

臺北市建築師公會-建築師執業實務講堂(+)

【淺談鋼結構工程之鋼材選用、製造及工地品質管理】



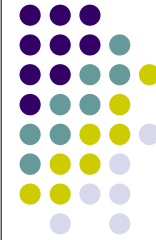
主講人：東和鋼鐵企業股份有限公司
梁宇宸副總經理

中 華 民 國 1 1 3 年 4 月 2 9 日



鋼結構系統及品管作業

梁宇宸 東鋼鋼結構
副總經理/結構技師



1

大綱

- 前言
- 鋼結構抗彎矩接頭種類
- 施工細則 (**抗彎矩梁柱接頭施工重點**)
- 監造及品管
- 鋼材
- 銲接及WPS相關
- 工廠製造

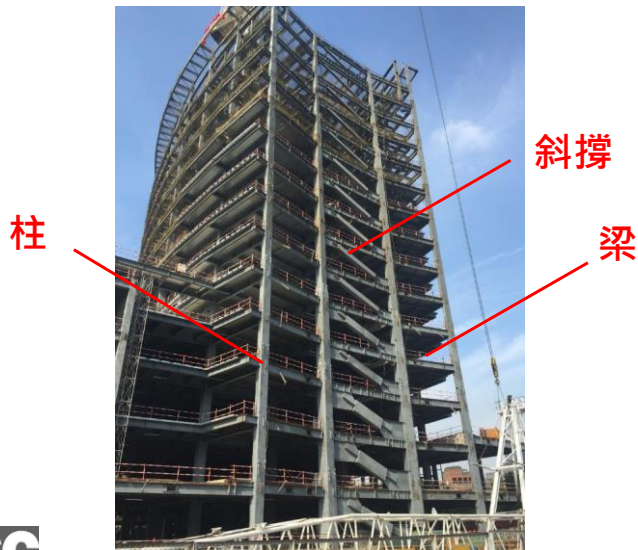


2

高樓建築 基本架構



鋼結構大樓



常用高樓結構系統的種類（一）

表 1-3 結構系統韌性容量 R

基本結構系統	抵抗地震力結構系統敘述	R	高度限制 (m)
一、承重牆系統	1.輕構架牆	3.2	12
	(1)具剪力嵌版	2.4	20
	(2)具對角斜撐	3.2	50
	2.鋼筋混凝土牆配置鋼筋混凝土邊界構材	3.2	50
二、構架系統	1.輕構架牆	3.2	12
	(1)具剪力嵌版	2.4	20
	(2)具對角斜撐		
	2.剪力牆		
	(1)鋼筋混凝土牆配置鋼筋混凝土邊界構材	3.6	50
	(2)鋼筋混凝土牆配置鋼骨鋼筋混凝土邊界構材	3.6	50
	(3)鋼板牆配置鋼造或鋼骨鋼筋混凝土邊界構材	4.2	50
	(4)鋼板鋼筋混凝土牆配置鋼骨鋼筋混凝土邊界構材	4.0	50
	3.斜撐		
	(1)鋼造偏心斜撐配置鋼造邊界構材	4.2	50
	(2)鋼造同心斜撐配置鋼造邊界構材	2.0	12
	(3)鋼造或鋼骨鋼筋混凝土邊偏心斜撐及鋼梁配置鋼骨鋼筋混凝土邊界構材	4.2	50
	(4)鋼造特殊同心斜撐配置鋼骨鋼筋混凝土邊界構材	3.0	50
	(5)鋼造特殊同心斜撐配置鋼造邊界構材	3.6	50
	(6)拉屈束制支撐配置鋼造邊界構材	4.8	50



5



常用高樓結構系統的種類（二）

三、抗彎矩構架系統	1.特殊抗彎矩構架		
	(1)鋼造	4.8	不限
	(2)鋼筋混凝土造	4.8	不限
四、具特殊抗彎矩構架之二元系統	(3)鋼骨鋼筋混凝土造	4.8	不限
	2.部分砌材抗彎矩構架		
	(1)鋼造	3.2	12
	(2)鋼筋混凝土造	2.8	12
	3.特殊鋼桁抗彎矩構架	4.0	50
	1.剪力牆		
	(1)鋼筋混凝土牆配置鋼筋混凝土邊界構材	4.8	不限
	(2)鋼筋混凝土牆配置鋼骨鋼筋混凝土邊界構材	4.8	不限
	(3)鋼板牆配置鋼造或鋼骨鋼筋混凝土邊界構材	4.8	不限
	(4)鋼板鋼筋混凝土牆配置鋼骨鋼筋混凝土邊界構材	4.8	不限
2.斜撐			
(1)鋼造偏心斜撐配置鋼造邊界構材	4.8	不限	
(2)鋼造特殊同心斜撐配置鋼造邊界構材	4.2	不限	
(3)鋼造或鋼骨鋼筋混凝土邊偏心斜撐及鋼梁配置鋼骨鋼筋混凝土邊界構材	4.8	不限	
(4)鋼造特殊同心斜撐配置鋼骨鋼筋混凝土邊界構材	4.2	不限	
(5)拉屈束制支撐配置鋼造邊界構材	4.8	不限	

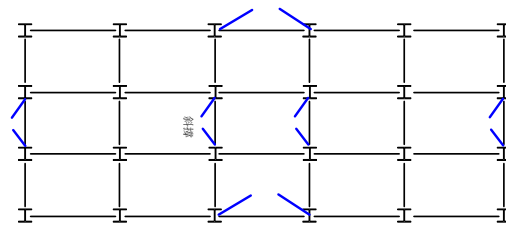
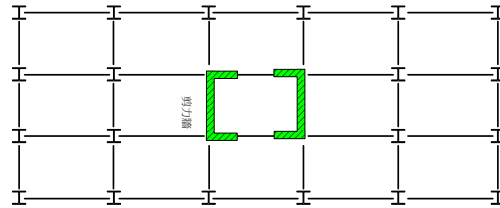


6





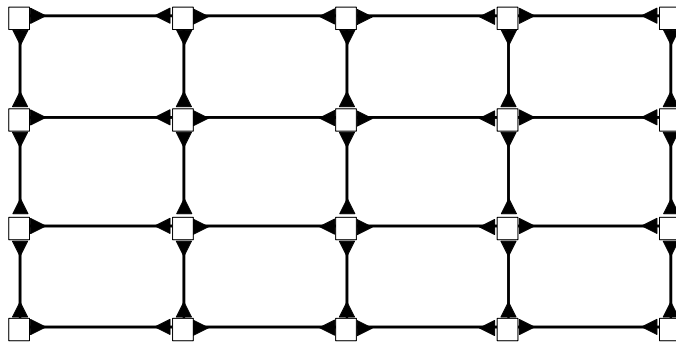
構架系統



7



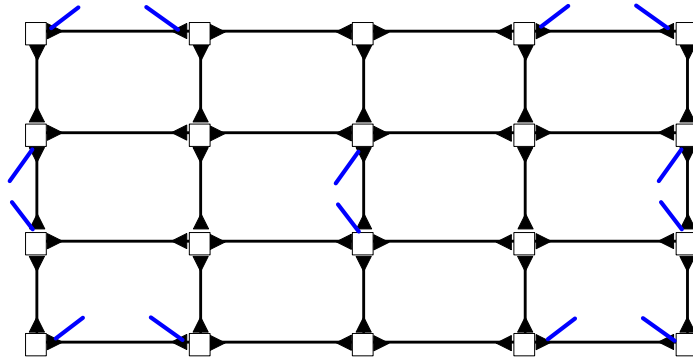
(韌性) 抗彎矩構架系統



8



抗彎矩構架+二元系統

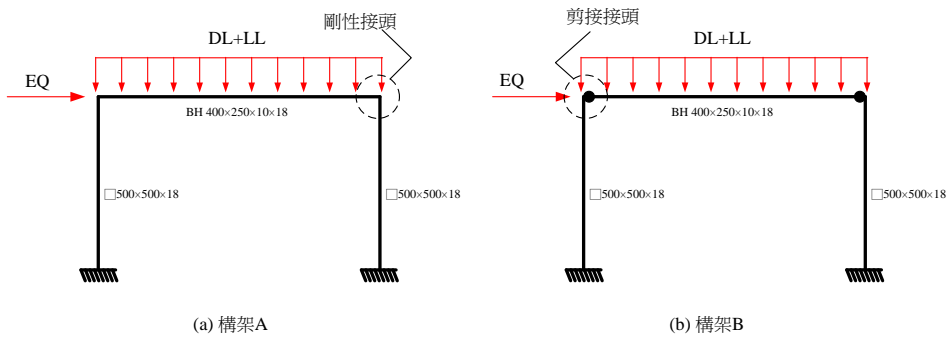


前言

何謂抗彎矩構架？



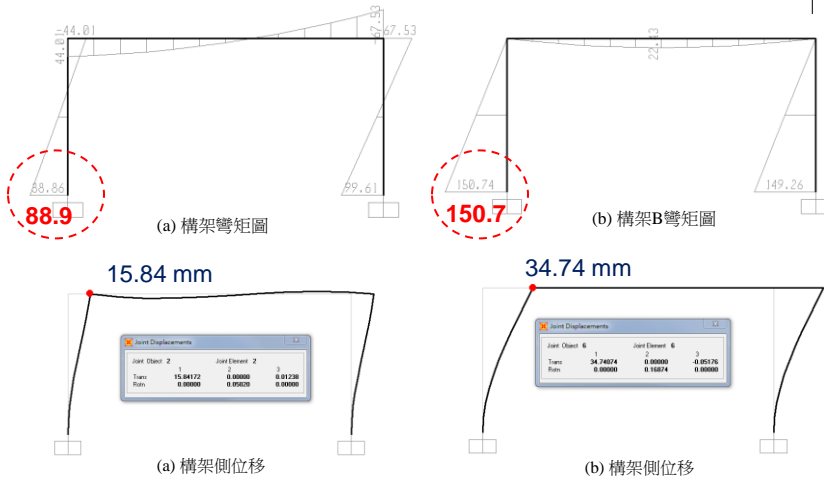
(DL) 0.55 tf/m²、活載重 (LL) 0.3 tf/m²及一橫向的地震力 (EQ) 100 tf





前言

兩個構架的力量分配完全不同



典型高樓彎矩分佈及變形

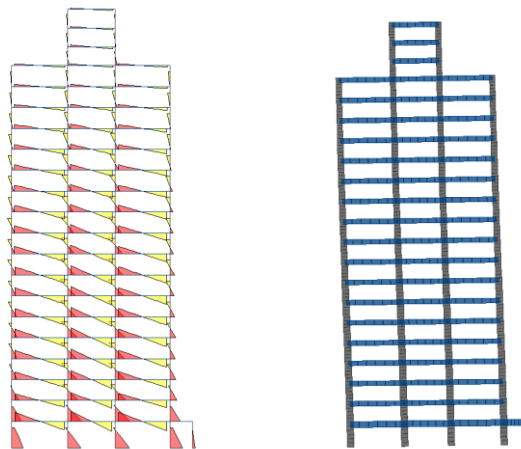
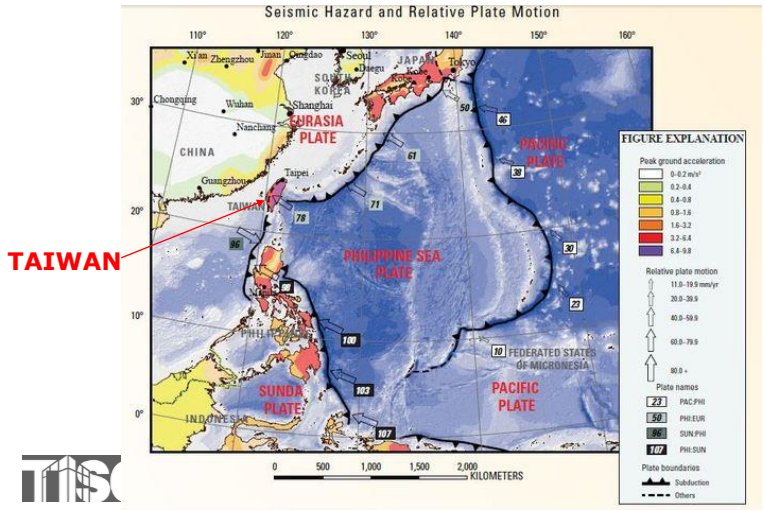


Plate Motion

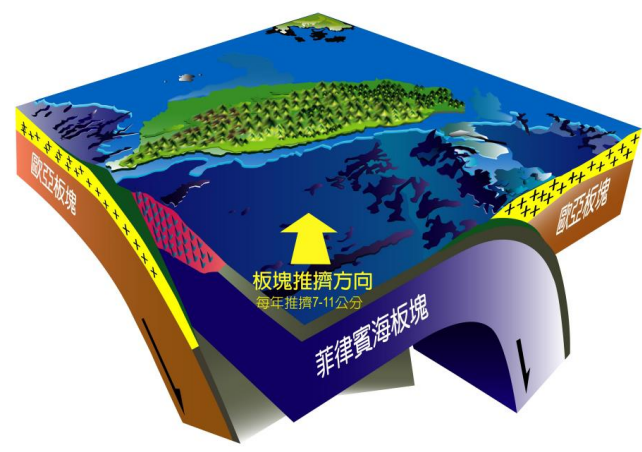
Taiwan is located at a compressive tectonic boundary between the Eurasian Plate and the Philippine Sea Plate.



TAIWAN



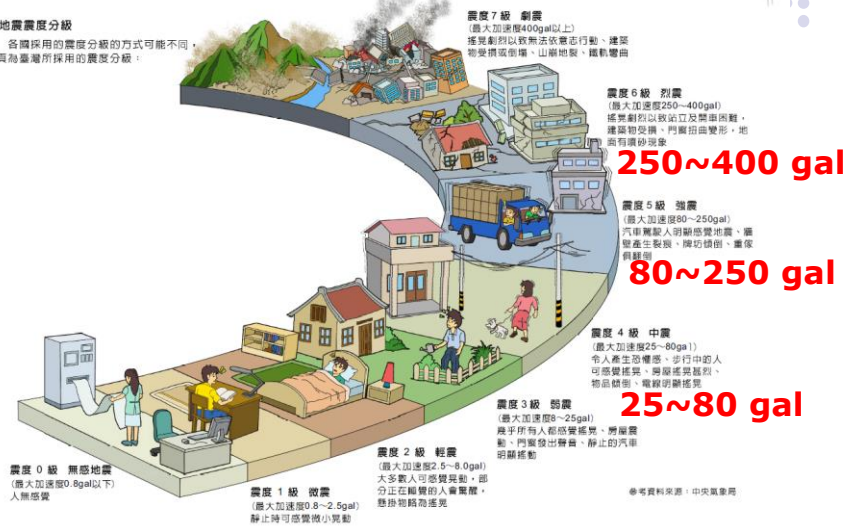
板塊推擠





■ 地震震度分級

各國採用的震度分級的方式可能不同，
本頁為臺灣所採用的震度分級：



中央氣象局現行地震震度分級表

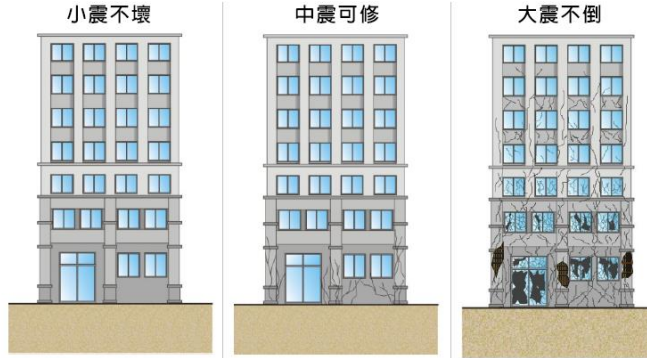
震度	0級	1級	2級	3級	4級	5級	6級	7級	
加速度 cm/sec ²	0.8	2.5	8.0	25	80	250	400		
								(沒有考慮加速度持續時間)	

中央氣象局新制地震震度分級表(109年1月1日起)

震度	0級	1級	2級	3級	4級	5弱	5強	6弱	6強	7級
加速度 cm/sec ²	0.8	2.5	8.0	25	80					
速度 cm/sec						15	30	50	80	140
	(速度劃分，已考慮加速度實際之影響)									



結構設計理念



根據歷史地震統計，當地平均每30年就會發生一次的最大地震，其強度不會使建築物受損，在地震過後能夠維持其正常機能。

根據歷史地震統計，當地平均每475年就會發生一次的最大地震，其強度只會使建築物局部受損，但經過修繕後仍然可以居住。

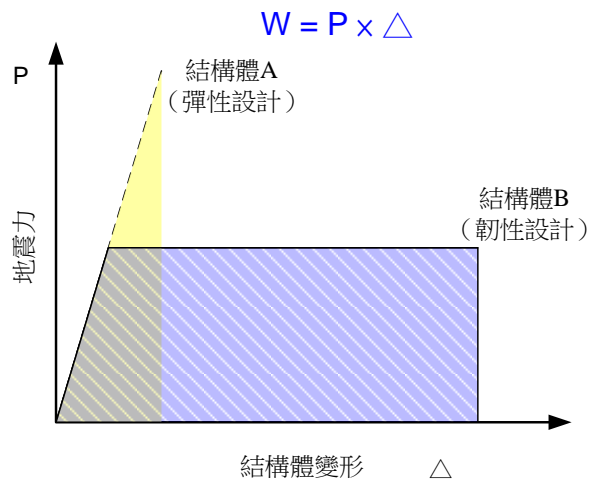
根據歷史地震統計，當地平均每2500年就會發生一次的最大地震，其強度可能使建築物全面受損，但不會倒塌，大樓裡的人仍可逃離大樓。



(摘自 安全耐震的家-認識地震工程;國家工程地震研究中心)

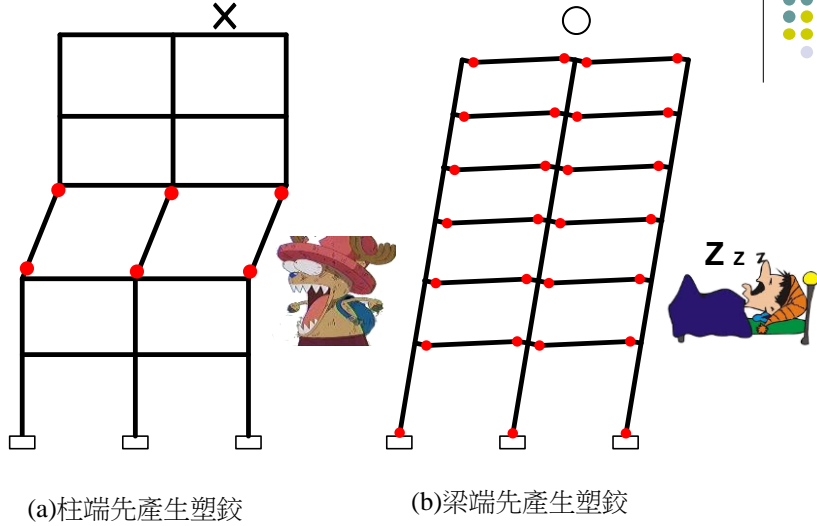
17

結構吸收地震能量

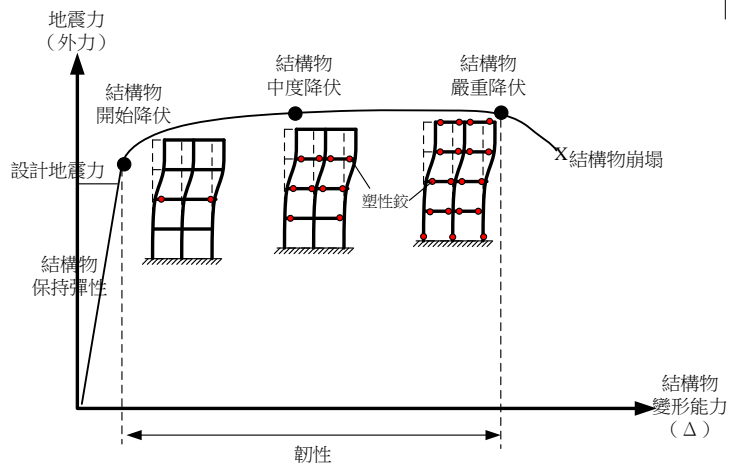


18

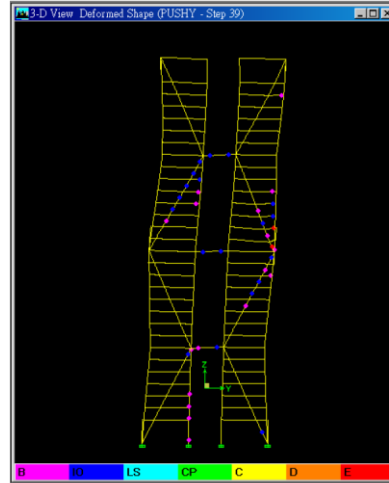
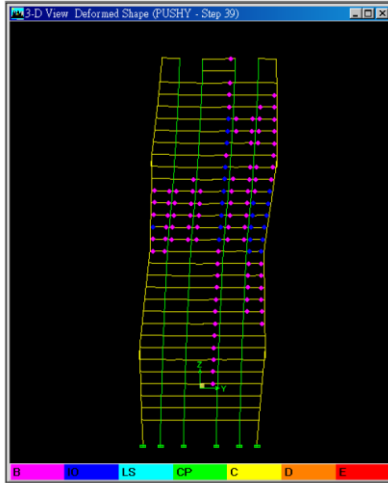
結構破壞機制



結構消能機制

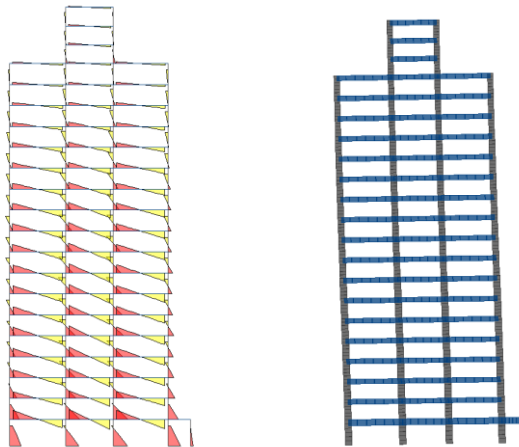


中鋼總部大樓



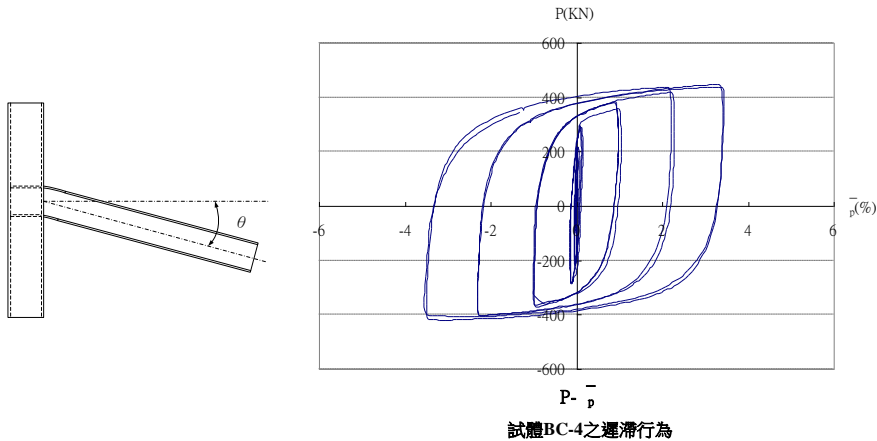
21

典型高樓彎矩分佈及變形



22

塑性鉸遲滯迴圈 (陳生金、林佳煜)



23

塑性之轉角要求



- 梁柱接頭所需塑性轉角(θ_p)應以下述三規定之一決定之：

(1) 0.03 弧度。

(2) 非線性動力分析所得之最大塑性轉角加上 0.005 弧度。

(3) $\theta_p = 1.1(R - 1.0) \theta_E$

其中：

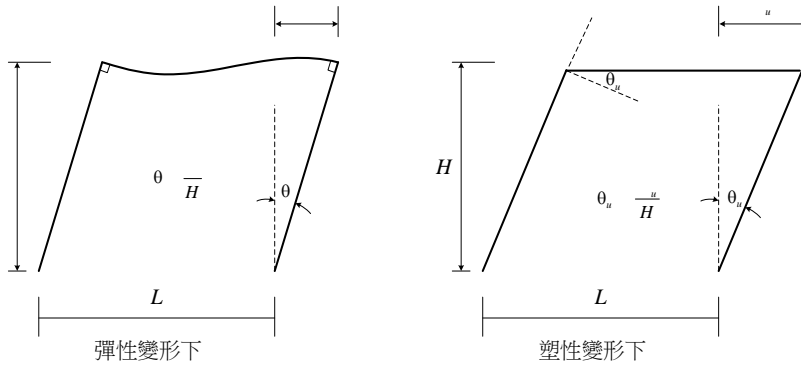
R = 結構系統韌性容量。

θ_E = 在設計地震力 E 作用下之最大層間變位角。



24

層間位移角與鋼梁的轉角



25

部分韌性抗彎矩構架



- (1) 0.01 弧度。
- (2) 非線性動力分析所得之最大塑性轉角加上 0.005 弧度。
- (3) $\theta_p = 1.1(R - 1.0) \theta_E$

除變形需求不同外，
其它條件亦同韌性抗彎矩構架



26



傳統柱板撕裂

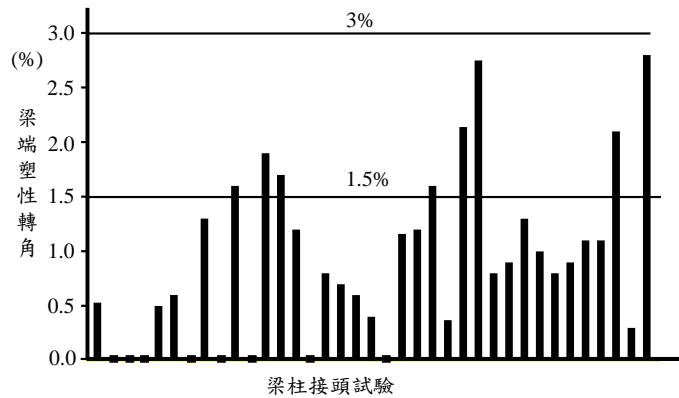


陳誠直 教授

27



北嶺地震前台灣進行之傳統鋼骨 梁柱接頭試驗統計圖



陳生金 教授 提供

28





大綱

- 前言
- 鋼結構抗彎矩接頭種類
- 施工細則 (**抗彎矩梁柱接頭施工重點**)
- 監造及品管
- 鋼材
- 銲接及**WPS**相關
- 工廠製造



29



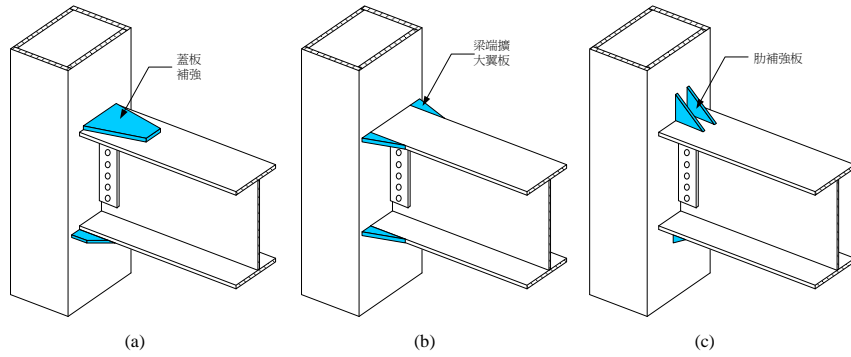
抗彎矩接頭種類

- 補強式接頭
- 減弱式接頭
- 其它接頭



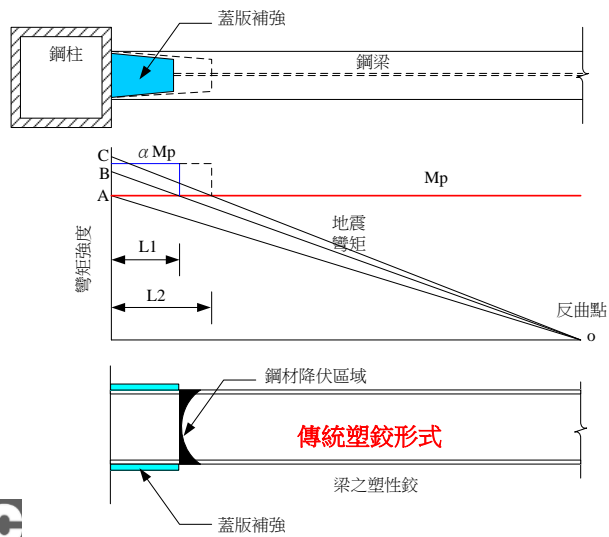
30

補強式接頭



31

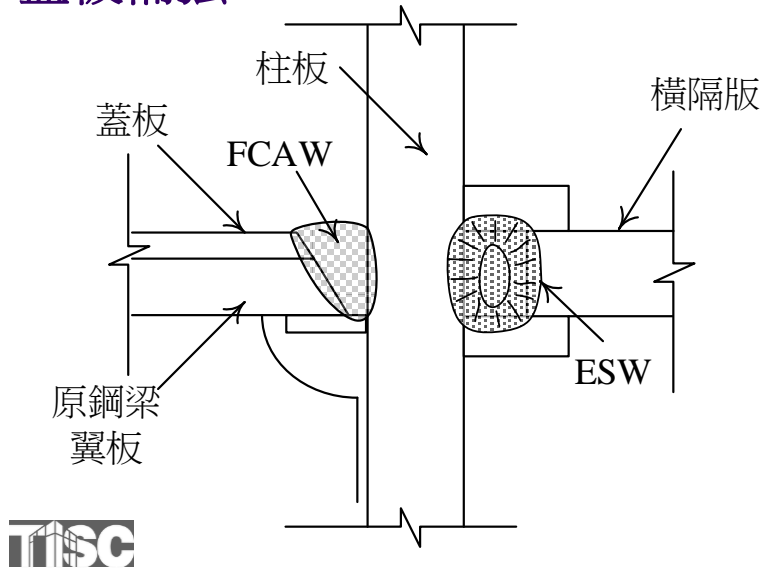
補強式接頭原理



32



蓋板補強



33



梁柱接頭ESW破壞(蓋板補強式)



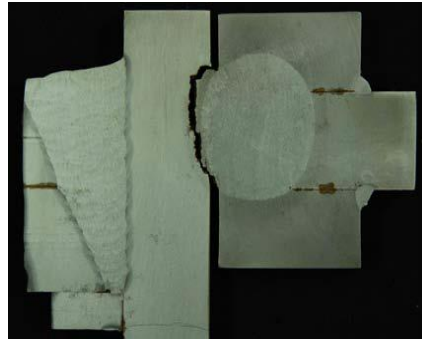
34



蓋版補強式接頭(ESW鉚道破壞)



上翼板

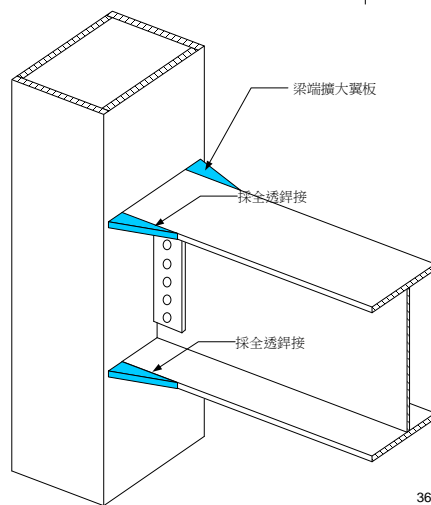
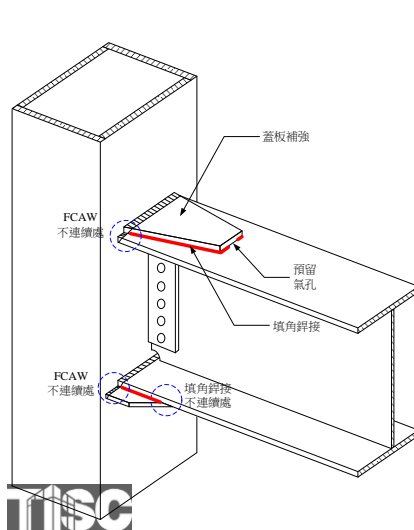


下翼板



35

施工細節



36



傳統柱板撕裂



陳誠直 教授

37



翼板補強式接頭結構試驗



陳誠直 教授

38



翼板擴翼補強式接頭結構試驗



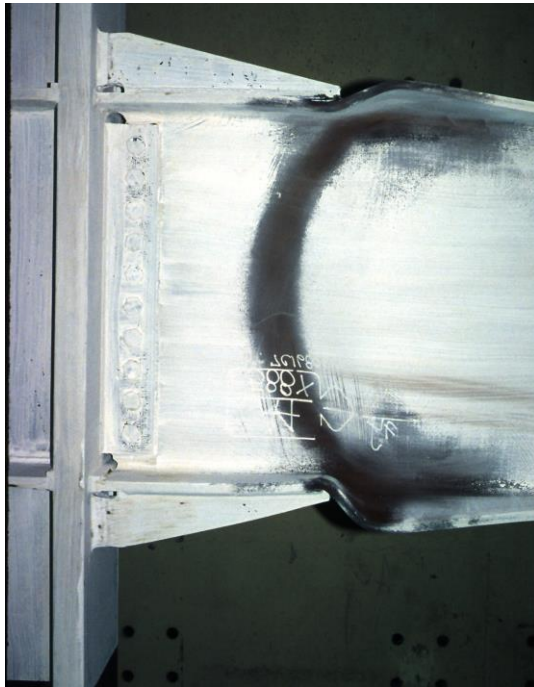
陳誠直 教授

39

蓋板補強式接頭結構試驗

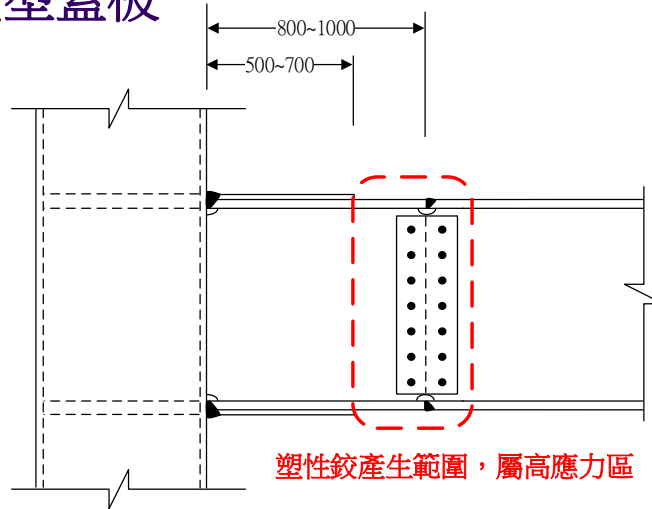


40





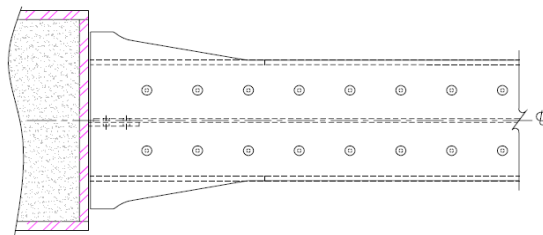
拱頭型蓋板



43



中鋼總部大樓外部巨型梁

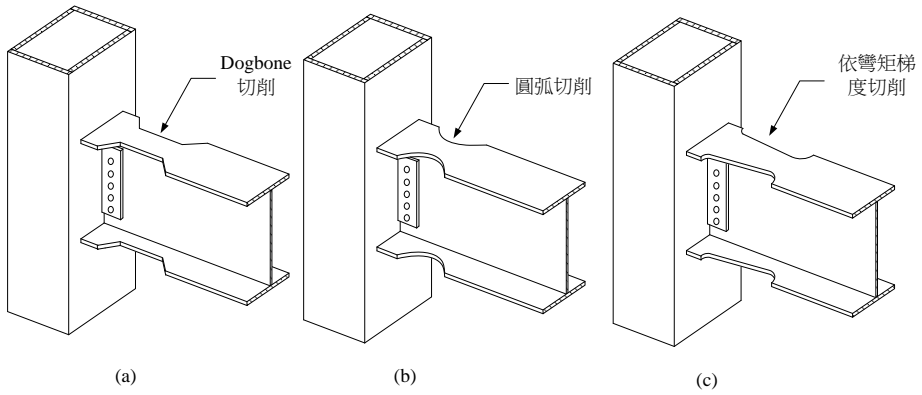


翼板加強型柔性接頭平面圖

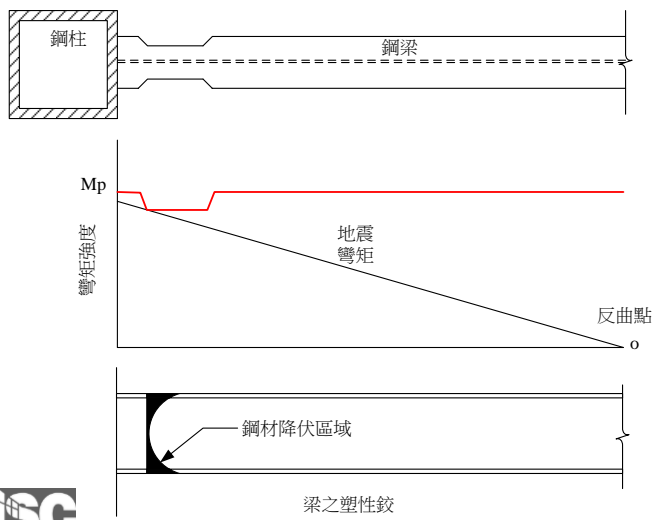


44

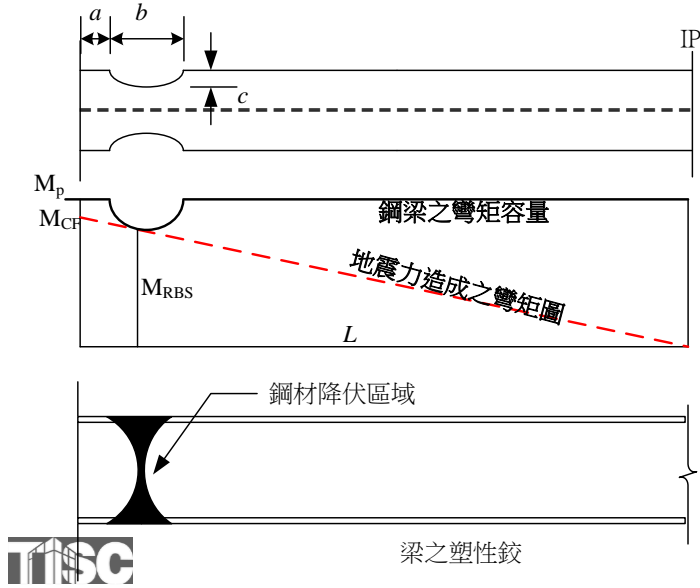
減弱式接頭



減弱式接頭原理(1)

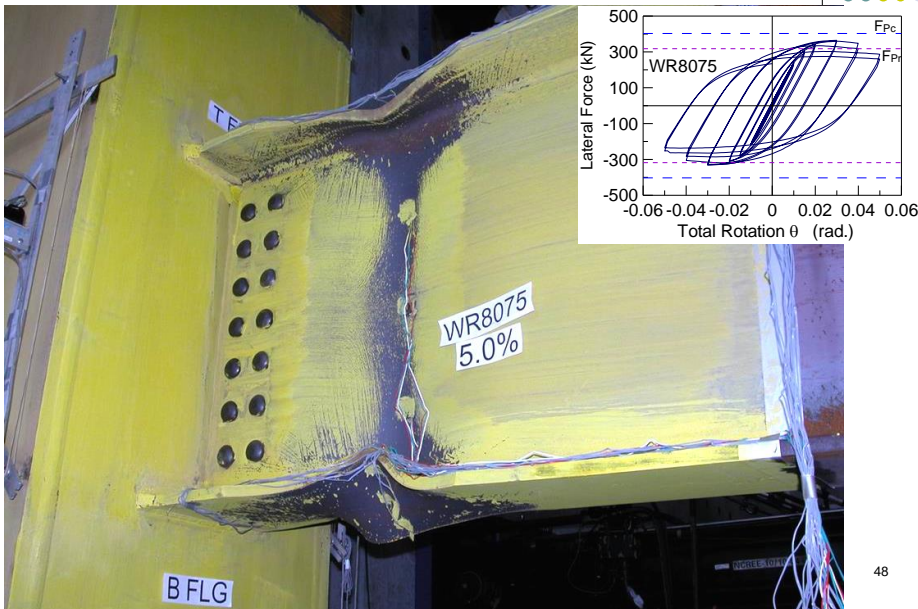
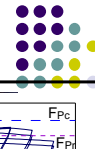


減弱式接頭原理(2)



47

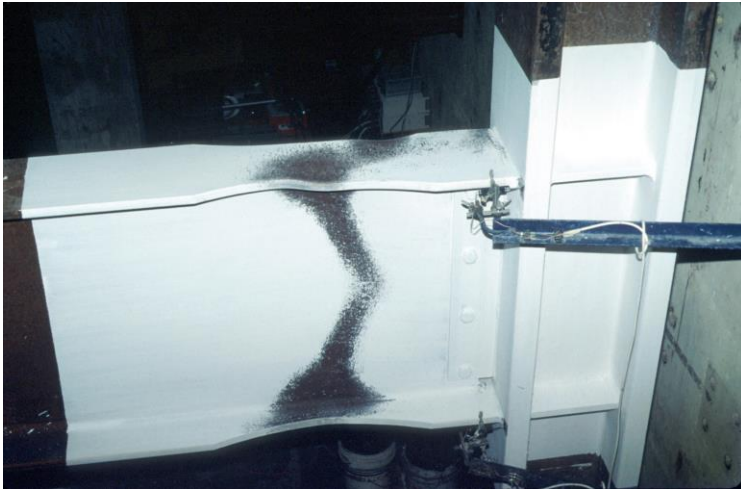
RBS(圓弧切削)試驗結果 林克強 博士



48



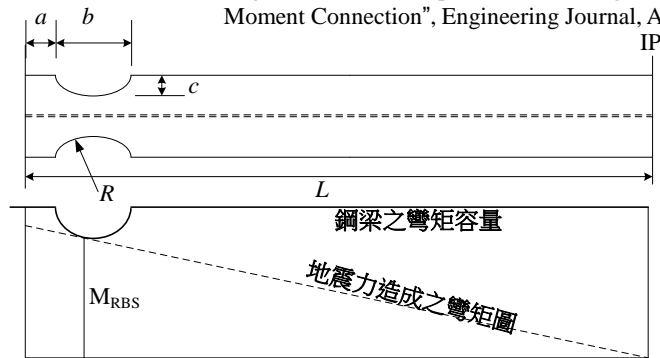
49



50

$$C \geq \frac{Z}{2t_f(d-t_f)} \left[1 - \frac{\alpha(L-a-0.5b)}{1.15L} \right] \leq 0.25b_f$$

Engelhardt, M.D., "Experimental Investigate of Dogbone Moment Connection", Engineering Journal, AISC, 1998



$$a = (0.5 \sim 0.75)b_f \quad c = (0.2 \sim 0.25)b_f \quad R = \frac{4c^2 + b^2}{8c}$$

$$b = (0.65 \sim 0.85)d_b$$

51



52

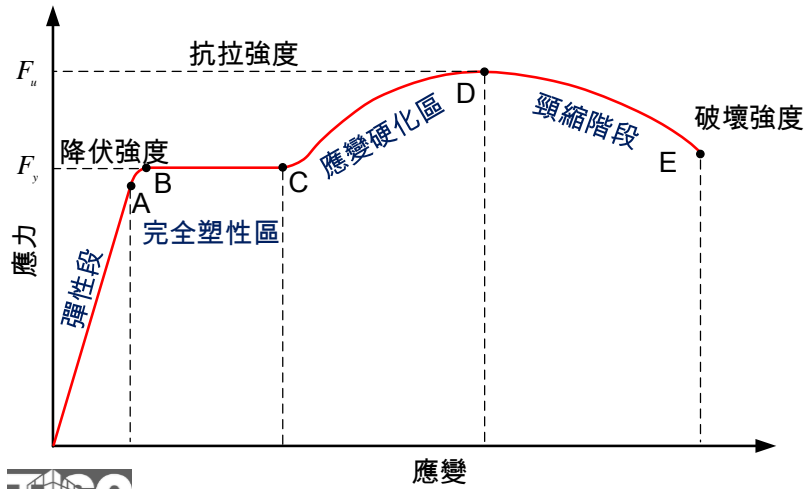


53



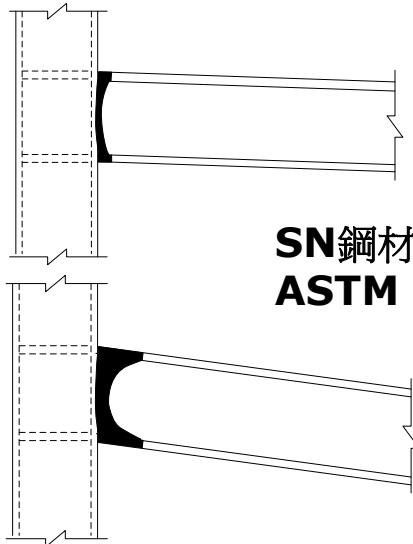
54

鋼材應力應變曲線



55

梁柱接頭之轉角



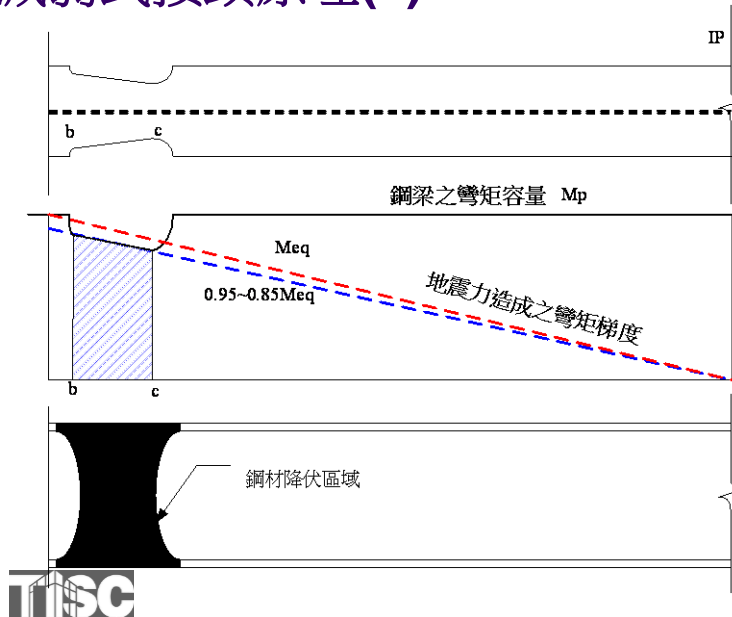
YR大，可變形小

SN鋼材 : 0.8
 ASTM A992 : 0.85

YR小，可變形



減弱式接頭原理(3)



57

高韌性接頭試驗後相片

(陳生金 教授)



58

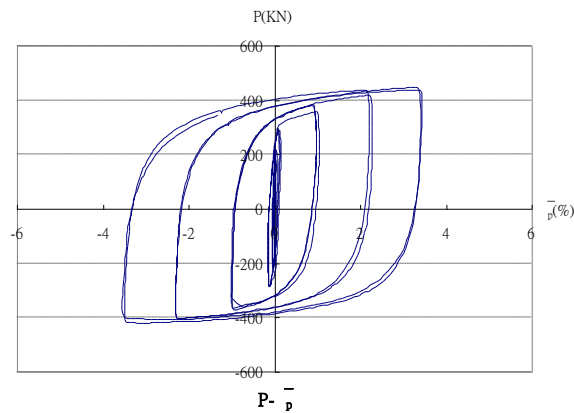
高韌性接頭試驗後相片

(陳生金 教授)



59

塑性鉸遲滯迴圈 (陳生金、林佳煜)



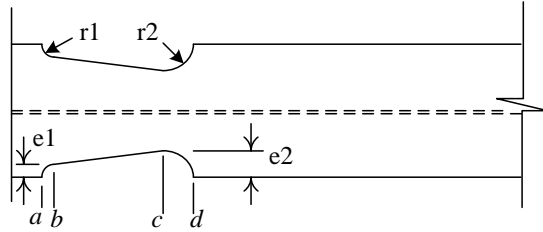
試體BC-4之遲滯行為



60



梯型線性切削設計要點



柱面距 a 約為10~20cm

$a-b$ 約5cm

$b-c$ 約50%~80%梁深

$c-d$ 約10~20cm

$$r1 \geq 2e1$$

$$r2 \geq 2e2$$

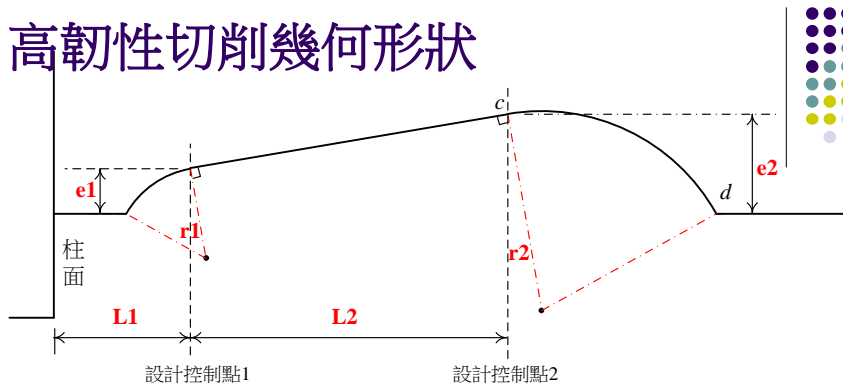
耐震要求斷面 $Z_f/Z \geq 70\%$

建議採用75%~80%以上

最小斷面處 $\frac{Z_f}{Z} \geq 60\%$

61

高韌性切削幾何形狀

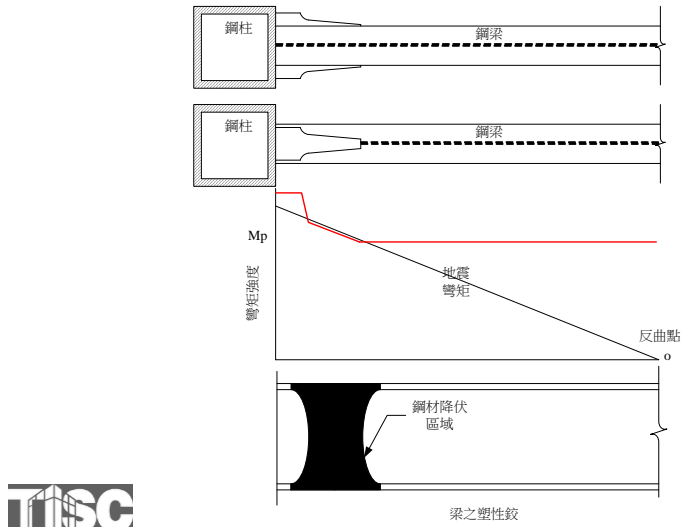


鋼梁長L	L1 (mm)	L2 (mm)	切割量e1 (mm)	切割量e2 (mm)	$\alpha 1$	$\alpha 2$
$L \leq 4.50 \text{ m}$	150	需檢討	工程師提供	需檢討	2.0	2.0
$4.50 \text{ m} < L \leq 7.00 \text{ m}$	150	0.5H	工程師提供	工程師提供	2.0	2.5
$7.00 \text{ m} < L \leq 9.00 \text{ m}$	150	0.6H	工程師提供	工程師提供	2.5	3.0
$9.00 \text{ m} < L \leq 12.00 \text{ m}$	200	0.7H	工程師提供	工程師提供	3.0	3.5
$12.00 \text{ m} < L$	無切削的必要					

62



其它應用形接頭



63



切削不足範例



64



大綱

- 前言
- 鋼結構抗彎矩接頭種類
- 施工細則 (**抗彎矩梁柱接頭施工重點**)
- 監造及品管
- 鋼材
- 銲接及**WPS**相關
- 工廠製造



65

施工細則

- 銲接扇形孔
- 導銲板切除及研磨
- 其他細部處理

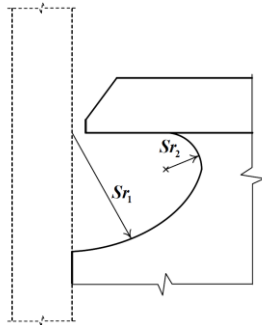


66

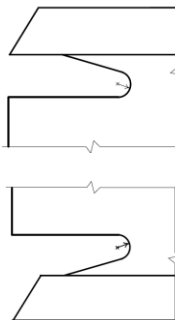


施工細則（銲接扇形孔處理）

鋼結構協會 技術備忘錄 『第 002 號：H 梁扇形孔細部設計與施工』來辦理施做細則



日本設計準則建議之扇形孔幾何形狀



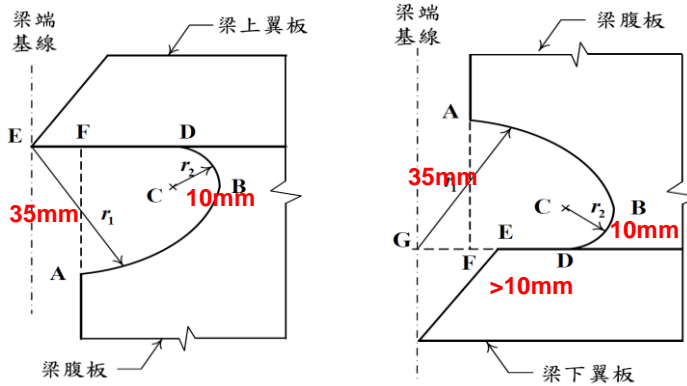
AWS D1.8 建議之扇形孔幾何形狀





施工細則（銲接扇形孔處理）

當H斷面之尺寸在自動銲刀設備加工能力範圍內時，建議採用日本設計準則建議之扇形孔（簡稱「弧形耐震扇形孔」）幾何形狀及自動銲刀設備進行施工



若採火焰切割，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 μm。

69



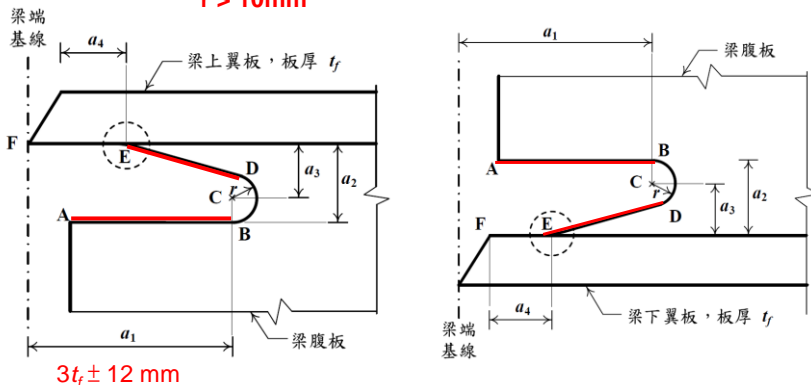
施工細則（銲接扇形孔處理）

使用AWS D1.8 建議之扇形孔，（簡稱AWS耐震扇形孔）。

$$a_2 = a_3 + r$$

$$r > 10\text{mm}$$

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 μm。



70

火焰切割注意事項



- 火焰切割曲線應自目標曲線（即ABDEF 曲線）退後1 至2 mm，完成切割後再將切割曲線研磨至目標曲線。
- 梁使用 BH 斷面且腹板厚度較大（約大於22 mm）的時候，腹板與翼板間可能存在一縱向隙縫，不宜以圍繞銲道填補該隙縫。



71



72



73



74



75



76



77

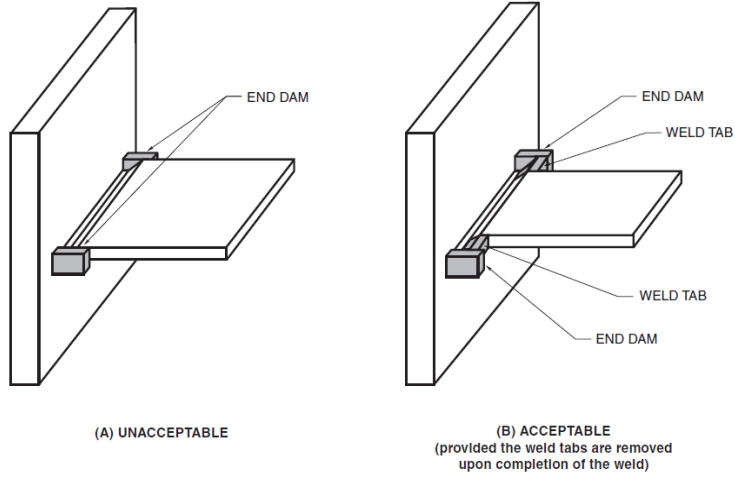
導鋸板處產生裂縫



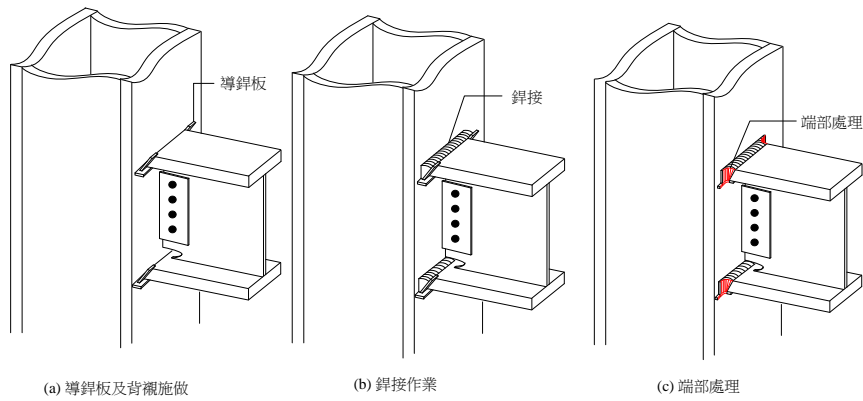
78



AWS D1.8 規定



施工細節（導銲板切除）





依規範規定

- 梁柱接頭全滲透銲接之銲接程序應與結構試驗所採用之方法相同，而其銲接導銲板應於完成後切除磨平並符合表面粗糙度之標準。惟銲接背襯板無需切除，以免傷及柱板。



81

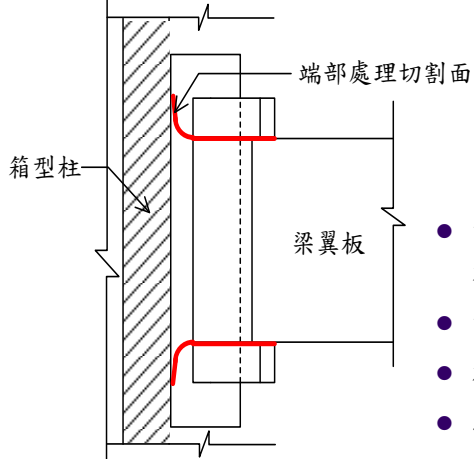


施工細節（導銲板切除）



82

銲道端部處理



- 切除部分被襯板、全部導銲板、部分銲道
- 切割線自銲道根部起取弧狀
- 根部間隙很小（約6mm）
- 端部處理需較細的工

83

傳統梁柱接頭梁翼板撕裂破壞情形



84



端部處理接頭梁翼板撕裂破壞情形



疲勞強度增加約39%

85



AISC處理接頭梁翼板撕裂破壞情形



疲勞強度反而下降

86

陶瓷導銲器



87

陶瓷導銲器



88

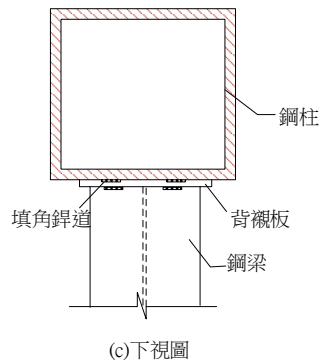
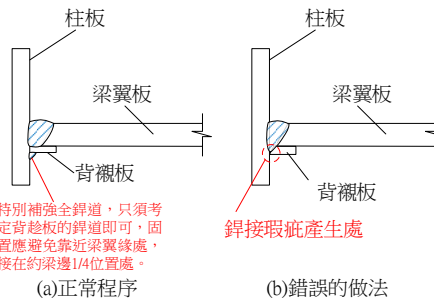


研磨樣片



89

背襯板固定



90



施工細節（防火披覆）



91



施工細節（切消區瑕疵修復）



92

離子切割機



93

靱切採電離子切割



94

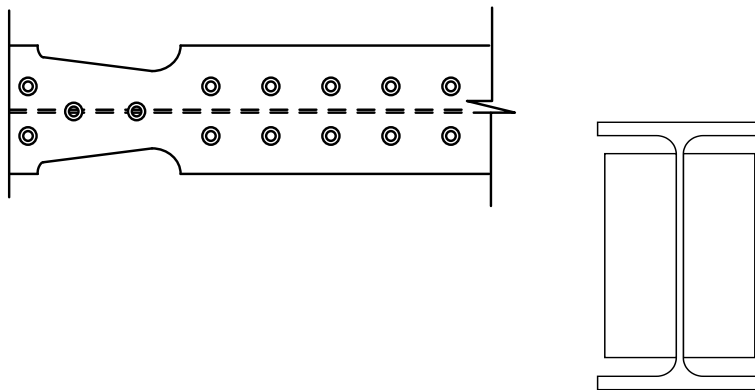
電離子切割細部



95



施工細節（剪力釘配置、其他）



96





施工細節（防墜網掛勾）



97



施工細節（打印區域）



98

大綱

- 前言
- 鋼結構抗彎矩接頭種類
- 施工細則 **(抗彎矩梁柱接頭施工重點)**
- 監造及品管
- 鋼材
- 銲接及WPS相關
- 工廠製造



99

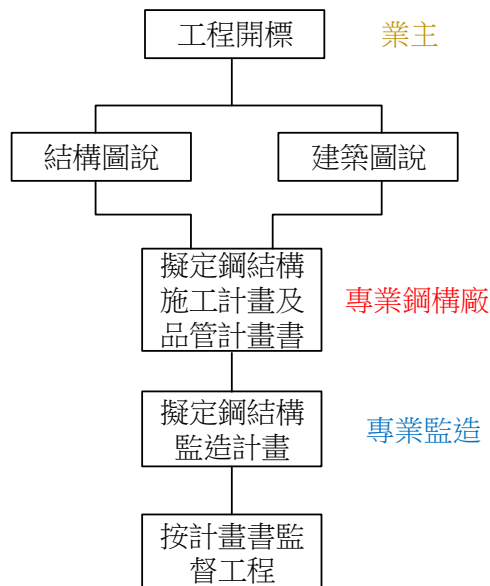
重要參考書籍





前言（為何需要鋼結構專業監造）

- 依國內鋼結構工程監造作業，需對鋼節作業有一定之瞭解才能勝任，以往均讓鋼構廠自行從事鋼結構之一貫作業（從鋼構工程開始至主體鋼結構結束），甚至連營造廠之現場工程師也無法判斷鋼構廠之施工是否有誤。
- 若有**受訓過之專業人員**，剛好具有這兩面的能力，也適合在現場施工以及設計間做一良好媒介。





工廠內查驗要項

1. 準備資料及檢查工具與裝備
2. 鋼材核對與取樣試驗要項
3. 鋼板切割與開槽檢查要項
4. 鋼板組立檢查要項
5. 電銲前檢查要項
6. 電銲中檢查要項
7. 電銲後檢查要項
8. 噴砂與塗裝檢查要項
9. 其他



工廠內查驗要項-準備資料

1. 結構設計圖。
2. 已核准鋼結構施工圖。
3. 鋼結構施工計劃書及品管計劃書。
4. 已核准銲接程序書(WPS)。
5. 已核准銲接材料使用計劃書。
6. 已核准檢定合格之銲工名冊。
7. 已預定之製造流程監造單位管制查核點。
8. 構件品管/品保(QC/QA)檢查管制表。
9. 其他(相關備忘錄、會議記錄)。

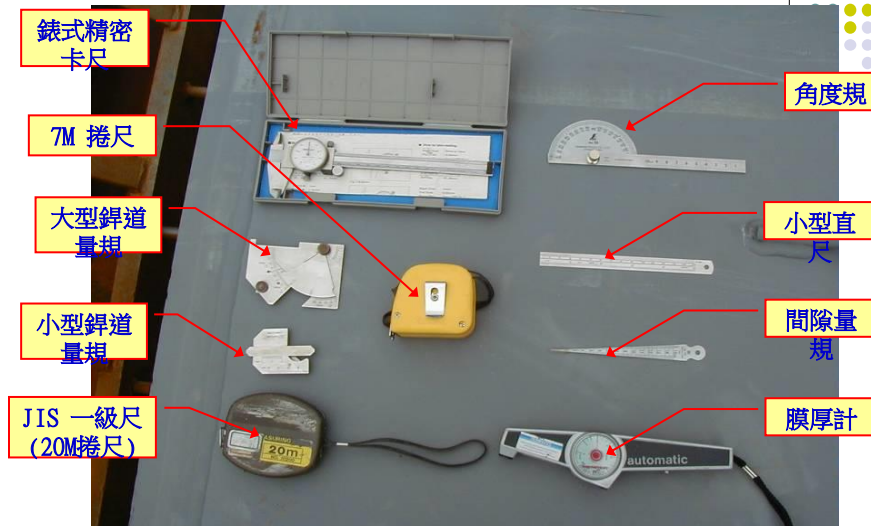
工廠內查驗要項-檢查工具與裝備



- ✓ 手電筒 Electric Torch
- ✓ 鋼直尺 Steel Rule
- ✓ 鋼卷尺 Tap Rule
- ✓ 游標卡尺 Caliper
- ✓ 間隙規 Gap Gauge
- ✓ 銲道規 Weld Gauge
- ✓ 放大鏡 Magnifier
- ✓ 反射鏡 Reflector
- ✓ 望遠鏡 Telescope
- ✓ 照度計 Lighting Gauge
- ✓ 灰度卡 Gray Card
- ✓ 刮刀 Drawknife
- ✓ 毛刷 Hair Brush
- ✓ 鋼刷 Steel Brush
- ✓ 臘筆 Crayon
- ✓ 粉筆 Chalk
- ✓ 筆記本 Notebook
- ✓ 護目鏡
- ✓ 手套



工廠內查驗要項-檢查工具與裝備





廠驗

- 事業登記證
- 場內的機具設備
- 品質檢驗人員之合格證書
- 具認證之項目 ISO 9001 , AISC , TOSHMS 等
- 評估工廠之性能



置料區保存





課程大綱

前言

圖說及規範

鋼材母材

銲接及銲接程序

工廠構件生產監造重點

工地現場監造重點

高強度螺栓

常見缺失說明



圖說（確認結構圖說引用標準）

貳、總則

- (一) 本工程採用之材料及施工除應遵照本注意事項之規定外，並應依照中國國家標準以及內政部公佈實施之建築技術規則的規定以及合約所列特訂條款之規定。
- (二) 除合約另有規定外，本工程所稱建築師為設計本工程之建築師，監造單位為受業主委任執行監造施工之建築師或顧問公司。
- (三) 如結構圖說與建築圖說有不符之處，承包商應於施工前提出，並依建築師之解釋施工。
- (四) 若使用國外材料及機具，應依照其規格及說明使用辦理，特殊試驗得依照國際通行之試驗規格辦理。
- (五) 承包商於施工前應參閱各圖說、規範、附件與施工說明，並核對及確定材料數量與所有圖說之尺寸及位置。同時需配合水電、設備等有關之承包人員，確定埋設在結構體內之管線及預留開孔的位置與尺寸。承包商對圖說有不明瞭處，須事先要求監造單位加以解釋，於施工後不得藉故以增加數量及工作為由要求增加費用及推諉責任。
- (六) 承包商應注意施工期內可能發生之颱風、洪水、地震及其他可能發生之情況，並對工地內之安全設施負全部責任。
- (七) 除本工程結構圖說所規定之開挖及回填土方外，其他整地、開挖、及回填之土方工程，須依照建築師所提供之圖說辦理。

施工前應先將合約之施工規範及國家頒佈之施工規範詳細研讀比對

若與國家標準及施工規範有所抵觸者，應請建築師或結構技師解釋，否則所有作業標準應依國家頒訂之規範來執行之。

規範（一般鋼結構最常依據的規範）



- 鋼結構極限設計法規範及解說
- 鋼結構容許設計法規範及解說

設計階段

- 鋼構造建築物鋼結構施工規範
- 鋼結構品質管制作業手冊（第二版）
- **AWS D1.1**（銲接規範）
- **AWS D1.8**（銲接規範-耐震補充）
- **AWS D1.4**（鋼筋銲接規範）
- **AWS C6.1 C6.2** 摩擦銲接

施工階段



圖說及規範



- 確認材料規格 **SN490YB , SN490YC , SN490B , SN490C**
- 確認銲材與鋼材搭配是否合宜
銲接符號的確認，有其是**CJP**的位置
尤其需注意**TMCP** 高強度鋼種，如**SM570 SM570M ST690 A913** 等
- 確認不可以塗裝之位置
如**SRC**構件、欲埋件、銲道處等需詳列於圖說
- 熱浸鍍鋅
F10T、**S10T**及**A490**若要熱浸鍍鋅時不可酸洗，但可採噴砂處理。
斷尾螺栓不可熱浸鍍鋅

(四) 鋼構之材質須符合下列之規定：

類別	項目	材料規格					其他材料規格與說明
		CNS SN-908 ($F_y \geq 3.30 \text{ t/cm}^2$)	ASTM A572 GRADE 50	ASTM A36	CNS 4435 STK400	CNS 7141 STKR490	
鋼柱	箱型柱	✓(註)					含續接板、填塞板、底板、柱內橫隔板等 註:柱板厚度大於40mm(含)須使用SN490YC 材質
	RH型柱		✓				
大梁	RH鋼骨		✓				含端部蓋板、加勁板、側封板、填塞板、 剪接板、續接板等
	BH鋼骨	✓					
小梁	RH鋼骨		($H \geq 400\text{mm}$) ✓	($H < 400\text{mm}$) ✓			含加勁板、側封板、填塞板等
	BH鋼骨		✓				
其他	圓管	($D \geq 500\text{mm}$) ✓			($D < 500\text{mm}$) ✓		含續接板、填塞板、底板、柱內橫隔板等
	方管					✓	

註:圖說另行規定材質者,依圖說規定。

(五) 其他材料須符合規定：

一般來說柱內隔板材質與鋼梁相同

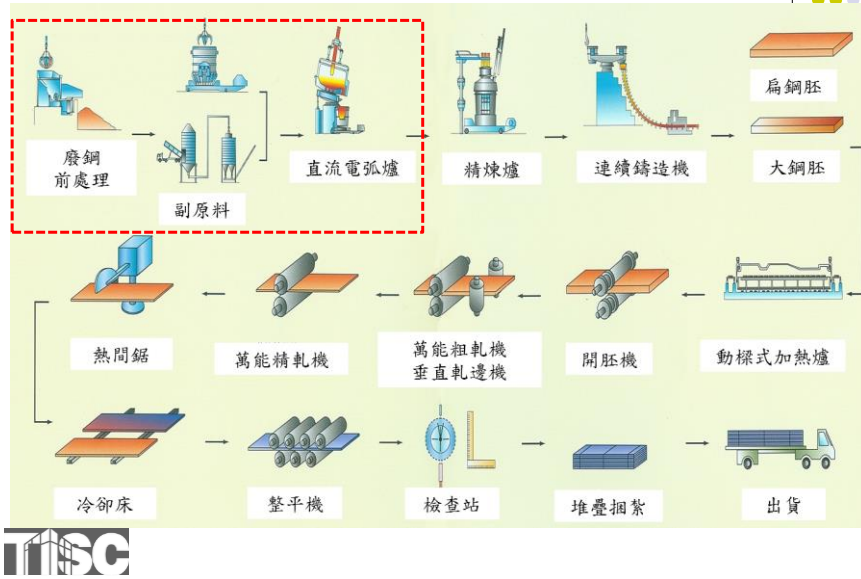
鋼承板 (STEEL DECK)	2W及3W型	須符合 ASTM A653 GRADE 40 G90級規範標準, 雙面鍍鋅量 $\geq 275\text{g/m}^2$, 材料降伏強度 $\geq 2800\text{kgf/cm}^2$, 鋼承板型式詳鋼承板型式圖說。
	縮口型及閉口型	須符合 ASTM A653 GRADE 50 G90級規範標準, 雙面鍍鋅量 $\geq 275\text{g/m}^2$, 材料降伏強度 $\geq 3500\text{kgf/cm}^2$, 鋼承板型式詳鋼承板型式圖說。
高強度螺栓	一般須符合 CNS 12209 F10T、JSS II B09 S10T 控制扭矩型規定, $F_u \geq 10200\text{kgf/cm}^2$; 室外螺栓須符合F8T、S8T控制扭矩型規定, $F_u \geq 81600\text{kgf/cm}^2$	
鉚定螺栓	須符合 ASTM A36 或 A307 GRADE C 之規定	
螺帽	須符合 CNS 11328 或 ASTM A563 或 JIS B1186 F10 之規定	
墊圈	須符合 CNS 11328 或 ASTM F436 或 JIS B1186 F35 之規定	
側撐角鋼、樓梯	須符合 ASTM A36 之規定	
剪力釘(鋼柱、鋼梁)	須符合 CNS 8694、CNS 4689 及 ASTM A108 之規定, 拉力強度 $\geq 4200\text{kgf/cm}^2$, 降伏強度 $\geq 3500\text{kgf/cm}^2$, 試驗須符合 ANSI/AWS D1.1之規定	
背襯板 (BACKING BAR)	採用同強度可銲鋼材背襯板	

大綱

- 前言
- 鋼結構抗彎矩接頭種類
- 施工細則 (**抗彎矩梁柱接頭施工重點**)
- 監造及品管
- 鋼材
- 銲接及WPS相關
- 工廠製造



電弧爐冶煉過程示意圖



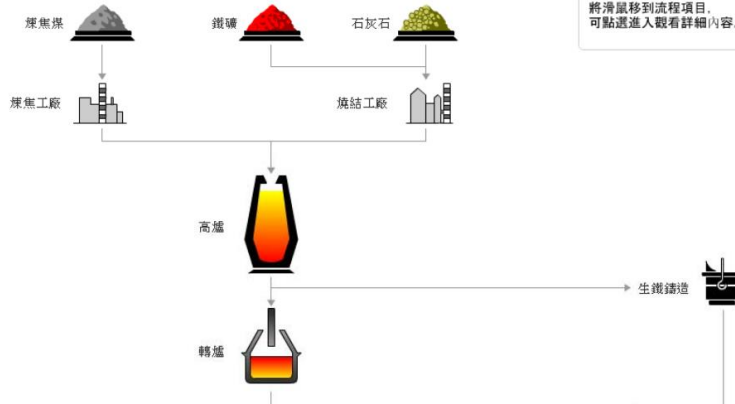
高爐煉鋼





高爐與電爐的差異性

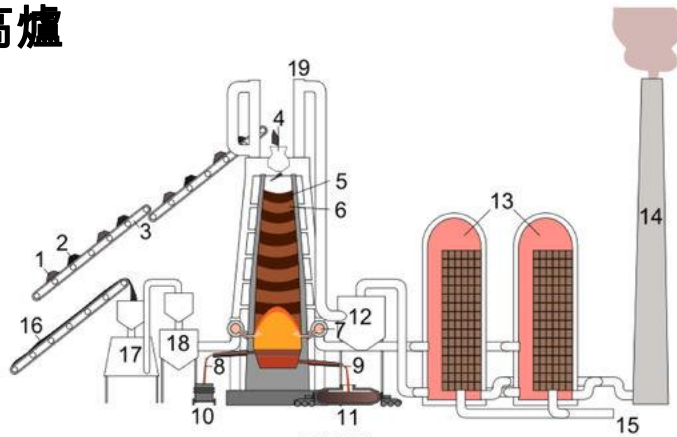
鋼品生產流程圖 STEEL PRODUCTION FLOW CHART



操作說明：
將滑鼠移到流程項目，
可點選進入觀看詳細內容。



高爐

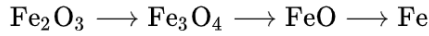


高爐裝置

By Tosaka - Own work, CC BY 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=4210261>
 1.鐵礦石+石灰石燒結 2.焦炭 3.輸送帶 4.投入口 5.焦炭層 6.礦、燒結礦和石灰石層 7.熱風管 (約1200°C) 8.出渣口 9.出鐵水口 10.爐渣集槽 11.鐵水魚雷車 12.旋風除塵器 (分離固體顆粒) 13.熱風爐 14.排煙口 (可以導到破捕獲儲存裝置) 15.熱風爐進氣口 (空氣預熱) 16.煤粉 17.焦炭爐 18.焦炭 19.高爐廢熱氣出口管

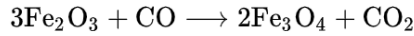
化學反應

實際上還原反應又細分以下三階段。



反應過程溫度以 T 表示

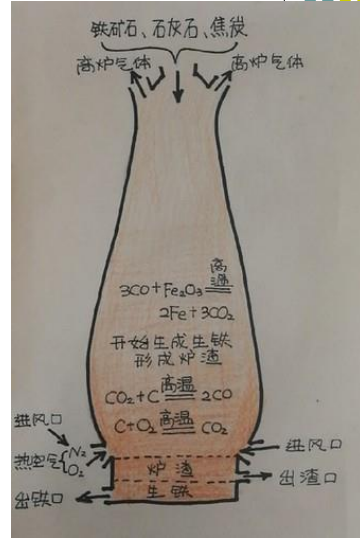
$$320^\circ\text{C} < T < 620^\circ\text{C}$$



$$620^\circ\text{C} < T < 950^\circ\text{C}$$



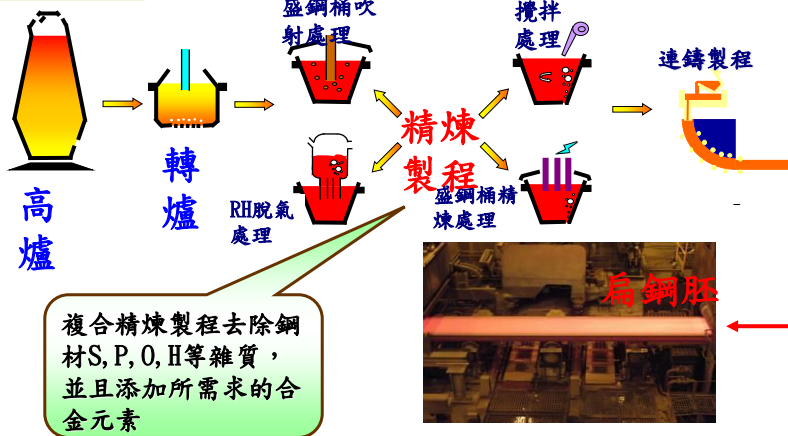
$$950^\circ\text{C} < T$$



高爐與電爐的差異性

煉鐵製程
將鐵礦還原成鐵水
(C>4% 雜質多質脆)

煉鋼製程
去除鐵水中雜質並調整成分(添加合金)



高爐



台灣中鋼



北京首鋼



電爐廠



英網站評全球5座最棒橋



電爐煉鋼

美國綠建築協會於1994年制定LEED，其中規定並鼓勵建築鋼材應大量使用廢鋼資源再生鋼材，迄今已獲得美國政府及世界先進國家政府公共工程廣為採用，也更加速了歐美先進國家電爐煉鋼在建築鋼材領域的發展。



2013年 歐盟電爐佔比39.9%；北美電爐佔比61.1%



資料來源：World Steel

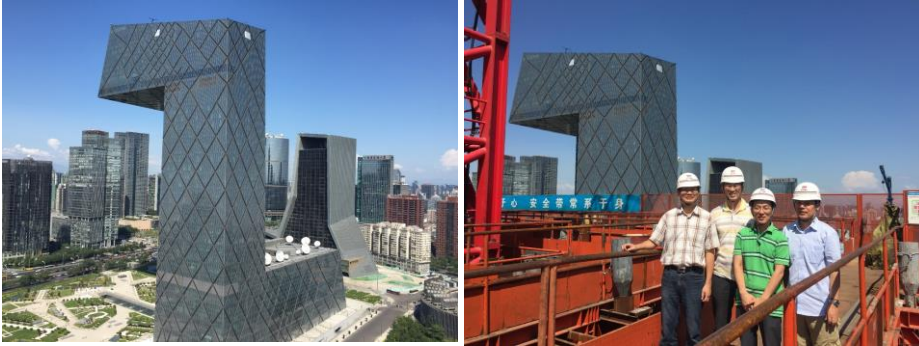


未來的趨勢





還給天空該有的顏色



電爐煉鋼流程—鋼胚

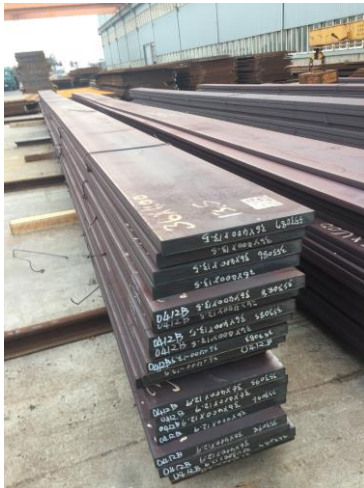




大綱胚



- 窄幅鋼板(扁鋼)—東和鋼鐵，中龍鋼鐵
鋼材軋延種類 鋼，進口鋼板





工廠內查驗要項-鋼材核對與取樣試驗要項

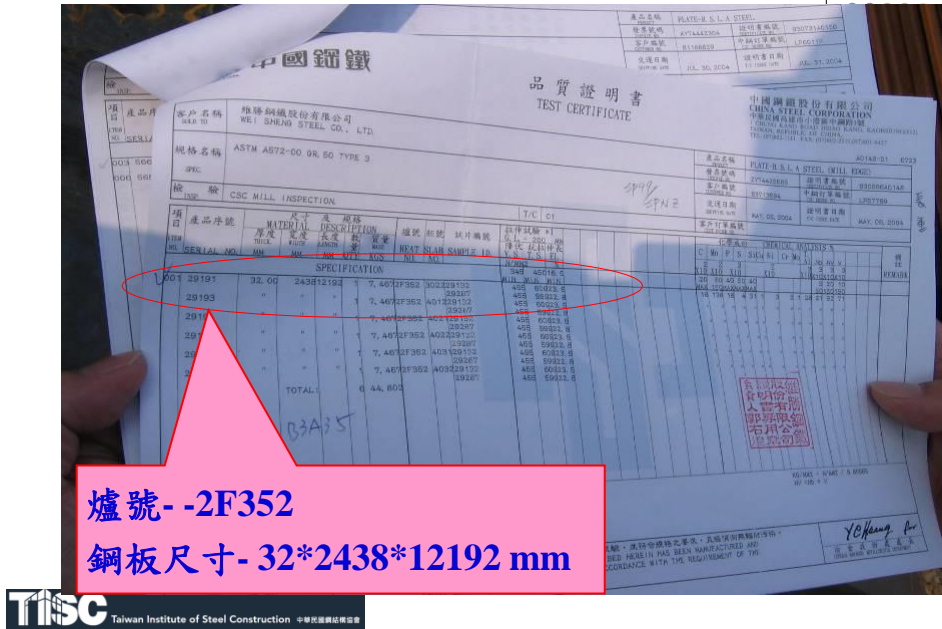
- ✓ 鋼材供應商之品質證明書內容是否符合規範要求。
- ✓ 鋼材供應商之無輻射污染檢測證明書(含進口鋼材)。

82.01.14行政院原能會(82)會輻字第00582號函，應符合下列兩項標準之一：

- (1). 鋼鐵材表面之加馬劑量率(包括背景輻射)不得超過 0.5微西弗/小時(即 $0.5 \mu \text{ Sv/h}$)或五〇微侖目/小時(即 $50 \mu \text{ rem/h}$)。
- (2).或鋼鐵材表面之污染計測率不得超過「背景輻射」之五倍值為鑑定標準。

- ✓ 核對鋼材之爐號與品質證明書是否相符？
- ✓ 核對鋼材之規格與品質證明書是否相符？

查驗要項-核對鋼材之爐號、尺寸與品質證明書是否相符



鋼材取料

(1)、取材方向

主要構件之取材應使其**主要應力之方向與鋼板展軋之方向一致**為原則。

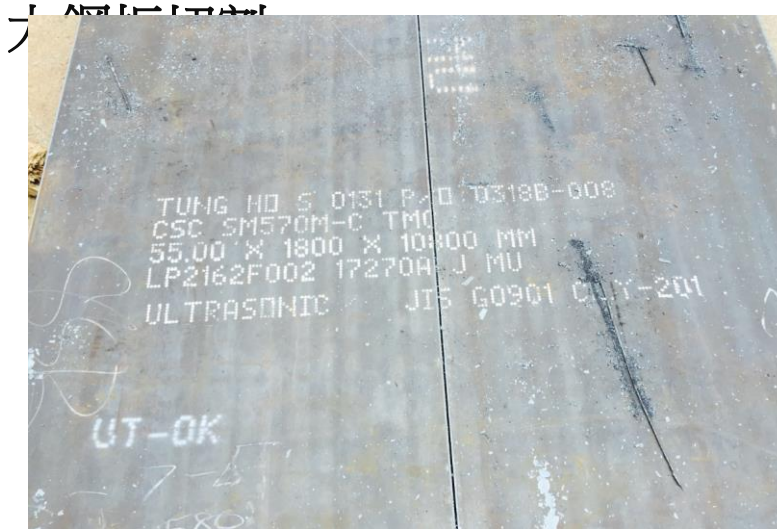
(2)、鋼料續接

所有構材之取材應依設計圖所示之尺寸，**使用整體長度尺寸之鋼材**，鋼料續接應在**最小應力處**續接

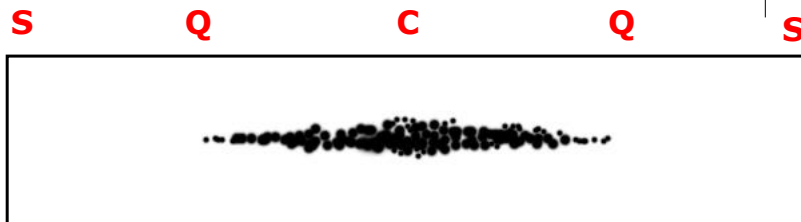
(3)、鋼料材質、形狀、尺寸

鋼料取材前應**確實核對材料表**確定是否符合設計圖規定的**材質形狀及長度尺寸**。





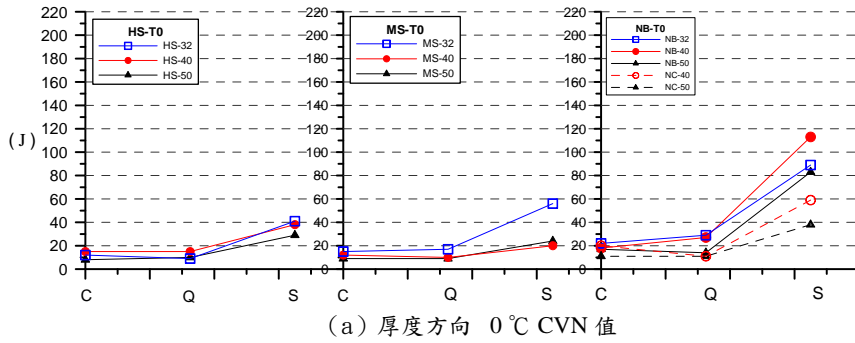
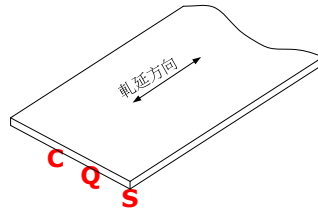
鋼胚中硫化物及介在物示意圖



因硫化物及介在物造成鋼板軋延後，
每個位置的基本性質均不同

硫化鐵熔點是1193°C
軋延加熱溫度1250°C左右

溫度對衝擊值的影響

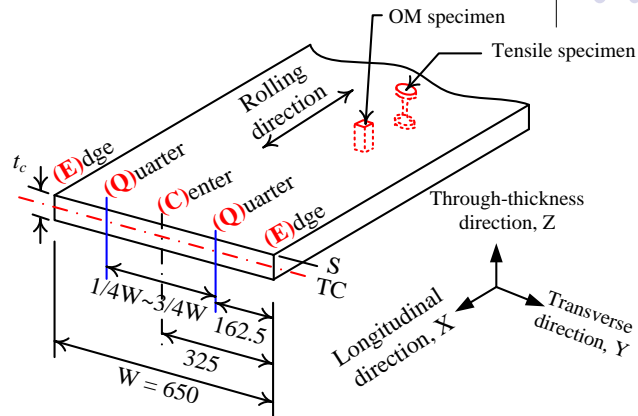


A572及SN490B母材試驗



厚度方向試驗

1. 拉伸試驗
2. CVN
3. 金相觀察

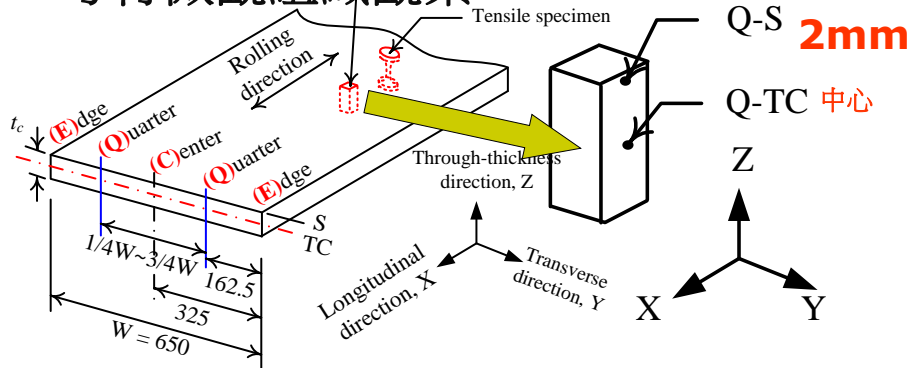




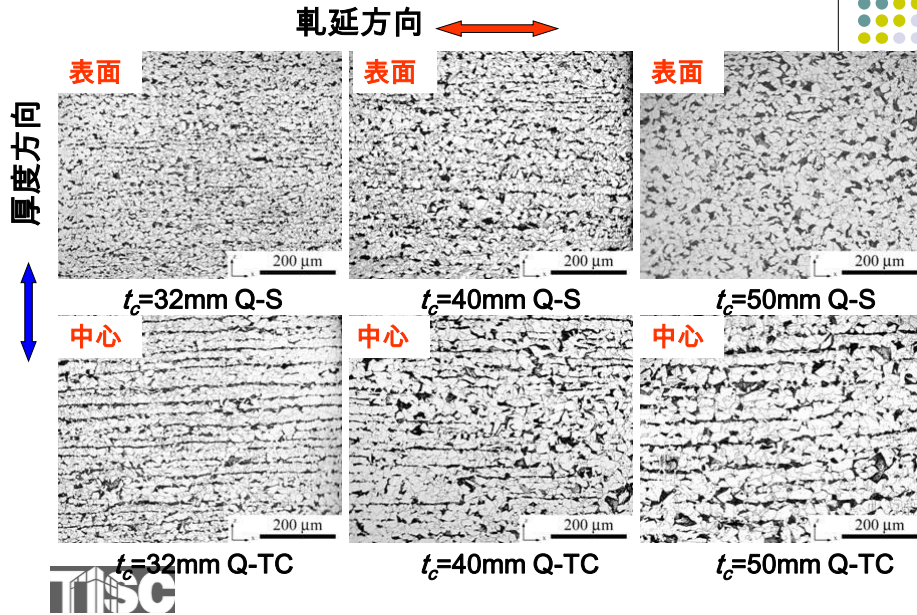
拉斷比較



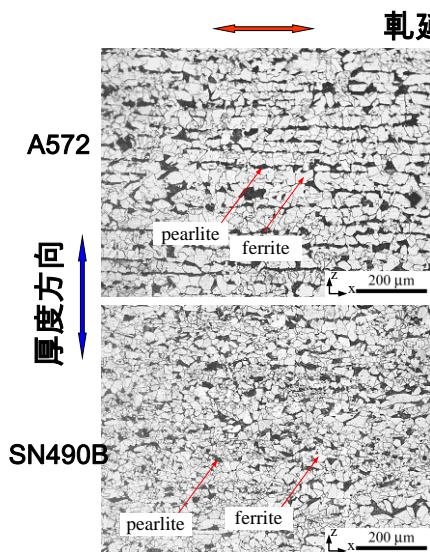
母材微觀組織觀察



板厚與微觀組織(A572)



A922及SN490B母材微觀組織



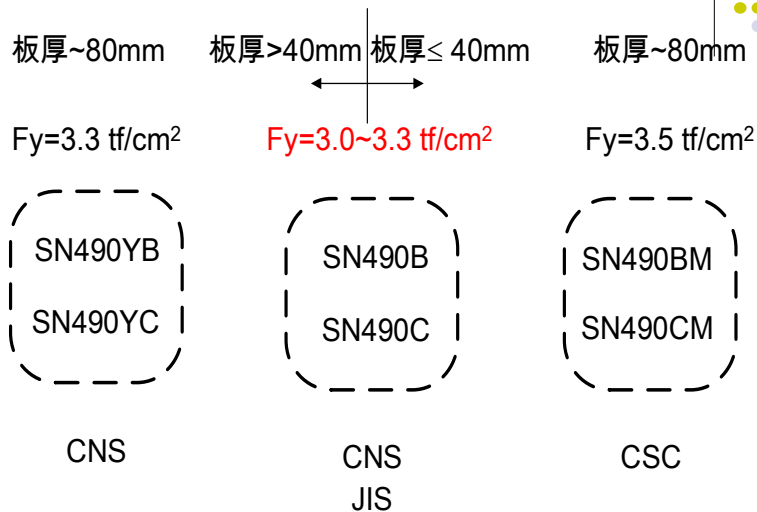
- 白色部分為肥粒鐵 (ferrite)，屬硬度較小，韌性較佳之組織。
- 黑色部分為波來鐵 (pearlite)，硬度大，韌性差之組織。
- SN490B晶粒小，且波來鐵分散在肥粒鐵中，尤其厚度方向上，沒有層狀連續波來鐵組織，韌性優於A572。

鋼種



- 目前大樓主結構常用的鋼材:
- SN490YB、SN490YC、SN490B、SN490C、
- SM570M-CHW、SM570M-B、SM570M-C (4.2 tf/cm²)
- 圓管-STK400, STK490, STKN490
- 方管-STKR400, STKR490
- A36, A572

SN490系列鋼材



SM570M 系列



- 是參考SN系列的精神，配方以SM570為基礎修改
- 為中鋼規格，所以加個(M)odify來區別原來SM570
- 目前SM570M-/B/C 已為CNS產品
- SM570M-CHW是針對有用到ESW鐸接的而開發的板材

SM570M 系列 (CSC規範)



- 鐸接箱型柱 採CHW
- 梁系列採B系列

CHW之板材熱影響區可承受 $\leq 880\text{kJ/cm}$ 之入熱量時，衝擊值達 -5°C 15J以上

中鋼鋼板TMCP製程介紹

TMCP(Thermal Mechanical Control Process)製程，又稱**熱機處理製程**，主要包含**溫度控制軋延(TCR)**及**控制冷卻**兩部份。而控制冷卻，基本上是利用**線上加速冷卻系統**加快鋼板完軋後的冷卻速率，以控制鋼材在冷卻過程中的**變態溫度**及生成的**組織**，使所生產的**TMCP**鋼板具有優異的性質。此製程產線命名為**CSAC** (China Steel Accelerated Cooling)產線。



中鋼CSAC產線規格及特色

加速冷卻系統設備規範

- 供應商：Mannesmann Demac Sack
- 設備大小：2.9M高×24.5M長
- 冷卻區面積：4.1M寬×24M長
- 冷卻型式：上表面：層流(Lamellar)
下表面：噴流(Spray)
- 最大水量：12000M³/hr
- 操作水壓：2atm
- 鋼板處理尺寸：(10~80)mm厚×(1130~4065)mm寬×32M長
- 穿板速度：0.5~2.5M/sec
- 冷卻速率：1.3~50.0°C/sec(視水溫及板厚而定)

中鋼CSAC產線具有優越的**冷卻精度**及**冷卻均勻度**：

- **冷卻精度**：實際**冷卻速率**精度可達10%以內，**完冷溫度**精度可達25°C以內。
- **冷卻均勻度**：裝設有**遮邊罩**(Edge Masking)以避免鋼板邊緣部份過冷現象。

TMCP鋼板進入加速冷卻設備作控制冷卻



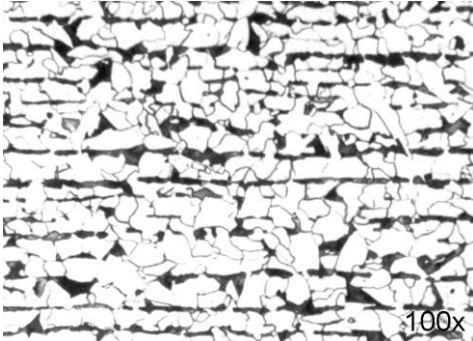
TMCP鋼板控制冷卻後出加速冷卻設備



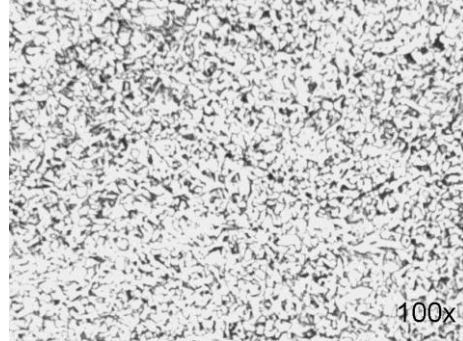
鋼板TMCP前後的微組織比較



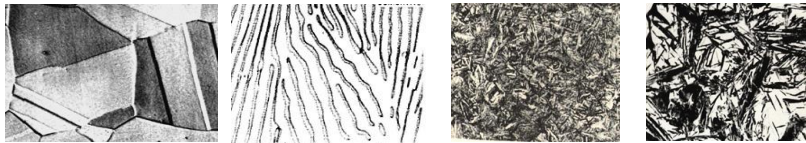
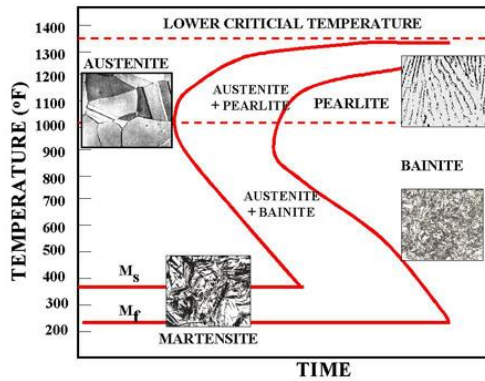
一般鋼板的微組織



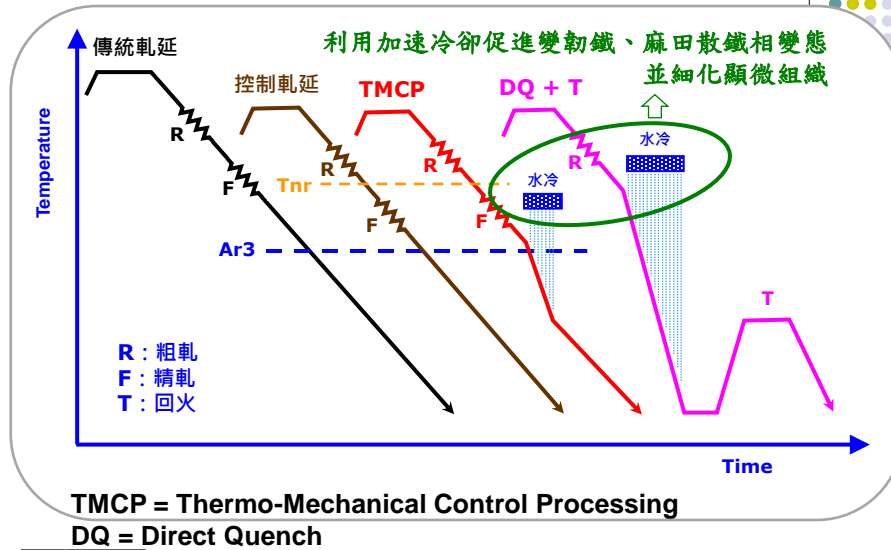
TMCP鋼板的微組織



溫度－變態圖 (Time-Temperature-Transformation. Diagram/T-T-T Diagram)



鋼板軋延製程的發展與比較



大綱

- 前言
- 鋼結構抗彎矩接頭種類
- 施工細則 (抗彎矩梁柱接頭施工重點)
- 監造及品管
- 鋼材
- 銲接及WPS相關
- 工廠製造



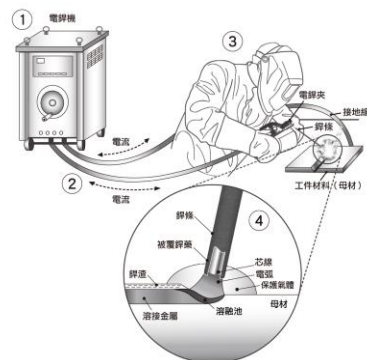
銲接設備及原理

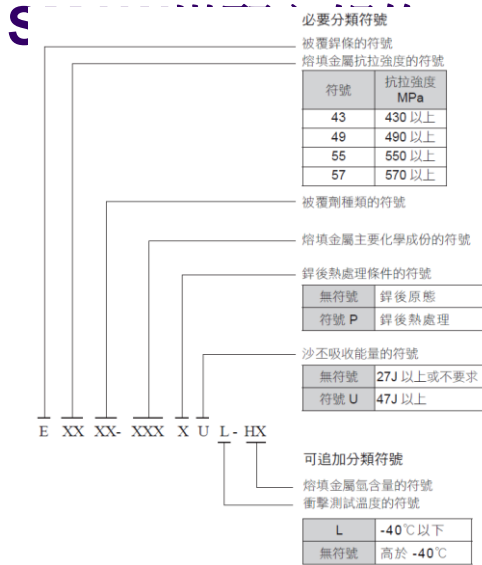
- 遮護金屬電弧銲（SMAW）
- 氣體遮護金屬電弧銲（搭配實心銲線,GMAW）
- 包藥銲線電弧銲（FCAW）
- 潛弧銲接（SAW）
- 電熱熔渣銲（ESW）



遮護金屬電弧銲（SMAW）俗稱：手銲

藉由被覆銲條與工作母材間產生的電弧為熱源，將銲條與母材熔融以達到接合目的。



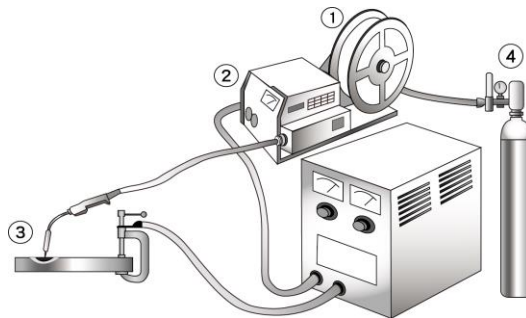


最常見的是E7016
但要注意的
是所引用之規範是AWS，
所對應CNS的是E4916

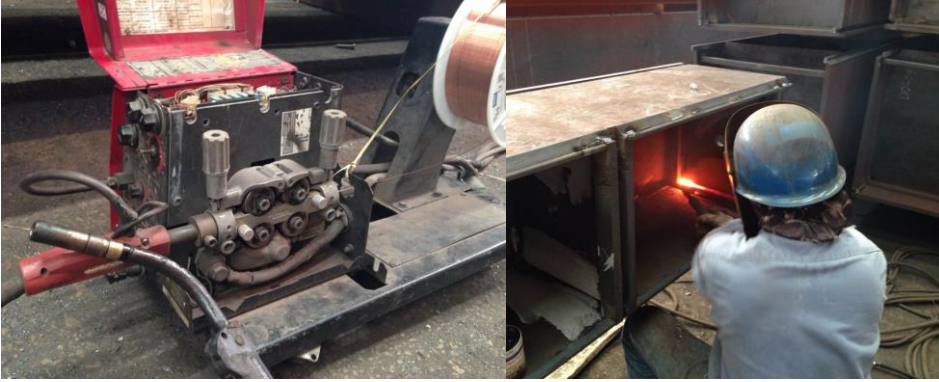
修補常用的是E6013

氣體遮護金屬電弧銲 (搭配實心銲線, GMAW)

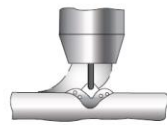
使用實心銲線為電極，由馬達持續送線自銲槍前端之銲嘴送出並與母材接觸產生電弧，經由電弧熱熔融銲線與母材以達接合目的。



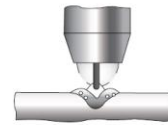
氣體遮護金屬電弧銲 (搭配實心銲線, GMAW)



施做空間之限制及可能造成的銲接缺陷



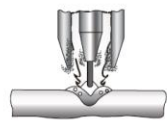
(a) 銲接區風速太強



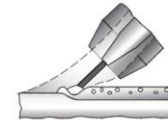
(b) 遮護氣體流量不足



(c) 遮護氣體流量太高導致擾流



(d) 遮護氣罩受銲渣物阻塞導致擾流及外圍空氣滲入



(e) 銲槍傾斜角度太大外圍導致空氣滲入

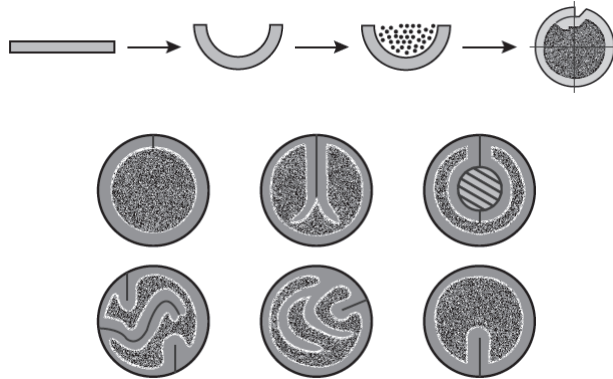


(f) 遮護罩離工件太遠導致氣體遮護不足



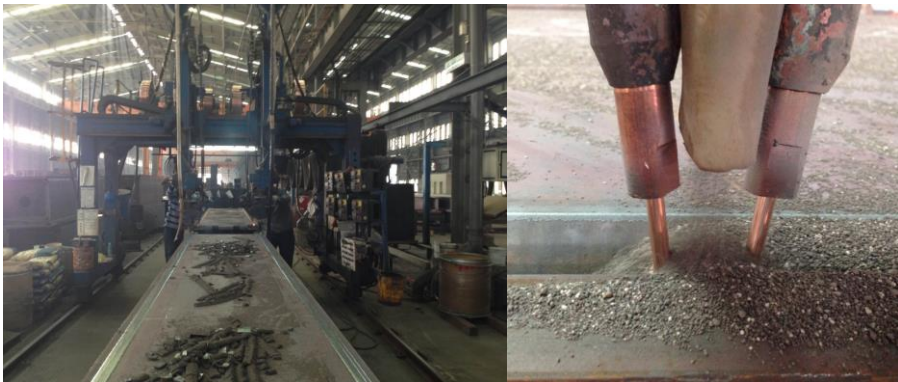
包藥鋁線電弧鋁 (FCAW)

鋁接設備同GMAW，
實務上會配合遮護氣體使用

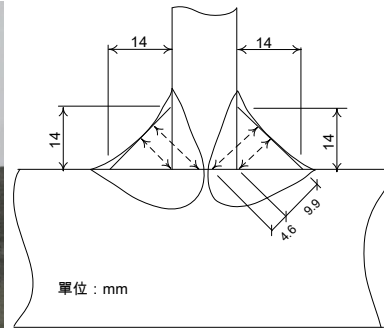
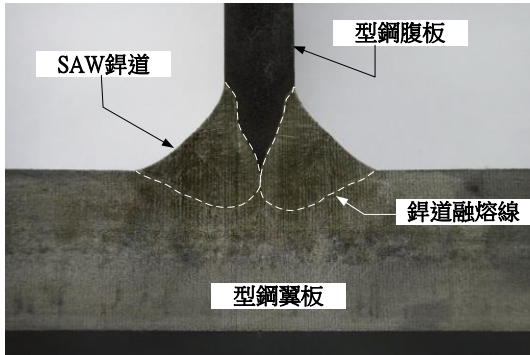


潛弧鋁接 (SAW)

送線機將成捲型之實心鋁線送出，與母材間形成電弧，藉由電弧熱熔融母材及鋁線形成鋁接金屬。電弧產生位置於鋪設之鋁藥下方，故稱為潛弧鋁。



SAW熔填效率



電熱熔渣鋁 (ESW)

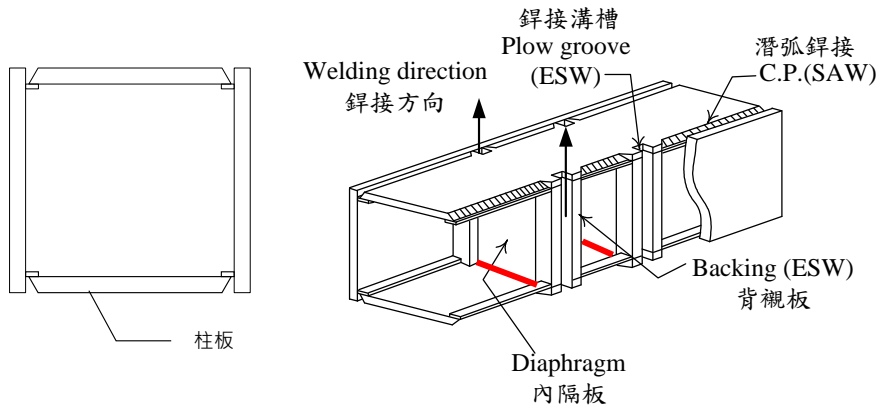


利用電阻熱熔融由送線機經鋁接導管連續傳送之鋁線，於熔池內與母材、鋁線持續熔融形成鋁接金屬，由下方開始向上鋁接。

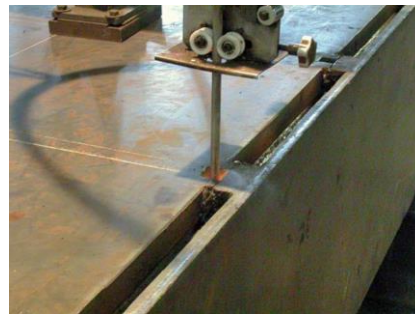
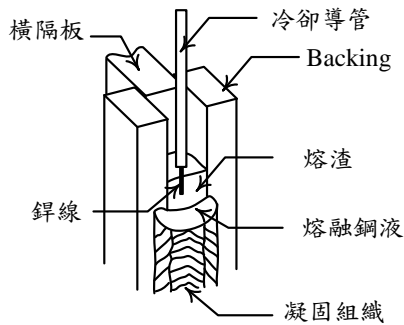




ESW之應用



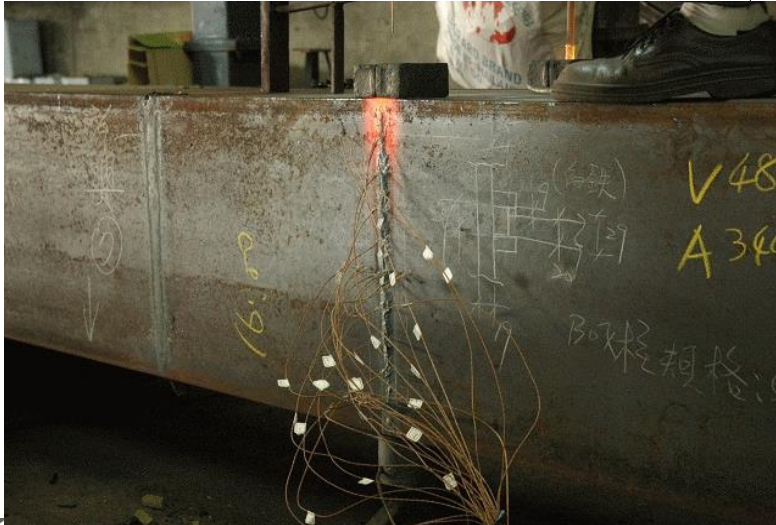
電熱熔渣銲接 (ESW)



此圖未顯示柱板

●ESW為單次銲道，銲接中若中斷必須在熔渣還沒有凝固之前重新起弧。

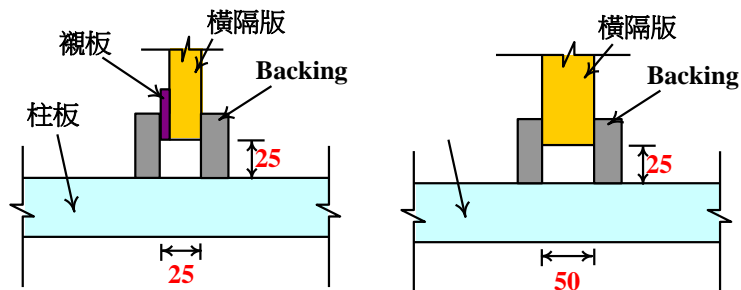
電熱熔渣銲接



TSC

各種銲接方法入熱量之比較

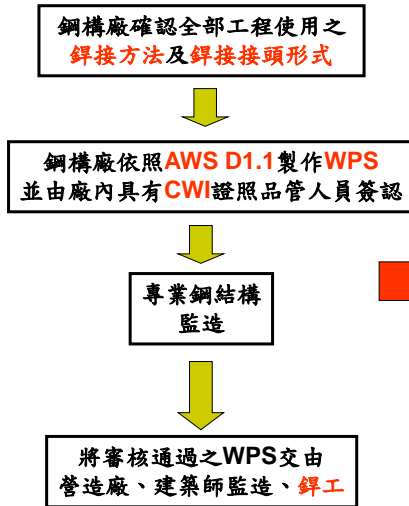
- SMAW 約35 KJ/cm
- FCAW、GMAW 25-30 KJ/cm
- SAW 約100 KJ/cm
- ESW 450-1000 KJ/cm



168

銲接程序 (WPS)

WELDING PROCEDURE SPECIFICATION



銲工拿到WPS後必須仔細檢查其內容，若無異議，往後銲接中之查驗均照依照WPS所記載。若違反超出WPS記載之範圍，將視為不合格之銲道。

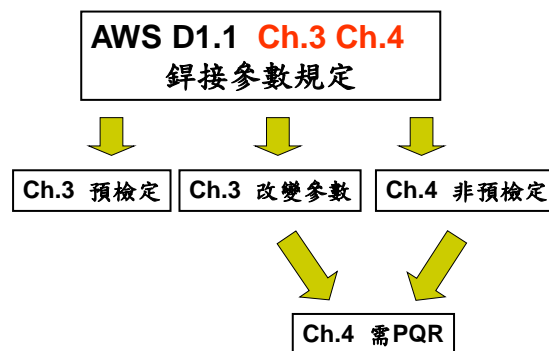
若銲工對所通過之WPS有異議，則請鋼構廠重新製作合格之WPS並重新送審。

如何審核(WPS)

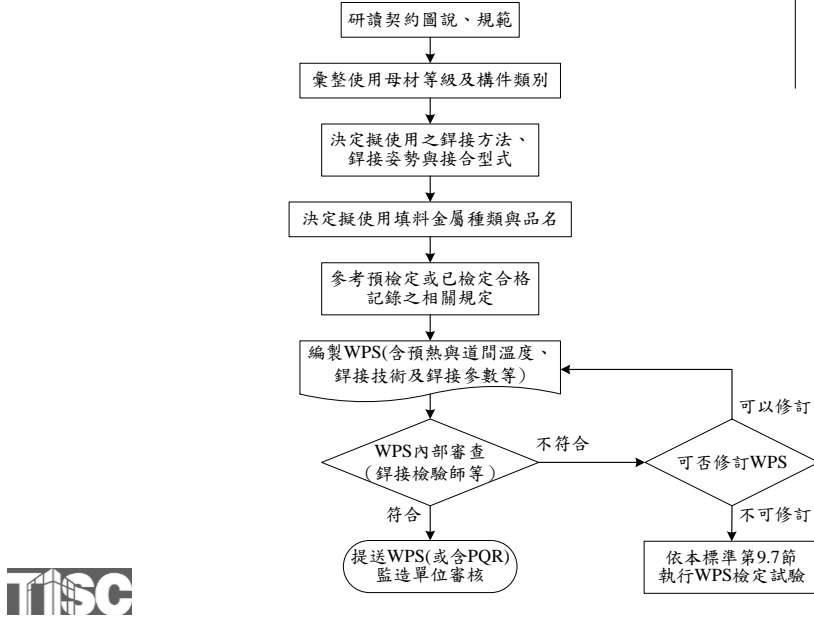
WELDING PROCEDURE SPECIFICATION



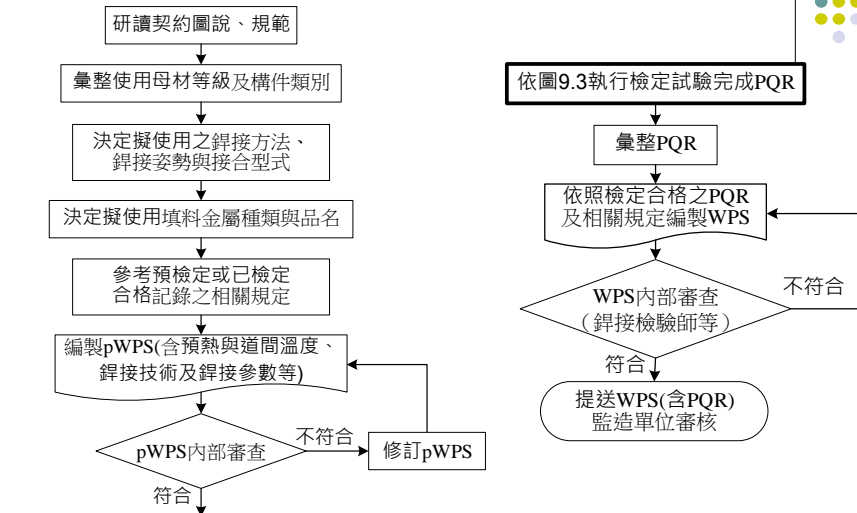
ASTM規格參考” AWS D1.1 “
CNS規格參考國內最新頒佈之” 鋼構造建築物鋼結構施工規範”



預檢定或已檢定合格銲接程序規範書作業流程



須檢定銲接程序規範書作業流程





WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (WPS) 銲接程序規範書

預檢定 PREQUALIFIED : Yes (✓) NO () 銲接方式 WELDING PROCESSES : SMAW

接頭設計 JOINT DESIGN USED 接頭編號與形式 Type : TC-U4a (T-Joint) 單邊銲道 Single (✓) 雙邊銲道 Double Weld () 背襯板 : Yes (✓) NO () 背襯板材料 Backing Material : 同母材 背襯板厚度 : 12mm 根部間隙 Root Opening : 6 mm 根部尺寸尺寸 Root Face Dimension : _____ 開槽角度 Groove Angle : 45° 開槽半徑 Radius(J-U) : _____ 背割 Back gouging : Yes () NO (✓)	姿勢 POSITION 開槽銲 Groove : 平銲 填角銲 Fillet : _____ 立銲前進方向 Vertical Progression : 由下往上 Up : _____ 由上往下 Down : _____
母材 BASE METALS 材料規格 Material : ASTM A992 形式或等級 Type or Grade : Gr.50 厚度 : 開槽 Groove : ($t_r=20-50\text{mm}$ $t_f=50\text{mm}$) 填角 Fillet : _____	電流性質 ELECTRICAL CHARACTERISTICS 轉換形式 Transfer Mode 貼弧 Short-Circuiting : _____ 球狀 Globular : _____ 電流 Current : 交流 AC : ✓ 直流正極 DCEP : _____ 直流負極 DCEN : _____ 脈衝式 Pulsed : _____ 其他 Other : _____
焊材 FILLER METALS 規格 AWS Specification : A5.1 等級 AWS Classification : E7016	銲接技術 TECHNIQUE 直線或擺動 Stringer or Weave Bead : Weave Bead 多層或單層銲 Multi-Pass or Single Pass(Per Side) : Multi-Pass 銲材編號 Number of Electrodes : _____ 電極間隙 Electrode Spacing 縱向 Longitudinal : _____ 橫向 Lateral : _____ 角度 Angle : _____
被覆材料 SHIELDING 銲粉 Flux : _____ 氣體 Gas : _____ 銲條銲粉配合 (等級) 成分 Composition : _____ 流量 Flow Rate : _____ 氣體出口口徑 Gas Cup Size : _____	槍嘴距離 Contact Tube to Work Distance : _____ 敲擊 Peening : N/A 層間清理 Interpass Cleaning : 除渣 銲機種類 Weld Machine : _____ 銲接程序編號 Procedure No. : _____
預熱溫度 Preheat Temp 與 層間溫度 Interpass Temp 預熱溫度 Prcheat Temp 與層間溫度 Interpass Temp : 最小 Min 65°C ; 最大 Max 200°C	



接上頁

銲接程序

WELDING PROCEDURE

層次 Pass or Weld Layer(S)	銲材 Consumable 尺寸 Diameter	電流 Current		電壓 Volts	行走 速度 Travel Speed	結合形式 Joint Details								
		形式或電極 Type&Polarity	安培或銲線速度 Amps or Wire Feed Speed											
1	4 mm	AC	140 A ~ 190 A											
2 ~ n	6 mm		250 A ~ 320 A											
						<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>R</td> <td>t_f</td> <td>t_e</td> <td>α</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>50</td> <td>20 · 32 · 40 · 50</td> <td>45°</td> </tr> </table>	R	t_f	t_e	α	6	50	20 · 32 · 40 · 50	45°
R	t_f	t_e	α											
6	50	20 · 32 · 40 · 50	45°											

預檢定之銲接程序



Table 3.1
Prequalified Base Metal—Filler Metal Combinations for Matching Strength (see 3.3)

Group	Steel Specification Requirements				Filler Metal Requirements						
	Steel Specification	Minimum Yield Point/Strength		Tensile Range		Process	AWS Electrode Specification				
		kksi	MPa	kksi	MPa		Electrode Classification				
G	ASTM A 36	C ≤ 3/4 in. [20 mm]	36	250	58-80	400-550	SMAW	A5.1	E60XX, E70XX		
	ASTM A 53	Grade B	35	240	60 min	415 min		A5.5 ^f	E70XX-X		
	ASTM A 106	Grade B	35	240	60 min	415 min	SAW	A5.17	F6XX-E6XX, F6XX-E6XXX, F7XX-E6XX, F7XX-E6XXX		
	ASTM A 131	Grades A, B, CS, D, DS, E	34	235	58-71	400-400		A5.23 ^f	F7XX-E6XX-XX, F7XX-E6XX-XX		
	ASTM A 139	Grade B	35	241	60 min	414 min		GMAW	A5.18	ER70S-X, E70C-XX, E70C-XM (Electrodes with the -GS suffix shall be excluded)	
	ASTM A 381	Grade Y35	35	240	60 min	415 min			A5.28 ^f	ER70S-XXX, E70C-XXX	
	ASTM A 500	Grade A	33	228	43 min	310 min		FCAW	A5.20	E6XT-X, E6XT-XM, E7XT-X, E7XT-XM (Electrodes with the -2, -2M, -3, -10, -11, -14, and -GS suffix shall be excluded and electrodes with the -11 suffix shall be excluded for thicknesses greater than 1/2 in. [12 mm])	
		Grade B	42	290	58 min	400 min			API 5L	A5.29 ^f	E6XT-X, E6XT-XM, E7XT-X, E7XT-XM
		Grade C	46	317	62 min	427 min				ABS	
		Grade 55	30	205	55-75	380-515					
	Grade 60	32	220	60-80	415-550						
	Grade I	35	240	60-85	415-586						
	Grade II	30	205	55-80	380-550						
I	ASTM A 573	Grade 65	35	240	65-77	450-530					
		Grade 58	32	220	58-71	400-400					
I	ASTM A 709	Grade 36 (≤ 3/4 in. [20 mm])	36	250	58-80	400-550					
	ASTM A 1008 SS	Grade 30	30	205	45 min	330 min					
I	ASTM A 1011 SS	Grade 33 Type 1	33	230	48 min	330 min					
		Grade 40 Type 1	40	275	52 min	360 min					
		Grade 30	30	205	40 min	340 min					
		Grade 33	33	230	52 min	360 min					
		Grade 30 Type 1	36	250	53 min	365 min					
	Grade 40	40	275	55 min	380 min						
	Grade 45	45	310	60 min	410 min						
	Grade B	35	240	60	415						
	Grade X42	42	290	58-71	400-400						
	Grade A, B, D, CS, DS			58-71	400-400						
	Grade E ^g			58-71	400-400						

銲接姿勢



(a) 平銲(Flat)



(b) 橫銲(Horizontal)



(c) 仰銲(Overhead)



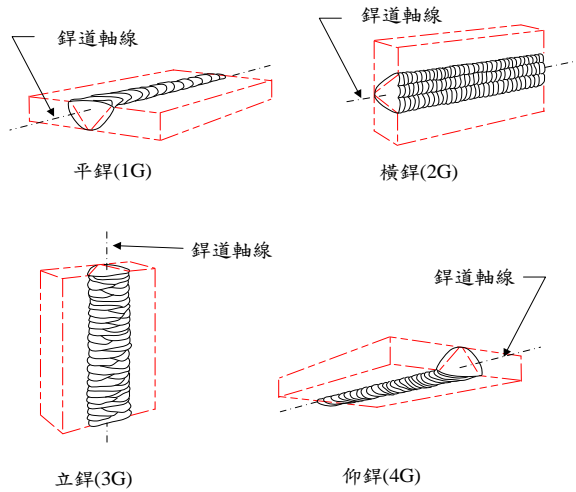
(d) 立銲(Vertical)

銲接學 / 陳志鵬 教授

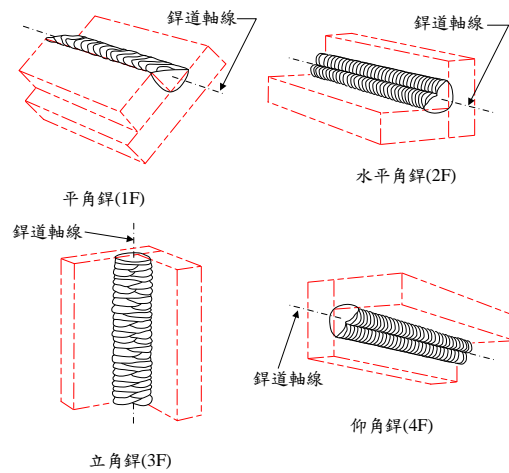




開槽全滲透鐸接姿勢



填角鐸接姿勢



預檢定之銲接程序



表4.2-2 預檢定最低預熱及最低道間溫度

類別	CNS	鋼材規格	銲接方法	接合之最大板厚T(mm)	最低預熱及道間溫度(°C)	
I	2947	SM400(A,B,C)(註2)	使用非低氬系銲條的 遮護金屬電弧銲(SMAW)	$3 \leq T \leq 20$	0 (註1)	
	4269	SMA400(AW,BW,CW,AP,BP,CP)(註2)		$20 < T \leq 38$	65	
	4435	STK400		$38 < T \leq 65$	110	
	7141	STKR400				
	7993	WH400		$T > 65$	150	
	13812	SN400(A,B,YB,C,YC)(註2)				
15727	STKN400(W,B)					
II	2947	SM400(A,B,C)	使用低氬系銲條的 遮護金屬電弧銲(SMAW) 潛弧銲(SAW) 氣體遮護金屬電弧銲(GMAW) 包藥銲線電弧銲(FCAW)	$3 \leq T \leq 20$	0 (註1)	
	4269	SMA400(AW,BW,CW,AP,BP,CP)		$20 < T \leq 38$	10	
	4435	STK400				
	7141	STKR400		$38 < T \leq 65$	65	
	7993	WH400				
	13812	SN400(A,B,C,YB,YC)		$T > 65$	110	
	15727	STKN400(W,B)				
	2947	SM490(A,B,C,YA,YB)		氣體遮護金屬電弧銲(GMAW)	$T > 65$	110
	2947	SM520(B,C)				
	4269	SMA490(AW,BW,CW,AP,BP,CP)				
	4435	STK490、STK500				
4620	SPA-H					
7141	STKR490	包藥銲線電弧銲(FCAW)	$T > 65$	150		
13812	SN490(B,YB,C,YC)					
15727	STKN490B					
III	2947	SM570	使用低氬系銲條的 遮護金屬電弧銲(SMAW) 潛弧銲(SAW) 氣體遮護金屬電弧銲(GMAW) 包藥銲線電弧銲(FCAW)	$3 \leq T \leq 20$	10	
	4269	SMA570(W,P)		$20 < T \leq 38$	65	
	4435	STK540		$38 < T \leq 65$	110	
				$T > 65$	150	

179

表4.2-3 預檢定銲接程序規範書之規定內容

參數	銲接姿勢	銲道種類	SMAW	SAW(註4)			GMAW/ FCAW
				單電極	平行電極	多電極	
最大銲條 (線)直徑	平銲	填角銲(註1)	8.0mm	6.4mm			3.2mm
		開槽銲(註1)	6.4mm				
		底道	4.8mm				
	橫銲	填角銲	6.4mm	6.4mm			3.2mm
		開槽銲	4.8mm	WPS需檢定試驗			
		立銲	全部	4.8mm(註2)	(不適用)(註6)		
	仰銲	全部	4.8mm(註2)				
最大 電流	全姿勢	填角銲	在填料 金屬製	1000A	1200A	在填料 金屬製 造廠所 建議的 範圍內	
		開槽銲道(底道有間隙)	造廠所 建議的 範圍內	600A	700A		
		開槽銲道(底道無間隙)	造廠所 建議的 範圍內	900A	1200A		
		開槽銲道充填道	造廠所 建議的 範圍內	不限制			
最大 底道 厚度 (註4)	全部	平銲	10mm	不限制			10mm
		橫銲	8mm				8mm
		立銲	12mm	(不適用)(註6)			12mm
		仰銲	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)	填角銲	平銲	10mm	不限制			12mm
		橫銲	8mm	8mm	12mm	10mm	
		立銲	12mm	(不適用)(註6)			12mm
		仰銲	8mm				8mm
最大單道 銲層寬度	全姿勢 (GMAW/ FCAW)	根部間隙>12mm 或	(不適用) (註6)	錯層	橫向置換式銲線 或分開錯層	錯層	錯層
	平及橫銲 (SAW)	任何一層寬W		錯層若 W>16mm	若W>16mm,縱 列式銲線,分開錯 層	若W>25 mm,錯 層	(註5)

180



銲道形式

單斜槽銲道(4)
T型接合(T)
角隅接合(C)

單位:mm

銲接方法	接合記號	母材厚度 (U:無限制)		開槽準備				容許銲接姿勢	FCAW 遮護氣體	備註		
				根部間隙	開槽角度	公差						
						細部圖裕度	組裝後公差					
SMAW	TC-U4a	U	U	R=6	$\alpha=45^\circ$	R=+2,-0 $\alpha=+10^\circ,-0^\circ$	+6,-2 +10°,-5°	全姿勢	—	5,7,11,15		
				R=10	$\alpha=30^\circ$			F,V,OH	—	5,7,11,15		
GMAW FCAW	TC-U4a-GF	U	U	R=5	$\alpha=30^\circ$			R=+2,-0 $\alpha=+10^\circ,-0^\circ$	+6,-2 +10°,-5°	全姿勢	需要	1,7,11,15
				R=10	$\alpha=30^\circ$					F	不需要	1,7,11,15
				R=6	$\alpha=45^\circ$					全姿勢	不需要	1,7,11,15
SAW	TC-U4a-S	U	U	R=10	$\alpha=30^\circ$					R=+2,-0 $\alpha=+10^\circ,-0^\circ$	+6,-2 +10°,-5°	F
				R=6	$\alpha=45^\circ$							

181



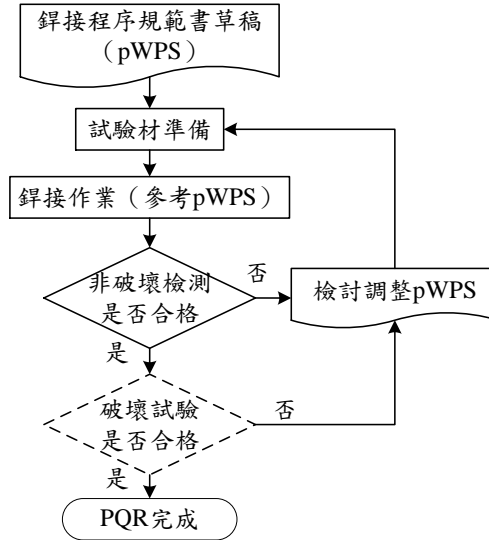
非預檢定之銲接程序規範書



- 超出AWS D1.1 第3章之規定
- 依照第4章規定之檢定項目、及內容加以重新評定



銲接程序檢定試驗作業流程



WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (WPS)

銲接程序規範書

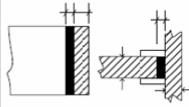
預檢定PREQUALIFIED : Yes () NO (✓) 銲接方式WELDING PROCESSES : ESW
 銲接檢定記錄PROCEDURE QUALIFICATION RECORDS (PQR) : PQR #1

接頭設計 JOINT DESIGN USED 接頭形式 Type : <u>1 單邊施銲</u> 單邊施銲 Single <input checked="" type="checkbox"/> 雙邊施銲 Double Weld <input type="checkbox"/> 檔板 : Yes (✓) NO () 檔板材料 Backing Material : <u>同母材</u> 根部開隙 Root Opening : <u>25 mm</u> 根部尺寸 Root Face Dimension : <u> </u> 開槽角度 Groove Angle : <u> </u> 半徑 Radius(R-U) : <u> </u> 背割 Back gouging : Yes () NO (✓) 檔板厚度 : <u>25 mm</u>	姿勢 POSITION 開槽 Groove : <u>立銲</u> 填角銲 Fillet : <u> </u> 立銲前進方向 Vertical Progression : 由下往上 Up : <input checked="" type="checkbox"/> 由上往下 Down : <input type="checkbox"/>
母材 BASE METALS 材料規格 Material : <u>ASTM A992</u> 形式或等級 Type or Grade : <u>Gr 50</u> 厚度 Thickness : ($t_t = 20 \text{ mm}$ $t_g = 50 \text{ mm}$)	電流性質 ELECTRICAL CHARACTERISTICS 轉換形式 Transfer Mode 貼弧 Short-Circuiting : <u> </u> 球狀 Globular : <u> </u> 電流 Current : 交流 AC : <u> </u> 直流正極 DCEP : <input checked="" type="checkbox"/> 直流負極 DCEN : <u> </u> 脈衝式 Pulsed : <u> </u> 其他 Other : <u> </u>
銲材 FILLER METALS 規格 AWS Specification : <u>A5.25</u> 等級 AWS Classification : <u>ES-G-EW</u>	銲接技術 TECHNIQUE 直線或擺動 Stringer or Weave Bead : <u>擺動</u> 多層或單層 Multi-Pass or Single Pass (Per Side) : <u>Single</u> 銲材編號 Number of Electrodes : <u>天泰 KF600/KW-6</u> 電極間隔 Electrode Spacing 縱向 Longitudinal : <u> </u> 橫向 Lateral : <u> </u> 角度 Angle : <u> </u>
被覆材料 SHIELDING 銲粉 Flux : <u>AWS FES70</u> 氣體 Gas : <u> </u> 成分 Composition : <u> </u> 銲絲銲粉配合 (等級) 流量 Flow Rate : <u> </u> Electrode Flux(Class) 氣體出口口徑 : <u> </u> <u>FES70-ES-G-EW</u> Gas Cup Size : <u> </u>	槍嘴距離 Contact Tube to Work Distance : <u> </u> 敲擊 Peening : <u> </u> 層間清理 Interpass Cleaning : <u> </u> 銲機種類 Weld Machine : <u> </u> 銲接程序編號 Procedure No. : <u> </u>
預熱 PREHEAT 預熱溫度 Preheat Temp : 最小 Min <u>66</u> °C 層間溫度 Interpass Temp : 最小 Min <u>N/A</u> 最大 Max <u>N/A</u>	



接上頁

銲接程序
WELDING PROCEDURE

層次 Pass or Weld Layer(S)	銲材 Consumable	電流 Current		電壓 Volts	行走 速度 Travel Speed	接頭細部 Joint Details						
		尺寸 Diameter	形式或電極 Type&Polarity				安培或銲線速度 Amps or Wire Feed Speed					
Single	1.6 mm	DC(+)	370 A - 380 A W.F.S 11-12 m/min	40 V - 45 V	3-4 cm/min	 <table border="1" data-bbox="839 647 1025 701"> <thead> <tr> <th>R</th> <th>t_d</th> <th>t_e</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>25</td> <td>50</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table>	R	t _d	t _e	25	50	20
R	t _d	t _e										
25	50	20										

ESW非預檢定之銲接程序 需PQR



銲接程序試驗-送實驗室進行試驗



不依據銲接程序執行結果



- 以FCAW實際案例說明
(此部分資料由 紀宏廷/王燈松 先生 提供)

鋼結構工程 - 鐸材試驗



試片A：首銳鐸材鐸工.電鐸第5道後，等待鐸道溫度下降之現況



鋼結構工程 - 鐸材試驗



試片A：首銳鐸材鐸工.電鐸第6道前量得之溫度 = 215°C



鋼結構工程 - 銲材試驗

試片A：首銳銲材銲工.電銲第6道後，等待銲道溫度下降之現況



鋼結構工程 - 銲材試驗

試片A：首銳銲材銲工.電銲第7道前量得之溫度 = 235°C



鋼結構工程 - 銲材試驗



試片A：首銳銲材銲工.電銲第7道後，等待銲道溫度下降之現況



鋼結構工程 - 銲材試驗



試片A：首銳銲材銲工.電銲第8道前量得之溫度 = 224°C



鋼結構工程 - 鐸材試驗



試片A：首銳鐸材鐸工.電鐸第8道後，等待鐸道溫度下降之現況



鋼結構工程 - 鐸材試驗



試片A：首銳鐸材鐸工.電鐸第9道前量得之溫度 = 197°C



鋼結構工程 - 鐸材試驗



試片A：首銳鐸材鐸工.電鐸第10道前量得之溫度 = 215°C



鋼結構工程 - 鐸材試驗



試片A：首銳鐸材鐸工.電鐸第11道前量得之溫度 = 228°C



鋼結構工程 - 鋁材試驗

試片A：首銳鋁材鋁工.電鋁第12道前量得之溫度 = 205°C



鋼結構工程 - 鋁材試驗

試片A：首銳鋁材鋁工.電鋁第13道前量得之溫度 = 212°C



鋼結構工程 - 鐸材試驗



試片A：首銳鐸材鐸工.電鐸第13道後量得之溫度 = 257°C



鋼結構工程 - 鐸材試驗



試片A：首銳鐸材鐸工.電鐸第13道後量得之溫度 = 285°C



鋼結構工程 - 銲材試驗



試片B：中鋼結構.銲工考試合格之電銲工，執行銲材試驗電銲工作



鋼結構工程 - 銲材試驗



試片B中鋼結構.銲工考試合格之電銲工，執行銲材試驗電銲工作

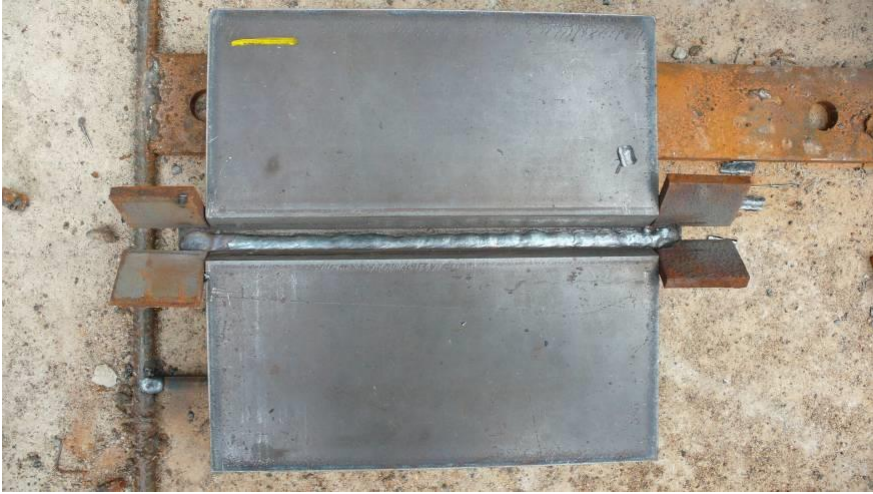
比照一般工地銲工電銲習慣：：

電銲第1道 ~ 第13道，均無等待層間溫度下降，直接進行電銲

鋼結構工程 - 鐸材試驗



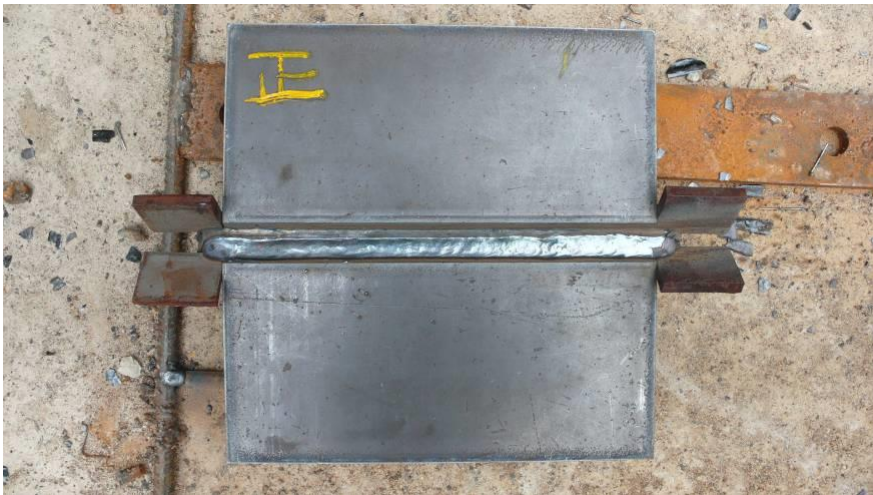
試片B：中鋼結構鐸工.電鐸第1道鐸道完成



鋼結構工程 - 鐸材試驗



試片B：中鋼結構鐸工.電鐸第1~第5鐸道完成，均不量測溫度



鋼結構工程 - 鐸材試驗

試片B：中鋼結構鐸工.電鐸第6道後量得之溫度 = 268°C



鋼結構工程 - 鐸材試驗

試片B：中鋼結構鐸工.電鐸第7道後量得之溫度 = 320°C



鋼結構工程 - 鐸材試驗

試片B：中鋼結構鐸工.電鐸第8道後量得之溫度 = 352°C



鋼結構工程 - 鐸材試驗

試片B：中鋼結構鐸工.電鐸第10道後量得之溫度 = 370°C



鋼結構工程 - 鐸材試驗



試片B：中鋼結構鐸工.電鐸第12道後量得之溫度 = 396°C



鋼結構工程 - 鐸材試驗



試片B：中鋼結構鐸工.電鐸第12道後量得之溫度 = 412°C



鋼結構工程 - 鐸材試驗

試片B：中鋼結構鐸工.電鐸第13道後量得之溫度 = 412°C



鋼結構工程 - 鐸材試驗

鐸材試驗 - 電鐸完成之試片：A-B



鋼結構工程 - 鋁材試驗



臺灣大學 - 志鴻館：鋁材“物性驗試”試片A、B，加工切割後確認



鋼結構工程 - 鋁材試驗



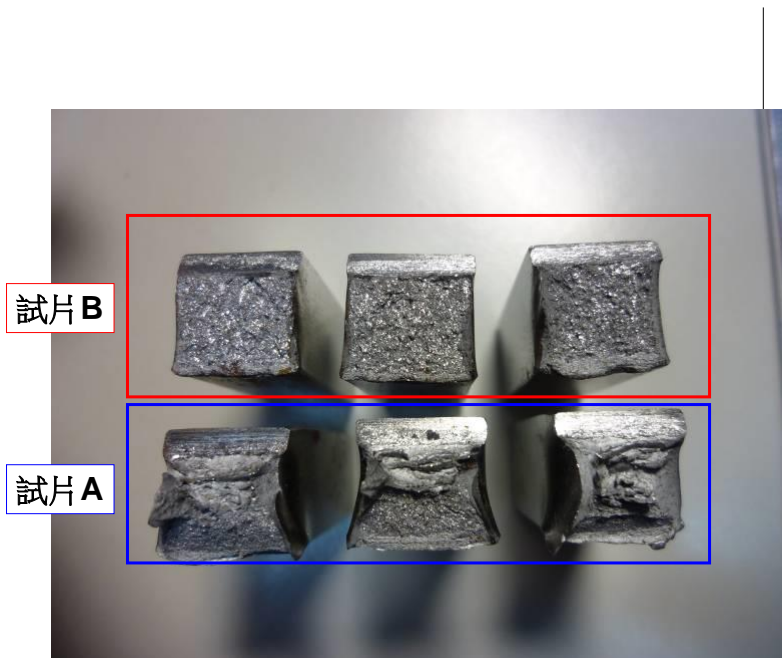
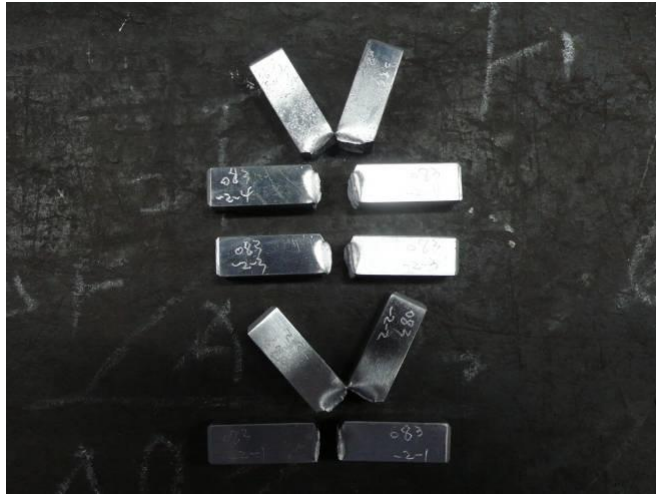
臺灣大學 - 志鴻館：鋁材“物性驗試”後之試片A



鋼結構工程 - 鐸材試驗



臺灣大學 - 志鴻館：鐸材“物性試驗”後之試片B



鋼結構工程 - 鋁材試驗



臺灣大學 - 志鴻館：鋁材“物性驗試”後之試驗報告 (手稿)

110083 CM		會同試驗人員:				
<input checked="" type="checkbox"/> 焊接鋼板	試樣厚度	平行部直徑	伸長率	降伏強度	抗拉強度	備註
<input type="checkbox"/> 焊接不銹鋼板	mm	mm	%	MPa	MPa	
			50 mm	<input checked="" type="checkbox"/> MPa	<input checked="" type="checkbox"/> MPa	
				<input type="checkbox"/> N/mm ²	<input type="checkbox"/> N/mm ²	
SFC-71 Φ1.6mm 六角	—	12.63	4994 29 64.4	608 320 9950	655 480~670 8250	
數據核對欄						
B=中鋼構	—	12.65	4986 35 67.2	493 6300	565 7213	
數據核對欄						
數據核對欄						
數據核對欄						

鋼結構工程 - 鋁材試驗



臺灣大學 - 志鴻館：鋁材“物性驗試”後之試驗報告 (手稿)

數據核對欄											
A=六角						B=中鋼構					
試片厚度	試片寬度	四槽下厚度	衝擊值	四槽板規	數據核對欄	試片厚度	試片寬度	四槽下厚度	衝擊值	四槽板規	數據核對欄
mm	mm	mm	ft-lb kg-m	OK NG		mm	mm	mm	ft-lb kg-m	OK NG	
1	10.92	10.01	80.14	180.4 1330	✓	1	10.022	10.011	80.23	253 260	✓
2	10.008	9.983	80.22	225.1 166.0	✓	2	10.006	10.004	80.19	42.5 35.0	✓
3	10.014	10.021	79.98	187.2 138.0	✓	3	10.011	10.016	80.20	37.3 30.0	✓
4	9.997	9.992	80.03	246.8 182.0	✓	4	10.010	10.009	80.20	42.0 30.0	✓
5	10.018	10.010	80.19	166.8 123.0	✓	5	10.004	10.019	80.06	40.7 30.0	✓

試驗溫度: 18°C | 試驗者: [Signature] | 日期: 3/24 | 審核者: [Signature] | 日期: [Blank]

試驗方法: 拉伸試驗法 (CNS 2111-1996 JIS Z2241-1998 ASTM E8-04)
 彎曲試驗法 (CNS 3941-1999 JIS Z2248-2006 ASTM E290-97(04))
 硬度試驗法 (CNS 2114-1986 JIS Z2245-2005 ASTM E18-05e1)

銲接程序書的重要性



美國銲接學會**AWS**統計由**1928**~**2000**年，這其間是以**2**萬人的性命犧牲換來規範的改版，讓在世的人不要再重蹈覆轍。



銲工檢定-以板類進行評定

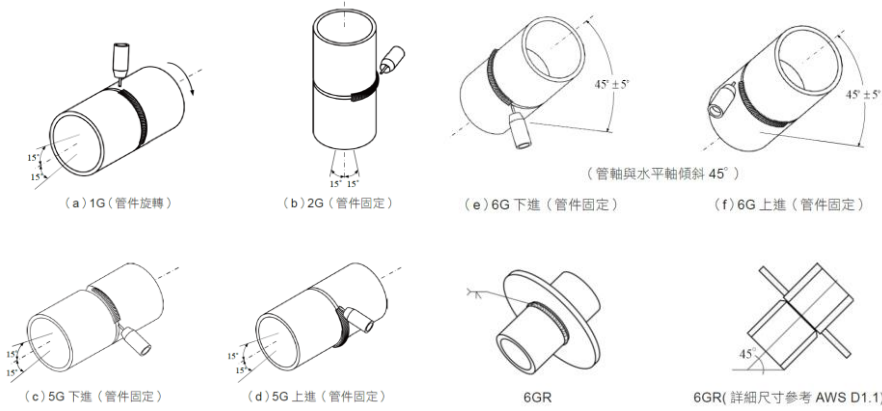


表 2.1 以板類進行銲工及銲接操作員檢定所涵蓋之產品銲接位置⁹

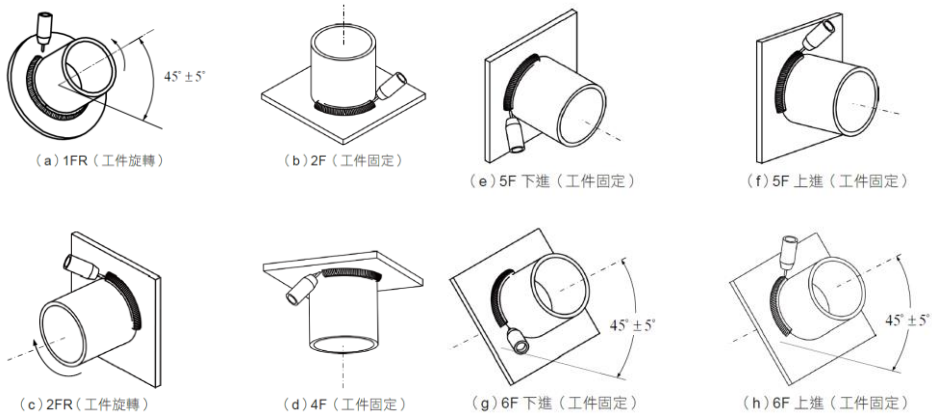
檢定試驗		所涵蓋板材產品之銲接			所涵蓋圓管產品之銲接					所涵蓋方管產品之銲接				
銲道類別	檢定位置 ^a	開槽銲道 CJP	開槽銲道 PJP	填角銲道 ^f	對接接合 ^c		T-,Y-,K-接頭		填角銲道 ^f	對接接合		T-,Y-,K-接頭		填角銲道 ^f
					CJP	PJP	CJP	PJP ^{c,e}		CJP ^d	PJP	CJP	PJP ^e	
開槽銲道 ^b	1G	F	F	F,H	F	F		F	F,H	F	F		F	F,H
	2G	F,H	F,H	F,H	F,H	F,H		F,H	F,H	F,H	F,H		F,H	F,H
	3G	F,H,V	F,H,V	F,H,V	F,H,V	F,H,V		F,H,V	F,H,V	F,H,V	F,H,V		F,H,V	F,H,V
	4G	F,OH	F,OH	F,H,OH	F,OH	F,OH		F,OH	F,H,OH	F,OH	F,OH		F,OH	F,H,OH
	3G+4G	All	All	All	All	All		All	All	All	All		All	All
填角銲道	1F			F					F					F
	2F			F,H					F,H					F,H
	3F			F,H,V					F,H,V					F,H,V
	4F			F,H,OH					F,H,OH					F,H,OH
	3F+4F			All					All					All
塞銲	塞銲與槽銲僅適用於已檢定位置													



管材開槽銲接



管材填角銲接



銲工檢定-以管類進行評定



表 2.2 以管類進行銲工及銲接操作員檢定所涵蓋之產品銲接位置

銲道類別	檢定位置 ^a	所涵蓋板材產品之銲接			所涵蓋圓管產品之銲接					所涵蓋方管產品之銲接				
		開槽銲道 CJP	開槽銲道 PJP	填角 銲道 ^f	對接接合		T-Y-K-接頭		填角 銲道 ^f	對接接合		T-Y-K-接頭		填角 銲道 ^f
					CJP ^e	PJP ^e	CJP ^{d,e}	PJP ^{d,e}		CJP	PJP	CJP	PJP ^d	
開槽 銲道 ^b (圓管 或 方管)	1G Rotated ^d	F	F	F,H	F	F		F	F,H	F	F		F	F,H
	2G ^d	F,H	F,H	F,H	F,H	F,H		F,H	F,H	F,H	F,H		F,H	F,H
	5G ^d	F,V,OH	F,V,OH	F,V,OH	F,V,OH	F,V,OH		F,V,OH	F,V,OH	F,V,OH	F,V,OH		F,V,OH	F,V,H
	6G ^d	All	All	All	All	All		All	All	All	All		All	All
	(2G + 5G) ^d	All	All	All	All	All		All	All	All	All		All	All
	6GR (圓管)	All	All	All	All ^c	All	All	All	All	All ^c	All	All ^d	All	All
6GR (圓管及方管)	All	All	All	All ^c	All	All	All	All	All ^c	All	All ^d	All	All	
圓管 填角 銲道	1F Rotated			F				F					F	
	2F			F,H				F,H					F,H	
	2F Rotated			F,H				F,H					F,H	
	4F			F,H,OH				F,H,OH					F,H,OH	
	5F			All				All					All	



案例說明







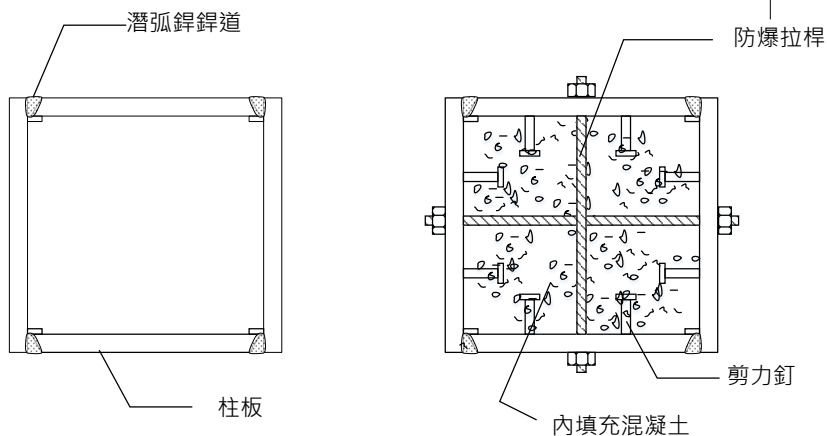
大綱

- 前言
- 鋼結構抗彎矩接頭種類
- 施工細則 (**抗彎矩梁柱接頭施工重點**)
- 監造及品管
- 鋼材
- 銲接及**WPS**相關
- 工廠製造



229

箱型柱 (BOX COLUMN)



鋼板切割



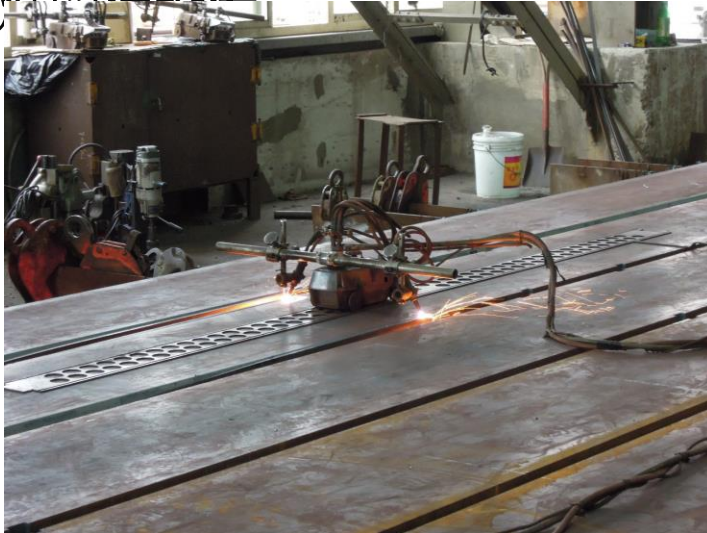
鋼板切割



鋼板開槽



鋼板開槽

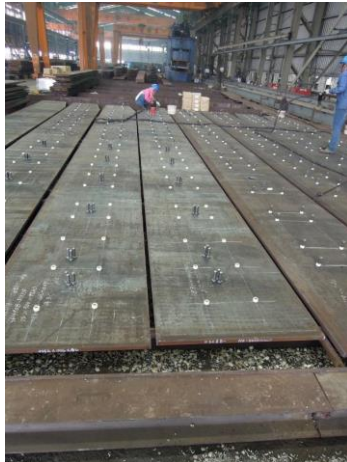




柱板開槽加工



柱板內植鐳剪力釘





準備內隔版



將鋼板組立成U型





組成U型之半成品



組成U型之半成品



U組內隔版銲接(手工電銲 SMAW)



半自動銲機

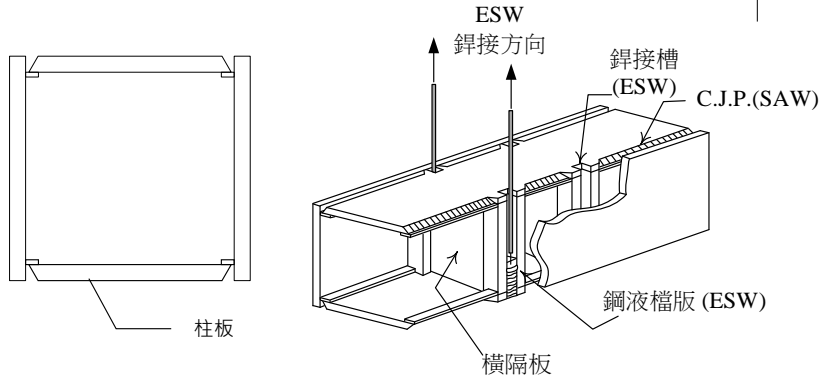


蓋版



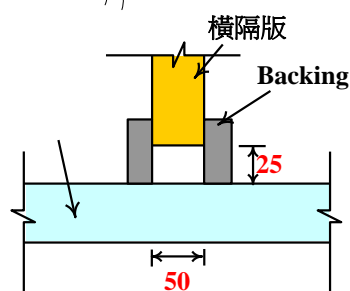
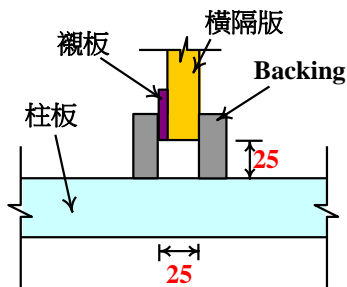
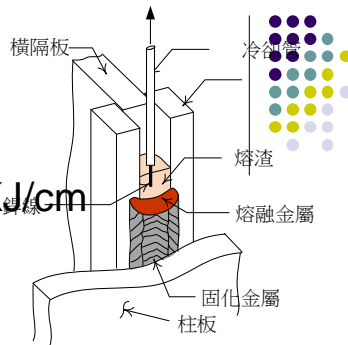
堆置半成品準備進行柱內隔板銲接





入熱量之比較

- SMAW 約 35 KJ/cm
- FCAW、GMAW 25-30 KJ/cm
- SAW 約 100 KJ/cm
- ESW **450-1000 KJ/cm**



ESW 埋弧堆



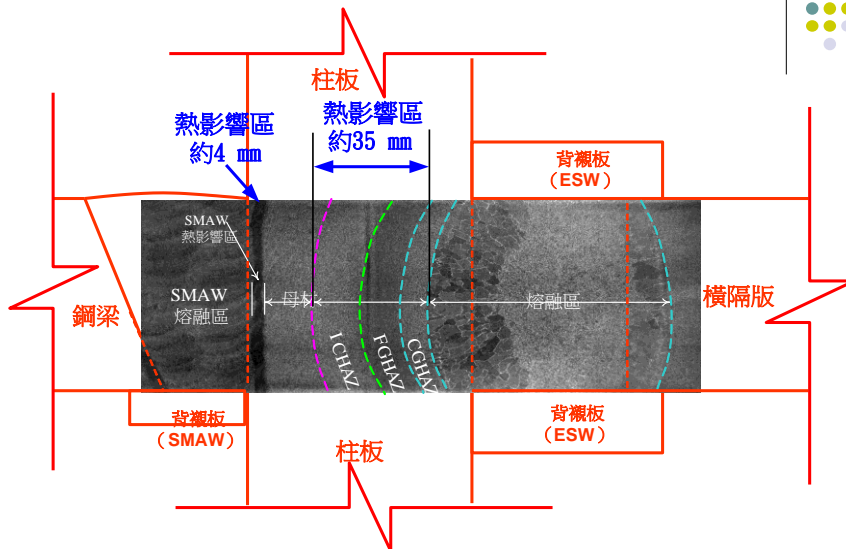
電熱熔渣銲接



完成電熱熔渣銲接後

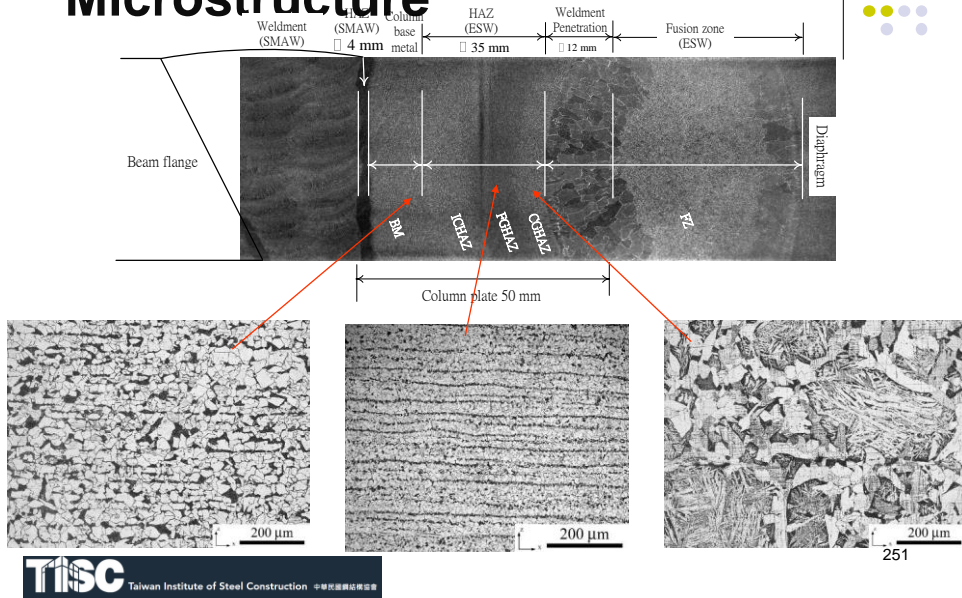


熱影響區 (HAZ) 範圍

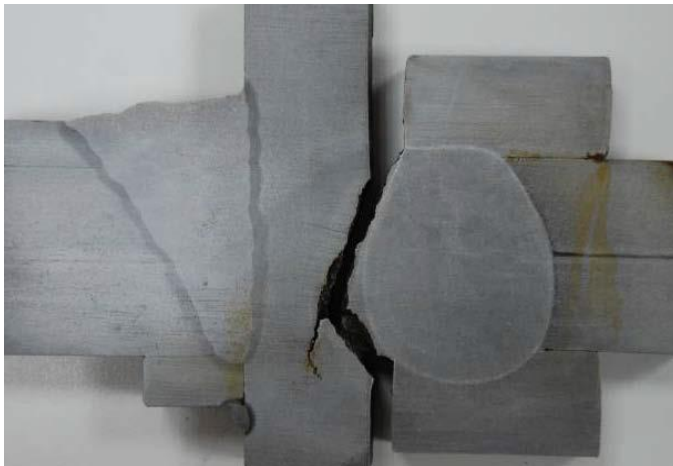


250

Microstructure



梁柱接頭ESW破壞(蓋板補強式)

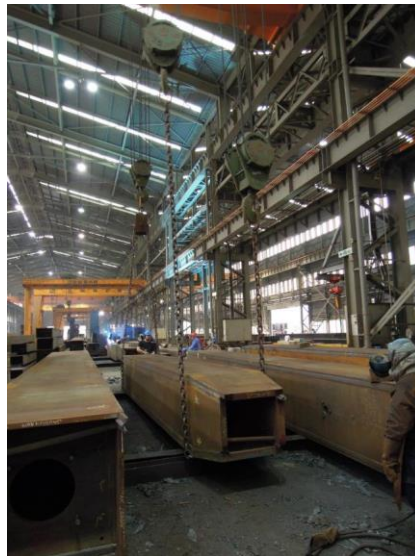




將ESW凸出段鏟掉



箱型柱翻轉



開始進行潛弧銲接



潛弧銲機設備



SM570M-CHW 柱板銲接前預熱



潛弧銲銲接情形





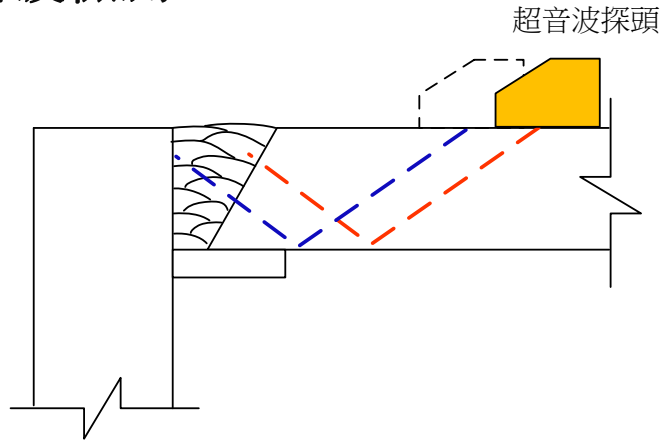
完成柱本體



銲道檢驗



超音波檢測



銲道瑕疵





碳吹棒清除瑕疵鋁道



碳吹棒





銲道補修

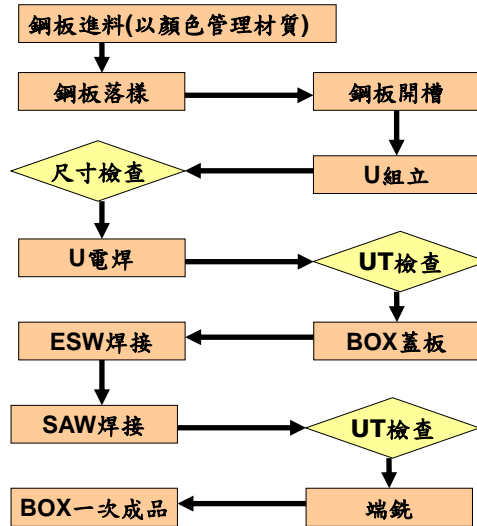


柱端銑



生產流程介紹

BOX柱一次加工



柱二次組裝



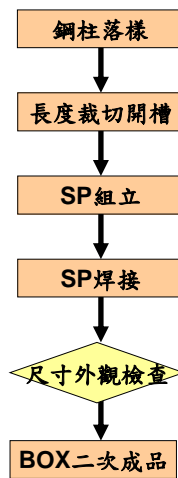
柱二次組裝



生產流程介紹



BOX柱二次加工



出貨前噴砂處理

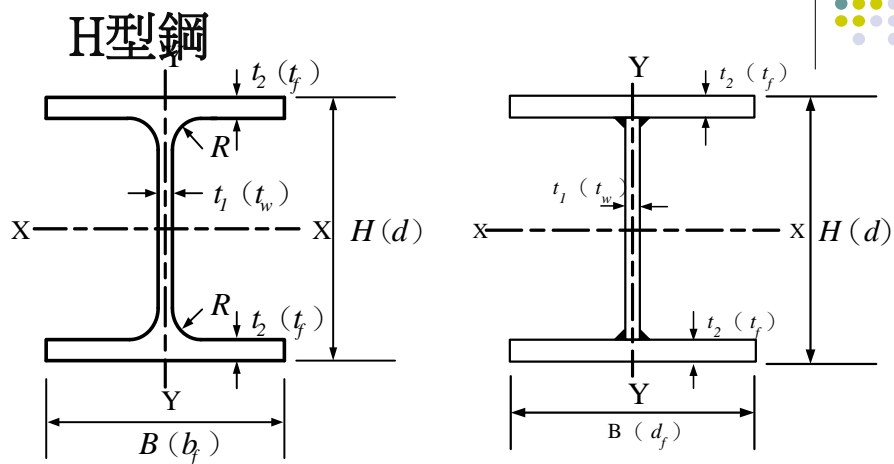


噴砂用鋼珠



運送至工地

進料卸貨



RH 500X300X25X11 BH 500X300X25X11



鋼板準備及裁切



H型鋼梁板片組立





H型鋼梁板片組立



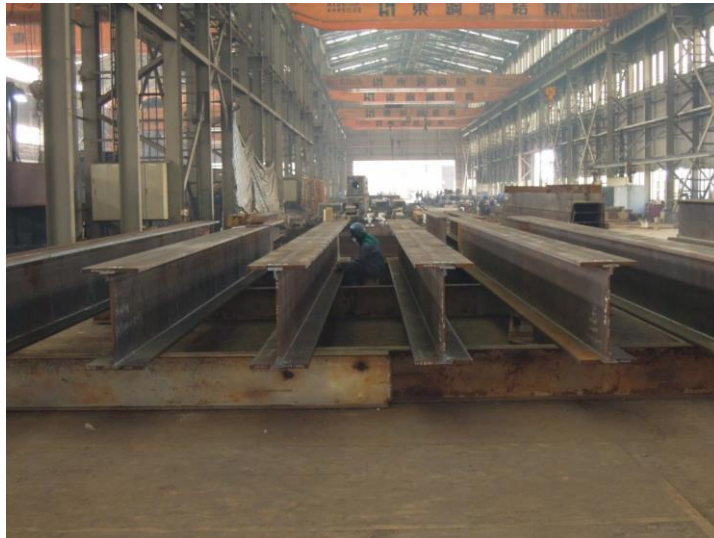


矯直機





鋼梁矯直





銲道磁力線檢驗





鑽螺栓孔



切多餘的梁長





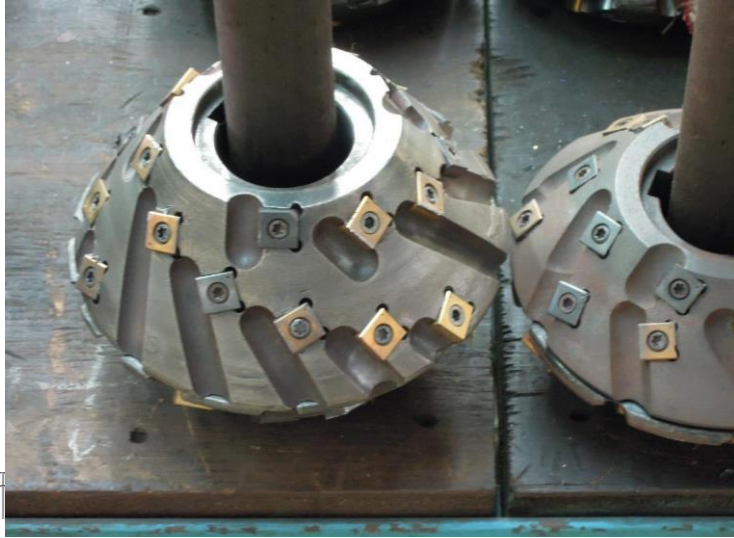
大梁開槽及扇形孔



開槽及扇形孔



銑刀



扇形孔及開槽



扇形孔



韌性切削（電離子切割）

