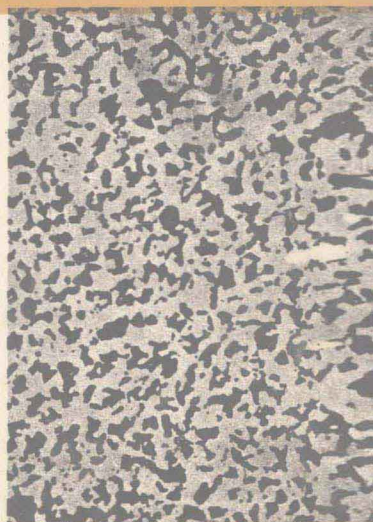
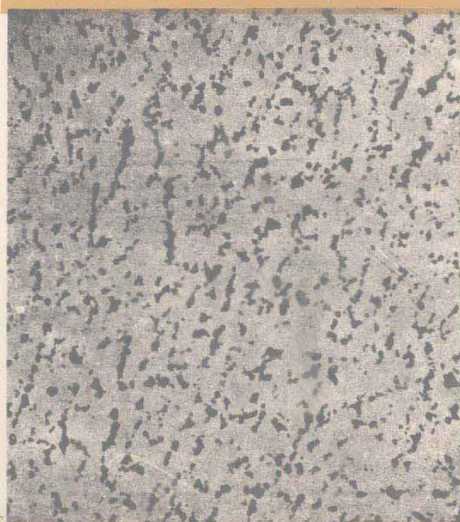


熱處理技術用書 9
日本熱處理技術協會編

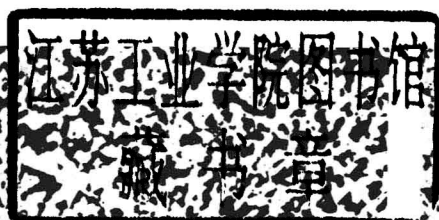
熱處理的試驗與設備



賴 耿 陽譯著
復漢出版社印行

熱處理技術用書 9
日本熱處理技術協會編

熱處理的試驗與設備



賴 耿 陽譯
復漢出版社印

中華民國六十五年八月出版

熱處理的試驗與設備

原著者：日本熱處理技術協會

譯著者：賴耿陽

出版者：復漢出版社

地址：台南市德光街六五一號
郵政劃撥三一五九一號

發行人：沈岳林

印刷者：國發印刷廠

地址：台南市安平路五五六號

打字者：克林照相植字排版打字行

地址：台南市海安路和平街一二七巷二號

本社業經行政院新聞局核准登記局版台業字第〇四〇二號

版權所有
翻印必究

元 〇 五 平 精 B

譯者序

本書論述熱處理用的試驗與設備，乃執行熱處理效果的必要手段，所謂工欲善其事，必先利其器，只有瞭解現代熱處理設備，才能適當選擇，發揮最高效率。

熱處理成本在整個製造費用中只占小部份，但在品質比率上卻占絕對的決定性，品質管理的重要性，由此可見。

也可說本書專論熱處理的企業性，乃一般熱處理書刊少見的經營資料，有獨特的珍貴所在。

執 筆 者

(日本 alloy)	大和久重雄	(第1章)
旭爐機	原泰三	(第2章)
鈴木自動車	飛山一男	(第3章)
日立建設	中村年克	
機械製造	割石官市	(第4章)

1976年8月2日

譯者 賴 耿 陽
國立成功大學 工程科學系人

© 鑽模與夾具

作者 張天津

發行人 劉振強

出版者 三民書局股份有限公司

印刷所 三民書局股份有限公司

地址／臺北市重慶南路一段六十一號

郵撥／〇〇〇九九九八—五號

初版 中華民國七十五年十月
修訂初版 中華民國七十七年三月

編號 S 44041

基本定價 捌元捌角玖分

行政院新聞局登記證局版臺業字第〇二〇〇號

有著作權・不准侵害

熱處理的試驗與設備／目次

第一章 熱處理品的試驗方法..... 1

1-1 組織試驗法.....	1
1.1.1 互視組織試驗法.....	1
1.1.2 微視組織試驗法.....	7
1-2 機械試驗法.....	26
1.2.1 硬度試驗法.....	26
1.2.2 拉張試驗法 (JIS Z 2241)	35
1.2.3 彎曲試驗法 (JIS Z 2204)	36
1.2.4 衝擊試驗法 (JIS Z 2242)	36
1.2.5 疲勞試驗法.....	37
1.2.6 摩耗試驗法.....	37
1-3 淬火性試驗法.....	37
1.3.1 破面檢查法.....	38
1.3.2 P-F 法.....	38
1.3.3 U 曲線法.....	39
1.3.4 Rockwell-inch 法 (別名 S-A-C 法)	39
1.3.5 Jominy 法.....	40
1.3.6 Jominy 式一端淬火法 (JIS G 0561)	40
1.3.7 L 形 Jominy 法 (Shallow 的 L)	41
1.3.8 封入 Jominy 法.....	41
1.3.9 空冷 Jominy 法.....	42
1.3.10 鑄造 Jominy 法.....	43
1.3.11 馬克謬蘭的楔形法.....	43
1.3.12 吳爾非爾的炸彈形式試驗法.....	44
1.3.13 圓錐法.....	44
1.3.14 P-V 法.....	44
1.3.15 V 形 Jominy 法.....	45
1.3.16 各種淬火性試驗方法的比較.....	46
1-4 淬裂及變形試驗法.....	46
1.4.1 淬裂試驗法.....	46
1.4.2 淬火變形試驗法.....	49
1-5 傷痕試驗法.....	50
1.5.1 酸腐蝕法.....	50
1.5.2 滲透探傷法.....	50
1.5.3 磁氣探傷法.....	50
1.5.4 超音波探傷法 (	

1-6 材質的鑑別法.....	53
1.6.1 以身邊道具判別的方法.....	53
1.6.2 火花檢查法.....	55
1.6.3 接觸熱起電力法.....	66
1.6.4 電磁氣式鑑別法.....	70

第二章 熱處理爐..... 72

2-1 熱處理爐的形式與特性.....	72
2.1.1 單獨爐與連續爐.....	72
2.1.2 熱處理成本與熱處理.....	73
2.1.3 溫度的均勻性.....	73
2-2 熱源與加熱.....	75
2.2.1 熱源的選擇.....	75
2.2.2 燃燒裝置.....	76
2.2.3 電阻加熱.....	79
2-3 加熱和冷卻方法.....	81
2.3.1 直接加熱.....	81
2.3.2 間接加熱.....	81
2.3.3 強制對流傳熱.....	84
2.3.4 冷卻方法.....	86
2-4 處理材的運搬方法.....	88
2.4.1 推入裝置.....	88
2.4.2 運送器裝置.....	90
2.4.3 繩式裝置.....	93
2.4.4 運搬車.....	96
2.4.5 台車.....	96
2.4.6 昇降裝置.....	97
2-5 爐氣控制.....	98
2.5.1 控制爐氣的發生裝置.....	98
2.5.2 爐氣控制的熱處理.....	102
2.5.3 真空熱處理.....	104
2-6 耐火材和耐熱合金.....	105
2.6.1 耐火物和保溫材.....	105
2.6.2 耐熱合金.....	108

第三章 設備與保持具.....111

3-1 熱處理作業與熱處理設備.....	111
3.1.1 熱處理作業的內容.....	111
3.1.2 熱處理設備的基本概念.....	113

3-2	主體設備	115
3.2.1	粗材熱處理設備	115
3.2.2	中間熱處理設備	118
3-3	關連設備	123
3.3.1	研掃機	123
3.3.2	洗淨機	124
3.3.3	彎曲矯正機	125
3-4	動力源設備	126
3.4.1	液體燃料供給設備	126
3.4.2	氣體燃料供給設備	127
3.4.3	每廠發電裝置、油冷却器、冷却器	127
3-5	冷却設備	128
3.5.1	加壓淬火	129
3.5.2	淬火槽	130
3-6	熱處理保持具	134
3.6.1	保持具的形狀和用途	134
3.6.2	使用上的問題	137
3-7	附帶設備	139
3.7.1	搬送設備	139
3.7.2	計測器	140
3-8	熱處理爐工廠的合理化	148
3.8.1	合理化的對象	148
3.8.2	熱處理的特殊性	149
3.8.3	設備配置	151
3-9	熱處理設備的管理	154
3.9.1	管理的定義和效果	154
3.9.2	管理的方法	155
3.9.3	標準化	159
3-10	熱處理成本	160
3-11	設備計劃立案的程序	162

第四章 品質管理與作業管理 164

4-1	熱處理工場的品質管理	164
4-2	品質管理的活動準備	165
4.2.1	品質水準的設定	165
4.2.2	熱處理作業標準的	167
4.2.3	熱處理作業標準設定	167

例.....	172	4.2.5 統計手法的活用	180
4.2.4 作業標準的貫徹...	180		
4-3 作業管理.....	182		
4.3.1 熱處理工場的自動 化與品質管理.....	185	4.3.2 利用管理圖的品 質管理.....	187
4-4 統計手法與其實用例.....	197		
4.4.1 試料及抽樣.....	197	4.4.3 抽樣檢查法.....	207
4.4.2 統計手法.....	197		

第一章 熱處理品的試驗方法

熱處理前後的鋼材及零件有各種試驗法：

- ① 組織試驗法（巨視組織試驗、微視組織試驗）
- ② 機械試驗法（硬度試驗、拉張試驗、彎曲試驗、衝擊試驗、疲勞試驗、摩耗試驗等）
- ③ 淬火性試驗法（破面檢查法、U曲線法、Jominy 法等）
- ④ 淬裂及淬火應變試驗法
- ⑤ 傷痕試驗法（酸腐蝕法、滲透探傷法、超音波探傷法、磁氣探傷法）
- ⑥ 材質的鑑別法（火花檢查法、粉末火花檢查法等）

1-1 組織試驗法

試驗熱處理品的組織的方法有巨視（肉眼）與微視（顯微鏡）兩法。

巨視試驗法是以肉眼或擴大鏡等低倍率（通常 20 倍以下）觀察的方法，微視試驗法是以較高倍率（光學顯微鏡 100～1000 倍，電子顯微鏡 1000～100000 倍）觀察的方法。

1.1.1 互視組織試驗法

互視組織試驗法的目的有下示兩點：

- ① 研究金屬表面性質、檢查金屬的物理、化學性不均勻
- ② 檢查金屬材料斷面的不均勻性、內部缺陷の有無

巨視組織試驗法有酸洗法、破面檢查法、強酸腐蝕法等，最常用的爲強酸腐蝕法。

(1) 強酸腐蝕法

強酸腐蝕法的作法如表 1-1 所示。

特別是鹽酸 1：水 1 的強酸腐蝕法也規定於 JIS G 0553，各鋼種

表 1.1 強酸腐蝕法

腐 蝕 液	面的準備	操 作	備 考
塩酸……………1 水……………1	粗 研 磨	液溫 70~80°C，浸 20~50 分後，溫水洗，乾燥	一般鋼材，特殊鋼的白點，龜裂檢查
塩酸……………40% 氯化鐵……………30% 水……………30%	粗 研 磨	常溫，浸 60 分~24 小時後，水洗，乾燥	同上，也適用於不銹鋼
氯化銨……………10 g 水……………120 cc	粗 研 磨	常溫，浸 60~90 分後，水洗，乾燥	白點，龜裂檢查，S，P 的偏析檢查
塩酸……………120 cc 氯化銅……………90 g 水……………100 cc	粗 研 磨	常溫，浸 30~90 分後，水洗，乾燥	一般龜裂檢查
1 { 氯化銅……………90 g 濃塩酸……………120 cc 水……………100 cc 2 { 濃塩酸……………40 cc 酒精……………60 cc	以 00 紙 研 磨	常溫在 1 液浸 3~30 分，每隔 3 分鐘過濾銅沈澱物檢查，有花樣後，在 2 液浸 1 分鐘後，水洗，乾燥	福來氏液 應變模樣檢查用

的標準腐蝕時間如表 1.2 所示。

巨視組織可區分如下，設有表示記號（表 1.3）（JIS G 0553）。

- (a) 斷面全體的組織-----樹枝狀結晶、鑄錠模樣、多孔質、點蝕等。
- (b) 中心部的組織-----偏析、多孔質、點蝕等。
- (c) 氣泡、介在物、管痕、毛裂、鍛裂、周邊傷痕（周邊氣泡、壓延或鍛造傷痕等）。

表示巨視組織試驗結果時，依上述的區分順序分別以記號表示。

例：DT-S-c-N 斷面全體有樹枝狀結晶及點蝕，有中心部偏析，有

表 1.2 標準腐蝕時間（塩酸 1：水 1）（JIS）

標準腐蝕時間 (min)	鋼 種 記 號		
	壓延或鍛造狀態	退 火 狀 態	正 常 化 狀 態
30	SS 34 SUM 1, 2	SUS 1, 2, 3 SKS 1, 2, 3, 4	
30	SF 45, 50, 55, 60 S 25C, S30C, S35C, S40C, S45C, S50C, S55C SNCM 8 SCr 1, 2, 3, 4, 5, 21, 22 SCM 1, 2, 3, 4, 5 SK 1, 2, 3, 4 SUP 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	SF 45, 50, 55, 60 S25C, S30C, S35C, S40C, S45C, S50C, S55C SNC 1, 2, 3 SNCM 1, 7, 8 SCr 5 SK 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 SUP 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 SUJ 2, 3	SF 45, 50, 55, 60 S25C, S30C, S35C, S40C, S45C, S50C, S55C
40	S10C, S15C, S20C, S15CK SNC 1, 2, 3, 21, 22 SNCM 1, 2, 21, 22 SCM 21, 22, 23 SK 5, 6, 7	S10C, S15C, S20, S25C S15CK SNC 21, 22 SNCM 1, 2, 25, 26 SCr 2, 21, 22 SCM 1, 2, 3, 4, 5, 21, 22, 23 SEH 1, 2, 3 SKH 2, 3, 4 SKD 1, 2, 4, 5	S10C, S15C, S20C, S25C S15CK
50		SUH 31, 33	

備考：本表的標準腐蝕時間表示預熱時的時間

其他介在物。

表 1.4 為依目標別分類的巨視組織試驗法一覽表。

(2) 地痕的肉眼試驗法（JIS G 0556）

(a) 地痕是指鋼的加工面上，可用肉眼看出來的點蝕孔、氣孔等所致的傷痕、非金屬介在物所致的傷痕、砂等異物介在所致的傷痕，此時不

表 1.3 巨視組織的表示記號 (JIS)

用 語	記 號	語 源
樹 枝 狀 結 晶	D	dendrite
鑄 錠 模 樣	I	ingot pattern
多 孔 質	L	looseness
點 蝕	T	pit (因 P 與 pipe (管) 重覆)
中 心 部 偏 析	Sc	center segregation
中 心 部 多 孔 質	Lc	center looseness
中 心 部 點 蝕	Tc	center pit
氣 泡	B	blow hole
介 在 物	N	non-metallic inclusion
管 痕	P	pipe
毛 裂	H	hair crack
鍛 裂	F	forging
周 邊 傷 痕	K	日文傷痕的讀 kizu

包含加工痕或龜裂。

(b) 試驗片為三段切削 (表 1.5)

(c) 試驗方法……對各段的加工面，以肉眼測定地痕的長度和數目

(d) 判定方法……地痕的長度以地痕番號表示 (表 1.6)，地痕的數目是對各段同一地痕番號的地痕數換算成 100 mm × 100 mm 面積的數目，此時小數點以下 2 位四捨五入，取到小數點以下 1 位。

(e) 表示

(i) 表示地痕長度與其數目的場合

段——(地痕番號 × 換算個數)

$$\text{I} - (2 \times 0.8)$$

$$\text{II} - (2 \times 2.2 + 3 \times 2.2 + 4 \times 1.1)$$

$$\text{III} - (3 \times 2.9 \times 4 \times 2.9)$$

(ii) 表示地痕總長度與總數的場合

地痕的總長度……各地痕番號的換算個數 × 地痕番號

段——地痕的換算個數之和—長度的總和—(最大地痕番號)

$$\text{I} - 0.8 - 1.6 - (2)$$

表 1.4 肉眼組織檢查

目 標	腐 蝕 液	面的準備	操 作	結 果	摘 要
樹枝狀組織 纖維組織 再結晶組織	漢福烈氏液 1 { 第二氯化銅致..... 120 g 水..... 1000 cc 2 { 第二氯化銅致..... 120 g 濃鹽酸..... 50 cc 水..... 1000 cc	以研 磨紙 0 研 磨	常溫操作，在 1 液浸 5~10 分，立即在 2 液浸 30~60 分，水洗除淨沈澱銅，用酒精洗淨，乾燥，或以 0 紙研磨	樹枝狀晶的初晶浮腫，呈現鍛造所致的纖維流型，淬火硬化部份變黑色	C 鋼、特殊鋼
	儀越第 2 液 { 氯化銅..... 5 g 鹽酸..... 40 cc 酒精..... 25 cc 水..... 30 cc	同 上	常溫操作，浸 30~60 分後，水洗，乾燥	同 上	同 上
白點，偏析，熔渣，淬不均	鹽酸 1 : 1 水	粗 研 磨	液溫 60~70°C，浸 30~60 分後，用溫水或酒精洗淨，乾燥	淬不均部.....黑色 熔渣..... 橫斷面.....點狀 縱斷面.....線狀	同 上
應變模樣	福來氏液 1 { 氯化銅..... 90 g 濃鹽酸..... 120 cc 水..... 100 cc	到 研 磨 紙	常溫操作，在 1 液浸 3~30 分，每隔 30 分撈出銅沈澱，檢查，有模樣時，在 2 液浸 2 分	超越降伏點的部份出現線，腐蝕前，將試料在 200~300°C 退火 5 小時，則更好	主 要 為 低

(續下頁)

(續上頁)

	2 { 濃鹽酸..... 40 cc 液 { 酒精..... 60 cc	00		C 鋼
S 分佈 (JISC 0560)	3 ~ 5 % 硫酸水溶液	到 (6 研 磨 / 紙 12 0 S)	印相紙在液中浸 5 分後，輕微水分，將之壓貼於檢出面，保持 1 分鐘後，剝取，水洗，定影，水洗，乾燥	sulpha-print FeS, MnS 呈現茶褐色
P, S 的檢查	{ 苦味酸..... 5 g (酒精..... 100 cc	到 研 磨 紙 10	以苦味酸酒精液輕蝕檢出面，水洗，乾燥後，使檢出面朝上，在鐵板上加熱，適當着色時水中急冷	加熱 着色 法 P 多之處較快着色，FeS 與 MnS 的區別是加熱到研磨面均勻成為褐色，則 { FeS 紫色 MnS 白色 加熱到成為藍色，則 { FeS 藍色 MnS 黃色
P 的檢查	史提德氏液 氯化第二鐵..... 10 g 氯化鎂..... 40 g 鹽酸..... 20 cc 酒精..... 1000 cc	到 研 磨 紙 0	將液滴入檢出面，放置 1 分鐘，除去殘液，再滴下新液，放置 1 分鐘，反覆此操作，銅沈澱時，用溫水酒精洗淨，乾燥	含 P 鋼 含 P 量多的 Fe 中，銅的沈積量少，依銅沈積量的多少判定含 P 量

表 1.5 三段切削尺寸 (JIS) (單位: mm)

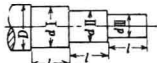
公稱直徑 D	一段直徑 $d \text{ I}$	二段直徑 $d \text{ II}$	三段直徑 $d \text{ III}$	各段長度 l	
30 以下	$D-2$	—	—	63.6	
30 以上	$D-4$	$D \times 2/3$	$D \times 1/2$	63.6	
75 未滿	$D-4$	$D \times 2/3$	$D \times 1/2$	63.6	
75 以上	$D-6$	$D \times 2/3$	$D \times 1/2$	63.6	

表 1.6 地痕番號 (JIS)

地痕番號	地 痕 長 度 (mm)		地痕番號	地 痕 長 度 (mm)	
0.5	超過 0.1	0.5 以下	12	超過 10.0	12.0 以下
1	超過 0.5	1.0 以下	15	超過 12.0	15.0 以下
2	超過 1.0	2.0 以下	20	超過 15.0	20.0 以下
3	超過 2.0	3.0 以下	25	超過 20.0	25.0 以下
4	超過 3.0	4.0 以下	30	超過 25.0	30.0 以下
5	超過 4.0	5.0 以下	40	超過 30.0	40.0 以下
6	超過 5.0	6.0 以下	50	超過 40.0	50.0 以下
8	超過 6.0	8.0 以下	60	超過 50.0	60.0 以下
10	超過 8.0	10.0 以下	70	超過 60.0	

II—5.5—15.4—(4)

III—5.8—20.3—(4)

(iii) 表示地痕分佈的場合……在各段地痕位置加註——，其附記有地痕番號的展開圖。

1.1.2 微視組織試驗法

微視組織試驗法有下示種類：

- (1) 光學金屬顯微鏡試驗法
 - (a) 普通金屬顯微鏡試驗法(反射式)
 - (b) 高溫金屬顯微鏡試驗法
 - (c) 暗視野金屬顯微鏡試驗法
 - (d) 偏光金屬顯微鏡試驗法

- (e) 位相差金屬顯微鏡試驗法
- (f) 干涉金屬顯微鏡試驗法
- (2) SUMP 試驗法
- (3) 電子顯微鏡試驗法
- (a) 透過型電子顯微鏡試驗法（複印法、金屬薄膜法）
- (b) 反射型電子顯微鏡試驗法

- (1) 光學金屬顯微鏡試驗法
- (a) 普通金屬類顯微鏡試驗法

① 試料的採取

- (i) 鋸切斷……素材、退火材、正常化材
- (ii) 高速研磨機切斷……硬質材、淬火材
- (iii) 放電加工切斷……試料的大小 10～20 mm 角，高 10～15 mm

② 試料的研磨

切斷→研磨機研磨→砂紙加工→擦光輪加工

（切） （磋） （琢） （磨）

可以的話，在試料周邊設輕微去角，忌諱周邊崩垂時，可埋沒研磨或夾持研磨。

(i) 砂輪機研磨時不可燒焦（注意着色），研磨燒焦可在後來的腐蝕檢查得知。

(ii) 砂紙加工時，依序移用細砂紙，務必在各階段直交的方向研磨，直到前段的研磨痕消失後才繼續次一階段。

(iii) 擦光輪加工……在垂直旋轉方向或反方向移動。

- (a) 氧化鉻粉末水（鋼、硬質材）
- (b) 氧化鋁粉末水（軟質材、鋼）
- (c) 鑽石糊的油溶液（硬質金屬）

15 g/100 cc（粉末宜用絹布過濾）的原液最初為濃液，後來用為淡液，此水溶液的比重差大而沈澱，濃度易變，故攪拌而注入試料與擦光輪面之間。

(iv) 水洗、熱風乾燥