

特殊鋼鍛鍊法に關する研究に就て

(日本鐵鋼協會第 15 回講演大會講演)

下 村 佳 夫^{*}

I. 緒 言

機械的性質の向上並組織の均一化を目的とする特殊鋼鍛鍊法に就て研究し、又特に白點の防止を研究せんとす。

II. 機械的性質の向上を目的とする鍛鍊

A. 盲目鍛鍊

a. 試験の方法

供試材料：— 鍛鍊試験の爲に Ni-Cr 13 珪八角鋼塊 2 筒を又鋼塊自身のマクロ組織を検査する爲同種鋼塊の縦斷半部を使用す。分析成分第 1 表の如く、鋼塊の形狀寸法第 1 圖の如し。

鋼塊のマクロ試験：— 前記縦斷半部の鋼塊より 3 筒の試験用圓板を採取し、次の條件を以て腐蝕す。以下本研究の腐蝕は概ね此の條件に依る。

液 濃鹽酸 1 : 水 1 (容積比)
 溫度 100°C 時間 約 30 分

鍛鍊の概要：— 2 筒の鋼塊より鍛鍊作業の許す限り可及的多くの鋼片を採取し、此の一部を實體鍛鍊に附し、他の大部のものには各種大さの穿孔をなし盲目鍛鍊に附す。鍛鍊の侵徹状態を知らんが爲、鋼材に適宜軟鋼棒を挿入し、鍛鍊の各階梯に於て機械的性質と共に鍛鍊侵徹の状態を調査す。

準備作業：— 2 筒の赤材鋼塊を 1,500 吨プレスに依り、平金敷を以て第 2 圖の如き半成鋼材に伸し、其の 1 は高温焼鈍後爐中冷却に附し他は灰中に徐冷す。斯くして得たる半成鋼材は第 2 圖の如く各 4 筒に切斷し、其の内各 3 筒は第 3 表第 2 圖の如く穿孔し、第 3 圖の如く總ての鋼材に對し肉厚上等間隔に直徑 30 mm 深さ 300 mm の穿孔を行ひ之に軟鋼棒を挿入す。

半成鋼材中第 2 圖に示す位置より、マクロ及引張試験片用圓板を採取す、即ち第 4 圖の如し、以下試片用圓板の採取法は是と同様なり。半成鋼材の引張試験は焼鈍或は灰中に

徐冷せる儘の状態にて行ふ。

第一次鍛鍊：— 1,500 吨プレスを用ひ V 型金敷に依り、第 5 圖の要領を以て鍛鍊し内孔の消滅するに至りて止む。其の時の外径第 2 表の如し。是よりマクロ組織を検査し、更に引張試験片を採取す。引張試験片は熱處理したるものと、鍛鍊後砂中に徐冷せる儘の鋼材より採りたるものとの 2 種とす。

焼鈍 870°C 持續 60 分、砂冷或は爐冷

焼入 850°C 持續 30 分、油冷

焼戻 600°C 持續 30 分、油冷

以下試験片の熱處理は曲及衝擊試験共此の條件に依る。

第 2 次鍛鍊：— 第 1 次鍛鍊の試験片採取後第 3 表の如く其の儘或は再穿孔を行ひ、第 1 次鍛鍊の要領に依り第 2 表の外径に至る迄鍛鍊を行ひ、且引張、曲、衝擊及マクロ試験片を採取す。

b. 鍛鍊の経過と内部組織との關係

鋼塊のマクロ組織は寫眞第 1 に見る如く V 狀、輪狀及隅角の各ゴースト明瞭にして、又柱狀結晶より内部には大なる收縮割れあるも白點らしきものを認めず。

第 1 次鍛鍊後のマクロ組織は寫眞第 2 に示す如く、盲目鍛鍊を施せるものは V 狀ゴースト除去せられ、内側に著しき半徑方向の流れを生ず。而して穿孔内徑大なりしものは其の傾向特に著しく、且孔の閉塞状態不規則なるものあり。實體鍛鍊を施せるものは内部に粗大なる樹狀組織を止む。V 狀以外のゴースト何れも明瞭に残存す。又實體、盲目兩鍛鍊を通し白點を現出せるものあり。

第 2 次鍛鍊後のマクロ組織は寫眞第 2 に見るが如く、輪狀ゴーストは實體、盲目鍛鍊共豫想する鍛工品内部に出現する状態にあり。又隅角ゴーストは依然其の形狀を留めつつあるも、外側に偏するを以て大なる害なきものゝ如し。

c. 鍛鍊侵徹の状態

第 1 次鍛鍊及第 2 次鍛鍊後採取せる試片用圓板を腐蝕して挿入したる、各軟鋼棒の横斷面積を面積計に依り測定せり。其の結果は寫眞第 2 圖、第 6 圖の如し。即ち第 1 次鍛

* 陸軍造兵廠大阪工廠

鍛錬の結果知り得ることは、實體鍛錬は内部に至るに従ひ棒の面積大となりて、鍛錬の侵徹せざるに對し、盲目鍛錬のものは夫々多少の差異あるも、概して内外一様にして鍛錬しあるを示す。

然るに實體鍛錬に於ては棒の移動状態 換言すれば鍛錬の侵徹状態整正なるも、盲目鍛錬にありては然らざる場合あり。又孔の閉塞必ずしも一様對稱的ならず。即ち盲目鍛錬は鍛錬の侵徹を整正ならしむる爲、作業に當り充分の注意を要す。

第2次鍛錬の結果特に著しきは實體鍛錬の侵徹が盲目鍛錬よりも遙に良好なることなり。而して第2次鍛錬のみを實體にて行ひたるものは、眞の實體鍛錬の如く効果侵徹しあらず。即ち一度穿孔せるものは孔の閉塞したる後と雖も本來の實體鍛錬とは異りたる鍛錬作用を受くるものと解せらる。

即ち實體鍛錬にありては鍛錬係數小なる最初の時期に於ては、鍛錬内部に侵徹せざりしも鍛錬係數の進むに従つて逐次侵徹することとなり、鍛錬係數4の附近より内部の鍛錬せらるゝ量は夫々大となるべし。盲目鍛錬に於ては内外に依る侵徹の差異少く常に殆ど一様なり。故に實體及盲目鍛錬に依る鍛錬侵徹の境界を鍛錬係數4にて區分せり。然れ共此の數値は現場作業の一指針として定めたるに過ぎず。

之等の關係を線圖に表したるもの第6圖なり。同圖に於て縦軸に測定せる棒の横斷面積をとり、横軸上任意の位置に $F.R = \infty$ をとることとなり、是より縦横軸の交點たる $F.R = 1$ の點に向つて $F.R$ の逆數を目盛り、各相當する $F.R$ の位置とす。然る時は縦軸上棒の最初の面積を表す點と横軸 $F.R = \infty$ を表す點とを結ぶ直線は、材料各部の平均鍛錬の程度を表すものにして、各棒の面積にして此の直線より上に距るものある時は、其の部に鍛錬の侵徹せざることを示し、下に距るものは是に反することを示すを得べし。

d. 半徑方向のフロー

盲目鍛錬の著しき特徴は内側に半徑方向の流れを生ずることなり。従て此の範圍の微小體積に就きて考ふれば、結局鍛錬方向及半徑の二直交軸の方向には延伸にして、切線方向には壓縮なり。即ち普通の鍛錬が鍛錬方向にのみ延伸にして、半徑及切線方向には壓縮を受けあることと趣を異にす。而して斯かる半徑方向の流れは、切線方向の機械的性質を低下せしむるものゝ如く推定せらる。

e. 機械的性質

引張試験：— 半成鋼材及第1次鍛錬の結果に於ては内外の性質は白點等の如き缺點に遭遇せざる限り、抗張力、弾性界には殆ど變化なきも伸 縮りに相當の差あり。第2次鍛錬の結果は實體鍛錬を以て最も有利とし、盲目鍛錬相互の間にては穿孔内徑小にして、且穿孔回數少きものに於て良好完全なる傾向を示す。此等機械的性質の一例は第7圖の如し。

曲試験及衝擊試験：— 此等の試験は第2次鍛錬を終了したるものに對して實施せり。而して是が鍛錬法との關係を見るに、引張試験に於ける如き明瞭なる差異を認むることを得ず。

f. 穿孔内徑

盲目鍛錬の穿孔内徑に就て見るに、鋼材外徑の30%前後及之を超過する時は内外の侵徹に大なる變化を認めざるのみならず、特に侵徹整正ならざるもの多く15%前後なる時は侵徹程度稍小なるも侵徹比較的整正なり。穿孔回數と侵徹状態とに就ては明瞭なる關係を認めず。

B. 据込鍛錬

a. 試験の方法

第1次試験：— 使用せる鋼塊は *Ni-Cr* 鋼にして、其の形狀、寸法は第8圖其の1、又供試材料は其の2の如し。

試験せる据込量及引當鋼塊次の如く、之等分析成分は第4表に示す。

据込量 (全長に對す)	15%	30%	45%	60%
鋼塊番號	1E.6,702	2E.6,652	3E.6,652	1E.7,001 2E.7,001
筒數	1	1	1	2

据込みたるものは端末効果を避くる爲と爾後の鍛伸に餘材を要するとの爲適宜の位置より厚さ22mmの試験片用圓板を採取す。但し60%据込のものは2筒の内1筒を中央に於て切斷し、他を爾後の鍛伸に用ふることにす。据込後の形狀、寸法及試験片採取要領は第9圖の如し。切り出したる荒試験片には次の熱處理を施したる後仕上をなす。

以下總ての試験片の取扱ひは此の方法に依る。

焼鈍 870°C 持續 30 分、砂冷或は爐冷

焼入 850°C 持續 30 分、油冷

焼戻 600°C 持續 30 分、油冷

次に餘材及 1E.7,001 は原長迄鍛伸し可及的端末を避けて試験片を採取す。鍛伸後の寸法及試験片採取要領は第10圖の如し。更に之等の餘材を以て鍛錬係數5に至る迄

鍛伸し、同様に端末を避けて試験片を採取す。其の一例第 11 圖の如し。又特に 1E7,001 に對しては鋼塊の状態に於て其の頭及尾に近き部分の試験を行ひたり。即ち其の要領を第 12 圖に示す。之等試験の結果を總括圖示すれば、第 13 圖、第 14 圖の如し。

第 2 次試験：— 第 2 次試験は第 1 次試験の成果を確認する爲、略々同様の試験を履行せるものなり。供試材料の形状、寸法は第 15 圖の如し。試験せる据込量及引當鋼塊次の如く、之等分析成分は第 4 表に示す。

据込量 (全長に對す)	15%	30%	45%	60%
鋼塊番號	1E.7,005	2E.7,005	3E.7,005	1E.7,018 2E.7,018
筒數	1	1	1	2

据込後の形状、寸法及試験片採取要領は第 16 圖の如し。次に餘材及 1E 7,018 は原長迄鍛伸す。其の寸法及試験片採取要領は第 17 圖の如く、更に其の餘材を以て鍛鍊係數 2 及 5 に鍛伸す。其の要領の一例第 18 圖の如し。之等試験の結果を第 19 圖、第 20 圖に總括せり。

b. 機械的性質

試験の結果据込量過少なる 15% の場合には、据込状態及原長迄鍛伸せる状態等鍛鍊係數の小なる時は、鍛鍊効果充分ならざる爲めか往々不規則なる結果を表はすことあるも、据込量適當なる時は原長鍛伸、即鍛鍊係數 1 の時より 2 を經て 5 に至る間、鍛鍊係數と引張成績との間には明瞭なる關係を認め難く、換言せば据込後は單に原長迄鍛伸する程度の輕易なる鍛鍊に依り、既に鋼材内外部の機械的性質を改善し爾後鍛鍊係數を増加するも大なる變化なきが如し。一方衝擊値は鍛鍊係數の増加と共に低下すること略々明瞭なり。これ鍛鍊係數の増加に依り纖維組織の傾向を大にし、衝擊試験は其の影響を受くること引張試験に比し頗る大なればなり。

抑々引張試験に於ける弾性界及抗張力は試験片の方向及鍛鍊係數とは殆ど無關係にして熱處理に關すること大なり。故に各試験に於て試験片の弾性界及抗張力は熱處理適否の判定資料たるものにして又之を基準として其の他の性質の判定には適宜の修正を要すべく本研究に於ける機械的諸性質の判定は斯の如き見解の下になせるものとす。

c. 据込量

機械的性質より判斷するに第 13 圖及第 14 圖に見るが如く 30% 以下の据込に於ては稍々据込効果の不確實なるを感ず。即ち第 13 圖 15% 据込のものは据込状態及之を

原長迄鍛伸せる状態共何れも伸 絞り 等鋼材の内外に亘り、不規則なる變化を示す。

又 60% 据込のものは其の中央部に於ては伸 絞り 及衝擊値共据込状態に於けるもの最も優秀なるが如きも、鋼材全般に對しては組織の不同を來し一樣なる機械的性質を附與し難きが如し。而して實際作業の難易よりせば据込量は可及的少きを可とす。之等の諸條件並白點防止上の見地よりする場合、通常 40% 前後を以て適當と思考す。

然れ共此の量は固より不動の性質を有するものに非ずして状況に應じ適宜に定むるを要し例へば爾後の鍛鍊係數少なる時は之を増加する等の注意肝要なり。

C. 内 壓 鍛 鍊

a. 試験の方法

酸性平爐製 3 吨級 Ni-Cr 鋼塊を 1,500 吨プレスに依り次の如く鍛伸し砂中冷却す。

寸 法 (mm)	數	記號
φ 230 × 700	1	A.
φ 330 × 3,000	1	B.
φ 430 × 700	1	C.

之等の材料は先づ第 21 圖の位置より第 25 圖の要領を以て引張 曲及衝擊試験片を採取す。次に第 22 圖の如く中空に仕上げ、特に長さの中央に於て φ 30mm の穿孔を行ひ之に軟鋼棒を挿入す。供試鋼塊の分析成分は第 5 表の如し。

之等の材料を成型用臼内に保持し 750 吨プレスに依り擲出用杵を以て逐次内徑を擴大す。即ち第 6 表、第 23 圖は此の場合に於ける材料の配當區分及實施要領を示す。材料の溫度は鍛鍊前約 1,100°C にして 2 回以上杵を使用する場合は概して加熱を復行せり。

鍛鍊後の各鋼材の状態及試験片採取位置は第 24 圖の如し。之等の圓板より第 25 圖の要領に依り荒試験片を採取し、次の條件を以て熱處理したる後仕上を爲し試験す。

焼入 850°C 持續 30 分、油冷

焼戻 600°C 持續 30 分、油冷

次に挿入せる棒の部分は中央に於て縦斷し、又適宜横斷し棒の縦及横方向の變形を調査せり。

b. 機械的性質

引張成績に就て見るに鍛鍊の方法に依る差異は明瞭ならざるも、鍛鍊後特に横方向試験片の成績は鍛鍊前のものに比し良好なり。即ち 4B, 5B, C に於けるが如し。又曲及

衝撃試験成績に就ても同様なり。第 26 圖は曲試験成績を示す。

棒を横に挿入したる結果を見るに、内側は杵の通過せる方向に著しきフローを生ずるも外側は殆ど變化なきを認む又別に棒を縦に挿入したる結果に依るも、半径方向の壓縮及切線方向の伸張は内側に於て顯著にして外側に向ひ急減す。而して急減の程度は鍛鍊の程度の小なる程大なり。

第 1 表 供試鋼塊分析成分

成分	C	Si	P	S	Mn	Cu	Ni	Cr
番號								
1A10,688	0.283	0.247	0.029	0.026	0.573	0.115	2.755	0.614
	0.255	0.240	0.022	0.026	0.575	0.173	2.895	0.513
1A10,695	0.275	0.274	0.028	0.023	0.542	0.114	2.929	0.588
	0.276	0.235	0.030	0.028	0.543	0.147	3.027	0.589
1A10,547	0.297	0.260	0.038	0.040	0.697	0.201	2.619	0.456
	0.239	0.255	0.025	0.044	0.722	0.118	2.566	0.486

備考 (1)鍛鍊用(A) (2)鍛鍊用(B) (3) マクロ用

第 2 表 鍛鍊前後の外徑及鍛鍊係數 (F. R.)

區分 番號	鍛鍊前後の外徑				F. R.			
	第 1 回 鍛 鍊		第 2 回 鍛 鍊		鋼塊に對し		半成鋼材に對し	
	前 mm	後 mm	前 mm	後 mm	第1回	第2回	第1回	第2回
A 1	750	545	545	300	3.2	10.7	1.9	6.3
A 2	755	400	400	300	5.5	9.7	3.6	6.3
A 3	770	460	460	310	3.7	8.2	2.8	6.2
A 4	750	390	390	310	4.5	7.2	3.6	5.9
B 1	700	510	510	310	3.7	10.0	1.9	5.1
B 2	680	410	410	305	5.2	9.5	2.7	5.0
B 3	740	440	440	300	4.1	8.7	2.8	6.1
B 4	720	405	405	310	4.2	7.2	3.1	5.4

第 3 表 穿孔内徑

第 1 回	實體	110mm (15%)	200mm (26%)	280mm (37%)
	貫體	200mm (29%)	175mm (24%)	100mm (14%)
第 2 回	實體	實體	實體	55mm (14%)
	貫體	實體	110mm (23%)	60mm (15%)

第 4 表 供試鋼塊分析成分

成分	C	Si	P	S	Mn	Cu	Ni	Cr
番號								
2E6,652	0.228	0.214	0.014	0.009	0.593	0.100	2.739	0.483
3E6,652								
1E6,702	0.209	0.253	0.012	0.005	0.560	0.101	3.041	0.427
1E7,001	0.279	0.237	0.014	0.012	0.582	0.143	2.949	0.414
2E7,001								
1E7,005	0.277	0.248	0.010	0.008	0.560	0.114	2.735	0.466
2E7,005								
3E7,005								
1E7,018	0.291	0.236	0.010	0.006	0.550	0.116	2.824	0.470
2E7,018								

第 5 表 供試鋼塊分析成分

成分	C	Si	P	S	Mn	Cu	Ni	Cr	備考
番號									
1A11,494	0.244	0.192	0.034	0.021	0.517	0.171	2.715	0.420	A及C
2A11,505	0.253	0.280	0.036	0.021	0.555	0.068	2.662	0.556	B

第 6 表 鋼材の配當區分及實施要領

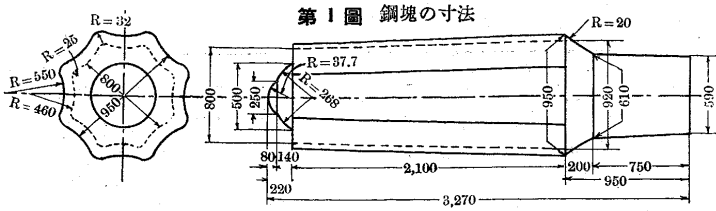
外徑	供試鋼材			使用杵の直徑	終の内徑
	最初の 内徑	鋼塊の 番號	試料の 番號		
200	50	1A11,494	A	65	65
300	70	2A11,505	1B	90 120	120
	50	2A11,505	2B	65	65
	50	2A11,505	3B	65 90	90
	50	2A11,505	4B	65 90 120	120
	50	2A11,505	5B	65 90 120 150	150
400	50	1A11,494	C	65 90 120	120

第 7 表 供試鋼塊分析成分

成分	C	Si	P	S	Mn	Cu	Ni	Cr	Mo	略號
番號										
1E6,925	0.134	0.185	0.011	0.011	0.451	0.152	3.790	0.079	0.843	A
2E6,925										B
3E6,925										C
1E7,006	0.150	0.230	0.014	0.005	0.566	0.135	3.673	0.087	0.911	D
2E7,006										F

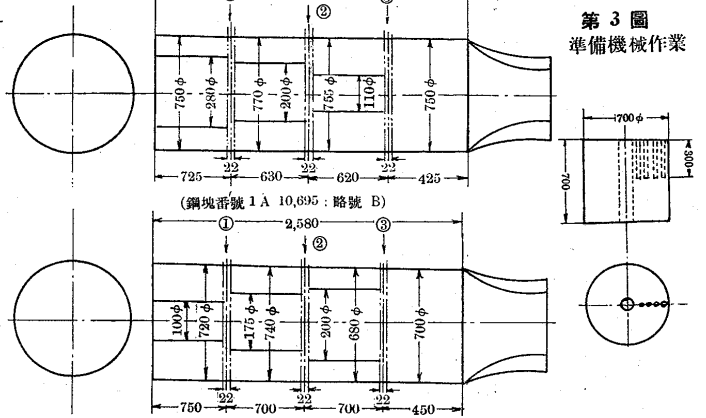
第 8 表 赤材鋼塊の長時間加熱、普通鍛鍊及据込鍛鍊

鋼塊	加熱時間(時)	第 1 次 實體鍛鍊 FR=2.8	第 2 次 實體鍛鍊		据込		熱處理 (白點)		
			F.R.	白點	F.R.	白點			
Ni-Cr-Mo鋼 2,800kg 八角塊(赤材)	1	10%	一定の形式を以て配列する多數の白點を認む。 加熱時間の異なるものは僅に白點を減少するもの如し。			1/2	無	無	
	2	21 1/2				1/2			
	3	34				1/2	無		
	4	36		6.0	有				
Ni-Mo 鋼 2,800kg 八角塊 (赤材)	1	48	同			1/2	有	無	
						1/2	無		
	2	9 1/2						有	
				5.9					
	3	19		3.6	有				無
				3.6					
4	19 1/2	3.6	無			1/2	無		
		3.1							
5	44	1.3	有			1/2	有		
		5.9							
6	47 1/2	3.6					無		
		3.6							



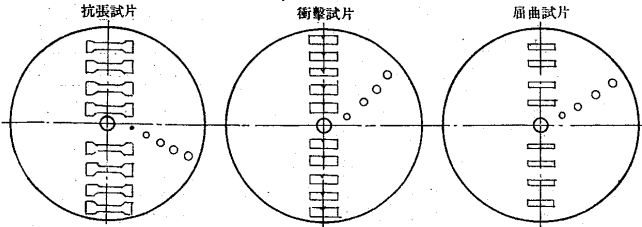
第1圖 鋼塊の寸法

第2圖 半成鋼材の寸法
(鋼塊番號 1 A 10,680 : 略號 A)

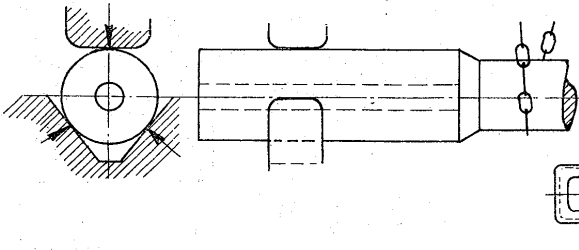


第3圖 準備機械作業

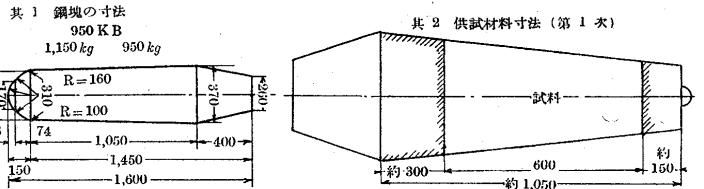
第4圖 試験片採取要領



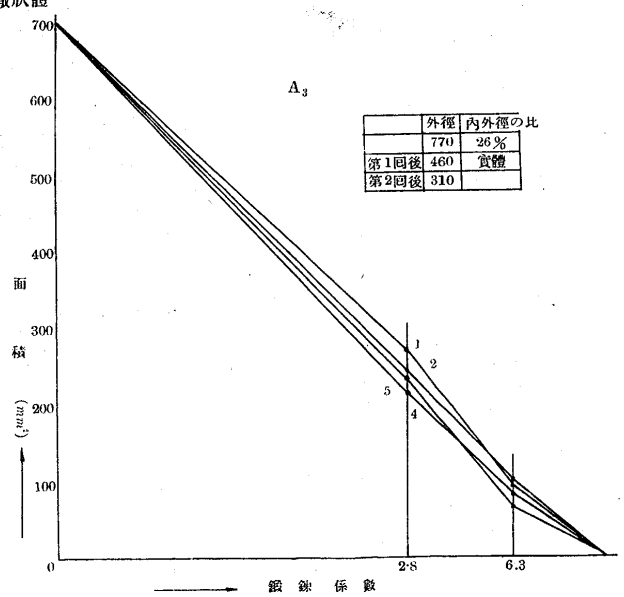
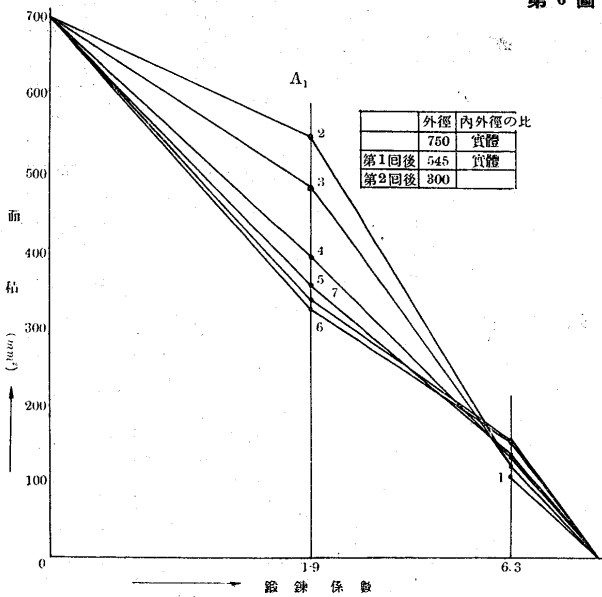
第5圖 盲目鍛錬要領



第8圖 供試鋼塊



第6圖 鍛錬の侵徹状態



III. 組織の均一化を目的とする鍛錬

A. 第一次試験

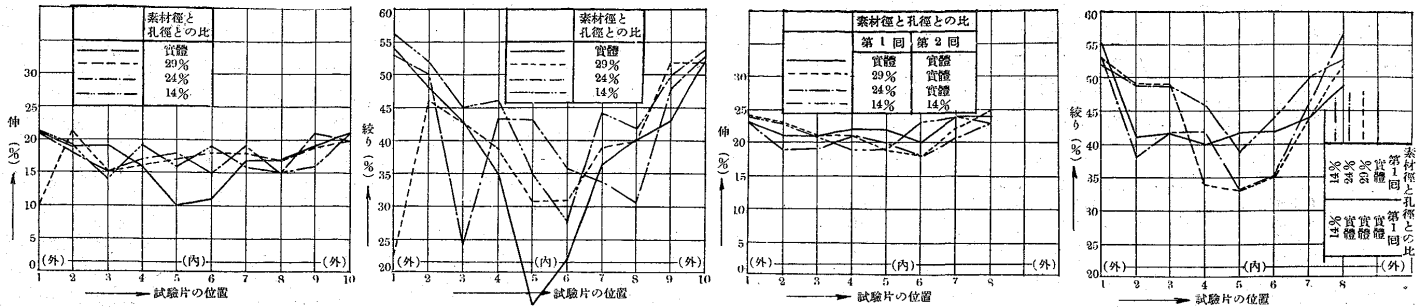
a. 試験の方法

供試材料：一 試験の目的上鋼塊には必ず白点の存在を要するを以て、極めて白点に敏感なる Ni-Mo 鋼を撰定し大きさは 950 kg 塊とせり。使用数は鋼塊自身の性質を調査する爲 3 箇を、又鍛錬の影響を調査する爲更に 2 箇を追加し其の記號を A. B. C 及 D. F と定む。各鋼塊の分析成分は第 7 表の如く、鋼塊の形状寸法第 8 圖の如し。

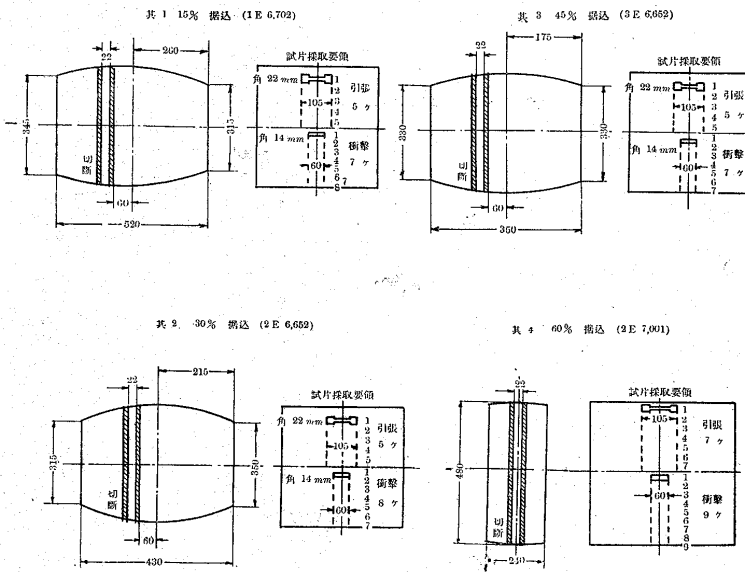
溶解及鑄込：一 鋼塊はエルー式鹽基性 3 吨電気爐製にして A. B. C は同一溶解 (E 6,925) より得たるものにして高温溶解を實施し、且 A. B. C の順序にて高温、中温、低温鑄込をなせり。又鋼塊 D. F は同一溶解 (E7,006) のものにして、其の目的が鍛錬の影響にあるを以て通常の作業を行ひたり。

鋼塊 A. B 及 C：一 鑄込温度を異にせる同一溶解の冷材鋼塊 A. B 及 C は、第 27 圖に示す位置より破面試験片を採取し、常温及熱間 (約 300°C) 破面を、更に横断面に就きてはマクロ組織を検査し、白点の有無を調査す。即ち寫眞第 3、第 4 の如し。

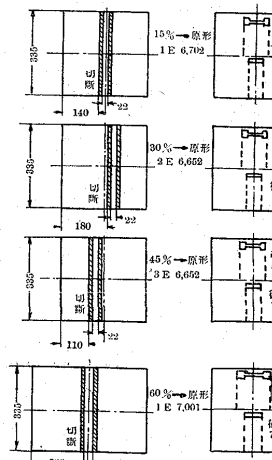
第7圖 第1次及第2次鍛鍊後の引張成績(熱處理狀態)



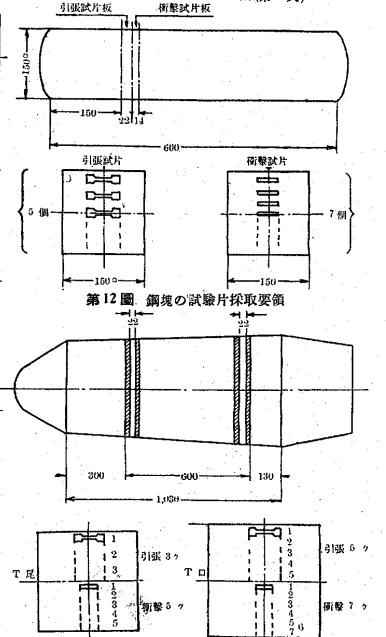
第9圖 掘込後の形状寸法及び試験片採取要領



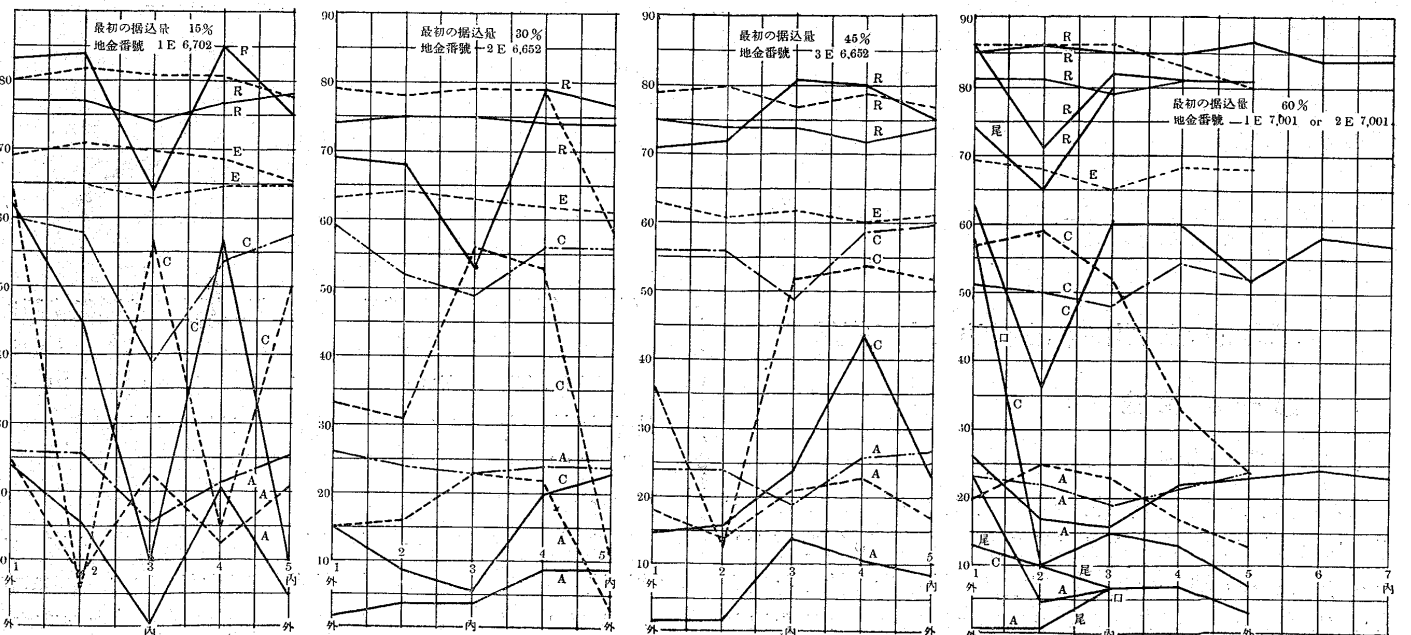
第10圖 掘込後原長迄鍛伸の状態(第1次)



第11圖 鍛鍊係数5に於ける材料の寸法及び試験片採取要領の一例(第1次)

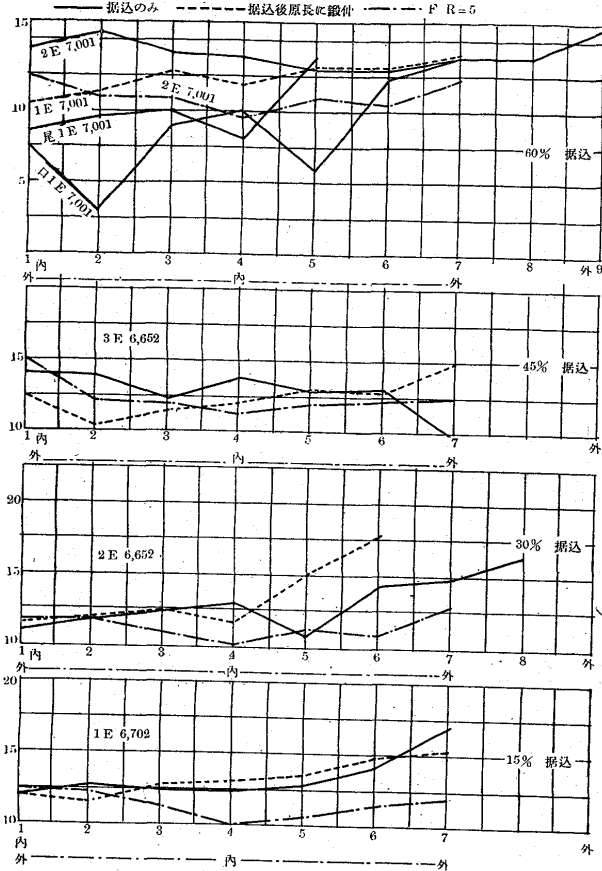


第13圖 引張成績(第1次試験)

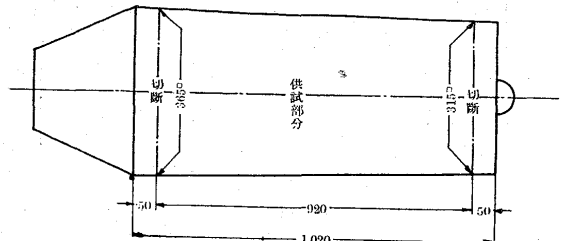


備考 (1) 掘込のみ — 掘込後鍛伸 — — — — — FR=5 — — — — — (2) 略線は右の意味を有す R=破断界 E=弾性限界 C=絞り A=伸び (3) □或は尾は鋼塊の上部或は下部を意味す。

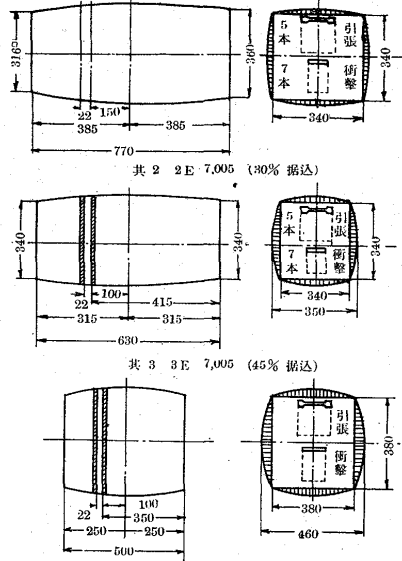
第14圖 衝撃値(第1次試験)



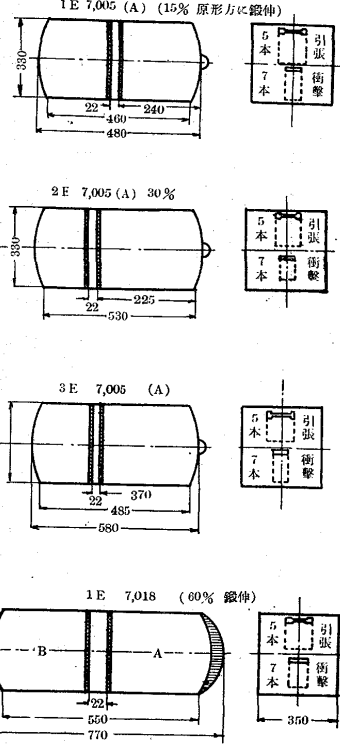
第15圖 供試材料



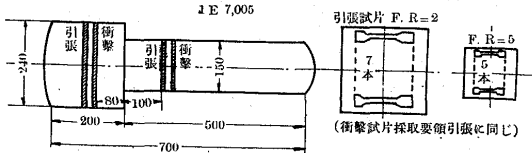
第16圖 据込後の形状寸法及び試片採取要領(第2次)



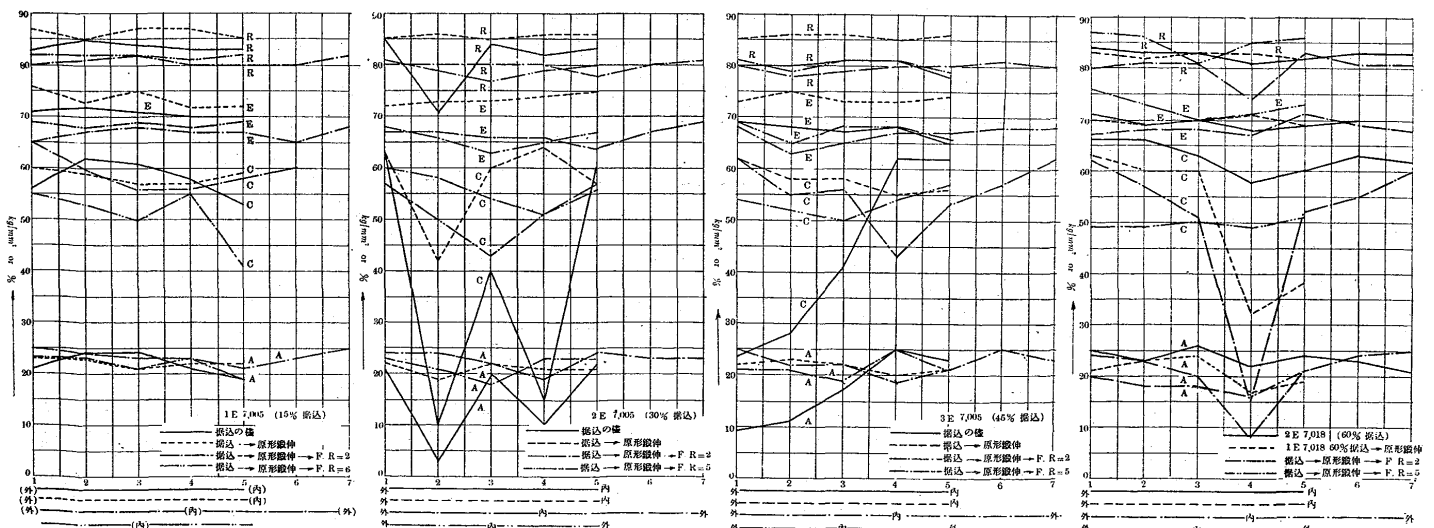
第17圖 原長迄鍛伸せる状態(第2次)



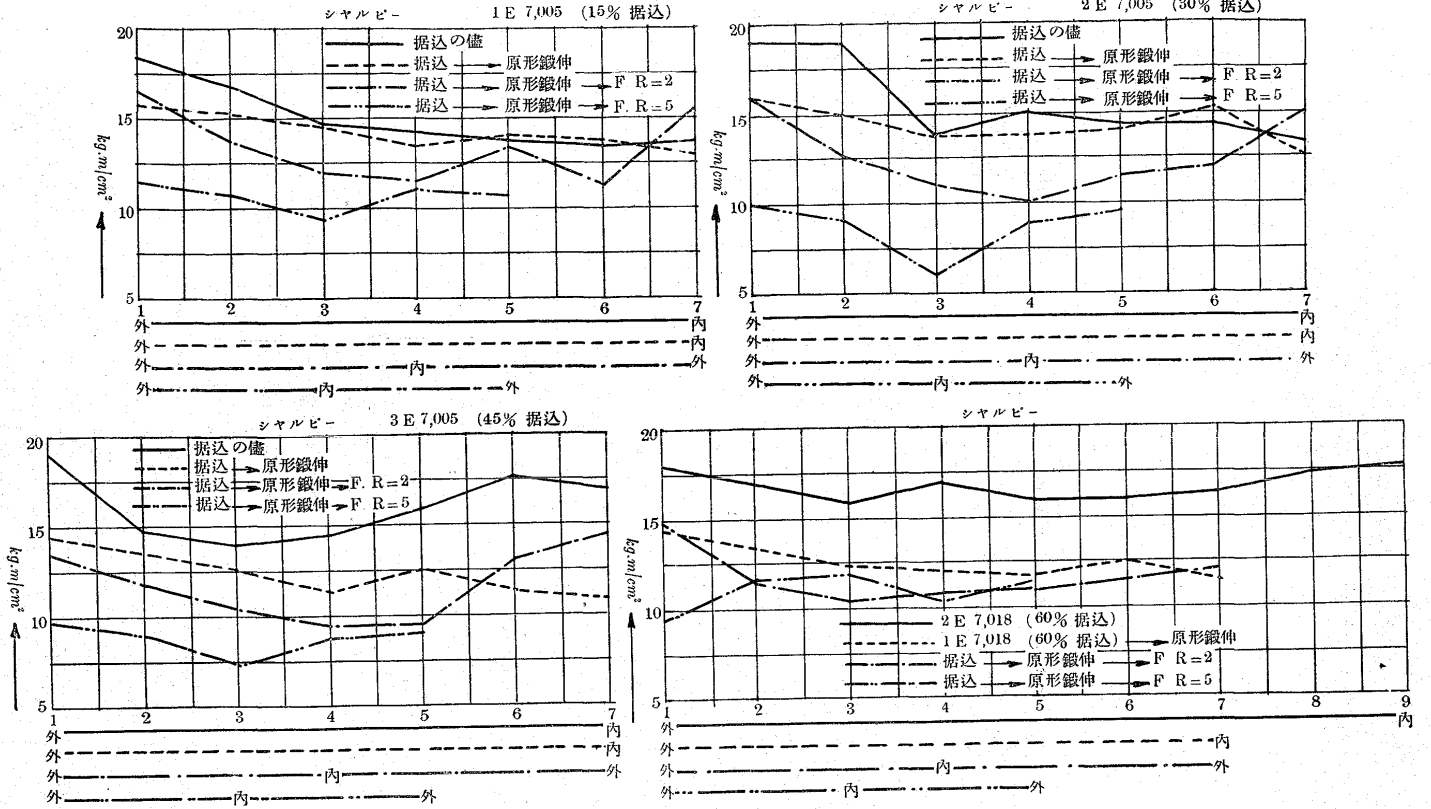
第18圖 鍛鍊係数2及び5に鍛伸せる状態の一例(第2次)



第19圖 引張成績(第2次試験)



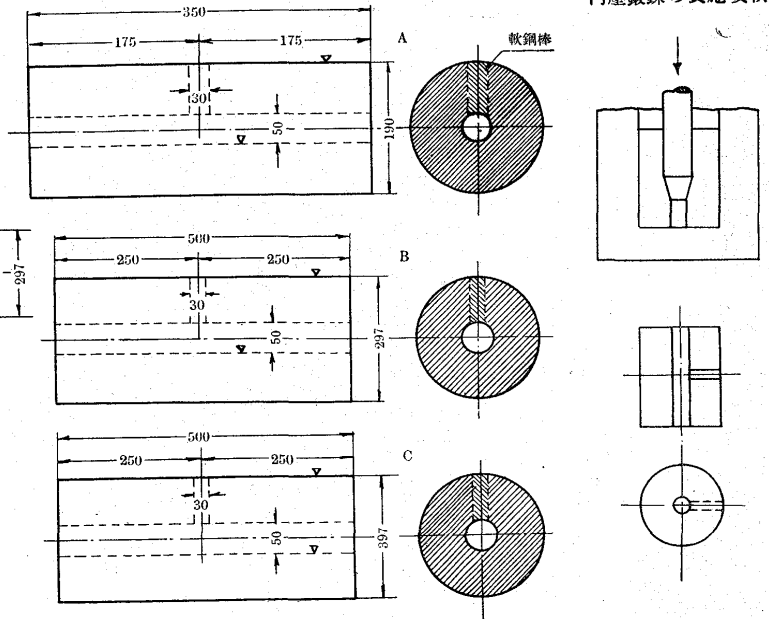
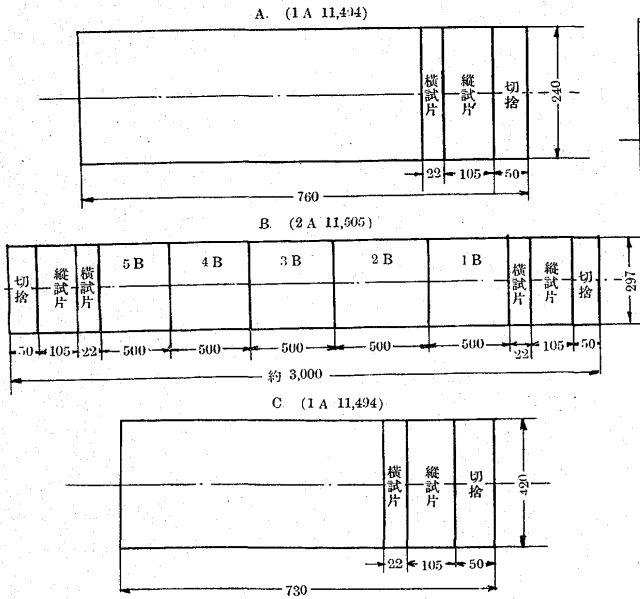
第20圖 衝擊値 (第2次試験)
B(其の1)



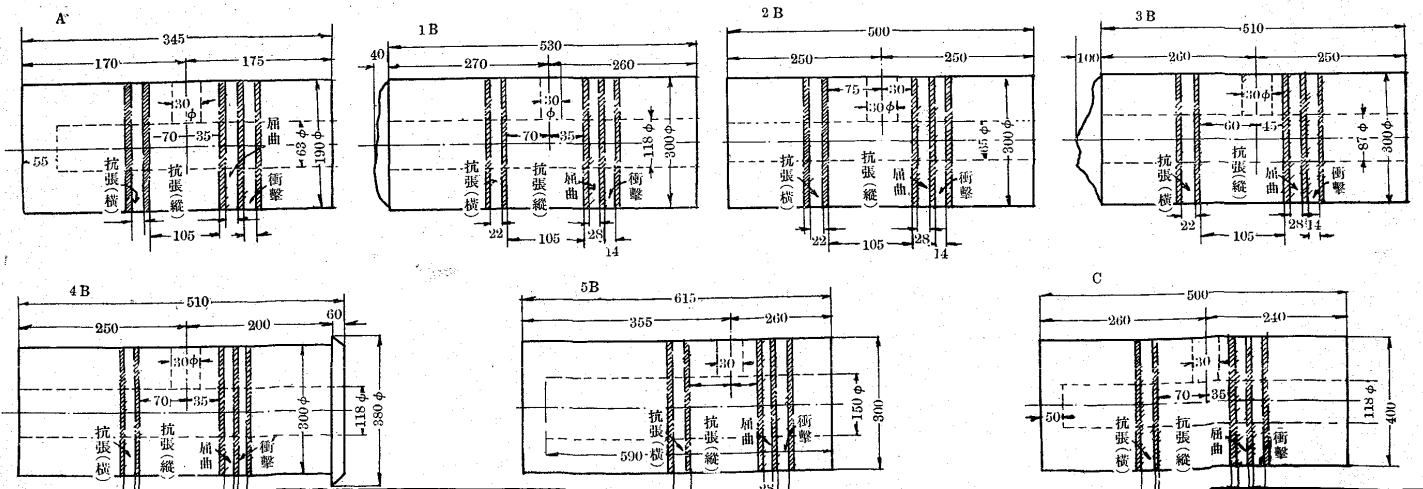
第21圖 内壓鍛錬前の形状及び試片採取位置

第22圖 準備加工要領

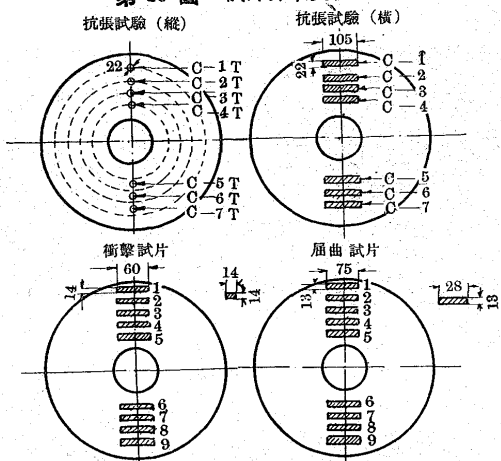
第23圖 内壓鍛錬の実施要領



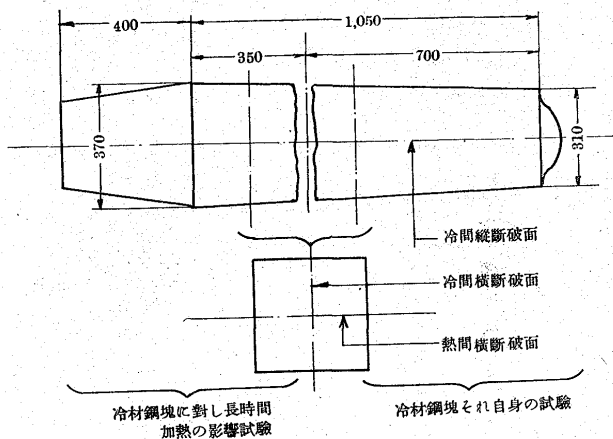
第24圖 鍛錬後の試料の形状及び試片採取位置



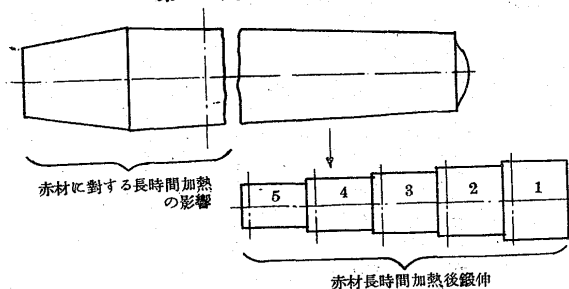
第 25 圖 試片採取要領



第 27 圖 冷材鋼塊に對する試験



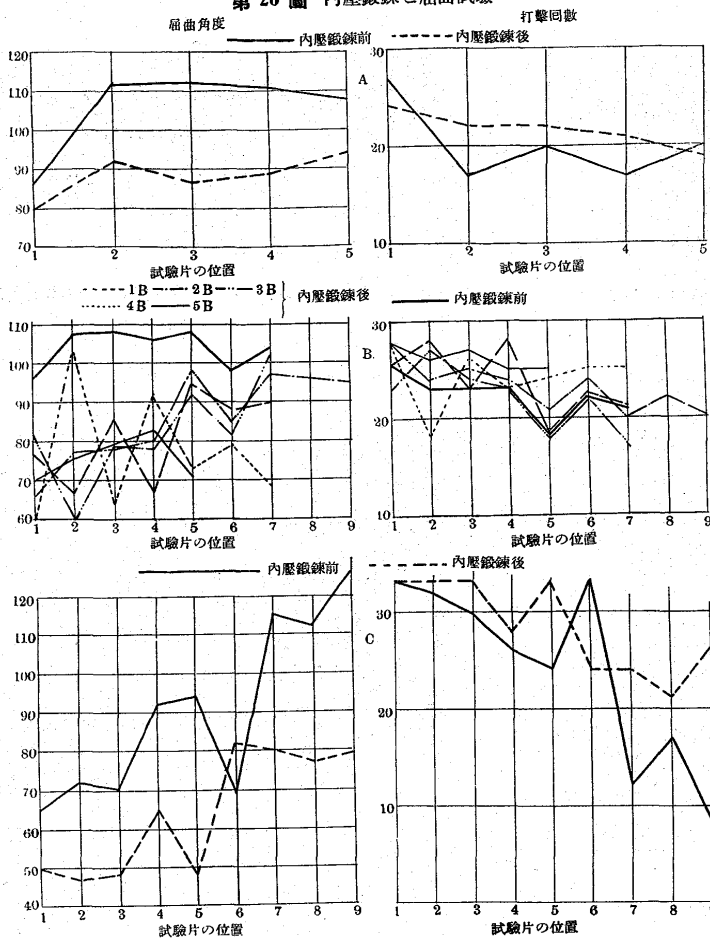
第 29 圖 赤材に對する試験



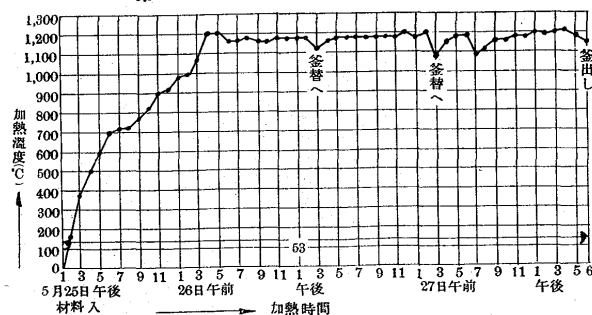
鋼塊	普通鍛錬		据込鍛錬	
	鍛錬係數	白點	据込のまゝ	原長に復す
D	1	2	有	無
	2	3	無	
	3	4	無	
	4	5	無	
	5	6	無	
F	1	2	有	
	2	3	有	
	3	4	有	無
	4	5	有	
	5	6	有	無

次に A 及 C の底部は全長に亘り縦斷し其の破面を寫眞第 5 に示す。又其の頭部は第 28 圖の如く、長時間加熱 (約 1,200°C, 持續約 40 時間) を行ひたる後、常溫及熱間破面を檢査す。即ち寫眞第 6 の如し。次に之等のものを

第 26 圖 内壓鍛錬と屈曲試験



第 28 圖 頭部長時間加熱要領



5 瓊蒸氣鎚に依りて鍛錬す。鍛錬は普通の實體鍛錬にして其の鍛錬係數

A...20, 30, 50, B...15 C...20

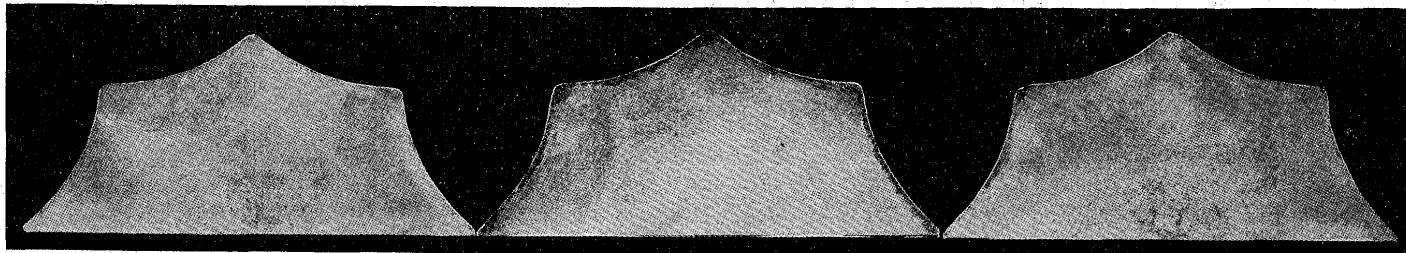
とし同様に常溫及熱間破面を檢査したるに寫眞第 7 の如し
鋼塊 D 及 F :— 赤材鋼塊を長時間加熱 (約 1,200°C, 持續約 30 時間) を行ひたる後 5 瓊蒸氣鎚に依り第 29 圖に準ずる位置より切斷し、頭部は其の儘砂中冷却し、尾部は第 29 圖に依り實體鍛錬を以て鍛錬係數 2, 3, 4, 5 及 6 に鍛伸す。切斷砂冷せる頭部に就ては常溫及熱間破面を檢査せり。即ち寫眞第 8 の如し。又鍛伸せるものは第 29 圖に依りて破面試験片を採取し其の結果を寫眞第 9 に示す。

寫眞 第 1 鋼塊のマクロ組織 ($\times 1/6$ を約 $1/6$ に縮寫)

①最も押湯に近きもの $\times 1/6$

②最も湯底に近きもの $\times 1/6$

③中央附近のもの $\times 1/6$



寫眞 第 2 (兩寫眞共 $1/6$ に縮寫)

(1) 第 1 次鍛鍊後のマクロ組織 $\times 1/2.5$

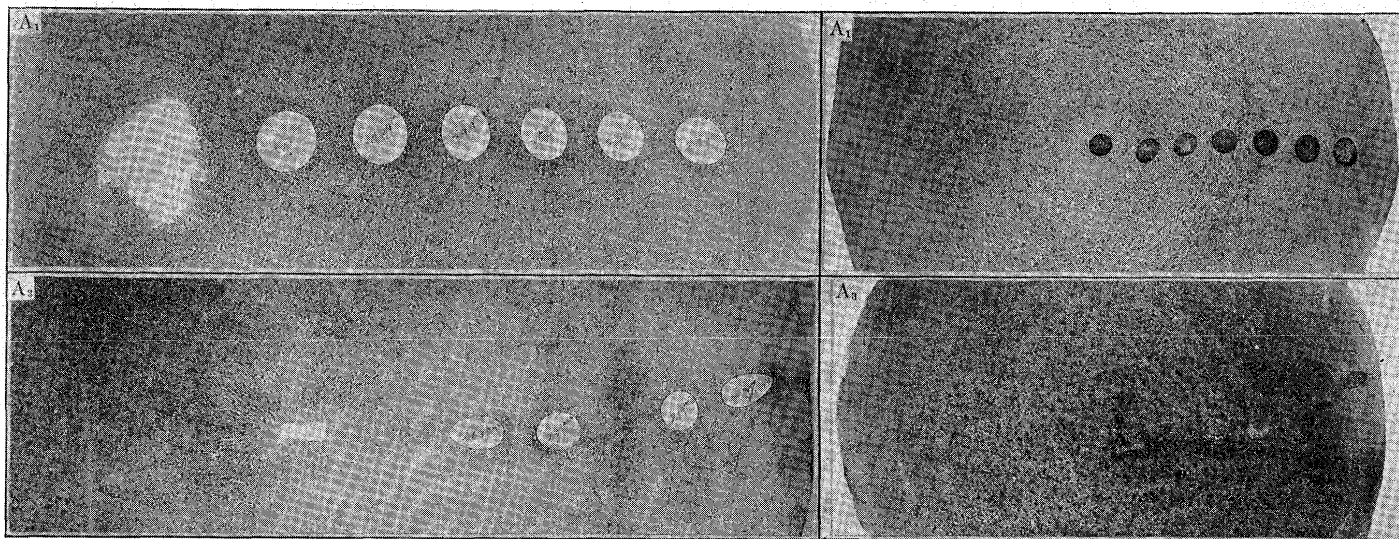
A₁ 外徑 545 mm 穿孔比 實體 //

A₃ 外徑 460 mm 穿孔比 26% //

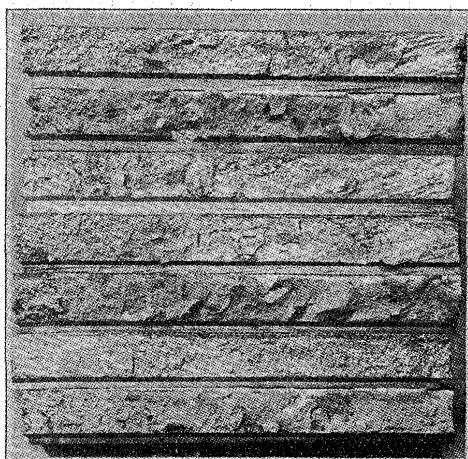
(2) 第 2 次鍛鍊後のマクロ組織 $\times 1/3$

A₁ 外徑 300 mm 穿孔比 實體 //

A₃ 外徑 310 mm 穿孔比 實體 //



寫眞 第 3 鋼塊の破面 ($\times 1/1.5$ を 0.55 に縮寫)



次に第 29 圖に附記したるが如く 30% の据込鍛鍊を行ふ。但し既に白點を生起せるものに對してのみ實施せり。

b. 成績 鑄込温度と白點との關係は單に 1 溶解の成績を以て結論を下すこと不可能なるも、寫眞第 3、第 4 及第 5 に見るが如く大體に於て低温鑄込のものに白點少き傾向あり。又同一鋼塊の縦軸方向の分布は塊尾に至るに従て減少すると考へらる。即ち寫眞第 5 は斯かる状態を示す而して茲に白點と稱するは一般に破断面に表はれたる裂疵

を總稱せるも、其の内明瞭に收縮割れに屬すと認むべきものは極めて少し。

Ni-Mo 鋼 950 kg 冷材鋼塊にして既に白點を生起しありしものは、單に長時間加熱のみに依るも白點を消滅せしめ能はざること寫眞第 6 の如し。而して長時間加熱せる之等鋼材を實體鍛鍊する場合は、寫眞第 7 に見るが如く比較的輕易なる鍛鍊により白點は消滅す。

鋼塊	A		B	C
鍛鍊係數	2.0	3.0 5.0	1.5	2.0
白點	有り	殆と無し 無し	少し	無し

之は鋼塊 D 及 F の試験成績に於ても亦明白なり。而して之と同一鋼塊にして長時間加熱せざる部分を鍛鍊せる結果白點は容易に消滅せず。

B. 第 2 次 試 験

a. 試験の方法

供試材料：— 鋼塊は總てエル—式鹽基性 3 吨電氣爐製 2,800 kg 八角塊にして鋼種は Ni-Cr-Mo 鋼 4 箇 Ni-Mo 鋼 6 箇とす。

長時間加熱：— 鋼塊は總て赤材にして加熱温度を約 1,200°C とし、加熱時間を第 8 表の如く 10 乃至 50 時

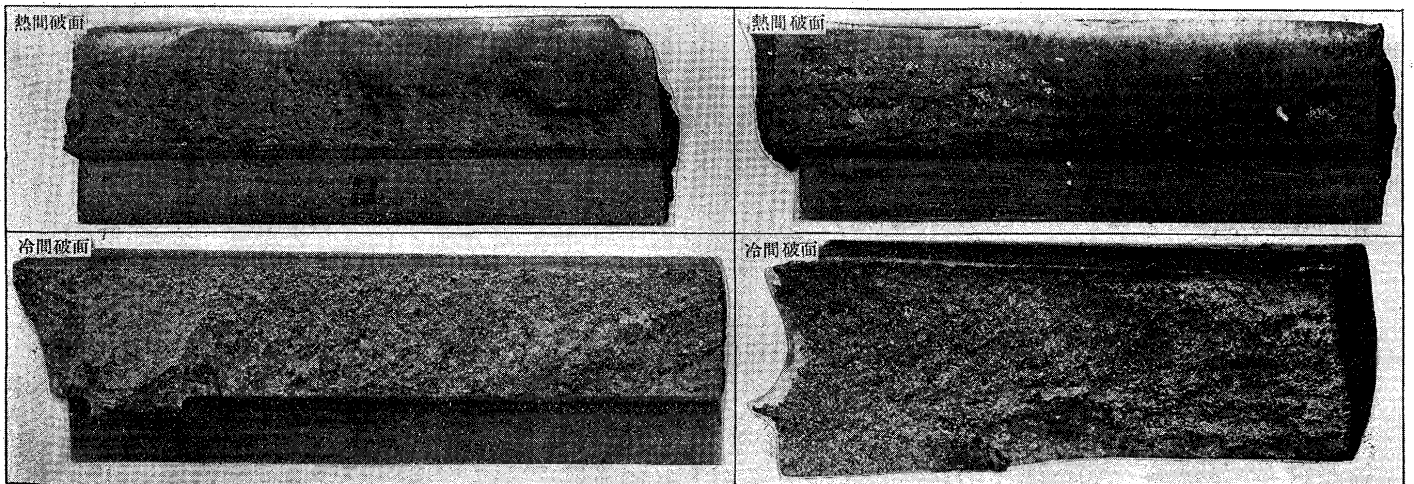
寫眞 第 4 鋼塊のマクロ組織 × $\frac{1}{2}$



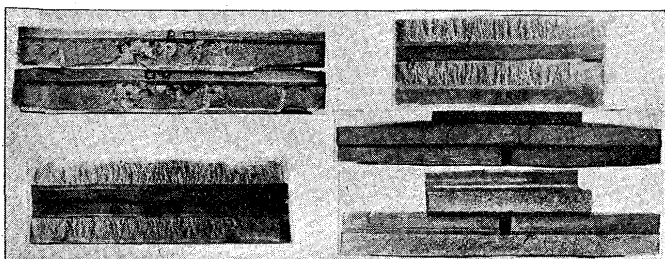
寫眞 第 5 鋼塊の縦斷破面 ×1/10'



寫眞 第 8 赤材長時間加熱後の破面



寫眞 第 7 頭部鍛錬後の破面



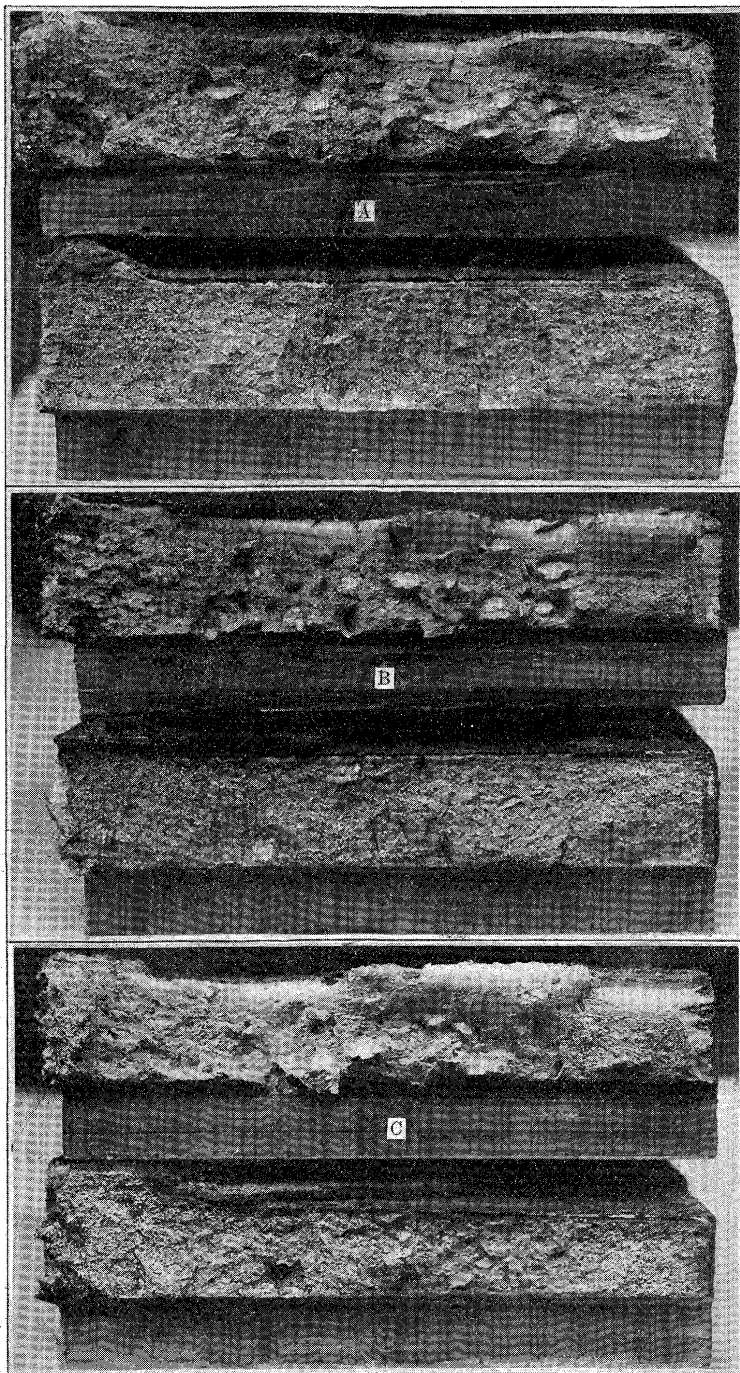
間に亘りて變化し、加熱後直ちに 1,500 噸プレスに依り平金敷を以て鍛錬係數 2.8 の實體鍛錬を行ふ。鍛伸せる鋼材は砂中に冷却したる後略々中央附近より採取せる横斷面を腐蝕し白點を検出したり。

實體鍛錬：— 上記の鍛錬を経たるもの、約半數を 5 噸蒸氣鎚に依り、平金敷を以て概ね鍛錬係數 3.6 乃至 13.1 の實體鍛錬を施し、製品に妨げなき限り可及的端末を避けマクロ試験片を採取腐蝕し白點を検出せり。即ち第 8 表の如し。

据込鍛錬：一 第2次實體鍛錬を行はざりし約半數の鋼材は5 吨蒸氣鎚に依り 1/2 或は 1/3 の据込を行ひたる後總て原長以上に鍛伸し末端に近き位置よりマクロ試験片を採取腐蝕し、尙熱處理後引張試験を行ひ共に白點の檢出に資し其の結果を第8表に示す。

b. 成績 赤材鋼塊の長時間加熱に依り鋼塊に既存する不均一なる組織の濃度は著しく平均せしめらるゝと共に、變態點通過と冷却とに依る内力の發生機會を附與せざるを以て白點の防止上有效なり。固より其の加熱溫度は

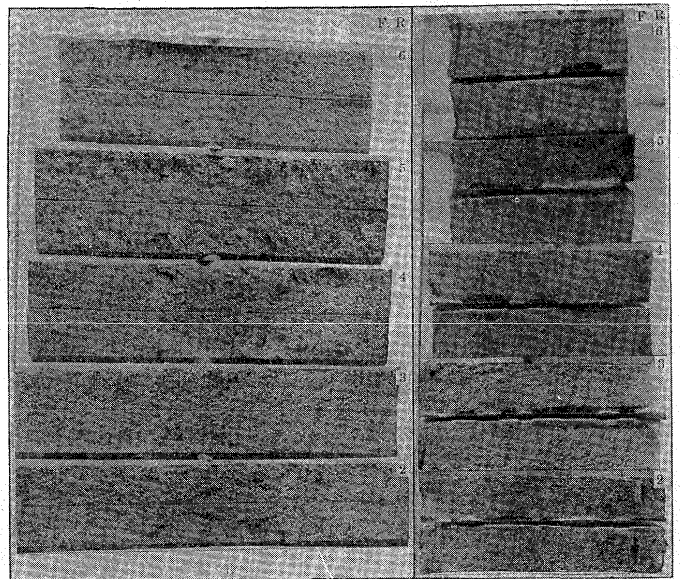
寫眞 第6 頭部長時間加熱後の破面



寫眞 第9 赤材に對する鍛錬係數の影響

(1) 冷間破断面 (D)

(2) 熱間破断面 (D)



過熱の危險を避くる爲、約 $1,200^{\circ}\text{C}$ とすべきも鋼塊の大となるに從て加熱時間を延長せしめざるべからず。

即ち前記せる *Ni-Mo* 鋼 950 kg 塊級に對し 30~40 時間を以て効果相當認むべきものありたるも 2,800 kg 塊級のものに對し此の時間の猶不足なるは第8表に依つて想像せらる。次に長時間加熱せる鋼塊を適當に据込み引續き鍛錬する場合の極めて有效なるは第8表に依つて明白なり。

IV. 結 論

A. 機械的性質の向上を目的とする鍛錬

a. 盲目鍛錬 鋼塊内部の不良部中 V 状ゴーストは除き得るも輪狀ゴーストは鍛工品内面に出現す 鍛錬の侵徹は概ね鍛錬係數 4 前後迄は盲目鍛錬を可とし、爾後は實體鍛錬を可とす。盲目鍛錬は内側半徑方向に著しき地金の流れを生じ、且鍛錬の侵徹状態整正を缺くことあり。

引張試験中抗張力及弾性界は各鍛錬法を通じて影響少く伸及絞りは略々鍛錬侵徹状態に伴ひて増加し、且半徑方向の流れに依り低下するものゝ如し。曲及衝擊試験に於ては各鍛錬共大なる差異を表はさず。穿孔内徑は外徑の 25% 以下を可とし 15% 附近を以て一層安全適當とす。

b. 据込鍛錬 鍛錬の初期先づ鋼塊に對し据込を行ふことに依り、鋼材の機械的性質を向上せしめ就中鋼材内外に亘る性質を均一ならしむ。据込を行ひた

る鋼塊は單なる實體鍛鍊のものに比し、爾後の鍛鍊に於て機械的性質の向上速かなるものゝ如し。通常適當なる据込量は全長の 40% 前後とす。

c. 内 壓 鍛 鍊 内壓鍛鍊は横方向の機械的性質を改善向上せしめ Ni-Cr 鋼材の鍛鍊に有効なるものゝ如し

B. 組織の均一化を目的とする鍛鍊 不均一なる組織の濃度を平均せしめ以て白點を防止せんが爲には、低温度にて鑄込まれたる鋼塊を赤材の儘適當に長時間加熱したる後据込鍛鍊に附す。此の場合鍛鍊係數の適切なる増加は有効なり。(以上)

鑄鐵の磨耗作用と磨耗に對する諸元素の影響

(日本鐵鋼協會第 15 回講演大會講演)

楠 瀨 四 郎*

ABRASIVE EFFECT OF CAST IRON AND THE EFFECT OF VARIOUS ELEMENTS ON ITS ABRASION.

Shiro Kusunose.

SYNOPSIS:— Many papers had been written by various authors on the abrasion of cast iron; but the manner and the inclusion of the tests are either incompetent, obscure, or inconclusive in many respects; as a result they are incomparable with each other or in many cases they seem inconsistent in their results. In view of these prevailing situations, the writer has particularly in mind to ascertain the relations between the abrasive manner and the abrasion of cast iron. For this purpose the S. K. type machine has been devised which enabled to obtain precise results on abrasion. With this device (apparatus) and at the most reliable manner of test the investigation has been proceeded by combining cast irons of varying element contents in view to ascertain the effect on the abrasion resistance and the element contents.

I. 緒 論

鑄鐵は可鑄性に富む事、原料が豊富である事、價格が非常に安い事等に依て其の應用範圍が非常に廣いものであるが、此の應用される中でも機械部分品の主要なる材料として隨分使用されて居る。例へば各種 蒸氣機關 重油機關 ガソリン機關 瓦斯及空氣壓縮機 空氣制動機等の氣筒並に詰輪等は殆んど全部鑄鐵を用ひて居る。

茲に研究した問題は主として上述の諸機械用の氣筒材と詰輪材との良材を撰擇せんとするに際し此等の機械の作用状態に最も効果あらしめ且つ耐久性を最も永く保たしむるには如何なる種類の鑄鐵が良いかと云ふ事である。普通には其の撰擇項目としては 抗張力 耐衝擊力 硬度 抗折力 等の性質を調べて居るが、機械の使用中心其の効率を低下せしめ又其の壽命を短縮する主なる原因を問へば上述の諸機械にありては氣筒内面及詰輪の磨耗の遲速大小に係るものである。かるが故に上述の物理的試験以外に鑄鐵の磨耗及摩擦に對して優秀なる材質を研究撰定する事は極めて重大なる研究問題である。

元來磨耗試験に對しては諸大家の種々の發表があるけれども、其の試験範圍及試験條件が不明若しくは區々である爲め甲の議論と乙の議論とを比較する事が出來ず、且又一見相反する結果ともなり、此等重要部分の材質撰定に當り皆等しく迷はされて居るのである。

結局如何なる鑄鐵が最も經濟的にして且耐磨耗性を有するかを明にする目的を以て、下記の試験機を設定し、磨耗摩擦と他の諸條件との關係を精密なる測定によつて明にし、其の最も信頼度高き條件に於て種々の配合の鑄鐵を組合はせ實驗する事に依り鑄鐵に含まれる元素が耐磨耗性及ばず影響を比較、研究したものである。

II. 試験に使用したる試験機

(A) S・K 式摩擦磨耗試験機

(1) 構 造 第 1 圖に示す E なる鍛鋼製圓板は 4 個の止螺子に依つて其の外周に同心圓の環を取付け得る。

この環は試験の對照となる材質にて製作したものである E の軸は調車に依り、若しくは直接に電動機に連結して矢の方向に任意の速度で回轉する。AB なる積桿は A 及 B に於てナイフエッジを有し、長い棒 AD の A 點に於て

* 三菱重工業株式會社神戸造船所