

# 結構從業人員對銲接應有的認知

～銲接跟你想的可能不一樣～



## 大綱

- 銲接強度取決於銲材強度？
- 銲材成分應與鋼材相同？
- 包藥銲線因為有氣體與銲渣的雙重保護，所以品質較好？
- 台灣因為終年溫度高於攝氏五度，所以不用太在意0°C的衝擊試驗？
- 小結

## 銲接強度取決於銲材強度？

- 銲材強度是如何決定的？
- 什麼會影響銲接強度？

### 銲材規格之一例

以CNS 13719 軟鋼、高強度鋼及低溫用鋼用被覆銲條 為例：

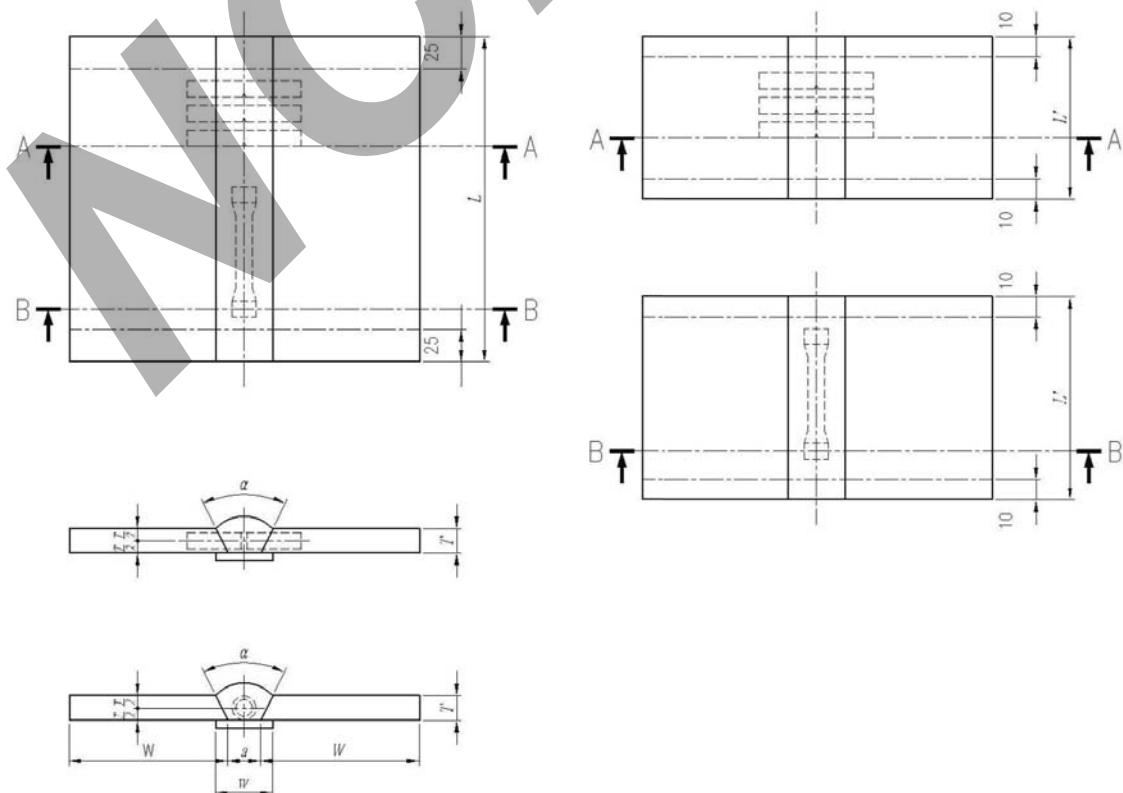
(範例) E 76 18 N4M2 P U L H10

E ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦

- ① 熔填金屬 抗拉強度 的符號
- ② 被覆劑種類的符號
- ③ 熔填金屬主要化學成分的符號
- ④ 銲後熱處理條件的符號
- ⑤ 沙丕吸收能量的符號
- ⑥ 衝擊測試溫度的符號
- ⑦ 熔填金屬氫含量的符號

1. 銲接作業中所熔入銲道之填料金屬。
2. 於銲材試驗中為對銲材進行機械性質試驗及成分分析，依據所規定之銲接程序，控制母材熔入量之銲接金屬。

## 試驗板的形狀

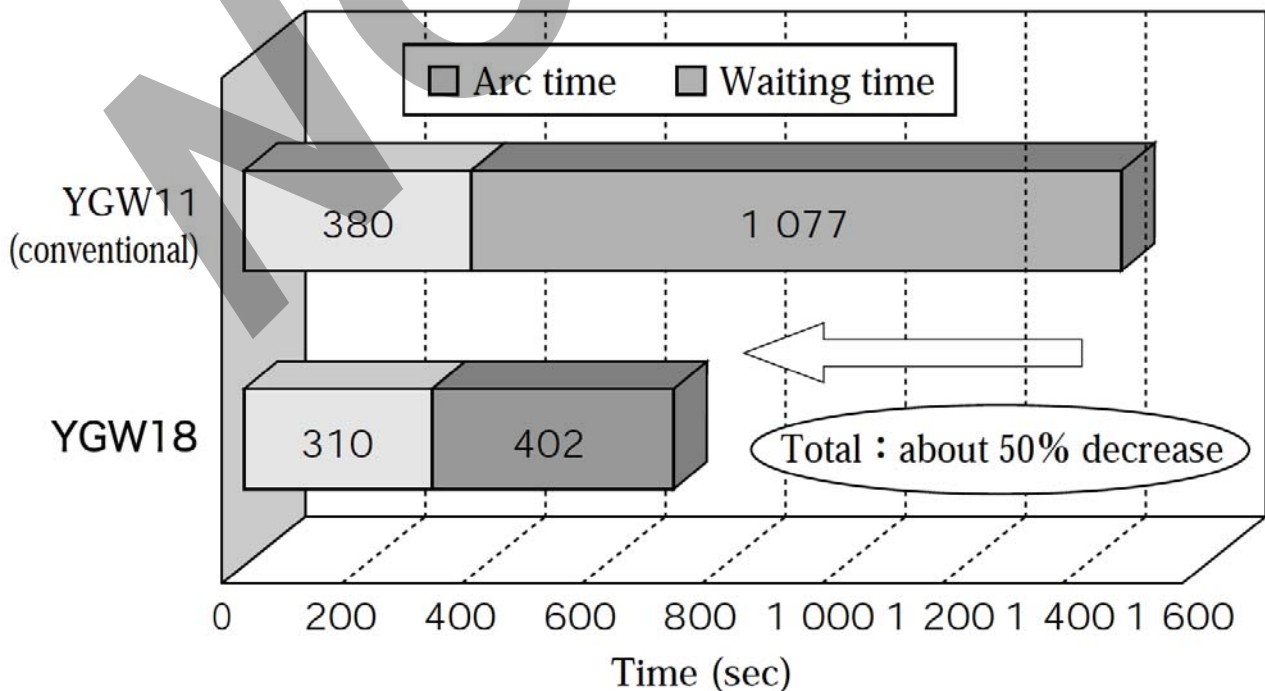


## • 1995年1月阪神大地震，鋼構造的破壞與耐震議題浮現

### JIS Z3312:1999 軟鋼及高張力鋼用MAG銲接實心線 (摘要)

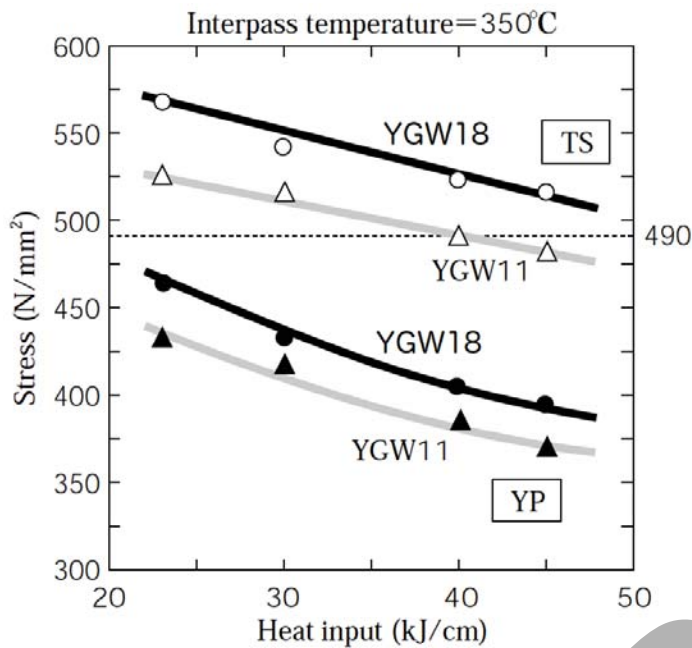
Class	Kind of shielding gas	Chemical composition of wires (%)									Mechanical properties of deposited metal				
		C	Si	Mn	P	S	Cu	Mo	Al	Ti+Zr	Tension test			Impact test	
											Tensile strength (N/mm <sup>2</sup> )	Yield point (N/mm <sup>2</sup> )	Elongation (%)	Temperature (°C)	Charpy absorbed energy (J)
YGW11	CO <sub>2</sub>	≤0.15	0.55	1.40	≤0.030	≤0.030	≤0.50	-	≤0.10	≤0.30	≥490	≥390	≥22	0	≥47
YGW15	Ar80% +CO <sub>2</sub> 20%		-1.10	-1.90										0.40	
YGW18	CO <sub>2</sub>	≤0.15	0.55	1.40	≤0.030	≤0.030	≤0.50	≤0.40	≤0.10	≤0.30	≥540	≥430	≥22	0	≥47
YGW19	Ar80% +CO <sub>2</sub> 20%		-1.10	-2.60										0.40	

★JIS Z3312:2009 軟鋼、高張力鋼及低溫用鋼用MAG及MIG銲接用實心銲線  
請參考CNS 14601

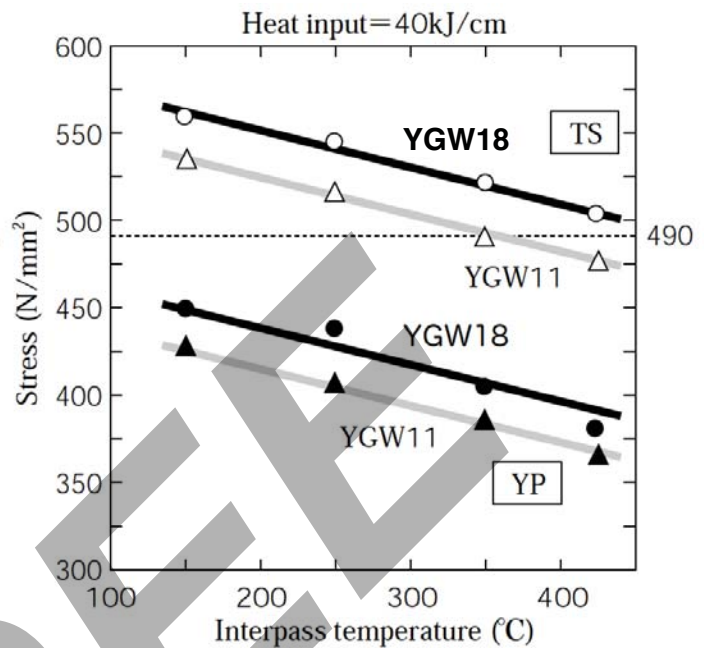


Comparison with welding efficiency using YGW18 and YGW11 conventional wire (thickness : 20mm , width : 300)

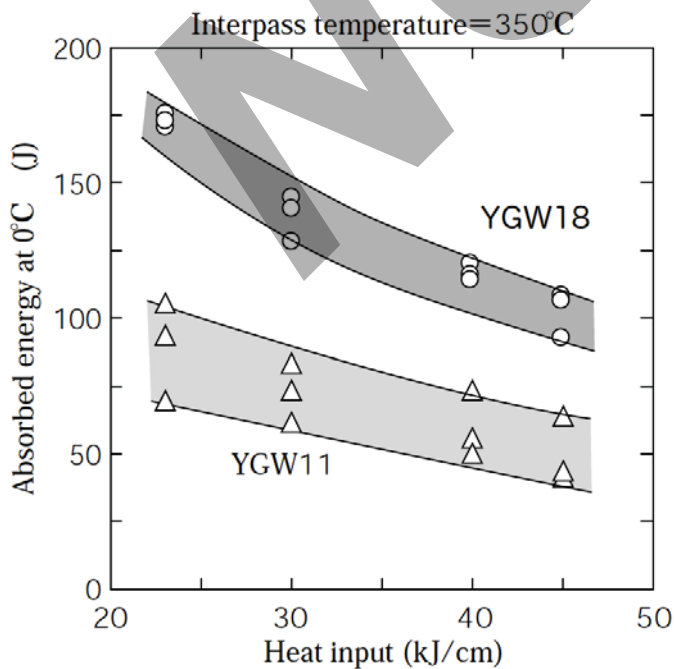
道間溫度相同，入熱量不同



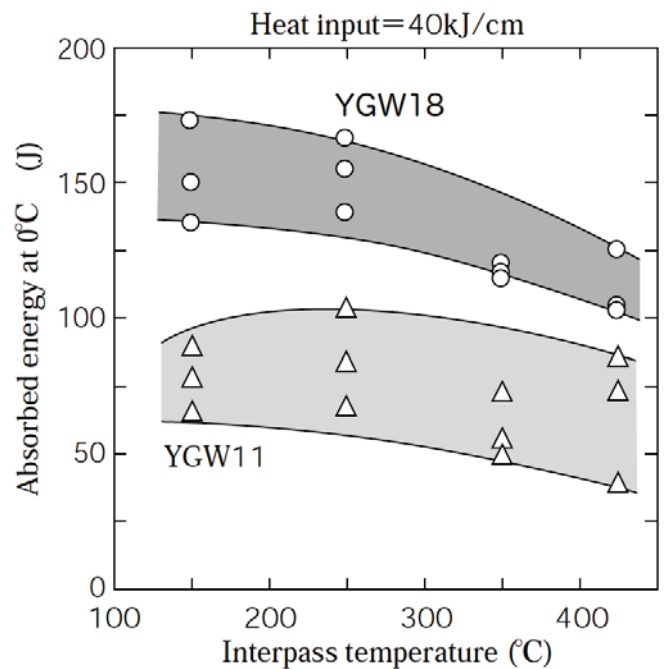
入熱量相同，道間溫度不同



道間溫度相同，入熱量不同



入熱量相同，道間溫度不同



## 銲線的使用區分

銲接條件		適用鋼板的抗拉強度		
入熱 (KJ/cm)	道間溫度	400N/mm <sup>2</sup> 級	490N/mm <sup>2</sup> 級	520N/mm <sup>2</sup> 級
15~20	≤150°C	YGW-11,15,18,19	YGW-11,15,18,19	YGW-18,19
15~30	≤250°C	YGW-11,15,18,19	YGW-11,15,18,19	YGW-18,19
15~40	≤350°C	YGW-11,15,18,19	YGW-18,19	-

## 預熱溫度與道間溫度兩三事

- 預熱溫度是「至少」
- 道間溫度是「最高」
- 但道間溫度「最低」要等於預熱溫度
- 預熱溫度的目的：緩冷
- 道間溫度的目的：避免過於緩冷

- 冶金的品質變異及衍生之機械性質變異為複雜問題，無法以現有非破壞檢測技術評估。
- 須有適當之規定準則作為銲接施工依據，即須製備銲接程序規範書(WPS)。

*Quality cannot be inspected into a product, it has to be built in.*

**銲接條件也會影響銲接強度！**

**僅是用對銲接材料並不保證銲道品質。**

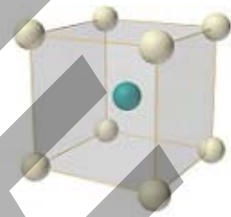
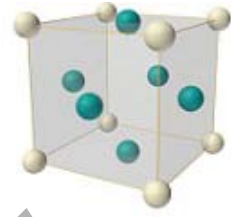
## 鐳材成分應與鋼材成分相同？

- 鐳材成分與鋼材成分的比較
- 材料強度與組織、成分的關係

## 常見鋼材與鐳材化學成分

	C	Si	Mn	P	S	
A572 Gr50	0.23	0.40	0.80 ~1.35	0.040	0.050	
SN490B	0.18	0.55	1.60	0.030	0.015	
SN490C	0.18	0.55	1.60	0.020	0.008	
SM490A	0.20	0.55	1.60	0.035	0.035	
SM490B	0.18	0.55	1.60	0.035	0.035	
ER70S-6	0.06~0.15	0.80~1.15	1.40~1.80	0.025	0.035	
YGW11	0.02~0.15	0.55~1.10	1.40~1.90	0.030	0.030	Ti+Zr: 0.02~0.30
YGW18	0.15	0.55~1.10	1.40~2.60	0.030	0.030	Ti+Zr Mo:0.40

- 組織、組織、組織
- 影響組織的兩大要素：  
成分與熱處理



鋁材成分為何與鋼材不同？

## 煉鋼流程圖解。

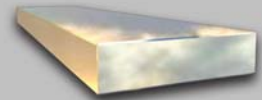
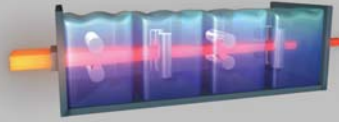
煉鋼  
流程



## 厚板軋延設備

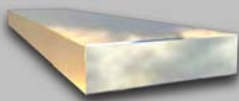


扁鋼胚 (Slab)

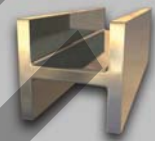


厚板

## 型鋼軋延設備



大鋼胚 (Bloom)



H型鋼

包藥鋁線因為有氣體與鋁渣的  
雙重保護，所以品質較好？

CNS 15985-1		ASME Sec IX (被覆種類與材質)	AWS D1.1 (被覆種類)
檢定項目	認可範圍(a)		
實心鐳線/棒 (S)	S, M	<ul style="list-style-type: none"> <li>F-No. 鋼與鋼合金                             <ul style="list-style-type: none"> <li>1: 鐵粉高氧化鈦系</li> <li>2: 高氧化鈦系</li> <li>3: 高纖維素系</li> <li>4: 低氫系 (鹼性)</li> </ul> </li> <li>5: 奧斯田體系與雙相不銹鋼</li> <li>6: 任何實心或包藥鐳線 (含金屬粉系)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>F1: EXX20, EXX24, EXX27, EXX28, EXX20-X, EXX27-X</li> <li>F2: EXX12, EXX13, EXX14, EXX13-X</li> <li>F3: EXX10, EXX11, EXX10-X, EXX11-X</li> <li>F4: EXX15, EXX16, EXX18, EXX48, EXX15-X, EXX16-X, EXX18-X</li> </ul> <p>*. 以鐳接方法為主要參數，除被覆電鐳條外，未對鐳材種類做細分</p>
金屬粉系包藥鐳線/棒 (M)	S, M		
包藥鐳線/棒 (B)	B, R, P, V, W, Y, Z		
包藥鐳線/棒 (R, P, V, W, Y, Z)	R, P, V, W, Y, Z		
註(a) 鐳工檢定試驗用於無背襯(ssnb) 根部鐳道鐳接之包藥鐳線種類，亦即為生產時被認可使用之包藥鐳線種類。  說明： B: 鹼性藥芯 / R: 金紅石藥芯，鐳渣為慢凝固型 P: 金紅石藥芯，鐳渣為快凝固型 / V: 金紅石或鹼性氟化物 / W: 同V，但鐳渣為慢凝固型 / Y: 快凝固型 / Z: 其他			

## 常見鐳條被覆劑的組成原料

物質 性質	NaCO <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> CaCO <sub>3</sub>	CaF <sub>2</sub>	MgO	MgCO <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>3</sub> AlF <sub>6</sub>	SiO <sub>2</sub> MnO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>
安定電弧	●	●					●	●	●
產生鐳渣	●	●	●	●	●	●	●	●	●
氣體發生劑	●	●							
氧化性							●		●
合金									
增加流動性			●			●	●	●	●
固著劑									
鐳渣剝離性			●				●	●	

酸性氧化物：SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.....

鹼性氧化物：K<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O, CaO, MgO, MnO, FeO.....

$$B = \sum Mi \div \sum Ni$$

$Mi$ ：鹼性氧化物的莫耳分數

$Ni$ ：酸性氧化物的莫耳分數

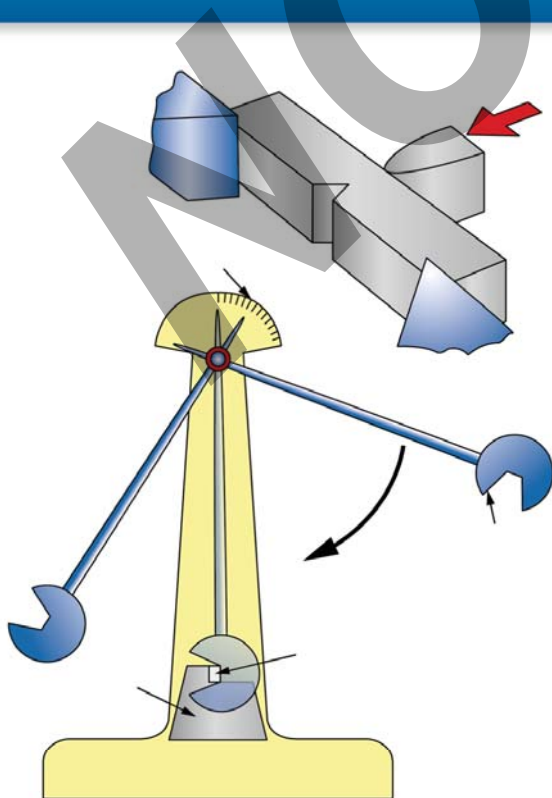
⇒ 低氫系鐳條是鹼性鐳條

台灣因為終年氣溫高於攝氏五度，  
所以不用太在意零度的衝擊試驗？

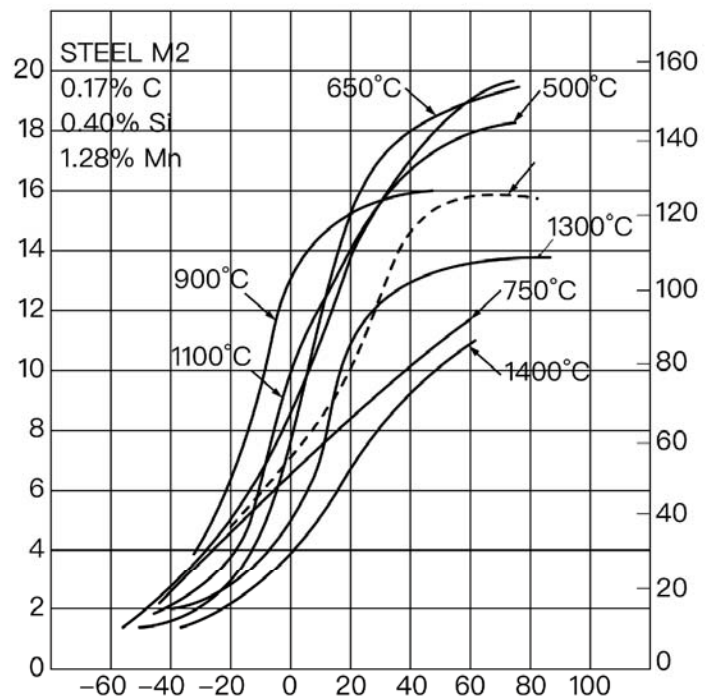
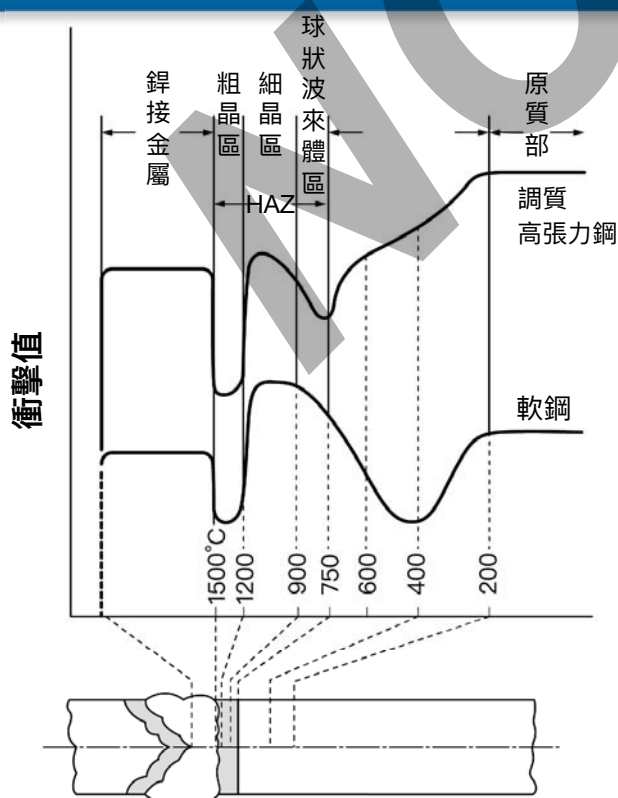
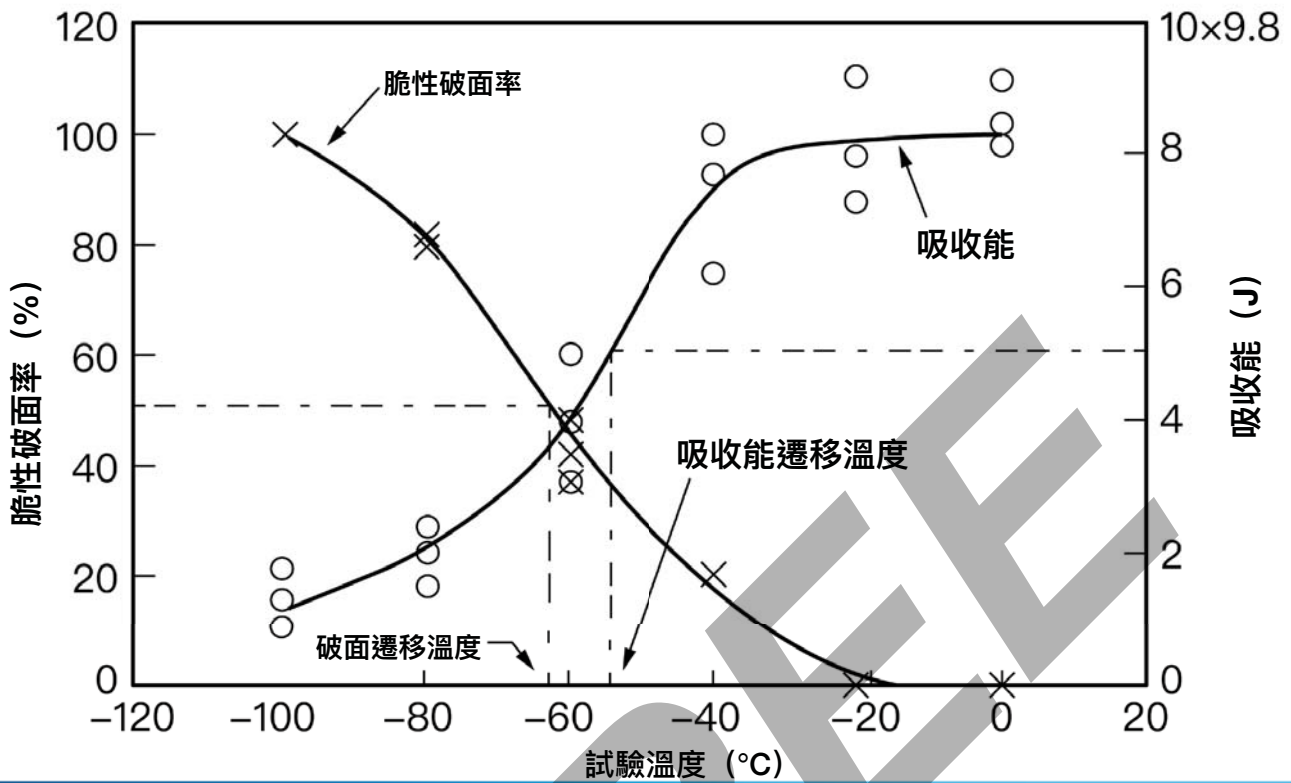
- 衝擊試驗的原理
- 衝擊試驗數字的意義

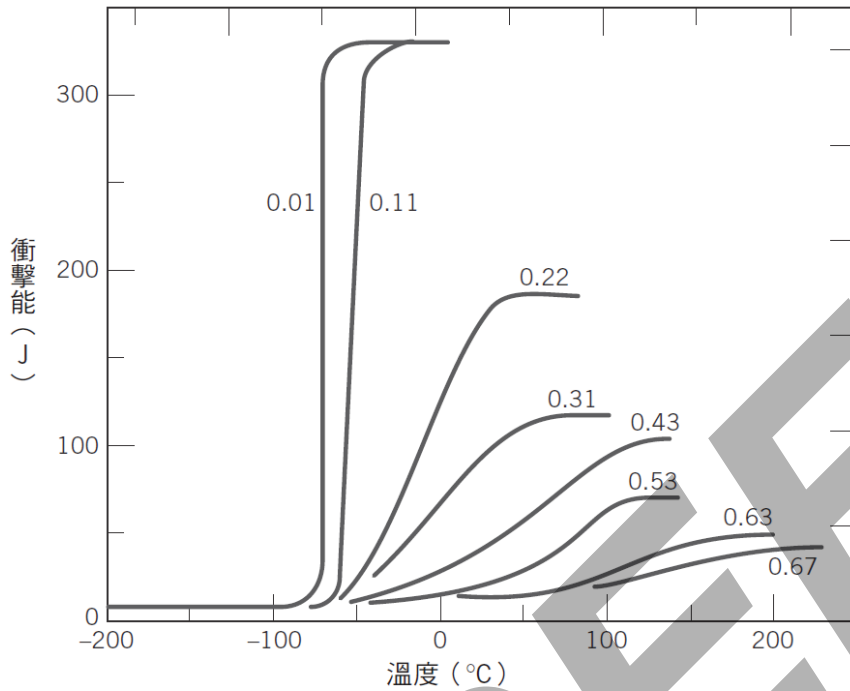
衝擊試驗的目的：

- ① 吸收能（是否發生延性-脆性遷移）
- ② 延性—脆性遷移溫度



- 脆性破壞的三個因子：
  - ① 低溫
  - ② 高變形速度
  - ③ 構造上的不連續導致塑性拘束





含碳量對鋼的夏比氏 V 型凹痕能量與溫度關係性質的影響

## 衝擊試驗吸收能到底該多少？

27J ?

47J ?

70J ?

The image shows a blue silhouette of a cargo ship on the left and a blue silhouette of a building with a grid of windows on the right. To the left of the building, there is a vertical column of four white stars on a blue background.

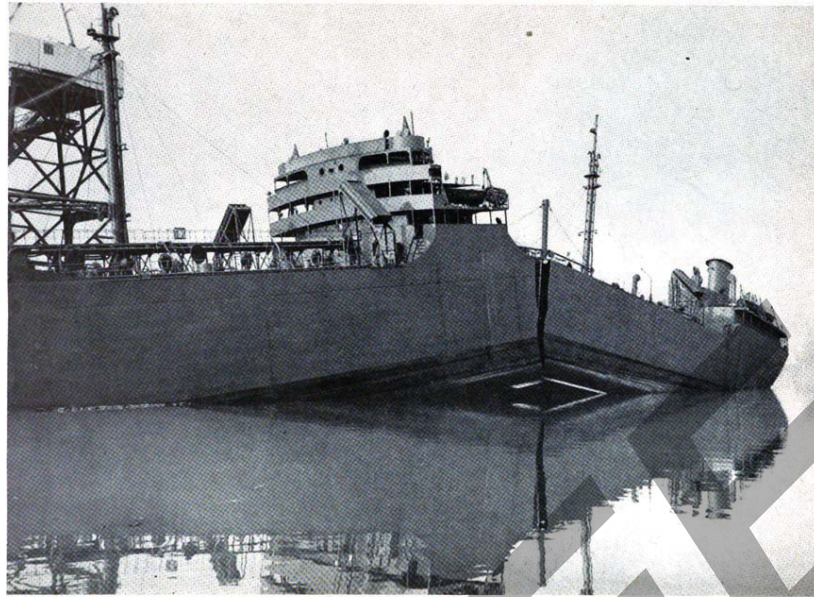


FIGURE 11.—View of S. S. Schenectady after splitting in two at her outfitting dock.

- 27J：1945年，美國船體構造委員會調查報告
- 47J：1958年，英國勞氏驗船協會調查報告

## 鉄骨梁端溶接接合部の脆性的破断防止ガイドライン

### ・衝撃特性(シャルピー衝撃値)

	梁フランジ母材& ダイアフラム母材& 上記の熱影響部の靱性*	梁スカラップ部母材の靱性
$\gamma_f=1.0$	$vEact \geq 70J$	$vEact \geq 70J$
$\gamma_f=0.9$	$vEact \geq 27J$	$vEact \geq 27J$

継手破断耐力係数 ( $\gamma_f$ ): 梁フランジと通しダイアフラム母材、および溶接部のシャルピー衝撃値に応じて与えられる係数で梁フランジの引張強さに対する低減係数を意味する。

\* 熱影響部の靱性は、「溶接施工試験」にて確認することを原則とするが、所定の条件の元に溶接を行うことを前提に、HAZ靱性評価式 (fHAZ式) を満足する鋼材を使用する場合には「溶接施工試験」を省略することができ、これに適合する鋼材として「耐震建築溶接構造用圧延鋼材」MDCR0011-2003が(財)日本鉄鋼連盟により規定されている。

### ・鋼材のHAZ靱性

要求靱性 (0°C)	fHAZの範囲
$vEact \geq 70J$	$\leq 0.58\%$
$vEact \geq 27J$	$\leq 0.63\%$



SS



FIGURE 11—View of S. S. Selenia after splitting in two at her outfitting dock.

SM



SN

耐震鋼材？  
or  
耐震設計？



小結 & 心得分享



# 金屬材料的強度及影響因素



## 造成銲接接頭強度不足的原因：

- 銲接金屬強度不足
- 銲接部的斷面不足
- 脆性破壞的發生

材料	銲接材料
	鋼材
冷卻速度	入熱
	道間溫度
銲線成分的步留	電壓
銲接金屬氮含量的抑制	保護氣體的流量
	保護罩與銲接面的距離
	擺幅（織動寬度）

性能	位置	銲接性	備註
銲接時	熱影響區	硬化性	
		冷裂感受性	
		層狀撕裂感受性	
	銲接金屬	凝固龜裂	母材稀釋的影響
接頭性能 (使用時)	熱影響區	韌性	
		應力腐蝕龜裂感受性	腐蝕環境
		應力消除退火龜裂感受	銲後熱處理時
	回火脆性	高溫長時間使用	
	銲接金屬	韌性	母材稀釋的影響

# 工程大挑戰

- 一公尺內十個隔板
- 密閉空間內的填角銲道



## 日本人怎麼看鋼構的銲接問題

大阪大學豐田政男教授針對1995年1月阪神大地震，鋼構造的破壞與耐震議題所做的報告中提到，對銲接常有的誤解：（摘錄）

### a) 銲接部容易損壞

『不了解銲接』，與其說不了解銲接，不如說根本不想去了解吧？建造鋼構物時，如果不接合要如何建造？確實到現在為止，很多破壞都發生在銲接部，但是設計接頭的人、施工的人，是否了解銲接？但若不知道銲接的強度，如何相信銲接。事實上不是銲接部容易壞，而是做出會壞的東西壞掉了。對於從事銲接工作的應該要不斷努力去做出不會壞的東西。

## 日本人怎麼看鋼構的銲接問題

大阪大學豐田政男教授針對1995年1月阪神大地震，鋼構造的破壞與耐震議題所做的報告中提到，對銲接常有的誤解：（摘錄）

### b)現場銲接的品質不佳

這大概是最普遍的誤解。確實現場的作業環境不佳，但不能就把品質不好視為當然。因為知道可能對品質造成不良影響，因此必須對施工環境更加用心，並針對銲接方法的特性進行對策，否則無法得到與工廠作業相同的品質水準。

## 日本人怎麼看鋼構的銲接問題

大阪大學豐田政男教授針對1995年1月阪神大地震，鋼構造的破壞與耐震議題所做的報告中提到，對銲接常有的誤解：（摘錄）

### c)現場銲接的品質不佳

這大概是最普遍的誤解。確實現場的作業環境不佳，但不能就把品質不好視為當然。因為知道可能對品質造成不良影響，因此必須對施工環境更加用心，並針對銲接方法的特性進行對策，否則無法得到與工廠作業相同的品質水準。