

不同金屬之熔接技術

浜田晋作著
趙平譯

臺隆書店

不同金屬之熔接技術

中華民國七十一年八月二十日初版發行

著者 濱田晋作 譯者 趙平

發行所 臺隆書店 發行人 張宗河 臺北市衡陽路75號

郵購 郵政劃撥12935號臺隆書店帳戶

電話 三三一四八〇七・三一—三九一四・三三一〇七二三號

登記證 行政院新聞局局版臺業字第〇九八三號

版權所有・翻印必究 定價新臺幣180元

譯 序

隨着金屬工業發展之需要，不同金屬間之熔接技術的開發也愈形迫切。著者濱田曾作以其豐富的學驗和熱忱，就異類金屬熔接所使用之母材、熔接條，以及異類金屬熔接接頭之特性寫成本書，書之最後並就異類金屬熔接所面臨的難題加以檢討，對今後異類金屬熔接技術之研究開發尤具啓發性。

本書極具實用性，尤其對實際從事熔接工作的技術人員、設計者、使用者，以及高級工業學校熔接科之學生暨職業訓練中心熔接班之學員，可以說是必讀之書。

唯譯者才學疏淺，謬誤之處在所難免，尚盼內外諸先進不吝指教，以匡不逮。

譯者 趙 平

一九八二年六月一日

臺隆書店機械人系列叢書

- No 1 產業機械人的原理
(日本機械人工業會編 趙平譯)
- No 2 產業機械人的應用
(日本機械人工業會編 趙平譯)
- No 3 圖解機械手
(加藤一郎編著 趙平譯)
- No 4 機械人工程學
(合田周平・木下源一郎著 趙平譯)
- No 5 步行機械人與人工腳
"LEGGED LOCOMOTION ROBOTS"
(M・VUKOBRATOVIC 著 趙平譯)
- No 6 機械人的手——力學與運動——
"DYNAMICS OF ROBOTS AND MANIPULATORS"
(M・VUKOBRATOVIĆ 著 趙平譯)
- No 7 圖解機械人的手
(加藤一郎編著 趙平譯)
- No 8 產業機械人與應用系統
(木上進著 趙平譯)
- No 9 機械人革命
(日經 MECHANICAL 編 趙平譯)
- No 10 機械人
(趙平編著)

臺隆書店出版科技叢書目錄

書名	定價
泵及其使用方法 張兆豐譯	200元
泵之設計製圖 張兆豐譯	180元
車床之設計製圖 張兆豐譯	200元
台式鑽床之基本設計 張兆豐譯	180元
齒輪減速機之設計製圖 張兆豐譯	200元
螺旋千斤頂之設計製圖 張兆豐譯	180元
絞車之設計製圖 張兆豐譯	180元
鍋爐之設計製圖 張兆豐譯	180元
標準機械設計圖表便覽(改新增補版)	400元
不同金屬之熔接技術 趙平譯	180元
機械公式應用手冊 趙平譯	180元
自動控制 趙長年譯	180元
載波學 徐永德、陳雲華譯	140元
板金取材展開圖集 本店編譯部	50元
實用纖維物理化學 賴銘平譯	170元
混紡工程學 賴銘平譯	200元
工場管理分類檢核法 楊紹基譯	100元
現代電子要覽(上卷) 王秉元譯	90元
現代電子要覽(下卷) 王秉元譯	90元
最新實用機械名詞辭典(中英日對照) 趙長年譯	100元
JIS機械製圖 本店編譯部	90元
金屬材料 陳獻章	80元
中小型高速機械之安裝與保養 姜剛寧譯	90元
機械設計製圖要覽 本店編譯部	250元
新編機械設計製圖法 張兆豐譯	300元

趙平譯機械人系列叢書

產業機械人的原理 趙平譯	250元
產業機械人的應用 趙平譯	250元
圖解機械手 趙平譯	150元
步行機械人與人工脚 趙平譯	近期出版
機械人手的力學與運動 趙平譯	近期出版
機械人工學 趙平譯	近期出版
圖解機械人的手 趙平譯	150元
產業機械人與應用系統 趙平譯	近期出版
機械人革命 趙平譯	近期出版
機械人 趙平	近期出版

書名	定價
近代建築史 建築譯叢 1-1 孫金文譯	140元
體驗建築 建築譯叢 1-II 漢寶德譯	120元
整體建築概論 建築譯叢 III 漢寶德譯	120元
景觀建築學 建築譯叢 IV 王濟昌譯	180元
城鎮與建築 建築譯叢 V 宋伯欽	120元
陽光與陰影 建築譯叢 VI 鍾英光譯	120元
都市意象 建築譯叢 VII 宋伯欽譯	120元
建築的演變 建築譯叢 VIII 王錦堂譯	140元
建築結構概念 建築譯叢 IX 劉嘉昌譯	160元
賴特與凡德魯 1 X 宋伯欽譯	160元
近代建築概論 建築譯叢 2-1 王紀銳譯	120元
建築設計原理 建築譯叢 II 孫宇立譯	140元
社區與私密性 建築譯叢 V 王錦堂譯	150元
外部空間之構成 建築譯叢 VIII 王錦堂譯	120元
勒·柯比意 建築譯叢 X 王錦堂譯	130元
建築設計資料集成 1 本店編譯部	250元
建築設計資料集成 2 “	250元
建築設計資料集成 3 “	250元
建築設計資料集成 4 “	250元
建築設計資料集成 5 “	250元
建築設計資料集成 6 “	250元
鋼筋混凝土建築結構實用計算法 鄭茂川譯	180元
建築結構設計法 鄭茂川譯	180元
建築結構力學 鄭茂川譯	180元
建築應用物理學 王錦堂譯	180元
建築環境控制學 王錦堂譯	180元
建築之新透視圖法 本店編譯部	70元
實用耐架計算便覽 張瑞傑譯	100元
鐵路道路曲線測量表、附敷設法 本店編譯部	110元
實存、空間、建築 王澤隆譯	120元
都市更新 朱啓勳譯	170元
高速公路與都市 王紀銳譯	120元
構造計算便覽 本店編譯部	700元
一九四五年以後的建築 李俊仁譯	170元
傢俱 薩本瑛譯	180元
現代建築之結構造型 鍾英光譯	170元

目 次

1. 異類金屬熔接材料

1.1 何謂異材接頭·····	1
1.2 熔接材料之種類及其特性·····	1
1.3 鋼鐵材料·····	2
1.3.1 軟鋼·····	3
1.3.2 高張力鋼·····	4
1.3.3 低溫用鋼·····	13
1.3.4 低合金鋼·····	17
1.3.5 不銹鋼·····	18
(1) 麻田散鐵系·····	18
(2) 肥粒鐵系·····	19
(3) 沃斯田鐵系·····	24
1.4 非鐵金屬材料·····	28
1.4.1 銅及其合金·····	28
(1) 銅·····	28
(2) 黃銅·····	28
(3) 鉛青銅·····	29
(4) 矽青銅·····	29
(5) 磷青銅·····	29
1.4.2 鎳及蒙納合金·····	30
(1) 鎳·····	30
(2) 蒙納合金·····	30

2 目 次

1.4.3 鈦	31
1.4.4 超合金鋼	31
(1) 鐵基超合金	32
(2) 鎳基超合金	33
(3) 鈷基超合金	33

2. 異類金屬熔接條

2.1 包覆電弧熔接條心線	39
2.2 軟鋼用包覆電弧熔接條	41
2.3 高張力鋼用包覆電弧熔接條	43
2.4 低溫鋼用包覆電弧熔接條	49
2.5 低合金鋼用包覆電弧熔接條	50
2.6 不銹鋼用包覆電弧熔接條	51
2.7 硬化加焊用包覆電弧熔接條	56
2.8 鑄鐵用包覆電弧熔接條	56
2.9 銅及銅合金用包覆電弧熔接條	60
2.10 鎳及蒙納合金的包覆電弧熔接條	63
2.11 鈦的熔接	65
2.12 超合金的熔接	68

3. 異材熔接接頭

3.1 內襯	70
3.1.1 內襯方法	72
(1) 塞孔內襯	72
(2) 狹條內襯	74
(3) 特殊內襯	75
3.1.2 熔接	76

(1) 熔接條·····	76
(2) 熔接接頭·····	76
(3) 熔接施工·····	78
3.1.3 熱處理·····	81
3.1.4 檢查·····	81
3.1.5 內襯試驗例·····	82
3.2 護面鋼·····	83
3.2.1 護面鋼的特性·····	83
3.2.2 護面鋼的製造法·····	84
(1) 壓延法·····	84
(2) 爆炸法·····	84
3.2.3 爆炸壓着材料的機械性特性及顯微鏡的觀察·····	86
3.2.4 護面鋼板的加工要領·····	87
(1) 切斷·····	87
(2) 彎曲或拉製加工·····	89
(3) 彎形消除加工·····	89
(4) 熔接·····	92
(5) 熔接後熱處理·····	92
(6) 除去氧化皮膜·····	92
3.3 表面加焊·····	93
3.3.1 表面加焊材料·····	93
3.3.2 熔接法·····	95
3.4 對接接頭、填角接頭等·····	98

5. 各種異類金屬熔接接頭

4.1 高張力鋼異材接頭·····	99
4.1.1 接頭的機械性試驗·····	99

4 目 次

4.1.2 接頭部的硬度試驗及顯微鏡試驗·····	99
4.2 低溫用材料異材接頭·····	102
4.2.1 9%鎳鋼的同類異材、異類異材熔接試驗·····	104
4.3 中、高級碳鋼及特殊鋼異材接頭·····	111
4.3.1 中碳鎳鉻鉬鋼的熔接施工例·····	111
(1) 先將開槽面加焊後再進行主熔接的方法·····	112
(2) 使用沃斯田鐵熔接條時·····	114
4.4 低合金鋼異材接頭·····	115
4.4.1 出現於極厚5%鉻· $\frac{1}{2}$ 鉬鋼的粗粒層(肥粒鐵帶)·····	119
4.4.2 使用低鉻鉬鋼熔接條時的肥粒鐵帶·····	126
4.5 不銹鋼異材接頭·····	128
4.5.1 稀釋的問題·····	128
4.5.2 熱處理的問題·····	130
4.5.3 肥粒鐵帶·····	132
4.5.4 接頭形狀·····	134
4.5.5 SUS321與2 $\frac{1}{4}$ %鉻·1%鉬鋼的接頭試驗·····	136
4.5.6 鉻鉬鋼與不銹鋼的熔接·····	138
4.6 表面硬化加焊熔接·····	143
4.6.1 高鉻·鐵系的加焊硬面試驗·····	143
4.7 鑄鐵的熔接·····	146
4.8 銅及銅合金的異材接頭·····	148
4.8.1 鋁青銅的加焊熔接·····	148
4.8.2 利用帶狀電極的加焊熔接試驗·····	151
4.9 鎳及蒙納合金的異材接頭·····	154
4.9.1 蒙納合金的加焊熔接·····	154
4.10 鈦的異材接頭·····	157
4.10.1 鈦內襯的施工·····	157

4.10.2 鈦護面鋼的施工	161
4.11 超合金的異材接頭	164
4.11.1 高溫材料的異類金屬熔接試驗	165

5. 異類金屬熔接的問題

5.1 稀釋問題	178
5.2 碳移動的問題	179
5.3 熱膨脹係數之差對熱應力的影響	187
5.4 異類金屬熔接部及境界附近的損傷	189
(1) 熱影響部脫碳層的破裂	189
(2) 熔接境界部的破裂	189
(3) 熔接金屬內的遷移帶破裂	190
(4) 由雰圍氣所導致的損傷	190
(5) 熔接部材質上的劣化	191

6. 結 言

1. 異類金屬熔接材料

1.1 何謂異材接頭

隨着製鋼技術之進步與發展，金屬材料在材質及強度上已經大為改善，並開發了熔接性頗為優越的金屬，而其適用範圍也益形廣泛。化學裝置可依據其腐蝕環境而選用不銹鋼、蒙納合金（monel metal）、鈦（titanium）等高級耐蝕材料，但在無垢狀態下製作裝置，顯然的頗不經濟，所以應該按其使用條件，選用在強度上較為安全的鋼材作為母材，並以前述耐蝕材料之薄板作為夾合材，以壓延法或爆接法作成護面鋼（clad steel），在製造整套設備之工廠（plant maker），即先將這些薄板在鋼板上施行內襯熔接或加焊熔接（padding），以供作製作裝置與機器之需要，這是目前一般的狀況。

護面鋼板與內襯熔接等的熔接接頭所使用的熔接條的組成甚至有高於內襯及護面材者，因此熔接金屬與內襯、護面材以及母材之間的接頭部，不同於一般完全相同的金屬之熔接，而係施行同類異質或異類異質之熔接，像這樣條件的接頭，通常稱之為「異類金屬接頭」或「異材接頭」。

1.2 熔接材料之種類及其特性

由於熔接技術的進步，以往被視為困難的材料及各種尺寸、形狀都已可以克服，而成為可能，同時其對象材料之種類也極多，包括各種鋼鐵、非鐵金屬以及非金屬之陶磁（ceramic）、塑膠。厚度亦可從0.001 mm以上至未滿3 mm的薄板，或自極薄的箔

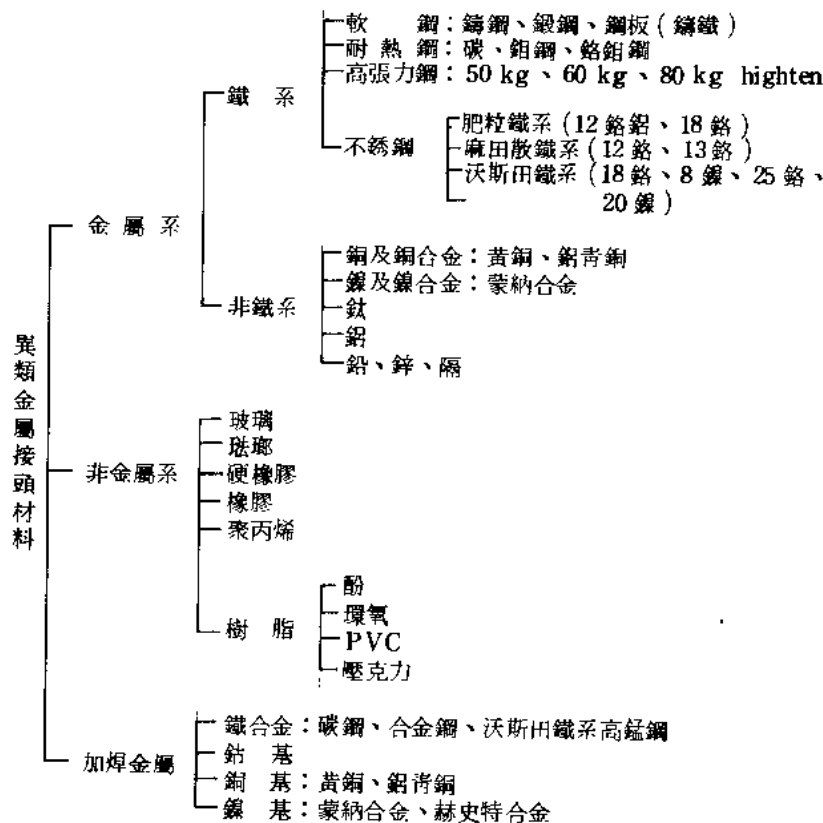
2 不同金屬之熔接技術

至 6 mm 以上之厚板，甚至 50 mm 以上的超厚板亦可施行熔接。

表 1.1 所示者係異類金屬接頭所用之材料的概別。

本書因限於篇幅，僅就金屬材料加以闡述。

表 1.1 異類金屬接頭所用的各種金屬材料



1.3 鋼鐵材料

各種金屬材雖然都可以作為熔接母材，但以鋼鐵材料所佔的比率最大。鋼鐵中有構造用鋼、不銹鋼、耐磨耗用鋼（工具鋼）、鑄鋼及鑄鐵等。構造用鋼即使在數量上亦佔鋼材的一半以上，

其用途頗廣遍及鋼板、鋼條、形鋼，用於造船、車輛、橋樑、建築、壓力容器、鍋爐、管類以及各種機械等。

在各種構造用鋼中，重要的熔接用鋼有碳鋼（軟鋼）、高張力鋼、低溫用鋼、低合金鋼以及不銹鋼。

熔接構造用鋼依製鋼時之脫氧方法及其程度，可分為未淨鋼、半淨鋼、淨靜鋼。這種區分極其重要。

未淨鋼通常是碳（C）在 0.3 % 以下、矽（Si）在 0.03 % 以下，而磷（P）及硫（S）的偏析多，這些對熔接性具有不良之影響。淨靜鋼的脫氧劑因使用 Si、鋁（Al）、或鈦（Ti）、銨（Zr）等，所以不純物的含量及偏析少，同時結晶粒一般也很細，故熔接性良好，作為熔接用鋼材最為適合。因此高張力鋼、高級合金鋼均屬淨靜鋼。

半淨鋼的脫氧狀態在淨靜鋼與未淨鋼之間，比淨靜鋼便宜、偏析少，故廣為用以充作熔接鋼材使用。

1.3.1 軟 鋼

軟鋼材料的抗拉强度高，同時熔接性極為良好。表 1.2 為具有代表性的軟鋼用熔接材料，並就一般構造用的壓延鋼材（SS）、鍋爐用壓延鋼材（SB）、以及熔接構造用的壓延鋼材（SM）的機械性質暨化學成分（JIS規格）。茲因限於篇幅，無法就熔接構造用耐候性熱間壓延鋼材（JIS G 314,

表 1.2 軟鋼用熔接材料
(1)一般構造用壓延鋼材(JIS G3101 1966)

種 類	記 號	化 學 成 分 %			
		C	Mn	P	S
1 種	SS34				
2 種	SS41	—	—	≤0.050	≤0.050
3 種	SS50				
4 種	SS55	≤0.30	≤1.60	≤0.040	≤0.040

4 不同金屬之熔接技術

拉 張 試 驗									
降伏點 kg/mm ² *			抗拉強度 kg/mm ²	伸 度 %					
≤16	16~40	>40		≤5*	5~16*	>16*	>40*	≤25*	>25**
≥21	≥20	≥18	34~44	≥26	≥22	≥26	≥28	≥25	≥30
≥25	≥24	≥22	41~52	≥21	≥18	≥21	≥23	≥20	≥24
≥29	≥28	≥26	50~60	≥19	≥16	≥19	≥21	≥18	≥21
≥41	≥40		≥55	≥16	≥16	≥13	≥13	≥13	≥17

*鋼板，鋼帶，
半鋼之厚度

**棒鋼之徑，
邊或對邊距離

SMA)、熱間壓延軟鋼板及鋼帶 (JIS G 3131, SPH)、鋼管用熱間壓延碳鋼鋼帶 (JIS G 3132, SPHT)、冷間壓延鋼板及鋼帶 (JIS G 3141, SPC)、磨光特殊帶鋼 (JIS G 3311)、普通鋼軌 (JIS E 1101)、輕鋼軌 (JIS E 1103)、壓力容器用鋼板 (JIS G 3115, SPV)、高壓氣體容器用鋼板及鋼帶 (JIS G 3116 SG)、配管用碳鋼鋼管 (JIS G 3452, SGP)、壓力配管用碳鋼鋼管 (JIS G 3454, STPG)、高壓配管用碳鋼鋼管 (JIS G 3455, STS)、高溫配管用碳鋼鋼管 (JIS G 3456, STPT)、配管用電弧熔接碳鋼鋼管 (JIS G 3457, STPY)、鍋爐、熱交換器用碳鋼鋼管 (JIS G 3461, STB)、一般構造用碳鋼鋼管 (JIS G 3444, STK)、機械構造用碳鋼鋼管 (JIS G 3445, STKM)、高壓氣體容器用無縫管 (JIS G 3429, STH)、機械構造用碳鋼鋼材 (JIS G 4051, SC)、碳鋼鍛鋼品 (JIS G 3201, SF)、以及碳鋼鑄鋼品 (JIS 5101, SC) 等加以詳述，尚希見諒。

1.3.2 高張力鋼

隨着構造物之大型化，其所帶來的鋼材重量之增加以及附帶的許多問題，均因高張力鋼而獲得解決。

(2) 鍋爐用壓延鋼材 JIS G3103 (1966)

種類	記号	化 學 成 分 %						拉 張 試 驗			
		C	Si	Mn	P	S	Mo	降伏 点 kg/mm ²	抗拉强 度 kg/mm ²	伸 度 %	試 驗 片
鋼 板	1種 S B 35	t ≤ 19 ≤ 0.20 19 < t ≤ 50 ≤ 0.22	≤ 0.30	0.80	≤ 0.035	≤ 0.040	—	≥ 19	35 ~ 42	≥ 26 ≥ 30	1号 4号
	2種 S B 42	t ≤ 25 ≤ 0.24 25 < t ≤ 50 ≤ 0.27 50 < t ≤ 150 ≤ 0.30	0.15 ~ 0.30	0.80	< 0.035	≤ 0.040	—	≥ 23	42 ~ 50	≥ 23 ≥ 27	1号 4号
	3種 S B 46	t ≤ 25 ≤ 0.28 25 ≤ t ≤ 50 ≤ 0.31 50 < t ≤ 150 ≤ 0.33	0.15 ~ 0.30	0.90	≤ 0.035	≤ 0.040	—	≥ 25	46 ~ 55	≥ 21 ≥ 25	1号 4号
	4種 S B 49	t ≤ 25 ≤ 0.31 25 < t ≤ 50 ≤ 0.33 50 < t ≤ 200 ≤ 0.35	0.15 ~ 0.30	0.90	≤ 0.035	≤ 0.040	—	≥ 25	49 ~ 60	≥ 19 ≥ 23	1号 4号
	5種 S B 46M	t ≤ 25 ≤ 0.18 25 < t ≤ 50 ≤ 0.21 50 < t ≤ 100 ≤ 0.23 100 < t ≤ 150 ≤ 0.25	0.15 ~ 0.30	0.90	≤ 0.035	≤ 0.040	0.45 ~ 0.60	≥ 27	46 ~ 55	≥ 21 ≥ 26	1号 4号
	6種 S B 49M	t ≤ 25 ≤ 0.20 25 < t ≤ 50 ≤ 0.23 50 < t ≤ 100 ≤ 0.25 100 < t ≤ 150 ≤ 0.27	0.15 ~ 0.30	0.90	≤ 0.035	≤ 0.040	0.45 ~ 0.60	≥ 27	49 ~ 60	≥ 19 ≥ 24	1号 4号
	7種 S B 56M	t ≤ 25 ≤ 0.20 25 < t ≤ 50 ≤ 0.23 50 < t ≤ 100 ≤ 0.25 100 < t ≤ 150 ≤ 0.27	0.15 ~ 0.30	1.15 ~ 1.50	≤ 0.035	≤ 0.040	0.45 ~ 0.60	≥ 35	56 ~ 70	≥ 17 ≥ 21	1号 4号
圓	2種 S B 42	≤ 0.30	—	—	≤ 0.040	≤ 0.050	—	≥ 23	42 ~ 50	≥ 22 ≥ 26	2号 3号
鋼	3種 S B 46	≤ 0.33	—	—	≤ 0.040	≤ 0.050	—	≥ 25	46 ~ 55	≥ 20 ≥ 24	2号 3号

6 不同金屬之熔接技術

(3) 熔接構造用壓延鋼材

JIS G3106 1973

種類	記 号	化 学 成 分 %					拉 張 試 驗							
		C	Si	Mn	P	S	降伏點或耐力 kg/mm ²			抗拉 強度 kg/mm ²	伸 度			
							t ≤ 16	16 < t ≤ 40	t > 40		厚度	試驗片	%	
1 種	A SM41A	t ≤ 50	≤ 0.23	≤ 2.5	≤ 0.040	≤ 0.040						t ≤ 5	5	23
		50 < t ≤ 100	≤ 0.25	≤ 2.5 × C	≤ 0.040	≤ 0.040						5 < t ≤ 16	1	19
		t ≤ 50	≤ 0.20	≤ 0.60	≤ 0.040	≤ 0.040	≥ 25	≥ 24	≥ 22	41	t > 16	1	22	
	B SM41B	50 < t ≤ 100	≤ 0.22	≤ 0.35	≤ 0.040	≤ 0.040				52	t > 16	1	22	
		t ≤ 50	≤ 0.18	≤ 0.35	≤ 0.040	≤ 0.040					t > 40	4	24	
	C SM41C	t ≤ 50	≤ 0.18	≤ 0.35	≤ 0.040	≤ 0.040					t > 40	4	24	
2 種	A SM50A	t ≤ 50	≤ 0.20	≤ 0.55	≤ 1.50	≤ 0.040						t ≤ 5	5	22
		50 < t ≤ 100	≤ 0.22	≤ 0.55	≤ 1.50	≤ 0.040						5 < t ≤ 16	1	18
		t ≤ 50	≤ 0.18	≤ 0.55	≤ 1.50	≤ 0.040	≥ 33	≥ 32	≥ 30	50	t > 16	1	21	
	B SM50B	50 < t ≤ 100	≤ 0.20	≤ 0.55	≤ 1.50	≤ 0.040				62	t > 16	1	21	
		t ≤ 50	≤ 0.18	≤ 0.55	≤ 1.50	≤ 0.040					t > 40	4	23	
	C SM50C	t ≤ 50	≤ 0.18	≤ 0.55	≤ 1.50	≤ 0.040					t > 40	4	23	
3 種	A SM50YA	t ≤ 50	≤ 0.20	≤ 0.55	≤ 1.50	≤ 0.040	≥ 37	≥ 36	≥ 34	50	t ≤ 5	5	19	
	B SM50YB	t ≤ 50	≤ 0.20	≤ 0.55	≤ 1.50	≤ 0.040	≥ 37	≥ 36	≥ 34	62	5 < t ≤ 16	1	16	
		t ≤ 50	≤ 0.20	≤ 0.55	≤ 1.50	≤ 0.040	≥ 37	≥ 36	≥ 34	62	t > 16	1	19	
		t > 40									4	21		
4 種	B SM53B	t ≤ 50	≤ 0.20	≤ 0.55	≤ 1.50	≤ 0.040	≥ 37	≥ 36	≥ 34	53	t ≤ 5	5	19	
		t ≤ 50	≤ 0.20	≤ 0.55	≤ 1.50	≤ 0.040	≥ 37	≥ 36	≥ 34	65	5 < t ≤ 16	1	16	
		t ≤ 50	≤ 0.20	≤ 0.55	≤ 1.50	≤ 0.040	≥ 37	≥ 36	≥ 34	65	t > 16	1	19	
	C SM53C	t > 40									4	21		
5 種	SM58	6 ≤ t ≤ 50	≤ 0.18	≤ 0.55	≤ 1.50	≤ 0.040	≥ 47	≥ 46	≥ 44	58	6 ≤ t ≤ 16	5	19	
		t ≤ 50	≤ 0.18	≤ 0.55	≤ 1.50	≤ 0.040	≥ 47	≥ 46	≥ 44	73	t > 16	5	26	
		t > 20									4	20		

5種鋼材的碳當量為0.44 % 以下

鋼的含碳量增加後，可增加抗拉強度及硬度，但相反的也會降低其熔接性，因此C雖係提高強度的最廉價的元素，但高張力鋼仍需將其含量抑制在一定的限度內。基於此一理由，不增加其含碳量，而加以少量的其他合金元素〔錳（Mn）、矽（Si）、鎳（Ni）、鉻（Cr）、鉬（Mo）、Ti及釩（V）等〕，既不損及鋼的熔接性和延性，還可提高強度，這種鋼材稱之為低合金高張力鋼或非調質高張力鋼。

但是僅賴調整化學成分而欲製成熔接性良好的高張力鋼，其強度是有界限的，而且使用昂貴的添加元素，在經濟上亦不合算，因此開發了施行淬火、回火熱處理的調質高張力鋼。高張力鋼中其抗拉強度在 $50\sim 70\text{ kg/mm}^2$ 者，如表1.2所示有JIS G 3101、3種，4種以及JIS G 3106之2種～5種均已分別規格化。

在日本高壓力技術協會有高壓容器用高張力鋼板規格HPIS-B104（T），日本熔接協會有熔接構造用高張力鋼板規格WES-135。表1.3所示者係HPIS・WES規格的鋼板種類與化學成分、衝擊試驗值、熔接時之初溫，以及抗拉試驗與彎曲試驗值。

表1.4係日本國產高張力鋼板及耐候性鋼板。

構造用高張力鋼被要求的性質有：

- (1) 降伏點及抗拉強度均高，並可能減輕所需鋼材重量。
- (2) 降伏比（降伏點／抗拉強度）要大。
- (3) 熔接性必須良好，特別是凹口（notch）韌性良好。
- (4) 耐蝕性必須良好。
- (5) 加工性須卓越。
- (6) 價格比較低廉。

高張力鋼雖特別重視其熔接性，但其中凹口韌性關係到對熔接構造物的脆性破壞，可謂極重要的性質。表1.5所示者係影響鋼材凹口韌性的各種因素。