

建築工程技術發展與整合應用計畫(一)  
協同研究計畫第 1 案  
鋼結構監造手冊之編訂研究

內政部建築研究所協同研究成果報告

中華民國 111 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)



# 建築工程技術發展與整合應用計畫(一)

## 協同研究計畫第 1 案

### 鋼結構監造手冊之編訂研究

研究主持人：蔡綽芳

協同主持人：楊勝德

研究員：邱尚孝、呂昀恩、李台光、周楷峻

研究助理：廖信祥、游其海

研究期程：中華民國 111 年 3 月至 111 年 12 月

### 內政部建築研究所協同研究成果報告

中華民國 111 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)



## 目 次

目 次 .....	i
表 次 .....	iii
圖 次 .....	v
摘 要 .....	vii
Abstract .....	ix
第一章 緒 論 .....	1
第一節 研究緣起.....	1
第二節 研究目的.....	2
第三節 研究範圍.....	2
第四節 研究流程及方法.....	2
第五節 研究進度.....	4
第二章 監造工作之內涵 .....	5
第一節 國內法規有關監造之規定.....	5
第二節 美國特別監造制度.....	8
第三節 國內耐震標章認證制度概述.....	12
第四節 鋼結構監造工作之內涵.....	13
第三章 鋼結構特性、材料、施工流程 .....	15
第一節 鋼結構特性.....	15
第二節 鋼結構材料 - 鋼板及其製品.....	15
第三節 鋼結構材料-高強度螺栓及其他.....	30
第四節 鋼結構材料之查驗.....	33
第五節 鋼結構施工流程.....	33
第四章 鋼結構監造於施工前之準備工作 .....	37
第一節 設計圖說及契約規定.....	37
第二節 鋼結構監造計畫.....	39
第三節 鋼結構製作圖之審查.....	43
第五章 工廠製作與監造 .....	45
第一節 材料檢驗.....	45
第二節 放樣、裁切.....	45
第三節 一次組裝與鍛接.....	46
第四節 整形.....	48
第五節 二次加工與鍛接.....	49

第六節	預裝（試拼裝）	52
第七節	表面處理與塗裝	53
第八節	工廠製作之監造	54
第六章	工地吊裝、組立與監造	61
第一節	基礎錨栓埋設校正	61
第二節	吊裝、組立、校正	62
第三節	高強度螺栓之鎖緊作業	65
第四節	工地鍛接作業	70
第五節	非梁柱構件及斜撐之吊裝	74
第六節	鋼承板、剪力釘	75
第七節	工地吊裝組立之監造	76
第八節	工地塗裝與補漆	77
第七章	鍛接、非破壞檢測與監造	87
第一節	鍛接方法概述	87
第二節	鍛接程序書與鍛接人員資格	90
第三節	非破壞檢測方法概述	93
第四節	非破壞檢測人員資格	100
第五節	非破壞檢測與監造	100
第八章	結論及建議	103
第一節	結論	103
第二節	建議	106
參考書目		107
附錄一	鋼結構工程施工品質管制相關表格	109
附錄二	期中報告審查委員意見與研究團隊回應	135
附錄三	期末報告審查委員意見與研究團隊回應	139
附錄四	第一次專家座談會紀錄	143
附錄五	第二次專家座談會紀錄	147
附錄六	第三次專家座談會紀錄	153
附錄七	第四次專家座談會紀錄	161
誌 謝		165

## 表 次

表二-1 公共工程三層級品質管理制度之主要工作項目 .....	6
表二-2 公共工程預算金額及監造計畫之內容 .....	6
表三-1 CNS 13812 建築結構用軋鋼料之化學成分 .....	24
表三-2 CNS 13812 建築結構用軋鋼料之降伏點或降伏強度、抗拉強度、降伏比及伸長率 .....	25
表 三-3 建築結構用軋延 SN490YB/YC 鋼料(CNS 13812-12).....	26
表 三-4 CNS 2947 鍛接結構用軋鋼料之化學成分 .....	26
表 三-5 CNS 2947 鍛接結構用軋鋼料之降伏點或降伏強度、抗拉強度及伸長率	27
表 三-6 高強度耐震結構用鋼 CSC SM570M 化學成份與機械性質 .....	29
表 三-7 高強度耐震結構用鋼 CSC SM570M 鋼板性質要求 .....	30
表 三-8 高強度螺栓之(試片)物理性質 .....	31
表 三-9 高強度螺栓組合製品之拉力負載 .....	31
表 三-10 高強度螺栓組合之軸力強度(螺栓組合尾端脫落時之軸力) .....	31
表 三-11 高强度螺栓抽驗比例表 .....	32
表 三-12 剪力釘熔接部之拉伸負載 .....	33
表 六-1 各鎖固方法之檢驗方式 .....	68
表 六-2 S10T/F10T 螺栓安裝前驗證試驗之軸拉力 .....	69
表 六-3 高強度螺栓螺帽旋轉法之初始鎖緊扭力值 .....	70
表 六-4 S10T 及 F10T 螺栓之最小預拉力 .....	70
表 六-5 預熱及鍛道間之最低溫度(CNS 系列常用鋼材) .....	73
表 六-6 安裝作業程序及管理事項 .....	78
表 六-7 鍛接作業檢測重點 .....	80
表 七-1 瑕疵所在位置與非破壞檢測方法選用 .....	99
表 七-2 鋼結構非破壞檢測方法應用與評估 .....	99

## 附錄一 鋼結構工程施工品質管制相關表格

表 A - 1 鋼結構工程施工計畫審查重點表 .....	111
表 A - 2 鋼結構工程主要監造項目 .....	112
表 A - 3 材料設備送審管制總表 .....	113
表 A - 4 材料設備檢（試）驗管制總表 .....	114
表 A - 5 鋼結構工程材料查驗頻率及標準表 .....	115
表 A - 6 鋼結構工廠製作查驗頻率及標準表 .....	116
表 A - 7 鋼結構工地基礎錨定螺栓、高強度螺栓、構件安裝查驗頻率及標準表 .	117
表 A - 8 鋼結構鋸接查驗頻率及標準表 .....	118
表 A - 9 鋼結構接合處及剪力釘施工查驗頻率及標準表 .....	120
表 A - 10 鋼構件工廠施工品質抽查記錄表 .....	121
表 A - 11 鋼構件成品施工品質抽查記錄表 .....	122
表 A - 12 基礎錨定螺栓施工品質抽查記錄表 .....	124
表 A - 13 高強度螺栓施工品質抽查記錄表 .....	125
表 A - 14 鋼構工地安裝精度施工品質抽查記錄表 .....	126
表 A - 15 工地鋸接施工品質抽查記錄表 .....	127
表 A - 16 剪力釘植釘施工品質抽查紀錄表 .....	129
表 A - 17 鋼承板施工品質抽查紀錄表 .....	130
表 A - 18 鋼構架接合處細部施工品質抽查紀錄表 .....	131
表 A - 19 BRB 施工品質抽查紀錄表 .....	132
表 A - 20 箱型柱內灌漿施工品質抽查記錄表 .....	133

## 圖 次

圖 一-1 研究流程圖 .....	3
圖 一-2 研究進度 .....	4
圖 三-1 鋼材拉力試驗之應力、應變示意圖 .....	18
圖 三-2 高低韌性材料應力、應變曲線之比較 .....	20
圖 三-3 斷尾螺栓一 .....	31
圖 三-4 斷尾螺栓二 .....	31
圖 三-5 斷尾螺栓三 .....	31
圖 三-6 鋼結構品管作業及工廠製作流程圖 .....	34
圖 三-7 鋼結構工地安裝作業流程圖 .....	36
圖 四-1 轉換層鋼柱示意圖 .....	44
圖 五-1 箱型柱內之 ESW .....	47
圖 五-2 ESW 鍔道外觀（左）、ESW 鍔接垂直剖面示意圖（右） .....	47
圖 五-3 梁端翼板梯形切削高韌性接頭示意圖 .....	50
圖 五-4 減弱式接頭型式 .....	50
圖 五-5 使用自動銑刀設備扇形孔細部 .....	51
圖 五-6 AWS D1.8 扇形孔細部 .....	51
圖 五-7 梁開孔補強示意圖 .....	52
圖 五-8 工廠製作施工照片集 .....	57
圖 六-1 鋼結構校正作業流程圖 .....	64
圖 六-2 高強度螺栓材料檢驗及鎖固作業流程圖 .....	65
圖 六-3 直接張力指示器 .....	67
圖 六-4 直接張力指示器鎖緊法 .....	67
圖 六-5 工地現場電鍔作業流程圖 .....	71
圖 六-6 斜撐構件示意圖 .....	74
圖 六-7 BRB 構件詳圖 .....	75
圖 六-8 工地吊裝施工照片集 .....	82
圖 七-1 預檢定或已檢定合格鍔接程序書作業流程圖 .....	91
圖 七-2 鍔道缺失 .....	101



## 摘要

關鍵詞：鋼結構建築物、監造、連續性監造、週期性監造

### 一、研究緣起

鋼材具有高強度、韌性和延展性，為興建耐震建築的理想選擇。但鋼結構在工廠製作與現場安裝均需嚴謹的品質控制，監造人員如何監督施工單位依其施工及品質計畫施工，確保鋼結構施工品質，為興建鋼結構建築之重要課題。

本研究之目的為依據鋼結構之作業特性，彙整國內外關於鋼結構之設計、施工規範，分析鋼結構施工流程各階段之品質管制要點，編製鋼結構監造手冊，使監造人員能快速了解並掌握鋼結構品質查核重點，有效監督工程品質。

### 二、研究方法及過程

本研究透過文獻回顧、案例分析、專家座談回饋、鋼構廠及工地參訪等方法進行研究。本研究共舉辦四次專家座談，經由專家的經驗回饋，使建築鋼結構監造手冊之編訂更為完備。

### 三、重要發現

監造人員職責為擬訂施工單位依循的監造計畫、監督施工單位依其施工及品質計畫施工。監造作業頻率分連續性及週期性監造。連續性監造指在施工過程中須有監造人員在場監督。週期性監造則為施工完成後於檢驗停留點抽驗施工品質。建築鋼結構施工流程中各工項之連續性或週期性監造如下分類：

- 基礎錨栓定位校正與保護為週期性監造，相關混凝土澆灌為連續性監造。

續性監造。

- 鋼接程序規範書及鋸接人員資格為事前核准的監造工作。
- 工廠製作過程一般為週期性監造，監造重點為材料檢驗、鋸接程序查驗、隱蔽部分查驗。
- 工地吊裝、組立、校正及螺栓二階段鎖固為週期性監造。
- 工地鋸接進行中為連續性監造，監造重點為鋸材確認、鋸接程序、電流、電壓、層溫與天候管理。
- 配合第三方鋸道非破壞性檢測為週期性監造
- 剪力釘植鋸為週期性監造。

#### 四、 主要建議事項

立即可行之建議：定期舉辦鋼結構監造研討會推廣研究成果

主辦機關：建築師公會

協辦機關：內政部建築研究所

建築師統籌主持建築物之監造，但一般進駐工地監造人員缺乏鋼結構之製造、施工、品質檢驗等專業知識。本研究說明建築鋼結構構件設計、製作、組裝的基本觀念及監造要點。除於建研所網站提供研究成果下載，建議建築師公會定期舉辦鋼結構監造相關主題研討會，說明鋼結構材料特性及施工步驟，週期性與連續性監造之監造時機，培養監造人員關於鋼結構應有之基本素養與認知，以勝任鋼結構建築物之監造工作。

# Abstract

Keywords: structural steel buildings, construction inspections, continuous inspections, periodic inspections

Steel has high strength, toughness and ductility, making it ideal for earthquake-resistant buildings construction. However, quality control is important for manufacturing steel structural elements in factories and on-site installation. Therefore, an important issue for steel building construction is how to supervise contractors' construction to ensure the construction quality.

The purpose of this research is to summarize the design and building codes of steel construction in Taiwan and abroad, analyze the key points of quality control at each stage of the steel construction process, and compile a steel construction inspection manual, so that the inspectors can understand the key points of steel construction quality control, and supervise the project quality effectively.

This research is conducted through literature review, case study, feedback from expert discussions, visits to steel structure factories and construction sites, etc. In conclusion the study compiles a steel construction inspection manual. Four expert discussions were held in this study. Through the feedback from experts, the content of the steel construction inspection manual was enhanced.

The responsibilities of the inspector are to prepare an inspection plan to be followed by the contractor and manufacturer, and to supervise the contractor and manufacturer to perform steel construction in accordance with its quality control plans. The frequency of inspections is divided into continuous and periodic inspection. Continuous inspection means that there

must be inspectors present to supervise the construction process. Periodic inspection refers to checking construction quality at the inspection stop point after the construction is completed.

The steel construction processed require continuous or periodic inspection as following:

- The positioning, correction and protection of foundation anchor bolts require periodic inspection, and concrete placement requires continuous inspection.
- Welding procedure specifications and welder qualification are pre-approved supervision work.
- The manufacturing of fabricated items at plants need periodic inspection in general, and the focuses are material identification, welding procedure inspection, and hidden part inspection.
- The on-site assembling and high-strength bolting require periodic inspection.
- On-site welding need continuous inspection, and the supervision focuses on control and handling welding consumables, environment conditions, and ensuring WPS followed by welders.
- Coordinate with third-party non-destructive testing of welded joints need periodic inspection.
- The construction of steel headed stud anchors is subject to periodic inspection.

## 第一章 緒論

### 第一節 研究緣起

鋼材的強度高、自重輕，且可以 100%回收使用，屬於有利於永續循環使用的環保材料。營建產業應用方面，鋼材應用於建築物及橋梁之平均生命週期可達 40-100 年；鋼材經過適當的耐腐蝕處理，更可大幅延長生命週期。在建築產業碳足跡方面，鋼筋混凝土構造建築之 CO<sub>2</sub> 排放量為鋼構造建築的 1.4 倍，鋼結構建築相較於鋼筋混凝土建築，具有使用壽命長、輕量化、回收性佳及減少水泥使用量之優勢，並可減緩砂石開採對河川之破壞(吳致呈、陳俊達, 2012)。發展鋼結構建築，符合節能減碳的世界潮流及溫室氣體淨零排放的國家政策。

臺灣地狹人稠，為提供足夠生活空間，高層建築為必然之發展趨勢。臺灣地震頻繁，鋼結構的材料具有高強度，剛度，韌性和延展性及施工快速等優點成為興建高層建築的理想選擇。然而，高層建築若因施工不當而導致工程災害，將造成極大的生命和財物損失。因此如何確保鋼結構施工品質，為興建鋼結構建築之重要課題。

行政院公共工程委員會頒佈的三級品管制度中，監造屬二級品管，職責為監督查核施工單位之施工以確保工程品質。鋼構造雖具有可在鋼構廠預先製作及工地吊裝組立快速等優點，但工廠製作與現場安裝均需嚴謹的品質控制。然而，國內鋼構廠素質良莠不齊，一般小型鋼構廠對於鋼結構之品質管理觀念並不一致，在品質管控上落差較大。而自 921 震災以後，使用鋼結構的建築物愈來愈多，主要鋼構廠的產能無法滿足需求，致使二線與三線鋼構廠承包大量工程，施工品質勘虞。監造人員若缺乏足夠之鋼結構品管知識，則難以監督廠商做好品質管理，嚴重影響鋼結構的施工品質。因此，如何輔助監造人員有效

監督鋼構造之製作、施工品質，為鋼結構建築品管之重要課題。

## 第二節 研究目的

鋼構施工步驟有其特殊的程序，如繪製製作圖、廠內製作、再現場吊裝組立、鋁接而後完成，每個階段都有專業的作業程序。

本研究之目的為依據鋼結構之作業特性，彙整國內關於鋼結構之設計、施工規範，分析鋼結構施工流程各階段之品質管制要點，編製鋼結構監造手冊，使監造人員能快速了解並掌握鋼結構品質查核重點，有效監督工程品質，並符合國內法令對工程監造業務之要求。

### 預期目標

1. 提供營建業一本實用的鋼結構監造手冊，供監造人員參考應用。
2. 提供監造人員瞭解鋼結構材料特性、施工步驟、鋁接、非破壞檢測、及其注意事項與查驗重點。
3. 協助品管人員做好鋼結構品質管理、確保鋼結構施工品質。
4. 提升營建業整體之鋼結構施工品質及鋼結構建築物耐震能力。

## 第三節 研究範圍

本研究以目前國內建築業之監造法規中所規定之監造工作範圍與內容、及國內外鋼結構建築物相關施工規範，編訂符合國內建築產業現況之鋼結構監造手冊。

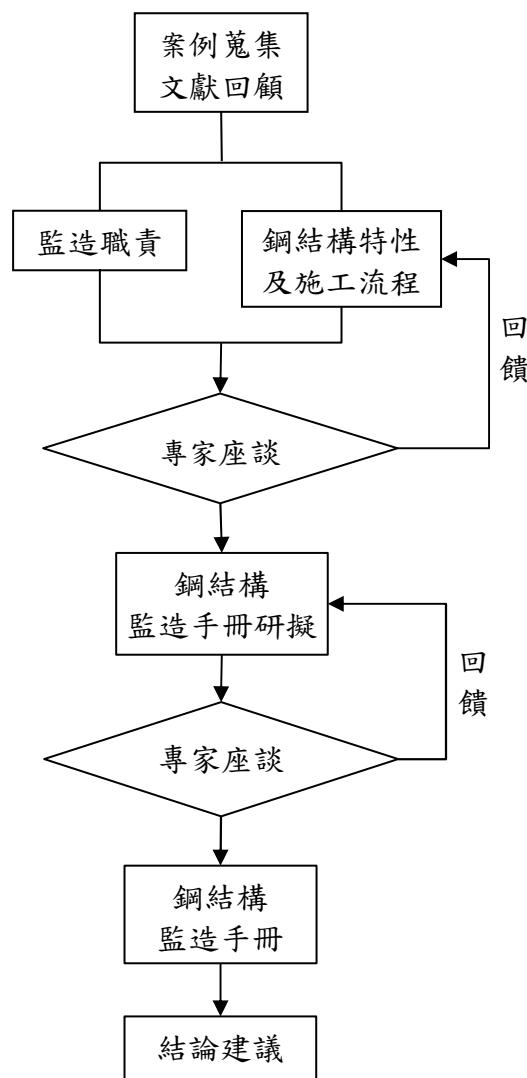
## 第四節 研究流程及方法

本研究以建築鋼結構監造、相關文獻回顧分析、案例調查蒐集、專家座談等方法進行研究，研究流程如（圖一-1 研究流程）：

1. 資料蒐集、文獻回顧、案例分析：蒐集國內外的鋼結構建築監

造相關研究與案例，歸納分析鋼結構監造查核重點與內容。

2. 鋼結構監造手冊：依據文獻、案例歸納分析結果編訂鋼結構監造手冊。
3. 專家座談、訪談：經由專家的經驗回饋，提供鋼結構監造查核重點與內容之修正建議。



圖一-1 研究流程圖

## 第五節 研究進度

本研究之進度安排如（圖一-2）。

工作項目 月	第 1 個 月	第 2 個 月	第 3 個 月	第 4 個 月	第 5 個 月	第 6 個 月	第 7 個 月	第 8 個 月	第 9 個 月	第 10 個 月
相關案例、文 獻蒐集										
鋼結構監造手 冊研擬										
專家座談										
期中報告										
鋼結構監造手 冊修訂										
專家座談										
成果報告										
預定進度 (累積數)	15%	25%	40%	45%	55%	65%	70%	80%	90%	100%

研究期間：111 年 3 月~111 年 12 月

圖一-2 研究進度

## 第二章 監造工作之內涵

### 第一節 國內法規有關監造之規定

#### (一) 建築法及建築師法

《建築法》第 13 條規定：建築物設計人及監造人為依法登記開業之建築師，但有關建築物結構及設備等專業工程部分，除五層以下非供公眾使用之建築物外，應由承辦建築師交由依法登記開業之專業工業技師負責辦理，建築師並負連帶責任。

《建築法》僅規定監造人之資格，對監造業務內容並無詳細規定。《建築師法》則對監造業務有較為具體之內容，於第 18 條規定：

- 一、監督營造業依照前條設計之圖說施工。
- 二、遵守建築法令所規定監造人應辦事項。
- 三、查核建築材料之規格及品質。
- 四、其他約定之監造事項。

#### (二) 公共工程施工品質管理制度及採購法有關監造之規定

為保障公共工程品質，行政院於民國 111 年修正之《公共工程施工品質管理制度》，其中分三級品管：第一級之品質管制，由施工廠商建置管制系統，提報施工計畫、品質計畫，實施自主檢查；第二級之施工品質查證，由主辦機關暨監造單位、上級機關建置查證系統，監造單位須提報監造計畫，實施督導查驗，主辦機關及上級機關得視工程需要設置「工程督導小組」；第三級之工程施工查核，由辦理施工品質查證之上級單位辦理。各級主辦單位之主要工作項目詳（表二-1）。

政府推動三級品管制度是為了建立有效的品質管理系統，藉以督促、矯正、預防廠商品質管理的缺失，以提昇公共工程的品質。在執行上，公共工程的施工品質必須由施工廠商做到自主檢查、品質管制

及品質稽核的品管體系獨立完成(工程會品管班教材單元一、第一章)。

監造單位的工作主要在監督施工單位落實其品管體系。

表二-1 公共工程三層級品質管理制度之主要工作項目

廠商(一級)	主辦機關(監造單位)(二級)	工程主管機關(三級)
1.訂定品質計畫並據以推動實施 2.成立內部品管組織並訂定管理權責及分工 3.訂定施工要領 4.訂定品質管理標準 5.訂定材料及施工檢驗程序並據以執行 6.訂定自主檢查表並執行檢查 7.訂定不合格品之管制程序 8.執行矯正與預防措施 9.執行內部品質稽核 10.建立文件紀錄管理系統	1.訂定監造計畫並據以推動實施 2.成立監造組織並訂定權責分工 3.審查品質計畫並監督執行 4.審查施工計畫並監督執行 5.抽驗材料設備品質 6.抽查施工品質 7.執行品質稽核 8.建立文件紀錄管理系統	1.設置查核小組 2.實施查核 3.追蹤改善 4.辦理獎懲

表二-2 公共工程預算金額及監造計畫之內容

工程金額	一百萬 ~ 一千萬元	一千萬 ~ 五千萬元	五千萬元以上
監造計畫內容	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 監造組織及權責分工</li> <li>● 品質計畫審查作業程序</li> <li>● 施工計畫審查作業程序</li> <li>● 材料與設備抽驗程序及標準</li> <li>● 施工抽查程序及標準等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 監造範圍</li> <li>● 監造組織及權責分工</li> <li>● 品質計畫審查作業程序</li> <li>● 施工計畫審查作業程序</li> <li>● 材料與設備抽驗程序及標準</li> <li>● 施工抽查程序及標準等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 監造範圍</li> <li>● 監造組織及權責分工</li> <li>● 品質計畫審查作業程序</li> <li>● 施工計畫審查作業程序</li> <li>● 材料與設備抽驗程序及標準</li> <li>● 施工抽查程序及標準</li> <li>● 品質稽核</li> <li>● 文件紀錄管理系統等</li> </ul>

為落實監造作業、確保公共工程施工符合其設計及規範之品質要求，行政院公共工程委員會(以下簡稱工程會)，訂定《公共工程施工品

質管理作業要點》(以下簡稱作業要點)，其中於第 8 點規定監造作業要點：機關應視工程需要，指派具工程相關學經歷之人員或機構負責監造。並規定新臺幣一百萬元以上工程，監造單位應提報監造計畫，現場監造人員並依據監造計畫執行監造作業；且依工程預算金額劃定監造計畫之內容（表二-2）。

於第 11 點規定監造單位及其所派駐現場人員工作重點，有關於監督施工單位施工之工作重點包括：

- (一) 訂定監造計畫，並監督、查證廠商履約。
- (二) 施工廠商之施工計畫、品質計畫、預定進度、施工圖、施工日誌、器材樣品及其他送審案件之審核。
- (三) 重要分包廠商及設備製造商資格之審查。
- (四) 訂定檢驗停留點，辦理抽查施工作業及抽驗材料設備，並於抽查（驗）紀錄表簽認。
- (五) 抽查施工廠商放樣、施工基準測量及各項測量之成果。
- (六) 發現缺失時，應即通知廠商限期改善，並確認其改善成果。
- (七) 督導施工廠商執行工地安全衛生、交通維持及環境保護等工作。

為因應公共工程採購之需要，基於《採購法》第 22 條，政府訂定《機關委託技術服務廠商評選及計費辦法》(以下簡稱《技服辦法》)，其中第 7 條、監造服務採購之內容即根據「作業要點」之規定訂定。

### **(三) 地方法規有關營建工程監造之規定**

地方法規有關營建工程監造之規定以工程會之規定為基礎，再對落實監造品質方面補充規定。如《臺北市政府公共工程施工品質管理作業要點》第 5 點規定強調監造單位依工程規模、性質、設計圖說、規範及各分項工程間之關聯性，就涉及影響結構安全部分、隱蔽部分、

重要施工項目之施工作業（含假設工程）及材料設備檢驗等，應明確訂定檢驗停留點。

新北市則於《新北市建築管理規則》及《新北市政府建築物監造、施工計畫書及品質管理作業要點》中規定監造人及承造人應依工程特性、設計圖說及建築相關法令，分別先由監造人擬定監造計畫書及監造查核表，承造人再據以擬定施工計畫書及施工自主檢查表。並於《新北市監造計畫書範本》前言中敘明：「監造人應按照工程類別或部位類別之施工流程，為保證施工品質能符合設計品質的要求，將施工過程中的監造項目、監造標準、檢查項目及抽查等事前計劃並加以表格化，作為施工品質保證的執行依據。」

## 第二節 美國特別監造制度

現今美國絕大部分地區採用之建築法規為國際建築規範 (International Building Code, IBC)；此外，IBC 也被全球多個地方使用，包括加勒比共同體(CARICOM)的 15 個國家、牙買加，和喬治亞。同時，IBC 也成為墨西哥、阿布達比和海地等國建築規範的基礎(Kelechava, 2021)。

因自然災害造成重大結構損壞的常見因素是施工不符合現行規範與標準，在施工期間進行專門監造並增加檢查頻率有助於緩解施工不良問題。因此 IBC 規定針對需要特殊知識和專門技術的材料與構件的製造及施工須進行特別監造，以確保施工品質符合設計圖說、規範和標準的要求。

### (一) 特別監造

2021 年版 IBC 第 110 小節規定建築物在獲得許可前須通過主管機關之查驗，查驗項目中包括需要特別監造的結構構造。IBC 第 17 章「特別監造與試驗(Special Inspections and Tests)」規範了材料和構件試驗的

程序和標準，其主要目的是規定必須進行特別監造的構造類別，及必須向建築主管機關提供的驗證文件。

特別監造主要針對建築物的結構系統，包括基礎、牆、柱、梁、樓板、及屋頂。這些系統的施工不良可能導致建築物倒塌，造成生命財產的損失。於非結構構件，若涉及防火安全，亦需要特別監造。鋼結構施工即屬於需要進行特別監造的構造類別。

## (二) 特別監造人員資格及職責

特別監造人員由具備專業知識與技能之個人擔任，其資格須經建築主管機關認證。建築主管機關不聘請特別監造人員，而是由業主或業主指定的代理人聘請並支付報酬。IBC 不允許承攬廠商僱用特別監造人員，以避免利益衝突。

於申請建築許可時，設計單位應提交特別監造說明。特別監造人員應於開始監造前徹底檢閱並理解特別監造內容。特別監造人員之職責包括：

- 事前之準備工作：檢閱特別監造說明及核准之施工計畫和規範，釐清需要進行查驗和測試的項目及查驗頻率（週期性或連續性）。
- 監造過程中之任務：包括視察須監督的施工作業、執行或視察要求之測試、立即報告不合格之項目。
- 監造完成後提交最終報告。

## (三) 連續性(continuous)和週期性(periodic)特別監造

IBC 將監造頻率區分為連續性及週期性二類：

- 連續性特別監造：由持續在場之特別監造人員，於所監督之工程將予進行或進行中之時間和地點所進行之特別監造。
- 週期性特別監造：由定期至現場之特別監造人員，於所監督之

工程將予進行或進行中之時間和地點所進行之特別監造。

連續性特別監造指在施工過程中須有監造人員在場監督。比如混凝土澆注之連續性特別監造：於混凝土澆注過程中，監造人員應觀測混凝土澆注施工和混凝土的凝固情況，並觀測鋼筋在澆注過程中是否脫落。混凝土之取樣可於澆注過程中重複進行，根據規範要求之最低頻率，於指定之數量範圍內進行一次試體取樣。

週期性特別監造的範例為混凝土模板週期性特別監造：於混凝土澆注前，應對模板進行檢查，以確定材料及澆注情況。於組立模板時，特別監造人員無需在場。

#### (四) 相關單位之職責

設計單位（建築師或專業技師）應備妥特別監造說明（statement of special inspections），並於申請建築許可時一同提交。特別監造說明為監造人員執行監造作業之依據。

承攬廠商負責與特別監造人員、建築主管機關和設計單位進行協調。對於有特別監造之工程專案，通常會召開施工前會議以確認與會人員對專案要求之理解程度。此外，承攬廠商應協調現場之特別監造活動。

建築主管機關具有執行規範所列特別監造之法定權力。聘僱特別監造人員或機構並不免除建築主管機關要求承攬廠商按照規範施工之責任。建築主管機關具有最終准駁特別監造計劃之權。

#### (五) 鋼結構之特別監造

IBC 參考美國各界標準規範鋼結構特別監造，如

- 美國鋼結構協會(AISC)之鋼結構建築規範(AISC 360)
- 美國鋼結構協會之抗震規範(AISC 341)
- 美國鋸接協會 (AWS)之鋸接標準

AISC 360 品質保證(特別監造)要求品質控管由施工廠商進行，於生產鋼構件時進行品質檢查。品質保證(特別監造)由特別監造人員、設計單位或建築主管機關進行，所需之特別監造項目於特別監造說明中列出。

### **鋸接特別監造**

鋸接特別監造應於鋸接前、鋸接中以及鋸接後進行。鋸接前須完成鋸接程序書及鋸接材料品質檢驗出廠證明之審核。鋸接人員資格、構件組立、鋸接位置等項目則可依特別監造說明規定之檢查頻率隨機抽驗。

鋸接中需要連續性特別監造項目包括：按特別監造說明所述檢查鋸接準備(乾燥、保溫)、天候條件、鋸接人員是否遵循鋸接程序書、鋸接技術、剪力釘施作。

鋸接後對所有鋸道均需查驗其鋸接位置、尺寸、及長度，並進行目視品質檢驗。

### **鋸道之非破壞性檢測**

非破壞性檢測(NDT)由符合 AWS 資格規定之人員執行，驗收標準應符合 AWS D1.1。NDT 之測試方法包括：超音波檢測(UT)、磁粒檢測(MT)、液滲檢測(PT)、射線檢測(RT)等。

IBC 根據建築物的風險類別及鋼板厚度規定需要進行非破壞性檢測的鋸道比例。風險類別依據結構失效對生命造成之風險分為 4 級，級別愈高風險程度愈高。須要進行非破壞性檢測的鋸道厚度在 8mm 以上，風險類別 2 的建築物非破壞性檢測的比例為 10%、風險類別 3、4 的建築物非破壞性檢測的比例為 100%。

### **高強度螺栓特別監造**

螺栓連接作業於施工前、施工中、及施工後進行特別監造。大多數

查驗為週期性監造，以確認螺栓材料及施工是否符合施工文件及《使用高強度螺栓之結構接頭規範》(Specification for Structural Joints Using High-Strength Bolts) (RCSC 規範)。所有螺栓需驗證製造商的材料證明及驗收記錄。

### 施工不合格之處置

不合格之材料及施工報告應立即通知承攬廠商進行修正。根據 AISC 360 第 N7 節，當不合格報告提交予設計單位及建築主管機關時，特別監造機構亦應將其報告提交施工廠商。

## 第三節 國內耐震標章認證制度概述

地震災害為造成國內建築物嚴重破壞導致重大傷亡之主因。有鑑於此，內政部建築研究所於 921 震災後補助財團法人台灣建築中心自發推動「耐震標章」認證制度，並於 105 年將證明標章權移轉予台灣建築中心。該認證制度主要結合先進國家相關規範包括日本「中間檢查」、美國 IBC(International Building Code)之「特別監造與測試」(Special Inspection and tests)、及國內「建築物耐震設計規範」與「結構外審」制度等來建立耐震標章查證工作，以提升國內建築物之耐震品質、並提供消費者一項辨識耐震建築物之基準。

耐震標章認證制度係以符合資格之公正客觀第三者(Third Party)組成「耐震標章審查委員會」針對耐震結構設計與現場施工進行查證。耐震標章之申請係由起造人聘請結構技師設計耐震結構，經審查委員會審查其設計合理性及施工可行性通過後，取得「耐震設計標章」。

於施工過程，須由起造人聘請符合資格之「特別監督單位」監督承造人施工。施工前特別監督單位須提送特別監督計畫給審查委員會審查。特別監督計畫書內容須符合「建築物耐震設計規範」之規定，通過後特別監督單位據以監督承造人之施工品質。施工中審查委員會

之查證工作包括定期查證特別監督單位提送之品質紀錄、並不定期至施工現場查證特別監督單位之監督作業是否與特別監督計畫及提送報告相符。申請耐震標章鋼結構施工所需之確認與監督項目詳表

經過設計、施工階段的查證核實後，耐震標章審查委員會發給耐震標章以證明建築物在規劃設計與施工階段皆符合耐震建築標章申請作業要求。

「耐震標章」認證制度，為體制外自願性與鼓勵性耐震工程品管措施，目前主辦「耐震標章」認證之專業團體，除了財團法人台灣建築中心外，還有中華民國全國建築師公會、新北市建築師公會、中華民國土木技師公會全國聯合會、臺中市土木技師公會、中華民國結構工程技師公會全國聯合會、國立臺灣大學地震工程研究中心及中華民國建築技術學會等8個民間專業團體。

## 第四節 鋼結構監造工作之內涵

### (一) 鋼結構監造工作之內容

綜上分析，《建築法》規定建築物之監造人為建築師，但有關建築物結構及設備等專業工程部分之監造，建築師應交由相關專業技師辦理。《建築師法》則明訂建築師辦理之監造業務為「監督營造業按照設計圖說施工、查核建築材料符合設計圖說規定之規格及品質。」

對於公共工程之品質管理，政府各級機關均規定，主辦機關與承造人訂約前，監造人須先擬訂監造計畫並依核定之計畫內容執行(特別是新北市規定先由監造人擬定監造計畫，再由承造人依據監造計畫擬定施工計畫)。綜言之，依現行法規與規範規定，鋼結構監造工作之內容包括：

1. 訂定監造計畫並據以推動實施
2. 審查品質計畫並監督執行

3. 審查施工計畫並監督執行
4. 審查安全衛生管理與設施設置計畫
5. 抽驗材料設備品質
6. 抽查施工品質
7. 建立文件紀錄管理系統

## (二) 鋼結構施工相關規範

鋼結構施工品質須符合國內現有法規及規範規定，國內規定有未盡之處，輔以國外規範。相關規範包括：

1. 內政部營建署《建築技術規則》
2. 內政部營建署《鋼構造建築物鋼結構施工規範》、  
...簡稱《鋼結構施工規範》
3. 中華民國鋼結構協會《鋼結構品質管制作業標準（第四版）》、  
...簡稱《品管作業標準》
4. 行政院公共工程委員會《公共工程施工綱要規範》
5. 行政院公共工程委員會《建築鋼結構工程施工品質管理及查核  
作業手冊》、簡稱《品管查核手冊》
6. 行政院公共工程委員會《品管班教材單元二 第八章 鋼結構施  
工及檢驗基準》  
...簡稱《施工及檢驗基準教材》
7. 美國 AISC、AASHTO 相關規範
8. 美國鋸接協會 AWS D1.1（鋸接規範）、AWS D1.8（耐震補充  
規範）
9. 日本建築學會相關規範

## 第三章 鋼結構特性、材料、施工流程

### 第一節 鋼結構特性

結構鋼的強度、剛度高，並具備韌性和延展性，適合高層及大跨度建築物。鋼結構建築的結構部件一般以鋼板、型鋼、鋼管等組合而成，鋼構造的優缺點如下。

#### (一) 優點

1. 鋼材自重輕、強度高，韌性好，適合高層及大跨度建築物。
2. 可施工性高，結構鋼幾乎可以製成任何形狀，這些形狀在建築中都可以通過螺栓或鋸接連接在一起。
3. 構件可在工廠製作再到現場組裝，品質穩定、施工迅速。
4. 材質均勻，與力學模型較吻合。

#### (二) 缺點

1. 結構鋼的高強度，構件斷面小，構架位移較 RC 構架大。受到地震、風力作用時，容易發生變形及較大幅度的擺動。
2. 鋼材於鋸接加工時，容易因高熱引起熱影響區之質變、影響鋼材衝擊韌性。衝擊韌性隨溫度降低而逐漸降低，不利於低溫環境的使用。超低溫時，鋼材的強度及韌性同時降低，可能發生脆性斷裂。
3. 溫度超過攝氏 300 度時，鋼材強度急遽減低，500 度時強度約減少 40%，因此鋼材須用足夠的耐火材料包裹。
4. 耐腐蝕性差，尤其對酸類的耐蝕性更差。

### 第二節 鋼結構材料 - 鋼板及其製品

鋼結構所使用之材料包含結構用鋼板、型鋼、鋼管，以及螺栓、

剪力釘、鋼承板與鋸接材料等。而鋼結構「構件」絕大部份由鋼板鋸接組合而成，如箱型柱、H型大梁，較小構件由鋼胚直接軋延而成，如H型小梁、槽鋼。

### (一) 鋼板製造

1. 鋼鐵製程分成煉鋼、軋鋼二大步驟。煉鋼是礦砂經「高爐」冶煉及「轉爐」吹送氧氣，將鐵水中之高含量的碳、矽、磷、硫等雜質氧化去除，再精煉攪拌、脫氧，調整微量金屬成分，製成鋼胚。鋼胚分為扁鋼胚、大鋼胚、小鋼胚及H型鋼胚；尺寸上亦有其定義。
2. 軋鋼：
  - (1) 鋼胚加熱到 1000~1200°C，達沃氏田鐵均質化，亦使鋼胚軟化，利於軋延。
  - (2) 鋼胚經高溫控制軋延後使晶粒細化均勻，提升鋼材韌性。
  - (3) 軋延可以形成所需要的各種厚度尺寸。鋼板板厚愈薄表示軋延來回次數愈多，軋延比愈大；板厚愈薄表示鋼材晶粒愈細緻、材質愈均勻，有助於鋼板的強度與韌性；較厚的鋼板(如大於 40mm)，軋延次數較少，軋延比小，鋼板橫向剖面之中間區域，遺留有硫化物及介在物，亦即中間區域容易產生夾層現象，不利於鋼板厚度方向受拉。
  - (4) 鋼板材質具有方向性，延著軋延方向長軸為X軸，垂直軋延方向短軸為Y軸，板厚方向為Z軸(稱之厚度方向或第三度方向)。
3. 鋼板生產製程發展歷程：(50 kgf/mm<sup>2</sup> 等級鋼板之生產製程發展，其特性概述)如下：(修改自鋼結構會《結構用鋼材之規格與性能手冊》)

- (1) 一般軋延：1960 年代以前，沒有微量合金添加(Microalloying)的理念，亦無控制軋延(Controlled Rolling)的技術，強度上完全依賴碳與合金元素，故碳當量 Ceq 非常高，如 SM490 之 Ceq 高達約 0.5%，不適於鋸接作業。
- (2) 正常化處理：當鋼料被加熱到  $900^{\circ}\text{C}$  以上以後，並在靜置於空氣中進行自然空冷處理，稱為正常化處理。其作用是改善材料機械性能、細化鑄態組織與晶粒，並可均勻內部組織與消除內應力。
- (3) 控制軋延：1970 年代又發展了微量合金添加(如 Nb、V…等)及控制軋延的技術， $50 \text{ kgf/mm}^2$  等級鋼板之 Ceq 此可降低到 0.38%左右的水準，更提升鋼板鋸接性。
- (4) 热機控制軋延(TMCP、Thermo-mechanical controlled process)：1980 年代開發了鋼板線上加速冷卻系統(On-Line Accelerated Cooling System)，生產  $60 \text{ kgf/mm}^2$  等級鋼板，可使碳當量(Ceq)降低至 0.4%左右水準，此製程一般稱之為熱機控制軋延。而目前中鋼搭配線上直接淬火(Direct Quenching，簡稱 DQ)技術，發展出更高強度及高韌性之淬火鋼板產品。

#### 4. 鋼材材質發展趨勢：

- (1) 热機控制軋延製程生產之鋼板，其碳當量 Ceq 較低，材質較佳，與傳統製程鋼板材質比較有下列優點：
- 強度與韌性均較傳統軋延鋼料優，且因組織均勻，其斷裂(Fracture)韌性較佳。
  - 碳當量較低、冷裂性低，預熱條件較寬。
  - 鋸材之氫含量限制與烘烤溫度、時間限制較寬。

- 热影響區韌性較佳。
- 耐腐蝕性較傳統鋼板為佳。

- (2) 高效率鋸接鋼板：容許高入熱量鋸接，提高鋸接效率，適當的材質改善可以防止熱影響區韌性脆化。
- (3) 低降伏比(Low Yield Ratio)鋼板：材料的降伏強度與抗拉強度的比值(圖 三-1)，此比值越低，表示材料從降伏發生到斷裂前，可因硬化而增加負荷能力越大。當鋼結構物在外力作用下(如地震)局部區域因應力集中(如梁柱接頭處)，產生塑性變形時，能因硬化限制其進一步的變形，而將整個應變均勻的分佈到較寬的區域，提升整體 鋼結構的安全。
- (4) 耐火性質提高：鋼結構需要防火材料包覆，使溫度不致超過  $350^{\circ}\text{C}$ ，它的負載能力還能維持在常溫的  $2/3$  水準。新開發的耐火鋼板，添加了一些特殊的合金元素，使鋼板升溫到  $600^{\circ}\text{C}$  時，降伏強度仍能保持在室溫的  $2/3$  以上。

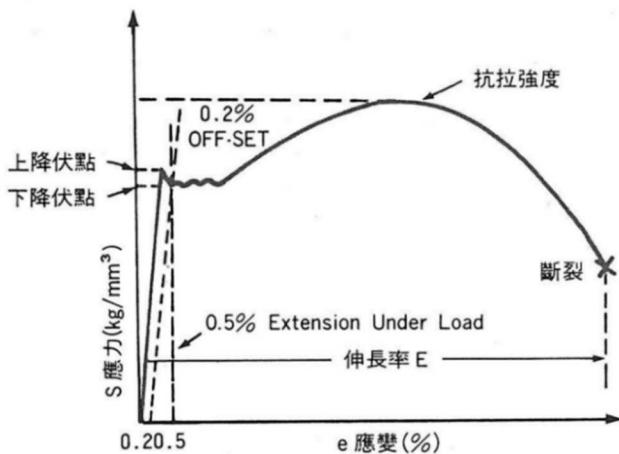


圖 三-1 鋼材拉力試驗之應力、應變示意圖

## (二) 鋼材基本特性

結構用鋼材基本特性包含機械性質及加工性質。一般機械性質是指強度、延性與韌性，加工性質是指鋸接性。

## 1. 強度與延性：

經由拉伸試驗可得到三個鋼材的基本性質，分別為降伏強度(Yield Strength)、抗拉強度(Tensile Strength)與伸長率(Elongation)：

- (1) 降伏強度：指材料受拉力後，產生永久變形(或稱塑性變形)而無法彈回原位時之強度，近似產生永久變形的最小強度。如（圖三-1）所示，一是取明顯的降伏點(Yield point，一般為上降伏點)；二是取 0.2% 彈性直線段平移延伸交會於無明顯降伏點之應力應變曲線，用以決定降伏強度。
- (2) 抗拉強度：材料受拉力產生永久變形，可以承受之最大強度，也可以說是拉力試片截面積產生頸縮斷裂之前的最大強度。
- (3) 伸長率：為材料受力變形斷裂之前的變形比率，一般鋼板可以拉伸試驗中的伸長率來表示。
- (4) 在鋼材的機械性質中，強度(包含降伏強度、抗拉強度)與延性二者常是對立的，即強度升高，則延性下降，且加工性劣化。因鋼板軋延之關係，同一種鋼材之降伏強度及抗拉強度會隨著板厚增加而略有減小。以表三-2 中 SN490 系列鋼材為例，板厚大於 40mm 鋼板的降伏強度較板厚小於 40mm 鋼板的降伏強度小 10% (注意表三-3 SN490Y 系列全厚度採相同強度規格以方便工程設計使用)。
- (5) 一般結構用鋼材常以強度等級來加以區分命名，ASTM 規範中通常以降伏強度作為命名之依據，例如 ASTM、Grade36 與 Grade50，其中的 36 與 50 所指的是降伏強度 36Ksi 與 50Ksi。而 JIS 則常以抗拉強度作為依據，JIS、SN

後所接的數字，是鋼材抗拉強度的最低要求，例如 SN490 中之 490 指的是抗拉強度 490MPa。CNS 亦以抗拉強度作為標稱。

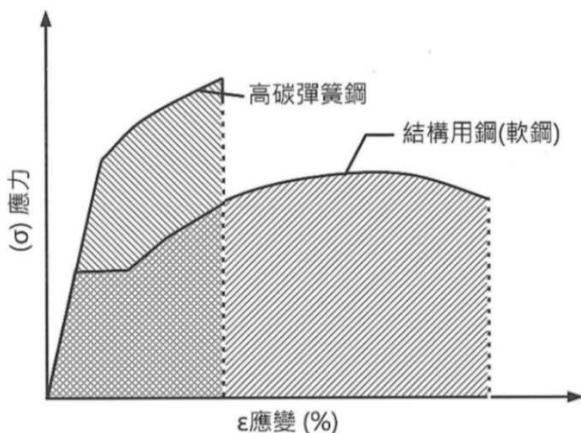


圖 三-2 高低韌性材料應力、應變曲線之比較

## 2. 韌性：

- (1) 在工程上，所謂「韌性」係指材料在塑性變形範圍內吸收能量的能力。若以（圖 三-2）之應力－應變曲線(Stress－Strain Curve)來看，韌性可視為應力－應變曲線下之總面積，面積愈大者(結構用鋼)韌性愈佳，而總面積愈小者(高碳鋼)韌性愈差。
- (2) 鋼板的韌性被視為材料阻止裂縫前進的能力。鋼材韌性之評估是以衝擊試驗來表現(Charpy 衝擊值)。衝擊值跟鋼材試片尺寸及溫度有關，溫度愈低，衝擊值愈低，某個溫度以下，其衝擊值急遽下降，此溫度稱為鋼材的韌脆轉變溫度。JIS 中結構用鋼均以 0°C 或 -5°C 作為衝擊性測試溫度。
- (3) JIS、BS、DIN 等規範，則對韌性有嚴格要求之鋼種直接規定需要衝擊試驗保證。
- (4) 強度與韌性往往是對立，即鋼材強度增加、韌性可能下降。

### 3. 加工性質：

- (1) 鍛接為鋼板常用的組合加工方式，評估鋼料鍛接性的方法甚多，簡便的可用碳當量(Ceq)或鍛接冷裂敏感指數(Pcm)作為判定。
- (2) 在厚度方向(Z 方向)有層狀撕裂顧慮的鍛接板，可考慮採用 Z 方向有延性保證值之鋼板如 CNS SN-C 系列鋼板及 CSC SM 570M 高強度鋼板。

### 4. 鋼材耐震性能要求：

- (1) 降伏強度上、下限：降伏強度上、下限的規定可以控制鋼材降伏強度的變異性。讓"強柱弱梁"及"容量設計的理念"落實。比如說鋼梁的實際強度若太高，超出設計要求，遇到大地震時因梁的強度太高造成柱子先行降伏破壞，進而建築物倒塌的可能。  
SN400 系列、板厚 40 以下，其上下限為 235-355 MPa; SN490 系列板厚 40 以下，其上下限為 325-445 MPa。
- (2) 降伏比：鋼材降伏比較低可使梁的塑性鉸區增長，提升梁柱接頭之延展性及消能容量。對不同強度等級的鋼種，鋼材降伏強度的增量較抗拉強度的增量大，因此降伏比往往隨鋼材強度增大，SN 系列之降伏比一律限制在 80% 以下。
- (3) 沙丕(Charpy)衝擊值：沙丕衝擊值越高就不容易產生不穩定的脆裂(稱脆性斷裂)，對母材、鍛接瑕疵與幾何形狀變化所造成之應力集中的容忍度也較高。鋼材之衝擊韌性係吸收能量值，一般在使用溫度下須達 27J (焦耳)(亦即 2.8kgf-m)以上，才能有效阻止裂縫的急速延伸。
- (4) 厚度方向斷面縮率：厚度方向斷面縮率指拉伸試片受力後，

在厚度方向上產生頸縮、斷裂後，斷裂面的斷面縮率。斷面縮率越高表示鋼材厚度方向的延展性或韌性越高。

(5) 鋼接性：若要使用經濟又方便的鋸接方法進行鋼結構的鋸接，又能避免產生瑕疵及缺陷，須採用鋸接性佳的鋼材，鋸接性佳的鋼材碳當量必須受到限制。碳當量主要在反應鋼材鋸接後的冷裂敏感性，母材碳當量過高容易在鋸接後的熱影響區產生脆硬的麻田散鐵，麻田散鐵很容易捕捉氫原子，加上殘留應力的牽引，氫原子聚集形成氫分子(氫氣)進而構成裂縫，造成鋸接缺陷。此種裂縫一般在鋸道溫度下降至室溫後才產生，因此稱為冷裂；又這種裂縫肇因於氫的聚集，因此又稱為氫裂，此種缺陷往往在鋸後一段時間才產生，所以又稱為延遲破裂(delayed fracture)（陳正平，民 101a）。

### (三) 鋼材合金成分之化學性質

鋼材含有多樣的微量元素，如碳、磷、硫、矽、錳等，其存在影響鋼材品質分述如下：

#### 1. 碳(C)元素

鋼材各種合金成分以碳含量多寡影響鋼材品質最為顯著與敏感。雖然鋼材之抗拉強度、降伏強度及硬度均隨著碳含量之增加而增加，但鋼材之延展性、鋸接性及衝擊韌性則隨著碳含量之增加而下降。

碳含量高雖然對鋼材強度上有所貢獻，但不利於鋸接。鋼材鋸接性的評估方式，一般採用碳當量(Ceq 公式 1)或鋸接冷裂敏感指數(Pcm 公式 2)進行評估；碳當量或鋸接冷裂敏感指數愈低，表示鋸接性愈佳。

$C_{eq}$  = 碳當量(%)

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{40} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{V}{14} \dots \dots \dots (1)$$

$P_{cm}$  = 鋸接冷裂敏感指數(%)

$$P_{cm} = C + \frac{Si}{30} + \frac{Mn}{20} + \frac{Cu}{20} + \frac{Ni}{60} + \frac{Cr}{20} + \frac{Mo}{15} + \frac{V}{10} + 5B \dots (2)$$

## 2. 磷(P)元素

磷元素會增加鋼材強度與硬度，但對延展性及韌性有負面的影響，也不利於鋼材之鋸接性；低熔點的磷視為鋼板中的雜質，其含量愈低愈好。

## 3. 硫(S)元素

硫元素一般以 MnS 存在於鋼板中，在軋延過程會沿著軋延方向伸長「長狀條」，對於機械性的影響具有方向性，容易導致鋼板鋸接後層狀撕裂。目前建築規範對於板厚超過 40mm 的柱板已規定採用含硫量低且有板厚方向斷面縮減率要求。SN-C 系列高級鋼材，其含硫量在 0.008% 以下。

## 4. 砂(Si)與錳(Mn)元素

矽與錳元素會降低鋼材的伸長率與加工性能，且不利於鋸接性。一般鋼材中之矽含量限制在 0.60% 以下。錳元素雖然對強度及硬度之貢獻不及碳，但以錳元素來取代部分的碳元素，可避免鋼材因強度上升而喪失韌性及鋸接性。若錳含量過高，在鋸接之高溫作用下會使鋼材晶粒粗大，因此結構用高強度鋼材 SN490 系列之錳含量通常控制在 1.65% 以下。

## (四) CNS 關於建築結構用鋼標準

CNS 標準關於建築結構用鋼主要分為三類：

CNS 13812\_建築結構用軋鋼料

## CNS 2947\_鋸接結構用軋鋼料

## CNS 2473\_一般結構用軋鋼料

1. CNS 13812\_SN 系列鋼材：碳當量 Ceg 及鋸接冷列敏感指數 Pcm 有所限制。這些鋼材除鋸接性良好之外，也定義了降服強度的上、下限，最大降伏比限制，以及最小沙丕衝擊值之要求，最能符合耐震設計性能需求，其化學成分詳（表三-1）；降伏點、降伏強度詳（表三-2）。鋸接組合箱型柱有橫膈板電熱熔渣鋸(ESW)高入熱量問題，以採「厚度方向斷面縮率」性質較佳的 SN C 系列鋼材為宜(尤其 40mm 以上的厚板，目前鼓勵使用)。
2. CNS 2947\_SM 系列鋼材：可使用於鋸接結構之板材、冷軋加工材。其化學成分詳（表 三-4），降伏點、降伏強度詳（表三-5）。
3. CNS 2473\_SS 系列鋼材：其材質未包括碳含量之限制，不適於須鋸接之主要結構使用。

表三-1 CNS 13812 建築結構用軋鋼料之化學成分

單位：%

種類符號	厚度	C	Si	Mn	P	S	B
SN400A	6mm 以上，100mm 以下	0.24 以下	-	-	0.050 以下	0.050 以下	未滿 0.0008
SN400B	6mm 以上，50mm 以下	0.20 以下	0.35 以下	0.60~ 1.50	0.030 以下	0.015 以下	未滿 0.0008
	超過 50mm，100mm 以下	0.22 以下					
SN400C	16mm 以上，50mm 以下	0.20 以下	0.35 以下	0.60~ 1.50	0.030 以下	0.008 以下	未滿 0.0008
	超過 50mm，100mm 以下	0.22 以下					
SN490B	6mm 以上，50mm 以下	0.18 以下	0.55 以下	1.65 以下	0.030 以下	0.015 以下	未滿 0.0008
	超過 50mm，100mm 以下	0.20 以下					
SN490C	16mm 以上，50mm 以下	0.18 以下	0.55 以下	1.65 以下	0.020 以下	0.008 以下	未滿 0.0008
	超過 50mm，100mm 以下	0.20 以下					

表三-2 CNS 13812 建築結構用軋鋼料之降伏點或降伏強度、抗拉強度、伸長率及厚度

種類符號	降伏強度 N/mm <sup>2</sup>					抗拉強度 N/mm <sup>2</sup>	降伏比 %					伸長率 %			
	厚度 <sup>(a)</sup> mm						厚度 <sup>(a)</sup> mm					厚度 <sup>(a)</sup> mm			
	6 以上 未滿 12	12 以上 未滿 16	16	超過 16 40 以上	超過 40 100 以上		6 以上 未滿 12	12 以上 未滿 16	16	超過 16 40 以下	超過 40 100 以下	6 以上 16 以下	超過 16 50 以下	超過 40 100 以下	
SN400A	235 以上	235 以上	235 以上	235 以上	215 以上	400 以上 510 以下	-	-	-	-	-	17 以上	21 以上	23 以上	
SN400B	235 以上	235 以上 <sup>(b)</sup> 355 以下	235 以上 <sup>(b)</sup> 355 以下	235 以上 355 以下	215 以上 335 以下		-	80 以下 <sup>(c)</sup>	80 以下 <sup>(c)</sup>	80 以下	80 以下	18 以上	22 以上	24 以上	
SN400C	無此料	無此料	235 以上 <sup>(b)</sup> 355 以下	235 以上 355 以下	215 以上 335 以下		無此料	無此料	80 以下 <sup>(c)</sup>	80 以下	80 以下				
SN490B	235 以上	325 以上 445 以下	325 以上 <sup>(b)</sup> 445 以下	325 以上 445 以下	295 以上 415 以下	490 以上 610 以下	-	80 以下 <sup>(c)</sup>	80 以下 <sup>(c)</sup>	80 以下	80 以下	17 以上	21 以上	23 以上	
SN490C	無此料	無此料	325 以上 <sup>(b)</sup> 445 以下	325 以上 445 以下	295 以上 415 以下		無此料	無此料	80 以下 <sup>(c)</sup>	80 以下	80 以下				

表 三-3 建築結構用軋延 SN490YB/YC 鋼料(CNS 13812-12)

厚度範圍(t)mm	化學成份 %						機械性質						
	C	Si	Mn	P	S	Ceq	降伏強度 N/mm <sup>2</sup>	抗拉強度 N/mm <sup>2</sup>	降伏比 %	伸長率 試片	ZRa% %	衝擊試驗 試驗溫度/試片方向	
6≤t≤16	0.18 以下	0.55 以下	1.60 以下	0.030 以下	0.015 以下	0.44 以下	325 ~ 445	490 ~ 610	80 以下	No. 1A	17 以上	0°C / 4 號平行 軋延方 向	27 以上
16 < t ≤ 40				21 以上									
40 < t ≤ 50				0.020 以下	0.008 以下	0.46 以下							
50 < t ≤ 60				No. 4	13 以上								

表 三-4 CNS 2947 鋼接結構用軋鋼料之化學成分

單位：%

種類符號	厚度	C	Si	Mn	P	S	B
SM400A	50mm 以下	0.23 以下	- 以上	2.5xC <sup>(b)</sup> 以下	0.035 以下	0.035 以下	未滿 0.0008
	超過 50mm, 200mm 以下	0.25 以下					
SM400B	50mm 以下	0.20 以下	0.35 以下	0.60~ 1.50	0.035 以下	0.035 以下	未滿 0.0008
	超過 50mm, 200mm 以下	0.22 以下					
SM400C	100mm 以下	0.18 以下	0.35 以下	0.60~ 1.50	0.035 以下	0.035 以下	未滿 0.0008
SM490A	50mm 以下	0.20 以下	0.55 以下	1.65 以下	0.035 以下	0.035 以下	未滿 0.0008
	超過 50mm, 200mm 以下	0.22 以下					
SM490B	50mm 以下	0.18 以下	0.55 以下	1.65 以下	0.035 以下	0.035 以下	未滿 0.0008
	超過 50mm, 200mm 以下	0.20 以下					
SM490C	100mm 以下	0.18 以下	0.55 以下	1.65 以下	0.035 以下	0.035 以下	未滿 0.0008
SM490YA	100mm 以下	0.20 以下	0.55 以下	1.65 以下	0.035 以下	0.035 以下	未滿 0.0008
SM490YB							
SM520B	100mm 以下	0.20 以下	0.55 以下	1.65 以下	0.035 以下	0.035 以下	未滿 0.0008
SM520C							
SM570	100mm 以下	0.18 以下	0.55 以下	1.70 以下	0.035 以下	0.035 以下	未滿 0.0008

表 三-5 CNS 2947 焊接結構用軋鋼料之降伏點或降伏強度、抗拉強度及伸長率

種類符號	降伏點或降伏強度 N/mm <sup>2</sup>						抗拉強度 N/mm <sup>2</sup>		伸長率 %		
	厚度 <sup>(a)</sup> mm						厚度 <sup>(a)</sup> mm		厚度 <sup>(a)(b)</sup> mm	試片	%
	16 以下	超過 16, 40 以下	超過 40, 75 以下	超過 75, 100 以下	超過 100, 160 以上	超過 160, 200 以上	100 以下	超過 100 200 以下			
SM400A	245 以上	235 以上	215 以上	215 以上	205 以上	195 以上	400 ~ 510	400 ~ 510	5 以下 超過 5, 16 以下 超過 16, 50 以下 超過 40	5 號 1A 號 1A 號 4 號	23 以上 18 以上 22 以上 24 以上
SM400B					-	-					
SM400C	325 以上	315 以上	295 以上	295 以上	285 以上	275 以上	490 ~ 610	490 ~ 610	5 以下 超過 5, 16 以下 超過 16, 50 以下 超過 40	5 號 1A 號 1A 號 4 號	23 以上 17 以上 21 以上 23 以上
SM490A					-	-					
SM490B	365 以上	355 以上	335 以上	325 以上	-	-	490 ~ 610	490 ~ 610	5 以下 超過 5, 16 以下 超過 16, 50 以下 超過 40	5 號 1A 號 1A 號 4 號	19 以上 15 以上 19 以上 21 以上
SM490C					-	-					
SM490YA	365 以上	355 以上	335 以上	325 以上	-	-	490 ~ 610	-	5 以下 超過 5, 16 以下 超過 16, 50 以下 超過 40	5 號 1A 號 1A 號 4 號	19 以上 15 以上 19 以上 21 以上
SM490YB					-	-					
SM520B	365 以上	355 以上	335 以上	325 以上	-	-	520 ~ 640	-	5 以下 超過 5, 16 以下 超過 16, 50 以下 超過 40	5 號 1A 號 1A 號 4 號	19 以上 15 以上 19 以上 21 以上
SM520C					-	-					
SM570	460 以上	450 以上	430 以上	420 以上	-	-	570 ~ 720	-	16 以下 超過 16 超過 20	5 號 5 號 4 號	19 以上 26 以上 20 以上

## (五) SN 耐震鋼材之推廣及 SM570 高強度鋼材的使用

1990 年代左右很多地震，造成鋼構造建築物破壞，經過調查、發現破壞點多在鋸接部份與周圍的熱影響區。日本 1994 開發建立 SN 鋼材，其材質具有「強度」、「韌性」、「鋸接性」等特質，符合耐震要求。SN 系列規定降伏強度的上、下限，降伏比的上限，厚度方向斷面縮減率的下限，衝擊值的下限，碳當量(Ceq)、鋸接冷裂敏感指數(Pcm)的上限。其優點是：可確保塑性變形能力，確保鋸接性，確保鋼板厚度方向之機械性能。

CNS 於 103 年 2 月 27 日修訂公布 SN 系列鋼材，一樣強調強度韌性與鋸接性。

由於國內之高樓建築以採用鋼板鋸接而成箱型柱、H 型梁之鋼構件為主，鋸接為不可避免之步驟，故在設計圖說之鋼材選用會特別注意其鋸接性，以確保鋸接後之品質。

### 1. 一般使用 SN 鋼材考量如下：

SN A：小梁、次要構件等設計應力在一般彈性範圍以內。

SN B：除 C 種以外，廣泛用於一般結構大梁桿件部位。

SN C：使用於箱型柱組合板材，柱內橫隔板 ESW 鋸接、高入熱量鋸接或板厚方向受到較大拉伸應力的部件。

### 2. SM 570M 高強度鋼材的使用

SM 570M 是參考 SN 系列的精神，化學配方以 SM 570 為基礎修改而成，為中鋼自製高強度鋼板產品代號，加個(M)區別原來 CNS 2947\_SM 570。

SM 570M\_C HW 也是中鋼產品，針對箱形柱內橫隔板用到 ESW 鋸接開發的板材。C HW 之板材熱影響區可承受 <= 880kj /cm 之入熱量，衝擊值達 -5°C 15J 以上。

### 3. SM 570M 與 SN 490C 規範性質比較

SM 570M 強度高、韌性優，碳當量等同 SN 490B、C，其化學成份與機械性質詳（表 三-6）。SM 570M 較一般建築結構規格強度更高，其等級分為 A、B、C 及 C HW 等四級，除具備極優異的鋸接性、塑變能力及衝擊韌性外，其中 C HW 更可使用高入熱量進行鋸接，適用高樓結構高強度用鋼料（表三-7）。

表 三-6 高強度耐震結構用鋼 CSC SM570M 化學成份與機械性質

鋼種等級	厚度範圍 (t)mm	化 學 成 份 %						機 械 性 質							▲ 號平行軋延方向			
		C	Si	Mn	P	S	Ceq	降伏強度 N/mm <sup>2</sup>	抗拉強度 N/mm <sup>2</sup>	降伏比 %	伸長率 %	ZRa%	平均值	個別值	試驗位置			
A	13≤t <50	0.18 以下	0.55 以下	1.60 以下	0.030 以下	0.008 以下	0.44 以下	420 570 540 720	85 以下	85 以下	20	-	t/4	47 以上	▲ 號平行軋延方向			
B	13≤t ≤40																	
	40 < t <50	0.18 以下	0.55 以下	1.60 以下	0.030 以下	0.008 以下	0.44 以下			80 以下	20	-	t/4	47 以上				
	50≤t ≤60																	
C	16≤t ≤50	0.18 以下	0.55 以下	1.60 以下	0.020 以下	0.008 以下	0.44 以下	420 570 540 720	85 以下	20	25 以上	15 以上	t/4	47 以上	▲ 號平行軋延方向			
	50 < t ≤80																	
C HW	16≤t ≤50	0.18 以下	0.55 以下	1.60 以下	0.020 以下	0.008 以下	0.44 以下			20	25 以上	15 以上	t/4	47 以上				
	50 < t ≤80																	

表 三-7 高強度耐震結構用鋼 CSC SM570M 鋼板性質要求

規格 名稱	主要 適用範圍	厚度 (mm)	YS (MPa)	TS (MPa)	Y/T (%)	縱向 -5°C衝擊 吸收能(J)	Z-Ra (%)	UT	Ceq(%)
SM 570M-A	大梁、斜撐、H 柱	13~50			≤85	t/4 : ≥ 47	-		0.44 max
SM 570M-B		13~40			≤85	t/4 : ≥ 47	-		0.44 max
	大梁、斜撐	40~50			≤80	t/4 : ≥ 47	≥25	JIS G0901	0.46 max
		50~60			≤80	t/4 : ≥ 47 t/2 : ≥ 27	≥25		0.44 max
SM 570M-C	箱形柱、H 柱	16~50			≤85	t/4 : ≥ 47	≥25		0.46 max
		50~80			≤85	t/4 : ≥ 47 t/2 : ≥ 27	≥25		0.44 max
SM 570M-C HW 註 1	高入熱鋸接 箱形柱板、 內隔板	16~50			≤85	t/4 : ≥ 47	≥25		0.46 max
		50~80			≤85	t/4 : ≥ 47 t/2 : ≥ 27	≥25		0.44 max

註 1：高入熱鋸接用板基本規格同 SM570M-C，唯其鋸接熱影響區(HAZ)可於承受入熱量 880 KJ/cm 以內時達到-5°C 15J 以上。

### 第三節 鋼結構材料 - 高強度螺栓及其他

#### (一) 高強度螺栓

##### 1. 控制扭矩之高強度螺栓：

國內鋼結構建築物常用之高強度螺栓為控制扭矩之高強度螺栓，(簡稱高強度螺栓、俗稱斷尾螺栓)，其成品外觀如(圖 三-3 ~ 圖 三-5)。高強度螺栓材質之物理性質，包含試片降伏強度、抗拉強度，參考(表 三-8)高強度螺栓試片之物理性質。

螺栓組合製品物理性質拉力負載，未達(表 三-9)高強度螺栓之拉力負載，試片不得破斷，螺栓頭部亦不得破斷。

其次，螺栓尾端脫落之軸力負載，參考(表 三-10)高強度螺栓之軸力負載，約為拉力負載之降伏強度 0.63~0.83 倍。

表 三-8 高強度螺栓之(試片)物理性質

螺栓之物理性質等級	降伏強度 kgf/mm <sup>2</sup>	抗拉強度 kgf/mm <sup>2</sup>	伸長率 %	斷面收縮率 %
F10T	90 以上	100 ~ 120	14 以上	40 以上

註：1N/mm<sup>2</sup> = 1MPa

表 三-9 高強度螺栓組合製品之拉力負載

螺栓之物理性質等級	拉力負載(最小)(kgf)							硬度	
	螺紋標稱								
	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30		
F10T	8430	15700	24500	30300	35300	45900	56100	HRC27~38	

備註：拉力負載試驗合格之螺栓，若經買賣雙方同意，可予省略硬度試驗。

表 三-10 高強度螺栓組合之軸力強度(螺栓組合尾端脫落時之軸力)

螺栓之物理性質等級	螺栓軸力(kgf)						
	螺紋標稱						
	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30
F10T	5130~7210	9870~13400	15400~20900	19100~25900	22200~30100	28900~39200	35300~48000

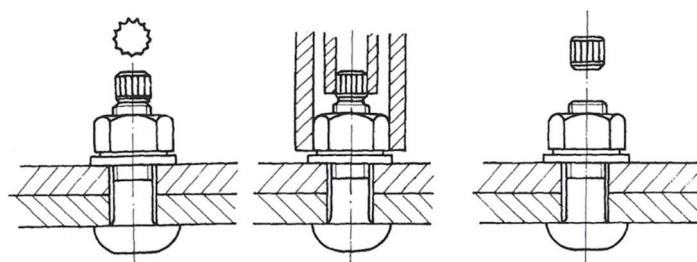


圖 三-3 斷尾螺栓一

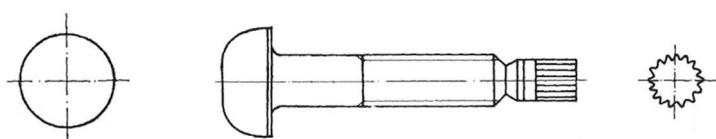


圖 三-4 斷尾螺栓二

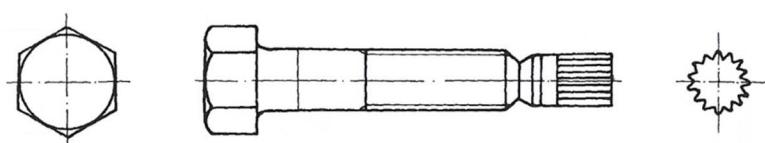


圖 三-5 斷尾螺栓三

高強度螺栓之機械性質、化學成份及尺寸等，CNS 標準如下所列：

CNS\_12209：控制扭矩之高強度螺栓、六角螺帽及平墊圈組（斷尾型螺栓）

CNS\_11328：摩擦接合用高強度六角螺栓、六角螺帽及平墊圈組合件（非斷尾型螺栓）

高強度螺栓應由原生產廠商（含原材料供應商）出具品質證明書或主管機關認證之檢驗機構出具檢驗報告。其抽驗依是否具品質證明而有不同的比例，詳（表 三-11）。若該批螺栓之抽驗不合格，則應加倍取樣，若再不合格則該批螺栓應予退料。

表 三-11 高強度螺栓抽驗比例表

測試項目	具品質證明文件或檢驗報告		無品質證明文件或檢驗報告	
	每一檢驗批量	測試數量	每一檢驗批量	測試數量
硬度（螺帽、墊圈） 拉伸（桿身） 保證荷重（螺栓組）	1~280	1	1~280	3
	281~3200	2		
	3201~35000	3		
	35001~150000	4		
	大於 150001	5		
鍍鋅螺栓組之旋轉容量（包括熱浸鍍鋅及機械鍍鋅）	1~280	2	1~280	5
	281~3200	4		
	3201~35000	6		
	35001~150000	8		
	大於 150001	15		

## (二) 剪力釘

剪力釘材質依 CNS 4689 規定要求，原則上使用 CNS 8694 冷打及冷鍛用碳鋼線料，冷軋而成，其機械性質：降伏強度 345MPa 以上、抗拉強度 415MPa 以上、伸長率 20% 以上；剪力釘成品熔接部之拉伸

負載如（表 三-12），熔接部彎曲試驗使連接樁做  $30^\circ$  之往返彎曲或單軸彎轉  $90^\circ$  而未破壞為合格。

表 三-12 剪力釘熔接部之拉伸負載

標稱直徑 mm	13	16	19	22
抗拉負載(最小) kN	53	80	114	153

## 第四節 鋼結構材料之查驗

監造人員依施工圖說、規範瞭解鋼材特性。並依監造計畫之適當時間點，會同營造承攬商品管人員抽驗材料送達實驗室作化性與物性試驗，審視試驗結果，快速判別，若有不合宜的材料應立即駁回。

鋼結構材料之查驗項目、內容、頻率、品質標準相關表單詳附錄

一（其標準參考 CNS 13812、CNS 2947、CNS 2473）：

- 表 A - 3 材料設備送審管制總表
- 表 A - 4 材料設備檢（試）驗管制總表
- 表 A - 5 鋼結構工程材料查驗頻率及標準表

## 第五節 鋼結構施工流程

鋼結構施工流程可分為工廠製作及工地現場吊裝組立兩部分。

### (一) 工廠製作流程

1. 放樣、裁切、加工
2. 一次組裝與鍛接
3. 二次組裝與鍛接
4. 表面處理與塗裝

鋼結構之工廠製作流程如（圖 三-6），監造之關鍵點以★號表示，如註明監造 0 ~ 監造五，其相關工作與必要的表格如附錄一、鋼結構工程施工品質管制相關表格。

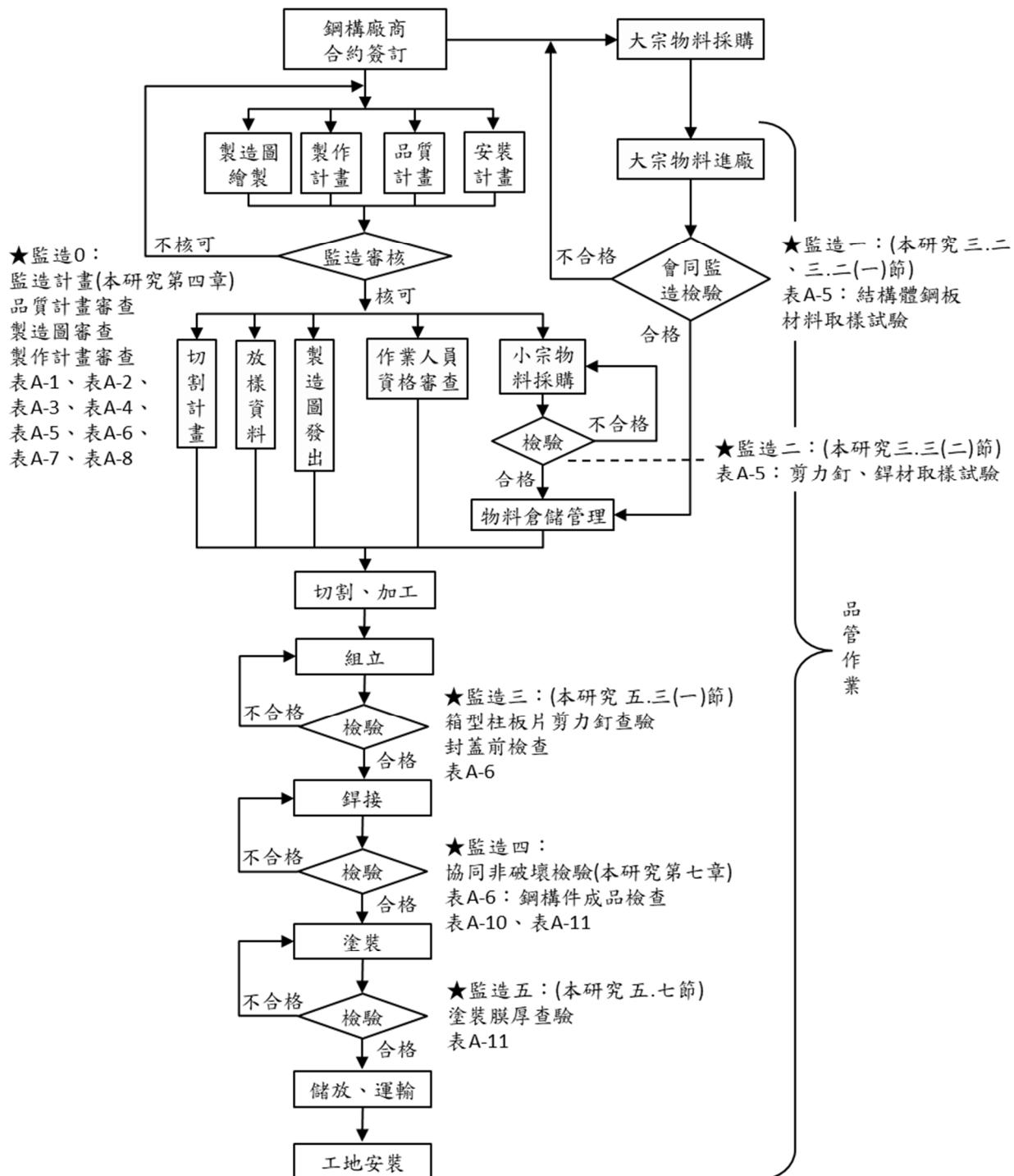


圖 三-6 鋼結構品管作業及工廠製作流程圖  
(修改自《鋼結構品質管制作業標準(第四版)》)

## (二) 工地吊裝組立流程

鋼結構構件於工廠製作完成後，運至現場安裝於預先埋設完成之基礎錨栓或支承座之上，再依設計需求用螺栓及鍛接方式組合。現場安裝之作業內容包括：

1. 基礎錨栓埋設校正
2. 吊裝、梁高強度螺栓第一階段鎖固、校正
3. 梁高強度螺栓第二階段鎖固、鍛接
4. 斜撐及非梁柱構件之吊裝
5. 鋼承板安裝與固定
6. 剪力釘植鍛
7. 防火與防蝕塗裝

工地吊裝組立之作業流程如(圖 三-7)，監造之關鍵點以★號表示，如註明監造六 ~ 監造十，其相關工作與必要的表格如附錄一、鋼結構工程施工品質管制相關表格。

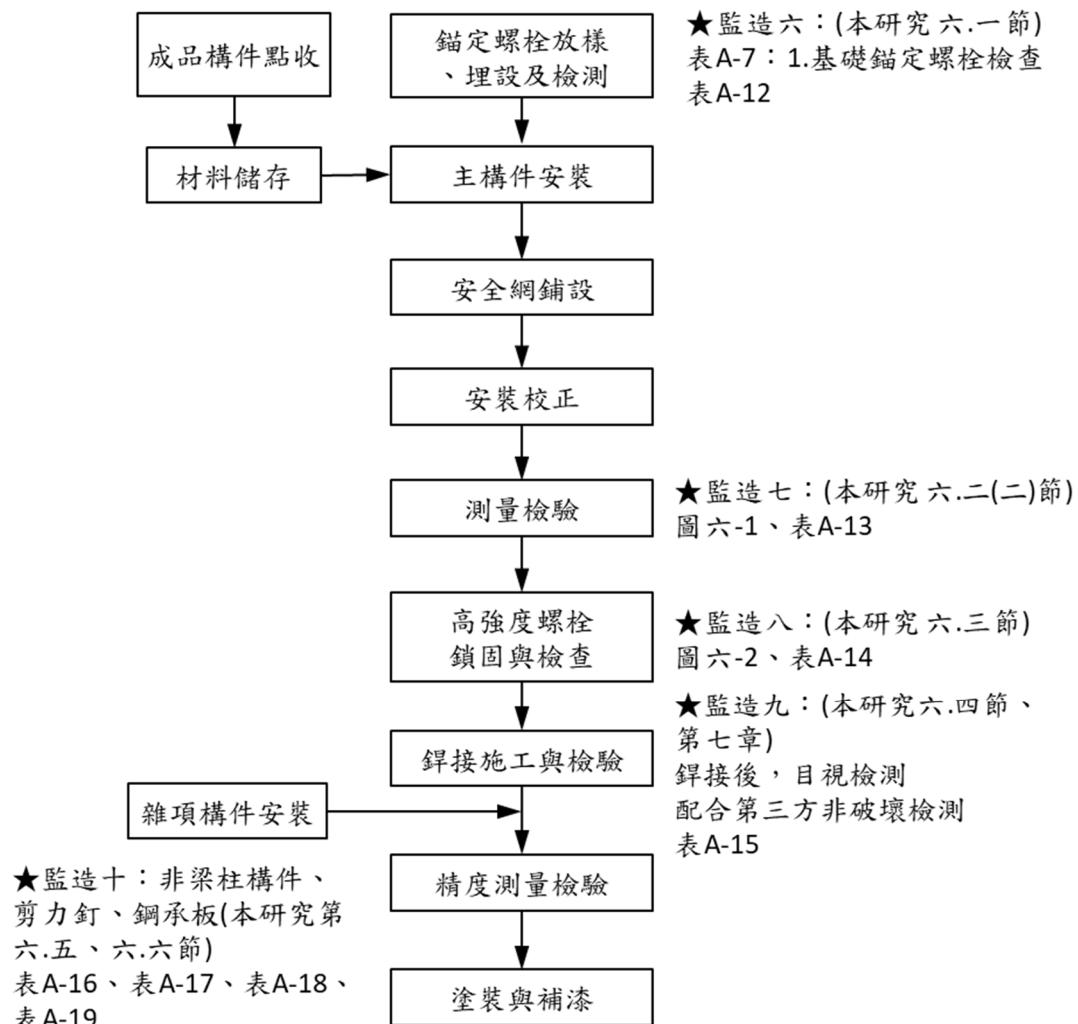


圖 三-7 鋼結構工地安裝作業流程圖

(修改自《鋼結構品質管制作業標準（第四版）》)

## 第四章 鋼結構監造於施工前之準備工作

監造單位於施工前準備的工作包括閱讀建築、結構設計圖說及契約規定，瞭解材料特性、施工方式及相關規範，據以製作監造計畫。後續依據監造計畫審查營造承攬廠商提送之施工計畫、品質計畫、製作圖。於施工前，鋸接程序規範書、鋸接人員資格之認定，亦須事前確認。

### 第一節 設計圖說及契約規定

#### (一) 閱讀設計圖說

1. 閱讀建築設計基本圖說，了解建築物空間尺度關係，如層高、梁下淨高及其他與高度有關之尺寸；平面跨距的變化、淨跨距的需求。服務核心如電梯間、管道間及其他服務空間的尺寸需求。所有空間尺度與結構桿件尺寸的關係，應事先了解並掌控其關鍵需求。
2. 閱讀結構設計圖說，了解鋼構材料的規格需求，鋼板、鋸材、螺栓、剪力釘、鋼承板、防火披護材料。
3. 材料規格有 CNS 標準應依從其規範，若無 CNS 標準應了解其差異性，需要時選擇可替代性。
4. 鋼板、鋸材、螺栓、剪力釘等材料規格、及鋼承板編號詳內政部《鋼結構施工規範》第二章之規定。
5. 了解構件特性，一般鋼構建築採用箱型柱、H 梁，其梁柱接頭細部，箱型柱內橫隔板之位置與梁翼板相對位置，有無灌漿孔洞需求，皆應完全了解。

6. 耐震設計梁柱之韌性接合依國震中心《鋼構造梁柱抗彎接合設計手冊及參考圖》，抗彎接合不僅需提供足夠的梁端撓曲強度容量，同時亦須具有充分的變形能力。為達成提升變形能力的目標，梁柱接合型式依對梁端強度的調整情形可歸類為下列三種類別：

- (1) 接合細節改良型梁柱接合（拱頭作法參考第五章末 圖五-8 照片編號 5302~5304）。
- (2) 強度減弱型梁柱接合（參考第五章末 圖 五-8 照片編號 5503、5504）。
- (3) 強度增強型梁柱接合（參考第五章末 圖 五-8 照片編號 5501、5502）。

陳生金教授（2005）發展之翼板梯形切削高韌性接頭，使用性較為普遍，其細部尺寸應詳細了解，梁端翼板梯形切削高韌性接頭細部參考第五章 圖 五-3。

## （二）閱讀鋼結構工程契約及監造契約條款

1. 閱讀鋼結構工程契約條款，審查品質計畫、施工計畫(含分項施工計畫)、安全衛生計畫。
2. 監造契約相關條款，有無特殊要求？工程會「公共工程施工品質管理作業要點」規定新臺幣一百萬元以上工程，監造單位應提報監造計畫，並依工程金額規定監造計畫之內容（表二-2）。
3. 了解第三方檢驗的內涵。「第三方」意為公正而獨立機構，不應隸屬於營造承攬廠商。正常的作業方式，由業主或機關直接委託檢測機構，或由監造單位代表業主或機構與「第三方」簽訂契約。契約約定檢測範圍包含廠驗、工地驗測，及檢測方法檢測頻率。

4. 多方協調會議之建立：協調會議之組織架構、監造人員之位階、權責，鋼構部分監造與建築其他部分監造之衝突與協調。

## 第二節 鋼結構監造計畫

監造單位須充分瞭解設計圖說及契約規定，據以編訂監造計畫（參考工程會《品管查核手冊》「伍、建築鋼結構工程監造計畫製作綱要」），做為審核營造承攬廠商（簡稱廠商）之品質、施工計畫，及監督廠商施工品質之依據。廠商之品質、施工計畫分為整體計畫與分項計畫二種，本研究僅針對鋼結構工程分項計畫進行探討。

### （一）鋼結構品質計畫審查

依契約之規定，擬定審查廠商所送品質計畫內容、程序之審查重點，檢核廠商之品質管制內容是否符合監造計畫，據以監督廠商依照計畫執行品管，保障施工品質。

#### 1. 品質計畫審查作業程序

- (1) 品質計畫之審查及核定流程（含流程圖）。
- (2) 品質計畫審查時限。
- (3) 對於不符合情形處理之作業規定（如補件、退回、或重送等），及完成時限之訂定。
- (4) 品質計畫送審情形之管制。
- (5) 對廠商品管組織人員之審查及核定作業程序說明（含流程圖），及品管組織人員更換、補員期限等相關作業規定。

#### 2. 審查重點

- (1) 施工要領
- (2) 品質管理標準
- (3) 材料抽驗項目及頻率
- (4) 施工檢驗程序

- (5) 自主檢查表等項目。
- (6) 鋼接程序規範書中必要參數項目及內容
- (7) 相關鋸道瑕疵種類、允收標準及鋸補方式
- (8) 不合格品之管制、矯正、與預防措施

## (二) 鋼結構施工計畫審查

依契約內容，訂定鋼結構工程施工計畫之審查表。分項施工計畫內容應包含作業進度表及分項品質計畫，其中分項品質計畫含施工要領、品質管理標準、材料及施工檢驗程序及自主檢查表等項目。

### 1. 審查作業程序

- (1) 施工計畫之審查及核定流程（應含流程圖）。
- (2) 施工計畫審查時限。
- (3) 不符合之處理作業規定（如補件、退回、或重送等），及完成時限訂定。
- (4) 施工計畫送審過程之管制方法，其管制重點應包含對廠商送審及修改時程之掌控。

### 2. 審查重點

- (1) 預定作業進度
- (2) 分項品質計畫：包括該工項之施工要領、品質管理標準、材料及施工檢驗程序、自主檢查項目、監造檢查項目及查驗點。
- (3) 分項作業安全衛生管理與設施設置計畫
- (4) 施工及製作圖說：施工及製作圖說審查常因業主或營造承包商選定鋼構分包商時間拖延，全部圖說無法一次到位接受審查，監造單位應配合發包或工程進度逐次分批審查。

### (三) 鋼結構材料與設備抽驗程序及標準

依契約規定訂定材料與設備抽驗管理標準，廠商擬使用之材料與設備，應依規定送審合格，始得進場及施工，以確保品質符合契約及業主要求。對材料設備之核定程序，應包含材料相關試驗報告、規範，協力廠商產能暨相關證明文件…等資料及監造單位之審查時限、退回施工廠商修正時間之列管。

#### 1. 抽驗作業程序(參考表 A-3 材料設備送審管制總表 及 A-4 材料設備檢(試)驗管制總表)

- (1) 檢討契約內應使用之材料與設備，訂定各項備料前廠商應送審資料，並訂定管制總表。
- (2) 材料與設備審查程序及審查時限。
- (3) 依契約規定，訂定材料與設備試驗單位之送審核備規定。
- (4) 分別規劃材料與設備其抽驗作業程序及所使用之品質抽驗紀錄表。
- (5) 對材料與設備進料時間及檢、試驗結果之管制方法。
- (6) 材料與設備出廠證明或檢（試）驗經判讀後，合格與不合格之處理流程及管制方式。

#### 2. 材料抽驗標準(詳表 A-5 鋼結構工程材料查驗頻率及標準表)

- (1) 抽驗項目
- (2) 抽驗標準
- (3) 抽驗時機
- (4) 抽查方法
- (5) 抽驗頻率
- (6) 不符合之處理方式與管理紀錄等

#### (四) 鋼結構施工查驗程序及標準

對於施工中之查驗作業作規劃，擬定管理標準。關於施工抽查時機，監造單位應明確列出施工查驗停留點，於工程開工前明確告知廠商檢驗停留時間點，以利廠商於品質計畫中配合訂定，並據以提出檢驗申請。檢驗停留點之訂定，至少應包括下列各項：

1. 材料進場時。
2. 施工完成後即無法目視查看之關鍵隱蔽作業點。
3. 影響安全或結構強度之關鍵作業點。
4. 影響使用功能之關鍵作業點。
5. 工項施作完成時。

監造單位在抽查施工品質時，須先確認施工廠商是否已依據品質計畫進行各階段的自主品管工作，再進行抽查。

##### 1. 施工抽驗程序：

- (1) 依工程契約內容，檢討訂定檢驗停留點之抽查及不定期抽查程序，及使用之抽查紀錄表。
- (2) 抽查結果之處置及管制方法，對於可即時改正缺失部分或重大缺失，應訂定有不同之管制方法。

依工程契約內主要施工項目，訂定「施工抽查標準」，作為抽查檢驗時判定合格與否之依據。

##### 2. 施工抽查標準至少包括：

- (1) 施工流程：列出分項工程之施工步驟。
- (2) 管理要領：針對各施工階段，列出管理項目、管理標準、抽查時機（含檢驗停留點）、抽查方法、抽查頻率、不符合之處理方式。
- (3) 管理紀錄：應留存之客觀佐證資料或合格證明文件。

## (五) 文件紀錄管理

### 1. 文件管理系統

對於與本工程所有相關文件項目詳予表列，並作適當之分類、編碼，規劃其登錄、收發、核定（含送業主部分）、保存、作廢等作業程序及存放管理方式。

### 2. 紀錄管理作業程序

規劃工地內所作各項相關紀錄資料之登錄、收發、核定（含送業主部分）、保存、作廢等作業程序，及如何配合文件之分類、編碼等，將其紀錄成果作有系統之歸檔。

## 第三節 鋼結構製作圖之審查

### (一) 梁柱構件之基本要求

1. 層高、柱距、斜撐桿件工作點相對尺寸、構件斷面及板厚、梁柱接合細部、柱內橫隔板細部、梁鋼筋續接器之位置點、柱底點灌漿孔，以上是否符合設計圖說要求，皆為基本查核要點。
2. 對於特殊構件如梁端翼板梯形切削高韌性接頭之製作圖查核。轉換層鋼柱基板，接合錨栓之孔洞亦為查核重點，詳（圖四-1）。

### (二) 錛道設計注意事項

製作圖於錛接設計，考慮有結構強度的要求、使用性的要求、施工性要求、檢驗的要求。

梁柱接頭、柱柱對接最常使用開槽錛道，T型接頭最常使用填角錛道，但板厚較厚時使用開槽錛道，其餘重點如下：

1. 愈少的錛道愈不容易產生問題。
2. 錛道「應力流」的設計避免應力集中。

3. 錏道施工的可行性，如鋼構造與 RC 構造之轉換層(大都在地  
下層)，鋼柱由上半部 Box 轉成下半部 2H，上部內部鋼板錐  
接之可達性非常重要（圖 四-1）。
4. 考慮防蝕的錏道設計、構件暴露大氣之方向性，譬如 H 梁擺  
設水平或垂直有所差異，可多利用腰板鑽孔作為排水之用。
5. 方便性及避免產生缺陷的可能性(如層狀撕裂)。
6. 有韌性需求接頭，不可使用螺栓與錏道共同承擔同一分力；  
無韌性需求之接頭，可於摩阻型高強度螺栓先鎖緊後，再利  
用錏接來做補強；另外，補強以錏接為主，但注意錏接熱影  
響。

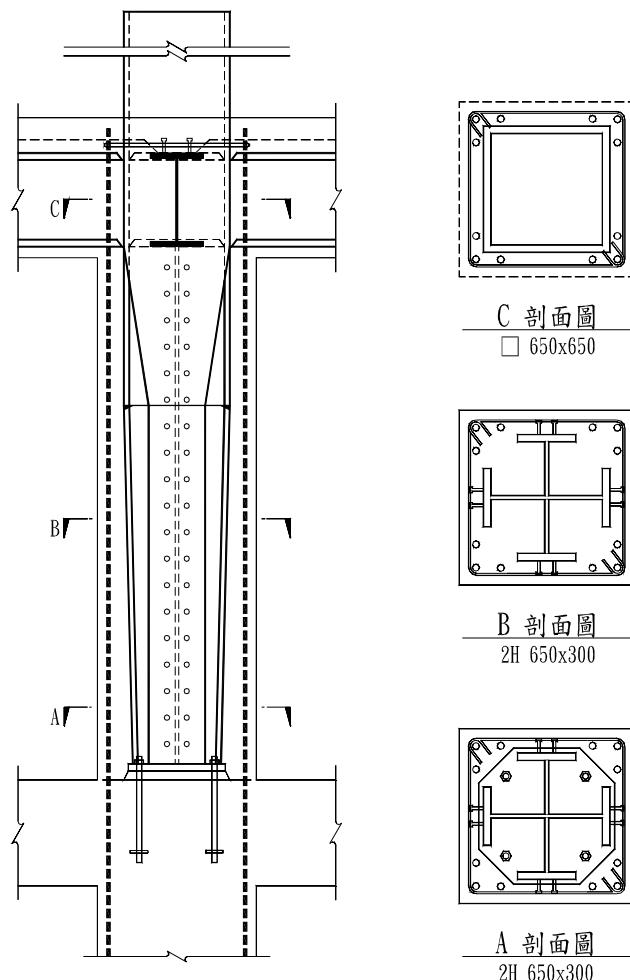


圖 四-1 轉換層鋼柱示意圖

## 第五章 工廠製作與監造

工廠製作流程主要步驟為進廠材料確認，經檢驗無誤後，進行放樣、裁切、一次組裝與鋸接、整形、二次加工鋸接，需要時進行預裝，最後再表面處理與塗裝。工廠製作流程詳（圖 三-6），概述如下各節。

### 第一節 材料檢驗

所有材料（如鋼材、鋸材、剪力釘）應符合製作圖、規範及契約之規定，並依 CNS 標準作必要查驗及驗證。以鋼板材料來說，營造承攬廠商（或鋼構承攬廠商）應先提出品質證明書（含無輻射污染證明書、出廠證明書）供監造單位查驗，經監造單位認可後方可採用。監造人員會同營造承攬商品管人員於材料進廠時取樣送驗為必要之程序。

鋼材查驗包含核對鋼材規格、爐號、板厚，並依規範採取試體送實驗室檢驗，（參考本章末 圖 五-8 照片編號 5101、5102）。鋼材檢驗內容依 CNS 規定包含鋼材化性、物性，碳當量 Ceg 及鋸接冷裂敏感指數 Pcm，另鋼板厚度若超過 25mm 須作超音波夾層檢驗。

### 第二節 放樣、裁切

放樣工作依製作圖尺寸在鋼板上畫出構件的實樣，並標註加工記號，為切割工作作準備。構件長、寬、厚須符合要求，長軸方向應與鋼板軋延方向一致，構件不允許有續接，若有需要應專案檢討。相同構件數量較多時，可製作標準鋼帶重複使用，有關放樣工作作業標準可參考鋼結構協會編訂之《品管作業標準》第六章。

切割是在鋼板上進行裁切分割。切割方式依作業機械不同分為氣體火焰切割、機械切割、電離子切割、雷射切割等四類，最新有自動

化 CNC 切割機，將製作圖輸入切割機，由電腦控制精準切割（參考本章末 圖 五-8 照片編號 5201、5202）。有關切割品質標準分切割面垂直度、粗糙度、切割凹痕、開槽角度、開槽根部高度等項目，可參考鋼結構協會編訂之《品管作業標準》第八章有詳細說明。

### 第三節 一次組裝與鍛接

一次組裝是將切割完成之鋼板及必要之開槽，按製作圖以點鍛或夾具臨時固定組合成構件形狀，作為後續鍛接作業之準備工作。

#### (一) 箱型柱

箱型柱是由多片鋼板所組成，完成開槽之鋼板於組裝過程中須輔以小桿件固定點鍛，俟一部份鋼板用料定位後再施予鍛接作業。

施作步驟：

1. 鋼板火焰開槽，板內植鍛剪力釘，加工、準備隔板。
2. 鋼板組立 U 形半成品（三片鋼板）及必要點鍛固定，U 形組合內隔板手工電鍛，半自動電鍛。
3. 第四片蓋板封蓋完成，橫隔板電熱熔渣鍛 ESW( 參考圖 五-1、圖 五-2 箱形柱之 ESW 電鍛 )。箱形柱內橫隔板之 ESW 鍛接作業時，應以一雙對邊同時進行，以控制變形。
4. 主軸方向板材間潛弧鍛。
5. 最後檢測與修補。

在封蓋第四片板材前，必須對箱型柱內之橫隔板、開孔位置、開槽角度及清潔度等進行檢核查驗(註：剪力釘在尚未組成 U 形前植鍛在單片即要查驗)（參考本章末 圖 五-8 照片編號 5301）。

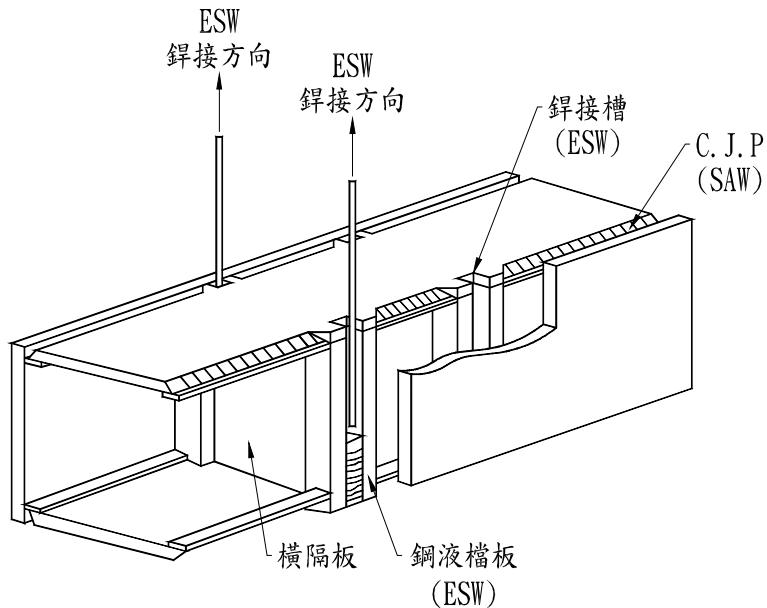


圖 五-1 箱型柱內之 ESW

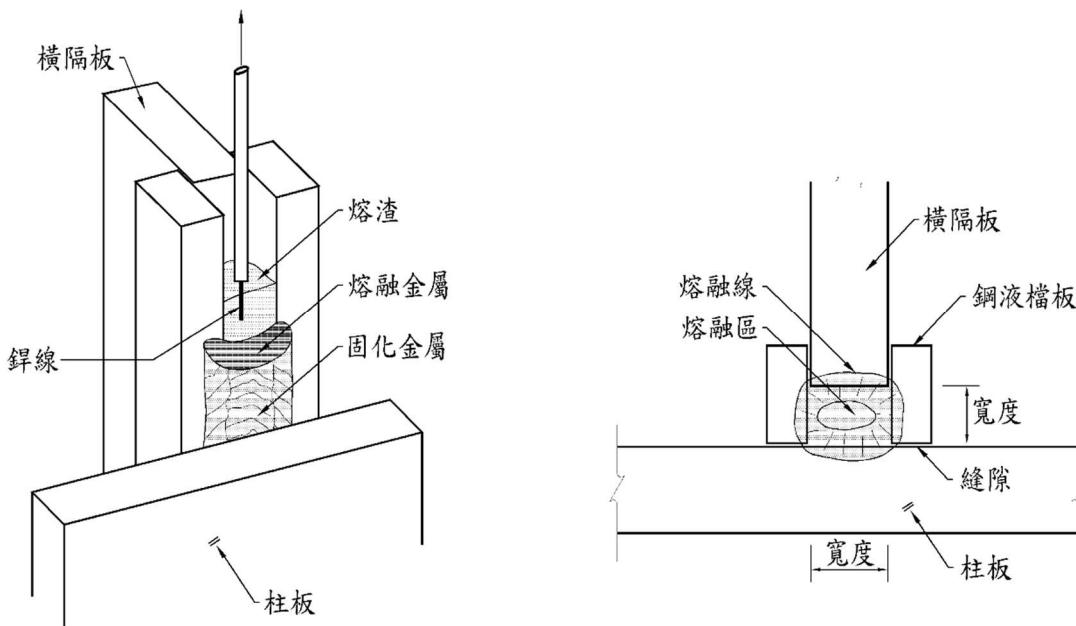


圖 五-2 ESW 鋸道外觀（左）、ESW 鋸接垂直剖面示意圖（右）

## (二) 拱頭製作

鋼構結構系統要避開梁柱接頭工地鋸接可能產生的缺陷，會有接頭「拱頭」的製作方式。

拱頭在工廠製作，工作條件、工作環境良好情況下，鋸接品質得以保證。在合乎力學原理，梁延伸長度通常為 1m 左右，作工地梁梁對

接，上下翼板鋸接接合，腰板螺栓接合。梁梁對接上下翼板鋸接要有背襯板作底，再行鋸接，為求鋸接品質管控，鋸接完成後會要求剔除背襯板，以利鋸道檢測。

一般建築其拱頭作法詳本章未 圖 五-8 照片編號 5302~5304，另外為配合建築造形需求，會有複雜的拱頭造型，如本章未 圖 五-8 照片編號 5305。

### (三) 其他梁柱構件

其他梁柱構件尺寸依製作圖製作，成品檢查、組立檢查、全滲透鋸道非破壞檢測亦應適當抽驗。

### (四) 鋸道檢驗

鋸接為使構件內各部份完全熔合接著。為確認鋼構件之鋸接施工環節均能以正確程序進行，故於實際製作安裝前進行相關鋸接細節之確認，以確保鋸接作業之品質得符合設計要求。

鋼構件鋸接完成後，在不破壞構件之前提下，以非破壞檢驗方式檢測鋸道是否存在缺陷，確認鋸接品質是否能達到規範之規定。

## 第四節 整形

鋼構件在工廠加工或鋸接過程中可能發生之變形而致無法滿足設計及施工規範精度之需求，或依據設計圖說構件需要預拱（鋼梁）及彎扳，均須予以整形或彎曲加工。如組合 H 梁，高寬比大的斷面、製作過程容易變形，鋸接後之直線校正或預拱成形校正，皆為查驗重點。本章未 圖 五-8 照片編號 5401 為工廠預拱不足，於現場修正。

整形與彎曲加工須以不損傷材質為原則，一般構件之整形方式分為機械整形及加熱整形兩大類：

1. 機械整形：於室溫條件下，直接利用加壓器具迫使構件產生塑

性變形，進而改善構件變形條件之作法謂之機械整形，作法上區分為加壓整型及滾輪整形。

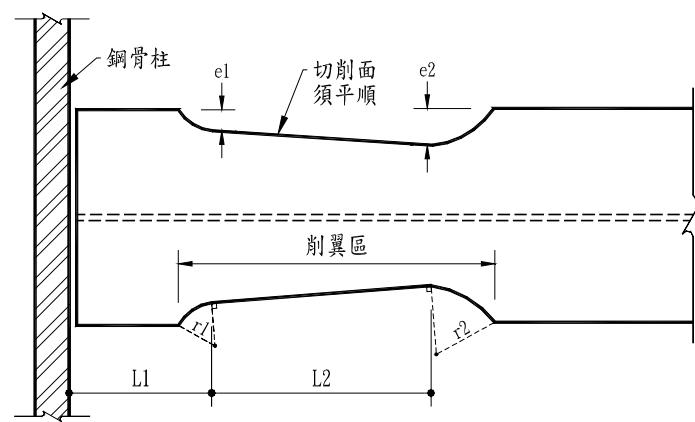
2. 加熱整形：利用常見之氣體火焰加熱構件，使構件組織內之應力重分配達矯正精度要求，依熱整形加熱範圍之形狀分為圓點加熱、線形加熱及三角形加熱等方式。加熱整形相關作業標準詳《鋼結構施工規範》第三章及《品管作業標準》第十八章「熱整形檢測標準」。

## 第五節 二次加工與鋸接

H大梁之矯正與預拱為先期作業，再來是端部翼板開槽、耐震規範要求高韌性切削（圖五-3、圖五-4及參考本章末圖五-8照片編號5503~5506）與腰板耐震扇形開孔為必要的查驗工作（圖五-5、圖五-6）。高韌性切削、扇形孔應該平滑圓順，任何切削、切痕過於粗糙時（平均粗糙度超過 $25\mu\text{m}$ ），應以磨平滑順，不可以補鋸再磨平，除非槽口（notch）凹深才需補鋸，在製作方面，以自動銑刀設備切削的扇形孔能達到高準確度的幾何形狀、同時也能獲得低粗糙度的切割面，為目前最佳之加工方式（陳正平，民101b）。

高韌性切削區不可有任何妨礙塑性發展之構件或零件鋸接在上面，如防墜網吊掛釘（應改為鋸在腹板），切削區範圍內植鋸剪力釘應以單排代替雙排；小梁與大梁交接處之連接板、挫屈斜撐與大梁交接處之連接板，皆應避開大梁耐震高韌性切削區。H大梁加勁板、續接板、開口補強（圖五-7及本章末圖五-8照片編號5509）及螺栓孔洞，查驗時皆須核對製作圖。

箱形柱上鋼筋續接器鋸接、灌漿孔構件製作（參考本章末照片編號5510）背襯板鋸固屬二次加工，亦應詳細查核。



韌性切削尺寸由結構設計單位設計

圖 五-3 梁端翼板梯形切削高韌性接頭示意圖

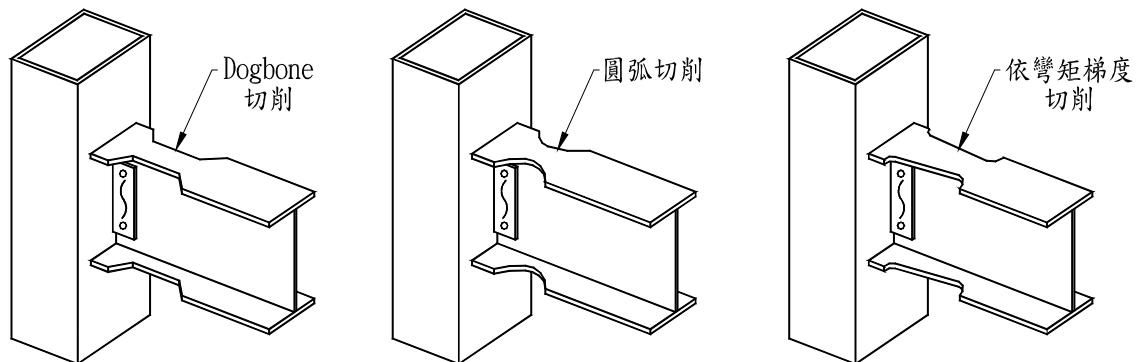
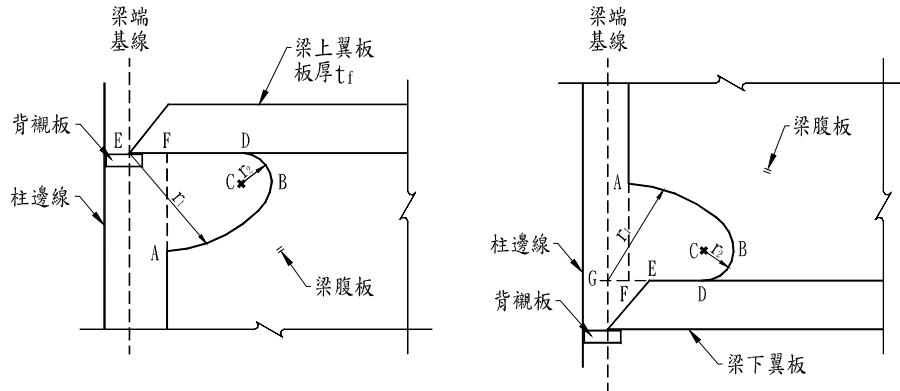


圖 五-4 減弱式接頭型式

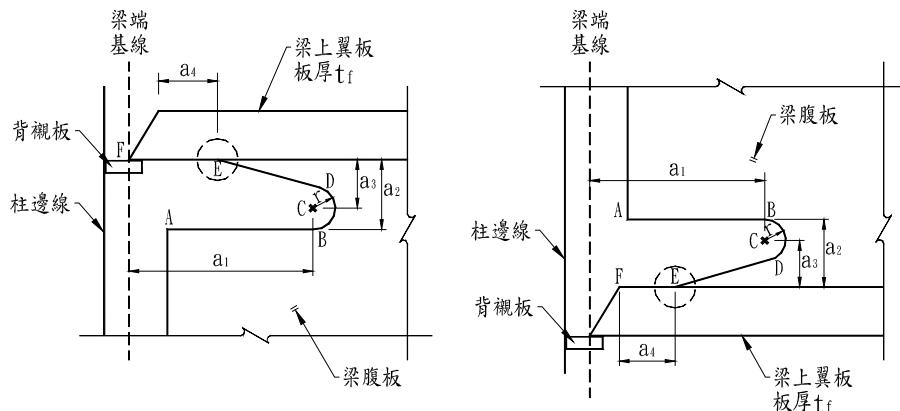


## 扇形孔\_日本設計準則

當 H 斷面尺寸在自動銑刀設備加工能力範圍內時，採用日本設計準則建議之扇形孔(簡稱弧形耐震扇形孔)，弧形耐震扇形孔幾何形狀細部如圖 XX 所示。

- (A1) AB 為一段以 E 點(上翼板)或 G 點(下翼板)為圓心， $r_1$  為半徑之圓弧。當翼板厚度較小時  $r_1$  採用 35mm，翼板厚度較大時  $r_1$  採用 45mm。
- (A2) BD 為一段以 C 為圓心， $r_2$  為半徑之四分之一圓弧。 $r_2$  固定為 10mm。
- (A3) DE 直線段為 BD 圓弧之切線。

圖 五-5 使用自動銑刀設備扇形孔細部



## 扇形孔\_AWS D1.8 設計準則

AWS D1.8 建議之耐震扇形孔幾何形狀細部如圖所示。

- (B1) AB 為一水平線段。A 點為腰板設計考量為已知定點。 $a_1$  應在  $3t_f \pm 12\text{mm}$  之間，D 點不宜距離翼板韌性切削區過近，其中  $t_f$  為梁翼板之厚度。
  - (B2) BD 為一段以 C 為圓心，半徑為  $r$  之圓弧。 $a_3$  不得小於( $0.75t_f$  與  $20\text{mm}$ )之大者，但不需大於  $t_f + 6\text{ mm}$ ； $r$  不得小於  $10\text{mm}$ ； $a_2 = a_3 + r$ 。
  - (B3) DE 為一段與梁翼板交角不大於  $25^\circ$  之直線。DE 線段與 EF 線段在交接處(圖中 E 點虛線圓圈處)，應以弧形曲線平順的連接，一方面降低應力集中，一方便方便研磨。
  - (B4) EF 為一直線段。 $1.5t_f \leq a_4 \leq 0.75t_f$ 。
  - (B5) 所有的切割面均需以研磨的方式處理至平順，表面粗糙度不得大於  $13 \mu\text{m}$ 。
- 火焰切割及切割面研磨施工方式製作扇形孔，宜先依其幾何形狀製作適當的模子，切割時火嘴靠著模子移動進行切割，切割曲線應自目標曲線(既 ABDEF 曲線)退後 1 至 2mm，完成切割後再將切割曲線研磨至目標曲線。

圖 五-6 AWS D1.8 扇形孔細部

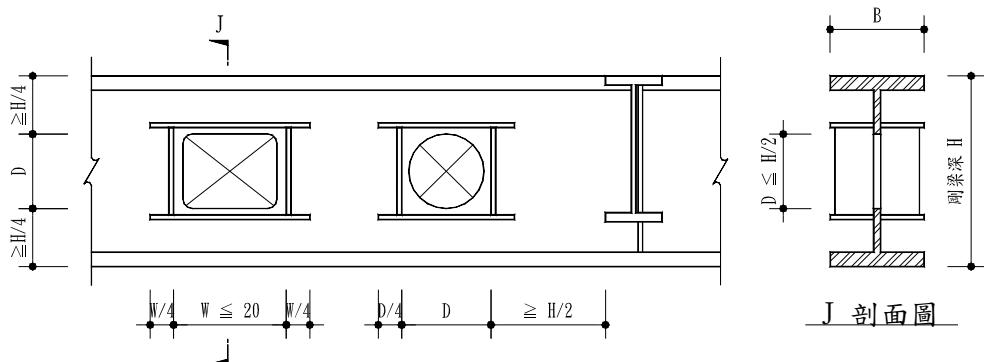


圖 五-7 梁開孔補強示意圖

## 第六節 預裝（試拼裝）

一般建築鋼結構因構件單純，不須於工廠先行預裝，僅需確保構件之尺寸正確及精度符合規範。但在契約規定或以下因素需進行預裝作業：

1. 複雜之建築造型：構件接頭幾何形狀複雜、立體構件變化複雜之組合，須進行組裝精度確認。
2. 組立時程要求一定時間完成：構件因組裝時程限制須於一定時間內完成，為確認施工程序無誤得進行預裝精度確認。
3. 施工環境嚴苛：構件大小不利運輸、組裝或修改作業，如海上吊裝、高山施工等不利因素。

預裝之主要目為確認接頭精度，將不符標準之構件於工廠製造階段即予修正，避免工地現場之修改作業。作業前先以儀器量測各支撐點間距、高程；支撐點間距、程的精準度影響後續組裝甚巨。

特殊案例的要求，如螺旋狀鋼梯製作，其過程包含放樣、切割、安裝、鋸接，一直到整體完成，再分段拆卸，載運至工地重新組立（參考章末 圖 五-8 照片編號 5601、5602）。

相關預裝檢驗標準詳《品管作業標準》第二十章「預裝作業標準」。

## 第七節 表面處理與塗裝

構件表面處理包含除鏽與塗裝。鋼材長時間曝露於大氣環境下，表面即開始產生氧化物，為避免鋼材表面持續產生銹蝕，構件於製造完成交運工地安裝前，需進行表面之除鏽及塗裝，但也須確認不可塗裝之位置如 SRC 構件（後續要澆灌混凝土）、預埋鐵件（牽涉與混凝土黏著力問題）、鋸道位置、高強度螺栓鎖固區域等。詳述如下：

### 1. 表面處理：

- (1) 需先行將鋼刷、砂輪機及噴砂不易除去之物質，如噴濺物、鋸珠、油污等先行去除。
- (2) 常用之噴砂材料為矽砂、鋼鑠（鋼砂）、鋼珠。
- (3) 工作環境之相對濕度應在 85% 以下。

### 2. 表面處理潔度需求：

- (1) 潔度分類有二種：第一類為以手工具或電動研磨砂輪機等處理者用 St 表示，St1、St2、St3…，第二類是以噴砂處理用 Sa 表示，Sa1、Sa2、Sa2<sub>1/2</sub>、Sa3。
- (2) 最常用潔度以手工具、砂輪處理。St2<sub>1/2</sub>：使用人工、電動刷具、鋼刷或研磨機等，將鬆懈氧化層、浮銹及其它外界異物去除後，用吸塵器或壓縮空氣、毛刷等將灰塵除去。
- (3) 由於噴砂表面處理方式會產生大量之砂粒粉塵，嚴重污染周圍環境，故工地吊裝後之表面處理工作，皆依據 St 除鏽法方式施工，其潔度標準如合約無規定時，則採 St3 之潔度標準施工。

### 3. 塗料塗裝作業注意事項

- (1) 應在表面處理完成後 4 小時內進行防銹底漆之塗裝。
- (2) 油漆塗佈時之氣溫應於 5°C~40°C 之間相對濕度應在 85% 以

下，以防止氣泡、針孔、起皺、垂流等現象發生。

- (3) 風速過大不得施塗。
- (4) 一次塗刷厚度不宜太厚（一次塗刷最大厚度除依施工規範規定外，亦可參考材料供應廠商之技術手冊規定），以避免發生起皺或垂流現象。
- (5) 為求膜厚均勻應使用重疊式覆蓋塗佈。
- (6) 塗裝方法，限於滾塗、刷塗及無氣噴塗三種。

#### 4. 油漆膜厚檢查作業標準：

測定時應在每一施工點或每  $10\text{ m}^2$  的塗布面積範圍內，任意選定五個取樣點，每個取樣點應於直徑 4cm 範圍內取三個量測點的平均值為該取樣點之測定值。此五個取樣點之測定平均值不得小於規定值，且任一測定值不得小於規定值之 80%。

表面處理與塗裝查驗要項包括表面清潔、油漆材料查驗、油漆膜厚查驗。檢驗標準參考《品管作業標準》第二十一章。

### 第八節 工廠製作之監造

工廠製作之監造工作，應依契約規範及監造計畫書確實執行。監造人員進行工廠查驗先前準備工作於第四章「鋼結構監造於施工前之準備工作」已有詳述，包含查閱核准之製作圖、施工計畫、品管計畫、鋸接程序書、鋸接人員名冊、管制查核點等。

工廠監造分為有駐廠監造人員及無駐廠人員二種情形。不論有無駐廠人員，必須先抽驗進廠材料是否符合製作圖說、規範及契約要求，方能進行放樣、裁切、加工、組裝、鋸接等工作。若有駐廠監造人員，依工廠製作流程停留點查驗材料品質；無駐廠監造時，監造單位則可於製造過程隨機派遣人員到廠抽驗，特別是構件製作完成後無法目視檢查之隱蔽部份，如箱形柱組立封蓋前。

國內大多數之建築鋼結構工程，業主或監造單位並無派遣駐廠監造人員，因此，監造單位應依節段製作順序作規則性進廠查驗，並對製作完成運送至工地前之構件進行抽驗而後放行。

抽驗項目重點包括：

1. 查驗鋼構廠自主品管之相關文件（按施工計劃中之品管項目清查）。
2. 核對構件尺寸、形式。
3. 核對構件之接合形式（柱-柱、柱-梁、梁-梁）是否正確。
4. 錐道抽查：錐道外觀目視檢查、測量錐喉及錐道腳長是否符合標準，ESW 錐道超音波（UT）檢測。
5. 表面處理與塗裝抽驗：油漆膜厚抽驗(錐道及 NDT 檢測處不得油漆)。
6. 剪力釘全部目視檢測合格後，抽樣 1/100 以鐵錘夯擊至傾斜 15° 以上，熔接部沒有破壞即屬合格。
7. 鋼筋續接器之錐接，一般目視合格再以磁粒檢測法（MT）檢驗。

主要結構構件之工廠監造抽驗重點如下：

### 一、 箱型柱

1. 製作過程箱型柱第四片板材封板前內部清潔度
2. 核對構件編號、量測外觀基本尺寸（含樓版位置點相對高程）、板厚
3. 柱柱對接之按裝固定片位置、板材開槽角度、分隔板位置
4. 灌漿孔尺寸、位置
5. 與梁接合板位置、接合板螺栓孔徑、數量
6. 剪力釘規格、尺寸、數量

7. 配合第三方檢測（鋸道目視檢測、鋸道超音波檢測，尤其  
分隔板之檢測至為重要）

## 二、 鋼梁

1. 核對構件編號、量測外觀基本尺寸、板厚
2. 與柱接合之翼板開槽角度，腹板螺栓孔徑、數量
3. 腹板開孔位置、尺寸、開孔補強
4. 預拱尺寸
5. 小梁接合板位置、螺栓開孔位置、孔徑、數量、補強板位  
置
6. 配合第三方檢測(鋸道目視檢測、鋸道超音波檢測)

工廠製作之監造項目、內容、查驗頻率、及標準相關表單詳附錄  
一：

- 表 A - 6 鋼結構工廠製作查驗頻率及標準表
- 表 A - 8 鋼結構鋸接查驗頻率及標準表
- 表 A - 10 鋼構件工廠施工品質抽查記錄表
- 表 A - 11 鋼構件成品施工品質抽查記錄表

圖 五-8 工廠製作施工照片集

編號：5101 說明：鋼板規格、爐號	編號：5102 說明：鋼板取樣位置(1/4~3/4 位置)
編號：5103 說明：鋼板取樣試片及剪力釘植鋸後試體	編號：5104 說明：剪力釘尺寸規格
編號：5201 說明：鋼板大板裁切	編號：5202 說明：鋼板加工-開槽

編號 5101~5104、5201~5202

	
編號：5301 說明：箱型柱蓋板前檢查	編號：5302 說明：方柱拱頭
	
編號：5303 說明：圓柱拱頭_01	編號：5304 說明：圓柱拱頭_02
	
編號：5305 說明：特殊拱頭	編號：5401 說明：鋼梁現場預拱

編號 5301~5305、5401

	
<p>編號：5501 說明：鋼梁擴大翼板_01</p>	<p>編號：5502 說明：鋼梁擴大翼板_02</p>
	
<p>編號：5503 說明：鋼梁減弱式接頭型式一</p>	<p>編號：5504 說明：鋼梁減弱式接頭型式二</p>
	
<p>編號：5505 說明：梁端部翼板高韌性切削_01</p>	<p>編號：5506 說明：梁端部翼板高韌性切削_02</p>

編號 5501~5506

	
<p>編號：5507 說明：鋼梁開口補強兩種型式</p>	<p>編號：5508 說明：柱內灌漿孔</p>
	
<p>編號：5601 說明：弧形鋼樓梯預裝_01</p>	<p>編號：5602 說明：弧形鋼樓梯預裝_02</p>

編號 5507~5508、5601~5602

## 第六章 工地吊裝、組立與監造

鋼結構工程於工廠生產過程中，構件必須依照工地安裝順序及需要排訂製程，以利工地安裝施工。構件載運至工地，進行吊裝、組立與電鋸需依一定之作業程序，逐項實施並經確認作好品管。其流程與承包廠商之管理事項參照台灣鋸接協會、鋸接技術與鋸接工程管理「安裝作業程序及管理事項」（詳本章末 表 六-6）。

基礎錨栓埋設校正為鋼構工程專業廠商先趨之工作與重責，其次吊裝、高強度螺栓第一次鎖固、校正、高強度第二次鎖固、而後電鋸作業。電鋸作業品管檢測參照台灣鋸接協會「電鋸作業檢測重點」（詳本章末 表 六-7），詳列承包廠商於施工前、施工中、施工後之自主檢測重點。工地施工包含吊裝、組立、鋸接，各階段施作流程敘述如下。

### 第一節 基礎錨栓埋設校正

基礎錨栓連結鋼結構與鋼筋混凝土結構。基礎錨栓安裝是否準確，會影響上部鋼結構的吊裝作業。混凝土澆灌後，錨栓位置一旦產生偏差，很難加以修正，使得後續之鋼結構組立作業更加困難，因此鋼構施作中基礎錨栓測量放樣的正確性相當重要。

鋼結構繪製施工圖及製作圖時，應避免基礎錨栓埋設與鋼筋發生干擾問題。於施工過程中，可以使用輔助樣板定位鋼筋，避免鋼筋移位阻礙基礎錨栓施工。（本章末 圖 六-8 照片編號 6101、6102 為地下 B2 柱斷面 100x100cm，上來轉換層地下 B1 柱斷面 90x90 cm，柱鋼筋在版下已有相當的搭接長度，但不容易看出來。）混凝土基礎或埋設錨栓之轉換層樓板面澆製完成，養護期過後方可進行吊裝。進行吊裝工程前須再次查核確認基礎錨栓垂直度、鋼柱底高程是否正確。

基礎錨栓（簡稱錨栓）施作流程要項包括：

1. 事先查核錨栓材質，再行查核施工圖及製作圖，避免錨栓與鋼筋干擾。
2. 錨栓確實安裝於固定樣板上（簡稱錨栓連接樣板）、外露部分的螺牙須做好保護。
3. 錨栓連接樣板安置於正確位置後，適度地固定，以防止澆置混凝土時發生位移。
4. 錨栓連接樣板安裝完成後，須經監造人員查驗核可才能進行澆置混凝土。
5. 錨栓上層固定樣板於鋼柱吊裝前必須拆除，澆置混凝土時，高程依設計預留鋼柱底無收縮水泥澆置空隙，澆置過高之混凝土須打除、打毛。
6. 混凝土澆置完成後，須再次查驗錨栓位置，如超出容許誤差範圍時，必須做適當的調整，或修改鋼柱基礎底板。

## 第二節 吊裝、組立、校正

施工計畫中有關塔式吊車之計畫，其塔吊基座不管是直接座落基礎底板或安裝在樓層結構體構件，皆需經過適當地檢討與力學計算，吊裝分包商提出完整的結構計算，經監造人覆核，安全無虞，始能定案，而後配合工地進度進場施作。安裝在樓層結構體構件塔式吊車要有適度支撐與補強（參考本章末 圖 六-8 照片編號 6201、6202）。

鋼構吊裝分節施作，每一節段先立柱後裝梁，然後進行校正。梁柱接頭之大梁，一般設計腹板採用螺栓接合，翼板全滲透鋸接合。鋼柱的對接位置在樓板面以上一公尺左右，除工作容易外、電鋸品質也得以控制，該處的結構應力也比柱底或柱頭小很多。梁柱接頭鋼梁腹板的螺栓可以局部數量第一階段鎖固，待吊裝、校正有關之高程及中心線後，施作第二階段之螺栓鎖固(包含其餘數量)。

工地吊裝組立施工流程（詳第三章 圖 三-7）。

### (一) 吊裝、組立

1. 鋼柱吊裝不得為獨立柱或單列柱置放過久時間（如隔天或隔夜），應以四向柱列作為起始配置，力求構架自身穩定（參考本章末 圖 六-8 照片 6203、6204）。鋼柱吊裝穩定性有問題時，要有防止傾倒之措施。
2. 第一節柱吊裝時要注意不可傷及基礎錨栓螺牙，底板高程利用上下層基礎錨栓旋轉調整至正確高程。柱底混凝土表面要清理乾淨，混凝土面與底板間灌注適度強度之無縮收水泥砂漿。
3. 鋼柱吊裝須使用自動脫鉤器，吊裝前必須確實檢查自動脫鉤器。鋼柱及任何構件吊裝時應避免吊掛不穩定的問題發生。
4. 柱對接板假固定、再吊裝大梁假固定。最新有引進鋼柱無鋼索吊裝工法之鋼構連結調整器（如日本專利的 ACEUP 固定器），對於柱柱對接的精準度有極大的改善（詳本章末 圖 六-6 照片 6205、6206）。
5. 每一梁柱接頭接合部位之假固定螺栓或沖梢，數量至少需有設計螺栓數之三分之一以上，且不得少於二支。螺栓第一階段鎖固須鎖緊方可將 U 型環鬆脫（詳本章末 圖-六 6 照片 6207、6208）。
6. 鋼結構吊裝作業之安全措施，應依《營造安全衛生設施標準》第十章規定辦理。
7. 移動式起重機（吊車）之安全管理，應依《起重升降機具安全規則》第三章規定辦理。

### (二) 校正

1. 柱、梁吊裝臨時栓固及第一階段鎖固完成後，以儀器進行柱垂

直度的調整（參考本章末 圖 六-8 照片編號 6209、6210），校正作業流程詳（圖 六-1）。

2. 校正用測量控制點必須固定，進行校正作業前要確實檢查是否遭破壞或位移。
3. 若偏差量太大、超出容許誤差時，應以適當方式修正，避免重複施作及不正當校正工法。
4. 垂直度量測、校正及柱頂高程量測完成後，由承攬廠商商品管人員會同監造人員查驗完成，方可進行梁端全部高強度螺栓第二次鎖固之動作。

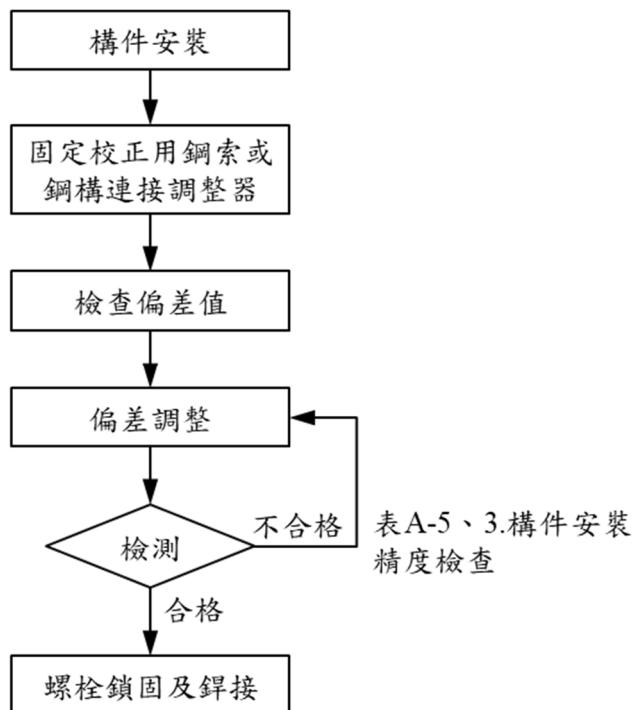


圖 六-1 鋼結構校正作業流程圖

### (三) 高強度螺栓第二階段鎖固與工地鉗接

鋼構分節吊裝、校正完成後，全面施作高強度螺栓第二階段鎖固。鎖固後應依規定檢查扭力值，以確認螺栓已經鎖緊。而後進行工地鉗接工程。

### 第三節 高強度螺栓之鎖緊作業

高強度螺栓材料檢驗及鎖固作業流程詳(圖六-2)，監造工作之關鍵點於旁邊加註。

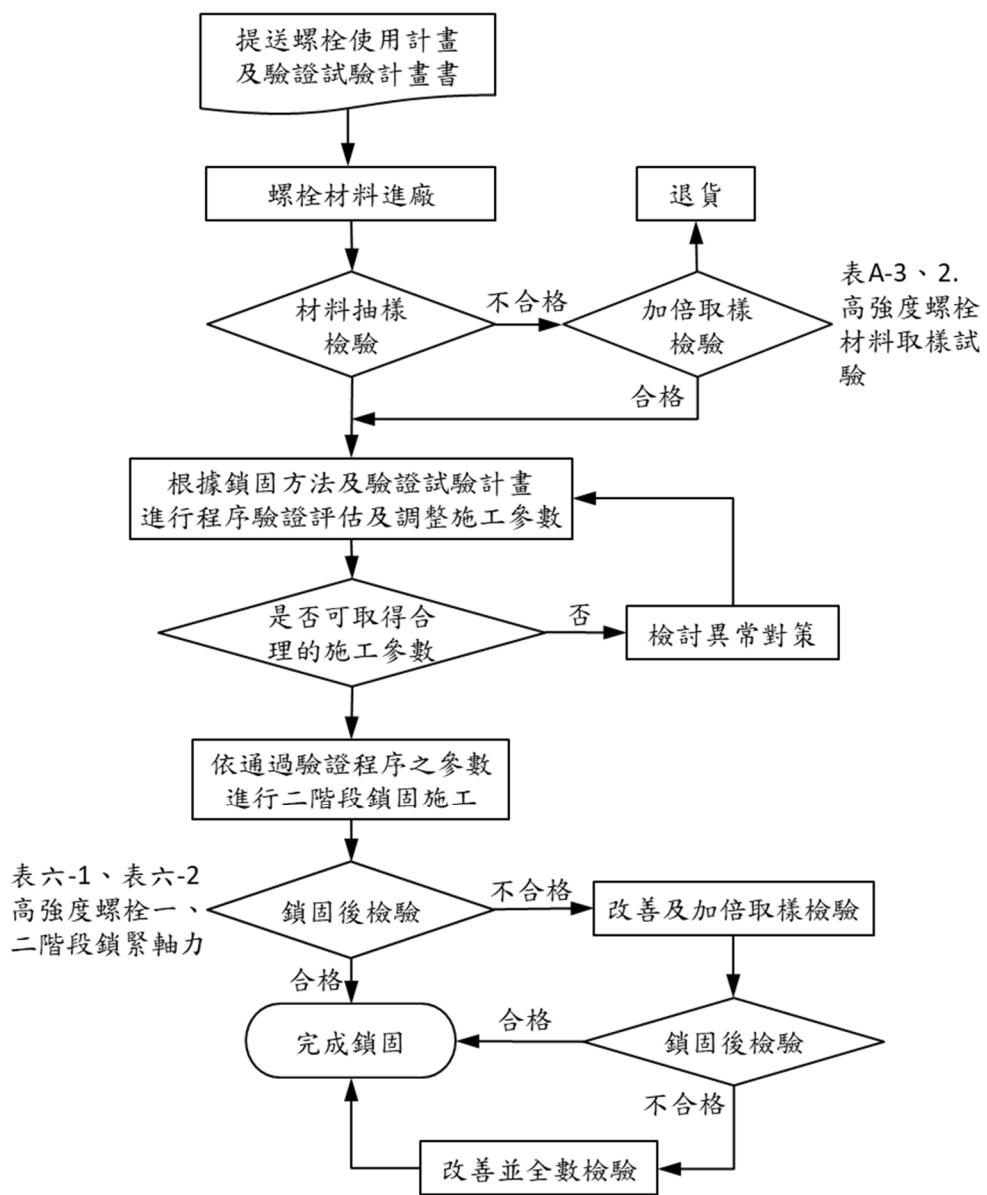


圖 六-2 高強度螺栓材料檢驗及鎖固作業流程圖

#### (一) 作業要點

1. 高強度鋼材接合面之表面處理狀況須符合 A 級與 B 級。

A 級條件之一，噴砂後進行無機鋅粉底漆塗裝，無需進行滑動係數試驗。

B 級條件之一，噴砂後之未塗裝鋼材表面，其表面潔淨度須滿足 Sa<sub>2 1/2</sub> 之要求。

2. 連接部的組合應確保密合，其間隙如在 1mm 以下時不必做任何處理，如大於 1mm 時應加墊片處理。
3. 高強度螺栓一旦經鎖固後再取下，則不得重複使用。
4. 若螺栓孔錯位無法對應連接板孔位時，錯位不大於 2mm 時可在連接板鉸孔修正，錯位大於 2mm 時，其修正方式應經監造單位核可。
5. 高強度螺栓穿鎖時，不可用敲擊方式直接打入螺栓孔內，損傷螺紋。
6. 螺栓應儲放於可緊閉之耐候儲放桶內。
7. 構件與螺栓頭或螺帽之接觸面與螺栓軸線垂直面之傾斜度大於 1:20 時應採斜墊圈，以確保該接頭之所有接合面均可平整密接。
8. 高強度螺栓鎖固後尾端凸出螺帽應至少 1 圈完整的螺紋，且不可超過 6 圈螺紋。

## (二) 鎖緊方法

螺栓依產品不同而有不同的四種鎖緊方法：校正扳手法、斷尾螺栓法、螺帽旋轉法及直接張力指示器。國內鋼構建築物工程實務上大部分使用斷尾螺栓法。

1. 校正扳手法：第一階段鎖緊至接合面緊貼狀態，第二階段鎖固至最小預拉力所對應之扭力值。
2. 斷尾螺栓法：第一階段鎖緊至接合面緊貼狀態，第二階段以專用機具鎖固至螺栓斷尾。
3. 螺帽旋轉法：第一階段鎖緊達螺帽旋轉法之初始鎖緊扭力值，

第二階段以扳手旋轉螺帽至所需旋轉量，容許誤差為  $-0^\circ \sim +60^\circ$ 。

4. 直接張力指示器：第一階段鎖緊至接合面緊貼狀態，第二階段以鎖固機具鎖固至墊圈凸起部之壓縮彎形量達規定值（詳圖六-3、圖 六-4）。

各鎖固方法之檢驗時機、抽驗頻率、檢驗方式詳（表 六-1）。



圖 六-3 直接張力指示器

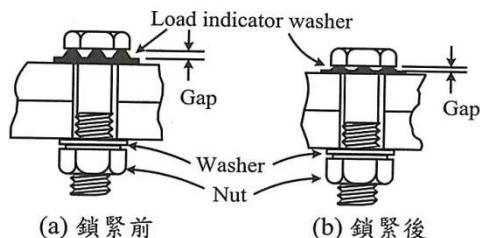


圖 六-4 直接張力指示器鎖緊法

### (三) 施工前之驗證試驗

依《品管作業標準》，螺栓鎖固作業施工前，應先依據所採用之鎖固方法，進行該方法之施工程序驗證試驗，所施加之軸拉力須達驗證最小軸拉力（表 六-2），驗證試驗通過後始可進行鎖固作業。

驗證試驗應於工地現場進行，試驗前應確認螺栓組件表面狀態及鎖固設備與程序等均與實際施工時相同。試驗須使用校準過之軸力計及有刻度標記之扭力扳手確認軸拉力大小，並取得扭力係數(K)。扭力係數依下列公式計算之。

$$K = (T/DN) \cdot 1000$$

其中，K：扭力數值

T：扭力(kgf-m)

D：螺栓標稱直徑(mm)

N：螺栓軸拉力(kgf)

扭力係數值試驗之取樣以同一製造批號之螺栓最少取樣 5 支試驗，求其平均值為施工依據。

表 六-1 各鎖固方法之檢驗方式

(修改自《鋼結構品質管制作業標準(第四版)》)

鎖固方法	校正扳手法	斷尾螺栓法	螺帽旋轉法	直接張力指示器法
檢驗時機	螺栓鎖固後當日內及接頭接前完成,若遇不可抗力之因素而無法於螺栓鎖固後當日內完成檢驗,則其檢驗方法及頻率應另經監造單位核可。	第一階段鎖緊後依表六-3 進行扭力檢查。 第二階段應在螺栓鎖固後接頭鋸接前完成檢驗。		螺栓鎖固後，接頭鋸接前，完成檢驗。
抽驗頻率或作法	承造人 目視 100% (檢視標記線)	承造人 目視 100% (檢視斷尾處)	承造人 目視 100% (第一階段鎖緊密貼性及第二階段鎖固旋轉量)	承造人 目視 100% (檢視墊圈壘起凸塊之變形量) 目視 30% (以間隙規檢查)
	承造人會同監造 扭力測試螺栓數量 之 10%。	承造人會同監造 扭力測試螺栓數量 之 2%。	承造人會同監造就 第一階段鎖緊扭力 及第二階段鎖固旋 轉量,分別進行 10% 抽驗。	承造人會同監造 螺栓數量之 2% (以間隙規檢查)。
	每五個梁柱接頭至 少抽檢一處,每處 則至少抽驗三個螺 栓。	每十個梁柱接頭至 少抽檢一處,每處 則至少抽驗二個螺 栓。	每十個梁柱接頭至 少抽檢一處,每處 則至少抽驗該處全 數螺栓。	每十個梁柱接頭至 少抽檢一處,每處 則至少抽驗二個螺 栓。
檢驗方式	採扭力扳手確認扭力值是否達到最小預拉力對應之扭力值。	第一階段鎖緊採扭 力扳手確認扭力 值,第二階段鎖固 目視檢驗確認螺帽 之旋轉量。	以間隙規確認墊圈 壘起凸塊達到所需 之變形量。	

表 六-2 S10T/F10T 螺栓安裝前驗證試驗之軸拉力

(修改自《鋼結構品質管制作業標準(第四版)》)

螺栓尺寸	驗證最小軸拉力 $t_f$ (kN)
M12(僅 F10T)	6.4 (63)
M16	11.8 (116)
M20	18.4 (181)
M22	22.7 (223)
M24	26.5 (259)
M27	34.3 (337)
M30	42.1 (413)

#### (四) 兩階段鎖固

高強度螺栓之鎖固作業應分兩階段鎖固至規定之最小預拉力。採用校正扳手法、斷尾螺栓法及直接張力指示器法鎖固螺栓時，第一階段鎖緊應鎖緊至緊貼狀態；採用螺帽旋轉法鎖固螺栓時，第一階段鎖緊應鎖至螺帽旋轉法初始鎖緊扭力值。螺栓羣內所有螺栓完成第一次鎖緊後，才可進行第二次鎖固。

- (1) 接合面緊貼狀態之認定標準，為使用電動（氣動）扳手鎖至數次衝擊或使用一般扳手用人工全力鎖緊即可。接合面緊貼狀態無扭力值定量之規定，可採用（表 六-3）所示之數值作為參考值。
- (2) 若設計圖說指定不需施加預拉力者（採手工鎖緊）僅施作目視檢驗為原則，無須進行扭力試驗。
- (3) 螺帽旋轉法之初始鎖緊所達之扭力值，須依（表 六-3）執行
- (4) 表 六-4 第二階段鎖固依（表 六-2）之最小軸力值所對應之驗證扭力施工，使螺栓可達（表 六-4）最小預拉力值之要求。

第一階段預鎖扭力值所產生軸向預拉力約為螺栓「拉力負載」的 0.25~0.4（較小螺栓尺寸為 0.3~0.4；較大螺栓尺寸為 0.25~0.3）。

第二階段鎖緊動作，應達材料規範最小拉力負載的要求（以

F10T-M20 來看，最小預拉力為最小拉力負載的 85%左右，詳第三章第三節 表 三-9)。

斷尾螺栓來說，第一階段鎖緊至接合面緊貼狀態，第二階段以專用機具鎖固至螺栓斷尾。其他作業細節可參考《品管作業標準》「四、高強度螺栓施工品質管制作業標準」。

表 六-3 高強度螺栓螺帽旋轉法之初始鎖緊扭力值  
(修改自《鋼結構品質管制作業標準(第四版)》)

螺栓標稱直徑(mm)	鎖緊扭力 kgf-m (N-m)
12(僅 F10T)	約 5 (50)
16	約 10 (100)
20	約 15 (150)
22	約 15 (150)
24	約 20 (200)
27	約 30 (300)
30	約 40 (400)

表 六-4 S10T 及 F10T 螺栓之最小預拉力  
(修改自《鋼結構品質管制作業標準(第四版)》)

螺栓標稱直徑(mm)	最小預拉力 tf (kN)
M12(僅 F10T)	6.1 (60)
M16	11.2 (110)
M20	17.5 (172)
M22	21.6 (212)
M24	25.2 (247)
M27	32.7 (321)
M30	40.1 (393)

#### 第四節 工地鋸接作業

每一節段吊裝組立、校正完成、並經查驗合格，梁腰板高強度螺栓全部鎖固鎖緊後，進行鋸接工作，工地現場電鋸作業流程詳（圖六-5)。

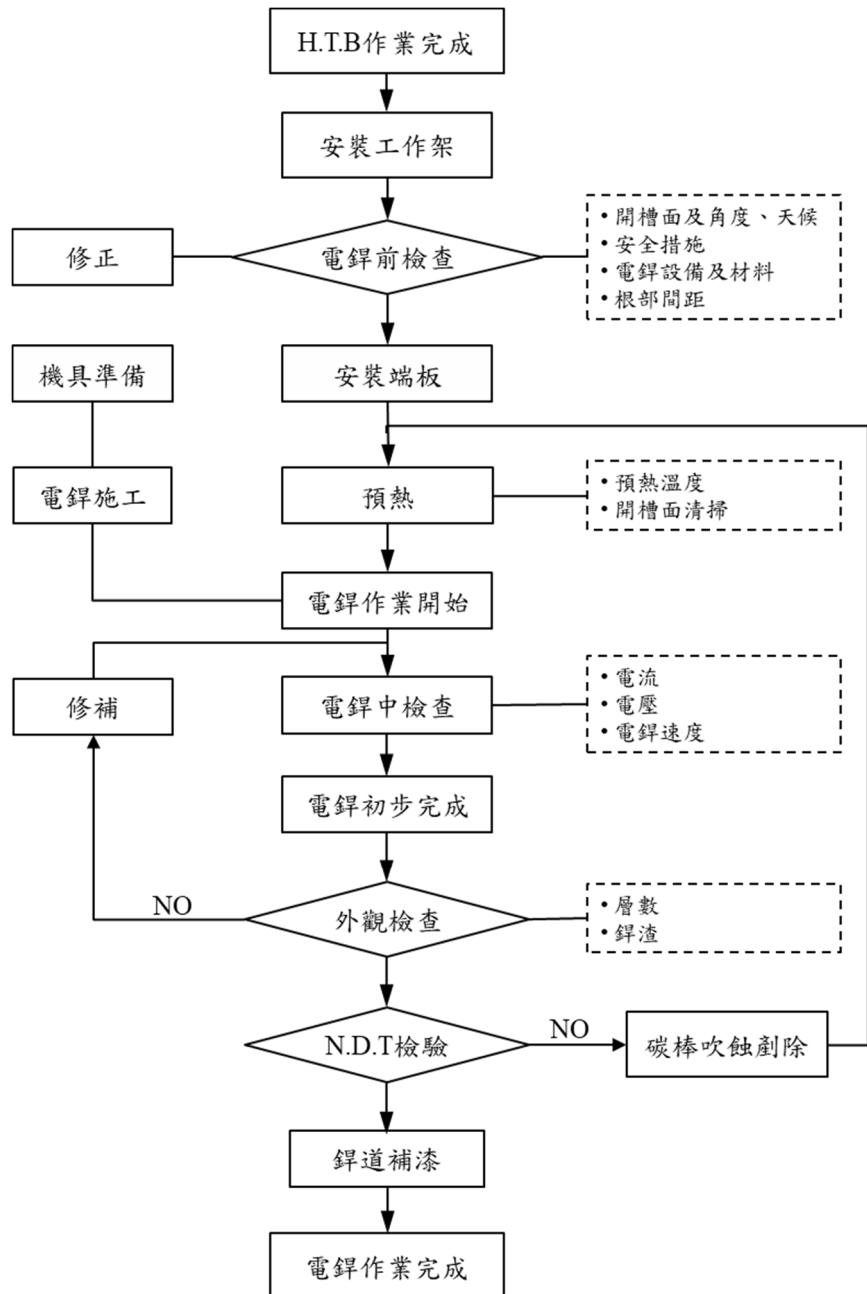


圖 六-5 工地現場電鋸作業流程圖

(重繪自《鋸接技術與鋸接工程管理》)

工地鋸接作業重點如下：

鋸接施工以考量整體結構最平均及最小之變形收縮為原則，由結構體平面中間開始向外輻射狀進行作業。

鋸接施工，先從每一節段最上層之梁柱接頭處鋸接，再來鋼柱續接部位，最後進行中、下層之梁柱接頭處。

斷面較大的鋼柱續接處鋸接時，應考慮 2 名鋸接人員同時作對稱鋸接，以預防變形（參考本章末 圖 六-8 照片編號 6401 ~ 6402）。

梁柱接頭梁翼板鋸接背襯板、導鋸板(起弧板)應事先點鋸固定以確保鋸接品質。起弧板長度不得小於 25mm，切除後磨平至 25um 粗糙度之平順圓弧。新近有陶瓷導鋸板代用，效果不錯。

鋼柱吊裝所用之臨時料件，在鋸接完成後以氧氣、乙炔切除，為避免損及母材，應預留 3~5 mm 於切除後磨平。

鋸接前、鋸接中、鋸接後作業要點如下：

### (一) 鋸接前作業要點

1. 鋸接人員可於現場進行考試予以檢定，合格後方可進行電鋸作業；或由具有公信力之機構發給鋸接技術人員資格檢定證書或檢定合格報告，並有最近 6 個月內持續作鋸接工作之證明者，直接晉用。鋸人員考試與資格認定詳見第七章第三節鋸接程序書規範書與鋸接人員資格。
2. 鋸接前準備工作
  - (1) 電鋸程序書 (WPS) 於施工前提出並經過核可。
  - (2) 電鋸材料規格應符合 WPS 要求。低氫系熔渣遮覆型鋸條應依照規範規定加以選擇及烘乾處理，方可使用。
  - (3) 鋸接構件開槽角度、形狀、根部間距須符合設計圖說及製作圖說。
  - (4) 構件鋸接處必須保持乾燥、清潔，不得有雜物。
  - (5) 鋸接設備、工具須正常運作。

### (二) 鋸接中作業要點

1. 天候管理
  - (1) GMAW 或 FCAW-G 鋸接風速超過 2 m/sec 時，應具有妥善

之防風設備始得鋸接，但超過 8 m/sec 時皆不得鋸接。

- (2) 下雨天不得進行電鋸作業，雨後作業前必須以乙炔火焰烘乾鋸接面之水份，才可進行鋸接作業。
- (3) 大氣濕度超過 85% 時，原則應停止作業，復工前開封的鋸條經烘乾除濕後，才可繼續進行電鋸作業。

表 六-5 預熱及鋸道間之最低溫度(CNS 系列常用鋼材)

類別	母材種類	鋸接方法	接合之最大板厚 T(mm)	最低預熱及最低道間溫度(°C)
I	CNS 2947 SM400 CNS 13812 SN400	使用非低氫系鋸條之遮護金屬電弧鋸(SMAW)	$3 \leq T \leq 20$ (註：板厚超過 20mm 必須使用低氫系鋸條)	0
II	CNS 2947 SM400, SM490, SM520 CNS 13812 SN400, SN490	使用低氫系鋸條之遮護金屬電弧鋸(SMAW)、潛弧鋸(SAW)、氣體遮護電弧鋸(GMAW)、包藥鋸線電弧鋸(FCAW)	$3 \leq T \leq 20$ $20 < T \leq 38$ $38 < T \leq 65$ $65 < T$	0 10 65 110
III	CNS 2947 SM570	使用低氫系鋸條之遮護金屬電弧鋸(SMAW)、潛弧鋸(SAW)、氣體遮護電弧鋸(GMAW)、包藥鋸線電弧鋸(FCAW)	$3 \leq T \leq 20$ $20 < T \leq 38$ $38 < T \leq 65$ $65 < T$	10 65 110 150

## 2. 施工品質管理

- (1) 鋸接人員應隨時注意電流、電壓及鋸接速度。
- (2) 每一鋸道完成後，應將熔渣及鋸珠清除乾淨，有缺陷應剷除修補後，才可繼續下一鋸道之鋸接。
- (3) 鋸接途中因故中斷時過長，應按規定施作預熱。
- (4) 依規範使用低氫系鋸材，表 六-5 中類別 II 母材 38mm 以下板厚不須預熱，板厚 38-65mm、預熱溫度為 65°C。其他

類別預熱及層溫控制詳見（表 六-5）。

- (5) 電鋸完成後，鋸接人員應就近記載鋸接人員本人編號（或姓名）及日期。

### (三) 鋸接後作業要點

1. 鋸道目視檢查及非破壞檢驗委由獨立的第三方檢測，並依契約規定抽驗比例抽樣查驗。
2. 柱柱對接與梁翼板鋸接，依「耐震設計規範」需百分百之目視檢測及超音波檢驗。
3. 鋸道非破壞性檢測詳第七章。

## 第五節 非梁柱構件及斜撐之吊裝

構架分節段吊裝、校正、鋸固完成，需再次查核斜撐、挫屈束制支撐(buckling-restrained brace, BRB)及非梁柱構件(詳圖 六-6、圖 六-7)相對工作點之精確、距離、長度，重新檢核回饋修正結合細部。

一般斜撐構件皆以端部鉸接設計，螺栓群組精密要求較高。

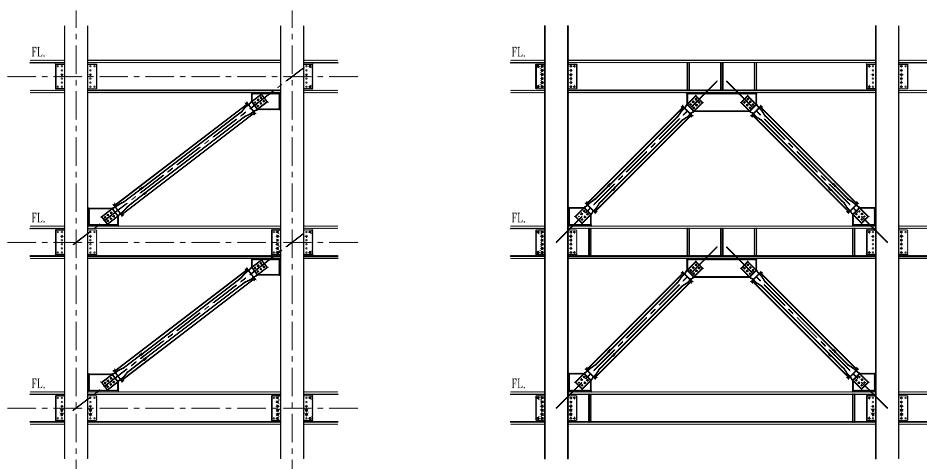


圖 六-6 斜撐構件示意圖

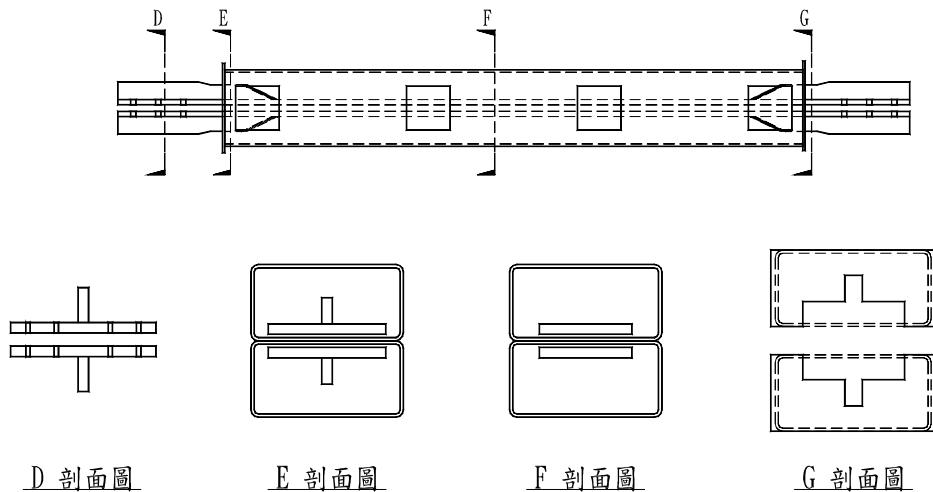


圖 六-7 BRB 構件詳圖

## 第六節 鋼承板、剪力釘

### (一) 鋼承板安裝與固定

大部分的鋼承板都作為模板使用而非結構構件。品管人員應先行查核材料規格與品質。鋼承板安裝與固定查核重點包括：

1. 鋼承版是否依核可製造圖妥當排列、安裝，有需要臨時支撐應依核可製造圖辦理。
2. 放樣鋪設宜先有橫向及縱向十字型走道區，便於人員行走及搬運。鋪設時應立即點鋸固定於梁上以免滑脫。
3. 鋼承板懸挑與搭接依施工圖施作，避免失敗情形發生。
4. 鋼承板之外緣封邊、開口封板應確實鋸接固定，以避免澆置混凝土時漏漿。
5. 開孔處應依施工圖說裝設支撐框架，邊緣應補強。
6. 板材上任何裸露之尖銳鋸齒邊緣，應以鐵刷刷除；鐵刷處理過之表面塗裝一層高鋅粉底漆。
7. 配置於有水分聚集之樓版區域，鋼承板每個溝槽前後皆鑽孔10mm，以利地板溼氣的排除。

## (二) 剪力釘植鋸

剪力釘之施作為為了加強鋼骨構材與混凝土之結合力，應先查核材料品質、規格尺寸。植鋸於鋼梁上剪力釘長度尺寸有其限制要求，過長與過短接不合宜（陳正平，民 100）。剪力釘植鋸重點包括：

1. 在每次開始正式施工前，至少應先試鋸 2 只剪力釘，以檢視電鋸機具及鋸槍之操作與調整是否適當，並將試鋸完成之 2 只剪力釘彎成  $30^\circ$  後檢查有無鋸接缺陷，經監造人員核可後，方得繼續進行施工（參考本章末 圖 六-8 照片編號 6601、6602）。
2. 所有剪力釘於施工後，均應經目視檢查，並以每 100 只抽取 1 只之比例，做錘擊彎曲試驗。如目視檢查發現有鋸接缺陷之剪力釘時，應將剪力釘向與缺陷相反之方向錘打或用其他工具彎成  $15^\circ$ （與垂直線），如該剪力釘檢驗合格時，即將其留於彎後現狀，不合格之剪力釘則應除去重換。
3. 梁端耐震高韌性切削區植鋸剪力釘以單排代替雙排，為必要的變動，可以讓翼板充分發揮塑性變形。

## 第七節 工地吊裝組立之監造

基礎螺栓、高強度螺栓、鋸接、剪力釘、鋼承板之材料與施做應符合製作圖、規範及契約之規定，並依 CNS 標準作必要查驗及驗證。

工地吊裝組立之監造項目、內容、查驗頻率、及標準相關表單詳附錄一：

- 表 A - 7 鋼結構工地基礎錨定螺栓、高強度螺栓、構件安裝查驗頻率及標準表
- 表 A - 8 鋼結構鋸接查驗頻率及標準表
- 表 A - 9 鋼結構接合處及剪力釘施工查驗頻率及標準表
- 表 A - 12 基礎錨定螺栓施工品質抽查記錄表

- 表 A - 13 高強度螺栓施工品質抽查記錄表
- 表 A - 14 鋼構工地安裝精度施工品質抽查記錄表
- 表 A - 15 工地鍛接施工品質抽查記錄表
- 表 A - 16 剪力釘植釘施工品質抽查紀錄表
- 表 A - 17 鋼承板施工品質抽查紀錄表
- 表 A - 18 鋼構架接合處細部施工品質抽查紀錄表
- 表 A - 19 BRB 施工品質抽查紀錄表
- 表 A - 20 箱型柱內灌漿施工品質抽查記錄表

## 第八節 工地塗裝與補漆

鋼構吊裝組立完成需進行必要之除鏽及補漆作業。工地塗裝與補漆應依契約規定之表面處理及噴塗作業程序進行。工地塗裝前應以鋼刷、電動鋼絲輪、砂輪研磨或其他方式做表面處理，確保被塗面之清潔度符合標準。塗裝膜厚與工廠作業相同，油漆膜厚檢驗作業標準詳第五章第七節。

《品管作業標準》之工地塗裝與補漆施工注意事項包括：

- (a)工地補漆應為鋼構工程之最後一項工作。
- (b)工地補漆時應注意風速及風向，避免污染他物及環境。
- (c)補漆時之環境相對濕度應在 85% 以下。
- (d)應詳加計算每天之塗料使用量，以免形成浪費或影響塗膜品質。

表 六-6 安裝作業程序及管理事項

日期： 年 月 日

分類	檢查(施工)項目	實施	確認	分類	檢查(施工)項目	實施	確認
構件吊裝管理事項	1. 構件編號及方向標示。 2. 構件吊裝目視確認。 3. 一次吊裝支數，差高之調整確認。 4. 人員站立位置。 5. 臨時螺栓及裝用袋。 6. 使用酒瓶沖或錐子 7. 接觸面浮銹掃除。 8. 臨時螺栓使用數量 50%至少 2 支並用手動鎖緊。			柱梁鍛接施工工管理事項	1. 鍛接順序防止變形之認定(對稱)。 2. 鍛接人員執照認定。 3. 收縮量計測 Mark 之確認(100m/m)。 4. 間隙及表面清潔之確認(記錄)。 5. 預熱 g 位置、用具、溫度測試。 6. 鍛條烘乾及防潮箱。 7. 起弧板之確認。 8. 打底及收尾用鍛條及鍛接條件之設定。		
吊裝精度調整管理事項	1. 垂直儀、經緯儀、設定位置。 2. 計測及調整用工具。 3. 調整定位後鋼柱固定用具。 4. 爬升用直梯固定。 5. 垂直度計測紀錄。 6. 柱接合面檢核之調整支確認。			柱梁鍛接施工工管理事項	9. 去渣工具。 10. 鍛接施工用鐵架。 11. 防渣及防風設備。 12. 施工用安全帶配置確認。		
大小梁及其他	1. 水平儀之設定位置。 2. 跨距量測及調整用工具。 3. H. S. B. 更換臨時螺栓。 4. 走道鋪設及固定。 5. 精度計測及記錄。 6. 全面檢核及重新調整之確認。			H. S. B. 施工管理事項	1. 螺栓規格、品名及出廠證明。 2. 螺栓帆布袋。 3. 螺栓尺寸及有否生銹之確認。 4. 施工前軸力檢核及記錄(必要時)。 5. 鎖緊(一次)工具。 6. 記號用工具。 7. 鎖緊順序之確定(由內向外對稱交錯方式) 8. 二次鎖斷。 9. 全面鎖緊後，表面除銹及補漆(低漆及中漆)。 10.		

表 6001

表六-6 安裝作業程序及管理事項(續)

日期： 年 月 日

分類	檢查(施工)項目	實施	確認	分類	檢查(施工)項目	實施	確認
各種非破壞檢測及紀錄	<p>1. 檢測程序及規劃之確定。</p> <p>2. 檢測時間及人員之確定。</p> <p>3. 檢測方法及設備之確定。</p> <p>4. 檢測表報及記錄。</p> <p>5. 精度檢測記錄。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. 基準點之設定及檢核。</li> <li>b. 垂直儀及標示位置設定。</li> <li>c. 水平高程計測位置設定。</li> <li>d. 柱間距計測表。</li> </ul> <p>6. H. S. B. 檢測紀錄。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. 進料檢查記錄。</li> <li>b. 扭力板手檢定記錄。</li> <li>c. 螺栓鎖緊記錄。</li> <li>d. 螺栓管理報告書。</li> </ul> <p>7. NDT 檢測。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. 檢測人員走道，鐵架。</li> <li>b. 鋼道周圍(100m/m 寬)。</li> <li>c. 鋼道外觀。</li> <li>d. NDT 檢測紀錄表。</li> </ul>						

表 6001 繼

表 六-7 鋸接作業檢測重點

## 鋸接作業檢測重點

區分	項 名	檢 查 項 目
施工前	鋸接試驗	(1)鋸接設備及鋸材選擇正確性 (2)接口設計合適性 (3)鋸接技術問題解決 (4)鋸接試驗及規格確認 (5)非破壞檢查規格確認
	鋸接技術檢定	(1)鋸工技能檢定資格確認 (2)鋸接技術等級 (3)機械性能試驗合格否 (4)非破壞檢查人員資格確認
	開槽管理	(1)根部間隙公差 (2)根部面尺寸公差 (3)開槽面污物水份及傷痕之管制 (4)開槽面防鏽處理 (5)背板及起弧板組合品質
	鋸材管理	(1)烘乾溫度、時間是否正確 (2)鋸材使用是否配合母材 (3)鋸材保管是否妥當
	預熱管理	(1)鋼材規格厚度是否須預熱 (2)預熱方法及溫度檢測是否適當
	天候管理	(1)下雨須停止作業 (2)濕度大於 85%以上停止作業(依鋼結構施工規範 P4-61) (3)風速控制:FCAW_G、GMAW、GTAW 鋸接風速超過 2m/sec 時，須加防風設備；超過 10m/sec，不得鋸接

表 6002

表六-7 鋸接作業檢測重點(續)

## 鋸接作業檢測重點

區分	項名	檢查項目
鋸接中	鋸接條件	(1)鋸接電流是否在標準條件內 (2)電弧電壓是否在標準條件內 (3)預熱溫度及層間溫度是否在標準條件內 (4)被覆氣體流量是否正確
	施工管理	(1)鋸接順序是否依計畫書執行 (2)每道鋸完後，鋸渣清除是否確實 (3)弧長是否適當 (4)鋸接母材預熱是否依計畫執行 (5)天氣條件是否與計畫符合
鋸接後	外觀檢查	(1)鋸邊鋸蝕重疊是否存在 (2)鋸道高度是否在規定範圍 (3)鋸道外形是否平整 (4)鋸道起弧收尾處理是否適當
	非破壞檢查	(1)非破壞檢查合格否 (2)同一鋸工非破壞檢查合格成績是否偏低
	鋸道修改	(1)鋸接缺陷是否完全除去 (2)剷溝形式是否合適 (3)預熱條件是否依規定執行

表 6002 繼

圖 六-8 工地吊裝施工照片集

	
<p>編號：6101 說明：轉換層 RC 平板結構柱主筋補助固定樣板</p>	<p>編號：6102 說明：轉換層 RC 平板結構柱主筋補助固定樣板</p>
	
<p>編號：6201 (李家順工程司 提供) 說明：塔吊基座結構補強_01</p>	<p>編號：6202 (李家順工程司 提供) 說明：塔吊基座結構補強_02</p>
	
<p>編號：6203 說明：轉換層鋼柱吊裝_01</p>	<p>編號：6204 說明：轉換層鋼柱吊裝_02</p>

編號 6101~6102、6201~6204

	
<p>編號：6205 說明：鋼柱續接 ACEUP 固定器(鋼柱無鋼索 吊裝工法之鋼構連結調整器)</p>	<p>編號：6206 說明：鋼柱續接完成</p>
	
<p>編號：6207 說明：鋼梁吊裝_01</p>	<p>編號：6208 說明：鋼梁吊裝_02</p>
	
<p>編號：6209 說明：吊裝精度校正_01</p>	<p>編號：6210 說明：吊裝精度校正_02</p>

編號 6205~6210

	 <p>工程名稱 檢驗項目 檢驗位置 檢驗人員 檢驗時間 檢驗現況</p> <p>2016/05/25</p>
<p>編號：6301 說明：高強度螺栓包裝品牌及材料檢查扭力扳手歸零</p>	<p>編號：6302 說明：高強度螺栓取樣</p>
 <p>2016/05/25</p>	
<p>編號：6303 說明：軸力計安裝</p>	<p>編號：6304 說明：軸力(預拉力)施加</p>
 <p>2016/05/25</p>	 <p>2016/05/25 2016/05/25</p>
<p>編號：6305 說明：軸力計安裝及軸力(預拉力)施加至規範要求</p>	<p>編號：6306 說明：扭力扳手測試</p>

編號 6301~6306 (築遠 李文豪 提供)

	
<p>編號：6401 說明：鋼柱續接電鋸(低樓層無遮蔽)_01</p>	<p>編號：6402 說明：鋼柱續接電鋸(低樓層無遮蔽)_02</p>
	
<p>編號：6403 (李家順工程司 提供) 說明：鋼柱續接電鋸(有遮蔽)_01</p>	<p>編號：6404 (李家順工程司 提供) 說明：鋼柱續接電鋸(有遮蔽)_02</p>
	
<p>編號：6601 說明：剪力釘試植鋸</p>	<p>編號：6602 說明：剪力釘試植鋸後敲擊 30° 檢測</p>

編號 6401~6404、6601~6602



## 第七章 鋼接、非破壞檢測與監造

### 第一節 鋼接方法概述

鋼結構施工規範常用之鋸接製程，有遮護金屬電弧鋸、氣體遮護金屬電弧鋸，包藥鋸線電弧鋸、潛弧鋸、電熱熔渣鋸接、惰氣遮護鎢極電弧鋸極植釘鋸接等，分述如下。

#### (一) 遮護金屬電弧鋸(SMAW)

遮護金屬電弧鋸通稱手鋸，是以被覆電鋸條為電極，利用鋸條與母材熔池達到接合的鋸接方法。電弧鋸法的發展最久，使用的電極由早期的碳棒、裸鋸條演化至目前仍普遍使用的被覆鋸條。

被覆鋸條的中心部為金屬芯線，鋸接時芯線與母材間產生電弧，電弧高熱將芯線融化後熔滴到母材。鋸接時熔融金屬的遮護主要來自鋸條外層之被覆鋸藥，利用被覆鋸藥受熱分解後產生氣體，隔絕來自大氣中的氮、氧及氫，保護金屬熔滴及鋸接之熔池：其熔渣凝固後形成鋸渣覆蓋於鋸道表面，減緩鋸道冷卻速率，可避免鋸道脆裂：再則芯線金屬成分提供鋸道所需部份合金元素，改善鋸道機械性質。

遮護金屬電弧鋸最大的優點可立鋸或仰鋸姿勢下操作，缺點為無法自動化，在工廠作業中多被氣體遮護金屬電弧鋸接所取代。

#### (二) 氣體遮護金屬電弧鋸(GMAW)

氣體遮護金屬電弧鋸接是使用實心鋸線為電極，由送線馬達連續輸送，自鋸槍前端的鋸嘴送出並與母材接觸產生電弧，由電弧高熱熔融母材及鋸線達到接合目的。遮護方法藉由鋸槍噴出的外加氣體來保護填料金屬與鋸接區(熔池)，有別於 SMAW 利用鋸條的被覆鋸藥產生保護氣體。台灣市場上氣體大多採用 100% CO<sub>2</sub>。

氣體遮護金屬電弧鋸的優點為鋸渣少，可節省除渣的時間；熔填率高，可達 92~98%(SMAW 為 60~70%)，鋸速比 SMAW 快三倍，適用於自動化、機器人及其他高效率的鋸接；鋸道機械性質佳，如低溫衝擊值及伸長率都良好；鋸線較不會吸收濕氣，所以抗氫裂性特別好。

缺點為不適合在室外風速達 2m/sec 以上場所施鋸，耐風性劣於 SMAW。

### (三) 包藥鋸線電弧鋸(FCAW)

包藥鋸線乃中空金屬管中間包有鋸藥。包藥鋸線電弧鋸的作業模式類似前述的氣體遮護金屬電弧鋸接，採用連續送線方式，利用電弧高熱將鋸線前端熔融形成的熔滴不斷傳遞至熔池。其使用率已遠高於 SMAW 及 GMAW。

優點為作業性佳，對鋸接面清潔度的要求較 GMAW 低；適合施工的作業環境很廣，工地或工廠內均可適用，尤其對風的敏感度很低；熔填速率亦較較 GMAW 高。

缺點為鋸線中含有鋸藥，鋸後必須除渣；煙塵量大，作業區需有抽風設備做好環境防護。

### (四) 潛弧鋸接(SAW)

潛弧鋸接顧名思義為鋸接過程中看不見電弧的鋸接方法，此因鋸接過程中的電弧、熔融金屬以及母材熔池等，完全被可燒熔的粒狀鋸藥覆蓋所致。進行 SAW 鋸接作業時，鋸線自供線架(送線機)的滾輪連續推送，經鋸炬(鋸頭的主要部件)內部導管至鋸嘴端部送出，與鋸槽母材產生電弧，電弧被施加在鋸槽上方的鋸藥(由裝盛在系統的漏斗型容器供應)所覆蓋，鋸藥與鋸線多為同步供應，鋸接過程中同時進行除渣及鋸藥回收。

潛弧鋸接屬機械鋸接，因鋸接時鋸縫視線受阻，且需特殊治具，

可適用的範圍較少。

優點為鋸藥層遮蓋電弧，電弧埋在鋸藥層內，看不見弧光，不需要使用遮護面罩；熔填速率高且滲透深。

缺點為只適合平鋸及橫鋸姿態；高電流及高入熱量，容易導致鋸接金屬機械性質不良，韌性下降。

### (五) 電熱熔渣鋸(ESW)

電熱熔渣鋸又稱電渣鋸或釣魚鋸。鋸接時，鋸線從電極導管出來後觸擊鋸槽底部的引弧板或銅擋板產生電弧，接續利用鋸線對熔融中的熔渣通電所產生的電阻熱（高電流，1,000~100,000 安培）熔融鋸線本身及母材，以完成接合作業。鋸接過程中，熔池完全由熔渣所覆蓋，同時沿鋸槽底端逐漸上升，最後將鋸槽填滿。

電熱熔渣鋸利用高電流、高入熱量，鋸道機械性質受母材材料的影響極大，需要有嚴謹的鋸接程序。目前已普遍用於箱型柱內橫隔版的鋸接。

### (六) 電弧植釘鋸接(SW)

植釘鋸(SW)時，電弧產生於金屬螺栓(釘)或金屬棒(即一般所稱之植釘)與構件母材間，電弧高熱將接合面加熱至足夠鋸接的溫度時，施以適當的壓力使金屬螺栓或金屬棒與母材相接合，一般適用於碳鋼，不鏽鋼及鋁金屬等材料。鋸接中不需外加填料金屬，且遮護氣體、鋸藥或圍繞在金屬螺栓外圍的陶瓷環可視需要選擇使用。

優點為檢驗容易，先做植釘周圍的目視檢查，其次再施以錘擊彎曲試驗以確定是否合格。

缺點為全套設備操作全靠電與機械動力控制，系統一旦發生故障，品質即受影響；只能做單面施工，若構件背面亦需植釘時，需將構件翻轉或鋸接人員必須到另一面施工。工地做梁上植筋非常方便，但要

貫穿型鋼承板施鍔時，鍔接電流若調整不當，易影響植鍔品質。

## 第二節 鍔接程序書與鍔接人員資格

一般鋼結構工程之鍔接程序區分為預檢定鍔接程序及非預檢定鍔接程序兩類。預檢定鍔接程序作為施工依據，原則上無須再進行程序檢驗。若個案有特殊情況，於施工前應先完成鍔接程序試驗，包括鍔接參數：電鍔設備的電流及電壓之設定、電鍔方法之選用、鍔條種類、母材材質規格、開槽規定、鍔道規定、鍔接速度、層間溫度、預熱溫度、後熱延時及其他鍔接條件等，並於試驗合格後製訂鍔接程序報告書作為施工依據。

### (一) 預檢定鍔接程序書

鍔接程序書(Welding Propcedure Specification ,WPS)係鍔接施工所依據的文件，內容涵蓋上述所有鍔接參數及施工注意事項。

鍔接程序書採用遮護金屬電弧鍔(SMAW)、潛弧鍔接(SAW)、氣體遮護金屬電弧鍔(GMAW)、包藥鍔線電弧鍔(FCAW)等四種方法，且符合《鋼結構施工規範》4.2.2 節之規定，可視為預檢定鍔接程序規範書，無須進行檢定試驗。亦即母材及填料金屬之組合符合規範表 4.2-1，預熱溫度與道間溫度符合規範表 4.2-2，及其他預檢定之規範表 4.2-3。

若採用電熱熔渣鍔(ESW)、短路移行的氣體遮護金屬電弧鍔(GMAW-S)等方法，其鍔接程序書應依第 4.3 節之規定檢定合格。

依《鋼結構施工規範》規定，施工廠商提出具佐證文件之已檢定合格之鍔接程序書，無需重新檢定。預檢定或已檢定合格鍔接程序規範書作業流程詳（圖 七-1）。

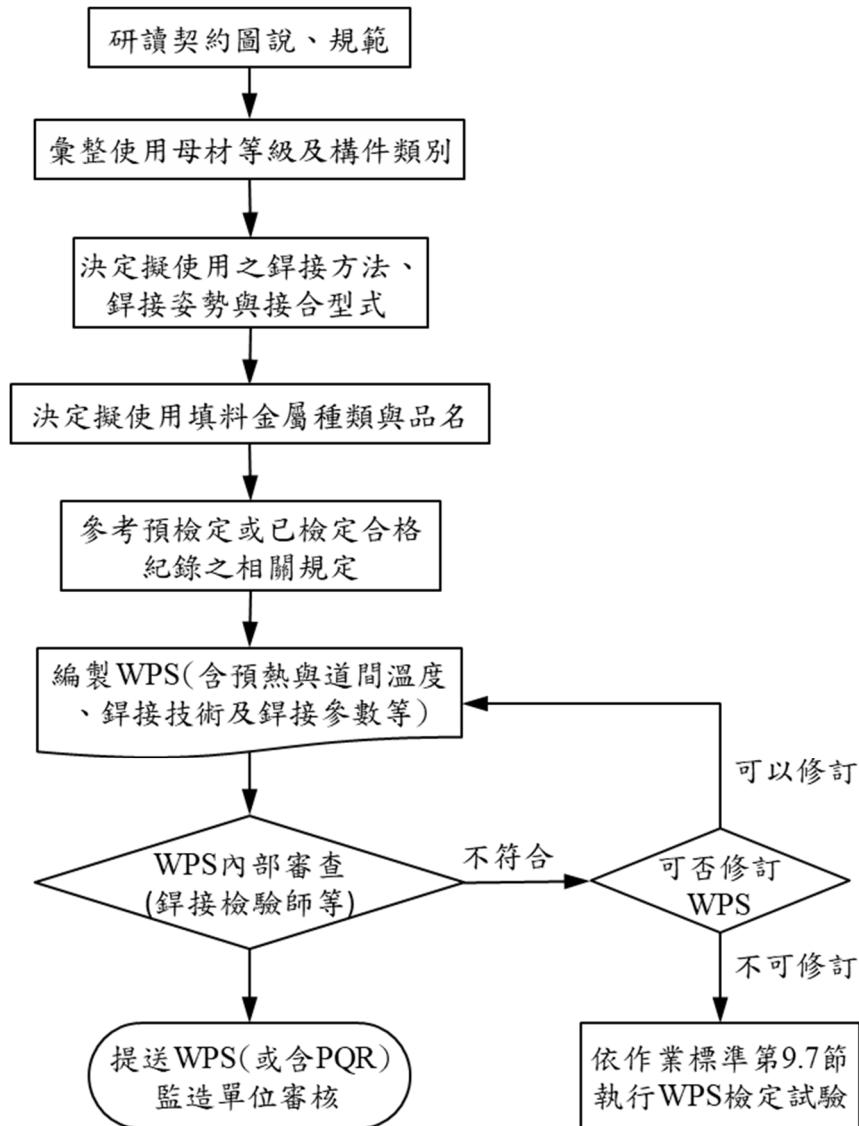


圖 七-1 預檢定或已檢定合格鋸接程序書作業流程圖

箱形柱鋸接組合較為特殊，片板與片板組合自動潛弧鋸屬已認可之鋸接程序，箱形柱內橫隔板 ESW 屬非認可之鋸接程序。

## (二) 鋸接程序書檢定

依鋸接程序書鋸接試片，試驗結果提供強度、延展性及韌性的性能，驗證 WPS 的參數可信度。

檢定基本步驟：

- 製作 PWPS
- 準備試片進行鋸接
- 進行非破壞及破壞試驗
- 試片檢驗結果
- 根據試驗紀錄及數據製作檢定報告 PQR 送審
- 發行認證 WPS 及 PQR

檢定試驗主要項目：

- 衝擊韌性破壞實驗-V 型切口沙丕(charpy)衝擊試驗最常使用
- 刻槽破裂試驗
- 導彎試驗
- 剪力試驗
- 全鋸道拉力試驗

### (三) 鋸接人員資格

鋸接(作業)人員檢定在確保鋸接製程、材料及一定程序下能鋸出完整鋸道的能力，作為基本的資格，但不保證鋸接工作完成的品質，其品質需取決後續的檢驗。

鋸接人員技能，需根據通用而審查合格之鋸接程序書進行一種或多種實作考試，考試試片通常為開槽鋸，且試片需依規定破壞及非破壞檢測，而合於規範要求。

技能資格有關參數：

- 鋸接方法
- 填料金屬、鋸材規格
- 鋸接姿勢
- 接頭型式

- 適鋸板厚，一般以 25mm 作為實作考試，檢定合格後可鋸板厚範圍為試板的兩倍
- 施鋸技藝

#### (四) 鋼件的破壞試驗：

鋸接程序書與鋸接人員資格檢定，都要作破壞檢定，並依規範要求決定試驗的種類：

- 化學分析試驗，確認母材與鋸材化學成分是否符合規範要求。
- 若硬度太高缺乏延展性，不利於構件耐震行為。
- 全鋸道拉力試驗，測試鋸接金屬材料(鋸材)之抗拉強度、降伏強度、伸長率以及斷面收縮率。可以比對母材的機械性能。
- 鋸道彎曲試驗，用以評估鋸道的堅實度與延展性，試驗方法有面彎、背彎、側彎及縱向彎曲。一般以 25mm 試片多使用側彎試驗。
- 填角鋸鋸道試驗，主要用在鋸接程序資格，鋸接人員資格之檢定，試驗方式有破壞試驗及巨觀腐蝕試驗。

### 第三節 非破壞檢測方法概述

鋸接是鋼結構主要接合方法，鋸接施工品質攸關鋼結構之安全問題。鋸接施工品管需要施作的各類檢驗項目中，非破壞檢測(NDT)最為重要。鋼結構非破壞檢測相關國家標準如下：

CNS 13020 鋼結構鋸道射線檢測法

CNS 13021 鋼結構鋸道目視檢測法

CNS 13464 鋼結構鋸道液滲檢測法

CNS 13341 鋼結構鋸道磁粒檢測法

CNS 12618 鋼結構鋸道超音波檢測法

CNS 12845 結構用鋼板超音波直束檢測法

CNS 11224 脈波反射式超音波檢測儀系統評鑑

CNS 13588 非破壞檢測人員資格檢定與授證

其中 CNS 13588 非破壞檢測人員資格為 85/04/02 版本、CNS 12845 超音波直束檢測法為 87/04/18 版本，其餘皆為 921 地震災後，發現不少施工中之鋼結構有嚴重破損，而趨動修正，其修正版本皆為 89/07/29。

執行非破壞檢測於施鋸前、施鋸中、施鋸後各有基本要求如下：。

- 施鋸前：檢視鋸接程序資格檢定書(PQR)、鋸接人員資格檢定書、鋸接設備、鋸接材料的準備。
- 施鋸中：檢視鋸接方法與程序、鋸材的保存避免受潮、設備操作的穩定性、鋸接過程層間溫度、每道鋸道的表面清潔度、背鏟後的表面。
- 施鋸後：檢測鋸道周圍及表面、鋸道尺寸、後熱及後處理。

鋼結構非破壞檢測常用方法有：目視檢測法(VT)、磁粒檢測法(MT)、超音波檢測法(UT)、液滲檢測法(PT)及射線檢測法(RT)等五種。

鋼結構相關工程人員及專業技師都強調：監造人員應該接受目視檢測專業訓練，才不至於和其他領有專業執照之檢測人員發生扞格相左的意見。

### (一) 鋸道瑕疵與缺陷

鋸道瑕疵種類有：裂紋、氣孔、鋸蝕、搭疊、夾渣、滲透不足及熔合不良等。明瞭這些瑕疵的特性，藉以應用於現場評估瑕疵是否會造成危害，是否視為缺陷，是否需要進行修補或進一步作其他檢測。

檢驗人員引用規範的接受標準來評估瑕疵是否確實為缺陷，CNS、13021 鋼結構鋸道目視檢測法訂有不同的鋸道品質接受標準供判定使用，亦即當瑕疵的尺寸、種類或密度超出接受標準，就判定是缺陷。

### 鋸道瑕疵與缺陷分類：

1. 裂紋(Crack)：裂紋是嚴重的鋸接瑕疵，可減低結構物承受負載的能力，裂紋的尖端效應為脆性破壞的起始源頭。
2. 熔合不良(Incomplete Fusion)與滲透不足(Incomplete Penetration)：指鋸道與母材熔合面或相鄰鋸道間未熔合，屬嚴重的瑕疵。熔合不良一般屬於鋸道內部瑕疵，但也有可能發生在鋸道表面。
3. 氣孔(porosity)：氣孔為凝固過程中氣體所形成的孔洞瑕疵，大多呈圓球體，通常認定其危險程度較低，但連續性氣孔為不可接受之瑕疵。
4. 鋸蝕(Undercut)：電弧能量過大造成熔池前端或其邊緣的母材產生溝槽凹陷的現象。
5. 熔填不足(或稱未填滿)(Underfill)：熔填不足與鋸蝕類似，屬於表面的瑕疵，熔填不足發生在鋸道本身熔填金屬不足，鋸蝕則是發生在鄰近鋸道的母材產生凹陷。
6. 搭疊(Overlap)：搭疊屬嚴重的瑕疵，因其在鋸件表面產生尖銳缺口，可能在高應力狀態下會產生裂紋。
7. 鋸道凸出(Convexity)過大：鋸道凸出出現於填角鋸道，其成因為鋸接速度太慢或是鋸接操控不當，造成過多的熔填金屬未能與母材表面適當熔融，或者母材表面受到污染，導致形成搭疊。
8. 鋸冠(Weld Reinforcement)不良：對接鋸道，不論是單面鋸或雙面鋸，其鋸冠不可過高，造成鋸趾有尖銳缺口，不利於疲勞強度。通常需研磨鋸冠使其與母材平順接合。
9. 弧擊(Arc Strikes)：弧擊屬嚴重的瑕疵，起因於有意或不慎在

鋸口以外的母材表面起弧，造成母材局部融化後急速冷卻。弧擊起因於鋸接技巧或觀念不當，應給予鋸接人員再教育，並嚴格管理禁止電弧點擊的行為。

10. 夾渣(Slag Inclusions)：多道鋸接時，前一層鋸渣未清除乾淨，或是鋸接過程中鋸渣與金屬溶液相互熔混，當熔池凝固時，熔渣未能浮出表面所造成。
11. 鋸濺物(Spatter)：鋸濺物會影響鋸道外觀，但因不會損及接頭的性能，所以通常較不會在意。
12. 層狀撕裂(Lamellar Tears)：鋼材內存在大量的 MnS、SiO<sub>2</sub> 或 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 介在物。厚板角接接頭鋸接後，在厚度斷面產生破裂，這種情形相當普遍，由於破裂之外觀呈現階梯狀型態，故稱為層狀撕裂。

部分鋸道瑕疵與缺陷種類照片見本章末 圖 七-2。

## (二) 目視檢測法(VT)

目視檢測為評估鋸接品質最簡單、直接有效的方法。目視檢測是指以肉眼為主，必要時使用適當之輔助工具或量具，檢測鋸道表面狀況的方法。一般經驗豐富的目視檢測人員可判讀鋸道 70% 以上的瑕疵，並評估是否符合規範要求，進而研判鋸接缺陷發生原因與提供改善方法，以有效管控鋼結構鋸接品質。

依據規範規定，所有鋸道必須先行執行目視檢測，滿足規範中接受基準之要求，若有缺陷時則需經改善合格後方可執行目視檢測無法判讀之其他非破壞性檢測方法。檢測時機於鋸接完成後，鋸道冷卻至室溫，即可實施目視檢測；但是，《鋼結構施工規範》4.5.2 節、第 1 條第(5)點規定：厚度超過 50mm 之鋼材，於鋸接完成 24 小時後，方可實施目視檢測。目前國內鋼結構鋸道目視檢測標準是依據國家標準

CNS 13021 鋼結構鋌道目視檢測法。

鋌道目視檢測實用的手冊及討論文章有：

- 中華民國鋼結構協會 (2018)《鋼結構鋌道目視檢查手冊》
- 彭朋畿、李家順 (民 103)〈鋼結構鋌道目視檢測與缺失案例〉  
《鋼結構工程 52 期》

鋌道目視檢測專業人員及監造人員可依據上述標準及實用手冊執行鋌道目視檢測。執行鋌道目視檢測之專業人員應取得合格之檢測資格，例如取得台灣非破壞檢測協會核發之中級檢測師以上資格，方可執行目視檢測作業作判定。

### (三) 磁粒檢測法(MT)

磁粒檢測是對鐵磁性材料進行磁化，藉由磁力線在試件表面或次表面瑕疵處形成「磁漏現象」，磁漏現象將導致「成對磁極」的形成而吸引磁粒，磁粒聚集表示裂隙瑕疵存在。磁粒檢測能迅速、有效地檢測試件表面及近表面瑕疵，如裂痕、孔洞、夾雜物等，於鋼柱上供梁端續接使用之鋼筋續接器周邊鋌最為常用。

### (四) 液滲檢測法(PT)

液滲檢測主要利用兩次毛細現象之原理檢測鋌道表層裂隙、間斷面。滲透液塗抹鋌道表面一段時間，經毛細現象逐漸滲入裂隙，當滲透完成後，將鋌道表面多餘滲透液清除乾淨，再塗抹顯影劑(染色劑或螢光劑)於鋌道表面，此時鋌道表面各處都有細小毛細孔產生，再次毛細現象反向滲出滲透液，在顯影劑上擴散放大，研判時，以肉眼觀察其對比色或在紫外線燈(黑燈)的補助下觀察，然後評估有無瑕疵。一般瑕疵裂痕容易顯示，但深度不得而知。

### (五) 超音波檢測法(UT)

一般人耳可聽到的音波頻率為 20Hz~20kHz，頻率超過 20kHz 以上

人耳聽不到的音波稱為超音波。一般超音波檢測儀器使用的音波頻率為  $0.25\text{MHz} \sim 25\text{MHz}$ ，而鋼結構超音波檢測儀器常用的音波頻率為  $2\text{MHz} \sim 5\text{MHz}$ 。

音波藉由介質傳遞，不同介質其音阻抗不同(音阻抗為波速  $V$  與材料密度  $\gamma$  之乘積)，不同物質，密度不同，音阻抗不同。當超音波經過兩種不同介質時，於介質界面，入射波一部分形成反射波，一部分形成折射波繼續前進，音波能量受反射折射影響，逐漸衰減。

超音波檢測是將壓電晶體所產生之超音波傳送至試件內，藉由音波反射、折射及衰減等物理特性，檢測金屬內部瑕疵的一種非破壞檢測方法。鋸道瑕疵如裂紋、熔合不良、滲透不足、夾渣及氣孔等瑕疵，或母材內之夾層，皆可利用超音波檢測檢出。

超音波檢測分直束檢測及斜束檢測。超音波檢測適用於鋼板之夾層瑕疵、全滲透鋸道(如柱柱對接，梁柱接頭)、箱型斷面內部橫隔板。箱型斷面內之橫隔板以 ESW 鋸接，其檢測部位，須將其位置、厚度在鋸接前畫線於翼板上，作為檢測範圍之設定。

CNS12618 超音波檢測法附錄 A，特別專文詳述箱形斷面橫隔板鋸接之檢測、含裝備、程序、顯示評估及接受基準。目前國內大量使用方型柱，配合 H 型梁。柱內橫隔板的需求為必要條件，ESW 鋸熱量大，檢測要慎重。

## (六) 射線檢測法(RT)

射線檢測是利用 X 射線或伽馮( $\gamma$ )射線穿透試件，形成影像於底片上，藉以檢測試件內部或表層瑕疵的一種非破壞檢測方法。

其紀錄方式可以直接收藏底片，或底片掃描數位化，利於電腦資料處理與管理。另有一種即時射線檢測，將射線轉化成可見光屏幕，即時研判，並予以保留影像。

## (七) 鋼結構非破壞檢測方法的運用

各種非破壞檢測方法都有它的限制以及靈敏度解析度的限制，例如液滲檢測法只能針對外表面開口的缺陷(如裂紋與表面氣孔等)加以顯示，磁粒檢測法只能針對磁性材料（表 七-1）。

表 七-1 瑕疵所在位置與非破壞檢測方法選用

(修改自《鋼結構鋸道目視檢查手冊》)

瑕疵位置 檢測方法	鋸道表面 外露瑕疵	鋸道淺層瑕疵	鋸道內部瑕疵
目視檢測	○△	X	X
磁粒檢測	◎	○△	X
液滲檢測	◎	X	X
超音波檢測	○△	○△	◎
射線檢測	◎	◎	◎

◎容易 ○可行 △困難 X 不可行

一般來說鋼結構非破壞檢測之運用，鋸道外觀、尺寸檢測可運用目視檢測法，鋸道表層瑕疵可運用磁性檢測法或液滲檢測法，鋸道次表層檢測可利用磁性檢測法，至於全滲透鋸、鋼板內部夾層可運用超音波檢測法或射線檢測法檢測（表 七-2）。

最新耐震鋼材 CNS SN-C 系列鋼板一律要做超音波檢查(超音波直束法檢測)。例如軋延鋼板可能有夾層缺陷，於鋸接時會引起層狀撕裂。

表 七-2 鋼結構非破壞檢測方法應用與評估

(修改自《鋼結構鋸道目視檢查手冊》)

評估項目	檢測方法					
	表面瑕疵			內部瑕疵		
	目視	液滲	磁性	X 射線	γ 射線	超音波
檢測瑕疵之能力	有限制	優	優	良好	良好	良好
信賴度	良好	優	優	優	優	良好
存證紀錄	良好	優	優	優	優	有限制
效率	優	優	優	略慢	良好	優
安全性	安全	安全	安全	危險	危險	安全

## 第四節 非破壞檢測人員資格

鋼結構工程之製造、吊裝組立流程中，須由具備專業證照者執行檢驗工作。鋸道非破壞檢測可委託獨立之檢驗單位檢驗，而檢驗單位需聘用合格之非破壞檢測人員。

非破壞檢測人員資格等級區分為三級：初級檢測員、中級檢測師、高級檢測師。執行檢測工作者須具有初級檢測員或以上資格，執行判定工作者須具有中級檢測師或以上資格，高級檢測師可解說非破壞檢測法規、標準、規範和程序書，並依據現有法規、標準及規範解釋與評估檢測結果。

鋸道檢驗單位應為財團法人全國認證基金會(TAF)認證之合格廠商。檢測人員資格由國家授證機構(目前為財團法人台灣非破壞檢測協會)授權「檢定機構」負責辦理檢測人員訓練、測驗(包含筆試及實作測驗)，合格者頒發資格證書並公布之。

## 第五節 非破壞檢測與監造

監造人員一般並不具備非破壞檢測之專業知識及資格，因此必須委託專業廠商執行，監造人員負責監督查證非破壞檢測廠商依契約及設計圖說規定執行檢測工作。

圖 七-2 鋼道缺失

	
編號：7201 說明：裂縫(鋸趾裂)、氣孔	編號：7202 說明：群集氣孔
	
編號：7203 說明：鋸蝕	編號：7204 說明：熔合不良
	
編號：7205 說明：鋸蝕	編號：7206 說明：鋸冠過凸、搭疊

編號 7201~7206 (李家順工程司 提供)

	
編號：7207 說明：鋸濺物	編號：7208 說明：搭疊
	
編號：7209 說明：鋸濺物、氣孔	編號：7210 說明：氣孔
	
編號：7211 說明：夾渣	編號：7212 說明：鋸道不連續

編號 7207~7212 (李家順工程司 提供)

## 第八章 結論及建議

### 第一節 結論

本研究透過文獻回顧、案例分析、鋼構廠及工地參訪等方法進行研究；並舉辦四次專家座談，參考與會專家精闢的意見回饋，編訂建築鋼結構監造手冊，結論分述如下。

重點在於：監造人員站在監造角度，作為設計者與施工者之橋梁角色。監造人員瞭解材料特性及施工步驟，作必要週期性與連續性監造，預防及減少施工錯誤發生，為監造主要目的。

#### (一) 監造人員職責

在現行法令規定下，監造單位於公共工程三級品管制度中，屬二級品管之施工品質查證，監造單位之主要職責為擬訂施工單位依循的監造計畫、監督施工單位依其施工及品質計畫施工。工程施工品質須由施工廠商獨立完成，施工廠商本身要做到自主檢查、品質管制，監造單位的工作主要在監督施工單位落實其品管體系。

於監造過程，監造人員須瞭解材料特性及施工步驟，作必要週期性與連續性監造。連續性監造並非監造單位全年無休地於施工現場監督工程施作，而是針對影響工程品質之關鍵工項於施工時連續性的監督。其餘工項則於檢驗停留點抽驗。建築鋼結構有週期性與連續性監造之不同階段之工項，約略如下分類：

- 基礎錨栓定位校正與保護為週期性監造，相關混凝土澆灌為連續性監造。
- 鋼接程序規範書(WPS)及鋒接人員資格為事前核准的監造工作。
- 工廠製作過程一般為週期性監造；有特別約定及浩大繁雜的

工程應有連續性監造，監造重點為材料檢驗、鋸接程序查驗、隱蔽部分事先查驗。

- 工地吊裝、組立、校正及螺栓二階段鎖固為週期性監造。鋸接進行中為連續性監造，監造重點為鋸材確認、鋸接程序、電流、電壓、層溫與天候管理。
- 配合第三方鋸道非破壞性檢測為週期性監造。
- 剪力釘植鋸為週期性監造。

## (二) 鋼結構監造之分工

《建築法》說明建築物設計、監造由建築師統籌主持，但牽涉建築專業部份如結構、機電、空調等，需要特殊知識、專門技術、材料及施工工法等須交由專業人員進行設計、監督以確保工程品質。

《建築師法》所稱監造人，為總體性監造，如同 IBC 所述，主要工作在於觀察(observation)整體工程，不同專業領域交由不同專業人員執行專業監造。

建築鋼結構之製造、施工、品質檢驗涉及衆多專業知識。由具有專業素養與經歷之監造人員負責監督查證承包商之施工品質有其必要性。

## (三) 鋼結構監造人員應有之基本素養

鋼結構牽涉材料種類較多，如鋼板、鋸材、螺栓、剪力釘、鋼承板，每項都有 CNS 標準可依循。鋼構構件從工廠製作、工地現場吊裝、組立、螺栓鎖固、鋸接，每個步驟也都有標準及規範要依循。這些標準、規範大都與材料科學以及結構力學有關。監造人員要有這些素養才能勝任工作。

本研究說明建築鋼結構構件設計、製作、組裝的基本觀念，培養監造人員關於鋼結構應有之基本素養與認知，及瞭解建築鋼結構的監

造要點。本研究過程有很多專業人士及學校老師建議：監造人員（建築師或專業技師）應取得鋼結構相關訓練課程認證，才能勝任監造工作。理由分述如下：

- 鋼材製作一直在進步，並往高強度發展，對鋼材的特性、耐震性應有所認知。
- 瞭解韌性結構原理，避免破壞及阻礙構件耐震韌性接合的發展。
- 構件切削、開槽、補強細部皆有其結構力學、鋸接原理。
- 應掌握了解工廠製作及現場吊裝流程與步驟，適時做查證工作。
- 監造人員應有鋸道目視檢測基本訓練與判讀能力，鋸道目視檢測(VT)非常重要，監造人員最起碼應有接受適當的訓練，最好能取得證照資格，才不至於個人的意見跟檢測人員工作結果相互背離。

#### (四) 手冊的功能

希望監造人員能從這本手冊，快速瞭解鋼結構相關材料的種類、特性；鋼結構製作、組立安裝的流程、及其必要的品管查驗；高強度螺栓二次鎖固之意義；鋸接前、中、後不同的工作內容，及非破壞檢驗。

本手冊提供監造人員的功能如下：

1. 鋼結構各種材料的取樣試驗可以依循 CNS 的標準作為依據。
2. 鋼結構製作組立的監造查驗切入點可參考第三章、圖三-6，三-7 流程圖，詳細數值標準可看附錄一、表 A-6~A-15。這些可以依循的標準，皆依照最新版本之施工規範、品質管制標準製作。

3. 高強度螺栓的監造查驗切入點可參考第六章、圖六-2 流程圖。
4. 工地鍛接可參考第六章、圖六-5 流程圖。鍛接分週期性與連續性監造，在鍛接前、中、後有不同而應該注意的事項。

## 第二節 建議

### 建議一

定期舉辦鋼結構監造研討會推廣研究成果：立即可行建議

主辦機關：建築師公會

協辦機關：內政部建築研究所

建築師統籌主持建築物之監造，但一般進駐工地監造人員缺乏鋼結構之製造、施工、品質檢驗等專業知識。本研究說明建築鋼結構構件設計、製作、組裝的基本觀念及監造要點。除於建研所網站提供研究成果下載，建議建築師公會定期舉辦鋼結構監造相關主題研討會，說明鋼結構材料特性及施工步驟，週期性與連續性監造之監造時機，培養監造人員關於鋼結構應有之基本素養與認知，以勝任鋼結構建築物之監造工作。

## 參考書目

1. 內政部建築研究所 (民 88)《鋼構造建築鋼結構鍔接規範及解說之研訂》
2. 內政部建築研究所 (民 89)《鋼結構建築工地安裝作業手冊》
3. 內政部建築研究所 (民 93)《台北 101 大樓結構工程施工監造紀錄》
4. 內政部建築研究所 (民 95)《推動公有建築落實結構特別監督制度之研究》
5. 內政部營建署 (民 96)《鋼構造建築物鋼結構施工規範》
6. 行政院公共工程委員會 (民 94)《建築鋼結構工程施工品質管理及查核作業手冊》
7. 行政院公共工程委員會 (民 95)《國內公共工程監造制度之研究》
8. 行政院公共工程委員會 (民 109)《品管班教材單元二》〈第八章 鋼結構施工及檢驗基準〉
9. 行政院公共工程委員會 (民 109)《監造計畫暨品質計畫製作綱要》
10. 行政院公共工程委員會 (民 111)《公共工程施工品質管理制度》
11. 行政院公共工程施工品質管理作業要點 (民 110 年 6 月 3 日)
12. 國家地震工程研究中心 (民 106) 《鋼構造梁柱抗彎接合設計手冊與參考圖》
13. CNS 13021 鋼結構鍔道目視檢測法
14. 經濟部標準檢驗局 (民 91 年 6 月) 鋼結構非破壞檢測 國家標準說明會講義
15. 中華民國鋼結構協會 (2011)《結構用鋼材之規格與性能手冊(第二版)》
16. 中華民國鋼結構協會 (2022)《鋼結構品質管制作業標準(第四版)》
17. 中華民國鋼結構協會 (1999)《鋼構造建築鋼結構鍔接規範及解說之研訂》
18. 中華民國鋼結構協會 (2014)《房屋鋼結構接合型式選用參考手冊》
19. 中華民國鋼結構協會 (2015)《鋼結構鍔接之符號及常用語彙手冊》
20. 中華民國鋼結構協會 (2018)《鋼結構鍔道目視檢查手冊》
21. 台灣鍔接協會 (2016)《鍔接技術與鍔接工程管理》共四冊
22. 中華民國土木技師公會 (民 109)《耐震標章使用規範書及認證作業辦法》
23. 陳生金. (2005)〈高韌性鋼骨梁柱接頭〉《鋼結構會刊 20 期》51-69.
24. 陳正平. (民 100)〈螺栓安裝所需長度及螺牙長度計算原則探討〉《技師報 510 期》

25. 陳正平.(民 101a)〈談「房屋結構用鋼材選用 ASTM 規格」〉《技師報 605 期》
26. 陳正平.(民 101b)〈鋼梁接頭扇形孔之設計與施工介紹〉《技師報 804 期》
27. 陳正平 (民 109)〈鋼結構鋸道目視檢測介紹〉《技師報 1212 期》
28. 吳致呈、陳俊達 (2012)〈綠色鋼材在生命週期之減碳效益〉《永續產業發展季刊, 61,》55–61.
29. 彭朋畿、李家順 (民 103)〈鋼結構鋸道目視檢測與缺失案例〉《鋼結構工程 52 期》
30. 建築法 (民 109 年 1 月 15 日)
31. 建築師法 (民 103 年 1 月 15 日)
32. 臺北市政府公共工程施工品質管理作業要點 (民 104 年 5 月 26 日)
33. 臺北市政府公共工程監造作業手冊 (民 102 年 6 月)
34. 新北市建築管理規則 (民 107 年 8 月 8 日)
35. 新北市政府建築物監造、施工計畫書及品質管理作業要點 (民 108 年 3 月 14 日)
36. 新北市政府監造廠商品質保證規定 (民 108 年 6 月 26 日)
37. International Code Council. (2020). 2021 International Building Code. International Code Council.
38. Kelechava, B. (2021, April 27). 2021 International Building Code (ICC IBC-2021). The ANSI Blog. <https://blog.ansi.org/2021-international-building-code-icc-ibc/>

## 附錄一 鋼結構工程施工品質管制相關表格

下列表單格式僅提供參考，使用單位可依個別需要調整。

表 A - 1 鋼結構工程施工計畫審查重點表（修改自工程會「監造計畫與品質計畫指導」表 4.2）

表 A - 2 鋼結構工程主要監造項目

表 A - 3 材料設備送審管制總表(修改自工程會「監造計畫與品質計畫指導」表 5.1)

表 A - 4 材料設備檢(試)驗管制總表(修改自工程會「監造計畫與品質計畫指導」表 5.2)

表 A - 5 鋼結構工程材料查驗頻率及標準表

表 A - 6 鋼結構工廠製作查驗頻率及標準表

表 A - 7 鋼結構工地基礎錨定螺栓、高強度螺栓、構件安裝查驗頻率及標準表

表 A - 8 鋼結構鋸接查驗頻率及標準表

表 A - 9 鋼結構接合處及剪力釘施工查驗頻率及標準表

表 A - 10 鋼構件工廠施工品質抽查記錄表（修改自築遠工程顧問有限公司）

表 A - 11 鋼構件成品施工品質抽查記錄表（修改自築遠工程顧問有限公司）

表 A - 12 基礎錨定螺栓施工品質抽查記錄表（修改自築遠工程顧問有限公司）

表 A - 13 高強度螺栓施工品質抽查記錄表（修改自築遠工程顧問有限公司）

表 A - 14 鋼構工地安裝精度施工品質抽查記錄表(修改自築遠工程顧問有限公司)

表 A - 15 工地鋸接施工品質抽查記錄表（修改自築遠工程顧問有限公司）

表 A - 16 剪力釘植釘施工品質抽查紀錄表（修改自築遠工程顧問有限公司）

表 A - 17 鋼承板施工品質抽查紀錄表（修改自築遠工程顧問有限公司）

表 A - 18 鋼構架接合處細部施工品質抽查紀錄表(修改自築遠工程顧問有限公司)

表 A - 19 BRB 施工品質抽查紀錄表（修改自築遠工程顧問有限公司）

表 A - 20 箱型柱內灌漿施工品質抽查記錄表（修改自築遠工程顧問有限公司）



表 A - 1 鋼結構工程施工計畫審查重點表

編號	項目	審查項目	審查結果	
			符合	不符情形
1	工項概要	1. 是否對鋼結構工程進行了解及作概要之說明，並作客觀環境之分析。		
		2. 有否檢討列出鋼結構工程之重要施作項目與數量。		
2	人員組織	1. 人員組織是否包括必要人員並明訂責任職掌。		
		2. 人員組織是否依工程進度需求檢討配置所須施工人數。		
3	預定作業進度	1. 是否配合整體施工預定進度表規劃鋼結構工程施工預定進度。		
		2. 起訖時間是否與工程總進度曲線表所列之鋼結構施工項目時程一致。		
4	鋼結構工程品質計畫	1. 是否已考量工程特性及施工環境訂定施工要領，檢討項目應包括使用材料、機具、施工步驟、施工注意事項等。		
		2. 是否已依據契約內各相關規定訂定品質管理標準，包括管理項目、標準、檢查時機、方法、頻率、不符合之處理方式、管理紀錄等。		
		3. 是否已依據整體品質計畫之規定訂定材料及施工檢驗程序。		
		4. 自主檢查項目是否配合品質管理標準內容訂定。		
5	安全衛生管理與設施設置計畫	1. 是否針對鋼結構工程提出所需管理之勞安設施、人員，並與整體之職安衛生管理計畫串聯。		
		2. 職安設施設置是否涵蓋施工項目所需。		
6	施工圖、製作圖	1. 是否提供必之施工圖及製作圖。		
		2. 施工圖及製作圖是否注意到施工介面之考量與契約相關規定。		
7	相關附件	1. 鋼結構工程施工前協調會會議紀錄。		
		2. 材料比對表。		
		3. 鋼結構工程相關 CNS 規範。		
8	其他意見			

表 A-2 鋼結構工程主要監造項目

編號	監造項目	連續性 監造	週期性 監造
1	基礎錨定螺栓施工		✓
2	鋼結構之材料確認 - 鋼板、鋸材、剪力釘 a. 依核准之施工文件規定之CNS標準(或其他核可之標準)之確認 b. 製造廠商之出廠驗證試驗報告		✓
3	工廠製作查驗、成品查驗		✓
4	高強度螺栓等之材料確認 a. 依核准之施工文件規定之CNS標準(或其他核可之標準)之確認 b. 製造廠商出廠證明		✓
5	高強度螺栓之施工、二階段鎖固		✓
6	工地安裝精度查驗		✓
7	鋸材之材料確認 - 工地 a. 依核准之施工文件規定之CNS標準(或其他核可之標準)之確認 b. 製造廠商之符合相關鋸接規範之出廠證明		✓
8	工地鋸接施工 a. 鋸接前 b. 鋸接中 c. 鋸接後，配合第三方非破壞檢測	✓	✓ ✓
9	鋼構架接合處細部須符合核准之製作圖說： a. 斜撐與加勁材之細部 b. 構材位置 c. 每一接合處接合細部之正確應用		✓
10	剪力釘、鋼承板		✓

表 A-3 材料設備送審管制總表

項 次	契約詳細表 項次	契約 數量	是 否 取 樣 試 驗	預定送 審日期	是否 驗廠	送審資料(√)				審 查 日期	備註 (歸檔編 號)
						協力 廠商 資料	型 錄	相 關 試 驗 報 告	樣 品		

表 A-4 材料設備檢（試）驗管制總表

項次	契約詳細 表項次	預定進場 日期	進場 數量	抽樣 日期	規定抽 (取) 樣頻率	累積進 場數量	抽試驗 結果	抽驗及 會同 人員	備註
	材料/設備 名稱	實際進場 日期		抽樣 數量		累積抽 樣數量			(歸檔 編號)

表 A - 5 鋼結構工程材料查驗頻率及標準表

編號	監造項目	監造內容	品質標準	查驗頻率及時機	備註
1	結構體 鋼板	工廠取樣試驗 - 鋼板 (1) 機械性質試驗 (2) 化學成分試驗 , Ceq 值、Pcm 值 (3) 25mm 以上鋼板夾層 超音波檢驗檢驗 (4) SN490 需做 CVN 衝擊 試驗	符合 CNS 相關規定	鋼板取樣試驗頻率：不分 爐號、相同材質條件下， 每 300t 取樣 1 片，不足 300t 以 300t 計，且每次最 少取樣 2 片	
2	高強度螺 栓、剪力 釘	進場取樣試驗 (1) 試片物理性質 - 降伏 強度、抗拉強度、伸長 率...等 (2) 製品之物理性質 - 拉 力負載、軸力...等，及 CNS 12209 必要試驗	符合 CNS 相關規定	1. 每批每種尺寸或規格 進場時，抽驗頻率依本 報告書 表 三-11 2. 若沒通過試驗則加倍 取樣，第二次試驗沒過 整批退回	
3	鋁接 材料	1. 進場取樣試驗 (1) 目視(核對包裝) (2) 物理試驗 2. 列控各式鋁材之進料與 取用，及鋁材保存防潮條 件	符合 CNS 相關規定	1. 工廠製作及工地施工 之各式鋁材每次進料中 之每批號取樣 2 組，依 AWS D1.1 sec.5 PartB 作試片物理試驗， 2. 如試驗沒過再加抽 2 組，試驗最多 2 次為 限，第二次試驗沒過整 批退回	
4	鋼承板	進場取樣試驗 (1) 機械性質試驗 (2) 化學成分試驗	符合 CNS 相關規定	1. 每一樓層每 $2,500\text{ m}^2$ 取樣一次，不足 $2,500\text{ m}^2$ ，以 $2,500\text{ m}^2$ 計 2. 若沒通過試驗則加倍 取樣，第二次試驗沒過 整批退回	

註1. 所有材料廠商資格須送審，通過後方可使用。

註2. 每批材料進場須檢附出廠品質證明書、無輻射污染等證明文件並申報查驗。

表 A - 6 鋼結構工廠製作查驗頻率及標準表

編號	監造項目	監造內容	品質標準	查驗頻率及時機	備註
1	鋼構件 工廠製作	1. 承攬廠商自主檢查紀錄 2. 切割面 3. 開槽角度 4. 錐接組立間隙 5. 錐接面清潔度 6. 預熱及層間最低溫度 7. 電流電壓之檢查 8. 填角錐腳長 9. 錐道目視檢查	鋼結構施工規範、鋼結構品管作業標準等相關規定	鋼構件於工廠製作時進行檢驗，箱型柱組立封蓋前檢查	
2	鋼構件 成品查驗	柱長度	L<10m: -5mm≤△L≤5mm L≥10m: -6mm≤△L≤6mm	每一節段構件製作完成後、吊運至工地前檢查	
		樓層高	-5mm≤△L≤5mm		
		柱深度或寬度	H<800mm : -3mm≤△H≤3mm H≥800mm : -4mm≤△H≤4mm		
		托梁長度	-5mm≤△L≤5mm		
		托梁角度偏斜量(水平及垂直)	e <sub>i</sub> ≤L/200, 且 e <sub>i</sub> ≤5mm		
		梁長度與接合板間距	-5mm≤△L≤5mm		
		梁離直度	e≤1.5L/1000, 且 e≤15mm		
		加勁板離平度	e <sub>1</sub> ≤H/150, e <sub>1</sub> ≤6mm		
		BH型鋼尺寸(B:翼板寬度、H:高度)	-3mm≤△B≤3mm H<800mm : -3mm≤△H≤3mm H≥800mm : -4mm≤△H≤4mm		
		腹板離平度	e≤H/100, 且 e≤6mm		
		翼板韌性切削位置	-10mm≤△a≤10mm 或 -10mm≤△L≤10mm		
		翼板韌性切削寬度	-10mm≤△b≤6mm, (b: 翼板切削後剩餘寬度)		

表 A-7 鋼結構工地基礎錨定螺栓、高強度螺栓、  
構件安裝查驗頻率及標準表

編號	監造項目	監造內容	品質標準	查驗頻率及時機	備註
1	基礎錨定 螺栓施工	單隻錨定螺栓位置偏心量	$e \leq 5\text{mm}$	1. 混凝土澆置前 2. 混凝土澆置後	
		相鄰兩錨定螺栓群中心線之距離誤差	$-6\text{mm} \leq e \leq 6\text{mm}$		
		錨定螺栓群中心線間之距離累積誤差	每 $30\text{m}$ , $e_1$ 不得大於 $+6\text{mm}$ , 但其累積誤差之總和 $e_2$ 不得大於 $+25\text{mm}$		
		任一群錨定螺栓實際埋設後之中心線與設計柱中心線之偏移誤差	$0\text{mm} \leq e \leq 6\text{mm}$		
2	高強度螺栓施工	1. 螺栓鎖固前 (1) 每一節段作一扭力測試 (2) 接合部清潔度、密合度、傾斜度 2. 螺栓鎖固 (1) 高強度螺栓分兩階段鎖緊至最小預拉力 (2) 螺栓群之鎖固順序 3. 螺栓鎖固後 (1) 鎖斷後目視檢查 (2) 扭力板手檢測	鋼結構施工規範、鋼結構品管作業標準等相關規定	1. 螺栓鎖固施工前接頭目視查驗 2. 螺栓鎖固後每一接頭目視檢測	
3	構件安裝 精度檢查	建築物高度偏斜	$e \leq 10\text{mm} + H/2500$ , 且 $e \leq 50\text{mm}$	1. 每節吊裝完成後鎖固前測量 2. 每節電鋸後再復測一次	
		建築物平面之彎曲(L 邊長)	$e \leq L/2500$ , 且 $e \leq 25\text{mm}$		
		柱底板高程	$-5\text{mm} \leq \Delta H \leq 5\text{mm}$		
		相鄰柱間之相對偏差	$-5\text{mm} \leq e \leq 5\text{mm}$		
		工地續接樓層之高程差	$-8\text{mm} \leq \Delta H \leq 8\text{mm}$		
		梁水平度(L 梁淨跨度)	$e \leq 5\text{mm} + L/700$ , 且 $e \leq 15\text{mm}$		
		單節柱偏斜度	$e \leq H/700$ , 且 $e \leq 15\text{mm}$		

表 A - 8 鋼結構鋸接查驗頻率及標準表

編號	監造項目	監造內容	品質標準	查驗頻率及時機	備註
1	鋸接前	填角鋸之根部間隙	$e \leq 2\text{mm}$ 時，腳長維持原設計； $2\text{mm} < e \leq 5\text{mm}$ ，則 $S_1 = S + e$ 。	1. 鋸接施工前 100% 目視全驗	
		部分滲透鋸之根部間隙	$e \leq 5\text{mm}$ 時，鋸道尺寸維持原設計； $t_1 < 75\text{mm}$ ，且 $e > 5\text{mm}$ ，則重新組立。		
		全滲透鋸之根部間隙 (無背襯板)	$-2\text{mm} \leq \Delta R \leq 2\text{mm}$ ； R：細部圖之間隙		
		全滲透鋸之根部間隙 (有背襯板)	$-2\text{mm} \leq \Delta R \leq 6\text{mm}$ ； R：細部圖之間隙		
		對接接合之板位差	$e \leq \min(0.1t_1, 0.1t_2, 3\text{mm})$		
2	鋸接中	1. 鋸接條件(風速、溼度) 2. 預熱及層間最低溫度 3. 電流、電壓 4. 層間之清潔		鋸接施工中不定期抽查	
3	鋸接後目視檢測	龜裂	鋸道及熱影響區不得有龜裂。	1. 鋸後施工後鋸道 100% 目視檢測 2. 第三者鋸道檢驗是否依規定之檢驗頻率檢驗	
		填角鋸道腳長	鋸道尺寸不足，符合下述條件者不需修補：實際鋸道尺寸比設計尺寸(S)小時，其差異不得超過 U 值， $S \leq 5\text{mm}$ ， $U=0\text{mm}$ ； $S=6$ 或 $7\text{mm}$ ， $U \leq 2\text{mm}$ ； $S \geq 8\text{mm}$ ， $U \leq 3\text{mm}$ 大梁腹板與翼板間之組合鋸道，鋸道端部 2 倍翼板寬度內禁止尺寸不足。		
		等邊填角鋸道腳長偏斜	$0 \leq e \leq \min(0.8S_a, 8\text{mm})$ ， $S_a$ ：短邊腳長		
		鋸道喉深	$E \geq 0.7S$ ； $S$ ：設計腳長		
		填角鋸鋸冠高度	$W \leq 8\text{mm}$ ， $C \leq 2\text{mm}$ ； $8 < W < 25\text{mm}$ ， $C \leq 3\text{mm}$ ； $W \geq 25\text{mm}$ ， $C \leq 5\text{mm}$		

表 A-8 鋼結構鋸接查驗頻率及標準表（續 1）

編號	監造項目	監造內容	品質標準	查驗頻率及時機	備註
3	鋸接後目視檢測	對接鋸鋸冠高度	$t \leq 25\text{mm}$ , $R \leq 3\text{mm}$ ; $25 < t \leq 50\text{mm}$ , $R \leq 5\text{mm}$ ; $t > 50\text{mm}$ , $R \leq 6\text{mm}$ "	1. 鋸後施工後鋸道 100% 目視全檢 2. 第三者鋸道檢驗商是否依規定之檢驗頻率檢驗	
		熔合不良	鋸道層間及鋸道與母材間不得有熔合不良。		
		搭疊	鋸道不得有搭疊。		
		鋸道表面氣孔	(a) 對接接頭上, 垂直於受拉應力方向之全滲透(CJP)槽鋸道, 不得有任何表面氣孔。對於其他所有的槽鋸道與填角鋸道, 在鋸道軸向任何 25mm 長度範圍內, 直徑大於或等於 1mm 之表面氣孔總和長度不得超過 10mm, 且任何 300mm 長度範圍內氣孔總和長度不得超過 20mm。 (b) 填角鋸道內氣孔出現的頻率, 在鋸道軸向任何 100mm 長度範圍內不得超過 1 處, 且最大直徑不超過 2.5mm。		
		鋸蝕	母材厚度小於 25mm, 鋸蝕深度不能超過 1mm；母材厚度大於或等於 25mm, 鋸道全長任何位置的鋸蝕皆不得超過 2mm。		
		鋸道熔填不足	鋸道不得有熔填不足, 亦即鋸道熔填高度不得低於母材表面。		
		鋸濺渣	鋸道表面及周圍之鋸濺渣必須去除。		
		弧擊	鋸道及周圍母材不得有弧擊, 若有弧擊時應予磨除。		

表 A - 9 鋼結構接合處及剪力釘施工查驗頻率及標準表

編號	監造項目	監造內容	品質標準	查驗頻率及時機	備註
1	鋼構架 接合處 細部	1. 斜撐與加勁材之 細部 2. 構材位置 3. 每一接合部之正 確應用	鋼結構施工規範、鋼結 構品管作業標準、設計 圖說等相關規定	每節吊裝完成 後，目視查驗每一 個接頭細部	
2	剪力釘 植釘	1. 每日植釘鋸接前 不同尺寸之剪力釘 各取 2 支作試驗 2. 剪力釘之位置、間 距 3. 植釘後鋸道目視 檢查 4. 鐘擊、彎曲試驗	鋼結構施工規範、鋼結 構品管作業標準等相 關規定	1. 植釘完成後進 行目視檢查 2. 每 100 只抽取 1 只鐘打至 $15^\circ$ 狀 態	

表 A-10 鋼構件工廠施工品質抽查記錄表

施工品質查驗記錄表-鋼構件工廠施工品質抽查記錄表					
工程名稱		監造單位			
查驗日期		承包商			
複驗日期		查驗位置			
查驗時機	<input type="checkbox"/> 停留檢驗點 <input type="checkbox"/> 施工中 <input type="checkbox"/> 施工後	施工查驗申請單編號			
查驗結果	<input type="radio"/> 檢查合格 <input checked="" type="radio"/> 有缺失需改正 <input type="radio"/> 無此檢查項目				
序號	抽査項目	抽査結果		補充說明	複查結果
		合格	不合格		
1	承包商品質文件記錄				
2	製造詳細圖(Shop drawing)已審核完成				
3	鋸接人員具合格執照且報備核准				
4	鋸材依鋸接程序書規定				
5	切割面平整無溶渣和明顯凹痕				
6	-5° ≤ 開槽角度誤差 ≤ 10°				
7	鋸接組立間隙不大於2mm				
8	鋸接面是否清潔、無鬆屑、渣鏽及油脂				
9	預熱及層間最低溫度 版厚20~38mm時，SN490材質：10°C、SM570M材質：65°C 版厚38~65mm時，SN490材質：65°C、SM570M材質：110°C				
10	電流電壓符合鋸接程序書規定				
11	填角鋸尺寸之腳長及鋸喉不得小於圖示尺寸				
12	鋸道外觀無鋸蝕、龜裂、融合不良、氣孔、重疊及鋸池等缺陷				
13	構件尺寸抽查(位置詳製造圖所示)依「鋼結構品質管制作業標準」第十九章鋼結構製品檢查標準				
抽査意見		<input type="checkbox"/> 合格。 <input type="checkbox"/> 不合格，請工地負責人確實督導改善完成後，再申請辦理複驗。			
備註			附件	<input type="checkbox"/> 工程改善通知單NCR 號 <input type="checkbox"/> 材料進場查驗申請單；試驗報告/報告 份 <input type="checkbox"/> 承包商自主檢查表	
覆核人員		查驗人員		缺失複查結果	
				<input type="checkbox"/> 已改善完成(檢附改善記錄報告) <input type="checkbox"/> 未改善完成，已填具「工程改善通知單」 發文日期： 年 月 日 發文編號：NCR 號	

表 A-11 鋼構件成品施工品質抽查記錄表

施工品質查驗記錄表-鋼構件成品施工品質抽查記錄表					
工程名稱		監造單位			
查驗日期		承包商			
複驗日期		查驗位置			
查驗時機	<input type="checkbox"/> 停留檢驗點 <input type="checkbox"/> 施工中 <input type="checkbox"/> 施工後	施工查驗申請單編號			
查驗結果	<input type="radio"/> 檢查合格 <input checked="" type="checkbox"/> 有缺失需改正 <input type="checkbox"/> 無此檢查項目				
序號	抽査項目		抽查結果		複查結果
			合格	不合格	
1	承包商品質文件記錄				
2	品質文章查證	製造詳細圖(Shop drawing)已審核完成			
		鋼構廠製程自主檢查及成品檢驗報告已完成並提送			
		承包商非破壞檢驗報告已完成且無缺失			
		製造期間之施工改善通知回覆缺失已完成並回覆			
3	成品檢查	鋼構件之儲存品質如底部加墊襯等			
		成品外觀、鋸道品質無明顯缺陷			
		剪力釘敲擊測試垂擊彎曲15度無缺陷			
		塗裝厚膜檢查 1. 無噴防火被覆 (1) 表面噴砂:SIS 055900 Sa 2 1/2級以上 (2) 底漆:乾膜厚 $50 \mu\text{m}$ (3) 中漆:乾膜厚 $50 \mu\text{m}$ (4) 面漆:乾膜厚 $40 \mu\text{m}$ 總乾膜厚至少 $180 \mu\text{m}$			
		2. 外圍所有鋼構件有噴防火被護 (1) 表面噴砂:SIS 055900 Sa 2 1/2級以上 (2) 底漆:乾膜厚 $50 \mu\text{m}$			
		-5° ≤ 開槽角度誤差 ≤ 10°			
		BH型鋼尺寸(B:翼板寬度、H:高度) $-3\text{mm} \leq \Delta B \leq 3\text{mm}$ $H < 800\text{mm} : -3\text{mm} \leq \Delta H \leq 3\text{mm}$ $H \geq 800\text{mm} : -4\text{mm} \leq \Delta H \leq 4\text{mm}$			
		柱長度 $\Delta L$ $L < 10\text{m}, -5\text{mm} \leq \Delta L \leq 5\text{mm}$ $L \geq 10\text{m}, -6\text{mm} \leq \Delta L \leq 6\text{mm}$			
		樓層高: $-5\text{mm} \leq \Delta L \leq 5\text{mm}$			
		托梁長度: $-5\text{mm} \leq \Delta L \leq 5\text{mm}$			
		托梁角度偏斜量(水平及垂直) $e_i \leq L/200$ , 且 $e_i \leq 5\text{mm}$			
		梁長度與接合板間距: $-5\text{mm} \leq \Delta L \leq 5\text{mm}$			
		梁離直度: $e \leq 1.5L/1000$ , 且 $e \leq 15\text{mm}$			
		加勁板離平度: $e_1 \leq H/150$ , $e_1 \leq 6\text{mm}$			

附錄一 鋼結構工程施工品質管制相關表格

	腹板離平度： $e \leq H/100$ ，且 $e \leq 6\text{mm}$					
	翼板韌性切削位置： $-10\text{mm} \leq \Delta a \leq 10\text{mm}$ 或 $-10\text{mm} \leq \Delta L \leq 10\text{mm}$					
	翼板韌性切削寬度： $-10\text{mm} \leq \Delta b \leq 6\text{mm}$ , (b: 翼板切削後剩餘寬度)					
抽 査 意 見		<input type="checkbox"/> 合格。 <input type="checkbox"/> 不合格，請工地負責人確實督導改善完成後，再申請辦理複驗。				
備註			附 件	<input type="checkbox"/> 工程改善通知單NCR 號 <input type="checkbox"/> 材料進場查驗申請單；試驗報告/報告 份 <input type="checkbox"/> 承包商自主檢查表		
覆核人員		查驗人員		缺失複查結果		
				<input type="checkbox"/> 已改善完成(檢附改善記錄報告) <input type="checkbox"/> 未改善完成，已填具「工程改善通知單」 發文日期： 年 月 日 發文編號：NCR 號		

表 A - 12 基礎錨定螺栓施工品質抽查記錄表

施工品質查驗記錄表-預埋螺栓施工品質抽查記錄表					
工程名稱		監造單位			
查驗日期		承包商			
複驗日期		查驗位置			
查驗時機	<input type="checkbox"/> 停留檢驗點 <input type="checkbox"/> 施工中 <input type="checkbox"/> 施工後	施工查驗申請單編號			
查驗結果	<input type="radio"/> 檢查合格 <input checked="" type="radio"/> 有缺失需改正 <input type="checkbox"/> 無此檢查項目				
序號	抽 查 項 目	抽 查 結 果		抽 查 結 果 補 充 說 明	複查結果 合 格 不 合 格
		合 格	不 合 格		
1	承包商品質文件記錄				
2 混凝 土澆 置 前後	螺栓為A307 長度_____個，數量_____個				
	錨栓埋置固定不可以電鋸直接鋸於結構體鋼筋上				
	錨栓周圍鋼筋無切斷或位移				
	一群錨定螺栓中，任何一顆錨栓中心與該群錨栓中心線間之距離誤差應介於 $-6\text{mm} \leq e \leq +5\text{mm}$ a:設計尺寸				
	相鄰兩群錨栓中心線間之距離誤差應介於 $-6\text{mm} \leq e \leq +6\text{mm}$ , L:設計尺寸				
	錨栓中心線間之距離累積誤差每30m, e1不得大於 $+6\text{mm}$ , 但其累積誤差之總和e2不得大於 $+25\text{mm}$ L:設計尺寸				
	任何一顆群錨定螺栓時計埋設後的中心線與設計柱中心線之偏移誤差應介於 $0 \leq e \leq +6\text{mm}$				
	錨栓頂之高程誤差不得大於 $+13\text{mm}$ , 最少須突出螺帽2牙				
	螺栓外露螺牙已保護				
抽 查 意 見		<input type="checkbox"/> 合格。 <input type="checkbox"/> 不合格，請工地負責人確實督導改善完成後，再申請辦理複驗。			
備註		附 件	<input type="checkbox"/> 工程改善通知單NCR 號 <input type="checkbox"/> 材料進場查驗申請單；試驗報告/報告 份 <input type="checkbox"/> 承包商自主檢查表		
覆核人員		查驗人員		缺失複查結果	
				<input type="checkbox"/> 已改善完成(檢附改善記錄報告) <input type="checkbox"/> 未改善完成，已填具「工程改善通知單」 發文日期： 年 月 日 發文編號：NCR 號	

表 A-13 高強度螺栓施工品質抽查記錄表

施工品質查驗記錄表-高強度螺栓(H. S. B)施工品質抽查記錄表						
工程名稱		監造單位				
查驗日期		承包商				
複驗日期		查驗位置				
查驗時機	<input type="checkbox"/> 停留檢驗點 <input type="checkbox"/> 施工中 <input type="checkbox"/> 施工後	施工查驗申請單編號				
查驗結果	<input type="radio"/> 檢查合格 <input checked="" type="radio"/> 有缺失需改正 <input type="radio"/> 無此檢查項目					
序號	抽査項目	抽査結果		抽査結果 補充說明	複查結果 合格 不合格	
		合格	不合格			
1	承包商品質文件記錄					
2	螺栓鎖固施工前	高強度螺栓F10T/S10T M24 ____ 個 孔徑 ____ mm 邊距 ____ mm 間距 ____ mm 高強度螺栓材質規格是否為F10T/S10T 接觸面的浮銹、油汙、油漆、雜質等須清除，螺栓孔之毛邊須徹底清除				
	接合部間隙是否在大於1mm時加墊片					
	螺栓與接觸面傾斜度超過1/20時應使用斜墊片					
	高強度螺栓之安裝需擴孔時，以鉸孔方式擴孔，孔徑誤差不得超過2mm					
	高強度螺栓施工前鎖緊試驗求取扭力平均值，每一批同一尺度最少抽驗五支(軸力實驗)					
	3	螺栓鎖固施工中	高強度螺栓分兩次鎖緊至最小預力 第一次預鎖至緊貼狀態 第二次鎖緊至最小預拉力0.7 Fu(鎖斷) 螺栓群之鎖固順序應由中間向兩側依上下左右交叉方式進行			
		螺栓鎖固後	高強度螺栓鎖斷後目視檢查每支螺栓是否確實鎖斷，無鬆動未密合者 扭力扳手檢測容許誤差值為設定值之±10%			
抽査意見		<input type="checkbox"/> 合格。 <input type="checkbox"/> 不合格，請工地負責人確實督導改善完成後，再申請辦理複驗。				
備註			附件	<input type="checkbox"/> 工程改善通知單NCR 號 <input type="checkbox"/> 材料進場查驗申請單；試驗報告/報告 份 <input type="checkbox"/> 承包商自主檢查表		
覆核人員		查驗人員		缺失複查結果		
				<input type="checkbox"/> 已改善完成(檢附改善記錄報告) <input type="checkbox"/> 未改善完成，已填具「工程改善通知單」 發文日期：年月日 發文編號：NCR 號		

表 A-14 鋼構工地安裝精度施工品質抽查記錄表

施工品質查驗記錄表-鋼構工地安裝精度施工品質抽查記錄表					
工程名稱		監造單位			
查驗日期		承包商			
複驗日期		查驗位置			
查驗時機	<input type="checkbox"/> 停留檢驗點 <input type="checkbox"/> 施工中 <input type="checkbox"/> 施工後	施工查驗申請單編號			
查驗結果	<input type="radio"/> 檢查合格 <input checked="" type="radio"/> 有缺失需改正 <input type="radio"/> 無此檢查項目				
序號	抽査項目	抽查結果		補充說明	複查結果
		合格	不合格		
1	承包商品質文件記錄				
2	建築物高度偏斜 $e \leq 10\text{mm} + H/2500$ , 且 $e \leq 50\text{mm}$				
3	建築物平面之彎曲e (L邊長) $e \leq L/2500$ , 且 $e \leq 25\text{mm}$				
4	柱底板高程 $-5\text{mm} \leq \Delta H \leq 5\text{mm}$				
5	相鄰柱間之相對偏差 $-5\text{mm} \leq e \leq 5\text{mm}$				
6	工地續接樓層之高層差 $\Delta H$ $-8\text{mm} \leq \Delta H \leq 8\text{mm}$				
7	梁水平度e (L梁淨跨度) $e \leq 5\text{mm} + L/700$ , 且 $e \leq 15\text{mm}$				
8	單節柱偏斜度e $e \leq H/700$ , 且 $e \leq 15\text{mm}$				
抽査意見		<input type="checkbox"/> 合格。 <input type="checkbox"/> 不合格，請工地負責人確實督導改善完成後，再申請辦理複驗。			
備註		附件	<input type="checkbox"/> 工程改善通知單NCR 號 <input type="checkbox"/> 材料進場查驗申請單；試驗報告/報告 份 <input type="checkbox"/> 承包商自主檢查表		
覆核人員		查驗人員		缺失複查結果	
				<input type="checkbox"/> 已改善完成(檢附改善記錄報告) <input type="checkbox"/> 未改善完成，已填具「工程改善通知單」 發文日期：年月日 發文編號：NCR 號	

表 A - 15 工地鋸接施工品質抽查記錄表

施工品質查驗記錄表-工地鋸接施工品質抽查記錄表							
工程名稱		監造單位					
查驗日期		承包商					
複驗日期		查驗位置					
查驗時機	<input type="checkbox"/> 停留檢驗點 <input type="checkbox"/> 施工中 <input type="checkbox"/> 施工後	施工查驗申請單編號					
查驗結果	<input type="checkbox"/> 檢查合格 <input checked="" type="checkbox"/> 有缺失需改正 <input type="checkbox"/> 無此檢查項目						
序號	抽査項目		抽查結果		複查結果 補充說明		
			合格	不合格			
1	承包商品質文件記錄						
2	鋸接施工前	鋸接人員具合格執照且報備核准					
		鋸材依鋸接程序規定					
		背墊板與母材之密接度即起弧導版已密接固定					
		-5° ≤ 開槽角度誤差 ≤ 10° 有背襯版時，間隙誤差 -2mm~6mm					
		鋸接面是否清潔、無鬆屑、渣錫及油脂					
3	鋸接施工中	鋸接條件雨天或相對濕度超過 85%不得鋸接 鋸道附近風速超過 2m/s 時需遮蔽，超過 10m/s 不得鋸接(鋸接方法採 FCAW-G/GMAW)					
		預熱及道間最低溫度 版厚 20~38mm 時，SN490 材質：10°C、SM570M 材質：65°C 版厚 38~65mm 時，SN490 材質：65°C、SM570M 材質：110°C					
		電流電壓符合鋸接程序書規定					
		根部打底及外觀有缺陷時，須加以除渣及剷修					
		多道鋸道層間清潔，每層完成時須清除鋸渣、鋸珠					
		4	鋸接施工後	鋸冠高度 填角鋸：鋸接尺寸 _____ 最大凸度 _____ 對接鋸：鋸道寬度 _____ 鋸冠高度 _____			
				鋸表表面凹凸差於鋸道長度 25mm 範圍內，2.5mm 以下			
鋸道外觀無龜裂、融合不良、氣孔、重疊及鋸蝕等缺陷							
填角鋸尺寸之腳長及鋸喉不得小於圖示尺寸							
起弧板切除後是否磨平順且不傷母材							
第三者鋸道試驗是否到場依規定之檢驗頻率檢驗							
抽査意見				<input type="checkbox"/> 合格。 <input type="checkbox"/> 不合格，請工地負責人確實督導改善完成後，再申請辦理複驗。			
備註		附件	<input type="checkbox"/> 工程改善通知單 NCR 號 <input type="checkbox"/> 材料進場查驗申請單；試驗報告/報告 份 <input type="checkbox"/> 承包商自主檢查表				
覆核人員		查驗人員		缺失複查結果			

	<input type="checkbox"/> 已改善完成(檢附改善記錄報告) <input type="checkbox"/> 未改善完成，已填具「工程改善通知單」 發文日期： 年 月 日 發文編號：NCR 號
--	--

表 A-16 剪力釘植釘施工品質抽查紀錄表

施工品質查驗記錄表-剪力釘植釘施工品質抽查紀錄表					
工程名稱		監造單位			
查驗日期		承包商			
複驗日期		查驗位置			
查驗時機	<input type="checkbox"/> 停留檢驗點 <input type="checkbox"/> 施工中 <input type="checkbox"/> 施工後	施工查驗申請單編號			
查驗結果	<input type="radio"/> 檢查合格 <input checked="" type="radio"/> 有缺失需改正 <input type="radio"/> 無此檢查項目				
序號	抽査項目		抽査結果		複查結果 補充說明
			合格	不合格	
1	承包商品質文件記錄				
2	植釘程序、條件及機具等	依核准之施工計畫			
3	每日植釘鋸接前不同尺寸之剪力釘各取兩支作試驗	1. 目視檢查全週角鋸凸緣須連續完整 2. 錘擊彎曲30度無任何破裂之瑕疵			
4	剪力釘之長度、直徑	φ_____mm			
5	剪力釘之位置、間距	間距 _____mm、邊距 _____mm			
6	植釘後目視檢查	目視檢查全週角鋸凸緣須連續完整			抽查 100%
7	錘擊、彎曲試驗	錘擊彎曲15度，鋸道無任何破裂之瑕疵			抽查 1%
抽査意見		<input type="checkbox"/> 合格。 <input type="checkbox"/> 不合格，請工地負責人確實督導改善完成後，再申請辦理複驗。			
備註			附件	<input type="checkbox"/> 工程改善通知單NCR 號 <input type="checkbox"/> 材料進場查驗申請單；試驗報告/報告 份 <input type="checkbox"/> 承包商自主檢查表	
覆核人員		查驗人員		缺失複查結果	
				<input type="checkbox"/> 已改善完成(檢附改善記錄報告) <input type="checkbox"/> 未改善完成，已填具「工程改善通知單」 發文日期： 年 月 日 發文編號：NCR 號	

表 A-17 鋼承板施工品質抽查紀錄表

施工品質查驗記錄表-鋼承板施工品質抽查紀錄表						
工程名稱		監造單位				
查驗日期		承包商				
複驗日期		查驗位置				
查驗時機		<input type="checkbox"/> 停留檢驗點 <input type="checkbox"/> 施工中 <input type="checkbox"/> 施工後	施工查驗申請單編號			
查驗結果		<input type="radio"/> 檢查合格 <input checked="" type="radio"/> 有缺失需改正 <input type="radio"/> 無此檢查項目				
序號	抽査項目			抽查結果		複查結果
				合格	不合格	
1 品質文件	施工製造圖、安裝平面圖最新板次確認					
	鋼承板材料是否完成取樣及合格試驗報告					
	工程改善通知單(NCR)，缺失是否已改善並回覆完成					
	分包商安裝自主檢查表，已改善完成並提送					
2 鋼承板組裝	起弧導板、背襯板切除並研磨					
	螺栓、接合板現場補漆作業					
	鋼承板厚度					
	鋼承板與鋼梁接合長度( $\geq 50\text{mm}$ )，固定方式點鋸大小					
	收邊板厚度、位置					
抽査意見		<input type="checkbox"/> 合格。 <input type="checkbox"/> 不合格，請工地負責人確實督導改善完成後，再申請辦理複驗。				
備註				附件	<input type="checkbox"/> 工程改善通知單NCR 號 <input type="checkbox"/> 材料進場查驗申請單；試驗報告/報告 份 <input type="checkbox"/> 承包商自主檢查表	
覆核人員		查驗人員			缺失複查結果	
					<input type="checkbox"/> 已改善完成(檢附改善記錄報告) <input type="checkbox"/> 未改善完成，已填具「工程改善通知單」 發文日期： 年 月 日 發文編號：NCR 號	

表 A-18 鋼構架接合處細部施工品質抽查紀錄表

施工品質查驗記錄表-鋼構架接合處細部施工品質抽查紀錄表					
工程名稱		監造單位			
查驗日期		承包商			
複驗日期		查驗位置			
查驗時機	<input type="checkbox"/> 停留檢驗點 <input type="checkbox"/> 施工中 <input type="checkbox"/> 施工後	施工查驗申請單編號			
查驗結果	<input type="radio"/> 檢查合格 <input checked="" type="radio"/> 有缺失需改正 <input type="radio"/> 無此檢查項目				
序號	抽 查 項 目	抽查結果		補充說明	複查結果
		合格	不合格		
1	承包商品質文件記錄				
2	構材位置				
3	每一接合處接合細節之正確應用				
抽 查 意 見		<input type="checkbox"/> 合格。 <input type="checkbox"/> 不合格，請工地負責人確實督導改善完成後，再申請辦理複驗。			
備註		附 件	<input type="checkbox"/> 工程改善通知單NCR 號 <input type="checkbox"/> 材料進場查驗申請單；試驗報告/報告 份 <input type="checkbox"/> 承包商自主檢查表		
覆核人員		查驗人員		缺失複查結果	
				<input type="checkbox"/> 已改善完成(檢附改善記錄報告) <input type="checkbox"/> 未改善完成，已填具「工程改善通知單」 發文日期： 年 月 日 發文編號：NCR 號	

表 A - 19 BRB 施工品質抽查紀錄表

施工品質查驗記錄表-BRB施工品質抽查紀錄表						
工程名稱			監造單位			
查驗日期			承包商			
複驗日期			查驗位置			
查驗時機	<input type="checkbox"/> 停留檢驗點 <input type="checkbox"/> 施工中 <input type="checkbox"/> 施工後		施工查驗申請單編號			
查驗結果	<input type="radio"/> 檢查合格 <input checked="" type="radio"/> 有缺失需改正 <input type="radio"/> 無此檢查項目					
序號	抽査項目			抽查結果		複查結果 補充說明
				合格	不合格	
1	承包商提供BRB或其同等品之製造圖及母材強度試驗報告送核					
2	承包商品質文件記錄					
2	安裝前	廠內	尺寸：依結構設計圖			
3			內灌SCC混凝土			
5	安裝中	工地	型式及安裝位置			
6			接合板與梁柱鋸接(連續性監造)			
7	安裝後	工地	安裝精度			
8			接合板與梁柱鋸道NDT			
抽査意見			<input type="checkbox"/> 合格。 <input type="checkbox"/> 不合格，請工地負責人確實督導改善完成後，再申請辦理複驗。			
備註				附件	<input type="checkbox"/> 工程改善通知單NCR 號 <input type="checkbox"/> 材料進場查驗申請單；試驗報告/報告 份 <input type="checkbox"/> 承包商自主檢查表	
覆核人員		查驗人員		缺失複查結果		
				<input type="checkbox"/> 已改善完成(檢附改善記錄報告) <input type="checkbox"/> 未改善完成，已填具「工程改善通知單」 發文日期：年月日 發文編號：NCR 號		

表 A - 20 箱型柱內灌漿施工品質抽查記錄表

施工品質查驗記錄表-箱型柱內灌漿施工品質抽查記錄表							
工程名稱		監造單位					
查驗日期		承包商					
複驗日期		查驗位置					
查驗時機		<input type="checkbox"/> 停留檢驗點 <input type="checkbox"/> 施工中 <input type="checkbox"/> 施工後	施工查驗申請單編號				
查驗結果		<input checked="" type="radio"/> 檢查合格 <input checked="" type="radio"/> 有缺失需改正 <input type="radio"/> 無此檢查項目					
序號	抽査項目		抽査結果		複查結果 補充說明		
			合格	不合格		合格	不合格
1	承包商品質文件記錄						
2	澆置前之準備	澆置計畫是否已送審備核					
		壓送車及輸送管是否已備妥					
		照明設備是否已備妥					
		預防及應變措施是否已備妥					
		柱內是否已清潔					
		柱內是否無積水					
3	箱型柱內混凝土澆置	第一車輸送管通管用砂漿不得澆置於箱型柱內					
		混凝土取樣試驗(氯離子含量、坍度、溫度及含氣量) 每100cm <sup>3</sup> 取樣一組且每日最少1組，試體取樣以管尾取樣為主					
		氯離子含量0.15kgf/m <sup>3</sup> 以下					
		坍流度50~70cm，坍流度範圍兩直徑差≤5cm，50cm 坍流度到達時間3~15sec					
		U型或箱型試驗容器之填充高度≥30cm					
		V <sub>75</sub> 漏斗流下時間7~20sec					
		澆置試驗是否依澆置計畫書規定					
		壓送壓力是否依澆置計畫書規定					
		每次澆置高度不超過3個樓層					
		出廠至澆置完成時間不得超過90分鐘					
		抽査意見		<input type="checkbox"/> 合格。 <input type="checkbox"/> 不合格，請工地負責人確實督導改善完成後，再申請辦理複驗。			
		備註			附件	<input type="checkbox"/> 工程改善通知單NCR號 <input type="checkbox"/> 材料進場查驗申請單；試驗報告/報告份 <input type="checkbox"/> 承包商自主檢查表	
覆核人員		查驗人員		缺失複查結果			
				<input type="checkbox"/> 已改善完成(檢附改善記錄報告) <input type="checkbox"/> 未改善完成，已填具「工程改善通知單」 發文日期： 年月日 發文編號：NCR號			



## 附錄二 期中報告審查委員意見與研究團隊回應

日期：111 年 7 月 12 日

地點：內政部建築研究所

審查意見	研究團隊回應
<p>陳技師正平：</p> <p>1. 建議鼓勵監造人參加專業技術學會、協會舉辦之訓練課程取得正確之監造之知識證照。</p>	<p>1. 於研究內容及建議敘明監造人員（建築師或專業技師）應取得鋼結構相關訓練課程認證，才能勝任監造工作。</p>
<p>梁副總經理宇宸：</p> <p>1. 內容為監造手冊以方便監造者查詢為主，避免過多教課書方式的陳述。</p> <p>2. 表格中抽樣頻率及標準等有關 CNS 及 ASTM，應標示出總號及詳細列號，如 CNS13812 或 ASTM F2280 等。</p> <p>3. 部分引用鋼結構品質管制作業手冊內容陳舊且有錯誤(表 6-1)。</p> <p>4. 流程圖中應增加對需檢驗的時機的停檢點。</p>	<p>1. 本手冊優先引導監造人員瞭解鋼結構施工的內涵，再於附錄彙整施工流程及品管項目品質標準表供監造人員參考。</p> <p>2. 遵照辦理。</p> <p>3. 感謝委員指正，取得第四版手冊時重新修正。</p> <p>4. 遵照辦理。</p>
<p>張總經理敬昌：</p> <p>本研究對施工監造實務助益甚大，提供以下意見。</p> <p>1. P30 表格建議加入 SN490 YB YC。</p> <p>2. P54 國內鋼構廠之扇形孔多數已採機械銑洗加工、建議納入說明推廣。</p> <p>3. P71(一)4 “U 行器”用語是否無誤？</p> <p>4. P86 6205 相片為水準儀高程量測？6206 相片為高程檢測</p> <p>5. P91 GTAW 如僅適用於不鏽鋼時，建議不納入本手冊。</p> <p>6. P92 請確認是否有以扭力扳手進行剪力釘之拉力測試。</p> <p>7. P102 中華民國非破壞檢測協會已更名為財團法人台灣非破壞檢測協會。</p> <p>8. 建議手冊提供可讀性之表格、或流程。</p> <p>9. 筆誤 P100 charpy 沙丕(建議與規範一致)</p>	<p>1. 感謝委員指導，遵照辦理。</p> <p>2. 感謝委員指導。</p> <p>3. 感謝委員指正，已修正為「U 型環」。</p> <p>4. 照感謝委員指正，相片為「吊裝精度校正」。</p> <p>5. 感謝委員指正，GTAW 常用於鋸接不鏽鋼和鋁、鎂、銅合金等非鐵金屬的薄板，已刪除。</p> <p>6. 感謝委員指正，無需以扭力扳手進行剪力釘之拉力測試，已刪除。</p> <p>7. 感謝委員指正，已改正。</p> <p>8. 於附錄彙整施工流程及品管項目品質標準表。</p> <p>9. 感謝委員指正，已改正。</p>

<p><b>楊教授國珍：</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>如本報告中參考文獻所列與鋼結構施工監造相關文獻多達 30 項，因建築研究所隸屬於內政部，若因國內鋼結構施工監造仍無法落實，而須建立本手冊，請說明本計畫產出之「鋼結構監造手冊」之定位，與內政部頒「鋼結構施工規範」間關連性及其位階。若工程界因採用本計畫之「鋼結構監造手冊」與部頒「鋼結構施工規範」有所不同或遺漏之處，責任如何歸屬。若研究團隊因部頒「鋼結構施工規範」有所不足，可建議修訂部頒規範。</li> <li>執行現場施工監造時，除執行流程、查驗重點外，接受標準為監造是否可以落實的關鍵，此些均已詳列於部頒「鋼結構施工規範」中。若部頒「鋼結構施工規範」位階較高，可依部頒「鋼結構施工規範」補充鋼結構建築整體施工流程圖及各施工階段施工流程圖，並依各流程圖詳列其監造標準作業程序(SOP)，及各施工步驟應注意事項及查驗重點，及部頒「鋼結構施工規範」接受標準，以符合本計畫預期成果。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>本研究之定位：監造人員站在監造角度，為二級品管精神，作為設計者與施工者之橋梁角色。監造人員瞭解材料特性及施工步驟，作必要週期性與連續性監造，預防及減少施工錯誤發生，為主要目的。</li> <li>本研究之依據標準依序為：           <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) CSN，主要為材料材質及相關規範標準為第一優先。</li> <li>(2) 內政部「鋼結構施工規範」為第二優先，亦為承攬廠商一級品管之施工規範與品質標準。</li> <li>(3) 鋼結構協會「鋼結構品管作業標準」，類似《鋼結構施工規範》之施行細則，為各品管項目之施行要領。本研究於附錄彙整施工流程及品管項目品質標準表，供監造人員參考。</li> </ol> </li> </ol>
<p><b>中華民國全國建築師公會代表 江委員支川：</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>921 大地震以來「監工」與「監造」混淆不清，困擾許久。</li> <li>鋼結構監造人，一般需要專業技師執行，建築師只能對總工程執行監造責任。</li> <li>建議更名為鋼結構品管查核手冊等，避免重疊詞彙，再度混淆視聽。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>本研究於第二章釐清監造工作為監督廠商落實其品質及施工計畫，不參與承攬廠商指揮調度工人與材料檢驗。</li> <li>鋼構監造為專業監造，由專責人員執行較為適當。現行建築師法所稱監造人，應為總體性監造，不同的專業領域宜交由不同專業人員執行監造。</li> <li>研究題目為契約明訂。</li> </ol>
<p><b>中華民國結構工程技師公會全國聯合會代表 蔡委員益成：</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>鋼結構製造過程之鍛接作業為特殊製程，CNS 於實施鍛接之品質管理系統，對鍛接管理人員、鍛接作業人員</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>於研究內容敘明須有專業資格之檢驗人員執行檢驗，監造人員配合作查證工作。</li> </ol>

<p>等均有資格要求。相對於鋼結構鍛接之監造作業亦屬於「專業的技術」，一般所謂的「設計人或監造人」(一般建築師或技師)未必能辦理。故建議對於鍛接工作之監造人員宜規定資格。例如：除技師外還要有證照(鍛接檢驗師)或相關的鍛接訓練合格。</p> <p>2. P57 等頁之「假安裝」文字建議修改為「試併裝」或「預組裝」較易明瞭亦不致遭人誤解。</p>	<p>2. 「鋼結構施工規範」稱「預裝」，本研究統一與規範一致。</p>
<p>陳副總經理煥煒：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本研究為「鋼結構監造手冊編訂研究」，請說明未來完成的鋼結構監造手冊是否為本報告書第三章至第七章的內容？</li> <li>2. 第二章建議亦可將目前國內耐震標章特別監督制度之規定納入。</li> <li>3. 第四章的重點在鋼結構監造計畫的擬定，建議本研究可以提供監造計畫的綱要或是範例供參。</li> <li>4. P.49 第 6 點的語意說明得不夠清楚，例如鋼大梁與鋼柱的接合理論上可以先將大梁與接合板用安裝固定用的螺栓鎖固，然後再將梁腹板電鍛到柱板上，這算不算是「使用螺栓有利用鍛接來做補強」？</li> <li>5. 鍛接的鍛請統一使用金字邊，例如 P.51 第二列及 P.105 圖七-1 的「焊」... 等請統一修正為「鍛」，其餘請自行檢查。</li> <li>6. P.54 該頁最下面一行「座屈斜撐」？是否為筆誤。</li> <li>7. P.55，第一行 H 大「樑」，應統一用「梁」。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 監造手冊之主要內容為本報告書第三章至第七章，並於附錄彙整施工流程及品管項目品質標準表。</li> <li>2. 感謝委員指導。於第二章補充耐震標章特別監督制度之內容。</li> <li>3. 感謝委員指導。參考工程會範本於第四章說明監造計畫章節內容。</li> <li>4. 感謝委員指導。一般先有螺栓鎖固再鍛接，應不算合併應力計算。</li> <li>5. 感謝委員指正，已重新校對改正。</li> <li>6. 感謝委員指正，已改正為「挫屈斜撐」。</li> <li>7. 感謝委員指正，已重新校對改正。</li> </ol>
<p>黃主任國倫：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本案辦理過程曾舉辦專家座談會，建議可於報告書增列「附錄 專家座談會議紀錄」。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 遵照辦理。</li> </ol>
<p>蔡組長綽芳：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本研究成果如何推廣？</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 就研究案內之工地現場吊裝、組立、校正、鍛接、工廠製作流程等實際內涵與專業資訊，讓參與監造人員能充</li> </ol>

	<p>分了解，善用監造人員角色。</p> <p>2. 研究成果上網公告。舉辦研討會說明鋼結構材料特性及施工步驟，週期性與連續性監造之必要性。</p>
--	--

## 附錄三 期末報告審查委員意見與研究團隊回應

日期：111 年 10 月 27 日

地點：內政部建築研究所

審查意見	研究團隊回應
<p>陳技師正平：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>P38 第 12 行：「翼板高韌性切削」建議改為「翼板梯形切削高韌性接頭」。</li> <li>P38 第 13 行及 P43 第 13 行：「梁之耐震高韌性切削細部……」建議改為「梁端翼板梯形切削高韌性接頭細部……」。</li> <li>P44 圖四-1「轉換層鋼柱詳圖」建議改為「轉換層鋼柱示意圖」。</li> <li>P44 第 5 行「受拉接頭及受剪之有韌性需求接頭，不可使用高強度螺栓又利用鋸接來做補強；無韌性需求之受剪接頭，可於高強度螺栓先鎖緊後，再利用鋸接來做補強；……」建議改為「有韌性需求接頭，不得使用螺栓與鋸道共同承擔同一分力；無韌性需求之接頭，可於摩阻型高強度螺栓先鎖緊後，再利用鋸接來做補強；……」。</li> <li>P52 圖五-7「梁開孔補強詳圖」建議改為「梁開孔補強示意圖」。</li> </ol>	<p>感謝委員指導，遵照辦理。</p> <p>”</p> <p>”</p> <p>”</p> <p>”</p>
<p>陳副總經理煥烽：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>有關施工中鋸接屬連續接性特別監造，實際執行時如果有多位鋸工同時施作，監造人員如何因應？建議針對“連續性”宜較清楚定義或說明。</li> <li>P74 柱柱對接與梁翼板鋸接，除 100%UT 外建議應同時 100%VT。</li> </ol>	<p>監造人員於現場監督，隨機抽查鋼板預熱、鋸材乾燥、鋸接電壓、電流是否符合鋸接程序書。</p> <p>感謝委員指導，遵照辦理。</p>
<p>梁副總經理宇宸：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>無。</li> </ol>	
<p>張總經理敬昌：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Page29 SM570M 之碳當量等同 SN490C 建議改為碳當量等同 SN490B、C。</li> <li>Page82 編號 6101、6102 照片之平板主筋錨定方式不符規範安全需求，建議更換適當相片。</li> </ol>	<p>感謝委員指導，遵照辦理。</p> <p>感謝委員指導。案例照片為平板結構，由地下 B2 柱(斷面 100x100 cm)上來轉換層地下 B1 柱(斷面 90x90 cm)，鋼筋在版下已有相當的搭接長度，但不容易看出來。</p>

<p>楊教授國珍：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本報告內容充實。</li> <li>2. 請補充鋼結構施工流程圖中，標記對應監造項目表之對應各監測項目及對應之品質抽查紀錄表。</li> </ol>	<p>感謝委員肯定。 感謝委員指導，遵照辦理。</p>
<p>葉委員祥海：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 按第八章之結論，所述之監造人員職責、分工與應有的基本素養之內容，甚為得當，據此對廠商施工品質之監造機能應可提昇。另建議部分，除辦理研討會之外，可就前文所述之「監造人員(建築師或專業技師)應取得鋼結構相關訓練課程認證，才能勝任監造工作」之論點，亦作成建議，並可將工程管理人員(含廠商)納入訓練認證，交由建築中心研辦。</li> <li>2. 第三章第四節有關鋼材之查驗，如表 A-3 鋼結構工程材料查驗頻率及標準表，其中監造內容屬查驗要點；「品質標準」符合 CNS 相關規定，建請將各 CNS 的編號序號均予列明，以利用手冊應用。</li> <li>3. 承上表 A-8、A-9 兩者之材料與檢(試)驗送審管制總表，宜於第四章第二節(三)中呈現，並請將各項須抽(查)驗的鋼構材，於表單中名列；另該節(三)2.材料抽驗標準之(抽驗項目、標準、時機、方法、頻率)，於表 A-3 中予以分項敘明。</li> <li>4. 第五章至第七章，各個工項施工流程圖可再檢視施工作業程序，予以檢討，並標示不同符號(如★)，以示監造須執行停檢點，或連續性監造。各個工項的施工抽查紀錄表，對應各抽查管理項目，請另建立抽查標準(有明確的定量或定性)</li> <li>5. 研究報告後附有「參考書名」，惟內文中引述之處，並未見註記書目編號(頁碼)；圖表編號以國字與阿拉伯數字表示，建議全部以數字編號，較常應用；如圖五-1，可改為圖 5-1。</li> </ol>	<p>感謝委員指導。本研究主要針對建築監造人員，鼓勵監造人員取得相關訓練課程認證。</p> <p>感謝委員指導，遵照辦理。</p> <p>多謝指導。</p> <p>感謝委員指導。流程圖已用★註記表達各工項之管理項目及標準載於附錄一表格。</p> <p>多謝提示，頁碼太細且有多處出現，不便註記。</p>
<p>中華民國結構工程技師公會全國聯合會代表 藍主委員朝卿：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 鋼結構多用在高層建築物，故其材料檢驗，鋁接與螺栓接合都是影響結構體成敗的重要因素。</li> <li>2. 無論施工廠商工程師(一級)與監造人員或特別監督人(二級)，都應該具有相關經驗或規定要施予適當的鋼構教育訓練課程，如此鋼結構施工才能落實安全品質。</li> </ol>	<p>感謝委員指導。</p> <p>感謝委員指導。於研究內容及建議敘明監造人員應取得鋼結構相關訓練課程認證，才能勝任監造工作。</p>

蔡組長綽芳： 1. 8月於建築師公會舉辦之鋼結構建築監造研討會，建築師踊躍參加，對本研究之推廣成效卓著，希望能定期舉辦。 2. 報告書格式請依建研所規定修正。	感謝組長肯定。 遵照辦理。
---	------------------



## 附錄四 第一次專家座談會紀錄

日期：111 年 4 月 29 日 14 時

地點：視訊會議

項次	專家意見	回覆
1	<p>彭朋畿：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>目視檢測非常重要，可以發現 70%的缺失，監造人員最起碼應有接受適當的訓練，最好能取得證照資格，才不至於他的意見跟檢測人員工作結果相背離。</li> <li>非破壞檢測各種方法都有要應注意事項才不會被錯用、誤判。如：UT 儀器要有適當的校正，RT 有黑度判斷的問題。</li> </ol>	<p>VT 非常重要，研究案會加重敘述。</p> <p>NDT 各種方法都有其特點，會注意提示。</p>
2	<p>林克強：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>設計圖上沒有表示(標示)的問題，監造與施工碰到了怎麼辦？如梁柱接頭區梁端韌性變形區域不受干擾，建築構件、元件都不應鋸在它上面。</li> <li>斜撐、BRB 及消能元件都需要能完全獨立發揮功能，建築元素(如帷幕牆、隔間牆)，不應該干擾耐震構件耐震力學行為。</li> <li>應有專門章節來提醒監造人員與建築元素有關、建築行為的注意事項。</li> </ol>	<p>審查施工計劃書及製作圖應作重點提示。</p> <p>設計圖及製作圖可能忽略的問題。不應妨礙耐震元件的機能。</p> <p>同上。</p>
3	<p>陳正平：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>本研究案宗旨為「監造手冊」，建議以建築法、建築師法所規定之監造內涵為範籌，避免涉入敏感問題，本研究案也無法解決的問題。</li> <li>鋼結構監造工作須熟悉「鋼結構施工規範」，該規範內容包含很多鋼結構監造細節，值得參考。</li> <li>結構監造工作必須有目視檢查技術的基本常識。監造人員只需具備目視檢查之基本常識，不需達非破壞檢測證照的程度，可參加鋼結構協會舉辦之監造技術及目視檢查的訓練即可。</li> <li>結構監造工作不能局限在停檢點，否則無法顧及細節。</li> <li>公共工程委員會「建築鋼結構工程施工品質管理及查核作業手冊」可供本研究案參考。</li> </ol>	<p>是的，依法定內涵陳述，避免敏感議題。</p> <p>謝謝提示。</p> <p>是的，會加重詳述 VT 議題。</p> <p>謝謝提示。</p> <p>謝謝提示。</p>

4	<p>陳逸宇：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 鋼結構的應用有橋梁與建築兩大部門，本研究顯然針對建築物之監造工作，那題目是否可以加「建築」兩個字比較洽當。</li> <li>2. 施工廠商為一級品管，監造人員屬二級品管應先敘述，確認一級、二級品管、非破壞檢測定義，權責要分明。</li> </ol>	<p>可於前言即界定為建築物鋼結構。 謝謝提示。</p>
5	<p>李文豪：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 台灣鋸接協會在台中、台北有開課、授課，鼓勵結構技師及監造人員參加訓練課程，提升品管與監造品質。</li> <li>2. 鋸接前、中、後都有不同的注意事項與重點，最重要是如何落實。</li> <li>3. 連續性監造不容易作到。</li> </ol>	<p>值得推廣。 落實最為重要。 需要努力的地方。</p>
6	<p>梁宇宸：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 監造於開工前的文件審查相當重要，如施工計畫書、品管計劃書、鋸接程序資格、鋸接人員資格，事先溝通重於施工中衝突的解決。</li> <li>2. 監造人員要有受過 VT 的訓練，最好取得證照，更有說服力。</li> </ol>	<p>謝謝提示。 VT 重要，會詳述。</p>
7	<p>張育銘：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 外露鋼材的「維養」問題，要提示業主注意，有如製作一部機械，要有操作手冊，藉以維護鋼結構生命週期應有之機能。</li> <li>2. 監造最好要有 VT 的訓練。</li> <li>3. 審查施工計畫要注意細節，如厚板預熱要求；也要按照計畫執行。</li> </ol>	<p>「維養」問題於結論作建議。 VT 重要。 審查施工計劃時，要抓住重點。</p>
8	<p>李家順：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 公共工程委員會「橋梁鋼結構工程施工品質管理及查核作業手冊」可供本研究案參考。</li> <li>2. 眾多的檢核表適度選用即可，主要在於監造之執行力，如何落實。</li> <li>3. 鋸接前、中、後皆有不同監造重點，如鋸接前審核品管計畫、WPS 詳述、抽驗比例，於監造計畫書詳述清楚，施工計畫、品管計畫自然跟著走。</li> <li>4. 不只 VT 人員要經過 VT 訓練有證照，塗裝人員也要有資格的要求。</li> <li>5. 工廠人員資格也應受到重視。</li> <li>6. 「CNS15986 金屬材料熔融鋸接的品質要求」相關文件可供本研究案參考。</li> </ol>	<p>多謝提醒。 多謝提醒。 多謝提醒，會加重討論。 VT 重要，塗裝也很重要。 是的。 多謝提醒。</p>

9	<p>柯鎮洋：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 監造與監工區別：監工辦理一級品管相關工作，監造辦理二級品管相關工作品管相關工作</li> <li>2. 品管相關工作、鋼結構施工程序、檢驗與查驗之停留點。監工辦理檢驗停留點，監造辦理查驗停留點：廠商資料送審查驗停留點、材料整備與進料管制檢驗停留點、鋼構材料進料檢驗停留點、鋼構工程(鋼柱、鋼梁、C型鋼、鋼浪板)安裝檢驗停留點、鋼構接合(螺栓或鋸接)查驗停留點、天溝、通風器、門窗、泛水收邊安裝組立檢驗停留點、開口、收邊、完成面查驗停留點</li> <li>3. 第三方檢測又稱公正檢驗，指營造廠一級品管和監造二級品管兩個主體之外的某個客體，稱它為第三方檢測。以公正、權威的非當事人身份，根據有關標準或契約所進行的檢驗活動。</li> </ol>	<p>是為基本分界，多謝提示。 謝謝提示。</p> <p>是的，很好的詮釋。</p>
10	<p>蔡綽芳組長：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 推廣研究成果的應用。</li> </ol>	<p>本研究努力的目標。</p>



## 附錄五 第二次專家座談會紀錄

日期：111 年 5 月 27 日 14 時

地點：視訊會議

項次	專家意見	回覆
1	<p>彭朋畿：中龍技術處_處長</p> <p>1. P.19，材料化學成分應加詳細介紹 Ceg、Pcm 之描述。材料 SM570 高強度鋼材應用很多，應該增加介紹。</p> <p>2. P.25，增加 SNC 系列耐震鋼板的描述。</p> <p>3. P.69，鋸接檢定試驗應納入衝擊試驗、chargy 試驗。</p>	<p>謝謝指導，會增加敘述。</p> <p>“</p> <p>“</p>
2	<p>陳正平：結構技師</p> <p>1. P17.鋼結構體韌性：鋼結構「剛度高」，但因構件斷面小，導致構架(整體建築)位移較 RC 構架大。優點：「塑性韌性好」，「塑性」指變形能力，「韌性」指耐衝擊能力，建議刪除「塑性」。「焊」字統一改為「鋸」字。「耐磨性」不影響結構安全，建議去除。「殘留應力」影響材質強度，應為「熱影響區影響衝擊韌性」，「衝擊韌性」隨溫度降低而降低。</p> <p>2. P18.「H 型大梁」建議改為「鋸接組合 H 型鋼梁」，「H 型小梁」建議改為「熱軋 H 型鋼梁」。「結粒」改為「晶粒」。「板面第三度空間拉拔」改為「厚度方向受拉」。</p> <p>3. P19.SS 系列鋼材「未規定碳含量」，鋸接接合時會影響鋼材性質。</p> <p>4. P33.鋼結構的監造跟 RC 有點不一樣，因為它需要了解的東西比較多，建議如果能夠有一個章節有提醒監造人能夠多具備一些關於鋼結構的專業知識。</p> <p>5. P33.「方柱內接合板」改為「箱型柱內橫隔板」較適當。「耐震塑性切削」應改為「耐震韌性切削」。高韌性切削要平順，起弧鋸板切削後要磨順。</p> <p>6. P38.製作圖審查要注意接合型式及鋸接方法是否符合設計及規範要求。譬如說桿件要全滲透鋸，製作圖會不會把它畫錯了，畫成填角鋸。</p>	<p>謝謝指導。</p> <p>“</p> <p>“</p> <p>謝謝指導，增加章節提示監造人員。</p> <p>謝謝指導。</p> <p>謝謝指導。</p>

	<p>7. P46. 鋸接於鋼筋或…。不可鋸於鋼筋上，應鋸於樣板，作為固定。</p> <p>8. P47. 在吊裝的過程常常發生鋼構倒塌。這個在施工計畫書應該要有一個檢討有無臨時支撐之需要。</p> <p>9. P67. 「鋸接程序書」改為「鋸接程序規範書」。</p>	"/ "/ "/
3	<p>梁宇宸：東鋼_副總經理</p> <p>1. 工廠製程中，監造之查驗停留點、查驗頻率與必要的表格；及工地吊裝查驗之停留點、頻率與表格，都應該有附錄供參考。</p>	謝謝指導，於流程圖及附錄品管相關表格集中表示。
4	<p>柯鎮洋：台聯_董事長</p> <p>1. 必要時工廠要有「假組立」的程序。鋸接與非破壞檢測之監造於鋸接中添加鋸接機電流、電壓相關要求與抽查。</p>	"/
5	<p>張育銘：凱巨_副總經理</p> <p>1. 製作圖審查牽涉整合問題，與建築其他專業領域如機電、空調、消防如能一併協調套圖最好。</p> <p>2. 鋸接良率問題，鋸接工不良率過高、不適任問題，應有討論。</p> <p>3. 不只材料會同查驗、工廠製作與工地吊裝組立停留點查驗，都應該於監造計劃書明確標示。</p>	謝謝指導，BIM 的問題，超出本研究範圍。不良率過高會有加強抽驗。 監造計劃詳列供參考。
6	<p>張惠雲：中興_土木教授</p> <p>1. 要不要標示「建築」鋼結構監造，與橋梁鋼結構作區別。</p> <p>2. 耐震標章特別監督之駐地監造人員是否要表示為專業技師？</p> <p>3. 最好有耐震標章的監造案例作一檢討。</p>	謝謝指導，於前言、引言作適度提示。 監造人員應該要有專業的知識及監造人之權責問題，可一併討論。 我們會努力。
7	<p>李文豪：築遠_工務經理</p> <p>1. P.14,「監造人為建築師」可委由專業技師辦理。</p> <p>2. SM 570M 亦為常用之耐震鋼材，請補充敘明。</p> <p>3. 鋸接流程圖有前、中、後之區分，監造查驗停留點可明確標示。</p> <p>4. 高強度螺栓，非高張力螺栓。</p> <p>5. 工廠製作及工地安裝精度，於規範 9.3 節有詳列。</p> <p>6. WPS 程序規範書及非破壞檢測之頻率可參考鋼結構施工規範。</p> <p>7. 依 CNS 13812，25mm 厚以上鋼板一律需作超音波檢測。</p>	謝謝指導，有爭議之議題，值得探討。 謝謝指引。 "/ 謝謝指導 謝謝提醒，會補充進來說明，提示詳見鋼結構施工規範。 謝謝指導 "/

	8. 鋸接檢定試驗應納入衝擊試驗(charpy)應列入檢驗。	〃
8	<p>許福利：中鋼_處長</p> <p>1. 應否增列名詞解釋，有一些專有名詞不容易看懂，增加一些圖示會更清楚。</p> <p>2. P18.「H形」字錯誤應為「H型」。廢鋼製程，電爐再轉爐有錯誤。</p> <p>3. P19.鋼材、鋼板以外其他材料如基礎錨栓、螺栓、鋸材、剪力釘、鋼承板材料應提出說明，也必須檢驗。</p> <p>4. P24.鋼材機械性質物性抗拉強度、伸縮率、衝擊值等，為什麼要作這些試驗，為何要注意這個數字，應作進一步說明，讓監造人員更清楚了解鋼材特性。</p> <p>5. P28.流程圖表示板厚&gt;25mm 要超音波檢測，改為依規範作檢驗。表面處理跟環境溫溼度控制有關，跟塗裝生命週期有關，是否要提示討論？</p> <p>6. P41.工廠製作文章，加上圖示搭配會更好。</p> <p>7. P42.電氣切割應改為電離子切割。一次組裝有更多的步驟可以敘述，檢查事項會更多。</p> <p>8. P43.表面除鏽與塗裝應該還有其他方法，譬如熱浸鍍鋅。韌性切削有很多作法，(電離子切割)限制可以取消。</p> <p>9. P50.「乙炔火焰烘乾」應改為「適當方法烘乾」。預熱溫度問題應連同其他鋸接過程細節詳細敘述。</p> <p>10. P51.「須兩名電鋸.....」，可改為適當人力(同時)電鋸，作好變形控制即可。</p> <p>11. P53.防蝕塗裝要注意環境因素。</p> <p>12. P60.鋸接工作增加圖示更好。非破壞性檢測列舉皆為國內規範，很多的電鋸細節可依照 AWS 規範，應加以敘述。</p>	<p>寶貴的建議，但是名詞解釋在規範都有這樣的章節；我們會增加圖片、照片表達作說明。謝謝指導，電爐製程不需提到轉爐，會修正。謝謝指導，</p> <p>謝謝指導，增加篇幅作適當描述。</p> <p>謝謝指導，會適度地修改敘述。</p> <p>謝謝指導。</p> <p>〃</p> <p>〃</p> <p>〃</p> <p>〃</p> <p>〃</p> <p>〃</p> <p>謝謝指導，增加描述 AWS 規範。</p>
9	<p>陳逸宇：結構技師</p> <p>1. 技師法第7條第1項，及第3項關於監造人員常駐與親自查驗之必要性也應列入。</p> <p>2. P17.「透通螺栓或鋸接連接在一起」；鋼材缺點「耐磨性」應為無關事項。「釣魚鋸」改為「俗稱釣魚鋸」比較適當。</p> <p>3. P19.SS系列，對於次要結構有時拿來應用並有鋸接行為...請修改描述。</p>	<p>於適當章節描述連續性監造之必要性。</p> <p>謝謝指導。</p> <p>〃</p>

	<p>4. P23.公式中某些參數錯誤；「加逕板」應為「加勁板」。</p> <p>5. P24.A36 不是 330Mpa。</p> <p>6. 依鋼結構施工規範第二章 P2-3 超音波探傷檢測，板厚分界為 25mm，不是 19mm。</p> <p>7. 「鋼結構品質管制標準」應以「鋼結構施工規範」為依歸。</p> <p>8. 「基礎螺栓」應改為「基礎錨栓」。「樑」改為「梁」，用字要統一。</p> <p>9. 依「規範規定」應「註明那個規範」。</p> <p>10. 鋼接之監造人員是否應取得「鋼接檢驗師」的資格？</p>	"/" "/" "/" "/" "/" "/" "/", 可以詳細討論。
10	<p>李家順工程司：</p> <p>1. P14.監造工作內容，有點雜亂。先有監造計劃，經核准後施工計劃會跟著走。</p> <p>2. P17.鋼結構特性缺點「耐磨性」無關鋼構品質，可省略。</p> <p>3. P18.用詞修正：電熱熔渣鋴 ESW(俗稱吊魚鋴)。</p> <p>4. P19.SS 材料，由於 SS 系統鋼材因其材質未包括碳含量之限制，並不適於須鋴接之主要結構使用。</p> <p>5. CNS 13812、A572 也應列入對照。</p> <p>6. P24.鋴藥有雜質，因而鋴接產生氫，並不是鋼材內部已經含有氫元素。A36 降伏應力 330Mpa 有誤，沒有那麼高的強度，應改正。</p> <p>7. P28.流程圖→每個工項(步驟)一級品管有表單，二級品管要停留在那個點要研究，否則表單無限膨脹。</p> <p>8. P29.「一次鎖固、二次鎖固」改為「第一次鎖固、第二次鎖固」，較為適當。</p> <p>9. P33.監造人員要有專業知識、專業受訓，才能勝任工作。鋼構廠都有相當的水平，目視檢測(VT)可由廠方自行負責，其他檢測再由第三方專業來執行。</p> <p>10. P39.防蝕考量 H 梁腰板鑽孔以利排水。增加封板避免水氣侵蝕，亦為可行。</p> <p>11. P41.依個人經驗，國內生產的鋼板作探傷檢測不合格的不多，例如中鋼生產的鋼板經由廠方自行檢測品管要求，大多比第三方檢測來的準，品質已達一定水準，規範內所訂厚度是否要再提升，可再作討論，亦即鋼板厚度應在 25mm 以上才需要作超音波檢測(25mm 代 19mm)。</p>	謝謝指導。 "/" "/" "/" "/" 適當加入章節。 謝謝指導。 謝謝指導，會針對二級品管作要求。 謝謝指導。 "/" 謝謝指導，一般簡潔的方法為鑽孔。 謝謝指導。

	<p>12. P43.錨栓鋸在固定樣板，不要鋸在鋼筋。</p> <p>13. P46.「走動式吊車」應改為「自走式吊車」。</p> <p>14. P48.「高張力螺栓」應改為「高強度螺栓」。高強度螺栓長度要考慮有墊圈及突出 2 牙基準。</p> <p>15. 圖六_1 流程圖右邊項目漏掉蠻多的，事後再題書面意見。</p> <p>16. P50.天候管理，在短暫休息中斷可不需重新烘烤。</p> <p>17. P51.預熱應該依鋼結構施工規範表 4.2-2 預檢定預熱及道間溫度執行，併同考量。</p> <p>18. P54.焊→鋸錯別字、「酒精…」改為「酒瓶…」。</p> <p>19. P62.(8)鋸冠 (11)夾鎬，沒有說清楚。</p> <p>20. P63.CNS 13201 可接受標準，所表示的僅是動態力結構。</p> <p>21. P69.四種預檢定應符合相關表格要求。「預檢定」鋸接程序規範書，4.2.2.1 這四種鋸接方法須符合 4.2 節之規定。</p> <p>22. P70.專業人員資格，鋼構廠要有，營造廠要有，再慢慢推動監造人員要有。</p>	"/" 謝謝指導。 "/"
11	<p>蔡綽芳組長：</p> <p>1. 匯集各專家意見推動本研究案成果。</p>	本研究努力的目標。
12	<p>李台光博士：</p> <p>1. 文字要統一：焊 -&gt; 鋸、樑 -&gt; 梁。</p> <p>2. 應該再擴充章節：鋼承板、剪力釘、柱內灌漿、逆打鋼柱。</p> <p>3. 參考附錄也應列入鋼結構設計規範。</p>	謝謝指導。 "/" "/"



## 附錄六 第三次專家座談會紀錄

日期：111 年 8 月 30 日 14 時

地點：視訊會議

項次	專家意見	回覆
1	<p>梁宇宸：東鋼_副總經理</p> <p>1. 第六章第三節 高強度螺栓之鎖緊作業，因為「品管作業手冊」第四版剛出版，其內容大幅度的修改，主要是觀念的改變；研究案內容應該重寫，如螺栓接合面分為 A 級、B 級，塗無機鋅粉底漆是可以接受的。</p> <p>A 級：噴砂後，進行無機鋅粉底漆塗裝，無需進行滑動試驗。</p> <p>B 級：噴砂後，表面清潔度達 Sa 2 1/2 之需求。</p> <p>2. 高強度螺栓施工前之驗證試驗不是驗證材料，而是施工工法之程序驗證試驗，於工地現場進行，依扭力扳手及軸力計試驗求得扭力係數，求得螺栓組合之最小軸拉力。</p>	是，作修正。
2	<p>彭朋畿：中龍技術處_處長</p> <p>1. P22. (一) 鋼板製造 1. 鋼板製程…。鋼胚有大(扁)鋼胚、小(扁)鋼胚、H 行鋼胚等。以冶金觀點來看，一般沒有人這樣寫的。應為鋼胚分為扁鋼胚、大鋼胚、小鋼胚及 H 型鋼胚；尺寸上亦有其定義。</p> <p>2. P22. 2. 軋鋼：(1)鋼胚加熱，將”扁”鋼胚加熱到…，”扁”字拿掉。…均勻分佈，“以改善偏析現象”，應拿掉。</p> <p>3. P23. 3. 鋼板生產…(1)一般軋延…如 SM490 之 Ceq 高達 0.5%，不適於鋸接作業，應修正。中鋼來說 60 公斤級才會有 TMCP 製程，碳當量會在 0.4% 以下；另外有新的 DQ 製程。</p> <p>4. P76. (一)鋸接前作業要點 1. 鋸接人員…；或由 (TAF 認證)。一般無這項規定，應將” TAF 認證”拿掉。鋼結構協會已有焊工考試，發證超過 600 多人，一般而言沒有 TAF 認證。(設計單位或業主認可就可以。)</p> <p>5. P96. (三)磁粒檢測法(MT)…其” 解析度約 0.5mm 裂痕”應拿掉。(跟儀器靈敏度有關)</p>	是，適度修改。 謝謝指正 "/ "/ 謝謝指正

	<p>6. P96.(四)液滲檢測法(PT)…瑕疵於”裂痕開口寬度 0.1mm 以上”極易顯示…應拿掉。</p> <p>7. P97.(五)超音波檢測法(UT)…超音波檢測量測範圍可達”0.01mm 細微裂縫。”應拿掉。</p> <p>彭朋畿處長：2022/9/13 電子郵件建議修正</p> <p>2. 軋鋼：</p> <p>(1)鋼胚加熱，將扁鋼胚加熱到 1000~1200°C，並停留一段適當時間。使鋼胚內部組織均勻化，且高溫使鋼胚軟化利於軋延。</p> <p>(2)鋼胚經高溫軋延後可改善鋼胚內部氣孔、中心線裂等缺陷，高溫軋延裁減使晶粒軋扁拉長後於後續階段利於晶粒細化均勻，以提升鋼材韌性。</p> <p>3. 鋼板生產…</p> <p>(2)正常化處理：當鋼料被加熱到 900°C 以上以後，並在靜置於空氣中進行自然空冷處理，稱為正常化處理。其作用是改善材料機械性能、細化鑄態組織與晶粒，並可均勻內部組織與消除內應力。</p> <p>(4)熱機控制軋延：……，生產 60kg/mm<sup>2</sup> 等級鋼板，可使碳當量(Ceq)降低至 0.40%左右水準，此製程一般稱之為 TMCP(Thermo-mechanical controlled process)。而目前中鋼搭配線上直接淬火(Direct Quenching，簡稱 DQ)技術，發展出更高強度及高韌性之淬火鋼板產品</p>	謝謝提供最新資訊
3	<p>陳正平：結構技師</p> <p>1. P19. 倒數第 2 行：建議在鋸接後增加「……組立、鋸接及螺栓螺固等，每個步驟……」</p> <p>2. P49(四)：鋼結構契約有規定「派遣人員留駐工地持續性監督」者，是否得以「訂定檢驗停留點」方式執行監造工作？</p> <p>3. P50：「減弱式梁翼板高韌性切削接頭」建議改為「梯形切削減弱式高韌性梁柱接頭」。</p> <p>4. P51. 最後一行：「不可使用螺栓又利用鋸接來做補強」，應該是「受拉接頭及受剪之有韌性需求接頭，不可使用高強度螺栓又利用鋸接來做補強」，「無韌性需求之受剪接頭，可於高強度螺栓先鎖緊後，又利用鋸接來做補強」。</p>	很好的建議，會適度修正 謝謝指教 很好的建議，會適度修正
4	<p>柯鎮洋：台聯_董事長</p> <p>1. 期中報告修正版，包括 SPECIAL INSPECTION MANUAL 2021 EDITION 節錄翻譯，IBC 17 章節錄翻譯，值得鼓勵與讚許。</p> <p>2. P5. 第二級之品質保證，應改為品質查證；第三級之品質管理，應改為品質查核。</p>	謝謝 是

	<p>3. P19. 鋼結構監造工作之內容，建議納入 審查安全衛生計畫並監督執行，因為鋼結構施工之安全衛生計畫會影響工程品質、進度。</p> <p>4. P46. (二)1. 審查項目除了品質計畫、施工計畫，建議納入安全衛生計畫。</p> <p>5. P78. 斜撐之工作點有誤應修正。</p>	很好的建議 是
5	<p>李家順工程司：</p> <p>1. P37.圖三_3~_5 “斷”頭”螺栓，應改為“斷”尾”螺栓。</p> <p>2. P77.表六_3 表頭預熱及鍛接”層”間之最低溫度，應改為”道”間之最低溫度。</p> <p>3. P104.表七_3、_4”(鍛接協會)”，應加註”(AWS 鍛接協會)”。</p> <p>4. P3.圖一_1 研究流程 有關專家座談箭頭旁，應加註”回饋”。</p> <p>5. P5.第二節第三行 …第二級之品質”保證”，應改為品質”查證”。</p> <p>6. P16.「若製造廠商未經建築主管機關核可，則將於工廠內進行額外特別監造....」，時空背景不一樣，跟認證與分級制度有關。剪力釘持續性監造，有問題。</p> <p>7. P17.RCSC所列之連接類型為 1.緊密連接 2.預張緊連接 3.防滑連接之翻譯名詞，應對照施工規範之描述。</p> <p>8. P18.鉸→板。</p> <p>9. P21.(二)缺點 1....對於”較敏感”的使用者較為不利。所指為何？是否可重新描述。</p> <p>10. P22.同彭朋畿處長意見。</p> <p>11. P23.同彭朋畿處長意見。SNA 鋼材應排除掉。</p> <p>12. P26.(2)鋼板的韌性…。衝擊值跟”鋼材尺寸”及溫度有關，應改為”試片尺寸”。</p> <p>13. P28.(三)鋼材含有多樣的微量元素，如碳、磷…”氫”，會有含氫嗎？</p> <p>14. P35.表三_6 註 2 所指為何？應加註說明。</p> <p>15. P39.第一行熔接部彎曲試驗使連接樁做 30° 之往復彎曲”運動”，應拿掉。現場抽驗單向彎折 90 度亦屬何合格。</p> <p>16. P45.5.了解構件特性…，方柱內”接合板”，應改為”橫隔板”。</p> <p>17. P46.第 3.任何材料…整句描述所指為何？看不懂。</p> <p>18. P54.箱型柱組成 U 形在封蓋前的查驗應不含”剪力釘”，箱型柱內剪力釘的查驗一般在尚未</p>	是，應修正 是 是 是 是，適度修改 是，作改正或取消此章節 是 是，取消 是 是 取消此段敘述 是，補上說明 是 是 取消此段文字 是，適度補充

	<p>組成 U 形前即要查驗。</p> <p>19. P55. 圖五_2 右下角圖說”深度”，應修改為”寬度”。</p> <p>20. P56. 第二行”被”襯板，應改為”背”襯板。</p> <p>21. P57.1.”常溫整形”，應改為”機械整形”。</p> <p>22. P60.第六節”預裝(假安裝)”，應改為”試拼裝”。</p> <p>23. P61.第 2.表面處理潔度需求內容有改，應重新修正。</p> <p>24. P62.第 4.油漆膜厚檢查作業標準，其中 5 個分佈點的描述，應再詳細說明。</p> <p>25. P63.第 6…以鐵鎚夯擊剪力釘至傾斜”30°”以上，應改為”15°”以上；“鋸腳”應拿掉。</p> <p>26. P65.編號 5102 照片有誤，鋼板取樣位置不對，應修正。一般取樣位置在 <math>1/4t</math> 或 <math>3/4t</math> 處，不會在端部。</p> <p>27. P76.(一)鋸接前作業要點 1.鋸接人員…；或由(TAF 認證)。一般無這項規定，應將”TAF 認證”拿掉。</p> <p>28. P77.表六_預熱及鋸接道間之最低溫度，母材種類是否要加入 13812 鋼材？</p> <p>29. P81.表六_安裝作業程序及管理事項，表格內容有修改，應重新修正。</p> <p>30. P86.編號 6206 照片不是 ACEUP 的照片，是為 ACEUP 已拆除並鋸接完成之照片，照片說明應修正。</p> <p>31. P87.編號 6401、6402 柱對鋸應要有風速屏蔽板遮擋，找看看有無此種照片替換。</p> <p>32. P103.表七_3 不適用本次研究案內容，應移除。</p> <p>33. P105.圖七_1 鋸道目視缺失照片看不清處，應替換掉。 編號 7201~7206 照片鋸道檢查缺失案例，一般都在塗裝前，手冊內所使用的照片恐怕不合適，是否重新替換。</p> <p>34. P116~P119.表格右邊品質標準欄，應明確書寫出其標準，不應讓參閱者自查看相關規定，請改正。</p>	改為寬度 是 ” ” ” ” ” 是 ” ” 重新描述 是 是 是 是加註說明 註明為低樓層、風速 < 2m/s 之狀況 是 是 相關 CNS 規定，使用者自行查閱比較恰當
6	<p>張惠雲：中興_土木教授</p> <p>1. 鋼構專有名詞應對照設計施工規範。例如“P17. RCSC 所列之接合類型”建議修正為 1. 緊貼 (snug tight) 接合 2. 預力接合 3. 摩阻型接合。</p> <p>2. P23. SM 鋼材為 JIS 規格中鋸接構造用軋延鋼材，是</p>	已修正

	<p>其雖不像建築結構用 SN 鋼材有含碳當量等規定但也絕非鋸接性不佳，故結構設計者可依建築目的與要求性能，規劃試驗驗證與設計使用之。</p> <p>3. P27. (4)強度與韌性是對立，即鋼材強度增加則“韌性”即“會下降，由於冶金技術進步，韌性不一定會下降，建議修改為“可能”會下降。</p> <p>4. P34. (五)SN 耐震之推廣 日本自“1995”年阪神大地震…，SN 鋼材日本應該是在“1994”年就開發出來了，請研究團隊查證清楚。</p> <p>5. P39. 建議增加“鋸材”材料選擇的說明。第四節鋼結構材料之“監造”，應改為鋼結構材料之“查驗”比較適合。</p> <p>6. P51. 第 6. 不可使用螺栓又利用鋸接來做補強。之描述，是否改成補強以“鋸接”為主，但要注意鋸接熱影響。</p> <p>7. 建議補充鋼材耐候需求之描述，如熱浸鍍鋅之類資訊。</p> <p>8. P62. 另工地螺栓或鋸接接頭完成後亦需進行相關除鏽及補漆作業之描述有點奇怪，一般接合面要進行除鏽應該是在施工前，請研究團隊再斟酌一下。</p> <p>9. P57. 第五節第 6 行切削面(粗糙度超過 25um)，應以磨平滑順，不“需”補鋸再磨平。建議改成不“可以”補鋸再磨平。</p> <p>10. 手冊內的照片是否註明出處。(目前所有照片是研究團隊自己拍照的，將來若有專家學者補充提供，也應一併註明“照片來源：本研究團隊自己拍照或 XX 業者提供”)。</p> <p>11. 關於改良式接頭除 RBS 還有很多其他形式與細節，故建議在參考文獻增列中華民國結構工程學會主編由科技圖書出版的“鋼構造梁柱抗彎接合設計手冊與參考圖”。</p>	很好建議 查證後，適度修正 很好建議 重新描述，補強設計以鋸接為主 本研究暫不考慮戶外型構件 是，移除此段 有兩種不同說法 Notch 太大了需要補鋸 所有照片是研究團隊自己拍照的，將來若有專家學者補充提供，會加以註明
7	<p>陳逸宇：結構技師</p> <p>1. 第二章 第一~七節編排方式是否濃縮重新編排，第 8 節再來敘明有那些是鋼結構監造過程中需要執行的部份，並對應連結到手冊各章節，如第三~七章。</p> <p>2. 第二章 第九節 鋼結構監造人員應有的專業知識，所寫的內容似乎不是那麼明確，建議研究團隊修正。第一段描述與手冊研究無關應拿掉。</p> <p>3. 第三章 第五節 鋼結構施工流程內容過於簡略，請再斟酌。</p>	非常好的建議，文章章節重塑，重新安排。 監造人員應有的專業知識與必要的訓練在結論與建議加以詳述。 謝謝建議，需重塑重新編排。

	李台光博士：	
8	1. P19.第九節 第二段 鋼結構”遷”涉，應改為”牽”；另鋼承”鉅”應改為”板” 用字要統一。 2. 建議提一下鋼結構監造人員應有的資格，如建築師或土木、結構技師等。 3. P35.表三_6 表格內降伏強度、抗拉強度所採用單位與 P37.表三_8~_10 不同，是否能統一。 4. P37.表三_9、表三_10 抬頭，高強度螺栓之拉力或軸力”負載”二字及 P39.表三_12 剪力釘熔接部之拉伸”負載”，是否改為”強度”較為合適。 5. P68.編號 5507 照片空白，是否補充好。 6. P73.表六_1、表六_2 單位是否能統一。 7. P83.表六_5 天候管理 檢查項目欄內，請補充風速控制之定義數據，如大於 2m/sec 之要求。	是，謝謝指教 比照 IBC 17 章的精神在結論與建議事項適度表達 依 CNS 或品管作業手冊，有所不同 是 ” ” ”
9	蔡綽芳組長：	改為結構監造單位
10	李文豪：築遠_工務經理 1. P.43 :「3. 中華民國鋼結構協會 《鋼結構品質管制標準》…」建議改為「3. 中華民國鋼結構協會 《鋼結構品質管制標準》(第四版)…」。 2. P.43 :「8. 美國鋸接協會 AWS D1.1(鋸接規範)、AWS D1.4(鋼筋鋸接規範)」建議改為「8. 美國鋸接協會 AWS D1.1(鋸接規範)、AWS D1.8(耐震補充規範)」。 3. P.47 : 於鋼結構品質計畫審查中之 2. 審查重點內，建議補充「(5)鋸接程序規範書中必要參數項目及內容(6)材料抽驗項目及頻率(7)相關鋸道瑕疵種類、允收標準及鋸補方式」。 4. P.48 : 於鋼結構施工計畫審查中之 2. 審查重點內的分項計畫中，於自主檢查項目後面，建議補充「監造檢查項目及查驗點」。 5. P.57 : 於第五節 二次加工與鋸接往下數第五列：(粗糙度超過 25μm)建議修改為(平均粗糙度超過 25μm)。 6. P.58 : 由於韌性切削尺寸由結構設計單位設計，建議圖五-3 上方表格案例予以刪除，以免造成混淆(以 H900x350 之鋼梁而言，L1 不一定是 150，e1、e2 不一定分別是 12 及 25，r1、r2 有	是 ” 很好的建議，已補充 是，已補充 是，已修正 避免混淆，已刪除

	<p>些設計單位是設計成 <math>r1=3e1</math>, <math>r2=3e2</math>, 所以不一定 <math>r1=2e1</math>, <math>r2=2e2</math>)。</p> <p>7. P.77：表六-3 建議依「鋼構造建築物鋼結構施工規範」表 4.2-2 來編寫(因建築鋼結構目前除常用 SN490 外，亦常用 SM570M，所以板材分類、厚度及其所對應之最低預熱及道間溫度得很明顯區隔及表示出來)，另外「預熱及鋸接道間溫度」建議修改為「最低預熱及鋸接道間溫度」。</p> <p>8. P.83：表六-5 鋸接作業檢測重點之施工中的天候管理之「(3)風速控制手鋸無強制規定，FCAW-G、GMAW、GTAW(依鋼結構施工規範 P4-62)須加防風設備」建議修改為「(3)風速控制：手鋸無強制規定，FCAW-G、GMAW、GTAW(依鋼結構施工規範 P4-61)鋸接風速超過 2m/sec 時，須加防風設備。</p>	<p>是，依《品管作業標準》表 14.1 編寫</p> <p>已修正。依《鋼結構施工規範》P4-61，鋸接風速超過 2m/sec 時，應具有妥善之防風設備始得鋸接。</p>
--	---	--



## 附錄七 第四次專家座談會紀錄

日期：111 年 9 月 30 日 14 時

地點：視訊會議

項次	專家意見	回覆
1	<p>梁宇宸：東鋼_副總經理</p> <p>1. 研究案內容有許多圖例及表格都是拷貝其他文獻或是書本的內容,請註明其出處.</p> <p>2. 第六章高強度螺栓的部分,監造內容在第 4 版的品質管制作業手冊表 4.10 最為重要,但沒有收錄其中.</p> <p>3. 內文中 ACEUP 是產品名稱,建議使用勞檢所提供的名詞,鋼構無鋼索工法之鋼構連結調整器</p> <p>4. 111 頁第 2 項檢查時機及頻率也是依據品管手冊表 4.10</p>	<p>謝謝提醒，有遺漏的地方會補足。引自 CNS 不作說明</p> <p>謝謝提示</p> <p>很好的建議，於括弧中（鋼構無鋼索工法之鋼構連結調整器）說明。</p> <p>補充標示來源。</p>
2	<p>彭朋畿：中龍技術處_處長</p> <p>1. P11 磁粒檢測 液滲檢測 射線檢測</p> <p>2. P21 CSC SM570M</p> <p>3. P90 MnS</p> <p>4. P91 增加鋼結構施工規範 4.5.2 1.(5)</p> <p>5. P92 取消 0.1mm 0.01mm 等字眼</p> <p>6. P93 可見光屏幕</p> <p>7. P98 初級檢測員 中級檢測師 高級檢測師</p>	<p>謝謝指正</p> <p>"</p> <p>"</p> <p>"</p> <p>"</p> <p>"</p> <p>"</p>
3	<p>陳正平：結構技師</p> <p>1. P22 第 4 行(3)末：建議增加：「鋼材之衝擊韌性係吸收能量值，一般在使用溫度下須達 27J (焦耳) (亦即 2.8kgf-m)以上，才能有效阻止裂縫的急速延伸。」說明衝擊韌性的使用物理意義。</p> <p>2. P22 第 7 行(4)末：鋼材耐震性能建議增加：「(5) 鋼接性。」</p> <p>3. P36：建議增加第四節(相稱鋸材)。以防使用高強度鋼材時誤用低強度鋸材。</p> <p>4. P52：所列開孔補強詳圖係用於較小尺寸之開孔，建議改為較大開孔之補強詳圖。</p> <p>5. P81 照片 6101 及 6102：柱筋彎入平版內不了解其用意，若是作為平版負彎矩筋，會有錨定不足問題，有安全疑慮，恐會誤導，建議更換。</p>	<p>謝謝。很好的意見。讓手冊使用者瞭解物理意義。</p> <p>謝謝建議</p> <p>"</p> <p>謝謝建議，增加圖說</p> <p>謝謝提醒。案例照片為平板結構，柱錨定長度會有不足的感覺。</p>

		照片為地下 B2 柱，斷面 100x100cm。上來轉換層地下 B1 柱斷面 90x90 cm，鋼筋在版下已有相當的搭接長度，但不容易看出來。	
4	李家順工程司： 1. P11：鋸接特別監造-「鋸接材料證明」之審核建議修正為「鋸接材料品質檢驗出廠證明」；鋸接準備(乾燥、預熱) 建議修正為「鋸接準備(乾燥、保溫) 2. P16：2. 軋鋼：(2)鋼胚經高溫「控制」軋延…。建議增加「控制」。 3. P33：第四節 鋼結構材料之查驗：…並依施工計畫(建議修正為監造計畫)。 4. P54：(4)一次塗刷不得太厚，(一次塗刷最大厚度除依施工規範規定外，亦可參考材料供應廠商之技術手冊規定)，以避免…。(5)…應使用重置(應為疊)式覆蓋塗布。 5. P55：6. 剪力釘全部目視…，「鋸腳」建議改為(熔接部)，目視應 100% 檢查與表 A-17 內容僅為 1/100 內容差異太大。 6. P79：表六-6 天候管理(3)SMAW 鋸接雖對風速較不敏感，仍應有風速限制，及 FCAW、GMAW 及 GTAW 因需保護氣體，風速超過 2m/s，仍需遮蔽，超過 10m/s，不得鋸接。 7. P83：編號 6602，文字建議為剪力釘植鋸後敲擊 30° 彎曲檢驗。 8. P99：7205 照片應迴轉 180°，缺失為鋸蝕。 9. P100：7208 為搭疊、7209 及 7210 為氣孔，7211 為管狀氣孔。 10. P125：表 A-15 之表中 3.鋸接施工中-鋸接中之 GMAW 及 FCAW 風速超過 2M/S，需遮蔽，超過 10M/S，不得鋸接。鋸接施工後：鋸道外觀無(鋸蝕)及(氣孔)，這兩項缺失是有公差的。 11. P128：表 A-17 之 5 剪力釘之位置、間距，建議增加邊距。6.「植」釘後目視檢查，抽查比率不應為 1%。	謝謝指正 " " " " "	
5	張惠雲：中興_土木教授 1. p.16：“50kg/mm <sup>2</sup> 等級強度…” 應修正為 kgf/mm <sup>2</sup> ; p.30：表三-7 中 (Mpa) 應修正為 MPa ; p.31：表三-8 中 Kgf/ mm <sup>2</sup> 應修正為 kgf/mm <sup>2</sup>	謝謝指正	

	<p>2. p.31：斷尾型螺栓因可以機具在現場施加預力而常用，但非斷尾型六角形頭螺栓 (CNS11328) 在設計與(假)安裝固定時仍有不少應用。另外，六角形頭的斷尾螺栓 (圖 3-5 斷尾螺栓三)很少見!? 建議圖例改放六角形頭螺栓 (CNS11328)</p> <p>3. p.64：標題“(三) 高強度螺栓第二階段鎖固、鍛接”應修正為“(三) 高強度螺栓第二階段鎖固與(工地)鍛接”</p> <p>4. p.86：第二行...100% CO<sub>2</sub> 應修正為 CO<sub>2</sub></p> <p>5. p.99,100：頁尾 (...工程司)應修正為 “工程師”</p> <p>6. 建議成果推廣可以(1)手冊電子檔(標示為”草稿”或”初版”等字樣，以供反映意見與後續編修)提供免費下載，(2)紙本也可送建築系構造法或施工課程的授課教師等</p>	謝謝指正 非常好的意見，修正小節標題 謝謝指正 李家順先生目前之職稱為公路總局工程司 謝謝建議，非常好的推廣方法
6	<p>陳逸宇：結構技師</p> <p>1. P2：第一章第三節之第一段：“本研究以目前國內建築產業之監造法規與制度…”，是否應改為國內外?</p> <p>2. P34：圖三-6 及圖三-7 之流程圖非常詳細且列出監造 0~監造九之需要特別執行監造作業之階段，是否再於旁邊加註其所對應參照手冊之章節?</p> <p>3. P66~P67：第六章第三節之(二)所列螺栓四種鎖緊方法，其中之扭力控制法&amp;校正扳手法、斷尾扭力控制法&amp;斷尾螺栓法，是否將名稱統一?另外 P.67 之“4.直接強力指示器”應為筆誤。</p> <p>4. P72：第六章第四節之(二).2.(4)，“依規範使用低氫系鍛材，配合母材 38mm 以下板厚不須加熱…”，依表六-4 所列，如母材為 SM570 時依上述條件仍需加熱。</p> <p>5. 第七章是否可以再多闡述監造人員所應執行的任務?</p>	很好的建議。我們有介紹 IBC 的監造制度，且國內很多規範源頭是 IBC、AWS 很好的建議，適當修飾 謝謝指正，名稱要一致 謝謝指正，應修正 謝謝提示。適當補充
7	<p>李文豪：築遠_工務經理</p> <p>1. 針對戶外防蝕的部分，有防蝕塗裝或熱浸鍍鋅，建議於第六章第八節中應於補充監造人員於該工項所應注意事項，因為針對塗裝部分若只寫油漆材料查驗、表面清潔、膜厚查驗，而無相關細項之注意重點，對監造者而言仍無所依循，此外，尚有熱浸鍍鋅的部分，亦應多予著墨。</p> <p>2. 針對第七章之非破壞檢測的部分，建議補充監造人員所應扮演之角色，應考量本手冊中，賦予監造人員的任務，是否完全相信非破壞人員之</p>	謝謝提示。戶外構件之防蝕處理暫不在本研究範圍 謝謝提示。統籌監造如何監督查證專業檢測為值得深入探討之研究課

	NDT 檢測?或監造人員應作監督?或作如何之監督?包括監督之重點為何?相關內容應予以補充。	題。
8	柯鎮洋：台聯_董事長 1. 無意見	
9	李台光博士： 1. 第 30 頁：表三-7 「Mpa」應修正為「MPa」。 2. 第 60 頁：編號 5507 及 5508 照片缺漏。 3. 第 108 頁：表 A-2 第 5 項高強度螺栓之施工、二階段鎖固，建議參考「建築物耐震設計規範及解說」附錄 A 耐震工程品管之表 1 第 2 項高強度螺栓之施工之規定。 4. 第 122-123 頁：請改善表 A-13 圖的清晰程度；並參考「鋼構造建築物鋼結構施工規範」圖 9.3-1 安裝精度標準之項目名稱(如第 3、第 4、第 6 及第 7 項等)，另第 7 項「基版」應修正為「基板」，e1(重複)及 e2 之數字應為下標。 5. 第 124 頁：表 A-14 之高強度螺栓 F10T/S10T 規格應不限於 M24，另若有使用 ASTM 美規 A325 及 A490 高強度螺栓的機會時，建議納入表格。	謝謝指正 再努力蒐集 謝謝指正
10	蔡綽芳組長： 1. 如何將研究成果推廣應用?	多舉辦研討會，或如張惠雲教授建議：紙本提送相關科系相關課程授課老師

## 誌 謝

研究團隊感謝參加專家座談會的各界先進提供寶貴的建議，包括：

國家地震工程研究中心 林克強 研究員

中興大學土木工程學系 張惠雲 教授

東鋼鋼結構股份有限公司 梁宇辰 副總經理

中龍鋼鐵股份有限公司 彭朋畿 處長、鋼結構協會秘書長

交通部公路總局 李家順 工程司

中鋼結構股份有限公司 許福利 處長

台聯工程顧問股份有限公司 柯鎮洋 董事長

凱巨工程顧問有限公司 張育銘副 總經理

陳正平 土木/結構技師

陳逸宇 結構技師

築遠工程顧問有限公司 李文豪 工務經理

並特別感謝李家順工程司提供鋸道瑕疵照片、李文豪工務經理提供鋼結構施工品質管制相關表格及施工照片，鋼結構協會秘書長彭朋畿及時提醒協會出版品的更新，使本研究得以順利完成，在此一併表示謝忱。

## 鋼結構監造手冊之編訂研究

出版機關：內政部建築研究所

電話：(02) 89127890

地址：新北市新店區北新路 3 段 200 號 13 樓

網址：<http://www.abri.gov.tw>

編者：蔡綽芳、楊勝德、邱尚孝、呂昀恩、李台光、周楷峻、  
廖信祥、游其海

出版年月：111 年 12 月

版次：第 1 版

ISBN：978-626-7138-77-9(平裝)