

構造用低マンガン鋼の疲労の強さに関する研究

(日本鐵鋼協會第 23 回講演大會講演 昭 15, 4)

田 川 淺 次 郎*

STUDY ON THE FATIGUE STRENGTH OF LOW CARBON MANGANESE STRUCTURAL STEELS.

By Asajiro Tagawa.

SYNOPSIS:—The present study was made for the purpose of obtaining a high fatigue strength constructional steel by adding different low percentages of manganese. Fatigue tests were carried out on 19 rolled specimens of the open hearth steel containing 0.10~0.36% carbon and less than 1.56% manganese, and also tests on 33 rolled specimens of the crucible steel containing 0.10~0.37% carbon and less than 2.34% manganese.

The results of the tests were represented in space diagrams taking the fatigue limit, the carbon and the manganese content as coordinates in three perpendicular directions. From the results of a number of mechanical tests, space diagrams which show the relation between the mechanical properties, the carbon and the manganese contents were also obtained.

Specifying a certain fatigue limit from the viewpoint of strength and the lowest elongation from the technological standpoint, a range for the carbon and the manganese content was determined from the space diagram.

When the carbon content was low, a constant fatigue limit was obtained by increasing the manganese to a proper amount.

Comparing two steels of a definite carbon content, the open hearth steel required a higher percentage of the manganese than the crucible steel to develop the same fatigue strength.

Microscopic study showed that specimens with uniform grains were superior in fatigue strength to those with banded structure, slag lines or segregation, although the static tensile strength was the same.

目 次

1. 緒 言
2. 平爐鋼試料
3. 坩堝鋼試料
4. 平爐鋼試料の機械的性質
5. 坩堝鋼試料の機械的性質
6. 顯微鏡組織
7. 疲労實驗方法
8. 平爐鋼試料の疲労試驗結果
9. 坩堝鋼試料の疲労試驗結果
10. 平爐鋼及坩堝鋼兩試料の比較
11. 結 論

1. 緒 言

最近世界の趨勢として普通低炭素鋼に對して各種元素を添加する事により高力構造用鋼を得んとする研究が盛に行はれて居り、既に各國共に獨特の低合金構造用高力鋼を有して居る状態である。例へば獨逸に於ける St 52 鋼の如き、佛國に於ける Cr-Cu 構造用鋼の如き、而して英國に於て創製され現に我國で盛に使用されつゝある D 鋼の如きがそれである。

之等の諸種の低合金高力鋼特に低 Mn 高力鋼の強度性質に就ては既に多くの文獻が發表されて居る。(1-7)

然し今迄の研究では之等の構造用鋼の疲労強さに関する研究結果の纏めて報告されたものを未だ見ない様である。

そこで先づ最初の實驗計畫として % C 及 % Mn を種々に變化して其の疲労限度に及ぼす影響を研究し疲労限度に依て許容應力の高い鋼を求める爲に本實驗を企てた。

最初の計畫として第 1 表に示す成分を目標として試料を採取する事とした。併し實際は多少の變化を免れなかつた。

第 1 表 試料の目標成分

群	C (%)	Mn (%)			
		0.5	1.0	1.50	2.00
I	0.10	0.5	1.0	1.50	2.00
II	0.15	0.5	1.0	1.50	2.00
III	0.20	0.5	1.0	1.50	2.00
IV	0.25	0.5	1.0	1.50	2.00
V	0.30	0.5	1.0	1.50	2.00

1) 濱住松二郎; 低マンガン鋼の機械的性質に関する研究, 鐵と鋼, 昭和 3 年 8 月, 頁 659

2) J. A. Jones; High elastic limit Structural Steels J. Iron & Steel Inst. 1929 p. 127

3) P. Bardenheuer & G. Schitzkowski; Mechanische Eigenschaften von geschmiedetem und gegossenem Stahl mit hohem Mangangehalt K.W.I. 1931 S. 237

4) 山田良之助; 高降伏點鋼の研究, 日本金屬學會々誌, 昭和 13 年 2 月, 頁 51

* 日本製鐵株式會社八幡製鐵所

1) E. Kothny; Ersatzstahle für Chrom-NICKEL-Stahl Stahl und Eisen 1919 S. 1341

2) V. N. Krivobok, B. M. Larsen, W. B. Skinkel & W. C. Masters; Some Characteristics of Low-Carbon Manganese Steels Trans. Am. Inst. Min. Met. Engs, 1927 p. 404

3) 佐々木新太郎; 造船用各種鋼材質の比較, 造船協會々報, 大正 15 年 4 月號, 頁 165

2. 平爐鋼試料

第3表 平爐製試驗鋼の化學成分

第2表に記載の平爐より製鋼された鋼塊を分塊工場にて96mm角の鋼片に壓延し、之を小形工場の加熱爐にて加熱

第2表 平爐製試驗鋼の寸法、鋼塊及鋼片の大き及壓延狀況

鋼 番號	製鋼 番號	壓延 寸法 mm	鋼塊寸法		鋼塊 重量 kg	鋼片 寸法 及重量	鋼片加熱 爐内溫度 °C	壓延仕 上溫度 °C
			頭部 mm	底部 mm				
			丸	角		96mm角		
1	M. 38064	18	540	610	4,000	100kg	1,320	1,025
2	T. 25763	18	390	610	4,150	"	1,357	1,025
3	K. 17985	18	545	610	3,900	"	1,320	1,005
4	T. 13929	18	520	610	4,300	"	1,220	940
5	M. 33092	18	585	520	3,500	"	1,275	970
6	T. 26504	18	520	610	4,300	"	—	—
7	T. 31225	18	520	610	4,300	"	1,345	1,015
8	K. 13248	18	390	610	4,150	"	1,270	1,020
9	K. 11170	18	480	530	2,800	"	1,340	1,020
10	H. 10617	18	585	520	3,800	"	1,320	880
11	K. 13578	18	390	610	4,150	"	1,360	1,020
12	T. 28088	18	390	610	4,150	"	—	—
13	T. 27930	18	390	610	4,150	"	1,330	970
14	K. 12963	18	390	610	4,150	"	1,280	1,010
15	K. 12989	18	540	610	4,000	"	1,300	1,010
16	M. 35415	18	585	520	3,500	"	—	—
17	K. 11142	18	545	610	3,900	"	1,340	1,030
18	H. 12379	18	515	455	2,800	"	1,310	1,000
19	K. 11188	18	480	530	2,800	"	1,335	1,020

鋼 番號	製鋼 番號	化 學 成 分(%)							
		C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr
1	M. 38064	0.10	0.01	0.25	0.020	0.060	0.20	0.07	0.05
2	T. 25763	0.17	0.14	0.44	0.021	0.023	0.21	0.06	0.03
3	K. 17985	0.22	0.05	0.54	0.040	0.026	0.17	痕跡	痕跡
4	T. 13929	0.22	0.05	0.54	0.037	0.025	0.17	痕跡	痕跡
5	M. 33092	0.22	0.15	1.39	0.044	0.028	0.30	0.06	0.05
6	T. 26504	0.25	0.15	0.50	0.025	0.042	0.25	0.03	0.03
7	T. 31225	0.25	0.14	0.53	0.030	0.030	0.17	0.05	0.05
8	K. 13248	0.24	0.16	1.07	0.055	0.021	0.22	0.06	0.04
9	K. 11170	0.26	0.17	1.26	0.018	0.018	0.16	0.05	0.05
10	H. 10617	0.27	0.19	1.32	0.039	0.025	0.23	0.05	0.05
11	K. 13578	0.26	0.20	1.49	0.028	0.022	0.15	0.04	0.04
12	T. 28088	0.29	0.15	0.53	0.023	0.029	0.23	0.05	0.03
13	T. 27930	0.29	0.17	0.5	0.020	0.015	0.26	0.05	0.03
14	K. 12963	0.29	0.18	1.22	0.026	0.020	0.21	0.06	0.05
15	K. 12989	0.31	0.18	1.41	0.020	0.020	0.22	0.06	0.04
16	M. 35415	0.29	0.14	1.44	0.054	0.028	0.28	0.06	0.05
17	K. 11142	0.36	0.16	0.64	0.039	0.026	0.20	0.15	0.06
18	H. 12379	0.33	0.17	1.37	0.031	0.019	0.22	0.07	0.04
19	K. 11188	0.33	0.21	1.56	0.028	0.020	0.21	0.08	0.07

3. 坩堝鋼試料

坩堝鋼工場の坩堝にて製鋼された重量 120, 60, 30kg, 鋼塊を鍛鋼工場のハンマーにて96mm角及75mm角の断面鋼片となし、之を小形工場の加熱爐で加熱し然る後壓延して18mm径の丸鋼を造た。其の際の壓延狀況等は第4表に示す如くである。

し、然る後壓延して直径18mm丸鋼試料を造た。其の際の壓延狀況等は表に示される。

此の壓延の儘の材料から熱處理することなく、静的試験材、疲労試験材、分析及組織の各試料を採取した。試料を熱處理せざりしは之等の材料が普通に壓延の儘で使用される状態にあるが爲である。尙試料の時效の影響を避ける爲に壓延後15日を経過して試験を施行した。平爐鋼の各試料の分析結果は第3表に示される如くである。それによると各試料の多くはSi含有量0.14%以上を含むキルド鋼塊製であつてCu含有量は大約0.20%である。

此の壓延せる儘の材料から熱處理することなく、同一材料より静的試験材、疲労試験材、分析及顯微鏡組織用の各試料を採取した。坩堝鋼試料の鋼塊は主として重量120kg材のものを標準としたが、鋼湯と作業との關係上30kg, 又は60kg材鋼塊のものも出來た。尙試料は時效の影響を避ける爲に壓延後15日を経過して試験する事とした。

第4表 坩堝製試驗鋼の寸法鋼塊及鋼片の大き及壓延狀況

鋼 番號	製鋼 番號	壓延 寸法 mm	鋼塊寸法		鋼塊 重量 kg	鋼片 寸法 mm	鋼片加熱 爐内溫度 °C	壓延仕 上溫度 °C	鋼 番號	製鋼 番號	壓延 寸法 mm	鋼塊寸法		鋼塊 重量 kg	鋼片 寸法 mm	鋼片加熱 爐内溫度 °C	壓延仕 上溫度 °C
			頭部 mm	底部 mm								頭部 mm	底部 mm				
1	270	18	丸	角	60	75	1,165	920	18	297	18	丸	角	120	96	1,130	990
2	303	18	130	110	120	96	1,135	980	19	301	18	170	150	120	96	1,140	960
3	258	18	130	110	60	75	1,346	780	20	294	18	170	150	120	96	1,160	995
4	271	18	130	110	60	75	1,100	970	21	280	18	170	150	120	96	1,260	960
5	285	18	170	150	120	96	1,260	965	22	304	18	170	150	120	96	1,150	970
6	295	18	130	110	60	75	1,130	960	23	274	18	130	110	60	75	1,125	960
7	296	18	130	110	60	75	1,135	995	24	255	18	100	80	25	75	1,190	850
8	277	18	130	110	60	75	1,115	930	25	291	18	170	150	120	96	1,110	980
9	263	18	130	110	60	75	1,015	910	26	275	18	170	150	120	96	—	—
10	269	18	130	110	60	75	1,045	910	27	259	18	100	80	30	75	1,275	800
11	265	18	130	110	60	75	1,120	930	28	293	18	170	150	120	96	1,150	990
12	257	18	100	80	30	75	1,330	940	29	302	18	170	150	120	96	1,145	980
13	282	18	170	150	120	96	1,260	960	30	281	18	170	150	120	96	1,260	970
14	300	18	170	150	120	96	1,150	980	31	292	18	170	150	120	96	1,130	985
15	273	18	170	150	120	96	1,105	935	22	298	18	130	110	60	75	1,160	985
16	299	18	170	110	120	96	1,165	980	33	305	18	170	150	120	96	1,150	950
17	256	18	130	150	60	75	—	—									

第5表 坩堝製試験鋼の化學成分

鋼 番號	製鋼 番號	化學成分(%)									鋼 番號	製鋼 番號	化學成分(%)								
		C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	C			Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr		
1	270	0.10	0.11	0.62	0.011	0.027	0.224	痕跡	痕跡	痕跡	18	297	0.21	0.28	2.33	0.020	0.059	0.254	痕跡	痕跡	痕跡
2	303	0.12	0.25	1.21	0.023	0.047	0.264	痕跡	痕跡	痕跡	19	301	0.24	0.23	0.62	0.019	0.059	0.228	痕跡	痕跡	痕跡
3	258	0.10	0.08	1.71	0.014	0.016	0.207	0.06	痕跡	痕跡	20	294	0.25	0.23	1.11	0.021	0.047	0.250	痕跡	痕跡	痕跡
4	271	0.16	0.12	0.48	0.014	0.021	0.246	痕跡	痕跡	痕跡	21	280	0.26	0.09	1.25	0.020	0.033	0.230	痕跡	痕跡	痕跡
5	285	0.16	0.10	1.05	0.023	0.027	0.248	痕跡	痕跡	痕跡	22	304	0.24	0.27	1.40	0.019	0.163	0.244	痕跡	痕跡	痕跡
6	295	0.17	0.26	2.74	0.025	0.023	0.262	痕跡	痕跡	痕跡	23	274	0.25	0.16	1.67	0.025	0.025	0.246	痕跡	痕跡	痕跡
7	296	0.18	0.22	2.37	0.019	0.041	0.250	痕跡	痕跡	痕跡	24	255	0.25	0.13	1.78	0.024	0.021	0.228	痕跡	痕跡	痕跡
8	277	0.18	0.18	2.58	0.028	0.025	0.238	痕跡	痕跡	痕跡	25	291	0.26	0.15	2.34	0.025	0.033	0.274	痕跡	痕跡	痕跡
9	263	0.19	0.10	0.33	0.007	0.033	0.206	痕跡	痕跡	痕跡	26	275	0.29	0.16	0.26	0.028	0.028	0.142	痕跡	痕跡	痕跡
10	269	0.22	0.11	1.20	0.014	0.031	0.216	痕跡	痕跡	痕跡	27	259	0.30	0.07	1.40	0.018	0.024	0.207	0.06	痕跡	痕跡
11	265	0.21	0.16	1.59	0.011	0.018	0.217	痕跡	痕跡	痕跡	28	293	0.28	0.15	2.24	0.020	0.030	0.254	痕跡	痕跡	痕跡
12	257	0.21	0.12	1.63	0.022	0.020	0.217	0.06	痕跡	痕跡	29	302	0.37	0.28	0.71	0.019	0.057	0.120	痕跡	痕跡	痕跡
13	282	0.22	0.15	1.52	0.023	0.022	0.202	痕跡	痕跡	痕跡	30	281	0.34	0.13	1.44	0.030	0.025	0.140	痕跡	痕跡	痕跡
14	300	0.23	0.24	1.39	0.023	0.053	0.248	痕跡	痕跡	痕跡	31	292	0.33	0.16	1.76	0.015	0.030	0.166	痕跡	痕跡	痕跡
15	273	0.21	0.24	1.77	0.021	0.011	0.256	痕跡	痕跡	痕跡	32	298	0.36	0.30	2.33	0.017	0.047	0.104	痕跡	痕跡	痕跡
16	299	0.21	0.28	2.01	0.025	0.047	0.228	痕跡	痕跡	痕跡	33	305	0.39	0.28	1.51	0.021	0.046	0.126	痕跡	痕跡	痕跡
17	256	0.23	0.11	1.99	0.011	0.029	0.224	痕跡	痕跡	痕跡											

坩堝鋼各試料の分析結果は之を第5表に示す。それに依ると Cu 含有量は大約 0.2% である。

4. 平爐鋼試料の機械的性質

疲労限度以外の機械的性質を知る爲に抗張力、降伏點上下、延伸、断面收縮、破壊時應力及弾性係数を決定し、尙外にブリネル硬度、シャルピー衝撃値を測定した。而して各試料共に2個に就き測定し其の平均値を求めた。抗張力試験は直径 11mm、標點距離 100mm の試験片を用ひ松村式抗張試験機を用ひた。尙降伏點の上、下が不明なる場合は 0.20% の永久延伸を與へる應力を以て降伏點とした。硬度は 3,000kg ブリネル硬度計によつた。衝撃値はシャルピー式 25mkg 衝撃試験機により JES 丸形切缺 (r=1

mm. 深さ 2mm) 断面 10mm 角長さ 55mm の試験片を用ひて測た。それ等の測定結果は第6表に示される。

又之等の實驗値と %C 及 %Mn との關係は立體模型によりて表した。此の立體模型は實驗數値の最低點を含む立體模型と最高點を含む立體模型とを作りて最後に其平均を取た、

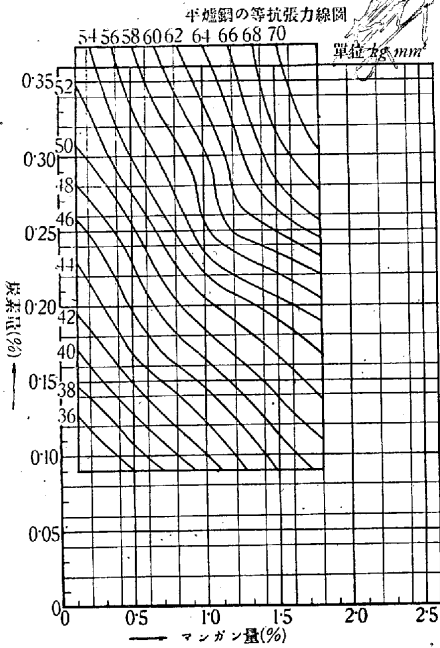
之等模型の等高線即ち、等抗張力、等降伏點、等延伸、等衝撃値、等断面收縮率、等ブリネル硬度の水平面上の射影曲線を作れば第 1~6 圖に示す如くである。それに依ると化學成分に於て C 0.36% 迄、Mn 1.56% 迄の範圍に於て抗張力、降伏點及ブリネル硬度の Mn% 及 C% の増すと共に増加する有様が判る、伸びは %C 及 %Mn の増加するに連れて稍低下する。即ち一定の伸びを得るには Mn 量の増加するに連れて炭素量を下げる事が必要である。

第6表 平爐鋼試験鋼の機械的性質

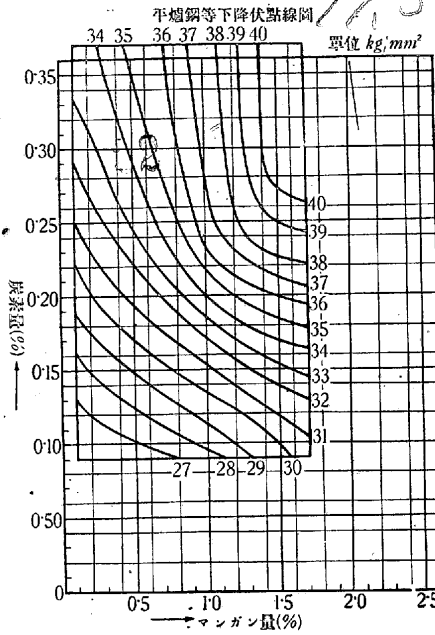
鋼 番號	C %	Mn %	抗張力 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²		延伸 %	断面 收縮 %	破壊時 應力 kg/mm ²	降伏點比 下降伏點 抗張力%	弾性 係數	ブリ ネル 硬度	シャルピー 衝撃値 mkg/cm ²
				上	下							
1	0.10	0.25	35.9	31.2	26.2	29.5	71.3	84.4	72.9	20,660	90	20.30
2	0.17	0.44	44.1	32.0	29.9	30.5	67.8	95.8	67.8	20,500	119	21.55
3	0.22	0.54	48.4	35.2	30.1	28.0	57.9	93.0	62.2	20,240	116	10.99
4	0.22	0.54	48.3	33.4	29.4	28.5	59.5	94.3	60.9	20,280	115	12.60
5	0.22	1.39	55.9	38.5	36.4	28.0	69.2	122.4	65.1	20,940	161	19.11
6	0.25	0.50	48.5	34.9	31.7	27.0	62.3	101.0	65.4	20,680	122	13.94
7	0.25	0.53	49.7	34.8	31.6	25.8	63.2	100.9	63.6	20,790	124	15.01
8	0.24	1.07	59.2	38.0	37.8	25.8	64.9	118.3	63.9	20,600	148	15.85
9	0.26	1.26	62.0	39.8	38.8	22.8	69.2	137.0	62.6	20,330	156	18.20
10	0.27	1.32	56.8	42.1	39.2	26.3	71.8	130.1	69.0	20,690	146	16.61
11	0.26	1.49	59.9	42.3	39.9	23.8	72.9	139.2	66.6	20,570	156	18.65
12	0.29	0.53	55.1	37.8	34.8	25.5	59.5	103.6	63.2	20,780	142	9.50
13	0.29	0.95	58.3	37.3	36.0	24.3	64.6	117.0	61.7	20,980	156	15.16
14	0.29	1.22	60.4	39.1	38.3	25.0	66.2	121.0	63.4	20,570	146	12.50
15	0.31	1.41	61.9	40.3	40.0	23.8	66.6	126.6	64.6	20,590	161	18.95
16	0.29	1.44	70.4	45.0	44.4	20.0	63.3	133.5	63.1	20,830	170	13.90
17	0.36	0.64	58.8	36.3	35.1	22.0	54.8	108.3	59.7	20,450	140	7.99
18	0.33	1.37	61.7	41.1	39.7	24.0	68.3	129.7	64.3	20,550	163	16.46
19	0.33	1.56	68.5	40.4	40.2	20.8	67.1	140.8	58.7	20,530	183	11.91

此の傾向は Mn 含有量が 1.4% を越えると特に急激である。シャルピー衝撃値は炭素量を増すにつれ低下し、炭素含有量 0.20% 邊より急激に低下する。又 C 0.20% 迄の範圍では Mn 含有量を増すに連れて概ね幾分低下する。然し、炭素量が 0.20% を越える範圍では Mn 量の増加と共に概ね増加する。但し C 0.20% 以下及 Mn 1.50% 以上の成分範圍は實驗せる數値が少いので詳細なる衝撃値の有様は不明である

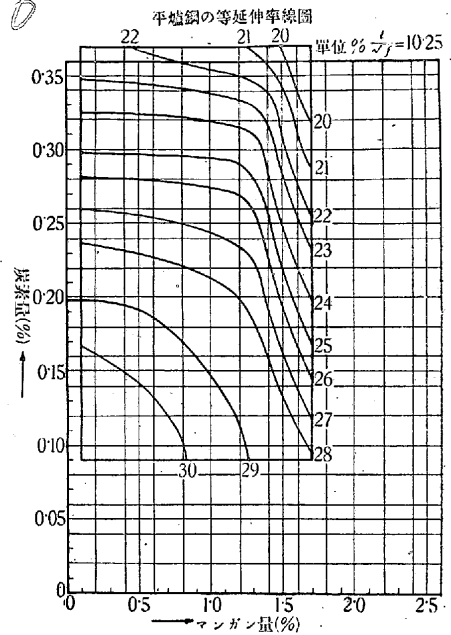
第 1 圖



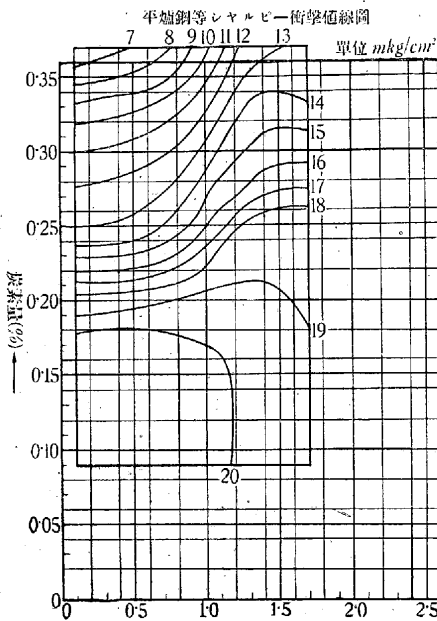
第 2 圖



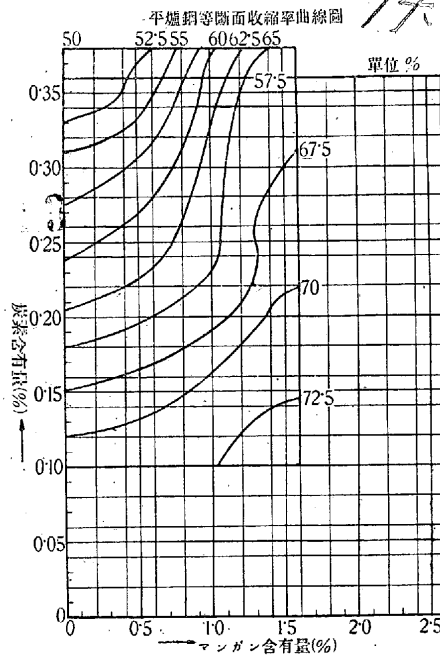
第 3 圖



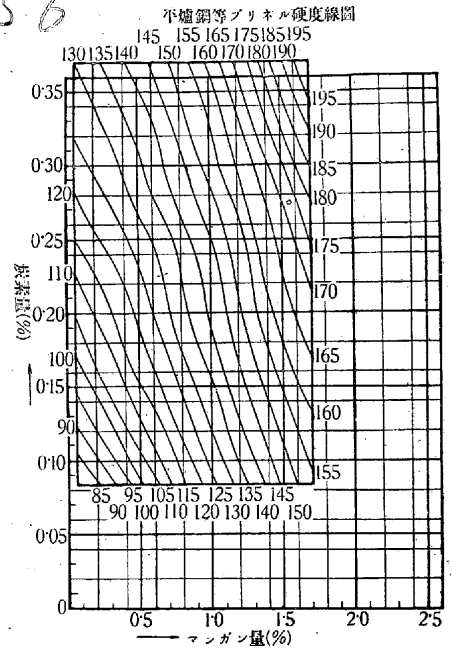
第 4 圖



第 5 圖



第 6 圖



断面収縮率は炭素量を増すに連れて低下し Mn 量の増加するに連れて概ね増加する。

5. 坩堝鋼試料の機械的性質

坩堝鋼試料に於て得られた試験結果の数値は第 7 表に示される。

其結果より抗張力, 下降伏点, 延伸及衝撃値, 断面収縮率, ブリネル硬度と %C 及 %Mn との関係を前の様に

立體模型に示し而してそれ等高線の射影圖を作れば第 7~12 圖を得る。

それによると化学成分 C 0.37% まで, Mn 2.34% までの範囲内に於ては抗張力及下降伏点及ブリネル硬度は C 量及 Mn 量を増すに連れて増加し, 伸びは C 量及 Mn 量を増すに連れて低下する。衝撃値及断面収縮率は C 量を増すに連れて低下し Mn 量を増すに連れて Mn 1.40% まで増しそれより以上増すと急激に低下する。

第 8 表 平爐製低 Mn 鋼疲勞試驗成績

鋼番號	化學成分	試驗片番號 No.	荷重 W kg	破壊面の直徑 d mm	最大曲率メント Pl kg/mm	最大應力 σ kg/mm ²	繰返回数 n	室温 °C	備考
1	C 0.10 Mn 0.25	1	41.78	11.96	4,178	24.88	542,300	21	破壊せず 破壊せず
		4	40.21	11.96	4,021	23.94	3,456,500	21	
		5	38.48	11.95	3,848	23.00	3,584,400	21	
		2	36.90	11.96	3,690	22.00	10,148,100	21	
		3	33.80	11.99	3,380	20.00	10,123,400	20.5	
2	C 0.17 Mn 0.44	8	55.70	12.03	5,570	32.59	56,100	22.5	破壊せず
		1	47.26	11.98	4,726	28.00	243,800	20	
		6	43.72	11.97	4,372	25.97	573,500	22	
		7	41.88	11.99	4,188	24.71	608,700	22	
		9	40.51	11.98	4,051	24.00	10,240,500	20	
		2	40.06	11.94	4,006	23.97	1,654,400	22	
		5	38.34	11.93	3,834	23.00	10,108,400	21	
		4	37.04	11.97	3,704	22.00	10,185,000	24.5	
		3	33.68	11.97	3,368	20.00	10,100,000	21	

第 9 表 平爐製低 Mn 鋼疲勞試驗成績

鋼番號	化學成分	試驗片番號 No.	荷重 W kg	破壊面の直徑 d mm	最大曲率メント Pl kg/mm	最大應力 σ kg/mm ²	繰返回数 n	室温 °C	備考
3	C 0.22 Mn 0.54	6	48.89	12.02	4,889	28.68	141,600	23	破壊せず 破壊せず
		7	47.44	12.03	4,744	27.76	266,400	21	
		4	45.75	12.00	4,575	27.00	595,300	22	
		1	42.31	12.00	4,231	24.97	1,341,400	24	
		2	38.92	11.99	3,892	23.00	2,373,600	26	
4	C 0.22 Mn 0.54	5	37.23	11.99	3,723	22.00	10,114,600	22	破壊せず 破壊せず
		3	35.54	11.99	3,554	21.00	10,100,000	22	
		3	49.01	11.99	4,901	29.00	103,500	23	
		5	45.75	12.12	4,575	26.17	495,700	22	
		4	43.94	11.99	4,394	25.96	779,600	22	
		2	42.31	11.99	4,231	25.00	1,079,100	21	
		6	40.61	11.99	4,061	24.00	1,022,800	22	
5	C 0.22 Mn 1.39	8	57.10	11.97	5,710	34.00	98,300	30	ファイレットより 破壊せり
		5	55.50	11.98	5,550	32.96	219,100	31	
		7	53.88	11.97	5,388	32.00	527,500	30	
		2	54.02	12.18	5,402	30.45	434,500	29	
		1	50.26	11.97	5,026	29.85	3,298,900	28	
		3	49.07	11.99	4,907	29.00	10,102,000	31	破壊せず 破壊せず
		4	47.26	11.98	4,726	28.00	10,107,400	31	

6. 顯微鏡組織

平爐鋼及坩堝鋼の顯微鏡組織試料は徑 18mm 丸鋼の壓延の儘の材料より横断面寫眞を、又其の断面内の中心と外皮との中間個所より縦断面寫眞を撮影した。

平爐鋼試料の顯微鏡組織は第 13~31 圖までに示される。其の組織状態は全化學成分範圍に於て總てフェーライト・パーライト組織を示した。(第 32 圖) 而して Mn 量の増すにつれて粒子は小さくなって居た。

坩堝鋼試料の顯微鏡組織は第 33~65 圖までに示される。其の組織状態は全化學成分範圍に於てフェーライト・パーライト組織、フェーライト・ソルビチックパーライト

第 10 表 平爐製低 Mn 鋼疲勞試驗成績

鋼番號	化學成分	試驗片番號 No.	荷重 W kg	破壊面の直徑 d mm	最大曲率メント Pl kg/mm	最大應力 σ kg/mm ²	繰返回数 n	室温 °C	備考
6	C 0.25 Mn 0.50	5	50.83	11.995	5,083	30.00	128,600	25	破壊せず 破壊せず
		4	47.44	12.02	4,744	27.82	450,200	25	
		6	45.80	12.00	4,580	27.00	1,168,800	25	
		3	44.11	12.01	4,411	25.94	3,781,700	25	
		2	42.36	11.995	4,236	25.00	10,100,000	26	
		1	40.66	11.995	4,066	24.00	10,100,000	25	
7	C 0.25 Mn 0.53	4	50.13	11.96	5,013	29.85	100,200	24	破壊せず 破壊せず
		1	47.03	11.975	4,703	27.89	285,900	23	
		2	43.07	11.92	4,307	26.00	974,300	22	
		3	41.99	12.05	4,199	24.44	2,096,600	23	
		6	40.56	11.985	4,056	24.00	3,438,800	25	
		7	37.81	11.89	3,781	22.9	5,987,800	25	
		8	37.04	11.97	3,704	22.00	10,107,300	28	
8	C 0.24 Mn 1.07	5	35.36	11.97	3,536	21.00	10,195,000	24	破壊せず 破壊せず
		8	53.48	11.94	5,348	32.00	205,600	24	
		1	50.26	11.95	5,026	29.92	7,521,100	28	
		7	48.77	11.975	4,877	28.92	1,675,800	26	
		2	47.44	12.00	4,744	27.96	1,443,600	28	
		6	46.91	11.96	4,691	27.93	2,993,800	24	
		3	45.86	11.96	4,586	27.30	2,788,400	25	
		5	44.84	11.915	4,484	27.00	10,131,300	24	
4	43.56	11.95	4,356	26.00	10,100,400	28			

第 11 表 平爐製低 Mn 鋼疲勞試驗成績

鋼番號	化學成分	試驗片番號 No.	荷重 W kg	破壊面の直徑 d mm	最大曲率メント Pl kg/mm	最大應力 σ kg/mm ²	繰返回数 n	室温 °C	備考
9	C 0.26 Mn 1.49	5	55.68	12.00	5,568	33.00	285,700	29	破壊せず 破壊せず
		6	54.15	12.00	5,415	37.91	605,100	29	
		4	52.52	12.00	5,252	30.96	2,125,400	29	
		3	50.77	11.99	5,077	30.00	10,291,500	29	
		2	49.01	11.985	4,901	29.00	10,125,400	29	
10	C 0.27 Mn 1.32	7	59.15	11.99	5,915	35.00	248,800	破壊せず 破壊せず 破壊せず	
		6	55.56	12.00	5,556	32.75	871,700		
		5	53.88	11.99	5,388	32.00	2,143,500		
		4	52.26	11.98	5,226	31.00	10,100,000		
		2	50.51	11.97	5,051	30.00	2,695,800		
		8	50.70	11.99	5,070	30.00	10,100,000	破壊せず 破壊せず 破壊せず	
		1	49.07	11.99	4,907	29.00	10,145,000		
		3	47.26	11.98	4,726	28.00	10,169,600		
11	C 0.26 Mn 1.49	1	57.25	12.01	5,725	33.66	177,400	破壊せず 破壊せず	
		4	55.56	11.98	5,556	32.91	255,500		
		8	54.86	11.98	5,486	32.50	281,200		
		7	53.68	11.96	5,368	31.96	1,003,700		
		2	53.88	11.98	5,388	31.92	1,354,400		
		5	52.13	12.05	5,213	30.35	1,821,100		
		3	50.70	11.985	5,070	30.00	10,101,200		
6	48.95	11.98	4,895	29.00	10,034,900				

組織、フェーライト・ソルビチックパーライト・ソルビチックマルテンサイト組織及フェーライト・ソルバイト・ソルビチックマルテンサイト組織の 4 個の組織を示し、Mn 量の増加するにつれて粒子は微細化して居り Mn 量が 2.00% 以上になると漸次マルテンサイト組織が出現して居た。

而して其の化學成分に對する組織の分布状態は第 66 圖に示される如くであつてフェーライト・パーライト組織の大約の限界範圍は圖中の曲線によつて示される。尙鋼番號

26 (第 58 圖) の試料は偏析を示し鋼番號 27 (第 59 圖) の試料はソルビチックパーライト組織と共にスラッグの線を示した。

第 12 表 平爐製低 Mn 鋼疲労試験成績

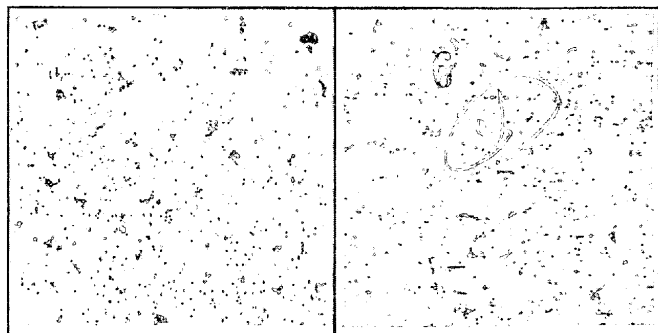
鋼番號	化學成分	試験片番號 No.	荷重 W kg	破壊面の直徑 dmm	最大曲モーメント Pt kg/mm	最大曲應力 σ kg/mm ²	繰返回数 n	室温 °C	備考
12	C 0.29 Mn 0.53	5	55.84	11.99	5,584	33.00	50,900	20	
		6	53.75	11.98	5,375	31.84	79,400	21	
		7	52.07	11.96	5,207	31.00	180,200	19	
		3	50.26	11.95	5,026	30.00	673,400	22.5	
		1	48.95	11.99	4,895	28.96	942,900	19	
		4	47.26	11.98	4,726	28.00	3,195,600	21	
		2	45.58	11.98	4,558	27.00	10,123,100	21	破壊せず
		8	43.66	11.96	4,366	26.00	10,124,400	21	破壊せず
13	C 0.29 Mn 0.95	8	55.50	11.97	5,550	33.00	238,200	22	
		5	53.88	11.98	5,388	31.97	242,000	24	
		7	52.46	11.99	5,246	31.00	504,900	21	
		1	50.38	11.97	5,038	29.92	515,500	20	
		6	50.51	11.98	5,051	29.92	1,718,400	22	
		3	49.01	11.99	4,901	29.00	10,101,100	22	破壊せず
		2	46.85	11.95	4,685	28.00	10,100,000	21	破壊せず
		4	45.35	11.96	4,535	27.00	10,100,000	21	破壊せず
14	C 0.29 Mn 1.22	8	56.68	11.98	5,668	33.57	85,700	25	
		4	53.21	11.93	5,321	31.92	489,200	24	
		1	52.07	12.05	5,207	30.31	402,000	24	
		2	50.51	11.97	5,051	30.00	148,400	24	
		3	48.46	11.94	4,846	29.00	2,811,700	23	
		7	48.71	12.01	4,871	28.64	5,310,700	22	
		5	47.38	11.99	4,738	28.00	10,206,800	24	破壊せず

第 13~31 圖 平爐鋼低 Mn 鋼の組織

左圖は横断面を右圖は縦断面を示す(Fフェーライト・Pパーライト)

第 13 圖 鋼番號 1. 製鋼番號 M. 38064 ×100

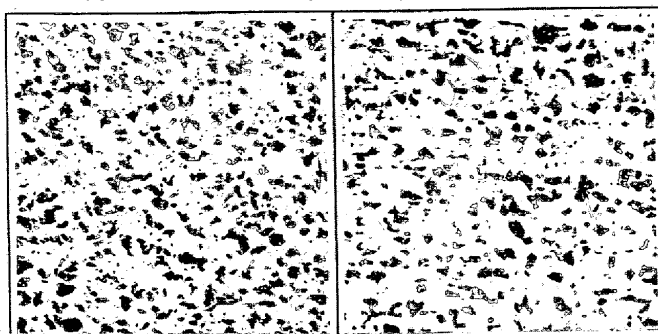
C 0.10%. Mn 0.25% 抗張力 35.9kg/mm². 疲労限界 22kg/mm²



F+P

第 14 圖 鋼番號 2. 製鋼番號 T. 25763 ×100

C 0.17%. Mn 0.44% 抗張力 44.1kg/mm². 疲労限界 23kg/mm²



F+P

第 13 表 平爐製低 Mn 鋼疲労試験成績

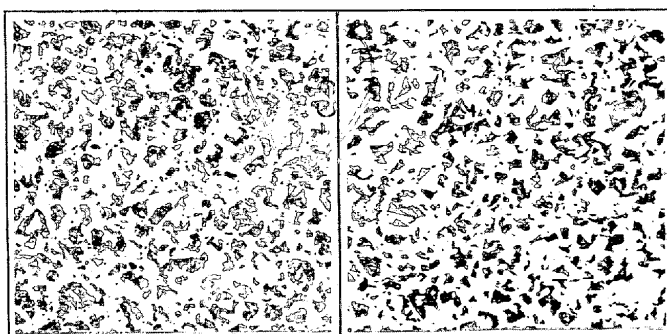
鋼番號	化學成分	試験片番號 No.	荷重 W kg	破壊面の直徑 dmm	最大曲モーメント Pt kg/mm	最大曲應力 σ kg/mm ²	繰返回数 n	室温 °C	備考		
15	C 0.31 Mn 1.41	1	60.77	12.01	6,077	35.73	43,400	24			
		2	57.39	11.98	5,739	34.00	113,300	24			
		7	52.28	11.87	5,228	31.84	1,021,900	23			
		3	52.94	11.945	5,294	31.64	172,300	24			
		6	51.94	11.95	5,194	31.00	1,897,700	22			
		8	50.26	11.95	5,026	29.92	2,634,600	24			
		4	50.26	12.03	5,026	29.41	1,579,600	24			
		5	48.22	11.92	4,822	29.00	10,102,300	24	破壊せず		
		16	C 0.29 Mn 1.44	5	60.77	11.99	6,077	35.91	450,700	22	
				1	57.32	11.985	5,732	33.91	2,038,500	26	
6	56.75			12.02	5,675	33.29	816,500	22			
7	55.15			12.01	5,515	32.41	879,300	22			
2	53.75			11.96	5,375	32.00	2,953,500	26			
8	53.54			11.945	5,354	32.00	10,100,000	22	破壊せず		
3	52.87			11.99	5,287	31.96	962,200	26			
9	51.68			11.93	5,168	31.00	10,100,000	23	破壊せず		
4	50.77			11.99	5,077	30.00	10,118,500	26	破壊せず		

第 14 表 平爐製低 Mn 鋼疲労試験成績

鋼番號	化學成分	試験片番號 No.	荷重 W kg	破壊面の直徑 dmm	最大曲モーメント Pt kg/mm	最大曲應力 σ kg/mm ²	繰返回数 n	室温 °C	備考		
17	C 0.36 Mn 0.64	4	50.58	11.98	5,058	30.00	393,500	21			
		6	48.04	11.92	4,804	28.95	1,039,000	19			
		5	46.79	11.94	4,679	28.00	10,178,800	20	破壊せず		
		3	43.83	11.98	4,383	26.00	10,100,000	22	破壊せず		
		1	41.88	11.95	4,188	25.00	10,149,900	21.5	破壊せず		
		2	40.01	11.93	4,001	24.00	10,101,000	21	破壊せず		
		18	C 0.33 Mn 1.37	8	58.78	11.97	5,878	34.90	183,800	23	
				5	55.50	11.965	5,550	33.00	346,800	23	
				3	53.95	11.98	5,395	31.96	2,690,600	22	
				7	53.88	11.98	5,388	31.92	742,500	22	
6	51.74			11.95	5,174	30.88	1,016,800	22			
1	50.58			11.975	5,058	30.00	10,113,000	22	破壊せず		
2	49.13			11.995	4,913	29.00	10,112,800	22	破壊せず		
4	52.19			11.970	5,219	30.00	2,635,600	22	割部破壊		
19	C 0.33 Mn 1.56	3	60.83	11.985	6,083	35.99	373,100	18.5			
		4	58.78	11.96	5,878	35.00	309,400	20			
		6	58.93	11.97	5,893	35.00	1,215,300	22			
		2	57.39	11.98	5,739	34.00	10,114,000	22	破壊せず		
		5	55.84	12.00	5,584	32.91	2,259,800	22			
		1	53.61	11.95	5,361	32.00	10,386,900	20.5	破壊せず		
		7	52.33	11.98	5,233	31.00	10,100,000	22	破壊せず		

第 15 圖 鋼番號 3. 製鋼番號 K. 17985 ×100

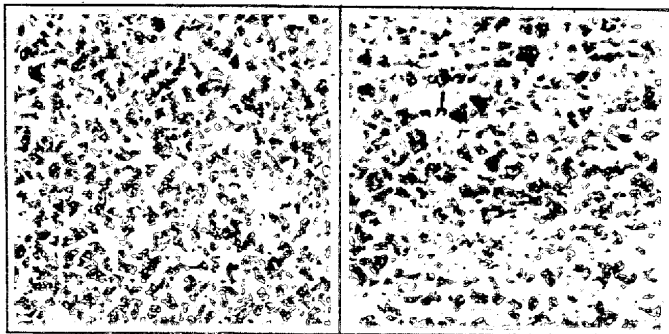
C 0.22%. Mn 0.54% 抗張力 48.4kg/mm². 疲労限界 22kg/mm²



F+P

第 16 圖 鋼番號 4. 製鋼番號 T. 13929 ×100

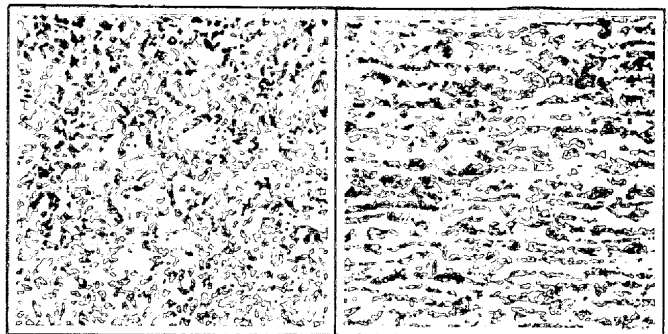
C 0.22%. Mn 0.54% 抗張力 48.3kg/mm², 疲勞限界 23kg/mm²



F+P 粒狀

第 20 圖 鋼番號 8. 製鋼番號 K. 13248 ×100

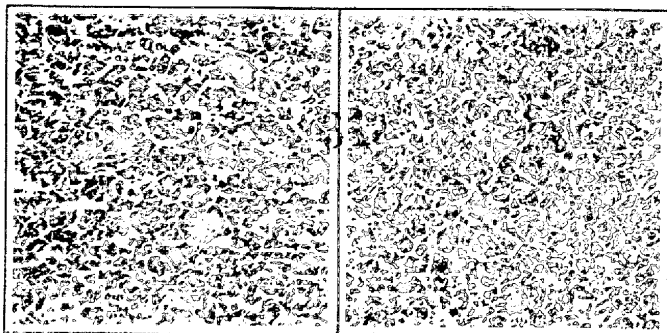
C 0.24%. Mn 1.07% 抗張力 59.2kg/mm², 疲勞限界 27kg/mm²



F+P

第 17 圖 鋼番號 5. 製鋼番號 M. 33092 ×100

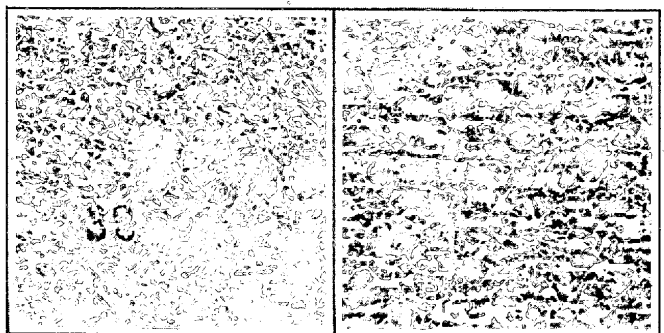
C 0.22%. Mn 1.39% 抗張力 55.9kg/mm², 疲勞限界 29kg/mm²



F+P 斑狀

第 21 圖 鋼番號 9. 製鋼番號 K. 11170 ×100

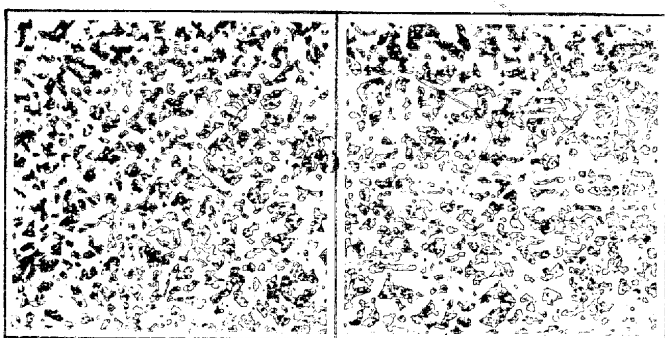
C 0.26%. Mn 1.26% 抗張力 62kg/mm², 疲勞限界 30kg/mm²



F+P

第 18 圖 鋼番號 6. 製鋼番號 T. 26504 ×100

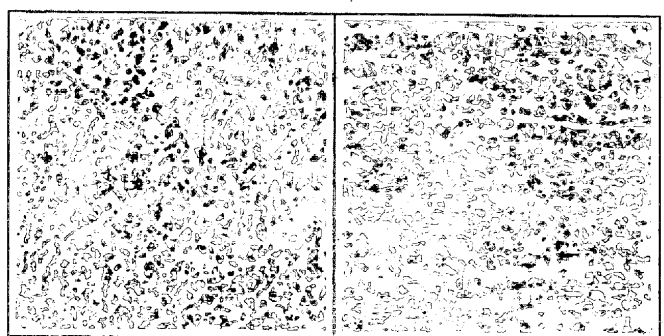
C 0.25%. Mn 0.50% 抗張力 48.5kg/mm², 疲勞限界 25kg/mm²



F+P

第 22 圖 鋼番號 10. 製鋼番號 H. 10317 ×100

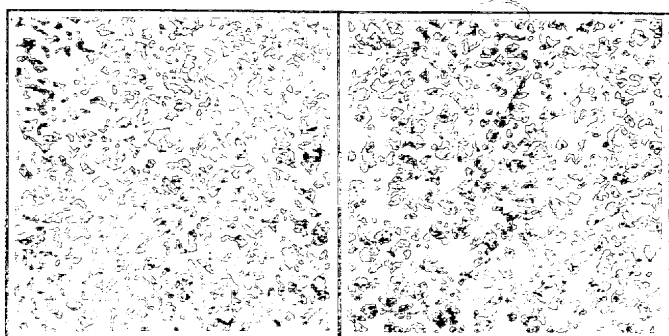
C 0.27%. Mn 1.32% 抗張力 56.8kg/mm², 疲勞限界 29kg/mm²



F+P

第 19 圖 鋼番號 7. 製鋼番號 T. 31235 ×100

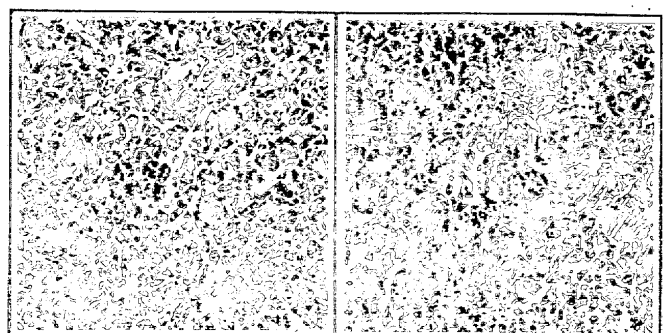
C 0.25%. Mn 0.53% 抗張力 49.7kg/mm², 疲勞限界 22kg/mm²



F+P 粒狀

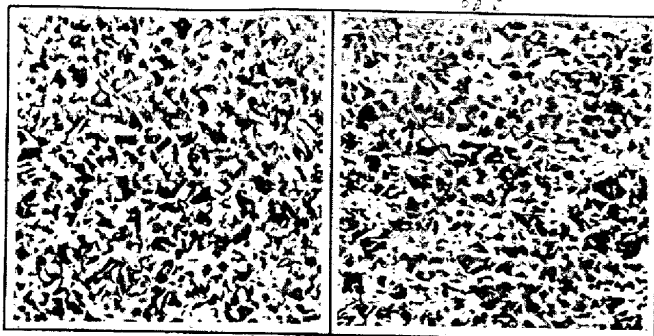
第 23 圖 鋼番號 11. 製鋼番號 K. 13578 ×100

C 0.26%. Mn 1.49% 抗張力 59.9kg/mm², 疲勞限界 30kg/mm²



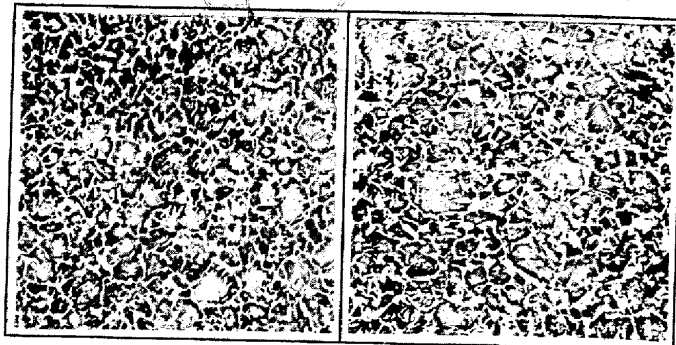
F+P

第24圖 鋼番號 12. 製鋼番號 T. 28088 ×100
 C 0.29%. Mn 0.53% 抗張力 55.1kg/mm², 疲勞限界 27kg/mm²



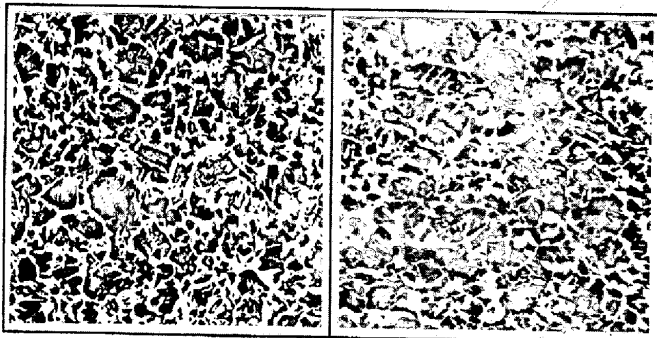
F+P

第28圖 鋼番號 16. 製鋼番號 M. 35415 ×100
 C 0.29%. Mn 1.44% 抗張力 70.4kg/mm², 疲勞限界 31kg/mm²



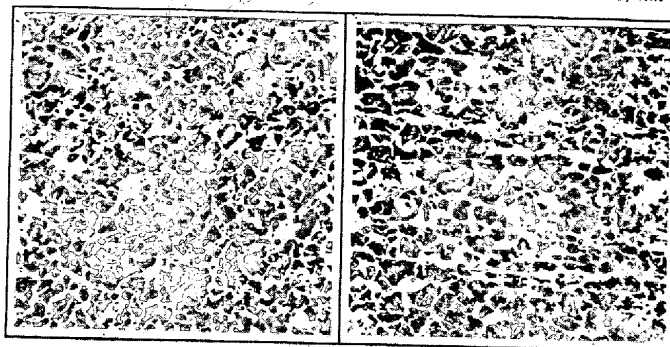
F+P

第25圖 鋼番號 13. 製鋼番號 T. 27930 ×100
 C 0.29%. Mn 0.95% 抗張力 58.2kg/mm², 疲勞限界 29kg/mm²



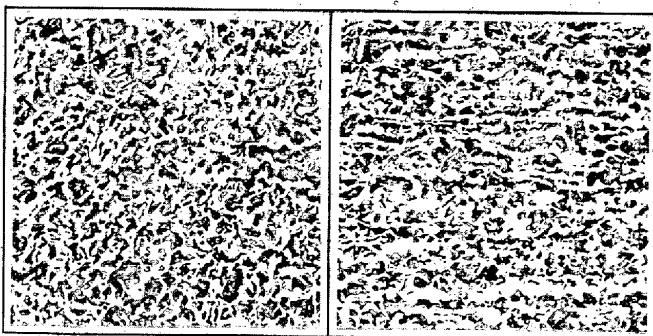
F+P

第29圖 鋼番號 17. 製鋼番號 K. 11142 ×100
 C 0.36%. Mn 0.64% 抗張力 58.8kg/mm², 疲勞限界 28kg/mm²



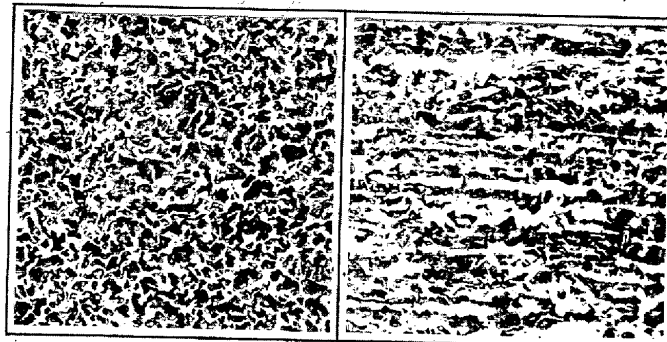
F+P

第26圖 鋼番號 14. 製鋼番號 K. 12963 ×100
 C 0.29%. Mn 1.22% 抗張力 60.4kg/mm², 疲勞限界 28kg/mm²



F+P

第30圖 鋼番號 18. 製鋼番號 H. 12379 ×100
 C 0.33%. Mn 1.37% 抗張力 61.7kg/mm², 疲勞限界 30kg/mm²



F+P

第27圖 鋼番號 15. 製鋼番號 K. 12989 ×100
 C 0.31%. Mn 1.41% 抗張力 61.9kg/mm², 疲勞限界 29kg/mm²



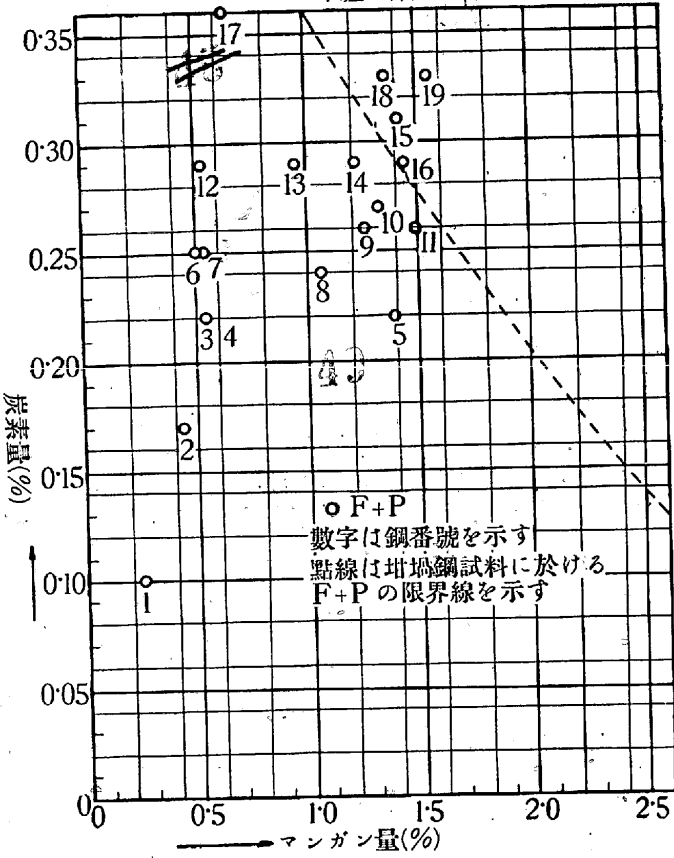
F+P 粒狀

第31圖 鋼番號 19. 製鋼番號 K. 11188 ×100
 C 0.33%. Mn 1.56% 抗張力 68.5kg/mm², 疲勞限界 32kg/mm²

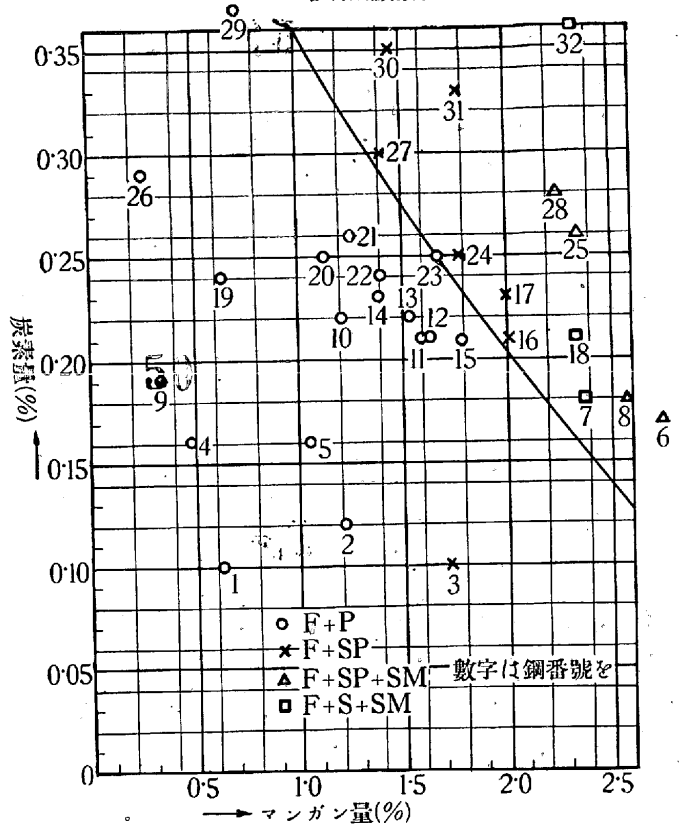


F+P

第 32 圖
平爐鋼顯微鏡組織



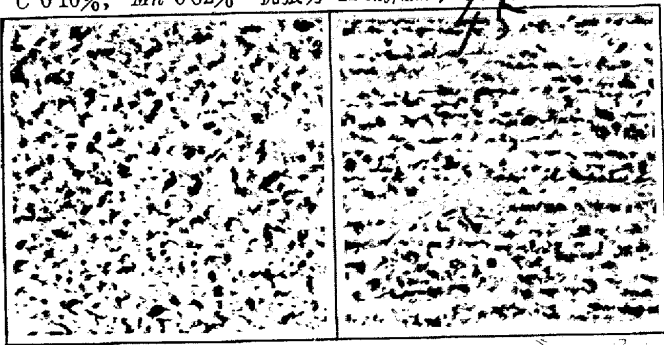
第 66 圖
坩堝鋼顯微鏡組織



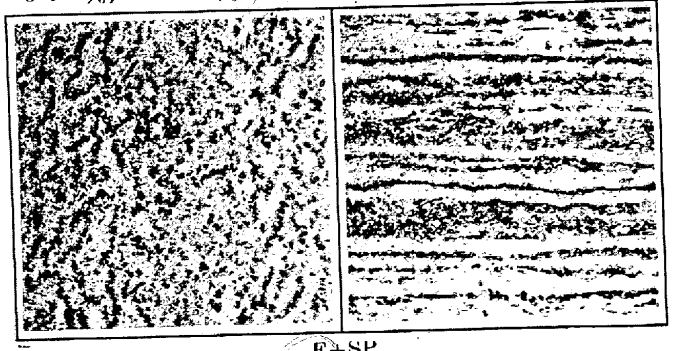
第 33~65 圖 坩堝鋼低 Mn 鋼の組織

F フェーライト P パーライト SP ソルビチックパーライト S ソルバイト SM ソルビチックマルテンサイト
(左圖は横斷面を右圖は縦斷面を示す)

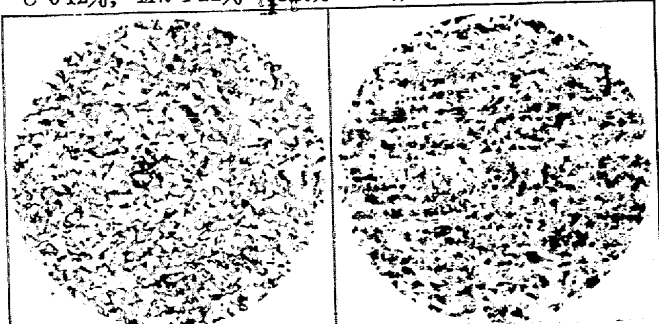
第 33 圖 鋼番號 1. 製鋼番號番外 270 × 100
C 0.10%, Mn 0.62% 抗張力 44.9kg/mm², 疲勞限界 25kg/mm²



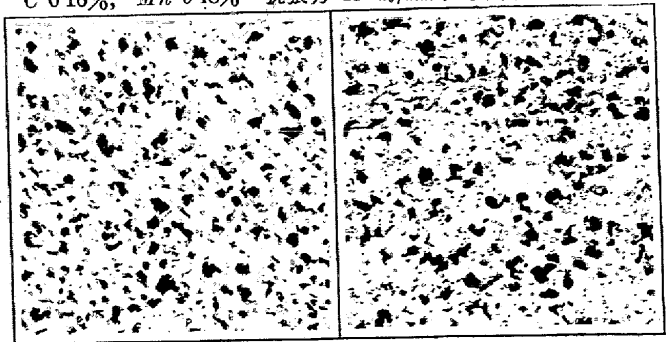
第 35 圖 鋼番號 3. 製鋼番號番外 258 × 100
C 0.10%, Mn 1.72% 抗張力 54.3kg/mm², 疲勞限界 28kg/mm²



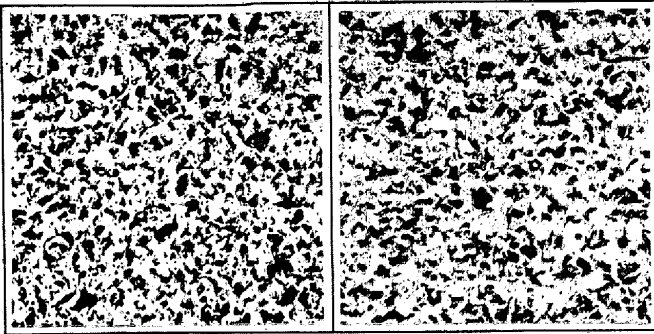
第 34 圖 鋼番號 2. 製鋼番號番外 303 × 100
C 0.12%, Mn 1.21% 抗張力 48.7kg/mm², 疲勞限界 27kg/mm²



第 36 圖 鋼番號 4. 製鋼番號番外 271 × 100
C 0.16%, Mn 0.48% 抗張力 48.4kg/mm², 疲勞限界 28kg/mm²

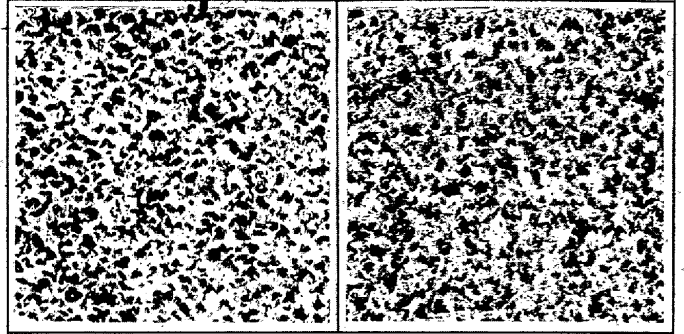


第 37 圖 鋼番號 5. 製鋼番號番外 285 $\times 100$
 C 0.16%, Mn 1.05% 抗張力 51.3kg/mm^2 , 疲勞限界 28kg/mm^2



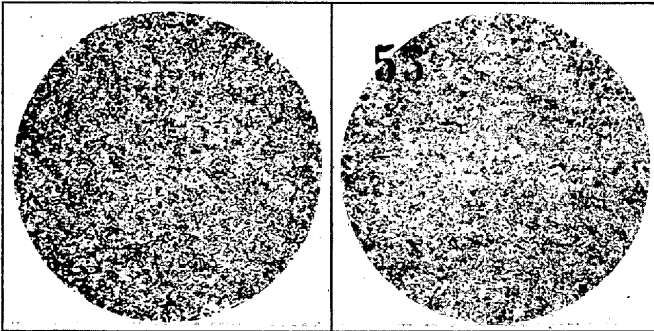
F+P

第 41 圖 鋼番號 9. 製鋼番號番外 263 $\times 100$
 C 0.19%, Mn 0.33% 抗張力 49.4kg/mm^2 , 疲勞限界 29kg/mm^2



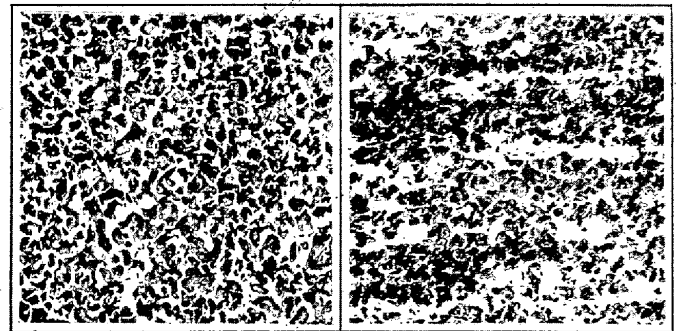
F+P

第 38 圖 鋼番號 6. 製鋼番號番外 295 $\times 100$
 C 0.17%, Mn 2.74% 抗張力 99.6kg/mm^2 , 疲勞限界 37kg/mm^2



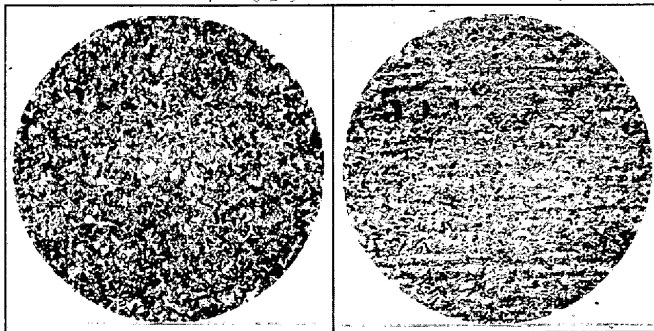
F+SP+SM

第 42 圖 鋼番號 10. 製鋼番號番外 269 $\times 100$
 C 0.22%, Mn 1.20% 抗張力 59.8kg/mm^2 , 疲勞限界 30kg/mm^2



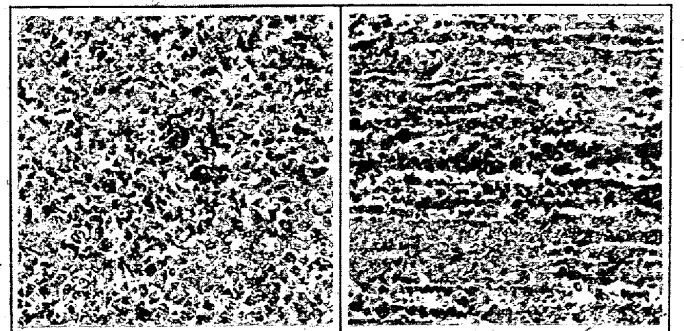
F+P

第 39 圖 鋼番號 7. 製鋼番號番外 296 $\times 100$
 C 0.18%, Mn 2.37% 抗張力 67.9kg/mm^2 , 疲勞限界 30kg/mm^2



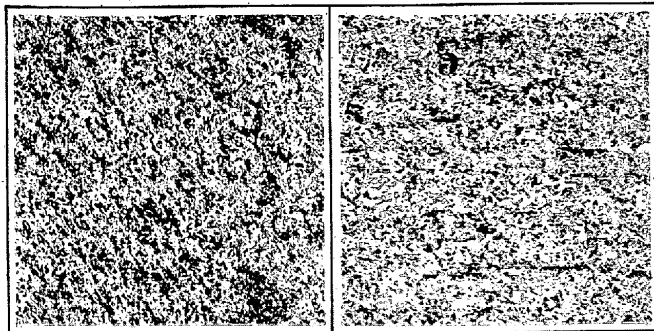
F+S

第 43 圖 鋼番號 11. 製鋼番號番外 265 $\times 100$
 C 0.21%, Mn 1.59% 抗張力 65.3kg/mm^2 , 疲勞限界 27kg/mm^2



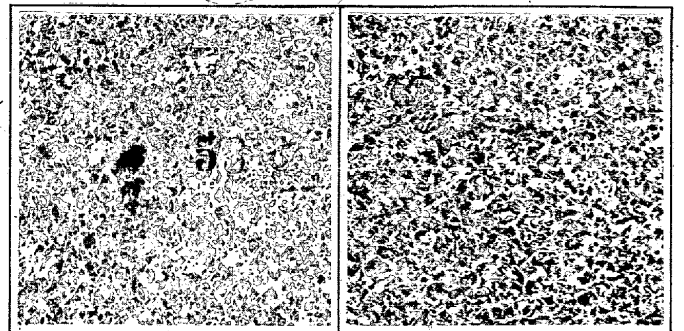
F+P

第 40 圖 鋼番號 8. 製鋼番號番外 277 $\times 100$
 C 0.18%, Mn 2.58% 抗張力 87.2kg/mm^2 , 疲勞限界 37kg/mm^2



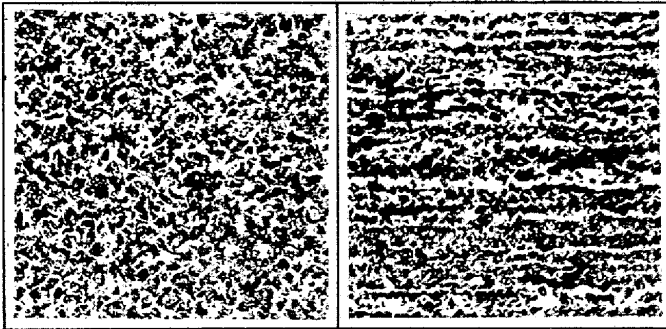
F+SP+SM

第 44 圖 鋼番號 12. 製鋼番號番外 257 $\times 100$
 C 0.21%, Mn 1.68% 抗張力 62.0kg/mm^2 , 疲勞限界 27kg/mm^2



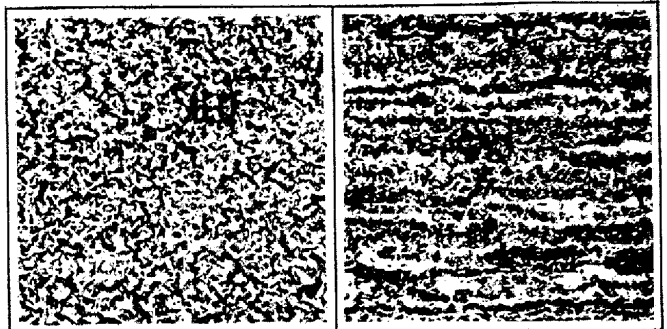
F+P

第 45 圖 鋼番號 13. 製鋼番號番外 282 ×100
 C 0.22%, Mn 1.52% 抗張力 59.7kg/mm², 疲勞限界 30kg/mm²



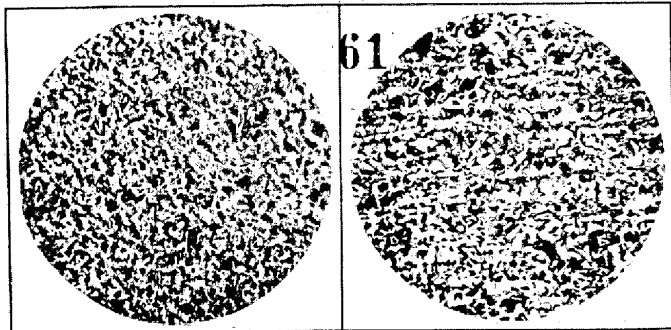
F+P

第 49 圖 鋼番號 17. 製鋼番號番外 255 ×100
 C 0.23%, Mn 1.99% 抗張力 67.4kg/mm², 疲勞限界 30kg/mm²



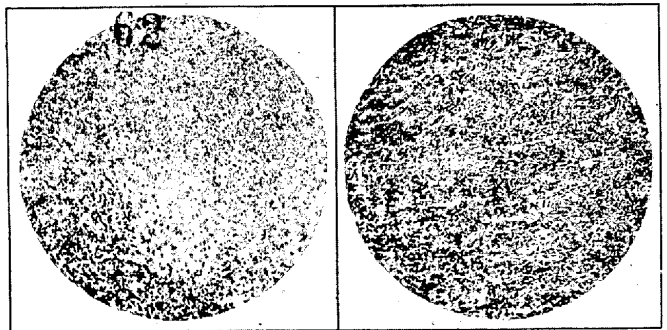
F+SP

第 46 圖 鋼番號 14. 製鋼番號番外 300 ×100
 C 0.23%, Mn 1.39% 抗張力 58.9kg/mm², 疲勞限界 31kg/mm²



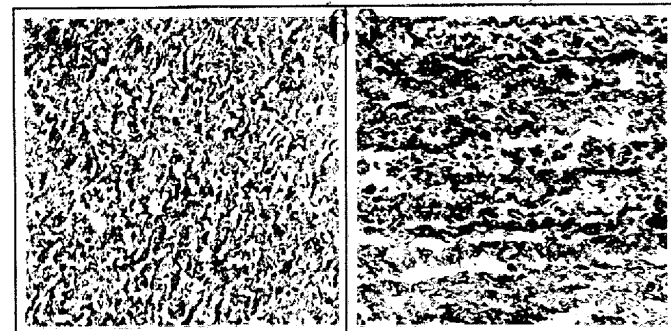
F+P

第 50 圖 鋼番號 18. 製鋼番號番外 297 ×100
 C 0.21%, Mn 2.33% 抗張力 48.4kg/mm², 疲勞限界 36kg/mm²



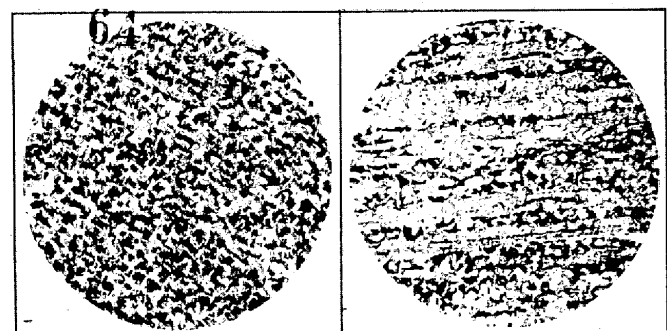
F+S+SM

第 47 圖 鋼番號 15. 製鋼番號番外 273 ×100
 C 0.21%, Mn 1.77% 抗張力 72.1kg/mm², 疲勞限界 33kg/mm²



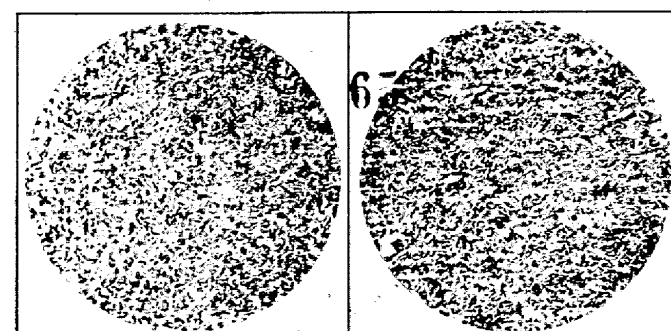
F+P

第 51 圖 鋼番號 19. 製鋼番號番外 301 ×100
 C 0.24%, Mn 0.62% 抗張力 53.4kg/mm², 疲勞限界 29kg/mm²



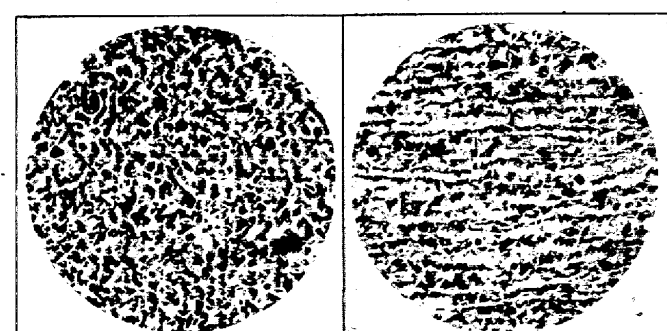
F+P

第 48 圖 鋼番號 16. 製鋼番號番外 299 ×100
 C 0.21%, Mn 2.01% 抗張力 67.6kg/mm², 疲勞限界 33kg/mm²



F+SP

第 52 圖 鋼番號 20. 製鋼番號番外 294 ×100
 C 0.25%, Mn 1.11% 抗張力 59.0kg/mm², 疲勞限界 31kg/mm²



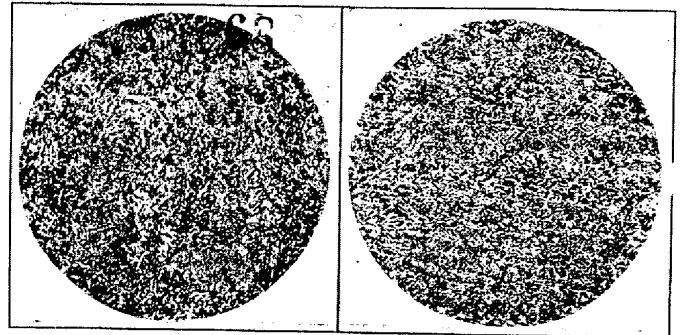
F+P

第 53 圖 鋼番號 21. 製鋼番號番外 280 × 100
 C 0.26%, Mn 1.25% 抗張力 62.1kg/mm², 疲労限界 32kg/mm²



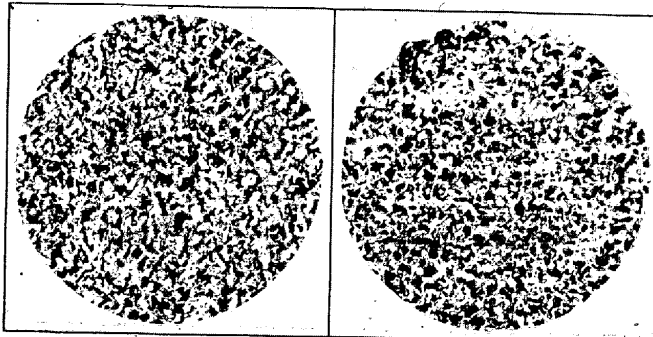
F+P

第 57 圖 鋼番號 25. 製鋼番號番外 291 × 100
 C 0.26%, Mn 2.34% 抗張力 78.6kg/mm², 疲労限界 36kg/mm²



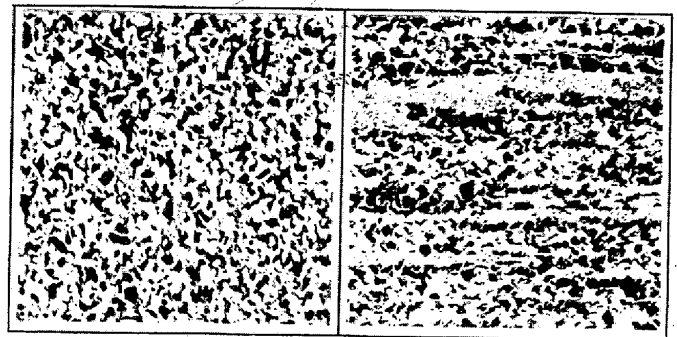
F+SP+SM

第 54 圖 鋼番號 22. 製鋼番號番外 304 × 100
 C 0.24%, Mn 1.40% 抗張力 59.6kg/mm², 疲労限界 30kg/mm²



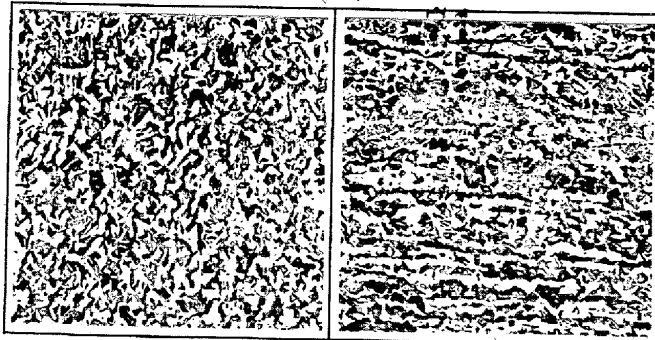
F+P

第 58 圖 鋼番號 26. 製鋼番號番外 275 × 100
 C 0.29%, Mn 0.26% 抗張力 51.3kg/mm², 疲労限界 24kg/mm²



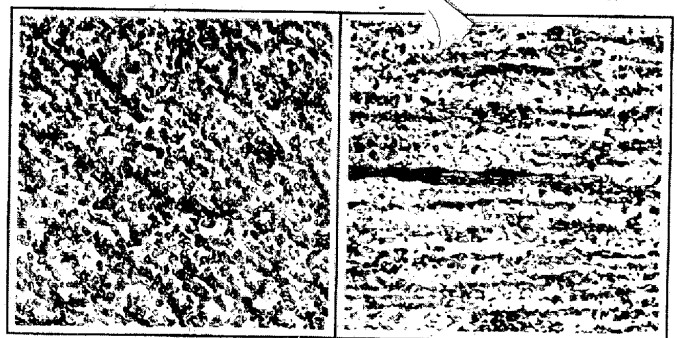
F+P Segregation

第 55 圖 鋼番號 23. 製鋼番號番外 274 × 100
 C 0.25%, Mn 1.67% 抗張力 68.1kg/mm², 疲労限界 30kg/mm²



F+P

第 59 圖 鋼番號 27. 製鋼番號番外 259 × 100
 C 0.30%, Mn 1.40% 抗張力 58.3kg/mm², 疲労限界 26kg/mm²



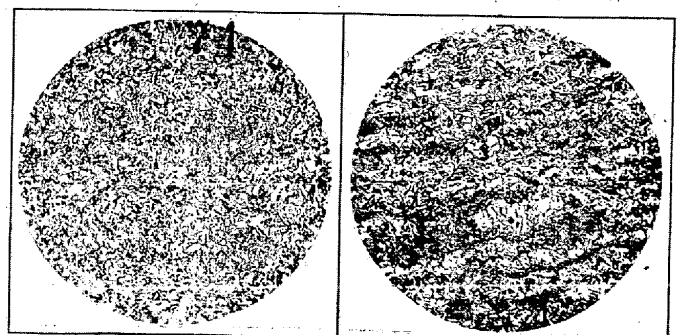
F+SP 粒状

第 56 圖 鋼番號 24. 製鋼番號番外 255 × 100
 C 0.25%, Mn 1.78% 抗張力 75.1kg/mm², 疲労限界 34kg/mm²



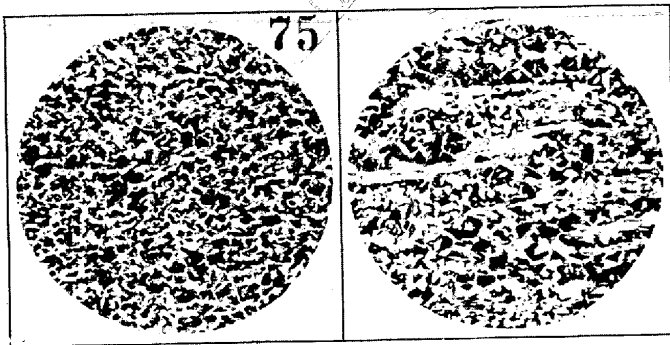
F+SP

第 60 圖 鋼番號 28. 製鋼番號番外 293 × 100
 C 0.28%, Mn 2.24% 抗張力 81.5kg/mm², 疲労限界 37kg/mm²



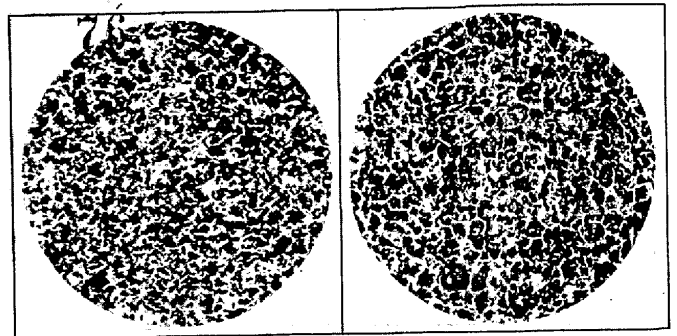
F+SP+SM

第 61 圖 鋼番號 29. 製鋼番號番外 302 × 100
C 0.37%, Mn 0.71% 抗張力 64.2kg/mm², 疲勞限界 31kg/mm²



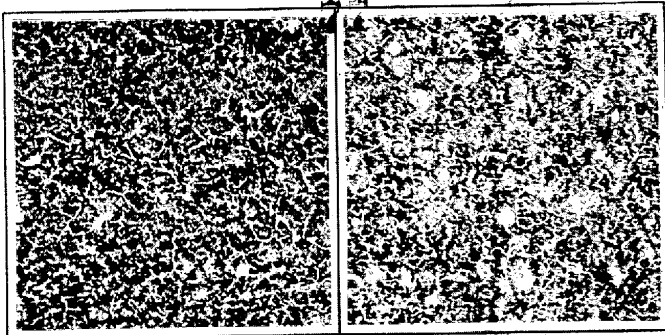
F+P

第 65 圖 鋼番號 33. 製鋼番號番外 305 × 100
C 0.39%, Mn 1.51% 抗張力 75.5kg/mm², 疲勞限界 33kg/mm²



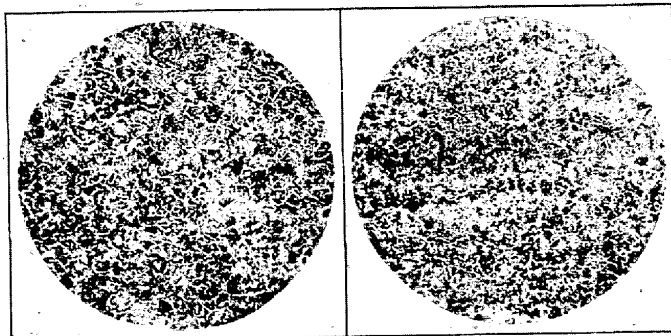
F+P

第 62 圖 鋼番號 30. 製鋼番號番外 281 × 100
C 0.34%, Mn 1.44% 抗張力 72.5kg/mm², 疲勞限界 35kg/mm²



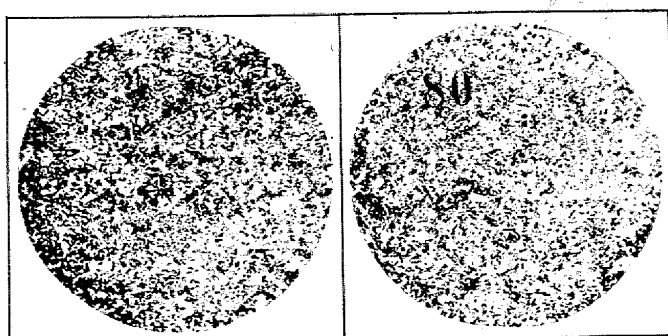
F+SP

第 63 圖 鋼番號 31. 製鋼番號番外 292 × 100
C 0.33%, Mn 1.76% 抗張力 83.1kg/mm², 疲勞限界 37kg/mm²



F+SP

第 64 圖 鋼番號 32. 製鋼番號番外 298 × 100
C 0.36%, Mn 2.33% 抗張力 104.8kg/mm², 疲勞限界 41kg/mm²



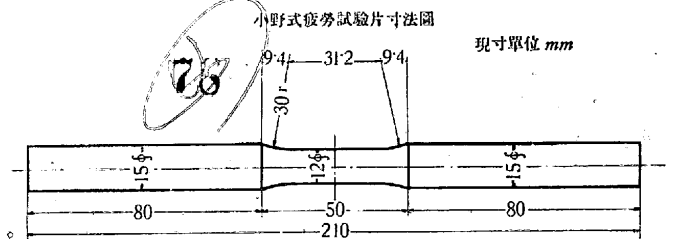
F+S+SM

7. 疲勞實驗方法

實驗用鋼の疲勞試驗施行には小野式繰返彎曲疲勞試驗機を用ひた。之によると試験片の測定長さには純粋曲應力が作用し剪斷應力は受けないものである。實驗機は毎分 2,500 廻轉され晝夜連続にて實驗がなされた。

疲勞試驗片には小野式疲勞試驗片(第 67 圖)を用ひた。測

第 67 圖



定長さの表面は0000エメリーパーにて平滑に磨いた。

疲勞限界の決定法 疲勞限界を決定するには試験片に降伏點以下の應力を與へて繰返數を見出し繰返數 10⁷ にて破壊せざる最大應力を以て疲勞限界と決定した。實驗結果は之を對數目盛に畫いた。

8. 平爐鋼試料の疲勞試驗結果

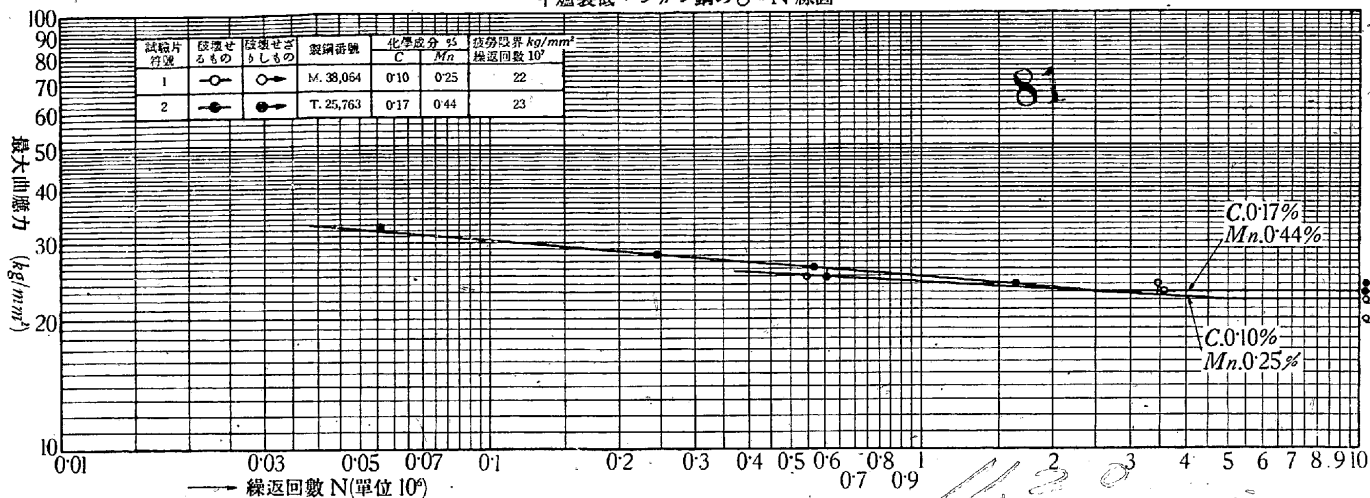
各種成分の低 Mn 鋼試料の疲勞試驗結果は其の數値とそれの化學成分との關係を示す立體的模型に依て表はした。

第 15 表 平爐鋼低 Mn 鋼の疲勞試驗結果

鋼番號	C %	Mn %	疲勞限界 kg/mm ²	疲勞限界 抗張力	疲勞限界 下降 伏點	鋼番號	C %	Mn %	疲勞限界 kg/mm ²	疲勞限界 抗張力	疲勞限界 下降 伏點
1	0.10	0.25	22	0.61	0.84	11	0.26	1.49	30	0.50	0.75
2	0.17	0.44	23	0.52	0.77	12	0.29	0.53	27	0.49	0.78
3	0.22	0.54	22	0.46	0.73	13	0.29	0.95	29	0.50	0.81
4	0.22	0.54	23	0.48	0.78	14	0.29	1.22	28	0.46	0.73
5	0.22	1.39	29	0.52	0.80	15	0.31	1.41	29	0.47	0.73
6	0.25	0.50	25	0.52	0.79	16	0.29	1.44	31	0.44	0.70
7	0.25	0.53	22	0.44	0.70	17	0.36	0.64	28	0.48	0.80
8	0.24	1.07	27	0.46	0.71	18	0.33	1.37	30	0.49	0.77
9	0.26	1.26	30	0.48	0.77	19	0.33	1.56	32	0.47	0.80
10	0.27	1.32	29	0.51	0.74						

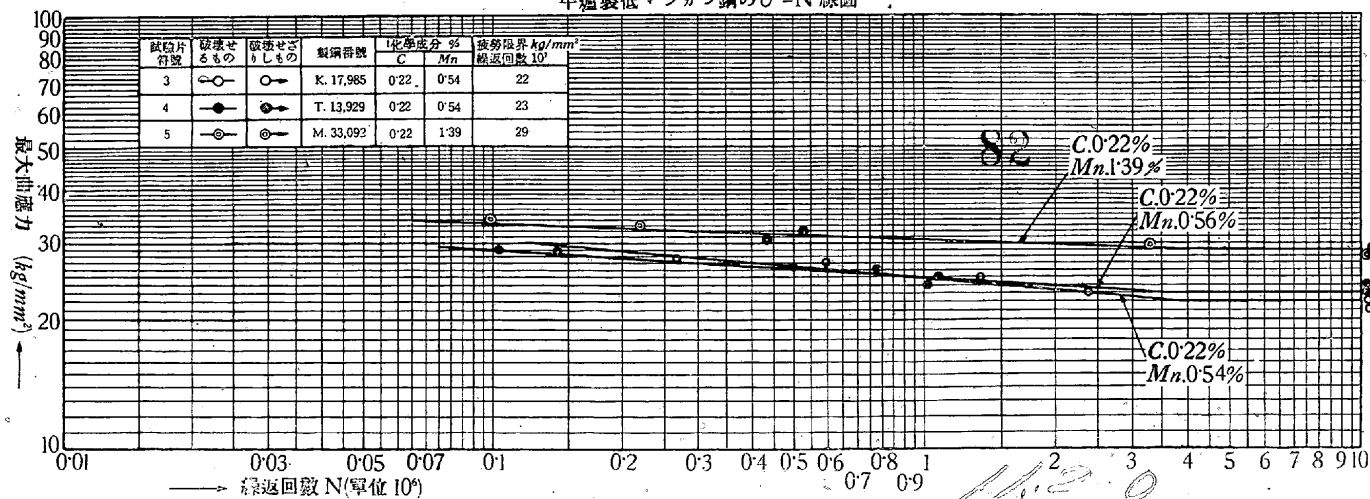
第 68 圖

平爐製低マンガン鋼の σ -N線圖



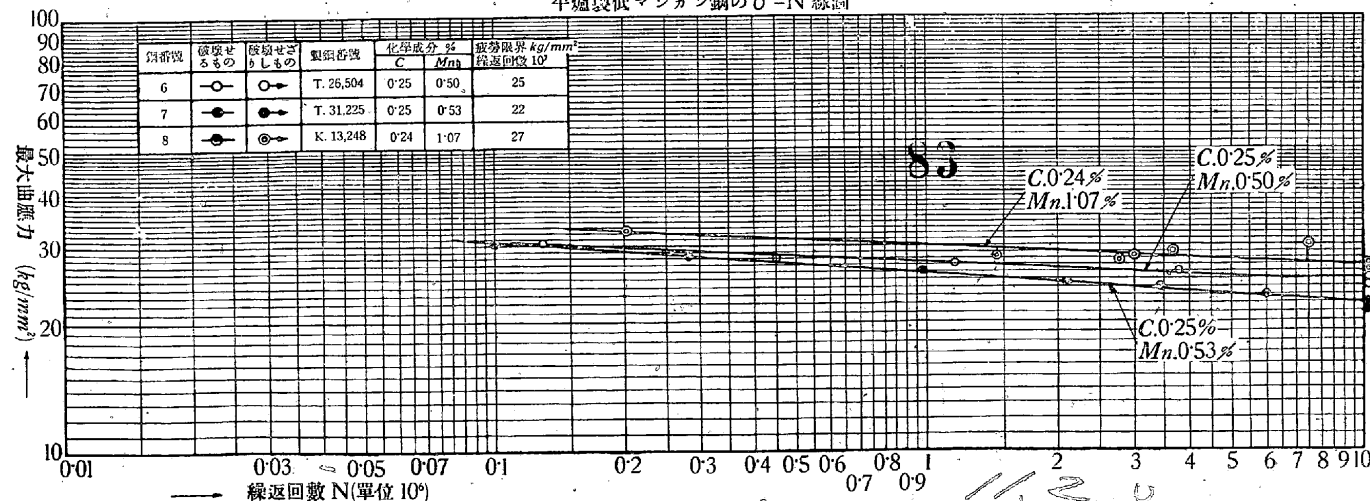
第 69 圖

平爐製低マンガン鋼の σ -N線圖



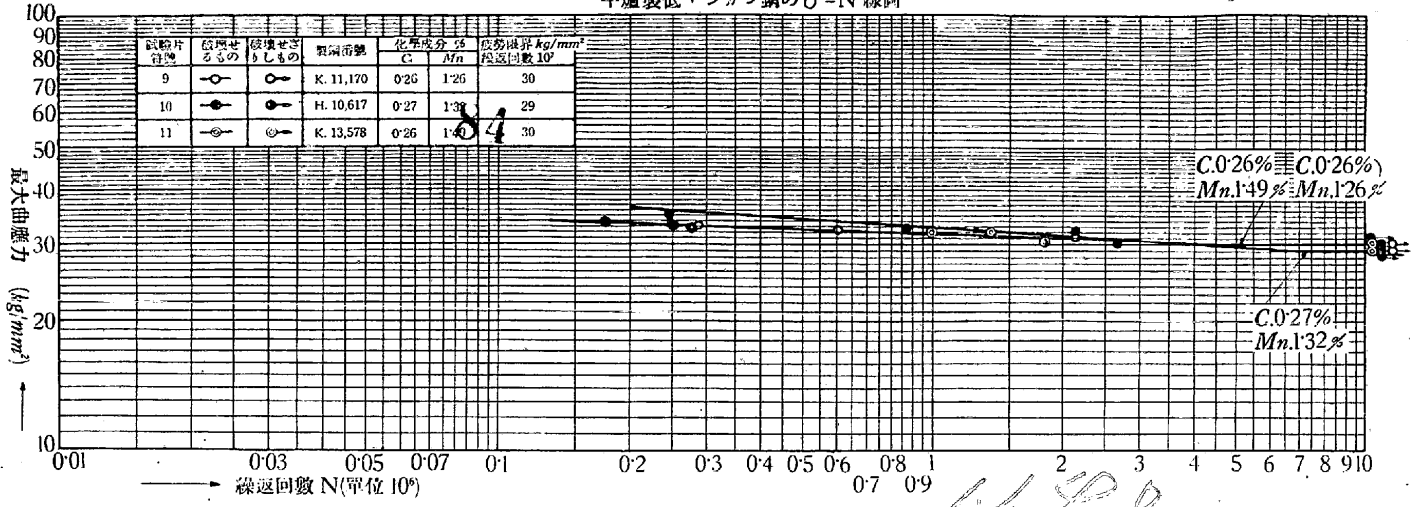
第 70 圖

平爐製低マンガン鋼の σ -N線圖



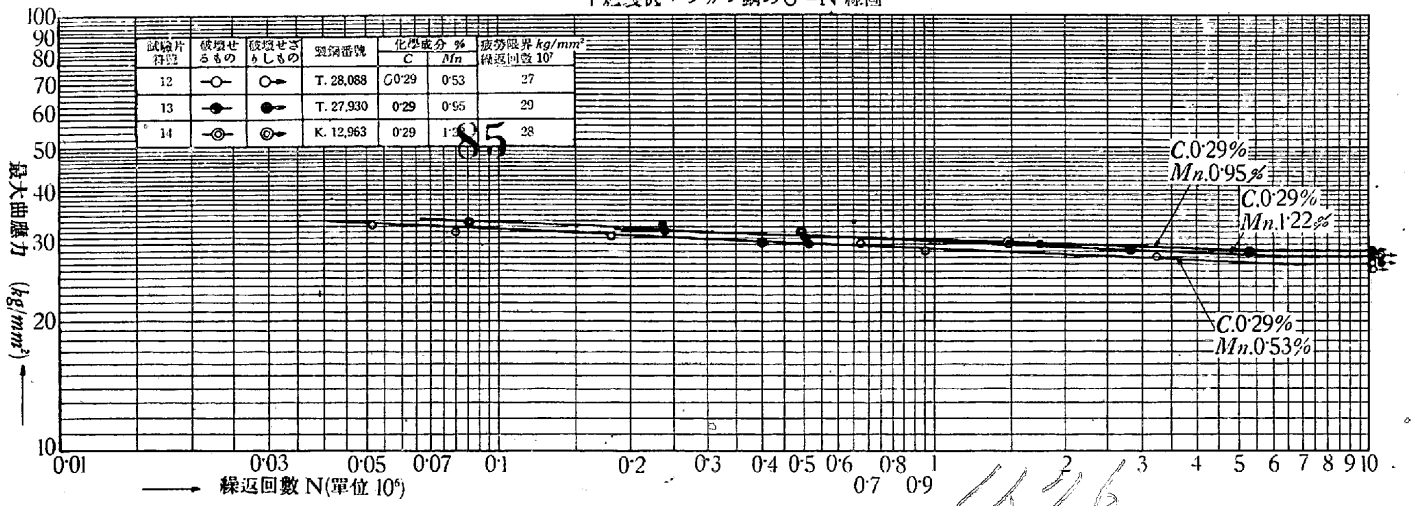
第 71 圖

平爐製低マンガン鋼の σ -N線圖



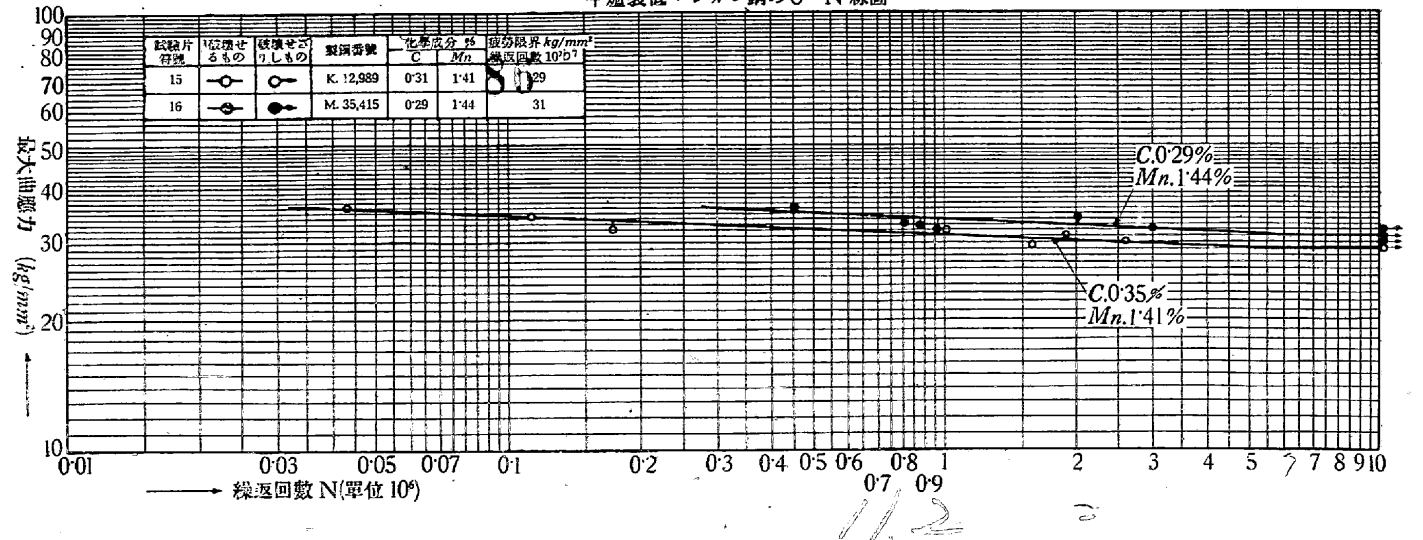
第 72 圖

平爐製低マンガン鋼の σ -N線圖

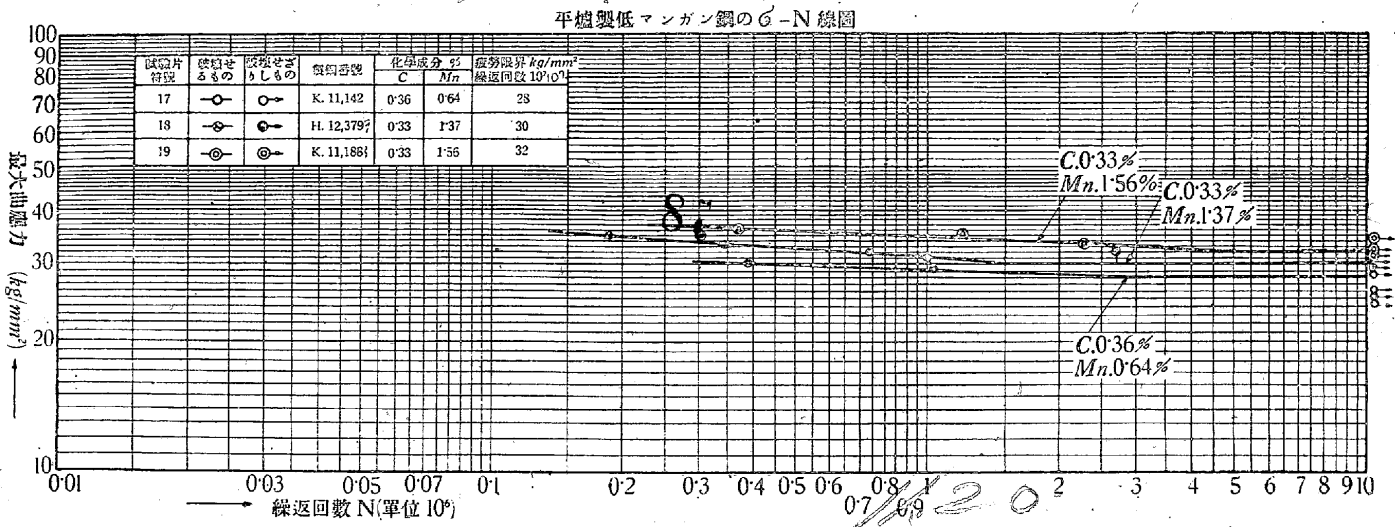


第 73 圖

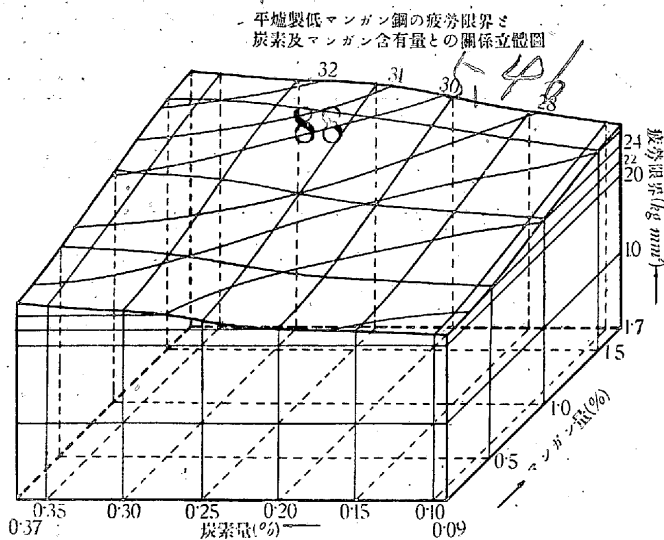
平爐製低マンガン鋼の σ -N線圖



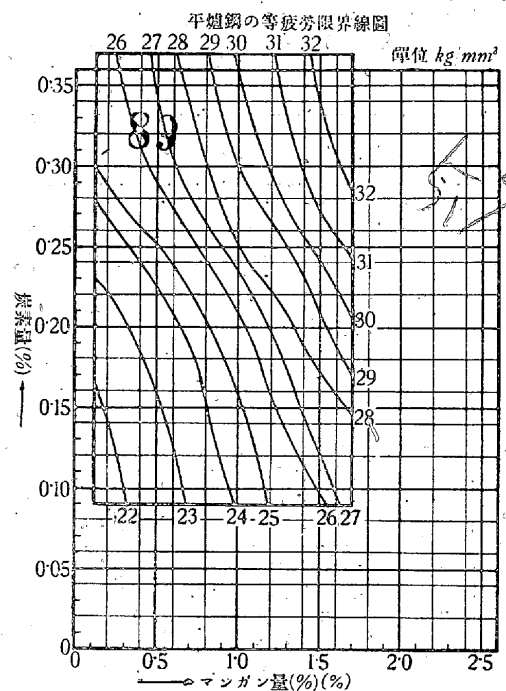
第 74 圖



第 75 圖



第 76 圖



それには先づ數値の大なる點のみによつて作製した立體と數値の小なる點のみによつて作製した立體との平均の立體模型を作た。

平爐鋼各種成分の低 Mn 鋼試料に就て疲労試験を行つた結果の數値は第 8~14 表及第 15 表に示される。それによつて疲労限度は抗張力及下降伏點といつも一定の比率にない事を明示した。又それ等の場合の繰返應力 (σ) と繰返回数 (N) との關係の線圖は第 68~74 圖に示され其の疲労限度と化學成分との關係を示す立體模型圖は第 75 圖に示される。而してそれより得たる等高線の射影圖即ち等疲労限界線圖は第 76 圖に示される。それによつて疲労限界は炭素量及 Mn 量を増すにつれて増加する。例へば疲

勞限度 30 kg/mm² に相當する成分としては C 0.30%, Mn 1.18%; C 0.25%, Mn 1.45%; C 0.21%, Mn 1.66% を要する。炭素量を高くし疲労限度を一定の價に保持しようとする事はシャルピー衝撃値が低くなる爲に其の%には自ら限度がある。尙試料組織の均一で小なる横断面及縦断面共に層狀を呈せざる場合は疲労限度は普通のものより高かつた。(例へば鋼番號 16 試料)

第 16 表 坩堝製低 Mn 鋼疲勞試驗成績

鋼 番 號	化 學 分	試 驗 片 番 號 No.	荷 重 W kg	破 壞 の 直 徑 dmm	最 大 曲 モ ー メント Pl kg. mm	最 大 應 力 σ kg/ mm ²	繰 返 回 數 n	室 溫 °C	備 考
1	C 0.10 Mn 0.62	6	54.15	11.99	5,415	32.00	394,400	27	
		5	50.64	12.00	5,064	29.89	1,824,400	27	
		11	49.01	12.00	4,901	28.88	521,300	26	
		4	47.38	11.99	4,738	28.00	4,158,500	27	振動あり
		8	47.38	11.99	4,738	28.00	10,100,000	27	破壊せず
		9	45.80	12.00	4,580	27.00	2,057,100	26	
		3	44.05	12.00	4,405	26.00	10,120,500	27	破壊せず
		7	45.75	12.17	4,575	25.85	2,075,200	27	
		10	42.41	12.00	4,241	25.00	10,107,800	26	破壊せず
		2	40.61	11.99	4,061	24.00	10,100,200	29	破壊せず
2	C 0.12 Mn 1.21	3	56.53	11.92	5,653	34.00	280,700	26	
		4	53.01	11.97	5,301	31.48	549,100	26	
		5	51.81	11.94	5,181	31.00	1,286,300	20	
		8	49.07	11.995	4,907	28.96	1,811,800	29	疵あり
		6	47.86	11.91	4,786	28.86	5,089,000	29	
		7	45.75	11.89	4,575	27.55	2,395,400	25	
		9	45.23	11.95	4,523	27.00	10,100,500	27	破壊せず
		10	43.83	11.975	4,383	26.00	10,101,100	28	破壊せず
		1	37.14	11.98	3,714	22.00	10,130,000	26	破壊せず
		3	C 0.10 Mn 1.72	5	55.43	11.97	5,543	32.92	132,600
7	52.41			12.03	5,241	30.66	259,200	23	
3	50.77			12.00	5,077	29.93	833,500	22	
4	48.83			12.01	4,883	28.71	667,700	21	
8	47.32			11.88	4,732	28.74	3,785,500	23	
6	45.97			11.87	4,597	28.00	10,111,200	22	破壊せず
2	43.94			11.835	4,394	27.00	10,100,000	21	破壊せず
1	40.33			11.955	4,033	25.00	9,277,800	21	標部より破壊

第 17 表 坩堝製低 Mn 鋼疲勞試驗成績

鋼 番 號	化 學 分	試 驗 片 番 號 No.	荷 重 W kg	破 壞 の 直 徑 dmm	最 大 曲 モ ー メント Pl kg. mm	最 大 應 力 σ kg/ mm ²	繰 返 回 數 n	室 溫 °C	備 考
4	C 0.16 Mn 0.48	2	59.23	12.03	5,923	34.65	89,400	26	
		3	54.29	12.02	5,429	31.84	954,800	26	
		4	52.52	12.00	5,252	31.00	1,082,400	26	
		5	50.70	12.05	5,070	29.52	385,100	26	疵あり
		7	50.77	12.12	5,077	29.05	4,947,900	25	
		6	48.91	12.00	4,891	29.00	3,604,900	25	
		8	47.38	11.99	4,738	28.00	10,180,000	23	破壊せず
		1	45.80	12.00	4,580	27.00	10,101,900	26	破壊せず
5	C 0.16 Mn 1.05	6	57.68	12.02	5,768	33.83	337,500	23	
		1	54.29	12.02	5,429	31.84	791,900	24	
		7	52.59	12.03	5,259	30.77	1,324,000	25	
		2	50.83	11.995	5,083	30.00	3,038,000	24	
		3	49.20	12.00	4,920	29.00	3,751,600	24	
6	C 0.17 Mn 2.74	4	47.38	11.99	4,738	28.00	10,119,200	24	破壊せず
		5	45.80	12.00	4,580	27.00	10,109,300	24	破壊せず
		6	70.19	11.985	7,019	41.54	316,900	23	
		3	66.76	11.935	6,676	40.00	1,016,300	23	
		7	65.67	12.08	6,567	37.95	512,600	24	
1	C 0.17 Mn 2.74	4	61.75	11.935	6,175	37.00	10,100,000	21	破壊せず
		1	60.77	11.98	6,077	36.00	10,100,000	22	破壊せず
		8	64.26	11.94	6,426	38.00	5,405,700	22	標部より破壊

第 18 表 坩堝製低 Mn 鋼疲勞試驗成績

鋼 番 號	化 學 分	試 驗 片 番 號 No.	荷 重 W kg	破 壞 の 直 徑 dmm	最 大 曲 モ ー メント Pl kg. mm	最 大 應 力 σ kg/ mm ²	繰 返 回 數 n	室 溫 °C	備 考
7	C 0.18 Mn 2.37	1	66.85	12.02	6,685	39.21	71,900	23	
		2	56.95	11.725	5,695	36.00	187,300	23	
		3	56.75	11.96	5,675	33.78	617,600	24	
		4	53.74	11.995	5,374	31.41	3,161,700	24	
		6	51.68	11.938	5,168	31.00	2,545,900	24	
		5	50.26	11.95	5,026	30.00	10,119,800	24	破壊せず
		7	48.95	11.98	4,895	29.00	10,184,600	26	破壊せず
8	C 0.18 Mn 2.58	8	79.73	12.01	7,973	46.88	214,400	23	
		5	76.25	12.08	7,625	44.06	383,500	22	
		5'	72.04	11.95	7,204	43.00	405,300	29	
		7	72.77	12.00	7,277	42.95	1,484,700	23	
		6	70.72	11.98	7,072	41.90	906,800	28	
		2'	69.03	11.98	6,903	40.90	2,621,400	28	
		6	69.38	12.00	6,938	40.89	5,192,200	22	
		1'	73.25	12.31	7,325	40.00	10,100,000	28	破壊せず
		3	67.69	11.99	6,769	40.00	10,100,000	22	破壊せず
		9	65.91	11.99	6,591	39.00	10,100,000	24	破壊せず
		3'	63.87	11.86	6,387	39.00	2,952,800	28	
		8'	63.03	12.00	6,303	38.00	10,100,000	28	破壊せず
4'	60.67	11.80	6,067	38.00	9,600,000	28	破壊せず		
2	61.39	12.02	6,439	37.76	1,515,900	25			
4	62.77	12.00	6,277	37.00	10,100,000	23	破壊せず		
1	60.92	11.99	6,092	37.00	10,100,000	23	破壊せず		
7'	60.78	11.87	6,078	37.00	10,100,000	28	破壊せず		

第 19 表 坩堝製低 Mn 鋼疲勞試驗成績

鋼 番 號	化 學 分	試 驗 片 番 號 No.	荷 重 W kg	破 壞 の 直 徑 dmm	最 大 曲 モ ー メント Pl kg. mm	最 大 應 力 σ kg/ mm ²	繰 返 回 數 n	室 溫 °C	備 考
9	C 0.19 Mn 0.33	3	55.50	11.98	5,550	33.00	552,700	25	
		7	54.08	11.99	5,408	32.00	790,100	26	
		5	53.61	11.96	5,361	31.92	591,500	25	
		4	52.52	12.04	5,252	30.70	4,720,500	26	
		6	50.64	12.00	5,064	29.85	7,120,000	26	
		2	49.07	11.99	4,907	29.00	10,115,000	25	破壊せず
		8	47.38	11.99	4,738	28.00	10,378,300	27	破壊せず
		1	45.69	11.99	4,569	27.00	10,100,200	25	破壊せず
10	C 0.22 Mn 1.20	8	63.53	12.00	6,253	36.86	235,100	23	
		7	57.39	12.01	5,739	33.74	2,003,700	24	
		5	54.01	11.985	5,401	31.96	4,500,000	25	
		4	52.01	11.97	5,201	30.92	3,638,400	23	
		6	50.39	11.96	5,039	30.00	10,190,300	24	破壊せず
		2	48.83	11.97	4,883	29.00	10,102,000	25	破壊せず
11	C 0.21 Mn 1.59	1	57.60	12.00	5,760	33.95	391,200	25	
		2	54.15	12.00	5,415	31.96	1,173,600	28	
		3	50.70	11.99	5,070	29.99	2,098,100	28	中止時間長し
		5	49.16	12.00	4,916	29.00	10,100,000	26	破壊せず
		7	47.38	11.99	4,738	28.00	1,114,400	25	
		4	47.38	12.00	4,738	27.96	4,631,100	27	
		6	45.92	12.01	4,592	27.00	10,101,600	27	破壊せず
		8	44.00	11.99	4,400	26.00	10,114,900	25	破壊せず

第 20 表 坩堝製低 Mn 鋼疲労試験成績

鋼番 號	化 學 成 分	試 驗 片 番 號 No.	荷 重 W kg	破 壊 の 直 徑 d mm	最 大 曲 げ モー メント Pl kg. mm	最 大 應 力 σ kg/ mm ²	繰 返 回 數 n	室 温 °C	備 考
12	C 0.21 Mn 1.63	1	57.39	12.14	5,739	32.67	81,000	22	
		2	52.94	12.13	5,294	30.21	228,300	22	
		3	50.89	12.20	5,089	28.55	931,300	21	
		6	48.10	12.16	4,810	27.24	1,625,100	21	
		4	46.44	12.04	4,644	27.10	2,704,500	22	
		5	45.41	11.97	4,541	27.00	10,101,100	22	破壊せず
		7	43.45	11.94	4,345	26.00	10,100,600	21	破壊せず
13	C 0.22 Mn 1.52	10	60.99	12.00	6,099	35.95	287,300	18	
		9	57.61	12.00	5,761	34.00	819,100	21	
		3	54.29	12.03	5,429	31.76	1,463,400	19	
		7	52.46	12.06	5,246	30.47	2,917,800	22	
		4	50.89	12.00	5,089	30.00	10,100,000	20	破壊せず
14	C 0.23 Mn 1.39	2	64.30	12.00	6,430	37.90	132,900	21	
		3	60.09	11.95	6,009	35.87	174,200	21	
		4	59.30	12.02	5,930	34.78	1,059,300	24	
		1	57.68	12.00	5,768	34.00	1,060,300	22	
		5	55.91	12.01	5,591	32.87	1,805,700	24	
		9	54.22	11.995	5,422	32.00	2,115,700	24	
		10	52.39	11.985	5,239	31.00	10,200,000	24	破壊せず
		11	50.83	11.995	5,083	30.00	10,186,300	21	破壊せず
		6	53.88	11.970	5,388	32.00	2,353,400	23	頸部より破壊
		7	52.59	12.00	5,259	31.00	5,595,400	22	頸部より破壊

第 21 表 坩堝製低 Mn 鋼疲労試験成績

鋼番 號	化 學 成 分	試 驗 片 番 號 No.	荷 重 W kg	破 壊 の 直 徑 d mm	最 大 曲 げ モー メント Pl kg. mm	最 大 應 力 σ kg/ mm ²	繰 返 回 數 n	室 温 °C	備 考
15	C 0.21 Mn 1.77	8	62.77	12.00	6,277	37.00	259,500	24	
		1	60.77	11.98	6,077	36.00	315,400	26	
		5	59.30	12.00	5,930	34.91	992,200	25	
		7	57.68	12.00	5,768	34.00	2,082,400	24	
		2	57.46	11.99	5,746	33.95	268,500	26	
		6	55.98	12.00	5,598	33.00	10,100,500	26	破壊せず
		3	54.22	12.00	5,422	32.00	10,117,300	25	破壊せず
16	C 0.21 Mn 2.01	4	52.59	12.00	5,259	31.00	10,100,000	25	破壊せず
		7	62.45	11.98	6,245	37.00	276,500	28	
		1	60.84	12.00	6,084	35.91	586,800	26	
		3	57.10	11.98	5,710	33.82	1,263,700	26	
16	C 0.21 Mn 2.01	6	56.33	12.05	5,633	33.00	10,100,000	26	破壊せず
		4	54.01	11.98	5,401	32.00	10,100,000	26	破壊せず

第 22 表 坩堝製低 Mn 鋼疲労試験成績

鋼番 號	化 學 成 分	試 驗 片 番 號 No.	荷 重 W kg	破 壊 の 直 徑 d mm	最 大 曲 げ モー メント Pl kg. mm	最 大 應 力 σ kg/ mm ²	繰 返 回 數 n	室 温 °C	備 考
17	C 0.23 Mn 1.99	1	58.49	11.94	5,849	35.00	110,200	19	
		3	54.05	11.89	5,405	32.75	238,800	20	
		2	56.40	12.10	5,640	32.42	439,500	20	
		4	53.34	11.93	5,334	32.00	1,037,900	21	
		5	51.42	11.94	5,142	30.80	2,012,700	20	
		6	49.88	11.92	4,988	30.00	10,100,300	20	破壊せず
		7	46.30	11.76	4,630	29.00	10,100,600	20	破壊せず
18	C 0.21 Mn 2.33	2	71.25	12.03	7,125	41.70	354,400	22	
		4	69.64	12.01	6,964	40.78	252,400	22	
		1	65.02	11.85	6,502	39.80	1,651,500	22	
		3	65.50	12.00	6,550	39.00	1,167,400	21	
		5	63.98	12.00	6,398	37.71	4,622,600	24	
		6	60.60	11.93	6,060	36.45	4,095,000	24	
		7	60.62	11.97	6,062	36.00	10,100,000	24	破壊せず
		8	58.49	11.94	5,849	35.00	10,100,000	24	破壊せず

第 23 表 坩堝製低 Mn 鋼疲労試験成績

鋼番 號	化 學 成 分	試 驗 片 番 號 No.	荷 重 W kg	破 壊 の 直 徑 d mm	最 大 曲 げ モー メント Pl kg. mm	最 大 應 力 σ kg/ mm ²	繰 返 回 數 n	室 温 °C	備 考
19	C 0.24 Mn 0.62	4	60.31	11.95	6,031	36.00	72,500	21	
		3	57.47	11.99	5,747	33.96	360,100	21	
		1	54.29	12.00	5,429	32.00	1,070,600	21	
		5	52.33	11.985	5,233	30.96	1,146,200	21	
		7	50.39	11.98	5,039	29.85	2,944,700	21	
		6	48.04	11.905	4,804	29.00	10,101,600	20	破壊せず
		8	46.56	11.92	4,656	28.00	10,100,000	22	破壊せず
		2	51.02	12.01	5,102	30.00	4,555,500	22	頸部より破壊
20	C 0.25 Mn 1.11	7	62.61	11.99	6,261	37.00	121,600	23	
		6	59.15	12.04	5,915	34.52	550,800	23	
		2	56.82	11.94	5,682	34.00	665,400	22	
		1	54.02	12.00	5,402	31.84	1,693,600	22	
		4	52.20	11.97	5,220	31.00	10,100,000	23	破壊せず
		5	50.64	11.98	5,064	30.00	10,100,000	22	破壊せず
21	C 0.26 Mn 1.25	3	50.77	11.99	5,077	30.00	5,435,900	22	頸部より破壊
		8	62.77	12.00	6,277	37.00	251,500	23	
		1	61.07	12.00	6,107	36.00	393,400	24	
		2	57.68	12.02	5,768	33.83	648,400	22	
		7	55.98	12.00	5,598	33.00	1,433,900	23	
		5	55.91	12.02	5,591	32.79	660,600	22	
		3	54.29	12.00	5,429	32.00	10,125,200	23	破壊せず
		6	54.22	12.00	5,422	32.00	10,100,300	23	破壊せず
21	C 0.26 Mn 1.25	4	52.59	12.00	5,259	31.00	10,103,400	24	破壊せず

第 24 表 坩堝製低 Mn 鋼疲労試験成績

鋼番 號	化 學 成 分	試 驗 片 番 號 No.	荷 重 W kg	破 壊 の 直 徑 d mm	最 大 曲 げ モー メント Pl kg. mm	最 大 應 力 σ kg/ mm ²	繰 返 回 數 n	室 温 °C	備 考
22	C 0.24 Mn 1.40	9	61.00	11.995	6,100	36.00	179,800	28	
		1	55.97	11.90	5,597	33.83	1,400,700	29	
		2	54.06	12.06	5,406	31.43	1,536,100	29	
		8	52.52	11.995	5,252	31.00	3,341,000	28	
		5	52.13	11.98	5,213	30.88	3,199,900	28	
		10	50.13	11.94	5,013	30.00	10,165,000	26	破壊せず
		3	50.70	11.985	5,070	30.00	10,103,000	26	破壊せず
		7	49.14	11.995	4,914	29.00	10,492,600	28	破壊せず
23	C 0.25 Mn 1.67	1	64.39	12.00	6,439	37.96	164,300	23	
		2	60.92	12.01	6,092	35.82	127,800	23	
		3	57.61	12.00	5,761	34.00	533,700	22	
		8	55.84	12.06	5,584	32.43	1,229,600	22	
		4	54.36	12.13	5,436	31.02	998,200	22	
		7	52.59	12.00	5,259	31.00	1,396,900	24	
23	C 0.25 Mn 1.67	5	50.83	12.00	5,083	30.00	10,100,000	25	破壊せず
		6	49.14	12.00	4,914	29.00	10,100,600	23	破壊せず

第 25 表 坩堝製低 Mn 鋼疲労試験成績

鋼番 號	化 學 成 分	試 驗 片 番 號 No.	荷 重 W kg	破 壊 の 直 徑 d mm	最 大 曲 げ モー メント Pl kg. mm	最 大 應 力 σ kg/ mm ²	繰 返 回 數 n	室 温 °C	備 考
24	C 0.25 Mn 1.78	4	65.58	11.965	6,558	39.00	162,700	22	
		5	62.53	11.985	6,253	37.00	372,900	23	
		8	60.62	11.97	6,062	36.00	479,500	22-6	
		6	58.93	11.98	5,893	34.91	1,728,100	21	
		7	56.82	11.94	5,682	34.00	10,100,000	21	破壊せず
		3	54.73	11.91	5,473	33.00	10,100,000	21	破壊せず
		2	50.64	11.98	5,064	30.00	10,100,000	20	破壊せず
		1	47.98	11.90	4,798	29.00	10,100,000	22	破壊せず
25	C 0.26 Mn 2.34	8	70.98	11.985	7,098	42.00	219,500	31	
		4	67.35	11.99	6,735	39.80	603,400	30	
		1	63.91	12.005	6,391	37.62	775,200	28	
		3	62.46	11.99	6,246	36.91	1,051,000	30	
		2	60.77	11.98	6,077	36.00	10,100,000	28	破壊せず
		7	58.78	11.96	5,878	35.00	10,100,000	30	破壊せず
25	C 0.26 Mn 2.34	6	57.32	11.975	5,732	34.00	10,100,000	29	破壊せず

第 26 表 坩堝製低 Mn 鋼疲勞試驗成績

Table with 10 columns: 鋼番號, 化學成分, 試驗片番號 No., 荷重 W kg, 破面直徑 d mm, 最大曲率 mm, 最大應力 kg/mm², 線返回數 n, 室溫 °C, 備考. Rows include data for C 0.29 Mn 0.26, C 0.30 Mn 1.40, and C 0.28 Mn 2.24.

第 28 表 坩堝製低 Mn 鋼疲勞試驗成績

Table with 10 columns: 鋼番號, 化學成分, 試驗片番號 No., 荷重 W kg, 破面直徑 d mm, 最大曲率 mm, 最大應力 kg/mm², 線返回數 n, 室溫 °C, 備考. Rows include data for C 0.33 Mn 1.76, C 0.36 Mn 2.33, and C 0.39 Mn 1.51.

第 27 表 坩堝製低 Mn 鋼疲勞試驗成績

Table with 10 columns: 鋼番號, 化學成分, 試驗片番號 No., 荷重 W kg, 破面直徑 d mm, 最大曲率 mm, 最大應力 kg/mm², 線返回數 n, 室溫 °C, 備考. Rows include data for C 0.37 Mn 0.71 and C 0.34 Mn 1.44.

9. 坩堝鋼試料の疲勞試驗結果

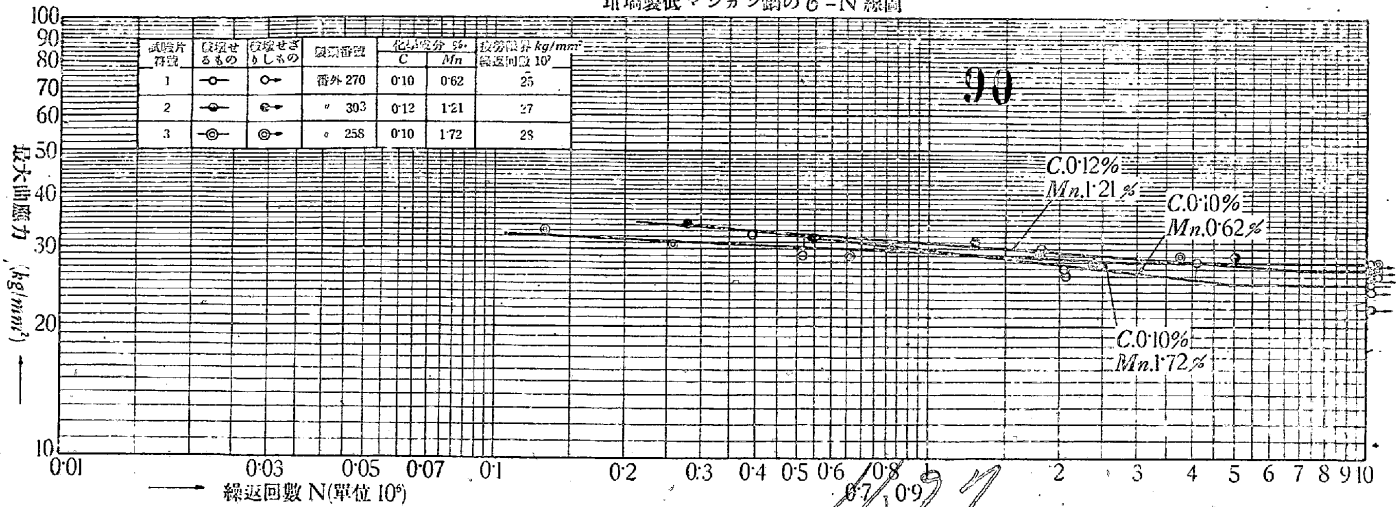
坩堝鋼の各種成分の低 Mn 鋼試料に於て疲勞試驗を行った結果の數値は第 16~28 表及第 29 表に示される。それによると疲勞限界の抗張力及下降伏點に對する比率は常に一定ではなかつた。それ等の場合の線返應力(σ)と線返回數(N)との關係を線圖に示すと、第 77~89 圖の如くである。而して其の疲勞限度と化學成分との關係を示すべき立體模型圖は第 90 圖に示される。それ等の疲勞限

第 29 表 坩堝製低 Mn 鋼の疲勞試驗結果

Table with 15 columns: 鋼番號, C (%), Mn (%), 疲勞限界 kg/mm², 疲勞限界 抗張力, 疲勞限界 下降伏點, 鋼番號, C (%), Mn (%), 疲勞限界 kg/mm², 疲勞限界 抗張力, 疲勞限界 下降伏點, 鋼番號, C (%), Mn (%), 疲勞限界 kg/mm², 疲勞限界 抗張力, 疲勞限界 下降伏點.

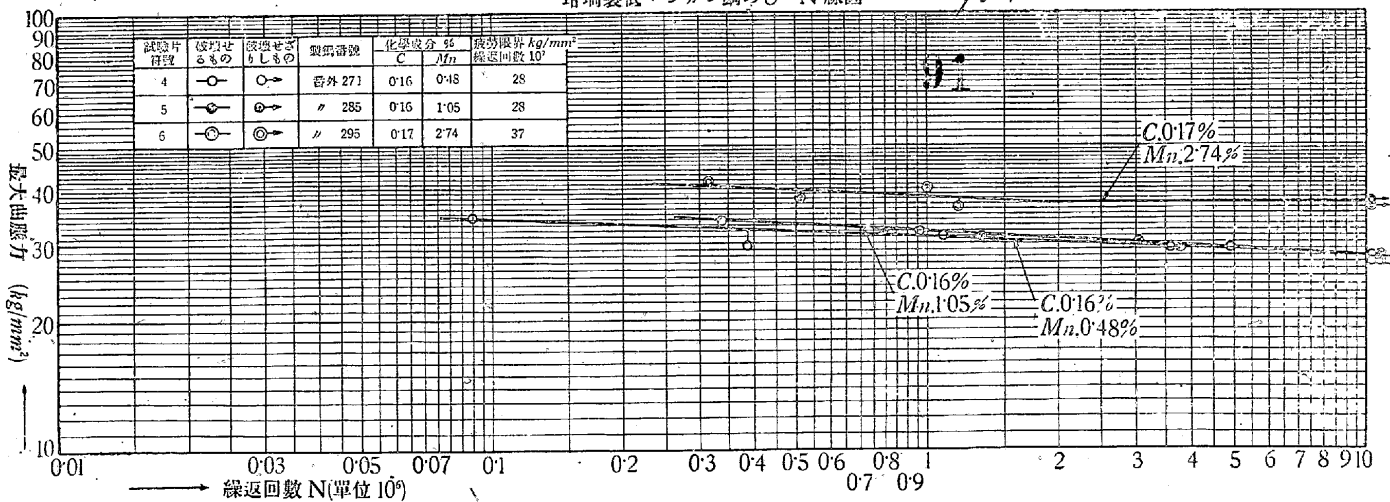
第 77 圖

坩堝製低マンガン鋼の σ -N 線圖



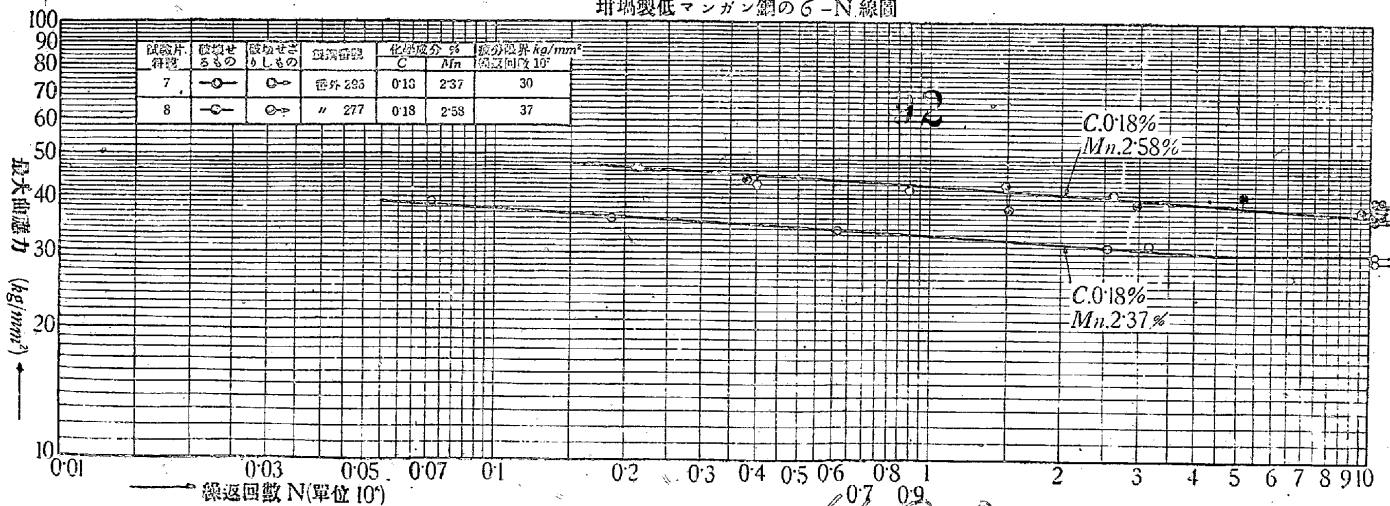
第 78 圖

坩堝製低マンガン鋼の σ -N 線圖



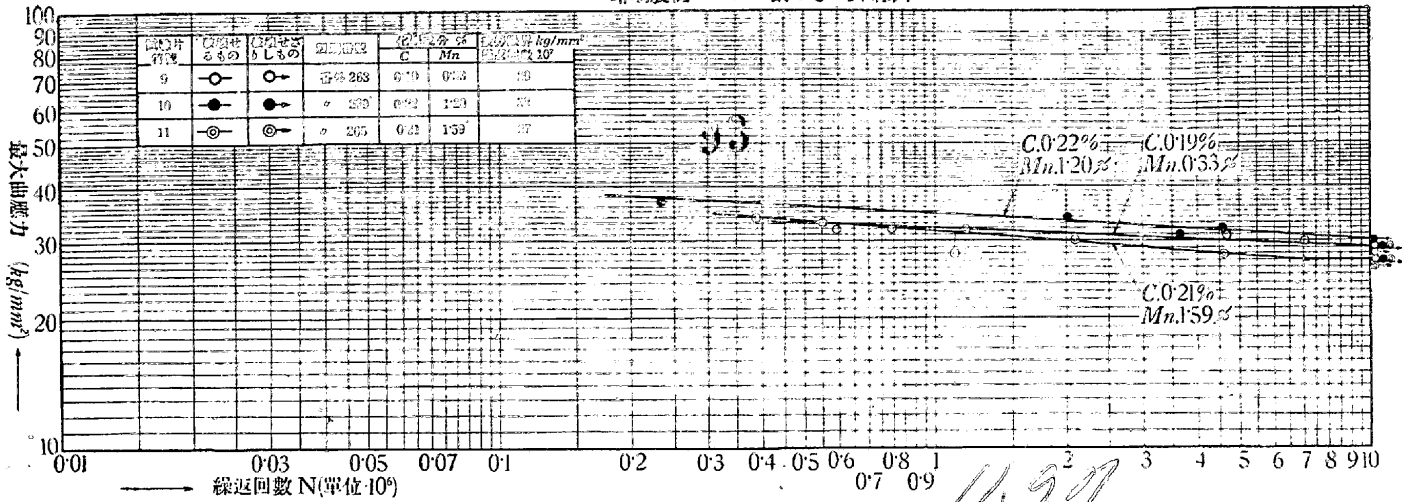
第 79 圖

坩堝製低マンガン鋼の σ -N 線圖



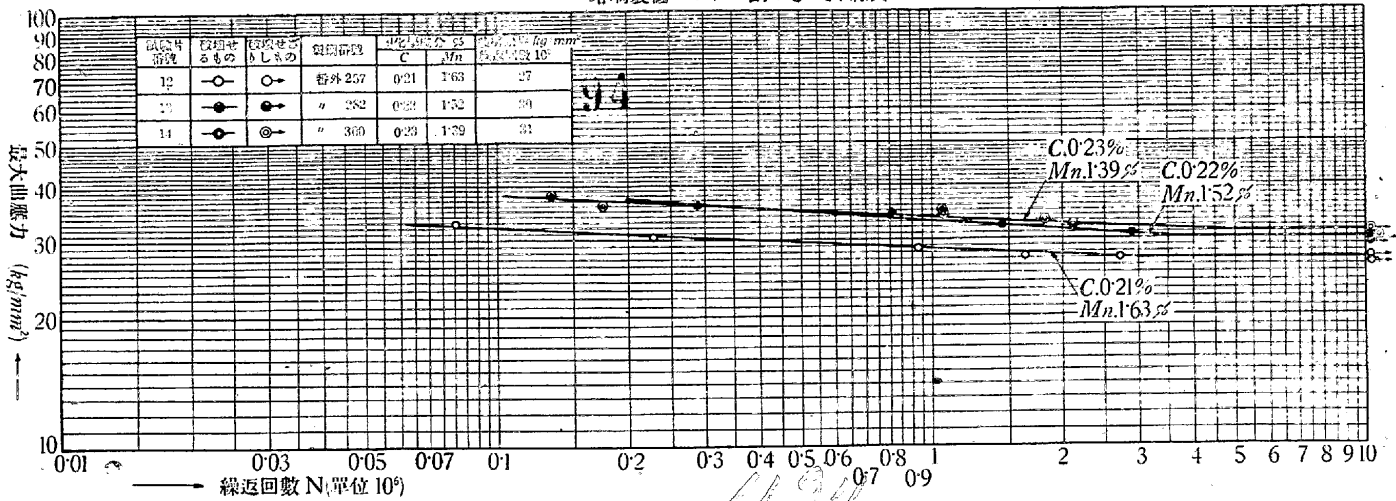
第 80 圖

坩堝製低マンガン鋼の σ -N線圖



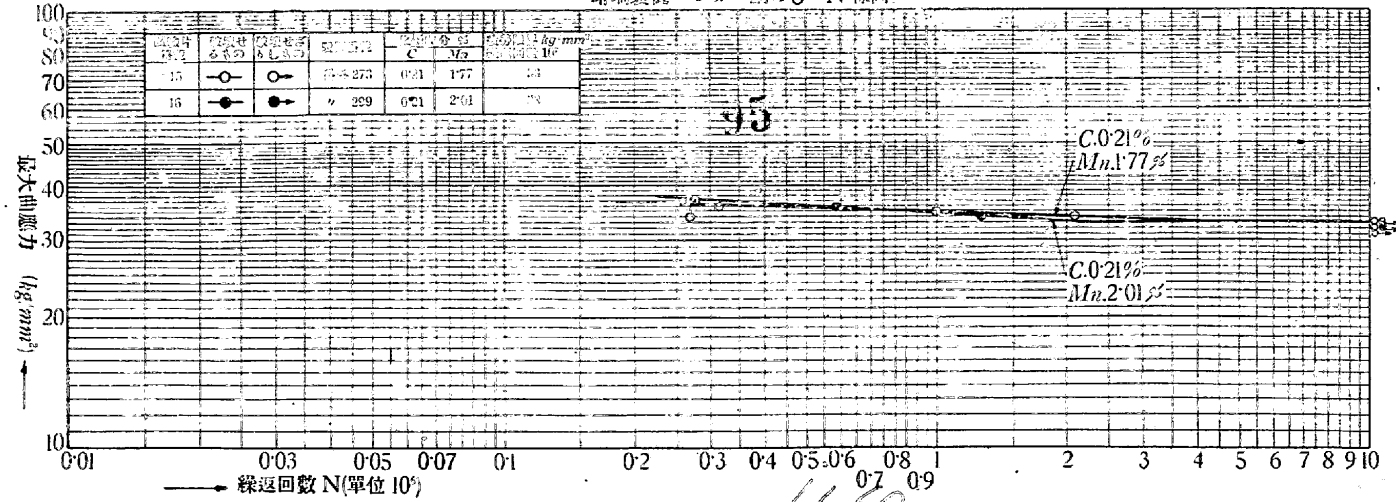
第 81 圖

坩堝製低マンガン鋼の σ -N線圖



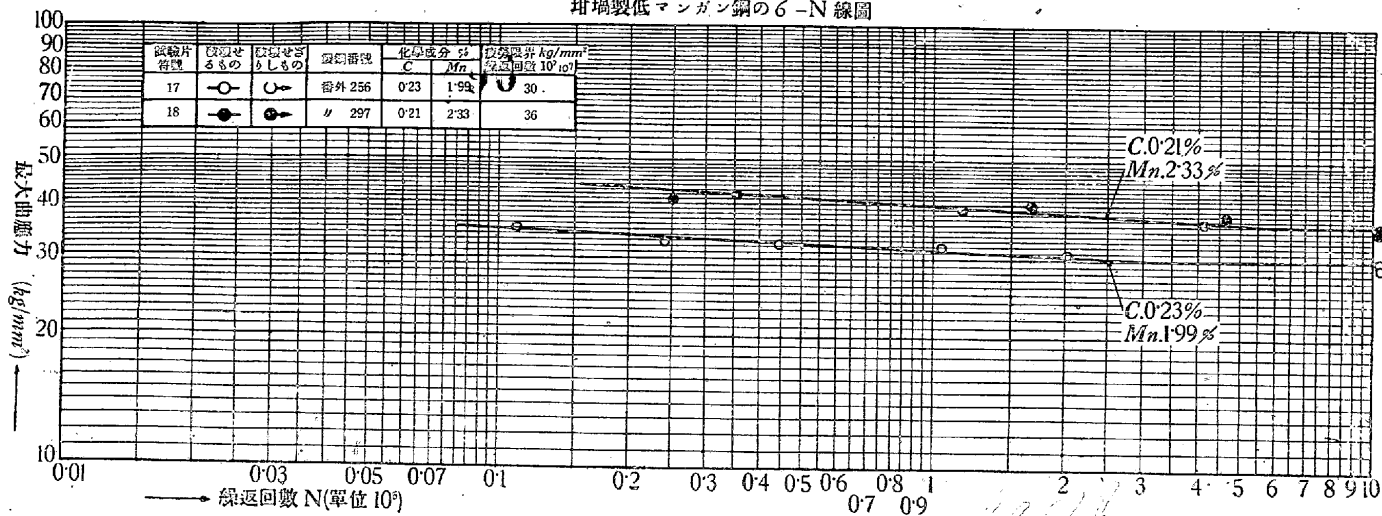
第 82 圖

坩堝製低マンガン鋼の σ -N線圖



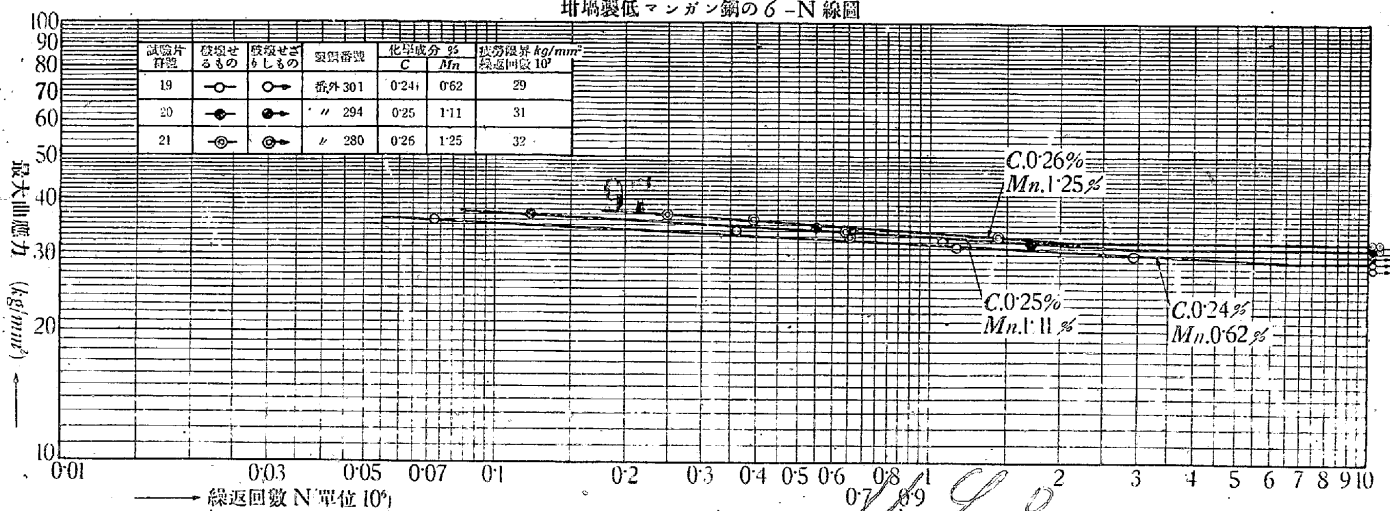
第 83 圖

坩堝製低マンガン鋼の σ -N 線圖



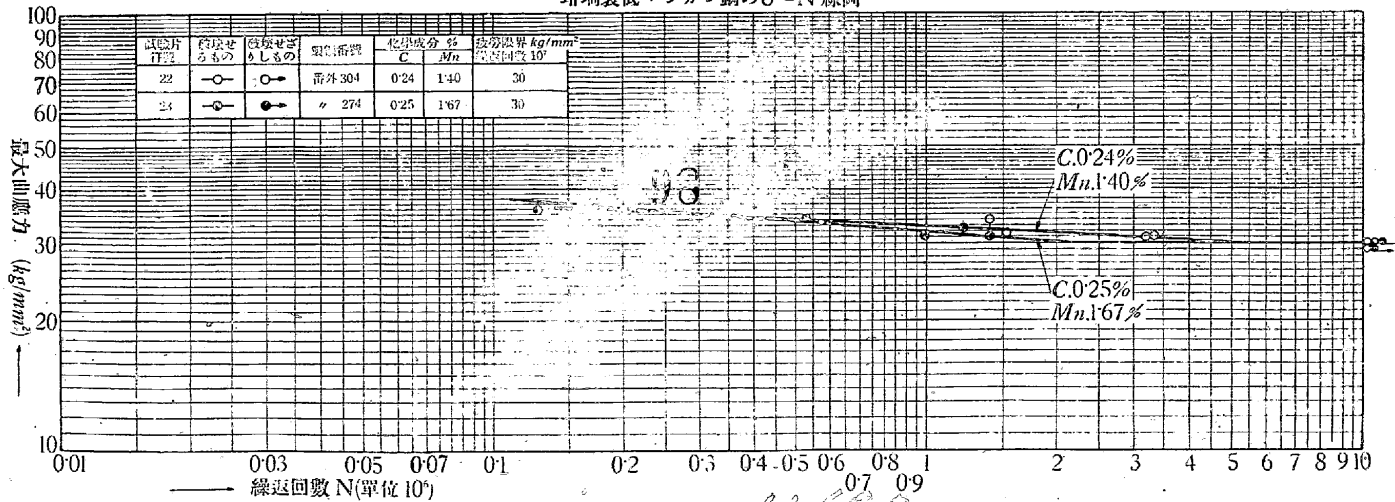
第 84 圖

坩堝製低マンガン鋼の σ -N 線圖



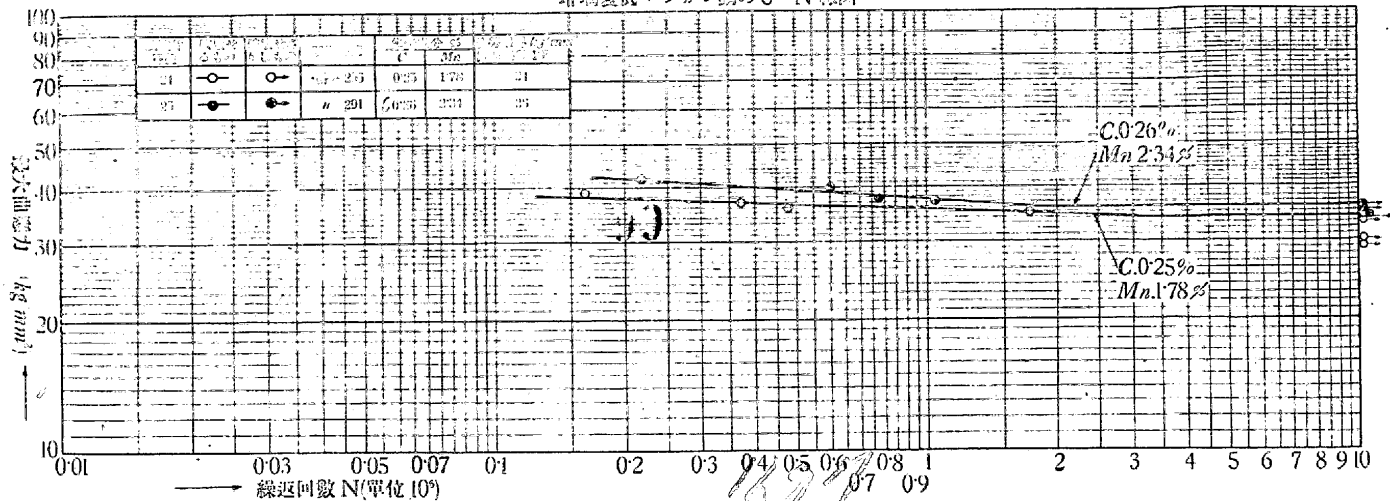
第 85 圖

坩堝製低マンガン鋼の σ -N 線圖



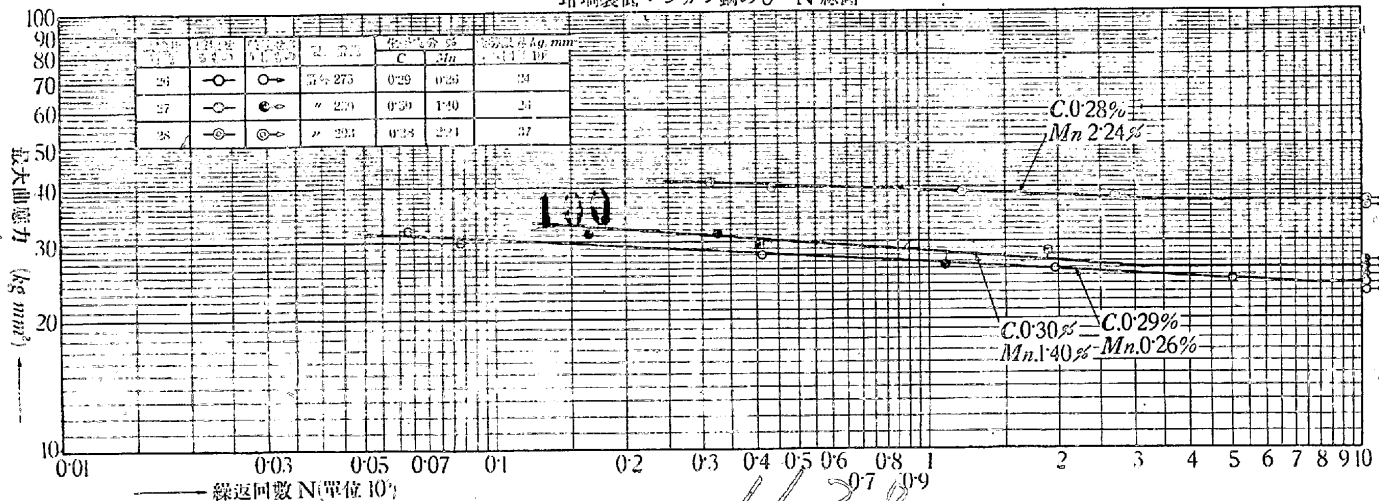
第 86 圖

坩堝製低マンガン鋼の σ -N線圖



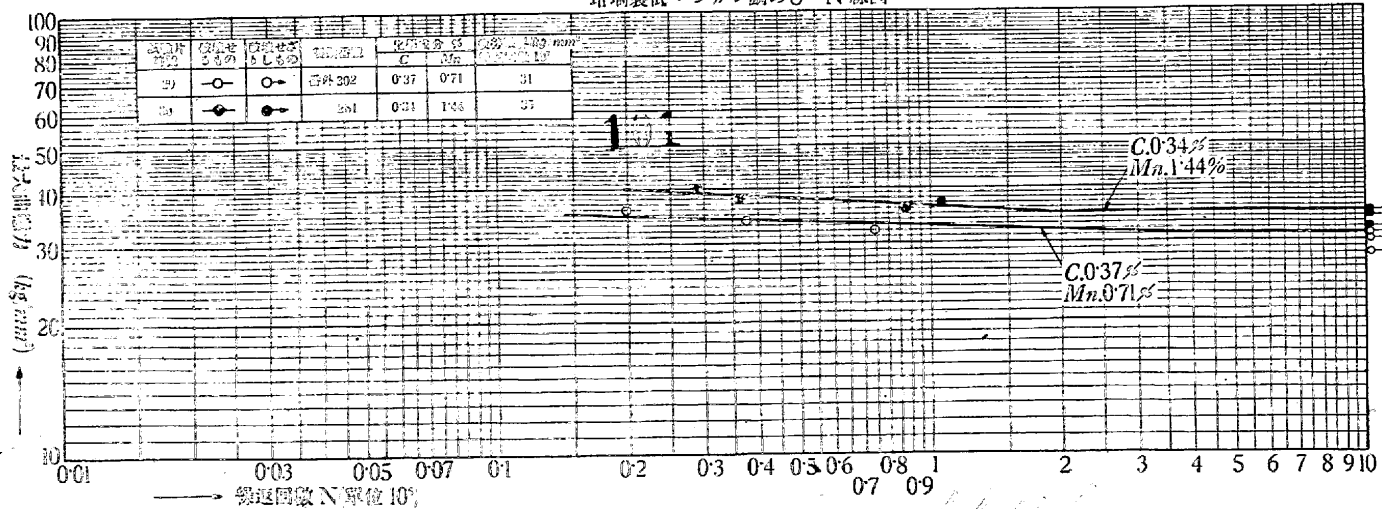
第 87 圖

坩堝製低マンガン鋼の σ -N線圖



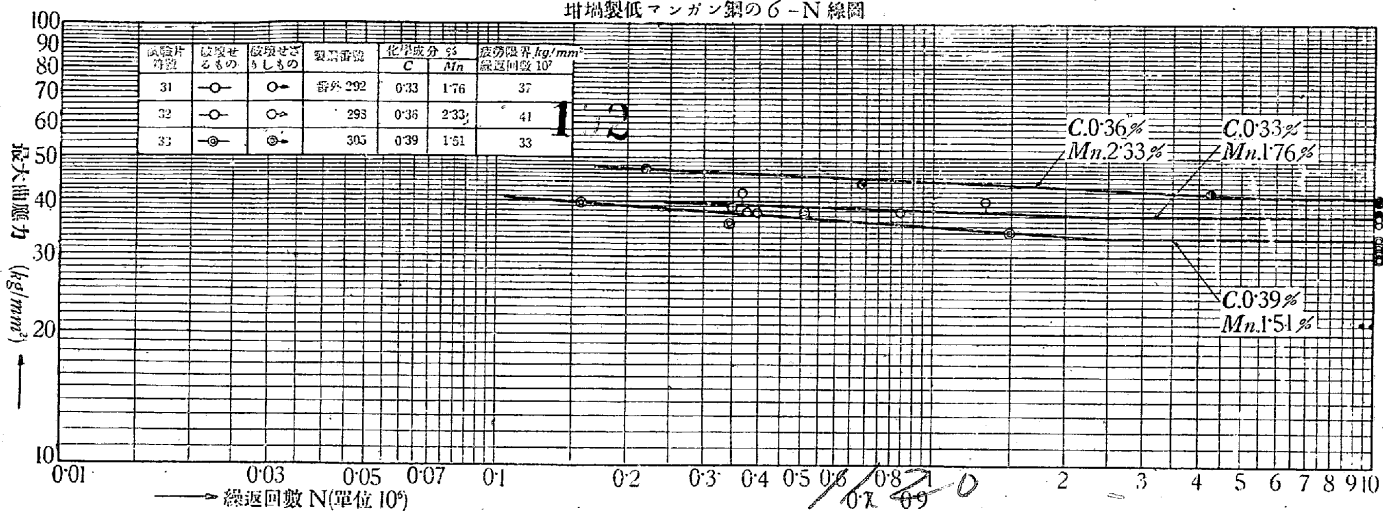
第 88 圖

坩堝製低マンガン鋼の σ -N線圖



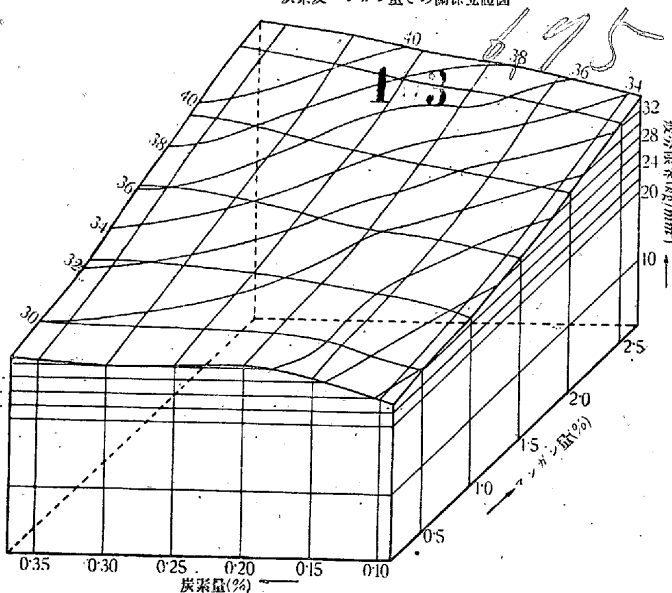
第 89 圖

坩堝製低マンガン鋼の σ -N 線圖



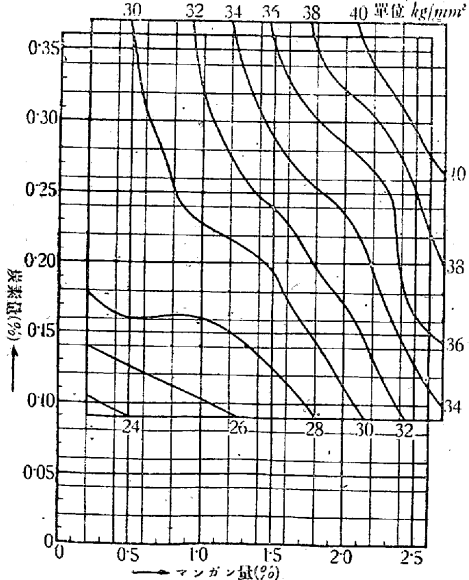
第 90 圖

坩堝製低マンガン鋼の疲労限界と炭素及マンガン量との關係立體圖



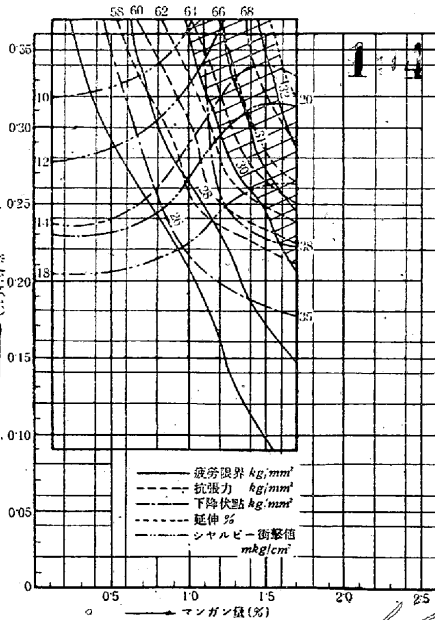
第 91 圖

坩堝鋼の等疲労限界線圖



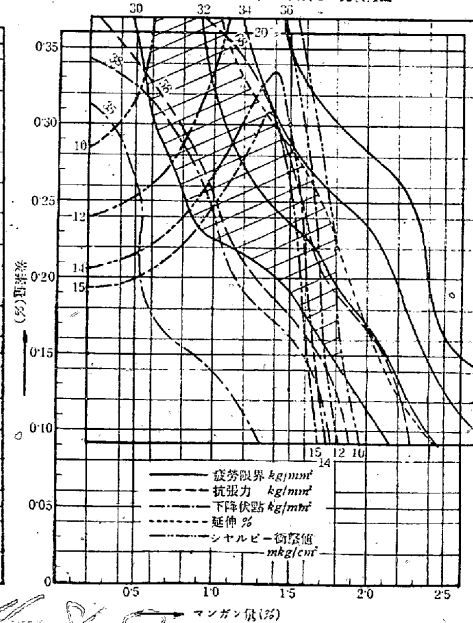
第 92 圖

各種成分の平爐鋼低マンガン鋼の疲労限度と機械的性質との比較線圖



第 93 圖

各種成分の坩堝鋼低マンガン鋼の疲労限度と機械的性質との比較線圖



界線圖は第 91 圖に示される。それによると疲労限界は C 量及 Mn 量を増すにつれて増加して居る。例へば疲労限度 30 kg/mm² に相當する成分としては C 0.30%, Mn 0.62%; C 0.25%, Mn 0.82%; C 0.20%, Mn 1.44% を要する。

坩堝鋼に於ても多少程度の差はあるも平爐鋼に於て述べし如く炭素量を増し疲労限度を一定に保持する事はシャルピー衝撃値の立場より許されず。尙試料の組織の均一で小なる且縦断面及横断面共に層状を示さぬものは普通よりも疲労限度が高かつた。(例へば鋼番号 21 及 24 試料) 之に反して不均一組織, 偏析, Slag 線, 層状等のある試料では疲労限度は特に低かつた。(例へば鋼番号 26 鋼番号 27 試料)

10. 平爐鋼及坩堝鋼兩試料の比較

平爐鋼と坩堝鋼を比較するに第 92 圖及第 93 圖よりわかる様に例へば疲勞限度 30 kg/mm^2 を得る爲には $C 0.20\%$ なる場合平爐鋼では $Mn 1.72\%$, 坩堝鋼では $Mn 1.42\%$ であつて平爐鋼は坩堝鋼よりも同じ疲勞限度を得るに大なる Mn 量を要する. 故に平爐法に於ても精鍊法如何によつては Mn 量を節約し得るやを暗示する. 構造用高力鋼としては強さの見地より疲勞限度 30 kg/mm^2 以上, 而して衝擊値 10 mkg/cm^2 以上工作上の見地より延伸 20% 以上を標準にとれば平爐鋼に於ては第 92 圖に示す線圖のハッチした成分範圍が適當である.

即ち

- $C 0.30\%$ なるときは Mn 量最小 1.18%
- $C 0.25\%$ なるときは Mn 量最小 1.45%
- $C 0.20\%$ なるときは Mn 量最小 1.72%

而して平爐鋼の抗張力 60 kg/mm^2 に相當し疲勞限度 30 kg/mm^2 を保持し得る成分としては $C 0.23\%$, $Mn 1.55\%$ である. 圖中環線(-----)の範圍は D 鋼の現在規格抗張力 $58 \sim 68 \text{ kg/mm}^2$ の範圍である. 又同様に坩堝鋼に於ては第 93 圖に示す線圖のハッチした成分範圍が適當である.

即ち

- $C 0.30\%$ なるときは Mn 量 $0.62\% \sim 1.40\%$
- $C 0.25\%$ なるときは Mn 量 $0.82\% \sim 1.70\%$
- $C 0.20\%$ なるときは Mn 量 $1.42\% \sim 1.80\%$

圖中環線(-----)の範圍は D 鋼現在規格の抗張力範圍である.

11. 結 論

以上の實驗結果より次の如く結論される.

1) 平爐鋼低 Mn 鋼の成分範圍 $C 0.10\% \sim 0.36\%$ 及 $Mn 0.25\% \sim 1.56\%$ の試料及坩堝鋼低 Mn 鋼の成分範圍 $C 0.10\% \sim 0.37\%$ 及 $Mn 0.33 \sim 2.34\%$ の試料に於ては靜的強さ, 衝擊値及疲勞限度と化學成分との關係は線圖に示す如くである.

2) 平爐鋼に於ては同じ疲勞限度を得るに坩堝鋼に於てもより大なる Mn 含有量を要する.

3) 抗張力が同じであつても組織粒子均一にして小なる且試料の横断面及縦断面共に層狀組織を示さざる場合は疲勞限度は大であつた. 而して層狀組織, スラグ線, 偏析等ある場合は疲勞限度は小であつた.

4) 強さの見地より疲勞限度を與へ且衝擊値を考慮し一方に於て工作上的見地より伸びの最低限を與へれば此の線圖から C 及 Mn の量に對して或る範圍を定める事が出来る. 其の例は第 10 節末尾に述べた如くである.

5) 尙熔接の見地から炭素量を低くすれば之に應じて Mn 量を増すことによりて疲勞限度を一定に保持し得られる.

終に臨み御懇篤なる御指導を忝ふしたる東京帝國大學教授小野鑑正博士に深甚なる謝意を表し. 尙御高庇を賜りたる鶴瀨研究所長に厚く感謝の意を表する.