

「鋼結構工程」特別監督人
於「施工中及施工後」
現場查核之重點與常見缺失

簡報人：張育銘



監督依據

- 1.設計圖說
- 2.鋼構造建築物鋼結構設計技術規範
- 3.鋼構造建築物鋼結構施工規範
- 4.監督計劃書



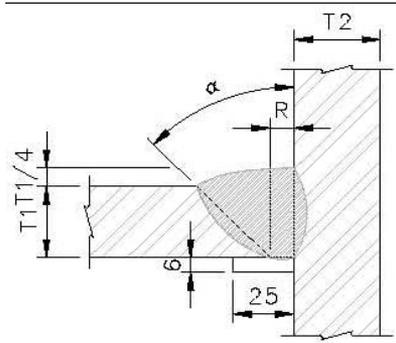
監督前的準備工作

(了解設計圖說)

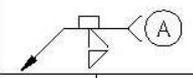


設計圖範例-銲接通圖

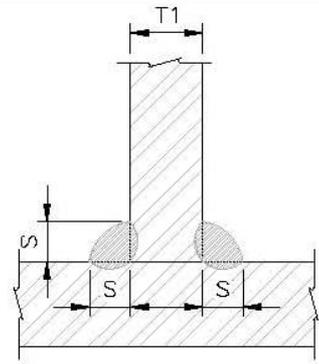
Ⓐ T 接單斜開槽全滲透銲



銲接方法	銲接名稱記號	適用板厚 (mm) (U=無限制)		根口寬 (R) 根口高 (f) (mm)	開槽角度 α, β	銲接姿勢	有效焊喉 (E)	備註
		T1	T2					
SMAW	TC-U4a	U	U	R=6	$\alpha=45^\circ$	ALL	E=T1	D, J, N, V
				R=10	$\alpha=30^\circ$	F, V, OH		
SAW	TC-U4a-S	U	U	R=6	$\alpha=45^\circ$	F	E=T1	J, N, V
				R=10	$\alpha=30^\circ$			
GMAW FCAW	TC-U4a-GF	U	U	R=5	$\alpha=30^\circ$	ALL	E=T1	A, J, N, V
				R=6	$\alpha=45^\circ$	ALL		
				R=10	$\alpha=30^\circ$	F		



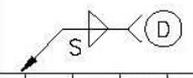
Ⓓ T 接雙邊填角銲



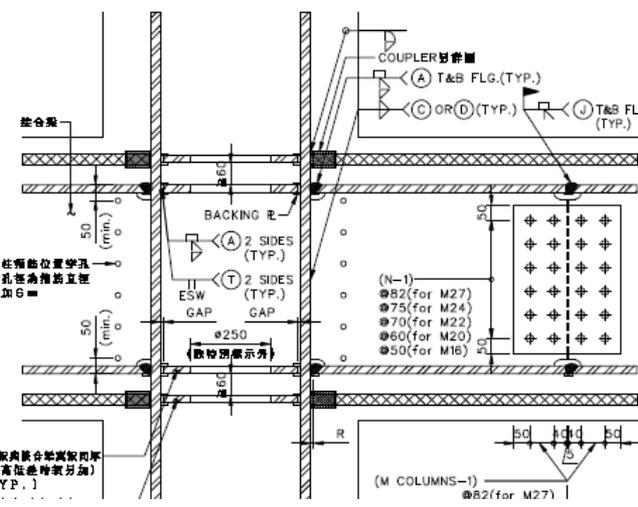
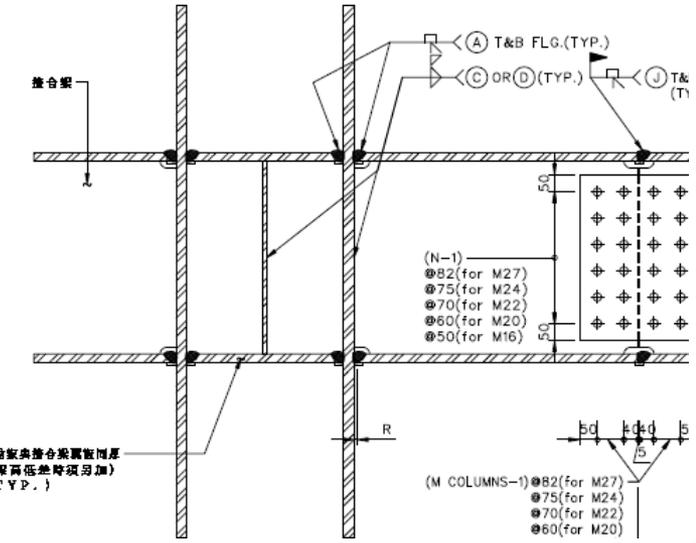
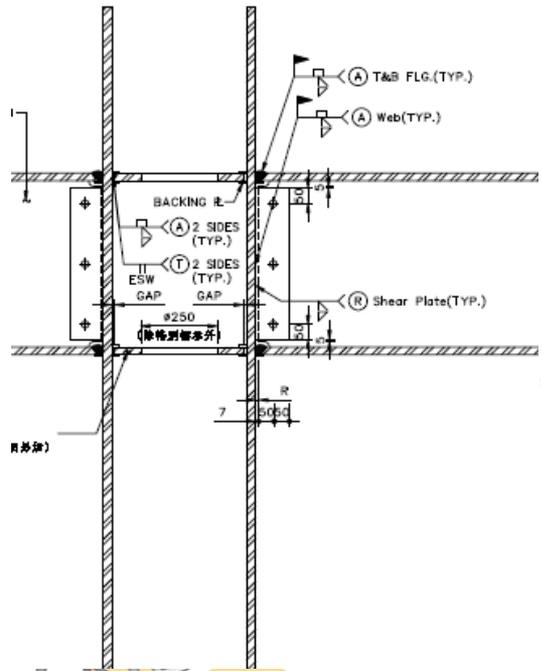
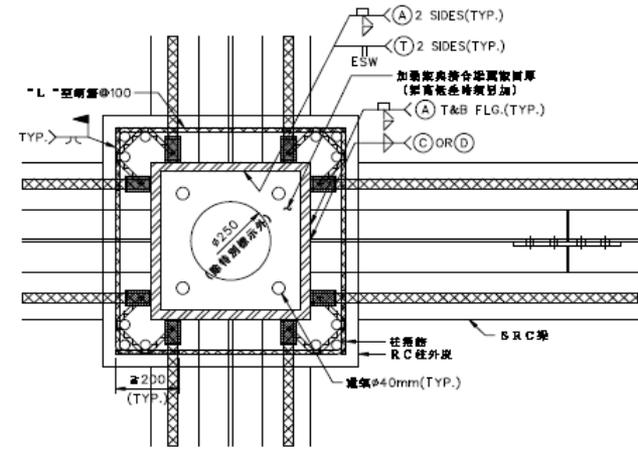
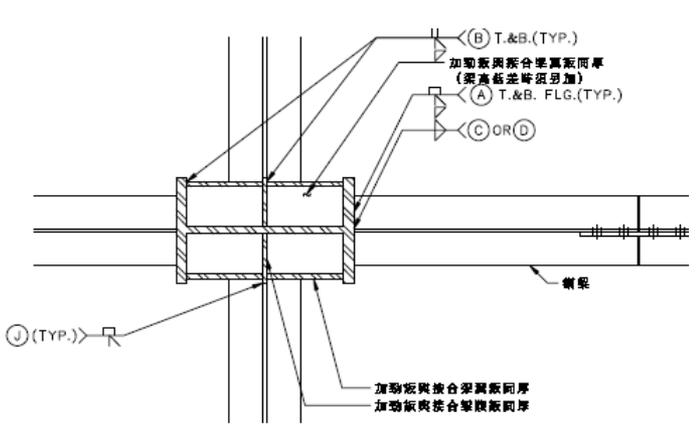
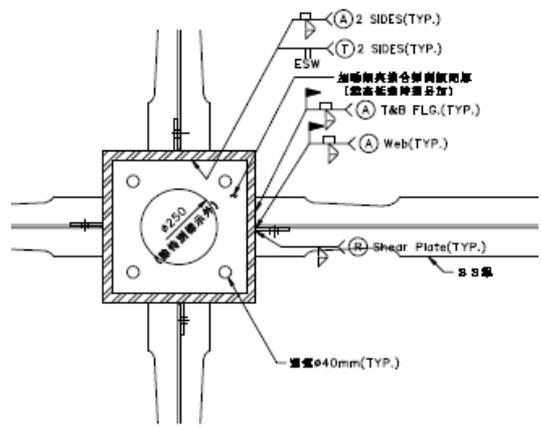
T1	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
S	S1	3	5	5	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	11	12	12
	S2	5	5	6	7	7	8	9	10	10	11	12	13	14	-	-	-	-	

◎ S1 腳長 FOR SAW
 S2 腳長 FOR SMAW、GMAW、FCAW

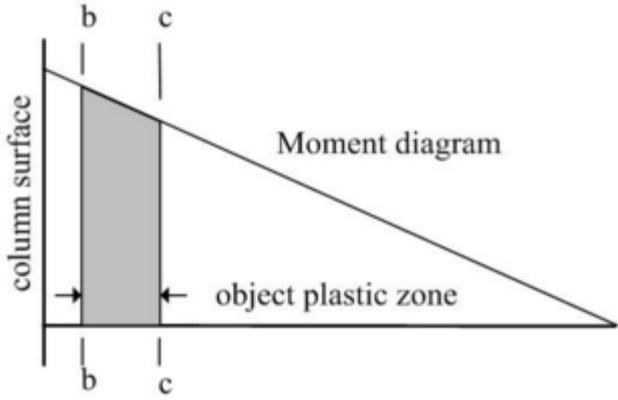
註：T1 ≤ 19mm



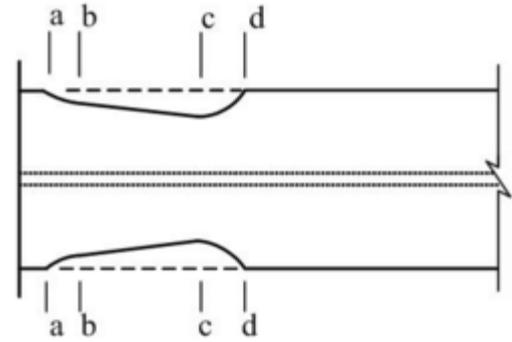
設計圖範例-接頭型式



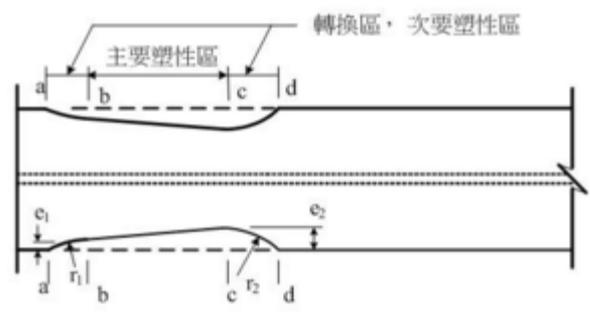
韌性切削原理



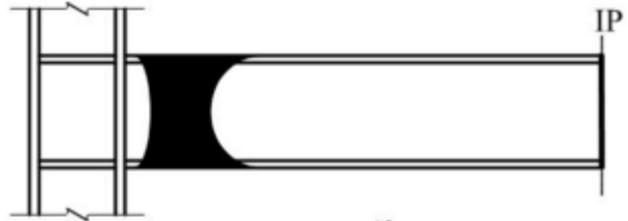
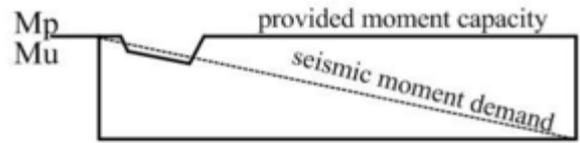
(a)



(b)



(c)



(d)



韌性切削現場照片



鋼構設計規範條文

13.6.1 梁柱接頭

韌性抗彎矩構架之梁柱接頭應符合下列規定：

1. 設計撓曲強度 M_u

梁柱接合處之撓曲強度須依下述個別規定之一決定之；惟若梁柱接合之作用非用來抵抗彎矩，且接合之變形能力可容許構材在放大變位（含地震力之載重組合計算所得之變位乘以係數 $1.4F_u$ ）下仍能維持接合之原有功能，則梁柱接合之撓曲強度可不須滿足下述要求。

a. 梁柱接合處所需之撓曲強度 M_u 為下列二者中之較小者；此外銲接時採用之銲條除應與母材相稱外且至少應在CNS3506級以上。

(1) 梁標稱塑性彎矩 M_p 。

(2) 依式(13.6-1)計算梁柱腹板交會區標稱剪力強度所對應之梁端彎矩。

b. 補強式接頭

梁柱接合處所需之撓曲強度 M_u 為梁臨界斷面產生塑性鉸時對應之梁端彎矩，惟計算該彎矩時應考慮臨界斷面部位實際鋼材材質之變異性及鋼材應變硬化之影響；此外銲接時採用之銲條除應與母材相稱外且至少應在CNS3506級以上。

c. 減弱式接頭

梁柱接合處所需之撓曲強度 M_u 為梁標稱塑性彎矩 M_p ；此外銲接時採用之銲條除應與母材相稱外且至少應在CNS3506級以上。



鋼構設計規範條文

a. 試驗結果顯示，傳統翼板全滲透銲腹板栓接或銲接之梁柱接頭，不但有約15%至20%之接頭會產生脆性斷裂，而且被認為僅具有0.005弧度之可用塑性轉角，且這些試驗接頭基本上可歸類為工廠銲接，但其韌性仍嚴重不足，故採日式之工廠銲接接頭亦無法提供足夠之韌性，北嶺地震後此類接頭不被允許使用。

b. 補強式接頭之塑性彎矩強度則建議以下式計算：

$$M_{pr} = \beta M_p = \beta Z_b F_y$$

其中， β 須考慮翼板及腹板之材質變化，鋼材實際材料與標稱值之差異，硬變硬化之影響，及材料不確定性之影響等，在考慮這些影響後對A572GR50之鋼材計得 $\beta=1.4$ ，而由於在美國縱使設計上指定A36之鋼材，廠商通常提供A572鋼材，因此在設計接頭時建議以A572設計其補強措施。與柱面交界處接頭補強措施之強度則以下二式計算：



鋼構設計規範條文

c. 相關文獻(Engelhardt et al. 1996 ; Iwankiw et al. 1996 ; Plumier et al. 1994 ; 陳生金等 1996)建議減弱式接頭在梁減弱後，由臨界面之標稱撓曲強度推算柱面所需撓曲強度可在梁塑性彎矩 M_p 之90%左右（一般為90%至95%之間），且可使用於傳統翼板全滲透鉸腹板栓接之梁柱接頭而無須進行額外之補強工作，其試驗強度仍可達到 $1.1 M_p$ 以上。而AISC耐震設計篇(2002)則允許減弱式接頭之彎矩強度最大可降至標稱彎矩強度 M_p 之80%，由於傳統梁柱接頭之平均試驗強度達到 $1.3M_p$ 以上，因此容許之斷面減弱塑性彎矩比例將達到40%，雖然較大的折減比例可以提高轉角的變形能力，但有彈性勁度折減過大及塑性消能體積相形較小之虞。而構架在較小的設計地震力下即進入降伏階段，是否符合耐震規範之基本精神仍待討論，設計地震力亦有需要放大調整之可能性，本規範則仍要求接頭需達到標稱彎矩 M_p 以上，而塑性轉角之認定則為90%試驗強度以上所對應之最大轉角而非AISC所容許之80%標稱強度對應值。



12.2.1 鋼結構製造之品質管制

鋼結構製造之品質管制內容至少包括下列各項：

1. 擬定製造計畫書。
2. 品質管制計畫之擬定及實施。
3. 品質管制組織之建立。
4. 設計圖說之確認。
5. 品質檢驗之標準、檢驗方法與頻率。
6. 品質不良之處理。
7. 品管紀錄之統計分析及檔案管理。
8. 檢驗結果與改善。

監督 ≠ 監工



鋼構施工規範條文

表4.2-2 預檢定預熱及道間溫度^{2*}

類別	CNS 鋼材規格	銲接方法	銲接處的 最大板厚(mm)	最低預熱及 道間溫度(°C)
甲	2947 SM400(A,B,C)	不用低氫系銲條的 遮護金屬電弧銲接 (SMAW)	3~19(含)	不必預熱 ¹
	4269 SMA400(AW,BW,CW)		大於 19~38(含)	66
	4269 SMA400(AP,BP,CP)		大於 38~64(含)	110
	13812 SN400(A,B,C)		大於 64	150
乙	2947 SM400(A,B,C)	使用低氫系銲條的 遮護金屬電弧銲接 (SMAW) , 潛弧銲接(SAW) , 氣體遮護金屬電弧銲接 (GMAW) , 包藥銲線電弧銲接 (FCAW)	3~19(含)	不必預熱 ¹
	4269 SMA400(AW,BW,CW)		大於 19~38(含)	10
	4269 SMA400(AP,BP,CP)		大於 38~64(含)	66
	13812 SN400(A,B,C)		大於 64	110
	2947 SM490 (A,B,C,YA,YB)		3~19(含)	10
	4269 SMA490 (AW,BW,CW)		大於 19~38(含)	66
	4269 SMA490(AP,BP,CP)		大於 38~64(含)	110
13812 SN490(B,C)	大於 64	150		
丙	2947 SM520 (B,C)	使用低氫系銲條的 遮護金屬電弧銲接 (SMAW) , 潛弧銲接(SAW) , 氣體遮護金屬電弧銲接 (GMAW) , 包藥銲線電弧銲接 (FCAW)	3~19(含)	10
	2947 SM570		大於 19~38(含)	66
	4269 SMA570(W,P)		大於 38~64(含)	110
			大於 64	150

註：1.母材溫度低於0°C時，母材必須先預熱到至少21°C，在銲接進行中時，溫度至少需保持在21°C以上。

2.對周圍環境及母材之溫度規定，見4.4節。

*本表為最低溫度，可視工件受拘束程度、周圍空氣濕度、母材龜裂性等因素，提高



鋼構銲接程序規範書

表4.2-3 預檢定WPS之規定⁶

参数	姿勢	銲道種類	SMAW	SAW			GMAW/ FCAW ⁷
				單電極	平行電極	多電極	
最大銲條 (線)直徑	平	填角銲(註1)	8.0mm	6.4mm			3.2mm
		開槽銲(註1)	6.4mm				
		底道	4.8mm				
	橫	填角銲	6.4mm	6.4mm			3.2mm
		開槽銲	4.8mm	需要WPS檢定試驗			
	立	全部	4.8mm(註2)				2.4mm
	仰	全部	4.8mm(註2)				2.0mm
最大 電流	全姿勢	填角銲	在填料	1000A	1200A	不限制	在填料
	全 姿 勢	開槽銲道(底道有間隙)	金屬製	600A	700A		金屬製
		開槽銲道(底道無間隙)	造廠所		900A		造廠所
		開槽銲道充填道	建議的		1200A		建議的
		開槽銲道最上面一道	範圍內		不限制		範圍內
最大 底道 厚度 (註4)	平	全部	10mm	不限制			10mm
	橫		8mm				8mm
	立		12mm				12mm
	仰		8mm				8mm
最大充填道 厚度	全姿勢	全部	5mm	6mm	不限制	6mm	
最大單道 填角銲道 尺寸 (註3)	平	填角銲	10mm	不限制			12mm
	橫		8mm	8mm	8mm	12mm	10mm
	立		12mm				12mm
	仰		8mm				8mm
最大單道 銲層寬度	全姿勢 (GMAW/ FCAW)	根部間隙>12mm 或		每層	側邊取代的銲 線或分開每層	每層	每層
	平及橫 (SAW)	任何一層寬W		每層若 W>16mm	若W> 16mm， 一前一後銲 線，分開每層	若W>25 mm， 每層	註5



監督的幫手

1.鋼板及銲道非破壞檢測(第三者檢驗)

2.營造廠的品管工程師



營造廠須提供資料

施工品質管制執行情形

(含照片說明)

材料檢(試)驗管制情形

(含照片說明)

施工及材料不合格管制與追蹤

(含改善照片)

非破壞檢測(NDT)紀錄統計

(含不合格率)



1.鋼構場內

2.工地現場



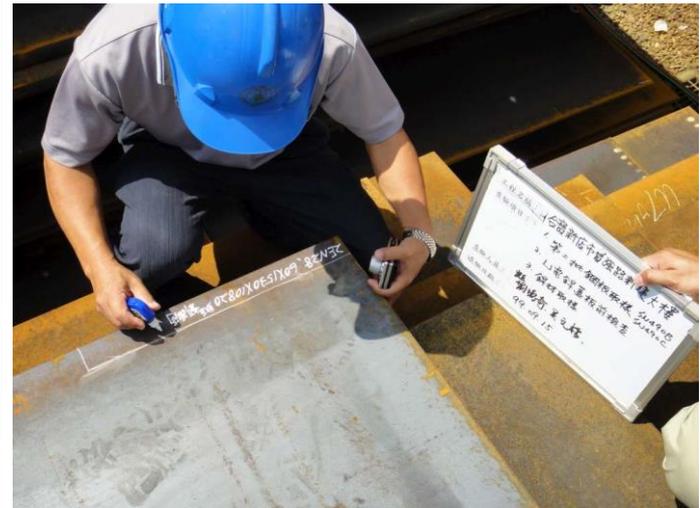
鋼結構施工現場查核重點

- (1) 鋼結構工程施工查驗-鋼結構構件廠驗。
- (2) 鋼結構工程施工查驗-構件進場查驗。
- (3) 鋼結構工程施工查驗-現場精度測量作業。
- (4) 鋼結構工程施工查驗-鋼構安裝作業（品質文件、高強度螺栓接合作業、電銲前檢查）。
- (5) 鋼結構工程施工查驗-工地電銲檢查（電銲中檢查、電銲後檢查、校正作業）。
- (6) 鋼結構工程施工查驗-鋼承板、剪力釘作業。
- (7) 鋼結構工程施工查驗-工地電流抽查。



工廠製造施工流程說明

1) 進料與檢驗



2) 放樣與切割



工廠製造施工流程說明

3) 一次組立



4) 電銲



工廠製造施工流程說明

5) 構件整修與試拼裝



6) 二次組立



工廠製造施工流程說明

7) 塗裝與運輸



工地現場施工流程說明

1) 鋼構成品進場-鋼柱查驗



工地現場施工流程說明

1) 鋼構成品進場-鋼樑查驗



工地現場施工流程說明

1) 鋼構成品進場-制震器查驗



工地現場施工流程說明

2) 吊裝作業-安裝精度檢驗



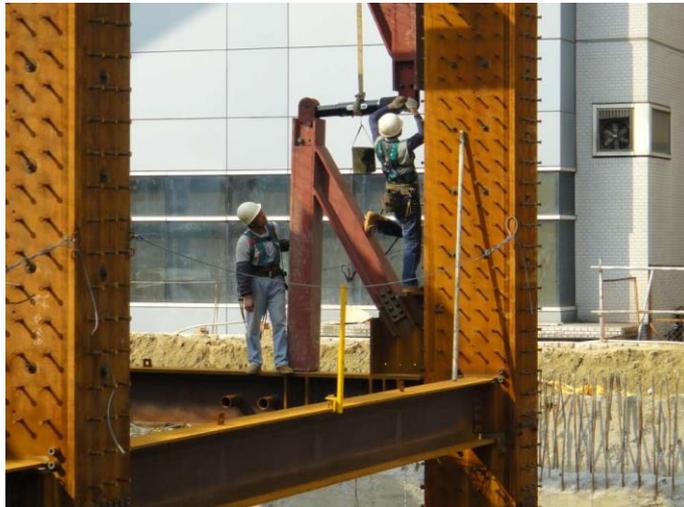
工地現場施工流程說明

2) 吊裝作業-安裝精度檢驗



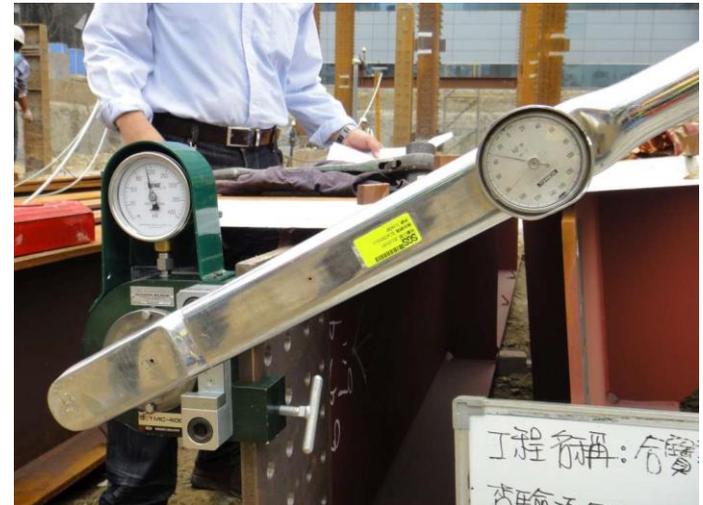
工地現場施工流程說明

2) 吊裝作業-制震器安裝精度檢驗



工地現場施工流程說明

3) 高張力螺栓鎖斷作業-軸力試驗



工地現場施工流程說明

3) 高張力螺栓鎖斷作業-螺栓鎖斷查驗



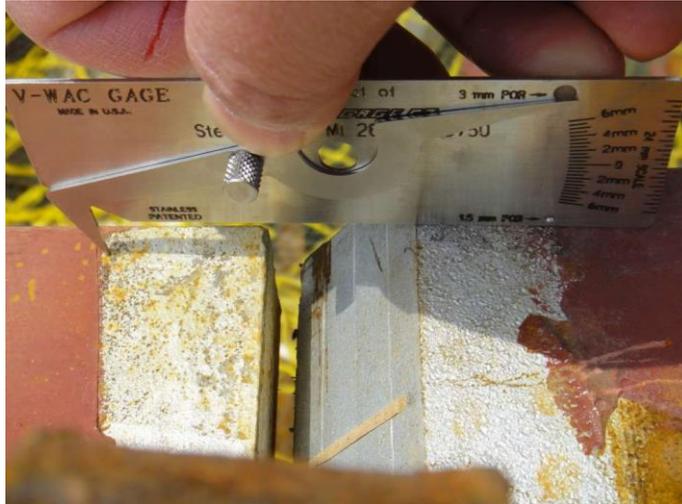
工地現場施工流程說明

4) 鋼構電銲作業-電銲前查驗



工地現場施工流程說明

4) 鋼構電銲作業-電銲前查驗



工地現場施工流程說明

4) 鋼構電銲作業-電銲前查驗



工地現場施工流程說明

4) 鋼構電銲作業-電銲中查驗



工地現場施工流程說明

4) 鋼構電銲作業-電銲中查驗



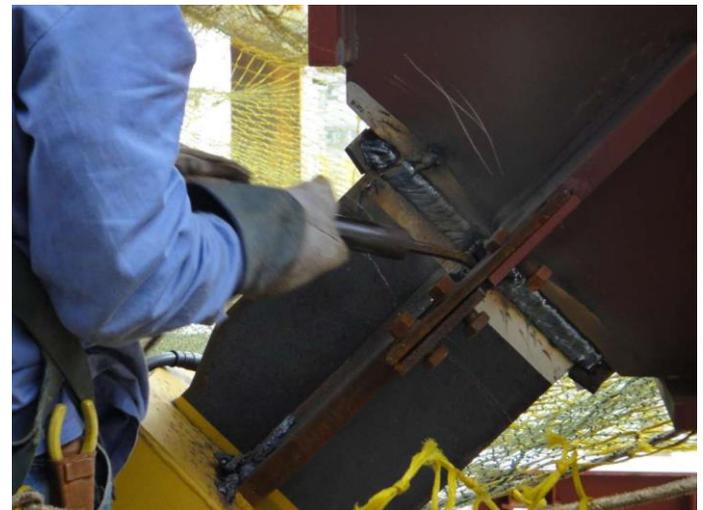
工地現場施工流程說明

4) 鋼構電銲作業-電銲中查驗



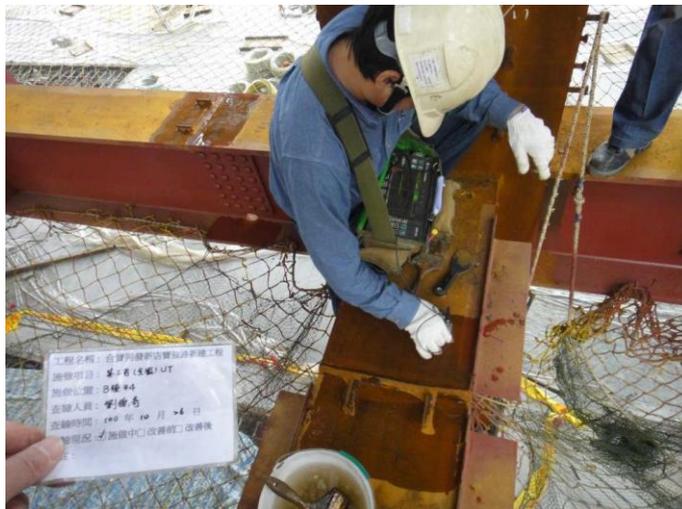
工地現場施工流程說明

4) 鋼構電銲作業-制震器電銲中查驗



工地現場施工流程說明

4) 鋼構電銲作業-電銲後第三者非破壞檢驗



工地現場施工流程說明

4) 鋼構電銲作業-電銲後查驗



工地現場施工流程說明

4) 鋼構電銲作業-電銲後查驗



工地現場施工流程說明

5) 鋼承板作業-鋼承板查驗



工地現場施工流程說明

6) 植釘作業-剪力釘查驗



現場查驗常見的缺失照片



電鐸前



剪力連接板錯誤



剪力連接板錯誤



螺栓未斷尾鎖斷



螺栓未斷尾鎖斷



螺栓未鎖緊(未緊貼連接板)



螺栓長度不足(外露牙過少)



火焰切割表面不平整



2019 09 09



根部間隙不足



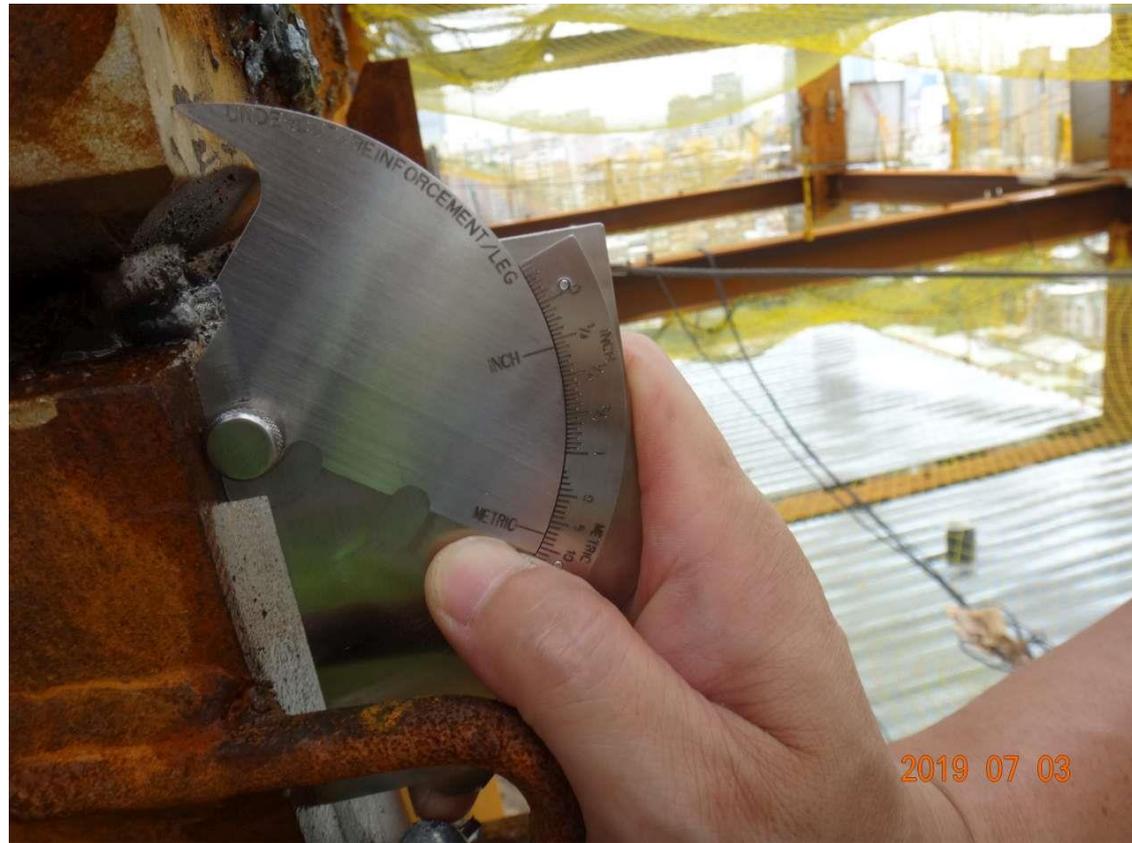
根部間隙不足



鉸位差過大



鈑位差過大



電鍍中



未起收弧於主鐸道外



未起收弧於主鐸道外



未預熱(銲道表面潮濕或預熱溫度不足)



未預熱(銲道表面潮濕或預熱溫度不足)



2019 01 12



無導銲鈹



無導鐸鈑



電流過大



電壓過大



層間溫度過高



鍍材生鏽



鍍材受潮(保存不當)



電銲後



UT不合格



UT不合格



UT不合格



VT 鐳道瑕疵



VT 鐸道瑕疵



VT 鐳道瑕疵



VT 鐳道瑕疵



2019 08 27



VT 鐳道瑕疵



2019 09 11



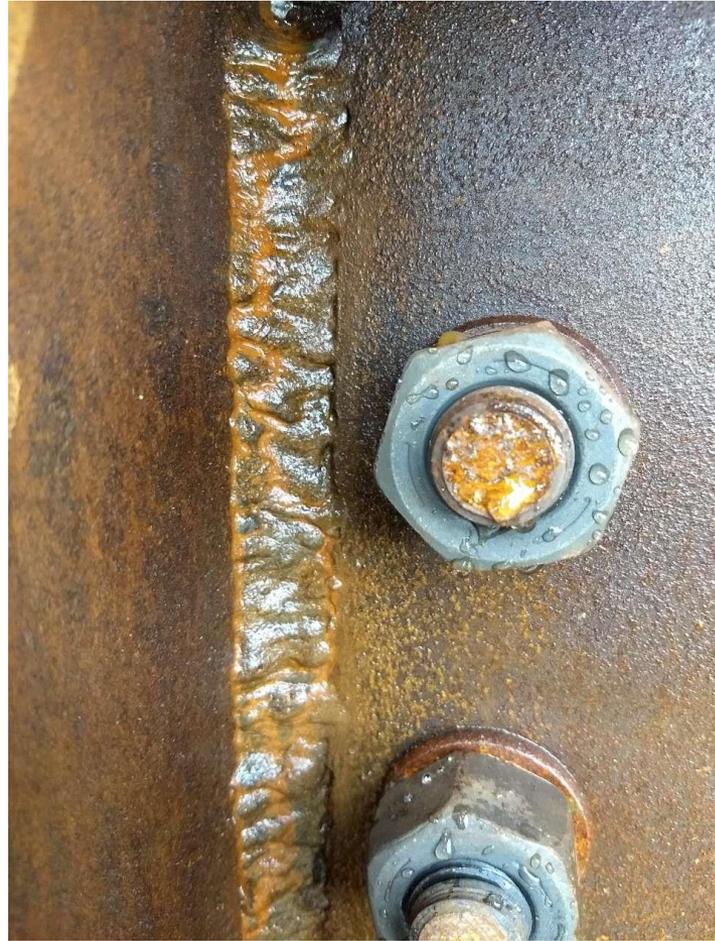
VT 鐳道瑕疵



VT 鐳道瑕疵



VT 鐳道瑕疵



端部處理缺失



端部處理缺失



端部處理缺失



端部處理缺失



端部處理缺失



端部處理缺失



相關課程



檔號：
保存年限：

正本

中華民國鋼結構協會 函



受文者：本協會會員

發文日期：中華民國 110 年 03 月 08 日
發文字號：(110)鋼協字第 024 號
速別：普通
密等及解密條件或保密期限：
附件：如文

聯絡人：鄧國珍 小姐
聯絡地址：臺北市民權東路三段 58 號 10 樓
聯絡電話：(02) 25026602 傳真：(02) 25172526
電子信箱：cisc@ms13.hinet.net
網站：<http://www.tiscnet.org.tw>

主旨：本協會舉辦『鋼結構高樓設計與監造訓練班』，隨函檢送訓練班報名表相關資料，請轉知所屬人員並踴躍報名參加，惠請 查照。

說明：一、此次訓練班邀請鋼結構領域之學者專家擔任講師，講題內容豐富。

二、上課時間：

台北場：110 年 4 月 14、15 日(三、四)

高雄場：110 年 4 月 22、23 日(四、五)

三、上課地點：

台北場：國立台灣大學進修推廣學院 207 教室
(台北市羅斯福路四段 107 號)

高雄場：高雄蓮潭會館 103 會議室
(高雄市左營區崇德路 801 號)

四、本協會已向行政院公共工程委員會申請「技師執業執照換證積分」。

五、費用：定價會員 8000 元、非會員 10000 元、全職學生 5000 元。
3 月 31 日前報名並完成繳費，優惠價為會員 5000 元、非會員 6000 元、全職學生(需檢附有效學生證，年齡為 27 歲以下)3000 元(含講義、午餐、研習證明)。

六、如遇颱風來襲，將以活動所在之縣市政府公告為主，若停班停課，本活動則自動延期；如遇疫情升溫，將以中央流行疫情指揮中心公告為主。(地點、時間協調後通知)。

七、相關訊息請詳閱本協會網站(<http://www.tiscnet.org.tw>)。

正本：本協會會員

理事長

王炤烈



上課時程表

台北場

4月14日(三)

順序	時間	研討議題	主講人
1	08:30~09:00	報到	
2	09:10~10:00	鋼材之選用	永峻工程顧問公司 張敬昌總經理
3	10:10~11:00	高樓結構系統	永峻工程顧問公司 張敬昌總經理
4	11:10~12:00	二元構架系統	永峻工程顧問公司 張敬昌總經理
5	12:00~13:00	午餐	
6	13:10~14:00	韌性抗彎矩構架系統	東鋼鋼結構公司 梁宇宸副總經理
7	14:10~15:00	抗彎矩梁柱接頭施工重點	東鋼鋼結構公司 梁宇宸副總經理
8	15:10~17:00	鋼結構高樓施工與監造	東鋼鋼結構公司 梁宇宸副總經理

4月15日(四)

順序	時間	研討議題	主講人
1	08:30~09:00	報到	
2	09:10~11:00	高樓結構傳力路徑細部檢核	陳正平技師
3	11:10~12:00	從工程失敗案例談鋼結構設計	陳正平技師
4	12:00~13:00	午餐	
5	13:10~15:00	鋼結構銲接技術與案例分析	中鋼結構公司 許福利處長
6	15:10~17:00	非破壞檢測注意事項與創新應用	中龍鋼鐵公司 彭朋畿博士



簡報結束

