

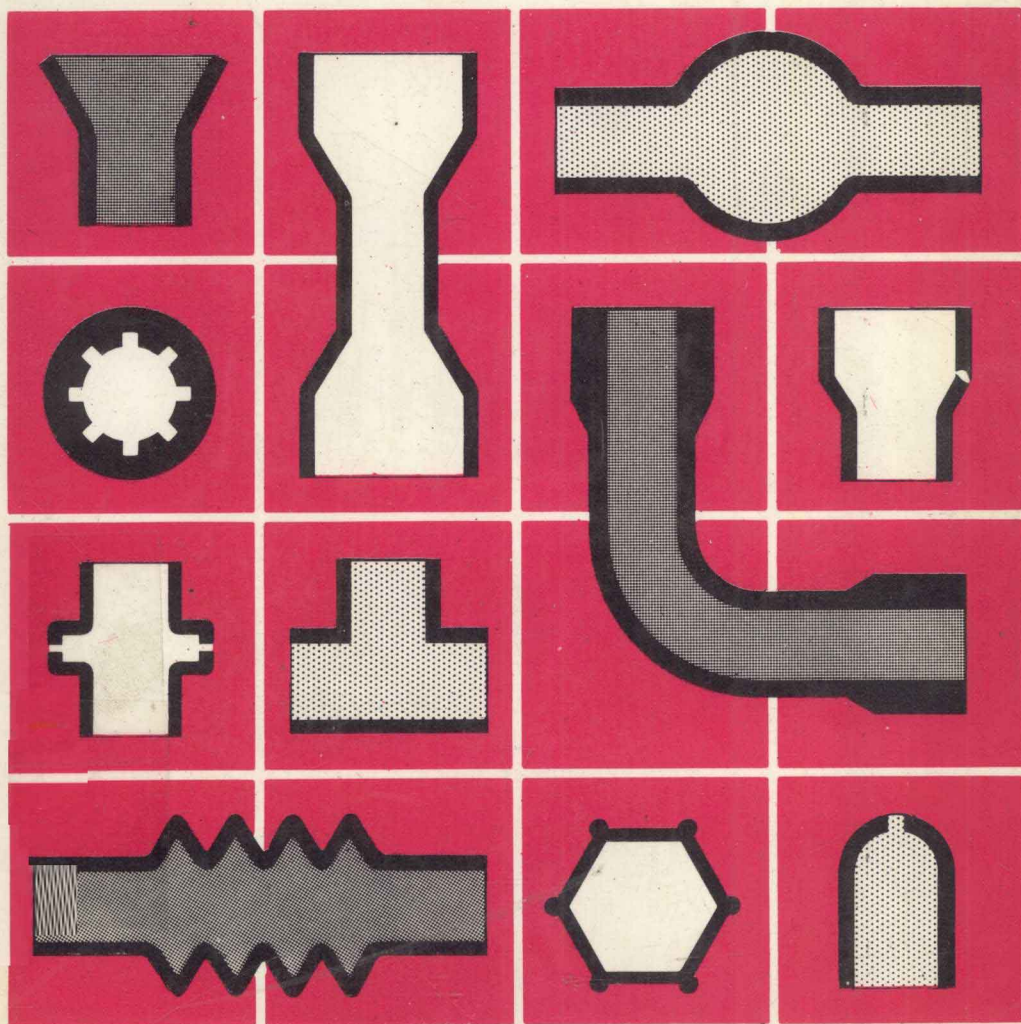
科技用書

管件加工技術

TUBE FORMING

中村 正信 著

賴耿陽 譯編



科技用書

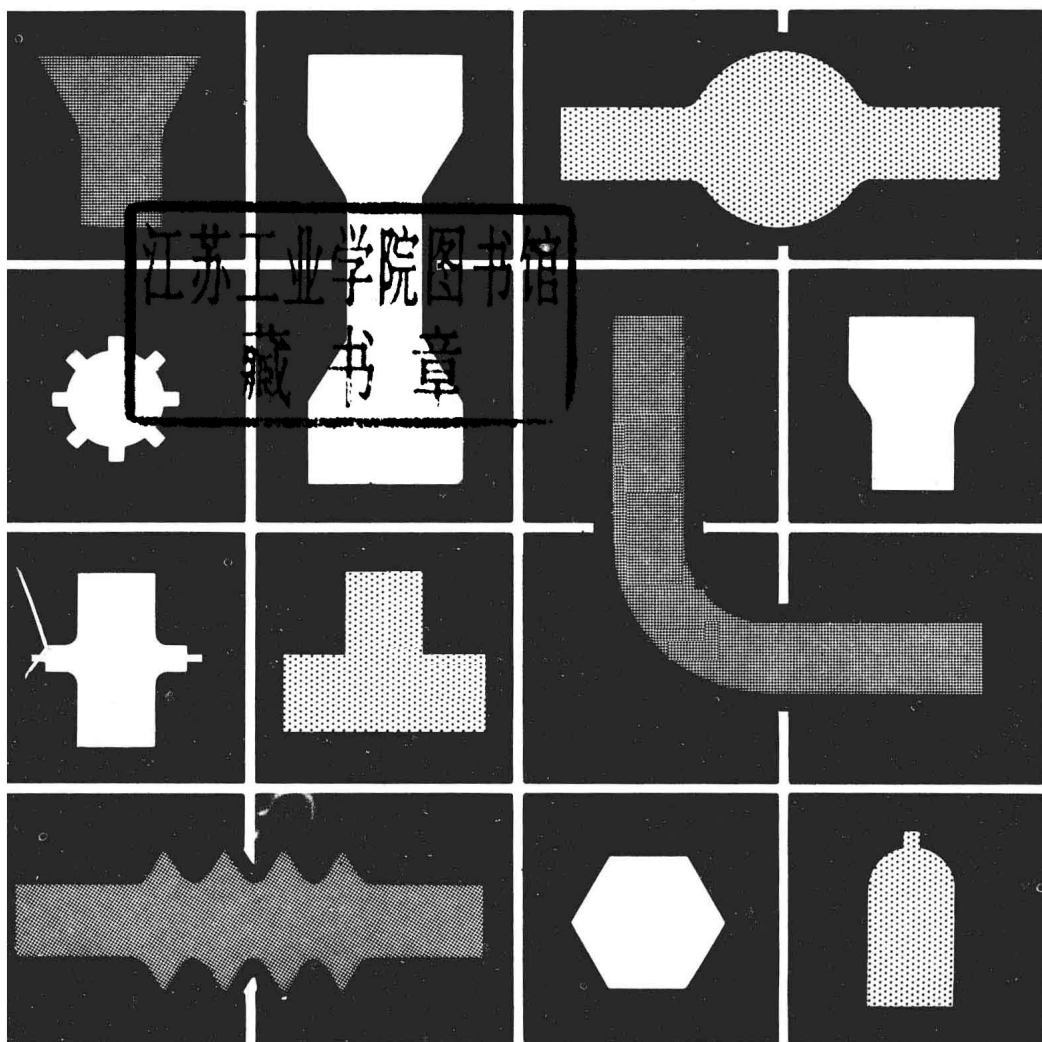
管件加工技術

TUBE FORMING

中村 正信 著

賴耿陽 譯編

江苏工业学院图书馆
藏书章



序

近年來，車輛等爲改善燃料費，車身及零件要求輕量化，常用管材取代實心軸。另一方面，爲使向來所用的管零件更合理輕量化起見，採行各種新式管加工法。

車輛以外的各種機械、機器零件爲減低鑄造品、鍛造品、壓鑄品、熔接品等的成本，也常檢討管材。

爲此目的，筆者二十多年來一直開發管的塑性加工，如目錄分類加工法，整理其加工法、所用機械、VA 事例等。

本書不記述理論解析，讀者可向日本塑性加工學會內 Tube Forming 分科會（東京都港區六本木 5-2-5，TEL (03)402-0849）索取理論解析資料。

1989 年 7 月

編者

目 次

第 1 章 金屬管	1
1.1 鋼管	1
1.2 不銹鋼管	9
1.3 銅及銅合金管	10
1.4 鋁管及鋁合金管	11
1.5 設計時的素管選定及素管購買要點	12
1.5.1 鋼管	12
1.5.2 不銹鋼	13
1.5.3 鋁管	13
1.5.4 銅及銅合金管	13
1.6 軟金屬擠擴試驗的要點	14
1.7 材料採購的 VA	14
1.7.1 VA 事例 1	14
1.7.2 VA 事例 2	17
1.7.3 VA 事例 3－素管採購	17
1.7.4 VA 事例 4－變更材質的 VA	18
第 2 章 管切斷法及端面加工法	19
2.1 切削、磨削法	19
2.1.1 車刀切斷法	19
2.1.2 圓鋸切斷法	20
2.1.3 圓砂輪切斷法	20

2.2 輥切斷法	21
2.2.1 單輥切斷法	21
2.2.2 3 輥切斷法	22
2.3 衝壓切斷法	22
2.3.1 心棒切斷法	22
2.3.2 橡膠切斷法	24
2.3.3 1 重, 2 重, 3 重切斷法	24
2.4 其他切斷	26
2.4.1 摩擦切斷法	26
2.4.2 瓦斯切斷法	26
2.5 端面加工法	27
2.5.1 端面加工法	27
2.5.2 內面、外面去角加工法	27
2.5.3 圓鋸加工法	27
2.5.4 壓機加工法	28
2.5.5 瓦斯切斷法	28
2.6 切斷的要點	28
2.7 切斷的 VA 事例	31
2.7.1 VA 事例 5 - 依切斷後的使用法改變切斷法的 VA	31
2.7.2 VA 事例 6	32
2.8 加工費	33

第 3 章 型鍛加工..... 34

3.1 推拔型鍛	34
3.1.1 旋轉型鍛機	34
3.1.2 連桿式型鍛機	36
3.1.3 滾子型鍛 (冷軋管機)	37
3.2 平行型鍛	37
3.3 中間型鍛	42
3.4 加工精度	42
3.5 型鍛加工的節縮率	44

3.6 型鍛加工的 VA 事例	44
3.6.1 VA 事例 7 — 汽車繫桿 (圖 3.26)	44
3.6.2 VA 事例 8 — 汽車用變速桿 (圖 3.27)	47
3.6.3 VA 事例 9 — 15 噸傾卸車傳動管 (圖 3.28) ...	49
3.6.4 VA 事例 10 — 接頭 (圖 3.29)	50
3.6.5 VA 事例 11 — 建設機械用接頭軸 (圖 3.30) ...	51
3.6.6 VA 事例 12 — 連桿機構零件 (圖 3.31)	51
第 4 章 擴管加工	53
4.1 輓法	53
4.2 使用圓筒型衝頭的方法	54
4.3 以分割型衝頭擴管的方法	57
4.4 膨脹加工	57
4.4.1 使用橡膠的方法	57
4.4.2 使用液壓	58
4.5 加工精度	59
4.6 肉厚	61
4.7 擴管加工的重點	61
4.8 擴管加工的 VA 事例	61
4.8.1 VA 事例 13 — 有凸緣的管 (圖 4.15)	62
4.8.2 VA 事例 14 — 軸承盒 (圖 4.16)	62
第 5 章 異形加工	67
5.1 把管全體成形為異形的方法	67
5.2 只管內側成形為異形的方法	69
5.2.1 以型鍛機加工的方法	69
5.2.2 以滾子加工的方法 (周期式軋管機工法)	70
5.2.3 以眼模加工的方法	70
5.3 加工精度	71
5.4 異形加工的要點	71
5.5 異形加工的 VA 事例	71

5.5.1	VA事例 15－驅動軸(圖 5.8)	71
5.5.2	VA事例 16－驅動軸(圖 5.9)	71
5.5.3	VA事例 17－連結軸(圖 5.10)	73
5.5.4	VA事例 18－接條(圖 5.11)	73

第 6 章 條道加工..... 75

6.1	利用輥軋	75
6.2	膨脹方法	76
6.2.1	橡膠膨脹方法	76
6.2.2	利用液壓的方法	77
6.3	利用挫曲的方法	78
6.3.1	不預備加工的方法	78
6.3.2	預先在管內側開溝時	79
6.3.3	預先在管內外側開溝時	79
6.4	使用滾製機的方法	79
6.5	加工精度	80
6.6	條道加工的要點	80
6.7	條道加工的 VA 事例	82
6.7.1	VA 事例 19－椅子的旋轉軸(圖 6.17)	82
6.7.2	VA 事例 20－導水管(圖 6.18)	82
6.7.3	VA 事例 21－深溝滾子(圖 6.19)	83

第 7 章 凸緣加工(包括喇叭形加工)..... 85

7.1	利用壓機的方法	85
7.2	旋彎成形加工	86
7.3	利用膨脹的方法	87
7.4	喇叭形加工	87
7.5	凸緣加工及喇叭形加工的要點	90
7.6	凸緣加工及喇叭形加工的 VA 事例	90
7.6.1	VA 事例 22－張力管(圖 7.9)	90
7.6.2	VA 事例 23－有凸緣的管(圖 7.10)	90

7.6.3	VA事例 24 — 容器 (圖 7.11)	91
-------	------------------------	----

第 8 章 卷邊加工(包括球面型鍛，雙縫合加工)..... 92

8.1	使用輥的方法	92
8.2	使用壓機的方法	93
8.3	雙縫合加工	94
8.4	卷邊加工的要點	96
8.5	卷邊加工的VA事例	96
8.5.1	VA事例 25 — 輸送機滾子 (圖 8.11)	96
8.5.2	VA事例 26 — 推拔滾子 (圖 8.12)	96

第 9 章 閉口加工..... 97

9.1	利用輥的方法 (旋彎成形加工)	97
9.2	利用空氣鎚的方法	98
9.3	使用型鍛機的方法	98
9.4	使用一般壓機的方法	98
9.5	閉口加工的要點	99
9.6	閉口加工的VA事例	100
9.6.1	VA事例 27 — 蓄壓器 (圖 9.9)	100
9.6.2	VA事例 28 — 雪上車用傳導軸 (圖 9.10)	100
9.6.3	VA事例 29 — 熱管本體 (圖 9.11)	101

第10章 成底加工..... 102

10.1	使管本身變形的的方法	102
10.2	把凸緣一部份塑性變形而成底加工的方法 (P)	103
10.3	成底加工的要點	103
10.4	成底加工的VA事例	104
10.4.1	VA事例 30 — 食品機械零件 (圖 10.7)	104
10.4.2	VA事例 31 — 軸承 (圖 10.8)	104
10.4.3	VA事例 32 — 電機零件 (圖 10.9)	104

第11章 膨脹加工..... 106

11.1 利用橡膠的方法.....	106
11.2 利用液體爲壓力媒體的方法.....	108
11.2.1 利用靜水壓的方法.....	108
11.2.2 使用增壓機獲得高壓的方法.....	109
11.2.3 積蓄能量而利用的方法.....	111
11.2.4 自由膨脹加工法.....	115
11.2.5 成形膨脹.....	117
11.2.6 爆炸成形.....	118
11.2.7 電磁成形.....	119
11.2.8 熱間膨脹加工.....	121
11.3 膨脹加工的要點.....	122
11.3.1 成形壓力.....	122
11.3.2 壓縮伸長與素管的擠入量.....	126
11.3.3 空氣排出.....	132
11.3.4 成形必要的液壓量.....	134
11.3.5 密封.....	134
11.4 膨脹加工的VA事例.....	136
11.4.1 VA事例33—熱交換器(圖11.58).....	136
11.4.2 VA事例34—凸輪軸(圖11.59).....	136
11.4.3 VA事例35—軸承(農機具零件)(圖11.60).....	137
11.4.4 VA事例36—雪上車用車軸(圖11.61).....	139
11.4.5 VA事例37—滾子(圖11.62).....	139
11.4.6 VA事例38—伸縮流體接頭(圖11.63).....	139

第12章 變肉厚加工..... 141

12.1 利用型鍛的方法.....	141
12.2 利用輓的加工法.....	142
12.3 利用擠壓的方法.....	143
12.4 在抽製加工中進行的方法.....	146

12.5 周期式軋管機變肉厚加工·····	147
12.6 部份加熱壓縮加工·····	148
12.7 變肉厚加工的要點·····	149
12.8 變肉厚加工的 VA 事例 ·····	151
12.8.1 VA 事例 39 —油壓缸（圖 12.17 ） ·····	151
12.8.2 VA 事例 40 —彈倉（圖 12.18 ）·····	151
12.8.3 VA 事例 41 —食品機械零件（圖 12.19 ）·····	152
第13章 加熱頂鍛加工·····	153
13.1 加工法·····	153
13.2 加熱頂鍛加工的要點·····	155
13.3 加熱頂鍛加工的 VA 事例 ·····	155
13.3.1 VA 事例 42 —移位叉（圖 13.7 ） ·····	155
13.3.2 VA 事例 43 —連結管（圖 13.8 ）·····	156
第14章 彎曲加工·····	157
14.1 壓機彎曲·····	157
14.2 壓縮彎曲·····	157
14.3 拉張彎曲·····	158
14.4 拉彎·····	159
14.5 軋彎·····	160
14.6 其他的彎曲·····	161
14.6.1 漢堡彎曲·····	161
14.6.2 偏心插塞彎曲·····	161
14.6.3 併用彎曲·····	161
14.6.4 2 重管的彎曲·····	164
14.7 彎曲加工的要點·····	165
14.7.1 材料的伸度·····	165
14.7.2 彎曲部份的橢圓度·····	166
14.7.3 彎曲部份多的製品·····	167
14.8 彎曲加工的 VA 事例 ·····	167

14.8.1 VA事例 44 —進汽管 (圖 14.25)	167
14.8.2 VA事例 45 —轉向珠導 (圖 14.26)	168

第15章 凸緣加工..... 169

15.1 使凸緣全體變形的的方法	169
15.2 把凸緣一部份變形的加工法	169
15.3 凸緣加工的要點	170
15.4 凸緣加工的VA事例	172
15.4.1 VA事例 46 —可動桿 (圖 15.7)	172
15.4.2 VA事例 47 —食品機械零件 (圖 15.8)	173
15.4.3 VA事例 48 —活塞 (圖 15.9)	173
15.4.4 VA事例 49 —有凸緣的小齒輪 (圖 15.10)	173

第16章 螺紋加工..... 175

16.1 外徑螺紋加工	175
16.1.1 車床加工或車削切螺紋機加工	175
16.1.2 以塑性加工成形螺紋的方法	175
16.2 管側面的螺紋加工法	177
16.3 螺紋加工的要點	180
16.4 螺紋加工的VA事例	181
16.4.1 VA事例 50 —柱螺栓管 (圖 16.14)	181
16.4.2 VA事例 51 —張力管 (圖 16.15)	182

第17章 熔接..... 183

17.1 電弧熔接	183
17.1.1 二氧化碳電弧熔接	184
17.1.2 二氧化碳氧氣電弧熔接	184
17.1.3 TIG 熔接	185
17.1.4 Magne-TIG 熔接	186
17.1.5 TIG 電弧點熔接	186
17.1.6 MIG 熔接	186

17.1.7 磁吸電弧熔接	187
17.2 電阻熔接	188
17.2.1 點熔接	188
17.2.2 對壓熔接	188
17.2.3 閃光對接熔接	189
17.2.4 浮凸熔接	191
17.3 沿縫熔接	193
17.4 摩擦熔接	195
17.5 冷間壓接	197
17.6 電子束熔接	197
17.7 雷射熔接	197
17.8 焊接	198
17.9 熔接的要點	199
17.10 熔接的VA事例	199
17.10.1 VA事例 52－排泄口（圖 17.30）	199
17.10.2 VA事例 53－瓦斯器具配管（圖 17.31）	199

第18章 機械零件用短管的製法..... 200

18.1 輥軋成形法	200
18.2 從板材擠壓及變薄拉延製造的方法	201
18.2.1 從板材拉延、變薄拉延加工的方法（圖 18.3）	201
18.2.2 從板材以液壓成形的方法（圖 18.4）	201
18.2.3 從板材再拉延成形的方法（圖 18.6）	202
18.3 利用冷鍛的製法	203
18.3.1 前方擠壓法	203
18.3.2 利用衝頭壓穿的方法（圖 18.8）	203
18.4 利用衝擊的製法	204
18.5 管製造上的要點	204
18.6 管製造上的VA事例	204
18.6.1 VA事例 54－容器（圖 18.10）	205

第19章 使用管時的總合VA觀念..... 206

19.1 使用管時的 VA 觀念	206
19.2 VA 設計例	208

第 1 章 金屬管

鐵、不銹鋼、鋁、銅系管等都有 JIS 規格，加工法大同小異。

一般而言，伸度 15 % 以上的話，大部份金屬管都可塑性加工。不銹鋼在一般的壓造成形是組合雌模、雄模而加工，模與模間容易咬住，不易加工。但膨脹加工（bulging）常只用雌模或雄模，從材料內側或外側施加液壓，壓着於外模或內模，容易加工，幾無咬住的問題。

購買金屬管時的注意事項如下述。

1-1 鋼管

成分及機械性性質等可參閱 JIS 手冊鐵鋼中的鋼管項，表 1.1 為最常用機械構造用碳鋼鋼管的 JIS，鋼管有無縫鋼管與電縫鋼管 2 種。

如圖 1.1 所示，無縫鋼管的素管大都在熱間作成管形狀，精度差，偏肉大，冷間抽製也不易糾正偏肉，工程數也多，成本高。電縫管（熔接管）如圖 1.2 所示，從板材藉輥成形為管狀，因以熔接或壓接法作成，除了熔接部外，偏肉精度遠優於無縫鋼管。

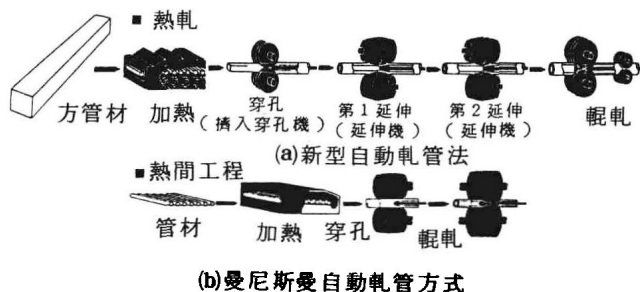


圖 1-1 無縫鋼管製法（新日鐵型錄）

表 1-1

技術資料

(No)

機械構造用碳鋼鋼管

Carbon Steel Tubes for Machine Structural purposes

JIS G 3445-1966

(摘要)

1 適用範圍：此規格規定機械、航空機、汽車、家具、器具及其他機械零件用的碳鋼鋼管。
2 種類：管有8種類，依製管方法、冷間加工、熱處理等的差異分為A、B、C。
3 製造方法：3—1 管的11種，12種是從鋼塊無縫、或從帶鋼、鋼板以電阻熔接、鋼接或氣體熔接法製造，13、14、15、18種是從鋼塊無縫、或從帶鋼、鋼板以電阻熔接法製造，16、17種是從鋼塊無縫作成管為製成狀態或冷間加工狀態或施行適當的熱處理者。
3—2 管為製成狀態或冷間加工狀態或施行適當的熱處理者。
4 品質：省略。

種類	記號	舊規格 相當	抗拉強度 (kg/mm ²)	降伏點 (kg/mm ²)	化學成分%				伸度%		
					C	Si	Mn	P	S	11號、12號、 試驗片縱方向	5號試驗片 橫方向
11種	A	STKM11A	30以上	—	0.12以下	0.35以下	0.25~0.60	0.04以下	0.04以下	35	30
	A "	12A	35 "	18以上							
12種	B	STKM12B	40 "	28 "	0.20	0.35	0.25	0.040	0.040	35	30
	C	12C	48 "	36 "	以下	以下	~0.60	以下	以下	25	20
	A "	13A	STKM13A	38 "	22 "					20	15
13種	B "	13B	STKM13B	45 "	31 "	0.25	0.35	0.040	0.040	30	25
	C "	13C	—	52 "	以下	以下	~0.90	以下	以下	20	15
	A "	14A	STKM14A	42 "	25 "	0.30	0.30	0.040	0.040	15	10
14種	B "	14B	STKM14B	51 "	36 "	以下	以下	~1.00	以下	25	20
	C "	14C	—	56 "	以下	以下		以下	以下	15	10
	A "	15A	STKM14B	48 "	28 "	0.25	0.35	0.040	0.040	22	17
15種	C "	15C	—	59 "	~0.35	以下	~1.00	以下	以下	12	7
	A "	16A	52 "	33 "	0.35	0.40	0.40	0.040	0.040	20	15
16種	C "	16C	63 "	47 "	~0.45	以下	~1.00	以下	以下	12	7
	A "	17A	56 "	35 "	0.45	0.40	0.40	0.040	0.040	20	15
17種	C "	17C	66 "	49 "	~0.55	以下	~1.00	以下	以下	10	5
	A "	18A	—	45 "	0.18	0.55	1.50	0.040	0.040	25	20
18種	B "	18B	STKM15B	50 "	32 "	以下	以下	以下	以下	23	18
	C "	18C	—	52 "	以下	以下		以下	以下	15	10

備考：1 厚度未滿8 mm的管用12號或5號試片，進行拉力試驗時，伸度最小值是厚度比8 mm少1 mm就從表中伸度減去1.5%。

2 外徑40 mm以下的管不適用表中伸度，必要時由訂購者與製造業者協定。

3 由電阻熔接管、鋼接鋼管經試驗時，12號、5號試片應於試驗後不致發生裂紋。

備考：1. 厚度未滿8mm的管用12號或5號試片，進行拉力試驗時，伸度最小值是厚度比8mm少1mm就從表中伸度減去1.5%。

2. 外徑40mm以下的管不適用表中伸度，必要時由訂購者與製造業者協定。

3. 由電阻熔接管、鋼接鋼管採取試片時，12號、5號試片要從不含接縫的部份採取。

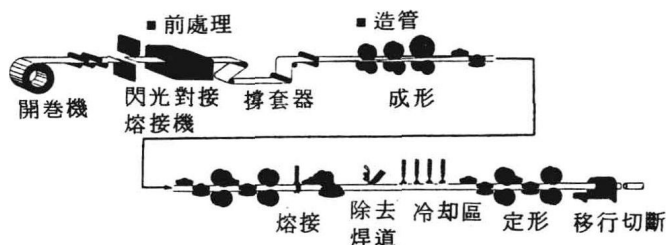


圖 1-2 電縫鋼管的製法（新日鐵型錄）

電縫鋼管的尺寸為外徑 $\phi 10$ 以上，肉厚 = (外徑 $\times 12\%$) 以下時 (STKM 11A ~ 13A 之類低碳材有時可達 15%)，大部份尺寸可以接近表 1.2 規格的尺寸直接製管，不必抽拉加工，成本較低。

所以，最好用規格尺寸的電縫管。

在此把熔接管稱為電縫管是由於圖 1.2 的熔接管製造法中，電阻熔接管（電縫管）的尺寸、熔接強度、加工性等最可安心用為機械零件，所以表現為電縫管。另有鍛接鋼管、電弧熔接鋼管（UO 鋼管、螺旋熔接鋼管、板卷鋼管）等。

此熔接法也分為低周波熔接管與高周波熔接管。差別在以低周波感應熱或高周波感應熱熔接。高周波常以 100 m/min 以上熔接。

在使用上，低周波時，周波數變動時，熔接部強度易減低，薄肉管膨脹加工時容易發生針孔。所以，薄肉管的膨脹加工宜用高周波熔接管。板材的原材料有沸騰鋼（rimmed steel）、鎮靜鋼（killed steel）。

沸騰鋼是鑄鋼之際以錳脫氧的鋼，接近表面的部份之不純物少，表面傷痕也少。其他部份的脫氧不充分，有氣孔，不純物較多，但軋軋的鋼，表面傷痕少，內部氣孔也壓着，展性良好，熔接性良好。

因而，適用於配管等外觀美好者、塑性加工用薄板、船體用鋼板、一般構造用棒材、模材。無礙於一般塑性加工，却不適合高度塑性加工。

鎮靜鋼是在鑄鋼之際，以矽或鋁脫氧的鋼，製品材質均勻，因而，供機械構造用，用於重要構件等。目前，機械構造用鋼管的電縫管以鎮靜鋼占過半。鎮靜鋼的成本稍高於沸騰鋼。

表 1-2 機械構造用碳鋼管重量表

(mm, kg/m)

內徑	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.8	2.9	3.2	3.5	3.8	4.0	4.2	4.5	5.0	內徑
外徑																							外徑
15.9	.367	.435	.501	.564	.626	.656	.686																15.9
17.3	.402	.476	.549	.619	.688	.721	.755	.787	.819	.851													17.3
19.1	.446	.530	.611	.690	.768	.806	.843	.880	.917	.953													19.1
21.2	.498	.592	.683	.773	.861	.904	.947	.989	1.031	1.071	1.111	1.151	1.191	.27									21.2
21.7	.510	.607	.701	.793	.883	.928	.972	1.021	1.061	1.101	1.141	1.181	1.221	.31									21.7
22.2	.523	.621	.716	.813	.906	.951	.996	1.041	1.091	1.131	1.171	1.211	1.251	.34									22.2
25.4	.602	.716	.829	.939	1.051	1.101	1.151	1.211	1.261	1.311	1.361	1.411	1.461	.56									25.4
26.7	.634	.755	.873	.990	1.111	1.161	1.221	1.271	1.331	1.381	1.441	1.491	1.551	.65	1.701	.85							26.7
27.2	.646	.769	.891	1.011	1.131	1.191	1.241	1.301	1.361	1.411	1.471	1.521	1.581	.68	1.741	.89							27.2
28.6	.681	.811	.939	1.071	1.191	1.251	1.311	1.371	1.431	1.491	1.551	1.611	1.671	.78	1.841	.90							28.6
31.8	.760	.906	1.051	1.191	1.331	1.401	1.471	1.541	1.611	1.671	1.741	1.811	1.871	.20	2.07	.26							31.8
33.5	.801	.956	1.111	1.261	1.411	1.481	1.551	1.631	1.701	1.771	1.841	1.911	1.981	.22	2.19	.32	2.59	.27					33.5
34.0	.814	.971	1.131	1.281	1.431	1.501	1.581	1.651	1.731	1.801	1.871	1.941	2.011	.25	2.22	.43	2.63	.83	2.96	.3	.09		34.0
38.1	.915	1.091	1.271	1.441	1.611	1.701	1.781	1.861	1.951	2.031	2.111	2.191	2.281	.44	2.52	.75							38.1
41.0	1.181	1.371	1.551	1.741	1.931	2.021	2.101	2.191	2.281	2.371	2.461	2.541	2.621	.98	3.24	.93	3.65						41.0
41.5	1.191	1.381	1.571	1.761	1.951	2.041	2.131	2.221	2.311	2.401	2.491	2.571	2.661	.98	3.24	.93	3.65						41.5
42.0	1.211	1.401	1.591	1.781	1.981	2.071	2.161	2.251	2.341	2.431	2.521	2.611	2.701	.98	3.24	.93	3.65						42.0
42.7	1.231	1.431	1.621	1.821	1.911	2.021	2.111	2.201	2.291	2.381	2.471	2.561	2.651	.98	3.24	.93	3.65						42.7
45.0	1.301	1.511	1.711	1.921	2.021	2.121	2.221	2.321	2.421	2.521	2.621	2.721	2.811	.98	3.24	.93	3.65						45.0
48.1	1.391	1.611	1.831	2.061	2.161	2.271	2.381	2.491	2.601	2.701	2.811	2.921	3.031	.98	3.24	.93	3.65						48.1
48.6	1.401	1.631	1.851	2.081	2.191	2.301	2.411	2.521	2.631	2.731	2.841	2.951	3.061	.98	3.24	.93	3.65						48.6
50.0	1.441	1.681	1.911	2.141	2.251	2.371	2.481	2.591	2.711	2.821	2.931	3.041	3.151	.98	3.24	.93	3.65						50.0
50.8	1.471	1.711	1.941	2.181	2.291	2.411	2.521	2.641	2.751	2.861	2.971	3.081	3.191	.98	3.24	.93	3.65						50.8
54.0	1.561	1.821	2.071	2.321	2.441	2.561	2.691	2.811	2.931	3.051	3.171	3.301	3.431	.98	3.24	.93	3.65						54.0
60.0		2.301	2.581	2.721	2.861	3.001	3.141	3.271	3.411	3.541	3.681	3.811	3.951	.98	3.24	.93	3.65						60.0
60.5		2.321	2.611	2.751	2.891	3.031	3.171	3.311	3.451	3.591	3.731	3.871	4.011	.98	3.24	.93	3.65						60.5
63.5		2.441	2.741	2.891	3.181	3.331	3.471	3.621	3.761	3.901	4.041	4.191	4.341	.98	3.24	.93	3.65						63.5
73.0						3.501	3.671	3.841	4.011	4.181	4.351	4.511	4.681	.98	3.24	.93	3.65						73.0
75.7						3.631	3.811	3.991	4.161	4.341	4.511	4.691	4.861	.98	3.24	.93	3.65						75.7
76.2						3.661	3.841	4.011	4.191	4.371	4.541	4.721	4.891	.98	3.24	.93	3.65						76.2
76.3						3.661	3.841	4.021	4.201	4.371	4.551	4.731	4.901	.98	3.24	.93	3.65						76.3
88.3										4.881	5.081	5.291	5.491	.98	3.24	.93	3.65						88.3
89.1										4.921	5.131	5.341	5.551	.98	3.24	.93	3.65						89.1
94.0										5.201	5.421	5.641	5.861	.98	3.24	.93	3.65						94.0
100.7										5.581	5.821	6.051	6.291	.98	3.24	.93	3.65						100.7
101.6										5.631	5.871	6.111	6.351	.98	3.24	.93	3.65						101.6
113.4										6.301	6.571	6.841	7.101	.98	3.24	.93	3.65						113.4
114.3										6.351	6.621	6.891	7.161	.98	3.24	.93	3.65						114.3
125.0										6.961	7.261	7.551	7.851	.98	3.24	.93	3.65						125.0
外徑	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.8	2.9	3.2	3.5	3.8	4.0	4.2	4.5	5.0	內徑

機械構造用鋼管常稱為相當材。例如 STKM 15A 的降伏點為 28kg/mm²，但 Mn 含量比 JIS 多，降伏點 30kg/mm² 以上時稱為 STKM 15A 相當材。

如此改變成分，增高強度的相當材在使用上不大有問題，但表 1.3 利用冷間加工硬化的相當材在使用上須加注意。