

雙相不銹鋼

材料與銲材簡介

報告人：廣泰金屬 研發部 技術服務組
袁聖哲

2014.12.06

內容大綱

- 雙相不銹鋼性質介紹
- 雙相不銹鋼類型及特點
- 雙相不銹鋼產品應用
- 銲接材料介紹

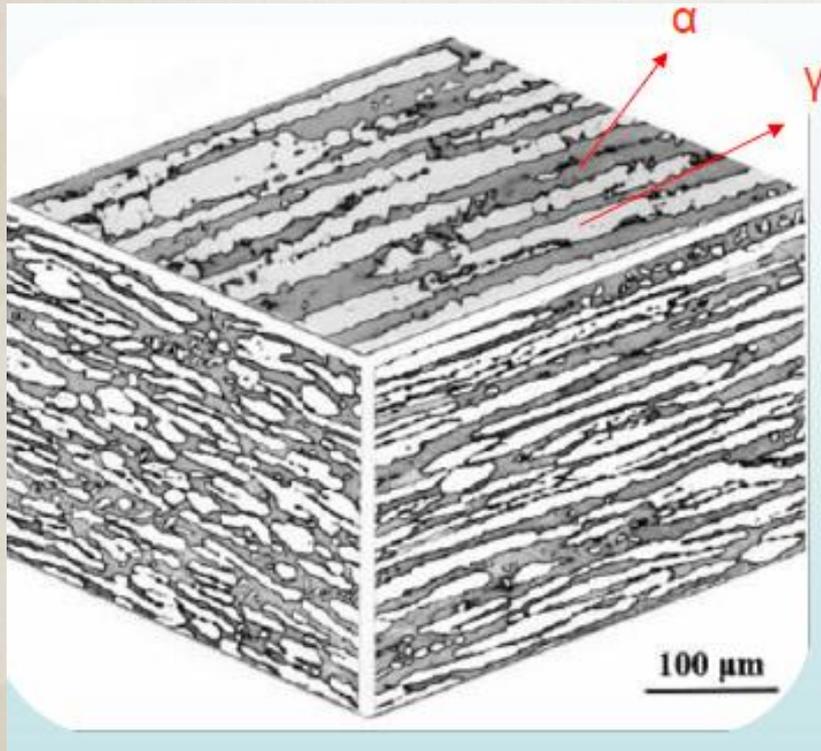
S32101及S32205雙相不銹鋼介紹

1. 雙相不銹鋼是指組織中包含**肥粒鐵相**和**沃斯田鐵相**或是**肥粒鐵相**和**麻田散鐵**兩相的Fe-Cr-Ni系合金，而且**比例較少**的那一相體積百分比不得少於**30%**。
2. 2101是指其成份組成上約含**21wt%的Cr**以及**1wt%的Ni**，2205是約含**22wt%的Cr**以及**5wt%的Ni**，其中S31803及S32205皆統稱2205，詳細之成份規範如下表所示：

ASTM A240

鋼種	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	N
S32101	≤0.04	≤1.0	4.0~6.0	≤0.04	≤0.03	1.35~1.70	21.0~22.0	0.1~0.8	0.1~0.8	0.20~0.25
S31803	≤0.03	≤1.0	≤2.0	≤0.03	≤0.02	4.5~6.5	21.0~23.0	2.5~3.5	--	0.08~0.20
S32205							22.0~23.0	3.0~3.5		0.14~0.20

雙相不銹鋼金相組織介紹



鋼種	相	Si	Mn	Cr	Fe
AVESTA S32101(2E)	(α)	1.13	4.37	23.22	71.29
	(γ)	/	5.76	20.90	73.34

• 2E: Cold rolled, heat treatment, mechanically descaled

說明：

灰色區域為 α (肥粒鐵)相，呈基地狀，其成份具高Cr、低Mn成份；
 白色區域則為 γ (沃斯田鐵相)相，呈島狀分佈，其特徵具有低Cr、高Mn。

雙相不銹鋼類型及特點

Type	雙相鋼類型	特點	典型代表
I	經濟型 (低合金)	低鎳	Ex.S32304
		低鎳，含氮、錳	Ex.S32101
II	標準型 (中合金)	中等程度合金化	Ex.S32205(2205)
III	超級型 (高合金)	高合金化 (高鎳、鉻、鉬、氮)	Ex.S32750(2507)

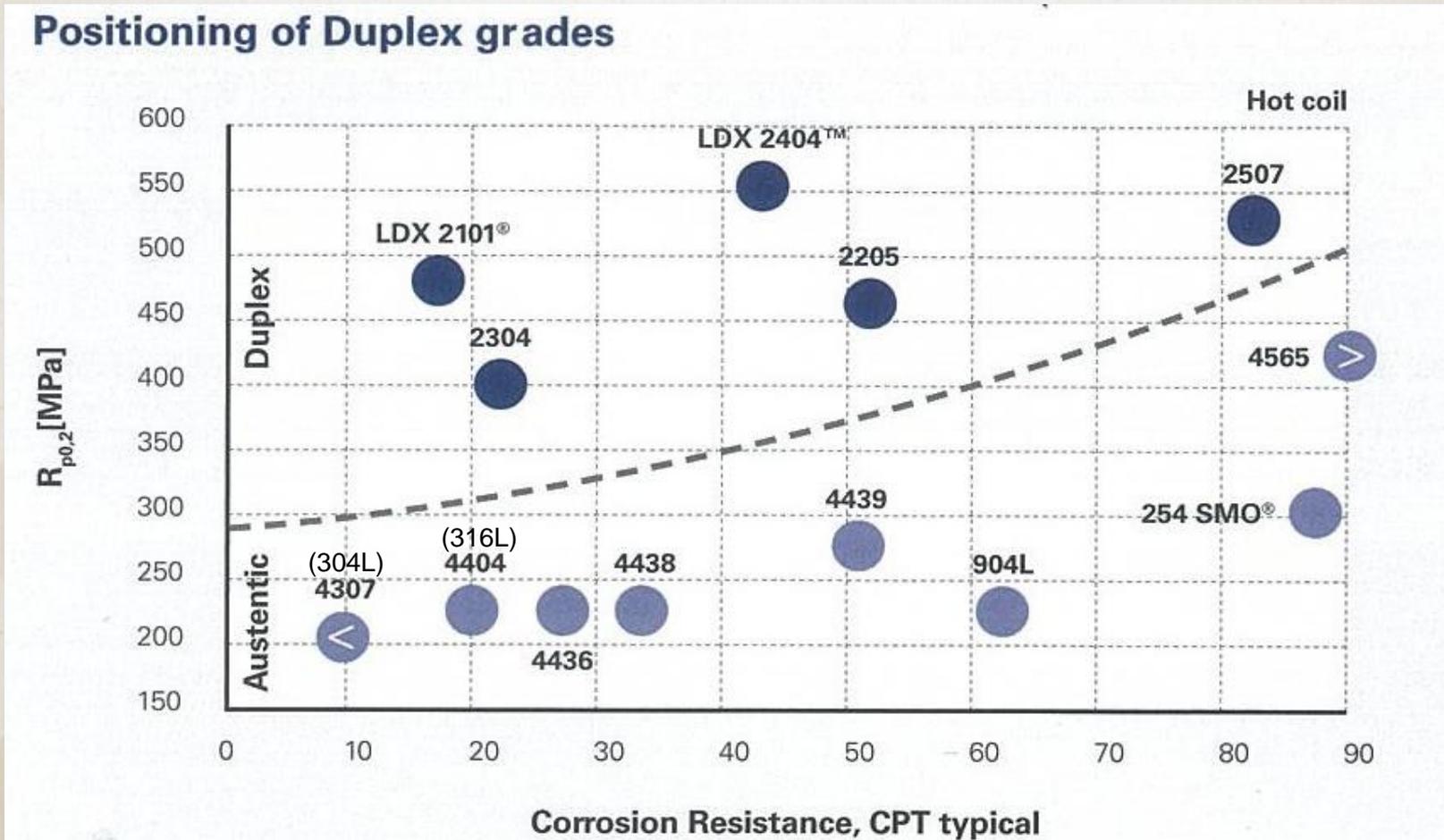
說明：雙相不銹鋼根據PRE值高低為分類指標：

即計算鋼中成份 $Cr\% + 3.3 \times (Mo + 1/2W) \% + 16 \times N\%$ 的數值

PRE_N:24~25 低合金型，PRE_N:32~33 中合金型，PRE_N>40 高合金型

雙相不銹鋼性質

強度與耐蝕性

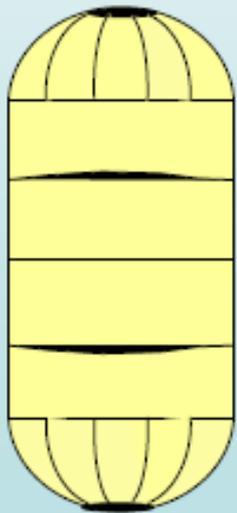


雙相不銹鋼性質

雙相鋼具備高強度

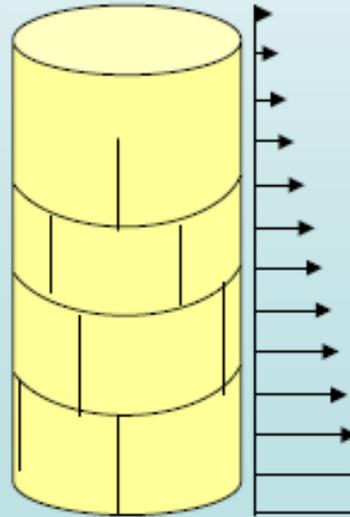
- 比同等級的沃斯田體不銹鋼降伏強度高一倍
- 利用高強度減少使用厚度
- 減厚可節省鋼材使用重量
- 達到降低設備製造成本的目的

壓力容器



鋼種	$R_{p0.2}$ (MPa)	相對 厚度
316L	220	1.00
LDX 2101	450	0.49
SAF 2304	400	0.55
2205	460	0.48

最高可節省50%的厚度



儲存桶槽

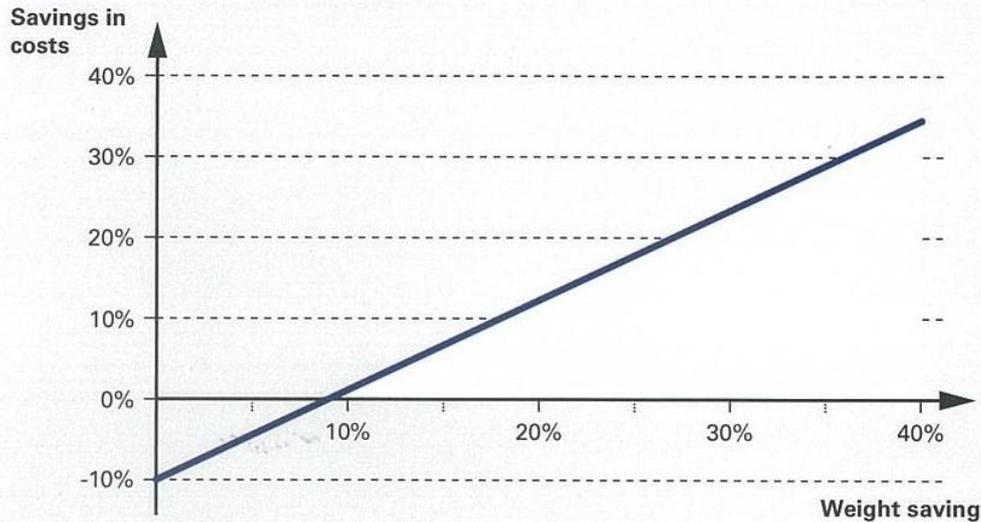
鋼種	$R_{p0.2}$ (MPa)	相對 厚度
316L	220	1.00
LDX 2101	450	0.70
SAF 2304	400	0.74
2205	460	0.69

最高可節省30%的厚度

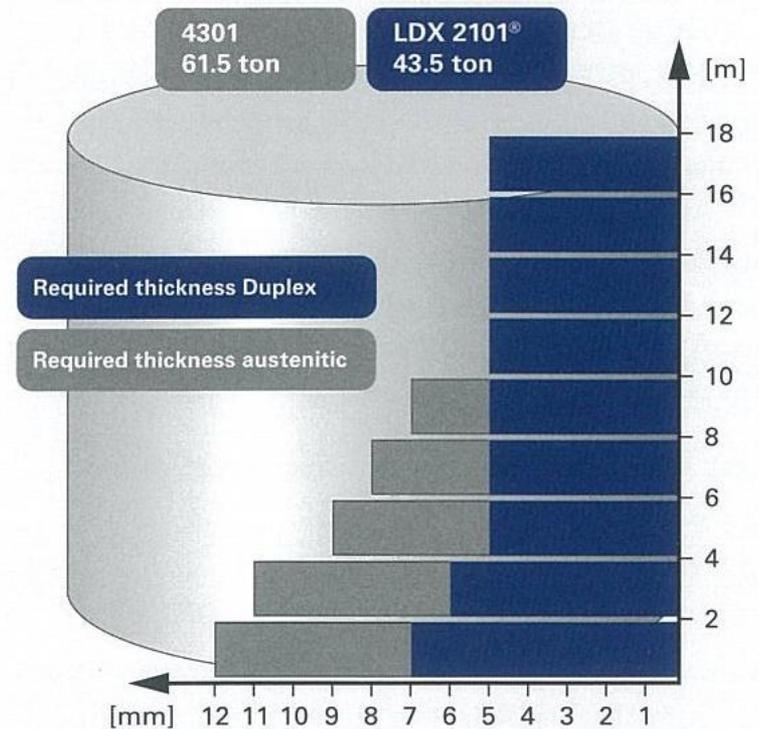
雙相不銹鋼性質

鋼材用量及成本

Potential savings with Duplex compared to austenitic grades



Case: Duplex as a substitute for austenitic in storage tank



雙相不銹鋼性質

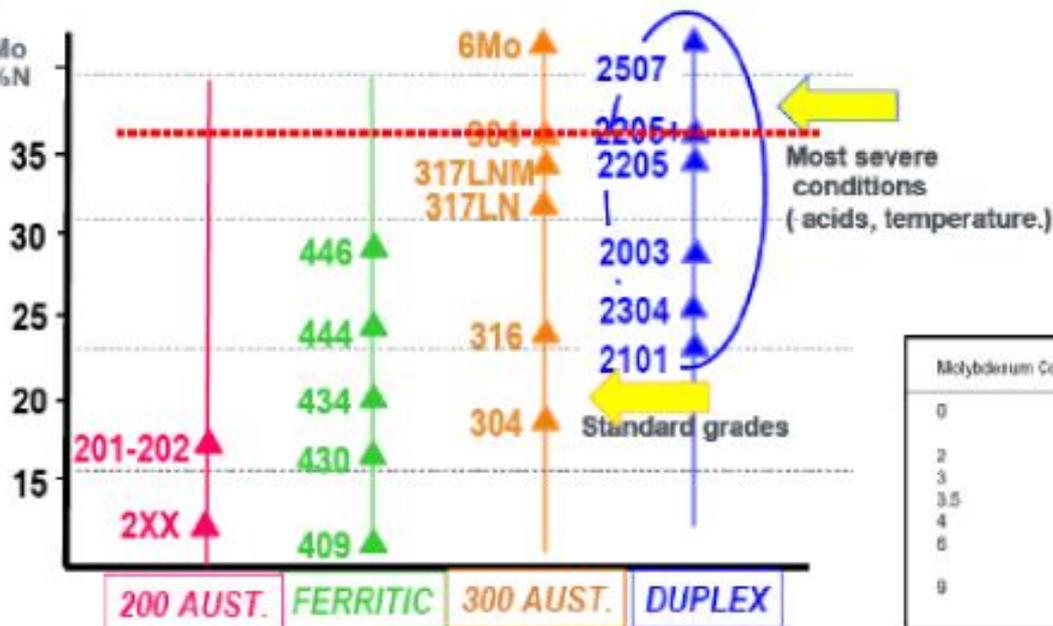
海水海邊環境選用參考

抗孔蝕能力

PREN(pitting resistance equivalent number) .

$$PREN = \%Cr + 3.3(\%Mo) + 16(\%N)$$

PREN =
%Cr +
3.3 x %Mo
+ 16 x %N



Molybdenum Content	Applicable Alloys
0	Types 301, 302, 303, 304, 304L, 304H, 304LN, 305, 308, 308, 310, 321, 347
2	Types 316, 316L, 329
3	Types 317, 317L
3.5	Alloy 825
4	Alloy 904L, Types 317LN, 317LNM
6	AL-6000®, 25-6Mo®, 254SMD®, Alloy G, Alloy G-3
9	Alloy 625

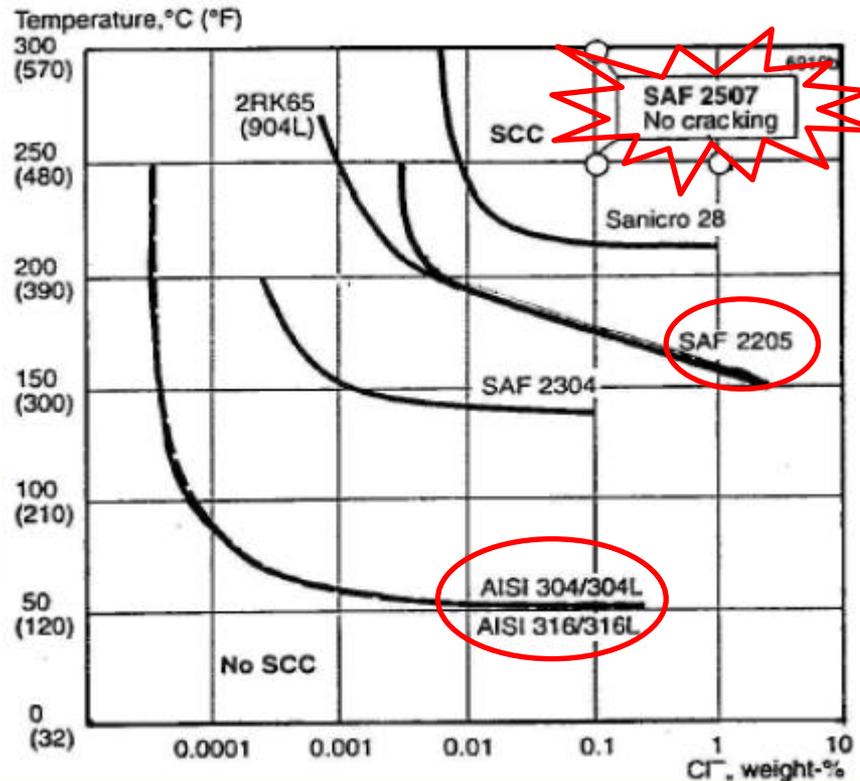
Figure 13 : PREN ranking and stainless steels families.

資料來源：John C. Tverberg, MBAA
TQ, V.38, No.2, 2001, pp67-82

PREN > 32 才能抗海水腐蝕

雙相不銹鋼性質

抗SCC能力

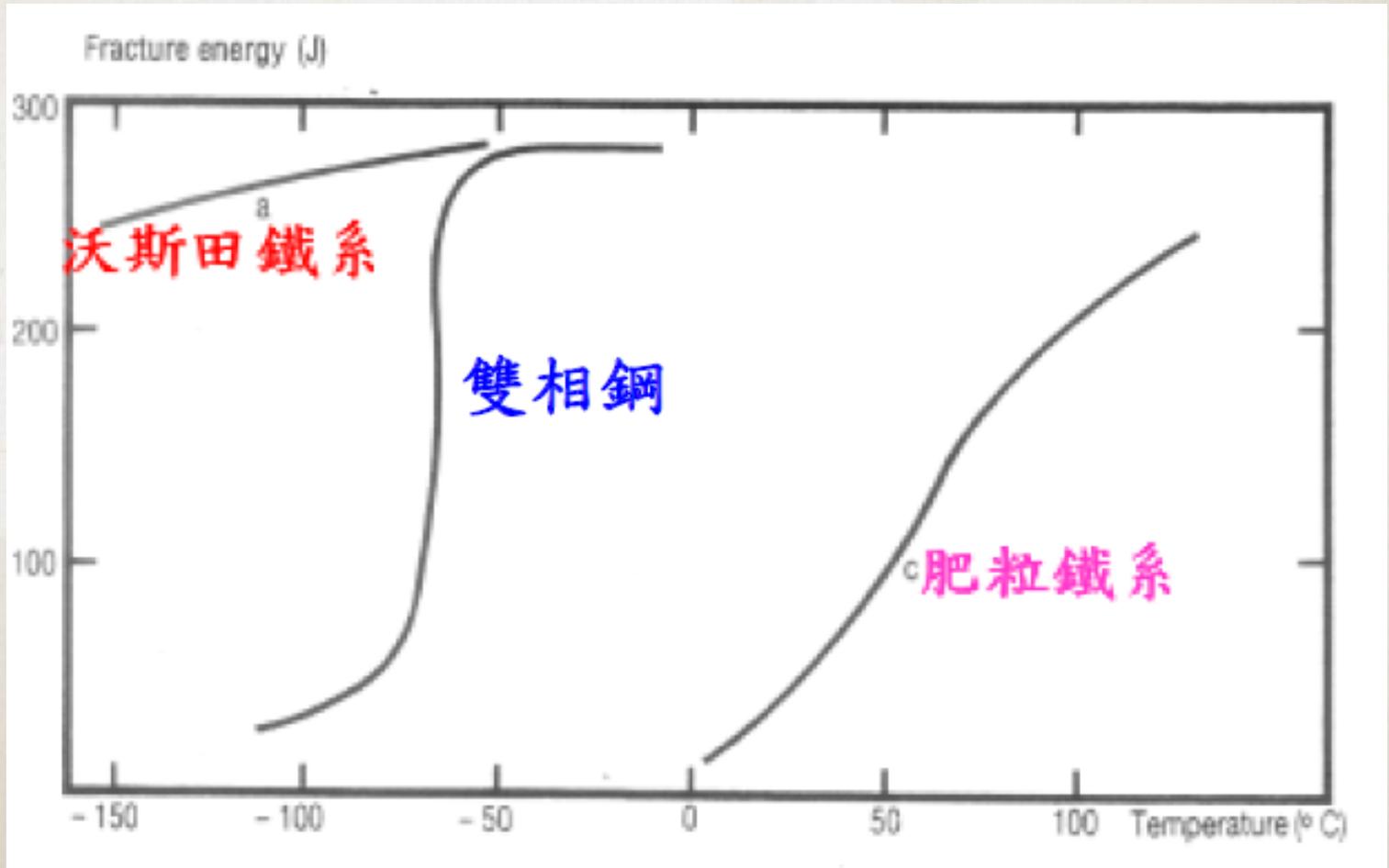


不同Cl⁻濃度及溫度下不銹鋼SCC發生範圍之示意圖

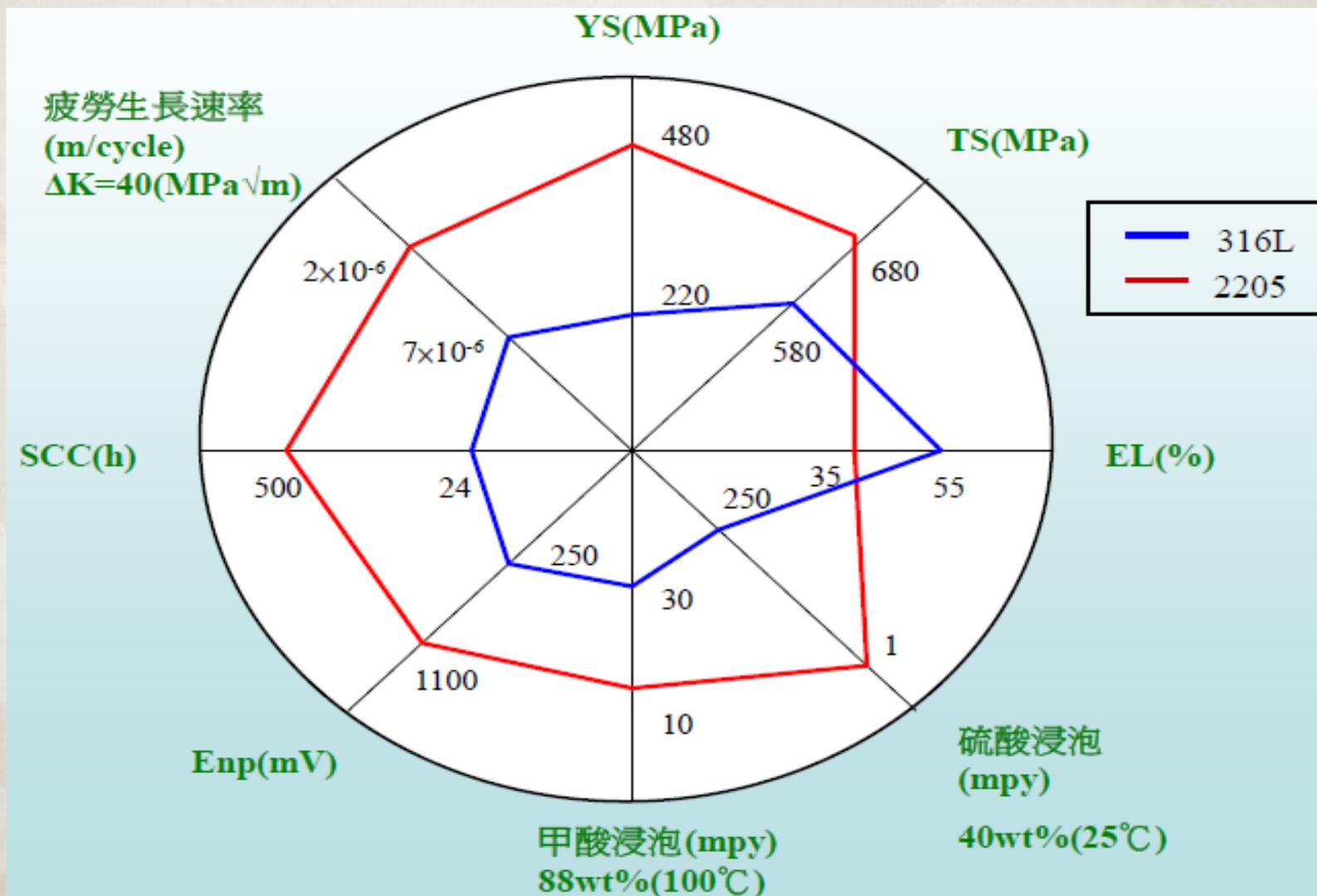
註：scc (stress corrosion cracking) 應力腐蝕劣化

雙相不銹鋼性質

耐衝擊性能



2205及316L不銹鋼之各項性質評比



雙相不銹鋼產品應用

適用領域

- 需要強度及耐蝕性的地方
- 壓力容器、桶槽、水塔、鋼構、棚架等
- 使用環境溫度在 $-40^{\circ}\text{C} \sim 280^{\circ}\text{C}$ 之間

不適用領域

- **低溫冷凍設備**：低溫環境下會失去韌性 ($< 40^{\circ}\text{C}$)
- **高溫環境**：
 1. 高溫環境下會脆化 ($> 300^{\circ}\text{C}$)
 2. 耐高溫潛變能力差
- **需要深加工成型的用途**：伸長率略遜於沃斯田體不銹鋼

石化及化工設備



熱交換器



儲槽



壓力容器



塔槽

石油和天然氣工業



海上油氣工業始終是雙相鋼最重要市場之一

造紙工業



雙相鋼在紙漿和造紙領域使用較多，它用於製造漂白機器

土木建築工程



雙相鋼的高強度和耐蝕性，使其在用於土木建築工程項目上

廣泰雙相不銹鋼鐸材

- **SMAW (手鐸條)**
 - KS-2209、KS-2553、KS-2594
- **GMAW (CO₂鐸線)**
 - KMS-2209、KMS-2553、KMS-2594
- **GTAW (氬鐸線)**
 - KTS-2209、KTS-2553、KTS-2594
- **FCAW (包藥鐸線)**
 - KFW-2209、KFW-2553、KFW-2594
- **SAW (潛弧鐸材)**
 - KW-2209、KW-2553、KW-2594
 - 鐸劑 KF-DP



銲接參數建議

- **經濟雙相鋼:**

- 入熱量: 0.5-1.5kJ/mm
- 層間溫度:150°C

- **泛用雙相鋼:**

- 入熱量: 0.5-2.5kJ/mm
- 層間溫度:200°C

- **超級雙相鋼:**

- 入熱量: 0.2-1.5kJ/mm
- 層間溫度:150°C

- **保護氣體**

- **GTAW**

- Ar or Ar-He mixture

- **GMAW**

- Ar-O₂ mixture
- Ar-CO₂ mixture
- Ar-He-O₂ mixture

- **FCAW**

- Ar-CO₂ mixture
- 100% CO₂

銲接材料選用表

- 2209系列
 - 22Cr, 8.5Ni, 3.5Mo, 0.15N
 - 適合銲接含22% Cr的雙相不銹鋼母材，如S31803，S32205。
- 2553系列
 - 25.5Cr, 9.5Ni, 3.4Mo, 2Cu, 0.18N
 - 適合銲接含25% Cr的雙相不銹鋼母材，如S32550。
- 2594系列
 - 25.5Cr, 9.3Ni, 3.5Mo, 0.25N, Cu<1.5, W<1.0
 - $PRE_N > 40$
 - 適合銲接”超級雙相鋼”母材，如S32750、S32760。

廣泰雙相不銹鋼包藥銲線

Elements(wt%)	KFW-2209	KFW-2553	KFW-2594
C	0.035	0.034	0.026
Si	0.50	0.45	0.30
Mn	1.12	0.98	1.22
P	0.028	0.028	0.029
S	0.005	0.005	0.005
Cu	0.18	1.65	0.19
Ni	9.27	9.68	8.92
Cr	23.52	25.96	24.94
Mo	3.52	3.28	3.50
N	0.13	0.22	0.21
PRE	37.2	40.3	40.5
FNW	51	55	53
0.2% PS (MPa)	603	658	713
TS (MPa)	820	858	866
EL (%)	30	26	23
RA (%)	49	46	41



Shielding gas: 80%Ar-20%CO₂

PRE=Cr + 3.3Mo + 16N

FNW : Ferrite Number per WRC Diagram

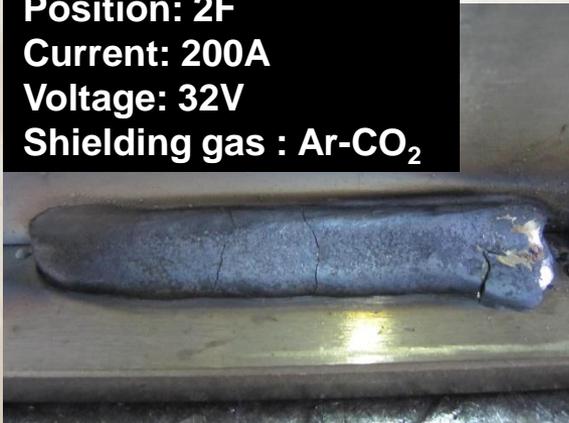
KFW-2209 操作性:平角鐸

Position: 2F
Current: 200A
Voltage: 33V
Shielding gas : CO₂



- 無飛濺產生
- 鐸道顏色外觀美觀
- 脫渣性佳

Position: 2F
Current: 200A
Voltage: 32V
Shielding gas : Ar-CO₂



KFW-2209 操作性: 立鐸



KFW-2209
Position: 3F
Current: 160A
Voltage: 23.5V
Shielding gas : CO₂



- 立鐸操作性佳
- 鐸道顏色外觀美觀
- 脫渣性佳

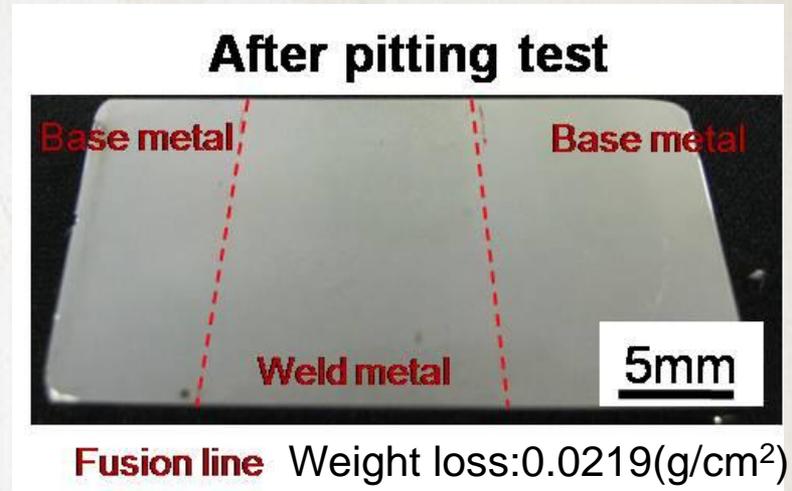
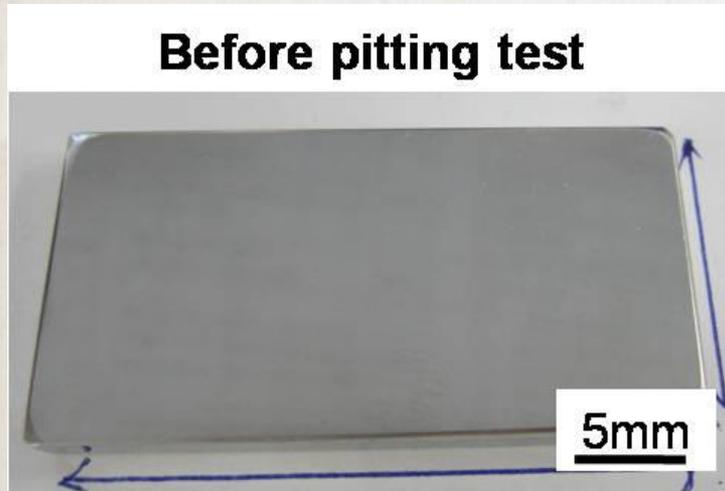


KFW-2209
Position: 3F
Current: 160A
Voltage: 23V
Shielding gas : Ar-CO₂



KFW-2209 耐孔蝕試驗

- According to ASTM G48 standard



- Sample dimension: 50*25*5mm³
- Sample weight: 62.186g
- Test time: 72hrs
- Temperature: 25 °C
- Solution: 68.72g FeCl₃·6H₂O + 600 ml H₂O+16 ml HCl



Thanks for your attention!!