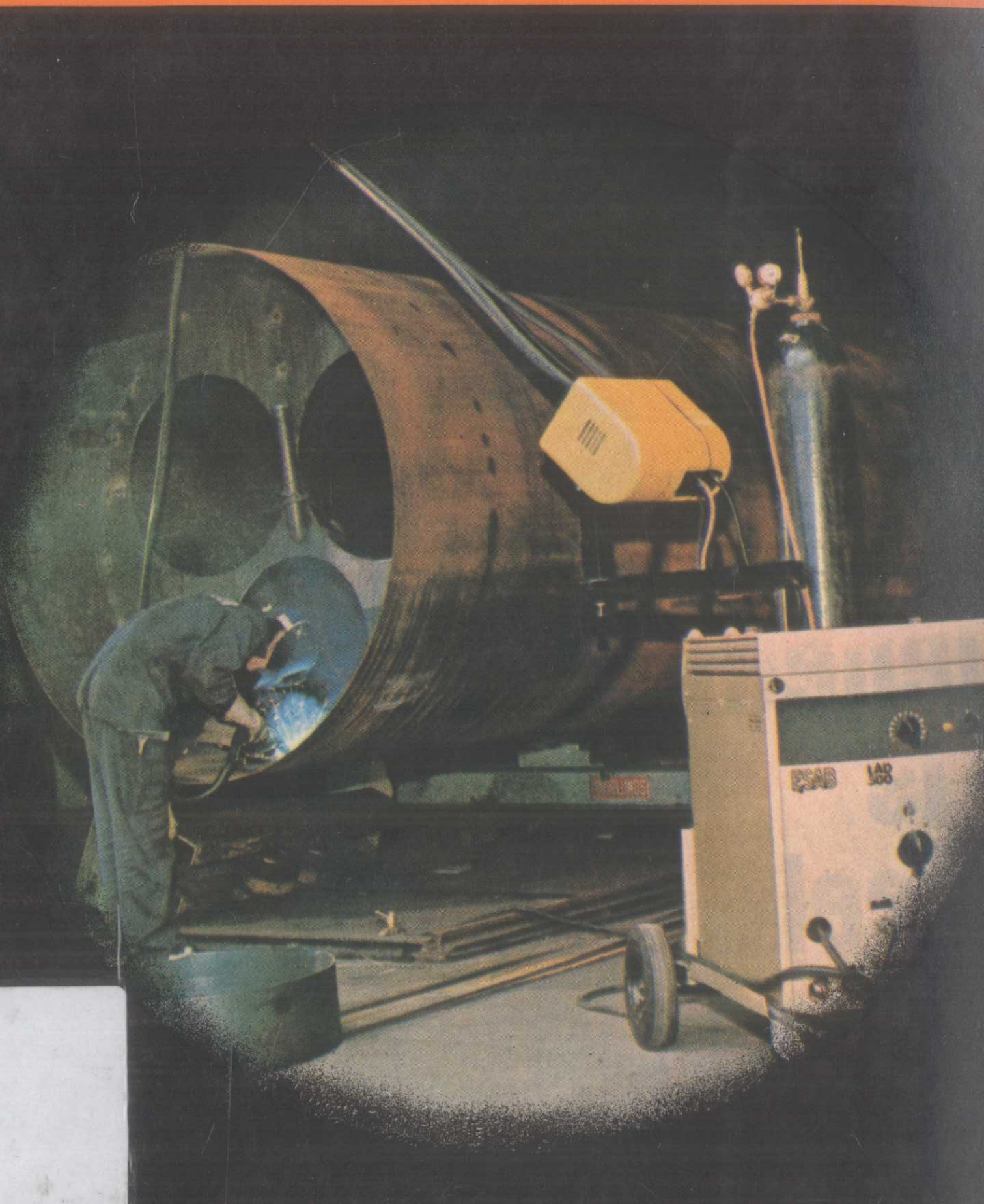


銲接技術叢書7

鑄鋼·鑄鐵

銲接的重點

銲接叢書編輯委員會 / 監修 ■ 劉榮宗譯

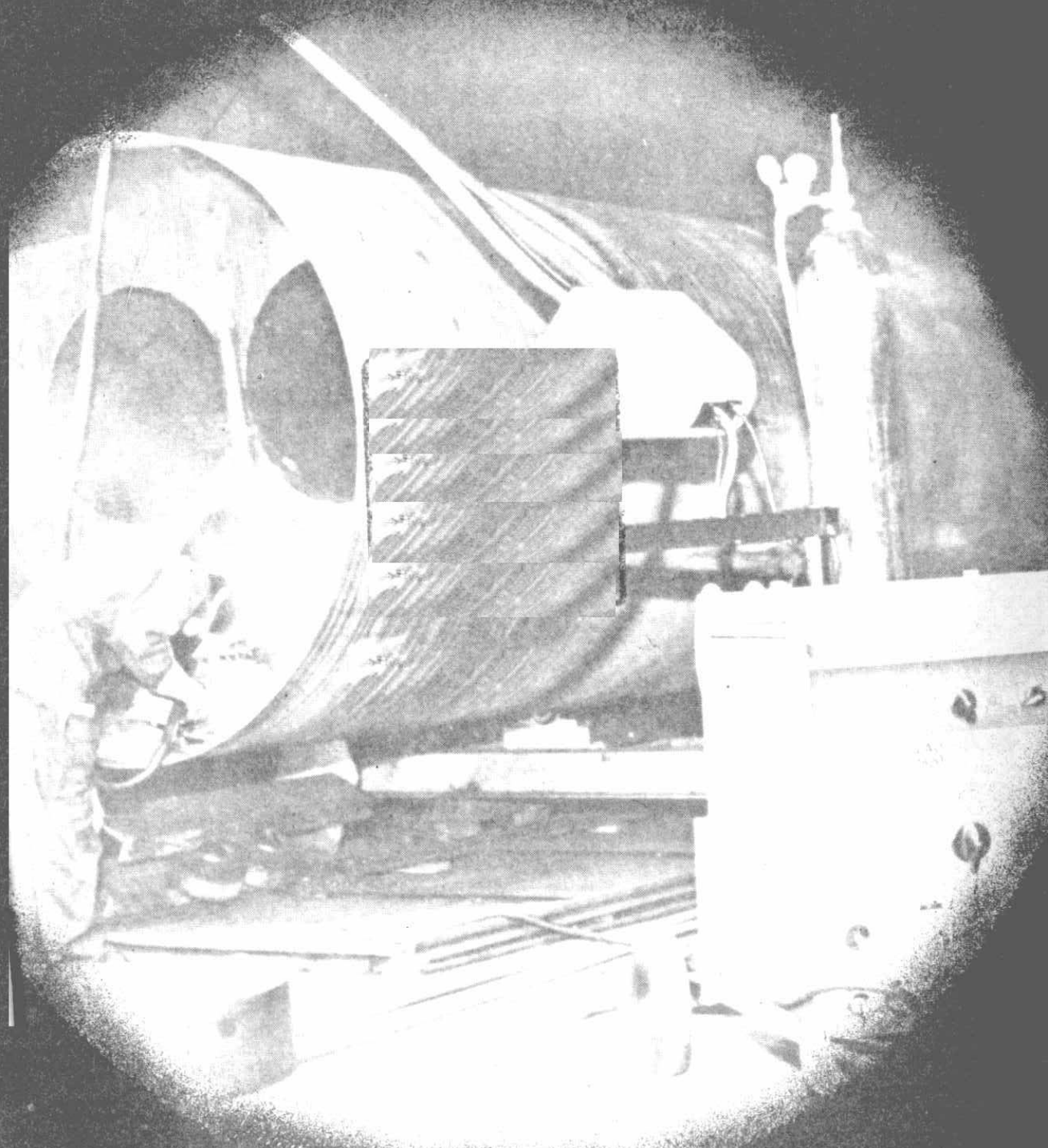


銲接技術叢書7

鑄鋼·鑄鐵

銲接的重點

銲接叢書編輯委員會 / 監修 ■ 劉榮宗譯



鑄鋼●鑄鐵銲接的重點

譯者：劉榮宗◇特價八十元

出版者：正言出版社

發行者：正言出版社

臺南市衛民街三十一號

本社業經行政院新聞局核准登記登記字號局版台業第0407號

發行人：王 餘 安

印刷者：美光美術印刷廠

臺南市鹽埕7號

中華民國六十六年四月初版

前 言

近年來在國內的銲接法和技術革新的喚叫及進步很急速，所有工業分野中已經漸漸採用新技術。鑄鐵、鑄鋼等鑄造品也不例外。

原來由冶金性之面和銲接性之面來說，鑄鐵、鑄鋼的銲接都視作難題。但是現在有銲接性良好的材質及銲條的開發，和鑄造技術的進步相配合，在此方面和原來的差異已經很大而且突猛進展中。

鑄鋼、鑄鐵的適用範圍同樣很廣，其利用也是在諸工業中不可缺之重要品。特別是製鐵、船舶、鐵路車輛、重電氣機械、土木建設機械、工作機械等的重要配件使用很多。

鑄鋼的銲接和壓延鋼的銲接本質上無差異，所以普通不特別提示出來，但是鑄鋼也有其特有之問題存在，又近年來利用銲接的鑄鋼品也很旺盛，所以本書特別對有關碳鋼、低合金鋼、不銹鋼、耐熱鋼及高錳鋼等廣範圍的鑄鋼品為中心來解說。

有關鑄鐵方面，有很多種之銲接法，把其「重點」說明以外，同時採用補修銲接的填料實例多種來解說。特別是價格低利用範圍很廣的鑄鐵，此金屬材料問題非常多，所以必須充分了解冶金特質後，才能得到良好的銲接效果。本書中已經留意安排。

本書上記的鑄鋼、鑄鐵有關特性，機械性質及銲接方法等等，把全部高度的內容用易了解之方法來解說。又對實際現場必要的知識及技量也考慮配合在內，只用本書就可以對鑄鋼、鑄鐵等銲接上的工作精通（Master）為目標而編著。

更幸運的能聘請到現場經驗豐富的仁熊賢次（三菱）副島一雄（日本油脂）兩氏來做筆者，感覺到萬事如意。對有關現場監工員、技術員及指導立場人員是一種很好的技術指南叢書。

最後感謝，提供貴重文獻和資料的先進們在此表示謝意。

目 錄

1. 何謂鑄鋼	1
1.1 鑄鋼的種類	2
1.2 鑄鋼的銲接	4
2. 碳鋼鑄鋼及低合金鋼鑄鋼銲接的重點 ..	5
2.1 銲接上必須知道的鑄鋼特性	5
2.2 材料的化學成份及機械性質	8
2.3 鑄鋼的銲接性	11
2.3.1 高溫裂痕	11
2.3.2 低溫裂痕	14
2.3.3 誘發銲道下裂痕的熔着金屬中的氫	15
2.3.4 誘發銲道下裂痕的熱影響部之硬化	17
2.3.5 碳鋼鑄鋼的銲接條件	18
2.3.6 低合金鋼鑄鋼的銲接條件	19
2.4 銲接方法的選擇	21
2.4.1 被覆電弧銲接	21
2.4.2 潛弧電弧銲接	25
2.4.3 二氧化碳電弧銲接	26
2.4.4 電熔渣銲接	29
2.4.5 臘銲	29
2.5 鑄鋼的組立銲接	33

2 目 錄

2.5.1	鑄鋼和鑄鋼來接合的鑄鋼銲接構造	33
2.5.2	鑄鋼利用在一部份的鋼板銲接構造	36
2.5.3	銲接接頭傍邊形狀	37
2.5.4	開槽形狀	38
2.5.5	銲接作業	40
2.5.6	銲接應變	40
2.5.7	預熱和後熱	41
2.5.8	銲接後的熱處理	41
2.6	鑄造缺陷的補修銲接	41
2.6.1	缺陷的排除	42
2.6.2	電銲條的選擇方法	45
2.6.3	預 熱	46
2.6.4	銲接作業	46
2.6.5	銲接補修後的熱處理	50
2.6.6	銲接補修的預備試驗	51
3.	不銹鋼鑄鋼銲接的重點	55
3.1	不銹鋼鑄鋼的種類	55
3.2	合金元素的作用	59
3.3	不銹鋼鑄鋼的銲接性	60
3.3.1	不銹鋼鑄鋼的熱處理	60
3.3.2	在於沃斯田鐵不銹鋼中的碳化物析出	61
3.3.3	應力腐蝕	62
3.3.4	由 Σ 相的脆化	63
3.4	不銹鋼鑄鋼的銲接	64
3.4.1	銲接法	64
3.4.2	電銲條及熔着的組織	64

3.4.3 缺陷的補修銲接.....	69
3.4.4 異種金屬間的銲接.....	70
4. 耐熱鋼鑄鋼銲接的重點.....	74
4.1 何謂耐熱鋼鑄鋼.....	74
4.2 耐熱鋼鑄鋼的性質和用途.....	77
4.3 耐熱鋼鑄鋼的銲接.....	80
5. 高錳鋼鑄鋼銲接的重點.....	82
5.1 何謂高錳鋼鑄鋼.....	82
5.2 高錳鋼鑄鋼的銲接.....	85
5.2.1 銲接法.....	85
5.2.2 高錳鋼用電銲條.....	85
5.2.3 銲接施工上注意事項.....	87
6. 鑄鋼銲接的品質管理.....	89
6.1 標準化作業.....	89
6.2 鑄鋼缺陷的補修限制.....	90
6.3 鑄鋼銲接部的檢查.....	90
7. 何謂鑄鋼.....	92
7.1 灰口鑄鐵.....	93
7.2 可鍛鑄鐵.....	97
7.3 球狀石墨鑄鐵.....	99
8. 鑄鐵銲接的概要.....	101
8.1 稱爲鑄鐵銲接困難的理由.....	101

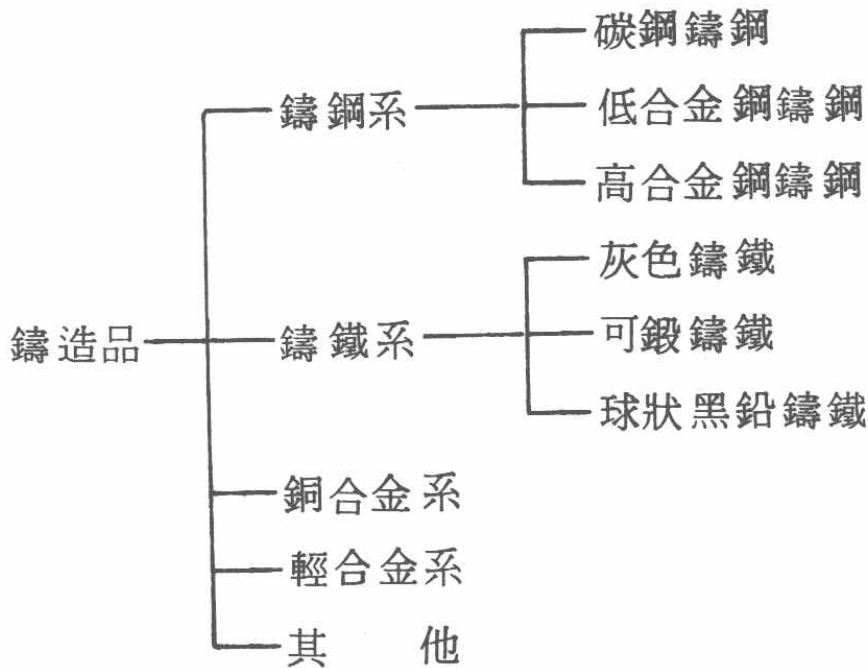
4 目 錄

8.2	現在所實施的銲接方法	102
8.2.1	熱間銲接法	103
8.2.2	冷間銲接法	104
8.2.3	銅銲 (Brazing) 法	106
8.3	鑄鐵銲接部的一般性質	106
9.	鑄鐵氣銲接的重點	109
9.1	裸體銲條的選擇方法	109
9.2	熔劑的作用	112
9.3	預熱及軟燒	113
9.4	銲接部的準備	115
9.5	銲接法	115
9.5.1	氣炬 (Torch) 的選擇方法	115
9.5.2	銲接施工法	118
9.5.3	銲接上的注意	119
10.	鑄鐵電弧銲接的重點	120
10.1	熱間電弧銲接	121
10.1.1	軟鋼被覆電弧銲條	121
10.1.2	鑄鐵被覆電弧銲條	122
10.1.3	熱間電弧銲接施工法	124
10.2	冷間電弧銲接	126
10.2.1	軟鋼被覆電弧銲條	127
10.2.2	鑄鐵被覆電弧銲條	129
10.2.3	鎳系鑄鐵用被覆電弧銲條	131
10.2.4	鎳系被覆電弧銲條的性能	134
10.2.5	銅合金系被覆電弧銲條	144

10.2.6 冷間銲接施工法	147
11. 鑄鐵品的銲接補修，填料實例	154
12. 鑄鐵銲接的“重點”結論	166
主要的參考文獻	169
索 引	

1. 何謂鑄鋼

鑄造品由材質來大別如下所示：



本書由上記中的鑄鋼及鑄鐵為銲接對象來編著。

鑄鋼系的鑄造品和一般上使用的壓延鋼及鍛鋼品的化學成份大約相同，把其總稱叫做鑄鋼。鑄鋼比較鑄鐵其他鑄造品的強度，韌性之點特別優良，銲接性也極良，所以製鐵、船舶、鐵路車輛、重電氣機械、土木建設機械、工作機械等等的重要配件上都很廣的被利用。

原來鑄鋼品容易產生孔巢為缺點，往往被視為比較壓延鋼和鍛鋼品的機械性質劣化，但是近年來鑄造技術的進步很容易製作無缺陷的鑄鋼品，這些健全的鑄鋼品機械性質如圖 1.1（次頁）所示相反的比較壓延鋼還上乘之感。

又鑄鋼時不必要考慮鍛造性和加工切削性，所以能自由添加合金成份。然而高合金鑄鋼的耐蝕、耐熱、耐磨耗的各種鑄鋼也很發達。

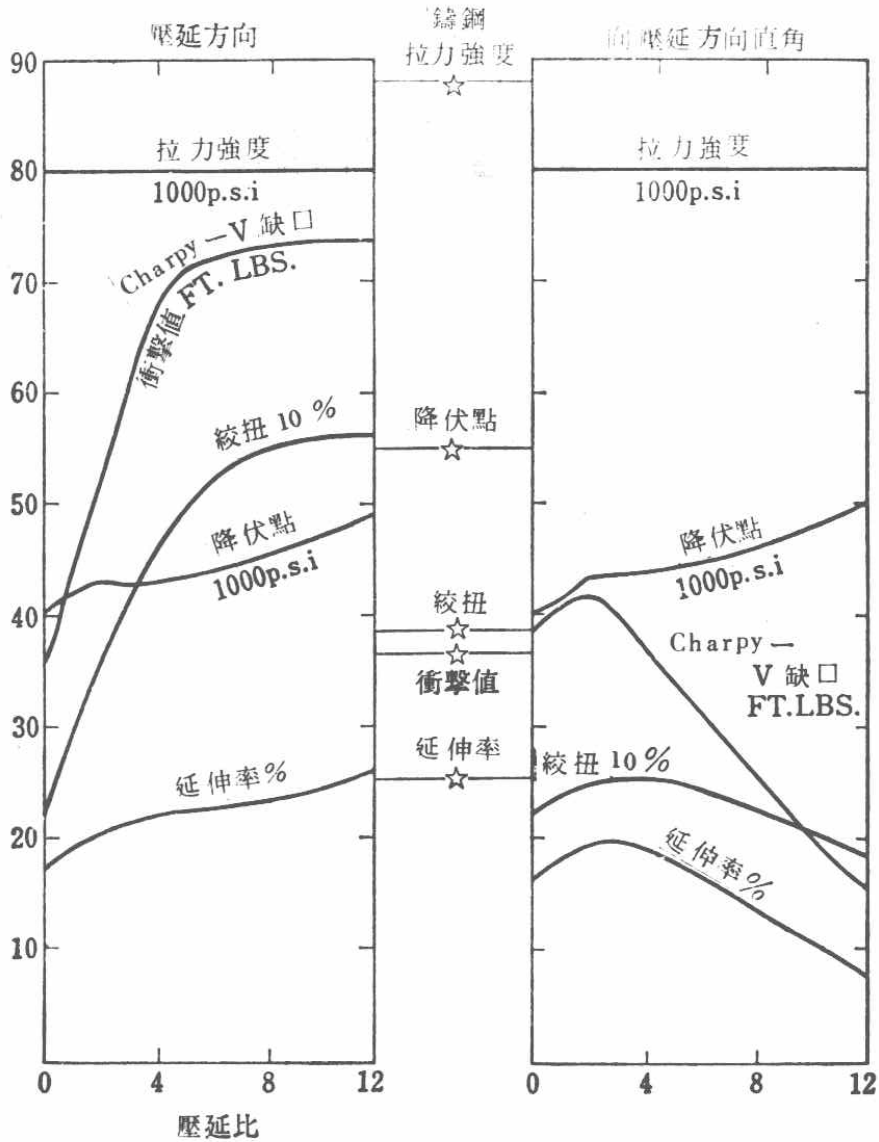


圖 1.1 0.35 C 碳鋼鑄鋼和 0.35 C 壓延鋼的機械性質比較 ☆印為鑄鋼的值 (Steel Castings Handbook)

1.1 鑄鋼的種類

鑄鋼把它大別可分為碳鋼鑄鋼，低合金鋼鑄鋼，高合金鋼鑄鋼 3 種。又，有時候也可以大別為普通鑄鋼（碳鋼鑄鋼），特殊鑄鋼（合金鑄鋼）2 種類也有。高合金鋼鑄鋼中也包含了不銹鋼，耐熱鋼，高錳鋼的 3 類鑄鋼。表 1.1 是 JIS 規格為中心而分類的鑄鋼概要，但是其他種類的成份配合的鑄鋼也生產提供到實用化中。

表 1.1 鑄鋼的分類

種類	材 質	J I S 記號	主要化學成份	標準的熱處理	用 途	
碳鋼鑄鋼	低 碳 鋼	S C 37 ~ S C 55	P ≤ 0.05 S ≤ 0.05	軟燒 軟燒	構 造 用	
	中 高 碳 鋼		C 0.40~0.70 Mn 0.50~0.80	同 上	同 上	
低合金鋼鑄鋼	低 錳 鋼	S C A 1 ~ S C A 3	C 0.20~0.40 Mn 1.00~1.60	同 上	同 上	
	錳 鉻 鋼	S C A 21 ~ S C A 23	C 0.25~0.45 Mn 1.20~1.60 Cr 0.40~0.80	同 上	同 上	
	矽 錳 鋼	S C A 31	C 0.25~0.35 Si 0.50~0.80 Mn 0.90~1.20	同 上	同 上	
	鉬 鋼	S C A 41	C ≤ 0.25 Mn 0.50~0.80 Mo 0.45~0.65	同 上	同 上	
	鉻 鉬 鋼	S C A 51 S C A 52	C ≤ 0.20 Cr 1.00~6.50 Mo 0.45~0.65	同 上	同 上	
高合金鋼鑄鋼	高錳鑄鋼 高 錳 鋼	S C M n H ₁	C 0.90~1.30	約 1000°C 水冷	耐 磨 耗 用 非 磁 性 配 件	
		S C M n H ₂	Mn ≥ 11.0			
	不銹鋼鑄鋼	鉻 不 銹 鋼	S C S 1 S C S 2	C ≤ 0.24 Cr 11.50~14.00	淬火, 950~980°C 油冷或 空氣冷退火, 680~780°C 急冷	化 學 工 業 裝 置
		鉻 鎳 不 銹 鋼	S C S 11 ~ S C S 18	Ni 5.00~22.00 Cr 11.50~27.00	淬火, 950~1100°C 急冷	化 學 工 業, 食 品 工 業, 石 油 精 製 裝 置
耐熱鋼鑄鋼	高 鉻 耐 熱 鋼	S C H 1 S C H 2	C ≤ 0.50 Cr 12.00~28.00	軟燒, 800~900°C 徐冷	高 溫 耐 蝕 閥, 鑛 石 焙 燒 爐 配 件, 硝 酸 工 業	
	高 鉻 鎳 耐 熱 鋼	S C H 11 ~ S C H 15	Ni 4.00~37.00 Cr 13.00~28.00	—	熱 處 理 爐 配 件, 鑛 石 焙 燒 爐 配 件	

1.2 鑄鋼的銲接

鑄鋼的銲接有鑄鋼同類的接合，鑄鋼和壓延鋼的銲接，磨耗部份的填料補修銲接，鑄鋼品缺陷的補修銲接等等。

鑄鋼的銲接和壓延鋼的銲接，本質上無大差異，軟鋼鈹的銲接要領可以原樣做低碳鋼鑄鋼的銲接要領，不銹鋼鋼鈹銲接的要領精通，也可以使用在不銹鋼鑄鋼的銲接。但是，兩者相異之處是，各別的使用目的相異，鑄鋼比較壓延鋼在銲接上的利用少，又鑄鋼的規格上無考慮銲接問題來製作，鑄鋼品周圍環境的銲接技術水準比較低，銲接工作多半採用在缺陷補修等等。

2. 碳鋼鑄鋼及低合金鋼

鑄鋼銲接的重點

2.1 銲接上必須知道的鑄鋼特性

鑄鋼的熔融點高，又冷卻時的收縮量大等是鑄鋼固有的特性之故，和其他金屬比較鑄造時容易發生缺陷，對設計的良否，鑄造方法的良否極敏感。要了解其特性，是對銲接作業上成功之重要關鍵。

(1) 流動性不佳

熔鋼的流動性比較其他金屬不佳，輸鑄溫度範圍也狹小所以對鑄造可能厚度有限度。對有些程度以上的薄肉物品必要採用高溫鎔液，在鑄造上的特別處理，因此增加製造費用之外，鑄造上也容易發生缺陷。

(2) 收縮率大

鑄鋼比較鑄鐵時的鑄造收縮量大，所以容易發生巢、裂痕等。這些缺陷存在的物品變成銲接補修的對象，又要利用鑄鋼來做銲接構造物時有必要特別小心。表 2.1（次頁）為鑄鋼、鑄鐵的鑄造時收縮量比較表。即是說輸鑄溫度，凝固溫度範圍都是鑄鋼比較高，凝固時的體積收縮率及凝固後到常溫止的線收縮率，也比較鑄鐵大。這些是表示鑄鋼比較鑄鐵，在鑄造上容易發生缺陷的原因。

圖 2.1 是由 0.35 % C 鑄鋼在冷卻時的容積變化圖示。由約 1500°C 開始凝固，約到了 1470°C 完成凝固，在此間引起 3 % 的體積收縮所以最後凝固的部份發生巢。圖 2.2 所示是凝固巢的發生狀況和爲了防止的押液狀態的顯示。相片 2.1 是相等厚度鑄鋼的部份成生的凝固巢，圖 2.3 所示是凝固巢發生原因和利用鎔液指向性凝固來防

6 2. 碳鋼鑄鋼及低合金鋼鑄鋼銲接的重點

表 2.1 鑄鋼，鑄鐵的鑄造時之收縮量比較

	輸鑄溫度 °C	凝固溫度範圍 °C	凝固時的體積收縮率 %	凝固時至常溫止的線收縮率 %
中碳鋼鑄鋼	1,580~1,530	1,500~1,470	約 3	約 2
灰色鑄鐵	1,400~1,350	1,300~1,130	全部無變化	約 1

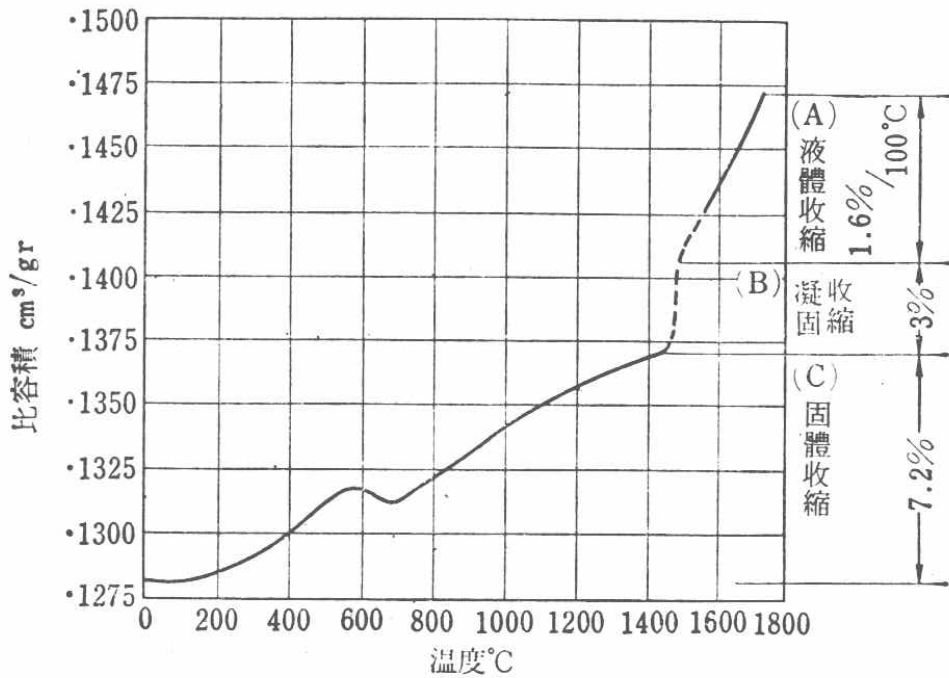


圖 2.1 0.35% C 鑄鋼的由冷卻的容積變化 (鑄鋼品手冊)

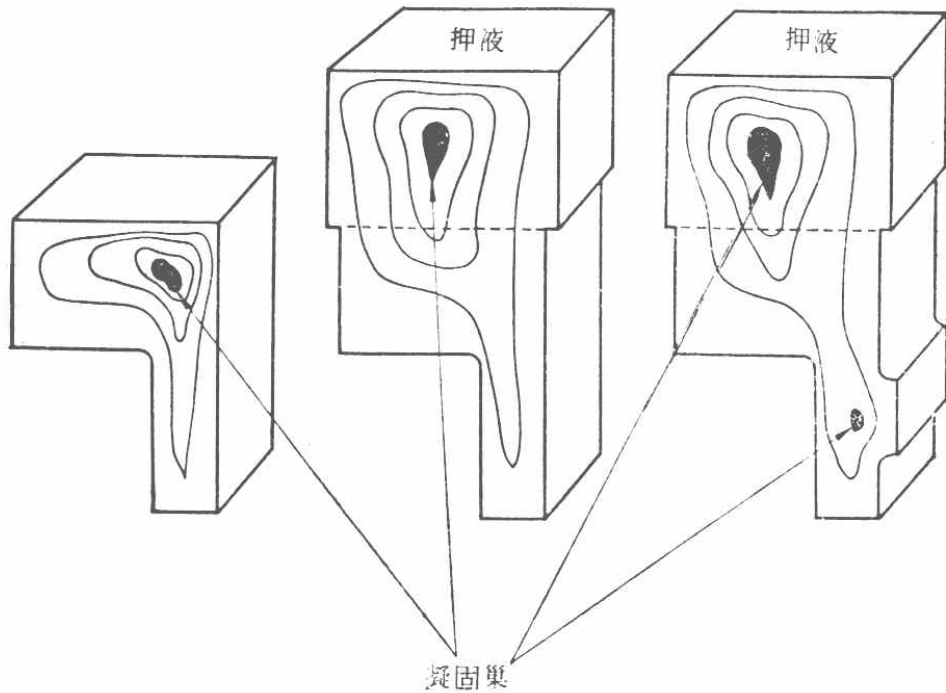
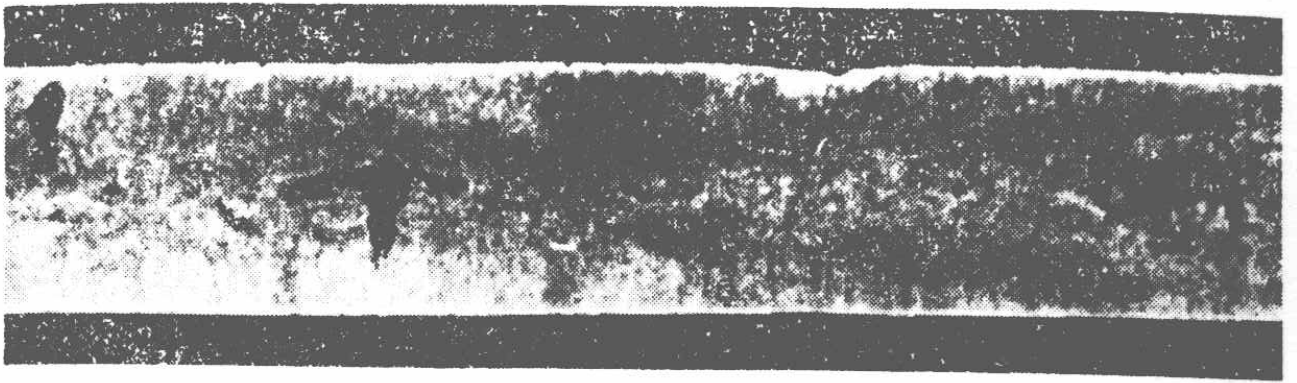


圖 2.2 凝固巢的發生狀況



相片 2.1 鑄鋼 (SC 42) 等肉厚度部所產生的凝固巢

止凝固巢的對策例示。

又鎔液凝固後要到常溫時容積約要收縮 7.2 % , 但是把它更改線收縮率即約 2 % , 和鑄鐵的 1 % 比較約成爲 2 倍所以變成裂痕的原因。

(3) 在高溫中的拉力強度低
凝固溫度直下在高溫中的鑄鋼拉力強度，和其他金屬同樣低。因此由收縮，鑄模的抵抗冷卻速度的相異生成內部應力之故，在冷卻遲慢部份或者冷卻速度相異部份容易生成裂痕。圖 2:4 爲此狀況的表示，上下方向的收縮由鑄模而被妨害，另一面柱自身向中心收縮。因此 A 柱的凸緣 (Flange) 接合點或者 B 中間厚肉部份斷面積大，冷卻遲慢之故上昇強度遲到，應力集中之結果發生裂痕。

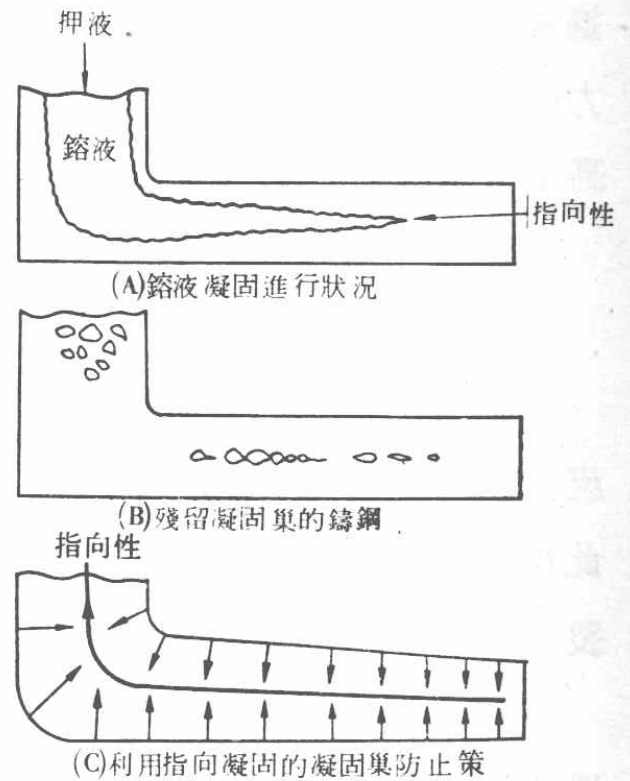


圖 2.3 凝固巢的發生和防止策例

又和鑄模抵抗無關係的如圖 2.5 所示形狀而引起應力發生。即是

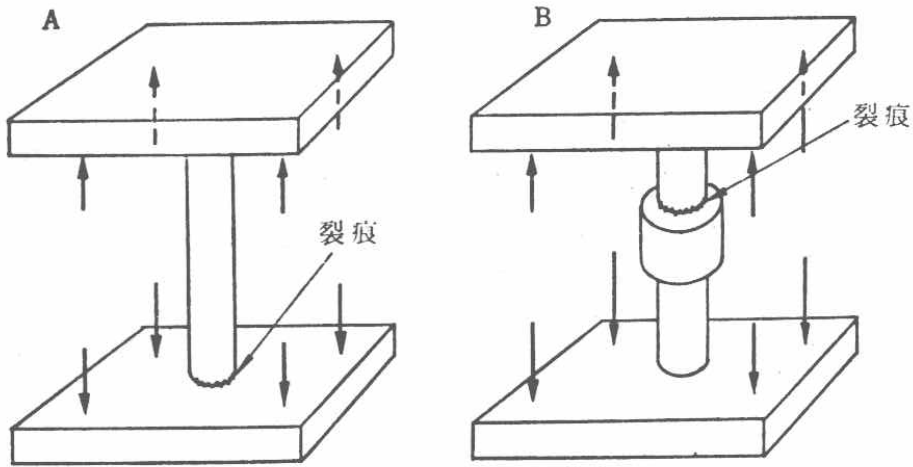


圖 2.4 高溫裂痕

斷面積小的 A_2 部比較其他部份冷卻早然而收縮。但是厚肉的 A_1 部所支持的厚肉凸緣 (Flange) 部冷卻進度緩慢，強度低之中受 A_2 部的拉力應力，應付不了收縮在結合點生成高溫裂痕。

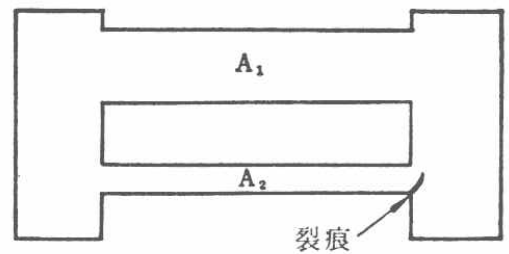


圖 2.5 高溫裂痕

(4) 表皮及靠近表皮的部份品質良

鑄肌面多少有些脫氧層，接近表皮又無巢的缺陷，和其他鑄造類同樣

此部份一般都健全，所以熱處理要機械加工之前來實施比較不易生成裂痕。又，銲接設計要直接能接合在表皮面比較理想。

以上所述的鑄鋼特性了解之後，對銲接構造物鑄鋼之應用，或者鑄鋼缺陷的銲接補修等等之施工，是使銲接作業成功的根基。

2.2 材料的化學成份及機械性質

碳鋼鑄鋼品的 JIS 規格如表 2.2 所示，SC37 至 SC55 止的 5 種類。有關中、高碳鋼鑄鋼還未規格化，如舉一般性使用例如表 2.4 (次頁) 所示。又低合金鋼鑄鋼的 JIS 規格如表 2.5 (10 頁)，表 2.6