

FABULOUS

04

107 NOV

忠明營造工程股份有限公司 技術專刊

FABULOUS CONSTRUCTION INTERNATIONAL



休憩飯店

創見新穎的住宿空間，提供舒適的住宿環境，並提供多種休閒娛樂設施。



創意空間

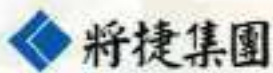
提供多種用途的空間，如展覽、會議、表演等，並提供多種設施，如音響、燈光、舞台等。



文化教育

提供多種文化、教育、藝術等活動，並提供多種設施，如圖書、文具、樂器等。

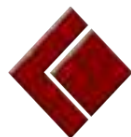
SPACE
PROJECT



將捷集團

滬尾藝文休閒園區

走入自然，擁抱滬尾慢活時光



堅持為您打造與自然共生的環境。

忠明營造工程股份有限公司

台北市松江路 126 號 15F

TEL 02-2536-2666/FAX 02-2536-1705



淡水海關



滬尾砲臺



雄模堂大書院



台北綠帶



走吧！LIFE AND LIVING
CULTURAL PARK

陪我去淡水河邊
拾一片好風景

淡水，有個溫潤而多情的名字，滬尾。

擁有美麗的淡水河岸。

坐落於淡水老街與漁人碼頭休閒地帶的

滬尾藝文休閒園區。

兼顧生態、休閒與創意，交匯淡水

四百多年來的文化歷史與現代生活。



淡水紅毛城



淡水忠烈祠



滬尾馬車路



英國領事館

Contents 目錄

FABULOUS 2018 技術專刊

1 總編輯的話

2

土建篇

- 03 鋼筋提昇品質施作工法研究專篇
- 12 美華案柱箍筋結構及牆定位筋結構施工現況介紹
- 16 柱箍筋結構各專案施作前規劃報告
- 19 牆定位筋結構前期規劃流程
- 23 牆版開口補強新工法施工介紹
- 31 專利工法施工分享-以 solo 為例
- 37 建築用耐震鋼材國家標準修訂內容及應用
- 46 SCC 及高抗滲混凝土簡介
- 51 防水材料應用
- 54 滬尾專案基礎工程施工實務
- 69 模板及放樣工程概述
- 78 淺談營造企業導入建築資訊模型 BIM
- 85 窗扇漏水檢查程序
- 88 保護措施及粉塵管理
- 95 圖解灌漿牆常見工法及與創新工法之比較

100

機電篇

- 101 智慧建築節能永續
- 103 建立防火阻絕貫穿填縫材料用量比例之計算流程

114

勞安篇

- 115 夏日熱危害防治作業
- 121 防颱作業
- 129 從事接線作業使用合梯發生墜落職業災害

- 133 從事油桶吊掛作業發生物體飛落致死災害
- 136 從事防火漆噴覆作業發生墜落致傷災害
- 139 從事施工架護欄設置作業發生墜落致傷災害
- 145 從事屋頂清潔作業發生墜落、滾落職災案
- 149 雨遮板拆除作業墜落、滾落職災案
- 153 施作人員於施工架未使用上下設備發生墜落、滾落職災案
- 156 鋼承板鋪設作業未設置安全網發生墜落、滾落職災案
- 160 於未設置扶手樓梯旁從事泥作工程致發生墜落
- 166 於道路作業未設置警示措施致發生被撞職災
- 169 因攀爬安全支撐型鋼未使用上下設備致發生墜落、滾落職災

174

企業管理篇

- 175 營建業法令漫談
- 179 企業風險管理

186

專業技師篇

- 187 於困難地層中之大面積開挖設計與施工實例
- 199 都市更新案遭遇高透水性地層之連續壁規劃與施工例
- 210 價值工程在鋼筋混凝土結構設計中的應用
- 217 鋼骨鋼筋混凝土(SRC)規劃設計及施工要點

發行人：林長勳

發行單位：忠明營造工程股份有限公司

地址：台北市松江路 126 號 15F

電話：(02)2536-2666

網址：[//www.fabulousgroup.com.tw](http://www.fabulousgroup.com.tw)

總編輯：周昭發

副總編輯：楊陳燕

校稿排版：洪宜正

編輯委員：陶秀蓮、羅宜坪、張瑋栢、陳建華、陳振隆、洪宜正、許俊傑、鄒靖、楊禮圖、王志偉、宮肇猷、

呂仲恆、詹承勳

出版日期：中華民國 107 年 11 月

總編輯的話

忠明營造 董事長/總經理 周昭發

營造業屬於專業、複雜又瑣碎/尤其建築工程/的行業，其工程管理的重要項目不外乎四大項目，即品質、進度、成本、及安全，但在企業體的層面考量，人才實為公司最重要的資源。而個人的經歷與學習過程難免所有差異，所以建立觀念、共識與責任，才能使團隊發揮最大戰力，達成目標。

忠明近年來一再成長、蛻變，也讓我們正式邁向品質年第二階段高峰期～成為高品質、高口碑的公司，而未來更要創造出同業間不可取代的領先指標，因此全面品質保證之推動是一種以品質為先的忠明文化，藉由人員的意識、觀念、習慣及行動等面向做起，運用適當的改善手法，

持續性的改善、提昇忠明產品的品質，進而使顧客有高度的滿意度。同時，透過持續改善活動，使忠明的品質文化影響共同奮鬥的夥伴們，建立共同的價值觀與行為，提昇品質與績效，進而習慣於遵從品質管理的指示與制度、流程，進化到品質是「習慣」出來的境界。

從『經驗』→『檢討』→『傳承』→『力行』→『習慣』的轉換中，以避免重覆性的錯誤。因此技術專刊為工程經驗、知識、技術等提供了交流的平台，箇中窺視、學習、轉化為自身工程品質與技術學能的深度與廣度，並為未來競合的建築營造市場謀取一席之地。



土建篇

鋼筋提昇品質施作工法研究專篇

技術部 楊陳燕

前言

將捷集團為提高建築結構安全及施工品質，致力於各種模組化施工，首先研發鋼筋施工系統化取代傳統鋼筋綁紮的工法，以提升結構安全並確保施作品質之系統工法，本工法有著系統規則化、防呆機制、施工標準化、錯誤率降低、安全性提升以及管理成本降低等的優勢。

柱箍筋結構

- 結構柱之箍筋組立，箍筋係採用一筆式系統，即按一般傳統柱的圍束配置，卻是採用一筆彎折方式完成。一筆式箍筋之定型、綁紮、固定及安裝順序，係針對結構柱之應用做說明。
- 一筆式箍筋的組成，就包含兩個 135° 彎勾及繫筋等。相較於傳統式箍筋的組成就相形簡單多了。圖 1 為傳統式圍束箍筋與圖 2 一筆式圍束箍筋的比較。

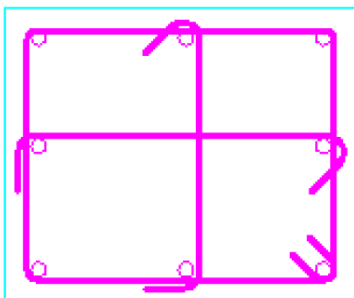


圖 1.傳統式圍束箍筋

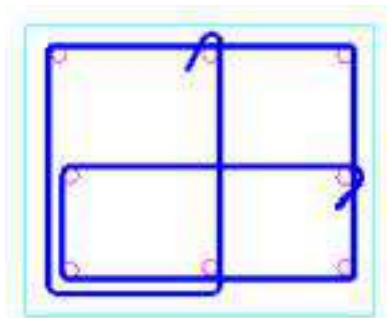
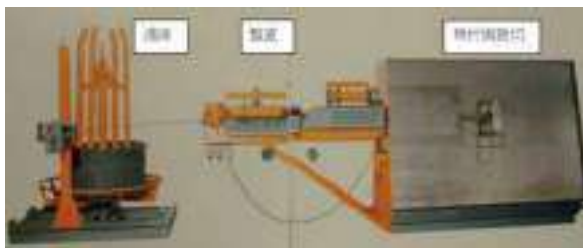


圖 2.一筆式圍束箍筋

- 一筆式箍筋使用之鋼材
一筆式箍筋所使用之鋼材，可以是直線鋼筋、盤元鋼筋及盤元鋼線。
- 一筆式箍筋的產製
一筆式箍筋，由於造形獨特，無法使用簡易的彎折設備仰賴人力的方式做到；反之必須藉助於自動化之彎折設備才能夠確保生產的品質與效率。這樣的設備，必須具備四種基本功能：進線、整直、彎折及裁切。
 - 進線：無論是直線或盤元鋼材，必須透過此功能，準確且有效地將鋼材送進彎折設備裏面來。盤元鋼材就需要一個盤元架，而直線鋼材需要一個具有滾輪輸送功能的送料架。
 - 整直：所有鋼材在進行彎折前，皆必須先行整直。而整直必須包括兩方向整直（垂直及水平）。
 - 彎折：透過彎折頭及固定軸心之間的相對作用，以及程式化參數控制面板，可以將整直後的鋼材進行任意形狀的彎折動作。
 - 裁切：彎折完成的產品，藉由裁切機截切後成形。

- 產製設備



- 一筆式箍筋的校正

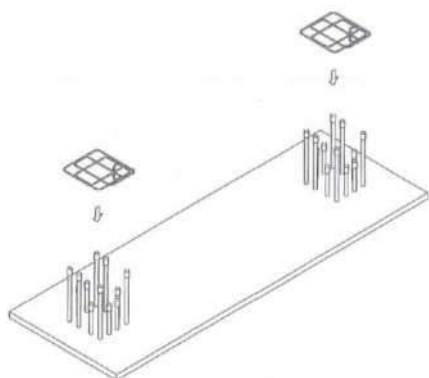
通常一筆箍經由彎折機彎折後，往往呈現出些微的不平整狀態（或扭轉），主要係彎折過程中，鋼材具有慣性使然，而這種設備也無適當的輔助器材，得於彎折過程中確保鋼材不致變形。此時，較正確的做法，是待彎折完成後，送到自製的校正台上，透過治具的方式，讓一筆箍上每一彎折位置都很準確。

- 柱主筋先行，應注意事項如下：

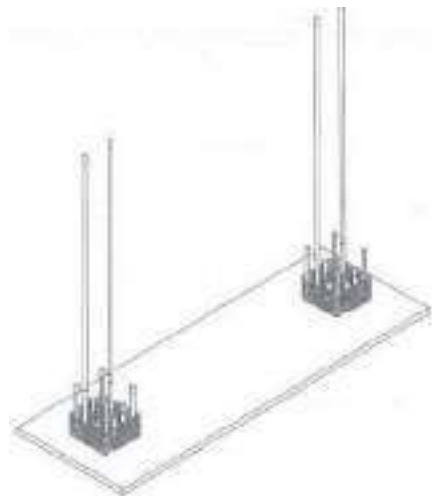
- ✚ 先行檢視事先預留柱主筋是否定位完整。
- ✚ 上端續接器是否具在。
- ✚ 有無遭受污染。
- ✚ 主筋是否有彎斜情形等不良狀況。

以上所有不良狀況都必須立即排除。排除方法請按照鋼筋工程相關規定處理。唯獨此處要強調的是，**主筋垂直度**必須要控制好，以維持後續套入一筆式箍筋的順暢。

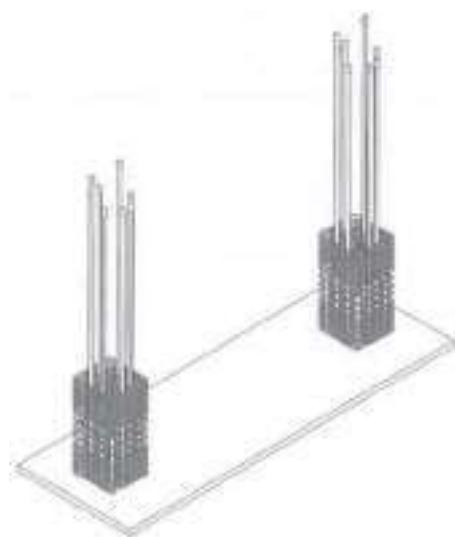
- ✚ 順次將全部一筆式箍筋套入主筋內。



步驟一：取來續接用之柱主筋，並逐根與樓版面事先預留好的主筋段確認續接完成。



步驟二：順次將一筆式箍筋由柱子的底部往上拉抬，並滿足設計所要求的間距，再將一筆式箍筋與主筋固定牢靠。



步驟三：綁紮完成，後續模板封模。



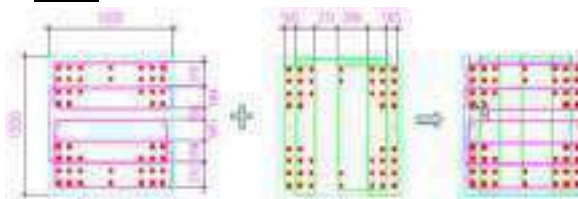
● 箍筋施工困難之解決方式

✚ 一筆式箍筋無法套入柱主筋：柱主筋先行，若遇到一筆式箍筋擺放不下去時，主要皆因公差太精密所造成的；此時，可以將角落的四支柱主筋先行移除（或者，當從事主筋續接的步驟時，暫時不續接柱子 4 個角落的主筋）。

✚ 一筆式箍筋無法往上移行：這主要是製作一筆式箍筋時的精密度太高所致。通常可以將一筆式箍筋的尺寸略微放寬 1~2cm，就可以輕鬆套入及往上移行。

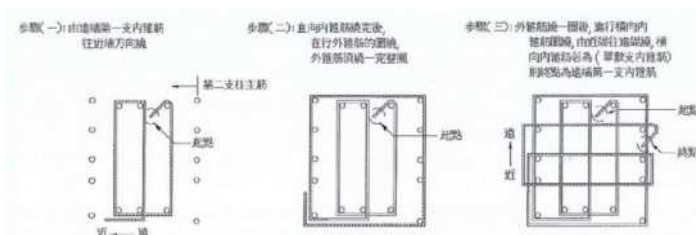
● 柱一筆箍之限制及繞法

✚ 柱子尺寸太大(柱寬超過 140cm)，箍筋繞折次數超過 25 點，此時可採用所謂的「二筆箍筋」，即二片一筆式箍筋合併成一組。

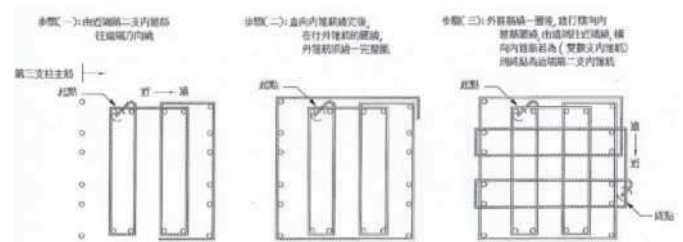


✚ 一筆式箍筋的繞法，原則為：順時針方向，先繞完 Y 向再繞行 X 向；而重疊層數不超過 3 層。但由於內箍筋的支數會因奇數、偶數而繞法有所不同，說明如下：

◆ 單數內箍筋



◆ 雙數內箍筋



■ 一筆式箍筋的規範適用性

✚ ACI 318-02 Chapter 7.10.5.4 Commentary 提及「連續鋼筋或鋼線的間距及截面積必須等同於非連續箍筋的間距及截面積。同時端點必須符合標準彎勾的規定或者額外多繞相同型式的箍筋一圈。」

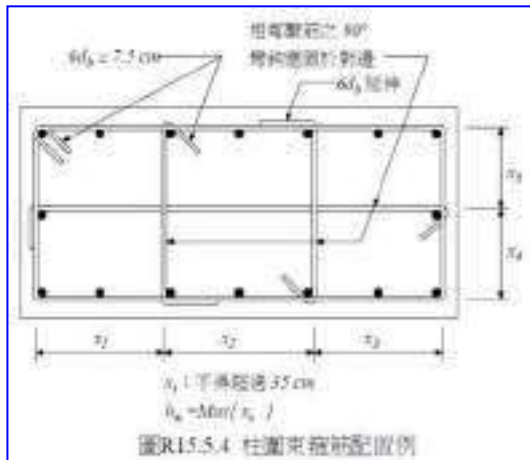
✚ ACI 318-02 Chapter 11.5.2 「剪力筋的設計降伏強度不得超過 4200kg/cm^2 (60,000psi)，而銲接鋼線網則不得超過 5600kg/cm^2 (80,000psi)。」

✚ ACI 318-02 Chapter 21.1 Definition 「閉合箍筋：閉合箍筋為一閉合橫箍或為連續繞箍。閉合橫箍可由數個鋼筋組件構成，但各組件之兩端均須為耐震彎勾。連續繞箍之兩端均須為耐震彎勾。」

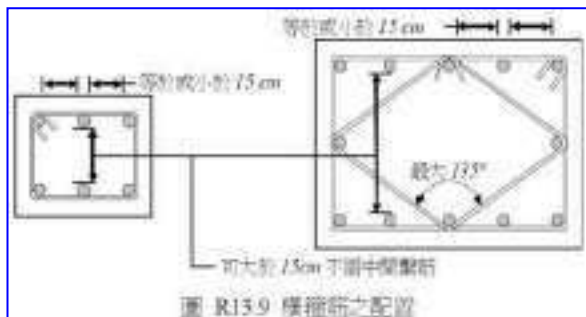
■ 提醒事宜：

✚ 依據內政部營建署訂定之「結構混凝土設計規範」13.5 節 鋼筋間距之限制之規定，13.5.3 節受壓構材之主筋間淨距不得小於 $1.5d_b$ ，或粗粒料標稱最大粒徑之 1.33 倍，亦不得小於 4 cm。

- 15.5.4.3 節 在構材橫斷面上，繫筋或閉合箍筋相鄰各肢之中心距 h_x 不得超過 35 cm。



- 13.9.5.3 節 橫箍筋之配置須使在各柱角處之主鋼筋及每隔一根主鋼筋均有轉角之橫箍作橫向支承；該內轉角不得大於 135° ；主鋼筋無橫向支承者至有橫向支承者之淨距不得大於 15 cm。



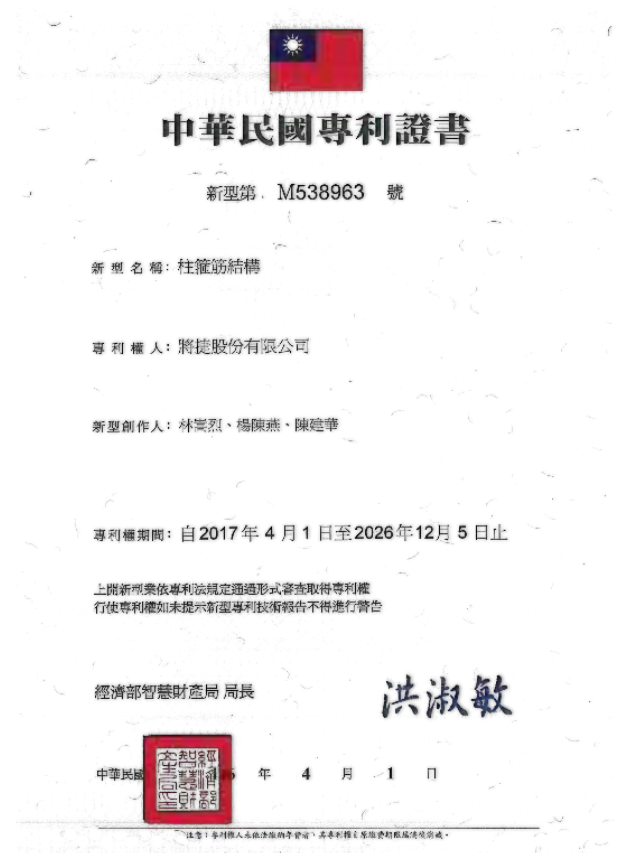
- 傳統/一筆箍之比較

- 一般柱箍筋施工時是外箍筋先套後再一支一支內繫筋鉤進柱內，施工時常見缺失是鋼筋工人為容易施工將內繫筋做的太長導致內繫筋彎鉤與柱主筋間隙過大，無法有效鉤住柱主筋提供良好束制行為，並且完成箍筋綁紮後柱鋼筋整體勁度不高。施工時對柱主筋配置位置之要求不高，一般柱箍筋對提升柱耐震能力也僅達最低需求而

已，若施工品質不佳甚至連最低要求都難以達到。

- 一筆箍因一體成形施工時一次完成，完成後整體柱筋勁度高。施工時對柱主筋配置位置之要求須非常精準否則會無法套入一筆箍，所以完成後之柱配筋相較一般柱箍筋整齊美觀，更重要的是因一筆箍是由一整條鋼筋彎折形成幾個完整閉合箍筋，也因為箍筋與柱主筋位置精準密合對柱主筋提供最佳的束制行為，而且一筆箍具有一般箍筋二倍強度其提升柱耐震強度有絕佳效果。

● 柱箍筋結構專利

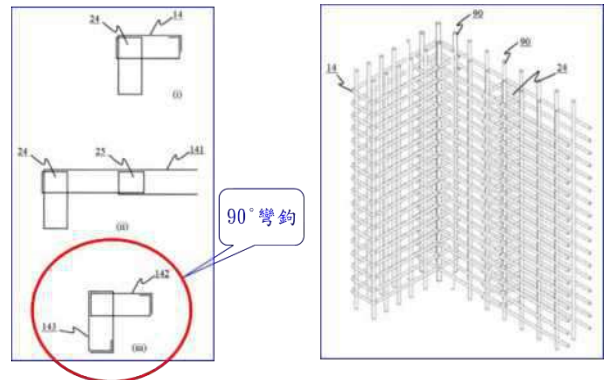


牆定位筋結構

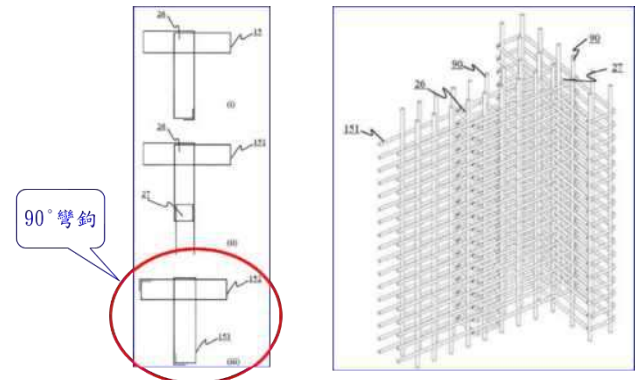
- 牆固定箍研發原由：
 - 現場施作容易遺漏 L、T 型轉角之補強鋼筋。
 - 現場施做牆端部容易忽略端部收頭之完整性。
 - 牆筋接合處 90 度彎鉤之入牆深度不足及搭接長度不足。
 - 加強其牆交接處及轉角、端部之束縛力以防止裂縫、角落崩塌之結構行為，並有利於爾後門、窗之固定。
 - 除用一個及二個固定箍交互應用及 135°耐震彎鉤的想法是避免有牽涉專利權的顧慮。
 - 做好牆的施工有利於耐震能力的提升。



牆端部鋼筋容易忽略，尚須植入補鋼筋

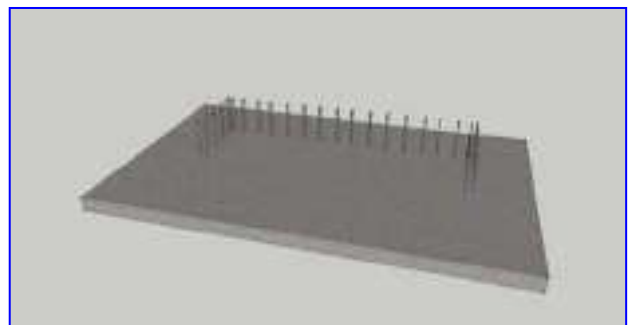


遺漏 L 型轉角補強鋼筋

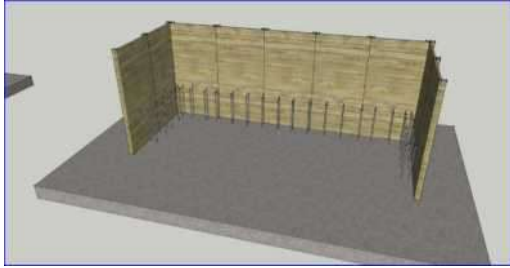


遺漏 T 型轉角補強鋼筋

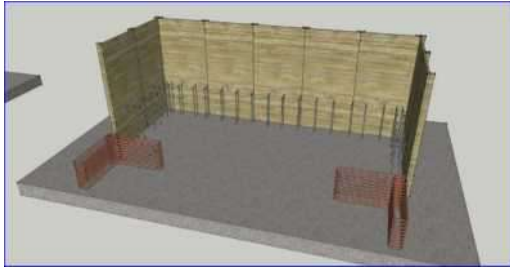
- L 型牆面牆筋固定箍施工順序
 - 預留筋調整、定位及補強筋之植筋。



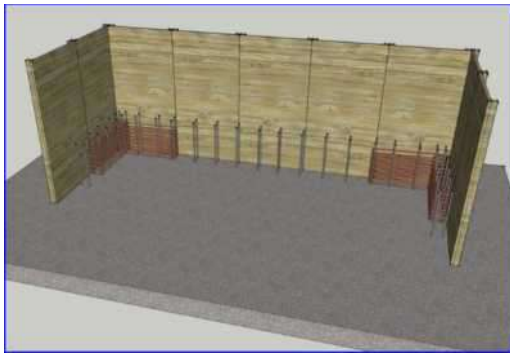
單側模板組立



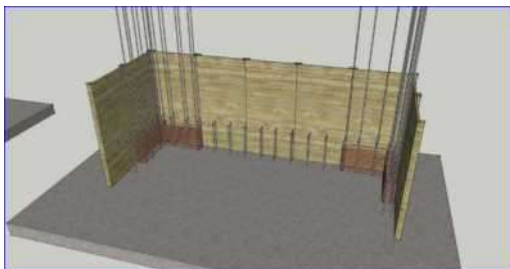
備妥 L 型固定箍(兩個固定箍)



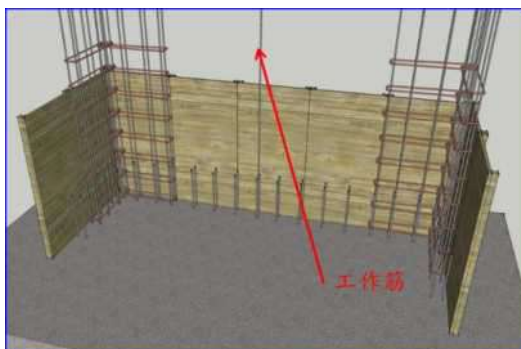
牆筋固定箍放入(依樓高、鋼筋間距計算數量後放入)



L 型部分牆垂直鋼筋綁紮



牆垂直工作筋綁紮



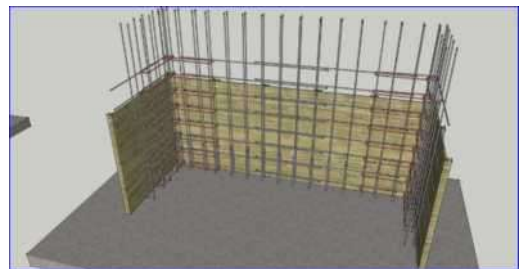
牆外側水平鋼筋綁紮



牆外側垂直鋼筋綁紮



牆內側垂直鋼筋綁紮

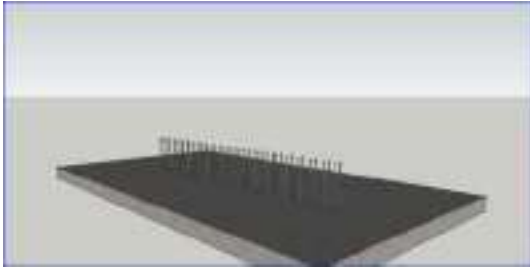


牆內側水平鋼筋綁紮



● 端部牆面牆筋固定箍施工順序

預留筋調整、定位及補強筋植筋



單側模板組立



備妥端部牆面固定箍



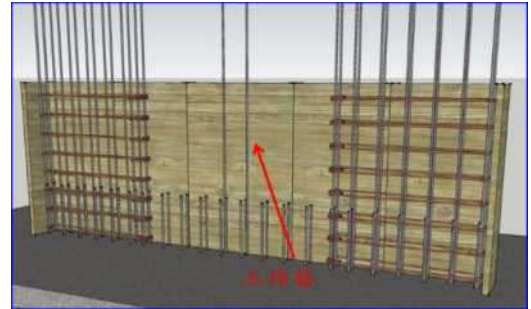
牆筋固定箍放入(依樓高、鋼筋間距計算數量後放入)



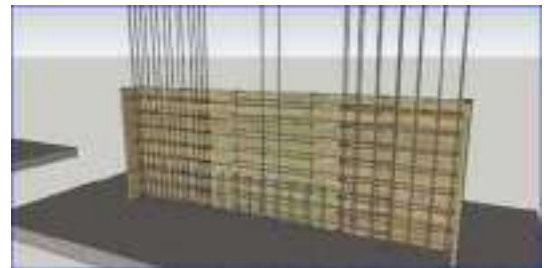
牆垂直鋼筋綁紮



端部固定箍向上調整間距並固定，垂直工作筋施作



外側水平鋼筋依結構圖間距及搭接長度進行綁紮及固定



外側垂直鋼筋依結構圖間距及搭接長度進行綁紮及固定

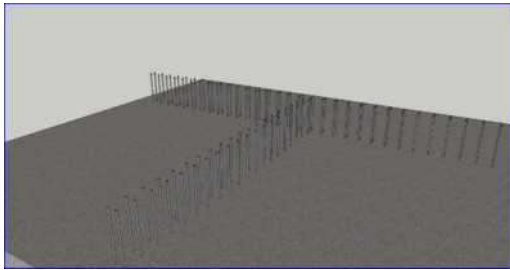


內側垂直、水平鋼筋依結構圖間距及搭接長度進行綁紮及固定



● T 型牆面牆筋固定箍施工順序

預留筋調整、定位及補強筋植筋



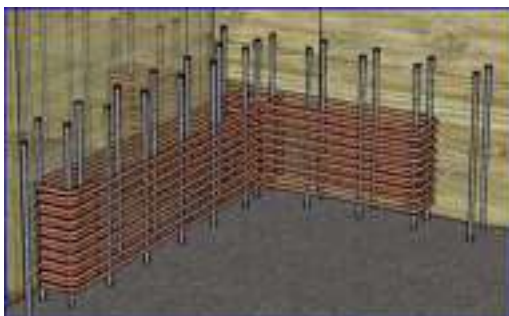
單側模板組立



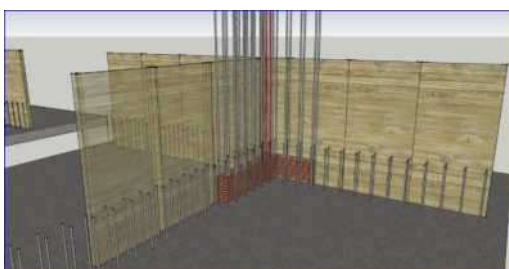
備妥 T 型固定箍(兩個或單個固定箍)



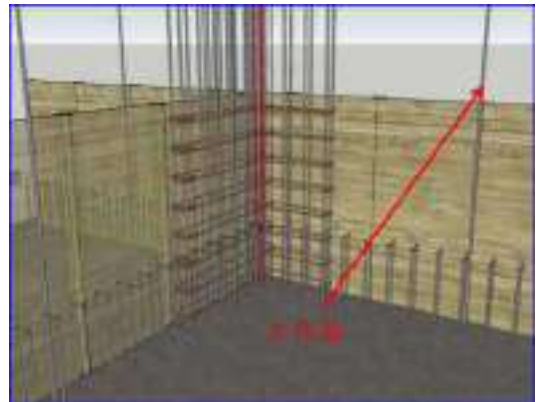
牆筋固定箍放入，依樓高、鋼筋間距計算數量後放入



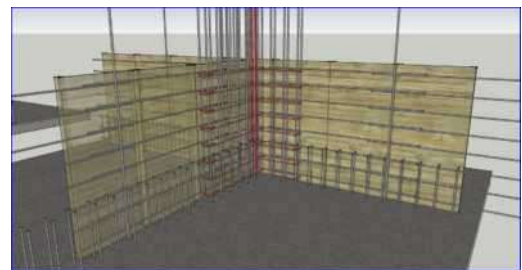
T 型部分牆垂直鋼筋綁紮



兩個閉合固定箍向上調整間距固定，並放置工作筋



外側水平鋼筋依結構圖間距及搭接長度進行綁紮及固定



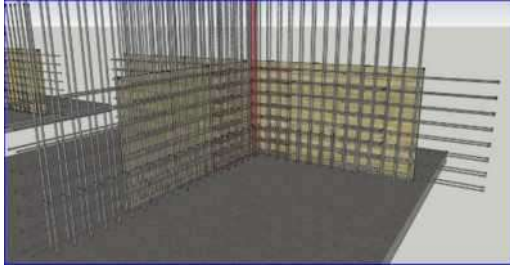
外側垂直鋼筋依結構圖間距及搭接長度進行綁紮及固定



內側垂直鋼筋依結構圖間距及搭接長度進行綁紮及固定



- 內側水平鋼筋依結構圖間距及搭接長度進行綁紮及固定



- 所使用之盤元鋼線乃是依據下列兩項規範：

- 銲接鋼線網(CNS 6919)
 - 低碳鋼線(CNS 1468)

- 牆定位筋結構專利



結論

- 一柱筋一筆箍之製作，採用盤元鋼線依據 CNS 1468 低碳鋼線(Low carbon steel wires)規定之鋼材。

- 牆固定箍採用鋼筋混凝土用鋼筋依 CNS 560 中建議鋼筋之種類及其機械性質、化學性質規定之鋼筋。
- 因考慮地下室受安全措施支撐拆除之限制，一律從 1 樓版開始施作。
- 柱一筆箍施作時，於 B1FL 施作完成後，柱筋之調整需特別注意，一樓之柱一筆箍應先行進場作為柱筋調整定位之樣板箍。
- 美華案、SOLO 案、Lamer 案 1F 版以上均施作柱筋一筆箍。
- 美華案、SOLO 案、Lamer 案 1F 牆採用固定箍施作。

美華案柱箍筋結構及牆定位筋結構施工現況介紹

技術部 楊陳燕/工程部 陳建華

前言

美華案為將捷集團第四代產品之先鋒，是將建築工程從傳統施作方式蛻變為系統化施工管理方式之先驅，美華案躬逢其盛是本集團模組化施工之先行部隊，以下以美華說明柱箍筋結構及牆定位筋現場施工現況介紹。

柱箍筋結構

- 施工架搭設作業



- 柱箍筋結構放置作業



施作柱箍筋結構套放完成後，高度約



90-100 公分，高過短續接頭，增加續接施工困難，原本僅需一~二人施作，導致續接作業需增加至三~四個人施作



- 柱箍筋結構完成狀況



牆定位箍筋結構

- 樓梯牆定位箍筋施作

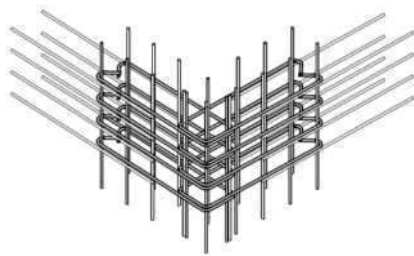
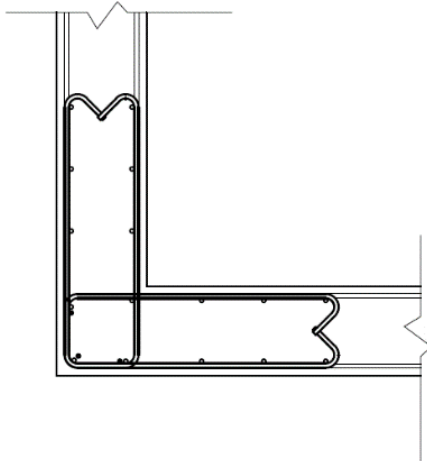


- 牆轉角定位箍筋施作(需預先放置)

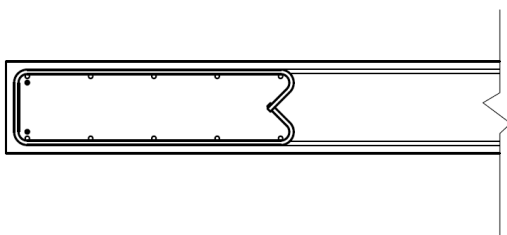
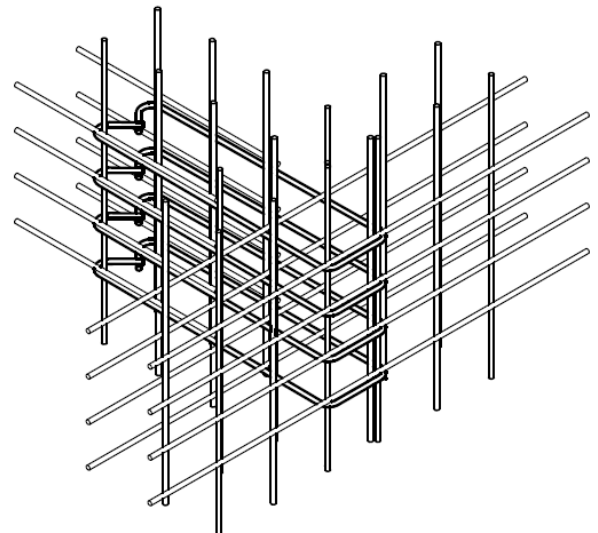
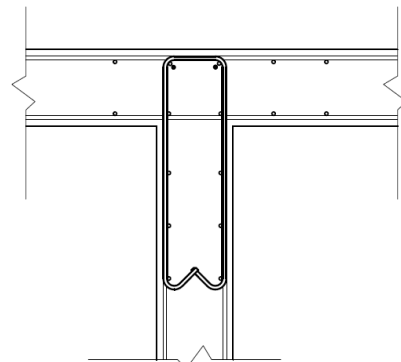




- T型牆定位箍筋施作



- 牆轉角及端部收頭



結語

營造工程是傳統產業，而經營最不易掌控的項目之一就是品質管理，其中原因相當多，包括為施工模式大多為非標準化作業、工程項目繁雜、施工介面多整合不易、材料及相關工法變化繁多、人工施工項目多以及工人技術不均...等等，基此，利用系統化作業，降低錯誤率發生，是本集團對於工程品質之堅持。

柱箍筋結構各專案施作前規劃報告

技術部 楊陳燕

前言

營造業有著傳統產業之包袱，『傳統』那兩個字，難免聯想到，那個是個過時的，落伍的以及守舊的，所以採用鋼筋模組化施工之前期規劃將是十分重要的，須從規劃、設計建築、建築師、結構技師等，透過無數次的會議將理念想法完全溝通，併利用目前將執行建案納入施工規劃及實際施工操作執行之案例，於施工過程所遭遇相關問題並研討解決方案，以驗證鋼筋模組化施工之可行性。

柱箍筋結構之使用

● 美華案

柱數量統計

樓層	說明	樓層	說明
1F	10 根柱	6F	9 根柱
2F	9 根柱	7~12F	9 根柱
3F	9 根柱	13F	9 根柱
4F	9 根柱	RF-P2	5根柱+5根 樑上柱
5F	9 根柱	P3	2根柱+2根 樑上柱

共計 134 根柱(含樑上柱 12 根)

柱尺寸大小及各樓層尺寸變化

柱編號	柱數	樓層 / 尺寸	樓層 / 尺寸	樓層 / 尺寸	樓層 / 尺寸	備註
C1	1	1F~2F 800x800	3F~13F 800x800			
C1a	1	1F 1000x1100	2F~13F 1000x777.1			
C2	2	1F 800x800	2F~13F 800x800	RF-P2 800x800		
C3	1	1F 700x1000	2F~13F 700x1100	RF-P2 700x1100	P3 700x1100	
C4	1	1F 1100x800	2F~13F 1100x800	RF-P2 1100x800	P3 1100x800	
C5a	1	1F 800x800	2F~13F 800x800			
C5b	1	3F 800x800	2F~13F 800x800			
C5c	1	1F 800x800	2F~13F 800x800			
CT	1			RF-P2 700x800	P3 700x800	樑上柱
CE	1			RF-P2 800x800	P3 700x800	樑上柱
CEa	1			RF-P2 800x800		樑上柱

柱箍筋結構類型之統計

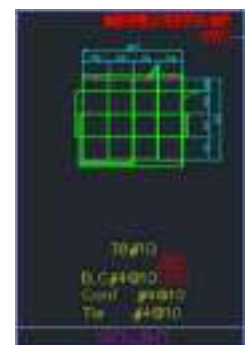
樓層別	類型(TYPE)	樓層別	類型(TYPE)
1F	6	6F	4
2F	5	7F~12F	0
3F	4	13F	0
4F	6	RF-P2	3
5F	4	P3	0

共計 32 種類型(TYPE)

柱箍筋結構繪製-C1 柱 1F



原設計圖



柱箍筋結構製作圖

柱箍筋結構繪製-C2 柱 1F



原設計圖



柱箍筋結構製作圖

● SOLO 案

柱數量統計

樓層	說明	樓層	說明
1F (及1F夾層)	14 根柱 +6根樑上柱	7F	12 根柱
2F	12 根柱	8F	12 根柱
3F	12 根柱	10F~12F	12根柱
4F	12 根柱	13F	12根柱
5F	12 根柱	P1F~P3F	10根柱(扣除2根 C1柱為 斜柱)+15根樑上柱
6F	12 根柱		

共計 239 根柱(含樑上柱 51 根)

柱尺寸大小及各樓層尺寸變化

柱編號	支數	1F	2~13F	R1F~R3F	備註
C1	3	120*90	100*60	60*60 (斜柱)	
C2	1	70*120	70*110	60*90	
C2a	1	70*120	70*110	60*90	
C3	1	90*125	90*90	60*90	
C4	1	70*120	70*110	60*90	
C5	1	80*110	70*110	60*90	
C6	1	105*105	90*90	60*90	
C7	1	90*125	90*90	90*40	
C8	1	105*105	90*90	90*40	
C9	1	90*125	90*90	60*90	

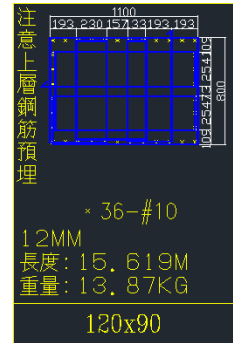
柱編號	支數	1F	2~13F	R1F~R3F	備註
C10	1	90*125	90*90	60*90	
C11	1	90*90	-	-	樑上柱
C12	1	90*90	-	-	樑上柱
C21	3	60*100	-	-	樑上柱
PC1	2	70*70	-	-	樑上柱
PC1a	1	70*70	-	-	樑上柱
PC2	4	-	-	35*60	樑上柱
PC3	8	-	-	60*35	樑上柱
PC4	3	-	-	35*45	樑上柱

柱箍筋結構類型之統計

樓層別	類型(TYPE)	樓層別	類型(TYPE)
1F	13	7F	5
2F	3	8F	1
3F	0	9F	0
4F	1	10F~12F	1
5F	1	13F	1
6F	2	R1F~R3F	7

共計 35 種類型(TYPE)

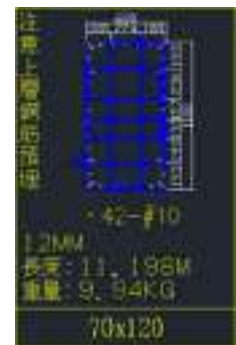
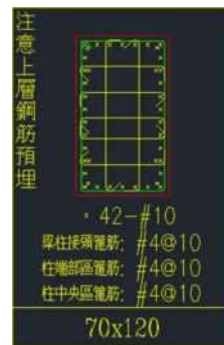
柱箍筋結構繪製-C1 柱 1F



原設計圖

柱箍筋結構製作圖

柱箍筋結構繪製-C2 柱 1F



原設計圖

柱箍筋結構製作圖

● LAMER 案

柱數量統計

樓層	說明	樓層	說明
1F	37 根柱	7F	37 根柱
2F	37 根柱	8F	17 根柱
3F	37 根柱	9F	17 根柱
4F	37 根柱	10F	17 根柱
5F	37 根柱	R1F	8 根柱
6F	37 根柱	R2F	6 根柱

共計 324 根柱

柱尺寸大小及各樓層尺寸變化

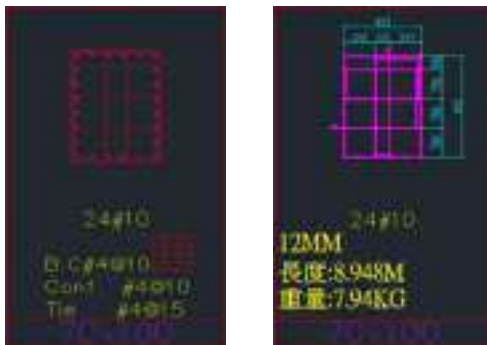
柱編號	1F~4F 柱尺寸	5F~6F 柱尺寸	7F~8F 柱尺寸	9F~10F 柱尺寸	11F~12F 柱尺寸	13F 柱尺寸	R1F~R2F 柱尺寸	R3F 柱尺寸	樑上柱 柱尺寸
C1	120*90	100*60	60*60	60*60	60*60	60*60	60*60	60*60	60*60
C2	70*120	70*110	60*90	60*90	60*90	60*90	60*90	60*90	60*90
C3	90*125	90*90	60*90	60*90	60*90	60*90	60*90	60*90	60*90
C4	70*120	70*110	60*90	60*90	60*90	60*90	60*90	60*90	60*90
C5	80*110	70*110	60*90	60*90	60*90	60*90	60*90	60*90	60*90
C6	105*105	90*90	60*90	60*90	60*90	60*90	60*90	60*90	60*90
C7	90*125	90*90	90*40	90*40	90*40	90*40	90*40	90*40	90*40
C8	105*105	90*90	90*40	90*40	90*40	90*40	90*40	90*40	90*40
C9	90*125	90*90	60*90	60*90	60*90	60*90	60*90	60*90	60*90
C10	90*125	90*90	60*90	60*90	60*90	60*90	60*90	60*90	60*90
C11	90*90	-	-	-	-	-	-	-	樑上柱
C12	90*90	-	-	-	-	-	-	-	樑上柱
C21	60*100	-	-	-	-	-	-	-	樑上柱
PC1	70*70	-	-	-	-	-	-	-	樑上柱
PC1a	70*70	-	-	-	-	-	-	-	樑上柱
PC2	-	-	35*60	35*60	35*60	35*60	35*60	35*60	樑上柱
PC3	-	-	60*35	60*35	60*35	60*35	60*35	60*35	樑上柱
PC4	-	-	35*45	35*45	35*45	35*45	35*45	35*45	樑上柱

柱箍筋結構類型之統計

樓層別	類型(TYPE)	樓層別	類型(TYPE)
1F	17	7F	0
2F	6	8F	4
3F	2	9F	0
4F	0	10F	2
5F	1	11F	2
6F	1	12F	0

共計 35 種類型(TYPE)

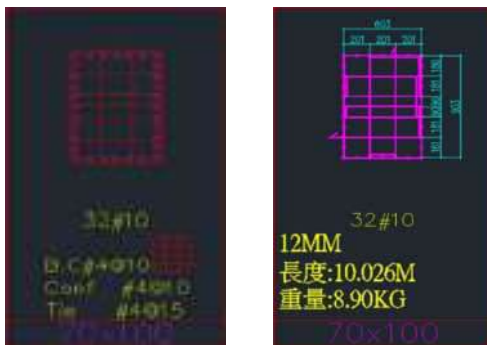
柱箍筋結構繪製--C3 柱 1F



原設計圖

柱箍筋結構製作圖

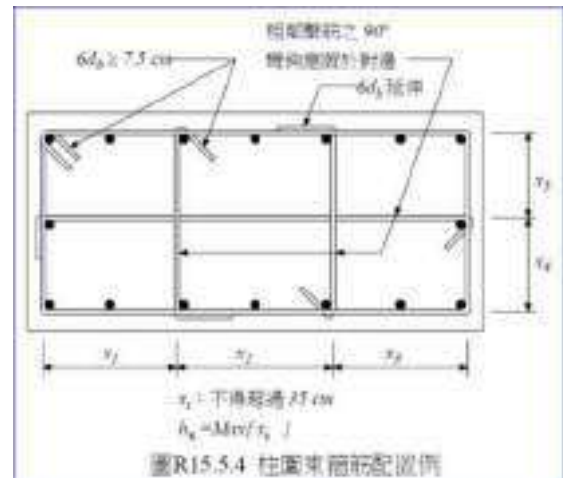
柱箍筋結構繪製-C6 柱 1F



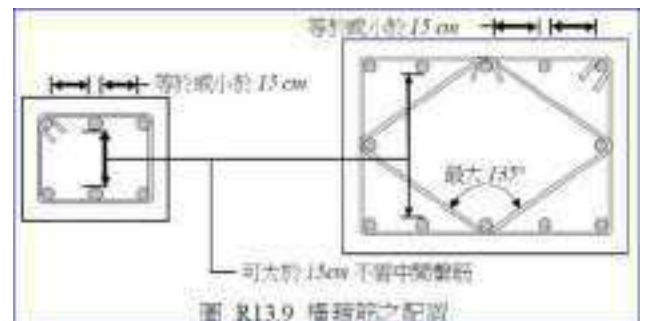
原設計圖

柱箍筋結構製作圖

閉合箍筋相鄰各肢之中心距 h_x 不得超過 35 cm。



- 13.9.5.3 節 橫箍筋之配置須使在各柱角處之主鋼筋及每隔一根主鋼筋均有轉角之橫箍作橫向支承；該內轉角不得大於 135° ；主鋼筋無橫向支承者至有橫向支承者之淨距不得大於 15 cm。



結論

- 依據內政部營建署訂定之“結構混凝土設計規範” 13.5 節 鋼筋間距之限制之規定，13.5.3 節受壓構材之主筋間淨距不得小於 $1.5d_b$ ，或粗粒料標稱最大粒徑之 1.33 倍，亦不得小於 4 cm。
- 15.5.4.3 節 在構材橫斷面上，繫筋或

牆定位筋結構前期規劃流程

技術部 楊陳燕

前言

牆定位筋結構前期規劃依循著柱定位箍結構模式，以鋼筋模組化施工原則進行構思及研討，規劃方向不外乎系統規則化、防呆機制、施工標準化、錯誤率降低、安全性提升以及管理成本降低等，進而提升施工品質。

● 結構標準圖說

三峽 MIT 案結構圖說 S1-01

表(2s) 版、牆 — 頂層受拉鋼筋搭接長度			s (乙級搭接)									
適用條件：鋼筋間距(心到心)≥10cm			單位：公分									
保護層 cm	主筋 fy	混凝土 fc'	頂筋修正因子 (α=1.0) · 乙級搭接(1.3)d									
			#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10		
2800	4200	210	30	38	52	71	111	138	168	202		
		245	30	33	48	66	103	128	156	187		
		280	30	31	46	62	97	120	148	178		
		350	30	30	40	55	80	107	131	156		
		420	30	30	37	50	70	98	119	143		
4200	4200	210	30	53	76	107	167	208	253	303		
		245	31	49	73	99	155	193	234	281		
		280	30	46	68	93	145	180	219	263		
		350	30	41	61	83	120	161	196	238		
		420	30	38	55	76	118	147	179	214		

版、牆-非頂層受拉鋼筋搭接長度

表(2st)			版、牆 — 頂層受拉竹筋鋼筋搭接長度							1st (乙級搭接)		
適用條件：鋼筋間距(心到心)≥10cm										單位：公分		
保護層 cm	主筋 fy kgf/cm ²	混凝土 fc' kgf/cm ²	頂筋修正因子 (α=1.3)・乙級搭接(1.3)d									
			#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10		
			D10	D13	D16	D19	D22	D25	D29	D32		
≥2	2800	210	30	46	68	93	145	180	219	263		
		245	30	43	63	86	134	167	203	243		
		280	30	40	59	80	125	156	190	227		
		350	30	36	53	72	112	140	170	203		
		420	30	33	48	66	102	128	155	186		
	4200	210	43	69	102	139	217	271	329	394		
		245	40	64	94	129	201	251	304	365		
		280	37	60	88	120	188	234	285	341		
		350	33	53	79	108	168	210	255	305		
		420	30	49	72	98	154	191	233	279		

版、牆-頂層受拉鋼筋搭接長度

三峽 MIT 案結構圖說 S2-02

表：牆板及柱筋彎鉤

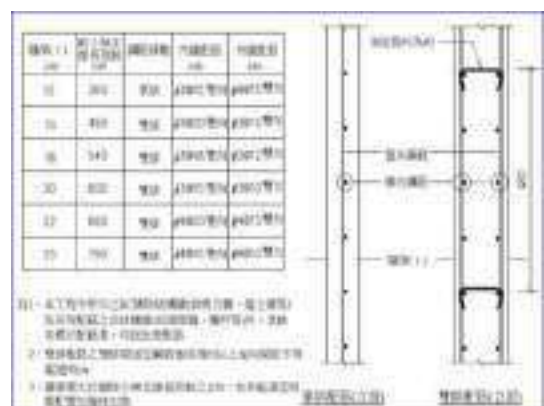
鋼筋規格	彎鉤長度						彎鉤形式
	#3	#4	#5	#6	#7	#8	
100	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	180°
	3.7	4.3	4.9	5.5	6.1	6.7	
	4.2	4.9	5.6	6.3	7.0	7.7	
150	4.5	5.3	6.1	6.9	7.7	8.5	180°
	5.4	6.3	7.2	8.1	9.0	9.9	
	6.3	7.3	8.3	9.3	10.3	11.3	
200	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	180°
	7.2	8.4	9.6	10.8	12.0	13.2	
	8.4	9.7	11.0	12.3	13.6	14.9	
250	7.5	8.7	9.9	11.1	12.3	13.5	180°
	9.0	10.3	11.6	12.9	14.2	15.5	
	10.5	11.9	13.3	14.7	16.1	17.5	
300	9.0	10.3	11.6	12.9	14.2	15.5	180°
	10.8	12.3	13.8	15.3	16.8	18.3	
	12.6	14.2	15.8	17.4	19.0	20.6	

參酌三峽 MIT 案結構圖說 S1-02-3

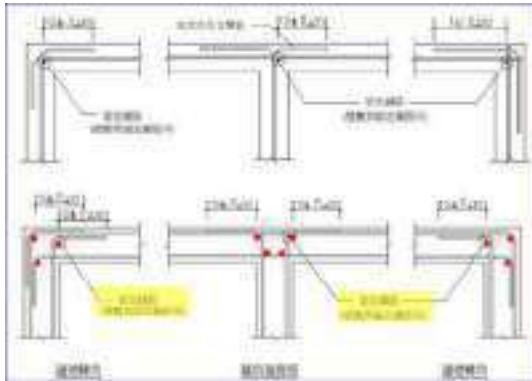


鋼筋伸展、搭接、鉤鉆示意圖

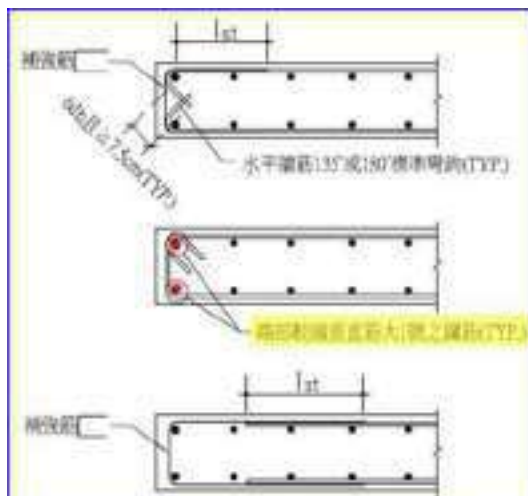
參酌三峽 MIT 案結構圖說 S1-05-1



參酌三峽 MIT 案結構圖說 S1-05-3



參酌三峽 MIT 案結構圖說 S1-05-6



● 現場施作容易遺漏 L 型轉角補強鋼筋



● 現場施作容易遺漏 T 型轉角補強鋼筋



● 現場施作端部鋼筋容易忽略大一號鋼筋



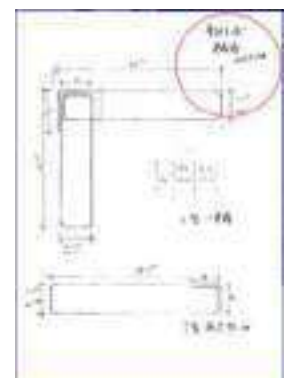
● 現場施作端部鋼筋容易忽略大一號鋼筋，且搭接長度不足



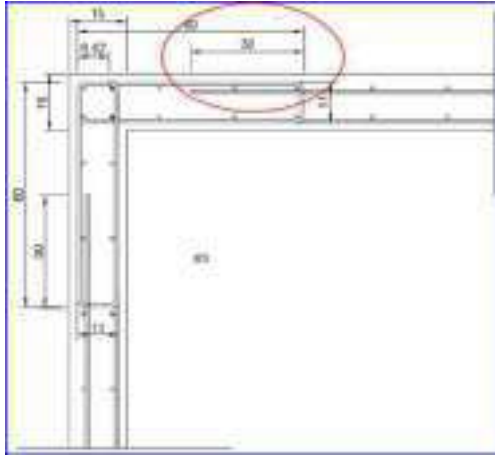
● 建議改善做法

採用牆定位筋結構

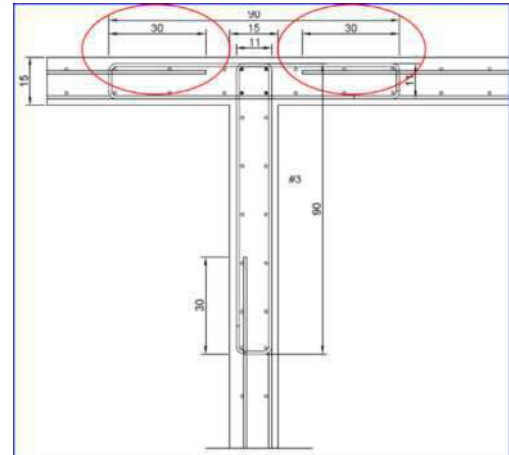
經與聯邦結構技師-陳副總煥瑋討論後確認可執行



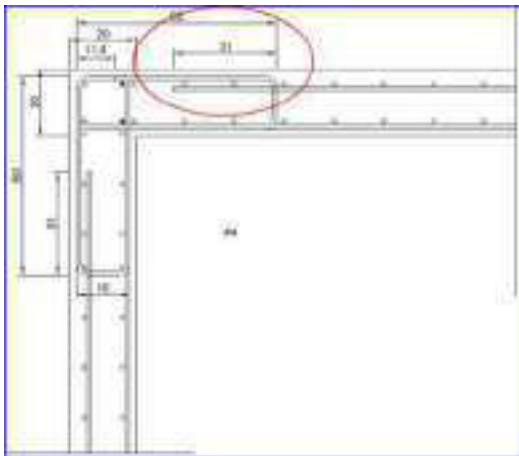
#3 15cm L 型牆面-牆定位筋結構



#3、#4 20cm T 型牆面-牆定位筋結構



#4 20cm L 型牆面-牆定位筋結構



● 工廠加工製造



加工設備

#3、#4 20cm 端部牆面-牆定位筋結構



#4 16cm 端部及 L 型轉角



#3 11cm 端部及 L 型轉角

結論

經內部討論改善方式及作法，並將
可行性之作法已與結構技師確認可行
性，於 10/27 鋼筋加工廠製做樣品，
#3 鋼筋 15、20cm 牆面均可施作，#4
鋼筋僅 20cm 牆面可施作。

牆版開口補強新工法施工介紹

技術部 楊陳燕 張瑋栢\工程部 陳建華 陳振隆

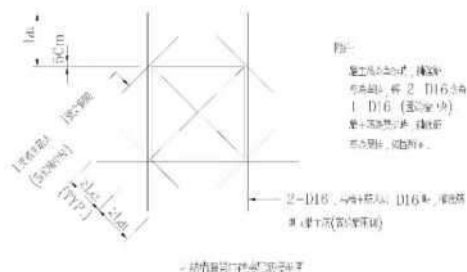
前言

台灣位處於地震頻帶之上，每年皆有地震襲台，因此房屋的結構逐漸為國人所重視，購買房屋時也將施作工法納入考量之要件，所以本集團在房屋的結構上也不斷進行改良與精進。習知的牆壁或版面之開口處，於縱向主筋、橫向主筋之間加入一補強筋，作為結構體上的加強，但是遇到地震時，兩側有開口之牆體或是樓版開口受到地震力時，因應力集中容易造成剪力裂開。另外，施工補強筋位置離鋼筋開口端之距離過大，使得補強筋無法有效阻止裂縫的產生。因此，有鑑於上述的種種問題，不論是牆體或是樓版開口都會遭遇到地震力破壞，造成裂縫，不符合目前建築上要求安全穩定之結構，急需改進。

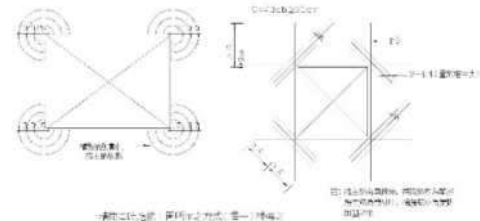
本補強新工法是一種有關於牆及樓版體結構更加堅固的鋼筋補強結構，該鋼筋補強結構藉由設置複數個補強鋼筋在牆體開口周圍，將補強鋼筋在緊鄰於開口的兩兩主筋之間。這樣的結構設計能使得牆體的開口處更加的可靠牢固。

● 牆開口補強方式

滬尾案結構圖說

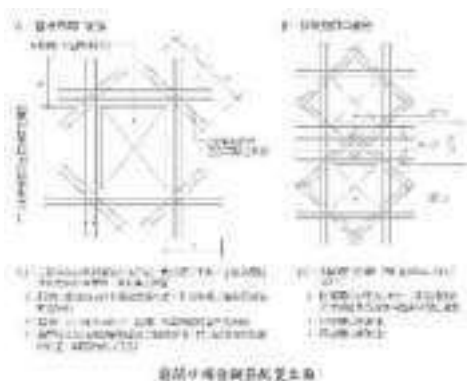


SOLO 案結構圖說



● 缺失照片

LAMER 案結構圖說



混凝土粗粒料受斜向補強筋阻隔無法填滿牆體(一)



混凝土粗粒料受斜向補強筋阻隔無法填滿牆體(二)



混凝土粗粒料受斜向補強筋阻隔無法填滿牆體(三)



補強鋼筋未依圖說綁紮(一)



補強鋼筋未依圖說綁紮(二)

- 以下新施工方式將可達到牆開口補強效果及提供施工便利及良率

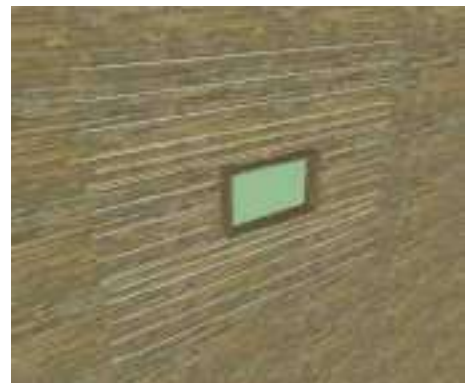
外側模板組立(單面模)



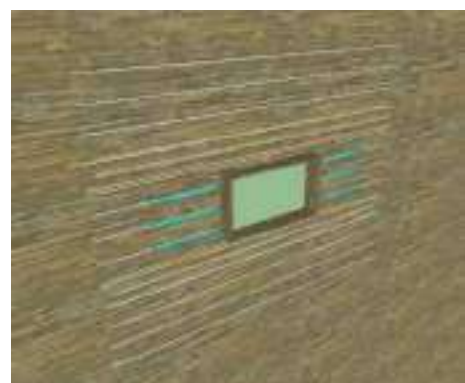
外側牆水平筋綁紮



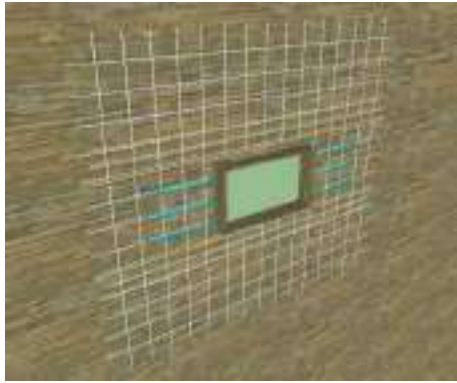
外側牆開口加筋綁紮



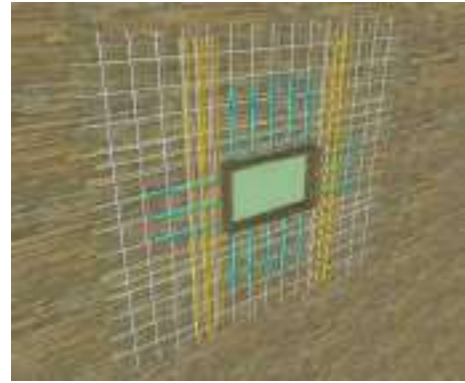
定位筋綁紮



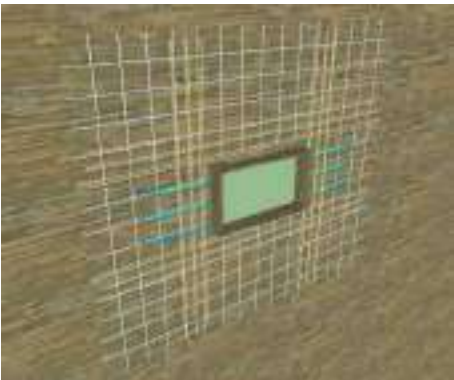
外側牆垂直筋綁紮



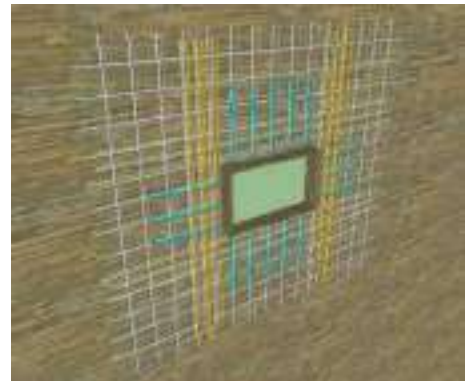
內側牆開口加筋綁紮



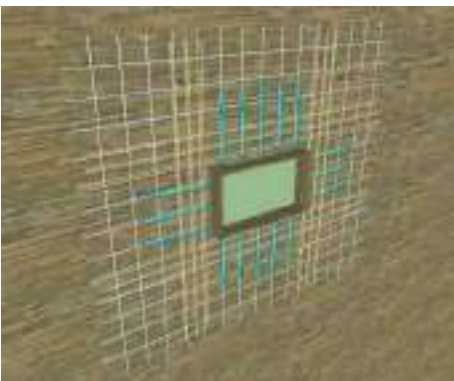
外側牆開口加筋綁紮



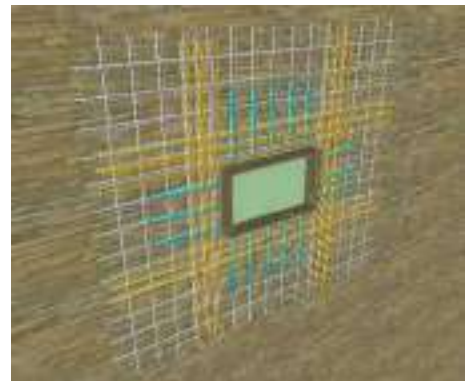
內側牆水平筋綁紮



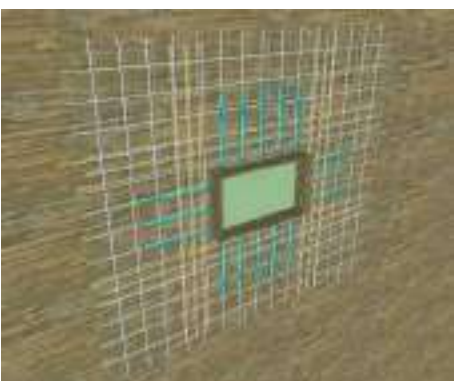
定位筋綁紮



內側牆開口加筋綁紮



內側牆垂直筋綁紮



● 牆-傳統工法與新工法步驟比對

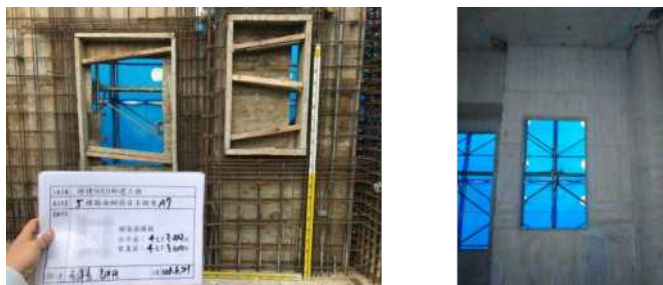
項次	傳統施工方式	新施工方式
1	外側模板組立(單面模)	外側模板組立(單面模)
2	外側牆垂直筋及牆開口補強筋綁紮	外側牆水平筋及牆開口補強筋綁紮(水平定位筋)
3	外側牆水平筋及牆開口補強筋綁紮	外側牆垂直筋及牆開口補強筋綁紮(垂直定位筋)
4	外側牆開口斜向補強筋綁紮	牆寬止筋(固定筋)；牆垂直工作筋施作
5	牆寬止筋(固定筋)；牆垂直工作筋施作	內側牆垂直筋及牆開口補強筋綁紮(定位筋)
6	內側牆水平筋及牆開口補強筋綁紮	內側牆水平筋及牆開口補強筋綁紮
7	內側牆垂直筋及牆開口補強筋綁紮	內側模板組立(雙面模)
8	內側牆開口斜向補強筋綁紮	
9	內側模板組立(雙面模)	

●

序号	项目	检查项目	检查标准
1	基础工程	检查基础开挖情况，检查开挖面是否平整，有无积水，有无杂物。	开挖面应平整，无积水，无杂物。
2	地基工程	检查地基承载力，检查地基土质是否均匀，有无软弱夹层。	地基承载力应符合设计要求，土质应均匀，无软弱夹层。
3	主体结构工程	检查主体结构施工质量，检查混凝土强度、钢筋位置、模板拆除情况等。	主体结构施工质量应符合设计要求，混凝土强度、钢筋位置、模板拆除情况等应符合规范要求。
4	装饰装修工程	检查装饰装修工程完成情况，检查墙面、地面、门窗、水电等工程。	装饰装修工程完成情况应符合设计要求，墙面、地面、门窗、水电等工程应符合规范要求。



鋼筋綁紮及混凝土澆置後相對位置比對(一)



鋼筋綁紮及混凝土澆置後相對位置比對(二)

●

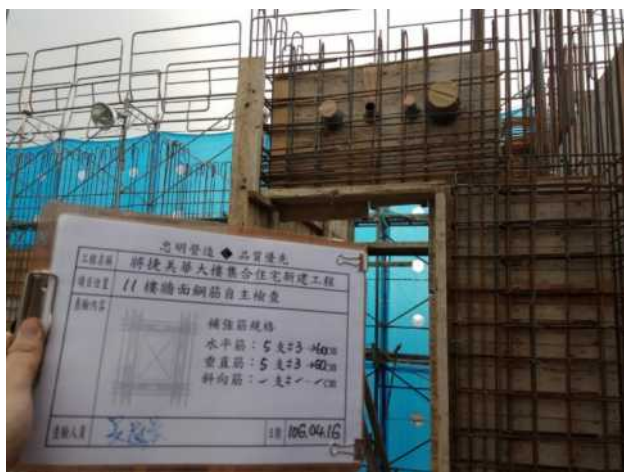


補強筋綁紮工整，鋼筋層數維持 4 層



混凝土澆置面完整無蜂窩

●

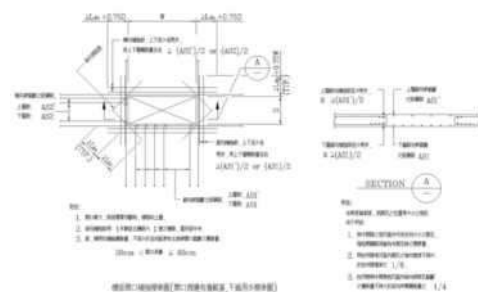


● 牆開口鋼筋補強結構及開口牆專利

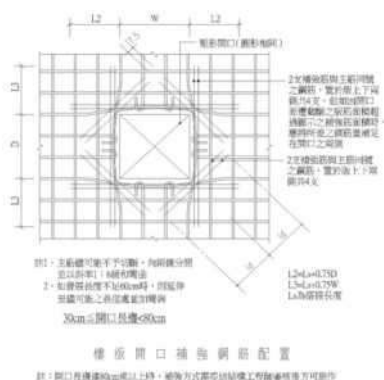


● 版開口補強方式

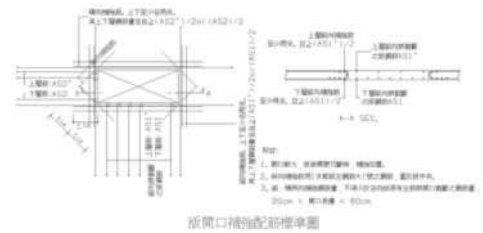
● 滬尾案結構圖說



● LAMER 案結構圖說



● SOLO 案結構圖說



- 以下新施工方式將可達到版開口補強效果及提供施工便利及良率。

● 開口模板組立



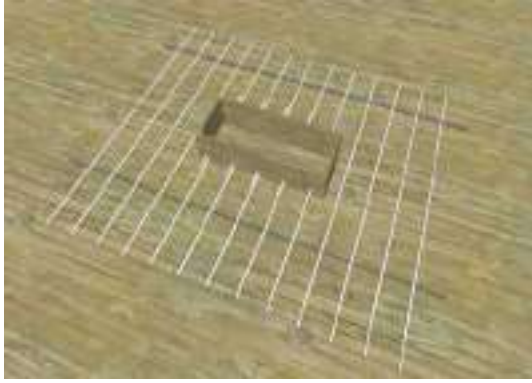
● 墊塊放置



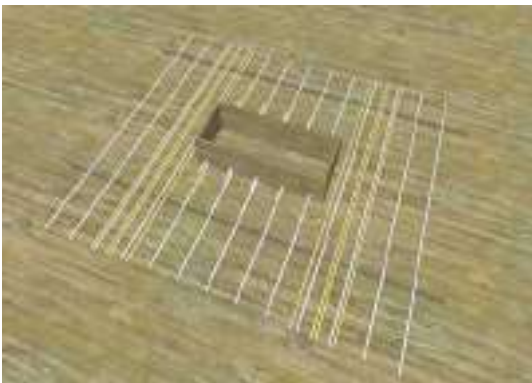
● 下層版長向工作筋綁紮



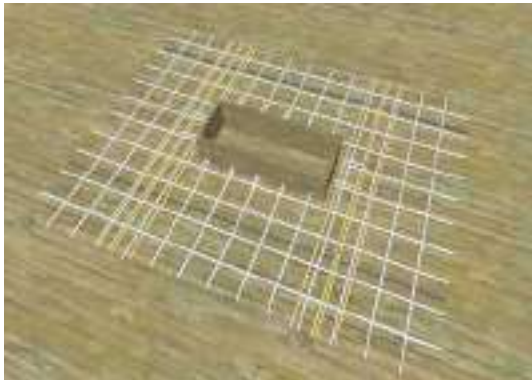
下層版短向主筋綁紮



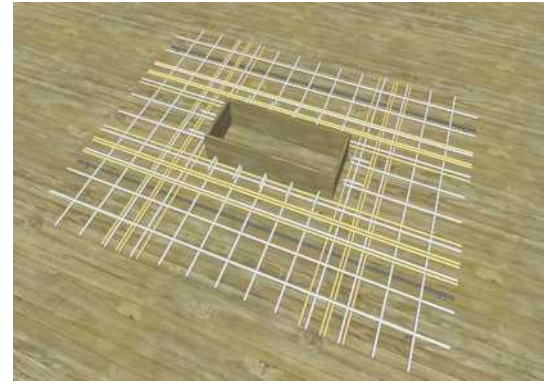
開口補強筋綁紮(與短向主筋綁紮同步完成)-此步驟取代斜筋方式可減少鋼筋堆疊且與主筋同號數，增加方便性與效率



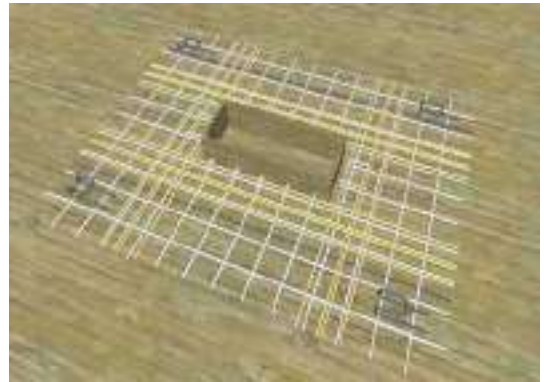
下層版長向鋼筋綁紮



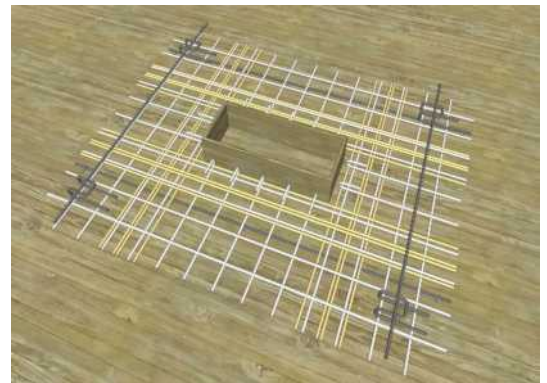
開口補強筋綁紮(與長向鋼筋綁紮同步完成) 此步驟取代斜筋方式可減少鋼筋堆疊且與主筋同號數，增加方便性與效率-此步驟取代斜筋方式可減少鋼筋堆疊且與主筋同號數，增加方便性與效率



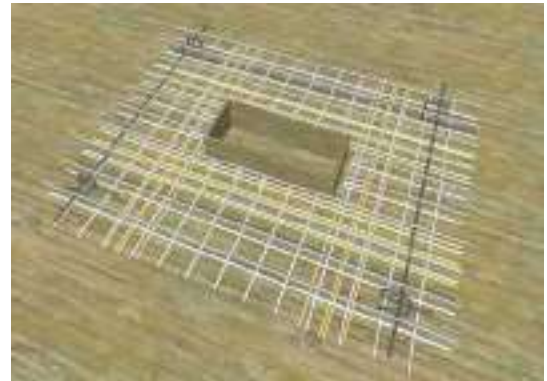
馬椅筋放置



版工作筋施作

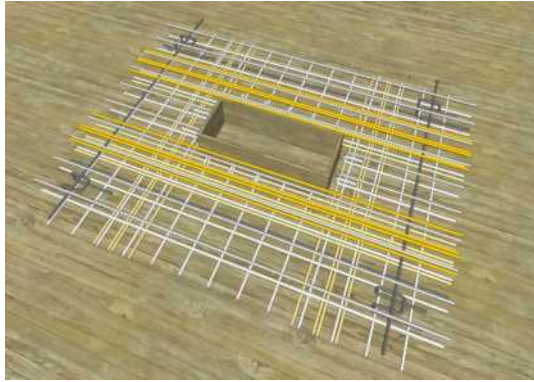


上層版長向鋼筋綁紮

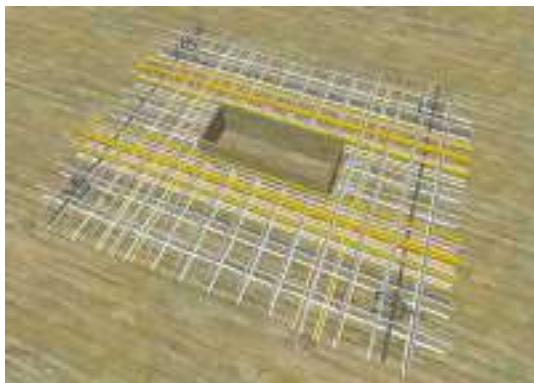


開口補強筋綁紮(與長向鋼筋綁紮同步完成)-此步驟取代斜筋方式可減少鋼筋堆疊且與主筋同號數，增

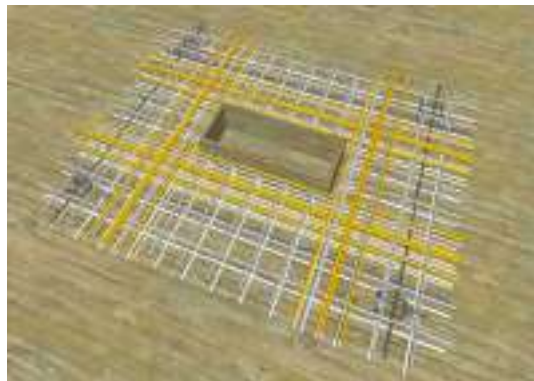
加方便性與效率



上層版短向主筋綁紮



開口補強筋綁紮(與短向主筋綁紮同步完成) - 此步驟取代斜筋方式可減少鋼筋堆疊且與主筋同號數，增加方便性與效率



版-傳統工法與新工法步驟比對

序號	傳統工法之步驟	新式工法之步驟
1	設置傳統柱	設置梁柱
2	下層板之工作前準備	下層板之工作前準備
3	下層板短向主筋及開口處綁紮	下層板短向主筋及開口處綁紮(與主筋綁紮同步)
4	下層板短向斜筋及開口處綁紮	下層板短向斜筋及開口處綁紮(與主筋綁紮同步)
5	下層板開口斜筋綁紮	下層板開口斜筋綁紮
6	設置傳統柱	設置梁柱
7	上層板之工作前準備	上層板之工作前準備
8	上層板短向主筋及開口處綁紮	上層板短向主筋及開口處綁紮(與主筋綁紮同步)
9	上層板短向斜筋及開口處綁紮	上層板短向斜筋及開口處綁紮(與主筋綁紮同步)
10	上層板開口斜筋綁紮	上層板開口斜筋綁紮

版-新式開口補強鋼筋評估說明

序號	項目	新式補強筋	傳統補強筋
1	鋼筋材料	補強筋與主筋同號數，使用材料單一化，易於現場取得及施工	補強筋與主筋不同號數，材料使用複雜，易有使用錯誤之疑慮
2	現場施工	材料單一化，且僅作於垂直及水平筋之開口內，施工便利	補強筋與主筋不同號數，增加現場之雜亂，造成鋼筋綁紮不足，易造成混凝土澆置不確實之疑慮
3	混凝土澆置施工	補強筋作於上、下層板間距內，鋼筋間距固定，維持板厚厚度，可有效控制板厚厚度	補強筋作於上、下層板間距內，造成鋼筋綁紮不確實，影響板厚厚度
4	抗裂效果	1.上、下層補強筋作於板厚開口處，易於控制開口處之抗裂效果 2.開口處鋼筋以收緊之整性，對抗裂有一定之加強	1.補強筋作於板厚開口處(大於2cm)，初期澆置之控制不佳 2.無開口處鋼筋之收緊，開口角處易開裂、崩落

工區試作(SOLO)



- 版開口鋼筋補強結構及開口樓版專利



- 結論

上述兩項開口補強施工方式經工地試執行後，減少混凝土澆置後開口部位蜂窩產生之機率，尤其在門窗開口部位於澆置完成日 28 天後經過約 2 個月持續觀察，亦無微小裂紋產生之現象。

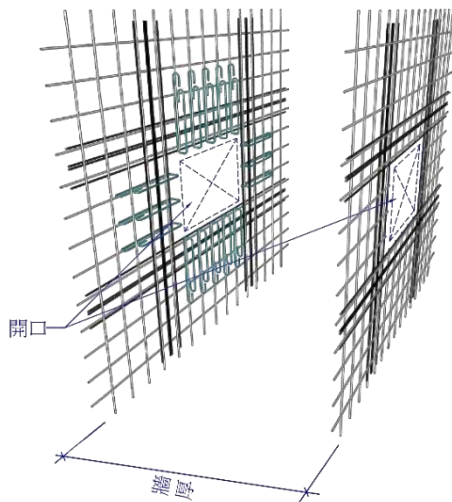
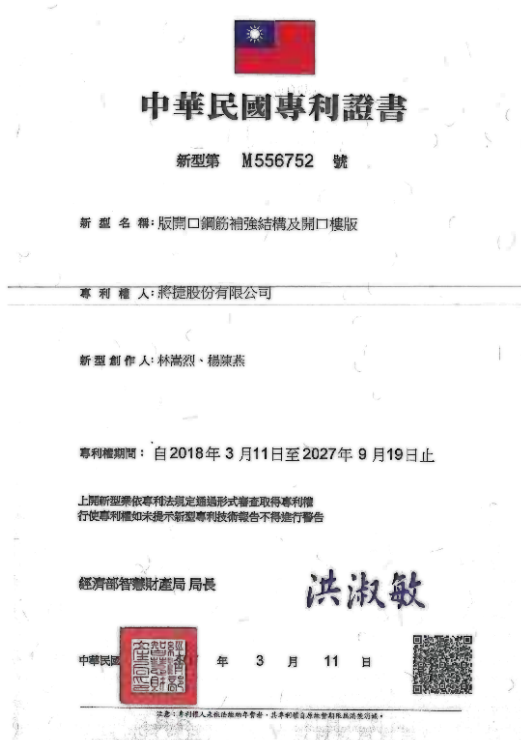
綜上可知，新式牆、版開口補強施工方式：

- 1.可加強牆交接處轉角及端部之束縛力，以防止開裂、角處崩塌之疑慮，有利於後續門、窗之固定。
- 2.改善現場施作端部容易忽略之缺點，確認端部收頭之完整性。
- 3.取消斜向補強筋，避免補強筋增加鋼筋層數，造成混凝土粗粒料無法通過，影響混凝土灌漿品質。
- 4.防止初始裂縫之擴大，將第一支補強鋼筋設置在開口側 2cm 處(雙層雙向)。

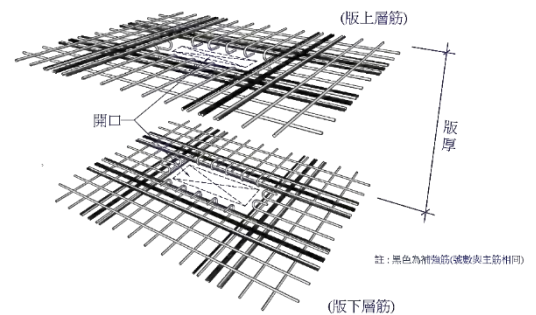
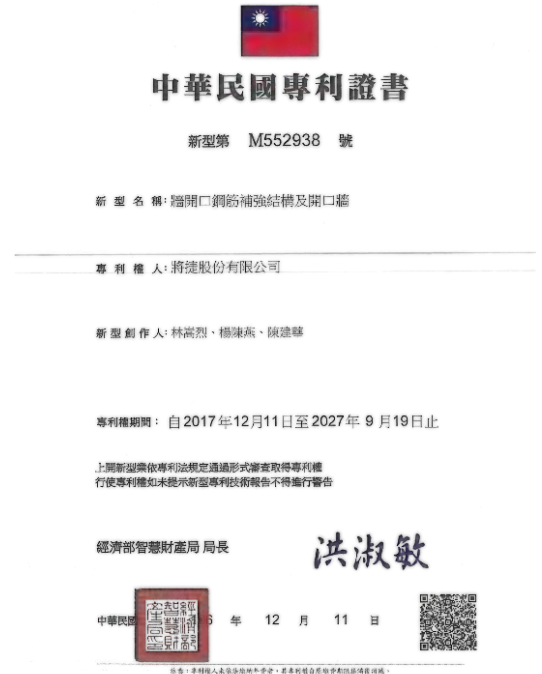
5.補強鋼筋不會增加牆厚度，較傳統至少少了二層鋼筋之設置。

6.統一了施工步驟，減少了疏忽及遺漏的藉口，且工程師在現場查核時也有較正確的標準，施工廠商相對容易施工，也是一種防呆機制的作法。

牆開口鋼筋補強結構及開口牆專利



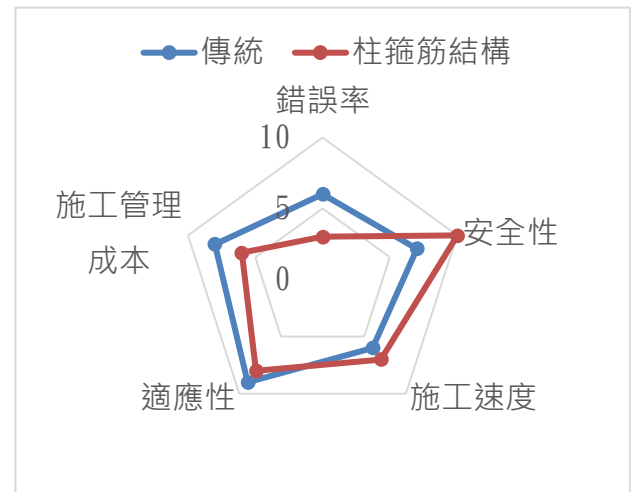
版開口鋼筋補強結構及開口樓版專利



● 柱箍筋結構施作照片



傳統柱及柱箍筋結構施工比較



- ✓ 柱箍筋結構注重事前規劃，降低現場錯誤率。
- ✓ 因柱箍筋結構為一體成形，增強主筋圍束效果佳，提升抗震能力。
- ✓ 柱箍筋結構因前期規劃完善，現場照圖施作將提升其施作速度。
- ✓ 柱箍筋結構因前期規劃完善，現場僅綁紮箍筋較無需檢查耐震彎鉤 135° 等項目，現場較好控管。

● 牆定位筋結構施作照片

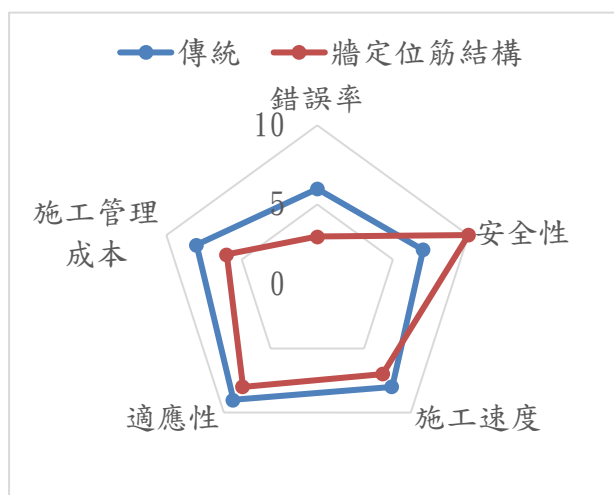


- ✓ 牆定位筋結構工法因無傳統牆筋施工方式之缺點，例如：漏放端部補強鋼筋，使用牆定位筋結構工法後較不會出錯。
- ✓ 牆定位筋結構工法每個轉角皆有像柱筋結構般的圍束，故其結構強度會較傳統工法高。
- ✓ 牆定位筋結構工法因無號數轉變，故能降低現場管理成本。

● 牆開口鋼筋補強結構及開口牆施作照片

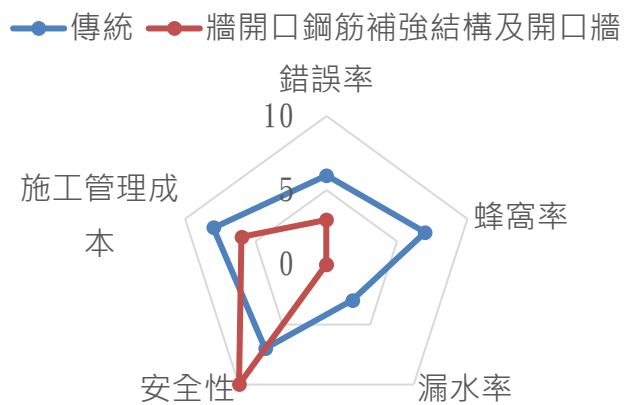


傳統牆筋及牆定位筋結構施工比較





傳統牆開口及牆開口鋼筋補強結構
及開口牆施工比較

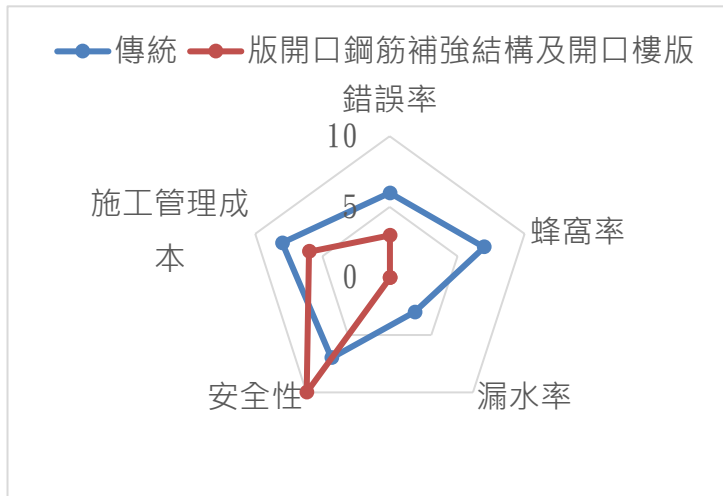


- ✓ 新補強方式，無需斜向補強。方便現場施作降低缺失。
- ✓ 新補強方式，鋼筋成數減少，蜂窩不會發生。
- ✓ 開口四周混凝土結實無孔隙，降低漏水機率。
- ✓ 開口四周鋼筋皆與混凝土確實握裹，提高其耐震能力。
- ✓ 無中央補強筋，施作上簡便容易，管理上無需增加巡檢頻率。

● 版開口鋼筋補強結構及開口樓版施工照片



傳統版開口及版開口鋼筋補強結構 及開口樓版施工比較



- ✓ 新補強方式，無需斜向補強。方便現場施作降低缺失。
- ✓ 新補強方式，鋼筋成數減少，蜂窩不會發生。
- ✓ 開口四周混凝土結實無孔隙，降低漏水機率。
- ✓ 開口四周鋼筋皆與混凝土確實握裹，提高其耐震能力。
- ✓ 無中央補強筋，施作上簡便容易，管理上無需增加巡檢頻率。

● 結論

以上 4 項集團專利之鋼筋模組化施工方式的確有許多優點：例如：施工便利、降低錯誤性、提高施工效率及提升施工品質...等。

忠明營造為本人踏入社會第一份工作，即有幸參與鋼筋模組化施工學習的成員之一，感謝公司給予這「正確」學習施工管理的機會。

建築用耐震鋼材國家標準修訂內容及應用

滬尾專案 許俊傑

前言

地震乃台灣之宿命，在台灣的地震史上，曾發生多次毀滅性大地震，又連2年台南及花蓮地震，皆造成建築結構損壞及人員傷亡，建築用耐震鋼材之使用及整體建築結構耐震設計更顯得重要。

鋼鐵材料為建築結構不可或缺之要件，隨著自然資源日益珍貴及都市空間不足，提升鋼材之強度及耐震性能，可減少鋼筋使用量，增加使用空間，及降低高樓層建築成本，有利於發展高樓層建築結構並提高安全性能。

因應國內建築用耐震鋼材發展及強化建物結構安全，經濟部標準檢驗局已制定相關國家標準，如CNS 13812「建築結構用軋鋼料」(103年2月27日修訂公告)，及CNS 560「鋼筋混凝土用鋼筋」(107年4月12日修訂公告)，以提升產業技術並與國際接軌，促使各界重視耐震鋼材之發展。

● CNS 修訂概要

■ CNS 560 鋼筋混凝土用鋼筋

- ✓ 新增 SD490W、SD550W、SD690，刪除 SD490。
- ✓ D10~D13 之單支竹節鋼筋質量許可差由 $\pm 7\%$ 變更為 $\pm 6\%$

- ✓ 鋼筋之機械性質，伸長率、彎曲直徑有所變動，SD280 及 SD420 刪除降伏強度上限。
- ✓ SD280W 及 SD420W 稱號 D19 以下必要時得由買方指定反向彎曲試驗取代彎曲試驗。

表 1 鋼筋質量許可差調整

稱號	質量許可差
#3~#4	$\pm 6\%$ ($\pm 7\%$)
#5~#8	$\pm 5\%$
#9 ↑	$\pm 4\%$

- ✓ 鋼筋鋼液及製品中，SD420(錳含量)、SD280W、SD420W、SD490W、SD550W(磷、硫含量)之化學成分比例有所調整。

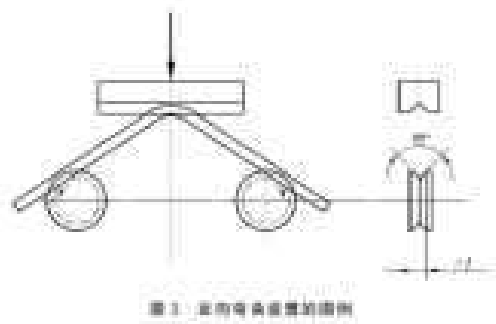


圖 1 反向彎曲試驗示意圖

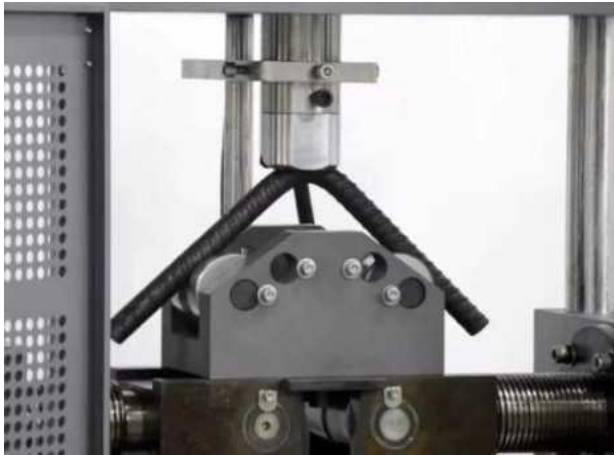


圖 2 反向彎曲試驗

- ✓ 鋼筋端部識別顏色新增 SR240、SR300、SD490W、SD550W、SD690 之顏色。

表 2 一般竹節鋼筋端部識別顏色對照表

鋼種	識別顏色
SD280	黃
SR240	
SD280W	白
SR300	
SD420	紅
SD420W	綠
SD490W	藍
SD550W	橘
SD690	棕



圖 3 SD420W 鋼筋端部識別顏色



圖 4 一般竹節鋼筋表面識別符號

- ✓ 螺紋節鋼筋之標示方法新增 SD490W、SD550W、SD690 之顏色。

表 3 螺紋節鋼筋端部之標示方法

鋼種	識別顏色	製造廠商 識別顏色
SD280	黃	
SD280W	白	
SD420	紅	
SD420W	綠	
SD490W	藍	
SD550W	橘	
SD690	棕	

- ✓ 螺紋節鋼筋因無法於鋼筋表面刻字，故一端標示各鋼種識別顏色，另一端標示製造廠商識別顏色，其顏色須經台灣鋼鐵工業同業公會登錄及主管機關核備。

- ✚ 熱處理鋼筋判定方法新增可參考 ISO 6507-1 進行維克氏硬度測試。

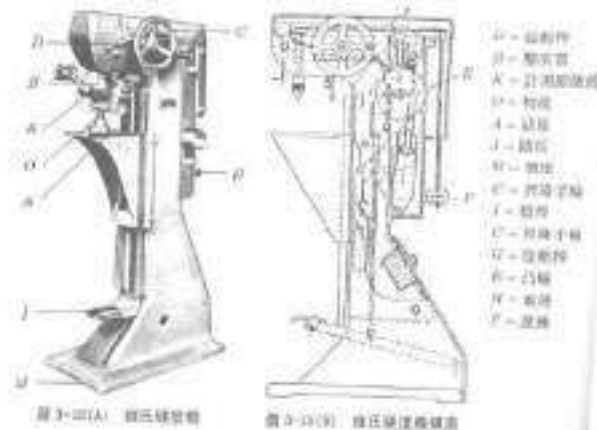


圖 5 維克氏硬度試驗機示意

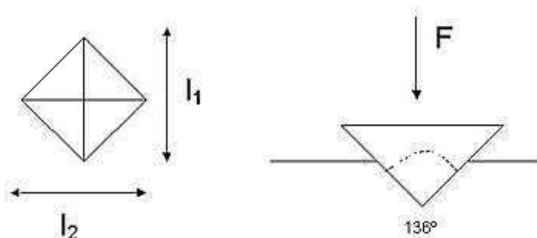


圖 6 維克氏硬度試驗方式

- ✓ 維氏硬度試驗使用正四稜錐形的金剛石壓頭，其相對面夾角為 136° 。由於其硬度極高，金剛石壓頭可以用於壓入幾乎所有材料，而且稜錐的形狀使得壓痕和壓頭本身的大小無關。將壓頭用一定的負荷（試驗力）壓入被測材料表面。保持負荷一定時間後，卸除負荷，測量材料表面的方形壓痕之對角線長度。維氏硬度被應用於所

有金屬，並是應用最廣泛的硬度標準之一。

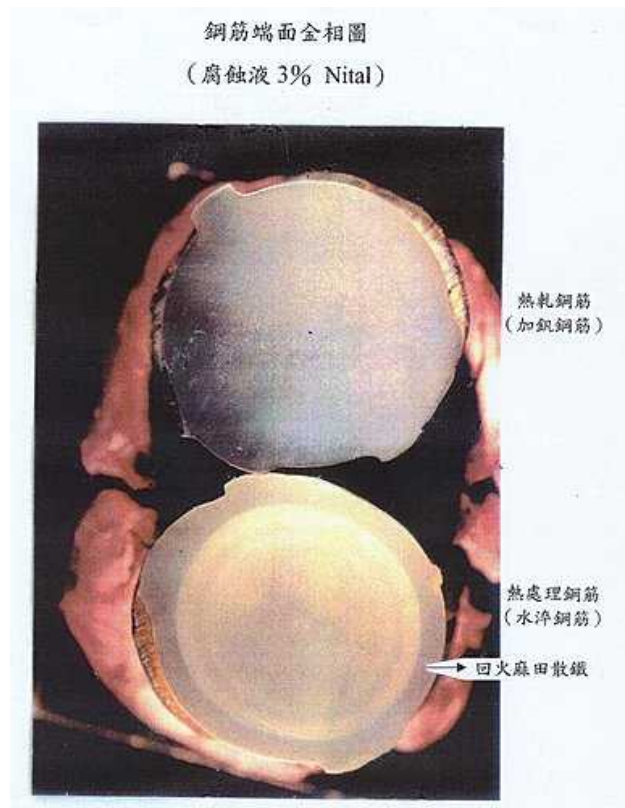


圖 7 熱軋鋼筋與熱處理(水淬)鋼筋斷面差異

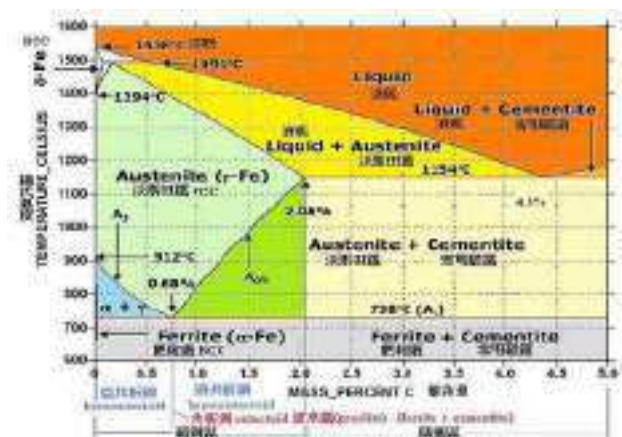


圖 8 鐵碳平衡圖

- ✚ CNS 13812 建築結構用軋鋼料

- ✓ 增列 SN400YB、SN400YC、SN490YB 及 SN490YC 之 4 種鋼種。
- ✓ 調整部分鋼液化學成分之磷、硫含量。
- ✓ 調整部分鋼材碳當量及銲接冷裂敏感

指數。(鋼結構母材碳當量過高容易在銲接後的熱影響區產生組織密緻的麻田散鐵，麻田散鐵會阻擋氫元素在鋼材內的行動並進而聚集構成裂縫，造成銲接缺陷。此種裂縫一般在銲道溫度下降至氣溫後才被發現，因此稱為冷裂；又這種裂縫主因為氫元素的聚集，因此又稱為氫裂。)

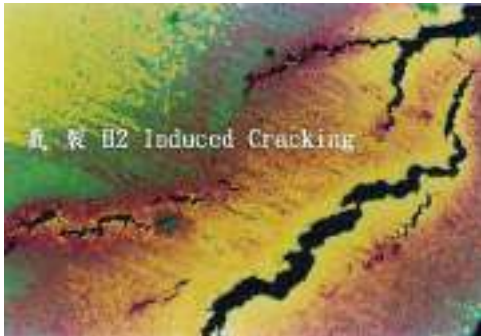


圖 9 氫裂

- ✓ 調整部分鋼材降伏點或降伏強度、抗拉強度、降伏比及伸長率。
- ✓ 調整部分鋼材形狀、尺度、質量及其許可差。

● 耐震鋼材

何謂耐震鋼材呢？主要要符合下列幾點：

- 1.降伏強度上、下限。
 - 2.降伏比(f_u/f_y 大於 1.25)。
 - 3.衝擊值(0°C ，大於 27J)。
 - 4.厚度方向斷面縮率(個別 15%以上)
 - 5.磷(P)含量(0.043%以下)
 - 6.硫(S)含量(0.053%以下)
- ✓ 降伏強度上、下限：設定降伏強度之上、下限，可避免鋼材降伏強度之變異性過大，以確保「強柱弱梁」及「容量設計」之設計理念之落實，或避免因桿件強度過高，以致接合強度不足而失敗。

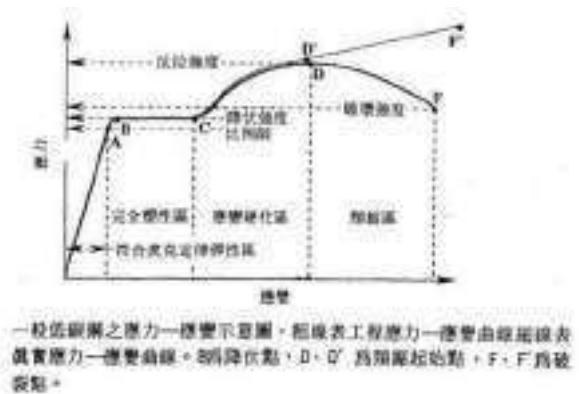


圖 10 鋼筋之應力&應變圖

- ✓ 降伏比：鋼材本身為韌性材料，當地震力使得鋼筋超過降伏應力時，愈高的降伏比(f_u/f_y)，可以讓鋼材發揮其韌性及提升消能的容量，產生較大的變形而不致於瞬間斷裂，增加逃生的機會。
- ✓ 衝擊值：鋼材雖具有高強度與甚佳之延展性，但仍無法避免應力集中所產生的疲勞裂縫，及阻止裂縫急速延伸的能力。為確保鋼材之韌性及抗疲勞性，並提高阻止裂縫急速延伸的能力，除從接頭及附加構件之接合細部設計上，須避免應力集中及降低載重所產生的應力幅(最大及最小應力之差值)外，鋼材之衝擊韌性吸收能量值一般須達 27J(焦耳)(2.8kgf-m)以上，才能有效阻止裂縫的急速延伸。

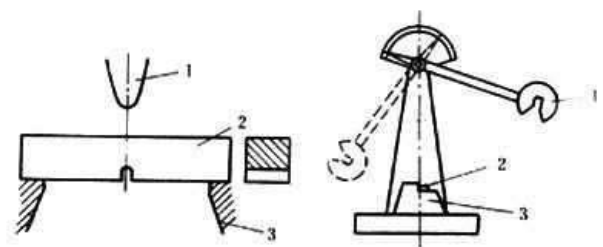


圖 1 橫梁式弯曲冲击试验示意图
1 摆锤 2 试样 3 支座

圖 11 衝擊試驗示意图

- ✓ 衝擊值越高表示產生相同斷裂面所需的能量越高，衝擊值越高就越不容易產生不穩定的裂縫成長(或稱脆性斷裂)，因此對銲接瑕疵的容忍度也較高。

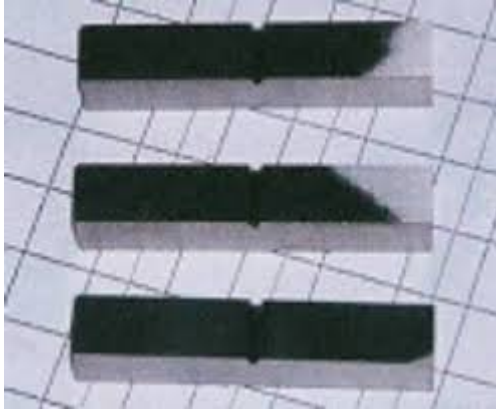


圖 12 衝擊試驗試體(試驗前)

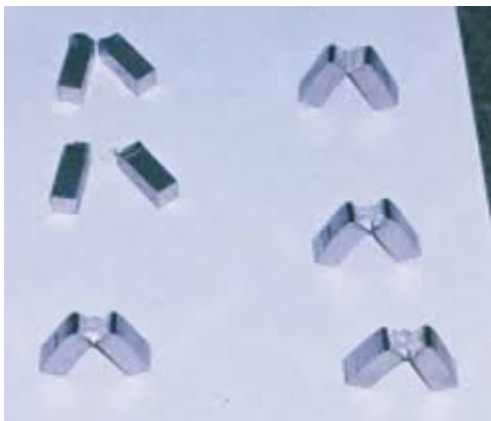


圖 13 衝擊試驗試體(試驗後)

- ✓ 厚度方向斷面縮率：鋼材應力達抗拉強度後，會進入頸縮階段，最後斷裂。將原截面積減去最後斷裂之截面積，再除以原截面積求得斷面縮率。頸縮部份中央之軸向主應力與徑向主應力大致相同，最大剪應力甚小，因此試件多受拉應力而斷裂，中央部份先行斷裂，此即拉斷。至於邊緣部份則因軸向主應力大於徑向主應力而產生較大的剪應力，進而造成剪應力破壞，此為剪斷，剪斷面大致與試體軸

呈 45°。愈大的斷面縮率，表示可以提供較佳的延展性，可在地震中增加逃生機會。

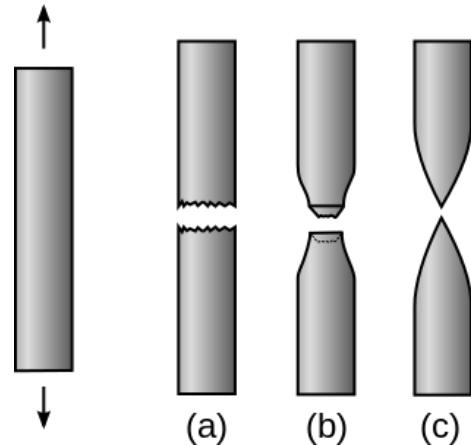


圖 14 脆性材料及延性材料斷面差異示意

(a)脆性材料；(b)延展性材料；(c)高延展性材料



圖 15 金屬類破壞斷面

- ✓ 磷(P)含量：磷有極佳的肥粒鐵(ferrite)強化效應，可以使鋼材之強度與硬度增加，但延展性及韌性反而不利。適量的磷有助鋼材之切削性、抗蝕性及耐磨性，但偏析傾向極大，不易以熱處理消除，且與氧的親和力較強，不利於鋼材之銲接性。一般保持在 0.03%以下為宜，若超過 0.04%則必須特別處理。

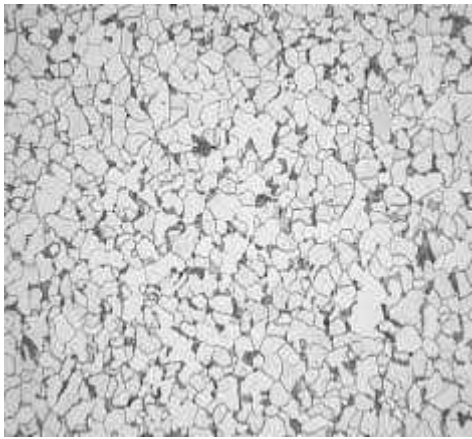


圖 16 低碳鋼材微觀組織(白色為肥粒鐵 ferrite，黑色為波來鐵 pearlite)

- ✓ 硫(S)含量：硫一般以 MnS 存在於鋼板中，在軋延過程中，會沿著軋延方向伸長成「長條狀」，因此對機械性質的影響具有方向性，尤其是非軋延之方向。若硫含量太高，則形成 FeS，其熔點較低，以致在軋延時會先熔融成晶粒間之液態薄膜，造成熱脆性。



圖 17 鋼胚中硫化物及介在物示意圖

- ✓ 硫於目前之煉鋼過程中無法完全去除。一般結構鋼中含量以 0.035% 以下為宜，在高級結構鋼(如 SN-C 系列)中硫含量有些規定是需低於 0.008%。

● TMCP 鋼板

- 為提昇品質，以利加工作業，及更適合特殊品質特性要求，1980 年代開發了鋼板線上加速冷卻系統，產製 50kg/mm² 以上之高強度鋼板，其碳當量較低，材質較佳，該

生產製程簡稱 TMCP (Thermo-Mechanical Controlled

Process，又稱熱機處理製程)，主要包含溫度控制軋延(TCR)及控制冷卻兩部分。



圖 18 傳統鋼板製程

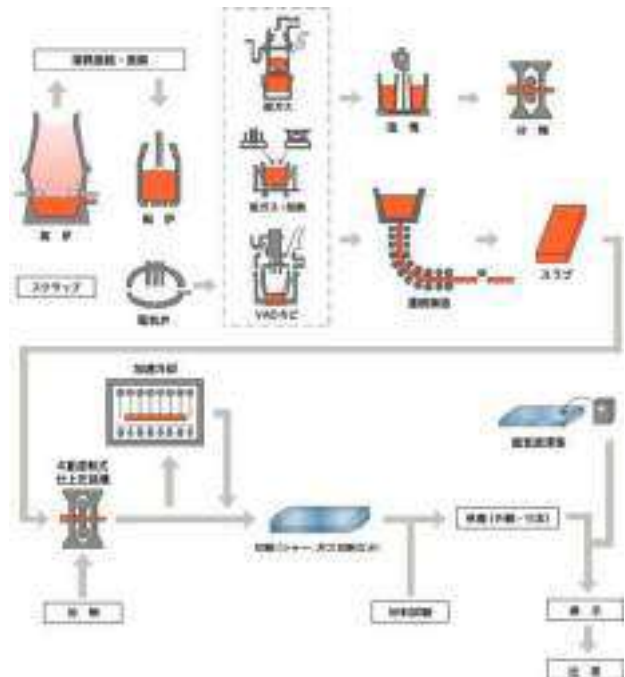


圖 19 TMCP 鋼板製程

- ✓ TMCP 製程鋼板與傳統製程鋼板材質比較有下列優點：
 - 1.機械性質：強度與韌性均較傳統軋延鋼料優，即相當強度等級鋼料，TMCP 製程鋼板之韌性較佳。TMCP 因組織均勻，故其抗破裂韌性較佳。
 - 2.銲接性質：TMCP 製程鋼板因碳當量較低，冷裂性低，預熱條件較寬。

鋁材之氫含量限制與烘烤溫度、時間限制較寬。TMCP 製程鋼板之熱影響區韌性較佳。

- 3.耐腐蝕性：TMCP 製程鋼板之抗氫引裂性（HIC）與抗應力腐蝕性（SSCC）均較傳統鋼板為佳。



圖 20 TMCP 鋼板溫度控制軋延



圖 21 TMCP 鋼板控制冷卻

高強度耐震鋼材之應用

- ✓ 隨著高強度耐震鋼材與高強度混凝土的發展，使得梁柱尺寸可得到大幅度的縮減，所謂高強度鋼筋混凝土（New RC）也漸漸開始應用於超高層建築上。

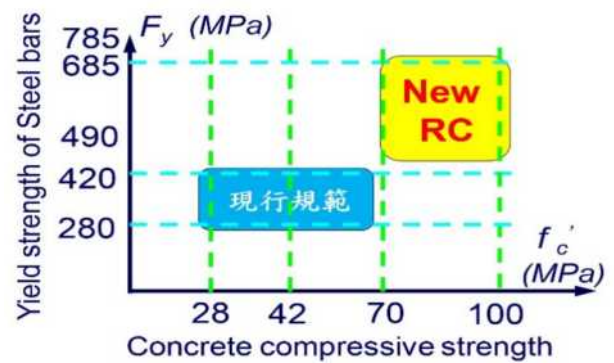


圖 22 現行鋼筋混凝土規範與 New RC 之差異

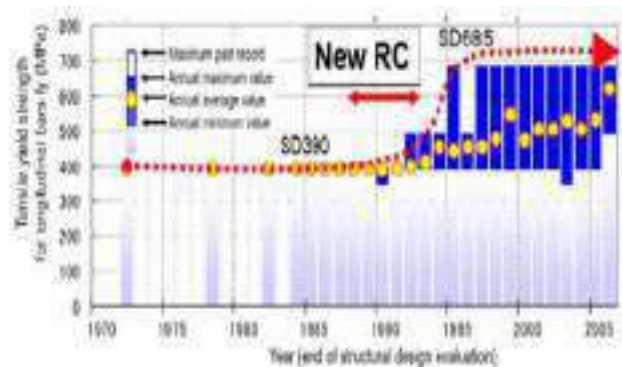


圖 23 日本建築用鋼筋強度變化

- ✓ 鋼筋材料由 SD390 提升至 SD490，於 1995 年後更提升至 SD685。

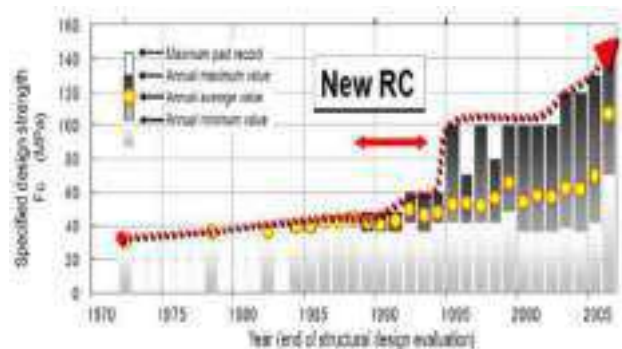


圖 24 日本建築用混凝土強度變化

- ✓ 混凝土材料已由 30~40MPa 持續提升，至今已可超過 150MPa。

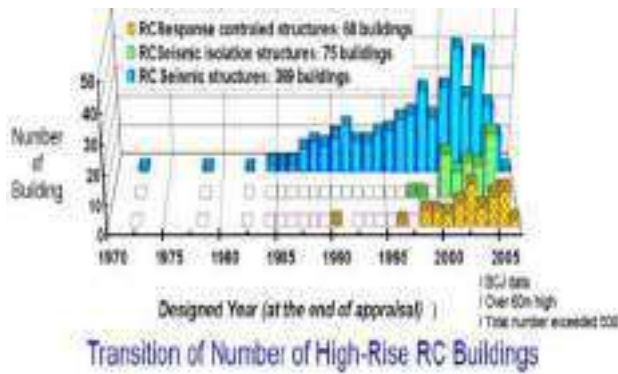


圖 25 日本採用高強度鋼筋混凝土之建物數量

- ✓ 在日本自 1988 年起陸續採用 New RC 造建築，至 2005 年 New RC 造之超高層建築已超過 500 棟，甚至可達 50 層，遠遠超出傳統純 RC 造建築的限制。



圖 26 日本神奈川縣 New RC 建築
(47F&59F · 2009 完工)



圖 27 MS Tower 柱尺寸及鋼筋混凝土規格

- ✓ 上圖 MS Tower 雖高達 203.5m(59F)，但最高使用 150MPa 混凝土及 SD685 鋼筋，使得柱尺寸得以大幅度縮減，以增加使用空間。



圖 28 同斷面柱配筋差異

- ✓ 上圖以 60*60 cm 同斷面柱比較，圖左使用 SD490 主筋共 16 支#8，而圖右使用 SD685(日規，略同 CNS 560 之 SD690 鋼筋)高強度鋼筋共 12 支#8，減少柱主筋用量約 25%，工班施作空間也較充裕。



圖 29 螺紋節鋼筋及其續接器

- ✓ 高強度鋼筋不便於加工，因而發展出螺紋節鋼筋及其相容之續接器及 T 頭錨碇配件。進而發展為預鑄工法，使得強度及品質，甚至施工速度，也獲得大大的提升。



圖 30 梁筋傳統彎鉤及 T 頭錨碇之差異



圖 31 上下層梁筋皆以 T 頭錨碇施作

- 結語
台灣與日本同處地震帶，目前耐震建築結構鋼材及高強度耐震鋼筋的應用，相較日本還有段差距。更需加速透過建築物良好的耐震設計與高功能鋼材的使用，將地震所帶來的災害控制到最低，保障人們生命財產安全，更是我們必須努力達成的使命。

SCC 及高抗滲混凝土簡介

技術部 洪宜正

前言

鋼筋及混凝土為工程之主要材料，而混凝土在施工過程中澆置與搗實的操作不當常會引起許多不良影響。

目前結構物的耐震設計常會使鋼筋間距加密，致澆置及搗實困難，工人往往不按規定施工，例如擅自加水，或是搗實過程中直接利用振動棒振動結構物之鋼筋，或是搗實不確實等，導致設計承載力與真實承載力有部分差距。

● 近代混凝土之演進

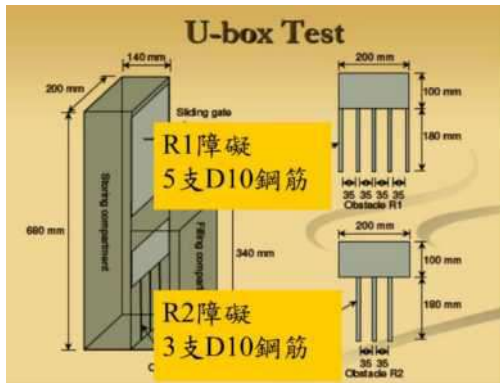
- ✚ 混凝土材料具有耐壓、耐火、耐久、易於鑄造、體積穩定性高等優點，為營建工程之主要建造材料。
- ✚ 1960 年代以前，傳統混凝土 28 天抗壓強度一般低於 27.6 MPa (280 kgf/cm²)。
- ✚ 1960 年代發展出高強度混凝土 (High Strength Concrete，HSC)。
- ✚ 1990 年代發展出高性能混凝土 (High Performance Concrete，HPC)。
- ✚ 1986 年，日本東京大學 岡村甫教授首度提出 SCC (Self-Compacting Concrete) 的配比與性質，隨後通行全世界。
- ✚ 初期係以高性能混凝土(HPC)稱謂此種混凝土，性能包括強度、工作性、彈性模數、耐久性等，所以 SCC 為 HPC 之一種。
- ✚ 目前日本及我國已針對此種免搗實之高流動性混凝土予以正名為自充填混凝土(SCC)。

● 自充填混凝土(SCC)定義

- ✚ CNS 14842 高流動性混凝土坍流度試驗法：具有良好流動性及黏稠性，在不加震動搗實原則下，藉其自重即可穿越鋼筋間隙，且不析離地自行充填至模板各角落之新拌混凝土。
- ✚ 公共工程施工綱要規範第 03315 章自充填混凝土：係指具有「澆置過程不需施加任何振動搗實，完全藉由自身流動性與自充填性能充填至鋼筋間隙及模板各角落」特性之混凝土。
- ✚ SCC 相關試驗規定

流動障礙等級		1	2	3
構件條件	鋼筋最小間距 (mm)	30 ~ 60	60 ~ 200	200 以上
	鋼筋量 (kg/m ³)	350 以上	100 ~ 350	100 以下
U形或箱形充填容器之充填高度 (mm)		300 以上 (R1 障礙)	300 以上 (R2 障礙)	300 以上 (無障礙)
流動性	坍流度 (mm)	650 ~ 750	600 ~ 700	500 ~ 650
材料析離抵抗性	V ₇₅ 漏斗流下時間 (sec)	10 ~ 25	7 ~ 20	7 ~ 20
	500mm坍流度到達時間 (sec)	5 ~ 20	3 ~ 15	3 ~ 15

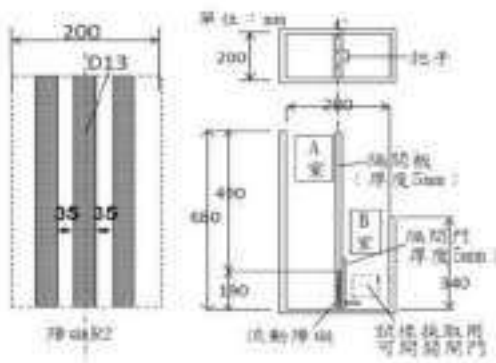
✓ U 形或箱形 BOX 試驗



✓ V75 漏斗試驗



✓ 坍流度試驗



1. 配比設計坍流度 < 550mm 時，許可差為±40mm
2. 配比設計坍流度 ≥ 550mm 時，許可差為±50mm

SCC 特色及效益



● 高抗滲混凝土

國際上已提出**新式混凝土抗滲防護摻劑**，即於灌漿前添加摻劑，利用水份與混凝土多孔吸附之特性，滲入混凝土孔隙，循環再生不溶於水之**無機質枝蔓狀結晶體**，可充填混凝土**微裂縫與毛細孔隙**，藉此活化並強化混凝土結構，達到防止**液壓並抑制氯離子**與其他有害化學物質等 ..之劣化因素，進而**增進混凝土結構耐久性**之改質工法，且此類摻劑之結晶滲透機制因其顯著功效。

✚ 混凝土性能需求

- ✓ **抗氯離子穿透能力**：混凝土抗氯離子穿透能力，依 CNS 14795 試驗法，**6 小時通過電荷量應小於 2000 庫倫**。

通過電荷量 (庫倫)	<100	100~1000	1000~2000	2000~4000	>4000
氯離子穿透性	可忽略	甚低	低	中	高

✓ 混凝土抗氯離子穿透能力試驗報告

試驗結果：

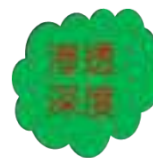
1. 混凝土抗氯離子穿透能力試驗法 (ASTM C1305-12)

試驗時間(分)	電流(毫安培)			試驗時間(分)	電流(毫安培)		
	試體 1	試體 2	試體 3		試體 1	試體 2	試體 3
1	45	43	47	240	55	51	58
30	58	48	52	270	55	51	58
60	55	50	54	300	55	54	58
90	51	51	55	330	55	54	58
120	55	52	56	360	55	54	58
150	56	52	57				
180	55	52	57	總通過電荷量(庫倫)	1194	1107	1213
210	56	53	58	停止通過電荷量(庫倫)	1042	1064	1198

✓ 混凝土抗氯離子穿透能力試驗



- ✓ **抗透水能力**：混凝土抗抗透水能力，依 DIN 1048 滲透試驗法，以 **0.5 MPa(Bar)**靜水壓力持續 72 小時之壓力滲透後，水之滲透深度應小於 5cm。



✓ 混凝土透水試驗報告

混凝土透水試驗 (DN 1018-3199)

測試項目	測試方法	測試結果			
		試樣 1	試樣 2	試樣 3	平均
測試試樣尺寸 (cm)	DN 1018-3199	φ: 15.046 H: 14.213	φ: 14.927 H: 14.412	φ: 16.950 H: 14.315	—
測試時面混凝土厚度 (cm)		2208	2289	2302	2266
透水試驗 (mm)		22.77	24.55	25.81	24.31

小於5cm



✓ 混凝土表面電阻試驗：符合瑞士 PROCEQ RESI 四極式電極混凝土阻抗儀測試標準，混凝土表面電阻大於 20K Ω -cm 可防止鋼筋腐蝕。

✓ 依 PROCEQ RESI 操作手冊

1. $\rho \geq 12 \text{ K } \Omega \text{ cm}$ 不大可能會腐蝕
2. $\rho = 8 \sim 12 \text{ K } \Omega \text{ cm}$ 有腐蝕之可能性
3. $\rho \leq 8 \text{ K } \Omega \text{ cm}$ 腐蝕是會發生的

✓ 混凝土表面電阻試驗報告

混凝土表面電阻試驗結果：

試樣編號	試驗方法	混凝土表面電阻 ρ (kΩcm)
1	依 PROCEQ RESI 測試混凝土表面電阻	28

註：1. 測試時環境溫度：混凝土表面溫度與空氣溫度一致，均為攝氏 25 度。
2. 測試時混凝土表面乾燥，無任何水分。
3. 測試時混凝土表面無任何油污。
4. 以下數據之測試結果係由 PROCEQ RESI 儀器所產生：

$\rho \geq 12 \text{ k}\Omega\text{cm}$	不大可能會腐蝕
$\rho = 8 \sim 12 \text{ k}\Omega\text{cm}$	有腐蝕之可能性
$\rho \leq 8 \text{ k}\Omega\text{cm}$	腐蝕是會發生的



✓ 混凝土工作性：高抗滲混凝土適用於各種混凝土結構，依工程需求，工作性可分為：

1. 一般坍度混凝土其坍度為 15~18cm。
2. 高坍度混凝土其坍度為 18~21cm。
3. 高流動性混凝土其坍流度為 50~70cm。

國內案例



✓ 位於羅斯福路之新建工程，地下共 4 層樓，因地下水壓大，除連續壁，另增設複牆。

✓ 考量防水施工之整體性，於複牆系統採用高抗滲混凝土防水，於灌漿時同步達到防水功能。

✓ 本工法材料為無機質，不會老化水

解，其親水特性，**非常適合應用於經常潮溼之地下結構**。

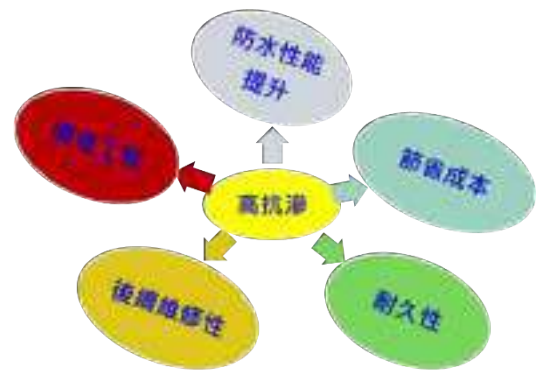
- ✓ 本工法為化學改質型軀體防水，效果與時俱增，經改質之結構部位，明顯呈現乾燥狀態，也**減少日後滲漏之風險**。

國外案例



- ✓ 集合住宅為：6 棟樓，每棟 18 樓，共 590 戶，地基 10,549 M²
- ✓ 2 層停車場，約需 20,000 立方米混凝土，考量過去建案之**地下結構經常漏水經驗**，決定嘗試性使用水密性混凝土觀念，即**軀體防水觀念**。
- ✓ 經評估防水系統之**耐久性、施工簡易性與有效性**後，在地下結構範圍，採用高抗滲混凝土，來作為地下防水之解決方案。
- ✓ 高抗滲混凝土，**於混凝土灌漿時即達防水功能**，事後不需任何保護層處理。

高抗滲混凝土特色及效益



參考文獻：

- 自充填混凝土的特性和應用及遭遇問題的解決，中華顧問工程司，廖學水、王永東。
- 新材料、新技術及新工法工程案例，交通部。
- CNS 14840、CNS 14841、CNS 14842。
- 第 03315 章 自充填混凝土，行政院公共工程委員會。
- 防水抗滲混凝土技術規範，國產建材實業。
- 混凝土抗滲防護摻劑之介紹，台灣混凝土學會 2013 年混凝土工程研討會。

防水材的應用

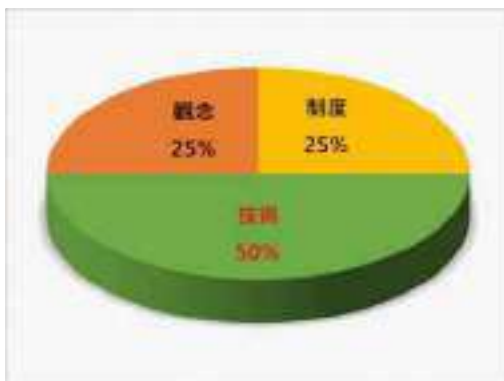
技術部 洪宜正

前言

防水顧名思義，就是防止不必要的水侵入我們的生活空間或領域。由於水的無孔不入的特性，人類在從古至今對防水問題，卻一直很感到棘手。從台灣的一句古老俗語說：「做醫生的怕治咳，做土水的怕治漏。」可見漏水問題是自古以來最令建築專業人員所頭痛的問題。

● 防水的概念

參酌「建築物防水設計手冊之研擬」，整體防水工程：一個完整的防水工程應包含**觀念、制度與技術(如設計、材料與施工)**等三大要素。而其重要性，如下圖所示，觀念及制度各佔 1/4，技術面的問題(如設計、材料與施工)則僅佔 1/2。



✚ 觀念上的問題

- ✓ 正視防水工程的重要性，尤其防水工程應該是從設計前與業主溝通時即開始，否則業主觀念不清，以為防水可以便宜行事時，設計者即使想做好，礙於業主預算時，恐怕就會有阻力產生。
- ✓ 「防水」不同於「止水(抓漏)」的觀念，應加以澄清。如將防水工程當作止水(抓漏)工程，因此一開始即不重視事先之規劃，以為既是止水(抓漏)

工程，則等發生漏水時，再來抓漏即可的錯誤觀念，當然防水工程既無法作好，將「防水」及「止水(抓漏)」二者定義概述如下：

1. 防水工程：全面性與事先防範性，故可規劃性。
2. 止水(抓漏)工程：局部性與事後補救性，故規劃較困難。

- ✓ 設計時應改變防水工程以材料為重心的概念，因此在設計上，對各種材料本身應有適材、適地、適用性加以區別。
- ✓ 防水設計，不僅只是工程技術性問題，甚至連工程所在地之氣候、地理條件等客觀環境之評估，一是影響工程成敗的因素。

✚ 制度面上的問題

由於防水工程具有對將來長久使用時，仍須繼續持續其一定之功能及效益的特性。因此，在設計階段，不僅對防水工程之材料選用、大樣及各細部設計外，亦應對將來施工完成後之保固加以規範。

✚ 技術面上的問題

防水工程在技術面上，應包含設計、材料與施工等三大項目，而在施工項

目上，又包含了施工前之準備、防水施工及施工後之保護措施。在這三大因素中，尤其是施工上的問題，表面或許會被認為與設計階段無關，然而卻嚴重地影響這防水工程之成敗。



- 建築防水工程的分類：設置部位、防水方式。

設置部位：可劃分為**地上防水工程**和**地下防水工程**。

- ✓ 地上防水工程：包括**屋頂防水工程**、**牆體防水工程**和**樓地板防水工程**
- ✓ 地下防水工程：是指**地下室**、**地下溝**、**地下建築物**等處的防水

防水方式：可分為**軀體防水**、**面防水**及**線防水**。

- ✓ 軀體防水 (防水材於混凝土拌合過程加入或壁體形成後再塗抹於表面)-**水泥砂漿防水劑**、**矽酸質系塗佈防水材**及**水和凝固型塗膜防水材**。
- ✓ 面防水 (結構體成形後方施作於表面之防水材)-**片狀防水材**、**塗膜防水材**及**皂土系防水材**。
- ✓ 線防水 (施作於結構體間縫隙之防水材)-**墊片防水材** (襯墊條防水、止水帶) 與**填縫材**。

● 防水材料發展

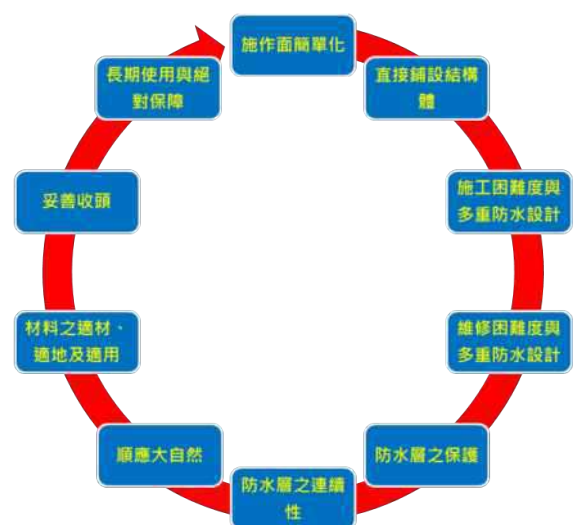


● 防水材之特性比較

項目	彈性水泥防水材	油性聚氨酯防水材(PU)	熱熔式瀝青防水毯
組成成份	A劑:環氧樹脂乳液 B劑:水泥、骨材、添加劑	A劑:聚氨酯樹脂主劑 B劑:硬化劑	改質瀝青內夾聚脂纖維
化學性質	★水性	油性	油性
氣候要求	★潮濕面可施工	空氣濕度超過80%，施工面含水量超過8%，易造成內部起泡，皆不可施工。	大雨或施工面含水量超過8%，皆不可施工。
施工環境要求	★素地不須非常平整	★素地不須非常平整	★素地要求平整度，否則易生空隙，導致起鼓現象
素地面附著能力	★與水泥接著力強	★易老化，耐水耐腐蝕力差，須先塗膠層	★與水泥接著力差，施工須先塗膠層
施工性比較	★與現場攪拌，塗層可施作厚度1~3mm，較不易受施工面與施工品質影響	★雙液型，需現場混合攪拌不可厚塗，塗膜須控制在1mm左右，否則將導致內部CO ₂ 無法釋出造成起泡，影響防水效果。	★預成型，厚度均一，施工方式較好控制，但若薄片破壞，接合處接縫不密，易產生滲漏。
防水層物理性質比較	★一體成型，黏著力強，無側漏現象，防水層抗裂能力佳	★防水層物性與化學性優良，抗裂能力佳，但長期浸水會有水解現象	★防水層預成型，物理性與耐浸水性皆優
後續工程(粉刷水泥)或(貼合磁磚)	★塗膜後可直接粉刷水泥或噴附防水保護材	★塗膜後可直接貼合磁磚，需於表面灑佈石英砂，但再塗效果較差。	★無法直接貼合磁磚，需另行澆置PC後方可進行鋪面作業
修復方式	★遇破壞時，修補僅須將複合式防水材再次塗膜即可	★修補手續繁雜，需剷除後，重新塗膜	★修補時，需裁切適當尺寸，仍以火槍熔接，相當繁複，且接縫處日後仍會將產生滲漏現象
保固年限	★5年	★5年	★5年
適用場地	★屋頂、浴室、中庭、窗框、窗縫、垂直面、垂直面及後牆為粉刷面不適合(素地面可為潮濕面)	★屋頂、浴室、中庭、窗框、窗縫、垂直面、垂直面及後牆為粉刷面不適合(素地面可為潮濕面)	★僅適用於大面積及水平面，(素地面須為乾燥面)

項目	水性聚氨酯防水材	聚脲
組成成份	水性PU及乳劑-瀝青改質	A劑:聚脲樹脂主劑 B劑:硬化劑
化學性質	★水性	油性
氣候要求	★除大雨外，其他狀況皆可施工	★潮濕面可施工
施工環境要求	★素地不須非常平整	★素地不須非常平整
素地面附著能力	★與水泥接著力強	★與任何表面接著力強
施工性比較	★單液型，開桶後即可施作，塗膜可施作厚度1~3mm，較不易受施工面與施工品質影響	★需以特定機具噴塗施作，施工快速，品質均一易控制。
防水層物理性質比較	★一體成型，黏著力強，無側漏現象，防水層抗裂能力佳	★噴塗後成膜無縫，黏著力強，無側漏現象，物理性能為目前市場上最優
後續工程(粉刷水泥)或(貼合磁磚)	★塗膜後可直接粉刷水泥或噴附防水保護材	★無法直接貼合磁磚，需於表面灑佈石英砂，則可展現極優之接著效果。
修復方式	★修補時，只須再次塗膜即可	★修補時，只須以磨易塗膜式再次塗膜即可，接縫處效果良好
保固年限	★5年	★5~10年
適用場地	★屋頂、浴室、中庭、窗框、窗縫、地下室外牆...等(素地面可為潮濕面)	★屋頂、中庭、天台地下室外牆...等(素地面可為潮濕面)

● 建築防水之設計原則



- ✚ **施作面簡單化**:防水層於設計階段，即應考慮使施工面盡量簡單化。
- ✚ **直接鋪設結構體**：對於一般防水層之鋪設位置，均盡量直接鋪設於結構體上。
- ✚ **施工困難度與多重防水設計**：若對防水功能要求嚴格且施工條件困難時，須考量多重防水設計。
- ✚ **維修困難度與多重防水設計**：因使用條件的因素造成維修困難，或維修成本太高時，須以多重防水之設計來達到此一要求。
- ✚ **防水層之保護**：須考慮到防水層施作完了之保護設計。
- ✚ **防水層之連續性**：須考慮到防水層之連續性，防水層不可造成中斷及不當之續接。
- ✚ **順應大自然**：應盡量利用大自然之物理現象，來作設計。
- ✚ **材料之適材、適地及適用**：應依使用部分、用途等作適材、適地及適用之選擇為原則。
- ✚ **妥善收頭**：防水層之收頭常是防水失敗的主因，於設計階段，應對防水層收頭之細部設計等加以注意。
- ✚ **長期使用與絕對保障**：在防水設計上除了技術面之設計外，對於將來保固之體制亦應考慮在內。

● 結語

目前國內多以試水驗收作為防水工程品質之確保，但就長期防水品質而言，此法並不能有效掌握。經常以為防水施作完成後，只要幾十小時的浸水測

試而不漏水，就認為廠商之防水品質無慮，殊不知防水施工與防水材料之良窳，須歷經**外加荷載**、**熱脹冷縮**、**雨水浸潤**以及**地震搖晃**等因素之長期考驗，絕非短短幾天即可判定。

施工規範中有關試水檢驗部分，僅能**初步驗收**廠商之部分施工品質，而不能確保材料選用是否合宜，防水規劃設計是否得當等整體之防水能力。

適當的防水材料，不但須**符合使用之理論**及**通過實驗室嚴格考驗**，最重要的還是需要有**雄厚的成功使用實績**。因此，防水材料的選擇，不是新的就是好，而是**成功實績愈多愈久才愈可靠**。

每一種材料均有其適用性，並非一種材料可以從屋頂通用到地下室。因此，**防水具有其專業性**，材料的使用非但有其**適材、適地、適用**外，**正確的施工**亦是其成功的重要因素之一。

● 文獻參考

- ✚ 建築物防水設計手冊之研擬 (88~89) - 內政部建築研究所
- ✚ 建築物防水設計技術建立之研究 - 內政部建築研究所

滬尾專案基礎工程施工實務

滬尾專案 許俊傑

概述

本案基地位於新北市淡水區老街尾，地勢屬較緩坡地，緊鄰米粉寮溪及淡水河，原土面高程EL.+10.79~+2.40m，最終開挖面高程EL.-2.05~-3.25m，屬凝灰角礫岩層(N=7~>50)，地下水位約位於EL.+2.0m。

擋土樁及安全支撐系統規劃以 $\phi 50\text{cm} @ 80\text{cm}$ 鑽掘樁配合2~3層地錨施作，並搭配水位觀測井、壁體外傾斜管及鄰房傾斜計等觀測設施，以確保基礎開挖之施工安全。唯緊鄰溪流，又鑽掘樁非以密樁方式施作，且無規劃止水樁，故地下水為本案基礎施工之一大隱憂。

一、基地條件

● 基地地理位置



圖 1 基地位置圖



圖 3 現地踏勘

● 現地勘查



圖 2 原始地貌

● 現勘的目的

- ✚ 確認施工範圍
- ✚ 確認現況與圖面描述是否一致
- ✚ 了解週邊環境

二、地質條件

● 現場地質鑽探



圖 4 鑽探孔位(BH-1~12)



圖 5 BH-2 孔位鑽探施作



圖 6 BH-1 孔位岩心箱

● 地質分析



圖 7 BH-5 孔位柱狀圖

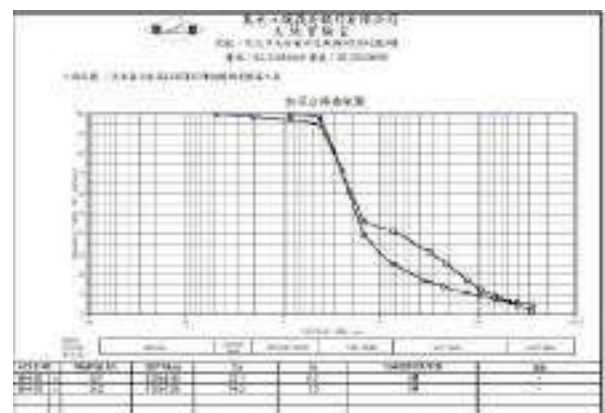


圖 8 BH-10 孔位粒徑分析

表 3.1 分析用簡化地層強度參數一覽表

層次	分佈高程 (EL-m)	平均高程 (EL-m)	平均厚度 (m)	土層	N 值	f_v (t/m ²)	γ_s (t/m ³)	ϕ	γ_u (t/m ²)	c' (t/m ²)	ϕ' (deg.)	c_u (t/m ²)	ϕ_u (deg.)	c_v
1	地表 ~ -4.70	地表 ~ -0.41	-	覆蓋層	1~50 (21)	1.92	27.4	0.79	5.0	0.5*	30*	-	-	0.30*
2	4.58 ~ -14.06	-0.41 ~ -11.78	12.2	砂土層	7~50 (46)	1.92	25.4	0.77	-	2.0*	31*	0.2	27	-
3	-5.29 ~ -22.35	-11.78 ~ -	-	沉積砂岩	>50	2.12	16.1	0.86	-	2.5*	37*	0.7	28	-

註: 1.*為建議值
2.()內為平均值
3.不排水剪力強度為試驗成果平均值
4.多數建議值為平均試驗成果按各項經驗公式綜合時的和值，經驗公式如下:
a.砂土: $c_u = 0.2 \times \text{平均 } N$ (N=20~25, $c_u=0.1 \times N$)
b.粘土: $c_u = 0.009 (L+10)$

圖 9 簡化地質參數

地下水位觀測記錄								備註
水壓計或觀測井編號	鑽探孔編號	孔位高程 (EL.m)	埋設深度 (m)	埋設日期	觀測日期	水位深度 (m)	水位高程 (EL.m)	
OW-1	BH-3	7.985	20	103/09/14	9月15日	3.90	4.09	
					9月16日	3.82	4.17	
					9月19日	3.80	4.19	
OW-2	BH-6	7.465	20	103/09/06	9月10日	5.66	1.81	
					9月16日	5.93	1.54	
					9月19日	5.80	1.67	
OW-3	BH-10	6.532	12	103/09/18	9月18日	5.00	1.53	
					9月19日	4.80	1.73	
OW-4	BH-12	2.596	10	103/09/06	9月10日	0.58	2.02	
					9月16日	0.98	1.62	
					9月19日	0.86	1.74	
					12月15日	0.60	2.00	
					12月15日	0.61	1.99	
HP-1	BH-1	9.692	29	103/09/09	9月10日	6.95	2.74	漲潮前
					9月16日	7.19	2.50	
					9月19日	7.05	2.64	漲潮中
					12月15日	6.01	3.68	
HP-2	BH-4	7.644	20	103/9/12	9月16日	5.50	2.14	
					9月19日	5.35	2.29	
					12月15日	4.59	3.05	

圖 10 水位觀測記錄

● 地質鑽探的目的

- 取得地質參數供設計單位進行結構設計
- 選擇擋土樁工法
- 了解地質特性
- 預判開挖可能發生之情形

● 鑽掘樁

- 施工流程

放樣→鑽孔→灌漿→置入鋼筋籠

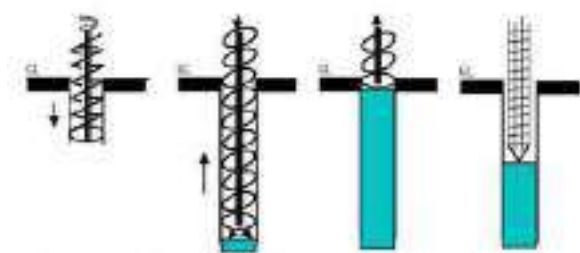


圖 11 施工流程圖示

- 施作順序

本案以跳 3 支方式施作，如：1,5,9,...；3,7,11,...；2,6,10,...；4,8,12,...依序施作。



圖 12 鑽掘樁施作順序

✓ 放樣



圖 13 現場以插鋼筋放樣樁位

✓ 鑽孔



圖 14 以鑽掘機進行鑽孔作業

✓ 垂直度檢核

現場以放垂線方式，以目視檢核鑽桿之垂直度。至少需以 2 方向同時檢核垂直度，避免單方向垂直度偏差。



圖 15 放垂線以目視檢核垂直度

✓ 深度檢核



圖 16 鑽掘深度以噴漆標示

✓ 灌注水泥砂漿

鑽桿退出之同時，以 $15\text{kg}/\text{cm}^2$ 之壓力，將水泥砂漿注入樁孔。



圖 17 鑽桿退出同時灌注砂漿



圖 18 由鑽桿端部噴出水泥砂漿

✓ 置入鋼筋籠



圖 19 將綁紮完成之鋼筋籠置入樁孔

● 壓梁施作

本案因樁位上有水保溝行經，經圖面檢討後，將壓梁頂高程調整至水溝底，避免日後再修打壓梁。



圖 20 樁頭開挖及劣質打除



圖 21 壓梁鋼筋綁紮



圖 22 壓梁模板組立



圖 23 壓梁混凝土澆置

● 品質管理



圖 24 主筋支數查驗



圖 25 箍筋間距查驗



圖 26 水泥砂漿試體製作



圖 27 水泥砂漿試體抗壓試驗

三、支撐系統-預力地錨

本案規劃以臨時性預力地錨取代較常出現在雙北地區的型鋼水平支撐，沒有了頭頂上型鋼格柵的限制及阻擋，使得地下室鋼筋及模板的施工，也變得較為有彈性，同時也讓工區顯得特別開闊。

原規劃地錨錨錠端為樁徑 $\phi 30\text{ cm}$ ，但以現場地質條件，不適合以擴孔方式施作，故決定樁徑調整至 15 cm ，並於現場進行證明試驗。

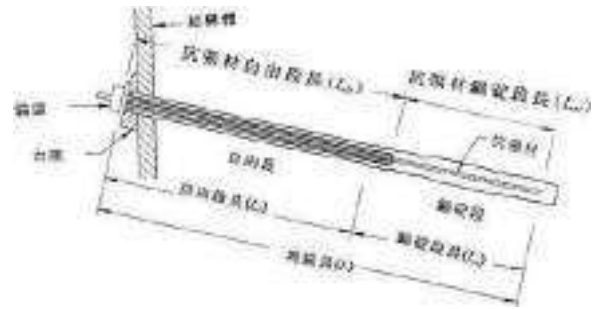
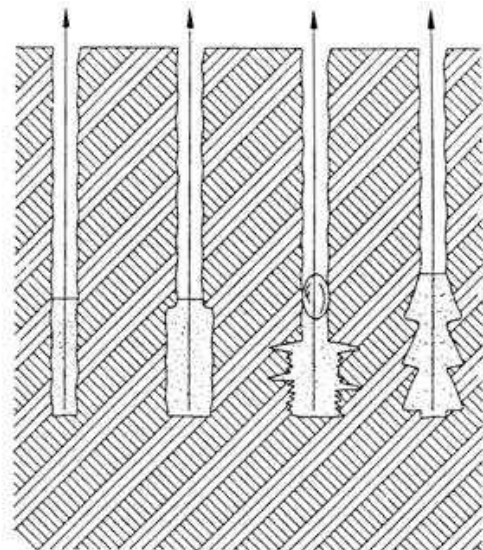


圖 28 地錨構造示意圖



(a)無加壓式(b)低加壓式(c)高加壓式(d)擴孔式

圖 29 地錨錨錠端形式

$$3.T_w = \pi \cdot D \cdot L_a \cdot \alpha \cdot C_u$$

C_u :	錨錠段長度範圍內之平均不排水剪力強度(kg/cm ²)
α :	粘著係數(0.3~0.45)
D :	錨錠段直徑
L_a :	錨錠段長度(m)

圖 30 摩擦阻抗型地錨拉力計算

地質地錨		極限摩擦應力 (kg/cm ²)
軟弱地質	砂土	15~20
	砂土	10~15
	砂土	5~10
	砂土	5~10
中硬地質	砂土	15~20
	砂土	10~15
	砂土	5~10
	砂土	5~10
硬地質	砂土	15~20
	砂土	10~15
	砂土	5~10
	砂土	5~10
註：1. 地質地錨應以土質試驗結果為準		10kg/cm ² 標準值

圖 31 JSF 極限摩擦應力建議值

由變位量及時間對數關係，計算每一循環荷重下之潛變係數(k_s)，繪出每一階段荷重-潛變係數之曲線圖。

拉力 - 潛變伸長量關係圖

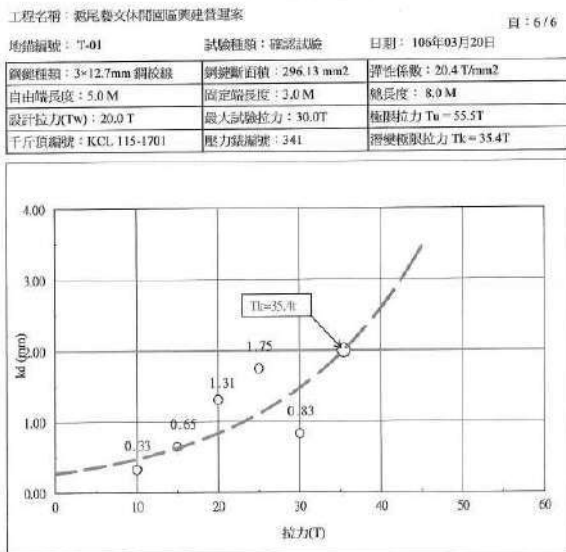


圖 37 拉力-潛變伸長量關係圖

由上圖求得潛變係數(k_s)=2.0 mm所對應之荷重，即為地錨之潛變極限荷重(T_k)，臨時性地錨之工作荷重(T_w)需小於 $T_k/1.2$ 。

五、施工流程

放樣→鑽孔→組鍵→灌注水泥漿→入鍵→補漿→養護(3~7 天)→施加預力→鎖固

● 正式地錨



圖 38 以水線及噴漆放樣鑽孔位置



圖 39 套管長度確認(2M/支)

確認套管長度，以利計算鑽孔之深度。且鑽孔深度要較設計多出 0.5~1M，使無法經由洗孔排出之較大石塊沉底，避免影響錨碇端水泥漿強度。



圖 40 鑽孔角度確認(20°)

依設計圖面角度為 20~30°。



圖 41 以鑽堡開始鑽孔

以鑽孔速度、出渣狀況、震動、回水狀況以及液壓表顯示狀況，判斷地盤屬性。依套管支數計算鑽孔深度。



圖 42 組鍵

鑽孔長度 8M(錨碇端 3M、自由端 5M)，預留長度 1.2M，總長 9.2M。預留長度以利後續施加預力之作業。



圖 43 導尖



圖 44 封漿器

封漿器主要用途在於避免水泥漿進入自由端。



圖 45 自由端套管



圖 46 錨碇端浪管



圖 47 將鋼鍵置入灌滿水泥漿之鑽孔內



圖 49 以預留之灌漿管灌注水泥漿



圖 48 抽出鑽堡外套管



圖 50 於迴漿口取樣



圖 51 水泥漿方塊試體製作

地錨施作完成後，水泥漿需養護 3~7 天，至強度達設計需求(本案 $\geq 300\text{kgf/cm}^2$)時，方能施加預力。



圖 52 拉線機及壓力表

預力拉線機校正報告

工程名稱：民18
委託單位：忠明營造股份有限公司
地址：彰化市中山路五段155-11號
儀器名稱：118噸級拉線機
設備型號：摩多拉線機(118-1700)；壓力錶(100 kg/cm²)
操作手冊：摩多拉線機(118-1700)；壓力錶(100 kg/cm²)
施工地點：桃園市楊梅區安樂里明興525號
環境溫度：21℃
相對濕度：55%
校正日期：2017年11月23日
校正人員：2017年11月23日
報告日期：2017年11月23日

檢核：1. 本報告僅限於此次之儀器校正，對其他項目無效。
2. 本報告內之儀器校正，如未經本公司核准，恕不負責。
3. 本報告內之儀器校正，如未經本公司核准，恕不負責。
4. 本報告僅在有效期間內有效。

校正說明：
1. 儀器校正前，應先檢查儀器之外觀，如無損壞，方可使用。
2. 儀器校正前，應先檢查儀器之外觀，如無損壞，方可使用。
3. 儀器校正前，應先檢查儀器之外觀，如無損壞，方可使用。
4. 儀器校正前，應先檢查儀器之外觀，如無損壞，方可使用。

校正結果：
1. 儀器校正結果，如無損壞，方可使用。
2. 儀器校正結果，如無損壞，方可使用。
3. 儀器校正結果，如無損壞，方可使用。
4. 儀器校正結果，如無損壞，方可使用。

校正人員：2017年11月23日
報告日期：2017年11月23日

圖 53 拉線機校正報告

預力拉線機換算公式

拉線機型號 (kg/cm ²)	換算係數 (kg/cm ²)				油壓表型號 (kg/cm ²)	換算係數 (kg/cm ²)
	1	2	3	4		
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
29	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
32	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
33	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
34	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
36	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
37	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
38	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
39	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
41	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
42	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
43	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
44	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
45	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
46	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
47	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
48	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
49	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
51	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
52	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
53	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
54	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
55	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
56	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
57	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
58	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
59	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
61	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
62	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
63	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
64	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
65	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
66	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
67	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
68	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
69	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
70	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
71	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
72	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
73	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
74	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
76	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
77	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
78	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
79	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
81	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
82	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
83	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
84	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
85	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
86	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
87	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
88	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
89	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
91	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
92	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
93	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
94	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
95	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
96	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
97	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
98	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
99	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
100	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

圖 54 拉線機換算公式

施加預力前，需請廠商提供拉線機及油壓表有效之校正報告，並核對拉線機及油壓表之編號是否一致。因本案施加預力時無使用荷重計，故需以校正報告上之換算公司，以換算所需荷重對應之油壓表讀數。



圖 55 以游標卡尺及測微計讀取伸長量及壁體變位量



圖 56 鋼絞線之 1 股達極限應力斷裂

工程名稱：新北市淡水區漁港藝文休閒園區興建管理維護計畫

鋼絞線編號	40	設計拉力 T_u	20.00T	施拉日期	106.3.20
地錨總長	8	鋼絞線長	5	自由段長	5
鋼絞線種類	3-12.7mm ϕ	鋼絞線面積	2.0613cm ²	彈性係數Es	2.04E+06kgf/cm ²
施拉工法	G.F.I.	千斤頂機號	ECL115-1701	油壓錶號	341
施拉階段	時間(分)	拉力(T)	壓力表(kgf/cm ²)	量測值(mm)	伸長量(mm)
0.20Tw	1	4.0	28	22.8	0
0.50Tw	0	10.0	64	22.65	0
	1			23.92	0
	5			23.65	0
	10			24.18	0
	15			24.42	0
0.20Tw	0	4.0	28	22.93	0
	2				0
0.75Tw	0	15.0	92	20.42	0
	1			22.76	0
	5			22.63	0
	10			22.28	0
	15			22.78	0
0.20Tw	0	4.0		22.7	0
	2				0
1.00Tw	0	20.0	122	51.03	0
	1			52.26	0
	5			55.89	0
	10			55.89	0
	15			56.43	0
	30			56.86	0
0.20Tw	0	4.0		40.38	0
	2				0
1.25Tw	0	25.0	152	60.27	0
	1			65.19	0
	5			67.42	0
	10			68.58	0
	15			69.65	0
	30			71.31	0
0.20Tw	0	4.0		48.66	0
	2				0
1.50Tw	0	30.0	181	88.42	0
	1			89.34	0
	5			90.36	0
	10			90.99	0
	15			91.16	0
	30			91.61	0
	60			92.08	0
0.20Tw	0	4.0		62.48	0
	2				0
Fail or 80% T_u	?				拉拔試驗

40 239.4 x
max: 35.0 kgf/cm²

圖 57 證明試驗記錄表

六、地錨試驗

表 1 各試驗目的及施作時機

試驗名稱	目的	時機
證明試驗 (證明、拉拔)	了解現場狀況，進一步研判地錨施工及設計上之可行性	地錨未施工前 或地錨設計前 實施
適用性試驗	確認施工後地錨能否完全符合設計要求；且試驗結果將作為驗收試驗之依據	正式地錨施作 前實施
驗收試驗 (特別、例行)	證明地錨能符合實際設計使用需求	正式施作
揚起試驗	檢測永久性地錨之殘餘荷重，及設計荷重之確認	永久性地錨施作完成一段時間後實施之檢測

表 2 地錨試驗數量及步驟差異

試驗名稱	試驗數量	循環施拉階段數
證明試驗	同地質條件，至少	5
拉拔試驗	三支	6
適用性試驗	使用期限六個月內，總數之1%，至少3支	6
特別驗收試驗	每10支工作地錨施作1支	3
例行驗收試驗	每支施作	1

表 3 地錨試驗與取得參數差異

試驗名稱	取得參數
證明試驗	潛變極限荷重 潛變係數
拉拔試驗	極限荷重 檢核安全係數
適用性試驗	摩擦損耗 滑動損耗 鎖定荷重 檢核自由端長度
特別驗收試驗	複核適用性試驗結果
例行驗收試驗	-
揚起試驗	檢測殘餘荷重

七、觀(監)測系統

● 平面配置



圖 58 安全觀測平面配置圖

● 水位觀測井

主要瞭解工地地下水位高程，並將所測得之水位變化綜合其他監測資料回饋設計，以檢討擋土設施及水平支撐之安全性，可藉此推測開挖內、外側所引起之滲流行為，是否可能造成管湧、上舉或砂湧等工程災害。



圖 59 水位觀測井量測



圖 60 電子式水位觀測井

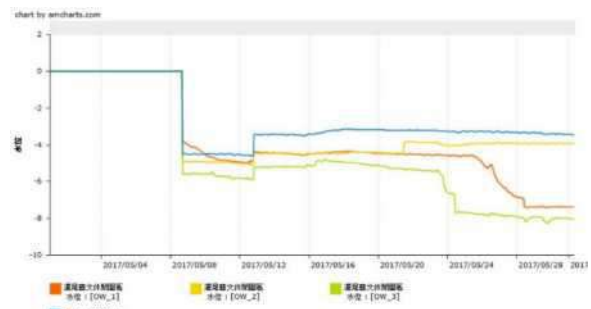


圖 61 水位觀測井監測數據

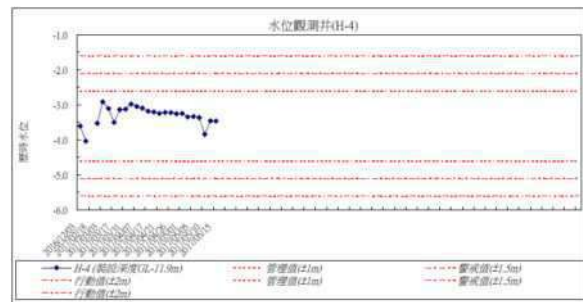


圖 62 水位觀測井手工量測數據

本案水位觀測井以電子式 24 小時監測，每週另以人工觀測方式檢核數據是否吻合。

● 壁體外傾度管

一般用於量測擋土設施或結構體的側向變位及變形撓曲程度，以變位之方向、速率和最大側向變位來研判擋土結構的安全程度。又本案因屬山坡地，另用於量測邊坡滑動及潛移的變位行為，作為邊坡穩定性的重要研判依據。



圖 63 壁體外傾度管

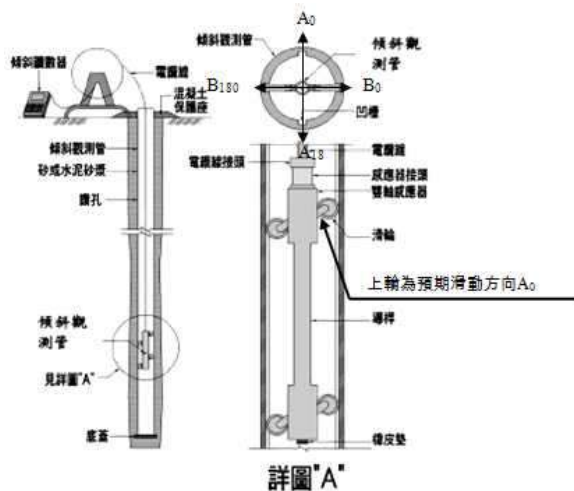


圖5 傾斜觀測管橫斷面各方向示意圖

圖 64 傾度管斷面示意圖



圖 65 壁體外傾度管量測



圖 66 傾度管量測數據

● 建物傾斜計

一般安裝於基礎開挖周圍之建物的柱上，以量測因開挖、抽水或其他因素等，造成周圍地表沉陷變位及不均勻沉陷所導致建物傾斜之程度，藉此研判建物之安全性。



圖 67 電子式傾斜計

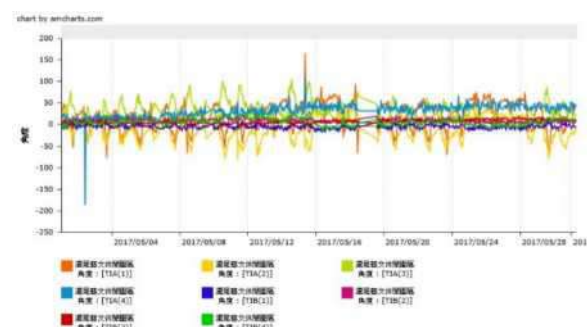


圖 68 電子式傾斜計數據

● 沉陷觀測釘

基礎施工過程中，通常會設置數個沉陷觀測點於鄰近的道路與建物上，在開挖初始階段，周圍地表會由於擋土壁的側向變位，造成地表產生三角形沉陷，而當開挖到達某一深度時，周圍地表開始產生凹槽形沉陷。為確保開挖施工中鄰近建物的安全，訂定一個警戒值與行動值，避免因地面沉陷過大，造成鄰房龜裂、傾斜等其他損害情況。



圖 69 沉陷觀測釘量測

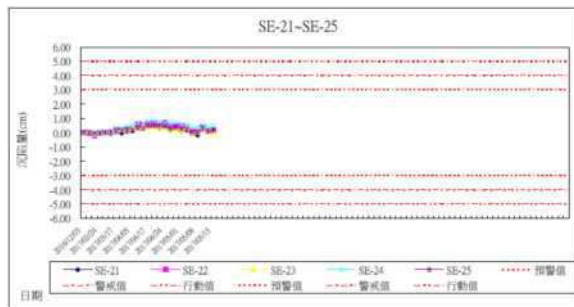


圖 70 沉陷觀測釘量測數據

八、結語

萬丈高樓平地起，而這平地下的基礎工程，往往因不確定的因素太多，無法在規劃設計階段就能掌握。如何克服困難，就需要施工人員的智慧與經驗；如何保障施作工作人員的安全，就需要仰賴科學的儀器；如何確保品質，就需要透過科學的管理方法。在此特別感謝本案各協力廠商的配合及協助，讓本案能克服萬難順利完工。

模板及放樣工程概述

工程部 陳振隆

前言

模板為鋼筋混凝土構造之成型鑄造模，雖是臨時性的工程假設構造物，但其對混凝土建築軀體的形狀、品質、精度等均具有決定性的影響。工地模板之組立，須針對不同混凝土性質作規劃，按工地環境、使用目的及成本效益等之考量。

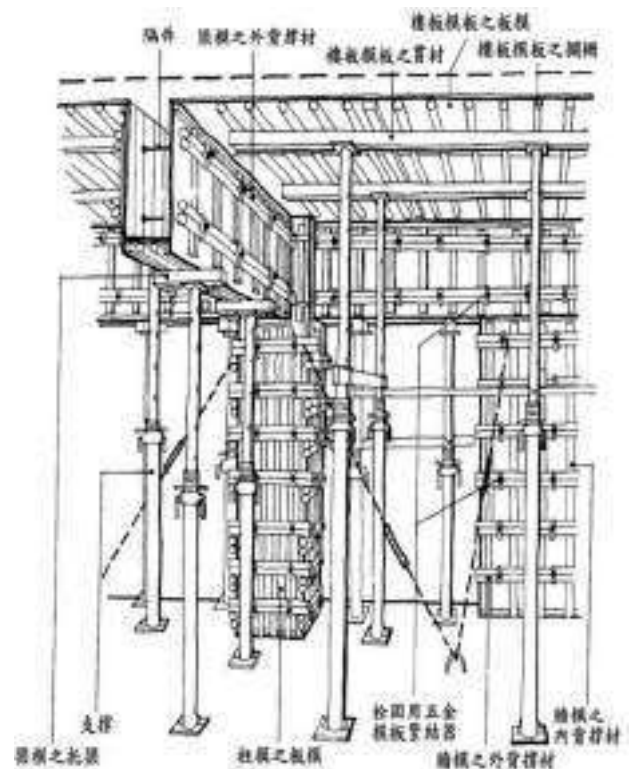
工程施工中，施工精度往往是決定品質的一項要素，常常需藉由測量放樣的方式來確保施工位置的正確性與準確性。施工作業中，工程人員往往忽略了測量工具的精度，或是不瞭解測量方法的限制性等因素而造成施工精度不佳。

模板工程

一、模板主要構造

● 模板主要構造敘述如下：

- ✚ 襯板：模板直接與混凝土相接的部份，其作用主要是為防止新澆置混凝土流出模板外並固定結構外型，板模材料之使用以散板及合板兩類為主。
- ✚ 格柵：直接置於樓版板模或樑底板模下之水平構材。
- ✚ 貫材：直接置於樓版模板及樑模板之格柵下的水平構件，其與格柵呈垂直方向配列。
- ✚ 支撐：直接置於樓版模板或樑模板之貫材下的垂直構材，主要將混凝土等營建載重傳遞至地面。
- ✚ 模板緊結器：在柱模板、樑側模板、牆模板等之中，作為固定背撐材用之構件。





● 感電:

模板作業由於鋸料、鑽孔等工作，須使用電動工具涉及電力作業，再加上施工人員之身體須暴露在外，若遇下雨即導致作業環境潮濕，漏電之情形大增，作業人員易遭感電意外，改善方法如下:

- ✚ 電動手工工具進場檢查。
- ✚ 延長線及電線作業時須架高。

三、自主檢查

● 模板自主檢查表(柱模)

二、潛在危害

● 模板倒塌:

- ✚ 模板配置不當 - 不經計算按模板材質強度做適當配置，常使模板材料無法承受施工載重。
- ✚ 支撐與地面發生相對位移 - 支撐底部如為鬆軟土壤未加適當處理
- ✚ 支撐未做適當之水平繫條或斜向支撐，導致其無法接受水平力。



設計條件	間距(cm)	材料尺寸(cm)		備註
柱高	335	b	h	
鋼板厚度		1	1.5	
小格柵間距 l_1	30(淨距24)	6	6	
大格柵間距 l_2	80(淨距48)	6(二支)	6	
繫結器間距 l_3	40			斜螺桿
混凝土單位重	$\gamma_0 =$	2400	kgf/m^3	

- ✚ 施工中查驗重點:水平繫條、斜撐
地面穩固、柱清潔口、大、小格柵
角材、間距、繫結器間距。

● 模板自主檢查表(牆模)



設計條件	間距(cm)	材料尺寸(cm)	備註
牆高	350		
支撐淨高(最高)	321.5		牆高-版厚-襯板厚-6-6
襯板厚度		15	
	B	h	
襯板厚度	1	1.5	
小格柵間距L	46(淨距40)	6.0	6.0
大格柵間距L1	100(淨距94)	6.0	6.0
鋼支柱L2	100		
斜撐	6M/1支		
混凝土單位重	W0= 2400	kgf/m ³	

施工中查驗重點:模板底模支撐、材質、水平繫條、斜撐地面穩固、鋼管支撐規格、間距、大、小格柵角材、間距、繫結器間距。

四、模板工程常見缺失

● 模板寬度不足，應與側模齊



● 柱模、牆模底部未預留清潔口，依標準書規定須於每柱預留至少一支角材厚度之清潔口



設計條件	間距(cm)	材料尺寸(cm)	備註
牆高	300		
襯板厚度		b	h
小格柵間距L	33(淨距24)	6	6
大格柵間距L1	60(淨距48)	6(二支)	6
繫結器L2	60		41 螺桿
混凝土單位重	W0= 2400	kgf/m ³	

施工中查驗重點: 水平繫條、斜撐地面穩固、預留開口(門窗、水電)、牆清潔口、大、小格柵角材、間距、繫結器間距。

● 模板自主檢查表(樑版模)



設計條件	間距(cm)	材料尺寸(cm)	備註
牆高	350		
支撐淨高(最高)	321.5		牆高-版厚-襯板厚-6-6
襯板厚度	15		
	B	h	
襯板厚度	1	1.5	
小格柵間距L	46(淨距40)	6.0	6.0
大格柵間距L1	100(淨距94)	6.0	6.0
鋼支柱L2	100		
斜撐	6M/1支		
混凝土單位重	W0= 2400	kgf/m ³	

- 樑底模板未依標準書施作托梁



- 樓板下方格柵與樑邊間距過大



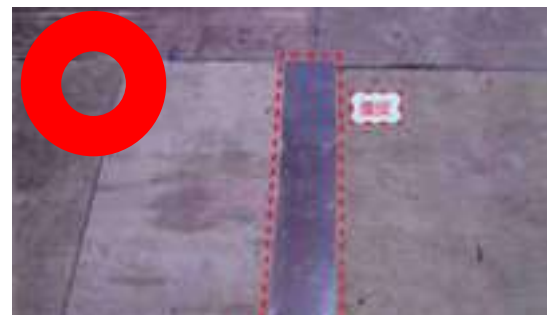
- 樑底支撐間距未依標準書或結構計算書施作



- 樓板夾板間距過大



- 以#3 鋼筋取代 12mm 實心銅棒做插銷之用



● 螺桿設置位置錯誤



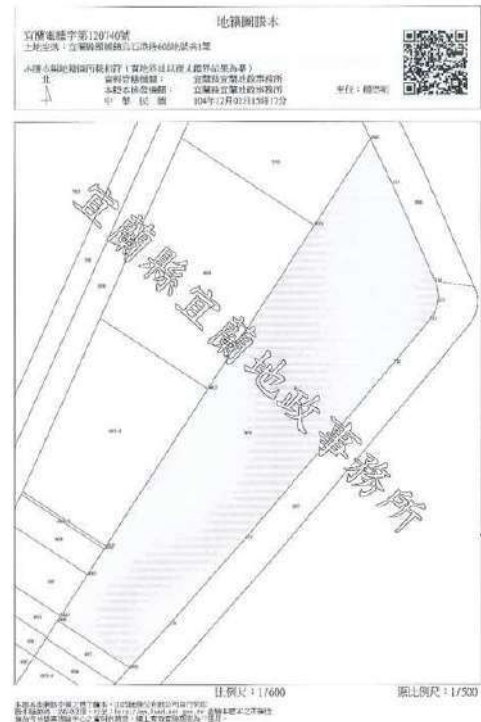
● 模板粗清未確實，殘留夾板、螺桿



放樣工程

一、資料收集

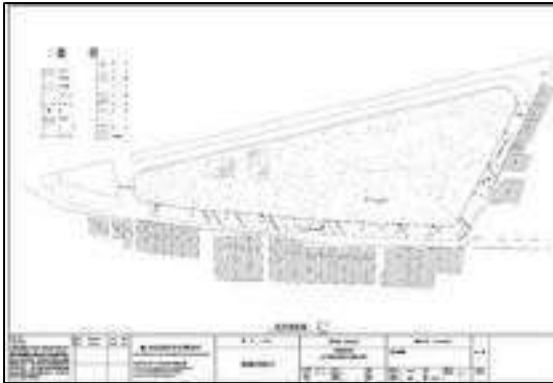
● 複丈成果表



界址坐標表

點號	點名	東坐標 (X)	北坐標 (Y)	點號	點名	東坐標 (X)	北坐標 (Y)
608	3003	31359.869	279035.907				
60A	3001	31354.539	279031.606				
60B	3003	31361.349	279037.608				
60C	3029	31387.136	279049.075				
60E	3025	31384.741	279049.473				
60F	3065	31381.787	279031.423				
60H	3087	31384.374	279031.419				
60I	3099	31383.280	279032.574				
60J	3099	31383.280	279031.389				
60K	712	31391.574	279032.615				
60L	713	31391.574	279032.326				
60M	716	31391.574	279031.185				
60N	713	31391.574	279031.389				
60O	714	31391.574	279031.683				
60P	715	31391.574	279031.389				
60Q	712	31391.574	279031.389				

● 現況實測圖

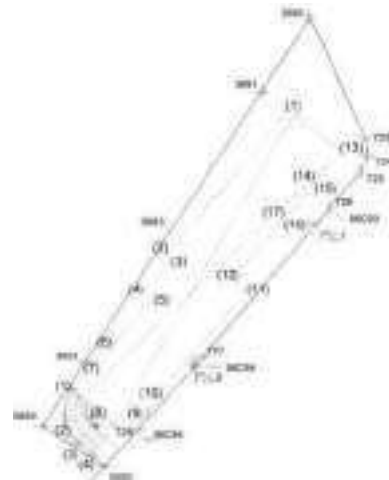


橋樑座標表(原座標)

計畫名稱：雙溪橋改建計畫(橋樑及引道工程) 編制日期：109年7月
(配合母山莊莊地事計畫)暨林山莊(新造橋) 測量者：林安成
測量地點：林山莊莊地事計畫 測量者：林安成 日期：109年7月

點號	點名	點座標	點座標	點座標	點座標
80005	中心點	2751124.822	3241118.858	橋樑	橋樑
80006	中心點	2751125.788	3241118.585	橋樑	橋樑
80007	中心點	2750034.889	3239994.388	橋樑	橋樑
80008	中心點	2750037.821	3239985.852	橋樑	橋樑
80009	中心點	2750034.585	3239989.885	橋樑	橋樑
80010	中心點	2750036.824	3239981.254	橋樑	橋樑
80011	中心點	2750034.543	3239989.185	橋樑	橋樑
80012	中心點	2750036.882	3239985.555	橋樑	橋樑
80013	中心點	2750034.887	3239983.185	橋樑	橋樑
80014	中心點	2750034.836	3239985.176	橋樑	橋樑
80015	中心點	2750034.547	3239984.585	橋樑	橋樑
80016	中心點	2750034.585	3239984.882	橋樑	橋樑
80017	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80018	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80019	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80020	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80021	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80022	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80023	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80024	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80025	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80026	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80027	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80028	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80029	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80030	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80031	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80032	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80033	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80034	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80035	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80036	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80037	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80038	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80039	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80040	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80041	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80042	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80043	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80044	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80045	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80046	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80047	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80048	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80049	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80050	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑

- 套圖:以放樣母圖為基準依序將建築圖及結構圖套入，檢核基地位置是否相符



- 放樣資料製作:依套圖完成之圖面，將欲放樣點位座標彙整。

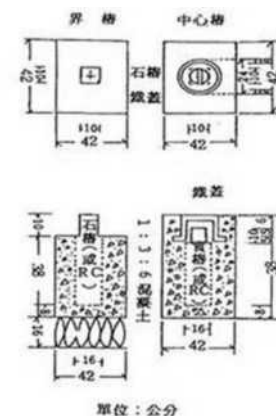
放樣點座標表

點號	點名	點座標	點座標	點座標	點座標
80005	中心點	2751124.822	3241118.858	橋樑	橋樑
80006	中心點	2751125.788	3241118.585	橋樑	橋樑
80007	中心點	2750034.889	3239994.388	橋樑	橋樑
80008	中心點	2750037.821	3239985.852	橋樑	橋樑
80009	中心點	2750034.585	3239989.885	橋樑	橋樑
80010	中心點	2750036.824	3239981.254	橋樑	橋樑
80011	中心點	2750034.543	3239989.185	橋樑	橋樑
80012	中心點	2750036.882	3239985.555	橋樑	橋樑
80013	中心點	2750034.887	3239983.185	橋樑	橋樑
80014	中心點	2750034.836	3239985.176	橋樑	橋樑
80015	中心點	2750034.547	3239984.585	橋樑	橋樑
80016	中心點	2750034.585	3239984.882	橋樑	橋樑
80017	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80018	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80019	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80020	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80021	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80022	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80023	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80024	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80025	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80026	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80027	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80028	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80029	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80030	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80031	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80032	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80033	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80034	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80035	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80036	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80037	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80038	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80039	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80040	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80041	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80042	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80043	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80044	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80045	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80046	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80047	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80048	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80049	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑
80050	中心點	2750034.887	3239987.381	橋樑	橋樑

三、外業放樣:

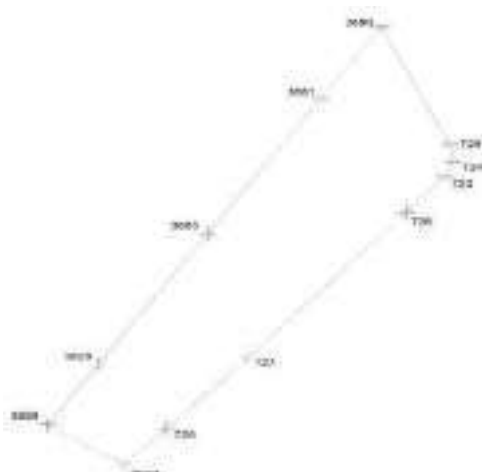
- 控制點確認:放樣前需先確認所使用之控制點是否正確，檢核編號。
- 放樣控制點選擇:

道路中心樁



二、內業準備

- 放樣母圖(底圖)繪製:利用複丈成果圖所提供之地界資料繪置放樣母圖



圖根點



儀器架設:

- 定心:儀器中心照準控制點中心
- 定平:水準氣泡居中
- 定方向:後視(方位角)



控制點距離確認:

- 後視照準完成後，檢測實測距離是否與圖面相符。

點	實	圖面距離(m)	實測距離(m)	誤差(m)	備註
1	275111.11	275111.11	275111.11	0.00	
2	275111.11	275111.11	275111.11	0.00	
3	275111.11	275111.11	275111.11	0.00	
4	275111.11	275111.11	275111.11	0.00	
5	275111.11	275111.11	275111.11	0.00	
6	275111.11	275111.11	275111.11	0.00	
7	275111.11	275111.11	275111.11	0.00	
8	275111.11	275111.11	275111.11	0.00	
9	275111.11	275111.11	275111.11	0.00	
10	275111.11	275111.11	275111.11	0.00	

3.點位放樣:

- 由測站人員主導，引導前視(標竿手)至正確點位。
- (2)點位確認後由標竿手於現地標柱(鋼筋、鋼釘...等)。

四、高程與高程差之定義:

- 高程(Elevation)或稱標高自水準基準面至地面上某一點之垂直距離。
- 高程差(Difference in elevation)地面上兩點間之垂直距離。
- 水準基準面(Datum level)高程為零之水準面，一般均以平均海水面為水準基準面。台灣水準原點位於基隆市海門公園



五、水準儀構造-望遠鏡:

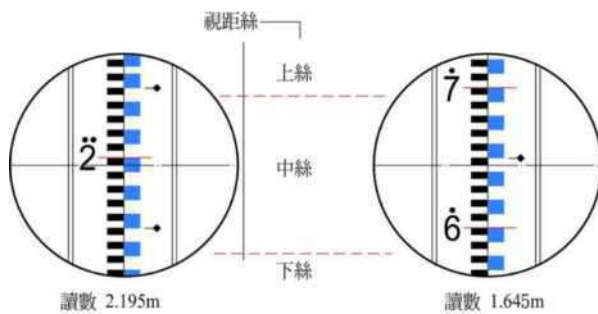
- 調整目鏡之焦點:目的在使十字絲清晰明顯，其作法為將目鏡進出移動，使十字絲極為清晰為止。因個人視力不同，不同觀測者觀測時，均應重新調整。
- 調整物鏡之焦點:目的在使物體清晰成像於十字絲平面上，其作法即轉動望遠鏡，對準物體目標，再旋轉望遠鏡之調焦螺旋，使物像極為清晰為止。



目鏡焦距

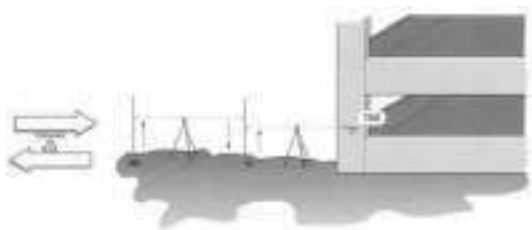
物鏡焦距

- 十字絲:十字絲之作用是使儀器能精確照準目標，新式水準儀之十字絲皆刻有視距絲，供光學視距測量之用。

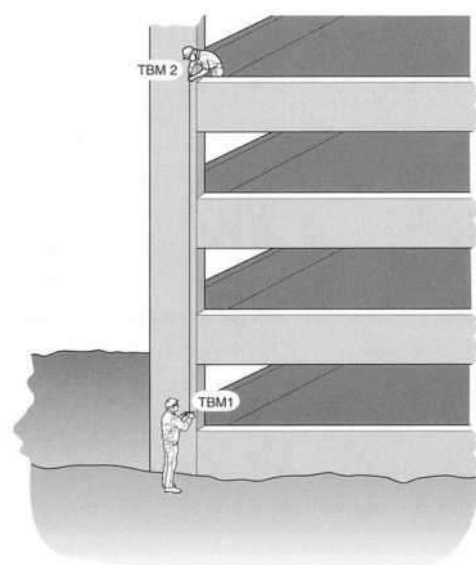


六、水準點之垂直引測步驟:

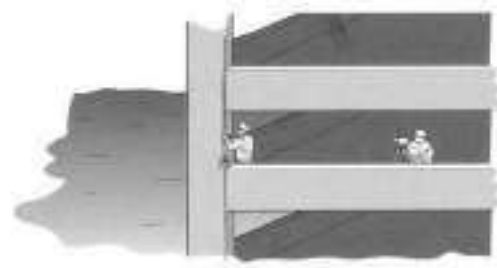
- 將水準控制點引側至地面層，可垂直通視之地方(如柱外緣或電梯管道...等)。



- 使用鋼捲尺或鋼鋼尺將高程點垂至向上(或下)引至各樓層。

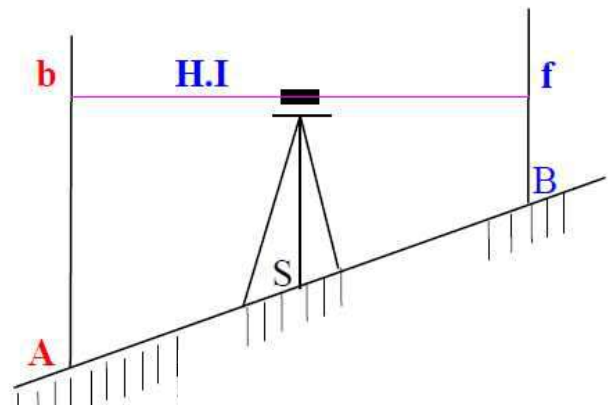


- 使用水準儀照準控制點後放樣各樓層水平基準線。



七、水準測量之應用:

- 水準測量在求得兩點之間的高程差。



$$\begin{aligned} H_b &= \text{視準軸高程 (H.I)} - f \\ &= H_a + b - f \\ &= H_a + (\text{後視} - \text{前視}) \\ &= H_a + \Delta H_{AB} (\text{高程差}) \end{aligned}$$

八、名詞定義:

- 道路中心樁:豎立於道路中心之樁俗稱路心樁。也就是道路中心線交點及其起迄點所設立之樁。
- 圖根點:作為土地複丈擺設儀器之基準點，理論上做複丈需找到 3 點圖根點,一點擺儀器,一點做後視，另一點檢核用。
- 方位角:自子午線北方起順鐘向至測

線之間的夾角，其值在 $0^{\circ} \sim 360^{\circ}$ 之間。

- **後視**:將水準尺立於**已知高程之點**，由水準儀觀測之讀數 B.S.。**後視之目地在求得視線高(儀器高)**。
- **前視**:將水準尺立於**未知高程之點**，由水準儀觀測之讀數 F.S.。**前視之目地在求得未知點之高程**。

淺談營造企業導入建築資訊模型 BIM

滬尾專案 宮肇猷

前言

BIM的出現是於1970年代的論文中出現，1980~2000大量出現於多項研究，於2002年正式定義為BIM。

一、何謂 BIM？

BIM 即是 Building Information Modeling 的縮寫，指的是在營建設施(包括建築物、橋樑、道路、隧道)的生命週期中，創建與維護營建設施產品數位資訊及其工程應用技術。換一個較容易想樣與理解的方式來說，BIM 技術是一個在電腦虛擬空間中模擬真實工程做為，以協助營建生命週期規劃、設計、施工、營運、維護工作中之各項管理與工程作業之新技術新方法與新概念，而不是常被誤解的新工具(郭榮欽、謝尚賢，2011)。



圖 1 卓越件設獎

二、營造廠導入模式

台灣的 BIM 在 2006 年開始於學術界發展，到了 2010 年開始於業界導入，起初的模式為產學合作，將學術單位的研究成果理論於實務應用上執行。並且在政府單位的推行下，一定金額以上公共工程必須導入 BIM，2013 年忠明營造承攬新北市政府「三重、蘆洲、淡水國民運動中心興建統包工程」其中統包合約中包含執行 BIM 之項目，為台灣第一個政府單位 BIM 合約。



圖 2 三重國民運動中心



圖 3 蘆洲國民運動中心



圖 4 淡水國民運動中心

內政部建築研究所於 2015 年委託學術單位訂定國內第一個「BIM 協同作業指南」，也一直持續推陳出新針對國內需求作修改，行政院工程會更在其 BIM 實施路徑圖中明訂自去年(2017 年)起，一定金額以上公共工程必須導入 BIM。針對不同專案執行模式，提出 BIM 技術時機與導入執程序如下參考「機關辦理公共工程導入建築資訊建模 BIM 技術」委託專業服務案成果報告書。



圖 5 傳統專案執行模式下導入 BIM 應用時機

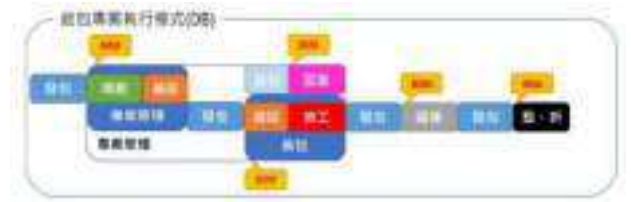


圖 6 統包專案執行模式下導入 BIM 應用時機

由於國內工程慣例及相關法令之規定，設計與施工廠商分離因此上述兩種模式占大多數，且該企業若無導入 BIM 技術，則委外發包 BIM 技術顧問服務；企業完全導入 BIM 技術後，執行模式如下圖參考「機關辦理公共工程導入建築資訊建模 BIM 技術」委託專業服務案成果報告書，其報告書中說明此狀態為國外行之有年之模式，因應國內情況，可以思考單純以業主的角色，主動於規劃時期即進行 BIM 技術的應用，並全程由企業主導建模與應用，以利為企業帶來最大效益。

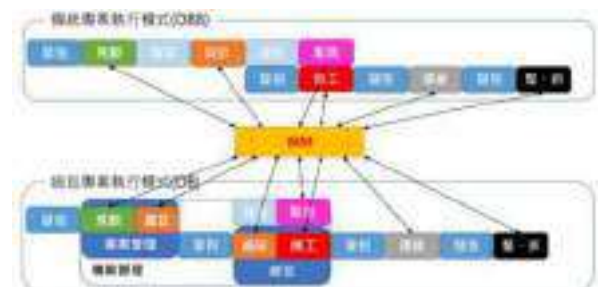


圖 7 整合交付模式概念下導入 BIM 應用時機

三、企業導入教育訓練規劃

企業如何導入是為執行 BIM 的一項關鍵，以早期手繪轉 CAD 時代為例，初期會成立 CAD 繪圖中心補助企業導入，現今 CAD 電腦補助繪圖已完全導入，每位使用者皆具備 CAD 能力、企業也完全導入 CAD 流程後則 CAD 繪圖中心同時也融入整個企業體，因此導入 BIM 也可循同樣

方式，因此 BIM 技術要融入企業體勢必要執行相關之教育訓練。

BIM 教育訓練課程可大致分為，初階

(12 小時)、中階(64 小時)、進階(36 小時)另外還有元件課程(32 小時)、Navisworks 整合應用課程(8 小時)以下分別介紹：

表 1 初階課程內容(12 小時)

項次	內容	時數	項次	內容	時數
1	開啟、關閉、儲存	0.5	10	版	1
2	檔案型式	0.5	11	牆	0.5
3	專案資訊、單位	0.5	12	門	0.5
4	樓層線	0.5	13	窗	0.5
5	網格線	0.5	14	外部檔案匯入	0.5
6	平、立、剖	1.5	15	選項設定	0.5
7	3D 視圖、3D 瀏覽方式	1	16	可見性概念、設定	0.5
8	柱	0.5	17	房間功能、色彩計畫	0.5
9	梁	1	18	明細表(初階)	1
時數合計					12

表 2 中階課程內容(64 小時)

項次	內容	時數	項次	內容	時數
1	開啟、關閉、儲存	0.5	37	門(進階)	1
2	檔案型式	0.5	38	窗(進階)	1
3	專案資訊、單位	0.5	39	欄杆	1
4	樓層線	0.5	40	樓梯	2
5	網格線	0.5	41	天花	1
6	平、立、剖	1.5	42	坡道	1
7	3D 視圖、3D 瀏覽方式	1	43	輪廓教學	2
8	柱	0.5	44	2D 標註	1
9	梁	1	45	圖面輸出	1
10	版	1	46	清圖、套圖	1
11	牆	0.5	47	專案設定、樣板套入	1
12	門	0.5	48	LINE 線、樓層線	1
13	窗	0.5	49	結構筏基空間(FS 版)建立	1
14	外部檔案匯入	0.5	50	結構 B2 版建立	1
15	選項設定	0.5	51	結構 B2 空間建立	1
16	可見性概念、設定	0.5	52	結構 B1 空間建立	1
17	房間功能、色彩計畫	0.5	53	結構 1F 空間建立	1
18	明細表(初階)	1	54	結構 2F 空間建立	1

項次	內容	時數	項次	內容	時數
19	軟體環境、操作介面	1	55	結構 3F-7F 空間建立	1
20	元素概念、作業方式、架構	1	56	結構 8F-10F 空間建立	1
21	族群、參數、檔案類型	1	57	結構 R1F 空間建立	1
22	視圖範圍、平面區域	1	58	結構 R2F 空間(含 RF 版)建立	1
23	可見性之圖形取代	1	59	建築 B2 空間建立	1
24	樣板	1	60	建築 B1 空間建立	1
25	專案基準點、測量點	1	61	建築 1F 空間建立	1
26	專案位置	0.5	62	建築 2F 空間建立	1
27	專案瀏覽器	0.5	63	建築 3F-7F 空間建立	0.5
28	明細表(進階)	1	64	建築 8F-10F 空間建立	0.5
29	專案參數、共用參數	1	65	建築 R1F 空間建立	0.5
30	房間功能、色彩計畫(進階)	1	66	建築 R2F 空間(含 RF 版)建立	0.5
31	元件概念	1	67	坡道	1
32	柱(進階)	1	68	樓梯	1
33	梁(進階)	1	69	查找模型教學	1
34	版(進階)	1	70	明細表	1
35	牆(進階)	1	71	RC 數量抓取	1
36	帷幕牆	1	時數合計		64

表 3 進階課程內容(36 小時)

項次	內容	時數	項次	內容	時數
1	圖紙空間	1	15	標籤放置	2
2	一般標柱	1	16	透視圖設定	2
3	特殊標柱	1	17	材質設定	2
4	填充線	1	18	材料說明註解	1
5	匯出 CAD	1.5	19	A1 大小比例說明	1
6	圖表目錄	1.5	20	A3 大小比例說明	1
7	線段	1.5	21	A1~A6 試圖製作原則	2
8	文字	0.5	22	實做 A1 圖面	1
9	圖框設定	2	23	實做 A2 圖面	1
10	圖框連動參數	2	24	實做 A3 圖面	1
11	從屬視圖	1	25	實做 A4 圖面	1
12	高程符號	1	26	實做 A5 圖面	1
13	詳圖視圖	2	27	實做 A6 圖面	1
14	門窗表	2	時數合計		36

針對不同工作定位之使用者有不同的規劃，其分為三大類型如下表：

課程	適合人員	基本要領
初階	主管階級	查找檢核、基本操作
中階	使用者(現場人員)	局部建模修改、產出資訊、整合應用
進階	建模者(規劃)	讀圖、建模

四、結語

企業使用 BIM 是為時代的趨勢，若不導入 BIM 即會被時代淘汰，雖然在新舊技術流程轉換會有陣痛期產生，但是導入的成效是明顯的，可使工期縮短、品質提升、成本降低等...，因此企業培養 BIM 相關技術人員是重要課題之一。

窗扇漏水檢查程序

工程部 鄒靖/詹承勳 機電組 楊禮圖

前言

每個建築對於鋁窗的選用是非常重要的，須選用可有效的抗風壓，並達成水密的効果，以及確保不滲漏之鋁門窗。本集團為達上述品質確保，除辦理鋁窗風雨試驗外，另於鋁窗玻璃安裝、窗框調整及塞水路完成後，逐一辦理窗扇之滲漏水檢查。

- 依據 AAMA501.2 規定
 - 牆面每分鐘有 4 公升水量之噴淋。
 - 上述型號噴嘴在離牆面垂直距離 30 cm 處，
 - 需以 2 kg 至 2.4 kg f/cm² 及 30~35 磅/平方吋 之水壓噴淋，符合上述噴淋水量。



組裝完成後現場測試

- 設備要求標準
 - 水量：每分鐘 4 公升
 - 水壓：35PSI/2.4 kg f/cm²



水壓 2.4 kg f/cm² 以上

- 試水檢查程序所需設備組合



- 試水設備組裝



高壓水槍 高壓水管
馬達及給水設備



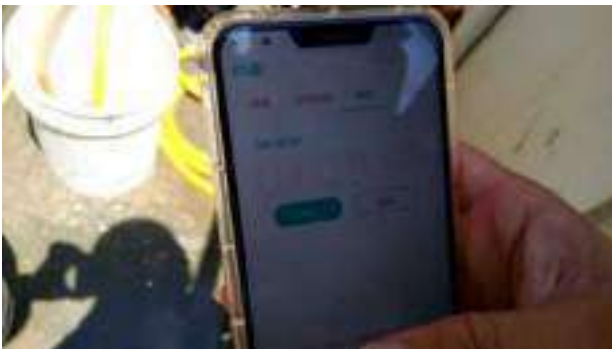
馬達設備 1HP



設備出水量測試



窗框測試



測試結果符合水量 4 l/min



窗框角隅測試

- 設備試驗

- ✚ 水桶：19 公升
- ✚ 所需時間： $19/4 \times 60 = 285$ 秒 = 4 分 45 秒
- ✚ 實測時間：4 分 29 秒
- ✚ 符合要求



窗框角隅測試

- 現場試驗



水壓保持：2.4 kg f/cm² 以上



室內觀察



室內觀察

- 結語

鋁門窗施工完成後，辦理現場實際模擬風雨測試，若有發現窗扇交接處滲水狀況，須立即調整窗扇組裝位置後再次測試至合格為止，經過上述現場試驗即可確保於大雨或颱風時窗扇不會發生滲漏水之情形。

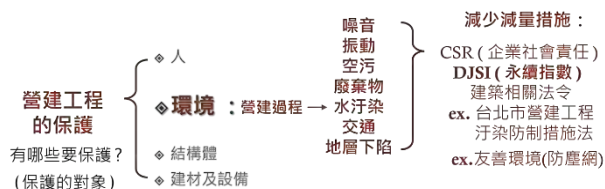
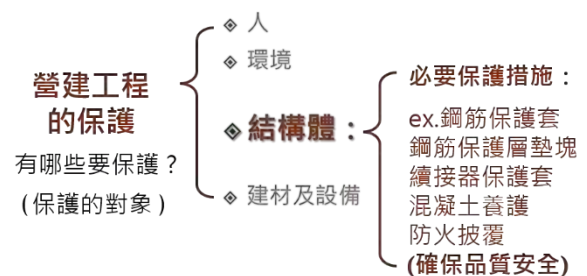
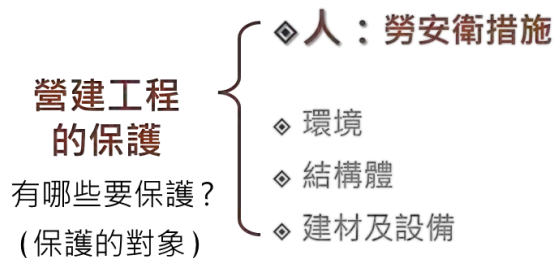
保護工程管理及粉塵管理

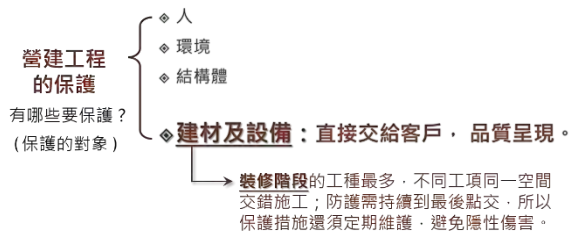
技術部 張瑋栢/洪宜正

前言

忠明營造強化施工管理，更以顧客需求為導向加並入以客為尊之元素，於施工過程中對於各項材料設備的保護及管理也持續提升。營造工程的推動，其施工所引起之環境污染問題較多，對於營建工程不同污染源（包括廢棄物、土石方、空氣污染、噪音及水污染等），因此如何有效管制施工污染源與做好各項污染防制工程是一極為重要的課題。

● 保護工程管理





裝修階段保護工程是總體施工過程中很重要的一環：

✓ 做得好，可以有效避免裝修建材設備受到破壞及污染；亦可讓施工人員放手施工，提高施工效率。

✓ 做不好，不但後續工程延誤，損壞嚴重的不僅需要復原，花錢，也耗費更多時間，影響交屋。

裝修階段保護工程之範圍：施工過程中，進料退料、材料搬運、物料堆置、機具運送、施工人員進出，施作上各個階段，所有可能影響的區域都需要保護措施。

✓ 階段性的保護 (涵蓋範圍)：

1. 運送過程的保護。
2. 置料階段的保護。
3. 施工中的保護。
4. 完工後的保護。

◆ 材料設備運送過程的保護

出廠前的作業(包裝)，進場前的驗收(破損)



運送過程會受破壞所以要保護
管控方式：
合約註明須包裝保護
廠商應注意方式及進料驗收
Ex. 金屬飾面板、油漆類

◆ 材料設備物料堆置的保護

堆置方式、防水防潮、防撞、防汙



現場置料及分料容易受破壞
管控方式：
該工項施工計畫、動線管理
Ex. 地坪大片拋光磚、門窗框扇
廚具、玻璃

◆ 施工過程的保護

區域出入管制，警語，必要保護措施



現場人員與物料進出容易受破壞
地坪鋪設工及裝飾動線上的立面施工
管控方式：
該工項施工計畫、動線管制
Ex. 地坪防水、地坪貼磚、電梯

◆ 完工後的保護

區域出入管制，警語，必要保護措施



後續有其他工項接續施作
該工項人員機具及材料堆地堆置
Ex. 新裝影響外牆、浴室大花牆作影響浴缸
衛浴設備安裝影響門框扇及樓面
管控方式：
該工項施工計畫、動線管制、完工後馬上實施保護措施

保護工程的形式

✓ 有形的保護：直接在建材設備上**外加鋪貼保護材料**(出廠前加工、工地現場施做)，**區域管制設施**(圍籬、交通錐+連桿、警示帶等保護措施)。

✓ 無形的保護：利用**工序的管理**(依材料屬性)減少建材及設備的損傷風險、**出入管制**、**工班教育訓練**、**後裝工法**、**創新工法**。

有形的保護常用的保護材料

✓ **PVC 透明塑膠布**：防止液體類的油漆、塗料或髒水不小心汙染到地板及牆壁，或是造成原有磁磚石材吃色問題，也能防止夾板受環境溼氣影響。



✓ **PP 瓦楞板**：輕便，剪裁方便，適用於短期施工時平面立面的簡易保護措施。



- ✓ **木夾板**：防止建材、重物、機具造成刮傷，像是地板、牆壁以及電梯中最怕刮傷的鏡子與不鏽鋼。



- ✓ **氣泡布**：防止建材、重物、機具造成刮傷，像是地板、牆壁以及電梯中最怕刮傷的鏡子與不鏽鋼。



- ✓ **泡棉**：防止建材、重物撞擊造成表面損傷。



- ✓ **養生膠帶**：適合大面積防止粉層污染、噴漆污染使用。



- ✓ **PVC 布紋膠布**：厚度較厚黏性適當，不建議使用透明膠帶，其黏性較強容易損傷黏貼表面。



- ✓ **珍珠泡棉管**：形式尺寸眾多，裁剪方便，適合用於框料保護。
- ✓ **門框保護板**：輕便，剪裁方便，適用於門框立面的保護措施。



- ✓ **薄膜(噴塗、靜電)**：輕便，剪裁方便，適用於門框立面的保護措施。
- ✓ **完善的設施及工具**也可達到保護效果，例如：

1. 沉砂桶：避免泥作或油漆工項將施工廢水到入廚具水槽或浴室馬桶臉盆。

2. 集塵套：避免施工粉塵危害。



- ✓ 保護措施須定期維護及保護方式、了解建材屬性，避免隱性傷害，例如：
 1. 戶外金屬欄杆
 2. 地坪石材
 3. 拋光磚石材

✚ 無形的保護工程：工地管理

- ✓ 利用**工序管理**(依材料屬性)減少建材及設備的損傷風險，例如：
 1. 先坪頂→再牆面→後地坪 (由內而外；由上而下)。
 2. 隱蔽工程→中間工程→飾面工程(完工後，此階段後面不能再有工程進行決心)。
 3. 路徑管控，盡可能最容易破壞的工項最後安裝(內門扇、廚具設備、停車場地坪)。
- ✓ 出入管制：門禁、工班進場時程管控、上道工序完成再放行下道工程進行。
- ✓ 工班教育訓練：工作梯梯腳裝軟墊、良好的工具及施工方式、乾淨的手套、共同環境的維護。
- ✓ 後裝工法：木門框、玄關門框飾條、鋁窗框、浴缸。

✚ 無形的保護工程(工地管理) > 有形的保護工程

- ✓ **觀念**：建立全工項 施工順序角度思考，先保護(先規劃、前置作業)再施工。
- ✓ **習慣**：工段事，工段畢。保護設施要維護，隨時保持現場整潔，減少粉塵危害。
- ✓ **其他**：材料自身防護(耐候性)改變建材物性化性(石材防護、不銹鋼電解)。工法改變。

✚ 「品質」是**習慣**出來的，好的習慣來自好的觀念。無形的工地管理做得好，有形的破壞會減少。

● 粉塵管理

✚ 法令規定事項



- ✓ 營建工程污染管制架構與法規組成方面，包含營建工程空氣污染防制設施管理辦法、空氣污染防制法、廢棄物清理法、水污染防治法及噪音管制法。
- ✓ 其中營建空污管理辦法為空氣污染防制法授權訂定，其特性為污染預防性質法規，針對污染防制措施進行規範，管制對象為營建業主。
- ✓ 空氣污染防制法、噪音管制法、廢棄物清理法、水污染防治法及噪音管制

法則為污染行為管制法規，針對實際污染行為管制，管制對象為施工包商，也就是行為人。

- ✓ **工地標示牌**：應載明營建工程空氣污染防治費徵收管制編號、工地負責人姓名、電話、當地環保機關公害檢舉電話號碼

工程名稱	將捷SOLO新建工程
建築執照	104 建字第0121號
起造人	將捷股份有限公司
設計人	林長勳建築師事務所
監造人	林長勳建築師事務所
承造人	忠明營造工程股份有限公司
工程概要	地下2層,地上11層RC構造
服務電話	監造人: 2536-2666 主理電話: 1888-1144 承造人: 2536-2666 工程電話: 02-27208839#3353 安順專線: 27208922
空污管制編號	A105A51001-1
本市環保專線	1999
工地負責人	陳振隆 電話: 2536-2666

- ✓ **工地周界**：阻隔式圍籬及防溢座、屬第1級營建工程者，其圍籬高度不得低於2.4公尺、屬第2級營建工程者，其圍籬高度不得低於1.8公尺、但其圍籬座落於道路轉角或轉彎處10公尺以內者，得設置半阻隔式圍籬。



- ✓ **物料堆置**：具粉塵逸散性之工程材料、砂石、土方或廢棄物，且其堆置於營建工地者，應採行下列有效抑制粉塵之防制設施之一：

1. 覆蓋防塵布。
2. 覆蓋防塵網。
3. 配合定期噴灑化學穩定劑。



- ✓ **車行路徑**：鋪設鋼板、鋪設混凝土、鋪設瀝青混凝土、鋪設粗級配或其他同等功能之粒料、前述防制設施屬第1級營建工程者，需達車行路徑面積80%以上、洗車設施至主要道路之車行路徑，應符合規定。



- ✓ **裸露地表**：覆蓋防塵布或防塵網【同物料堆置】鋪設鋼板、混凝土、瀝青混凝土、粗級配或其他同等功能之粒料【同車行路徑】植生綠化、地表壓實且配合灑水措施、配合定期噴灑化學穩定劑、配合定期灑水、屬第1級營建工程者，防制設施應達裸露地面積80%以上。



- ✓ **工地出入口**：洗車台四周應設置防溢座或其他防制設施，防止洗車廢水溢出工地、設置廢水收集坑、設置具有有效沉砂作用之沉砂池、如無設置洗車台空間時，得以加壓沖洗設備清洗，並妥善處理洗車廢水、而車輛離開營建工地時，應有效清洗車體及輪胎，其表面不得附著污泥。



- ✓ **結構體**：於營建工地結構體施工架外緣，設置有效抑制粉塵之防塵網或防塵布。



- ✓ **上層物料輸送**：電梯孔道、建築物內部管道、密閉輸送管道、人工搬運、輸送管道出口，應設置可抑制粉塵逸散之圍籬或灑水設施。



- ✓ **運送物料之車輛機具**：採用具備密閉車斗之運送機具、使用防塵布或其他不透氣覆蓋物緊密覆蓋及防止載運物料掉落地面之防制設施、防塵布或其他不透氣覆蓋物，應捆紮牢靠。



- ✓ **拆除作業**：應設置加壓噴灑水設施、結構體包覆防塵布、設置防風屏、屬第一級工地應同時設置加壓噴灑水設施，以及結構體包覆防塵布。

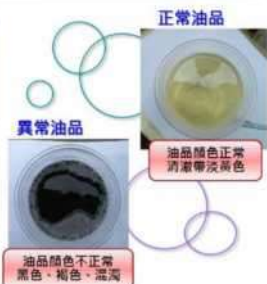


- ✓ **施工機具引擎使用液體燃料**：營建業主於營建工程進行期間，施工機具引擎使用之汽柴油應符合車用汽柴油成分管制標準。

◆汽油成份限值		
項目	標準值	
苯含量	1.0 % (v/v)	
硫含量	10 mg/kg	MAX
密氏蒸氣壓	60 kPa	
銅含量	2.7 % (m/m)	
芳香烴含量	35 % (v/v)	
揮發含量	18 % (v/v)	

◆柴油成份限值		
項目	標準值	
十六烷指數	48 min	
硫含量	10 mg/kg	MAX
多環芳烴含量	11 % (m/m)	

● 硫含量：每 10 萬元以上，20 萬元以下罰鍰。
● 工機油：每 10 萬元以上，100 萬元以下罰鍰。



精進作為：營建工地施工粉塵逸散污染三階段：

- ✓ **地工階段**粉塵逸散污染為：**車行路徑**及**物料(土石方)堆置**，經常性的車行路徑宜使用**鋪設鋼板**、**鋪面道路(混凝土或級配)**；及物料(土石方)堆置，需覆蓋**防塵布**或**防塵網**等方式防止粉塵逸散。
- ✓ **結構階段**粉塵逸散污染為：模板拆模作業。每層之廢棄物於拆模時間到達日起算 7 日內須將當層全數拆除並清理完畢，以維持施工區域整潔。
- ✓ **裝修階段**粉塵逸散污染為：裝修工程作業，裝修階段粉塵逸散主要為污染源為**油漆研磨**(板縫處理)、牆磚及地磚鋪貼(磁磚切割)、**輕隔間施工**(板片切割)...等，採用集(吸)塵器收集粉塵；**修整打石**、**泥作粉刷**後須清掃施工區域或輔以機械式掃地機加強清潔。



✓ 工地管理策略-出入管制、習慣

1. **出入管制**：門禁、工班進場時程管控、前項工項完成再放行後續工項進行。
2. **習慣**：各區域各工項隨時保持現場整潔，施工完成後交由後續工項進場施工，減少粉塵危害。

- ✓ **泥作及門窗框嵌縫材料更新**：泥作粉光及門窗框嵌縫材：改用已拌合好的包裝材，減少建築用砂用量，降低工地粉塵產生。

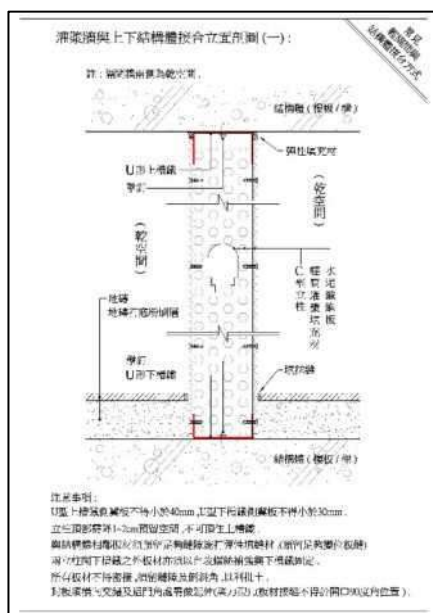


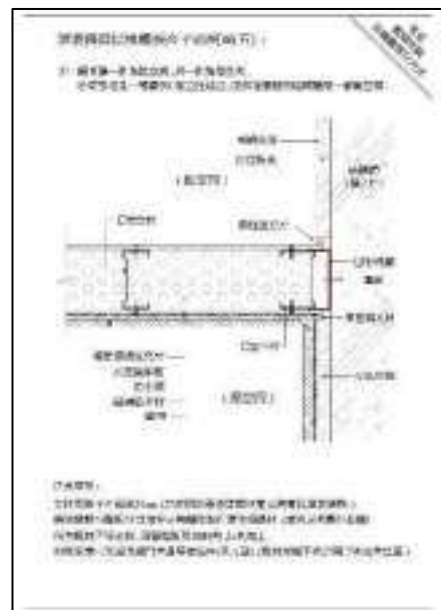
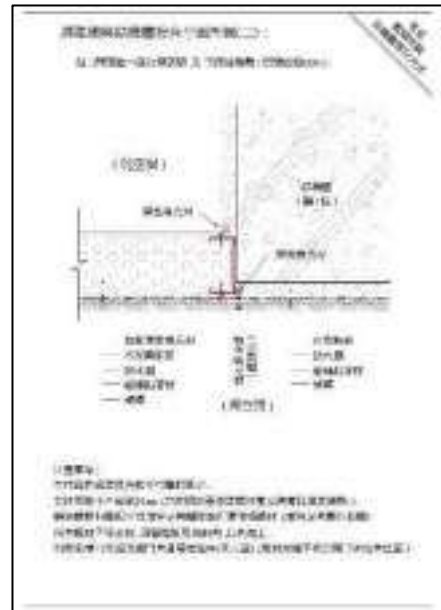
圖解灌漿牆常見工法及與創新工法之比較

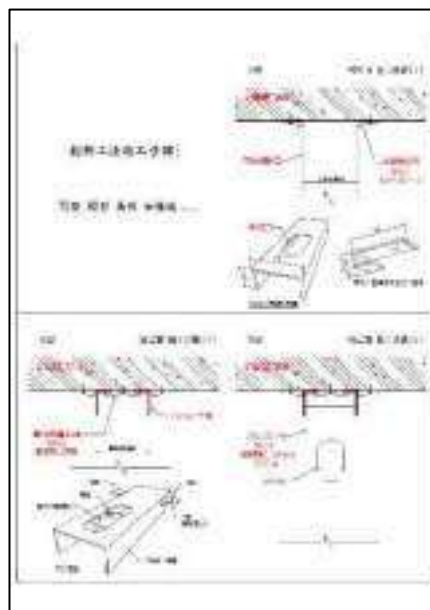
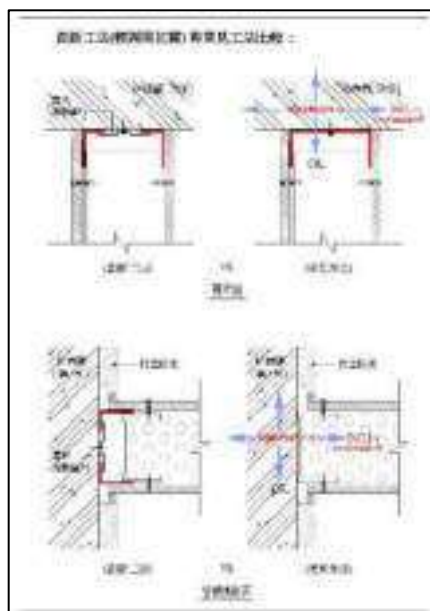
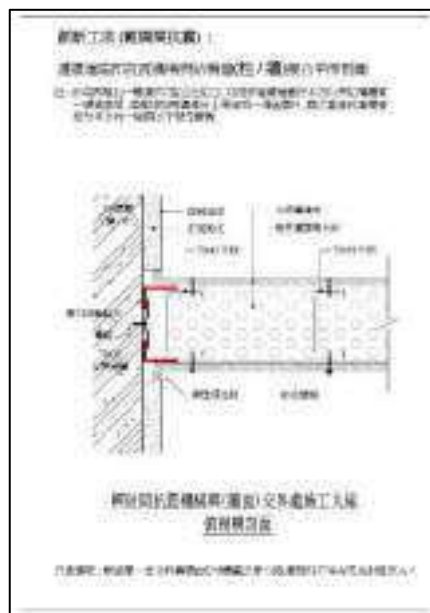
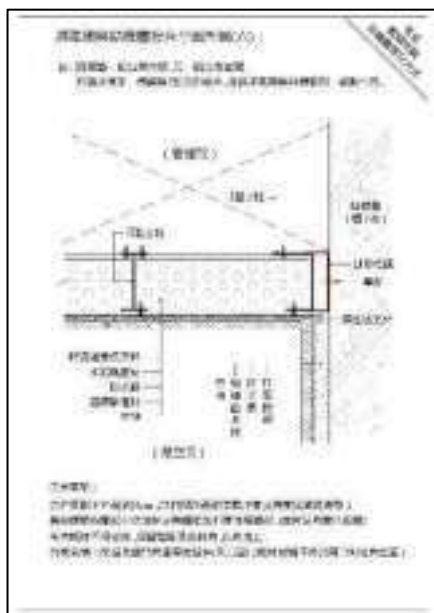
技術部 張瑋栢

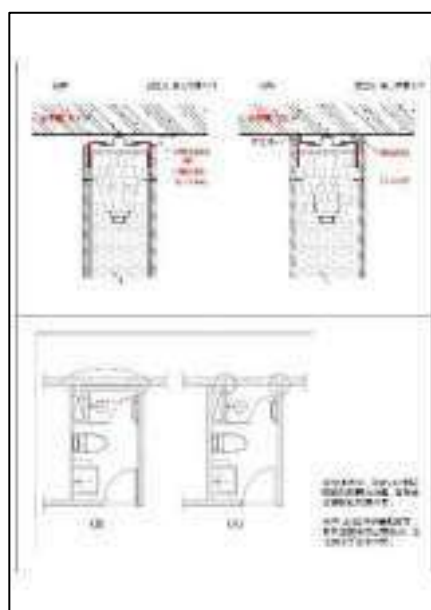
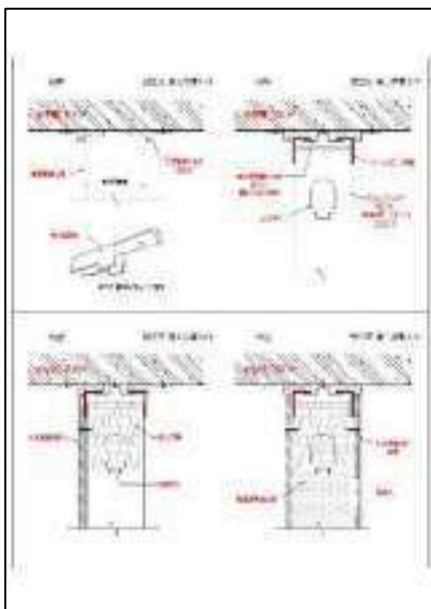
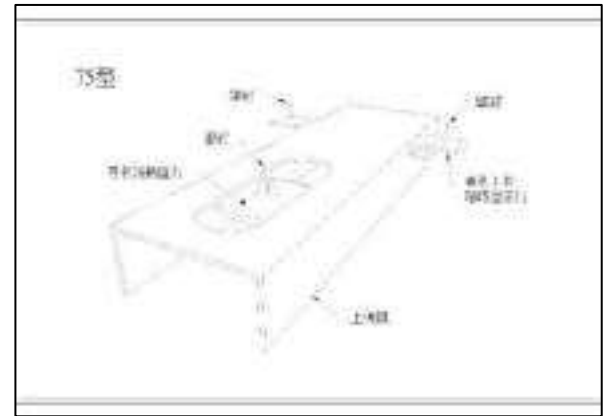
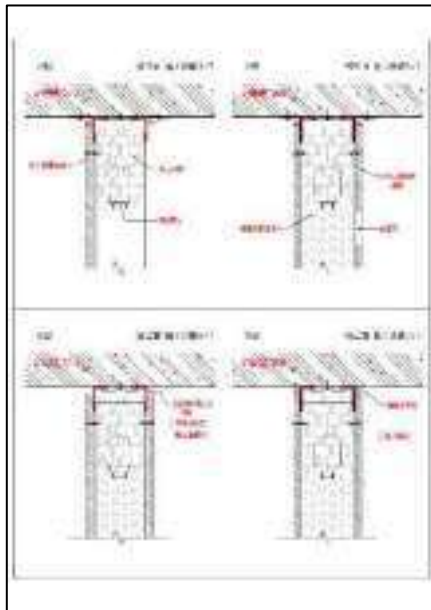
前言

當地震來臨時因層間變位關係，層間相對變形擠壓而有對角壓力及張力，故當隔間與結構體緊鄰在一起時，其能承受層間相對變形甚小，極易在中小地震中裂損龜裂。常見輕隔間工法大部分如是依單片牆去做地震力假設，這樣的假設往往只考慮到單向的地震力方向，本創新工法考慮的是任何方向的地震力，依相互位移的設計使之應力轉移隔離，當結構體受到地震力作用時，能削減消耗地震對輕隔間的搖晃力道，避免擠壓到輕隔間，使輕隔間板材不易產生裂損，以下以圖解方式說明目前濕式輕隔間工法與創新工法之差異。









機電篇

註：本篇文章皆已取得作者同意刊登

智慧建築節能永續

明澄顧問股份有限公司

前言

在安全健康、便利舒適、節能永續等前提要求下，不論是公共建設或者是企業大樓，智慧建築已成為近年來台灣建築業的新顯學。透過資通訊系統及設備的導入，智慧建築不僅能創造人性化與永續化的生活空間環境，更能提升建築物使用品質、確保使用機能，並延長建築物使用壽命與降低營運管理費用，達到建築延壽之目的，因為根據資料顯示，在建築物生命週期碳排放量當中，建照新建築物佔碳總排放量的三分之一，所以真正斧底抽薪的環保政策，就是讓建築物長壽化，藉此有效減少建築物的碳排放量。

● 建築設備低耗電 從採用高效率設備做起

建物使用過程當中的耗能，包括照明、冷氣、暖氣、給水、排水等設備的使用，而建物維護耗能當中，則包括內裝材、外裝材、設備材與管理體系。在水、電、瓦斯等元素當中，電是最容易浪費的能源，但也是最容易施行自動化管理的元素，因此，如何將空調、照明與動力需求(電氣裝置)做有效的管理，不僅能快速減少建築物耗能，也能減少相關費用支出，達到立竿見影的成效。

建築設備的節能過程可以分成四個階段，由上而下分別為採用「高效率設備」、導入「節能技術」、採用「能源管理」設備，最終採用「再生能源」，減少建築物對傳統能源的需求量。最實際的案例就是照明方面的改善，當從白熾燈泡改成螢光燈管照明，是屬於採用高效率設備的方式；當 LED 照明開始成熟導入，則屬於節能技術的採用；後續再加上能源監控與自動控制系統，就能提供能源管理服務；最後再依照能源使用特性，局部採用再生能源，進而減少建築物耗能之情況。

在高效率設備的採用上，由於照明佔了電能耗費的 40%，因此可依照建築物的使用特性，採用各種不同技術的高效能照明設備，包括採用有節能標章的螢光燈管與省電燈泡，以及採用高效率的室內照明燈具。因為空調也佔了電能耗費的 40%，可採用高性能的空調系統冰水主機產品，或是全熱交換器設備，進而達到改善空調系統耗能情形。

● 智慧外層建置 提高能源使用效率

智慧外層是近年來智慧建築熱門應用，因為智慧外層可以透過感應器與管控系統，讓傳統建築具備類智慧建築功能。其中最常見的方式，就是晝光利用。在白天的環境下，建築物透過智慧外層當中的反射鏡面與導光板將外界能源(太陽光)引入，提供作為環境光線與樓層照明使用，並利用智慧建築管理系統，調節該區域的公共空間燈光照明，有效減少耗能。

在空調設備使用方面，搭配二氧化碳監控設備，在監控畫面上即時啟動外氣控制

系統，讓內部空氣與外部空氣進行交換，並將不必要的廢熱氣排到外面，讓外部新鮮的空氣導入，藉此確保大樓內部空氣流通順暢，提供安全工作環境，並減少不必要的空調系統啟動。

傳統建築即使沒有導入智慧外層，適當地利用太陽光也是很相當容易達成節能效果。以內政部移民署為例，在照明系統當中加入晝光感知器，當太陽光線充足時，可自動調降靠窗燈具的亮度或關閉燈具，平均節省耗電可達 35%。

- 調光控制小成本 節能效果立即現

許多廠商都認為，智慧建築涉及範圍太廣，傳統建築要導入上有其困難，因此裹足不前。智慧建築的目的在於環保與節能，傳統建築可以從調光控制方向做起，就很容易達到基本節能效果。

舉例來說，一般大樓地下停車場為了達到照明目的，採用的都是無調光控制的照明燈管，因此都是 100%光輸出，不僅耗電量無法減少，燈管壽命也僅能維持一般水準。若是導入感應器與調光控制照明燈管，平常時候僅採取 10%光輸出，維持照明效果，等偵測到有人、車經過時，自動調高至 100%光輸出，不僅可延長燈管使用壽命，更能大幅降低耗電量，而示範案例當中，僅僅將地下停車場照明系統改成調光控制系統，並加入感應裝置，就能達到 70%的節能效果。同樣的觀念，也能夠在空調系統當中導入，也就是透過使用 Zigbee 無線感測器之類裝置，自動蒐集室內外溫濕度、風速與二氧化碳濃度等資訊，然後透過大樓中央系統進行空調系統調節，一樣也能達到節能目的。

建築設備只要具有空調、動力或照明等設備之能源監控管理功能，一般大約省電幅度可達 15%~25%左右，雖然省電效果上比不上真正的智慧建築，但是只要有作，就能達到省電效果，而且從支出費用上可以明確看得到成效！

建立防火阻絕貫穿填縫材料用量比例之計算流程

朱宇凡 大葉大學環境工程研究所 博士生

何岫聰 大葉大學防災研究中心 總顧問

周中祺 大葉大學消防安全學士學位學程 助理教授

徐森安 大葉大學環境工程研究所 碩士生

摘要

世界各國近四十年來未落實防火區劃而釀成重大災例層出不窮。1973 年 Summerland 渡假村大火及 1977 年洛杉磯歐美中心大樓火災均應防火區劃未落實阻絕或遭破壞導致重大傷亡；1980 年美國 MGM GRAND HOTEL 火災，造成 679 人受傷及 84 人死亡，雖起火點於一樓但卻在二十三樓造成 68 人窒息而死，其傷亡主因竟是有毒的煙與熱氣通過帷幕牆層間縫、電纜貫穿孔及各種管道向上蔓延。加拿大卡加利市(Calgary City)於 2003 年制定建築物防火阻絕相關法令[1]，其明確的規範各防火區劃應落實的防火阻絕工法與管理策略以確保將火勢抑制於燃燒區域內，以防止火勢蔓延到建築物其餘空間。我國亦有關建築防火的權責分屬規範於主管建築機關及消防管機關權責，其法源規範以「建築技術規則」及「各類場所消防安全設備設置標準」。但該如何落實設計、監造、施工、工程管理等介面確實是專技人員執行業務時無法明確釐清的模糊地帶。本研究依相關法令探討三種被貫穿構造物與九種貫穿管件的交叉特性進行科學統計分析、實例圖說檢討驗算、研擬建立一套防火阻絕的設計程序，並獲得研究對象之貫穿填縫材料用量及比例。本研究依防火區劃屬性進行圍壁面積與防火填塞面積的比例計算與驗證，例如：機電空間 0.02%、管道間樓板 0.52%、梯廳 0.001%、樓梯間 0.01%、店鋪 0.0002%、走廊 0.02%；以貫穿管線的工程項目統計：消防 0.05%、給排水 0.24%、電力 0.04%、弱電 0.04%、進排氣 0.02%。本研究結果可應用至國內各廠牌的防火填塞材料，透過精準的計算防火填塞面積計算即可明確掌握材料與勞務的精準成本控制，可更精準地計算勞務支出與材料用量。

關鍵詞：防火區劃、防火阻絕、貫穿填縫材料、防火填塞面積分析

一、前言

世界先進國家早已明文約束新建建築物設計時即須將防火區劃工法納入相當重要的是指一種建築組件，可作為防止火勢蔓延的屏障。依照建築空間用途而規畫不同防火時效例如：1 小時，2 小時，3 小時或更長時

的防火等級的牆壁或地板組件，透過防火區劃構件使它可以作為火焰和濃煙毒氣貫穿得的連續屏障。因防火區劃中因應民生用途而需配置各項管線，為確保防火區劃的完整性加拿大建築物防火阻絕相關法令[1]非常強調的關鍵字是“連續屏障”，因此必須於防

火區劃的破口處施作防火阻絕工法。

隨著社會經濟發展，建築物的面積和樓層規模日益增加，其火災風險也產生程度上的改變。Ma 與 Guo(2012)在火災風險研究中，提出高層建築物的火災具有火焰和煙霧迅速的蔓延、居住者難以安全撤離、消防人員救援困難、火災通常持續很長時間等特性，凸顯高層建築物在防止火災煙流蔓延是很重要的[2]。Xing 與 Tang(2012)則指出樓梯間設置之防火門扇應保持關閉，否則不僅會助長「煙囪效應」，煙霧及火焰容易蔓延到其他樓層，危害到避難人員的生命安全[3]。因此，當建築物發生火災時，應設法將燃燒產生的高溫火焰、濃煙毒氣侷限於某空間當中，以使火場人員能夠有充分的時間逃生到相對安全的空間。對此，黃鈞(2011)認為建築物貫穿防火構造開口部應具阻隔火焰與煙流之防火門窗、防火阻絕構成防火區劃(Fire Compartmentation)。

防火區劃可依位置區分為面積區劃、層間區劃、垂直區劃及空間區劃等四類。建築技術規則當中，以一定樓地板面積進行面積區劃，以防止火災發生時火焰與濃煙水平擴大延燒。層間區劃則是防止火場高溫及濃煙往建築物上方擴大延燒的現象。建築物當中，尚有樓梯間、昇降機坑、管道間、電扶梯、挑空區等跨樓層垂直區劃。空間區劃則可分為兩種以上不同從屬使用、管理或特定空間。其中面積區劃、層間區劃在建築技術規則當中已有明確規範。然而，就垂直區劃及空間區劃部份，內政部則依主管建築機關和消防主管機關的不同權責，分屬規定於建築技術規則及各類場所消防安全設備設置標準的法規當中，有關垂直區劃及空間區劃的相關規定條文分別列示於表 1。但是，也因

垂直區劃及空間區劃分別規定於不同法規，因此在實務執行和法令落實上，產生不同層面的問題點。簡言之，設計者須了解「建築技術規則」及「各類場所消防安全設備設置標準」兩部不同法令，再整合不同工種之間的競合與碰撞，再綜合上述防火區劃主管機關不明及專技人員權責劃分不清等問題，導致現在建築物中防火區劃在設計階段往往就被忽略。

表 1.垂直及空間防火區劃條文彙整

法規條文		法規概要敘述	垂直區劃	空間區劃
建築技術規則	第 79 條之 2	挑空區、樓梯間、昇降機坑、管道	●	
	第 85 條	貫穿防火區劃風管、電力管線、通訊管線、給排水管線、管線間	●	●
	第 85 條之 1	設備開關控制箱設置在防火區劃牆壁時	●	
	第 97 條	安全梯之構造	●	
	第 241 條	連接特別安全梯之走廊		●
	第 242 條	昇降機併同升降機間、昇降機間出入口、連接升降機間之走廊		●
	第 243 條	燃氣設備		●
各類場所消防安全設備設置標準	第 259 條	防災中心		●
	第 28 條	應設置排煙設備場所		●
	第 37 條	消防加壓送水裝置		●
	第 188 條	室內排煙設備	●	●
	第 189 條	特別安全梯或緊急昇降機間排煙設備	●	●
各類場所消防安全設備設置標準	第 190 條	免設排煙設備處所		●
	第 235 條	防災中心		●

防火阻絕設計在長期被忽略的情況下，一直沒有制訂設計方法步驟供設計者遵循，由於無明確設計方法及步驟，設計者往往也忽略了編列預算進行防火區劃被貫穿部防火阻絕施工，也因為無正確完整的防火區

劃防火阻絕設計圖，建築業者難以概估防火阻絕預算，預算多於實際施工需要恐造成浪費，若預算太少恐影響施工品質，造成防火區劃防火阻絕無法落實，日後如發生火災便可能成為火煙擴散的途徑，造成災害擴大。

為了改善前述現象，推動防火阻絕標準化，公共工程委員會頒布之公共工程施工綱要規範[4]第 07840 章中已有明確規範貫穿填縫材料之產品、施工與檢驗，另防火阻絕施工各項工法，應通過 CNS 15814-1 之測試並取得中央主管建築機關之審核認可書。為促進產業升級，行政院公共工程委員會建置「公共工程技術資料庫」，包含相關之施工規範、價格資料庫及估算系統，其中「公共工程經費電腦估價系統」(Public Construction Cost Estimate System, PCCES)，更制定出國內營建業的繪圖、估價格式，以及工項、資源編碼的準則。本文以上述準則為基礎，提出防火阻絕設計方法及步驟，供設計者參考。

除此之外，為了提高防火阻絕設計及施工階段預算編列之準確性，避免預算過多造成浪費或不足影響施工品質，如何權衡預算與品質的比重，是業主、專案管理者及設計者都應該重視的問題。1966 年 AJ Dell'Isola 提出可在建築業應用價值工程技術[5]。近年來，美國聯邦政府 (參照公共法 104-106) 授權價值方法用於超過 100 萬美元的專案預算。根據美國審計總署估計，價值工程使美國政府節省了每個流程項目 3-5% 的成本[6]。而我國政府參考「價值工程」之概念，積極帶領國內營建產業資訊化，過去也有許多研究提出程式化工具運用於營建產業。許帝旺(2002)提出利用視覺化圖形計算工程物件數量，再乘上單價而概算

出總工程金額[7]。吳明宗(2008)提出運用 Access 建置鋼筋資料庫，再利用 AutoCAD 繪製圖說並輸入圖說樑柱配筋資料，也可自動計算各樓層的混凝土及模板用量[8]。楊卿源(2017)利用兆龍軟體發展有限公司所開發消防工程 AutoCAD 外掛軟體，進行水系統設計[9]。近年由於建築資訊模型 (Buildind Imformation Model) 的興起，詹昊(2014)、黃詩琪(2016)、鍾遠安(2016)等研究者也利 BIM 物件化的特點，藉由 BIM 模型中幾何資訊和元件的關係，進程式化設計及估算作業[10-12]。綜上所述，防火阻絕乃為建築之一環，亦可參考「價值工程」之理念，以功能分析為核心，追求最低成本，實現防火阻絕之必要功能，最終獲取最大經濟效益。然而，欲藉由程式化工具應用於工程設計作業，首先必須建立標準設計流程，並且建立各項設計相關的參數。本文建立的防火阻絕設計及貫穿填縫材料用量比例之結果，將來可做為程式化工具開發之關鍵資源。

二、防火阻絕設計及估算流程

本文提出防火阻絕設計及預算編列流程，如圖 1 所示。



圖 1.貫穿填縫材料用量及工程預算編列作業流程

(一) 劃設防火區劃範圍

防火區劃之範圍，其法源依據須依照「建築技術規則」及「各類場所消防安全設備設置標準」之規定進行規劃，相關規定已列示於表 1。將研究對象建築平面圖套繪，以不同顏色線標示該樓層垂直區劃及空間區劃等不同屬性之防火區劃，以便清楚看出各區防火區劃範圍，以及區劃與區劃間相鄰與相對關係。針對其區劃特性的定義具體而言：凡舉避難逃生與救災必經路線及空間、大量使用火源、高用電負載空間即屬法源中所明定的防火區劃範圍。” FIRE STOPPING SERVICE PENETRATIONS IN BUILDINGS” [1]標準中其依使用用途定義所需之防火時效如圖 2 所示。

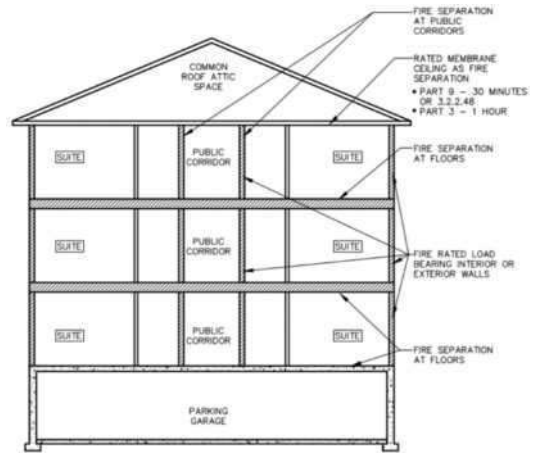


圖 2. 典型建築中防火區劃與防火等級的說明[1]

(二) 確認貫穿物位置

完成各工種平面圖防火區劃劃設作業後，將套繪五大管線管路平面圖，以確認貫穿物位置。防火區劃之牆面樓板常會被進排氣管路、進排煙管路、弱電管路、給水管路、電器照明管路、電器插座管路、排水管路、室內消防栓管路、撇水管路、泡沫管路、火警與廣播設備管線等貫穿物破壞，其貫穿不同防火區劃牆或樓板位置，如圖 3 所示。

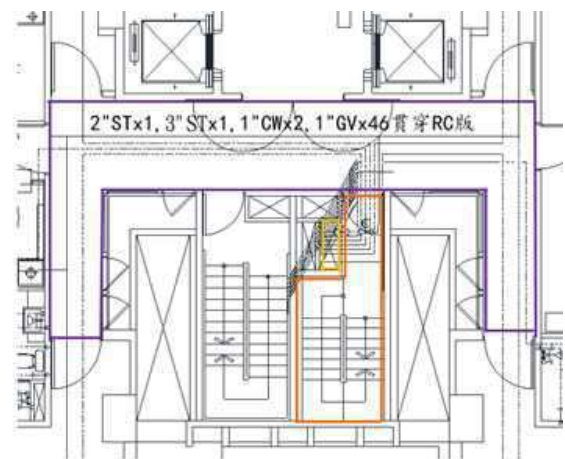


圖 3.系統管線貫穿防火區劃標示

(三) 選擇防火阻絕工法

防火阻絕工法的設計規劃，必須將管線貫穿防火區劃處標示清楚後，應視管線貫穿物及貫穿部之不同選擇適當填塞工法，如

圖 4 所示。

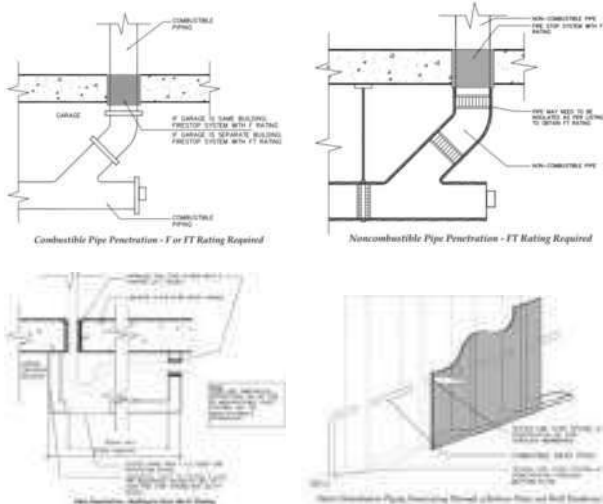


圖 4.多數貫穿物為可燃/不燃管材貫穿防火區劃[1]

依國內標準依不同貫穿物和被貫穿部可組合成 27 種不同的工法。以本文對象而言，貫穿物有金屬管、塑膠管、線槽、鐵皮風管等 4 種，防火區劃被貫穿部有混凝土牆、混凝土樓板、輕隔間牆等 3 種，故本文計有 12 種貫穿物與被貫穿部之組合，其中扣除 3 種貫穿物沒有貫穿輕隔間牆，因此會應用到 9 種防火阻絕工法，依照公共工程委員會施工綱要細目編碼給予各工法識別編碼，如表 2 所列。

表 2.貫穿填縫材料編碼

被貫穿部 管線 貫穿物	混凝土樓板	混凝土牆	輕隔間牆
金屬管	M078404AA02	M078404AB02	無貫穿
塑膠管	M078404BA02	M078404BB02	M078404BC02
線槽(梯)	M078404EA02	M078404EB02	無貫穿
鐵皮風管	M078404DA02	M078404DB02	無貫穿

(四) 貫穿填縫材料參數

依貫穿物材質與被貫穿部類型選擇適

當防火阻絕工法後，本文參考國內某廠牌已取得內政部認可通知書，以施工詳圖中防火泥之厚度要求、阻火圈使用數量和岩棉充填厚度為參數，做為本文案例設計及材料用量之計算參數標準，整理如表 3。

表 3.防火阻絕工法參數設定

貫穿物	被貫穿物	施工綱要細目編碼	防火泥	阻火圈	岩棉
金屬管	混凝土樓板	M078404AA02	3mm	-	50mm
	混凝土牆	M078404AB02	3mm	-	50mm
塑膠管	混凝土樓板	M078404BA02	-	1 個	-
	混凝土牆	M078404BB02	-	2 個	-
	輕隔間牆	M078404BC02	-	2 個	-
線槽	混凝土樓板	M078404EA02	3mm	-	50mm
	混凝土牆	M078404EB02	3mm	-	50mm
鐵皮風管	混凝土樓板	M078404DA02	3mm	-	50mm
	混凝土牆	M078404DB02	3mm	-	50mm

(五) 貫穿填縫材料估算

1. 套管的開孔面積 A

被貫穿部外會設置套管讓貫穿物貫穿，套管與貫穿物之間之孔隙，就需要用貫穿填縫材料來填補，孔隙開孔面積 A 計算公式為：

$$A = \pi(r_1^2 - r_2^2) \quad (1)$$

其中 r_1 為套管截面積， r_2 為貫穿物截面積。

2. 孔洞填塞體積 V

將前述開孔面積 A 乘以填塞厚度，則

為孔洞填塞體積。

$$V = A \times D \quad (2)$$

其中 A 為開孔面積，D 為貫穿填縫材料厚度。

3. 貫穿填縫材料需求用量 Q

由公式 (1)(2) 可得出貫穿填縫材料需求用量 Q 計算為：

$$Q = \text{貫穿填縫材料體積 } V / \text{防火阻絕面}$$

$$\text{積 } A' \quad (3)$$

其中貫穿填縫材料體積 V，防火阻絕面積 A'。

本文根據上述貫穿填縫材料的數量計算方式，輔以貫穿填縫材料例之單價條件，將每桶由重量換算體積 L 及體積單價計算，提出表 3 中各種工法填塞材料和工資之設定單價(如表 4)。

表 4.貫穿填縫材料用量及單價係數

貫穿物 類型	被貫穿物類 型	防火膠需求 量(L/m2)	單價 (元/L)	防火泥需求 量(L/m2)	單價 (元/L)	阻火圈需求 量(m/m2)	單價 (元/m)	防火灰泥需 求量 (L/m2)	單價 (元/L)	岩棉需求 量 (m3/m2)	單價 (元/m3)
金屬管	混凝土樓板			3.0	980					0.05	5,556
	混凝土牆			3.0	980					0.05	5,556
	輕隔間牆			3.0	980					0.05	5,556
塑膠管	混凝土樓板					10	1,300				
	混凝土牆					10	1,300				
	輕隔間牆					10	1,300				
電纜線	混凝土樓板			3.0	980					0.05	5,556
	混凝土牆			3.0	980					0.194	5,556
	輕隔間牆			5.0	980					0.05	5,556
線槽	混凝土樓板			3.0	980					0.05	5,556
	混凝土牆			3.0	980					0.05	5,556
	輕隔間牆			5.0	980					0.05	5,556
金屬保溫管	混凝土樓板			3.0	980					0.05	5,556
	混凝土牆			3.0	980					0.05	5,556
	輕隔間牆			5.0	980					0.075	5,556
匯流排	混凝土樓板			3.0	980					0.05	5,556
	混凝土牆			3.0	980					0.075	5,556
	輕隔間牆	5.0	806							0.05	5,556
鐵皮 風管	混凝土樓板			3.0	980					0.1	5,556
	混凝土牆			3.0	980					0.05	5,556
	輕隔間牆			5.0	980					0.05	5,556
金屬保溫風 管	混凝土樓板			3.0	980					0.05	5,556
	混凝土牆			3.0	980					0.075	5,556
	輕隔間牆			5.0	980					0.05	5,556
複雜 管件	混凝土樓板			8.0	980					0.05	5,556
	混凝土牆					0.6	1,300	2.0	1,800	0.05	5,556
	輕隔間牆			8.0	980					0.05	5,556

三、貫穿填縫材料用量比例計算

經過上述設計及估算流程，可知填塞面積及被貫穿部面積，帶入「填塞面積/被貫穿部面積」公式，便可得出「防火阻絕工法比例」。本文以某住宅建築物為例，其為地下 2 層、地上 14 層，樓高約 50 公尺，總樓地板面積 10,250m²。

首先從規劃防火區劃開始，依防火區劃相關法令規定，將水電設備平面圖上空間區劃及垂直區劃位置標示出來。本建築物貫穿垂直區劃共計 288 處，貫穿空間區劃共 31 處。將各樓層應設置防火阻絕處進行標示，地下 2 樓區劃規劃情形如圖 5 至圖 7 所示，再參考表 3 各項填縫材料計算參數，進行貫穿填縫材料面積的統計。

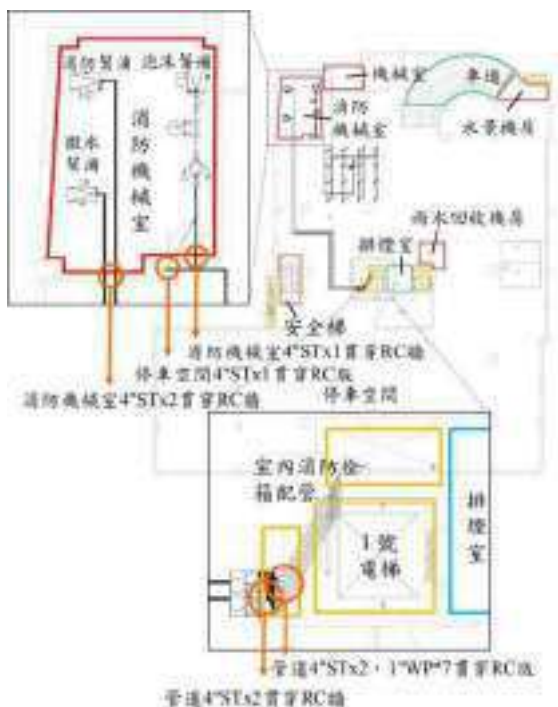


圖 5.地下 2 層消防管路貫穿防火區劃位置



圖 6.地下 2 層給排水管路貫穿防火區劃位置



圖 7.地下 2 層給排水管路貫穿防火區劃位置

將各樓層平面圖中防火區劃及各系統

管路套繪完成後，可得知貫穿物類型尺寸、貫穿部材質及貫穿位置，接下來便可判定貫穿填縫材料工法。表 5 彙整不同工項施做矩形全面積、填塞施做淨面積及防火阻絕認可之工法。

表 5. 地下 2 層各工項貫穿填縫材料統計

工項	管件尺寸 (mm)	貫穿物截面積 (m ²)	數量	施作面	矩形長度 (mm)	矩形寬度 (mm)	施做矩形全面積 (m ²)	填塞施做淨面積 (m ²)	貫穿物	被貫穿部	認可工法
消防	直徑 100 A	0.008	5	2	175	175	0.03	0.23	金屬管	混凝土牆	M0784 04AB02
	直徑 100 A	0.008	3	1	175	175	0.03	0.07	金屬管	混凝土樓板	M0784 04AA02
	直徑 25A	0.001	7	1	100	100	0.0	0.07	塑膠管	混凝土樓板	M0784 04BA02
給排水	直徑 50A	0.002	2	2	125	125	0.02	0.06	金屬管	混凝土牆	M0784 04AB02
	直徑 50A	0.002	2	1	125	125	0.02	0.03	金屬管	混凝土樓板	M0784 04AA02
	直徑 25A	0.001	1	2	100	100	0.01	0.02	塑膠管	混凝土牆	M0784 04BB02
給排水	直徑 50A	0.002	3	2	125	125	0.02	0.09	塑膠管	混凝土牆	M0784 04BB02
	直徑 50A	0.002	2	1	125	125	0.02	0.34	塑膠管	混凝土樓板	M0784 04BA02
進排氣	270*450	1.215	1	2	2850	600	1.71	1.00	鐵皮風管	混凝土牆	M0784 04DB02
	145*800	1.160	2	2	1600	950	1.52	1.44	鐵皮風管	混凝土牆	M0784 04DB02
合 計								3.35			

接下來，以 AutoCAD 繪圖軟體「測量面積」指令，將各樓層防火區劃被貫穿部計算出周長後，再與該層樓高相乘，得出被貫穿部面積。最後，以 EXCEL 試算表工具得出各被貫穿部面積做分母，各工項貫穿物填塞施做淨面積當分子，兩者相除得出防火阻絕工法比例整理如表 6。

表 6. 防火阻絕工法參數設定

樓層	工項	機電空間	管道間	梯廳	樓梯間	店鋪	走廊
R3F	消防	0.14%	1.12%	-	-	-	-
	給排水	0.41%	3.37%	-	-	-	-
R2F	消防	-	0.08%	-	-	-	-
	給排水	-	2.02%	0.06%	-	-	-
	弱電	-	0.19%	-	-	-	-
R1F	消防	-	0.26%	-	-	-	0.11%
	給排水	-	1.33%	-	-	-	-
	電力	-	0.36%	-	-	-	-
	弱電	-	0.19%	-	-	-	-
14F	消防	-	0.32%	-	-	-	0.18%
	給排水	-	1.82%	-	-	-	0.10%
	電力	-	0.21%	-	-	-	-
	弱電	-	0.32%	-	-	-	-
13F	消防	-	0.29%	-	-	-	0.18%
	給排水	-	1.93%	-	-	-	0.10%
	電力	-	0.21%	-	-	-	-
	弱電	-	0.32%	-	-	-	-
12F	消防	-	0.29%	-	-	-	0.18%
	給排水	-	1.93%	-	-	-	0.10%
	電力	-	0.21%	-	-	-	-
	弱電	-	0.32%	-	-	-	-
11F	消防	-	0.29%	-	-	-	0.18%
	給排水	-	1.93%	-	-	-	0.10%
	電力	-	0.21%	-	-	-	-
	弱電	-	0.32%	-	-	-	-
10F	消防	-	0.25%	-	-	-	-
	給排水	-	1.93%	-	-	-	0.10%
	電力	-	0.34%	-	-	-	-
	弱電	-	0.32%	-	-	-	-
9F	消防	-	0.25%	-	-	-	-
	給排水	-	1.93%	-	-	-	0.10%
	電力	-	0.45%	-	-	-	-
	弱電	-	0.32%	-	-	-	-
8F	消防	-	0.25%	-	-	-	-
	給排水	-	1.93%	-	-	-	0.10%
	電力	-	0.34%	-	-	-	-
	弱電	-	0.32%	-	-	-	-
7F	消防	-	0.25%	-	-	-	-

樓層	工項	機電空間	管道間	梯廳	樓梯間	店鋪	走廊
	給排水	-	1.93%	-	-	-	0.10%
	電力	-	0.45%	-	-	-	-
	弱電	-	0.32%	-	-	-	-
6F	消防	-	0.25%	-	-	-	-
	給排水	-	1.93%	-	-	-	0.10%
	電力	-	0.34%	-	-	-	-
	弱電	-	0.32%	-	-	-	-
5F	消防	-	0.25%	-	-	-	-
	給排水	-	1.93%	-	-	-	0.10%
	電力	-	0.45%	-	-	-	-
	弱電	-	0.32%	-	-	-	-
4F	消防	-	0.25%	-	-	-	-
	給排水	-	1.93%	-	-	-	0.10%
	電力	-	0.34%	-	-	-	-
	弱電	-	0.32%	-	-	-	-
3F	消防	-	0.25%	-	-	-	-
	給排水	-	1.93%	-	-	-	0.10%
	電力	-	0.34%	-	-	-	-
	弱電	-	0.32%	-	-	-	-
2F	消防	-	0.25%	-	-	-	-
	給排水	-	1.70%	-	-	-	0.10%
	電力	-	0.34%	-	-	-	-
	弱電	-	0.32%	-	-	-	-
1F (夾)	消防	-	0.43%	-	-	-	-
	給排水	-	0.23%	-	-	0.02%	-
	電力	-	0.46%	-	-	-	-
	弱電	-	0.19%	-	-	-	-
1F	消防	-	0.11%	-	-	-	-
	給排水	-	0.44%	-	-	-	-
	電力	-	0.92%	-	-	-	-
	弱電	-	0.40%	-	-	-	-
B1F	消防	-	0.17%	-	0.63%	-	-
	給排水	-	0.20%	-	-	-	-
	電力	-	0.23%	-	-	-	-
	弱電	0.16%	0.32%	-	-	-	-
	進排氣	0.66%	0.85%	-	-	-	-
B2F	消防	0.06%	0.13%	-	-	-	-
B2F	給排水	0.02%	0.11%	-	-	-	-

樓層	工項	機電空間	管道間	梯廳	樓梯間	店鋪	走廊
	進排氣	0.32%	1.03%	-	-	-	-

四、結論

本文依國內法規檢討防火阻絕之設計流程並透過個案實作，獲得以下的結論：

1.防火阻絕設計及預算編列流程，可提高設計者設計及預算編列之正確性及效率，擬定設計標準程序如下：

- (1)完成設計建築物防火區劃圖說。
- (2)套繪貫穿防火區劃貫穿物與被貫穿部。
- (3)依據內政部認可通知書選擇防火阻絕工法。
- (4)依據工法詳圖計算貫穿填縫材料用量。
- (5)依據材料參考單價編列工程預算。

2.以樓地板面積 10,250m² 的住宅建築為例，統計管線貫穿垂直區劃 288 處、空間區劃共 31 處。

3.研究對象之填塞總施做淨面積為 74m²，依據假設之貫穿填縫材料用量及單價(材料及工資)係數進行換算，防火阻絕的工程總經費約為新台幣 79 萬元。

4.就空間屬性而言，防火阻絕施做面積佔被貫穿部面積比例為：機房、台電配電室等機電空間 0.02%、管道間 0.52%、梯廳 0.001%、樓梯間 0.01%、店鋪 0.0002%、走廊 0.02%。

5.本研提出之設計流程可針對不同建築物類型採取多樣本設計，將防火貫穿填縫材料的比例參數分類彙整、分析，做為防火阻絕工程之預算編列或程式化工具開發之計算基礎參數。

五、參考文獻

1. Building Regulations Division(2003)
“Fire Stopping Service Penetrations in Buildings” The City of CALGARY.
2. Ma Q, Guo W.(2012) Discussion on the fire safety design of a high-rise building, 2012 International Symposium on Safety Science and Technology , pp.1-2.
3. Xing Z., Tang Y.(2012) Simulation of fire and evacuation in high-rise building, 2012 International Symposium on Safety Science and Technology , pp.4-5.
4. 行政院公共工程委員會(2011)·公共工程施工綱要規範第 07840 章防火組絕。
5. AJ Dell'Isola (1966), Value Engineering in Construction, Civil Engineering, Vol 36, No 9, PP 58-61.
6. Del L. Younker(2003), Value Engineering- Analysis and Methodology, Florida, U. S.A.
7. 許帝旺(2002)·營建工程自動化與視覺化估算系統之需求分析研究—以鋼筋混凝土結構為例·國立交通大學工程技術與管理學程碩士論文。
8. 吳明宗(2008)·混凝土建築結構設計圖及材料估算之自動化研究·國立臺灣大學工程科學及海洋工程學研究所碩士論文。
9. 楊卿源(2017)·疊代計算法運用於消防自動撒水管路系統設計之研究·大葉大學環境工程學系碩士論文。
10. 詹昊(2014)·建築資訊模型(BIM)於工程進度、成本估算之實務應用·國立高雄應用科技大學土木工程與防災科技研究所碩士論文。
11. 黃詩琪(2016)·開發 BIM 程式產出建築鋼筋數量估算報表之研究·國立臺灣科技大學營建工程系碩士論文。
12. 鍾遠安(2016)·導入建築資訊模型於空調設備工程成本估算之實證研究·國立臺灣大學土木工程學研究所碩士論文。

職安篇

註：本篇職業災害案例文章皆參考行政院勞工委員會、台北市勞動檢查處及新北市勞動檢查處相關資料編輯

夏日熱危害防治作業

環安組 王志偉

一、定義：說明夏日作業熱危害之安全防護、災害防止相關規定

二、依據：

職業安全衛生法：

第 五 條 雇主使勞工從事工作，應在合理可行範圍內，採取必要之預防設備或措施，使勞工免於發生職業災害。

職業安全衛生設施規則

第 324 條之 6 雇主使勞工於夏季期間從事戶外作業，為防範高氣溫環境引起之熱疾病，應視天候狀況採取下列危害預防措施：

- 一、降低作業場所之溫度。
- 二、提供陰涼之休息場所。
- 三、提供適當之飲料或食鹽水。
- 四、調整作業時間。
- 五、增加作業場所巡視之頻率。
- 六、實施健康管理及適當安排工作。
- 七、留意勞工作業前及作業中之健康狀況。
- 八、實施勞工熱疾病預防相關教育宣導。
- 九、建立緊急醫療、通報及應變處理機制。

三、說明：

依據勞動部職業安全衛生署歷年重大職業災害統計，臺灣於每年夏季 6~8 月份是營造業職業災害最易發生的季節，值營造業職災高峰期。

夏季室外作業多，且受氣候炎熱，人員容易疲累、流汗等影響，若工地安全設施又不完善，勞工發生職業災害之機率將提高。尤其在夏季高溫期間更應注意作業勞工之身體狀況，並給予必要之休息與飲用水之補充，以防止職業災害的發生。

配合政府夏日熱危害預防措施(每年 6 月至 9 月)，公司所屬之在建工程於開挖與結構體階段建立夏日熱危害防治統一標準。

- (1) 開挖或基礎施工階段，因考慮施工區域寬廣無處可張掛遮陽網及於平面較不受強風影響，可使用大型遮陽傘供勞工遮陽休息使用，並於該區域適當提供飲用水。
- (2) 於地下室開挖與結構體階段，有施工構台，可利用施工構台底部陰涼處作為勞工遮陽休息之用，只須規劃休息區域。
- (3) 於結構體階段在柱與柱之間張掛黑色遮陽網。
 - A. 黑色遮陽網張掛方式，先依工地現況面積訂製遮陽網(如柱與柱間距為 8M*8M 遮陽網制訂為 6M*6M 四邊車邊穿入固定繩)將遮陽網邊繩固定綁於柱主鋼筋上加以拉緊。
 - B. 建議基地面積於 500 平方公尺以內最少設置一處遮陽網，作為勞工遮陽休息之用，每超過 500 平方公尺最少再增設一處(以此類推)。
- (4) 於上部結構施工階段可在柱鋼筋上設置臨時水管增設灑水系統供施工區域灑水以降低作業場所之溫度。

四、 施工標準：(照片)

	
遮陽網四週車邊	四周穿邊繩

	
將遮陽網打開	將遮陽網固定於柱鋼筋主筋上
	
將遮陽網固定於柱鋼筋主筋上	將遮陽網固定於柱鋼筋主筋上搭設完成
	
於大面積開挖或基礎階段使用大型遮陽傘	使用大型遮陽傘供勞工遮陽
	
在柱鋼筋上設置臨時水管增設灑水系統	於柱鋼筋上設置撒水措施

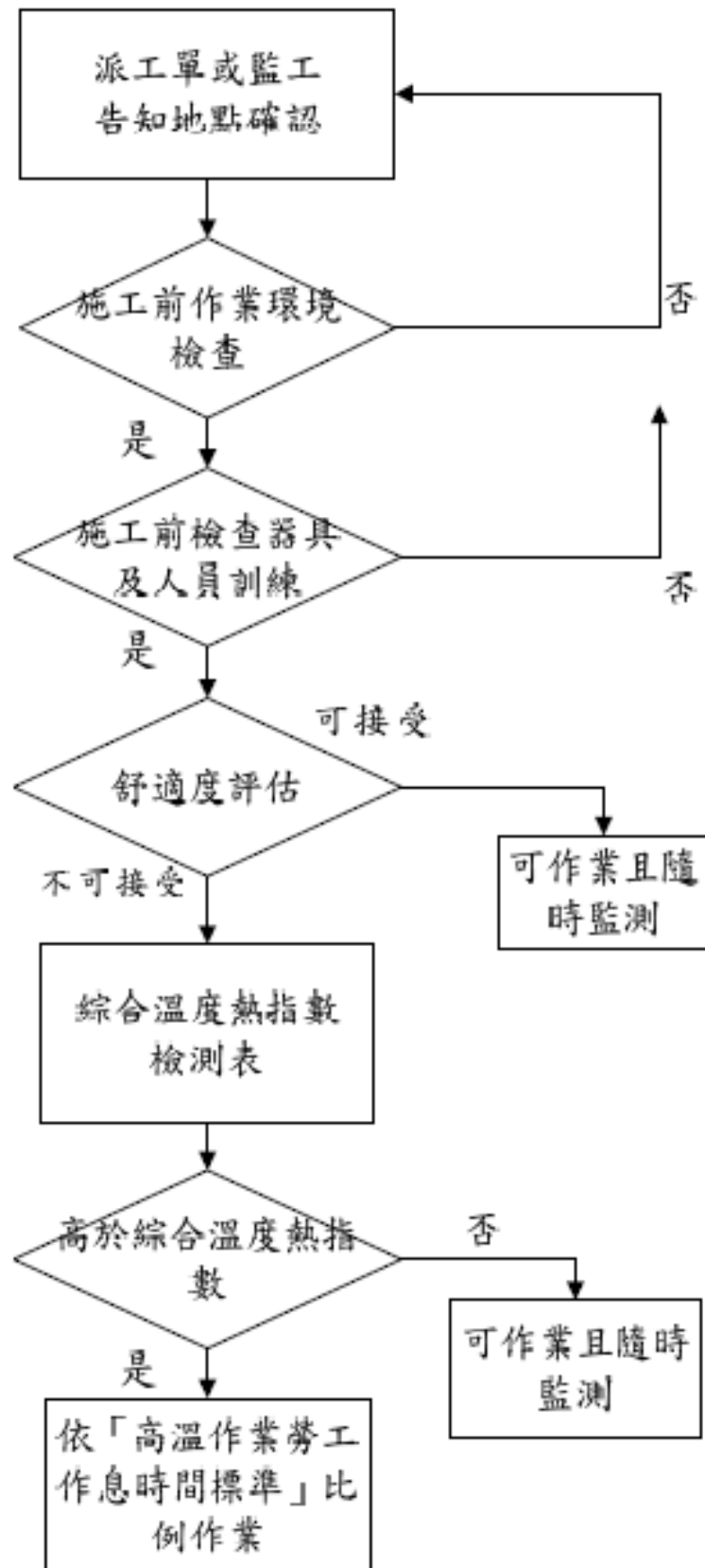
五、作業流程及附件：

實施對象：承攬廠商及所屬協力廠商施工人員、本公司工地人員、督導人員

防護器具：安全帽、安全鞋、安全帶、簡易遮陽棚具、舒適涼爽棉質衣物、飲用茶水

工作步驟	工作方法 (含順序、工具、人員)	不安全因素	安全措施	備註
1.派工單或監工告知，地點確認。	1.獲得派工單或告知。 2.訂定熱危害防治計畫或指引。	未經告知即施工，人員可能有熱中暑、熱痙攣、熱衰竭及其他相關熱危害。	1.施工前確認獲得派工單或告知。 2.依施工環境狀況訂定熱危害防治計畫或指引。	
2.施工前作業環境檢查。	1.檢查危害物來源(高溫危害源)掛置安全警告標籤或標示牌。 2.檢查作業環境通風狀況。	未檢查確認，人員可能有熱中暑、熱痙攣、熱衰竭及其他相關熱危害。	確認是否落實執行作業危害辨識與控制程序。	
3.施工前檢查器具及人員訓練	1.設置施工告示牌。 2.檢查並置備足夠個人防護器具；如安全帽、遮陽設施、飲用茶水，以及救援設施。 3.選用適當之通風設備；如有可燃氣體存在時，應採用防爆型通風設備。	1.未檢查確認，人員可能有熱中暑、熱痙攣、熱衰竭及其他相關熱危害。 2.未檢查救援設施，將導致無法救援之潛在危險。	1 確認施工器具與防護設施完備。 2 再確認人員當日作業生理情況是否有異常。 3 作業人員受過一般安全衛生教育訓練，具足夠常識判定自身安全狀況。	
4.舒適度評估	1.作業人員自覺不適症狀提出 2.作監工督導察覺人員不適症狀。	未隨時查覺作業人員生理不適狀況，將導致熱危害或不可逆健康效應之職業傷病。	指派適任人員擔任監工督導作業。	
5.高於綜合溫度熱指數		未檢查確認人員生理不適情況改善，將導致累積性熱危害健康效應。	落實執行確認安全狀況無誤。	

作業流程



高溫作業場所綜合溫度熱指數檢測表

檢測人員：_____

填表日期： 年 月 日

高溫作業場所綜合溫度熱指數檢測紀錄表					
日期	乾球溫度	濕球溫度	黑球溫度	綜合溫度 熱指數	每小時作業時 間比例
	℃	℃	℃	℃	
	℃	℃	℃	℃	
	℃	℃	℃	℃	
檢測人員： 主管：					

備註：

綜合溫度熱指數計算方法如下：

一、戶外有日曬情形者。

$$\text{綜合溫度熱指數} = 0.7 \times (\text{自然濕球溫度}) + 0.2 \times (\text{黑球溫度}) + 0.1 \times (\text{乾球溫度})$$

二、戶內或戶外無日曬情形者。

$$\text{綜合溫度熱指數} = 0.7 \times (\text{自然濕球溫度}) + 0.3 \times (\text{黑球溫度})$$

綜合溫度熱指數計算方法如下：

每小時作業時間比例		連續作業	75%作業 25%休息	50%作業 50%休息	25%作業 75%休息
時量平均綜合 溫度熱指數值℃	輕工作	30.6	31.4	32.2	33.0
	中度工作	28.0	29.4	31.1	32.6
	重工作	25.9	27.9	30.0	32.1

輕工作：指僅以坐姿或立姿進行手臂部動作以操縱機器者。

中度工作：指於走動中提舉或推動一般重量物體者。

重工作：指鏟、掘、推等全身運動之工作者。

防颱作業

環安組 王志偉

一、定義：說明颱風來臨前之防颱準備工作及颱風過後之災後安全檢查、災害防止相關規定

二、依據：

職業安全衛生法：

第 五 條 雇主使勞工從事工作，應在合理可行範圍內，採取必要之預防設備或措施，使勞工免於發生職業災害。

第 十八 條 工作場所有立即發生危險之虞時，雇主或工作場所負責人應即令停止作業，並使勞工退避至安全場所。

勞工執行職務發現有立即發生危險之虞時，得在不危及其他工作者安全情形下，自行停止作業及退避至安全場所，並立即向直屬主管報告。

雇主不得對前項勞工予以解僱、調職、不給付停止作業期間工資或其他不利之處分。但雇主證明勞工濫用停止作業權，經報主管機關認定，並符合勞動法令規定者，不在此限。

第二十三條 雇主應依其事業單位之規模、性質，訂定職業安全衛生管理計畫；並設置安全衛生組織、人員，實施安全衛生管理及自動檢查。

前項之事業單位達一定規模以上或有第十五條第一項所定之工作場所者，應建置職業安全衛生管理系統。

職業安全衛生法施行細則

第三十一條 本法第二十三條第一項所定職業安全衛生管理計畫，包括下列事項：

- 一、工作環境或作業危害之辨識、評估及控制。
- 二、機械、設備或器具之管理。
- 三、危害性化學品之分類、標示、通識及管理。
- 四、有害作業環境之採樣策略規劃及監測。
- 五、危險性工作場所之製程或施工安全評估。
- 六、採購管理、承攬管理及變更管理。
- 七、安全衛生作業標準。
- 八、定期檢查、重點檢查、作業檢點及現場巡視。
- 九、安全衛生教育訓練。
- 十、個人防護具之管理。
- 十一、健康檢查、管理及促進。
- 十二、安全衛生資訊之蒐集、分享及運用。
- 十三、緊急應變措施。
- 十四、職業災害、虛驚事故、影響身心健康事件之調查處理及統計分析。
- 十五、安全衛生管理紀錄及績效評估措施。
- 十六、其他安全衛生管理措施。

職業安全衛生設施規則

第 286 條 雇主應依工作場所之危害性，設置必要之職業災害搶救器材。

第 286-2 條 雇主使勞工於經地方政府已宣布停止上班之颱風天從事外勤作業，有危害勞工之虞者，應視作業危害性，置備適當救生衣、安全帽、連絡通訊設備與其他必要之安全防護設施及交通工具。說明：因應颱風來襲時無法預估之災害，故依中央氣象局對台灣地區發佈預警颱風形成警報並對台灣地區有直接影響時，進行此計劃。

(一) 颱風形成階段之處理作業：

密切關心颱風動態，排定颱風輪班表，擬定緊急應變計劃及緊急聯絡人員名冊，並進行防颱自主巡檢，依(颱風前汛期工地防災減災自主檢查表) 內容進行防颱安全檢查。並加強以下各項防颱工作之重點檢查。

- 1 工地應檢視外牆施工架是否有損傷、繫牆桿是否鬆弛及脫落、框架構件間是否以適當金屬配件確實連接固定、施工架基礎地面是否平整且夯實緊密、基腳是否下沉及滑動。
- 2 施工架上張掛之廣告物或帆布在強風來襲前應暫時拆除，以免風壓太大，使施工架無法承載、倒塌而傷人，施工架帆布及防塵網拆除原則如下：
 - (1) 防塵網：於結構體階段，施工中(尚無法設置繫牆桿)之樓層，需捆紮收納於主架上，其他樓層之防塵網須巡視是否固定良好。
 - (2) 帆布：施工架帆布全數捆紮收納於主架上。
- 3 施工架上有飛落之虞物料需清理至結構體內加以固定。
- 4 室內有飛落之虞物料捆紮固定。
- 5 颱風來襲時原則牆模不組立，但如已雙面模組立完成部分須確實固結，並以側撐加以固定避免模板倒塌飛落。
- 6 預防性調整作業，地下室筏基水位至最低水位(並測試抽水馬達自動控制浮球是否可正常運作)。
- 7 工區圍籬大門確實加強固定。
- 8 備妥相關預防物品(如：砂包，抽水機(預先試運轉完成)等)。

(二) 颱風警報發布之處理作業:

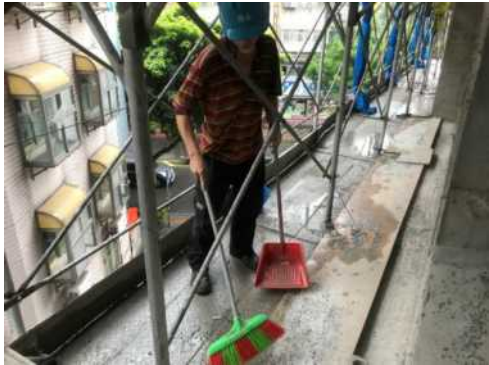
發佈海上陸上颱風警報，進行防颱準備階段，巡視工地現況並將工地大門及圍籬加強固定，檢查排水溝是否暢通，填寫防颱前檢查表(附件一)。

颱風登陸全員戒備，留守人員就位隨時關注工地現況，並定時回報，特殊狀況發生時，須即時適時回報相關單位，依集團(職安緊急通報系統)流程通報。

(三) 颱風警報解除後處理作業:

(1) 颱風警報解除，巡檢工地現場查看瞭解損害狀況並進行環境整理整頓，回報於相關單位颱風之影響情形，填寫防颱後檢查表(附件二)。

三、施工標準(照片):

	
將施工架上物料清理至結構體內加以固定	將施工架上臨時照明收起確實固定於施工架主架及踏板上
	
清理施工架上有飛落之虞雜物	將施工架上材料雜物確實清理乾淨

	
將室內有飛落之虞物料加以捆紮固定	將有飛落之虞物料加以網綁固定零散物料用安全網加以固定
	
將施工架上張掛之廣告物或帆布在強風來襲前應拆除或捲起固定於主架上	將帆布捲起固定於施工架上
	
地下室抽水設施檢查確實能正常動作	排水溝檢查疏通
	
將工地大門加強固定	將工地大門加強固定

附件一：

颱風前汛期工地防災減災自主檢查表【警報發佈時立即填寫】

工程名稱：新建工程			
檢查日期： 年 月 日			
工程名稱：新建工程			
檢查日期： 年 月 日			
檢查內容	檢查結果	負責人員	防颱措施說明
颱風前：			
一、工務所保護：			
電腦、文件、設備放於高處			
組合屋加強固定			
二、防止淹水			
1.不進水：			
電梯機房			
門窗關閉			
屋頂庭園排氣百葉阻水			
車道入口防水砂包			
泥作袋裝材以帆布覆蓋			
門口與電梯門口加止水墩			
2.排水			
庭園屋頂落水頭清理			
陽台露台落水頭清理			
臨水導水增設			
臨近排水溝通暢			
地面清潔防雜物流入水溝			
擋牆排水溝清理			
沉砂池增設颱風前後清理			
3.抽水			
預留集水與抽水坑			
筏基坑預降水位			
事先安裝抽水馬達			
抽水馬達試運轉			
三、防止掉落：			
鷹架固定及雜物清理			
鷹架廣告帆布拆除			

屋頂物料固定			
模板固定(牆模不組)			
施工電梯降下			
洗窗機下降至一樓			
塔吊固定與任旋			
四、防止破壞：			
大玻璃貼膠紙			
大門門後加強檔			
加強門禁設備固定			
物料防水保護			
裸土蓋帆布			
大樹固結			
五、其他安全措施：			
發電機油補滿			
庫版固定檢查			
圍籬外張貼緊急連絡電話			
圍籬旁停車管制			
圍籬加強固定或暫拆(視狀況)			
關閉不需要電源與設備			
※請於颱風前完成上述防颱準備後，請將本表傳真回公司環安組 FAX:(02)2536-1705			

附件二：

颱風後汛期工地防災減災自主檢查表【警報解除後 24 小時內填寫】

工程名稱：		檢查日期： 年 月 日	
工程名稱：		檢查日期： 年 月 日	
檢查內容	檢查結果	負責人員	復原措施說明
颱風後：			
一、漏水檢查(含未做防水處)			
1.地下室(尤其是穿孔處)			
大底版			
牆面			
平頂			
2.地上層			
門窗邊			
預鑄構件相接處			
陽台與露台			
屋頂版(含開口處)			
二、積水處理：			
1.積水處抽水			
2.環境清潔與消毒			
三、復原：			
1.植栽復原			
2.玻璃拆紙			
3.鷹架復原			
4.圍籬復原			
5.送電前檢查(昇降設備等)			
6.未完成工項檢查(重做)			
7.道路修補			
四、受潮處理：			
1.石材與木地板擦乾			
2.石膏板等受潮處理			
3.袋裝材料受潮			
五、其他			
車輛受損			
※請於颱風過境完成復原檢查工作後，傳真回公司環安組 FAX:(02)2536-1705			

從事接線作業使用合梯發生墜落職業災害

環安組 王志偉

一、發生經過：

- (一) 民國107年1月17日上午11時45分許，臺北市士林區○路5段470巷9樓，吉○水電工程行。
- (二) 當日(107/1/17)進行作業內容為廁所天花板電線接線作業，大約在上午11時45分左右，鄭罹災者使用6呎合梯作業時，未將合梯兩梯腳間的金屬硬質繫材扣牢，且亦未正確戴用適當之安全帽，致鄭罹災者於作業時從合梯墜落造成頭部受創送醫急救。
- (三) 經緊急送往新光吳火獅紀念醫院救治。

二、災害防止對策：

- (一) 雇主對於使用之合梯，兩梯腳間應有金屬等硬質繫材扣牢（職業安全衛生設施規則第230條第1項第3款暨職業安全衛生法第6條第1項）。
- (二) 對於進入營繕工程工作場所作業人員，應提供適當安全帽，並使其正確戴用。（營造安全衛生設施標準第11條之1條暨職業安全衛生法第6條第1項）。
- (三) 雇主僱用勞工時，除應依附表八所定之檢查項目實施一般體格檢查外，另應按其作業類別，依附表九所定之檢查項目實施特殊體格檢查(勞工健康保護規則第14條第1項暨職業安全衛生法第20條第1項)。
- (四) 雇主應依其事業單位之規模、性質，訂定職業安全衛生管理計畫，要求各級主管

及負責指揮、監督之有關人員執行；勞工人數在30人以下之事業單位，得以安全衛生管理執行紀錄或文件代替職業安全衛生管理計畫。(職業安全衛生管理辦法第12條之1第1項暨職業安全衛生法第23條第1項)。

(五) 雇主應依規模置職業安全衛生業務主管及管理人員。(職業安全衛生管理辦法第3條第1項暨職業安全衛生法第23條第1項)。

(六) 雇主應訂定自動檢查計畫，實施自動檢查。(職業安全衛生管理辦法第79條暨職業安全衛生法第23條第1項)。

(七) 承攬人就其承攬之全部或一部分交付再承攬時，承攬人亦應有關其事業工作環境、危害因素暨本法及有關安全衛生規定告知再承攬人(職業安全衛生法第26條第2項)。

(八) 原事業單位與承攬人、再承攬人分別僱用勞工共同作業時，未指揮停止有立即發生墜落危險之作業，亦未確實巡視、實施連繫與調整以改善之(職業安全衛生法第27條第1項)。

(九) 雇主應依本法及相關規定會同勞工代表訂定適合其需要之安全衛生工作守則，報經勞動檢查機構備查後，公告實施(職業安全衛生法第34條第1項)。

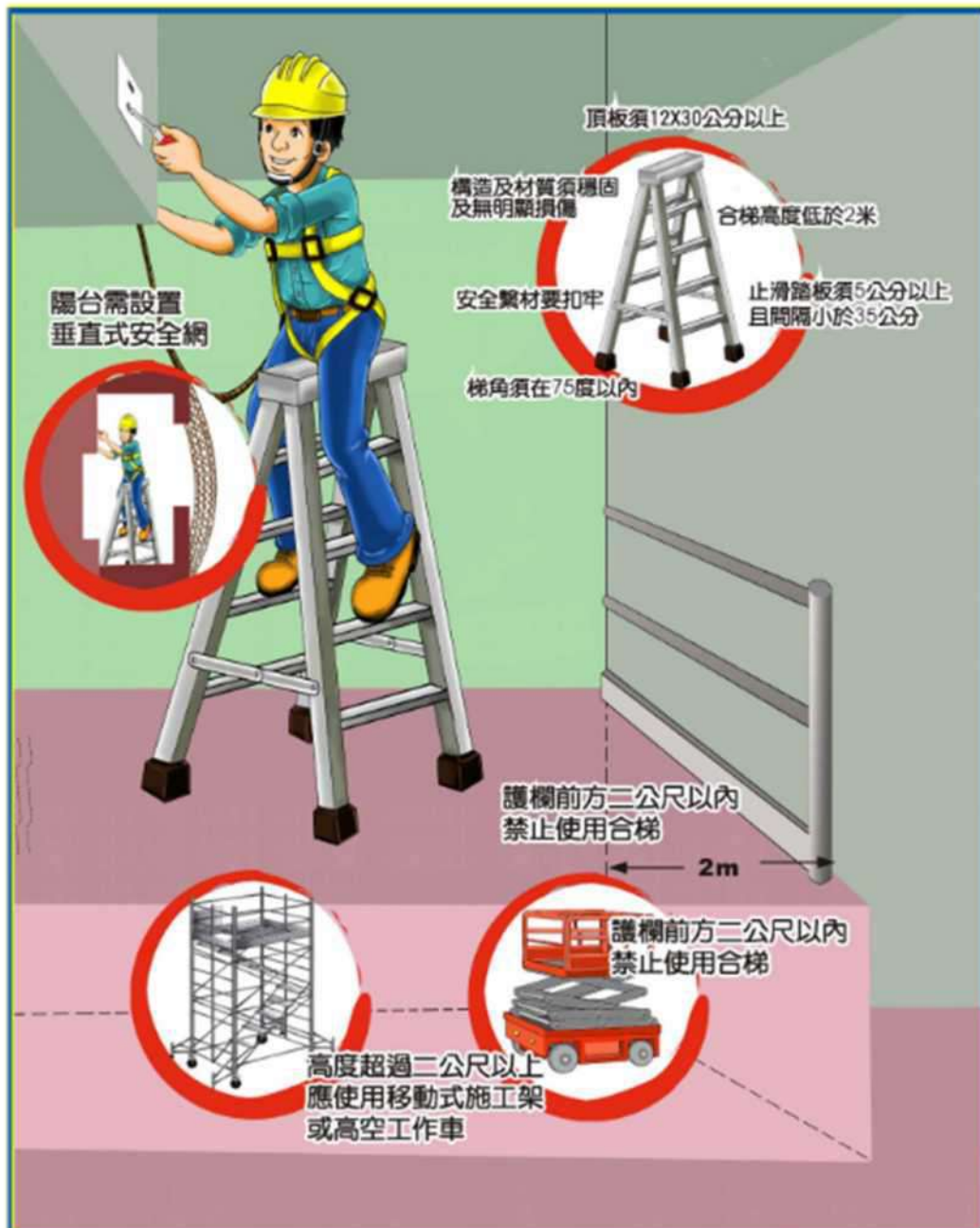


說明一

罹災者於工區9樓使用合梯時，未將合梯兩梯腳間的金屬硬質繫材扣牢，且亦未正確戴用適當之安全帽。(模擬相片)

三、施工安全重點





參考文獻：

臺北市職業災害案實錄彙編第36期_台北市勞動檢查處

營造安全衛生宣導海報_台北市勞動檢查處

從事油桶吊掛作業發生物體飛落致死災害

環安組 王志偉

一、發生經過：

(一)民國107年3月12日，臺北市大安區敦化南路○段○號旁工地(○○改建工程)，王○

○(即○○工程行)所僱勞工陳罹災者遭吊掛物砸死災害。

(二)現場以移動式起重機吊掛油桶至空中替連續壁挖掘機進行加油作業，當時罹災者於

油桶下方牽引油管，不料油桶失速下滑，擊中下方的罹災者，送往國泰醫院救治，

最後仍宣告不治。

二、災害防止對策：

(一)雇主對於起重機具之運轉，應於運轉時採取防止吊掛物通過人員上方及人員進入吊

掛物下方之設備或措施。(職業安全衛生設施規則第92條第1項暨職業安全衛生法第

6條第1項)

(二)雇主對於使用起重機具從事吊掛作業之勞工，應使其辦理下列事項：確認吊運路線，

並警示、清空擅入吊運路線範圍內之無關人員。(起重升降機具安全規則第63條第7

款暨職業安全衛生法第6條第1項)

(三)雇主對擔任下列工作之勞工，應依工作性質使其接受安全衛生在職教育訓練：...八、

特殊作業人員。(職業安全衛生教育訓練規則第17條第1項暨職業安全衛生法第32

條第1項)



罹災者倒臥位置示意圖

三、施工安全重點

 派人員引導交通	1.現場放交通錐及違桿，並派人指揮。 2.人員穿戴有反光帶及顏色鮮明之安全帽與施工背心。 3.現場配置吊掛作業人員、操作人員及機具檢查合格證。
 吊鉤有防物體脫落裝置	1.使用移動式起重機，不得超過額定荷重。 2.吊鉤應有防止吊舉中所吊物體脫落之防滑舌片。 3.作業採取防止人員進入、吊舉物通過及防車輛突入之措施。
 外伸撐座伸至最大極限位置	1.事前調查地形、地質與起重機種類、型式及性能。 2.使用外伸撐座補強，並於地面鋪設鐵板、墊料。 3.外伸撐座應伸至最大極限位置。

參考文獻：

臺北市職業災害案實錄彙編第36期_台北市勞動檢查處

『安全保護計畫』-圖解勞工安全作業手冊_新北市勞動檢查處

從事防火漆噴覆作業發生墜落致傷災害

環安組 王志偉

一、發生經過：

(一)民國107年1月26日，臺北市大安區基隆路2段○號，弘○工程行。

(二) 26日下午1時許，黃罹災者於一層移動式施工架上進行防火漆噴覆作業，作業高度約1.85米，施工架四面開口設置護欄分別為90公分（兩面）及30公分（兩面），研判移動式施工架腳輪未以有效裝置固定，黃罹災者於作業過程中轉身而撞擊鋼骨結構，導致重心不穩，由施工架上跌落地面。

(三)災害發生後，工地立即撥打119，送往臺北醫學院附設醫院救治，醫師評估左肩有輕微骨裂、顱內出血等狀況，需留院觀察、恢復，後黃罹災者於2月1日出院返家休養。

二、災害防止對策：

(一)雇主對於進入營繕工程工作場所作業人員，應提供適當安全帽，並使其正確戴用。

（營造安全衛生設施標準第11-1條暨職業安全衛生法第6條第1項1、3、5款）

(二)雇主對於鋼管施工架之設置，應依下列規定辦理：三、裝有腳輪之移動式施工架，

勞工作業時，其腳部應以有效方法固定之；勞工於其上作業時，不得移動施工架。

（營造安全衛生設施標準第59條第3款暨職業安全衛生法第6條第1項第5款）。

(三)第2條所定事業之雇主應依附表二之規模，置職業安全衛生業務主管及管理人員。（職業安全衛生管理辦法第3條第1項暨職業安全衛生法第23條第1項）。

- (四) 雇主應依其事業單位之規模、性質，訂定職業安全衛生管理計畫，要求各級主管及負責指揮、監督之有關人員執行。(職業安全衛生管理辦法第12之1條第1項)。
- (五) 雇主依第13條至第63條規定實施之自動檢查，應訂定自動檢查計畫。(職業安全衛生管理辦法第79條暨職業安全衛生法第23條第1項)。
- (六) 承攬人就其承攬之全部或一部分交付再承攬時，承攬人亦應依前項規定告知再承攬人。(職業安全衛生法第26條第2項)。
- (七) 事業單位與承攬人、再承攬人分別僱用勞工共同作業時，為防止職業災害，原事業單位應採取下列必要措施：一、設置協議組織，並指定工作場所負責人，擔任指揮及協調之工作。二、工作之連繫與調整。三、工作場所之巡視。四、相關承攬事業間之安全衛生教育之指導及協助。(職業安全衛生法第27條第1項第1、2、3、4款)。
- (八) 雇主對新僱勞工或在職勞工於變更工作前，應使其接受適於各該工作必要之一般安全衛生教育訓練。(職業安全衛生教育訓練規則第16條第1項暨職業安全衛生法第32條第1)。
- (九) 雇主應使勞工依工作性質接受安全衛生在職教育訓練。(職業安全衛生教育訓練規則第17條第1項第1款暨職業安全衛生法第32條第1項)。

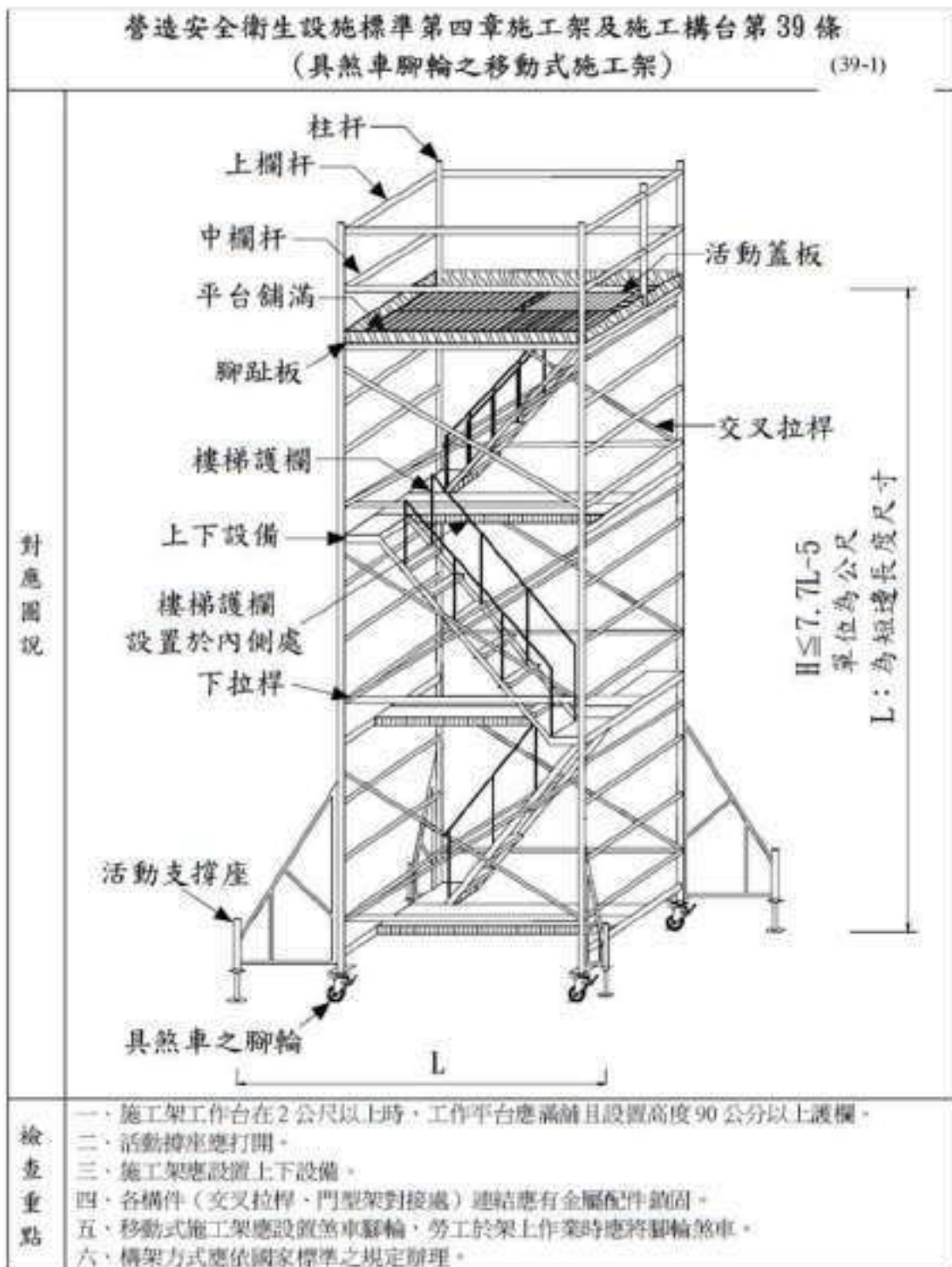


現場不合格移動式施工架



現場移動式施工架改善後

三、施工安全重點



參考文獻：

臺北市職業災害案實錄彙編第36期_台北市勞動檢查處

營造安全衛生設施標準圖解_行政院勞工委員會

從事施工架護欄設置作業發生墜落致傷災害

環安組 王志偉

一、發生經過：

- (一) 民國107年2月12日上午11時許，臺北市信義區○路3號，王○(即○新工程行)。
- (二) 王○(即○新工程行)承攬(103建○)○廣場新建工程之施工架組拆作業，當日(107/2/12)進行施工架組立作業，因施工架上未設置防護設備，梁罹災者大約在上午11點多施作到一個段落，原為蹲下之動作，後於站起來之際感到有點頭暈，重心不穩，從第10層水平踏板上墜落(約17公尺)至2樓樓板，造成左大腿骨折受傷。
- (三) 通報後緊急送往臺北醫學大學附設醫院急救。

二、災害防止對策：

- (一) 雇主對於高度2公尺以上之屋頂、鋼樑、開口部分、階梯、樓梯、坡道、工作臺、擋土牆、擋土支撐、施工構臺、橋樑墩柱及橋樑上部結構、橋臺等場所作業，勞工有遭受墜落危險之虞者，應於該處設置護欄、護蓋或安全網等防護設備。(營造安全衛生設施標準第19條第1項暨職業安全衛生法第6條第1項)
- (二) 雇主應訂定自動檢查計畫，實施自動檢查。(職業安全衛生管理辦法第79條暨職業安全衛生法第23條第1項)
- (三) 雇主應依本法及相關規定會同勞工代表訂定適合其需要之安全衛生工作守則，報經勞動檢查機構備查後，公告實施。(職業安全衛生法第34條第1項)
- (四) 雇主應依事業單位之規模、性質，訂定職業安全衛生管理計畫，要求各級主管及

管理、指揮、監督有關人員執行規定之職業安全衛生管理事項；勞工人數在30人以下之事業單位，得以安全衛生管理執行紀錄或文件代替職業安全衛生管理計畫。（職業安全衛生管理辦法第12條之1第1項暨職業安全衛生法第23條第1項）



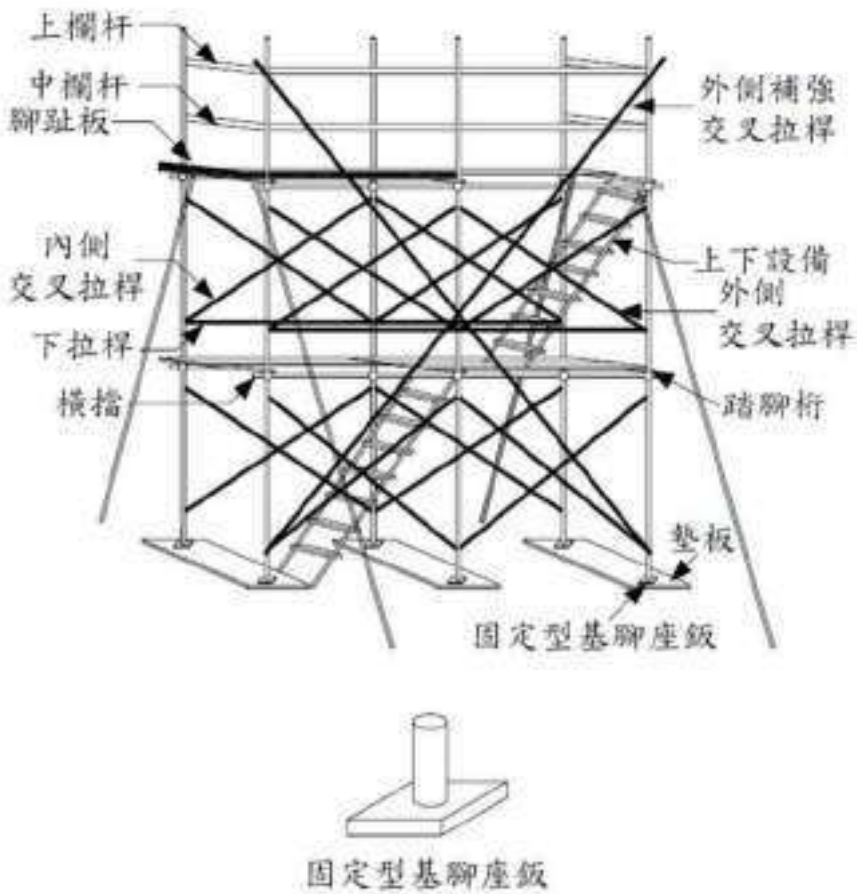
罹災者於第10層（施工架）水平踏板上，因未設置防護設備，原為蹲下之動作，後於站起來之際感到有點頭暈，使得重心不穩從第10層水平踏板上墜落致2樓樓板。

三、施工安全重點

營造安全衛生設施標準第四章施工架及施工構台第 39 條 (框式施工架外觀) (39-2)	
對應圖說	
檢查重點	一、施工架工作台在 2 公尺以上時，應設置高度 90 公分以上護欄。 二、施工架應設置上下設備。 三、各構件（交叉拉桿、門型架對接處）連結應有金屬配件鎖固。 四、構架方式應依國家標準之規定辦理。 五、應鋪設墊木板及調整座。
說明	施工架與建物間隔大於 20cm 以上時，須再拆除內側交叉拉桿前設置妥長條型安全網。

營造安全衛生設施標準第四章施工架及施工構台第 39 條
(單管式施工架外觀圖)

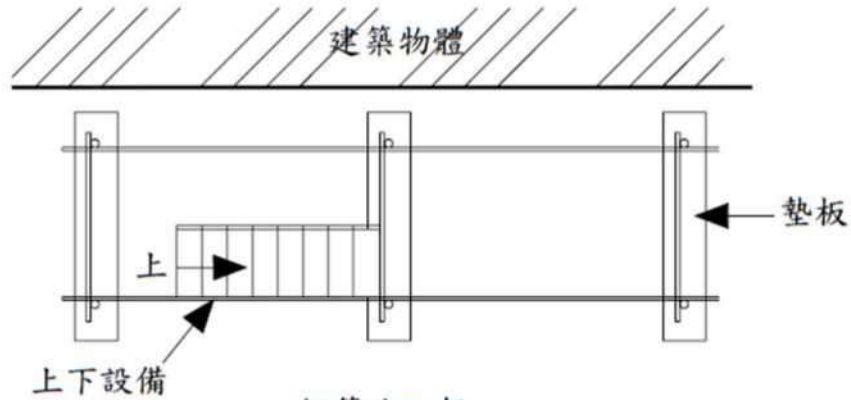
(39-3)

對應圖說	
檢查重點	一、施工架工作台高度在2m 以上時，內外側設置 90cm 以上之護欄。 二、每 1.8m 設置橫擋並以萬向接頭與桿件連接。 三、每隔固定距離(水平 5.0m，垂直 5.5m)設置繫牆桿。 四、應供給足夠強度之工作台。 五、工作台寬度應在 40 公分以上，且舖滿密接之板料，其支撐點至少應有兩處以上，並應綁結固定，無脫落或位移之虞，板料與板料之間縫隙不得大於 3 公分。 六、施工架應設置上下爬梯設備。 七、各構件連結應有萬向接頭鎖固。 八、地面應平整，且夯實緊密，並襯以適當材質之墊材，以防止滑動或不均勻沈陷。

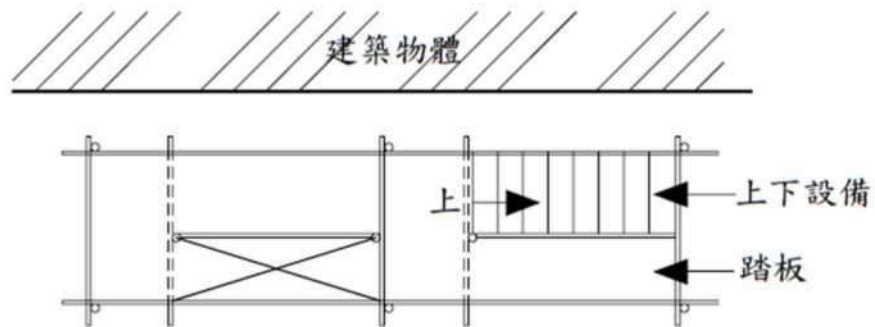
營造安全衛生設施標準第四章施工架及施工構台第 39 條
(單管式施工架-上下設備位置)

(39-4)

對應圖說



鋼管施工架
第一層 平面圖



鋼管施工架
第二層 平面圖

營造安全衛生設施標準第四章施工架及施工構台第40條 (高度在五米以上之框式施工架) (40-1)	
對應圖說	桿柱端部示意圖 圖40-1(一)
檢查重點	高度在五米以上之施工架構築： 一、依結構原理設計，設計資料及圖說確認簽章負責。 二、查核施工圖說大樣圖，架設檢查重點。 三、若屬委外技師設計，則專任工程人員應再確認設計資料並簽章。 四、應設置安全且合適之上下設備。 五、每隔一定距離施工架與結構體確實連接。 六、工作平台應滿鋪且外觀設護欄。 七、上下設備扶手高度>75cm。 八、護欄高度>90cm。

參考文獻：

臺北市職業災害案實錄彙編第36期_台北市勞動檢查處

營造安全衛生設施標準圖解_行政院勞工委員會

從事屋頂清潔作業發生墜落、滾落職災案

環安組 王志偉

一、發生經過：

106年4月28日上午10時許，某外牆清洗公司所僱用之勞工，於陽明山上一建築物完成清洗作業後，於該建物之頂樓收拾相關作業用具時，不慎由4樓屋頂墜落至2樓平台，受創嚴重當場失去意識，經送醫急救仍告不治；勞動檢查機構前往檢查後，發現現場頂樓並未設置護欄，且該勞工疑似未確實使用安全帽、安全母索及安全帶等防止墜落之措施，推測應為釀禍原因。

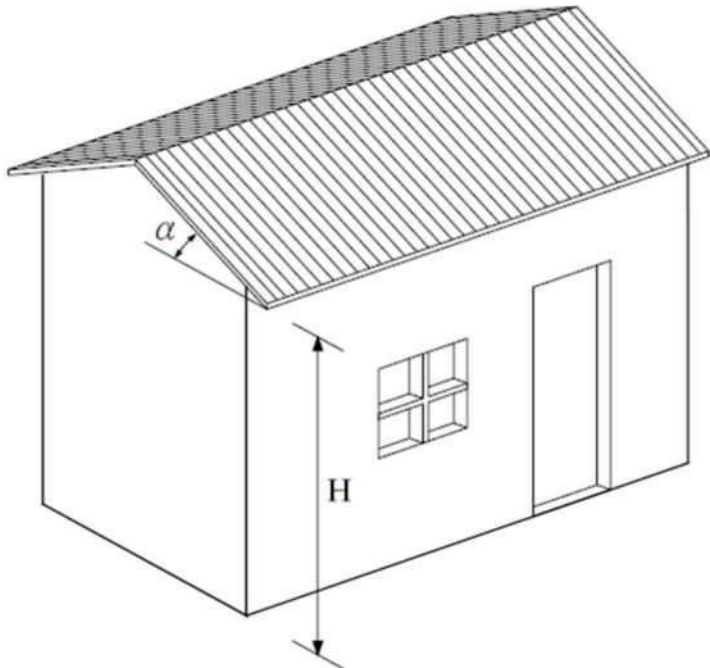
二、災害防止對策：

雇主應使於無護欄之高處（如樓頂）作業之勞工確實採取防止墜落之措施，如架設安全母索供安全帶鉤掛，及確實戴用安全帽等。



該建築物之屋頂無設置護欄，且未採架設安全母索、使用安全帶及安全帽等防墜措施

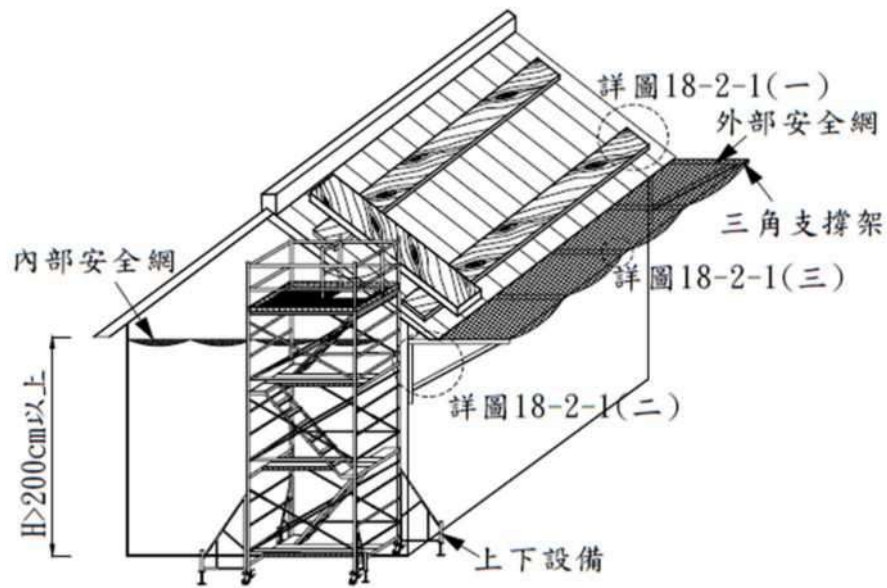
三、施工安全重點

營造安全衛生設施標準第二章 工作場所第 18 條 (屋頂作業定義) (18-1)	
對應圖說	1. 屋緣高度(H)超過2公尺。 2. 斜度(α)大於34度(高低比為二比三)。  屋頂作業定義
	檢查重點 一、屋頂作業應設置使勞工安全上下之設備。 二、應設置防止人員墜落之護欄、安全網或安全母索。 三、勞工作業應設置工作臺及爬梯。 四、應設置安全母索(每一立柱間僅容許一人勾掛安全帶)及使勞工確實使用安全帶。 五、應設置適宜個人防護具。

營造安全衛生設施標準第二章 工作場所第 18 條
(斜屋頂作業防墜設施-作業面下方設置安全網)

(18-2-1)

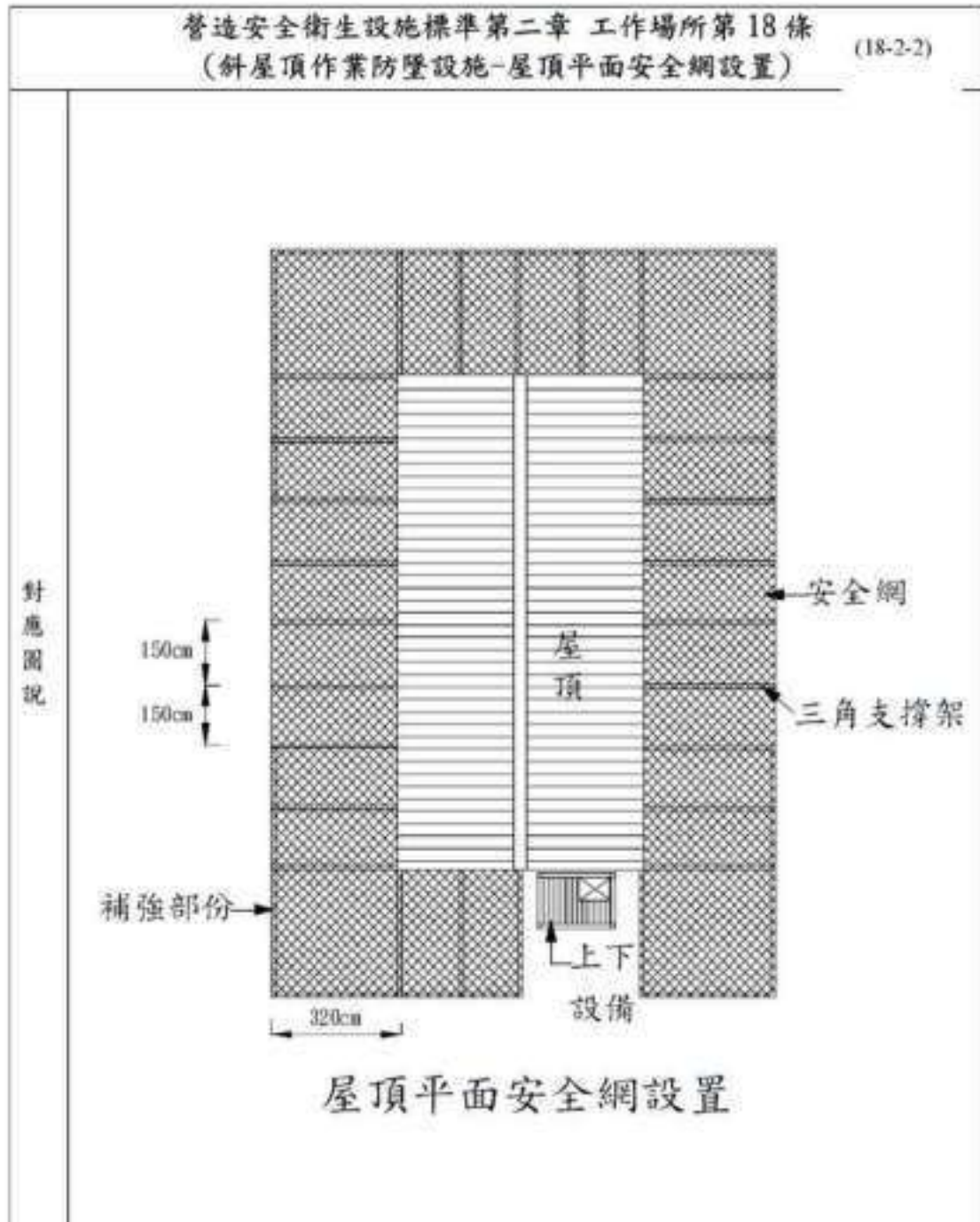
對應圖說



斜屋頂作業防護安全網



- 檢
查
重
點
- 一、作業勞工應佩帶背負式安全帶及安全帽。
 - 二、設置安全上下設備。
 - 三、安全網應符合 CNS14252 Z2115 之規定。
 - 四、踏板寬度 40cm 厚度 6cm 以上。



參考文獻：

臺北市職業災害案實錄彙編第33期_台北市勞動檢查處

營造安全衛生設施標準圖解_行政院勞工委員會

雨遮板拆除作業墜落、滾落職災案

環安組 王志偉

一、發生經過：

105年10月18日上午9時30分許，罹災勞工林○○於工地從事雨遮板拆除作業。林○○當時未戴安全帽，獨自攜帶電鑽經由爬梯爬上7樓頂增建建物的雨遮板上面，在行經於屋頂採光之塑膠浪板時，因塑膠浪板強度不足，且雨遮板上方未設置適當強度，寬度在30公分以上之安全通道，加上雨遮板下方未設置格柵或安全網等防墜設施，導致林○○踏穿塑膠浪板後墜落至7樓頂地面(墜落高度約3.28公尺)，經救護車送往國泰綜合醫院急救，仍於10月20日11時20分不治死亡。

二、災害防止對策：

- 1、 雇主使勞工於易踏穿材料構築之屋頂作業時，應事先規劃安全通道，於屋架上設置適當強度，且寬度在30公分以上之踏板，並於下方適當範圍裝設堅固格柵或安全網等防墜設施。
- 2、 於易踏穿材料構築之屋頂作業時，雇主應指派屋頂作業主管於現場指揮勞工作業，確認安全衛生設備及措施之有效狀況，及監督勞工確實使用個人防護具。
- 3、 雇主對於進入營繕工程工作場所作業人員，應使其正確戴用合格之安全帽。



罹災勞工踏穿塑膠浪板後墜落至地面



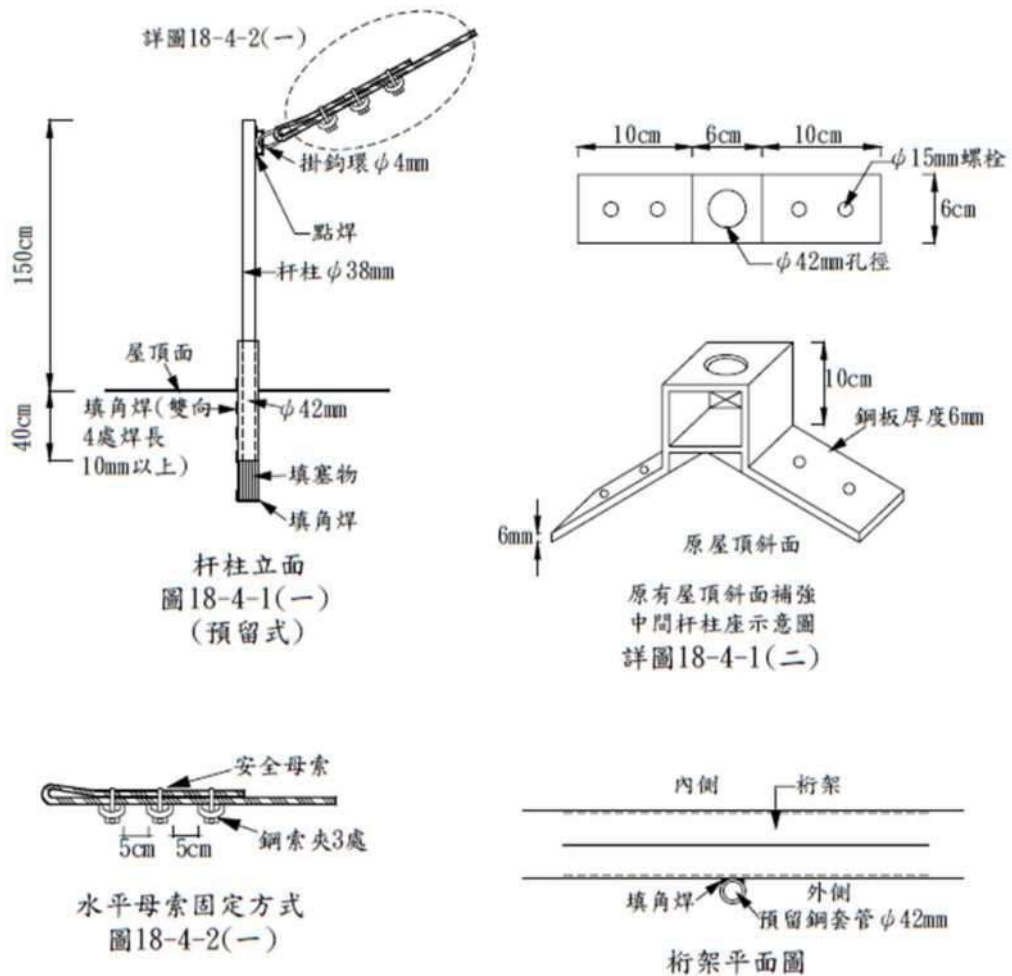
墜落高度約 3.28 公尺

三、施工安全重點

營造安全衛生設施標準第二章 工作場所第 18 條 (易碎屋頂作業防墜設施-作業面下方設置安全網) (18-4-1)	
對應圖說	
檢查重點	一、作業勞工應佩帶背負式安全帶及安全帽。 二、安全網應符合 CNS14252 Z2115 之規定。 三、設置安全防護網及安全上下設備。 四、踏板寬度 40cm 厚度 6cm 以上。 五、垂直母索材質鋼索為 $\phi 8\text{mm}$ 以上，尼龍繩為 $\phi 12\text{mm}$ 以上。
說明	米糠袋用意：為減緩直接壓力，降低易碎屋頂之損壞。 詳圖(二)其用於舊有屋頂無預留桿柱插座時，需重新設置其插座基礎。(參考用)

營造安全衛生設施標準第二章 工作場所第18條
(易碎屋頂作業防墜設施-杆柱與水平母索固定方式) (18-4-2)

對應圖說



參考文獻：

臺北市職業災害案實錄彙編第31期_台北市勞動檢查處

營造安全衛生設施標準圖解_行政院勞工委員會

施作人員於施工架未使用上下設備發生墜落、滾落職災案

環安組 王志偉

一、發生經過：

臺北市中山區承德路某校園修繕工程於105年10月18日上午10時30分許發生1名勞工自施工架墜落職業災害，當日勞工文○○欲從該工程露臺施工架下來時，因該施工架無設置安全上下設備，造成文○○由一層架高墜落至露臺地面（墜落高度約1.75公尺），造成右側外傷性腦出血、背部及左手挫傷，經送往衛生福利部臺北醫院，進行頭部手術治療。

二、災害防止對策：

1. 雇主對勞工於高差超過1.5公尺以上之場所作業時，應設置使勞工安全上下之設備。
2. 雇主對新僱勞工或在職勞工於變更工作前，應使其接受適於各該工作必要之一般安全衛生教育訓練。
3. 原事業單位應設置協議組織召開協議組織會議並確實實施工作場所之巡視、工作聯繫與調整。



該施工架未設置安全上下設備，造成
勞工文○○爬下施工架時墜落至露臺
地面（墜落高度約1.75 公尺）



施工架應設置安全上下設備。

三、施工安全重點

營造安全衛生設施標準第四章施工架及施工構台第 40 條 (高度在五米以上之框式施工架) (40-1)	
對應圖說	圖 40-1(一)
檢查重點	高度在五米以上之施工架構築： 一、依結構原理設計，設計資料及圖說確認簽章負責。 二、查核施工圖說大樣圖，架設檢查重點。 三、若屬委外技師設計，則專任工程人員應再確認設計資料並簽章。 四、應設置安全且合適之上下設備。 五、每隔一定距離施工架與結構體確實連接。 六、工作台應滿鋪且外觀設護欄。 七、上下設備扶手高度>75cm。 八、護欄高度>90cm。

參考文獻：

臺北市職業災害案實錄彙編第31期_台北市勞動檢查處

營造安全衛生設施標準圖解_行政院勞工委員會

鋼承板鋪設作業未設置安全網發生墜落、滾落職災

環安組 王志偉

一、發生經過：

臺北市文山區木柵路某新建工程於105年8月18日上午7時40分許發生1勞工墜落職業災害，當日陳姓於該工程體育館棟3樓板進行鋼承板收邊作業時，因陳○在未固定且下方無安全網之鋼承板，造成陳○與該鋼承板一起墜落至地面（墜落高度約7公尺），經送往臺北市立萬芳醫院救治。

二、災害防止對策：

1、雇主對於高度2公尺以上之屋頂、鋼樑、開口部分、階梯、樓梯、坡道、工作臺、擋土牆、擋土支撐、施工構臺、橋樑墩柱及橋樑上部結構、橋臺等場所作業，勞工有遭受墜落危險之虞者，未於該處設置護欄、護蓋或安全網等防護設備。

2、原事業單位未確實實施工作場所之巡視、工作聯繫與調整。

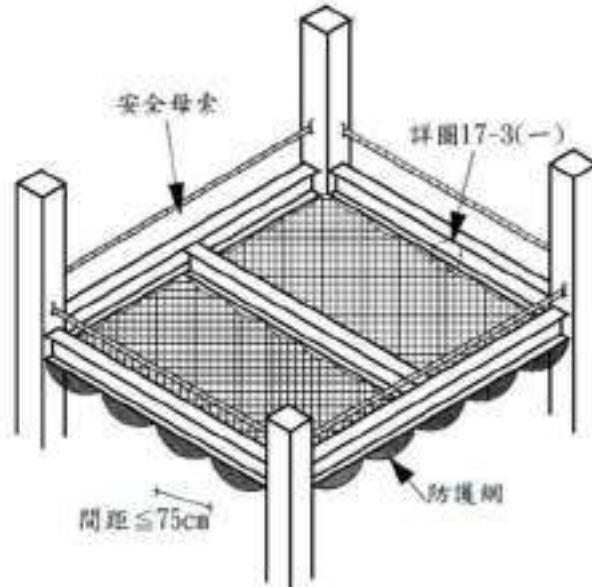


罹災勞工陳○於該工程體育館棟3樓板進行鋼承板收邊作業時，踩過無安全網且未固定之鋼承板，造成陳○與該鋼承板一起墜落至地面(墜落高度約7公尺)。

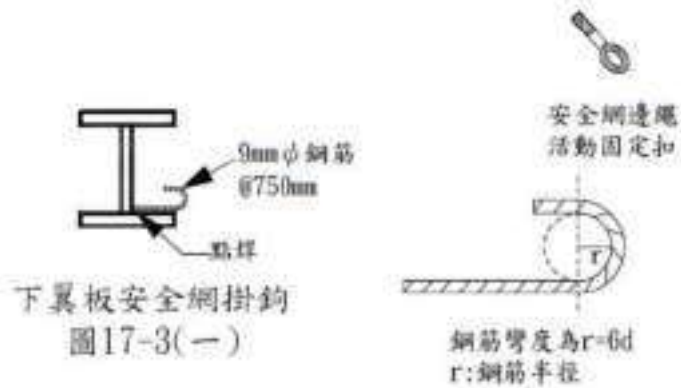
營造安全衛生設施標準第二章 工作場所第 17 條
(鋼樑吊掛前，下翼版預先焊接安全網掛勾)

(17-3)

對應圖說



鋼構組裝安全網鋪設方式



檢查重點

- 一、掛鉤間距 $\leq 75\text{cm}$ 。
- 二、安全網應符合 CNS14252 Z2115 之規定。
- 三、安全網上不可有任何物件。
- 四、人員走道外側應本設施標準第 23 條之規定設置安全母索。

營造安全衛生設施標準第二章 工作場所第 22 條 (安全網 CNS 國家標準之規定) (22-1)	
對應圖說	
檢查重點	一、安全網掛勾間距<75cm。 二、安全網目規格大小應符合 CNS14252 Z2115 之規定。 三、安全網掛完之後網下高度>3.0m 以上。 四、材料、垃圾、碎片、設備或工具等掉落於安全網上，應即清除。 五、安全網於攔截勞工或重物後應即測試，其防墜性能不符規定要應即時更換。
說明	因安全網上加以防護網以保護下方有因人員通過得免於受物件掉落繫傷，固引用營造安全衛生設施標準第 27 條規定之安全網下方距離不得小於 3.0m。

參考文獻：

臺北市職業災害案實錄彙編第31期_台北市勞動檢查處

營造安全衛生設施標準圖解_行政院勞工委員會

於未設置扶手樓梯旁從事泥作工程致發生墜落滾落職災

環安組 王志偉

一、發生經過：

罹災者張○○於105年4月1日受雇主指派，前往文山區辛亥路4段101巷民宅進行天花板修補工程。上午10時50分，罹災者於3樓準備作業時，於往返作業區域與材料放置地點，不慎由未設扶手之樓梯開口處墜落至地下1樓（墜落高度約9公尺），經通報119後由救護車送往萬芳醫院急救，惟仍於次日（2日）不治死亡。

二、災害防止對策：

- 1、 雇主對於高度2公尺以上之屋頂、鋼樑、開口部分、階梯、樓梯等場所作業，勞工有遭受墜落危險之虞者，應於該處設置護欄、護蓋或安全網等防護設備。
- 2、 雇主應設置職業安全衛生業務主管及管理人員。
- 3、 雇主應依其事業單位規模、性質，訂定職業安全衛生管理計畫。
- 4、 雇主應訂定自動檢查計畫
- 5、 雇主對新僱勞工或在職勞工於變更工作前，應使其接受適於各該工作必要之一般安全衛生教育訓練。
- 6、 雇主應會同勞工代表訂定適合其需要之安全衛生工作守則。

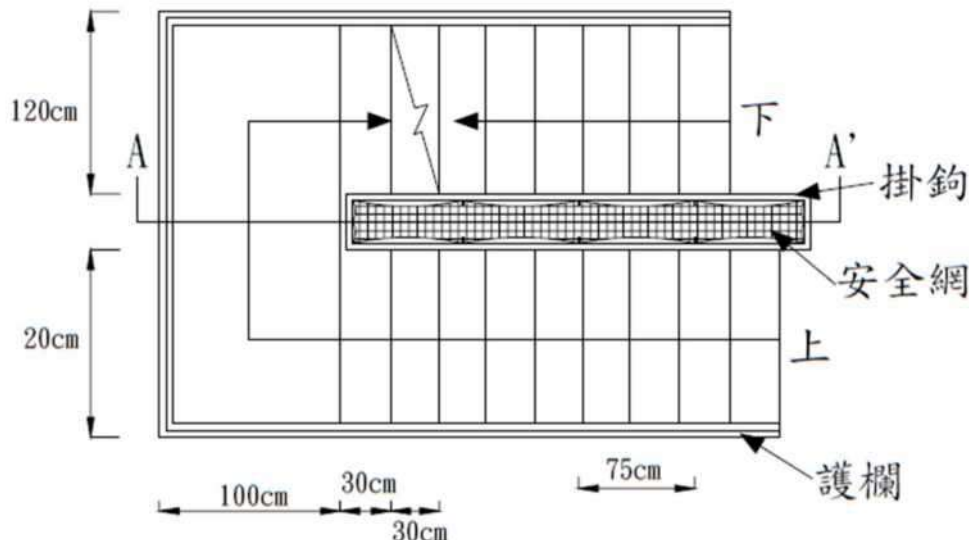


勞工作業區域位於樓梯開口旁



樓梯開口俯視圖

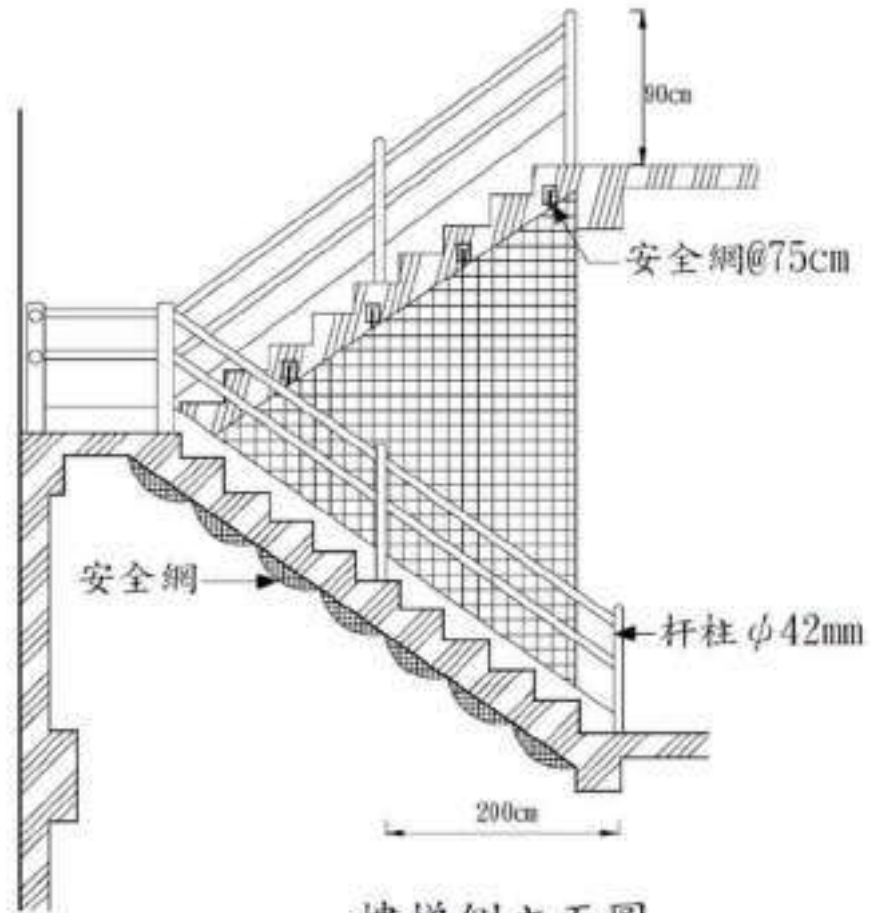
三、施工安全重點

營造安全衛生設施標準第二章 工作場所第 19 條 (樓梯部份-平面圖) (19-5-1)	
對應圖說	 護欄及安全網平面位置圖
檢查重點	一、張掛之安全網應符合 CNS 14252 Z2115 之規定。 二、安全網張掛之結點間距應小於 75cm。 三、安全網上須保持無異物，如有應即清除。 四、護欄需設置上、中欄杆及腳趾板。

營造安全衛生設施標準第二章 工作場所第 19 條
(樓梯部份-側立面圖)

(19-5-2)

對應圖說



樓梯側立面圖

說明

拆樓梯有開口部其安全防護可採垂直式防護或防墜落設備裝置。

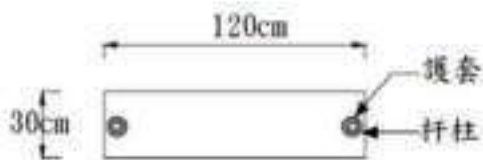
營造安全衛生設施標準第二章 工作場所第 19 條
(樓梯部份-杆柱固定及欄杆接合詳圖)

(19-5-3)

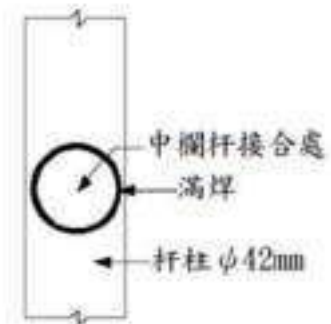
對應圖說



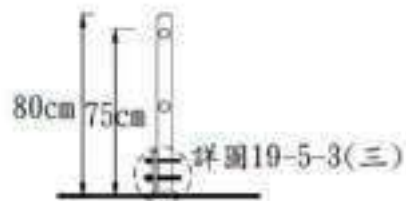
樓梯階級立面



樓梯階級平面



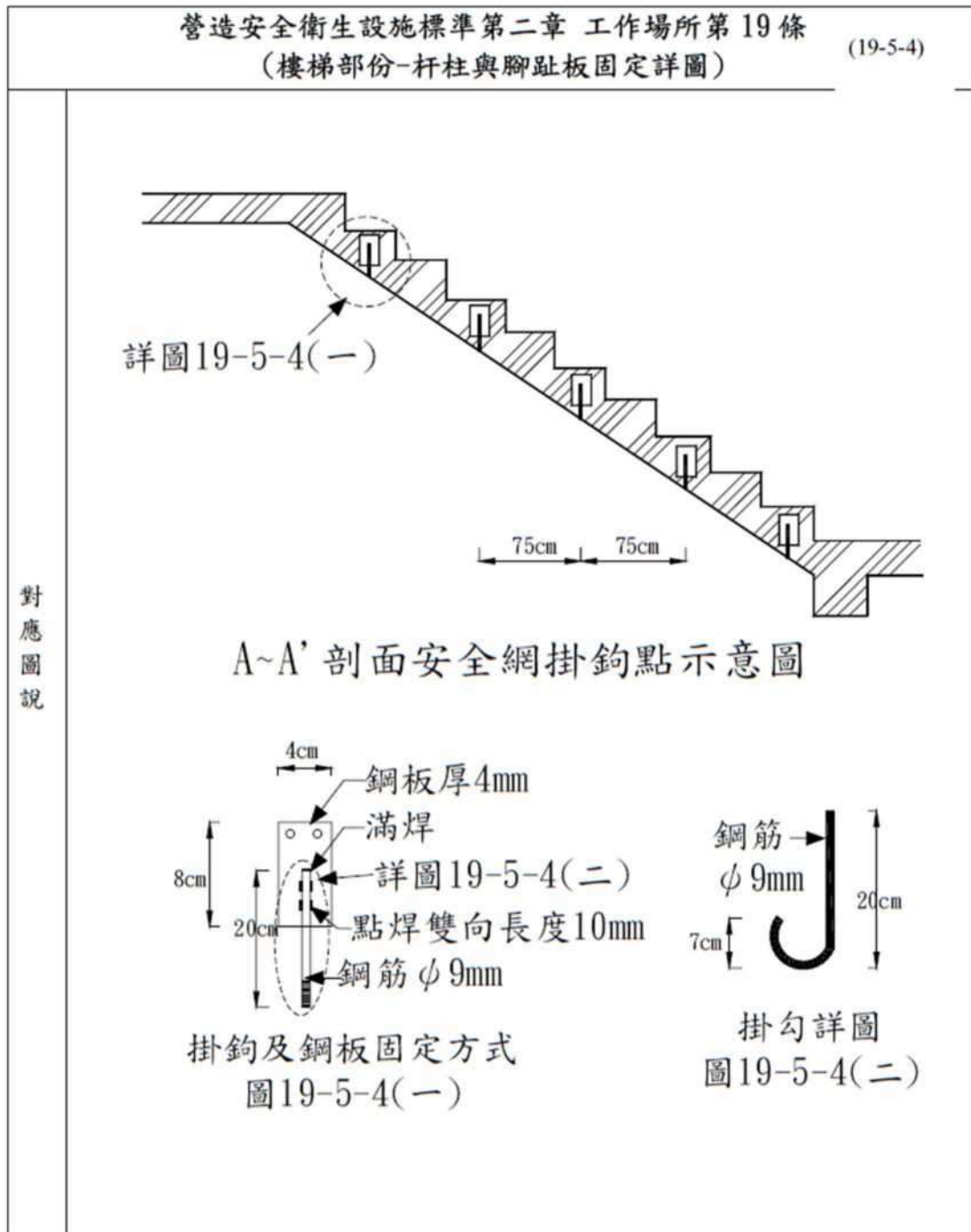
杆柱與中欄杆接合處理
圖19-5-3(一)



杆柱與腳趾板
圖19-5-3(二)



腳趾板固定
圖19-5-3(三)



參考文獻：

臺北市職業災害案實錄彙編第29期_台北市勞動檢查處

營造安全衛生設施標準圖解_行政院勞工委員會

於道路作業未設置警示措施致發生被撞職災

環安組 王志偉

一、發生經過：

105年6月29日下午2時許，保○工程器材有限公司所僱1名從事標線劃線作業之勞工簡○○，於道路中央進行機車停等區圖案之放樣作業時，突然遭行經該路段之機車撞倒，造成簡員向後仰倒，頭部撞擊地面且安全帽破裂。經現場人員趕緊叫救護車送至臺北市立聯合醫院仁愛院區急救，於105年7月1日不治死亡。

二、災害防止對策：

- 1、雇主對於有車輛出入、使用道路作業、鄰接道路作業或有導致交通事故之虞之工作場所，應依道路交通主管機關規定設置適當交通號誌、標示或柵欄。
- 2、雇主對於勞工從事道路挖掘、施工、工程材料吊運作業、道路或路樹養護等作業時，應於適當處所設置交通引導人員。



罹災者發生交通事故地點（未依規定設置適當交通號誌、標示或柵欄，亦未設置交通引導人員。）



使用道路作業，應設置適當交通號誌、標示或柵欄；若從事道路施工作業時，應於適當處所設置交通引導人員。

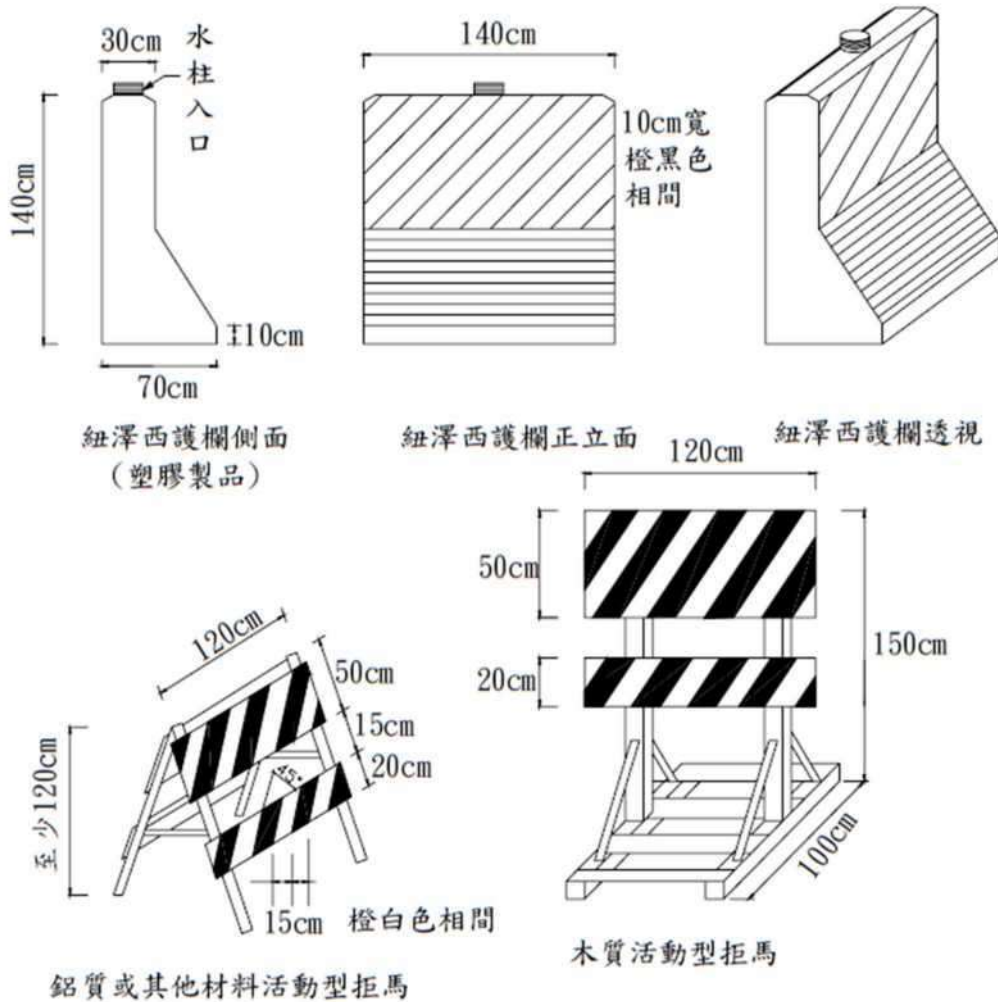
三、施工安全重點

營造安全衛生設施標準第二章 工作場所第8條 (道路工程之圍籬——以12米路為例) (8-2-1)	
對應圖說	
	檢查重點 一、圍籬之基座固定方式，應使圍籬確實穩固。 二、設置之圍籬是否會影響車輛進出視線。 三、大門應設置管制人員，指揮並管制人員。 四、圍籬周圍轉角處應設置夜間警示燈。 五、入口明顯處應設置警告標示。

營造安全衛生設施標準第二章 工作場所第8條
(紐澤西護欄及活動型拒馬圍籬)

(8-2-2)

對應圖說



參考文獻：

臺北市職業災害案實錄彙編第29期_台北市勞動檢查處

營造安全衛生設施標準圖解_行政院勞工委員會

因攀爬安全支撐型鋼未使用上下設備致發生墜落、滾落職災

環安組 王志偉

一、發生經過：

105年4月26日上午6時許，罹災勞工汪○○到達工地，在欲前往地下3樓施作區域時，因工地未設置符合規定之上下設備，而直接攀爬安全支撐至地下3樓（安全支撐與樓板之高度差約為220公分）；汪員為便於攀附，將手指插在安全支撐型鋼之螺栓孔內，並因不明原因墜落，右手無名指兩指節撕裂斷落於型鋼上。汪員斷指後自行回到1樓，請保全協助撥打119，送往新光醫院救治，但未一併攜帶斷指，待救護車再次回到工地搜尋斷指時，已錯過斷肢接續之時機，無法接回。

二、災害防止對策：

- 1、 雇主對於高度 2 公尺以上之屋頂、鋼樑、開口部分、階梯、樓梯、坡道、工作臺、擋土牆、擋土支撐、施工構臺、橋樑墩柱及橋樑上部結構、橋臺等場所作業，勞工有遭受墜落危險之虞者，應於該處設置護欄、護蓋或安全網等防護設備。
- 2、 雇主對勞工於高差超過 1.5 公尺以上之場所作業時，應設置能使勞工安全上下之設備。
- 3、 事業單位應確實聯繫、巡視工作場所，協調工作流程及安全設施之使用等事項。

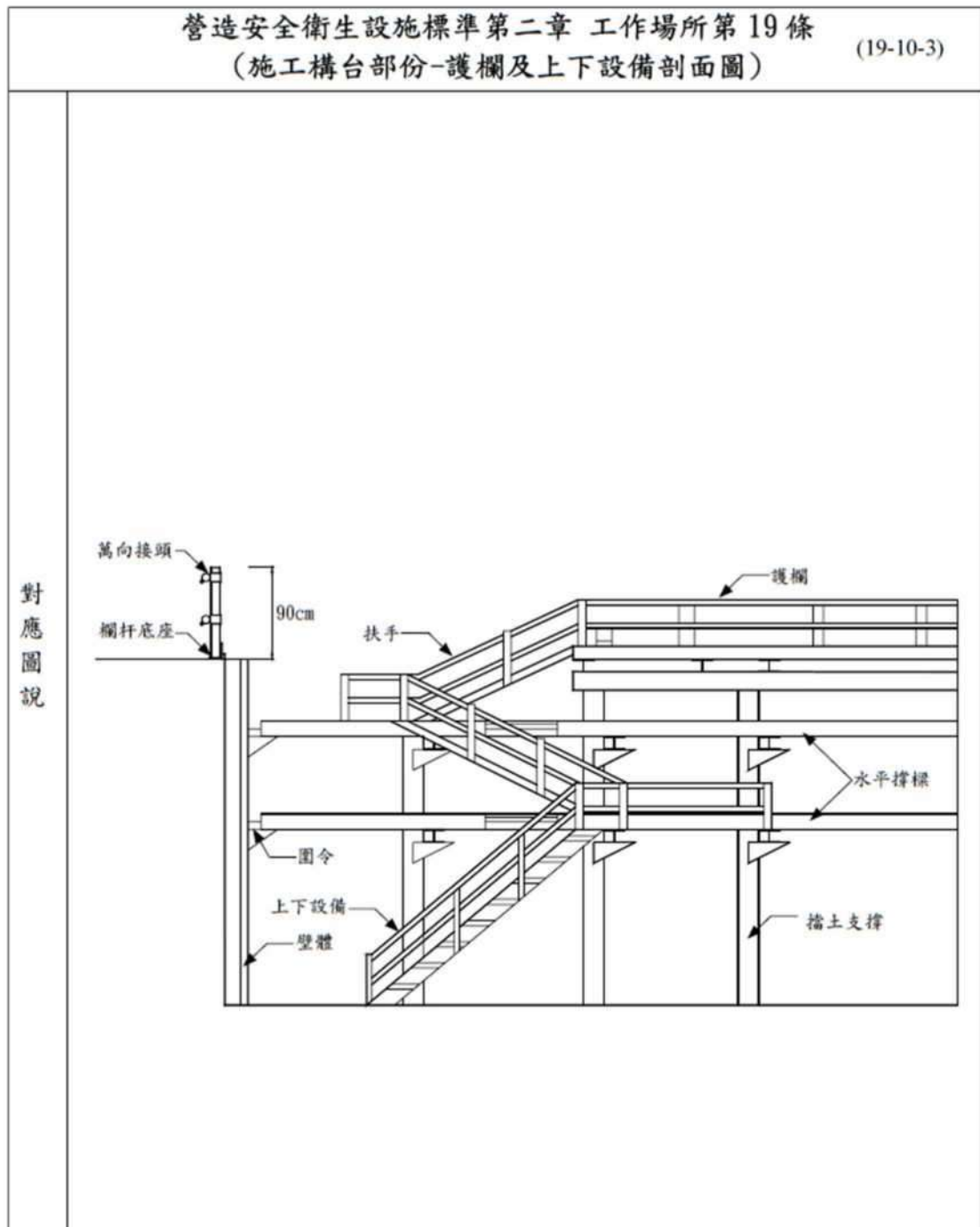


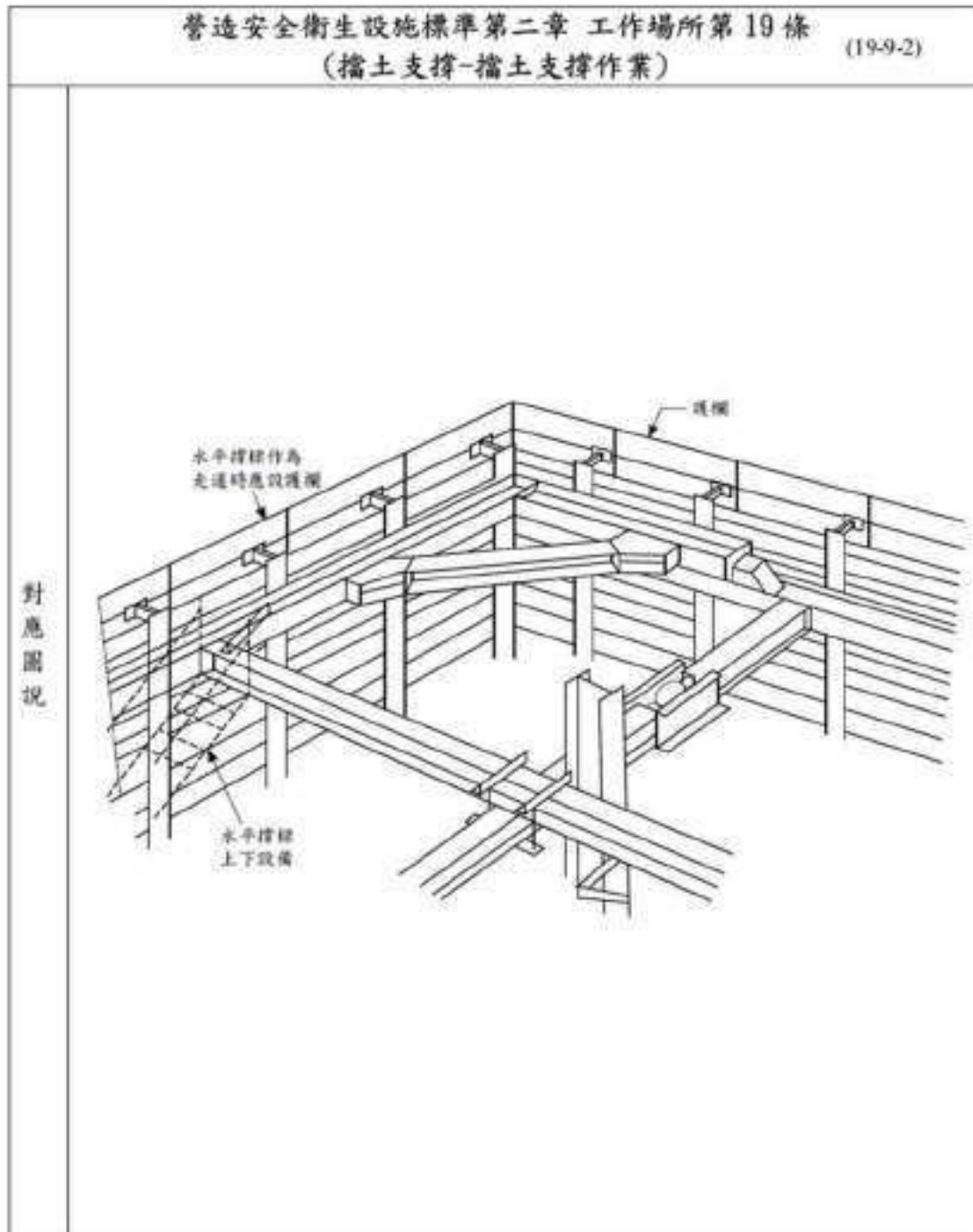
勞工墜落之安全支撐型鋼



勞工手指斷裂處

三、施工安全重點





參考文獻：

臺北市職業災害案實錄彙編第29期_台北市勞動檢查處

營造安全衛生設施標準圖解_行政院勞工委員會

企業管理篇

營建業法令漫談

法務室 陶秀蓮

在這日新月異的時代裡，營建業除了追求施作工法技能提升外，相關營建法規亦是不可或缺的必知事項，對於降低工程成本亦是關乎之一大要件，茲將近年來集團於營建過程中所遭遇相關事件及適用法令彙整如後，供大家參酌及依循。

● 證據保全

施工過程中隨手可保存之證據，多為平日工作過程中所必作之要項，只要稍微多花一點心思，即可保障未來不定時所需，除可避免時間久遠蒐證困難外，並可降低公司風險，爰列舉下述幾種工作上常制作之文書分述如後：

(一) 工地日誌

工地日誌為紀錄施工過程中所有施工紀錄的一項重要文件，過往紀錄者均只單純紀錄每日天候(晴、雨)、出工人數、施作工項.....等較制式化之紀錄，對於一些特殊記載反未注意及詳實紀錄，茲舉下述實例作說明。

例如當中央氣象局預告將有「豪雨」或「颱風」來襲時，此時工地日誌可紀錄內容分三階段：

(1) 事前預作防豪雨或防颱風工項紀錄：

- ①何「時(日)」？(如：自豪雨或颱風來襲前之前二天、前一天、前半天、當天上午.....開始紀錄)
- ②何「作為」？(如堆砂包、清水溝、固定鷹架、固定圍籬、準備抽水馬達置放地下室.....等等)。

(2) 事發當天應作紀錄：

如經中央氣象局公告停班者，應加註係「經中央氣象局公告停班」；若公告全天停班者即紀錄「全天停班」，若非全日者，應紀錄公告停班「時點」(如停班半天、自 00 時開始停班)，並附註「原至工地施工人員緊急撤離」之類似字眼，以呼應僅部分時點停工時工地日誌原出工數之記載，而無需調整(歸 0)；並應紀錄「影響工程要徑」。

(3) 豪雨或颱風過後搶救工項紀錄：

豪雨或颱風過後搶救工項紀錄更是一大重點，對於災害過後造成工地的損害應詳實紀錄，如「工地到處淹水、地下室淹水、鷹架倒塌.....」等等，而搶救之耗費時間及搶救工項更是重要，如豪雨或颱風過後第一天「全天進行豪雨或颱風過後災害搶修，如抽水、重搭鷹架、清掃工地內外.....」等

等，如有造成「工程要徑」受損部分更應記載。

以上是針對「豪雨」或「颱風」來襲時於工地日誌基本應記載內容，但搭配更完整的存證效果則為「相片」，故應詳實拍下預防工作、災害現況、搶救過程之相片佐證，如此，日後必能充分盡舉證之責。而這些證物最常使用之處，則是在展延工期申請時所需，所以工地日誌之紀錄，實為重要！（相關「特殊記載」已於工地日誌表單內設定勾選功能，填表時務請勾選正確。）

（二）會議紀錄

施工過程中，常會遇到簽約前所無法預知的狀況，包括設計的變更、工法的變更、材料的變更、工期的變更.....等等，最簡便的處理方式，即是雙方約個會議共同商議，商議後白紙黑字作成書面紀錄，即達成變更之效力，但會議紀錄的制作，有下述幾項事項是必須記載的：

- （1）會議時間；
- （2）會議地點；
- （3）會議出席者（如為公司代表人，需注意載明公司名稱，而非僅出席代表人名字，如 00 公司代表人 000）；
- （4）會議討論主旨；
- （5）會議簽認：除於簽到時應請出席者簽具，會議決議後針對會議結論更應簽具確認。

會議紀錄完成後，應針對會議紀錄內容確實核對，如於事後收受會議紀錄時發現與原會議決議內容不符時，即應立即書面提出異議及要求更正，不得默不處理，否則未來則有被視為默認之虞，影響公司權益。

（三）通知函

施工過程中，如遇到契約規定必須以書面提出，或提出重要主張，或為保存重要證據時，書面是常用及重要的工具，而常見書面形式有「備忘錄」、「公文信函」、「存證信函」等等，而不論使用那一種書面工具，以下幾點必須注意：

- （1）受通知人須為契約當事人（如為公司法人，受文者應為公司，而非其負責人或承辦人）。
- （2）受通知主旨須明確。
- （3）受通知地址須正確，始生送達效力（如契約有指定送達地點，以契約約定地點為準，如未約定者以公司設立地點為準）。
- （4）送達以郵局雙掛號方式寄送為宜，並取得掛號回執確定對方已合法送達。但要注意的是取得掛號回執後，應立即檢視對方是否有簽印（如為大樓代收者，應用大樓戳章及代收人簽印），若未簽印或簽印不全者，應請郵局再行補足送達程序，以免不生送達效力，白忙一場，並影響公司權益。

● 權利主張

施工過程中除了做好證據保全外，遇到狀況時，也須要適時的主張權利，切勿為了一時的施工便利，或不願與業主衝突等等原因，而失去主張權利的最佳時機。

常見主張權利的情形有下述幾種：

(一) 設計變更

施工過程中常因業主需求而變更設計，或施工時發現原設計有不適而向業主提出變更設計之建議，此時需注意的是，無論是那一方提出的變更要求，均要於業主限期內提出確認之文書(含圖面、變更工項、變更後所需工程價金.....等)請業主簽認，若業主未簽認前有先施工之需求，即須以書面函達業主變更設計及先行施作之意旨，以免日後工期及費用有無法請求之虞。

(二) 展延期間

施工過程中常因天災事變等不可抗力因素而無法施工，影響工進，如颱風、地震、業主要求暫時停工、居民抗議.....等等狀況，此時，應依契約規定之限期內，備妥相關事證(如工地日誌、相片、主管機關函令.....等等)，並以書面向業主提出展延工期之申請，切勿抱持著等完工後再一次請求之僥倖心態，或誤信業主「先趕工、完工後再一次請求」之錯誤信息，屆時恐為之已晚，難以補救！

有申請就有機會取得新增之「工期」「管理費」「工程費(成本)」等，並減少違約罰款及逾期罰款等損失，所以，遇有機會可申請展延工期時，請先送件申請，再來研擬更完善之請求策略，切勿未戰先降。

(三) 終止、修繕

一個建案的完成，是需要藉助各種工項的共同配合才能完成，如何控管各工項能順利完工並銜接下一工項，或同步進行二種以上之工項，或施工品質未達標準需重新施作時，或施工過程不慎造成其他工項毀損時等等狀況，是現今營造業於整合管理時常遇之棘手狀況，而遇到違約不配合的下包廠商時，取捨間影響工進甚大，故遭遇前述各種狀況時，究需注意那些細節，讓損害降到最低，茲分述如後。

(1) 終止

當下包廠商工進嚴重遲延無法配合時，或有其他符合契約或法令得終止合約之事由，為免影響工進而欲終止契約時，建議應先發函通知下包商限期改善，屆期末改善時再函達終止意旨，較符合契約或法令而無瑕疵，亦符合法律公平正義原則。

(2) 修繕

施工中常見品質未達標準，或施工中不慎造成其他工項損壞，依民法及契約規定，需先(書面)通知限期改善或修繕，逾期不予改善或修繕，始得代雇工改善或修繕，萬不可逕行代雇工改善或修繕，再逕自工程款中抵扣，如此將與法令及契約相違，下包廠商並得拒絕負擔或抵扣，縱訴訟請求亦難成就。另要注意的是，當發現有品質不良或損壞時，應立即拍照存證，修繕過程中及完成時亦需拍照存證，以供日後爭執時舉證之用，並避免證據滅失而無法舉證。

所謂「工欲善其事，必先利其器」，而「多一份準備」，則「少一份損害」，過往在經歷了許多經驗過程後，應要將這些經驗保存下來，並傳承至下一個建案(工地)，讓過往發生的錯誤不再發生。減少不必要的費用發生，即是提高建案的盈餘，亦是增加大家的福利，讓我們共勉之。

企業風險管理

稽核室 羅宜坪

將捷集團「我們是以專業在提供服務」，以「延續土地生命」為理念訂定四大工作方向：

永續：團隊合作、分享共榮、資源整合
健康：健康、安全、便利、智慧綠建築
美：追求空間及心靈之美
經濟：精實行動：新、速、實、簡

忠明營造，身為一間經營已三十餘載的甲級營造廠商，隨著時間更迭公司規模與員工人數穩定成長，但一般營造廠在擴增規模時，往往對於品質或工安方面不易維護，導致影響成本、安全或公司聲譽等事件陸續發生。所以許多公司引進各種管理認證措施，實施內外部稽查等作業，以維護繼往的品質及名聲。

在這幾年忠明營造開始建置並落實內部控制機制，著重風險評估程序，研議營運風險管理策略，在面對風險時能有效控管，達成營運目標，使忠明能維持競爭優勢而永續經營。相關風險評估原則包括：

1. 訂定具體適合且攸關的目標。
2. 辨識及分析風險。
3. 評估舞弊風險。
4. 辨識及分析企業內部重大變更。

藉由以上評估內部控制設計及有效性水準，推動公司內部控制的執行，來達成最終營運目標。

● 企業風險管理_內部控制三道防線

第一道防線：由各營運單位、主管日常督導，以落實執行風險管理程序。

第二道防線：風險管理單位包含勞安位單位、法遵單位、專案小組(任務編組)、資產盤點、外部評鑑機構(ISO)，執行獨立監控管理風險。

第三道防線：由稽核單位執行內部稽核作業。



忠明營造秉持集團理念，就現場管理，不論是對工程品質或職業安全衛生的風險管控更加嚴謹，且推動全員之品質、職安觀念及執行，同時透過風險管理由 PDCA 的管控，也就是 Plan (規劃)、Do (執行)、Check (檢核)、Action (改善)；不是只針對一件事情做一次的改善，而是針對一件事情做很多次的改善，以確保降低風險。



營造工程管理採三級品管且配合已制定各工程自檢表、標準施工規範及建置 E 化平台含 MBO 工程管理系统、APP 查核系統，直接上線做品質、職業安全自主查核及公司內部人員品質、職安稽核檢查作業，以即時上線同步管控現場品質、職安查核作業。

公司制定內部控制之 SOP 標準作業程序及管理辦法等，藉由 SOP 提供提醒、檢查的功能，並辦理教育訓練及加強宣導，SOP 標準作業程序需要由上至下各管理階層通力合作並重視執行；才能創造出內部控制顯著之效果。



- E 化平台→可提升工作品質及效率

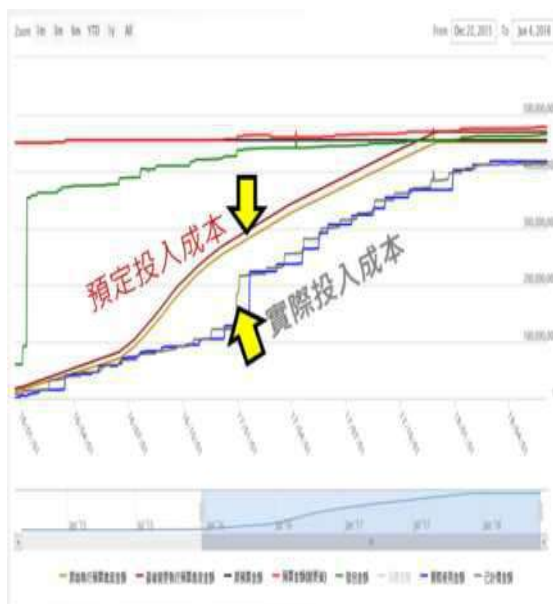


● 檢查表作業→前台 APP 輸入



工程管理系统主要功能項目	系統產出報表
▲工程日報	日報表 晴雨表 無施工日表 點工出勤明細統計表
▲檢查表作業(APP輸入、後台管理) (品質、安衛、稽核表、混凝土澆置表、 抽查紀錄表、缺失改善、施工全紀錄)	檢查表 稽核缺失改善追蹤紀錄表 品質/職安自檢統計表 品質/職安稽核統計表 重複缺失項目統計表 各專案月評比分數總表
▲工程/資源進度	資源進度統計圖表
▲分包商評鑑	資料回寫至AWM省去作業時間

● 工程/資源進度→檢討預定投入成本 VS 實際投入成本差異



工程管理系统主要功能項目	系統產出報表
▲工程日報	日報表 晴雨表 無施工日表 點工出勤明細統計表
▲檢查表作業(APP輸入、後台管理) (品質、安衛、稽核表、混凝土澆置表、 抽查紀錄表、缺失改善、施工全紀錄)	檢查表 稽核缺失改善追蹤紀錄表 品質/職安自檢統計表 品質/職安稽核統計表 重複缺失項目統計表 各專案月評比分數總表
▲工程/資源進度	資源進度統計圖表
▲分包商評鑑	資料回寫至AWM省去作業時間

為落實公司內部控制作業程序、管理辦法及規範等，設置內部稽核可協助董事會及經理人檢查及覆核內部控制制度之缺失及衡量營運之效果及效率，並適時提供改進建議，以確保內部控制制度得以持續有效實施及作為檢討修正內部控制制度之依據。因此忠明營造於 2017 年開始設立內部稽核人員，來協助公司管理階層檢查及覆核內控缺失、流程改善及衡量風險管理的效果及效率，並對問題所在對症下藥，提出改善方針以減少公司成本進而創造企業價值。

內部稽核為忠明組織內部控制的一環，查核的範圍涵蓋檢查評估組織之治理、營運及資訊系統的控制妥當性及有效性，暨各單位完成所賦予責任之績效品質。範圍包括：

1. 檢查財務及營運資訊的可靠性予忠實性，及用以辨識、分類與報導此等資訊的方法。
2. 檢查現有制度，以確保重大政策、計畫、程序及法令遵循。
3. 檢查保障資產的方法，並驗證資產的存在性。
4. 評估資源之使用是否經濟有效。
5. 檢查營運或專案計畫，以確定其結果是否與既定目的及目標一致，並照原訂計畫進行。

內部稽核在忠明組織中隸屬於董事會下獨立的單位，定期向董事會報告查核發現及缺失，相關人數配置適當足以達成董事會所提各項要求，並且每年參加專業訓練機構所辦之相關專業訓練課程，與日俱增專業能力以提升稽核品質。稽核業務之執行以 PDGAR 的方式來進行，以達查核發現的呈報、缺失改善的追蹤及查核證據的留存：

PLAN：內部風險評估、擬定年度稽核計畫及專案查核的制訂。

DO：查核樣本及證據蒐集、撰寫工作底稿及稽核報告。

CHECK：受查單位所提改善措施的有效性。

ACTION：觀察改善措施的執行、追蹤成效。

RECORD：各種樣本及證據的留存、底稿及報告的歸檔及缺失彙總等。

目前內部稽核所執行的成果，皆有效呈現內控缺失並持續追蹤改善，忠明營造相信透過內部稽核的改造，可以協助管理階層辨識營運作業中風險樣態，並提供內控改善的具體建議，達成各部門流程改善及營運目標，強化忠明於業界中的競爭力，提昇企業組織價值。

專業技師篇

註：本篇文章皆已取得作者同意刊登

於困難地層中之大面積開挖設計與施工實例

呂芳熾 林永光 黃志祥 楊應礎

磐碩工程股份有限公司

摘 要

本文將介紹建築基地位於大屯山火山系山麓與鄰近淡水河流域地帶遭遇疏鬆砂性土層、安山岩塊層、沉積岩層與地下受壓水、潮汐影響時，地下室開挖構築設計所需考慮之因素及施工上採取相關之措施，以克服疏鬆砂性土層易崩坍、地層軟硬程度差異大、安山岩塊層與岩層深度變化大及淡水河潮汐升降、地下受壓水對連續壁工程與壁樁工程施作之困難性。本施工實例基地位於台北捷運系統淡水線關渡車站與竹圍車站間之民族路上，規劃興建地上二十九層、地下五層，地下室開挖構築採逆打方式施作，擋土結構為連續壁，逆打基樁為矩形壁樁，配合內扶壁作為減少連續壁變形量與逆打最下層開挖支撐之用。為確認壁樁深入安山岩塊層與岩層之承载力，基地內先施作矩形承壓試驗壁樁，以週邊連續壁作為試樁之反力錨樁，並以此試樁結果修正逆打矩形壁樁之設計。

關鍵字：深開挖、連續壁、矩形壁樁、試樁、安山岩塊層、逆打工法。

A Case Study on Massive Area Deep Excavation in Difficulty Construction Ground Stratum

Lu F. C. Lin Y. K. Huang C. S. Yang Y. C.

Groundmaster Engineering Co., Ltd.

Abstract

This article describe the major factors of the basement design and construction of a new high and deep excavation building located near the dormant volcano and the river basin. The characteristics of the site geology are high ground water table(or high ground water pressure), tide, loose non-clayey sand stratum and andesite boulder deposit. The main tasks(challenges) of construction basement diaphragm wall were ensured the stability of loose non-clayey sand stratum when it encountered the andesite boulder deposit and high water pressure, overcame the difficulty of excavation huge andesite boulder and sandy rock. The project was planned a 29 story high building with 5 stories basement. The building basement was constructed by top-down method. The diaphragm wall with buttress was selected as retaining wall system and the barrette piles embedded in steel posts were used as top-down method's load supporting column. A pile test for the barrette pile was conducted in the field by peripheral diaphragm wall as reaction anchoring system.

KEY WORDS : DEEP EXCAVATION ,DIAPHRAGM WALL ,SLURRY WALL , BARRETTE PILE ,PILE TEST ,ANDESITE BOULDER ,TOP-DOWN METHOD.

一、前言

在遭遇塊狀堅硬地層如安山岩塊層或卵礫石層之困難地層深開挖工程時，常因擋土結構水密性、勁度與強度及地下使用空間需求，而設計地下連續壁作為擋土結構；另為配合上部高層結構體與地下結構體同時構築而採用逆打工法施作，逆打基樁則採用連續壁工法之矩形壁樁，以期簡化工種及節省進退場動員工期與費用。埋入安山岩塊層及沉積岩層之矩形壁樁承载力，因無法以一般之承载力經驗公式估算，而須進行現地樁載重試驗量測實際地層與樁體摩擦力與點承力，進行逆打基樁承载力分析與設計。因火山噴發產生之安山岩塊層其產狀屬塊狀不規則形，粒徑大小變化頗大，現地施工遭遇之困難性鮮少能依據現地鑽探資料進行正確評估，而安山岩塊層上方地層常為沉積之疏鬆或軟弱之土層，施工貫穿安山岩塊層或岩層所衍生費時與震動，常難確保其抓掘壁體自立性；在近河與山麓地帶常有受壓地下水及潮汐雙重夾擊之高水位或高水壓力之狀況。本文將以位於台北關渡地區之實際施工例，介紹本案例遭遇上述地層高困難度之連續壁、壁樁、試樁施作與地下室開挖構築情形。

二、困難地層中大面積深開挖考慮因素

2.1 擋土結構之選擇

困難地層中所遭遇之塊狀堅硬地層之擋土結構選擇需考慮因素，與一般地層中所考慮之因素並無不同之處，施工性考量下會選擇適宜之擋土結構，如擋土排樁，但在擋土結構水密性需求條件下，排樁間施作止水樁在塊狀堅硬地層中，除施作成本與工期較高考量外，止水樁止水成效並不如均質土層中良好，針對大面積深開挖在透水性地層高地下水位與地下水量豐沛之基地而言，擋土排樁水密性需求常會掌控地下室開挖構築成敗之關鍵因素，故在施工困難度尚可克服情況下，困難地層中大面積深開挖工程之擋土結構，仍會選擇水密性最佳之連續壁工法。

2.2 地下室開挖構築工法選擇

選擇地下室開挖構築工法原則仍不外考慮安全、工期與成本。大面積開挖或地下室平面形狀較不規則，因考慮順打工法鋼支撐勁度、鋼支撐架設預壓延時及鋼支撐斜撐之穩定性因素，一般會採用逆打工法開挖構築地下室，而在塊狀堅硬地層中除考慮上述因素外，因開挖塊狀堅硬地層如巨大安山岩塊或堅硬岩層，各層地下室開挖工期較長且大型挖土機械需求作業空間較大，利用逆打工法較能符合地上、地下結構體同時施作縮短總工期(成本)。原則上縮短總工期之成本需能大於逆打工法所增加之相關逆

打工程費用，才符合採用逆打工法之效益。

三、施工實例

介紹之實際施工案例位置位於台北縣淡水鎮竹圍地區民權路上，約位於台北捷運淡水線關渡站與竹圍站之間，本文將說明施工前審閱基地現場鑽探與基礎相關設計圖說資料後釐定相關探岩與確認地層分佈計劃、連續壁施工計畫、試驗壁樁規劃與施工計畫、壁樁及逆打鋼柱吊放校正規劃與施工計畫，施工過程遭遇困難及相關應變措施等等，其敘述及說明如下：

3.1 基地位置與工程規模

本工地基地位置如圖一所示，基地西側正面隔40米寬民權路為台北捷運淡水線平面軌道與淡水河流域，東側及東南側隔元利水世紀一期完工建案為陡升之山坡，基地呈現面水後有靠山之極佳座勢，北側及南側均鄰大樓建物。基地面積約3456m²地下室面積約3173m²，規劃興建地上29層地下五層之鋼筋混凝土新建大樓，地下室開挖深度為17.9m，擋土結構採壁厚90cm連續壁，連續壁深度依遭遇安山岩塊層深度而分為四種型式(TYPE A~D)，分別貫入安山岩塊2.5m、4.5m、7.0m及8.0m，鄰近鄰房及岩塊層分佈深度較深處，配置厚度90cm長度2.5m深度27m(或入安山岩塊層1.0m)內扶壁；地下室開挖構築採逆打工法，逆打基樁以連續壁工法之壁樁(barrette pile)承載逆打工法之載重，逆打壁樁厚度為

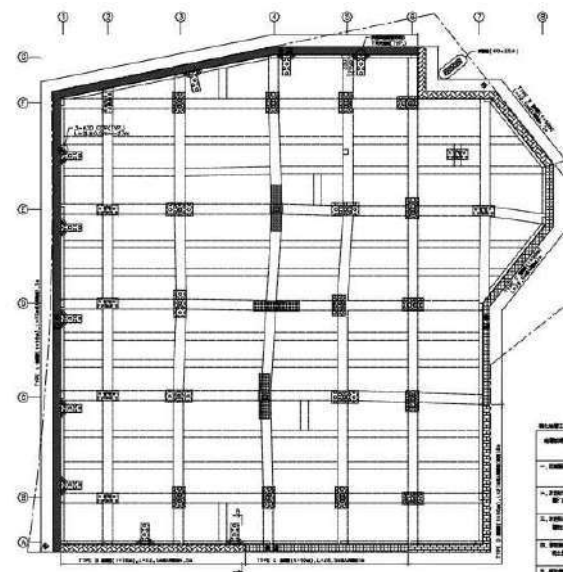
120cm及150cm長度2.5m及5m，深度須貫穿安山岩塊層入沉積岩層3.0m，壁樁內須埋設逆打鋼柱及逆打鋼柱校正。連續壁、壁樁及試驗壁樁設計平面圖詳如圖二，因連續壁、扶壁及逆打壁樁均須貫入堅硬地層且貫入深度頗深，增加本案基礎工程施工之困難度。

3.2 基地地層狀況

依據基地現場地質鑽探資料顯示，基地地層



圖一 施工實例基地位置圖

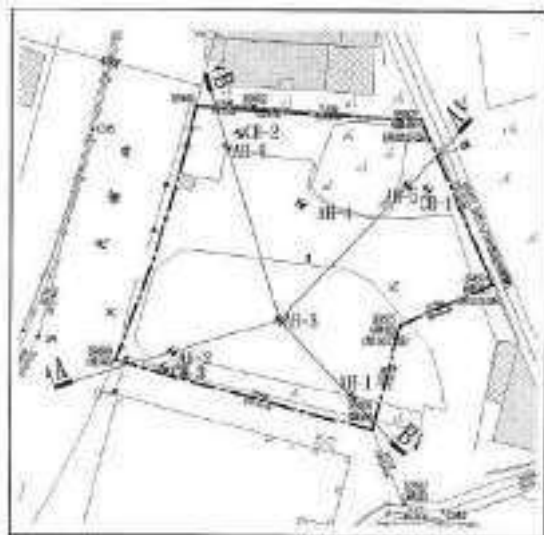


圖二 連續壁、壁樁及試驗壁樁設計平面圖

可概分為(1)粉土質黏土層(2)砂質粉土與粉土質砂互層(3)粉土質黏土層夾砂土層(4)粉土質黏土層(5)凝灰角礫岩層(安山岩塊層)(6)泥質砂岩層。

現場鑽探孔位平面圖詳如圖三，地層簡化土層參數表如表一所示(摘錄基地鑽探報告)，表中Kh值並非實測值，另表中亦顯示安山岩塊層分佈深度為地表下16.5m~38.2m至地表下25.7m~45.0m，其下即為泥質砂岩層，顯示基地內安山岩塊層及泥質砂岩層分佈高低差約達20m，高低差變化頗大。

基地鑽探資料記錄之地下水位約位於地表下1.6~2.2m，設計短時地下水位為地表下1.0m。



圖三 鑽探孔平面配置圖

表一 基地地層簡化土層參數表

層次	土層名稱	深度 (m)	厚度 (m)	N值 (擊/30cm)	γ (kg/cm^3)	Δe (cm^2)	C^* (cm^2)	ϕ ($^\circ$)	C_c	R_f (cm^2)
1	粉土質黏土層 (CL)	G.L.-0.00 至 G.L.-2.10 ~G.L.-2.50	2.10 0.40	2-18 (5)	1.20	0.8	0*	27*	0.2	750
2	砂質粉土與 粉土質砂互層 (ML-SL)	平均 G.L.-2.20 至 G.L.-9.50 ~G.L.-12.20	9.30 0.70	9.0 (5)	1.87	-	0	28	-	850
3	粉土質黏土夾砂 土層(粉土質砂互層) (CL)	平均 G.L.-10.60 至 G.L.-18.50 ~G.L.-21.20	8.9 (6.5)	3-15 (5.5)	1.98	0.8	0	30.1	0.17	1580
4	粉土質黏土層 (CL)	平均 G.L.-18.50 至 G.L.-35.00 ~G.L.-25.00	16.5 (6.5)	4-12 (6.5)	1.80	4.2	0*	28*	0.05	1200
5	凝灰角礫岩層 (Gr)	地表 G.L.-1 至 G.L.-25.70 ~G.L.-38.20 ~G.L.-45.00 ~G.L.-34.00 至 G.L.-39.20 ~G.L.-45.00	-	性	2.0	-	1*	33.2*	-	3800
6	泥質砂岩層 (Gr)	地表 G.L.-1 至 G.L.-25.70 ~G.L.-45.00 至 G.L.-45.00	-	50	2.1	-	0*	33.2*	-	4000

基地之地下水位屬高水位，此高地下水位研判應為本基地位於山麓下方及鄰近淡水河流域潮汐雙重夾擊互為影響造成基地內之高水位狀態。

一般地質圖說與相關地質資料，顯示本基地沖積層下為大屯火山群系之凝灰角礫岩層，雖屬於名為凝灰角礫岩層，但實為火山噴發堆積地層之凝灰角礫岩屑及安山質岩塊噴發覆蓋層，與一般膠結良好角礫岩層有所不同。林朝宗(2000)指出，位於大屯山山腳之關渡盆地關渡一號井(KT-1)鑽探資料顯示，位於古新店溪沉積物(砂、粉砂及黏土)下之火山碎屑堆積層為由各種安山岩塊及火山灰等基質組成，其應源自大屯山火山群之多次土石流所形成，並與古新店溪沖刷之沉積物交互堆積。故鑽探資料雖沿襲地質

圖說資料稱為凝灰角礫岩層，但因經土石流、溪流沖積與沉積作用，以安山岩塊層稱之應較為妥適。

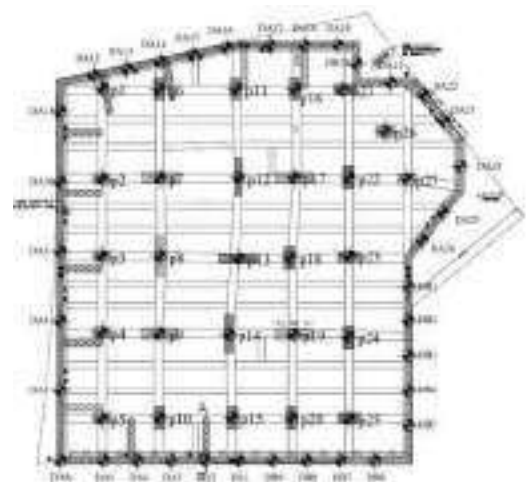
3.3 連續壁/逆打壁樁探岩

鑑於基地安山岩塊層及泥質砂岩層分佈深度變化大，連續壁及逆打壁樁設計深度分別各有埋入安山岩塊層及泥質砂岩不同之設計深度，為更能確切掌握地層深度分佈，進行現地連續壁與逆打壁樁探岩工作實有必要，並配合原鑽探孔鑽探資料，基地內安山岩塊層及泥質砂岩分佈等高線更能精確繪製。本探岩工作沿連續壁位置共配置22孔探岩孔，其探岩孔深度配合原設計入安山岩塊層2.5m、4.5m、7m及8m深度規劃；逆打壁樁每樁位配置一孔探岩孔共27孔，探岩孔深度亦依原設計入泥質砂岩3m。探岩孔平面配置詳如圖四，安山岩塊層及泥質砂岩層頂部等深線分別詳見圖五及圖六，上述等深線三向度透視圖分別繪製如圖七、圖八。上述圖中等深線顯示安山岩塊層頂部分佈深度約地表下17.4m至37m，泥質砂岩頂部分佈深度約地表下40m至57m，大致均呈由東南往西北方向劇降之趨勢；估算連續壁深度約24m~39.5m，逆打壁樁須入岩3m壁樁深度約43m~59m。在探岩過程記錄及岩心箱照片均顯露安山岩塊層確實為安山岩塊夾沉泥質砂土層，N值隨塊石含量及塊石粒徑大小呈大幅變化(N=12~>50)，進一步印證此層為各種安山岩塊及火山灰等基質經多次土石流所形成，並與古新店溪沖刷之沉積物交

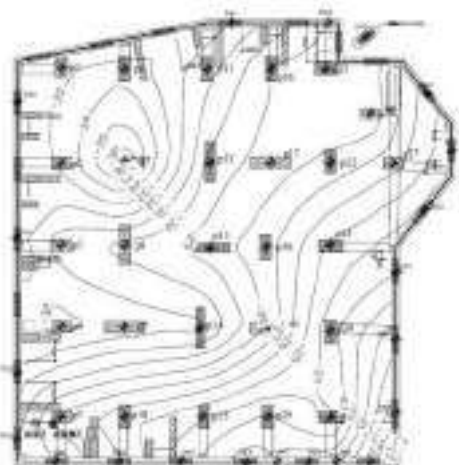
互堆積而成。另在深層探岩過程中亦有鑽探孔內湧水現象，顯示深層地層有受壓水之狀況。探岩另一功能是藉由鑽取之岩心，邀集原鑽探工作之技師及結構設計單位會同研判確認地層，進而確定各區(TYPE A~D)連續壁範圍及深度及各壁樁與試驗壁樁深度，藉此撰寫施工計畫書。

3.4 連續壁/逆打壁樁工程

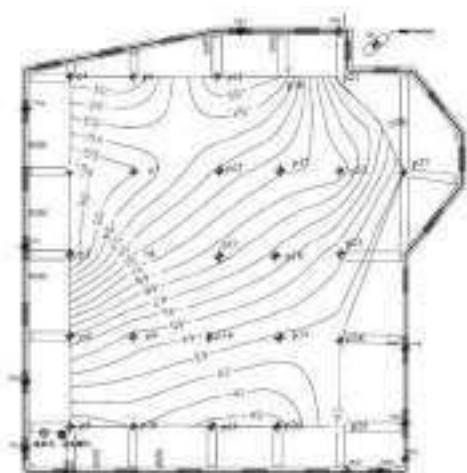
連續壁及逆打壁樁配置鳥瞰照片如照片一，照片左下角基地內斜交周邊連續壁為試驗壁



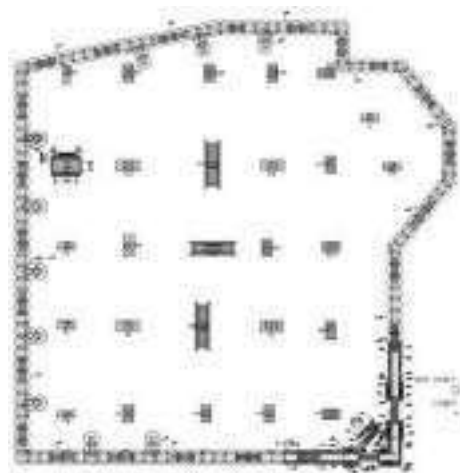
圖四 探岩孔平面配置圖



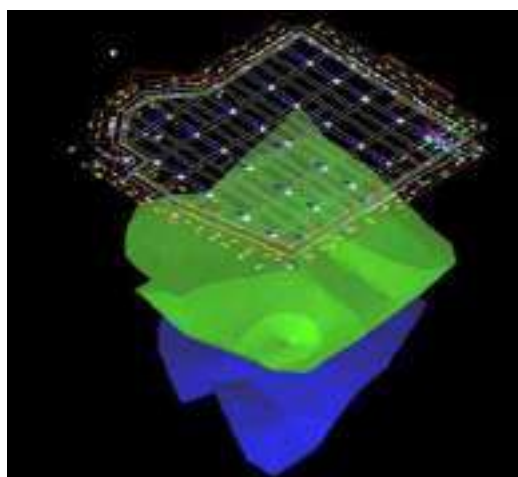
圖五 安山岩塊層頂部等深線



圖六 泥質砂岩頂部等深線



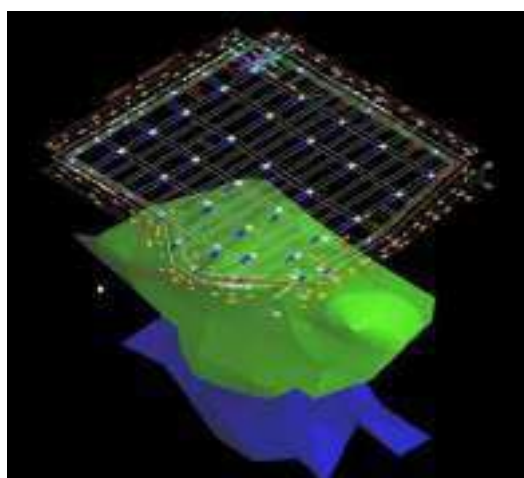
圖九 壁體地質改良樁平面配置圖



圖七 安山岩塊層及泥質砂岩層等深線透視圖---西北角



照片一 連續壁及壁樁配置鳥瞰照片



圖八 安山岩塊層及泥質砂岩層等深線透視圖--東北角

樁位置。依據探岩結果確認周邊連續壁數量約為7090m²，內扶壁數量約為675m²，逆打壁樁數量約為3892m²。在編撰連續壁工程施工計劃書時，應對本基地特殊之地層狀況與地下水位及水壓力分佈進行評估，並提出相關之應對措施包括：第二層次砂質粉土與粉土質砂互層屬疏鬆程度砂性土層之抓掘壁體穩定性、淺層地層高水位及深層岩層受壓水對抓掘壁體穩定性之影響、安山岩塊層粒徑大小及抓掘岩塊對上部壁體穩定性之破壞、鄰淡水河流域潮汐漲退潮影響等。針對上地層與地下水文特性，連續壁及壁樁工程施工前先行規劃，基地內外對淺層及深層地下水位與水壓力施作

降壓解壓井，並於深層解壓井開挖面下井外管預先作封井措施，規劃基地內配置井深度20m以內4口(管徑6")，井深30m~60m 4口(管徑6")，基地外配置井深35m3口(管徑6")，抽水解壓乃控制穩定液液壓水頭確保高出地層地下水位2m以上；另針對逆打壁樁長度5m施作導溝內外側CCP地質改良，確保抓掘壁體穩定性及壁樁施工品質。連續壁抓掘過程配合探岩岩心顯示安山岩塊厚約為80cm，惟實際安山岩塊最大粒徑達約2.2m(約為岩心長度3倍)，如照片二(岩塊中心孔洞即為探岩取樣之位置，探岩樣品詳見岩心箱)。在連續壁施作第一單元時，第二層次砂質粉土與粉土質砂互層穩定性實難以降水解壓控制，後續單元亦顯示相同狀況，甚至產生壁體內擠崩塌現象，研判第二層次雖經降水解壓仍難承受長時間抓掘安山岩塊層所產生撞擊及刮擦抓掘壁面而崩塌，實須藉由地質改良提高地層之強度與抓掘壁面之自立性。經評估已內擠或已滑動單元以導溝內外側CCP地質改良(樁徑35cm間距30cm及40cm深度-2m~-13m)加強土壤強度，其他單元及內扶壁則以導溝內SPP(Super Polytech Pile)大口徑地質改良樁(樁徑200cm間距160cm深度-2m~-13m)加勁土層強度及抓掘壁體穩定性，改良樁平面配置詳見圖九，SPP施工照片如照片三。SPP改良樁為達大口徑樁體，灌漿液內添加POLYTECH藥劑，以利水泥漿滲透及擴散。導溝內SPP大口徑地質改良樁除工期及費用優於傳統CCP工法外，亦具地界受限及鄰房緊鄰而無法外側導溝施作地改樁之優點。惟建議

已發生壁體內擠滑動或崩塌之地層，仍以傳統導溝內外側CCP地改樁方式施作較為妥適，此因壁體已發生內擠或崩塌時，其週遭地層亦產生滑動及變位而呈現較不穩定之狀態，仍須以強度較佳甚至多排之CCP地改樁穩定開挖之壁體。



照片二 探岩岩心箱與實際抓掘安山岩塊



照片三 SPP地質改良施工照片

工程(含CCP及SSP重疊施工)工期約四個半月。



照片四 連續壁抓斗撕裂破損

本工程除須克服高水位、高水壓及砂性地層自立性不佳之問題外，抓掘安山岩塊實為本工程最大之挑戰，塊狀安山岩塊層粒徑及形狀變化頗大，深度雖可由探岩探知，但其最大粒徑、形狀及相對導溝分佈位置實難預期，尤其安山岩塊巨石微凸出導牆之壁樁單元，顧及壁樁及逆打鋼柱垂直度要求，須將安山岩塊巨石衝擊破裂掉入導溝內再行抓掘，常增加不可預期之施作工時；另連續壁機械及抓斗損壞及修護亦常耗費多時(如照片四)，常焊接抓斗牙齒甚至抓斗斗身需時數小時至數日不等，預先儲存備品在工地直接替換實為必須採取措施之一。為節省逆打鋼柱往上續接及校正工期，本工地逆打鋼柱包含上部結構鋼柱一併吊放及校正(鋼柱頂部高出二樓版1.15m底部入開挖面下3m總長約30m)，惟逆打壁樁施工順序須妥適規劃，減少已施作完成之逆打鋼柱佔據施工動線及防止壁樁施工對以校正完成逆打鋼柱精準度之影響(如照片五)。逆打壁樁及逆打鋼柱施工完成後，利用特密管進行鋼柱內灌漿(如照片六)。逆打鋼柱吊放校正完成如照片七。本工程之假設工程施作工期約一個月，周邊連續壁、內扶壁及逆打壁樁



照片五 逆打鋼柱與壁樁抓掘



照片六 逆打鋼柱柱內灌漿



照片七 逆打鋼柱吊放及校正完成鳥瞰照片

3.5 逆打壁樁試樁工程

為確認安山岩塊層及岩層之壁樁承载力，原設計在基地東北角進行一組壓力壁樁靜載重試驗(如圖二)，利用周邊連續壁作為反力錨樁，惟試樁反力梁架設較配合周邊連續壁，試驗壁樁位置調整在基地東南角(如照片一)，試驗壁樁厚度60cm長度2.5m深度約42.3m。壓力壁樁試驗載重達3400t，試驗規劃內容詳如表二。試樁結果顯示安山岩塊層摩擦力約12~25t/m²，泥質砂岩摩擦力35t/m²以上(如圖十)，安山岩塊層承壓摩擦力與林三賢教授(2008)在關渡地區試驗壁樁所量測值約16~30t/m²相近。試樁組立情形如照片八。

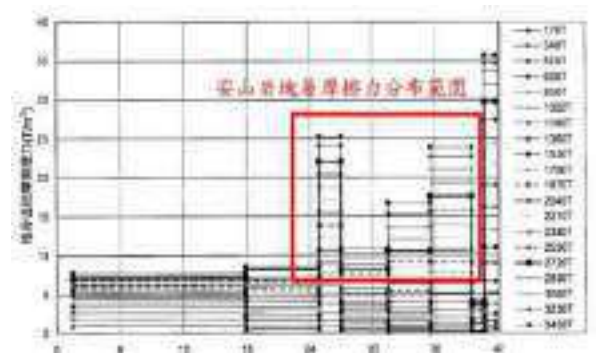


照片八 試樁組立照片

3.6 地下室開挖構築/觀測系統工程

基地觀測系統平面配置如圖十一，地下室逆打逐階開挖逐階敲除內扶壁，惟最下階開挖保留扶壁直接開挖至設計開挖面構築筏基底版，再敲除筏基底版上方之內扶壁，構築筏基頂版完成地下室結構體。

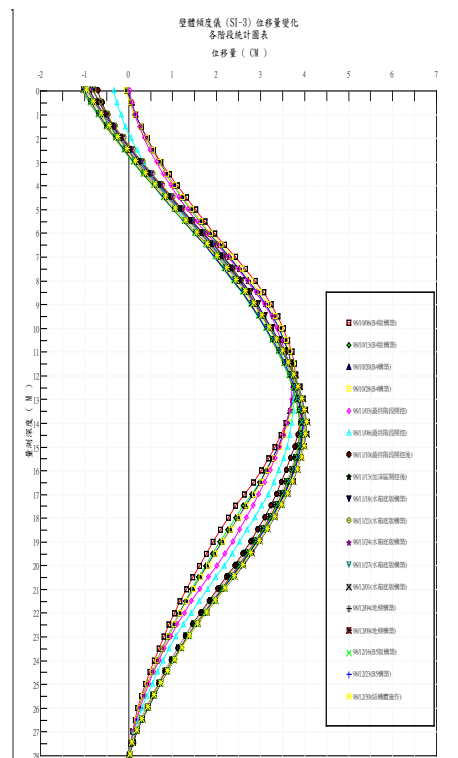
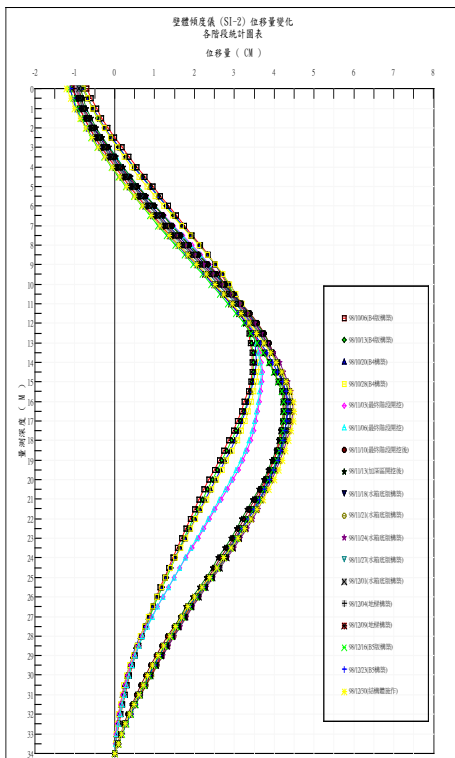
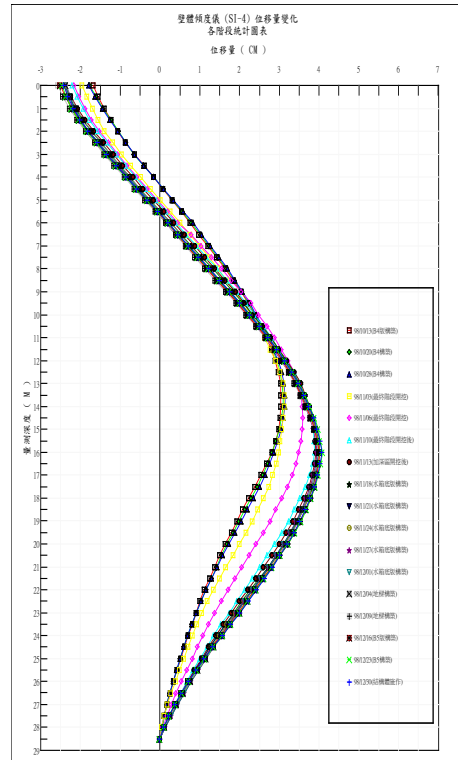
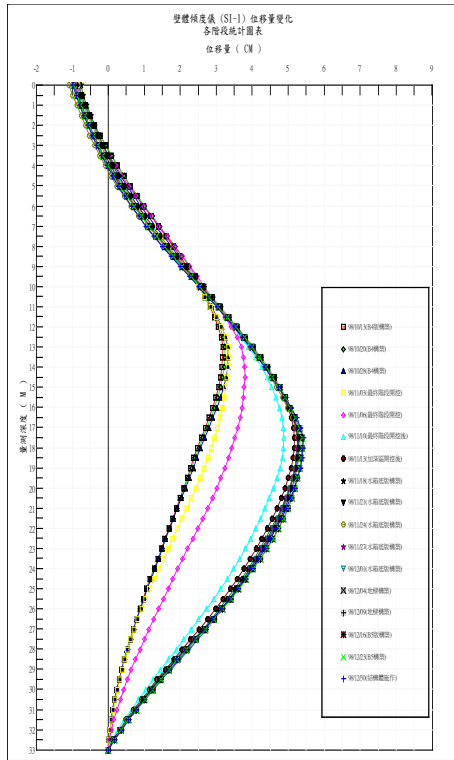
連續壁壁體變形觀測資料詳見圖十二~圖十五，因西側為工地進出大門且土層分佈深度最深，預期連續壁變形量(SI-1)最大達5.5公分，北側連續壁最大變形量(SI-2)約4.5公分，東、南側連續壁最大變形量(SI-3、SI-4)約4.0公分，連續壁最大變形量約為開挖深度0.22%~0.31%，屬於一般都會區中等緊密砂性土層中深開挖之變形量範圍內。



圖十 安山岩塊層與泥質砂岩試樁摩擦力



圖十一 觀測系統平面配置圖



表二 試驗壁樁靜載重試驗內容規畫表

試驗主樁編號		TP
基樁型式		MASCO 振壁樁
試驗位置		詳圖 1.1
試驗方式		靜載重壓力試驗
主樁原設計斷面尺寸		0.6mX2.5m
樁底灌漿改良		無
試驗主樁樁底高程		GL-42.3m
抗拔系統		角隅連續壁體
現有鋪面高程		GL+0.25m
主樁樁頂高程	沉陷土	GL+0.55m
	主樁	GL+0.45m
試驗主樁樁頂補強圓鋼板		6mm厚，GL+0.55m~GL-0.15m
連續壁固定區預埋鋼筋		#10(SD420W)，GL+0.85m~GL-6.0m
最終開挖底面高程		GL-17.9m
最大試驗載重		2450T
加載設計能量		3400T
加壓荷重來源		8只油壓千斤頂同步加壓
樁身埋設儀器	鋼筋應力計 (參考鑽孔 P25)	4只，GL-1.5m
		4只，GL-17.9m
		4只，GL-24.85m
		4只，GL-27.0m
		4只，GL-31.5m
		4只，GL-35.5m
		4只，GL-39.5m
		4只，GL-40.7m
		4只，GL-41.7m(距樁底60cm)
	樁體變位計	2只，GL-17.9m 2只，GL-41.7m(距樁底60cm)
樁頂測讀儀器	電子式位移計	主樁4只，編樁各1只
	電子荷重計	主樁樁頂6只
量測方式		電腦控制自動化量測
加壓及解壓程序		ASTM D1143"單樁快速加載法"及國際知名學者Bengt Fellenius建議之加載持壓程序

四、結論與建議

在關渡竹圍地區因鄰近大屯山火山系，火山噴發各種安山岩塊及火山灰等基質經由多次土石流並與古新店溪沖刷之沉積物交互堆積形成安山岩塊層，該層次成為本地區地層之特性，亦常成為工程施工困難之處；因本地區鄰近淡水河流域與山麓地帶具有易受潮汐升降影響及高水位與高水壓之地下水文特性。針對上述地層與地下水文特殊性，提出在此區域進行大面積深開挖工程之結論與建議如下：

1. 大面積與不規則基地形狀之高層建築物，為獲取有利之施工工期，會採取逆打工法構築地下結構體，並以水密性及勁度均優於其他擋土結構之

連續壁作為地下室開挖擋土結構。

2. 探岩工作除能補充原鑽探工作之調查密度增加地層分佈正確性外，亦可會同大地技師與結構技師藉由岩心箱之岩心樣品共同確認地層分佈深度，進一步確定連續壁與逆打壁樁之深度，統一規畫連續壁與壁樁之鋼筋，減少逐一單元確認深度與鋼筋籠裁切或搭接補長之費時費料工作。
3. 針對高地下水位與深層受壓水，須事先規畫及配置解壓井，以確保連續壁抓掘壁體之穩定性，惟因連續壁抓掘安山岩塊層及砂岩層費時及振動，造成疏鬆砂性土層內擠或崩坍，實難以地下水解壓克服而施作連續壁槽溝地質改良工程。針對地層已開挖產生不穩定之單元採導溝內外側CCP地質改良；未受挖掘影響之單元則以導溝內SPP地質改良加強抓掘槽溝之自立性。
4. 塊狀安山岩塊層類似卵礫石層，其地層工程性質受安山岩塊粒徑、含量、安山岩塊強度及安山岩塊間填充物性質而變化，連續壁或逆打壁樁在此地層中施工，壁面呈凹凸至大擴孔之不規則粗糙面，基樁承載力無法以一般土層承載力公式及岩層岩石單軸抗壓強度(intact rock unconfined compressive strength)估算逆打壁樁承載力，直接於現地進行壁樁靜載重試驗，將上述影響壁樁承載力因素統合呈現於樁載重試驗結果，以獲取安山岩塊層與樁體之摩擦承載力。

本基地壁樁靜載重試驗計算求得在安山岩塊層之壁樁摩擦力範圍約12.0~25.0t/m²，綜合其他同區域之樁載重試驗結果，建議安山岩塊層之樁摩擦力範圍約10.0~30.0t/m²，隨安山岩塊含量增加而增大。地層工程性質因安山岩塊含量少而趨似填充砂性地層，樁摩擦力趨近下值，安山岩塊含量多而趨似緊密塊石堆積地層，樁摩擦力趨近上值。惟本基地並無安山岩塊層含量之資料，故無法建立安山岩塊層含量與樁摩擦力之關係，值得進一步研究安山岩塊層相關特性如安山岩塊強度、含量及填充物性質等與樁摩擦力之關係。

參考文獻

1. 智全工程技術顧問有限公司(2007)，「台北縣淡水鎮竹圍段894、894-6等地號地基調查報告書」。
2. 磐碩工程股份有限公司(2008)，「元興建設淡水竹圍段集合住宅大樓新建工程岩層深度調查成果報告」。
3. 台安工程技術顧問股份有限公司(2008)，「淡水竹圍段二十九層集合住宅新建工程先期試驗壁樁靜載重試驗報告書」。
4. 林三賢、王崑瑞、廖振程(2008)，「鑽掘樁樁入安山岩塊層地盤之摩擦抵抗評估」，地工技術，第117期，九月。
5. 林朝宗(2000)，「台灣都會區地質環境」，經濟部中央地質調所。

都市更新案遭遇高透水性地層之連續壁規劃與施工例

呂芳熾 黃志祥 林永光

磐碩工程股份有限公司

摘 要

在都市化高度發展需求及有限可供建地限制下之台北市及新北市地區，都市更新方案成為獲取都市建地及美化都市市容之最佳解決方案，惟都市更新新建工程中常難避免遭遇舊建物原址拆除重建之狀況。近來常面臨舊地下室超過一層以上且舊擋土結構物如排樁、連續壁等都市更新案例，惟在建築面積充分使用之規劃下，新建案規劃之地下擋土結構與舊建物之基礎及擋土結構相衝突案例勢必增加，而破除相衝突舊建物結構體所採取之相關補強措施亦是此類都更新建案之重點。

本文之都市更新案例，基地面積約900平方公尺，其中約1/2面積為無地下室之舊建物；另一半之舊建物則為地上10層、地下2層之大樓，基地周長約70m，基礎深度為10.4m，連續壁為厚度60cm、深度為17.5m。新建物為地上15層、地下6層之大樓，基地全周長約111.5m，基礎開挖深度為23.05m，連續壁為厚度90cm、深度為46.7m，地下室開挖構築採逆打工法，逆打基樁採矩形壁樁。

由於本施工例舊連續壁底端位於高透水性之砂層中，對地下水未能有阻隔作用，加上新建基地面積不大且舊地下室面積更小且與鄰房緊鄰，施工面展開困難，對本案破除新建、舊連續壁重疊、平行及斜交之舊連續壁及拆除舊地下室結構體更趨艱難，配合之補強措施亦趨複雜，致使工期與費用較預期為高。本文主要針對新舊連續壁不同衝突情況下之施工規劃及方法加以詳述，期能提供各位工程先進遭遇類似工程時之參考。最後亦提供本新建案地下室開挖構築之觀測系統配置與觀測資料，觀測資料顯示連續壁變形量受制於狹小基地之三維角隅效應而呈現小變形量。

關鍵字：都市更新、連續壁、全套管基樁、雙環塞灌漿。

Planning and Construction of Slurry Wall of an Urban Renewal Project in High Permeability
Soil Layer

F.C. LU T.S. HUANG Y.K. LIN

Ground Master Construction Co., Ltd.

Abstract

Due to the encouragement from the government for urban renewal policy, many residential or business buildings, built twenty to thirty years ago, are proposed for renewal in Taipei city. Planning and construction of the foundation of these to-be-renewed buildings are often influenced by the existing foundation of the old structures and retaining structures, such as slurry walls or drilled shafts etc.

This paper reports a building renewal case in Taipei. The building site with area of 900m² can be divided into two parts. On one side of the area is an old building with only one story basement and the other side of the site is a ten story building plus two-story basement. The ten story building has the total perimeter of 70m and whose foundation is down to 10.4m below ground surface. In addition, the slurry wall of this ten-story building is 60cm thick and 17.5m deep. The newly planned building, with total perimeter of 111.5m, is 15 story high plus additional six story of basement. The foundation is planned to adopt the Top-down method to excavate down to 23.5m deep and incorporated with slurry wall of 90cm thick, 46.7m deep and with barrette pile of 90cm thick, 2.5m width, 57m deep. The construction of the new building encounters some difficulties, such as conflict between old and new slurry walls, highly permeable sandy soils and very limited working space between new and neighbor building. Planning and construction procedures is detailed in the paper and is expecting to be beneficial to the readers. Monitoring System and slurry wall deflections are also presented in the paper. The 3-D corner effect has much influence on the slurry wall deflections.

KEY WORDS : URBAN RENEWAL , SLURRY WALL , FULL CASING PILE , DOUBLE PACKER GROUT.

一、前言

新建案由舊建物原址拆除重建之案例，在台北地區的建案中，日益增多，尤其近年來都市更新案例盛行，常遇見新建案規劃之地下連續壁與舊建物之基礎及擋土結構相衝突之案例。

本文所敘述之基地係屬都市更新案之一例，舊建物基地面積約為新基地之一半，位置偏于基地一側。舊建物原為地上10層、地下2層之公寓大廈，基地周長約70m，基礎深度為10.4m，連續壁為厚度60cm、深度為

17.5m。新建基地全周長約111.5m，基礎開挖深度為23.05m，連續壁為厚度90cm、深度為46.7m。

本工程舊基礎處理深導溝之假設工程部分，依施工順序主要區分三大步驟，分別是：

- 1.舊基礎破除前之補強工程(包括鄰房保護及CCP與封底灌漿)。
- 2.舊基礎破除及深導溝施工。
- 3.舊連續壁掘削及掘削後之改良。

上述假設工程實際施工時間長達10個月左右，連續壁工程則約6個月，

總工期達16個月，對連續壁施工的執行者而言，確是鮮見之漫長工程；雖然本案施工之前經過嚴密的分析規劃再進行施工，但在施工過程中仍然出現一些非如預期之施工狀況。

以下就本案之施工規劃及過程作一詳細敘述，最後提出對本案例之施工檢討，以提供各位先進之參考。

二、新、舊連續壁說明

2.1新施作連續壁與舊有連續壁之關係

本案工址位於台北市中山區，基地北側及西側緊鄰3F及5F建物，南側鄰11m巷道，東側為6m巷道。依據新施作連續壁與舊有連續壁平面配置關係如圖一所示，主要可分為三種型式：

- 1.新連續壁緊貼(平行)於舊連續壁內側。
- 2.舊有連續壁位於新連續壁內(重疊)。
- 3.新連續壁與舊連續壁斜交。



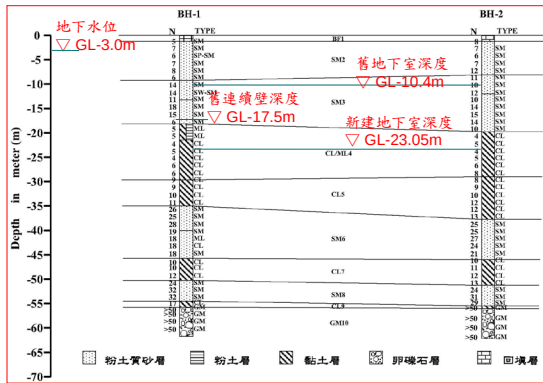
圖一 新舊連續壁相關位置平面圖

三、基地地層及地下水位

基地簡化地層狀況如表一所示，地質剖面詳圖二，地下水位約在地表下2~3m。

表一 基地地層簡化表[1]

地層	深度 (m)	分類	地層描述	SPT-N 值	c' (t/m ²)	ϕ' (deg.)	不排水剪力強度 S_u (t/m ²)
1	-1.25	BF1	回填層混凝土、雜物、卵礫石等	5	0	28	---
2	-8.65	SM2	灰色粉土質細砂	6~8(7)	0	29	---
3	-19.00	SM3	灰色粉土質細砂夾薄層黏土	6~18(13)	0	31	---
4	-29.30	CL/ML4	灰色粉土質黏土	4~6(5)	0	30	6.0
5	-36.40	CL5	灰色粉土質黏土	9~11(10)	0	30.5	7.5
6	-45.85	SM6	灰色粉土質細砂夾粉土及黏土	18~28(22)	0	32.5	---
7	-50.70	CL7	灰色粉土質黏土	10~12(11)	0	31	9.0
8	-55.00	SM8	灰色粉土質細砂	22~32(26)	0	33	---
9	-55.90	CL9	灰色粉土質黏土	17 (17)	0	32.5	13.0
10	-62.00	GM10	卵礫石層	>50	0	45	---



圖二 基地地質剖面圖

舊地下室深度為10.4m，舊連續壁實際深度為17.5m，顯示當初設計之連續壁深度並未根入黏土層，舊基礎底下至舊連續壁底之間，地層為粉土質細砂層，由現地抽水井及鄰近工地開挖抽排水經驗顯示，基地區域地下水量十分豐沛；因此在規劃處理舊基礎時，管控舊基礎下方含水層SM2、SM3兩砂土層之水壓(位)是規劃之重點。

四、舊基礎處理及深導溝施作

4.1 舊基礎處理前之補強措施：

在舊基礎尚未破除前，依據基地施工環境、舊連續壁深度與地層狀況，須進行以下之補強措施包括：

1. 北側新舊連續壁呈斜交範圍緊鄰3F鄰房，需事先施作微型鋼管樁之鄰房保護措施，確保鄰房在舊連續壁掘削與導溝施作過程之安全。
2. 為克服破除舊基礎版時，版下高水頭差引致之砂湧問題，而採取雙重防護措施：其一是在舊連續壁外側施作CCP圍束止水樁進入第四層粉土質黏土層，以阻隔地下水進入舊建物基礎下方，其二是提供上述圍束CCP止

水 樁 水

密性之額外防護，在舊基礎破除範圍下方之粉土質細砂層進行低壓雙環塞封底灌漿(Double Packer Grout)，降低舊基礎破除範圍下方粉土質細砂層之透水性，以防止長時間曝露在高水頭差及舊基礎破除震動狀況下，發生高風險性且無預警式之砂湧現象。

4.2 微型樁鄰房保護工程：

基地北側新舊連續壁呈斜交範圍緊鄰3F鄰房範圍，新連續壁外緣線與3F鄰房磚牆間最近距離約為40cm，考慮減少爾後舊連續壁掘削與導溝施作過程對鄰房之影響，在舊連續壁外配置15cm $\varnothing$ @30cm、L=8m(內插外徑89mm、厚度3.2mm鋼管，共19支)之微型樁，以作為鄰房保護措施。(詳圖三、四之剖面C-C')

4.3 圍束CCP灌漿工程：

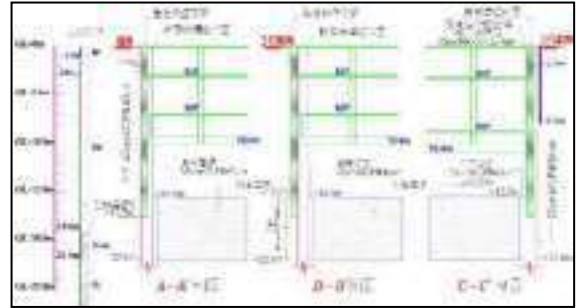
本圍束CCP灌漿工程包括多重功用，除上述在舊連續壁外側施作CCP止水樁，以防止因舊連續壁底端未貫入黏土層而導致破除舊基礎版產生砂湧問題外；另配合避免爾後連續壁抓掘時槽溝內外地層勁度差異過大，影響連續壁抓掘垂直度，而在新連續壁位置之內側亦施作CCP樁，此內側CCP樁亦提供下述封底灌漿之阻絕作用，防止低壓灌漿漿液流入日後欲抓掘之新連續壁內，反成為抓掘時之障礙，因此在舊連續壁外側及新連續壁內側先行施作CCP圍束灌漿(50cm $\varnothing$ @40cm·GL-15.5m~-22.0m)，如圖三及四之B-B'與C-C剖面所示。另鄰南側11m道路側新舊連續壁呈

重疊範圍，考慮在掘削舊連續壁體時，恐造成鄰近道路沉陷或崩坍，在南側舊連續壁外側施作CCP保護，其施作深度為GL-2.0m~-22.0m，配置為40cmØ@40cm，如圖三及四之A-A'剖面。

4.4 雙環塞封底灌漿工程：

沿舊連續壁內緣線向內3m範圍為封底灌漿之範圍，其總面積約為131m²。封底灌漿規劃採用雙環塞低壓灌漿工法(Double Packer Grout)，改良深度為GL-15.5m~GL-22.0m，共配置灌漿孔 82孔，其平面配置圖及剖面圖分別詳見圖三及圖四。此工法係將硬化劑以雙環塞灌漿管在設有灌漿孔(孔距約33公分)之預埋灌漿外管內，以低壓滲透或劈裂方式均勻灌入改良深度範圍之地層內，以填充裂縫、孔隙及固結疏弛土層，使地層於灌漿範圍內之土層能確實均勻降低地層之透水性與增加地層勁度與強度，提高土層防止砂湧滲水之性質。

圖三 舊基礎破除前之補強措施配置平面圖



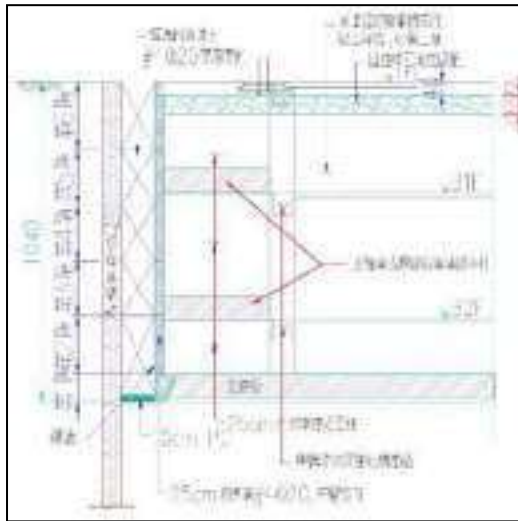
圖四 舊基礎破除前之補強措施配置剖面圖

五、舊基礎破除及深導溝施工

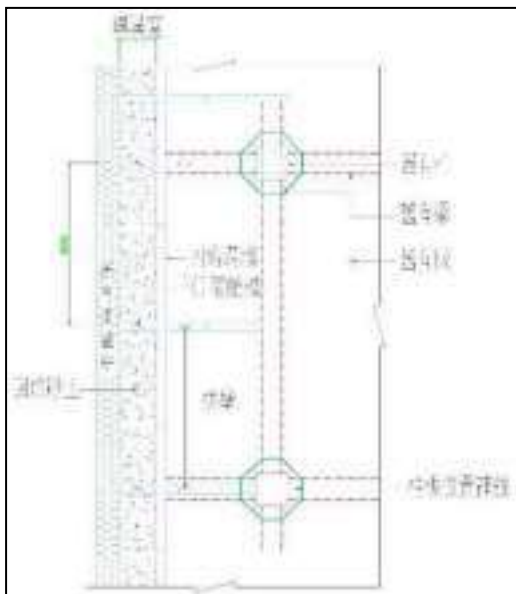
新建連續壁之內側導溝均由地下室水箱底破除後，逐階往上順築施工。依據圖一新舊連續壁配置情形所示，三種型式(緊貼平行、重疊及斜交)導溝施作時，除緊貼平行型式之外側導溝以舊有連續壁取代外，其餘兩種型式均需等待內導溝及鋪面完成、舊連續壁掘削處理後，再施作外導溝(深度約2m)。原地下室樑柱結構暫不敲除，作為破除舊地下室底板及構築深導溝支撐架構之用。由於導溝施作後，舊連續壁與新設內導溝已分開獨立，為使舊連續壁外之側壓力能傳遞至新設內導溝及原舊樑柱結構，不致使舊連續壁產生過大之變形，造成周邊鄰房之沉陷。施作時以跳島式破除基礎版，俟該段第一階內導溝完成且與舊基礎底板連結後，再行正交樑敲除，以維持地下室結構之穩定性。第一階內導溝拆模後，立即於內導溝內施作混凝土剛性隔艙，內導溝外側配合舊地下室樑柱系統位置施做加勁扶壁(在地樑位置之上)，以避免內導溝垂直方向發生彎曲變形，加勁扶壁厚度為

25cm，間距約3~5m左右，寬約1.5~2m之間，主要連結至原地下室柱位，加勁扶壁的配筋與內導溝相同，採#4@25cm單層雙向。

深導溝施工順序剖面示意圖詳如圖五，舊基礎結構補強示意如圖六所示。



圖五 深導溝施工順序剖面示意圖



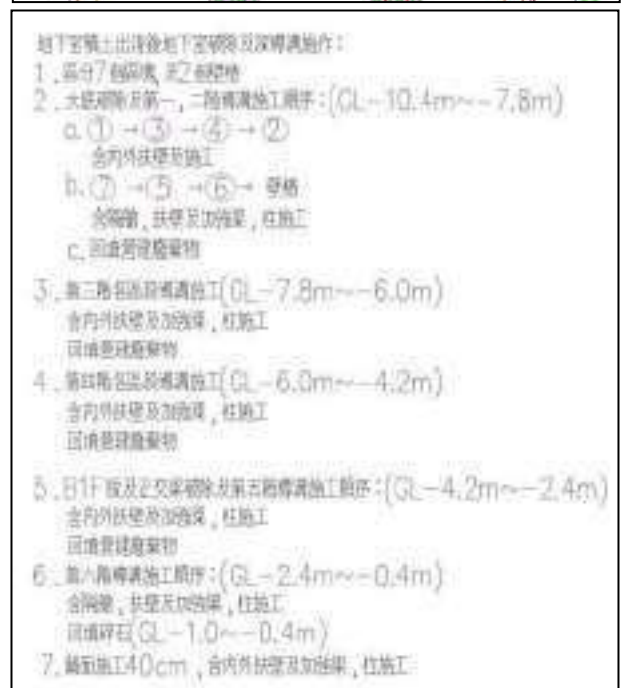
圖六 舊基礎結構補強平面示意圖

施作過程中特別針對第一種型式（新連續壁緊貼於舊連續壁），會先將

基礎版以

上舊連續壁之瑕疵(如舊連續壁壁面凸出或傾斜)修整。但基礎版以下之舊連續壁部分，須探查舊連續壁是否有施工上之瑕疵(如大肚或傾斜)，以期在連續壁施作前進行修正。

舊地下室開挖後，考慮日後鋪面需承受施工機具載重，利用原地下室之樑、柱並增設部分樑、柱形成構台架構，配置如圖七所示。



圖七 深導溝施工區段及構台架構示意圖

在進行逐階回填時，亦應考慮到其他假設工程如穩定液槽、棄土坑以及鋪面之施工程序，為有效利用基地內空間，穩定液槽及棄土坑之施作，利用舊地下一樓版為其底版，植筋方式築其側牆。另由於鋪面提供重機具在施工期間行走的動線，鋪面下方先回填夯實50cm碎石，再澆置40cm混凝土，鋼筋配置#4@20cm雙層雙向。

深導溝施工過程，於基礎版破除階段，必須注意是否有砂湧現象，雖然配置封底灌漿，但為保守安全起見，舊基礎內仍配置3口解壓井(詳圖七)作適時解壓。整體施工過程中僅於一處局部出現些許湧水現象，經於附近打設1口點井解壓，順利完成導溝施工。

六、舊連續壁掘削及改良

6.1 舊連續壁掘削

深導溝及其餘假設工程(淺導溝、穩定液池棄土坑、鋪面)完成後，即進行第二、三種型式(重疊及斜交型式)舊連續壁之掘削工作。施工機具採用RT-200全套管搖管器機座(詳照片一)，在連續壁抓掘前，先行將舊連續壁掘削，再將掘削孔回填砂土。RT-200機具包括有機座、直徑1.0m之套管、搖管器、發電機以及控制單元，另外再加上撞桿以及蛤型抓斗清除套管內混凝土碎塊。掘削舊有連續壁，採用搖管器將1.0m直徑的套管往下鑽掘，套管鑽掘進行至一定深度後(一般建議不超過8m)，即以撞桿將套管內舊連續壁混凝土塊撞碎，並

以蛤型抓

斗(鯊魚頭)夾出套管內混凝土碎塊及鋼筋。舊連續壁掘削樁平面配置如圖八所示。



照片一 RT-200全套管鑽掘機具

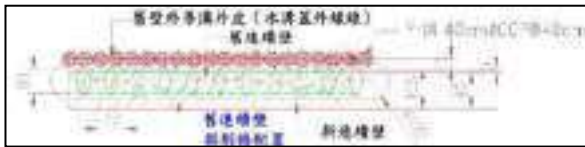


圖八 舊連續壁掘削樁配置平面圖

1.新舊連續壁重疊側(南側)：

臨11m道路新舊連續壁重疊範圍，經現地放樣結果顯示舊連續壁外皮線約超出新連續壁外皮約10cm，掘削樁口徑為100cm、間距70cm，相關配置詳圖如圖九所示，掘削深度為17.5m，掘削完成後立即回填砂土，再逐支拔除套管。掘削孔採跳島式施工，第一輪(如

單號孔) 全部完成後，施作大口徑改良樁以穩定擾動土壤(後述)。該側原配置24支(圖八編號9~33)，實際放樣後增設1孔(圖八編號9a)；第1支掘削第9號孔至舊連續壁深度(約19m，角單元較深)，在回填砂土時發現回填量比設計值超出甚多，疑有地下伏流現象，為確保隔孔9a孔不再發生類似現象，因此增設8支CCP(圖三編號47~54，橫過導溝，位置規劃在日後連續壁單元中刀，使抓掘時不致偏斜)。



圖九 11m道路側掘削樁配置平面詳圖

掘削舊連續壁時套管磨損嚴重，而在掘削第24號孔(詳圖八)時，因鋼件(舊連續壁端版或鋼筋)對套管刮磨導致鋼套管遭切斷留置無法取出；後改以1.5m口徑外套管套入後順利夾出遭切斷之套管。第孔號33(詳圖八)因與鄰房太近，若採用1.0m口徑套管掘削，機座中心無法對準孔號中心而完全掘削，經現場放樣測量周邊距離，改以1.5m口徑套管掘削，讓基樁中心往後延，使機座不致與鄰房衝突，才能完全掘削既定範圍。

2.新舊連續壁斜交側(北側)：

原配置有8支(編號1~8)，現地放樣結果須增至10支(編號8a & 8b，詳圖八)，才能完全掘削舊連續壁體。

6.2 掘削後大口徑改良樁改良

掘削樁完成一輪後，進行導溝內大口徑改良樁(150cm，與掘削孔同孔位)，以穩定已擾動之土層，增加日後連續壁抓掘時壁體之穩定性。本改良樁灌漿液除水泥漿外亦摻入水泥擴散劑，增加灌漿液之滲透性，並以高壓攪拌形成大口徑改良樁，其強度控制約 $5\sim 10\text{kg/cm}^2$ ，除增加導溝外側土壤強度外，且須能讓連續壁抓掘機(MASAGO)掘入。

七、連續壁施工

圖十為基地連續壁單元分割圖，其中周邊主體連續壁共分為26單元，區分為TYPE A及TYPE B，TYPE B為新連續壁緊貼平行舊連續壁範圍(分割單元編號1~6)。主體連續壁抓掘深度為46.7m，厚度90cm；基地中央配置一道地中壁，深度為35.0m，厚度60cm，共分割為5個單元。因日後採逆打式開挖，配置6支壁樁並埋入鋼柱，壁樁寬度為2.5m、厚度90cm，抓掘深度約為57m(且入卵礫石層1m)。受基地面積限制，連續壁鋼筋籠採三節製作，在導溝上採二次搭接。受周遭鄰房居住安寧需求，每日施工時間限制在07:00~22:00；鋼筋籠搭接時間約耗5~6小時，灌漿時間亦需6小時左右，因此惟有在壁體完全抓掘結束，隔日再吊放鋼筋籠及灌漿，平均一個單元完成時間約3~4天。

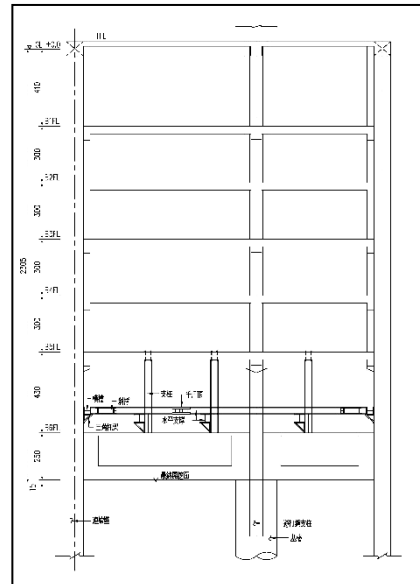


圖十 連續壁單元分割圖

八、觀測系統與觀測資料

連續壁及逆打壁樁工程完成後，即進行地下室開挖構築工程。本新建大樓為地上15層地下6樓，地下室開挖深度23.06公尺，逆打最下層支撐採倒吊中間柱之全面鋼支撐方式，其開挖剖面圖詳如圖十一所示。觀測系統平面配置則見圖十二所示。由連續壁內傾度管觀測資料顯示，完成地下室開挖構築之連續壁體最大變形量發生於東側6米道路側(SI-1)約2.5cm(如圖十三)，該變形量約為開挖深度之1/1000，而基地南側鄰11米道路傾度管SI-2最大壁體變位約2.2cm(如圖十三)，上述兩側連續壁最大變形量約略相等，相對開挖深度而言變形量皆控制在很小之範圍內，究其原因研判應是新設計地中壁將基地適度分隔成二個更狹小基地，三向度角隅效應非常明顯。依據Ou et al.(1996)以三向度有限元素法分析案例驗證連續壁之三向度角隅效應(Corner Effect)確會減少連續壁之變形量，並提出以平面應變(Plain Strain)分析結果藉由平面應變比(PSR)可估算三向

度之連續壁最大變形量，Finno et al.(2007)研究指出基地連續壁面寬與開挖深度之比($L/H_e \leq 6$)時應開始考慮三向度之行為。本基地連續壁面寬與開挖深度比約0.6~1.0，連續壁最大變形量受三向度角隅效應影響很大，且此角隅效應導致連續壁壁厚由110cm降至90cm，增取新建連續壁退縮所犧牲之地下室空間。另上述兩側連續壁變形曲線呈現不同之分佈，研判SI-2因受基地中央地中壁(深度35m)對撐及基地內矩形壁樁加勁影響，使其在深度約33m以下連續壁變形量急速收斂，而不同於SI-1之變形曲線。



圖十一開挖剖面圖

礎之施工方法。

參考文獻

1. Ou, C. Y., Chiou, D. C. and Wu, T. S. (1996). "Three-Dimensional Finite Element Analysis of Deep Excavations." Journal of Geotechnical Engineering, May , 337-345.
2. Finno, R. J., Blackburn, J. T. and Roboski, J. F. (2007)." Three-Dimensional Effects for Supported Excavations in Clay." Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, ASCE, January, 30-36.

價值工程在鋼筋混凝土結構設計中的應用

創緯工程顧問有限公司 陳威志 總經理

摘要

本文以台北市木柵區某都更案為例，闡述如何在結構設計中引入價值工程。在案例中從結構規劃、基礎配置與開挖分析等各項，針對可能的方案比對出最佳的方案。

一、概述

2016年高雄美濃地震與2018年花蓮地震所造成建築物的受損及倒塌，可以看出老舊房屋無法有足夠的耐震能力。國內針對危險及老舊房屋已具體提出明確的評定及改善辦法[1]，其中針對無法施作耐震補強的結構物，惟有拆除重建。面對物價齊漲的現況，我們必須從建築物的規劃(建築師)、結構設計(結構技師)與營造施工(營造商)，三方皆引入價值工程方能在有限經費下得到最大的收益。本文以結構設計的角度，說明在結構設計中如何落實價值工程。

結構工程占整體建築工程造价的比例約25~35%，結構設計對建築設計的影響也是至關重要的一環，這可由下幾點看出：(1)若結構設計過於保守致使梁柱截面設計過大，除了壓縮建築空間也造成營建材料的過度消耗；(2)若結構設計低估實際荷重，致使設計地震力不足，造成梁柱的開裂，後續的補償及補強費用十分可觀；(3)巧妙的使用材料強度，

例如混凝土強度與鋼筋號數應如何搭配使用，這與鋼筋的施工性也有相關；(4)結構系統的配置，若在強震區或低矮樓層使用剪力牆系統，反而增加基底地震力，造成梁柱截面的增大；剪力牆配置不當，比如牆長過短致使剪力筋設計過大(間距過密)，造成施工困難。

綜合上述，本文以木柵區某都更案為例說明如何在結構設計中考量價值工程。

二、設計案例基本說明

本案位於台北市文山區內，為一幢兩棟之建築物，地上為22層、屋突3層與地下3層之住宅大樓，在三樓有一中庭連接著兩棟建築。各棟長向及短向均為3跨柱距，長向柱距為3個8.85公尺；短向柱距分別為8.95、6、8.95公尺。本案北側與南側基面高程不同，南側基面較北側高2.5公尺。1樓樓高4.2公尺，2樓樓高3.6公尺，標準層樓高為3.3公尺，設計總高度為70.55公尺(不計屋突高度)。地下一

樓樓高為4.6公尺，B2F至B5F樓高為3.5公尺。

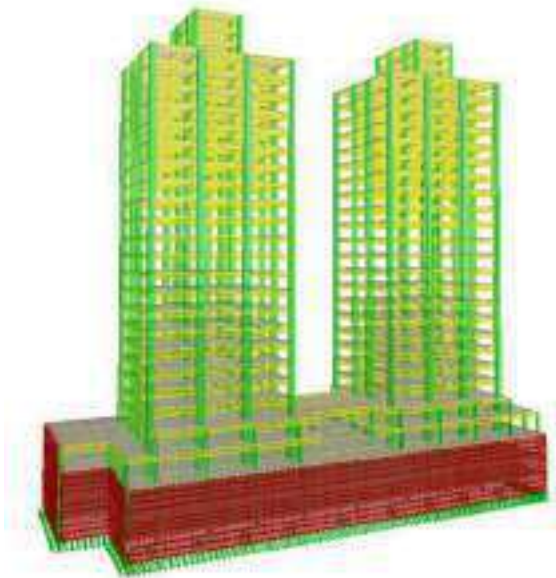
結構幾何示意圖如下：

結構三維分析模型-圖(2-1)

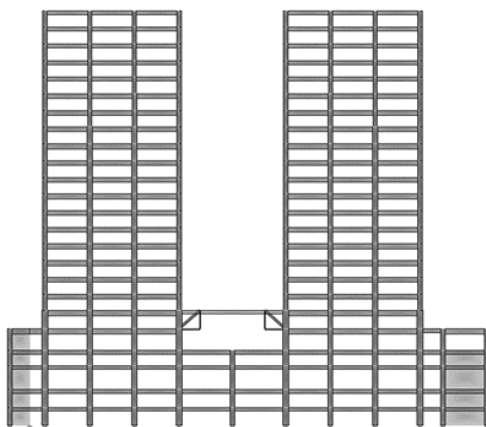
長向剖面圖-圖(2-2)

短向剖面圖-圖(2-3)

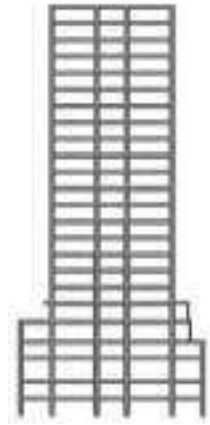
標準平面圖-圖(2-4)



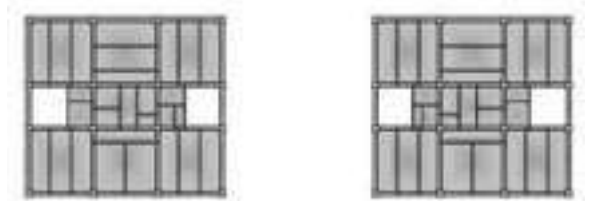
圖(2-1) 結構三維分析模型



圖(2-2) 結構長向立面圖



圖(2-3) 結構短向立面圖



圖(2-4) 標準層平面圖

2.1設計地震力

本棟為住宅使用之建築物，取用途係數 $I=1.0$ ，地盤種類屬台北三區，地震回歸期475年之設計地表加速度為 $0.24g$ ，屬五級震度，地震發生後結構體之側向載重系統將進入材料非線性行為，震後可修復。地震回歸期2500年之最大地表加速度為 $0.32g$ ，屬六級震度，地震發生時結構體之側向載重系統將進入較大之材料非線性行為，但整體結構不會崩塌。

2.2結構系統

結構設計理念為上部結構在大地震

下藉由梁柱韌性抗彎矩構架，穩定吸收及消散地震能量，以維持結構物安全；下部結構以2500年回歸期之放大地震力進行設計，所有地下室構件於大地震時可維持彈性，以確保上部結構安全。

三、價值工法(一)-結構重量計算、混凝土強度最佳化評估

結構重量與設計息息相關，結構靜載重有結構自重、粉刷重、樓層鋪面重與天花板及維生管線等重量。建築物耐震設計規範[2]規定設計地震力必須將所有靜載重納入計算，也就是地震力之大小與建築物之重量成正比，如果重量少算會低估地震力而影響建築物之結構安全，重量多算會導致不經濟的設計。由於結構分析模型主要是由點、線、面所組成，而不是BIM的實體模型，因此梁板交疊及梁梁、梁柱交疊的重量必須額外扣除，如圖3-1所示。

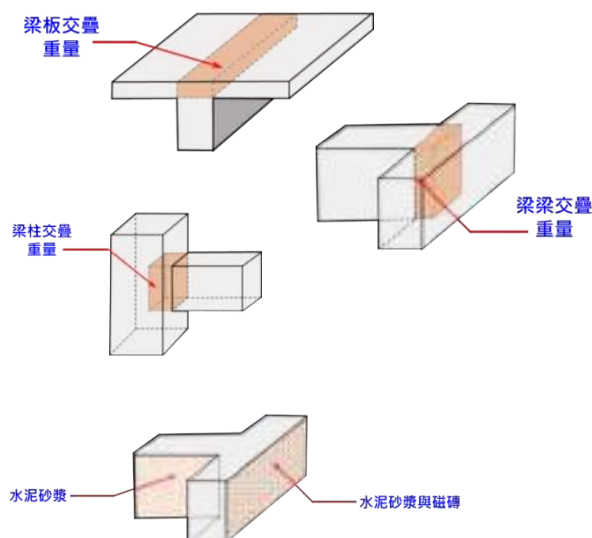


圖3-1-交疊重量示意圖

結構物受震時，如同一豎直的懸臂

梁，設計軸力及變矩由低樓層漸小至高樓層，若使用高強度混凝土可有效縮小低樓層的梁柱截面並減小鋼筋量，但若全棟皆用高強度混凝土也不會得到最佳的混凝土用量與鋼筋用量。為了解此一現象，首先我們需了解混凝土強度與鋼筋用量的變化，由混凝土工程設計規範與解說[3]第十五章-耐震設計之特別規定可知混凝土強度的提高會增加柱圍束箍筋的用量，以100X100的方柱為例，分別考量不同混凝土強度轉換時的主筋比與箍筋比，可得到鋼筋用量曲線變化圖3-2~圖3-4，一般在中高樓層處的柱主筋比約1%，由鋼筋用量曲線可了解如何漸縮混凝土強度以達到較佳的整體鋼筋用量。此外，低樓層柱的鋼筋量若高於4%，則會不利施工，由圖表3-5可知在低樓層處使用較高的混凝土強度可得整體較小的造價。

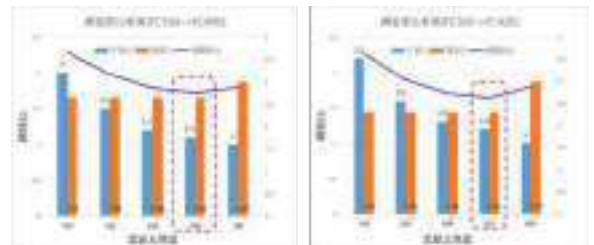


圖3-2-鋼筋用量曲線變化 (FC560→FC490、FC420)

2億4625萬，比方案A多了928萬(約占3.92%)。整體而言採用方案A可得最低的造價。

表3.1-各方案混凝土強度規劃配置

優化強度方案				全棟FC350				全棟FC420			
混凝土抗壓強度				混凝土抗壓強度				混凝土抗壓強度			
上部結構		下部結構		上部結構		下部結構		上部結構		下部結構	
1F-9F	560	高樓區柱	560	全棟	350	高樓區柱	350	全棟	420	高樓區柱	420
10F-11F	490	非高樓區柱	280			非高樓區柱	350			非高樓區柱	420
12F-14F	420	梁版	280			梁版	350			梁版	420
15F-16F	350										
17F以上	280										

圖3-3-鋼筋用量曲線變化 (FC490→FC420、FC350)

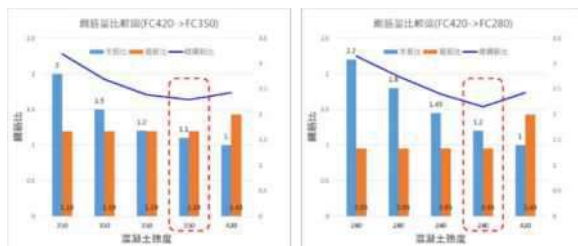


圖3-4-鋼筋用量曲線變化 (FC420→FC350、FC280)

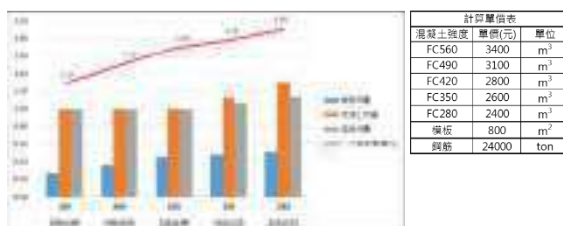
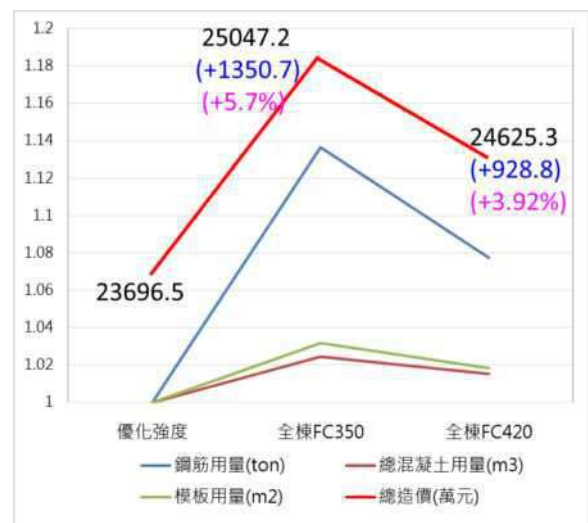


圖3-5不同混凝土強度柱之造價評估

本案採用三種方案評估混凝土強度規劃，分別是方案A(優化強度)、方案B(全棟採用350kgf/cm²)及方案C(全棟採用420kgf/cm²)，各方案強度規劃詳表3.1。方案用量比較詳圖表3-6，由表中可知方案A的上部結構鋼筋量為120kgf/m²，方案B的上部結構鋼筋量為136kgf/m²，而方案C的上部結構鋼筋量為129kgf/m²。方案A的梁柱混凝土與鋼筋總造價約2億3696萬，而方案B約為2億5047萬，比方案A多了1350萬(約占5.7%)，方案C約為



方案	混凝土強度	混凝土造價(萬元)	鋼筋造價(萬元)	模板造價(萬元)	總造價(萬元)
A	優化強度	5623.44	11484.70	6588.38	23696.5
B	全棟FC350	5167.45	13081.76	6798.01	25047.2
C	全棟FC420	5515.77	12401.37	6708.17	24625.3

上部結構					
方案	混凝土強度	鋼筋用量	總混凝土用量(m ³)	混凝土造價(萬元)	鋼筋造價(萬元)
A	優化強度	0.12	16047.8	4770	9378.43
B	全棟FC350	0.136	16340	4248.4	10628.89
C	全棟FC420	0.129	16205	4537.6	10081.81

下部結構					
方案	混凝土強度	鋼筋用量(ton)	總混凝土用量(m ³)	混凝土造價(萬元)	鋼筋造價(萬元)
A	優化強度	0.079	3353.88	853.44	2106.27
B	全棟FC350	0.092	3534.81	919.05	2452.87
C	全棟FC420	0.087	3493.48	978.17	2319.56

圖3-6-各方案總造價比較

四、價值工法(二)-基礎結構最佳化評估

本案位於台北市文山區，參考鄰近地質鑽探報告，土層主要分為兩類，分別

是表土層與砂頁岩層，地下水位均假設在地表。基礎規劃取六個方案作比較，方案A至方案E是筏式基礎配合厚板的組合類型，地梁深度與厚板厚度的方案組合詳圖4-1所示。方案F為優化方案，此方案主樓區採筏式基礎，除超挖區採200公分厚板外其餘區域採80公分薄板，如圖4-2所示。方案A至方案E分別考量混凝土強度為280與350kgf/cm²的比較，方案F的混凝土強度為350kgf/cm²。

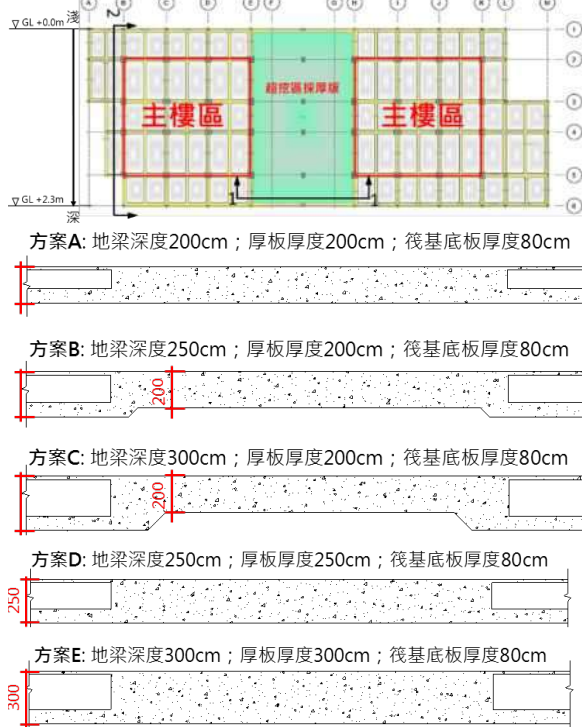


圖4-1-方案A-E配置示意圖

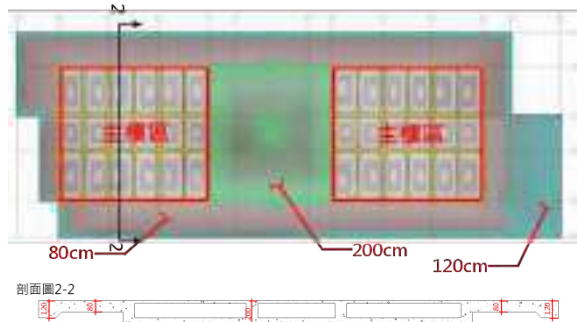
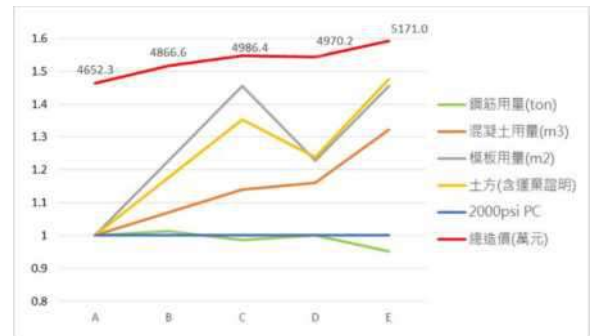


圖4-2-方案F配置示意圖

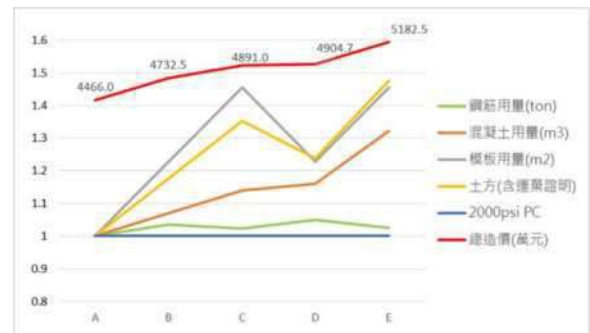
混凝土強度為280kgf/cm²時，方案

A至方案E的用量比較詳圖表4-3所示；混凝土強度為350kgf/cm²時，方案A至方案E的用量比較詳圖表4-4所示，其中可以看出方案A在不同混凝土強度時均有較低的整體造價，若將兩者一起比較可以發現以混凝土強度為350kgf/cm²的方案A是最佳的基礎配置，詳圖4-5。



方案	地梁厚度(cm)	地梁深度(cm)	厚板厚度(cm)	鋼筋用量(ton)	混凝土用量(m³)	模板用量(m²)	土方(含運棄證明)	2000psi PC	總造價(萬元)
A	80	200	200	1002.9	4588.5	3440.4	6681.4	3182.6	4652.3
B	80	250	200	1016.2	4890.3	4223.1	7860.8	3182.6	4866.6
C	80	300	200	900.1	5212.1	5005.8	9038.2	3182.6	4986.4
D	80	250	250	1003.1	5304.2	4223.1	8274.7	3182.6	4970.2
E	80	300	300	954.6	6039.9	5005.8	9866.0	3182.6	5171.0

圖4-3-混凝土強度為280kgf/cm²時的各方案用量比較圖



方案	地梁厚度(cm)	地梁深度(cm)	厚板厚度(cm)	鋼筋用量(ton)	混凝土用量(m³)	模板用量(m²)	土方(含運棄證明)	2000psi PC	總造價(萬元)
A	80	200	200	887.2	4568.5	3440.4	6681.4	3182.6	4466.0
B	80	250	200	919.5	4890.3	4223.1	7860.8	3182.6	4732.5
C	80	300	200	906.9	5212.1	5005.8	9038.2	3182.6	4891.0
D	80	250	250	931.6	5304.2	4223.1	8274.7	3182.6	4904.7
E	80	300	300	909.0	6039.9	5005.8	9866.0	3182.6	5182.5

圖4-4-混凝土強度為350kgf/cm²時的各方案用量比較圖



圖4-5-不同混凝土強度時的各方案用量比較圖

若進一步採用優化方案F，此方案可進一步減少開挖土方量、混凝土及模板用量，詳表4.1，方案F可比方案A再減少160萬元的費用，與E方案相比低了867萬元。

表4.1-方案F的用量資訊表

混凝土用量	4306.3	m ³
鋼筋用量	887.2	tonf
模板	1833.8	m ²
土方	5686.9	m ³
2000psi	3182.6	m ²
總造價	4304.2	萬元

五、價值工法(三)-開挖壁體工法評估

基地土層主要分為兩類，分別是表土層與砂頁岩層，表土層深度約在地表下9.5公尺範圍內。本案開挖深度約16.3公尺主要座落在砂頁岩層。擋土壁體工法針對連續壁、H型鋼樁、預疊樁評估如下：

- 連續壁—在砂頁岩層，連續壁施工機具不易抓掘。

- H型鋼樁—施工過程中會有噪音及振動的問題。
- 預疊樁—可避免打樁振動及噪音的困擾，但需注意防水。預疊樁無法作為永久構造壁體必須再施作外牆。

經施工可行性評估後建議採取預疊樁再加CCP(止水樁)。開挖採順打工法分六階段開挖，安全支撐包含兩層地錨與三層鋼構內支撐，如圖5-1，預疊樁樁徑取2種尺寸評估，分別是直徑60與70公分，樁長為22公尺，開挖分析結果見表5.1。由表中可見，樁徑為60公分時，最大壁體變位為6.35公分，每公尺造價約0.43萬元；樁徑70公分時，最大壁體變位為5.04公分，每公尺造價約0.526萬元。由此可見，以樁徑為60公分時的整體造價最低且最大壁體變位不超過6.8公分(開挖深度/240)。



圖5-1-開挖支撐示意圖

表5.1-不同樁徑時的費用比較表

開挖樁徑 (cm)	分析方向	樁體變位 mm	設計彎矩 tonf-m	設計剪力 tonf	主筋支數	樁型	鋼筋用量 kg/m	鋼筋費用 (萬元/m)	混凝土費用 (萬元/m)	施工費用 (萬元/m)	總費用 (萬元/m)
60	垂直	47.7	48.85	33.78	18-#8	#5@175	90.5	0.217	0.068	0.145	0.430
	垂直	63.5	54.75	32.8							
	垂直	35.8	59.52	38.5							
70	垂直	50.4	67.5	37.15	16-#8	#4@175	78.5	0.188	0.092	0.245	0.526

六、結論

參考文獻

在結構設計中導入價值工程，最主要的關鍵在於方案的評估與比較，方案的研擬除要確實可施工外，還需將可能影響造價的變因納入方案中，方能從各方案歸納得出較佳的整體造價。以本案為例，在結構規劃時，首先仔細計算結構載重，避免重覆計算結構自重，並由鋼筋用量曲線趨勢得出較佳的混凝土強度配置，再以此方案與全棟均為高強度(FC350或FC420)的方案進行比較，最後驗證優化混凝土配置的方案可以得到較小的造價。同樣的方式，在基礎規劃階段，針對可能的規劃具體提出六種方案，從土方量、混凝土用量、鋼筋用量及模板用量等作綜整的比較，最後以主樓區採用筏式基礎與主要超挖區用較厚與部份區域用較薄之版式基礎可得到較小的造價。開挖分析受限地質條件，針對可行壁體種類作初步評估後，選擇預疊樁作為詳細評估，以樁徑60及70公分，比較樁體的混凝土用量、鋼筋用量及施工費，最後得出樁徑60公分時有較小的造價。

由上我們可以了解，要有效的降低結構造價，必須在各個環節均引入價值工程，也就是具體提出各種可行方案，詳細評估其造價的差異，方能得造價較低的規劃。

- [1] 「都市危險及老舊建築物加速重建條例施行細則」，內政部營建署，106，8
- [2] 「建築物耐震設計規範及解說」，內政部營建署，100，7
- [3] 「混凝土工程設計規範與解說」，內政部營建署，106，5

鋼骨鋼筋混凝土(SRC)規劃設計及施工要點

聯邦工程顧問有限公司 陳煥煒 副總經理

前言

鋼骨鋼筋混凝土(Steel Reinforced Concrete，簡稱SRC)，是國內高層建築結構經常使用的構造類別之一，經過適當設計的SRC構造物，可以有效結合鋼骨(以下簡稱SS)與鋼筋混凝土(以下簡稱RC)兩種構造的特性與優點，達到安全且經濟的設計目標。

使用傳統的RC材料建造高樓層結構時，雖然RC勁度高可獲得較佳的舒適性，但因為RC材料較為厚重不利於高樓層結構的耐震設計。如採用SS構造，則建築物相對輕盈許多有利於耐震設計，惟SS構造整體勁度較低，易造成層間位移較大進而影響舒適性。為了同時兼顧高樓結構的耐震性與舒適性，日本工程界率先開發出SRC構造，將RC與SS兩種材料的特性與優點有效結合。

SRC構造的施工方式，通常是先完成鋼骨的梁柱吊裝作業，然後再於鋼骨外側組立鋼筋，最後組立模板及澆置混凝土，雖然說SRC構造同時包含了鋼骨構造及鋼筋混凝土構造的優點，但在設計及施工上SRC構造均較這兩種構造更為複雜，因此除了完善的規劃設計外，更需要仰賴良好的施工管理才能確保其品質。

規劃設計要點

SRC構造因為同時有SS與RC存在，規劃設計時即須考量現場的施工性，而不能僅依照一般鋼構或是一般RC構造進行設計，否則將導致現場無法施工或是施工的品質無法達到設計的原意。早期的SRC構造由於當時國內尚無可遵循的設計規範，設計者所引用的國外設計規範及設計理念往往大相逕庭，設計結果與品質差異甚大，設計圖說亦時常發生鋼骨外側的梁柱主筋量過多或是箍筋不易施工等情形，嚴重影響現場的施工性。所以在設計階段嚴格管控設計圖說的品質是非常重要的，因為設計圖說的品質

除了會直接影響工程經費外，對於施工階段的施工性以及完工後建物的耐震性能皆影響甚鉅。

目前國外主要的SRC構造設計規範中，其設計理念可概分為三大類：第一類為採用「鋼結構的設計公式」，亦即將SRC構造中RC所提供的強度與勁度轉換為等值的鋼骨來進行設計，例如美國AISC-LRFD鋼結構設計規範。第二類為採用「RC結構的設計公式」，亦即將SRC構造中的鋼骨視為提升構件強度與勁度的鋼筋來進行設計，例如美國ACI混凝土結構設計規範。第三類為採用「強度疊加法」，此設計方法係將鋼骨及RC之強度分開計算，然後再將其疊加求得SRC構件的強度。

例如日本建築學會 (Architecture Institute of Japan, AIJ) SRC設計規範。

■鋼筋混凝土、鋼骨鋼筋混凝土、鋼骨構造的特性與差異比較

	RC 鋼筋混凝土構造	SRC 鋼骨鋼筋混凝土構造	SS 鋼骨構造
適用建築類型*	低、中、高層建築	中、高層建築 (適用於高層住宅及 大層辦公室等用途)	高層及超高大樓
建築成本	低	高	高
主要構造材料	鋼筋、混凝土	鋼骨、鋼筋、混凝土	鋼骨
主要構造斷面	實	中	輕
抗震及地震 震動程度	中	中	較大
抗震方式	鋼筋與板、梁、柱 工時比、抗震性能	鋼骨、鋼筋與板、梁、 柱工時比、抗震性能	鋼骨與板、梁、 柱工時比、抗震性能
建築師主	變化較少	介於二者中間	高度可多變化
施工時間	長	長	短
施工複雜度	高	複雜	中
施工現場性	中	高	高
耐火性	佳	佳	較佳
鋼骨腐蝕	佳	佳	較佳
環保度	施工過程較多 建材使用量已少減	介於二者中間	施工過程較少 建材使用量已少減

國內現行的「鋼骨鋼筋混凝土構造設計規範與解說」，採用強度疊加設計法，其中鋼骨強度計算採用LRFD的設計規範，而RC強度則採用ACI的設計規範，分別求得設計強度之後再疊加即為SRC構材的強度。由於國內的設計規範僅規定強度疊加以及SRC柱內鋼骨斷面積不得少於構材全斷面積的2%，並沒有限制SS與RC各自須承擔強度的最少比例，所以設計者是可以選擇較接近RC的設計方式，即鋼骨斷面最小化，或是較接近SS的設計方式，即鋼筋用量最小化。然而這兩種設計方式，前者因為在原本鋼筋就很密集的RC構件內額外增加了鋼骨斷面，施工性自然是不佳，而後者施工性雖然好，但由於鋼骨的使用量會較多，因此工程經費勢必增加，如何兼顧施工性與成本控制便是規劃設計時最重要的課題。

經驗上如要同時兼顧施工性與成本控制，設計過程可以先從鋼筋的施工可行性來進行考量，首先以鋼骨外側鋼筋可排置施工的條件來決定SRC梁柱構件鋼筋最多可以配置的支數，外尺寸相同的SRC構件當其強度需求不同時，可以固定使用相同的鋼筋支數(可施工條件的最大用量)並調整內部的鋼骨斷面(鋼骨外尺寸不變，僅改變鋼板厚度)。由於此方法係在考量鋼筋可施工的前提下，將成本較低的鋼筋用量最大化，所以可以達到兼顧施工性與成本控制的設計目標。

施工要點

SRC構造包含鋼骨及RC二種材料，施工階段較傳統RC構造繁複，設計者必須在規劃設計階段妥善考量並繪製完整的設計圖說供承包廠商據以完成施工詳圖以及進行後續施工，避免施工階段衍生出其他問題。

SRC構造除了鋼骨部份的施工必須嚴格管控工程品質外，RC部份的施工也需要比傳統RC構造更細膩精確的施工配合，才能夠確保整體結構的工程品質，以下列舉幾項SRC構造中現場施工時較常見的施工問題以及處理的原則。

(一) 梁柱主筋施工性

SRC構造梁柱主筋施工性不佳，為工地經常發生的問題之一，尤其是SRC構造中較複雜的梁柱接頭處，除設計過程應確實檢討鋼筋配置及混凝土施工的可行性外，施工廠商於施工前亦應確實繪製

鋼構施工詳圖及鋼筋施工大樣圖，若發現有不合理或難以施作處應回饋給設計者進行圖說修改。惟國內多數的專業施工廠商並未落實施工前繪製鋼筋施工大樣圖及檢討鋼筋的工作性，因此時常發生鋼構組立之後鋼筋無法施工的狀況，等到施工中再回饋給設計單位重新檢討修正圖說，往往會影響施工進度及工程品質。

原則上SRC梁柱構件的主筋配置不宜過多，SRC梁上下層主筋一般以單層配置為宜，梁主筋如採用續接器與鋼柱續接，主筋間距宜考量續接器的銲接作業空間，通常梁主筋中心間距應維持8至10公分。SRC柱考量鋼筋施工性較佳的配筋方式是每個角落3支主筋，如果在鋼筋需要承擔較多應力的狀況時，可以考慮加大主筋號數或是採用束筋。

SRC梁配合建築設計機能常常必須偏心，梁偏心易造成柱主筋與鋼梁翼板相抵觸，或是大梁主筋與角落的柱主筋相衝突，規劃設計時宜盡量避免SRC梁偏心的情形，如果SRC梁必須偏心應於規劃設計階段即事先考量相關梁柱主筋如何施作，並繪製設計大樣圖。

(二) 柱箍筋施工性

柱箍筋不易施工亦為SRC構造工地常發生的問題之一，尤其是在梁柱接頭區域的箍筋更是不容易施作，就設計需求柱箍筋必須是閉合的型式，但由於受到梁柱接頭區域鋼梁的影響等因素，無法像RC構造事先將箍筋套入柱內，SRC梁柱接頭區域的柱箍筋通常必須以四支

L型鋼筋組合的方式施工，且4支L型鋼筋須以搭接及銲接方式組成，所以在規劃設計階段，如果設計者未能妥善規劃設計，不僅現場會很難施工，同時也會影響箍筋的圍束效能。



SRC柱角落斜角繫筋照片1



SRC柱角落斜角繫筋照片2



使用角鋼輔助SRC柱主筋定位

(三) 樓版採用鋼承板

在SRC構造中通常小梁跟樓版會採用RC構造，但也有SRC構造的樓版規劃採用鋼承板設計或是當作樓版的模板支撐之案例，雖然採用鋼承板可以提高施工效率、節省人力以及增加高空作業的安全性，但鋼承板如果直接跨於鋼梁之上將會造成SRC大梁箍筋無法施工，所以鋼承板與鋼梁間必須設置支撐角鐵，相對需要花費更多的結構成本。

(四) 混凝土填充性

由於SRC構造同時有鋼骨與鋼筋，相較於RC構造混凝土可穿越的間隙更小，且鋼柱內有橫隔板等會阻礙混凝土的流動性及填充性，與傳統的RC構造施工性大不相同，必須使用具有較高流動性能的混凝土。如仍沿用傳統RC構造物之混凝土配比進行施工，易因混凝土坍度或流動性不足，造成現場混凝土澆置作業不易，混凝土澆置搗實不足，在鋼梁翼板下方及梁柱接頭區易形成蜂窩現象。此外粗骨材之最大粒徑如未限制，易造成混凝土材料析離現象，於梁柱內形成填

充不實的孔隙。

(五) 雙順打(三順打)工法

由於SRC構造的施工方式，通常是先完成鋼骨的梁柱吊裝作業，然後再於鋼骨外側組立鋼筋，最後組立模板及澆置混凝土，因此SRC構造的工期通常會比RC或是SS構造冗長許多。為了有效縮短SRC構造的工期，目前國內的SRC構造已發展出地上雙順打(三順打)工法，然而使用此種特殊施工方式，承包商必須配合實際施工進度規劃，檢核施工期間各階段結構構件的安全性，以避免施工期間發生地震造成建築物損傷。一般施工中的建築物因其載重有限，所以耐震性通常較無問題，但SRC構造如採用地上雙順打(三順打)工法時，施工過程會有頭重腳輕的狀況，此時如果發生地震在尚未澆置混凝土的樓層因為僅有鋼骨梁柱構件，就有可能因為構件的強度不足而超過彈性限度。



地上層三順打工法照片1



地上層三順打工法照片2



地上層三順打工法照片3

結論與建議

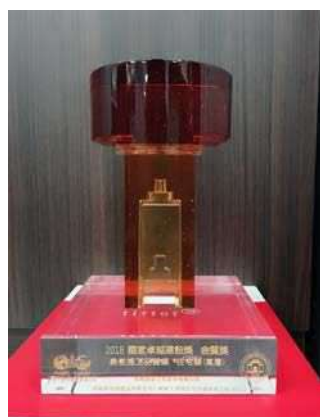
一般消費者普遍有SRC構造比RC構造耐震能力好的迷思，其實耐震能力不會因結構構造類別而有差異，任何一棟建築物只要符合耐震設計規範，無論結構形式是RC、SS或是SRC都具有同樣好的耐震能力。不過因為SRC構造在施工期間的作業項目遠較RC構造繁雜，通常施工廠商必須具備特別之專業施工技術以及品質控制能力，同時監造單位亦需具備相關的監造能力，如果從這個觀點來看或許SRC構造整體的結構工程品質確實會優於傳統的RC構造。

由於建築物主體結構的類型選擇是多元性的，業主及設計者在規劃設計階段應考量安全性、經濟性、美觀性、機能性及施工性等因素，選定最適合的構造類別。如果已選擇採用SRC構造作為主體結構時，則設計者在SRC規劃設計過程即應將日後的施工性納入設計考量，而承包商在施工前必須充分理解設計的原意，同時依據計圖說先完成鋼構及RC的施工詳圖，如發現有不合理或是難以施作處應回饋給設計者進行圖說修改，惟有設

計單位、監造單位及施工單位均能共同致力於相關作業的品質提昇，方能獲致預期的SRC構造工程品質。

參考資料

- 1.鋼骨鋼筋混凝土構造設計參考規範與解說，內政部建築研究所，民國92年。
- 2.鋼骨鋼筋混凝土施工規範之解說編訂，內政部建築研究所籌備處，民國84年。
- 3.鋼骨鋼筋混凝土構造設計規範與解說，內政部，民國93年。
- 4.鋼骨鋼筋混凝土工程規劃設計及施工要點實務-結構工程系列，財團法人臺灣營建研究院。
- 5.安全耐震的家-認識地震工程，國家地震工程研究中心，民國98年。



將捷 MIT
本案榮獲 2018 年國家卓越建設獎 金質獎
最佳施工品質類 住宅類(高層)

忠明營造工程股份有限公司

公司地址：台北市中山區松江路 126 號 15 樓

連絡電話：02-2356-2666/公司傳真：02-2536-1705



將捷股份有限公司

林長勳聯合建築師事務所

將捷文創實業-葛林之森

忠明營造工程股份有限公司

和群室內裝修股份有限公司

結元科技股份有限公司

將捷建設股份有限公司

永捷資產管理股份有限公司

財團法人慈暉文教基金會

10457 台北市中山區松江路 126 號 15F

TEL : (02)2536-2666 FAX : (02)2536-1705

<http://www.fabulousgroup.com.tw/>