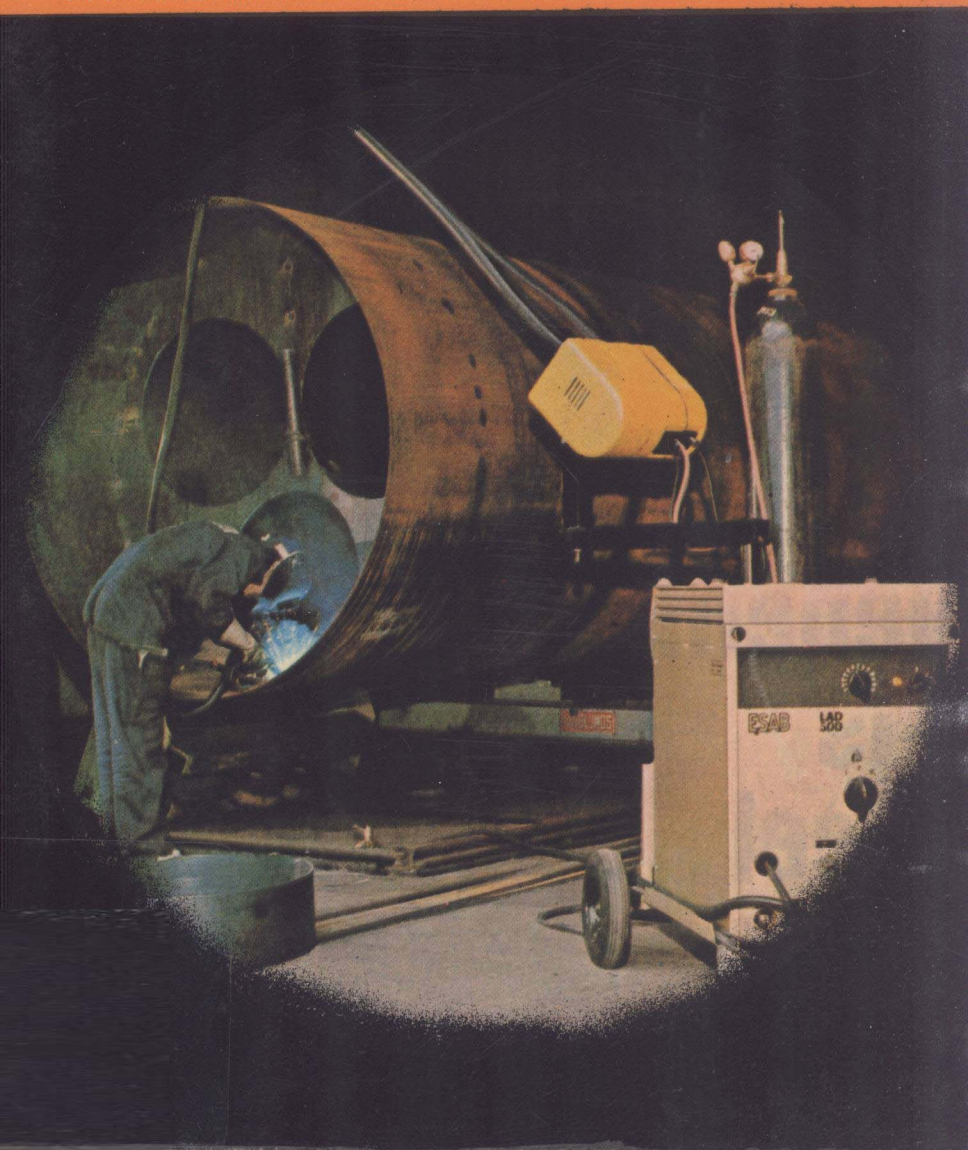


銲接技術叢書 9

薄板軟鋼

銲接的重點

銲接叢書編輯委員會 ■ 劉榮宗譯 ■ 正言出版社印行



銲接技術叢書 9

薄板軟鋼

銲接的重點

銲接叢書編輯委員會 ■ 劉榮宗譯 ■ 正言出版社印行





薄板軟鋼銲接的重點

譯者：劉榮宗 ◊ 特價八十元

出版者 正言出版社 台南市衛民街三十一號 郵政劃撥儲金帳戶三一六一四號 電話 (〇六二) 二五二一五五 / 六號 發行者 正言出版社 發行人 王餘安 本出版社業經行政院新聞局核准登記 發給出版事業登記證局版台業字第〇四〇七號 印刷者 美光印刷廠 台南市新和路一四號

70.11.初版

推 選 辭

有關銲接工學和銲接技術之書籍在日本出版的數字一直上升，而其對象有研究銲接工學者及高級技術者專用刊物與大學、工專等學生為對象之教科書，或實際銲接的從業人員為對象簡易明瞭記述的良書也很多。這些在日新月異進步中之銲接技術來說是當然的趨勢。

現在產報刊行的銲接技術叢書，其對象為擔當現場銲接技術之實際指導人員及監工等之苦勞而設想，對作業上形形色色難題解決之「秘訣」——在今日發達的科學技術中還有所謂「重點」和「秘訣」之存在實在不太文雅——因此為了改善以往秘訣之錯誤觀念能一脈相傳為狙擊目標，提供給銲接技術中間層人員重點啓示，為本書著作之特色。

如今在此出版的「薄板軟鋼銲接的重點」是由三位著者聯合執筆而組合之奇妙刊物，這三位都是有關銲接技術研究者和實務者，累積了多年的學識與經驗，而且現在都是活躍在第一線之人物，其內容也是由「薄板銲接的重點」、「薄板用各種銲接法之銲接材料」、「銲接施工法的秘訣」、「銲接管理方法」等4章而成。

並且詳述某程度之理論，而由實際作業面為核心平易說明為宗旨，而前2章為本書之基礎篇，第3章為實際作業之「重點」說明，第4章為檢討執筆者長年累積之經驗談。所以無論取用那一章對實際指導現場之技術、監工等人員都是頂好的指南資料。

原本要出版一本書籍，並不是輕而易舉之事，必須有相當之恒心，而不斷努力收集資料等是件苦差事，又是由三位執筆者聯合，要統一其內容是相當困難的，常常會有重覆之憂，但本書三位執筆者都能遵守自己的崗位及分担之範圍，邁向一貫作風之方向努力而記述是值得

敬佩。

而由本書之出版，其內容之完整，可以看出給各位讀者的是「一本萬利」、「優美絕倫」之佳作。

柴田晴彥（武藏工業大學教授）

前 言

本書為有關板厚 3 mm 以下之薄鋼板銲接為主而著作。鋼由軟鋼板做中心包含了高張力鋼和耐候鋼等。而日本工業規格把拉力強度約 50~60 kg/mm² 級之高張力鋼編入泛用構造用鋼，所以和軟鋼規定在同類，因此也包含在本書之中。耐候性鋼是能耐風雨和鐵路車輛、汽車、橋樑、建築物等用途很廣泛，其強度也由軟鋼至 60 kg/mm² 級之高張力鋼為多，故有多種此類者亦納入本書內。

薄鋼板和中厚鋼板，其使用範圍最為廣泛，所以做為銲接士者，對其銲接上之基本應用務必很詳細理解才好。有關「中、厚、軟鋼板銲接的重點」本銲接叢書已經出版得到各界之好評，而本書以「薄板軟鋼銲接的重點」為主，是編集委員會及各界讀者們所盼望的。

內容為介紹薄鋼板銲接的重點，包含了薄鋼板之種類及日本工業規格等，其銲接法之種類及選擇方法之要訣。而在薄板銲接中特別重要的基本事項有“溶落”，“銲接變形”等問題之細述。有關溶落問題，原來很難說明，但由著者之研究成果得到極平易的解說，形成了獨自特有之內容。

其次說明常使用在薄鋼板之各種銲接用之銲接材料，即是有關氣銲條，被覆電銲條，潛弧電銲條，及銲劑，二氧化碳銲接用銲線，銲劑及保護瓦斯和無保護瓦斯銲接用之銲線等。

再詳述薄鋼板銲接之應用面重要的各種銲接施工法之秘訣，例如治具，銲接變形之防止方法與變形之修正，銲接管理之方法等。

由以上內容對現場之監工及指導人員為對象，對現場薄鋼板銲接之基本想法，選用方法，應用等誠懇的說明，確信能使讀者得到之益處很多。

本書作成之際深望岡田明（金材技研），有川正康（神鋼），松原
惣太郎，長谷部博（壓模工業）諸氏之協助和提供寶貴之資料謹在此
致謝。

銲接叢書編集委員會 委員長 稻垣道夫

目 錄

1 薄板銲接之要點提示

1.1 何謂薄板	1
1.1.1 汎用薄鋼板及帶鋼	2
1.1.2 表面處理鋼板	8
1.1.3 耐候性薄鋼板	8
1.1.4 結構用壓延鋼材	10
1.1.5 有關熱間壓延鋼板與鋼帶之形狀、尺寸	13
1.1.6 建築結構用冷間成形輕量形鋼	16
1.2 銲接法之選擇方法	17
1.2.1 被覆電弧銲接	20
1.2.2 半自動及自動電弧銲接	22
1.2.3 電阻銲接	23
1.2.4 氣銲接及銅銲接	25
1.3 溶 落	26
1.3.1 何謂溶落	26
1.3.2 有關引起溶落之板厚與銲接條件	27
1.3.3 由母材之成份影響的溶落	32
1.3.4 推測引起溶落之最大板厚	33
1.3.5 選定適正之開槽條件	34
1.3.6 背墊板之效用	38
1.4 銲接變形	41
1.4.1 銲接變形之種類與防止法	42
1.4.2 銲接後變形之修正法	46

2 在薄板用各種銲接法之銲接材料

2.1 軟鋼氣銲條	50
2.1.1 軟鋼用氣銲條之規格.....	50
2.1.2 氣銲接的前進銲接條件.....	50
2.1.3 氣銲條.....	50
2.2 軟鋼被覆電弧銲條	52
2.2.1 軟鋼板用被覆電弧銲條規格.....	52
2.2.2 使用在薄鋼板銲接的銲條.....	52
2.2.3 銲接部之強度及溶着金屬.....	55
2.2.4 薄鋼板銲接作業之條件.....	56
2.2.5 薄鋼板之手電弧銲接作業標準.....	56
2.3 其他被覆電弧銲接材料.....	57
2.3.1 橫置式銲條.....	60
2.3.2 栓銲條.....	60
2.4 薄鋼板銲接用交流電弧銲接機	64
2.5 薄鋼板之潛弧電弧銲接材料	66
2.5.1 潛弧電弧銲接之銲線與銲劑.....	66
2.5.2 薄鋼板的潛弧電弧銲接施工例.....	67
2.5.3 銲接部之化學成份與機械性質.....	67
2.6 二氧化碳電弧銲接材料.....	68
2.6.1 短路電弧銲接法.....	69
2.6.2 二氧化碳電弧銲接法之種類.....	73
2.6.3 銲接材料.....	73
2.6.4 溶着金屬之機械性質.....	74
2.6.5 製造尺寸與包裝式樣.....	74
2.6.6 二氧化碳電弧銲接標準條件.....	74

2.7 無保護瓦斯電弧銲接	83
2.8 耐候性鋼板之銲接	86
2.8.1 耐候性鋼用被覆電弧銲條	89
2.8.2 耐候性鋼之潛弧電弧銲接	92
2.8.3 耐候性鋼之二氧化碳電弧銲接	93
2.8.4 電弧點銲接	95

3 銲接施工法之秘訣

3.1 治 具	96
3.1.1 治具必須具備之條件	96
3.1.2 結合體組合之治具方法	97
3.1.3 生產量與治具方式	99
3.1.4 薄鋼板用治具	100
3.1.5 預估變形量數值的物品	101
3.1.6 分割型治具	102
3.2 銲接準備	102
3.2.1 鋼板之前處理	102
3.2.2 壓機加工	104
3.3 電弧銲接施工	109
3.3.1 銲接法之選擇	109
3.3.2 被覆電弧銲接	110
3.3.3 潛弧電弧銲接	117
3.3.4 二氧化碳 (CO ₂) 銲接 (包含 CO ₂ -O ₂ 銲接)	120
3.3.5 填充銲劑心線二氧化碳電弧銲接	122
3.3.6 橫置式 (EHV) 銲接	123
3.3.7 TIG, MIG 銲接	127
3.4 電阻銲接施工	129

4 薄板軟鋼銲接的重點

3.4.1 電阻銲接之原理與特點	129
3.4.2 點銲接	130
3.4.3 浮凸銲接 (Projection welding)	138
3.4.4 沿縫銲接 (Seam welding)	143
3.4.5 點銲接之品質管理進度	146
3.5 硬銲 (Brazing) 施工	152
3.5.1 硬銲之特點	152
3.5.2 硬銲前之處理	153
3.5.3 硬銲接頭之形狀	153
3.5.4 硬銲材料之種類	154
3.6 銲接變形之修正法	156
3.6.1 呈現在實物之變形	156
3.6.2 由銲接法的變形預防法	156
3.6.3 特殊法	158
3.6.4 由治具來防止變形之預防法	158
3.6.5 歪 (變形) 除去法	159

4 銲接管理之方法 /

4.1 作業標準是否可以確保防止損害賠償之發生	164
4.1.1 作業標準之製作方法	164
4.1.2 作業管理基準之必要性與其製作方法	165
4.2 品質管理	170
4.2.1 作業之教育	170
4.2.2 銲接技術管理	175
4.2.3 銲接材料之管理	177
4.3 檢查管理	180
4.3.1 銲接之檢查	181

4.3.2 檢查規格之製作方法.....	186
4.3.3 檢查工之教育.....	187
4.3.4 公共關係（聯絡：Communication）之問題	188
4.4 設備管理	188
4.4.1 銲接機之保養方法.....	188
4.4.2 儀錶管理之併用.....	190
4.5 安全管理.....	191
4.5.1 銲接關係之傷害.....	191
4.5.2 銲接傷害之對策.....	192

1. 薄板銲接之要點提示

1.1 何謂薄板

材料是由材質、厚度、形狀等三要素而組成。

材質是由其製造方法、化學成分、顯微鏡組織、機械性質等重要項目來左右。所謂軟鋼其碳含量約0.30%以下之低碳鋼之俗稱。軟鋼之拉力強度普通為 $28\sim 50\text{kg}/\text{mm}^2$ 程度，超過 $50\text{kg}/\text{mm}^2$ 以上之鋼材稱呼為高張力鋼。但最近把拉力強度 $60\text{kg}/\text{mm}^2$ 程度之鋼材也使用在一般方面之作業，所以本書也容納此程度之拉力強度之鋼材在內。

材料之厚度可分類為薄板、中厚板及超厚板等，平常約3mm以下之厚度為薄板，約50mm以上之厚度稱為超厚板，其中間稱呼為中厚板。因此本書為3mm以下之薄板為主要對象來記述。

材料之形狀可區別為板、平、帶、棒、線、形、管等。在本書主要為記述薄肉之鋼板、平鋼、鋼帶及輕量形鋼等為中心來說明。

又壓延薄鋼材，有熱間壓延鋼板、冷間壓延鋼板及各種鋼帶、各種表面處理鋼板、耐候性薄鋼板、一般結構用壓延鋼材及銲接結構用壓延鋼材等。又有冷間成形輕量形鋼和各種薄肉鋼管等。薄鋼材之銲接製品及結構物一般上都由切斷、壓機加工、銲接組立等工程順序來製作，所以有關鋼材之切斷及壓機等加工性與銲接性很重要。

薄鋼材之銲接性是以無溶落，銲接變形少，接頭形狀良好為重要，而較厚板時相比其重點有相當之差距。

在製鋼上，由脫氧之方法及程度又可區別為未淨鋼，淨靜鋼，半淨靜鋼等。而未淨鋼一般上其C含有量約0.3%以下，S₁約0.03%以

2 薄鋼軟鋼銲接的重點

下，而其C，P及S之偏析較多，因此使用薄鋼板時考慮切斷及壓機等加工性與經濟性，採用未淨鋼比較多。又淨靜鋼採用Si，Al或者Ti，Zr等脫氧劑之故，不純物之含量及偏析較少，結晶顆粒一般上也微細之故，對銲接裂痕，缺口韌性良好，所以適合於厚板。半淨靜鋼之脫氧狀態是未淨鋼與淨靜鋼之中間級，又較淨靜鋼廉價而且偏析不顯著，所以在銲接用之中厚板及薄板上很廣泛的被使用。而溶落是由脫氧之程度和添加元素，故受其影響很大。

應用薄鋼材之銲接結構物，或製品之範圍，有汽車、鐵路車輛、建築、電氣製品、家庭用品、航空機、飛彈等，範圍很廣。因此有關薄鋼材之銲接問題，是銲接技術的一個大區域。

1.1.1 汎用薄鋼板及帶鋼

近年，有關壓延薄鋼材在日本工業規格有大幅度的改正。

原本日本工業規格把熱間壓延薄鋼板與碳鋼帶鋼分類定規格，而後把其統一制定規格設立了 JIS G 3131-1967「熱間壓延軟鋼板及鋼帶」的制定。在此規格中，一般用（厚度1.0 mm以上13mm以下），扭絞用及深扭絞用（厚度1.2 mm以上6 mm以下）等，分成3種，各別定為SPHC，SPHD及SPHE。

這些鋼板及鋼帶之化學成分及機械性質表示在表1.1。

深扭絞用之 SPHE 材爲了提高其扭絞性，故使用特殊之製造方法，例如由淨靜處理來製造等。

鋼板及鋼帶之化學成分是由取鍋來分析規定P及S%之值，對C及Mn無規定值，而參考性的，通常 SPHC 材爲C0.15%以下，Mn 0.60%以下之碳鋼，SPHD及E材通常爲C0.10%以下，Mn 0.50%之碳鋼的表示。機械性質規定拉力強度，延伸率，彎曲等表示。彎曲時規定外側面不可有龜裂之產生，但是鋼帶兩端不正常部份，不適

用於這些機械性質規定。所以有關 SPHE 材之扭絞性，可以與訂購者與製造業者協議而無特別規定腐蝕值等。

鋼板及鋼帶之外觀，形狀及尺寸之容許差及重量，原則上依據後出之 JIS G 3193為準。

又特殊用途之鋼帶有，JIS G 3132-1968「鋼管用熱間壓延碳鋼鋼帶」之規格的設立。此規格為使用在銲接鋼管用的厚度6.0 mm未滿之熱間壓延鋼帶 SPHT 1~4 之有關4種類的化學成分，機械性

表1.1 熱間壓延軟鋼板及鋼帶 (JIS G 3131-1967)

種類	記號	化學成分%		拉力試驗							彎曲試驗					
				拉力強度 kg/mm ²	延伸率 (%)						試驗片	內側半徑		試驗片		
					厚度 (mm)	厚度 (mm)	厚度 (mm)	厚度 (mm)	厚度 (mm)	厚度 (mm)		厚度 4.0mm	彎曲 角		厚度 3.2mm	
1種	SPHC	0.050以下	0.050以下	28以上	25以上	27以上	29以上	29以上	29以上	31以上	31以上	5號 壓延 方向	180°	密接	厚度 0.5倍	3號 壓延 方向
2種	SPHD	0.040以下	0.040以下	28以上	-	30以上	32以上	33以上	35以上	37以上	39以上	180°	密接	密接		
3種	SPHE	0.030以下	0.025以下	28以上	-	31以上	33以上	35以上	37以上	39以上	41以上	180°	密接	密接		

表1.2 鋼管用熱間壓延碳鋼鋼帶 (JIS G 3132-1968)

(a) 化學成分

種類	記號	化學成份% (取鋼分析)				
		C	Si	Mn	P	S
1種	SPHT 1	0.10以下	0.04以下	0.25~0.50	0.040以下	0.040以下
2種	SPHT 2	0.18以下	0.35以下	0.25~0.60	0.040以下	0.040以下
3種	SPHT 3	0.25以下	0.35以下	0.30~0.90	0.040以下	0.040以下
4種	SPHT 4	0.30以下	0.35以下	0.30~1.00	0.040以下	0.040以下

(b) 機械性質

種類	記號	拉力試驗				彎曲試驗			
		拉力強度 kg/mm ²	延伸率 %			試驗片	內側半徑		試驗片
			厚度 (mm)	厚度 (mm)	厚度 (mm)		厚度 (mm)	厚度 (mm)	
1種	SPHT 1	28以上	30以上	32以上	35以上	180°	密接	厚度之 0.5倍	3號 壓延 方向
2種	SPHT 2	35以上	25以上	27以上	30以上	180°	厚度之 1.0倍	厚度之 1.5倍	
3種	SPHT 3	42以上	20以上	22以上	25以上	180°	厚度之 1.5倍	厚度之 2.0倍	
4種	SPHT 4	50以上	15以上	18以上	20以上	180°	厚度之 1.5倍	厚度之 2.0倍	

備 考 不適用於鋼帶兩端不正常部份。

表1.3 汽車結構用熱間壓延鋼板及鋼帶 (JIS G 3113-1970)

種 類	記 號	化學 成分 %		拉 力 試 驗											彎曲試驗			
				強度 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²			延伸率% (壓延方向)						I A 號 試驗片	彎 曲 角 度	內側半徑		試 驗 片
					厚度 6 mm 未滿	厚度 (mm) 6~<8	厚度 (mm) 8~<14	S 號 試 驗 片								厚度 2.0 mm 未滿	厚度 2.0 mm 以上	
								厚度 (mm) 1.6~<2.0	厚度 (mm) 2.0~<2.5	厚度 (mm) 2.5~<3.15	厚度 (mm) 3.15~<4.0	厚度 (mm) 4.0~<6.3	厚度 6.3mm 以上					
1種	SAPH 32	0.040 以下	0.040 以下	32 以上	19 以上	19 以上	-	33 以上	34 以上	36 以上	38 以上	40 以上	-	180°	密接	厚度的 1.0倍	與直 角數方 能方向 成	
2種	SAPH 38			38 以上	23 以上	23 以上	-	32 以上	33 以上	35 以上	36 以上	37 以上	-	180°	厚度的 0.5倍	厚度的 1.0倍		
3種	SAPH 41			41 以上	26 以上	24 以上	24 以上	31 以上	32 以上	34 以上	35 以上	36 以上	24 以上	180°	厚度的 1.0倍	厚度的 1.0倍		
4種	SHPH 45			45 以上	31 以上	30 以上	28 以上	29 以上	30 以上	32 以上	33 以上	34 以上	22 以上	180°	厚度的 1.0倍	厚度的 1.5倍		

備 考 (1) 括弧內之數值表示參考值。

(2) 不適用鋼帶兩端不正常之部份。

質等如表1.2 等之規定。

原來在汽車工業會設立有關低碳鋼之加工性與強度等種種水準之保證規格「汽車用熱間壓延鋼板」，但是由此業界自主性的團體規格為依據，日本工業規格 JIS G 3113-1970制定了「汽車結構用熱間壓延鋼板及鋼帶」。而其鋼板之化學成分與機械性質如表1.3 所示。

有關冷間壓延鋼材，原來的日本工業規格把「冷間壓延鋼板」與「光面帶鋼」各別制定規格，但是為了一體化設立了 JIS G 3141-1969「冷間壓延鋼板及鋼帶」等新規格。即是說此規格為規定用冷間壓延機來製造的冷間壓延鋼板及鋼帶，和光面帶鋼（寬 500 mm 未滿被冷間壓延的鋼帶）及光面帶鋼被切斷的鋼板包含在內。又鋼帶是平面被冷間壓延之鋼，稱呼為線圈狀供給者，而帶鋼稱呼為一種鋼帶之狹寬線圈。

依據此規格的冷間壓延鋼板及鋼帶有一般用的 SPCC，和扭絞用之 SPCD 及深扭絞用之 SPCE 等3種類，而且各別有設立調質區分與表面加工等區分。調質區分有，軟燒原狀（調質記號A），標準調質（S），1/8硬質（8），1/4硬質（4），1/2硬質（2），硬

質(1)等6區分。表面加工區分有，粗的加工(表面加工記號D)與光亮加工(B)等2區分。粗的(模糊的)加工是用機械性或化學性的，利用表面粗糙的輓輪來加工，消失表面之亮度形成模糊狀，光亮加工是使用平滑之輓輪使其表面平滑光亮。但是軟燒原狀之鋼板及鋼帶，不適用於表面加工區分。

此規格中雖然無規定化學成分，但是參考性的指示通常的C, Mn

表 1.4 冷間壓延鋼板及鋼帶 (JIS G 3141-1969) 之機械性質

(a) 拉力強度，延伸率及非時效性

種類	拉力試驗 記號	拉力強度 kg/mm ² 由稱呼厚度 之區分 mm	延伸率%							拉力試驗片
			0.25以上	0.25以上 0.40未滿	0.40以上 0.60未滿	0.60以上 1.0未滿	1.0以上 1.6未滿	1.6以上 2.5未滿	2.5以上	
1種	SPCC	(28以上)	(28以上)	(32以上)	(34以上)	(36以上)	(37以上)	(38以上)	(39以上)	5 號 壓延方向
2種	SPCD	28以上	34以上	36以上	38以上	39以上	40以上	41以上		
3種	SPCE	28以上	36以上	38以上	40以上	41以上	42以上	43以上		

- 備考 1. 此表適用於寬30mm以上者。
 2. 原則上有關厚度0.60mm未滿的可以省略拉力試驗。
 3. 1種原則上不適用於拉力試驗。但是由於訂購者要求時，可適用於括弧內之數值。
 4. 3種標準調質之鋼板及鋼帶有非常時效性之指定時，製造工場出貨後6個月間要保證非時效性。非時效性就是加工之際不發生伸展應變之性質之稱。

(b) 腐蝕值

種類	由稱呼厚度 之區分	單位 mm									
		0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4	1.6
1種	SPCC	7.2	7.8	8.4	8.8	9.1	9.4	9.6	10.0	10.3	10.5
2種	SPCD	7.6	8.2	8.8	9.2	9.5	9.8	10.0	10.4	10.7	10.9
3種	SPCE	8.0	8.6	9.2	9.6	9.9	10.2	10.4	10.8	11.1	11.3

- 備考 1. 此表沒有的稱呼厚度0.4 mm以上1.6 mm以下中間厚度時要由補間法，縮小到小數點以下一位數。
 2. 適用於3個試驗值的平均。

(c) 硬度及彎曲試驗值

調質區分	調質記號	硬 度		彎 曲 試 驗		
		洛氏硬度 HRB	維克氏硬度 Hv	彎曲角度	內側半徑	試 驗 片
軟燒原狀	A	—	—	180°	密 接	3 號 壓延方向
標準調質	S	—	—	180°	密 接	
1/8 硬質	8	50~71	95~130	180°	密 接	
1/4 硬質	4	65~80	115~150	180°	厚度的 0.5倍	
1/2 硬質	2	74~89	135~185	180°	厚度的 1.0倍	
硬 質	1	85以上	170以上	—	—	

備考 有關軟燒原狀及標準調質之鋼板及鋼帶可以省略彎曲試驗。