

鐵鑄物の横折強度に及ぼすチルの影響に就て

齋 藤 豊 三

1. 目 的

鑄鐵の横折強度に及ぼすチルの影響を調査するに2つの方法がある、1つは試験材を種々の大きさのものとし之を一定の寸法に仕上げた後其横折強力を求める方法と試験材を一定の寸法とし仕上代を種々に變化し從て試験片の寸法を變化し横折強力を求める方法とある、後者の場合撓量は實際の撓量に形狀の變化に俱なふ幾分の修正を加ふる必要がある。本實驗には後者の場合を採用した、唯参考として前者の方法に依る試験をも行なつた、一般に鑄鐵に於て鑄肌面は相當にチルさるゝものであつて硬度を増し脆性を現はす程度は異なるものと思ふ、本實驗に於ては3種の配合を異にせる鑄鐵に就き其如何なる程度に變化するやを調査したものである。

2. 試験材の製造

(i) 供試材料の成分

	全炭素%	硅素%	滿俺%	磷%	硫黃%
釜石二號炭鉄	3.52	2.440	0.354	0.053	0.017
兼二浦白鉄	3.95	0.032	0.151	0.014	0.015
鑄流地金	3.23	1.520	0.524	—	—
自家製電氣爐鉄	2.14	0.848	1.087	0.180	0.066
滿 俺 鐵	7.13	0.514	69.907	0.144	0.011

(ii) 供試材料の配合

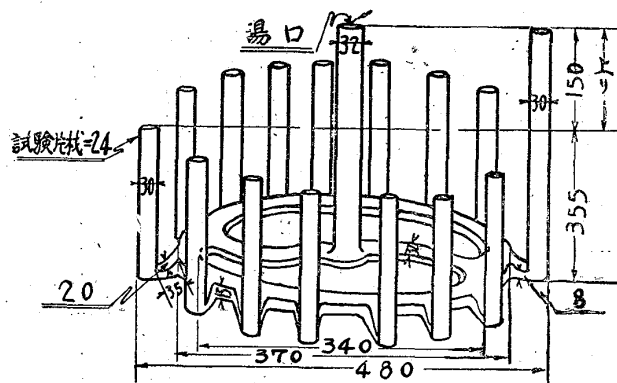
	釜石二號炭鉄	鑄流地金	自家製電氣爐鉄	兼二浦白鉄	鋼板	滿俺鐵
第1回試験	100	—	—	—	—	—
第2回試験	50	50	—	—	—	—
第3回試験	20	20	40	10	8	2

(iii) 試験材の分析成分

	全炭素	硅素	滿俺	磷	硫黃
第1回試験	3.490	2.29	0.278	0.121	0.030
第2回試験	3.465	1.85	0.361	0.213	0.069
第3回試験	3.190	1.24	1.220	0.149	0.058

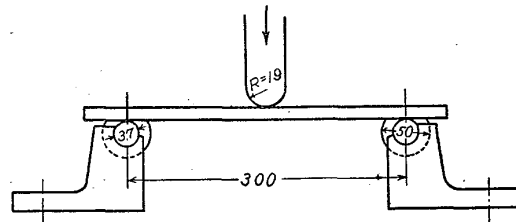
(iv) 試験材の鑄込方法

鑄込温度は何れの場合も 1,300°C 乃至 1,250°C とし鑄型の温度は 150°C 内外に保つた、鑄型は乾燥砂型を用ひ砂は普通の鑄物砂(平戸産)を使つた、鑄型の形狀は次の略圖の通りである。



3. 試験の方法

試験材(徑 32mm)を黒皮の儘及 0.5mm 毎に 3.5mm を機械削りをなし後グラインダーにて其表面を仕上げたものを試験片として使用した、試験機には 50T バックトン式機械を使用し撓量の測定には 1/100mm 讀みの特種のマイクロメーターを使用した試験の要領は次の略圖の如くである



次に硬度は横折試験片の仕上面を 04 のエメリーペーパーにて磨き其の面を Shore A により測定し數回の平均を以て表はした

4. 試験成績

試験成績は第1表乃至第4表及第1圖乃至第4圖に示す

第1表 鑄鐵横折試験成績表

試験番號	直徑 (d) mm	横折せる時			直徑32mmに換算	
		荷重 (W ₁) kg	實際撓量 (δ ₁) mm	應力 kg/mm ²	荷重 (W ₂) kg	撓量 (δ ₂) mm
RCE 101						
A-1	32	1,480	3.74	34.5	1,480	3.74
" 2	"	1,618	3.78	37.7	1,618	3.78
" 3	31.5	1,365	3.02	33.3	1,430	3.39
" 4	"	—	—	—	—	—
平均	31.8	—	—	35.2	1,509	3.64
B-1						
" -1	29	832	5.15	26.0	1,115	4.66
" -2	"	924	4.18	28.9	1,241	3.80
" -3	"	944	4.90	29.5	1,265	4.44
" -4	"	964	5.15	30.1	1,292	4.67
平均	29	—	—	28.6	1,228	4.39
C-1						
" -1	28	805	5.50	28.0	1,202	4.81
" -2	"	752	4.70	26.2	1,141	4.18
" -3	"	815	5.40	28.3	1,225	4.76
" -4	"	727	4.19	25.3	1,085	3.67
平均	28	—	—	27.0	1,153	4.35
D-1						
" -1	27	646	5.83	25.1	1,078	4.92
" -2	"	595	5.20	23.1	992	4.39
" -3	"	617	5.45	23.9	1,025	4.58
" -4	"	692	5.62	26.8	1,150	4.72
平均	27	—	—	24.7	1,061	4.65
E-1						
" -1	26	621	6.39	—	—	—
" -2	"	520	5.10	22.6	970	4.14
" -3	"	560	6.11	24.3	1,042	4.95
" -4	"	560	6.00	24.3	—	4.86
平均	26	—	—	23.7	1,018	4.65
F-1						
" -1	25	433	5.90	21.2	910	4.61
" -2	"	480	5.90	23.4	1,005	4.59
" -3	"	472	5.95	23.0	938	4.64
" -4	"	464	6.28	22.6	972	4.90
平均	25	—	—	22.6	969	4.69

第2表 鑄鐵横折試験成績表

試験番號	直徑 (d) mm	横折せる時			直徑32mmに換算	
		荷重 (W ₁) kg	實際撓量 (δ ₁) mm	應力 kg/mm ²	荷重 (W ₂) kg	撓量 (δ ₂) mm
RCE 105						
A-1	32	1,840	3.66	31.2	1,340	3.66
" -2	33	1,405	3.85	29.9	1,285	3.95
" -3	32.5	1,412	3.35	31.4	1,350	3.20
" -4	"	1,432	3.30	31.9	1,370	3.18
平均	—	—	—	31.1	1,336	3.50
B-1						
" -1	29	1,038	4.58	34.4	1,478	4.16
" -2	"	—	—	—	—	—
" -3	29	1,108	4.53	34.7	1,490	4.10
" -4	"	1,078	4.80	33.8	1,450	4.34
平均	—	—	—	34.3	1,473	4.20

C-1	27.9	386	4.35	34.7	1,490	3.80
" -2	28	"	5.15	34.3	1,472	4.50
" -3	"	1,006	5.17	35.0	1,502	4.53
" -4	"	966	4.70	33.6	1,442	4.11
平均	—	—	—	34.4	1,476	4.23
D-1						
" -1	27	844	5.05	32.8	1,408	4.27
" -2	"	895	"	34.7	1,490	4.26
" -3	"	823	4.76	32.0	1,372	4.02
" -4	"	864	4.73	33.5	1,438	4.00
平均	—	—	—	33.3	1,427	4.14
E-1						
" -1	23	763	5.40	33.2	1,425	4.40
" -2	"	"	5.10	"	"	4.15
" -3	"	803	5.37	34.9	1,498	4.36
" -4	"	742	4.82	32.2	1,382	3.92
平均	—	—	—	33.4	1,432	4.21
F-1						
" -1	25	681	5.34	33.3	1,430	4.16
" -2	"	"	5.30	"	"	4.15
" -3	"	661	5.10	32.3	1,386	3.98
" -4	"	671	5.43	32.8	1,408	4.24
平均	—	—	—	32.9	1,414	4.14

第3表 鑄鐵横折試験成績表

試験番號	直徑 (d) mm	横折せる時			直徑32mmに換算	
		荷重 (W ₁) kg	實際撓量 (δ ₁) mm	應力 kg/mm ²	荷重 (W ₂) kg	撓量 (δ ₂) mm
RCE 106						
A-1	32	2,580	3.62	60.2	2,580	3.62
" -2	32.2	2,822	4.00	64.8	2,780	4.04
" -3	32	2,680	4.05	62.5	2,680	4.05
平均	32.07	—	—	"	"	3.90
B-1						
" -1	32.2	2,620	4.15	67.3	2,885	4.02
" -2	32	2,488	4.00	63.6	2,728	3.86
" -3	31.8	2,559	4.12	65.6	2,818	3.99
平均	32	—	—	65.5	2,802	3.96
C-1						
" -1	32.3	2,410	4.80	68.2	2,920	4.50
" -2	32	"	4.65	"	"	4.36
" -3	31.7	2,450	4.75	69.3	2,970	4.44
平均	32	—	—	68.5	2,936	4.43
D-1						
" -1	—	—	—	—	—	—
" -2	32.1	2,175	4.72	68.2	2,923	4.27
" -3	32	2,298	5.06	70.2	3,018	4.58
平均	32.05	—	—	69.2	2,970	4.43
E-1						
" -1	32	2,000	5.40	69.6	2,985	4.72
" -2	32.1	1,990	5.10	69.3	2,972	4.46
" -3	32	2,020	5.50	70.3	3,018	4.81
平均	32.03	—	—	69.7	2,997	4.67
F-1						
" -1	32	1,725	4.94	66.9	2,870	4.16
" -2	"	"	5.00	"	"	4.21
" -3	"	1,747	5.05	67.7	2,912	4.26
平均	"	—	—	67.2	2,894	4.21

第1表乃至第3表中應力及換算荷重等は次式により求む

$$1. \text{ 應力 } f = \frac{M}{Z} = \frac{\frac{Wl}{4}}{\frac{\pi}{32} d^3} = 763.92 \frac{W}{d^3}$$

2. 換算荷重

$$W_2 = f \times \frac{d_0^3}{763 \cdot 92} = f \times \frac{32^3}{763 \cdot 92} = 42 \cdot 9f$$

3. 換算撓量 $\delta_2 = \delta_1 \times \frac{W_2 d_0^4}{W_1 d_2^4}$

$$\delta_1 = \frac{W_1 \cdot l^3}{48 \cdot EI} \quad \delta_2 = \frac{W_2 l^3}{48 \cdot EI_2}$$

$$\frac{\delta_1}{\delta_2} = \frac{W_1 \cdot I_2}{W_2 \cdot I_1} = \frac{W_1 \cdot d_2^4}{W_2 \cdot d_1^4}$$

$$\therefore \delta_2 = \frac{\delta_1 \cdot W_2 d_1^4}{W_1 \cdot d_2^4}$$

式中 f = 應力 kg/mm^2

W_1 = 實際横折荷重 kg

W_2 = 換算 "

l = 支點間の距離 = 300mm

δ_1 = 實際撓量 mm

δ_2 = 換算撓量 mm

E = 彈性係數 kg/mm^2

I = 慣性力率 mm^4

第 4 表 鑄鐵横折試験片の硬度(シヨアー)

第 1 回			第 2 回			第 3 回		
試験片 番 號	直 徑 (シヨ アー)	硬 度 (シヨ アー)	試験片 番 號	直 徑 (シヨ アー)	硬 度 (シヨ アー)	試験片 番 號	直 徑 (シヨ アー)	硬 度 (シヨ アー)
RCE101			RCE105			RCE106		
A	32	22	A	32	23	A	32	32
B	29	23	B	29	24	B	29	33
C	28	22	C	28	25	C	28	32
D	27	23	D	27	24	D	27	33
E	26	25	E	26	24	E	26	33
F	25	25	F	25	24	F	25	33

備考 硬度は各試験片の圓圍 4ヶ所の平均値を示す

5. 結 論

以上の實驗の結果次の結論を得た。

- (i) 材料がよくなるに従つて仕上代の尠い程横折強度は減少する。
- (ii) 高級鑄鐵(抗張力 24 kg/mm^2 以上)に於ては 1.5 乃至 2mm 位仕上げた場合に最高の強度を示し更に仕上代を増すに従つて強度は幾分減少する。
- (iii) 普通の機械用鑄鐵に於て撓量は仕上代には

餘り大なる影響は受けない

第 1 回試験に於ては横折強力の減少に従つて撓量は減少して居るが第 2 回及第 3 回に於ては反對に横折力の増加と共に撓量は増加してゐる。

(iv) シヨアー硬度の指數は何れの場合も仕上代に依つて大なる變化を認め得ない、尤も黒皮の部分の特に低いのは表面の影響を受けてゐると思はれる

6. 所 見

以上の試験の結果明らかなる如く黒皮の儘材料試験を行ふ事は其の材料の性質を表はすものは認め難い

試験片には適當の仕上代を附することが必要と思はれる

7. 参 考 試 験

(i) 試験方案

- a. 供試材料は海軍造船材料試験規格による普通鑄鐵とす
 - b. 試験片は同一の熔金にて製造するものとす
- シ次の如くす
- (イ) 幅を 2" とし厚さは 1/4" より 1/8" おきに 2" に至る。但し幅を 1" に削り厚さは其儘とし緊張力試験を行ふ
 - (ロ) 直徑 3/4" より 1/4" おきに 3" に至る。但し中心より直徑 0.564" の試験片を採り緊張力試験を行ふ
 - (ハ) 正方形の一邊 1" より 1/4" おきに 3" 角に至る。但し中心より 1" 角の試験片を採り横折

試験を行ふ

S5	2 × 2	2.88
S6	2¼ × 2¼	2.87
S7	2½ × 2½	2.56
S8	2¾ × 2¾	2.26
S9	3 × 3	2.21

c. 試験片は同一種類のもの3個製造し2個を試験に1個を豫備とす

d. 試験片の鑄造に當り其の大きさ以外の影響を受けしめざる爲型の種類温度等は同一状態にあらしむるものとす。

S7、S8、S9 等にて 幾分遊離炭素は減少せるは之等は遊離炭素は非常に大なる形状をなせるを以て分析試料採取の際脱離するものと思はれる

獨人 Heyn 氏の實驗には次の如きものあり

(ii) 計測の事項

- a. 緊張力試験
- b. 横折試験
- c. 硬度試験
- d. 撓量の計測
- e. 鑄型の種類
- f. 鑄込温度

断面積 mm ²	遊離炭素 (%)	断面積 (mm × mm)	遊離炭素 (%)
155 × 155	3.00	44 × 44	2.84
130 × 130	3.00	33 × 33	2.77
105 × 105	2.97	27 × 27	2.66
85 × 85	3.06	22 × 22	2.55
65 × 65	3.08	16 × 16	2.55
55 × 55	2.98	12 × 12	2.50

(iii) 實驗成績

a. 鑄型の種類

鑄型は乾燥砂型を用ひ鑄込の際の温度は47°C なり

但し此際の鑄鐵の成分は

全炭素 %	3.38
硅素 %	2.51
滿 僂 %	0.81
磷 %	0.56
硫 黄 %	0.095 なり

b. 鑄込温度

1,300 C より 1,265°C の間にて行ひたり

第5表 板型材緊張力試験成績表

c. 緊張力試験成績

第5、6表及第6及7圖に示すが如し

試験片番號	試験片寸法 (吋)	最高緊張力 kg/mm ²	平均 kg/mm ²
P 1	A	0.999 × 0.295	26.20
	B	1.002 × 0.258	22.78
P 2	A	0.999 × 0.374	22.95
	B	1.001 × 0.374	25.52
P 3	A	1.002 × 0.375	23.50
	B	1.002 × 0.375	22.87
P 4	A	1.002 × 0.373	22.70
	B	1.003 × 0.374	22.28
P 5	A	1.003 × 0.374	20.21
	B	1.000 × 0.776	20.90
P 6	A	1.000 × 0.375	20.20
	B	1.001 × 0.374	19.78
P 7	A	1.000 × 0.372	19.36
	B	1.002 × 0.374	19.79
P 8	A	1.002 × 0.373	17.47
	B	1.000 × 0.374	19.85
P 9	A	1.000 × 0.277	18.60
	B	1.000 × 0.375	17.16
P10	A	0.995 × 0.374	17.59
	B	1.000 × 0.370	16.89
P11	A	1.002 × 0.374	17.65
	B	1.000 × 0.374	16.55
P12	A	1.000 × 0.374	16.32
	B	1.002 × 0.374	17.56
P13	A	0.999 × 0.372	15.50
	B	1.000 × 0.374	16.73
P15	A	1.001 × 0.374	17.84
	B	0.999 × 0.374	16.83
P16	A	0.995 × 0.776	16.83
	B	1.002 × 0.374	14.70

d. 横折試験成績

第7表及第8圖に示すが如し

e. 撓量の計測

第7表に示すが如し

f. 化學分析試験

供試材料の成分は次の如し

全炭素%	硅素%	滿僂%	磷%	硫黄%
3.17	1.88	0.6	0.07	0.06

又遊離炭素の量は鑄物の大きさによりて幾分異なる試料を横折試験用片より採取せり其の結果次の如し

試料番號	材料形状(吋)	遊離炭素%
S1	1 × 1	2.36
S2	1¼ × 1¼	2.43
S3	1½ × 1½	2.58
S4	1¾ × 1¾	2.68

第6表 丸棒緊張力試験成績表

試験片番 號	試験片寸法 (吋)	最高緊張力 kg/mm ²	平均 kg/mm ²
R 1 {A	0.565	24.20	24.460
B	0.532	24.72	
R 2 {A	0.564	21.66	21.580
B	0.564	21.50	
R 3 {A	0.564	21.82	22.485
B	0.565	23.15	
R 4 {A	0.562	19.15	20.125
B	0.564	21.10	
R 5 {A	0.564	19.40	19.510
B	0.564	19.62	
R 6 {A	0.563	19.27	19.290
B	0.562	19.31	
R 7 {A	0.564	18.05	18.205
B	0.563	18.36	
R 8 {A	0.564	17.75	17.010
B	0.564	16.27	
R 9 {A	0.564	16.10	15.965
B	0.565	15.83	
R10 {A	0.564	16.53	15.440
B	0.564	14.35	
R11 {A	0.565	15.29	15.240
B	0.564	15.19	

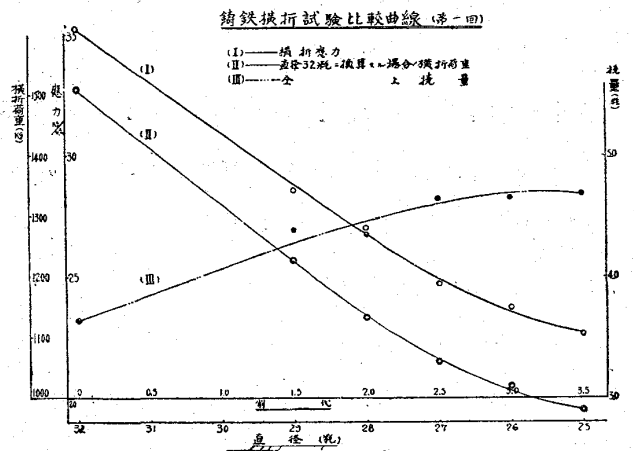
第7表 角材横折試験及硬度撓量試験成績表

試験片番 號	試験片寸法 (吋)	横折荷重 kg/mm ²	撓量 mm	硬度 (プリンネル)
S 1 {A	0.820×0.820	13.14	4.76	205
B	0.877×0.875	13.10	3.69	215
平均		13.12	4.23	210
S 2 {A	1.002×0.988	13.70	4.06	197
B	1.003×1.002	14.30	4.37	196
平均		14.00	4.22	197
S 3 {A	1.003×1.001	14.05	5.08	182
B	1.004×1.004	13.00	4.56	197
平均		13.53	4.82	190
S 4 {A	1.003×1.004	13.00	4.53	182
B	1.004×1.004	12.95	4.60	180
平均		12.98	4.58	181
S 5 {A	1.003×1.003	12.29	4.64	174
B	1.002×1.003	12.00	4.48	172
平均		12.15	4.56	173
S 6 {A	1.001×1.002	12.84	4.64	163
B	1.000×1.000	12.63	4.45	164
平均		12.74	4.55	164
S 7 {A	1.001×1.001	11.72	4.29	163
B	1.001×1.001	11.25	4.06	163
平均		11.49	4.81	163
S 8 {A	1.000×1.002	11.84	3.97	167
B	1.000×1.001	11.82	4.01	163
平均		11.83	3.99	165
S 9 {A	1.002×1.002	10.91	4.61	163
B	1.003×1.003	11.31	4.36	167
平均		11.11	4.49	165

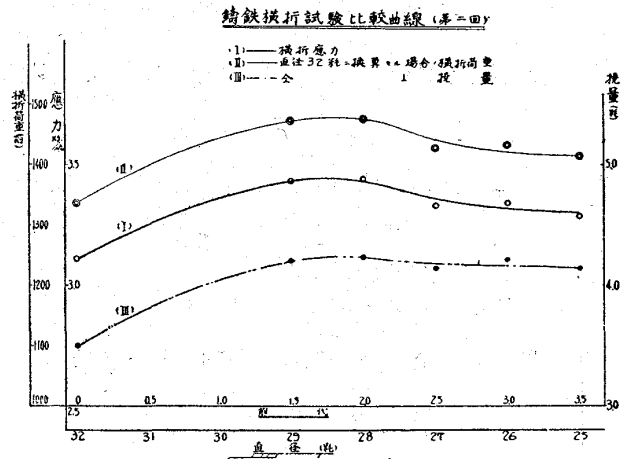
註 硬度は各試験片の表面 3ヶ所平均値を示す
プリンネル試験の際は 10mm の球 3,000k の荷重 1 分間保持して測定せり

(昭和 6 年 3 月稿)

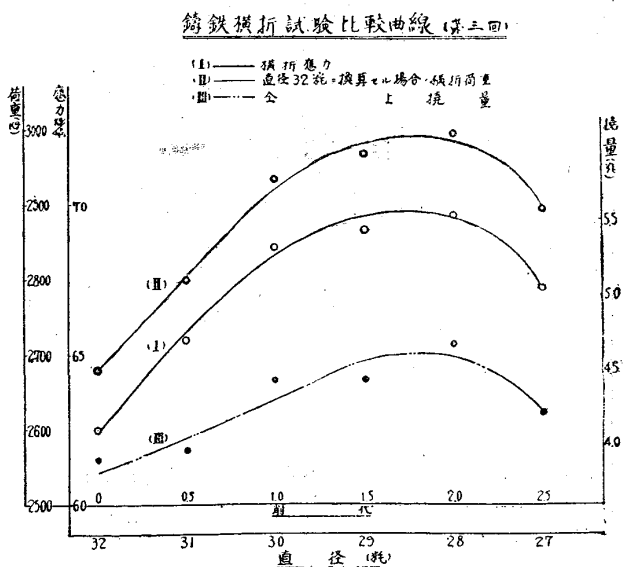
第 1 圖



第 2 圖

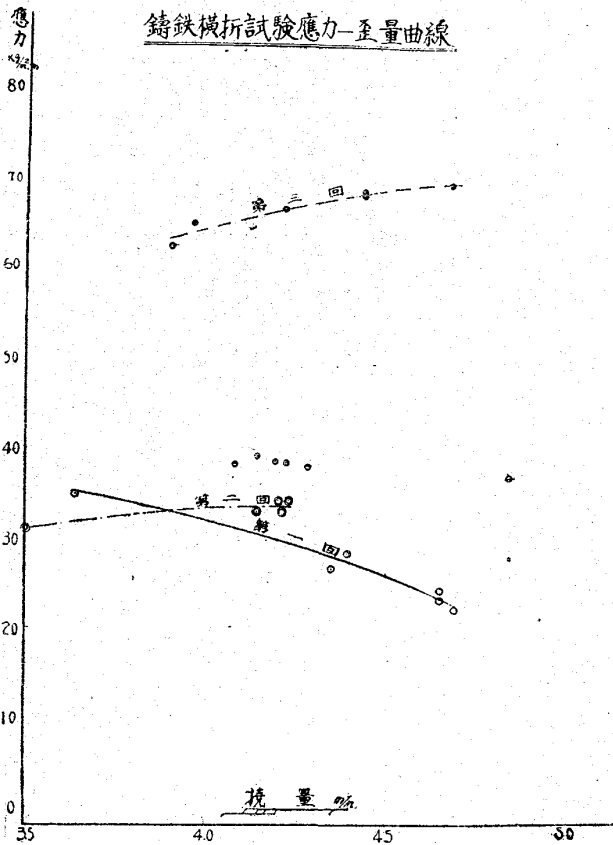


第 3 圖



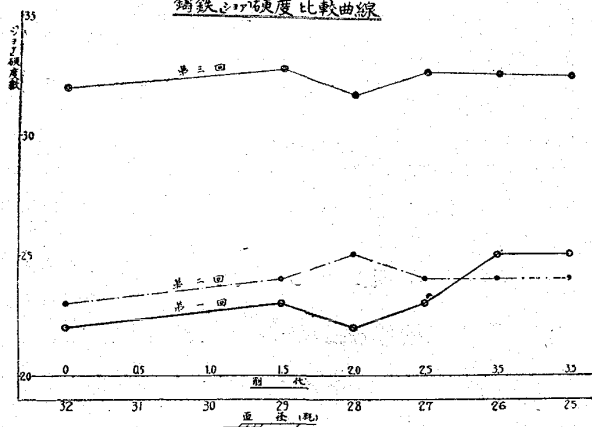
第 4 圖

鑄鐵橫折試驗應力-歪量曲線



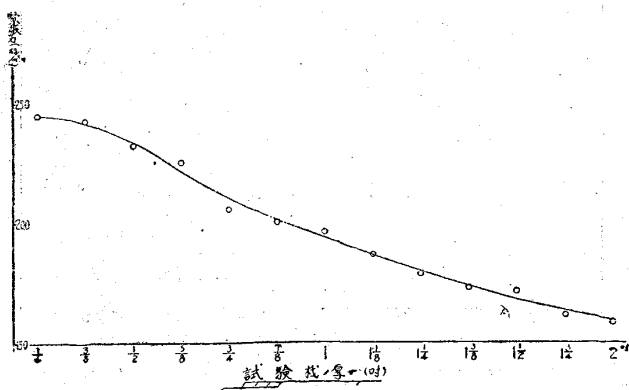
第 5 圖

鑄鐵之硬度比較曲線



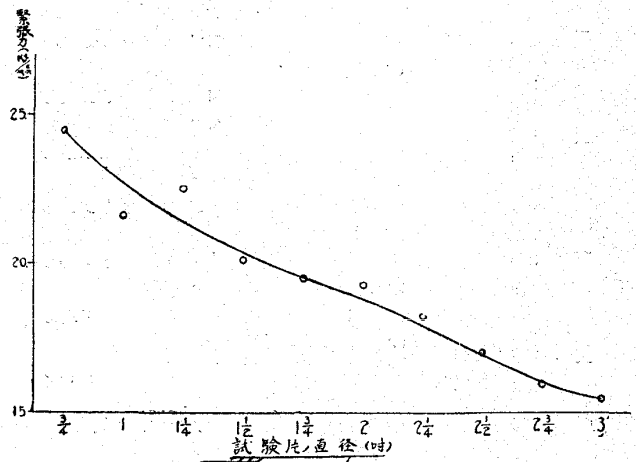
第 6 圖

板形試驗片最高緊張力試驗成績



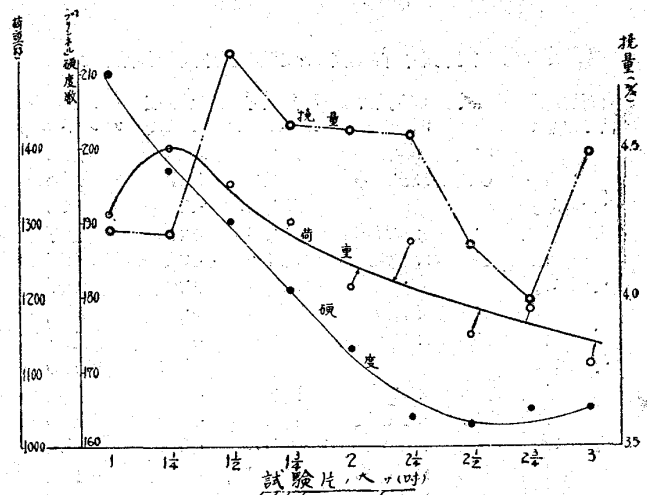
第 7 圖

九棒試驗片最高緊張力試驗成績



第 8 圖

角形試驗片重量及荷重與硬度試驗成績



第 9 圖

鑄鐵橫折試驗比較曲線

