、成本等因素，評估其改善效益。
5. 提出發展營建施工自動化之方法及架構。

## 1.3 研究方法與步驟

### 1.3.1 研究方法

本研究之研究過程及採用之方法大致可分為下列幾個階段：

#### 1. 資料蒐集與整理階段

- (1) 蒐集國內外有關建築施工自動化及鋼筋工程施工發展之背景及其施行概況，以為爾後研究報告之參考。
- (2) 整理國內外有關鋼筋施工規範及技術規則，以為研究參考。
- (3) 蒐集國內外有關營建生產力及工作研究之文獻，作為研究方法依據及佐證。

#### 2. 調查與分析階段

本研究針對國內集合住宅工程，在北中南接洽數個工地進行調查，經過個案現場的初步勘察、收集專案資料及訪談現場相關人員後，擬定調查步驟、範圍及方法，在正式的觀測記錄方法中，本研究先利用工作抽樣對整個工地作快速的現場評估，再利用五分鐘評估法來了解單一工作組的工人使用率與閒置比率，並紀錄工地中現行鋼筋組立方法。為了使工作狀況能詳實記錄及分析作業時間，也利用 V 8 攝影機拍攝，最後更進一步利用曠時攝影法來詳細檢討整體工地的人員、機具與材料配合狀況。

在分析階段，研究小組成員共同非正式的討論後，採用工作流程圖與工人平衡圖來分析現行作業中人力、材料及機具配置方面，以及人員編組和工作順序方面所存在問題。為使所量測之資料可與其他不同工程專業之施工資料比較，本研究利用馬錶分析法，透過錄影帶觀測，針對施工流程中的個別細部動作進行分析以建立基本的動作時間資料及檢討較有效的工作流程。更重要的是依據前述分析資料，來進一步探討傳統鋼筋加工組立方法對整體施工規劃與工期影響，以及現行施工方法在施工品質和工地安全等方面須特別注意的地方。

### 3.改善方案階段

經過調查與分析後，研擬初步改善方案，在不改變現行作業方法的基本原則下，透過合理化程序檢討延誤發生的原因、消除閒置的方法、縮短人工運送的距離、刪減不必要的動作、與確保安全、品質等可能改善的項目。更進一步考慮以不同的施工程序或施工機具來提出更有效的施工方法之改善方案，並經研究人員與熟練技術工人在實驗室中，模擬現場施工條件來探討不同層次自動化的鋼筋加工組立方法，檢討其可行性及評估其可能產生的效益。並依所研擬之新工法方案與現行施工方式比較可能節省的人力、時間、材料以及檢討新方法對施工品質與作業安全的特性。在實驗室試作時，將實驗過程採全程錄影，以作為爾後教育訓練之用。

### 1.3.2 研究步驟

本研究主要進行步驟（如圖1.1所示），可歸納說明如下：

- 1.擬定研究計畫，以確定研究目的與範圍。
- 2.蒐集與研究國內外有關鋼筋工程、生產力分析與工作研究之相關文獻資料，並加以歸納、整理。
- 3.選定適當之工地，實施工地現場觀測及攝影。
- 4.利用生產力與工作研究方法，評估工地現況。
- 5.透過合理化程序及實驗室試作，提出階段性的改善方案，並與現行施工方式比較，評估其在工期、成本、品質與技術工人需求的效益。
- 6.研究之結論與建議。
- 7.研究報告之撰寫。

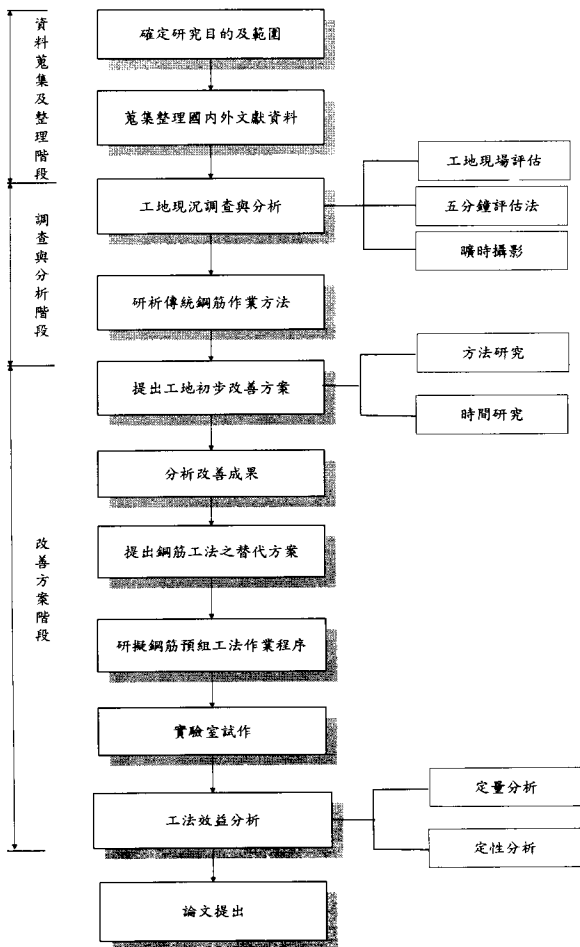


圖 1.1 研究步驟流程

## 第二章 文獻探討

在文獻回顧上，分為二部份作探討，首先是回顧國外有關建築技術施工自動化之研發，作為推動國內營建施工自動化時之借鏡。另一個部分則是回顧國內外鋼筋工程研發現況，作為本研究改善方案研擬之參考。

### 2.1 有關國外建築技術施工自動化之研發

國內營建自動化尚屬「萌芽期」，除積極引進國外施工機具及工法外，也應儘早研發適合國內作業之自動化設備，使自動化技術能在國內工程上生根落實，為了能使我國在從事自動化之研究發展能兼顧到國外已發展之經驗，本研究針對先進國家建築工程施工自動化方面，作一歸納整理，作為推動營建施工自動化時之參考。

由於建築工程朝向高層化、地下化、格局較複雜、裝修種類多且技術性高、重複性作業等，因此目前各國在研發自動化之設備時，是依施工所需之作業性質進行個別開發。根據 Slocum【10】之報告指出美國在人工智慧(AI)方面之研究目前是領先各國，而日本則是在機器人之製作及應用方面超越各國。至於其它曾參與營建自動化研究國家，則包括西德、瑞典、英國、韓國等等。

在日本營建機器人研究，主要是由民間營建業者為主導，目前各大建設公司已開發出來之主要建設用機器人計有鋼

架、鋼柱空中吊運夾持機器人、鋼骨防火被覆噴沫機器人、自動灌漿機器人、地板粉光機器人、外裝作業自動化機器人、天花板裝設機器人、外牆檢查用機器人、地下埋設金屬探測機器人、深基礎工事機器人、鋼骨柱精密自動定位機具、鋼骨柱溶接機器人、鋼骨組立機器人、混凝土刮平機、外牆清洗機器人、配管劣壞診斷機器人等。

美國機器人之發展雖較日本為早，但因主導研發單位大多限於學術界，在缺乏經費之支持下其有關營建自動化之研究仍屬停留在系統開發及設備改良階段。目前有關建築工程自動化機具，已有數種商業化之實用機具，如Morrison自動式抹平機、Miller滑動模板系統、RGC混凝土切割機、Whiteman乘坐式粉光機、Multiquip 鋼筋切割／彎角器等。

由上所述可知，對於目前各國所研發的自動化項目，應可作為未來國內推動集合住宅施工自動化的參考，對於自動化潛能評估較高者應優先進行研發【11】，期望在有限時間、資金上作最大的應用。

## 2.2 國內外鋼筋工程研發現況

### 2.2.1 國內鋼筋工程研發現況

依據「台灣地區營建工程能量之調查與分析」【12】報告顯示鋼筋混凝土建築約佔每年建築總量之80%以上。可見鋼筋混凝土建築施工自動化可能產生的效益很大，而具優先發展價



值。早期國內曾引進預鑄工法，但因技術不周全，造成使用者對住宅品質不滿意【13】，目前因整體營建環境需求，國內業者也採用半預鑄工法完成數個案例【14】，姑且不論其成敗，原則上此項技術的引進，主要改善重點不外乎縮短整體工期、減少技術工人需求、確保品質及降低成本。就單一項目鋼筋工程而言，目前對於鋼筋施工都依循傳統施工方式，所引進鋼筋施工機具，偏向於鋼筋加工方面，如鋼筋切割機、鋼筋彎曲機、鋼筋整滾機、及最近引進全自動鋼筋加工機與熔接鋼筋網技術及機具【15】。除機具引進外，由於國內對於鋼筋施工法之探討研究極為缺乏，所以鋼筋工程施工仍停留於以人工作業，因此屬於勞力密集之工作項目。

國內之鋼筋加工組立法，除基樁或連續壁等工程因其工法的特性，以普遍採用預組鋼筋籠外，上部結構中的鋼筋施工法仍以傳統的方法在現場組合為主。根據文獻顯示【16】，已有採用鋼筋預組工法之施工案例，但在國內，此施工方式仍未被普遍採用，最近內政部建築研究所籌備處在「集合住宅生產自動化」專案計畫中，對鋼筋加工組立研究有階段性改良方案【17】，可作為推動營建施工自動化之參考依據。

### 2.2.2 國外鋼筋工程研發現況

鄰國日本在鋼筋混凝土建築施工技術的發展有許多值得借鏡的地方【18-20】，鋼筋工程的作業，除裁切及彎曲工作已盡量採用自動化的機具在工廠加工外，其現場加工組立技術的

發展主要可分為鋼筋預組工法及續接工法改良兩個方向來探討。根據藤井和俊的著作顯示【20】，日本的鋼筋預組工法發展起源於1970年代，到80年代更進一步將部分組合作業移到工廠，在可控制的環境中採用不同層次的輔助機具來施工。而鋼筋的續接工法也由傳統搭接發展到瓦斯壓接及機械式的接合器。在自動化機器人方面，已有鋼筋自動組立機（大成）及自動配筋機械（鹿島）的發展，惟目前鋼筋自動化機械人只適用於單純的配筋作業【21】，雖然鋼筋的加工組立方法改良在日本已累積相當長期的經驗，但是整體的研發工作仍持續進行中。

其他先進國家也有部分關於鋼筋混凝土結構物中鋼筋加工組立方面的研究【22，23】。但與日本的研究發展狀況相較之下，其可供國內研究發展參考者較缺乏。

## 第三章 梁鋼筋組立工法之研擬

依據國外文獻資料【24】，Hasegawa曾於1981年利用問卷調查及統計方法，評估鋼筋混凝土建築物施工項目中適合發展機器人之優先順序，結果顯示以梁單元之組合作業為最優先進行自動化之項目。梁配筋作業在鋼筋工程中，屬困難度較高的項目。從整體工期規劃上，梁配筋在要徑作業上並且影響後續作業之版配筋及水電工程。在技術工人需求面上，要符合進度須比其他各單元的配筋作業，出工數較多。以施工品質觀點，目前由於設計與施工者配合不佳，產生施工上困難：如梁之主筋及箍筋嵌裝不易、各向鋼筋、管路匯集太多造成互相干擾、梁柱接頭箍筋配置與梁下層筋綁紮不易等，形成整體品質低落。有鑑於此，本章就前述研究方法，探討現行施工方式的生產力及問題，並研擬改善方案，期望能對上述問題點，提出解決方案，並作為推動適合本土施工自動化研究之參考依據。

### 3.1 現行鋼筋加工組立作業調查與分析

#### 3.1.1 個案選擇

依據第一章之研究流程，本研究選擇三個工程進行現場鋼筋加工組立方法之調查工作。其中，D工程係台北地區民間投資興建的一個百貨商場及停車場建築，主要結構型式為地下3層，地上12層的鋼筋混凝土建築物，總樓地板面積約14萬平方公尺。T工程係台北地區民間建設公司興建的一個集合住宅

工程，主要結構型式包含地下1層與5層樓以及16層樓的鋼筋混凝土建築物各一棟，總樓地板面積約2萬平方公尺。S工程為高雄地區由政府興建的一個國民住宅工程，主要建築型式為地下1層地上7層的鋼筋混凝土構造物總樓地板面積約16萬平方公尺。

### 3.1.2 工地現場評估

確定配合廠商，經非正式溝通討論與訪談現場工程師，了解作業概況，針對鋼筋工程的工作班，做現場評估觀測（附錄一），經評估結果如表3.1，其分析如下：

D工程從事梁鋼筋組立作業，其現場評估指標為63%，T、S工程為柱鋼筋組立作業，其評估指標各為60%及67%，本研究小組將D及S工程之搬運及非工作項目，作一簡單區分，以了解工地現場人員的管理績效，由記錄中得知D工程在聊天及個人時間佔非工作時間約50%，而S工程約佔35%，此項數據可作為工頭與現場工程師日常管理之參考。在等待時間方面，D工程約為非工作時間的10%，而S工程為35%，探究其原因，為組立作業單元不同所致，「等待」的定義為等待他人完成工作或等待後續作業開始，觀測S工程柱鋼筋組立作業程序上，發現一個工人須搬運主筋至組立處，再將主筋由水平轉為垂直方向，抬高放至定位，等待另一人綁紮，這些工作都只有一人進行，而另一人則形成等待狀態，而梁版鋼筋組立作業方面，通常梁筋搬運及放置，都是二人同時進行或分開施

表3.1 D、T、S工程現場評估指標

D工程現場評估—架設鋼筋組立作業

MAN1	MAN2	MAN3	MAN4	MAN5	MAN6	MAN7	MAN8	MAN9	MAN10	MAN11	MAN12	MAN13	MAN14	MAN15	合計	工人使用率(1)= 51%		工人使用率(2)= 50%		現場評估指標=		工作比率			
																正格工作	觀測3m以內	觀測3~10m以內	觀測10m以外	空手未動	滿天		觀測人員	等待	工作時工作
15	13	5	7	14	15	8	15	11	12	17	11	7	7	1	158	18	32	46	36	42	18	244	142	386	63%
3	4	1	1	3	3	1	3	1	2	2	3	3	2	1	3	3	2	2	3	3	3	16	8	24	75%
4	1	1	3	3	3	3	1	1	3	2	2	1	2	1	2	2	2	2	3	3	3	15	10	25	60%
4	1	1	3	3	3	3	1	1	3	2	2	1	2	1	2	2	2	2	3	3	3	16	8	24	67%
5	1	1	3	3	3	3	1	1	3	2	2	1	2	1	2	2	2	2	3	3	3	15	10	25	60%
7	1	1	3	3	3	3	1	1	3	2	2	1	2	1	2	2	2	2	3	3	3	16	8	24	67%
14	1	1	3	3	3	3	1	1	3	2	2	1	2	1	2	2	2	2	3	3	3	15	10	25	60%
15	3	1	3	3	3	3	3	3	3	4	5	3	3	1	20	13	33	61%							
8	1	1	3	3	3	3	3	3	3	4	5	3	3	1	17	9	26	60%							
15	3	1	3	3	3	3	3	3	3	4	5	3	3	1	14	11	25	56%							
15	3	1	3	3	3	3	3	3	3	4	5	3	3	1	14	11	25	56%							
11	3	1	3	3	3	3	3	3	3	4	5	3	3	1	16	13	27	52%							
12	1	1	3	3	3	3	3	3	3	4	5	3	3	1	16	13	27	52%							
17	2	1	3	3	3	3	3	3	3	4	5	3	3	1	16	13	27	52%							
11	3	1	3	3	3	3	3	3	3	4	5	3	3	1	16	13	27	52%							
7	3	1	3	3	3	3	3	3	3	4	5	3	3	1	16	13	27	52%							
1	3	1	3	3	3	3	3	3	3	4	5	3	3	1	16	13	27	52%							
8	3	1	3	3	3	3	3	3	3	4	5	3	3	1	16	13	27	52%							
18	7	11	32	46	36	42	18	244	142	386	63%														

T工程現場評估—柱鋼筋組立作業

工作數= 267
總觀測數= 446

現場評估指標= 68%

S工程現場評估—柱鋼筋組立作業

MAN1	MAN2	MAN3	MAN4	MAN5	MAN6	MAN7	MAN8	MAN9	合計	工人使用率(1)= 59%		工人使用率(2)= 58%		現場評估指標=		工作比率								
										正格工作	觀測3m以內	觀測3~10m以內	觀測10m以外	空手未動	滿天		觀測人員	等待	工作時工作	觀測人員次	工作比率			
34	28	30	27	22	23	27	21	235	7	11	27	38	15	34	48	280	135	415	67%					
1	1	3	2	2	3	3	1	7	1	1	4	3	1	4	1	43	9	52	83%					
1	1	3	2	2	3	3	1	7	1	1	4	3	1	4	1	34	18	52	65%					
3	3	2	2	2	3	3	1	9	4	4	9	4	4	9	4	33	18	51	65%					
2	2	2	2	2	3	3	1	9	4	4	9	4	4	9	4	30	20	50	60%					
22	22	22	22	22	23	27	21	235	7	11	27	38	15	34	48	280	135	415	67%					
3	3	3	3	3	3	3	1	9	4	4	9	4	4	9	4	30	20	50	60%					
3	3	3	3	3	3	3	1	9	4	4	9	4	4	9	4	30	20	50	60%					
2	2	2	2	2	3	3	1	9	4	4	9	4	4	9	4	30	20	50	60%					
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

現場評估指標= 67%

工人使用率(1)= 59% 工人使用率(2)= 58%  
 備註:作業空間在3m以內為有效工作, 3~10m為基礎工作  
 工作比率=工作/總觀測人次  
 工人使用率(1)=(有效工作+1/4基礎工作)/總觀測人次  
 工人使用率(2)=有效工作/總觀測人次  
 現場評估指標=工作/總觀測人次

作，版筋組立作業為一人搬運鋼筋，另一人則排置及綁紮鋼筋，以致造成此兩項作業等待時間較柱鋼筋組立作業少。在搬運工作方面，目前傳統鋼筋作業，小搬運佔組立時間很高比例，雖然搬運動作是生產方面所必要者，但可以經過改善後，即可完全消除不必要搬運動作，或者使工作容易進行，甚至能夠以更短時間達成目的，對提升整體生產力有極大助益，縮短搬運距離，是本研究在研擬改善方案之重點。

透過上述分析瞭解，現場評估法雖為粗略之評估方式，但其優點為簡單、快速及成本低，使管理者能快速了解整個工地的效率，及應管理改進的重點，值得推薦給管理者作為日常管理之參考。

### 3.1.3 五分鐘評估及作業流程分析

本研究利用五分鐘評估法（參考附錄一），選擇D工程觀測單支梁鋼筋組立程序，其工人數以2工人為一工作組合，觀測頻率採用每分鐘觀測一次，整支梁組立時間為130分鐘，觀測記錄如表3.2，並將其記錄改繪成工人平衡圖，如圖3.1，工作效率為72%。再進一步分解梁鋼筋組立作業程序，繪如圖3.2，並略述如下：

1. 逐次搬運及排紮最上層兩端主筋、U型箍筋。
2. 逐次搬運及排紮下層主筋。
3. 逐次搬運及排紮梁腹筋。
4. 逐次搬運及排紮二段筋（第二層主筋）。

表3.2 D工程梁鋼筋作業五分鐘評估記錄

時間	鋼筋工1	鋼筋工2	時間	鋼筋工1	鋼筋工2	時間	鋼筋工1	鋼筋工2
1	A	A	45		E	89	F	F
2	A	A	46			90	F	F
3	B	B	47	A		91		
4	B	B	48	A		92		
5			49	E		93		
6			50	E		94		
7	C	C	51	A		95		
8	C	C	52	A		96	G	A
9	C	C	53	E		97	G	A
10	C	C	54	E		98	G	A
11	C	C	55	E		99	G	A
12	C		56	E		100	G	A
13	D		57	E		101	G	A
14	D	D	58	E		102	G	A
15	D	D	59	E		103	G	A
16	D	D	60	E		104	G	A
17	D	D	61	E		105	G	A
18	D	D	62	E		106	G	A
19		D	63			107	G	A
20		C	64			108	G	A
21		C	65			109	G	G
22			66			110	G	G
23	D	D	67			111	G	G
24	D	D	68			112	A	G
25	D	D	69			113	A	G
26	C	D	70			114	A	G
27	D	D	71			115	A	A
28	D	D	72			116	A	A
29	D	D	73			117		
30	D	C	74			118	G	G
31	D	D	75			119	G	G
32	C	D	76	A	A	120	A	A
33		D	77	A	A	121	A	A
34		D	78	A	E	122	A	A
35		D	79	A	E	123	H	H
36	C	D	80	A	F	124	H	H
37	C	D	81	A	F	125	H	H
38	D	D	82	F	F	126	C	C
39	D	D	83	A	A	127	C	C
40	D	D	84	A	A	128	J	J
41	D		85	A	A	129	J	J
42	D		86	F	F	130	J	J
43	A	A	87	F	F	合計	100	86
44	A	A	88	F	F	工人使用率	77%	66%

說明:

- A→搬運主筋或其他小搬運
- B→配置主筋與綁紮
- C→搬運插筋或其他小搬運
- D→配置插筋與綁紮
- E→配置下層主筋與綁紮

- F→配置腹筋與綁紮
- G→配置第二層主筋與綁紮
- H→配置最上層主筋與綁紮
- J→配置插筋與綁紮(最上層)

觀測日期: 82.6.12  
 總觀測數=260  
 有效工作數=186  
 工作效率=72%

→閒置時間





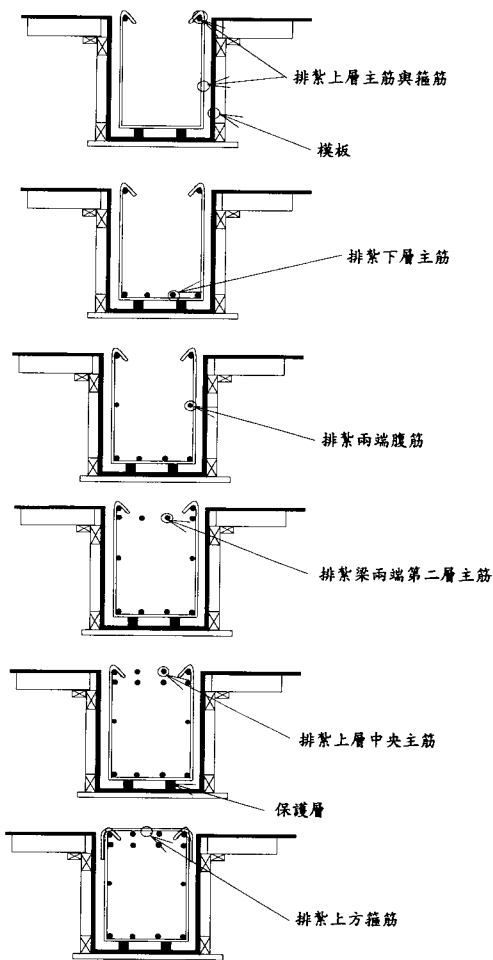


圖3.2 D工程梁鋼筋組立作業流程

5. 逐次搬運及排紮上層中央主筋。

6. 搬運及排紮口型箍筋。

為瞭解其他相關作業流程，本研究也對S工程梁鋼筋組立程序作分析，並繪圖如3.3~3.4，其步驟如下：

1. 分次搬運主筋及腹筋，並放置於模板之臨時支撐上。

2. 搬運上層筋與二段筋，置於臨時支撐上。

3. 套入箍筋。

4. 排置箍筋及綁紮。

5. 抽取臨時支撐桿，使下層主筋與腹筋掉入梁模內，排紮至定位。

6. 排置及綁紮上層主筋與二段筋。

根據研究調查與分析，目前梁鋼筋組立程序大致如上述兩種方式，比較此兩種方式，所不同者為細部動作，其主要關鍵在箍筋使用型式，D工程使用二支箍筋組合型式，採用135°彎勾型式，符合規範韌性要求，但其箍筋加工及排置綁紮，須分二次施工，反觀S工程雖然使用閉合箍筋，但其閉合位置彎勾，未能符合規範135°要求，並且下層筋綁紮，通常受限於施工程序，使綁紮工作困難（手須深入梁模內工作），造成綁紮省略或簡略。

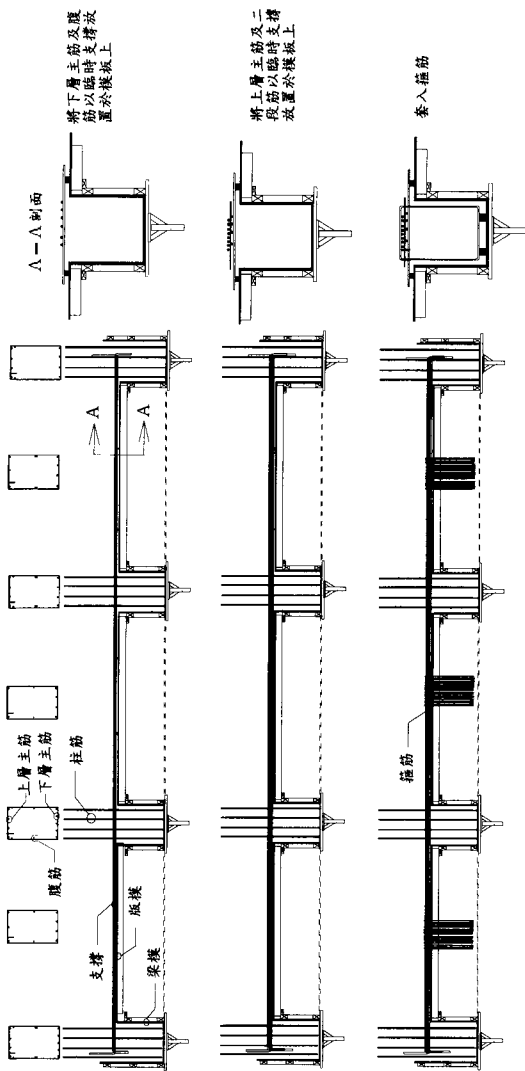


圖 3.3 S 工梁鋼筋組立作業流程

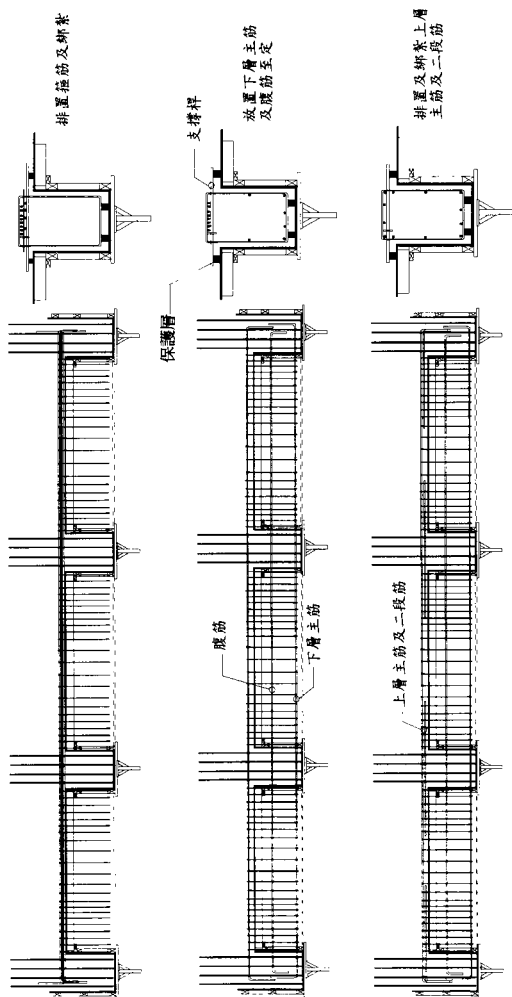


圖 3.4 S 工梁鋼筋組立作業流程 (續)

### 3.1.4 曠時攝影及分析

為了避免觀測遺漏，且便利與工地現場管理人員討論，本研究於工地現場實施現場評估及五分鐘評估外，並同時進行工地攝影，利用曠時攝影技術（參考附錄一），記錄細部的作業程序及動作時間，作為研擬改善方案之依據。

根據文獻報告顯示，為助於未來自動化機器人硬體之規劃及發展，美國營建工業工程協會 (Construction Industry Institute, CII) 【25】將作業內容細分為三類：範圍(Area)、作業(Activity)以及動作(Task)，且國外許多學者如 Warsawski & Sangrey 【26】、Everett 【27】及 Tucker 【25】將「動作」定義在營建工程中最基本的層次上，並認為動作層次是最適合發展自動化的基本單元，基於上述理由，考量分析需要及提供國內鋼筋自動化研發之參考，本研究將鋼筋工程內容分為四個層級：單元、作業、程序、動作（如圖3.5），並定義各動作時間的起迄點，作為記錄動作時間標準（詳表3.3），在四個層級中，一個作業單元是由數個相關程序之組合而成，而數個相關動作的循環組合成一個個程序，數個作業完成一個單元，數個單元形成整個鋼筋工程。以S工程梁鋼筋組立作業為例，其作業由事前準備工作、排置大梁下層主筋於梁模上、排置大梁上方第二層主筋、排置大梁最上層主筋、套入箍筋與綁紮、放置鋼筋籠至定位、及腹筋放置與綁紮等程序組合而成，在事前準備工作的程序中，有調整其他鋼筋、放置（拆除）臨

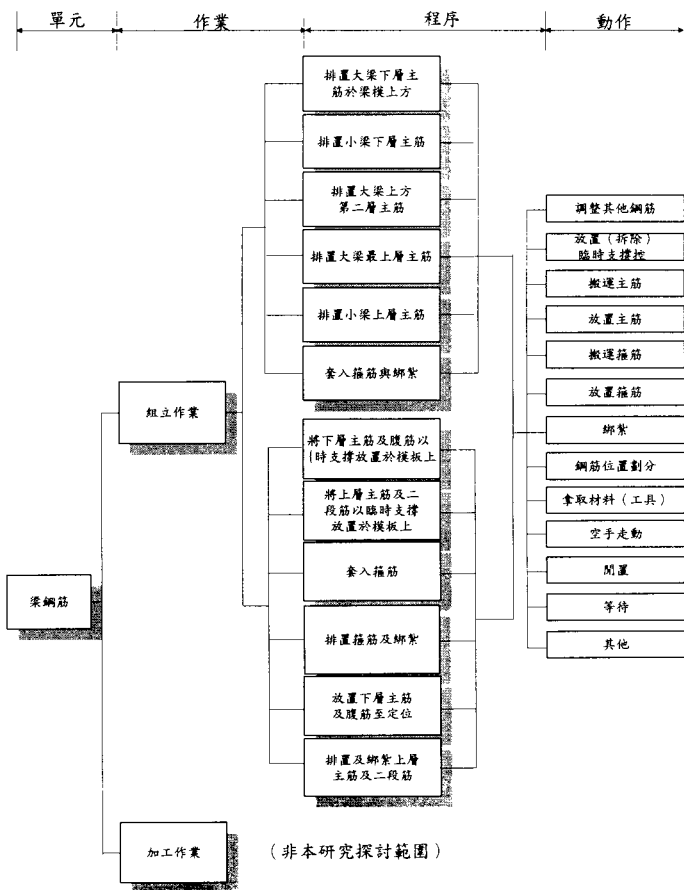


圖3.5 作業層級

表3.3 鋼筋組立作業動作時間定義

動作名稱		動作時間定義
動作1	搬運主筋	鋼筋工搬運主筋至組立位置，此動作時間從鋼筋工至材料位置接觸鋼筋開始到組立位置為止。
動作2	放置主筋	鋼筋工將主筋放置定位或作必要之抬起與放置，此動作時間從鋼筋工提（或放）鋼筋到定位為止。（調整預留筋位置）
動作3	鋼筋位置劃分	鋼筋工將鋼筋尺寸位置標示於鋼筋上，此動作時間從鋼筋工拿起標尺開始到標示完成放下標尺為止。
動作4	搬運箍筋	鋼筋工搬運箍筋至組立位置，此動作時間從鋼筋工至材料位置接觸鋼筋開始到組立位置為止。
動作5	套入箍筋	鋼筋工將箍筋套入於主筋，此動作時間從鋼筋工提起箍筋到套入主筋為止。
動作6	放置箍筋	將套於主筋上之箍筋依標示位置移動至定位，此動作時間從鋼筋工接觸箍筋開始到鋼筋定位完成。
動作7	綁紮	鋼筋工使用# 20或# 18鐵絲將鋼筋綁紮固定，此動作時間從鋼筋工走至定位綁紮開始到綁紮完成為止。
動作8	搬運十字筋	鋼筋工搬運十字筋至組立位置，此動作時間從鋼筋工至材料位置接觸十字筋開始到組立位置為止。
動作9	放置十字筋	鋼筋工將十字筋放置定位，此動作時間從鋼筋工提（或放）十字筋到定位為止。
動作10	放置（拆除）臨時支撐桿	鋼筋工將主筋搬運至定位後，抽取或放置支撐桿，此動作時間從鋼筋工接觸支撐桿開始，放置（或拆除）支撐桿時間為止。
動作11	鋼筋現場彎折	在現行版鋼筋加工組立作業時，短向與長向的彎曲主筋皆於放置綁紮後再利用鐵桿彎折。
動作12	放置水泥塊	因應保護層厚與固定鋼筋位置而配置。
動作13	配置固定物與寬止筋	在現行版鋼筋加工組立作業時，橫向與縱向主筋為求事先固定及保持間距而配置。
動作14	拿取材料	拿取施工所需材料，如鋼筋工綁紮鐵絲用完後，須至放置鐵絲材料處拿取，此動作時間從材料用完後開始到拿取材料回至原位止。
動作15	人員上(下)工作梯(架)	鋼筋工為配合工作所需，須上(下)工作梯(架)，此動作時間從鋼筋工接觸工作梯(架)開始上(下)到離開工作梯(架)為止，包括移動工作梯(架)。
動作16	空手走動	此動作時間為施工人員手上無工具，在工作場所走動，屬無效工作時間。
動作17	閒置	此動作為無效工作時間，如聊天、休息等。
動作18	等待	此動作時間為等待他人完成工作，屬無效工作時間。
動作19	其他	此動作時間為觀測者拍攝鋼筋組立作業時因故遺漏的時間。

時支撐桿、搬運主筋、拿取材料、空手走動、及閒置等相關動作循環而成，在整個鋼筋工程方面，是由柱、梁、版、牆等單元完成，而各單元，主要可分為加工及組立作業。

依據作業分割及動作定義，本研究將所調查的S工程，透過馬錶分析（參考附錄一），記錄各動作之操作時間，整理如表3.4，表中工人搬運及空手走動兩項，各約佔組立時間之15%，是造成生產力損失原因，就其原因係由現場鋼筋材料堆放位置不良所造成，可作為工地管理改善重點。在記錄表上，綁紮動作時間，佔組立時間很大比例，經現場觀察，目前工地鋼筋綁紮，使用紮筋彎勾工具，速度慢且工人需以蹲姿進行工作，以自動化觀點而言，如能改進此工具或研發新輔助機具作為綁紮鋼筋之用，則可減少鋼筋組立時間。

採用曠時攝影技術及馬錶分析，可對整個作業動作、程序提供完整及詳細記錄，分析生產力損失項目，研擬改善方案，例如縮短搬運距離、刪減不必要動作、簡化動作、或改變施工程序等，以達到提升生產力的目標。

### 3.2 現行梁鋼筋組立作業問題

目前國內學界對鋼筋混凝土構造之規範、技術規則修訂、結構原理、結構系統等理論研究不遺餘力【28】，但在施工法改進、現場實務配合等之研究，實在是微乎其微，理論與應用無法配合，是營建業隱憂。時值政府大量廣建國宅，傳統方式在工期規劃、品質管制、人力需求方面，已不符時代要求，有於



表3.4 S工程梁鋼筋組立記錄表

作業	動作	程序													程序時間所佔百分比		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		14	
梁鋼筋現場組立	事前準備工作	930	10	2668	0	0	0	0	0	44	2040	182	0	0	97.9	22%	
	排置大樑下層主筋於標機上	55	195	102	770	89	0	0	0	519	35	376	219	0	0	39.3	9%
		72	241	280	631	51	48	0	0	203	25	672	405	18	0	44.1	10%
	排置大樑最上層主筋	0	0	165	291	67	536	0	0	179	0	355	187	0	0	29.7	7%
		100	439	0	580	0	0	284	1568	3841	227	756	1128	0	50	149.6	33%
	套入箍筋與綁紮	0	297	0	1300	12	0	0	0	187	48	234	123	0	0	36.7	8%
		0	0	301	1720	0	0	0	0	182	40	513	446	0	0	53.4	12%
	動作時間合計(分鐘)		19.3	19.7	58.6	88.2	3.7	9.7	4.7	26.1	85.2	7.0	82.4	44.8	0.3	0.8	合計
	動作時間所佔百分比		4%	4%	13%	20%	1%	2%	1%	6%	19%	2%	18%	10%	0%	0%	450.6

此，本研究針對梁鋼筋組立作業，透過工地調查、訪談與分析，歸納整理目前問題點，並進一步從整體工期規劃、技術人力需求、施工品質確保、及施工性難易度等方面來探討。

#### 一．在整體工期規劃控制方面

施工管理者在規劃工期時，如要縮短工期，通常採取兩種策略，第一種策略為增加作業人數以加快作業速率，進而縮短作業時間。理論上，作業人數可增加至任何人數，以符合工期縮短要求，但是受限於作業空間、人員、機具使用干擾，人員達到一比例後，會造成生產力降低及資源浪費，況且根據文獻顯示【29】，工人到達一個新環境，須損耗作業時間及管理人員時間以適應新環境，在增加作業人員方面的另一個問題為目前勞動力缺乏及良好技術工人難尋，在工作量不穩定下，要求過多人力，往往須遷就技術不良工人，造成管理上莫大困擾。第二種策略為改變施工方式，採用平行作業方式施工，將要徑作業時間縮短，最近引進半預鑄工法及複合化工法，其理念也是將要徑上的作業，移至工廠或工地現場地面施作，達到縮短工期的目的。因此本研究在檢討鋼筋組立作業之整體工期規劃時，以避免增加技術工人及減少生產力損失為考量依據，提出改善替代方案。

## 二．在技術人力需求方面

由於鋼筋組立作業需配合其他工種作業，為了要在預定工期內完成工作，需隨著不同的作業單元（柱、梁、版、牆）而做人力上調配，站在施工管理者角度而言，短期大量的人力需求及不穩定的工作量，使管理者在人力資源規劃上更加困難。也由於勞力市場短缺，目前有的鋼筋小包為了挽留技術工人，雖然明知工作量不須過多人力，但考量爾後作業需大量人力，因此也必須投入多餘人力資源，此種情形，不僅造成前述互相干擾狀況產生，連帶使得工作士氣低落。在資源變動最小及使工程儘早完成前提下，本研究利用標準化、合理化方法，改變施工作業方式，使平均每日人力需求一致、及以非技術工或女性工人取代對鋼筋技術工人的依賴。

## 三．在鋼筋組立施工品質控制方面

由於台灣位於地震帶，鑒於結構韌性設計對耐震有很大幫助，政府曾於民國七十一年對耐震有關規定做過大幅度修正【30】，目前地震頻傳，對結構韌性要求更顯重要性，規範對構架內受撓構材規定，本研究整理於附錄六，其中對閉合箍筋的設置有如下規定【31】：

(a)自柱面量起向跨度中央之方向  $2d$  範圍內。

(b)梁內由於構架之非彈性側移可能產生塑性鉸處之兩端  $2d$  範圍內。

由以上規定，反觀國內在施工實務上，因 $135^\circ$ 彎勾會造成箍筋組立困難，施工者為了省工以不合規定箍筋替代或彎勾彎曲直徑、角度及延伸長度加工不確實，造成箍筋未產生圍束效用。依據文獻資料顯示【32】，在日本實施鋼筋組立時，如無法以 $135^\circ$ 的彎勾配筋時，就先以 $90^\circ$ 的彎勾配筋，配筋完成之後再加以轉折成 $135^\circ$ 彎勾，或加焊接固定，因屬二次施工及需特殊工具輔助，目前國內很少遵守此項規定。另外，依據鋼筋混凝土建築設計規範15.4.3.5，閉合箍筋可以以兩支箍筋組合替代，以力學觀點而言，箍筋閉合位置應在受壓側，舉一般梁為例，通常在梁端部多為上部受拉力，下部受壓力，其箍筋閉合位置應置於下方，反之，在梁中央部位其箍筋閉合位置，應置於上方，在實際施工實務上，如要符合此項規定，如果是採用兩段式的箍筋形式，會使組立產生困擾（閉合位置在下方其 $\square$ 形箍筋無法固定），甚至無法施工。

再者，由於現行梁鋼筋組立程序，會造成下層主筋與箍筋無法綁紮（手部無法深入梁內施作），或因綁紮困難而簡略，常因為混凝土澆置而移位，使得箍筋間距未能符合設計要求，影響梁之抗剪強度。

因此本研究針對施工品質要求，提出對梁鋼筋組立之程序改善方案，期望能以較簡單、省力的施工方式，達到規範要求的品質。

#### 四．就施工性難易度

梁配筋比其他單元配筋複雜，比如梁筋彎勾需深入柱內錨錠、各向梁筋與管線匯集等，時常造成工作之互相干擾，所以在現行施工方式下，工人需花費較多精神及體力，調整相關位置使鋼筋到達定位，再者梁筋綁紮動作，須以蹲姿進行，工人反覆站立與蹲下，長時間工作對工人造成體力消耗及疲勞，降低工人生產力。因此在研擬梁鋼筋作業改善方案時，在不影響品質要求下，考慮以較輕鬆及簡易的施工方式，達到工作要求。

### 3.3 梁鋼筋組立作業改善策略研擬

#### 3.3.1 初步改善策略

在改善方案的研擬過程，首先針對工地現場日常管理的改善，提升工作效率，亦即在不改變現行施工方法的基本原則下，採用更合理的現場佈置、人員編組及工作流程安排管理的手法來刪除工人閒置、空手走動、縮短搬運距離及刪減不必要的動作等手段以提高工作效率。本研究認為若能在構築前事先規劃材料搬運動線，可大量節省工人搬運時間。圖3.6為D專案工程改善後的工人平衡圖，可節省約20%的工作時間。以本研究調查的S工程專案，若能將工地現場中鋼筋材料堆放位置均勻分佈，如圖3.7，則可縮短人力搬運距離及空手走動時間。此種透過合理化、省力化的改善程序，提高人力資源使用



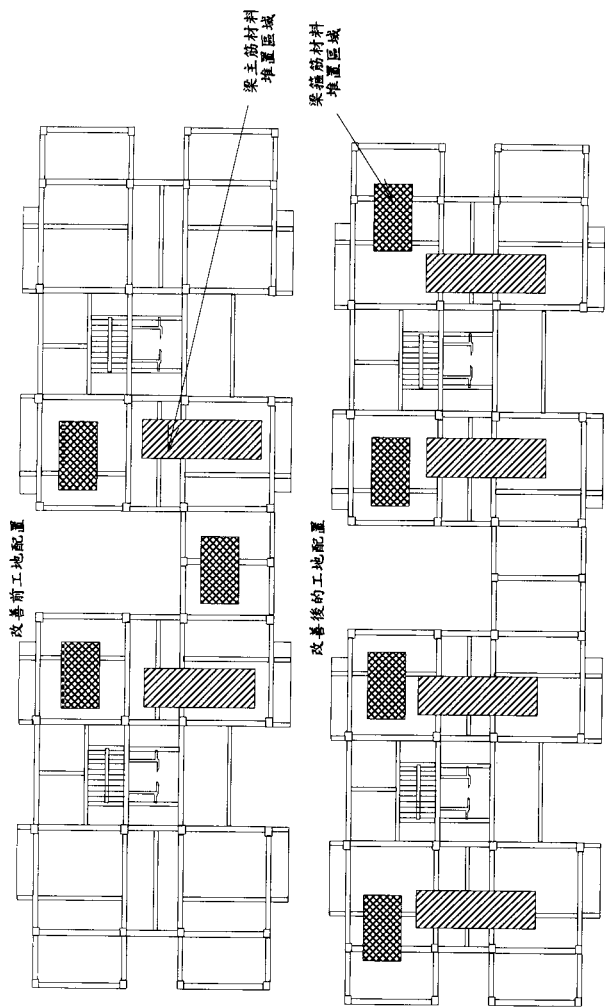


圖 3.7 鋼筋材料堆放之改善方案

率的方法，可推薦給每位工地現場管理人員作為日常檢討改善的合理化手法。

### 3.3.2 梁鋼筋預組工法改善策略

根據文獻資料【33】，日本鋼筋預組工法，大部分採框架式立體構造，先在地面預組完成，再吊放至現場，用續接器接合施工，考量國內鋼筋作業環境及解決鋼筋組立作業在整體工期、施工品質、人力的需求、及施工性的難易度等問題。本研究針對梁鋼筋組立作業，提出三種不同施工法，其略述如下：

- 1.地面預組工法：此工法為一方向的梁鋼筋採用地面預組的施工方式，利用吊具放置於模板上，再配合另一方向在模板上採用預組方式，完成整個梁鋼筋構架，最後再放入梁模內。
- 2.模板上預組工法：此工法為兩方向的梁鋼筋，都在模板上用預組方式施工，最後再放入梁模內。
- 3.半預組工法：此工法為一方向的梁鋼筋採用地面預組，利用吊具放置於模板上，配合另一方向傳統施工方式，完成整個梁鋼筋的構架。

上述工法的採用要視工地現場狀況、結構形式及配合條件而定，以獲得最大效益為優先考慮，基本上，各工法研擬主要是使組立作業程序，達到合理化、標準化及省力化的目標，能



以最少資源輸入，得到最大輸出的效益。為了使組立程序及步驟能符合實際施工要求，本研究在實驗室中，由研究人員模擬現場施工條件，實際模擬操作，並配合影帶分析求取較佳組立程序。其現場配置及實驗作業程序，如圖3.8~3.10，並要述如下：

1. 設置上層主筋，並同時依照規範規定，將支撐樑之間的閉合箍筋套入。
2. 套入兩側箍筋。
3. 依序放置二段筋、下層主筋。
4. 調整主筋及箍筋之位置及間距。
5. 綁紮。

上述組合及吊裝的實況照片，如圖3.11，初步經由研究人員檢討，此施工方式可節省組立時間、簡化工作步驟、及減少體力消耗。同理根據實驗模擬方法，將預組工法施工步驟，繪圖如3.12~3.13，模板上預組工法施工步驟，繪圖如3.14~3.15，在實際施工實務上，組立程序應預先規劃，檢討配合條件及鋼筋排列方式，繪製鋼筋細部圖，以協助施工者依照最佳組合程序施工。

(兩跨度方式~三柱一梁)

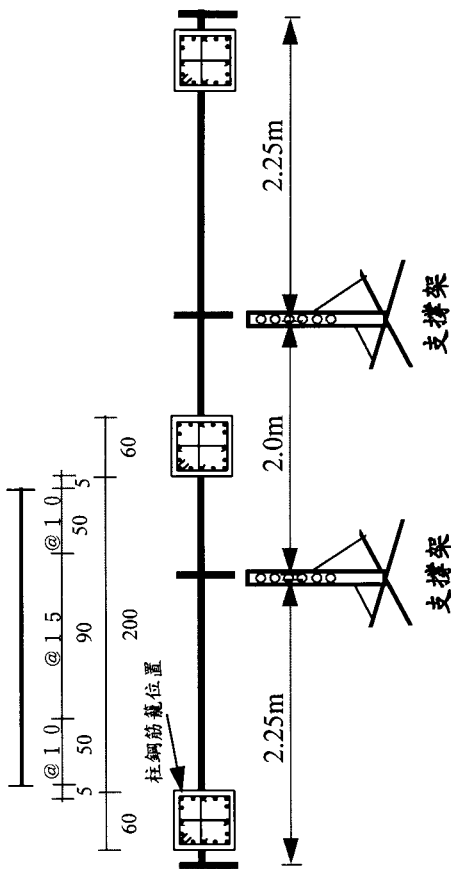


圖 3.8 實驗室試作梁鋼筋預組配置

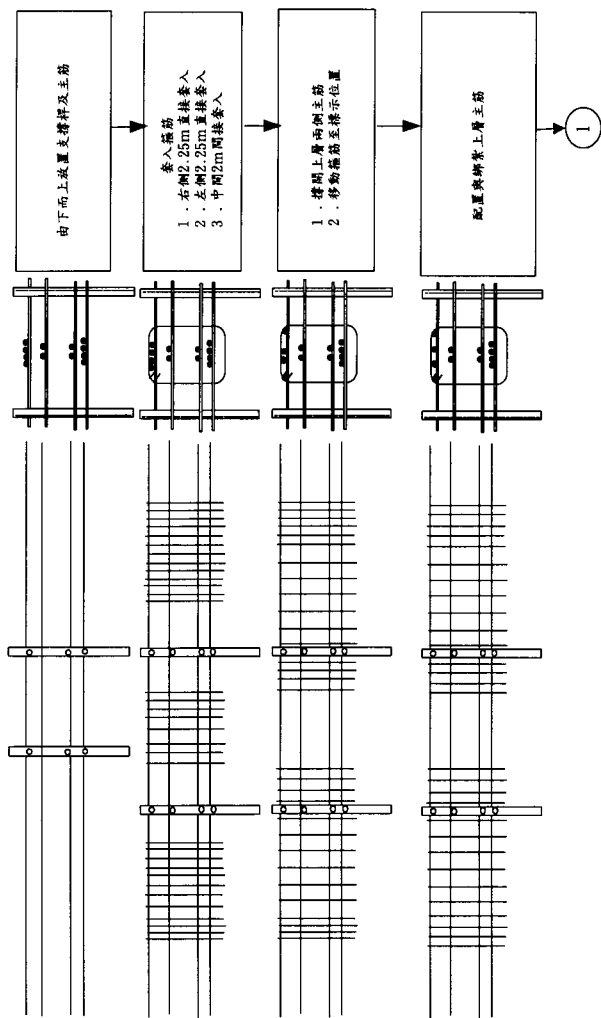


圖 3.9 梁鋼筋預組施工程序

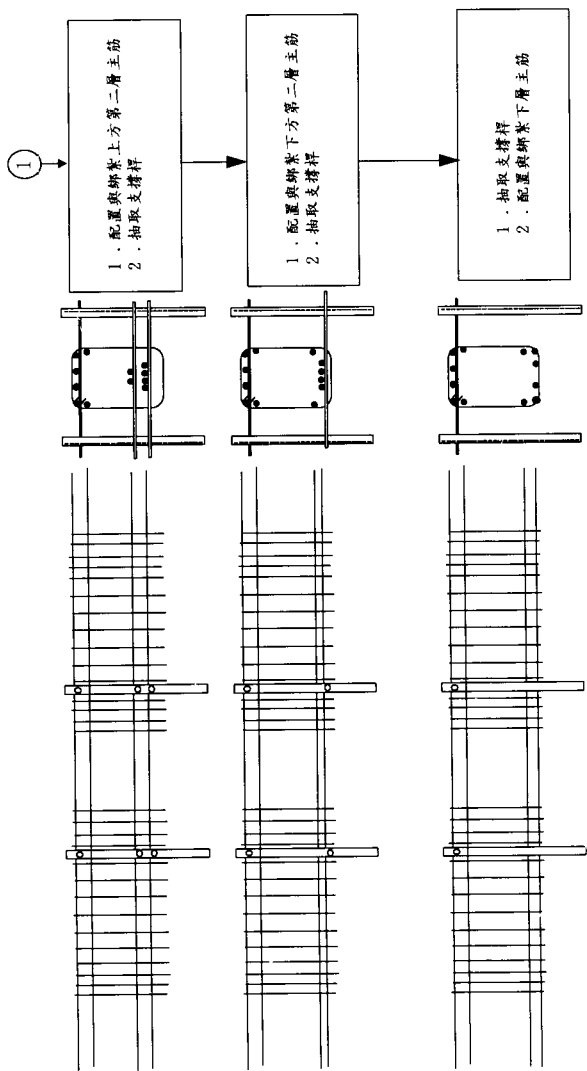
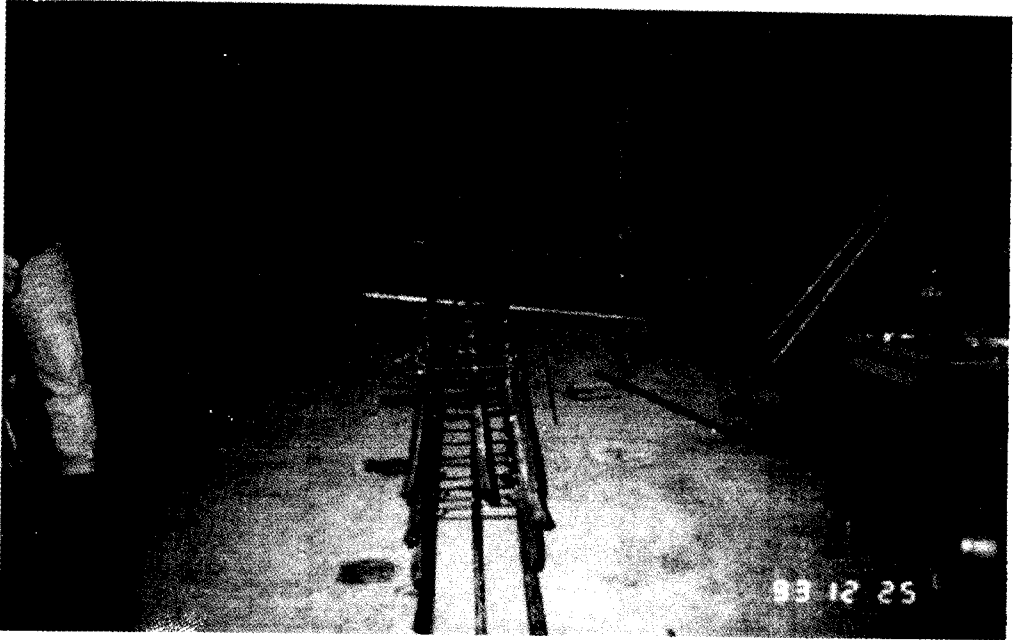
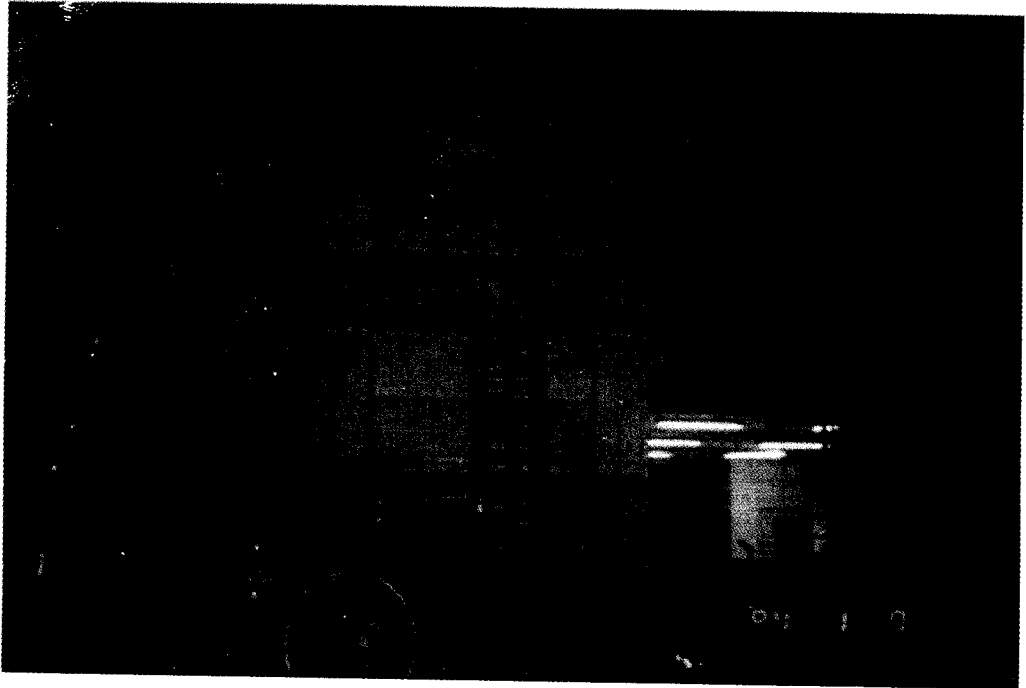


圖 3.10 梁鋼筋預組施工程序 (續)



梁鋼筋預組實驗室試作



梁鋼筋預組吊裝

圖3.11 梁鋼筋預組試作

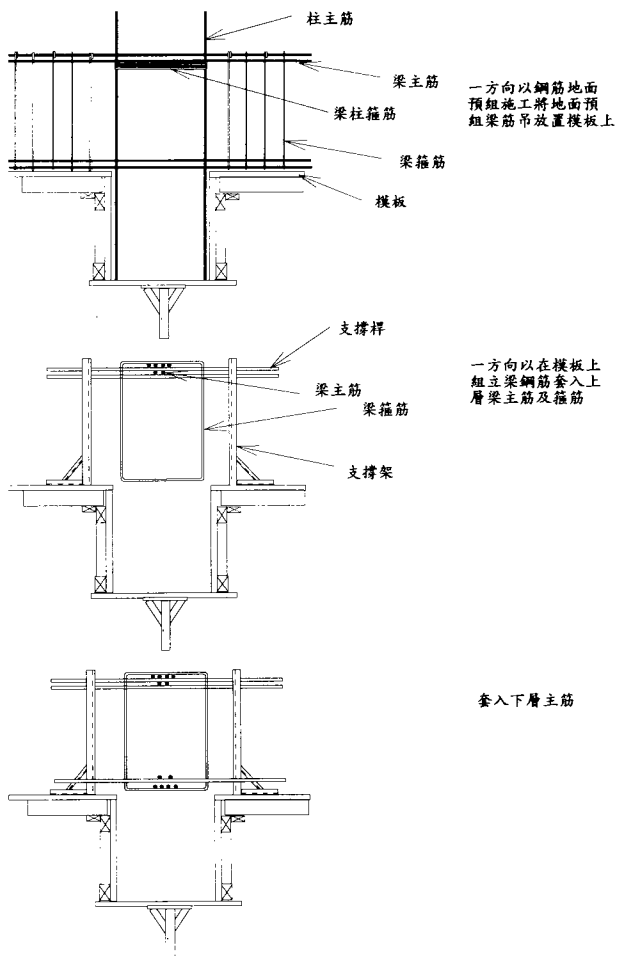
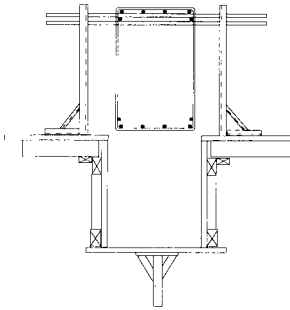
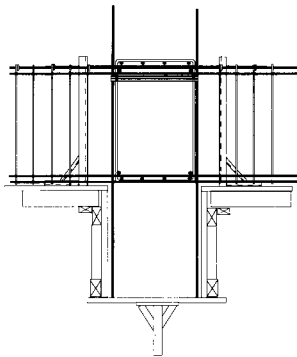


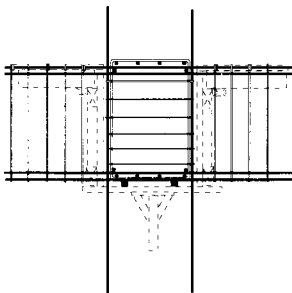
圖3.12 模擬地面預組工法施工程序



綁紮上下層主筋



兩方向梁筋組立情形  
抽出支撐桿使鋼筋依  
序掉入梁模內



調整梁柱箍筋間距並綁紮鋼筋

圖3.13 模擬地面預組工法施工程序（續）

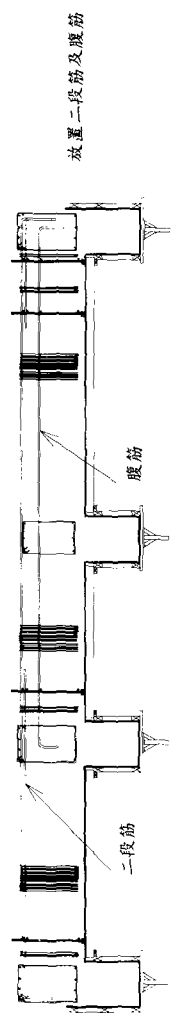
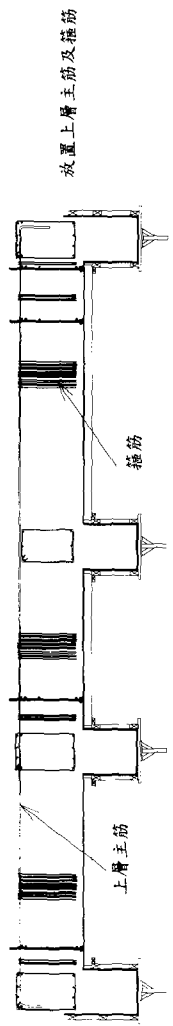
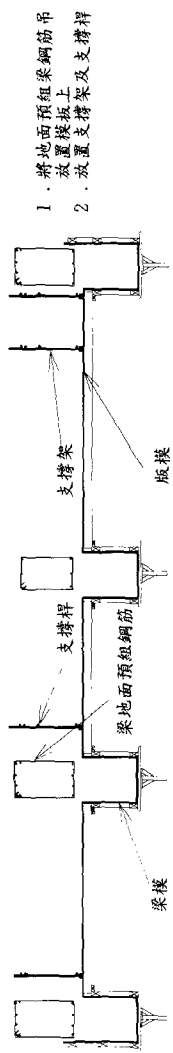
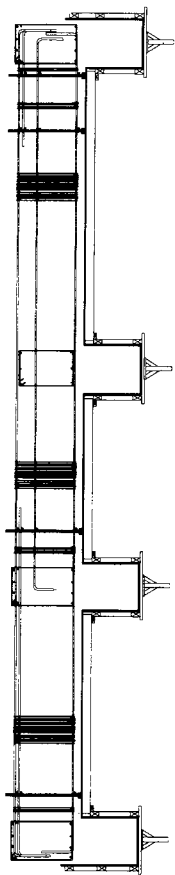


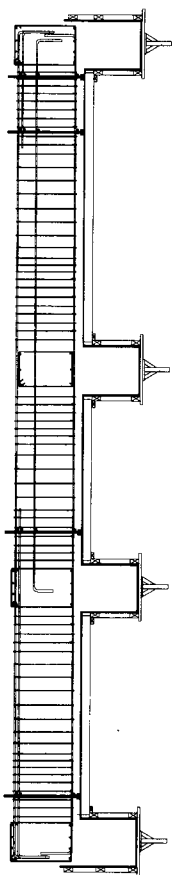
圖 3.14 梁鋼筋模板上預組施工程序



放置下層主筋



排置箍筋及綁紮



依序抽出支撐桿使  
梁鋼筋放入梁模內

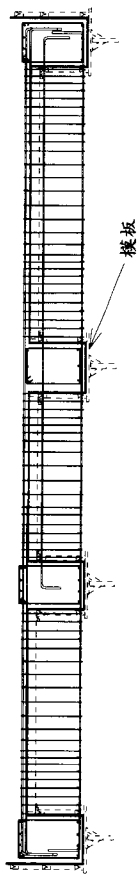


圖 3.15 梁鋼筋模板上預組施工程序 (續)

### 3.4 梁鋼筋預組工法之效益探討

#### 3.4.1 定量分析

在預組工法的程序模擬試驗中，本研究除研究人員參與試驗外，為瞭解預組程序在實際工地執行的可行性，聘請鋼筋技術工人至實驗室模擬試作鋼筋組立程序，首先鋼筋工透過研究人員所拍攝的錄影帶，觀看研究人員試作情形，並由研究人員加以解說各項步驟及程序，再帶至實驗室依照研究人員研擬的施工程序一一操作（操作步驟參考附錄二）。經錄影拍攝後，進行各項組合作業基本動作時間資料的量測與分析，其結果如表 3.5~3.7 所示，進一步作為量化分析計算的依據，並略述如下：

（一）梁鋼筋組立如採地面預組工法，其步驟是由組合作業、儲存作業、吊裝作業、配合作業等項目組成，其中組合作業時間為組立鋼筋的動作時間組合，儲存作業時間為組立完成後，須先吊放至鋼筋儲存場儲存，等待搬運至現場的動作時間組合，吊裝作業及配合作業時間，為現場吊放鋼筋籠的動作組合時間。各動作經由馬錶分析，觀測實際操作時間，再配合評比時間及寬放時間（參考附錄一），建立各動作的標準時間。

（二）同上，如採用在模板上預組工法，為組合作業及配合作業組成，其不同點為在組合作業中，考量在模板上組立，

表3.5 梁鋼筋地面預組工法基本動作時間分析表—組合作業與儲存作業

動作	紀錄		評比時間 百分比 (%)	寬放時間 百分比 (%)	標準 時間 (人秒)	單位標準時間 (人秒)	單位標準時間 (秒)	說明			
	觀測 時間 (人秒)	距離 總合 (公尺)									
組 合 作 業	走動	269	173.4	100	9	293	1.7	公尺	工人手上海工牌在工作場所走動		
	搬運支撐架	27	7.2	100	12	30	7.6	／每個支撐架	將支撐架搬運至定位 (共4個支撐架)		
	支撐架放置	15	／	100	11	17	4.2	／每個支撐架	將支撐架調整至定位 (共4個支撐架)		
	搬運支撐桿	53	21.6	100	11	59	5.9	／每個支撐桿	將支撐桿搬運至定位或搬卸支撐桿端處 (共10個支撐桿)		
	支撐桿放置	54	／	100	11	60	6.0	／每個支撐桿	將支撐桿調整至定位或搬卸支撐桿 (共10個支撐桿)		
	拿取材料	93	37.2	100	11	103		2.8	／公尺	拿取或放回鋼筋組工作需材料	
	鋼筋位置劃分	178	／	100	11	198	198	／每支鋼		將鋼筋與主筋位置標示於鋼筋上	
	搬取主筋 (1位工人)	21	／	100	19	25	5.0	／每根鋼筋		由一位工人一次搬取1根鋼筋並搖成生一定高度 (共5根鋼筋)	
	搬運主筋 (1位工人)	16	9.6	100	19	19	3.8	／每根鋼筋	2.0	／每根鋼筋, 1公尺	拿入中央或端端時, 由一位工人一次搬運1根鋼筋完成此動作 (共5根)
	放置主筋	442	／	100	11	491	30.7	／每根鋼筋		將位置與施工總度綁主筋位置定位 (共16根鋼筋)	
	搬運端筋	26	4.2	100	11	29	1.3	／每根端筋	0.6	／每根端筋, 1公尺	將端筋搬運至整入位置 (共23根端筋)
	放置端筋	291	／	100	11	323	14.0	／每根端筋		將位置與施工總度綁端筋拿入並放置定位 (共23根端筋)	
	綁紮鋼筋 (上部鋼筋)	1436	／	100	11	1594	10.8	／每綁紮點		站立綁紮動作 (共147個綁紮點)	
綁紮鋼筋 (下部鋼筋)	860	／	100	13	972	11.4	／每綁紮點		彎身綁紮動作 (共85個綁紮點)		
其他						以組合作業時間之2%計算			係由於本身所發生之損失, 而發生無可避免之空閒		
(2) 儲 存 作 業	安裝鋼筋端綁勾	30	／	100	11	33	33	／每綁勾		存放鋼筋端綁勾的安裝	
	鋼筋置平吊	57	2	100	11	63		31.6	／公尺	鋼筋預組工法中之儲存作業, 將鋼筋吊車懸掛於位置 (每車操作手)	
	支撐桿放置 (搬離)	54	／	100	11	60	6	／每支支撐桿		鋼筋預組工法中, 鋼筋端支撐桿預組位置時, 搬卸支撐桿以操作手(工人)隨等鋼筋置平吊吊起動作	
	鋼筋置平吊	68	6	100	11	75		12.6	／公尺	鋼筋置平吊後藉由吊車移至儲存位置端端, 下吊為止 (每車操作手, 工人1人)	
	鋼筋置平放	48	2	100	11	53		26.6	／公尺	鋼筋預組工法中之儲存作業, 鋼筋置平放至儲存位置 (每車操作手, 工人1人)	
	卸去鋼筋端綁勾	20	／	100	11	22	22	／每綁勾		鋼筋置放置儲存定位後, 卸除鋼筋端綁勾使車吊脫離鋼筋	

備註：(1) 寬放時間百分比參考國際勞工局編行之標準 (資料來源：由延壽、編地實所編著「工時學」一書, pp.165-176)。

(2) 儲存作業是在試驗室中吊車操作手遙控門型吊車模擬進行。

表3.6 梁鋼筋地面預組工法基本動作時間分析表－現場吊裝作業

動作	記錄	觀測時間 (人秒)	評比時間 百分比 (%)	寬放時間 百分比 (%)	標準時間 (人秒)	單位標準 時間 (人秒)	說明
吊裝作業 (吊車操作手)	鋼筋籠吊升 (1)	14	100	11	16	7.8 / 每公尺	鋼筋預組工法中之吊裝作業，從鋼筋籠鋼索安裝完成開始吊升到鋼筋籠 平移為止
	鋼筋籠平移 (2)	33	100	11	37	7.3 / 每公尺	鋼筋預組工法中之吊裝作業，從鋼筋籠吊升後開始平移到至放置地方開 始下降為止
	鋼筋籠吊放 (3)	14	100	13	16	7.9 / 每公尺	鋼筋預組工法中之吊裝作業，鋼筋籠吊放至定位
	回安裝掛鉤位置 (4)	75	100	11	83	83 / 每支梁	吊車操作手將鋼索掛鉤吊回原來位置
配合作業	安裝鋼筋籠掛鉤	30	100	11	33	33 / 每對掛勾	吊放鋼筋籠時鋼索掛鉤的安裝
	調整主筋位置	14	100	11	16	16 / 每支梁，1 棟柱	鋼筋工移動預留筋與鋼筋籠位置，以利鋼筋籠順利放置
	放置梁鋼筋至梁模內	297	100	11	330	110 / 每個支撐點	將鋼筋籠放置定位 (共 3 個支撐點)
	卸除鋼筋籠掛鉤	20	100	11	22	22 / 每對掛勾	鋼筋籠放置定位固定後，卸除鋼索掛勾使吊車脫離鋼筋籠
	梁柱預組綁紮				11.4 / 每綁紮點		此標準時間係投與下新鋼筋綁紮時間相同

備註：(1)鋼筋籠吊升距離為2m、(2)鋼筋籠平移距離為5m、(3)鋼筋籠吊升距離為2m

(4)此動作時間包含吊升(2m)、平移(5m)、吊放至地面(4m)等時間總合

(5)寬放時間百分比參考國際勞工局編訂之標準 (資料來源：曲廷壽、楊廷實所編著「工時學」一書，pp.165-176)

表3.7 梁鋼筋樑板上預組工法基本動作時間分析表—組合作業與配合作業

動作	紀錄	實際時間 (人秒)	標準 組合 (公尺) (2)	評比時間 百分比 (%) (1)	實際時間 百分比 (%) (1)	標準 時間 (人秒)	單位標準時間 (人秒)	單位距離標準時間 (秒)	說明
組合作業	走動	269	173.4	100	9	293		1.7 /公尺	工人手上施工工具在工作場所走動
	搬運支撐架	27	7.2	100	12	30	7.6 /每個支撐架	4.2 /每個支撐架, 1公尺	將支撐架搬運至定位 (共4個支撐架)
	支撐架放置	15	/	100	11	17	4.2 /每個支撐架		將支撐架調整至定位 (共4個支撐架)
	搬運支撐桿	53	21.6	100	11	59	5.9 /每個支撐桿	2.7 /每個支撐桿, 1公尺	將支撐桿搬運至定位或搬卸支撐桿放置處 (共10個支撐桿)
	支撐桿放置	54	/	100	11	60	5.0 /每個支撐桿		將支撐桿調整至定位或搬卸支撐桿 (共10個支撐桿)
	拿取材料	93	37.2	100	11	103		2.8 /公尺	拿取或放回鋼筋組立作業所需材料
	鋼筋位置劃分	178	/	100	11	198		198 /每天架	將筋線與主筋位置標示於鋼筋上
	綁取主筋 (1位工人)	21	/	100	19	25	5.0 /每個鋼筋		由一位工人一次綁取1個鋼筋並抽高至一定高度 (共5個鋼筋)
	搬運主筋 (1位工人)	16	9.6	100	19	19	3.8 /每個鋼筋	2.0 /每個鋼筋, 1公尺	搬入中央處筋線時, 由一位工人一次搬運1個鋼筋完成此動作 (共5個)
	放置主筋	442	/	120	11	579	36.2 /每個鋼筋		照位置與施工要求將主筋放置定位 (共16個鋼筋)
	搬運副筋	26	4.2	100	11	29	1.3 /每個副筋	0.6 /每個副筋, 1公尺	將副筋搬運至套入位置 (共23個副筋)
	放置副筋	291	/	120	11	381	16.6 /每個副筋		照位置與施工要求將副筋套入並放置定位 (共23個副筋)
	綁架鋼筋 (下綁鋼筋)	860	/	100	13	972	11.4 /每個鋼筋		需彎曲綁架動作 (共8個鋼筋)
	其他							以組合作業時間之2%計算	
配合作業	放置鋼筋至架橋內	297	/	100	11	330	110 /每支撐架		將鋼筋搬入至定位 (共3個支撐架)
	支撐架放置 (抽取)	54	/	100	11	60	6 /每個支撐架		將鋼筋樑板上預組工法中, 將鋼筋搬取置定位時, 需抽取支撐架 (共10支撐架)

備註：(1) 實際時間百分比參考國際勞工局編訂之標準 (資料來源：由規畫、編譯實所編譯「工時學」一書, pp.165-176)

(2) 鋼筋在樑板上以預組方式施工時, 放置主筋及放置副筋兩動作屬比地面預組鋼筋之動作較簡易, 施工速度較慢, 所以評比時間以120%計。

其空間及施工性，未能與地面上相比，所以在作業中的放置主筋及箍筋兩項動作，假設評比時間為120%。

本研究利用建立的基本動作標準時間，先針對S工程的單支梁進行組立時間計算，與傳統工法組立時間比較，接著為瞭解梁鋼筋組立工法對工程可能產生的整體效益，再比較二梯棟的標準層的組立時間。以下為分析的結果：

(一) 以單支梁為例(表3.8)，採用地面預組工法的工率為傳統之63%，模板上預組工法為46%。傳統工法的組立時間以表3.4之實際操作時間為基準，實際觀測時間與標準動作的時間計算，最大不同點在於綁紮的時間，預組工法的綁紮時間以梁角隅主筋與箍筋接觸須逐點綁紮，非角隅部分隔點綁紮，而現場觀測組立施工時，發現工人未依此規定施工，綁紮點視工人的意思而定，如考慮此種狀況，預組工法實際效益應更大。

(二) 以二梯棟標準層為例(表3.9)，在要徑作業比率上，假設基本出工數10人，地面預組工法所佔要徑時間為傳統工法之43%，模板上預組工法為71%，半預組工法為52%。在成本比較方面，地面預組工法所花費成本為傳統工法之69%，模板上預組工法為72%，半預組工法為92%，在技術工人需求方面，以傳統施工方式，要達到與採用地面預組工法相

表3.8 預組工法與傳統工法工率比較 (單支梁)

施工方式		單元作業 時間總合 (人分)	鋼筋重量 (T)	工率 (人日/T)	預組工法與傳統 工法(S工程) 工率比率	
預 組 工 法	地面預組工法	組合作業與儲存作業	0.932	0.63	63%	
		現場吊裝作業				237.1
	樓板上預組工法	吊裝作業 (吊車操作手)				5.2
		配合作業				38.8
傳 統 工 法	S工程	組合作業	0.945	0.45	46%	
		配合作業				164.3
	T工程	組合作業				39.1
		配合作業				450.6
		S工程	0.945	0.99	100%	
		T工程	2.163	0.49	49%	

備註：(1) 單元作業時間計算，附錄三表一~二。

(2) 鋼筋數量計算參考附錄三表七~八。

(3) 工人間彼此之干擾不計入。

表E.9 模擬各種施工工法在成本、工期與技術工人需求上可能產生的效益

施工方式		單元作業 時間總合 (人分)	基本 施工數	技術 工人數	搬運工時 (人時)	操作室 時間 (人時)	作業日數		成本計算		
							作業 日數	作業 時間	總成本 (元)	各種施工方式與傳統 工法成本比率	
地面 預組 工法	組合作業與搬運作業(人分)	3251.2	2	2	1.6	55.79	3.5				
		現場 作業 時間	119.6	1							
		配合作業(人分)	597.9	2							
	搬運 上預 組工 法	組合作業(人分)	3006.6		10	8	70.07		0.9	36907	69%
		配合作業(人分)	77	7							
搬 運 上 預 組 工 法	組合作業(人分)	6238.4	10	10	8	123.04		1.5	38449	72%	
			20	20	16	131.04		0.8	40949	76%	
		配合作業(人分)	663.9	30	30	24	139.04		0.6	43449	81%
半 預 組 工 法	地面 預組 工法	組合作業與搬運作業(人分)	3251.2	2	2	1.6	55.79	3.5			
		現場 作業 時間	119.6	1							
		配合作業(人分)	597.9	2							
	傳統 工法	一	4293.8	7	10	8	91.52		1.1	49447	92%
		二	4293.8	17	20	16	99.52		0.6	51947	97%
		三	4293.8	27	30	24	107.52		0.4	54447	101%
傳 統 施 工 法	一	9838.1	10	10	8	171.97		2.1	53740	100%	
	二	9838.1	20	20	16	179.97		1.1	56240	105%	
	三	9838.1	30	30	24	187.97		0.8	58740	109%	

備註：(1) 為假設S工程二梯連續結構，其時間計算參考附錄三表三~六。



同的施工速度，約需 2 倍的人力，與模板上預組工法比較，約需一倍半的人力，與半預組工法比較，約需 2 倍的人力。

根據上數量化分析資料顯示，梁鋼筋組立作業採用預組方式施工，在工期、成本、與技術工人需求方面，都有顯著優勢。對目前政府廣建國宅的政策下，其效益可更顯著。

### 3.4.2 定性分析

#### 一．在整體工期規劃方面

就梁地面預組及半預組工法，由於一方向的梁鋼筋已移至地面或提早展開組立作業，在要徑時間上，只是現場鋼筋籠吊裝時間及另一方向梁的組立時間，與傳統組立方式比較，所需要徑時間縮短很多，而在模板上預組工法，理論上所需要徑時間與現行施工方式相同，但由於施工步驟及程序，已經合理化、標準化、省力化，可大幅減少組立時間。整體而言，不管採用地面預組、模板上預組或半預組施工方式，對縮短整體工程施工時間上有很大助益。

#### 二．在技術人力需求方面

可分為二方面討論。首先組立時間縮短，可以較少工人達到規劃工期的要求，並且在工廠或地面上有遮蔽物等地方組立，能避免天候因素的影響，可使管理者對人力、資源調度更能掌握。其次以研究人員試作組立鋼筋經驗，以非技術工組立

鋼筋，經過數次的組立學習，可達一般鋼筋技術工的要求，所以採預組方式施工，可以以一般搬運工或雜工，甚至女工替代，對目前技術工人缺乏，提供解決方案。

### 三．在品質控制方面

首先以預組工法施工，可符合規範韌性設計的規定，採用135°彎勾的閉合箍筋，不會造成組合上的困難，另外不必以兩段式箍筋組合方式施工，可節省材料及組立時間。其次不會因組立程序不佳，造成下層主筋與箍筋無法綁紮的困擾。其他在施工精度及品質上尚有以下幾項優點：

- 1.主筋位置可以正確地配筋。
- 2.箍筋之間距可正確保持。
- 3.保護層厚度可確保。

### 四．在施工性難易度方面

梁配筋複雜時常造成鋼筋排放位置互相干擾，以預組方式施工，可透過事前規劃檢討組立程序，並配合配筋詳圖檢討鋼筋相關位置，提供簡明圖形供施工者依照組合程序施工。另一方面，現行施工方式工人綁紮鋼筋時要以蹲姿進行，並須反覆站立蹲下，造成體力消耗及疲勞，採用預組施工方式，可利用施工架，調整組紮高度，使工人在最省力、舒適的高度施作。

### 3.5 梁鋼筋預組工法問題探討

使用梁鋼筋預組工法須特別注意的地方。首先場地大小及配置、吊車能量，吊裝方式等項目，應事前詳細規劃檢討，訂定施工計畫，其次組立程序應以詳細施工大樣圖檢討鋼筋放置位置及搭接位置，避免相互衝突，再者應檢討梁柱部分吊放程序，及梁柱箍筋放置的步驟，最後由於變更施工方式，應對整體的施工與發包計畫充分檢討，尤其以小包配合關係及發小包的制度。

## 第四章 版鋼筋組立工法研擬

目前國內版鋼筋組立工法有多種施工方式，除傳統工法外，有以鋼筋網替代傳統配筋及半預鑄版等施工方式，其中半預鑄版施工方式，須考量整體結構配合，值得另外研究。本研究針對現行施工方式及採用熔接鋼筋網施工方法，作現場生產力調查及分析，並參考中部某工程採用牆鋼筋地面預組施工方式，配合實驗室試作，提出地面預組鋼筋網之改善方案，以量化分析方式，比較各種施工法在工期、成本、及人力需求等方面之差異，作為管理者評估選用工法之參考。

### 4.1 工地現況調查及分析

本研究除選定S、T工程進行版鋼筋觀測外，另外選擇版配筋採用熔接鋼筋網施工之B專案工程，B工程為在台北地區之民間興建的大型社區開發專案，第一期工程規模共計19棟RC大樓，樓層數包含地下結構體2~4層，地上結構體13~19層，屋頂突出部分3~4層。

#### 4.1.1 工地現場評估

首先利用工作抽樣法對B工程之版鋼筋組立作業進行工地現場評估，如表4.1，其現場評估指標約60%，經初步分析搬運工作的觀測次數佔工作觀測數的40%，可見採用熔接鋼線網施工，搬運動作比例增加，其餘動作則簡化。

表4.1 B 工程現場評估指標  
版下層鋼筋網作業 (A 2區A棟)

觀測時間：A.M11:30

MAN	正在工作	搬運3m以內	搬運3~10m以內	搬運10m以外	空手走動	聊天	個人時間	等待	工作	非工作	總觀測人次	工作比率
MAN1	23	5	3		4		18		31	22	53	58%
MAN2	30	3	2		8	3	4		35	15	50	70%
MAN3	29	3	3	1	8	2	3		36	13	49	73%
MAN4	13	3	8	4	15	2	4		28	21	49	57%
MAN5	16	4	3		7		10		19	17	36	53%
MAN6	10	4	10	3	10	12	1		27	23	50	54%
MAN7	13	7	13	3	10	4	5		36	19	55	65%
MAN8	22	13	1	1	4	1	6	1	36	12	48	75%
合計	156	25	55	12	66	24	2	2	248	142	390	64%

工人使用率(1)= 50% 工人使用率(2)=46%

現場評估指標= 64%

版上層鋼筋網作業 (A 1區E棟活動中心)

觀測時間：P.M3:00

MAN	正在工作	搬運3m以內	搬運3~10m以內	搬運10m以外	空手走動	聊天	個人時間	等待	工作	非工作	總觀測人次	工作比率
MAN1	31		2		4		9	1	33	14	47	70%
MAN2	36				7		4	1	36	12	48	75%
MAN3	23				4		18	1	23	23	46	50%
MAN4	7	3	17		12	5	2		27	19	46	59%
MAN5	8	3	17		11	2	5	2	28	20	48	58%
MAN6	13	2	14		9	2	3	3	29	17	46	63%
MAN7	5	3	17		11	2	5	3	25	21	46	54%
MAN8	22	2	9		6	3	3	1	33	13	46	72%
MAN9	3	3	14		7	3	3	2	17	15	32	53%
合計	145	16	90	0	71	17	52	14	251	154	405	62%

工人使用率(1)= 45% 工人使用率(2)=40%

現場評估指標= 62%

備註：作業空間在3m內為有效工作，3~10m為基礎工作

工作比率=工作/總觀測人次

工人使用率(1)=(有效工作/總觀測人次)

工人使用率(2)=(有效工作/總觀測人次)

現場評估指標=工作/總觀測人次

#### 4.1.2 曠時攝影分析及馬錶分析

以 S、T、B 三個工地之版鋼筋組立為主，透過曠時攝影技術及馬錶分析，將此三個工程組立程序，作一敘述：

1. T 工程，其版配筋方式採用柱列帶分割，程序如下：

- (1) 定出樓版彎曲主筋位置，並將上下層直筋、彎曲主筋位置標示於模版上。
- (2) 配置及綁紮短邊方向下層主筋與長邊方向端部下層筋並放置水泥塊。
- (3) 配置長邊方向端部上層筋並放置水泥塊。
- (4) 配置短邊方向彎曲主筋，並與長邊方向端部上層筋綁紮。
- (5) 配置長邊方向中央部下層筋，並與短邊方向下層筋綁紮。
- (6) 配置短邊方向端部上層筋。
- (7) 配置長邊方向彎曲主筋，並與短邊方向端部上層筋綁紮。
- (8) 配置長邊方向兩端之頂筋，並與長邊方向端部上層筋綁紮。
- (9) 配置短邊方向兩端之頂層筋，並與短邊方向端部上層筋綁紮。

2. S 工程，其版配筋為雙層雙向鋼筋，組立程序如下：

- (1) 排置短邊方向下層主筋。
- (2) 排置長邊方向下層主筋。
- (3) 綁紮下層主筋。
- (4) 排置長邊方向上層主筋。
- (5) 排置短邊方向上層主筋。
- (6) 綁紮上層主筋。

3. B 工程，其版配筋採用熔接鋼筋網，組立程序如下：

- (1) 排置下層鋼筋網。
- (2) 綁紮下層鋼筋網。
- (3) 排置上層鋼筋網。
- (4) 綁紮上層鋼筋網。

比較上述三種配筋施工方式得知，採用熔接鋼筋網的施工程序比另外兩種程序簡化。在動作時間分析方面，如圖4.1，T工程綁紮時間佔組立時間之57%，S工程綁紮時間佔組立時間之45%，而B工程綁紮時間只佔組立時間之13%，可見採用熔接鋼筋網的施工方式，已將大部分的綁紮時間，移至工廠完成。另外，值得注意的是B工程的裁剪鋼筋網的動作佔組立時間極高比例，此現象主要由於為配合現場結構形式，須將規格品之鋼筋網以人工在現場裁剪，由此可知，結構物如果形式複雜，採用熔接鋼筋網施工，其組立時間將會延長，要改善此缺

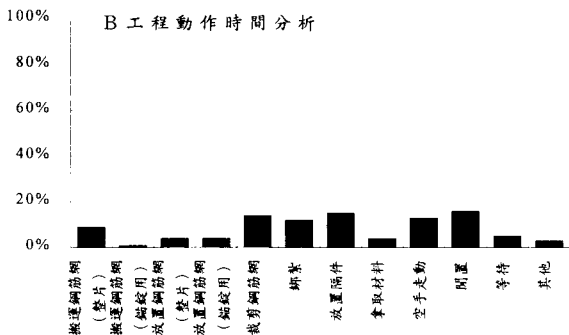
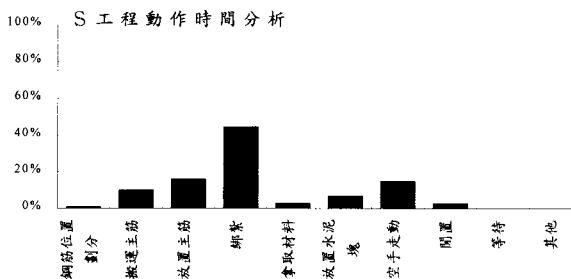
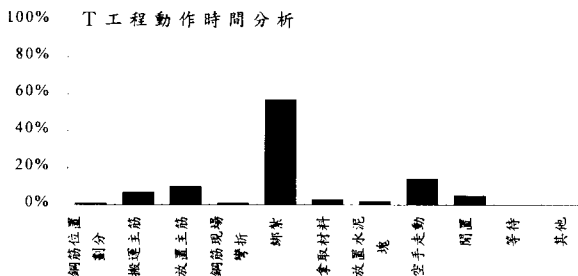


圖4.1 各工程動作時間分析



點，鋼筋網裁剪應在工廠製作時或預先在工廠裁剪完成，再運至組立現場，以減少現場組立時間。

經由現場觀測分析比較，鋼筋網施工已朝向合理化、標準化目標發展，為未來推展施工自動化之方向。

#### 4.2 現行版鋼筋組立作業問題

在施工品質方面，現行組立方式有關錨錠鋼筋伸展長度、彎勾彎曲直徑、及開口部鋼筋裁切等，通常依現場狀況一邊加工一邊組立，在品質控制上很難掌握，再則由於組立過程中，工人來回搬運鋼筋，時常將已組立完成鋼筋網，踐踏移位、彎曲或鬆脫，造成保護層不足或鋼筋間距不正確，影響整體結構強度。

在整體工期方面，版鋼筋組立時間在工期上屬要徑作業時間，並且與水電工程須密切配合，現行組立方式在綁紮下層筋的同時，水電工也已進場施作水電配管工作，造成互相干擾，影響工程進度，如果水電施工等待下層鋼筋綁紮完成後再進場，也會妨礙上層鋼筋組立，並且與水電工程在進度上的配合協調更加困難，此項因素常造成工期延後的原因。

在人力需求方面，傳統組立方法由於版鋼筋數量多，工人搬運材料次數頻繁，鋼筋綁紮須耗費大量時間，雖然鋼筋組立容易，但是為了符合工程進度，也須使用大量人力，達成工程進度要求，另外工人綁紮鋼筋時須以蹲姿施作，長期工作對工人體力會造成負擔，降低工人的工作效率。

### 4.3 版鋼筋預組工法研擬

經由工地現況調查與分析，及版鋼筋在組立作業問題探討，本研究提出兩種施工方式的改善方案，第一種改善方案為先在地面或工廠採人工綁紮組立鋼筋網，再運至組立現場安裝，第二種改善方案的施工方式約同第一種，主要差異在組立鋼筋網時，採用焊接方式固定。

在研擬改善方案的施工程序上，聘請鋼筋熟練工在實驗室以人工綁紮方式試作鋼筋網（圖4.2），並進行各項組合作業基本動作時間資料的量測與分析，另外為了比較各種工法在工期、成本、及人力需求方面之效益，本研究將各種工法，使用馬錶分析方法依動作分類觀測操作時間，加入速度評比因素及寬放時間，求其標準動作時間，作為量化分析計算依據。以下就各種工法基本動作時間分析作說明：

#### 一．版鋼筋地面預組工法

版鋼筋地面預組工法中，鋼筋網組立可分為以人工綁紮固定與焊接固定方式，基本上兩者之動作時間及作業程序一樣，其差異點為以點焊方式固定鋼筋與人工綁紮之時間不同，此兩種地面預組工法施工步驟分為(1)組合作業(2)儲存作業(3)吊裝作業(4)配合作業(5)搭接綁紮作業，其中組合作業及儲存作業時間，屬非要徑作業，其餘屬要徑作業，在搭接綁紮作業時間方面，主要因為鋪設下層鋼筋網時，鋼筋須穿過梁筋，造成鋪



配置版鋼筋



綁紮版鋼筋

圖4.2 熟練工試作版鋼筋預組實況

表4.2 版鋼筋地面預組工法基本動作時間分析表—組合作業與儲存作業

動作	記錄	組員 時間 (人秒)	總數 (公尺)	百分比 (%)	百分比 (%)	寬放時間 百分比 (%) (1)	標準 時間 (人秒)	單位標準時間 (人秒)	單位距離標準時間 (秒)	說明
走動		269	173.4	100	9	293	1.7	0.8	工人手上無工具在工作場所走動	
	拿取材料	93	37.2	100	11	103	2.8	0.8	拿取或放回鋼筋並立作業所需材料	
組合作業	搬取主筋	18	/	100	19	21	0.7	0.8	版筋在地面預組時，搬取版筋至開始搬運的時間，共搬運4次（一個工人一次搬取數根，共32根），假設平均搬運距離為30m。	
	搬運主筋	13	1.92	100	19	15	0.5	0.8	版筋在地面預組時，將鋼筋搬運至定位，共搬運4次（一個工人一次搬取數根，共32根）	
	放置主筋	191	/	100	11	212	6.6	0.8	版筋在地面預組時，將鋼筋放置到定位（一個工人一次放置數根）	
	綁紮（地面綁紮）	922	/	100	13	1042	6.6	0.8	版筋在地面預組時，進行綁紮作業（共138個綁紮點）	
	彈漆時間 <sup>(3)</sup>	1074	/	100	13	1214	7.1	0.8	在地面利用彈漆方式預組鋼筋網（取172個彈漆點並進行檢測）	
	其他								係由於本身所發生之過失，而發生無可避免之空間	
以組合作業時間之2%計算										
儲存作業	安裝鋼筋網掛勾	30	/	100	11	33	33	0.8	吊放鋼筋網時鋼筋掛勾的安裝	
	鋼筋網吊升	57	2	100	11	63	31.6	0.8	鋼筋預組工法中之儲存作業，將鋼筋網吊機預組位置（吊車操作手）	
	鋼筋網吊降	68	6	100	11	75	12.6	0.8	鋼筋網吊升後開始平移到正確位置開始下降為止（吊車操作手，工人1人）	
	卸除鋼筋網掛勾	48	2	100	11	53	26.6	0.8	鋼筋預組工法中之儲存作業，鋼筋網吊機至儲存位置（吊車操作手，工人1人） 鋼筋網放置定位後，卸除鋼網掛勾使吊車吊機離開	

備註：(1) 寬放時間百分比參考國際勞工局編訂之標準（資料來源：曲延壽、楊廷賢所編著「工時學」一書，pp.165-176）。

(2) 儲存作業是在試驗室中吊車操作手遙控門型吊車推搬進行。

(3) 鋼筋綁紮如採用彈漆方式，以此時間值推估計算。

表4.3 版鋼筋地面預組工法基本動作時間分析表—吊裝作業、配合作業及補筋作業

動作	記錄		距離 配合 (公尺)	百分比 (%)	單位時間 (人秒)	單位距離時間 (秒)	說明	
	觀測 時間 (人秒)	百分比 (%)						
(吊車操作 作業 手)	鋼筋鋼吊升 (2)	14	2	100	16	7.8 / 公尺	鋼筋預組工法中之吊裝作業，從鋼筋鋼索安裝完成開始吊升到鋼筋鋼吊平移為止。	
	鋼筋鋼平移 (3)	33	5	100	37	7.3 / 公尺	鋼筋預組工法中之吊裝作業，從鋼筋鋼吊平移開始平移到至放置地方開始下降為止。	
	鋼筋鋼吊放 (4)	14	2	100	16	7.9 / 公尺	鋼筋預組工法中之吊裝作業，鋼筋鋼吊放至定位。	
	回安裝掛鈎位置 (5)	75		100	83	83.3 / 每片	吊車操作手將鋼索掛鈎吊回原來位置。	
配合 作業	安裝鋼筋籠掛鈎	30		100	33	33 / 每掛鈎	吊放鋼筋籠時鋼索掛鈎的安裝。	
	卸除鋼筋籠掛鈎	20		100	22	22 / 每掛鈎	鋼筋鋼放置定位後，卸除鋼索掛鈎使吊車脫離鋼筋籠。	
(6) 接 續 作業	走動	269	173.4	100	9	283	工人身上無工具在工作場所走動。	
	拿取材料	93	37.2	100	11	103	拿取或放回鋼筋籠立作業所需材料。	
	擷取主筋	18	/	100	19	21	0.7 / 每根鋼筋	版筋在地面預組時，擷取版筋至開始搬運的時間，共搬運4次 (一個工人一次擷取數根，共32根)，假設平均搬運距離為30m。
	搬運主筋	13	1.92	100	19	15	0.5 / 每根鋼筋	版筋在地面預組時，將鋼筋搬運至定位，共搬運4次 (一個工人一次搬運數根，共32根)。
	放置主筋	191	/	100	11	212	6.6 / 每根鋼筋	版筋在地面預組時，將鋼筋放置到定位 (一個工人一次放置數根)。
	綁紮 (地面綁紮)	922	/	100	13	1042	6.6 / 每綁紮點	版筋在地面預組時，進行綁紮作業 (共150個綁紮點)。
其他							非由於本身所發生之過失，而發生無可避免之空閒。	

備註：(1) 寬放時間百分比參考國際勞工局編訂之標準 (資料來源：由延壽、楊延實所編著「工時學」一書，pp.185-176)。

(2) 鋼筋鋼吊升距離為2m、(3) 鋼筋鋼平移距離為5m、(4) 鋼筋鋼吊升距離為2m

(5) 此動作時間包含吊升(2m)、平移(5m)、吊放至地面(3m)等時間總合

(6) 接續綁紮作業之動作時間以地面組合作業動作時間推算。

以組合作業時間之2%計算

設鋼筋網時不易施工，所以須採用現場搭接方式來實施。各項施工程序基本動作時間，整理如表4.2~4.3。

## 二．熔接鋼筋網組立法

採用熔接鋼筋網施工時，通常施工單位向廠商購置成品，運至現場吊裝組立，所以其動作主要為現場組立，分為(1)走動(2)拿取材料(3)搬運鋼筋網(4)放置鋼筋網(5)搭接部位綁紮(6)現場加工裁切及(7)其他，標準動作時間整理如表4.4，表中現場加工裁切動作時間，為配合結構形式，在現場將鋼筋網作適當裁切。

## 三．傳統組立法

比較傳統工法與地面預組工法，傳統工法組立位置隨工程進度而改變，而地面預組工法在固定地方組立鋼筋網，在現場工人材料搬運，應有所不同，本研究為簡化量化分析假設兩種工法人工搬運距離相同，所以其動作時間與地面預組工法的組立作業時間相同。

### 4.4 各種版鋼筋組立法效益分析

#### 4.4.1 定量分析

本研究依據前述動作時間資料為基礎，模擬長寬各4M的版20單元，採用雙層雙向鋼筋#3@10cm，計算各種施工方式

表 4.4 採用熔接鋼筋網組立版筋之基本動作時間分析表

動作	記錄		評比時間 百分比 (%)	寬放時間 百分比 (%) <sup>(1)</sup>	標準 時間 (人秒)	單位標準時間 (秒)	說明
	觀測 時間 (人秒)	距離 總合 (公尺)					
走動	269	173.4	100	9	293	1.7 /公尺	工人手上無工具在工作場所走動
拿取材料	93	37.2	100	11	103	2.8 /公尺	拿取或放回鋼筋組立作業所需材料
搬運鋼筋網	208	100	100	19	248	2.5 /每片,1公尺	在現場組立時,將鋼筋網搬運至定位 (一片平均六個工人搬運)
放置鋼筋網	74	/	100	19	88	17.6 /每片	在現場組立時,將鋼筋網放置定位
綁紮(熔接部位綁紮)	922	/	100	13	1042	6.6 /每綁紮點	鋼筋在地面預組時,進行綁紮作業 (共158個綁紮點)
現場加工裁切	113	/	100	19	134	2.4 /每裁切點	為了符合現場尺寸須將鋼筋網做適當 裁切(觀測55裁切點)
其他						以組合作業時間之2%計算	非由於本身所發生之過失,而發生無 可避免之空閒

備註：(1)寬放時間百分比參考國際勞工局編訂之標準(資料來源：曲延壽、楊延實所編著「工時學」一書，pp.105-117B)。

所需作業時間、成本及工人需求數，其中熔接鋼筋網的尺寸規格之選用，為先行計算其鋼筋量，再參考文獻【34】資料，轉換為等值強度之鋼筋網。計算結果如表4.5，在作業時間上，以基本出工數6人為基準，地面預組工法所佔要徑時間與傳統工法比較，約節省70%的組立時間，採用熔接鋼筋網之施工方式約節省85%組立時間，可大幅縮短整體工期。成本方面，比較各種工法鋼筋材料，以熔接鋼筋網最高，因其採用高強度鋼筋，所以其材料費為一般鋼筋材料費之1.25倍，對整體成本而言，各種工法差異不多。工人需求方面上，傳統工法要達到與地面預組工法或熔接鋼筋網工法的相同作業時間，須增派2~3倍的人力，在人力調度上是一大負擔，所以採用地面預組工法或熔接鋼筋網工法，不僅要徑作業時間縮短，對規劃人力資源拉平，有很大幫助。

#### 4.4.2 定性分析

在品質控制方面，採用地面預組工法或熔接鋼筋網工法，由於其鋼筋網地面預製或工廠機械製作，對品質要求可符合規範規定，並且組立程序的改變，大量減少搬運次數，對於組立完成鋼筋網，可避免因工作人員踐踏所造成的缺失。

在整體工期方面，地面預組工法及熔接鋼筋網工法，將鋼筋組立的作業，大部分移至地面或工廠，可以以平行作業施工，節省要徑時間縮短整體工期，如將組立作業移至室內，可不受天候影響。另一方面，由於現場組立時間縮短，可確實掌



表4.5 擬擬版鋼筋各種施工工法在成本、工期與技術工人需求上可能產生的效益

地面預組工法	施工方式	算元作業時間組合 (人分)			基本 出工數	失傳 工人數	損失工時 (人時)	總作業 時間 (人時)	作業日數		材料費 (元)	人員總具 成本 (元)	成本計算	
		組合作業與儲存作業 (人分)	現場作業 (人分)	配合作業 (人分)					拆法綁紮作業 (人分)	作業週 作業			表理 作業	總成本 (元)
地面預組工法	採用人工綁紮	組合作業與儲存作業 (人分)	242.4	2	2	1.6	82.4	5.2				25750	131594	99%
		現場作業	5.0	1		0.8	2.5		0.3	100597	372			
		配合作業 (人分)	3.6	1	6	0.8	2.0		0.3		625			
		拆法綁紮作業 (人分)	31.2	4		3.2	13.6		0.4		4250			
	採用焊接方式固定	組合作業與儲存作業 (人分)	258.0	2	2	1.6	87.6	5.5				27375	133219	101%
		現場作業	5.0	1		0.8	2.5		0.3		372			
		配合作業 (人分)	3.6	1	6	0.8	2.0		0.3	100597	625			
		拆法綁紮作業 (人分)	31.2	4		3.2	13.6		0.4		4250			
	傳統施工工法	現場組合作業 (人分)		22.4	6	6	4.8	12.3				3833	131504	99%
			一	292.1	6	6	4.8	102.2				31927	132524	100%
			二	292.1	10	10	8	105.4				32927	133524	101%
		三	292.1	20	20	16	113.4				35427	136024	103%	

備註：縱長寬各4m的板2.0單元，採用雙層鋼筋并3@10cm，總計算用每捆鋼筋重1000kg(150mm工。

(1) 所有算元作業時間係指來回計算。(2) 工人因搬運之干擾不計入。

(3) 損失工時：工人或屬斷理時的時間佔每日作業時間1.0%。(4) 人工工資：2500元/工人日，吊車租金：1200元/小時。

(5) 鋼筋材料成本11.5元/kg，鐵絲鋼絲材料成本15.5元/kg。

握進度時間，跟水電工程施工之配合更加容易，對於提升整體工期進度有很大的助益。

在人力需求方面，由於組立程序改變，在現場組立時，只要體力足夠之工人，都可從事此項作業，可減少對鋼筋工人之依賴，假如配合機具吊裝鋼筋網替代人工搬運，甚至可以使用女性勞工。整個組立作業是在省力、省時的情況下進行，為發展階段性施工自動化之參考。

#### 4.5 版鋼筋預組工法問題探討

對於採用鋼筋預組工法，須注意場地配置、材料搬運動線、材料管理及吊具配合等事項，應詳細規劃作業步驟、鋼筋組立程序、儲存、吊放至放置程序，及其他工種配合。如採用熔接鋼筋網施工，除吊運組立程序規劃外，應事先提出變更設計，配合現場結構條件，訂製最佳規格尺寸，及其他作業進度協調等。由於熔接鋼筋網，使用材料及規格與現行設計不同屬新工法施工，業主如為政府機關，應按照程序申請變更工法。

## 第五章 結論與建議

### 5.1 結論

本研究透過生產力調查與分析，發現傳統鋼筋組立施工方式，由於現場材料及工人編組不良而造成工人效率低落。此現象可初步透過事先規劃材料堆置的位置及工人編組的改良來提升約20%的工人使用率。此改善方案可作為工頭與現場工程師之日常管理之參考。

再進一步研究為了解決現行施工方式在品質控制、整體工期規劃、技術人力需求、及施工性難易等問題，本研究提出梁鋼筋預組工法之改善方案，由試驗室模擬實際施工條件所進行量測資料及分析顯示：

一．在整體工期規劃方面，梁鋼筋採用地面預組或半預組工法時，由於將一方向的梁鋼筋已移至地面或提早展開組立作業，在現場所佔要徑時間，僅為鋼筋籠吊裝時間及另一方向梁的組立時間。以整體工期的要徑時間而言，地面預組工法約佔傳統工法之43%，半預組工法約佔傳統工法之52%，對縮短整體施工工期有很大助益，再者如採用模板上預組工法時，雖然組立工作多在要徑作業上，但是其施工程序及方法，已經合理化、標準化、省力化，其要徑時間約佔傳統工法之71%，也可大幅減少組立時間。

二．在技術人力需求方面，以傳統施工方式，要達到與採用地面預組工法及半預組工法相同的施工速度，約需2倍的人

力，與模板上預組工法比較，約需一倍半的人力，可減少對技術工人依賴，甚至可以以女性勞工或非技術工人替代，相對的使管理者對人力資源的調度更能掌握。若組立作業移至有遮蓋的廠房內施工，則又可免受惡劣天候影響，在勞力市場上更具有競爭力。

三．在品質控制方面，可符合施工規範要求，不會造成施工組立上的困擾，可確保鋼筋混凝土之結構安全。

四．在施工的難易度方面，預組工法的組立程序，可使工人能以簡易、省力、省時的方式施作，對提升工人生產力有莫大助益。

五．在成本方面，地面預組工法所花費成本為傳統工法之69%，模板上預組工法為72%，半預組工法為92%，可節省成本支出。

同理，在版筋組立方面，也有相同效益產生，採用地面預組工法約節省70%的要徑時間，以熔接鋼筋網之施工方式約節省85%的時間。在成本方面，各種工法成本差異不多。在工人需求方面上，傳統工法要達到與地面預組工法或熔接鋼筋網工法的相同作業時間，須增派2~3倍的人力。

## 5.2 建議

由初步研究成果及考量國內營建施工之現況，本研究建議未來在工法改良之研究，可朝以下幾個方向來進行。

一．擴大研究範圍

應用此研究架構，針對國內的環境條件，選擇半預鑄工法、預鑄工法及複合化工法逐一試驗研究，以適合國內營建業使用，提升競爭能力。

## 二．相關作業配合之研究

鑒於國內之作業施工大多缺乏規劃，一旦採用新工法會遭遇到許多阻礙。如何能使新工法順利在工地推展，須針對施工計畫、發包計畫、吊裝計畫、及各工種配合等，作深入之研究。

## 三．營建施工技術資訊系統建立

國內在工法研究極其匱乏，在工法改良研究上，常須借助專家經驗及先進國家之技術，為使工法研究能多方向進行達事半功倍之效，應著手建立施工技術與個案諮詢系統。

## 四．電腦模擬系統之開發

由於施工技術複雜化，每項工法研究如都須藉由實驗完成，可能須花費大量人力及物力，若能以電腦模擬作業程序，研究其可行性，在時效性及經濟性可達最大效益。

## 參考文獻

1. 徐淵靜，「臺灣地區重大交通建設勞工供需調查與分析」，交通部運研所，(1992.04)。
2. 董啓崇，「重大交通建設技術人員供需規劃」，交通部運研所，(1992.10)。
3. 段盛華等，「臺灣地區營造業勞動力調查」，財團法人中華民國營造業研究發展基金會，(1991.12)。
4. 中華民國產業自動化[1990年-2000年6月]，行政院科技顧問組召集，產業自動化規劃小組規劃，內政部建築研究所籌備處，(1989)。
5. 營建自動化推動專刊，內政部建築研究所籌備處，(1992.08)。
6. 產業自動化會議營建分組會議，內政部建築研究所籌備處，(1992.05)。
7. 中華民國八十二年產業自動化會議會議資料，行政院科技顧問組暨產業自動化執行小組，(1993.06)。
8. 彭雲宏，「營建管理自動化的發展方向」，民國八十年建經研討會，(1991)。
9. 彭雲宏，「臺灣地區營建工程能量之調查與分析(二)」，內政部建築研究所籌備處，(1992.06)。
10. Slocum, A.H., "Development of the Integrated Construction Automation Methodolofy", (1986).

11. 彭雲宏、陳舜田，「重大工程施工自動化潛能項目評估及工地生產力分析之初步研究」，行政院公共督導會報專案研究計畫，(1993)。
12. 彭雲宏，「臺灣地區營建工程能量之調查與分析」，內政部建築研究所籌備處，(1991.06)。
13. 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)。
14. 「半預鑄工法」，億承工程公司。
15. 曾元一，「施工技術及機具自動化現況調查及分析研究」，內政部建築研究所籌備處專題研究計畫成果報告編號：01-81-004，(1992)。
16. 陳淑如，「高層建築結構體施工合理化之研究—以鋼筋混凝土構造為對象」，國立成功大學建築研究所碩士學位論文，台南市，(1993)。
17. 彭雲宏，「集合住宅施工自動化個案研究—期中報告」，內政部建築研究所籌備處專題研究計畫成果報告編號：MOIS830027，(1994)。
18. 谷口英武，「鋼筋工程之合理化」，日本KENCHIKU GIJUTSU特集，第152-155頁，(1990.02)。
19. 志村昭太郎，「最近之預組鋼筋」，建築技術，No.354，日本，第85-97頁，(1981.02)。

20. 藤井和俊，「連載：現代鋼筋混凝土工程預備知識－第6  
回：鋼筋加工組立技術之動向」，建築技術，日本，第  
97-135頁，(1993.06)。
21. 岡本公夫等，複合化構法成立的要素技術，建築技術－施  
工，日本，第64-87頁，(1991.01)。
22. Dunston, P. S. and L. E. Bernold, "Intelligent Control  
for Robotic Rebar Bending," Proceedings of the 10th  
International Symposium on Automation and Robotics  
in Construction(ISARC), Houston, Texas, U.S.A., pp.  
101-108, (1993).
23. Stewart, M. G., "Modeling Human Performance in  
Reinforced Concrete Beam Construction," ASCE  
Journal of Construction and Management, Vol. 119, No.  
1,(1993.03) , pp.6-22.
24. Hasegawa, Y., "Robotization of Reinforced Concrete  
Building Construction", 11th ISIR,(1981).
25. Tucker, Richard L., et al, "Needs Assessment for  
Construction Automation", Construction  
Industry, Publication 16-1,(1992.04), pp.2-3.
26. Warszawski, A. and Sangrey, D.A., "Robotics in  
Buildings Construction", Journal of Construction  
Engineering and



- Management, Vol. 111, No. 3, (1985.03), ASCE, pp. 260-280.
27. Everett, J., "Back to Basics in Construction Automation", The 7th International Symposium on Automation and Robotics in Construction, (1990), London, pp. 583-590.
28. 內政部建築研究所籌備處, 八十三年度研究計畫聯合研討會資料。
29. Oglesby, C. H., H. W. Parker, and G. A. Howell, Productivity Improvement in Construction, McGraw-Hill Book Company, (1989).
30. 「建築技術規則構造篇」, 內政部營建署, (1982.06)。
31. 「鋼筋混凝土建築設計規範—土木401-80」, 中國土木水利工程師學會, (1991.12)。
32. 崔征國譯, 「施工計畫-3 軀幹工程」, 詹氏書局, 第71-105頁, (1989)。
33. 周守信, 「鋼筋預組施工法及有關技術的發展」, 現代營建, 第79期, 第16-29頁, 第80期, 第12-17頁, (1986)。
34. 熔接鋼筋網設計手冊, 大中鋼鐵, (1993.04)。

# 附錄一

## 工地現場評估

現場評估法是運用統計理論，以實際量測資源之使用率評估管理人員效率的方法。現場評估主要將在某一時段同時工作者，區分為工作或非工作，另外也可更詳細區分為有效工作、基礎工作及無效工作，其定義概述如下：

1. 有效工作—(1)搬運材料距離在工作點 3 m 以內。  
(2)直接完成或修正完成品工作。
2. 基礎工作—搬運材料距離在工作地點 3 ~ 10 m。
3. 無效工作—(1)搬運材料距離在工作地點 10 m 以外。  
(2)空手走動、閒置、等待、使用錯誤材料、程序或整個工作錯誤而重做。

## 五分鐘評估法

五分鐘評估法(FIVE-MINUTE RATING)是一個粗略而快速的作業評估法，利用很短的時間可對工地作一般性的了解。「五分鐘評估技術」之命名由來便是因以每個員工被觀測時間不得少於五分鐘，而其粗略之計算法則為最少之觀測時間（分鐘為單位）不得少於總被觀測員工人數和。其目的，係經由量測某一工作組（班）之效率，以瞭解工作延誤、閒置的部分。應注意下列原則：

1. 觀測位置：能綜覽全部工作而又不引人注意。

- 2.觀測時間：每次從30秒到數分鐘。  
每工作組至少5分鐘（命名由來）。  
總時間不少於工人數量（分鐘）。
- 3.觀測結果分類：為得較佳結果，可上下午各作兩次。
- 4.有效之定義：延誤少於50%。

## 工人平衡圖

工人平衡圖(Crew-Blance Charts)係用於分析在同一時間內，同一工作地點之各種作業，並將機械操作與人員作業之相互關係清楚地表示，可提供管理者在作業上做適度的調配，減少人員或機具閒置等待時間，進而提升生產力。

## 曠時攝影及分析

曠時攝影(Time-Lapse Photography)是一種利用影片放映時間間隔之不同，進而依此來收集資料以利分析之一種技術性攝影。除可供分析人員重複觀看，以正確地擷取作業時間外，亦可由影帶中獲得更多詳實的資訊，作為研擬改善方案之依據。一般而言曠時攝影具有以下之優點：

- 1.相對而言不貴。
- 2.節省回顧影片時間。
- 3.可同時記錄大量工人及機械作業。
- 4.能記錄工地各要素彼此間之相互關係。
- 5.易懂且容易保存。

- 6.可據以改善工作方法及安全措施。
- 7.可作為教學及討論之工具。

## 馬錶分析

馬錶分析係由觀測人員到工地現場或透過攝影方式，一面注意馬錶時間，另一方面注視作業進行，以判斷各項動作之起訖時間點，並將觀測時間記錄於表格中。使用馬錶觀測動作時間，具有操作方法簡單易懂、設備容易取得且成本低廉及裝備輕便易攜帶等幾項優點，但此法卻有幾項主要缺點：

- 1.一位觀測者一次僅能觀測一位操作者之動作，如欲一次完整記錄多項作業狀況，則需要大量之記錄人員。
- 2.由於觀測者必須立即判斷動作之起訖時間點，而不同觀測者在認定起訖時間點之標準常存有差異，尤其當起訖點不甚明確時，更易造成動作時間量測之誤差。
- 3.此法在記錄動作起訖時間時，需要觀測者長時間集中注意力，因此容易使觀測者產生倦怠、厭煩等情形，而容易造成疏忽或錯誤，影響到量測之正確性。

## 評比時間

評比是一種判斷或技術之評價。其目的在使實際操作時間，調整至「工作正常速度」之基礎上。所謂「工作正常速度」是指合格勝任之操作者，在正常標準之工作環境下，在極自然之情形進行操作。所謂「正常速度」或「標準狀態」均係

由理想之時間研究人員，以客觀之判斷訂定評比標準，在時間研究步驟中，爭論最多者為「評比」技術，故時間研究人員，在實際動作與時間研究前，必須先對評比方面加以充分之瞭解。決定評比之主要內容，有下列三方面：

- 1.工作難度：即工作執行之性質是否困難或容易，精細或簡單。
- 2.工作速度：即工作進行之快慢，但應注意品質是否合乎規定。
- 3.工作努力程度：即人員工作時是否認真？或草草應付了事。

#### 寬放時間

經評比所獲修正後的時間，為正常時間，即速度不快也不慢，任何人均能依照其速度穩定的工作所需的時間。然而如僅以正常時間為標準，則勢必從早至晚不能有任何停頓或休息時間，否則，即無法達成其標準。故在訂定標準時間以前，必須找出操作所需的等待與休息時間，加入正常時間之內，以符實際所需，而使操作者能穩定的維持正常操作。此種補正時間，可視為第二次修正時間，即稱為「寬放時間」。

## 附錄二

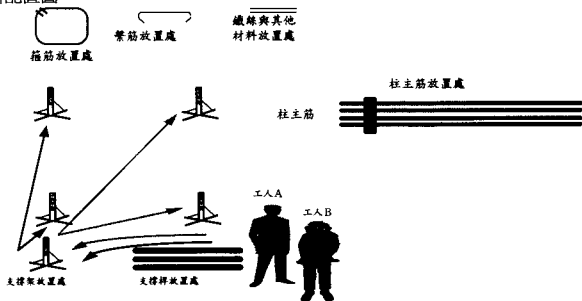
預組工法操作程序如下：

### 操作程序 1：支撐架放置定位

工人		A				B				0:39:18
循環次數		1		2		1		2		0:39:48
記錄項目		時間(s)	距離(m)	時間(s)	距離(m)	時間(s)	距離(m)	時間(s)	距離(m)	動作解說
動作項目	走動	4	2.4	3	1.8	6	3	2	0.6	走動至支撐架放置處
	搬運支撐架	8	1.8	6	3	4	0.6	9	1.8	將支撐架搬運至定位
	支撐架放置	2		7		3		3		將支撐架調整至定位
	其他							3		等待

量測時間摘要：工人A、B各放置兩個支撐架

#### 工作場所配置圖

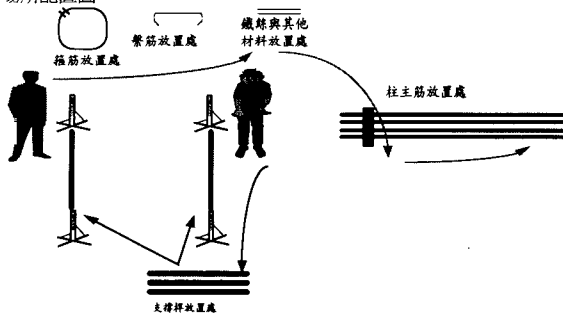


## 操作程序 2：放置上層支撐桿與鋼筋位置劃分

工人		A		B		0:40:20		
循環次數		1		1		2	0:41:37	
記錄項目		時間	距離	時間	距離	時間	距離	動作解說
動作項目	走動	5	2.4	8	4.7	2	1.2	
	搬運支撐桿			4	1.9	0	0	將支撐桿搬運至定位
	支撐桿放置			7		4		將支撐桿調整至定位
	拿取材料	7	3.6					拿取劃畫鋼筋與粉筆
	鋼筋位置劃分	65						將箍筋位置劃畫於主筋上
	其他					50		等待

量測時間摘要：B工人等待時間如何計算

工作場所配置圖

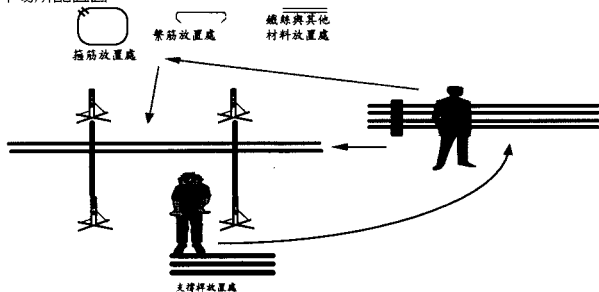


### 操作程序 3：放置上層筋與套入中央處箍筋

工人		A		B								0:41:33
循環次數		1		1		2		3		4		0:43:07
記錄項目		時間	距離	時間	距離	時間	距離	時間	距離	時間	距離	動作解說
動作項目	走動	13	4.2	18	3.6	2	2.4	3	2.4	2	2.4	走動至主筋放置處
	握取主筋			6		6		4		5		將主筋抬高於肩上
	搬運主筋			8	2.4	2	2.4	2	2.4	4	2.4	將主筋搬運至組立位置
	放置主筋			14		4		5		9		將主筋放置定位
	搬運箍筋	16	1.2									將箍筋搬運至組立位置
	放置箍筋	61										將箍筋提高待主筋穿過
	其他											

量測時間摘要：A工提箍筋太重，需考量中央1.8M的長度

工作場所配置圖

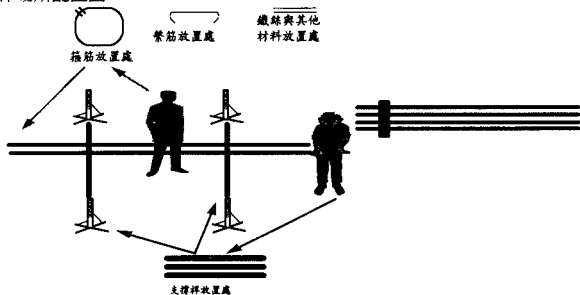




## 操作程序 4：放置下層支撐桿與套入右側箍筋

工人	A		B				0:43:16	
循環次數	1		1		2		0:43:37	
記錄項目	時間	距離	時間	距離	時間	距離	動作解說	
動作項目	走動	3	0.6	2	2.4	1	0.6	
	搬運支撐桿			5	0.6	4	2.4	將支撐桿搬運至組立位置
	放置支撐桿			5		4		將支撐桿調整至定位
	搬運箍筋	10	3					將箍筋搬運至組立位置
	放置箍筋	8						將箍筋提高待主筋穿過
其他								

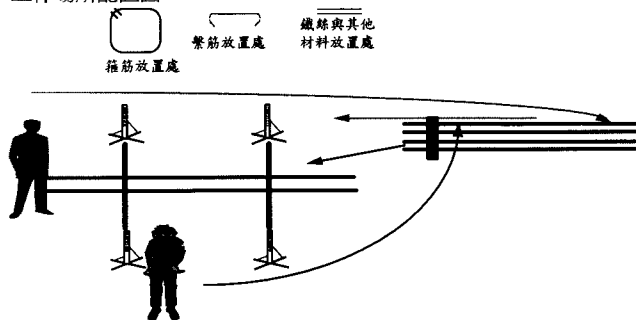
工作場所配置圖



## 操作程序 5：放置下層筋

工人		A								B								0:44:05
循環次數		1		2		3		4		1		2		3		4		0:45:16
記錄項目		T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	動作解說
動作項目	走動	10	8.4	5	3	5	3	5	3	7	4.8	5	2.4	4	2.4	4	2.4	走動至主筋放置處
	握取主筋	2		2		2		1		4		4		3		3		將主筋抬高於肩上
	搬運主筋	4	3	3	3	2	3	2	3	4	2.4	3	2.4	2	2.4	2	2.4	將主筋搬運至組立位置
	放置主筋	9		5		5		7		9		6		5		6		將主筋放置定位
其他																		

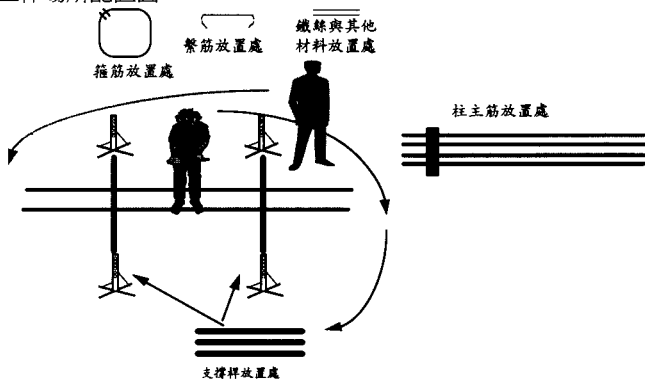
### 工作場所配置圖



### 操作程序 6：放置中層支撐桿與調整主筋位置

工人		A		B				0:45:33			
循環次數		1		1		2		3		0:46:11	
記錄項目		時間	距離	時間	距離	時間	距離	時間	距離	動作解說	
動作項目	走動	5	5.4	5	4.8	1	1.8	13	2.4		
	搬運支撐桿			4	1.8	4	1.2			將支撐桿搬運至定位	
	支撐桿放置			6		5				將支撐桿調整至定位	
	調整主筋位置	33								將主筋位置調整對齊	
	其他										

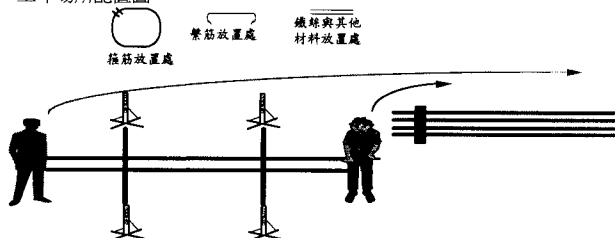
工作場所配置圖



## 操作程序 7：放置中層筋

工人		A				B				0:46:11
循環次數		1		2		1		2		0:46:46
記錄項目		T	M	T	M	T	M	T	M	動作解說
動作項目	走動	8	9	5	3.6	4	1.8	4	2.4	走動至主筋放置處
	握取主筋	2		2		5		3		將主筋抬高於肩上
	搬運主筋	3	3.6	2	3.6	3	2.4	2	2.4	將主筋搬運至組立位置
	放置主筋	7		7		7		8		將主筋放置定位
	其他									

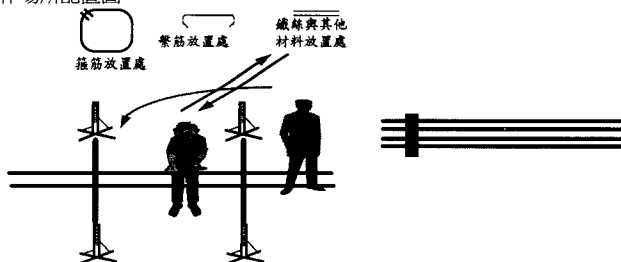
工作場所配置圖



## 操作程序 8：排置箍筋

工人		A		B				0:46:58			
循環次數		1		1		2		3		0:49:13	
記錄項目		T	M	T	M	T	M	T	M	動作解說	
動作項目	怠動	3	2.4	7	1.2	4	3				
	排置箍筋	132								將箍筋依刻度位置排列	
	拿取材料			6	1.2					拿取捲尺與粉筆	
	主筋位置劃分			52		61				將主筋位置劃於箍筋上	
	放回材料							5	3.6	將捲尺與粉筆放回材料放置處	
	其他										

工作場所配置圖

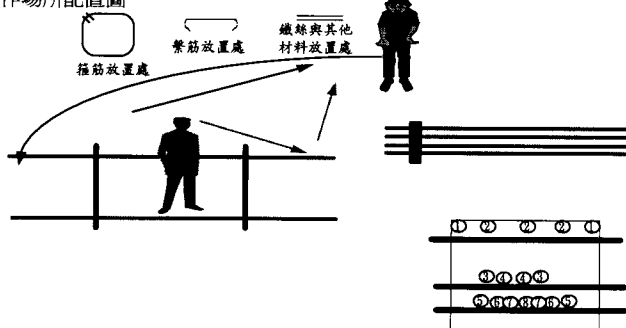


## 操作程序 9：撐開鋼筋 1、2 與綁紮鋼筋 1

工人		A				B				0:51:12
循環次數		1		2		1		2		0:57:07
記錄項目		時間	距離	時間	距離	時間	距離	時間	距離	動作解說
動作項目	走動			6	1.2	6	6	6	6	
	放置箍筋	48				42				將箍筋排置定位
	拿取材料			4	1.2			4	6	拿取鐵絲
	綁紮			297				293		鋼筋 1 逐點綁紮鋼筋 2 假固定
	其他							4		等待

量測時間摘要：鋼筋工 A、B 各綁紮 25 點

工作場所配置圖

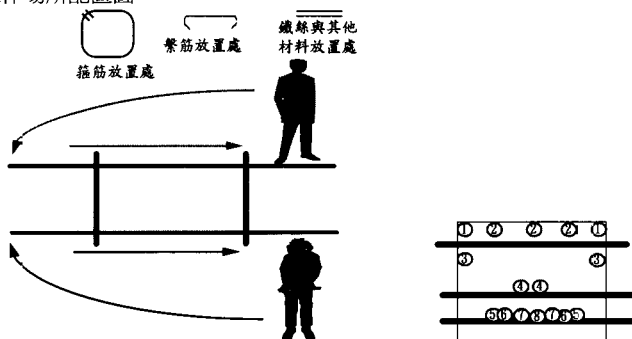


### 操作程序 10：固定鋼筋 3

工人		A						B						0:57:20
循環次數		1		2		3		1		2		3		0:58:35
記錄項目		T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	動作解說
動作項目	走動	6	1.2	6	3.6	3	3.6	9	4.2	4	1.2	5	3.6	
	放置主筋	15		5		8		9		4				將主筋放置定位
	綁紮	11		15		6		13		26		5		鋼筋 3 假固定
	其他													

量測時間摘要：鋼筋工 A、B 共綁紮 6 點

#### 工作場所配置圖

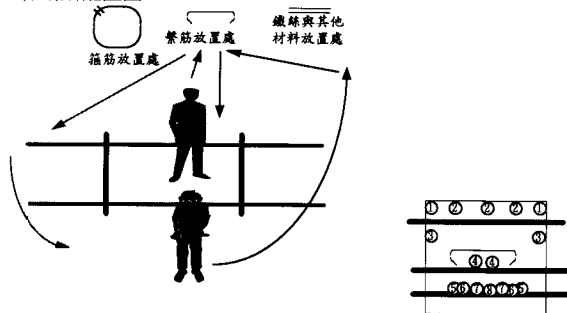


### 操作程序 1 1：將繫筋置於鋼筋 4 上

工人		A				B				0:58:40
循環次數		1		2		1		2		0:59:46
記錄項目		T	M	T	M	T	M	T	M	動作解說
動作項目	走動	4	1.2	10	7.2	9	6	2	1.2	走動至繫筋放置處
	搬運繫筋	10	4.8			10	1.2	3	1.2	搬運繫筋至組立位置
	放置繫筋	42				40		2		放置繫筋於鋼筋 4 上
	其他									

量測時間摘要：鋼筋工 A、B 共放置 23 個繫筋

工作場所配置圖



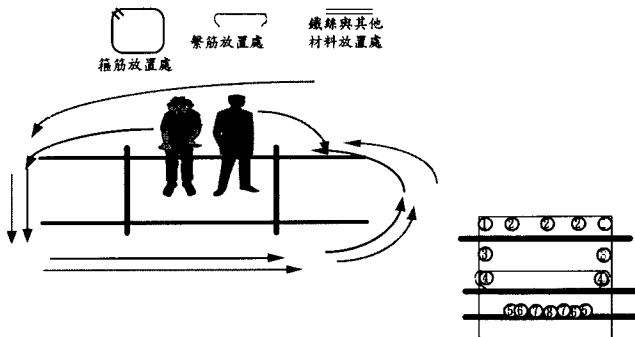


## 操作程序 1 2：將鋼筋 4 撐開與固定

工人		A										B										0:59:51
循環次數		1		2		3		4		5		1		2		3		4		5		1:01:35
記錄項目		T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	動作解說
動作項目	走動	2	1.2	6	4.8	2	3.6	5	3	7	3.6	3	3	3	1.8	3	3.6	4	3	7	3.8	
	放置主筋													20		23		23		12		將主筋放圓定位
	放置繫筋	8										6										排置繫筋於鋼筋 4 上
	綁紮			26		15		21		12												
其他																						

量測時間摘要：鋼筋工 A 共綁紮 4 點

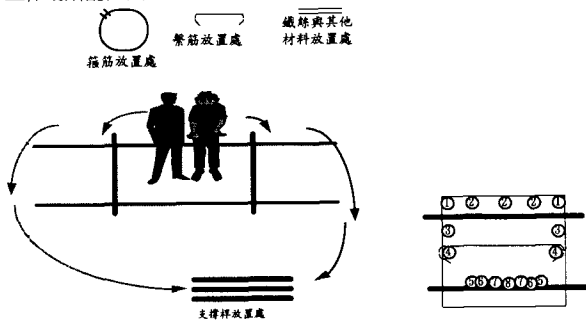
### 工作場所配置圖



### 操作程序 1 3：抽出中層支撐桿

工人		A		B		1:01:54
循環次數		1		1		1:02:17
記錄項目		T	M	T	M	動作解說
動作項目	走動	2	1.2	1	1.2	
	抽取支撐桿	5		3		直接抽出支撐桿
	搬運支撐桿	16	4.8	6	6	將支撐桿放置存放位置
	其他			17		

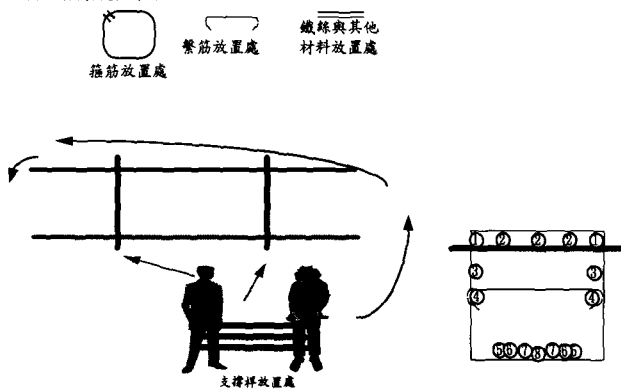
工作場所配置圖



### 操作程序 14：抽出下層支撐桿

工人		A				B				1:02:20
循環次數		1		2		1		2		1:02:45
記錄項目		時間	距離	時間	距離	時間	距離	時間	距離	動作解說
動作項目	走動	1	1.2	4	1.8	1	1.8	8	8.4	
	放置主筋					6		10		抬高主筋以抽取支撐桿
	抽取支撐桿	4		11						抽取下層支撐桿
	搬運支撐桿	2	1.2	5	1.8					
	其他									

工作場所配置圖

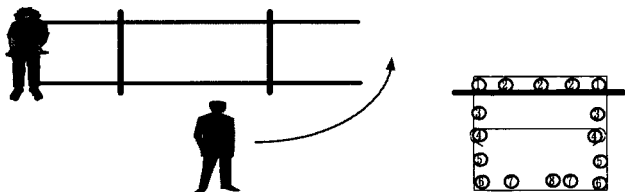
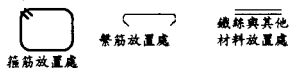


# 操作程序 15：固定鋼筋 5、6、7

工人		A														B						1:02:59
循環次數		1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6							1:05:31	
記錄項目		T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	動作解說
動作項目	走動	3	2.4					7	1.2									5	8			
	放置主筋	23	8	9	11	2		9	7	20	20	3	13	8	8							放置主筋至定位
	拿取材料										4	8										
	綁紮	10	18	8	18	9		10	15					25	6	8	12	15				固定鋼筋 5、6、7
其他																						

量測時間摘要：共綁紮12點

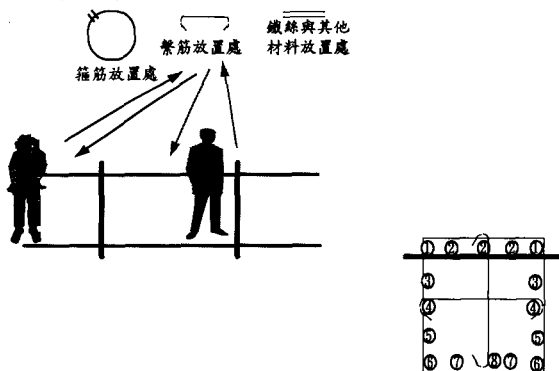
## 工作場所配置圖



### 操作程序 16：將繫筋置於鋼筋 2 上

工人		A		B		1:05:39
循環次數		1		1		1:06:51
記錄項目		T	M	T	M	動作解說
動作項目	走動	6	4.2	5	2.4	走動至繫筋放置處
	搬運繫筋	5	4.2	6	2.4	搬運繫筋至組立位置
	放置繫筋	61		61		放置繫筋於鋼筋 2 上
	其他					

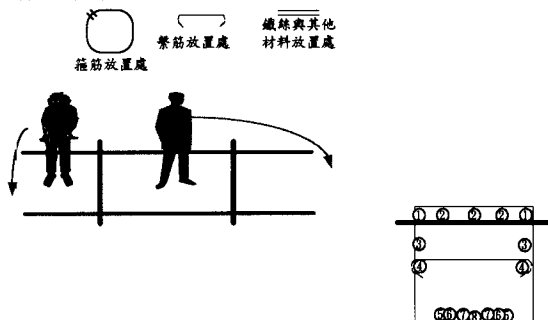
### 工作場所配置圖



### 操作程序 17：將鋼筋 8 置於繫筋上

工人		A		B		1:07:00
循環次數		1		1		1:07:09
記錄項目		時間	距離	時間	距離	動作解說
動作項目	走動	4	3			
	放置主筋	5		9		抬高主筋將鋼筋 8 置於繫筋上
	其他					

#### 工作場所配置圖

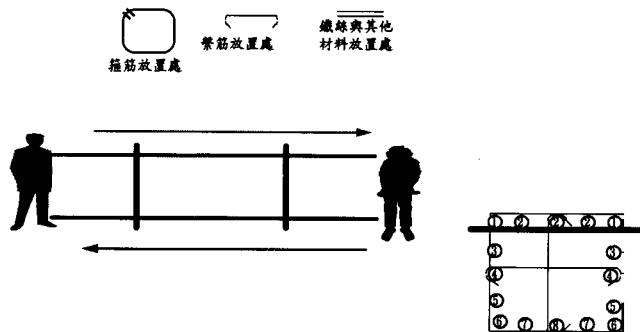


## 操作程序 18：綁紮鋼筋

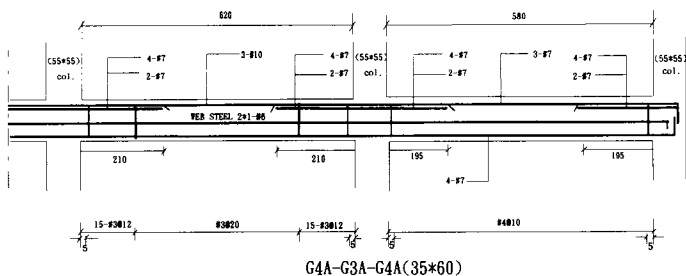
工人		A				B				1:07:09
循環次數		1		2		1		2		1:19:33
記錄項目		時間	距離	時間	距離	時間	距離	時間	距離	動作解說
動作項目	走動	2	2.4	5	4.8	9	3.6	6	8.4	
	拿取材料	9	2.4	20	4.8			34	8.4	
	綁紮鋼筋 2、3、4、5	378				194		124		
	綁紮鋼筋 6、7、8	161		169		27		359		
	其他									

量測時間摘要：鋼筋工 A、B 共綁紮 164 點

### 工作場所配置圖

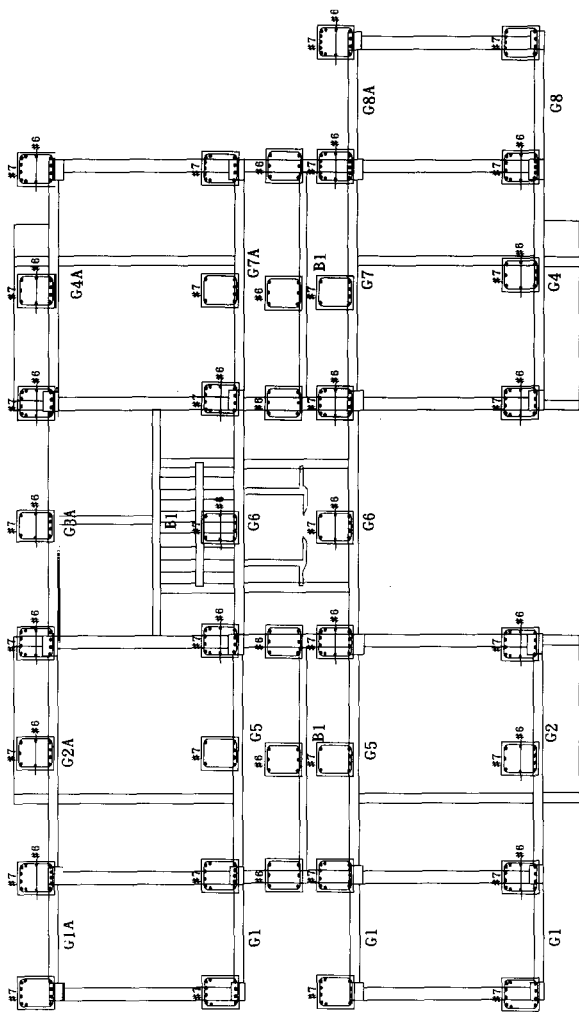


# 附錄三



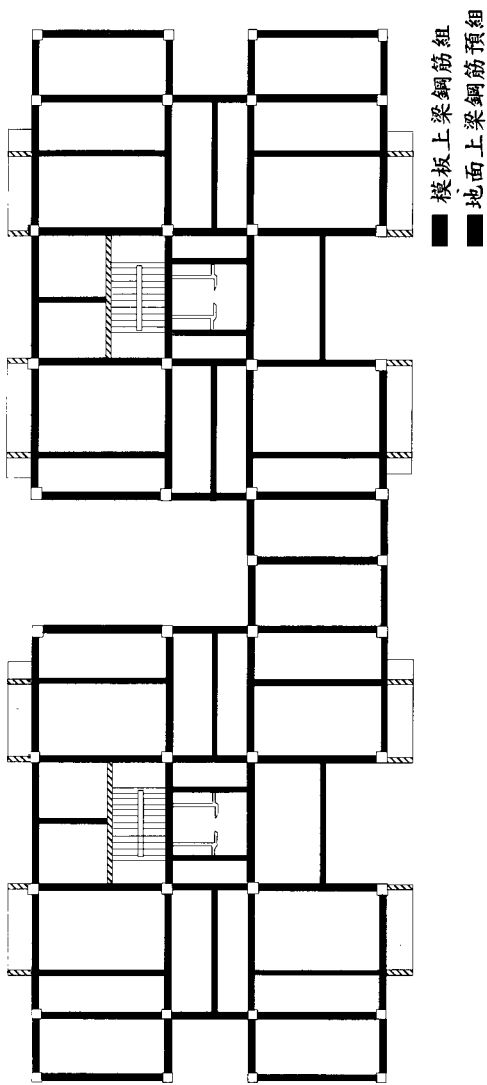
圖一 S工程梁配筋(一)(單支梁)





圖二 S工程梁配筋(一)(二梯棟)





圖四 S 工程梁鋼筋預組工法施工規劃 (二梯棟)

表一 S工程鋼筋地面預組時間計算(單支梁)

動作	標準動作時間	位置 G41-G31-G14	
		計算式	時間
光面	1.7 / 每米	1.7428	34.8
處理支撐架	4.2 / 每組支撐架-10米	4.291542	134.4
支撐架設置	4.2 / 每組支撐架	4.2918	87.2
鋼運支撐桿	2.7 / 每組支撐架-10米	2.742942	172.8
支撐架設置	4.4 / 每組支撐架	4432	339.8
索取材料	2.4 / 每米	2.845	14.9
鋼筋位置劃分	188.8 / 每空間	188.8	188.8
綁紮主筋(1位工人)	5.8 / 每組鋼筋	5424	129.8
綁紮主筋(2位工人)	2.8 / 每組鋼筋-10米	242542	48.8
綁紮主筋	24.7 / 每組鋼筋	34.2914	734.8
綁紮箍筋	0.8 / 每組鋼筋-10米	0.84180	98.8
放置箍筋	14.8 / 每組鋼筋	149148	2348.8
綁紮鋼筋(上部鋼筋)	18.8 / 每組鋼筋	18.8448	4732.8
綁紮鋼筋(下部鋼筋)	11.4 / 每組鋼筋	11.44448	4548.8
其他	以上所有條件時間總合之25%計算	38346.82	388.2
無合時間總合(人分)			38461.5
無合時間總合(人分)			<b>228.8</b>
安裝鋼筋籠掛勾	32 / 每組掛勾	3242	3242
鋼筋籠吊升	21.8 / 每0米	21.845	134.8
支撐桿放置(抽取)	8 / 每組支撐架	8432	192.4
鋼筋籠平移	12.8 / 每0米	12.845	42.8
鋼筋籠吊放	28.8 / 每0米	28.845	122.8
拆除鋼筋籠掛勾	22 / 每組掛勾	2242	2242
儲存時間總合(人分)			548.8
儲存時間總合(人分)			<b>9.1</b>
鋼筋籠吊升	7.8 / 每0米	7.8416	78.8
鋼筋籠平移	7.3 / 每0米	7.3416	73.8
鋼筋籠吊放	7.8 / 每0米	7.8416	78.8
卸安裝掛鉤位置	82 / 每0米	82.8	82.8
存放時間總合(人分)			313.6
存放時間總合(人分)			<b>5.2</b>
安裝鋼筋籠掛勾	32 / 每組掛勾	3242	64.8
綁紮主筋位置	18 / 每組鋼筋-1組鋼筋	184	44.4
放置鋼筋籠主梁範圍內	118 / 每組主梁	1184	128
拆除鋼筋籠掛勾	22 / 每組掛勾	224	44.8
綁紮箍筋綁架	11.4 / 每組鋼筋	11.44444	1824.8
時間總合(人分)			2228.8
時間總合(人分)			<b>38.8</b>

表二 S工程鋼筋樑板預組時間計算(單支梁)

動作	標準動作時間	位置 G41-G31-G14	
		計算式	時間
光面	1.7 / 每米	1.7428	34.8
處理支撐架	4.2 / 每組支撐架-10米	4.291542	134.4
支撐架設置	4.2 / 每組支撐架	4.2918	87.2
鋼運支撐桿	2.7 / 每組支撐架-10米	2.742942	172.8
支撐架設置	4.4 / 每組支撐架	4432	339.8
索取材料	2.4 / 每米	2.845	14.9
鋼筋位置劃分	188.8 / 每空間	188.8	188.8
綁紮主筋(1位工人)	5.8 / 每組鋼筋	5424	129.8
綁紮主筋(2位工人)	2.8 / 每組鋼筋-10米	242542	48.8
綁紮主筋	24.7 / 每組鋼筋	34.2914	348.8
綁紮箍筋	0.8 / 每組鋼筋-10米	0.84180	98.8
放置箍筋	14.8 / 每組鋼筋	14.9148	2026.8
綁紮鋼筋(下部鋼筋)	11.4 / 每組鋼筋	11.44448	5018.8
其他	以上所有條件時間總合之25%計算	38346.82	388.2
無合時間總合(人分)			4658.2
無合時間總合(人分)			<b>164.3</b>
設置鋼筋籠主梁範圍內	118 / 每組主梁	1184	128.4
支撐架放置(抽取)	8 / 每組支撐架	8432	192.4
綁紮箍筋綁架	11.4 / 每組鋼筋	11.44444	1824.8
無合時間總合(人分)			2245.8
時間總合(人分)			<b>39.1</b>

表三 S工程梁钢筋地面预埋时间计算(二续)

动作	数量	09		018-011-018		012-012-012-014-014		013		01-021		02	
		计算式	时间	计算式	时间	计算式	时间	计算式	时间	计算式	时间	计算式	时间
走动	2.7 / 公分	1.7420	34.8	1.7420	34.8	1.7420	34.8	1.7420	34.8	1.7420	34.8	1.7420	34.8
搬运及摆架	4.2 / 每根及摆架·1公分	4.2045	87.2	4.2045	87.2	4.2045	87.2	4.2045	87.2	4.2045	87.2	4.2045	87.2
支撑架设置	4.2 / 每根及摆架	4.204	33.6	4.204	33.6	4.204	33.6	4.204	33.6	4.204	33.6	4.204	33.6
搬运支撑架	2.7 / 每根及摆架·1公分	2.7420	54.8	2.7420	54.8	2.7420	54.8	2.7420	54.8	2.7420	54.8	2.7420	54.8
支撑架设置	5.8 / 每根及摆架	0.12	72.8	0.12	158.8	0.12	144.8	0.12	68.8	0.12	64.8	0.12	64.8
收取材料	2.8 / 公分	2.805	14.8	2.805	14.8	2.805	14.8	2.805	14.8	2.805	14.8	2.805	14.8
钢筋位置划分	198.8 / 每架架	198.8	198.8	198.8	198.8	198.8	198.8	198.8	198.8	198.8	198.8	198.8	198.8
绑扎主筋 (1位工人)	5.8 / 每根钢筋	5.817	33.8	5.817	178.8	5.817	168.8	5.817	63.8	5.817	63.8	5.817	63.8
搬运主筋 (1位工人)	2.8 / 每根钢筋·1公分	2.8075	58.8	2.8075	138.8	2.8075	128.8	2.8075	52.8	2.8075	52.8	2.8075	52.8
设置主筋	38.7 / 每根钢筋	38.707	53.8	38.707	184.8	38.707	178.8	38.707	59.8	38.707	59.8	38.707	59.8
搬运箍筋	0.8 / 每根钢筋·1公分	0.8043	23.8	0.8043	73.8	0.8043	64.8	0.8043	23.8	0.8043	23.8	0.8043	23.8
设置箍筋	14.8 / 每根钢筋	14.842	68.8	14.842	174.8	14.842	168.8	14.842	68.8	14.842	68.8	14.842	68.8
绑扎钢筋 (上部钢筋)	12.8 / 每架架	12.8448	127.8	12.8448	328.8	12.8448	312.8	12.8448	121.8	12.8448	121.8	12.8448	121.8
绑扎钢筋 (下部钢筋)	11.4 / 每架架	11.4438	127.8	11.4438	498.8	11.4438	478.8	11.4438	142.8	11.4438	142.8	11.4438	142.8
其他	以上动作时间总和之2%计算	5.804	32	5.804	122.8	5.804	112.8	5.804	32	5.804	32	5.804	32
组合时间总和(人分)		5435.8		14388.5		14328.2		4488.9		4788.2		3588.8	
组合时间总和(人分)		<b>83.8</b>		<b>238.8</b>		<b>242.8</b>		<b>74.8</b>		<b>78.8</b>		<b>88.8</b>	
绑扎钢筋摆架	23 / 每架架	2301	33.8	2301	88.8	2301	88.8	2301	33.8	2301	33.8	2301	33.8
搬运钢筋升降	21.8 / 每架架	21.805	158.8	21.805	158.8	21.805	158.8	21.805	158.8	21.805	158.8	21.805	158.8
支撑架设置 (抽取)	6 / 每架架	0.12	72.8	0.12	168.8	0.12	144.8	0.12	68.8	0.12	64.8	0.12	64.8
搬运钢筋升降	12.8 / 每架架	12.805	63.8	12.805	63.8	12.805	63.8	12.805	63.8	12.805	63.8	12.805	63.8
搬运钢筋架	28.8 / 每架架	28.805	132.8	28.805	132.8	28.805	132.8	28.805	132.8	28.805	132.8	28.805	132.8
拆除钢筋摆架	22 / 每架架	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8
组合时间总和(人分)		481.8		618.8		618.8		457.8		478.8		432.8	
组合时间总和(人分)		<b>8.8</b>		<b>10.8</b>		<b>10.8</b>		<b>7.8</b>		<b>8.8</b>		<b>9.8</b>	
搬运钢筋升降	7.8 / 每架架	7.8018	78.8	7.8018	78.8	7.8018	78.8	7.8018	78.8	7.8018	78.8	7.8018	78.8
搬运钢筋升降	7.3 / 每架架	7.3018	73.8	7.3018	73.8	7.3018	73.8	7.3018	73.8	7.3018	73.8	7.3018	73.8
搬运钢筋架	7.8 / 每架架	7.8018	78.8	7.8018	78.8	7.8018	78.8	7.8018	78.8	7.8018	78.8	7.8018	78.8
绑扎架架的体系	83 / 每架架	83.8	83.8	83.8	83.8	83.8	83.8	83.8	83.8	83.8	83.8	83.8	83.8
组合时间总和(人分)		312.8		312.8		312.8		312.8		312.8		312.8	
组合时间总和(人分)		<b>5.8</b>		<b>5.8</b>		<b>5.8</b>		<b>5.8</b>		<b>5.8</b>		<b>5.8</b>	
绑扎钢筋摆架	23 / 每架架	2301	33.8	2301	88.8	2301	88.8	2301	33.8	2301	33.8	2301	33.8
搬运主筋设置	18 / 每架架 (抽取)	1802	22.8	1804	84.8	1804	84.8	1802	22.8	1804	22.8	1804	22.8
搬运钢筋摆架架内	118 / 每架架	11802	228	11802	228	11804	448	11802	228	11802	228	11804	228
拆除钢筋摆架	22 / 每架架	2201	22.8	2202	44.8	2202	44.8	2201	22.8	2202	44.8	2201	22.8
绑扎钢筋摆架	11.4 / 每架架	11.4400	91.8	11.4400	184.8	11.4400	184.8	11.4400	91.8	11.4400	91.8	11.4400	91.8
组合时间总和(人分)		1219.8		2228.8		2283.8		1219.8		1242.8		279.8	
组合时间总和(人分)		<b>20.3</b>		<b>28.8</b>		<b>41.8</b>		<b>20.3</b>		<b>20.7</b>		<b>6.8</b>	

表四 S 工程架網塔網板預組時間計算(一) (二續)

動作	作業 標準動作時間	G1-G2		G4-G8		G11-G23-G34-G36		G1-G2-G3-G7-G8		G1-G2-G3-G7		G1-G29		G1-G36		
		作業式	時間	作業式	時間	作業式	時間	作業式	時間	作業式	時間	作業式	時間	作業式	時間	
		1.7 / 每次	1 7920	34.8	1 7920	34.8	1 7920	34.8	1 7920	34.8	1 7920	34.8	1 7920	34.8	1 7920	34.8
鐵繩支撐	4.2 / 每組支撐 - 1 次	4 2000	87.2	4 2000	87.2	4 2000	134.4	4 2000	134.4	4 2000	134.4	4 2000	33.6	4 2000	33.6	
支撐板放置	4.2 / 每組支撐	4 200	33.6	4 200	33.6	4 200	87.2	4 200	87.2	4 200	87.2	4 200	18.8	4 200	18.8	
鐵繩支撐	2.7 / 每組支撐 - 1 次	2 7000	81.9	2 7000	81.9	2 7000	167.4	2 7000	167.4	2 7000	167.4	2 7000	32.4	2 7000	32.4	
支撐板放置	4.8 / 每組支撐	4800	60.0	4800	60.0	4800	136.8	4800	136.8	4800	136.8	4800	36.0	4800	36.0	
索取材料	2.8 / 每次	2 800	14.0	2 800	14.0	2 800	14.0	2 800	14.0	2 800	14.0	2 800	14.0	2 800	14.0	
鋼筋位置劃分	180.0 / 每支架	180.0	180.0	180.0	180.0	180.0	180.0	180.0	180.0	180.0	180.0	180.0	180.0	180.0	180.0	
鐵架主層 (1 位工人)	2.8 / 每組鋼筋	2 800	73.8	2 800	85.8	2 800	168.0	2 800	168.0	2 800	168.0	2 800	48.0	2 800	48.0	
鐵架主層 (1 位工人)	2.8 / 每組鋼筋 - 1 次	2 800	68.8	2 800	88.8	2 800	172.8	2 800	172.8	2 800	172.8	2 800	32.0	2 800	32.0	
鐵架主層	38.7 / 每組鋼筋	38 700	342.0	38 700	415.4	38 700	1156.4	38 700	1156.4	38 700	1156.4	38 700	288.0	38 700	288.0	
鐵架主層	4.8 / 每組鋼筋 - 1 次	4 800	32.3	4 800	48.8	4 800	112.4	4 800	112.4	4 800	112.4	4 800	36.0	4 800	36.0	
鐵架主層	18.8 / 每組鋼筋	18 800	144.8	18 800	177.8	18 800	537.4	18 800	537.4	18 800	537.4	18 800	144.8	18 800	144.8	
沖空鋼筋 (下層鋼筋)	11.4 / 每組鋼筋	11 400	90.4	11 400	108.8	11 400	304.8	11 400	304.8	11 400	304.8	11 400	76.8	11 400	76.8	
其他	以上所列各項時間總和之 25% 計算	2004.0	171.0	2004.0	171.0	2004.0	425.1	2004.0	425.1	2004.0	425.1	2004.0	101.4	2004.0	101.4	
組合時間總和(人秒)			8815.6		8779.8		2173.1		2073.4		1743.8		481.8		473.7	
組合時間總和(人分)			148.8		148.0		361.3		346.6		290.0		80.0		78.3	
配合作業	放置鋼筋至鐵架內	110 / 每次鋼筋	1100	330.0	1100	330.0	1100	440.0	1100	440.0	1100	330.0	1100	330.0	1100	330.0
	支撐板放置 (抽取)	6 / 每次支撐板	600	60.0	600	60.0	600	240.0	600	240.0	600	180.0	600	60.0	600	60.0
	組合時間總和(人秒)		330.0		330.0		440.0		440.0		330.0		330.0		330.0	
	時間總和(人分)		5.5		5.5		7.3		7.3		5.5		5.5		5.5	











表五 S 工程架鋼筋模板上預組時間計算(二)(二樓樓)

動作	位置 標準動作時間	09		010-011-010		010-010-010-014-014		010		01-001		02	
		計算式	時間	計算式	時間	計算式	時間	計算式	時間	計算式	時間	計算式	時間
		走動	1.7 / 公尺	1.7000	34.0	1.7000	34.0	1.7000	34.0	1.7000	34.0	1.7000	34.0
搬運支撐架	4.2 / 每組支撐架 · 1 公尺	4.2042	87.2	4.2042	134.4	4.2042	134.4	4.2042	87.2	4.2042	86.4	4.2042	22.6
支撐架設置	4.2 / 每組支撐架	4.200	22.6	4.2018	87.2	4.2018	87.2	4.200	22.6	4.200	22.6	4.200	16.5
搬運支撐桿	2.7 / 每組支撐桿 · 1 公尺	2.71292	64.3	2.70292	131.2	2.70292	129.0	2.70492	45.3	2.70492	32.4	2.70492	33.6
支撐桿設置	8.0 / 每組支撐桿	8012	72.0	8028	186.0	8024	144.0	800	48.0	800	36.0	804	24.0
索取材料	2.0 / 公尺	2.005	14.0	2.005	14.0	2.005	14.0	2.005	14.0	2.005	14.0	2.005	14.0
鋼筋位置劃分	100.0 / 樓空間	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
綁架主筋 (1 位工人)	5.0 / 每組鋼筋	5017	50.0	5024	170.0	5028	100.0	5012	50.0	500	45.0	500	20.0
搬運主筋 (1 位工人)	2.0 / 每組鋼筋 · 1 公尺	2.001392	65.0	2.000492	130.0	2.000592	132.0	2.001292	52.0	2.000992	20.0	2.000992	24.0
設置主筋	30.2 / 每組鋼筋	30.2017	615.4	30.2024	1230.8	30.2030	1275.6	30.2013	478.8	30.200	225.6	30.200	117.2
搬運扁筋	0.0 / 每組鋼筋 · 1 公尺	0.0043	35.0	0.00120	75.0	0.00140	54.0	0.0043	35.0	0.0055	33.0	0.0020	18.0
設置扁筋	10.0 / 每組鋼筋	10.0043	712.0	10.00120	2061.0	10.00140	2224.0	10.0043	712.0	10.0055	912.0	10.0020	184.0
綁架鋼筋 (下部鋼筋)	11.4 / 每組鋼筋	11.40254	227.6	11.40010	1042.4	11.40000	1026.0	11.40254	2292.6	11.40270	2148.4	11.40140	2390.0
其他	以上各動作時間總合之 2% 計算	20200.02	164.0	20200.02	296.2	20200.01	261.0	20200.02	92.2	20200.02	87.0	20200.02	54.1
組合時間總合(人秒)			5333.8		13211.5		15297.3		4754.0		4987.0		3754.0
組合時間總合(人分)			88.9		220.5		254.6		79.2		83.1		62.6
設置架鋼筋至預組內	110 / 每組支撐架	11002	220	11002	220	11004	440	11002	220	11002	220	11002	220
支撐桿設置 (抽取)	6 / 每組支撐桿	6012	72.0	6028	186.0	6024	144.0	600	48.0	600	36.0	604	24.0
綁架扁筋綁架	11.4 / 每組鋼筋	11.40092	912.0	11.40000	1024.0	11.40000	1024.0	11.40092	912.0	11.40092	912.0		
時間總合(人秒)			1204.0		2321.0		2400.0		1188.0		1188.0		244.0
時間總合(人分)			20.1		38.7		40.1		19.7		19.8		40.7















表七 S工程鋼筋預組施工方式梁鋼筋數量(單支梁)

項目	名稱	鋼筋號數	鋼筋直徑 (mm)	型式	計算式	長度 (m)	根數	端長度 (m)	重量 (Kg)	重量總計 (Kg)	合計 (T)
G4A-33A -G4A	上端主筋	#7	22.2		404+5800+550+8200 +550+5800+404*3+404	23.34	2	46.68	141.91	931.56	0.932
	上端主筋	#7	22.2		404+5800+550+2100	9.338	1	9.34	28.39		
	上端主筋	#7	22.2		1950+404	2.84	3	8.51	25.88		
	上端主筋	#7	22.2		1950+550+2100	4.60	4	18.40	55.94		
	上端主筋	#7	22.2		2100+550+5800+404	9.338	1	9.34	28.39		
	上端主筋	#7	22.2		1950+404	2.84	3	8.51	25.88		
	下端主筋	#7	22.2		404+5800+550+8200 +550+5800+404*3+404	23.34	4	93.36	283.81		
	腹筋	#6	19.1		254+5800+550+8200 +550+5800+254+404*3	22.15	2	44.29	99.68		
	扁筋	#4	12.7		520*2+270*2+164*2	1.73	116	200.96	199.95		
	扁筋	#3	9.53		520*2+270*2+164*2	1.69	44	74.55	41.75		

表八 S工程鋼筋傳統施工方式之梁鋼筋數量

項目	名稱	鋼筋號數	鋼筋直徑 (mm)	型式	計算式	長度 (m)	根數	端長度 (m)	重量 (Kg)	重量總計 (Kg)	合計 (T)
G4A-33A -G4A	上端主筋	#7	22.2		404+5800+550+8200 +550+5800+404*3+404	23.34	2	46.68	141.91	945.17	0.945
	上端主筋	#7	22.2		404+5800+550+2100	9.338	1	9.34	28.39		
	上端主筋	#7	22.2		1950+404	2.84	3	8.51	25.88		
	上端主筋	#7	22.2		1950+550+2100	4.60	4	18.40	55.94		
	上端主筋	#7	22.2		2100+550+5800+404	9.338	1	9.34	28.39		
	上端主筋	#7	22.2		1950+404	2.84	3	8.51	25.88		
	下端主筋	#7	22.2		404+5800+550+8200 +550+5800+404*3+404	23.34	4	93.36	283.81		
	腹筋	#6	19.1		254+5800+550+8200 +550+5800+254+404*3	22.15	2	44.29	99.68		
	扁筋	#4	12.7		520*2+270*2+164*2	1.83	116	212.74	211.68		
	扁筋	#3	9.53		520*2+270*2+164*2	1.77	44	77.91	43.63		

表九 S工程梁鋼筋預組工法數量(一)(二梯棟)

項目	名稱	鋼筋種類	鋼筋直徑 (mm)	型式	計算式	長度 (m)	根數	總長度 (m)	重量 (kg)	重量總計 (kg)	合計 (T)
G1-G2	上層主筋	#7	22.2		2770-5825+404x2+500	10.87	3	32.61	99.14	471.70	
	上層主筋	#7	22.2		2770+500+1950+404	6.11	3	18.32	55.70		
	上層主筋	#7	22.2		1950+404	2.84	3	8.51	25.88		
	下層主筋	#7	22.2		2770+5825+404x2+500	10.87	4	43.48	132.19		
	腹筋	#6	19.1		5825+254x2	6.78	2	13.56	30.51		
	腹筋	#4	12.7		520x2+270x2+64x2	1.73	58	102.21	101.70		
C4-G8	上層主筋	#7	22.2		5800+2945+1550+404+250+204	10.88	3	32.63	99.20	475.94	
	上層主筋	#7	22.2		1950+404	2.84	3	8.51	25.88		
	上層主筋	#7	22.2		1950+550+1150	3.65	3	10.95	33.29		
	下層主筋	#7	22.2		5800+550+2945+250+404	10.43	4	41.73	126.87		
	下層主筋	#7	22.2		1950+550+1150	3.65	1	3.65	11.10		
	腹筋	#6	19.1		5800+550+2945+250+254+1254	12.41	2	24.82	55.85		
G1A-G2A -G3A-G8A	上層主筋	#7	22.2		520x2+270x2+64x2	1.73	58	100.48	99.98	1102.59	4.455
	腹筋	#3	9.53		520x2+270x2+64x2	1.69	28	47.44	26.57		
	上層主筋	#7	22.2		404+2770+5825+1500+550+6200+550+5800+404x3+404	28.64	2	57.27	161.94		
	上層主筋	#7	22.2		2770+500+5825+1500+2100+404	12.63	1	12.63	38.40		
	上層主筋	#7	22.2		2770+500+1950+404	6.11	3	18.32	55.70		
	上層主筋	#7	22.2		1950+550+2100	4.60	3	13.80	41.95		
G1A-G5-G6 -G7-G8A	上層主筋	#7	22.2		2100+550+1950	4.60	3	13.80	41.95	1032.58	
	上層主筋	#7	22.2		2100+550+5800+404	9.34	1	9.34	28.39		
	上層主筋	#7	22.2		1950+404	2.84	3	8.51	25.88		
	下層主筋	#7	22.2		404+2770+500+5825+550+6200+550+5800+404+404x3	28.64	4	106.54	323.88		
	腹筋	#6	19.1		254+2770+500+5825+550+6200+550+5800+254+404x3	23.44	2	50.88	114.49		
	腹筋	#4	12.7		520x2+270x2+64x2	1.73	117	202.69	201.68		
	腹筋	#3	9.53		520x2+270x2+64x2	1.69	72	121.90	68.32		
	上層主筋	#7	22.2		404+2770+500+5825+6200+5800+2945+250+404x3	27.84	2	55.68	109.28		
	上層主筋	#7	22.2		404+2770+500+1950	5.11	4	24.43	74.27		
	上層主筋	#7	22.2		1950+550+2100	4.60	4	18.40	55.94		
	上層主筋	#7	22.2		2100+550+1950	4.60	4	18.40	55.94		
	上層主筋	#7	22.2		1950+550+2945+250	5.70	3	17.09	51.94		
上層主筋	#7	22.2		1950+550+1150	3.65	2	7.30	22.19			
G1-G5-G6 -G7-G8A	下層主筋	#7	22.2		404+2770+500+5825+550+6200+550+5800+550+2945+250+404x3	29.49	4	117.97	358.62	896.27	
	下層主筋	#7	22.2		1150+500+1950	3.80	1	3.80	10.94		
	下層主筋	#7	22.2		1950+550+1150	3.65	1	3.65	11.10		
	腹筋	#6	19.1		254+6200+254	7.16	2	14.31	32.20		
	腹筋	#6	19.1		254+2945+250	3.67	2	7.35	16.53		
	腹筋	#3	9.53		520x2+270x2+64x2	1.69	183	310.07	173.64		
	上層主筋	#7	22.2		404+2770+500+5825+550+6200+550+5800+404+404x3	28.64	2	57.27	161.94		
	上層主筋	#7	22.2		404+2770+500+1950	6.11	4	24.43	74.27		
	上層主筋	#7	22.2		1950+550+2100	4.60	4	18.40	55.94		
	上層主筋	#7	22.2		2100+550+1950	4.60	4	18.40	55.94		
	上層主筋	#7	22.2		1950+404	2.84	5	14.19	43.14		
	下層主筋	#7	22.2		404+2770+500+5825+550+6200+550+5800+404+404x3	28.64	4	106.54	323.88		
G1-G5-G6 -G7A	腹筋	#6	19.1		254+6200+254	7.16	2	14.31	32.20	368.68	
	腹筋	#3	9.53		520x2+270x2+64x2	1.69	157	266.01	148.97		
	上層主筋	#6	19.1		404+6200+404x2	15.48	3	48.37	104.33		
	下層主筋	#6	19.1		404+6200+404x2	15.48	3	48.37	104.33		
	下層主筋	#6	19.1		4000x2	8.06	2	16.00	36.90		
	腹筋	#3	9.53		220x2+420x2+64x2x2	2.79	41	114.34	64.03		
B1	上層主筋	#6	19.1		404+6200+404	8.03	3	24.08	54.19	164.77	
	下層主筋	#6	19.1		404+6200+404	8.03	3	24.08	54.19		
	下層主筋	#6	19.1		600	4.30	2	8.60	18.35		
	腹筋	#3	9.53		220x2+420x2+64x2	1.39	56	69.72	39.84		

表十 S工程梁鋼筋預組工法數量(二)(二梯棟)

項目	名稱	鋼筋數量	鋼筋直徑 (mm)	型式	計算式	長度 (m)	根數	總長度 (m)	重量 (kg)	重量總計	合計 (t)			
G9*2	上端主筋	#7	22.2	┌	(40d+6150+40d)*2	15.85	2	31.70	96.38	536.91				
	上端主筋	#7	22.2	┌	(40d+2050)*2	5.88	4	23.50	71.45					
	上端主筋	#7	22.2	┌	(40d+2050)*2	5.88	4	23.50	71.45					
	下端主筋	#7	22.2	└	(40d+6150+40d)*2	15.85	3	47.56	144.57					
	下端主筋	#7	22.2	└	(40d+2050)*2	5.88	2	11.75	35.73					
	下端主筋	#7	22.2	└	(2050+40d)*2	5.88	2	11.75	35.73					
(G10-G11)-G10)*2	箍筋	#3	9.53	⊕	(270*2+520*2+6d)*2	3.39	43	145.71	81.60	1954.19	5.32			
	上端主筋	#7	22.2	┌	(40d+6150+500+3900+500+6150+40d+40d)*2	39.73	3	119.18	362.32					
	上端主筋	#7	22.2	┌	(40d+2050)*2	5.88	8	47.01	142.90					
	上端主筋	#7	22.2	┌	(40d+2050)*2	5.88	8	47.01	142.90					
	上端主筋	#7	22.2	┌	(40d+1300)*2	4.38	4	17.50	53.21					
	上端主筋	#7	22.2	┌	(40d+1300)*2	4.38	4	17.50	53.21					
	下端主筋	#7	22.2	└	(40d+6150+500+3900+500+6150+40d)*2	37.95	3	113.86	346.12					
	下端主筋	#7	22.2	└	(40d+6150+500+1300)*2	17.69	2	35.35	107.47					
	下端主筋	#7	22.2	└	(40d+2050)*2	5.88	4	23.50	71.45					
	下端主筋	#7	22.2	└	(2050+1300+500)*2	7.70	4	30.80	93.63					
	箍筋	#3	9.53	⊕	(270*2+52*2+6d)*2	1.52	126	191.11	58.96					
	(CG12-G12-G13-G.4-CG14)*2	上端主筋	#8	25.4	┌	(40d+6150+550+1300)*2	18.03	2	36.06			143.53	2077.37	
上端主筋		#8	25.4	┌	(2050+550+3900+250+6150+40d+40d)*2	30.48	3	91.39	363.74					
上端主筋		#8	25.4	┌	(15d+1250-40+550+2050)*2	8.38	3	25.15	100.08					
上端主筋		#8	25.4	┌	(40d+2050)*2	6.13	1	6.13	24.41					
上端主筋		#8	25.4	┌	(2050+550+1300)*2	7.80	3	23.40	93.13					
上端主筋		#8	25.4	┌	(1300+550+2050)*2	7.80	3	23.40	93.13					
上端主筋		#8	25.4	┌	(2050+40d)*2	6.13	2	12.26	48.81					
上端主筋		#8	25.4	┌	(2050+550+1250-40+15d)*2	8.38	2	16.76	66.72					
上端主筋		#8	25.4	┌	(40d+1250-40+15d)*2	5.21	1	5.21	20.75					
上端主筋		#8	25.4	┌	(40d+2050)*2	6.13	1	6.13	24.41					
下端主筋		#8	25.4	└	(15d+1250-40+550+6150+550+3900+550+6150+550+1250-40+15d+40d+9)*2	49.26	3	147.78	588.16					
下端主筋		#8	25.4	└	(2050+550+1300)*2	7.80	2	15.60	62.09					
下端主筋		#8	25.4	└	(1300+550+2050)*2	7.80	2	15.60	62.09					
下端主筋		#8	25.4	└	(2050+40d)*2	6.13	2	12.26	48.81					
箍筋		#4	12.7	⊕	(270*2+420*2+6d)*2	3.06	75	229.88	228.71					
箍筋		#3	9.53	⊕	(270*2+420*2+6d)*2	2.99	85	194.27	198.79					
G15/2		上端主筋	#8	25.4	┌	40d+6150+40d	8.18	2	16.36	65.13	301.24			
		上端主筋	#8	25.4	┌	40d+2050	3.07	3	9.20	36.61				
	上端主筋	#8	25.4	┌	40d+2050	3.07	3	9.20	36.61					
	下端主筋	#8	25.4	└	40d+6150+40d	8.18	3	24.55	97.69					
	下端主筋	#8	25.4	└	40d+2050	3.07	1	3.07	12.20					
	下端主筋	#8	25.4	└	40d+2050	3.07	1	3.07	12.20					
	箍筋	#3	9.53	⊕	270*2+520*2+6d*2	1.69	43	72.86	40.90					
(B1-C#1)*4	上端主筋	#6	19.1	┌	(40d+6500+40d)*4	32.11	3	96.34	216.76	803.04				
	上端主筋	#6	19.1	┌	(40d+1425-40+15d)*4	9.74	3	29.23	65.76					
	下端主筋	#6	19.1	└	(40d+6500+40d+350+1425-40+15d)*4	49.20	3	120.58	271.34					
	下端主筋	#6	19.1	└	430*4	17.20	2	34.40	77.40					
	箍筋	#3	9.53	⊕	(220*2+420*2+6d)*4	5.58	55	306.76	171.79					
B2	上端主筋	#6	19.1	┌	40d+4050+40d	5.58	3	16.73	37.65	59.52				
	下端主筋	#6	19.1	└	40d+4050+40d	5.58	3	0.00	0.00					
	箍筋	#3	9.53	⊕	220*2+420*2+6d*2	1.39	28	39.04	21.86					

表十一 S工程梁鋼筋傳統施工數量

項目	名稱	規格/數量	規格/數量 (mm)	型式	計算式	長度 (m)	根數	總長度 (m)	重量 (kg)	重量計 (kg)	合計 (T)			
G1-G2	上層主筋	# 7	22.2		2770+5825+400*2+500	10.87	3	32.61	99.14	478.84				
	上層主筋	# 7	22.2		2770+500+1950+400	6.11	3	18.32	55.76					
	上層主筋	# 7	22.2		1950+400	2.84	3	8.51	25.88					
	下層主筋	# 7	22.2		2770+5825+400*2+500	10.87	4	43.48	132.19					
	箍筋	# 6	19.1		5825+250*2	6.78	2	13.56	36.51					
	箍筋	# 4	12.7		520*2+270*2+100*2	1.83	50	108.21	107.66					
G4-G8	上層主筋	# 7	22.2		5800+2845+550+400+250+1200	10.88	3	32.63	99.20	482.92				
	上層主筋	# 7	22.2		1950+400	2.84	3	8.51	25.88					
	上層主筋	# 7	22.2		1950+550+1150	3.65	3	10.95	33.29					
	下層主筋	# 7	22.2		5800+550+2845+250+400	10.43	4	41.73	126.87					
	下層主筋	# 7	22.2		1950+550+1150	3.65	1	3.65	11.19					
	箍筋	# 6	19.1		5800+550+2845+250+400+1250	12.41	2	24.82	55.85					
G1A-G2A -G3A-G8A	上層主筋	# 7	22.2		520*2+270*2+100*2	1.78	25	44.48	24.91	1117.48	4.584			
	上層主筋	# 7	22.2		400+2770+5825+500+550+4200+550+5800+400*3+400	26.84	2	53.27	161.94					
	上層主筋	# 7	22.2		2770+500+1950+400	12.63	1	12.63	38.40					
	上層主筋	# 7	22.2		2770+500+1950+400	6.11	3	18.32	55.76					
	上層主筋	# 7	22.2		1950+550+1100	4.60	3	13.80	41.95					
	上層主筋	# 7	22.2		2100+550+1950	4.60	3	13.80	41.95					
	上層主筋	# 7	22.2		2100+550+5800+400	9.34	1	9.34	28.39					
	上層主筋	# 7	22.2		1950+400	2.84	3	8.51	25.88					
	下層主筋	# 7	22.2		400+2770+500+5825+550+4200+550+5800+400*3+400	26.84	4	106.54	323.88					
	下層主筋	# 7	22.2		250+2770+500+5825+550+4200+550+5800+250+400*3	25.44	2	50.88	114.49					
	箍筋	# 6	19.1		520*2+270*2+100*2	1.83	117	214.58	213.51					
	G1-G5-G6 -G7-G8A	上層主筋	# 4	9.53		520*2+270*2+100*2	1.77	72	127.48			71.39	1849.39	
上層主筋		# 7	22.2		400+2770+500+5825+6200+5800+2845+250+400*3	27.84	2	55.68	169.28					
上層主筋		# 7	22.2		400+2770+500+1950	6.11	4	24.43	74.27					
上層主筋		# 7	22.2		1950+550+1100	4.60	4	18.40	55.94					
上層主筋		# 7	22.2		2100+550+1950	4.60	4	18.40	55.94					
上層主筋		# 7	22.2		1950+550+2845+250	5.70	3	17.09	51.84					
上層主筋		# 7	22.2		1950+550+1150	3.65	2	7.30	22.19					
下層主筋		# 7	22.2		400+2770+500+5825+550+4200+550+5800+550+2845+250+400*3	29.49	4	117.87	356.82					
下層主筋		# 7	22.2		1150+500+1950	3.60	1	3.60	10.94					
下層主筋		# 7	22.2		1950+550+1150	3.65	1	3.65	11.16					
箍筋		# 6	19.1		250+6200+250	7.18	2	14.31	32.26					
G1-G5-G6 -C7A		上層主筋	# 6	19.1		250+2845+250	3.87	2	7.35	16.53	902.87			
	上層主筋	# 3	9.53		520*2+270*2+100*2	1.77	183	324.82	181.45					
	上層主筋	# 7	22.2		400+2770+500+5825+550+4200+550+5800+400+400*3	26.84	2	53.27	161.94					
	上層主筋	# 7	22.2		400+2770+500+1950	6.11	4	24.43	74.27					
	上層主筋	# 7	22.2		1950+550+1100	4.60	4	18.40	55.94					
	上層主筋	# 7	22.2		2100+550+1950	4.60	4	18.40	55.94					
	上層主筋	# 7	22.2		1950+400	2.84	5	14.18	43.14					
	下層主筋	# 7	22.2		400+2770+500+5825+550+4200+550+5800+400+400*3	26.84	4	106.54	323.88					
	下層主筋	# 6	19.1		250+6200+250	7.18	2	14.31	32.26					
	下層主筋	# 3	9.53		520*2+270*2+100*2	1.77	157	277.88	155.87					
	B1*2	上層主筋	# 6	19.1		(400+6200+400)*2	15.46	3	46.37	184.33			312.19	
		下層主筋	# 6	19.1		(400+6200+400)*2	15.46	3	46.37	184.33				
下層主筋		# 6	19.1		4000*2	8.00	2	16.00	36.90					
箍筋		# 3	9.53		(220*2+420*2+100*2)*2	2.84	43	120.59	67.53					
B1	上層主筋	# 6	19.1		400+6500+400	8.83	3	26.48	54.19	164.90				
	下層主筋	# 6	19.1		400+6500+400	8.83	3	26.48	54.19					
	下層主筋	# 6	19.1		4300	4.30	2	8.59	19.35					
	箍筋	# 3	9.53		220*2+420*2+100*2	1.47	50	73.53	41.18					

# 附錄四

表一 T工程版配筋動作時間記錄

作業	動作	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	程序時間合計 (分鐘)	程序時間所佔百分比
		鋼筋位置劃分	搬運主筋	放置主筋	鋼筋現場彎折	綁紮	拿取材料	放置水泥塊	空手走動	閒置	等待		
樓版 鋼筋 現場 綁紮 立作業	定出樓版彎曲主筋彎曲位置，並將上下層直筋、彎曲主筋位置標示於模板上	120										2.0	1%
	配置及綁紮短邊方向下層主筋與長邊方向端部下層筋並放置水泥塊		472	1075		1338	106		506	573		87.8	10%
	配置長邊方向端部上層筋並放置水泥塊		225	122		881	50		382			27.8	8%
	配置短邊方向彎曲主筋，並與長邊方向端部上層筋綁紮		201	153	198	1741	173	156	468	91		53.0	15%
	配置長邊方向中央部下層筋，並與短邊方向下層筋綁紮		112	86		1484	46	43	383	52		36.8	10%
	配置短邊方向端部上層筋		141	158		842		20	251	54		24.4	7%
	配置長邊方向彎曲主筋，並與短邊方向端部上層筋綁紮		150	236	104	20	9		211			12.2	3%
	配置長邊方向兩端之頂筋，並與長邊方向端部上層筋綁紮		95	307		3903	237	219	530	216	17	82.1	25%
	配置短邊方向兩端之頂筋，並與短邊方向端部上層筋綁紮		92	140		2244	49		271			46.5	13%
	動作時間合計(分鐘)		2.0	24.8	38.0	5.0	207.6	11.2	7.3	50.2	16.4	0.3	
動作時間所佔百分比		1%	7%	10%	1%	57%	3%	2%	14%	5%	0%		

表二 S 工程版配筋動作時間記錄

作業	動作 程序	動作									程序時間合計(分鐘)	程序時間所佔百分比
		1 鋼筋位置劃分	2 搬運主筋	3 放置主筋	4 綁紮	5 拿取材料	6 放置水泥塊	7 空手走動	8 閒置	9 其他		
樓版鋼筋現場組立作業	排置短邊方向下層主筋	120	296	488	0	0	0	111	77	14	18.4	9%
	排置長邊方向下層主筋	0	324	570	0	78	527	622	75	0	36.6	18%
	綁紮下層主筋	0	0	0	2958	54	0	17	11	0	50.7	25%
	排置長邊方向上層主筋	0	280	570	0	0	0	193	0	0	17.4	9%
	排置短邊方向上層主筋	0	332	333	0	10	276	509	138	26	27.1	13%
	綁紮下層主筋	0	0	0	2433	212	0	395	54	0	51.6	26%
	動作時間合計(分鐘)	2.0	20.5	32.7	89.9	5.9	13.4	30.8	5.9	0.7		
動作時間所佔百分比	1%	10%	16%	45%	3%	7%	15%	3%	0%			

表三 B工程燃接鋼筋網施工動作時間記錄

作業	動作	程序												程序時間合計(分鐘)	程序時間所佔百分比	
		1	2.	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
樓板鋼筋網組立作業	鋪置下層鋼筋網	搬運鋼筋網(整片)	181	113	166	337	831	0	197	465	457	369	0	0	51.9	80%
		搬運鋼筋網(補助)	0	0	0	100	0	577	0	0	0	83	0	0	12.7	20%
	動作時間小計(分鐘)		3.0	1.9	2.8	7.3	13.9	9.6	3.3	7.8	7.6	7.5	0.0	0.0		
		動作時間所佔百分比	5%	3%	4%	11%	21%	15%	5%	12%	12%	12%	0%	0%		44.9
	鋪置上層鋼筋網		1179	0	506	87	523	0	272	1698	1352	2237	1158	645	161.0	87%
			0	0	0	0	0	1180	0	0	240	0	0	0	23.7	13%
	動作時間小計(分鐘)		19.7	0.0	8.4	1.5	8.7	19.7	4.5	28.3	26.5	37.3	19.3	10.8		
		動作時間所佔百分比	11%	0%	5%	1%	5%	11%	2%	15%	14%	20%	10%	6%		55.6

表四 版鋼筋地面預組工法(下層筋)組立時間計算

動作	記錄	4 m * 4 m <sup>m</sup>				
		計算式	時間			
組合作業	走動	1.7 / 公尺	17			
	拿取材料	2.8 * 5 / 公尺	14			
	擺放主筋	0.7 / 每根鋼筋	57.4			
	搬運主筋	0.3 / 每根鋼筋 * 1公尺	123			
	放置主筋	6.6 / 每根鋼筋	541.2			
	綁紮(地面綁紮)	6.6 / 每根鋼筋	6091.8			
	環繞時間 <sup>(3)</sup>	7.1 / 每根鋼筋	6553.3			
	其他	以組合作業時間之2%計算	136.888			
	合計		116.4 124.2 <sup>m</sup>			
	安裝鋼筋鋼掛勾	33.0 / 每掛勾	66			
儲存作業	鋼筋鋼掛勾	31.6 / 公尺	63.2			
	鋼筋鋼掛勾	12.6 / 公尺	63			
	鋼筋鋼掛勾	26.6 / 公尺	53.2			
	卸除鋼筋鋼掛勾	22.0 / 每掛勾	44			
	合計		4.8			
	配合作業	走動	1.7 / 公尺	17		
		拿取材料	2.8 / 公尺	14		
		搬運主筋	0.7 / 每根鋼筋	57.4		
		搬運主筋	0.3 / 每根鋼筋 * 1公尺	123		
		放置主筋	6.6 / 每根鋼筋	541.2		
綁紮(地面綁紮)		6.6 / 每根鋼筋	6082.4			
其他		以組合作業時間之2%計算	36.7			
合計			31.2			
動作		紀錄	鋼筋鋼掛勾	7.8 / 每公尺	7.8*2	15.6
			鋼筋鋼掛勾	7.3 / 每公尺	7.3*5	36.5
	鋼筋鋼掛勾		7.9 / 每公尺	7.9*2	15.8	
	四安架掛鈎位置		83.3 / 每片	83.3*1	83.3	
	合計			2.52		
	配合作業	安裝鋼筋鋼掛勾	33.0 / 每掛勾	33*2	66	
		卸除鋼筋鋼掛勾	22.0 / 每掛勾	22*2	44	
		合計			1.8	
		走動	1.7 / 公尺	1.7*10	17	
		拿取材料	2.8 / 公尺	2.8*5	14	
搬運主筋		0.7 / 每根鋼筋	0.7*82	57.4		
儲存作業	搬運主筋	0.3 / 每根鋼筋 * 1公尺	0.3*82*5	123		
	放置主筋	6.6 / 每根鋼筋	6.6*82	541.2		
	綁紮(地面綁紮)	6.6 / 每根鋼筋	6.6*82*2	1082.4		
	其他	以組合作業時間之2%計算	sum*0.02	36.7		
合計			31.2			

備註：(1) 橫距 4 m \* 4 m 版，鋼筋為寬向并3 @ 10 cm。

(2) 此時間計算為鋼筋綁紮方式採用詳述。



表五 版鋼筋地面預組工法(上層筋)組立時間計算

動作	記錄	動作標準時間 (入秒)	
		計算式	4 m * 4 m <sup>(1)</sup> 時間
走動		1.7 / 公尺	17
拿取材料		2.8 / 公尺	14
綁單主筋		0.7 / 每根鋼筋	57.4
綁理主筋		0.3 / 每根鋼筋 * 1公尺	123
設置主筋		6.6 / 每根鋼筋	541.2
綁緊(地面綁緊)		6.6 / 每綁緊器	6091.8
環接時間 <sup>(3)</sup>		7.1 / 每綁緊器	6553.3
其他		以配合作業時間之2%計算	136.888
合計		116.4	124.2 <sup>(2)</sup>
安裝鋼筋鋼掛勾		33.0 / 每對掛勾	66
鋼筋鋼掛勾		31.6 / 公尺	63.2
鋼筋鋼平磅		12.6 / 公尺	63
鋼筋鋼吊放		26.6 / 公尺	53.2
卸除鋼筋鋼掛勾		22.0 / 每對掛勾	44
合計			4.8

備註：(1) 縱距 4 m \* 4 m 版，鋼筋為單向井 3 @ 10 cm。

(2) 此時間計算為鋼筋綁緊方式採用彈接。

動作	記錄	動作標準時間 (入秒)	
		計算式	4 m * 4 m 時間
(吊車操作作手)	鋼筋鋼吊升	7.8 / 每公尺	15.6
	鋼筋鋼平磅	7.3 / 每公尺	36.5
	鋼筋鋼吊放	7.9 / 每公尺	15.8
	回安裝掛鉤位置	83.3 / 每片	83.3
合計			2.52
配合作業	安裝鋼筋鋼掛勾	33.0 / 每對掛勾	66
	卸除鋼筋鋼掛勾	22.0 / 每對掛勾	44
	合計		1.8

表六 採用熔接鋼筋網組立版筋之時間計算

動作	記錄	動作標準時間 (人秒)	0909CC (型號) (下層筋)		0909CC (型號) (上層筋)	
			計算式	時間	計算式	時間
走動		1.70 /公尺	1.7*10	17	1.7*10	17
拿取材料		2.8 /公尺	2.8*5	14	2.8*5	14
搬運鋼筋網		2.5 /每片,1公尺	$2.5*(2*6+2*2)*5$	200	$2.5*3*6*5$	37.5
放置鋼筋網		17.6 /每片	$17.6*(2*6+2*2)$	281.6	$17.6*3*6$	316.8
綁紮 (接接部位綁紮)		6.6 /每綁紮點	$6.6*10*4$	264	$6.6*3*4$	79.2
現場加工裁切		2.4 /每裁切點	$2.4*16*2$	76.8	—	—
其他		以組合作業時間之2%計算	Sum*0.02	17.068	Sum*0.02	9.29
合計				14.5		7.9

備註：(1)採用型號為A0910-2.4m\*0.5m的鍍鋅鋼筋網8片，0909CC-4.4m\*2.4m鋼筋網2片。

表七 版鋼筋傳統工法組立時間計算

動作	記錄	動作標準時間 (人秒)	4 m * 4 m		時間
			計算式	( <sup>0</sup> )	
走動		1.7 / 公尺	1.7*10*2		34
拿取材料		2.8 / 公尺	2.8*5*2		28
握取主筋		0.7 / 每根鋼筋	0.7*82*2		114.8
搬運主筋		0.3 / 每根鋼筋, 1公尺	0.3*(82*2)*2*5		492
放置主筋		6.6 / 每根鋼筋	6.6*82*2*2		2164.8
綁紮 (地面綁紮)		6.6 / 每綁紮點	6.6*(923+82)*2		14348.4
其他		以組合作業時間之 2% 計算	sum*0.02		343.64
合計					292.1

備註：(1) 模擬 4 m \* 4 m 版，鋼筋為雙向井 3 @ 10 cm。

## 附錄五

本節係將有關營建生產力分析之重要參考文獻，作摘要性的評述。

### 1. Drewin, F.J., "Construction Productivity", 1982。

本書主要意旨係利用工作研究方法，作為營建生產力量測工具，並提供實例論述，使理論與實務相結合。文中先介紹工作研究歷史及發展，並就現場評估、五分鐘評估、工人平衡圖、程序分析、曠時攝影、時間研究、預定動作時間標準（PMTS）等方法作有系統之簡介，最後展示如何利用資料去研擬改善工作方法以及以時間研究之基礎，訂定標準工作時間。

### 2. Harold E. McNally, et al., "Labor Productivity In The Construction Industry", 1967。

該報告內容主要探討影響工人生產力因素，本文將影響工人生產力因素分為環境因素、工人因素、工作因素及管理因素，文中建議對成本計算應考量生產力因素，以使估價更為準確。

### 3. H. Randolph Thomas, et al., "Improving Productivity Estimates By Work Sampling", 1967。

本文舉一案例說明應用工作抽樣方法量測生產力，並以統計方法應證其正確性，由成果顯示，工作抽樣方法在長時間的營建作業生產力量測上，為一簡單、快速、正確及便宜的方法。

4.Clarkson H. Oglesby,et al.,Productivity  
Improvement In Construction,1989。

本書對探討營建生產力的內容範圍極廣，其主要內容有  
（1）管理階層應如何提升生產力（2）人為、天候及安全因素對生產力之探討（3）量測生產力方法與分析的應用技術（4）探討改良生產力方法（5）介紹電腦於營建工程上之應用。

# 附錄六

## 表一 一般鋼筋施工與設計相關規範要求

基本項目	規範解說與文獻說明	資料來源
鋼筋細節	有關鋼筋之細節(鋼筋之彎鉤、最小彎曲直徑、搭接及保護層厚度),除合約及本規範之規定外,須按中國土木工程學會「鋼筋混凝土建築設計規範」之規定辦理(5.3.1)。	混凝土工程施工規範及解說(土木402-80),中國土木工程學會,82年11月
鋼筋之續接	<p>續接可分為接觸搭接與非接觸搭接,續接之位置最好避開在應力最大處,續接之位置最好錯開。</p> <p>除非柱聯鋼筋外,大於#11之鋼筋不得搭接。</p> <p>彎曲構材中,非接觸搭接之鋼筋續接,其側向間距不得大於所需搭接長度之1/5或15公分。</p> <p>鋼筋之續接可按规定採用搭接、焊接、續接器或瓦斯壓接。</p> <p>(5.4)</p> <p>應按中國土木工程學會土木401-80(鋼筋混凝土建築設計規範)第5.15.2條之規定辦理。</p> <p>受純構件中鋼筋作不接觸搭接,其側向間距不得大於搭接長度1/5或15公分。(5.4.1)</p>	<p>鋼筋混凝土學及設計,強度設計法,彭添富</p> <p>建築技術規則366條。</p> <p>建築技術規則366條。</p> <p>混凝土工程施工規範及解說(土木402-80),中國土木工程學會,82年11月</p> <p>混凝土工程施工規範及解說(土木402-80),中國土木工程學會,82年11月</p>
鋼筋之彎鉤	<p>180度彎鉤,鋼筋延長至少為其直徑之4倍但不得少於6.5公分</p> <p>90度彎鉤,鋼筋延長至少為其直徑之12倍</p> <p>用鋼筋及插筋錨定時,只須在鋼筋之末端彎成90或135度彎鉤,鋼筋延長至少為其直徑之6倍但不得少於6.5公分</p>	建築技術規則362條。
最小彎曲直徑	<p>鋼筋之最小彎曲直徑係指鋼筋彎曲之內側直徑。</p> <p>#3-#8最小彎曲直徑為6db。</p> <p>#9-#11最小彎曲直徑為8db。</p> <p>#14-#18最小彎曲直徑為10db。</p> <p>肋筋及插筋彎鉤及非標準彎鉤。</p> <p>#3最小彎曲直徑為3.8公分。</p> <p>#4最小彎曲直徑為5公分。</p> <p>#5最小彎曲直徑為5.5公分。</p>	<p>建築技術規則362條。</p> <p>建築技術規則362條。</p>
鋼筋間距	<p>≥2.5公分, ≥db, ≥4/3最大粗骨材粒徑。</p> <p>平行鋼筋,層與層間之淨距不得小於2.5公分。</p>	建築技術規則365條。
鋼筋之束紮	<p>平行鋼筋除#11以上者外,可將兩條以上之鋼筋緊密排列,以插筋捆紮成一體為一單根鋼筋使用。</p>	建築技術規則365條。
	<p>以螺絲或插筋捆紮主筋之壓力構材,主筋間之淨距不得小於鋼筋直徑之1.5倍,亦不得小於3.8公分。</p> <p>鋼筋之相接觸搭接及鄰近續接亦須符合鋼筋淨間距限制之規定。(見366條)</p>	<p>建築技術規則365條。</p> <p>建築技術規則365條。</p>
保護層厚度		建築技術規則374條。
錨筋	<p>剪力筋可用垂直於構材中軸之肋筋或鋼線網,其間距不得超過構材有效深度d之半。</p> <p>錨筋須由壓力外緣延伸至構材有效深度d,其兩端應依第362條及406條之規定錨定。</p>	建築技術規則428條。
錨筋之用途	<p>大部分之梁均須用錨筋,錨筋主要配置於構材之剪應力Vu大於構材混凝土之容許剪應力Vc一半之部分。</p> <p>錨筋主要係用來抵抗剪應力所造成之斜拉應力。</p> <p>另一功能係承受由縱向鋼筋接合作用產生之斜拉力裂縫處之剪應力。</p>	建築技術規則428條。
錨筋設計斷面	通常以距離支承面與有效深度d相等距離之斷面所發生之剪力視為最大剪力。	建築技術規則429條。

表二 柱鋼筋施工與設計相關規範要求

基本項目	規範解說與文獻說明	資料來源
柱頂上層要逐漸縮小	上層柱的斷面縮小時，鋼筋應自底部逐漸向內側彎斜。	鋼筋混凝土建築結構配筋施工時應注意的問題，林芳明，建築徵信291，67年7月。
柱有方向的區別	結構計算時柱部分所承受不同方向應力而作不同配筋。	鋼筋混凝土建築結構配筋施工時應注意的問題，林芳明，建築徵信291，67年7月。
箍筋	<p>固定主筋之位置</p> <p>預防主筋發生側向彎曲破壞</p> <p>有利於柱心內混凝土之效用</p> <p>增加柱所能抵抗之軸力，預防柱發生突然破壞</p> <p>抵抗柱的剪力作用</p>	鋼筋混凝土學及設計，強度設計法，彭海富
	柱的上下兩端箍筋要加密，與梁交接處設置箍筋，且應在梁筋未配置前事先加工鋼綁好。	鋼筋混凝土建築結構配筋施工時應注意的問題，林芳明，建築徵信291，67年7月。
	柱梁交接處之柱箍筋先集中於梁上下層鋼筋之間，待梁筋綁立後，再將該部分之柱箍筋配置於規定之位置並加以綁緊。	營造工程施工規範，台塑，營造世界，73年2月
	柱梁箍筋應依設計圖面之規定設置，若無規定應分別自柱梁交接面開始設置。	營造工程施工規範，台塑，營造世界，73年2月
	柱箍筋間距不得大於柱最小直徑，且主筋直徑16倍或箍筋直徑48倍，耐震動性設計，箍筋間距S最大為10公分	建築技術規則372 建築結構系統及觀念問題詳解，蔡榮邦
	柱梁交接處，兩端四分之一柱高範圍內，柱箍筋間距不得大於十分之一柱最小直徑之1/2。	營造工程施工規範，台塑，營造世界，73年2月
	柱高中央範圍內，柱箍筋間距不得大於柱最小直徑，主筋直徑16倍或箍筋直徑48倍。	
	柱主筋彎曲處應有三根直徑10mm以上之附加筋間距為7.5公分。	
	柱梁交接處，鋼筋錯接遠離，或於柱腳高低差位置，應用半箍筋或差筋所需箍筋根數補充。	營造工程施工規範，台塑，營造世界，73年2月
	兩半箍筋搭接長度為半箍筋直徑之15倍。	
	柱四角主筋應以箍筋圍緊，其餘主筋每隔一樣仍應以箍筋圍緊，並以之作爲箍筋之側支撐，但其夾角不得大於135度，其與相鄰之主筋淨間距不得大於15公分。	建築技術規則372條。
	柱之四側有梁時，箍筋距底鋼筋不得大於7.6公分。	建築技術規則372條。
	閉合之箍筋或肋筋可利用標準箍筋或肋筋之端點彎鉤而繞於主筋形成之，也可利用一個或兩個箍筋或肋筋按第367條第3項續接(1.7Ld)或第406條之鉤鉸形成。	鋼筋混凝土學及設計，強度設計法，彭海富
	柱主筋D32以下(不含D32)使用D10以上之箍筋。	建築技術規則372條。
	柱主筋D32以上使用D13以上之箍筋。	
緊密箍筋之設計	RC柱抗震動性設計時，柱之兩端距梁柱接頭長度L範圍內，(及圖索區)其梁柱接頭應配置緊密箍筋。	建築結構系統及觀念問題詳解，蔡榮邦
柱主筋設置	角隅筋與兩段筋之間距取鋼筋直徑1.5倍或4公分較大值。建物每支柱角隅柱頭部主筋需全部設置彎鉤鉤鉸。	營造工程施工規範，台塑，營造世界，73年2月
	如柱筋之設計應力超過一半降服應力拉力，當用能以達到降服應力之疊接或1.25倍降服應力之焊接。	建築技術規則370條。
柱主筋連接	柱主筋儘可能避免柱腳而算起30公分範圍內搭接或疊接。	營造工程施工規範，台塑，營造世界，73年2月
	搭接長度為40D	
	相鄰兩鋼筋搭接位置應錯開，間距為1.5D且不得小於4公分。	
柱梁交接處	柱主筋彎曲位置於距梁混凝土十分公分之處。	營造工程施工規範，台塑，營造世界，73年2月
對角筋架設與緊箍筋	直徑與箍筋相同，前端彎成45度長度為6D。	營造工程施工規範，台塑，營造世界，73年2月
	每3-5層箍筋加入交叉形之對角筋。	
緊箍架設及緊箍	直徑與箍筋相同，前端彎成45度長度為6D。	營造工程施工規範，台塑，營造世界，73年2月
	緊箍架設之形狀以不好曬混凝土塊漏為原則。	
	間距依設計圖面規定最大不得超過60公分。	
纏繞鋼索	D16以上之鋼筋以18纏繞鋼索，D16以下之鋼筋以20纏繞鋼索，不同直徑纏繞鋼索時鋼筋直徑以小號為準。	營造工程施工規範，台塑，營造世界，73年2月
	梁角隅主筋與箍筋接觸端應以纏繞鋼索。	
	梁非角隅主筋與箍筋接觸處以束圍鋼索法隔斷鋼索纏繞。	
	鋼筋搭接處使用兩根纏繞以束圍鋼索法捆紮最少四處以上。	

表三 牆鋼筋施工與設計相關規範要求

基本項目	規範解說與文獻說明	資料來源
一般規定	RC牆設計及施工必須注意：務必把牆鋼筋適當地錨定於樓版，或錨定於柱、梁及相交之牆上。	建築結構系統及觀念問題詳解，蔡震邦
	牆相交成T型時，其彎角部分一定要加入補強筋固定。	鋼筋混凝土建築結構配筋施工時應注意的問題，林芳明，建築微信291，67年7月
綁紮	如鋼筋間距15公分以下，則隔點結紮且四周邊緣需全部結紮。 如鋼筋間距15公分以上，則全部結紮且四周邊緣需全部結紮。	營造工程施工規範，台塑，營建世界，73年8月
焊接鋼筋網疊接之規定	焊接鋼筋網之疊接長，應為兩邊最外側橫向鋼線重疊一格再加5公分，如重疊處之應力為容許應力一半以內時，最外側橫向鋼線只須重疊5公分以上。焊接鋼線網不得在應力超過容許應力一半之地位疊接。	建築技術規則369條。
牆版用鋼筋網之續接	續接長度為30db。	熔接鋼筋網設計手冊，大中鋼鐵，82年4月。
牆版用鋼筋網之錨定	錨定長度 $\geq 15$ 公分。	熔接鋼筋網設計手冊，大中鋼鐵，82年4月。
間隔器	配置外壁面壁縱筋之間隔墊間距不得超過1公尺。	營造工程施工規範，台塑，營建世界，73年4月
錨定	耐震壁的錨定長度為40d，一般壁的錨定長度為25d。	營造工程施工規範，台塑，營建世界，73年4月



表四 梁鋼筋施工與設計相關規範要求（一）

基本項目	規範解說與文獻說明	資料來源
一般規定	<p>水泥墊塊保持鋼筋適當保護層厚(建築技術規則)</p> <p>梁筋在柱內應配置為直通狀，不得有接頭。</p> <p>梁寬很窄，所需上、下端主筋綁繫不下，只好加入二段筋（或稱中筋筋），即綁成兩層；而此二層主筋的間距，必須在其直徑1.5倍且25mm以上，以免妨礙混凝土澆置。</p>	<p>營造工程施工規範，台塑，營建世界，73年4月</p> <p>土木，建築R.C.，配筋詳圖及解說，蔡震邦、江新煌，文笙書局，82年10月</p>
	<p>混凝土在梁上澆置時，一般在混凝土上面都須加上間隔墊，故保護厚度為30mm。不加上下間隔墊時，室內側的保護厚度40mm，暴露室外者為50mm；普通混凝土40mm，輕質混凝土為50mm。</p>	<p>土木，建築R.C.，配筋詳圖及解說，蔡震邦、江新煌，文笙書局，82年10月</p>
梁箍筋	<p>一般常用梁之箍筋</p> <p>閉合箍筋：135度標準彎鉤(若旁邊有混凝土圍束，另有其他箍筋型式)</p> <p>梁箍筋需設置於需要受壓鋼筋之範圍，並圍繞於受壓鋼筋。</p> <p>箍筋的閉合接頭位置，以配置於應力小的部分為原則。</p> <p>兩端部：閉合位置在下端左右交錯</p> <p>中央部：閉合位置在上端左右交錯</p>	<p>建築結構系統及觀念問題詳解，蔡震邦</p>
	<p>箍筋的分配間隔，有全部配筋或等間隔，及在端部密集地配置，如梁淨距為L，則距兩端<math>L/4</math>的範圍，其間距須較小；距中央<math>L/2</math>的範圍，其間距可較大。</p> <p>配置箍筋位置是從柱主筋至<math>a/2</math>（<math>a</math> = 箍筋間距）的範圍內，且大於50mm以上的位置。</p>	<p>土木，建築R.C.，配筋詳圖及解說，蔡震邦、江新煌，文笙書局，82年10月</p>
筋的錨定	<p>筋端製型要明確</p> <p>加工確實(尾端一定要有135度以上的彎鉤錨定)</p> <p>閉鎖形箍筋</p> <p>U字形箍筋：適用於閉鎖形箍筋不易施工之場合(梁深70公分以上、箍筋間距10公分以下)</p> <p>梁箍筋由端部開始配置，第一根箍筋之位置距柱面12公分，且小於端部箍筋間距之半。</p>	<p>鋼筋混凝土建築結構配筋施工時應注意的問題，林芳明，建築徵信291，67年7月</p> <p>營造工程施工規範，台塑，營建世界，73年4月</p>
閉合箍筋使用時機	<p>初性設計中，梁之圍束區需使用</p> <p>梁承受較高扭力時</p>	<p>建築結構系統及觀念問題詳解，蔡震邦</p>
梁主筋的搭接	<p>梁主筋儘可能不要在中途搭接，不得已時可在應力小的地方搭接(上端筋在中央區，下端筋在兩端區)。</p> <p>搭接的位置不可集中在一處，應在應力小的地方搭接。</p> <p>搭接長度 <math>L = 24D</math></p>	<p>土木，建築R.C.，配筋詳圖及解說，蔡震邦、江新煌，文笙書局，82年10月</p> <p>鋼筋混凝土建築結構配筋施工時應注意的問題，林芳明，建築徵信291，67年7月</p>

表五 梁鋼筋施工與設計相關規範要求 (二)

梁主筋的錨定	<p>梁主筋原則上不能彎曲，但兩端高低差在柱寬的1/10以下時，可彎曲通過，唯在彎曲位置上，一定要配上<math>\geq 13\text{mm}</math>以上的箍筋。</p> <p>梁的中心不同，兩梁中心偏差在柱寬的1/5以下時，可彎曲主筋成直通過，若為1/5以上時，為確保所規定的錨持長度，應把各主筋錨定於柱內。</p> <p>深入柱中水平長度與錨定長度L相較，若小於<math>L/2</math>時，在鋼筋彎曲處混凝土將遭破壞。</p> <p>錨定長度 <math>L \geq 40d</math></p> <p>柱內梁筋來自左右兩方向時，梁鋼筋錨定以搭接較佳。</p> <p>錨定鋼筋一定要越過柱中心線開始錨定。</p> <p>梁主筋在柱上錨定或貫通，其主筋貫通時原則如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 最上層樓：上端筋2根以上在柱內錨定。</li> <li>2. 一般樓層：(1)柱寬<math>\geq 40d</math>：主筋全都通過。 (2)柱寬<math>\leq 40d</math>：主筋數之1/3在柱內錨定。</li> </ol>	<p>土木、建築R、C。配筋詳圖及解說，蔡宏邦、江新煌，文星書局，82年10月</p> <p>鋼筋混凝土建築結構配筋施工時應注意的問題，林岑明，建築徵信291，67年7月</p>
大梁、小梁接合	<p>小梁的配筋，原則上是和大梁的配筋一樣。</p> <p>小梁上端主筋為垂直地向下錨定，下端主筋因梁深不足，一般為向上錨定。</p> <p>小梁的下端主筋，不論是向上或向下，皆無法垂直錨定安裝的情況居多，此時須做傾斜方向錨定。</p>	<p>土木、建築R、C。配筋詳圖及解說，蔡宏邦、江新煌，文星書局，82年10月</p>
鐵絲捆紮	<p>小梁連續錨時，不論是上端筋或下端主筋全配成直通過，僅靠鉤端是錨定於大梁內。</p> <p>大梁筋筋構成小梁主筋錨定障礙時，須在小梁主筋配置之後，再緊置箍筋即可。</p> <p>D16以上之鋼筋以<math>\#18</math>鐵絲捆紮，D16以下之鋼筋以<math>\#20</math>鐵絲捆紮，不同直徑鋼筋捆紮時鋼筋號數以小號為準。</p> <p>梁角隅主筋與箍筋接觸頂端點以鐵絲捆紮。</p> <p>梁非角隅主筋與箍筋接觸頂端處以單圈捆紮法捆紮鐵絲。</p> <p>鋼筋搭接處使用兩根鐵絲以單圈捆紮法捆紮最少四處以上。</p>	<p>土木、建築R、C。配筋詳圖及解說，蔡宏邦、江新煌，文星書局，82年10月</p> <p>營造工程施工規範，台塑、營建世界，73年4月</p>
梁腹筋的架設	<p>寬止筋及腹筋之作用，在於防範主筋因自重而下陷，與箍筋側向彎曲之虞。腹筋一般使用直徑D10之鋼筋。</p> <p>腹筋錨定於柱內之長度須<math>\geq 25</math>倍腹筋直徑長，搭接重疊之長度亦相同。</p>	<p>營造工程施工規範，台塑、營建世界，73年4月</p>
梁寬止筋之配置	<p>梁深為寬之2倍以上時預置腹筋。建築技術規則(第387條)，規定梁腹深度如超過<math>50\text{cm}</math>，須用相當於主筋1/10之縱向鋼筋，分配於梁腹兩側，而繞曲拉力範圍內鋼筋之距離不得大於梁之寬度或<math>30\text{cm}</math>。</p> <p>將腹筋固結於箍筋後，再緊置寬止筋，間距為<math>50\sim 100</math>公分。</p> <p>寬止筋於將腹筋固結於箍筋之後再緊置，緊置間隔為<math>1\text{m}</math>以內或每隔<math>3\sim 4</math>根箍筋間隔。</p> <p>中吊筋可使用寬止筋來固定，可防止其滑落。此配筋間隔，亦以每隔<math>3\sim 4</math>根箍筋，架配1根寬止筋為原則。</p>	<p>土木、建築R、C。配筋詳圖及解說，蔡宏邦、江新煌，文星書局，82年10月</p> <p>營造工程施工規範，台塑、營建世界，73年4月</p>
中吊筋之結實	<p>不可自上方主筋懸吊，需自箍筋懸吊，且捆紮時先固定箍筋再結實中吊筋，中吊筋每隔<math>3\sim 4</math>根箍筋以寬止筋固定。</p> <p>中吊筋的配筋間隔過寬、過高或過窄，皆會失去效力，所以必須加以注意。</p>	<p>營造工程施工規範，台塑、營建世界，73年4月</p>

表六 版鋼筋施工與設計相關規範要求

基本項目	規範解說與文獻說明	資料來源
一般規定	<p>實配臨界断面處，鋼筋之间距不得大於板厚之兩倍。</p> <p>外跨度垂直於不連續邊之正鋼筋，應延伸至板底再以彎鉤或直埋入邊梁、牆或柱中至少十五公分，垂直於不連續邊之負鋼筋必須以彎鉤或彎端鉗定於邊梁、牆或柱中。</p> <p>不論短邊方向或長邊方向，彎鉤鋼筋皆以短邊向長度四分之一位置彎鉤鋼筋。</p> <p>配筋間距限制，短邊方向為200mm，長邊方向為300mm。</p> <p>在短邊方向和長邊方向主筋交叉時，則要配筋成短邊方向主筋在外側（若為端部則在上側，若為中央部分則在下側）。</p>	建築技術規則461條
	<p>搭接部位以在應力小地方搭接為原則。亦即在端部（<math>Lx/4</math>以內），引張力對上端筋強烈引發作用，在中央部引張力對下端筋強烈引發作用，亦即上端筋須在中央部搭接，下端筋須在須在<math>Lx/4</math>以內搭接。</p>	營造工程施工規範，台塑，營造世界，73年4月
	<p>所有垂直於不連續邊之正鋼筋必須延伸至板邊，並以彎鉤或直埋入邊梁、牆或柱中至少15公分。</p> <p>所有垂直於不連續邊之負鋼筋必須之彎折、彎鉤或其他方式鉗定於邊梁、牆或柱中。</p>	土木、建築R.C. 配筋詳圖及解說，蔡震卿、江新隆，文星書局，82年10月
	<p>搭接部位以在應力小地方搭接為原則。亦即在端部（<math>Lx/4</math>以內），引張力對上端筋強烈引發作用，在中央部引張力對下端筋強烈引發作用，亦即上端筋須在中央部搭接，下端筋須在須在<math>Lx/4</math>以內搭接。</p>	土木、建築R.C. 配筋詳圖及解說，蔡震卿、江新隆，文星書局，82年10月
	<p>所有垂直於不連續邊之正鋼筋必須延伸至板邊，並以彎鉤或直埋入邊梁、牆或柱中至少15公分。</p> <p>所有垂直於不連續邊之負鋼筋必須之彎折、彎鉤或其他方式鉗定於邊梁、牆或柱中。</p>	鋼筋混凝土建築設計規範(土木401-80)，中國土木工程學會，80年12月
	<p>按板與柱交接部分，剪除鋼筋與柱鋼筋相重疊部分，然後以長度為60公分等量之鋼筋，插入柱內（30公分）補強之。</p>	鋼筋混凝土建築設計規範(土木401-80)，中國土木工程學會，80年12月
綁紮	<p>知鋼筋間距15公分以下，則隔點結紮且四周邊線需全部結紮。</p> <p>知鋼筋間距15公分以上，則全部結紮且四周邊線需全部結紮。</p> <p>主筋搭接處需用二根鐵線以單圈捆紮法捆紮鐵線四處以上。</p>	營造工程施工規範，台塑，營造世界，73年4月
間隔器	<p>按板與柱交接部分，剪除鋼筋與柱鋼筋相重疊部分，然後以長度為60公分等量之鋼筋，插入柱內（30公分）補強之。</p> <p>水泥墊塊及鐵馬椅隔整間距不得超過0.8公尺。</p>	營造工程施工規範，台塑，營造世界，73年4月
受拉悍接麻面鋼線網之伸展	<p>悍接麻面鋼線網由臨界断面至線端之伸展長度<math>ld</math>不得小於20公分。</p>	鋼筋混凝土建築設計規範(土木401-80)，中國土木工程學會，80年12月
悍接鋼筋網疊接之規定	<p>悍接鋼筋網之疊接長，應為兩邊最外側橫向鋼線重疊一棒再加5公分，如重疊處之應力為容許應力一半以內時，最外側橫向鋼線只須重疊5公分以上。悍接鋼線網不得在應力超過容許應力一半之地位疊接。</p>	建築技術規則369條。
受拉悍接麻面鋼線網之悍接	<p>悍接麻面鋼線網悍接時，鋼線網外線間之悍接長度不得少於1.3<math>ld</math>或20公分；其最外側橫向鋼線間之悍接長度不得少於5公分。</p>	鋼筋混凝土建築設計規範(土木401-80)，中國土木工程學會，80年12月