

昭和八年九月二十五日發行

論 說

大斷面を有する鋼塊を使用せる鍛材の内部性質

(第8回研究部會 第4回製鋼部會講演)

中 村 道 方*

目 次

(I) 緒 言

(II) 鍛鍊度の實驗

- | | |
|----------------------|----------------------|
| (1) 鍛鍊係數2:3, 18吨鋼塊の例 | (6) 鍛鍊係數2:3, 17吨鋼塊の例 |
| (2) 同 1:3, 同 | (7) 同 1:3, 同 |
| (3) 同 1:5, 同 | (8) 同 2:9, 同 |
| (4) 同 1:6, 同 | (9) 同 1:5, 同 |
| (5) 同 1:10, 同 | (10) 鍛鍊度と抗張力性 |

(III) 鍛材の横斷偏析と材性率

- | | |
|-------------|-----------------|
| (1) 材性率 | (3) 鍛材の方向性 |
| (2) 鍛材の横斷偏析 | (4) 偏析率と材性率との關係 |

(IV) 鋼塊の先天性

- | | |
|----------------------------|---------------------------|
| (1) 實驗に使用せる鋼塊 | (7) 鑄造方法の改良 |
| (2) 試料の位置及方向 | (8) 20吨鋼塊鍛鍊係數 1:3 鍛材の分析値 |
| (3) 鍛鍊係數2:3 鍛材試験片の化學成分 | (9) 本鑄造法に依る鋼塊の偏析 |
| (4) 20吨鋼塊鍛鍊係數 2:3 鍛材の材料試験値 | (10) 20吨鋼塊鍛鍊係數 1:3 鍛材の方向性 |
| (5) 熱處理の影響 | (11) 鍛鍊係數 1:3 鍛材の方向性 |
| (6) 20吨鋼塊鍛鍊係數 2:3 鍛材の材性率 | (12) 20吨鋼塊を使用せる鍛材のEm面 |

(V) 結 論

(I) 緒 言

船用内燃機曲軸、交流發電機回轉子軸等の破損せる例は内外共に相當の數に上つて居る筆者も此種鍛材の製作に従事せる立場にあり最大の關心を有する者の一人であるから直徑 1,230 mm 乃至 1,450 mm の鹽基性電氣鋼塊を製作し此等を使用せる鍛材の内部性質に追究する事とせり、周

知の如く大斷面を有する鋼塊にて作られたる鍛材は外部、低部、逆偏析部の機械的性質は良好なるも環狀幽痕部以内及頂部偏析部のそれは概して不良なるものである、而して之等の不良部を直接應力に曝されざる如く鍛造し或は斯る不良部を除去する如く設計するが從來採り來りたる一般の方針であるが半固定式曲軸や回轉子軸の如き鍛材にありては上述の方針を採用する事は不可能であるから、此等の製作に當りては多方面より追究し萬遺漏なきを期す可きであると思ふ。本研究は鍛材の内部性質と鋼塊の先天性、鍛鍊度、熱處理等の關係につき追求せるもので材性率なる用語を引用する事によりこれを説明せんと企てたり。

(II) 鍛鍊度の實驗

鍛材にありては内外共に鍛鍊係數の規定がある、従つてこれに適合する如く鋼塊の斷面を選定せねばならぬのであるが或る場合にありては、此の規定あるがため著しく大斷面を有する鋼塊を必要とし經濟的生産を不可能ならしむる場合をも生ずるのである。

換言すれば要求する鍛材に對して鍛鍊度を大とすればする程鋼塊の斷面を大とせねばならぬ、然るに此の事實は鋼塊の偏析を益々大ならしむる結果となり、縱令鍛鍊度を大にする事に依り鍛材の性質を改善し得るものと假定するも鋼塊の先天性の劣化に依る惡影響は考慮に取らねばならぬと思はれる。

筆者は第1表に示す如き數字を有する 18 吨鋼塊 5 本を製作し其の良質部及不良部を各 2/3、1/3、1/5、1/6、1/10、の 5 種の鍛鍊係數に鍛造して其方向性を求め續いて 17 吨鋼塊 4 本につき 2/3、1/3、2/9、1/5 の鍛鍊係數に於ける

* 三菱造船株式會社社長崎造船所

同様な性質を求めたり。

第1表 使用鋼塊の主要數字

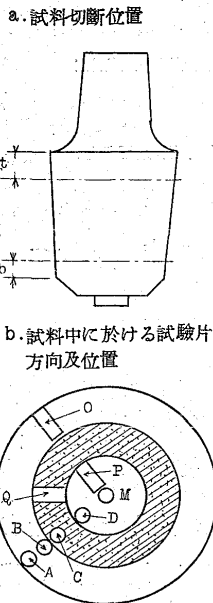
	18 吨鋼塊	17 吨鋼塊
断面形状	八角形	八角形
頂部内接圓直径	1,410mm	1,280mm
底部内接圓直径	1,320"	1,180"
平均斷面積	1,627,600mm ²	1,311,000mm ²
標準重量	18,600kg	17,900kg
鋼塊正味高さ	1,300mm	1,550mm

第2表 試料の位置

鍛鍊係數	18吨鋼塊不良部	同良質部
$\frac{2}{3}$	t 345mm	b 225mm
$\frac{1}{2}$	" 392"	" 132"
$\frac{1}{3}$	" 400"	" 135"
$\frac{1}{6}$	" 430"	" 245"
$\frac{1}{10}$	" 600"	" 170"

鍛鍊係數	17吨鋼塊不良部	同良質部
$\frac{2}{3}$	t 406mm	b 167mm
$\frac{1}{2}$	" 711"	" 109"
$\frac{1}{3}$	" 450"	" 100"
$\frac{1}{6}$	" 680"	" 70"

第1圖 試料の位置



を示し外部を除き内部全般に互り所謂絛狀幽痕の著しき存在を認めるがb部良質部は偏析を示さず一様な地質の分布せるを認む。

試料採集の位置は第2表に試験片の方向及位置は第1圖bに示し其分析値及材料試験値はそれぞれ第3表及第4表に之を掲げたり。

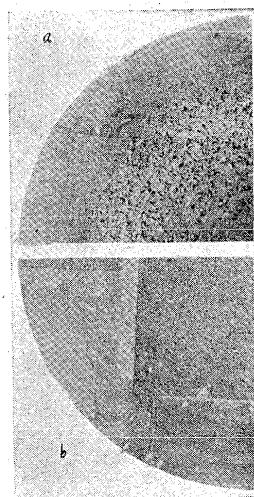
第3表 試験片の分析値 (1)

位置及試片	C	P	S	Mn	Si
a部 A	19	027	029	63	270
B	20	030	031	64	266
C	25	026	032	65	251
D	24	028	037	63	277
O	20	027	032	64	270
P	31	028	032	66	270
Q	22	027	029	65	247
b部 A	19	029	029	65	259
B	17	038	034	62	263
C	18	027	029	62	240
D	17	028	031	62	251
O	19	027	036	64	235
P	17	028	031	62	259
Q	22	028	029	61	269

第2圖

鍛鍊係數 2:3 鍛材の硫黄寫眞D×0.053

a, 不良部 b, 良質部



(1) 鍛鍊係數 2:3 の18 吨鋼塊の例 鋼番號 13,727

の18 吨鋼塊を 2:3 の比に鍛鍊せる例で硫黄寫眞は第2圖

a 及 b に示す、一見して明かなる如く a 部は頂部不良部

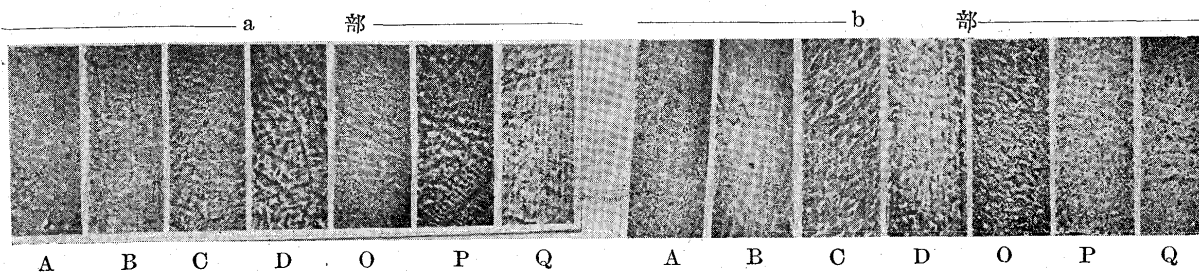
第4表 材料試験値 (1)

位置及 試片	抗張力 kg/mm ²	伸%	弾性限 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	絞%	アイゾット 衝擊値 m·kg	硬度
a部 A	56.4	34.0	29.2	32.5	67.3	6.4 10.0	156
B	49.1	32.0	29.2	32.5	61.4	5.8 6.4	153
C	62.6	18.0	35.7	39.6	42.7	3.8 4.8	187
D	59.8	25.0	32.5	35.7	39.4	4.0 4.0	179
O	54.5	28.0	32.5	35.7	54.0	2.1 2.8	163
P	56.5	6.0	35.7	39.0	13.8	2.2 2.4	179
Q	58.2	21.6	32.5	35.7	51.6	2.4 2.8	187

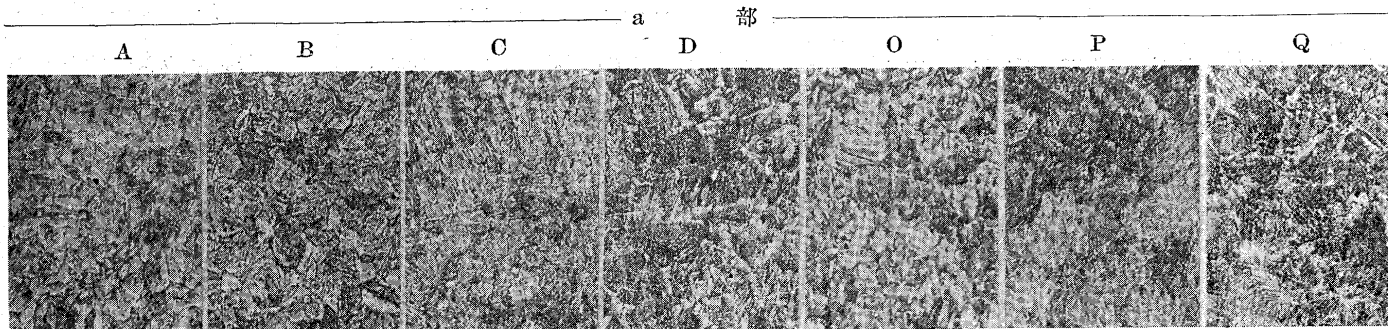
位置及 試片	抗張力 kg/mm ²	伸%	弾性限 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	絞%	アイゾット 衝擊値 m·kg	硬度
b部 A	48.1	36.0	29.2	29.2	69.0	7.8 8.0	143
B	46.8	32.0	22.7	26.0	54.9	9.0 11.0	143
C	47.5	31.0	29.2	29.2	51.6	6.0 6.5	137
D	46.6	30.8	29.2	32.5	49.0	2.2 2.6	137
O	49.7	33.4	26.2	32.5	67.3	6.0 6.2	149
P	48.0	32.0	29.2	29.2	63.1	6.1 5.4	143
Q	48.7	29.0	29.2	32.5	60.5	5.0 4.8	156

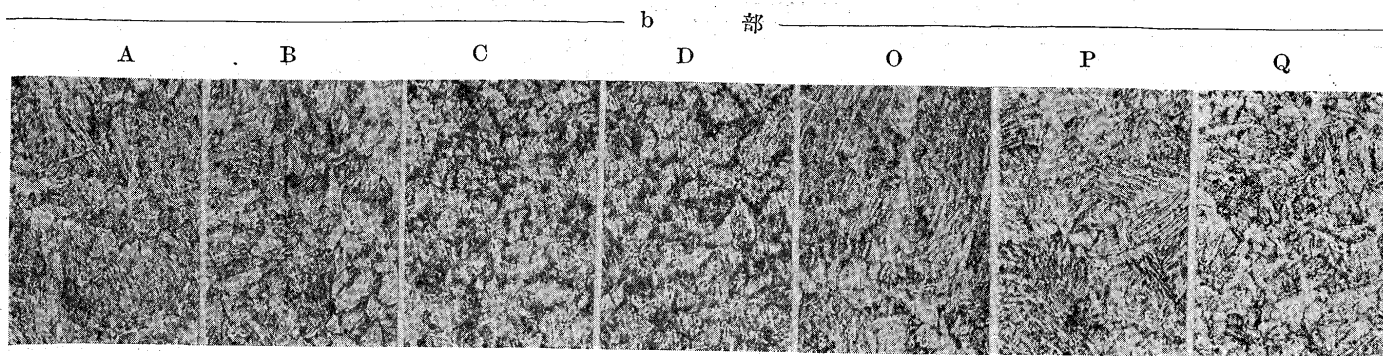
註、熱處理 880°C 水中急冷 680°C 再加熱徐冷 試料 75mm 内外の角材とし質量効果を可及的一様ならしめたり、實物寫眞 本試片のマクロ像は第3圖に示す。組織 本試片の顯微鏡組織は第4圖に示す。

第3圖 18 吨鋼塊鍛鍊係數 2:3 鍛材のマクロ像



第4圖 18 吨鋼塊鍛鍊係數 2:3 鍛材の組織 D約×133



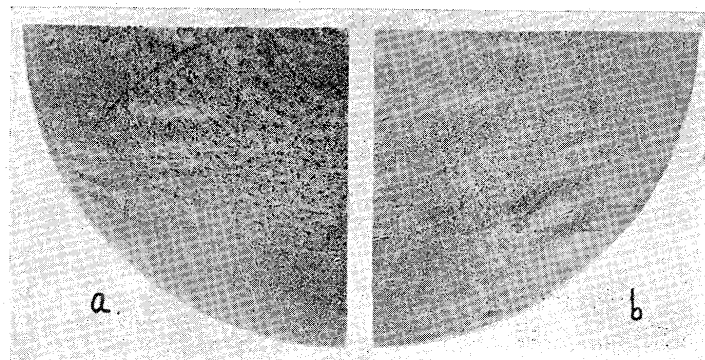


(2) 鍛錬係数 1:3 の 18 珥鋼塊の例 鋼番號 13723 の 18 珥鋼塊を 1:3 の比に鍛錬せる例で硫黄寫眞は第 5 圖 a 及 b に示す a 部は不良部を示し外部を除き内部全般に互り綫狀幽痕の存在を認めるが例(1)に比し遙に其程度軽く且細く分布せり。

b 部良質部は偏析を示さず一様な地質を示せり試料採集の位置は第 2 表に試験片の方向及位置は第 1 圖 b に示し其の分析値及材料試験値はそれぞれ第 5 表及第 6 表に掲げたり。

第 5 圖 鍛錬係数 1:3 鍛材の硫黄寫眞 D×1/2

a 不良部 b 良質部



第 6 表 試験片の分析値 (1)

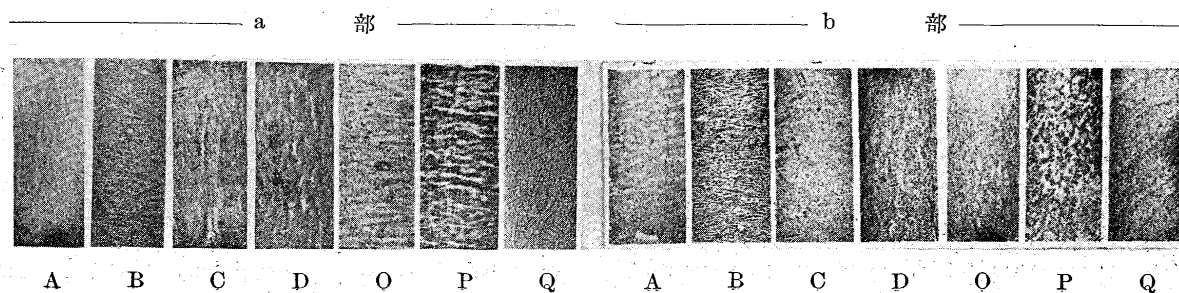
位置及 試片	C	P	S	Mn	Si	位置及 試片	C	P	S	Mn	Si	位置及 試片	C	P	S	Mn	Si
a部 A	0.18	0.029	0.034	0.63	0.275	P	0.24	0.027	0.034	0.66	0.298	C	0.13	0.027	0.026	0.61	0.275
B	0.17	0.027	0.032	0.65	0.270	Q	0.23	0.029	0.036	0.66	0.291	D	0.12	0.027	0.026	0.60	0.282
C	0.24	0.030	0.034	0.66	0.282							O	0.13	0.026	0.026	0.64	0.270
D	0.24	0.031	0.028	0.61	0.282	b部 A	0.13	0.027	0.029	0.64	0.282	P	0.12	0.027	0.028	0.58	0.268
O	0.17	0.027	0.031	0.66	0.282	B	0.13	0.025	0.026	0.62	0.275	Q	0.19	0.028	0.029	0.62	0.277

第 6 表 材料試験値 (2)

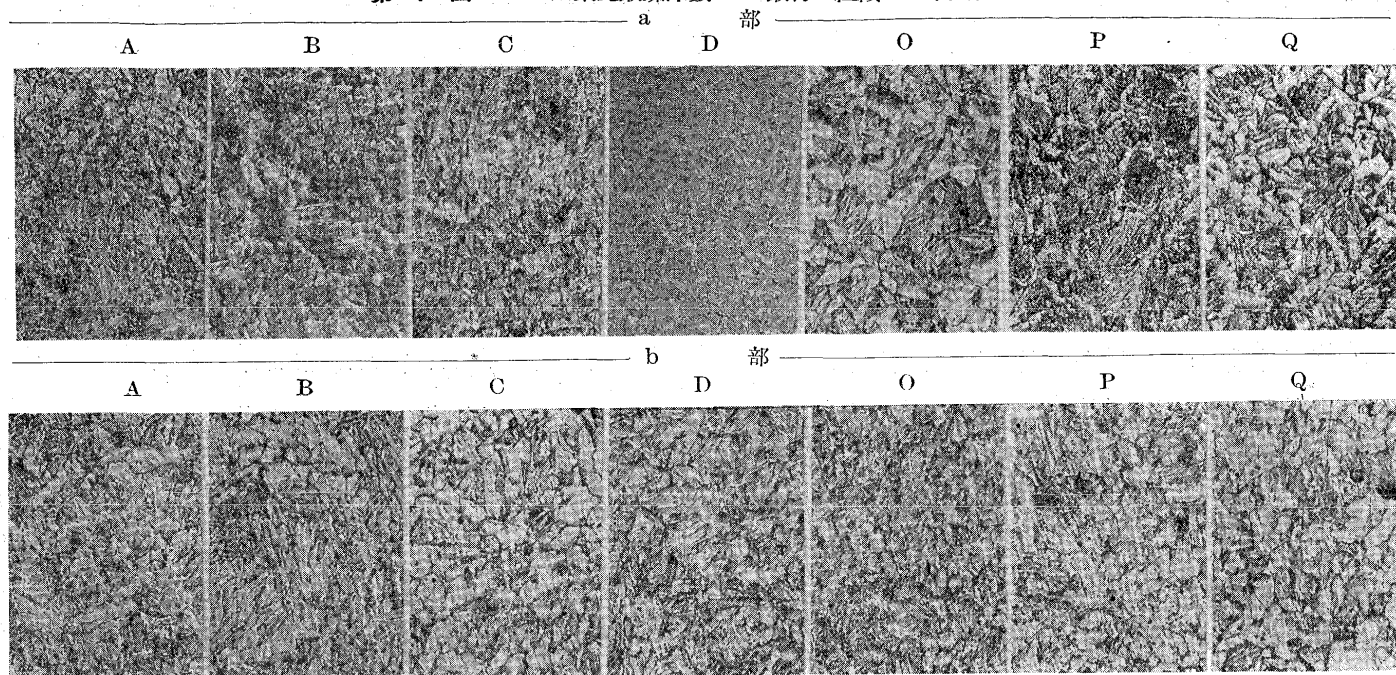
位置及 試片	抗張力 kg/mm ²	伸%	彈性限 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	絞%	アイゾット 衝擊値	m·kg	硬度	位置及 試片	抗張力 kg/mm ²	伸%	彈性限 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	絞%	アイゾット 衝擊値	m·kg	硬度
a部 A	46.4	35.4	23.7	26.0	67.3	9.8	9.6	143	b部 A	46.4	36.4	26.0	29.2	68.2	7.4	6.0	143
B	46.1	36.0	26.0	29.2	67.3	8.0	7.4	137	B	44.4	37.6	26.0	26.0	71.3	6.0	6.3	134
C	48.1	35.0	29.2	29.2	66.5	7.2	6.8	146	C	44.1	36.0	29.2	29.2	67.3	9.7	11.8	134
D	57.6	28.0	32.5	35.7	55.9	6.0	6.0	170	D	45.5	37.0	26.0	29.2	71.0	10.0	9.0	137
O	50.6	29.8	29.2	32.5	49.0	4.2	4.6	143	O	45.2	31.0	29.2	29.2	63.1	5.2	5.3	143
P	53.8	20.2	29.2	32.5	26.5	3.0	3.0	163	P	46.5	34.2	29.2	32.5	64.9	4.8	6.0	137
Q	53.2	20.0	32.5	32.5	38.3	4.2	3.2	163	Q	47.6	36.8	32.5	32.5	58.7	6.0	6.0	143

註 熱處理及試料 (1) に等し 實物寫眞、マクロ像は第 6 圖に示す。

第 6 圖 18 珥鋼塊鍛錬係数 1:3 鍛材のマクロ像



第 7 圖 18 噸鋼塊鍛鍊係數 1:3 鍛材の組織 D 約×133

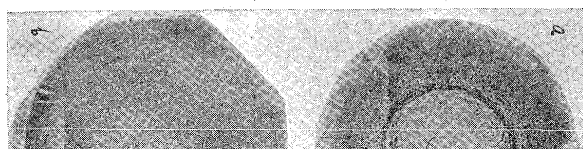


(3) 鍛鍊係數 1:5 の 18 噸鋼塊の例 鋼番號 13506 の 18 噸鋼塊を 1:5 の比に鍛鍊せる例で硫黄寫眞は第 8 圖 a 及 b に示す。a 部は不良部を示し鋼塊中心と外部との中間に所謂環狀幽痕を認め b 部は偏析を示さず一様な地質を示せり。

試料採集の地位置は第 2 表に試験片の位置方向は第 1 圖

第 8 圖 鍛鍊係數 1/5 鍛材の硫黄寫眞 D×1/5

b 不良部 a 良質部



第 8 表 材 料 試 験 値 (3)

位置及 試片	抗張力 kg/mm ²	伸% %	弾性限 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	絞% %	アイゾット 衝撃値 m・kg	硬度
a部 A	48.7	36.8	29.2	29.2	69.0	8.7 7.6	137
B	49.4	37.0	29.2	29.2	68.2	6.0 6.4	140
C	51.2	33.0	26.0	29.2	61.4	5.8 6.2	149
D	45.0	38.0	26.0	26.0	71.3	10.6 9.2	128
O	47.4	15.0	26.0	29.2	20.3	3.0 2.8	146
P	51.3	29.6	26.0	26.0	40.5	2.8 4.4	137
Q	47.4	12.0	26.0	26.0	22.8	3.2 3.2	128

位置及 試片	抗張力 kg/mm ²	伸% %	弾性限 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	絞% %	アイゾット 衝撃値 m・kg	硬度
b部 A	49.4	35.4	26.0	29.2	69.0	7.4 7.4	137
B	48.7	38.4	22.7	26.0	69.0	7.4 8.6	137
C	46.8	37.0	22.7	26.0	67.3	7.0 7.6	126
D	47.4	38.0	29.2	29.2	71.3	10.2 10.4	137
O	46.7	33.0	29.2	29.2	56.3	4.0 3.8	131
P	47.4	35.2	26.0	26.0	58.5	4.0 3.6	131
Q	47.5	33.4	29.2	29.2	60.5	4.6 5.6	131

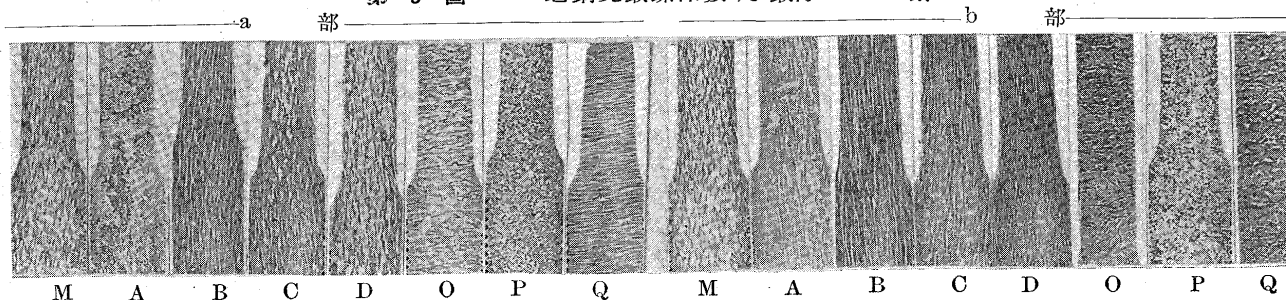
b に示し其の分析値及材料試験値は第 7 表及第 8 表に掲げたり。

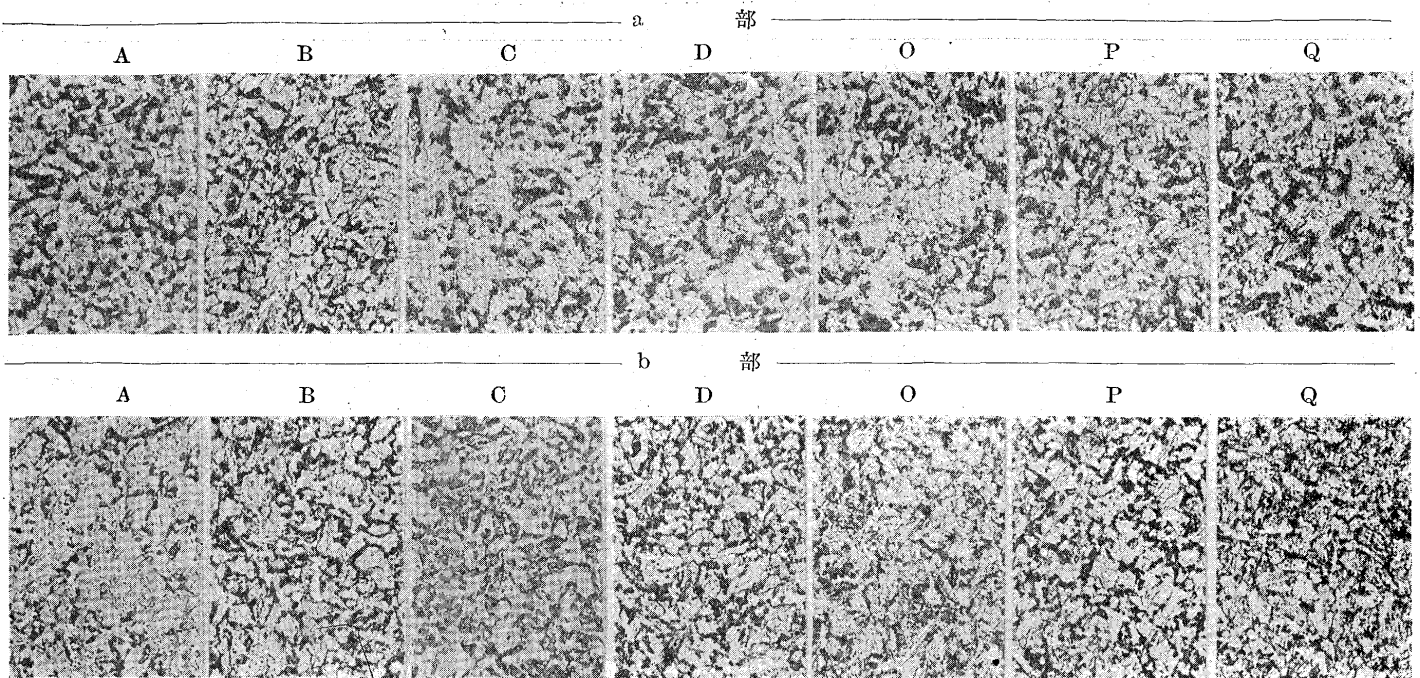
第 7 表 試験片の分析値 (3)

位置及 試片	C	P	S	Mn	Si
a 部 A	.20	.029	.031	.58	.186
B	.21	.030	.035	.64	.212
C	.28	.031	.035	.51	.188
D	.19	.028	.028	.59	.228
O	.19	.026	.024	.51	.188
P	.21	.032	.034	.51	.188
Q	.21	.028	.028	.51	.178
b 部 A	.19	.031	.024	.60	.212
B	.19	.032	.026	.61	.223
C	.19	.033	.023	.59	.228
D	.19	.028	.023	.60	.204
O	.19	.027	.028	.60	.200
P	.19	.028	.031	.62	.200
Q	.19	.031	.028	.60	.193

註 熱處理及試料 (1) に等し、實物寫眞マクロ像は第 9 圖に示す。

第 9 圖 18 噸鋼塊鍛鍊係數 1/5 鍛材のマクロ像

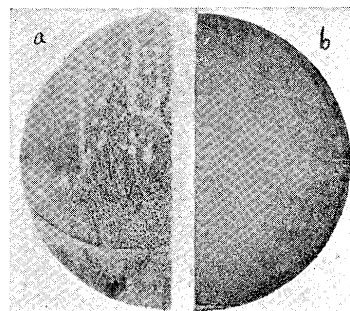


第 10 圖 18 吨鋼塊鍛鍊係数 $\frac{1}{6}$ 鍛材の組織 D 約 $\times 133$ 

(4) 鍛鍊係数 1:6 の
18 吨鋼塊の例 鋼番號
13520 の 18 吨鋼塊を
1:6 の比に鍛鍊せる例
で硫黄寫眞は第 11 圖 a
及 b に示す。

a 部は不良部にして
外部を除き緋狀幽痕を
示すも細小にして顯著
ならず。b 部良質部は
何等偏析を示し居らず。

第 11 圖 鍛鍊係数 $\frac{1}{6}$
1/6 鍛材の硫黄寫眞 D $\times 0.067$
a 不良部 b 良質部



驗値はそれぞれ第 9 表及第 10 表にこれを示し試験片のマ
クロ像及組織はそれぞれ第 12 圖及第 13 圖に掲げたり。

第 9 表 試験片の分析値 (4)

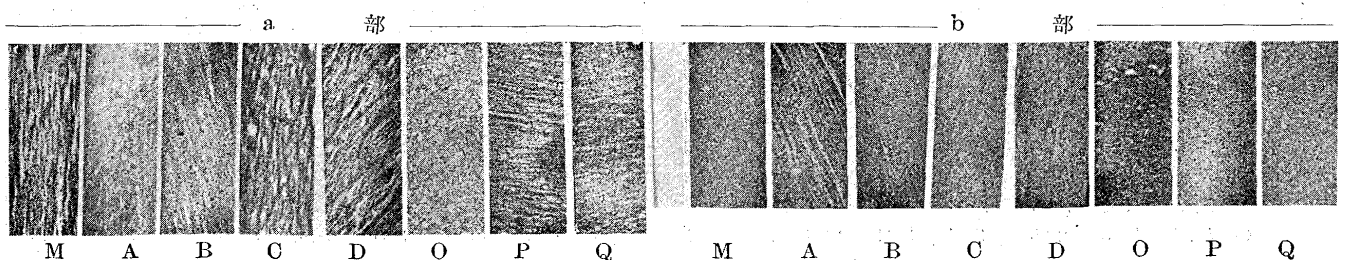
位置及 試片	C	P	S	Mn	Si
a 部 A	.15	.025	.029	.57	.195
B	.15	.025	.029	.59	.195
C	.15	.024	.029	.60	.195
D	.19	.026	.031	.60	.190
O	.14	.027	.033	.56	.193
P	.14	.026	.028	.64	.247
Q	.14	.027	.031	.55	.193
b 部 A	.15	.026	.028	.56	.190
B	.13	.026	.028	.54	.188
C	.12	.024	.026	.53	.188
D	.12	.025	.026	.52	.188
O	.13	.026	.031	.56	.207
P	.12	.024	.023	.52	.183
Q	.12	.027	.028	.57	.181

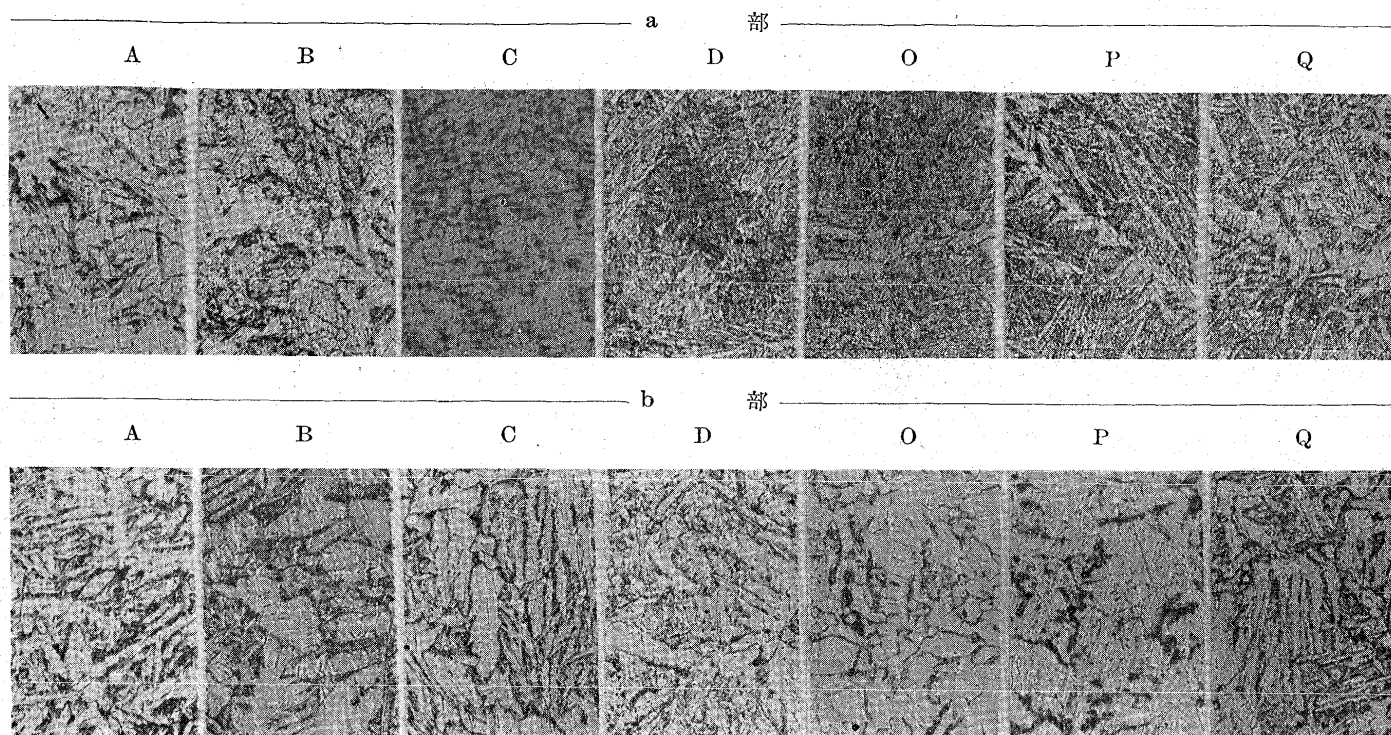
試験片の方向及位置は第 1 圖 b に示し其分析値及材料試

第 10 表 材 料 試 驗 値 (4)

位置及 試片	抗張力 kg/mm ²	伸% %	弾性限 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	絞% %	アイゾット 衝撃値 m $\cdot$ kg	硬度
a 部 A	43.7	37.6	24.9	26.5	61.4	.93	152
B	45.2	35.8	24.9	26.1	51.2	3.18	193
C	47.0	35.8	24.9	27.8	57.7	5.10	221
D	52.7	29.6	29.3	32.6	58.9	5.94	538
O	53.9	26.0	33.8	38.2	53.0	7.31	632
P	58.7	12.4	36.7	44.7	24.1	2.90	359
Q	51.1	24.1	30.9	35.4	52.9	5.66	620
b 部 A	48.1	36.0	27.9	32.1	67.4	8.28	1020
B	45.6	34.4	26.5	29.1	67.5	11.20	1258
C	44.8	33.8	27.9	29.6	70.6	11.47	1284
D	42.7	38.4	25.0	27.6	73.7	12.30	1160
O	42.0	34.2	20.5	23.7	56.0	3.40	270
P	39.6	39.4	20.6	22.7	56.8	3.45	276
Q	47.0	33.4	29.4	32.4	64.8	7.87	883

第 12 圖 18 吨鋼塊鍛鍊係数 1:6 鍛材のマクロ像



第 13 圖 18 珽鋼塊鍛鍊係數 $\frac{1}{10}$ 鍛材の組織 D 約 $\times 133$ 

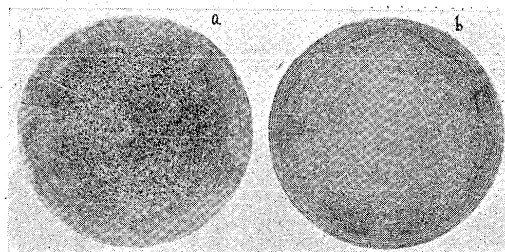
(5) 鍛鍊係數 1:10 の 18 珽鋼塊の例 鋼番號 13534 の 18 珽鋼塊を 1:10 に鍛鍊せる例で硫黃寫眞は第 14 圖 a 及 b に示す。

a 部は不良部にして外部を除き輕微なるも細小なる絛狀幽痕を分布せり、b 部は Δ 形偏析の輕微なるものを外部に近く認むるも概して一様なる地質よりなる。

試料採集位置は第 2 表に試験片の方向及位置は第 1 圖 b に示し其分析値及材料試験値はそれぞれ第 11 表及第 12 表に掲げたり。

第 14 圖 鍛鍊係數 1:10 鍛材の硫黃寫眞

a 部 不良部 b 部 良質部



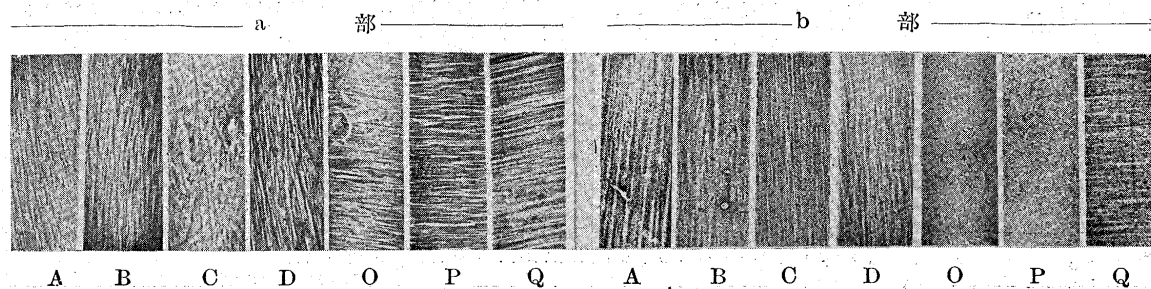
第 11 表 試験片の分析値 (5)

位置及 試片	C	P	S	Mn	Si	位置及 試片	C	P	S	Mn	Si	位置及 試片	C	P	S	Mn	Si
a部A	22	029	031	55	176	P	28	027	031	59	188	C	18	028	034	53	175
B	23	027	036	56	190	Q	26	029	021	56	188	D	18	029	028	51	188
O	26	030	036	57	194							O	18	026	028	53	160
D	26	032	032	58	207	b部A	19	027	034	52	188	P	15	026	023	52	157
O	26	027	032	56	188	B	18	027	032	53	192	Q	16	031	026	52	165

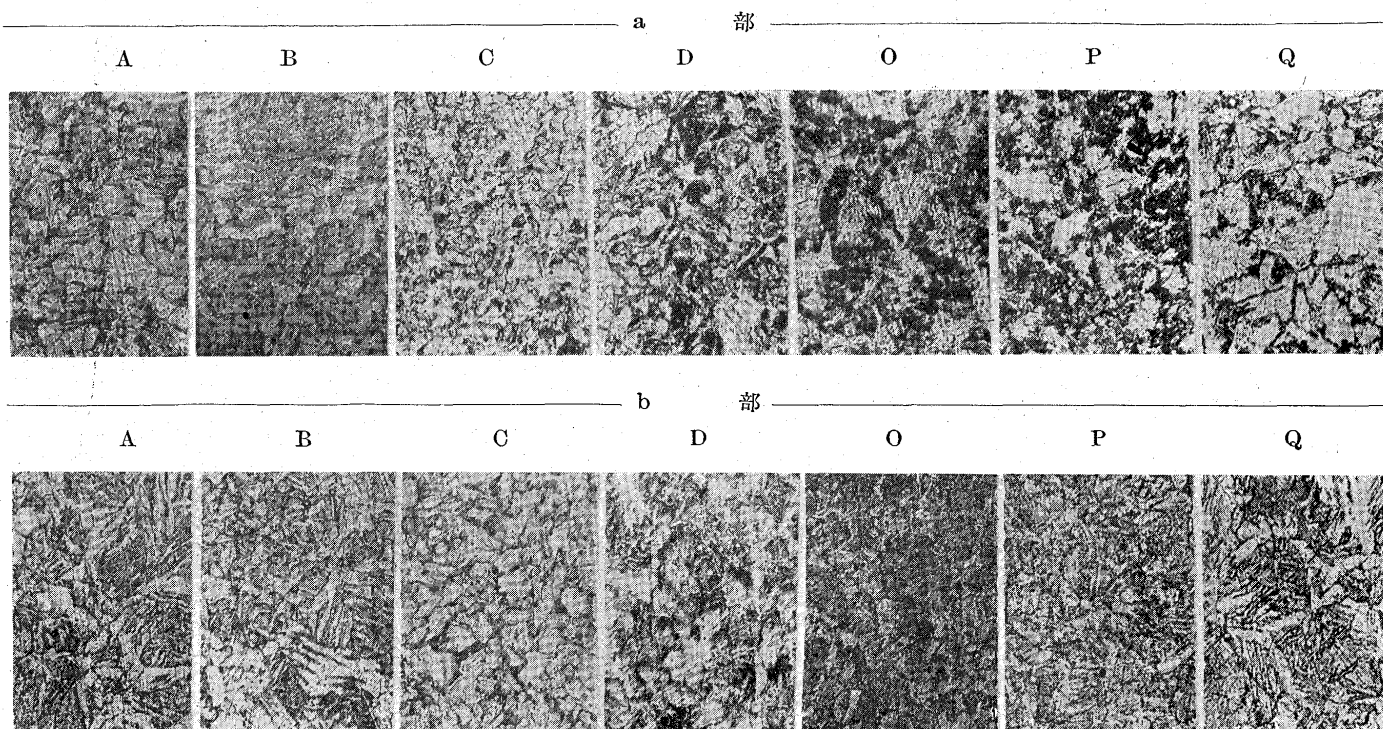
第 12 表 材料試験値 (5)

位置及 試片	抗張力 kg/mm ²	伸%	弾性限 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	絞%	アイゾット 衝撃値m・kg	硬度	位置及 試片	抗張力 kg/mm ²	伸%	弾性限 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	絞%	アイゾット 衝撃値m・kg	硬度
a部A	48.7	35.8	27.9	28.5	61.8	4.0 3.73	143	b部A	48.8	35.8	32.2	32.6	69.0	8.28 7.45	146
B	50.9	35.2	27.8	29.4	57.8	5.82 9.10	146	B	50.7	34.8	30.8	32.6	67.5	4.97 5.84	153
C	53.4	33.6	28.0	29.6	58.6	2.76 1.93	156	C	46.8	34.4	29.5	30.1	65.7	6.63 6.49	131
D	55.3	32.0	27.8	29.9	55.1	1.66 1.52	166	D	44.7	38.0	29.5	30.9	73.6	6.96 7.59	126
O	51.0	25.6	28.0	30.4	36.9	1.67 2.35	159	O	48.5	28.2	30.9	33.0	56.8	4.58 4.35	140
P	54.7	16.4	32.3	35.8	14.0	1.24 1.10	156	P	46.8	36.0	29.4	30.8	58.8	5.27 5.80	143
Q	52.6	23.6	29.5	32.4	37.1	2.21 1.96	163	Q	48.3	32.0	29.5	31.4	54.0	3.92 3.87	143

第 15 圖 18 吨鋼塊鍛鍊係數 1:10 鍛材のマクロ像



第 16 圖 18 吨鋼塊鍛鍊係數 1:10 鍛材の組織 D約×133



6) 鍛鍊係數 2:3 の 17 吨鋼塊の例 鋼番號 13725 の 17 吨鋼塊を 2:3 に鍛鍊せる例で硫黄寫眞は第 17 圖 a 及 b に示す。

a 部は不良部にして外部を除き大なる絁狀幽痕の分布を見る。

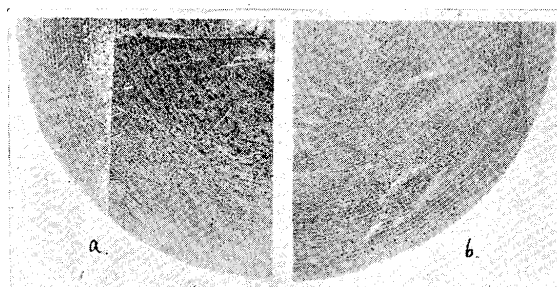
b 部は何等の偏析を認めず一様なる地質を示せり。

試料採集位置は第 2 表に試験片の方向及位置は第 1 圖 b に示し其の分析値及材料試験値はそれぞれ第 13 表及第 14 表に掲げたり。

第 17 圖 鍛鍊係數 2:3 鍛材の硫黄寫眞

a 部不良部

b 部良質部



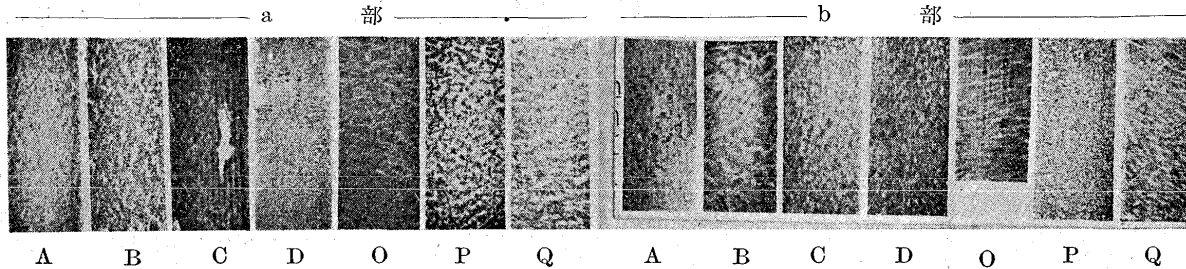
第 13 表 試験片の分析値(6)

位置及 試片	C	P	S	Mn	Si	位置及 試片	C	P	S	Mn	Si	位置及 試片	C	P	S	Mn	Si
a部A	·19	·024	·036	·72	·294	P	·29	·031	·037	·76	·329	C	·15	·027	·029	·68	·282
B	·21	·026	·037	·74	·298	Q	·29	·030	·037	·75	·294	D	·14	·028	·026	·66	·298
C	·29	·025	·037	·76	·306							O	·18	·030	·034	·72	·306
D	·29	·025	·036	·75	·322	b部A	·17	·027	·032	·71	·306	P	·14	·032	·026	·66	·287
O	·21	·028	·032	·72	·306	B	·17	·027	·031	·70	·294	Q	·14	·030	·026	·68	·306

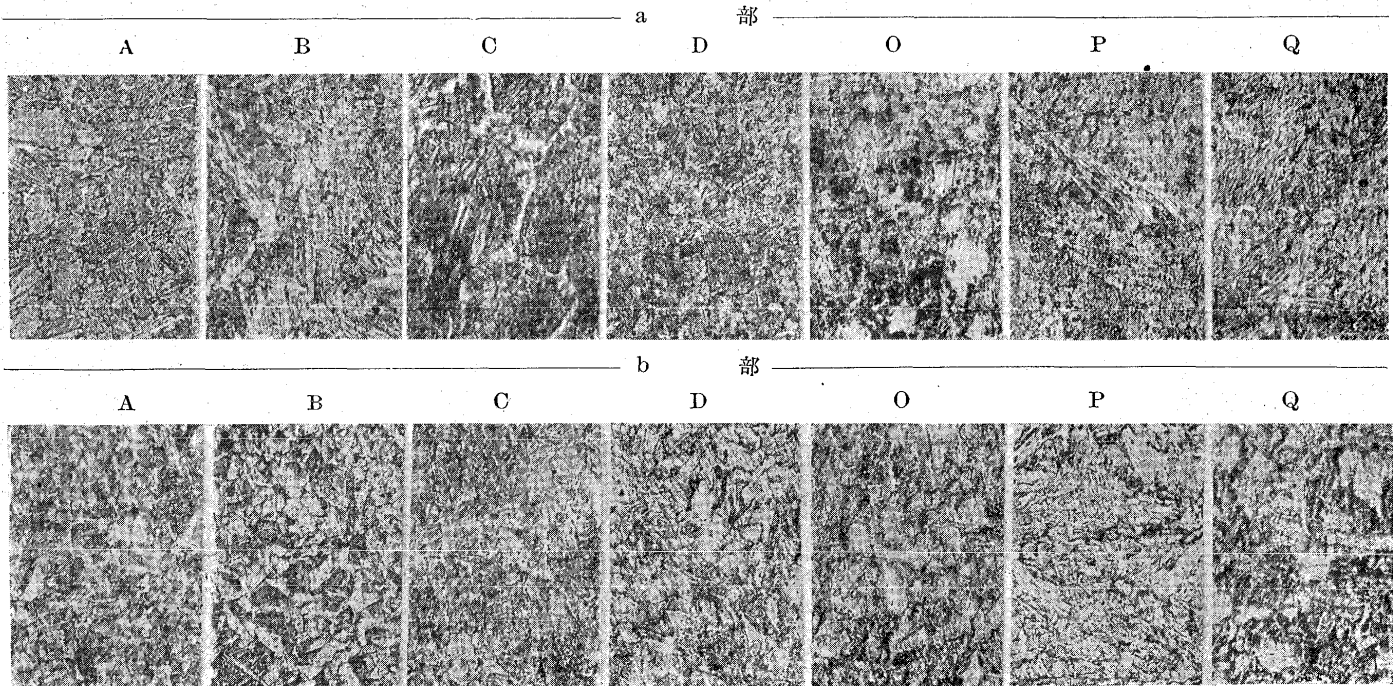
第 14 表 材 料 試 驗 値 (6)

位置及 試 片	抗張力 kg/mm ²	伸%	弾性限 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	絞%	アイゾット 衝撃値m・kg	硬度	位置及 試 片	抗張力 kg/mm ²	伸%	弾性限 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	絞%	アイゾット 衝撃値m・kg	硬度
a部A	52.6	31.6	32.5	32.5	64.0	4.2 5.8	196	b部A	52.7	28.0	32.5	32.5	43.8	6.0 7.0	163
B	53.1	28.4	26.0	32.5	48.0	5.8 4.0	196	B	51.0	31.2	32.5	35.7	58.7	6.4 5.7	156
C	61.4	9.8	35.7	39.0	19.0	2.3 2.0	196	C	47.2	33.2	29.2	29.2	67.3	10.7 10.4	149
D	62.8	17.0	35.7	39.0	26.5	2.2 2.6	192	D	45.2	36.2	29.2	29.2	65.7	10.2 12.0	137
O	51.3	30.0	29.2	29.2	54.0	3.8 3.6	149	O	57.6	25.4	35.7	39.7	54.0	2.8 2.4	179
P	62.5	9.2	39.0	42.2	13.8	1.4 2.0	192	P	46.1	29.4	26.0	26.0	45.0	4.4 4.8	143
Q	57.3	12.6	32.5	35.7	29.0	2.4 2.4	179	Q	47.8	33.0	32.5	32.5	58.7	5.2 5.0	137

第 18 圖 17 珪鋼塊鍛鍊係數 2:3 鍛材マクロ像



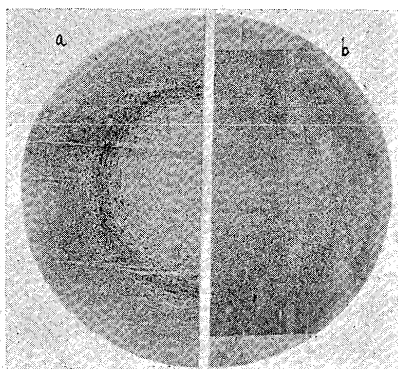
第 19 圖 17 珪鋼塊鍛鍊係數 2:3 の組織 D 約×133



(7) 鍛鍊係數 1:3 の 17 珪鋼塊の例 鋼番號 13721 の 17 珪鋼塊を 1:3 の比に鍛鍊せる例で硫黄寫眞は第 20 圖 a 及 b に示す。

a 部は不良部にし
て中間部は環狀幽痕
を示し中心部及外部
は偏析と稱する程度
を表し居らず。

b 部は良質部にし



て僅かなる偏析を示すのみなり、試験の方向及位置は第 1 圖 b に示し其の分析値及材料試験値はそれぞれ第 15 表及第 16 表に示し試験片のマクロ像及組織はそれぞれ第 21 圖及第 22 圖に掲げたり。

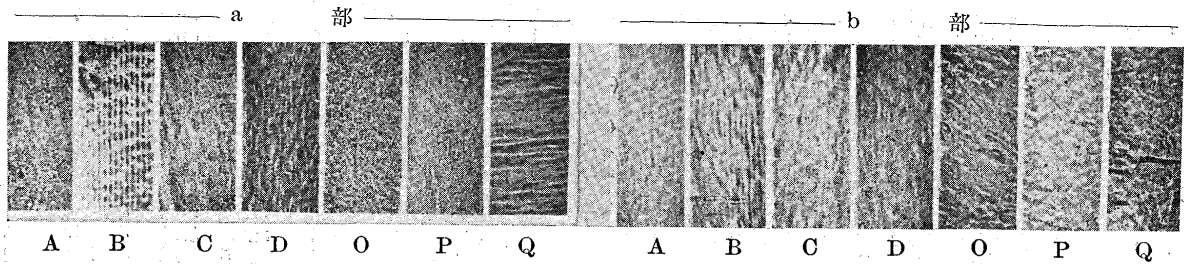
第 15 表 試験片の分析値

位置及 試 片	C	P	S	Mn	Si	位置及 試 片	C	P	S	Mn	Si
a部 A	21.0	0.24	0.26	59	270	b部 A	19.0	0.23	0.21	59	275
B	21.0	0.26	0.26	59	294	B	19.0	0.25	0.24	58	282
C	29.0	0.25	0.28	63	282	C	19.0	0.23	0.26	57	270
D	21.0	0.25	0.26	57	270	D	19.0	0.27	0.21	56	275
O	21.0	0.28	0.23	59	290	O	20.0	0.30	0.26	60	306
P	29.0	0.31	0.36	75	306	P	20.0	0.30	0.19	57	280
Q	27.0	0.30	0.23	60	294	Q	20.0	0.30	0.23	53	270

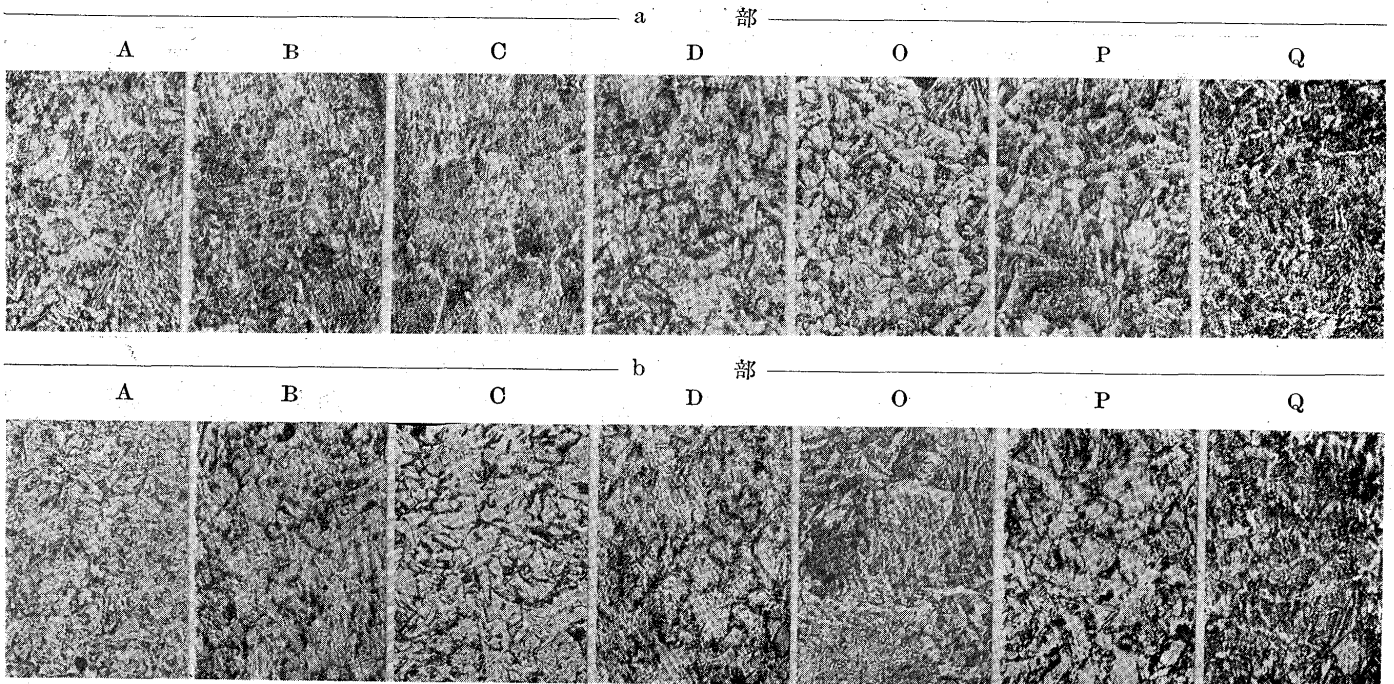
第 16 表 材 料 試 験 値 (7)

位置及 試片	抗張力 kg/mm ²	伸%	弾性限 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	絞%	アイゾット 衝擊値 m·kg	硬度	位置及 試片	抗張力 kg/mm ²	伸%	弾性限 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	絞%	アイゾット 衝擊値 m·kg	硬度
a部A	54.5	32.0	32.5	32.5	60.5	6.6 7.4	163	b部A	50.0	36.6	32.5	32.5	63.1	3.6 2.2	143
B	53.6	32.6	32.5	32.5	64.0	0.8 1.4	170	B	49.8	34.0	29.2	32.5	54.0	3.0 4.2	143
C	64.0	22.0	29.2	35.7	40.5	3.2 1.6	196	C	47.4	33.8	26.0	29.2	59.6	5.4 4.0	137
D	52.8	30.0	32.5	32.5	59.6	7.0 6.4	187	D	45.8	37.0	26.0	26.0	59.6	5.2 4.2	131
O	54.6	27.0	32.5	32.5	51.6	2.6 3.4	163	O	50.6	31.0	26.0	29.2	52.0	4.9 5.2	163
P	55.2	21.0	32.5	35.7	41.6	5.6 4.8	156	P	49.5	31.0	29.2	32.5	46.0	3.5 4.0	143
Q	51.8	11.0	32.5	32.5	18.7	4.8 3.8	163	Q	48.7	24.0	22.7	29.2	40.5	3.0 2.8	137

第 21 圖 鍛錬係数 1/5 鍛材のマクロ像



第 22 圖 鍛錬係数 1/5 鍛材の組織 D 約×135

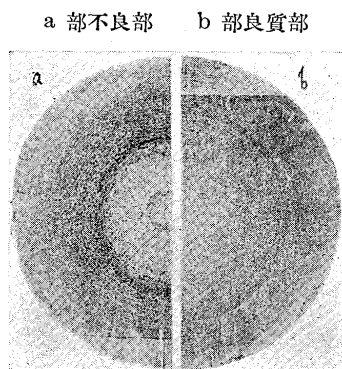


(8) 鍛錬係数 2:9 の 17 珥鋼塊の例 鋼番號 13508 の 17 珥鋼塊を 1/4.5 の比に鍛錬せる例で其硫黄寫眞は第 23 圖 a 及 b に示し

a 部は不良部にして外部は偏析を示さざるも中間部には環状幽痕を、中心部の一部には絨狀幽痕を表せり。

b 部は良質部にして偏析を示さず、試験片の分

第 23 圖 鍛錬係数 1/4.5 鍛材の硫黄寫眞



析値及材料試験値はそれぞれ第 17 表及第 18 表に示しマクロ像及組織はそれぞれ第 24 圖及第 25 圖に掲げたり。

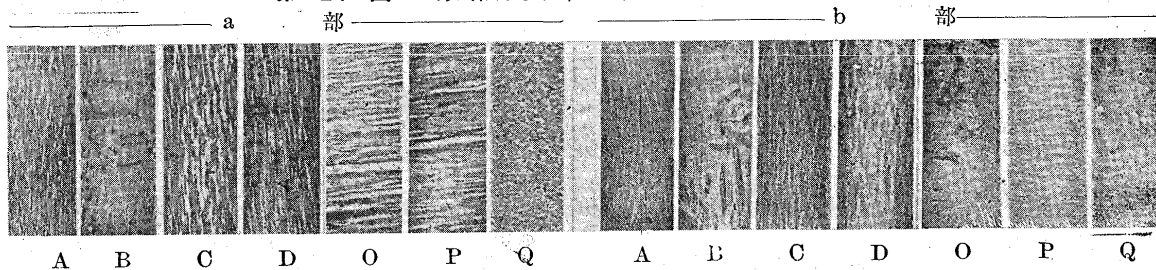
第 17 表 試験片の分析値 (8)

位置及 試片	C %	P %	S %	Mn %	Si %
a部A	.18	.025	.031	.63	.266
B	.13	.027	.026	.62	.270
C	.20	.030	.031	.66	.277
D	.17	.028	.026	.62	.259
O	.12	.027	.029	.61	.266
P	.19	.028	.028	.63	.266
Q	.17	.030	.028	.63	.268
b部A	.13	.022	.026	.61	.240
B	.13	.032	.029	.63	.251
C	.13	.030	.026	.62	.268
D	.11	.029	.024	.60	.247
O	.13	.032	.029	.63	.244
P	.12	.028	.026	.60	.259
Q	.12	.029	.026	.61	.244

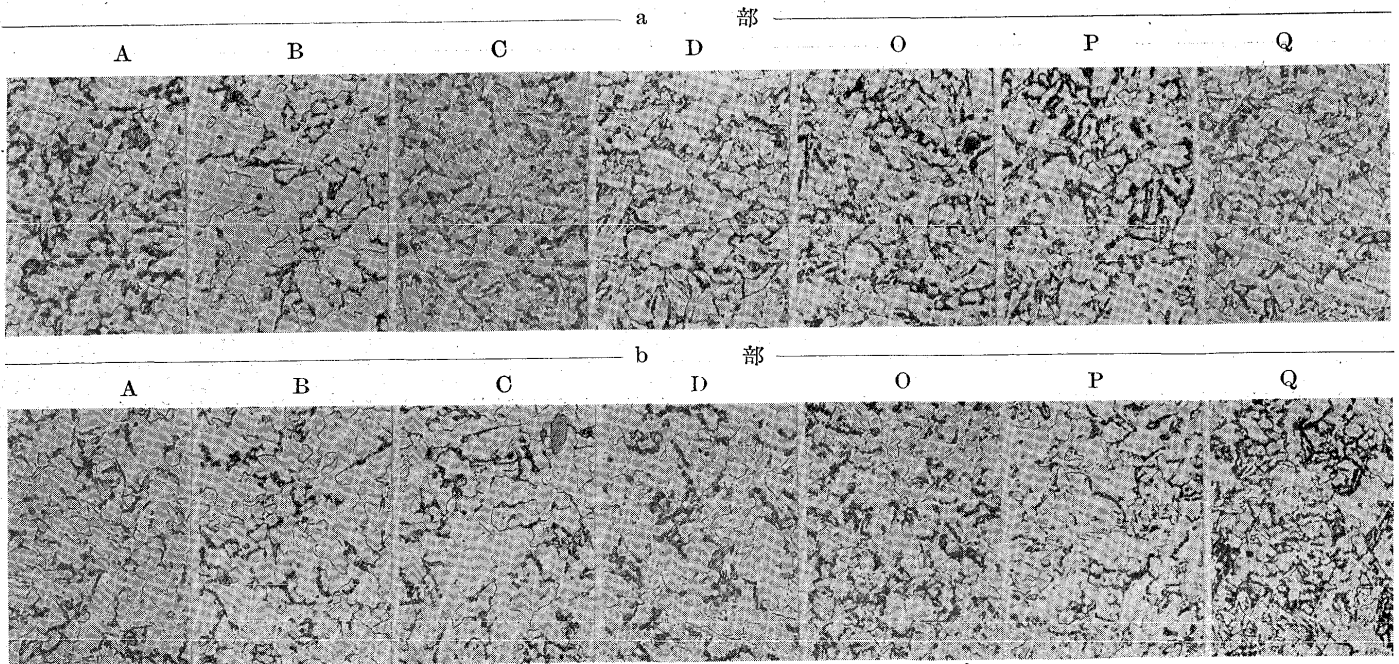
第 18 表 材 料 試 驗 値 (8)

位置及 試片	抗張力 kg/mm ²	伸%	弾性限 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	絞%	アイゾット 衝擊値 m·kg	硬度	位置及 試片	抗張力 kg/mm ²	伸%	弾性限 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	絞%	アイゾット 衝擊値 m·kg	硬度
a部 A ₁	46.9	37.2	16.0	24.7	66.5	6.1 7.0	131	b部 A ₁	45.0	38.0	26.0	29.2	68.2	8.0 8.2	126
A ₂	46.8	38.2	22.7	29.2	69.0	7.5 9.0	143	A ₂	46.5	37.4	17.5	24.5	67.5	7.6 7.6	131
平均	46.85	37.7	19.35	26.2	67.75	7.4	137	平均	45.75	37.7	21.75	26.85	67.85	7.85	128
B ₁	47.7	36.2	22.7	26.0	67.3	4.0 5.6	143	B ₁	45.5	38.2	29.2	29.2	7.1	7.1 6.4	131
B ₂	47.0	38.8	16.2	24.0	67.3	6.8 7.2	134	B ₂	45.0	34.6	21.0	24.5	6.4	6.4 7.6	126
平均	47.35	37.5	19.45	25.0	67.3	6.25	139	平均	45.25	36.4	25.1	26.85	6.825	6.825	128
C ₁	50.8	35.6	26.0	29.2	62.3	7.6 8.8	149	C ₁	44.8	34.4	26.0	26.0	67.3	7.6 6.2	134
C ₂	51.9	36.0	26.0	29.2	64.9	5.1 5.4	156	C ₂	44.2	38.0	21.0	26.6	66.6	9.2 8.6	126
平均	51.85	35.8	26.0	29.2	63.6	7.0	153	平均	44.6	36.2	23.5	26.3	66.95	7.75	130
D ₁	47.1	37.6	22.7	26.0	69.0	6.6 7.0	149	D ₁	42.9	38.4	26.0	26.0	69.0	5.8 7.0	121
D ₂	46.9	36.2	22.7	26.0	68.2	4.8 5.2	143	D ₂	43.3	38.4	26.0	26.0	69.0	8.0 7.8	131
平均	47.0	36.8	22.7	26.0	68.6	5.9	146	平均	43.1	38.4	26.0	26.0	69.0	7.4	126
O ₁	46.9	33.2	29.2	29.2	60.5	4.5 5.2	137	O ₁	46.7	31.2	29.2	32.5	57.7	6.0 4.0	137
O ₂	46.9	36.2	22.7	26.0	68.2	4.8 5.2	131	O ₂	44.1	36.0	22.7	26.6	58.7	4.4 4.2	137
平均	46.9	34.7	25.95	27.6	64.35	4.925	134	平均	45.4	33.6	25.95	29.55	58.2	4.65	137
P ₁	47.8	32.2	26.0	29.2	56.3	2.6 4.4	137	P ₁	44.5	29.6	19.5	26.0	60.5	4.3 6.3	131
P ₂	47.1	32.4	26.0	29.2	56.3	3.4 3.8	143	P ₂	44.0	35.6	29.2	29.2	60.5	4.2 3.0	131
平均	47.45	32.3	26.0	29.2	56.3	3.55	140	平均	44.25	32.6	24.35	27.6	60.5	4.45	131
Q ₁	49.3	14.4	26.0	29.2	29.0	4.6 3.4	143	Q ₁	45.0	33.6	29.2	29.2	54.9	4.7 4.6	137
Q ₂	48.9	15.0	29.2	29.2	19.0	3.6 2.6	143	Q ₂	45.3	32.8	29.2	32.5	58.7	4.7 5.0	137
平均	49.1	14.7	27.6	29.2	24.0	3.55	143	平均	45.15	33.2	29.2	30.85	56.8	4.75	137

第 24 圖 鍛鍊係數 1/45 鍛材のマクロ像



第 25 圖 鍛鍊係數 2:9 鍛材の組織 D 約×135



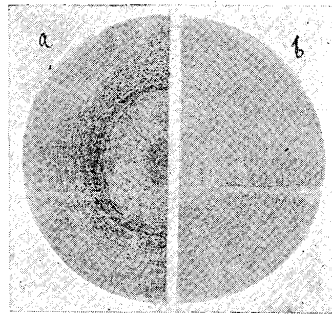
第 19 表 試験片の分析値

位置及 試片	C	P	S	Mn	Si	位置及 試片	C	P	S	Mn	Si	位置及 試片	C	P	S	Mn	Si
a部 A	19	0.29	0.28	65	240	P	21	0.29	0.29	67	240	C	20	0.30	0.33	71	259
B	19	0.31	0.29	66	242	Q	22	0.27	0.31	68	249	D	21	0.33	0.26	64	256
C	18	0.32	0.26	65	240							O	20	0.29	0.26	67	237
D	22	0.33	0.31	68	259	b部 A	18	0.28	0.31	65	237	P	21	0.32	0.29	63	219
O	21	0.32	0.29	68	256	B	19	0.30	0.26	66	240	Q	19	0.29	0.31	72	247

(9) 鍛錬係数 1:5 の
17 吨鋼塊の例 鋼番號
13512 の 17 吨鋼塊を
1:5 の比に鍛錬せる例
で其硫黄寫眞は第 26
圖 a 及 b に示す。

a 部は不良部にして
中間部に環状幽痕を、
中心部に輕微なれども

第 26 圖 鍛錬係数 1:5 鍛材の
硫黄寫眞 $D \times 7/100$
a 部不良部 b 部良質部



綫状幽痕を表せる。

b 部は良質部にして何等の偏析を認めず。

試料の分析値及材料試験値はそれぞれ第 29 表及第 30 表にマクロ像及組織はそれぞれ第 26 及第 27 圖に之を掲げたり。

(10) 鍛錬度と抗張力性 以上 18 吨 5 本 17 吨 4 本の鹽基性電氣鋼塊の鍛錬度を變更して得たる材料試験數字を總合して鍛錬度と如何なる關係を有するかを吟味せんとす。

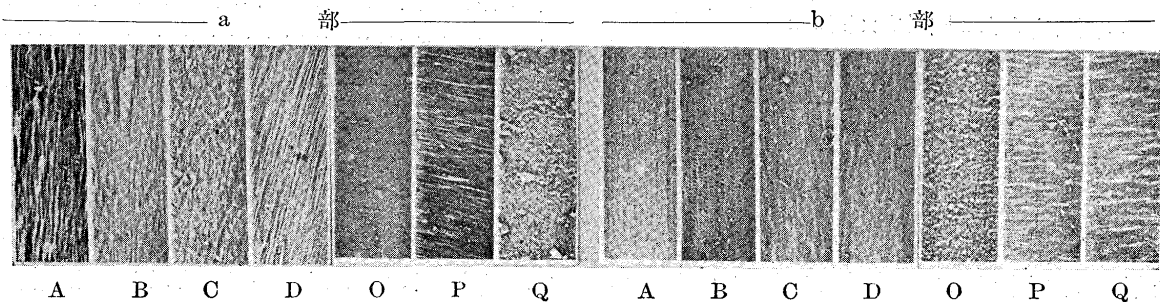
茲に筆者は抗張力試験數字中鍛錬度とある關係を有する

第 20 表 材 料 試 験 値 (9)

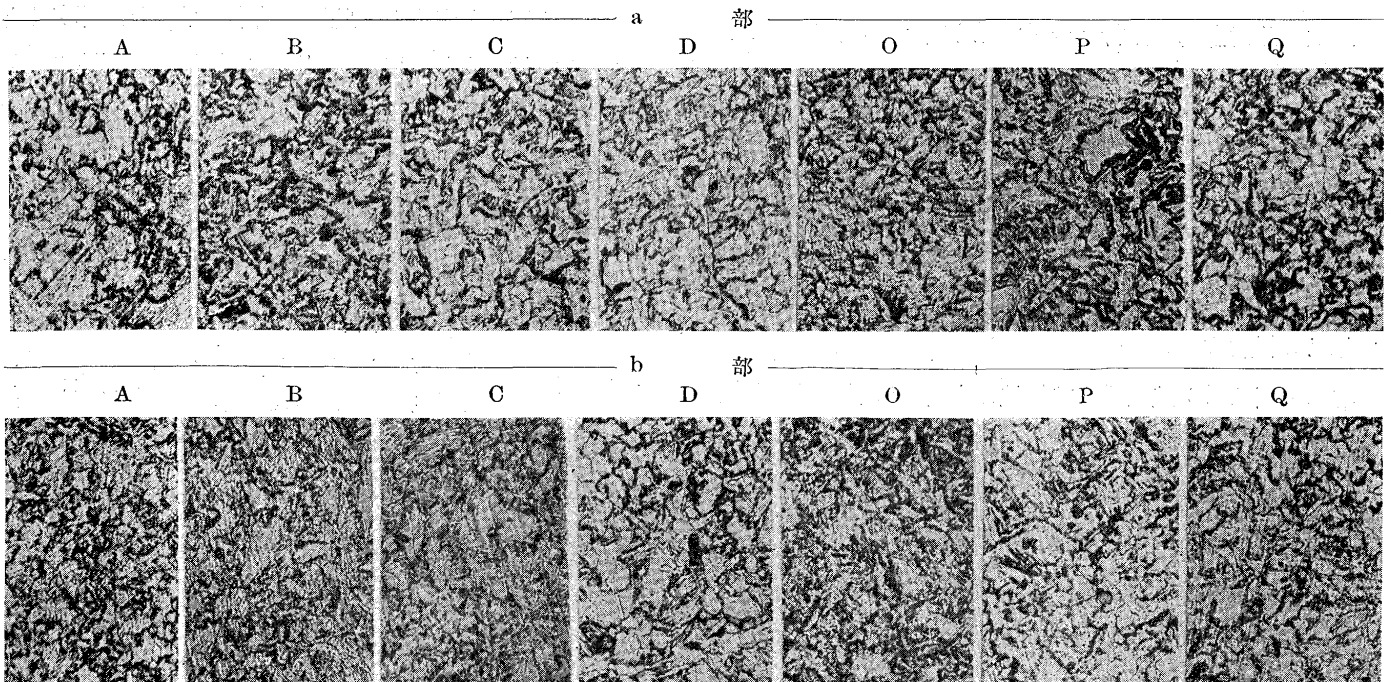
位置及 試片	抗張力 kg/mm ²	伸%	彈性限 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	絞%	アイゾット 衝擊値 m・kg	硬度
a部A	50.4	36.0	31.0	32.8	64.0	5.93 6.08	149
B	51.2	36.0	29.4	31.4	51.1	6.90 7.32	156
C	57.1	33.4	33.9	36.9	55.8	7.73 8.42	163
D	52.6	32.4	33.9	34.4	59.6	8.00 8.00	156
O	50.7	28.0	28.2	30.8	45.5	8.00 5.11	149
P	52.7	26.8	29.3	32.5	35.2	4.97 4.41	149
Q	51.7	28.4	30.8	33.8	45.1	4.83 3.17	153

位置及 試片	抗張力 kg/mm ²	伸%	彈性限 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	絞%	アイゾット 衝擊値 m・kg	硬度
b部A	50.0	34.4	32.3	33.8	65.8	8.96 7.72	146
B	49.8	34.6	29.3	30.8	61.7	7.48 8.18	146
C	49.0	37.8	30.9	32.4	64.9	10.33 10.68	143
D	46.7	36.6	30.8	31.4	66.6	7.30 9.15	137
O	50.2	34.0	31.0	33.0	57.0	4.68 3.72	149
P	47.8	30.8	30.9	32.4	53.0	5.93 5.38	137
Q	50.3	34.8	32.3	33.7	55.1	5.30 5.16	149

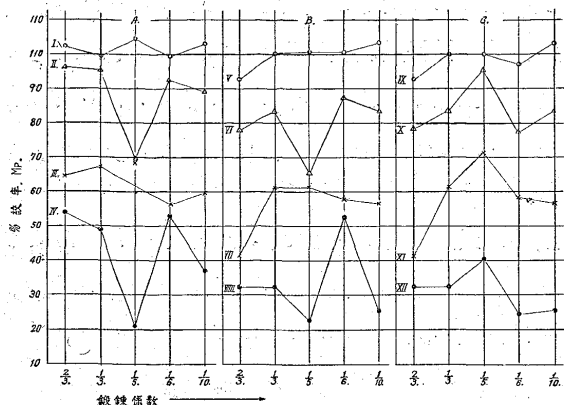
第 26 圖 鍛錬係数 1:5 鍛材のマクロ像



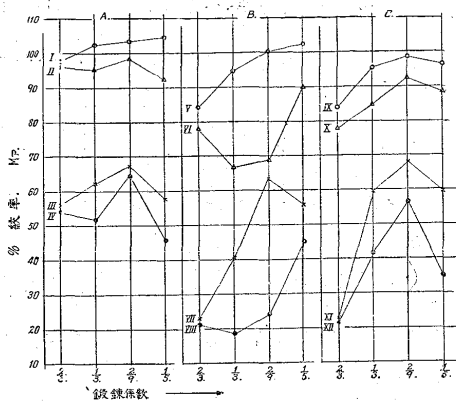
第 27 圖 鍛錬係数 1:5 鍛材の組織 $D \text{ 約} \times 133$



第 28 圖 18 匙鋼塊鍛鍊係數と鍛材の方向性 不良質部

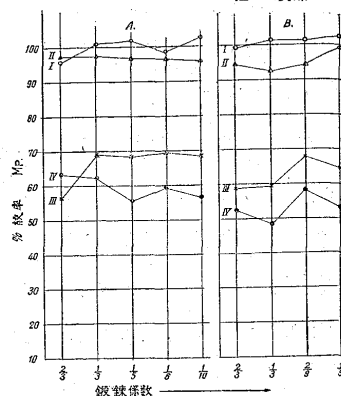


第 29 圖 17 匙鋼塊の鍛鍊係數と鍛材の方向性 不良質部



第 30 圖

18 匙鋼塊の鍛鍊係數と鍛材の方向性 良質部



I 外部鍛鍊方向	Mp	V 偏析部鍛鍊方向	Mp	K 中心部鍛鍊方向	Mp
II 同上 放射方向	同上	VI 同上 放射方向	同上	X 同上 放射方向	同上
III 同上 鍛鍊方向	%絞率	VII 同上 鍛鍊方向	%絞率	XI 同上 鍛鍊方向	%絞率
IV 同上 放射方向	同上	VIII 同上 放射方向	同上	XII 同上 放射方向	同上

III 鍛材の横斷偏析と材性率

と思惟される性質として抗張力、延伸率及收縮率の三者をとれり、しかも前二者は成分の變化、熱處理の實際的差異に依り單獨に考慮する事の無意義なるを思ひ關聯して吟味すること日本標準規格の如くせり、換言すれば

$$M_p = \text{抗張力 } kg/mm^2 + 1.5 \times 50mm$$

の標點距離間の伸

を以て比較し收縮率は單獨に比較せり、其結果は第 28, 29, 30 圖に示す。

第 28 圖は 18 匙鋼塊 29 圖は 17 匙鋼塊の不良質部の鍛鍊係數と鍛材の向方性との關係を示せるもので A は外部 B は偏析部 C は中心部の性質を示す然れども試料採取位置に依り硫黃寫眞及分析値の示す如く劃然たる區別なきもの數例を有す、之等は其狀況を吟味し共用せるものあり。(第 21 表參照)

第 28, 29 兩圖に於て外部の M_p の値及收縮率は鍛鍊係數と一定關係を有せず又偏析部鍛鍊方向のそれ等は幾分改善せらるゝ如く見ゆるも偏析狀況、熱處理等の影響存するを以て判然せず。

第 30 圖は 18 匙及 17 匙鋼塊の良質部の鍛鍊係數と鍛材の方向性を示すもので良質部は鍛鍊度進むと共に鍛鍊方向の M_p の値及收縮率を僅かに増加すると共にそれ丈放射方向のそれ等を減少する傾向にある。

猶本例に於て偏析部を特記せざりしは上述硫黃寫眞及分析値の示す如く偏析らしきものを認あ得ざりし故なり。

(第 21, 22, 23, 24, 25 表參照)

(1) 材性率 第 II 項鍛鍊度の實驗に述べたる 9 本の鋼塊に於ける不良質部及良質部の化學成分を硫黃寫眞に依り分類し其の平均値を見出して鍛材の横斷偏析狀況を表し鍛材の偏析率に依り變化し易き性質たる抗張力、延伸率、收縮率の各主要位置に於ける平均値を求め此等と鋼塊の先天性との間に如何なる關係を有するかを研究する事とせり、上記中收縮率は單獨にて材質の善惡及取扱方の良否に關係する所大なるを以て其儘とし抗張力及延伸率に關しては日本標準規格に於ける kg/mm^2 にて表されたる抗張力に 50mm 標點距離にて測られたる延伸率に $1\frac{1}{2}$ 倍を乗じたる數を加算せるものが 90 以上たる可しと云ふ規定が熱處理の實際的變化に依る影響を加味して鍛材の先天性其他を判斷するに適切なる可きを考慮し、此等の數字の平均を計算すると共に進んで材性率なる用語を引用して鋼塊の先天性にこれが如何なる關係を有するかを研究する事とせり、茲に材性率と稱するは次の定義にて表はされるものなり。

$$\text{材性率 } E_m = 100 \times \frac{\text{鍛材の任意の位置及方向より採集} \\ \text{鍛材の外部鍛鍊方向より採集せる} \\ \text{せる試料の抗張力 } kg/mm^2 + 50mm \\ \text{試料の抗張力 } kg/mm^2 + 50mm}{\text{標點距離の延伸率} \times 1.5} = 100 \times \frac{M_p}{M_o}$$

筆者が特に斯る定義を引用せる理由は

(イ) 同一熱處理を施行する場合成分の變化によりて抗張力、延伸率各單獨にては性質の良否比較を困難とするが故なり。

(ロ) 特に外部鍛鍊方向の性質を標準に採りたるは材料試験を施行するに當り大型鍛材にては外部より採集

するが經濟にして多くの場合此の部分及方向が最も優良なる成績を示し同時に之に對する他部他方向の性質を比較する事により鍛材内部の信頼度を確認し得るが故なり。

(2) 鍛材の横斷偏析 鋼塊上下の偏析に就て縦斷的に考察する事の鋼塊切捨量決定に必要なは勿論であるが筆者の研究に於ては鍛材内部の信頼度如何を吟味するに其重點を置けるを以て鍛材の横斷偏析状況を調査する事とせり勿論此等の状況は鋼塊頂部及底部よりの位置に關するを以て試料の位置は豫め第 1 圖及第 2 表に掲げ置きたり。第 21 表は不良質部の試料を硫黄寫眞より見て各特徴を有する部分を分類して其の平均値を求めたるものにして別に平均分析値として鋼塊高さの中央部外部より採集せる試料の

分析値を参考のため掲げる事とせり。

第 19 表(A)に於て外部の成分を 100 とする指數にて偏析状況を表示せば 22 表の如し茲に特に外部を標準にとりたるは材料試験片は主として外部より採集する習慣となり居るを以て内部性質との比較に適切なりと考慮する故なり。

第 22 表に示す如く不良質部の試料採集位置が各鍛鍊係數に對して各異ると共に鋼塊の出來榮も各異るを以て偏析率は各鍛材に對し非常に異なる數字を示す。

從つて鍛鍊係數に依つて直に材料試験成績を比較せんとする事の無意義なるは勿論なり、又下記 9 鋼塊に於ける研究結果より見て良質部に於ては各偏析らしきものを認めず

第 21 表 鍛 材 の 横 斷 偏 析 (不良質部主要位置に於ける平均化學成分)

鋼 號 番	鍛鍊係數	試料位置	C	P	S	Mn	Si	摘 要	鋼 番 號	鍛鍊係數	試料位置	C	P	S	Mn	Si	摘 要
13727	18 t × ½	a部 外 部	197	0280	0307	637	269	偏析を示さず	13725	17 t × ½	a部 外 部	203	0260	035	727	299	偏析を示さず
"	"	a部偏析部	251	0251	0330	647	261	綫狀幽痕を示す	"	"	a部偏析部	290	0277	0367	755	314	綫狀幽痕を示す
"	"	b部	特筆す可き成分の變化なし					僅かに偏析を示す	"	"	b部	特筆す可き成分の變化なし					偏析を示さず
		平均値	19	022	024	63	247				平均値	19	031	021	73	294	
13723	18 t × ½	a部 外 部	173	0278	0323	646	276	偏析を示さず	13721	17 t × ½	a部 外 部	210	0260	0250	590	285	偏析を示さず
"	"	a部偏析部	243	0293	0330	662	288	綫狀幽痕を示す	"	"	a部偏析部	280	0275	0270	615	288	環狀幽痕を示す
"	"	b部	特筆す可き成分の變化なし					偏析を示さず	"	"	a部中心部	250	0280	0310	660	288	偏析を示さず
		平均値	14	026	021	64	277		"	"	b部	特筆す可き成分の變化なし					僅かに偏析を示す
13506	18 t × ½	a部 外 部	200	0283	0300	583	196	同 上			平均値	20	028	019	60	259	
"	"	a部偏析部	245	0295	0315	510	183	環狀幽痕を示す	13508	17 t × ½	a部 外 部	143	0263	0287	620	267	偏析を示さず
"	"	a部中心部	200	0300	0310	550	188	偏析を示さず	"	"	a部偏析部	185	0300	0290	645	273	環狀幽痕を示す
"	"	b部	特筆す可き成分の變化なし					偏析を示さず	"	"	a部中心部	180	0290	0295	625	264	一部綫狀幽痕を示す
		平均値	17	021	032	66	200		"	"	b部	特筆す可き成分の變化なし					僅かに偏析を示す
13520	18 t × ½	a部 外 部	145	0256	0303	573	194	同 上			平均値	14	018	030	65	183	
"	"	a部偏析部	145	025	0285	620	219	輕微なる綫狀幽痕を示す	13512	17 t × ½	a部 外 部	197	0307	0287	660	246	偏析を示さず
"	"	a部中心部	165	0265	0310	575	192	同 上	"	"	a部偏析部	200	0295	0285	665	245	環狀幽痕を示す
"	"	b部	特筆す可き成分の變化なし					偏析を示さず	"	"	a部中心部	215	0300	0310	675	250	大部綫狀幽痕を示す
		平均値	13	023	029	60	179		"	"	b部	特筆す可き成分の變化なし					
13534	18 t × ½	a部 外 部	220	0290	0310	550	176	同 上			平均値	14	022	022	65	247	
"	"	a部偏析部	264	0290	0304	572	193	綫狀幽痕を示す									
"	"	b部	特筆す可き成分の變化なし					偏析を示さず									
		平均値	21	022	032	56	160										

第 22 表 鍛 材 の 横 斷 偏 析

鋼號番	鍛鍊係數	試料位置	C	P	S	Mn	Si	鋼番號	鍛鍊係數	試料位置	C	P	S	Mn	Si
13727	18 × ½	a部偏析部	122.0	89.5	107.2	101.6	97.2	13725	17 × ½	a部偏析部	143.0	106.5	105.0	104.0	105.0
13723	18 × ½	a部偏析部	140.3	105.3	102.0	102.0	104.4	13721	17 × ½	a部偏析部	133.3	106.0	108.0	104.3	101.0
13506	18 × ½	a部偏析部	122.5	104.1	105.0	87.5	96.0	"	17 × ½	a部中心部	119.0	107.7	124.0	111.8	101.0
"	"	a部中心部	100.0	106.0	103.3	94.4	96.0	13508	17 × ½	a部偏析部	129.4	114.0	101.0	104.0	102.2
13520	18 × ½	a部偏析部	98.8	97.7	94.2	108.0	112.8	"	"	a部中心部	126.0	110.0	102.8	100.9	99.0
"	"	a部中心部	112.0	103.5	102.0	100.3	99.0	13512	17 × ½	a部偏析部	101.5	96.0	99.5	100.8	99.7
13534	18 × ½	a部偏析部	120.0	100.0	98.2	104.0	109.8	"	"	a部中心部	109.0	97.8	108.0	102.0	101.8

内外共實用的に略等しき横斷化學成分を示せり従つて良質部に於ける材料試験成績は偏析に依りて左右せらるゝ事少く寧ろ初期結晶の性質に左右せらるゝ事大なる可きを豫想し化學成分の平均値をとるに當り不良質部の如く横斷面を3部に分たず鍛鍊方向及放射方向の2種に分ち内外の別を附せずして平均することとせり。第23表は則ち之を示す

(3) 鍛材の方向性 次に鍛材の不良質部主要部の抗張力性

第23表 鍛材の横斷偏析 (良質部の鍛鍊方向及放射方向試料の平均化學成分)

鋼番號	鍛鍊係數	試料位置	C	P	S	Mn	Si	鋼番號	鍛鍊係數	試料位置	C	P	S	Mn	Si
13727	18× $\frac{1}{2}$	b部鍛鍊方向	.198	.028	.031	.628	.253	13534	18× $\frac{1}{2}$	b部放射方向	.163	.028	.026	.523	.161
"	"	b部放射方向	.193	.028	.032	.623	.254	13725	17× $\frac{1}{2}$	b部鍛鍊方向	.157	.027	.030	.688	.295
13723	18× $\frac{1}{2}$	b部鍛鍊方向	.128	.027	.027	.617	.270	"	"	b部放射方向	.153	.031	.029	.687	.300
"	"	b部放射方向	.147	.027	.028	.613	.272	13721	17× $\frac{1}{2}$	b部鍛鍊方向	.190	.025	.023	.575	.276
13506	18× $\frac{1}{2}$	b部鍛鍊方向	.190	.031	.024	.600	.217	"	"	b部放射方向	.200	.030	.023	.583	.285
"	"	b部放射方向	.190	.029	.029	.607	.198	13508	17× $\frac{1}{2}$	b部鍛鍊方向	.125	.028	.026	.615	.251
13520	18× $\frac{1}{2}$	b部鍛鍊方向	.130	.025	.027	.563	.189	"	"	b部放射方向	.123	.030	.027	.613	.249
"	"	b部放射方向	.123	.026	.027	.550	.190	13512	17× $\frac{1}{2}$	b部鍛鍊方向	.195	.030	.029	.665	.248
13534	18× $\frac{1}{2}$	b部鍛鍊方向	.183	.028	.032	.523	.186	"	"	b部放射方向	.200	.030	.029	.673	.234

第24表 不良質部方向性 (平均値)

鋼番號	鍛鍊係數	試料位置	抗張力 kg/mm ²	伸%	Mp.	Em.	絞%	試片方向	鋼番號	鍛鍊係數	試料位置	抗張力 kg/mm ²	伸%	Mp.	Em.	絞%	試片方向
13727	18× $\frac{1}{2}$	外 部	52.75	33.00	102.25	100.0	64.35	鍛鍊方向	13725	17× $\frac{1}{2}$	外 部	52.85	30.00	97.85	100.0	56.00	鍛鍊方向
"	"	"	54.50	28.00	96.50	94.5	54.00	放射方向	"	"	"	51.30	30.00	96.30	98.5	54.00	放射方向
"	"	偏析部	61.20	21.50	92.70	90.6	41.05	鍛鍊方向	"	"	偏析部	62.10	13.40	82.20	84.0	22.70	鍛鍊方向
"	"	"	57.35	18.80	78.05	76.4	32.70	放射方向	"	"	"	59.90	10.90	76.25	78.0	21.40	放射方向
13723	18× $\frac{1}{2}$	外 部	46.25	35.70	99.75	100.0	67.30	鍛鍊方向	13721	17× $\frac{1}{2}$	外 部	54.05	32.30	102.55	100.0	62.25	鍛鍊方向
"	"	"	50.60	29.80	95.30	95.5	49.00	放射方向	"	"	"	54.60	27.00	95.10	92.8	51.60	放射方向
"	"	偏析部	52.85	31.50	100.10	100.5	61.20	鍛鍊方向	"	"	偏析部	64.00	22.00	97.00	94.7	40.50	鍛鍊方向
"	"	"	53.50	20.10	83.70	83.9	32.40	放射方向	"	"	"	51.80	11.00	68.30	66.6	18.70	放射方向
13506	18× $\frac{1}{2}$	外 部	49.05	36.90	104.45	100.0	68.60	鍛鍊方向	"	"	中心部	52.80	30.00	97.80	95.5	59.60	鍛鍊方向
"	"	"	47.40	15.00	69.90	66.9	20.30	放射方向	"	"	"	55.20	21.00	86.70	84.6	41.60	放射方向
"	"	偏析部	51.20	33.00	100.70	96.3	61.40	鍛鍊方向	13508	17× $\frac{1}{2}$	外 部	47.10	37.60	103.50	100.0	67.53	鍛鍊方向
"	"	"	47.40	12.00	65.40	62.6	22.80	放射方向	"	"	偏析部	46.90	34.70	98.90	95.5	64.35	放射方向
"	"	中心部	45.00	38.00	102.00	101.2	71.30	鍛鍊方向	"	"	"	51.85	35.80	105.55	102.0	63.60	鍛鍊方向
"	"	"	51.30	29.60	95.70	95.2	40.50	放射方向	"	"	"	49.10	14.70	71.15	68.8	24.00	放射方向
13520	18× $\frac{1}{2}$	外 部	44.45	36.70	99.45	100.0	56.30	鍛鍊方向	"	"	中心部	47.00	36.80	102.20	98.7	68.60	鍛鍊方向
"	"	"	53.90	26.00	92.90	93.4	53.00	放射方向	"	"	"	47.45	32.30	95.95	92.8	56.30	放射方向
"	"	偏析部	47.00	35.80	100.70	100.8	57.70	鍛鍊方向	13512	17× $\frac{1}{2}$	外 部	50.80	36.00	104.80	100.0	57.55	鍛鍊方向
"	"	"	51.10	24.10	87.30	87.9	52.90	放射方向	"	"	"	50.70	28.00	92.70	83.5	45.50	放射方向
"	"	中心部	52.70	29.60	97.10	97.8	58.90	鍛鍊方向	"	"	偏析部	57.10	33.40	107.30	102.5	55.80	鍛鍊方向
"	"	"	58.70	12.40	77.30	79.8	24.10	放射方向	"	"	"	51.70	28.40	94.30	90.0	45.10	放射方向
13534	18× $\frac{1}{2}$	外 部	49.80	35.50	103.05	100.0	59.80	鍛鍊方向	"	"	中心部	52.60	32.40	101.20	96.6	59.60	鍛鍊方向
"	"	"	51.00	25.60	89.40	86.7	36.90	放射方向	"	"	"	52.70	26.80	93.00	88.8	35.20	放射方向
"	"	偏析部	54.35	32.80	103.55	100.3	56.85	鍛鍊方向									
"	"	"	53.65	20.00	83.65	81.2	25.55	放射方向									

第25表 良質部方向性 (平均値)

鋼番號	鍛鍊係數	抗張力 kg/mm ²	伸%	Mp	絞%	試片方向	鋼番號	鍛鍊係數	抗張力 kg/mm ²	伸%	Mp	絞%	試片方向
13727	18× $\frac{1}{2}$	47.03	32.45	95.73	56.13	鍛鍊方向	15534	18× $\frac{1}{2}$	47.87	32.07	95.97	56.53	放射方向
"	"	48.80	31.60	96.20	63.63	放射方向	13725	17× $\frac{1}{2}$	49.03	32.15	97.23	58.88	鍛鍊方向
13723	18× $\frac{1}{2}$	46.10	36.75	101.10	69.45	鍛鍊方向	"	"	50.50	29.27	94.40	52.57	放射方向
"	"	46.43	34.00	97.43	62.23	放射方向	13721	17× $\frac{1}{2}$	48.50	35.25	101.40	59.08	鍛鍊方向
13506	18× $\frac{1}{2}$	47.38	36.30	101.88	68.58	鍛鍊方向	"	"	49.60	28.67	92.60	48.17	放射方向
"	"	47.37	32.87	96.77	55.97	放射方向	13508	17× $\frac{1}{2}$	44.65	37.68	101.15	68.01	鍛鍊方向
13520	18× $\frac{1}{2}$	45.30	35.65	98.80	69.80	鍛鍊方向	"	"	44.93	33.13	94.63	58.50	放射方向
"	"	42.87	35.67	96.37	59.20	放射方向	13512	17× $\frac{1}{2}$	48.88	35.85	102.68	64.75	鍛鍊方向
13534	18× $\frac{1}{2}$	47.75	36.75	102.85	68.95	鍛鍊方向	"	"	49.47	33.20	99.27	53.03	放射方向

中本研究に必要な抗張力、延伸率、收縮率の平均値をとり Mp 及 Em の値を計算せるものは第24表に掲げだり。

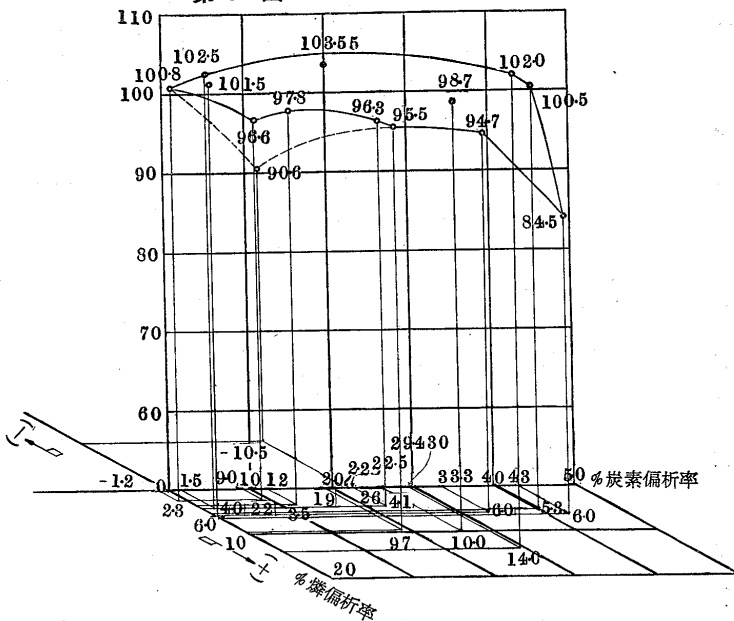
次に良質部に就きては上述の如く Em を計算することは無意義なる可きを以て單に Mp の平均値のみを計算することとせり、其の數字は第25表に示す。

(4) 偏析率と材性率との関係 第24表より材性率第22 ものは第26表である。
表より炭素、磷及硫黄の正負偏析割合を計算して比較せる 今第26表に示す材性率が炭素及磷の偏析と如何なる關

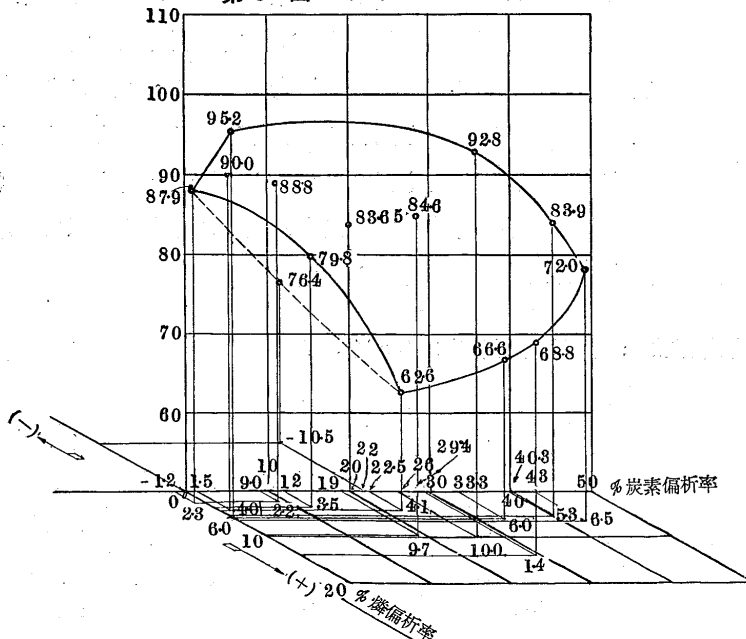
第26表 偏析率と材性率との関係

鋼番號	鍛鍊係數	試料位置	材性率%		偏析率%			鋼番號	鍛鍊係數	試料位置	材性率%		偏析率%		
			鍛鍊方向	放射方向	C	P	S				鍛鍊方向	放射方向	C	P	S
13727	18× $\frac{1}{2}$	a部偏析部	90.6	76.4	+22.0	-10.5	+7.2	13725	17× $\frac{1}{2}$	a部	84.0	78.0	+43.0	+6.5	+5.0
13723	18× $\frac{1}{2}$	a部	100.5	83.9	+40.3	+5.3	+2.0	13721	17× $\frac{1}{2}$	a部偏析部	94.7	66.6	+33.3	+6.0	+8.0
13506	18× $\frac{1}{2}$	a部偏析部	96.3	62.6	+22.5	+4.1	+5.0	"	"	a部中心部	95.5	84.6	+19.0	+7.7	+24.0
"	"	a部中心部	101.2	95.2	+0.0	+6.0	+3.3	13503	17× $\frac{1}{2}$	a部偏析部	102.0	68.8	+29.4	+14.0	+1.0
13520	18× $\frac{1}{2}$	a部偏析部	100.8	87.9	-1.2	+2.3	-5.8	"	"	a部中心部	98.7	92.8	+26.4	+10.0	+2.8
"	"	a部中心部	97.8	79.8	+12.0	+3.5	+2.2	13512	17× $\frac{1}{2}$	a部偏析部	102.5	90.0	+1.5	+4.0	-0.5
13534	18× $\frac{1}{2}$	a部偏析部	103.55	83.65	+20.0	+0.0	-1.8	"	"	a部中心部	96.6	88.8	+9.0	+2.2	+8.0

第31圖 鍛鍊方向のEM面



第32圖 放射方向のEM面



係を有するかを吟味するため第31及第32圖の如き炭素、磷の偏析率を二軸にとり Em を他軸にとりたる面を描くことを試みたり、則ち第31圖は鍛鍊方向試料の Em 面にして第32圖は放射方向のそれである圖に於て明瞭なる如く Em 面の高さは炭素及磷の正偏析率大なる程小となる換言すれば Em 値は下る傾向を有す、而して此傾向は鍛鍊方向より放射方向に於て顯著なり、然れ共試料に於て炭素の偏析率大なるも磷の偏析率小なるものにありては或程度迄は炭素の増加による抗張力の向上割合が延伸率の低下割合より大なる可きを以て左程 Em 値を低下するものに非ざる事も認め得る、炭素及磷共に偏析率大なるものは Em 値最も不良にして此傾向は放射方向に於て一層甚しき事を認められる、炭素の偏析率小なるものも磷のそれが大なる場合は等しく Em 値を不良ならしむる、炭素、磷共に逆偏析率を示すものは各方向共 Em 値良好なるは當然であるが炭素の逆偏析率ある程度を超ゆる場合に抗張力を低下し Em 値を幾分低下せしむる傾向となる事も首肯される事實である。此の點に關しては第4項20號鋼塊の實驗に於て繰返し考察することゝす、又第25表の示す如く良質部の Mp 値は位置方向の如何に拘はらず良好にして各鍛鍊係數試料に對して一様に90以上の數字を示し居るを以て Em 値も實用的には大差なき結果を示せり。

此事實を第23表の示す如く良質部が試料の位置方向の如何に拘らず炭素及磷の平均値略等しき事實と照合す可きであると思惟す。

IV 鋼塊の先天性

以上は直径 1,365 mm 及 1,230 mm の 2 種の電氣鋼塊の良質部及不良質部につき前者は 5 種の鍛鍊係数後者は 4 種の鍛鍊係数を選び其の方向性を鍛鍊度及偏析率と M_p 、 E_m の關係にて求めたるものであるが鋼塊は各鍛鍊係数に對し異なるものを使用せるに拘らず E_m 、 M_p の値は偏析狀況如何に依り一定の傾向を有する結果を示したり勿論實際に於ては縦令同一鋼塊より異なる鍛鍊係数を選びたりとするも大斷面を有する鋼塊に於て等しき條件の試料を各鍛鍊係数に對して供給する事の困難なるは勿論あでる加之吾人の知らんと欲する所はある特例なる鋼塊の鍛鍊度の變更に依る性質の變化を求めんとするに非ずして普通の出來榮を有する大斷面鋼塊の鍛鍊度の變更に依る性質の變化如何が重點であると考慮するものであるから筆者は特に鋼塊の不良部及良質部に於て此の變化を求めたのである。而して其の結果を亦試料の局部的誤差分析材料試験の技術的誤差及熱鍊の差異等によりある程度の誤差を含む事勿論であるが實際的立場に於ては斯る机上の理論を以て始終す可きに非ざる可し。

猶筆者は大斷面を有する鍛材の内部性質を研究するを主眼とするものなると鋼塊の先天性の影響を一層擴大せんがため上述の研究に使用せる鋼塊より斷面大にして製作困難なる 20 噸鋼塊 6 本を製作し此の一部を $\frac{2}{3}$ 他部を $\frac{1}{3}$ に鍛鍊して鋼材の方向性を追求することゝせり。

蓋し曲軸、回轉子軸の如き著しく大斷面を有する鍛材にありては鍛鍊度を大とする事は使用鋼塊の斷面を著しく増大する事となり實際的に製作を不可能ならしむるが故なり。

(1) 使用鋼塊の主な数字

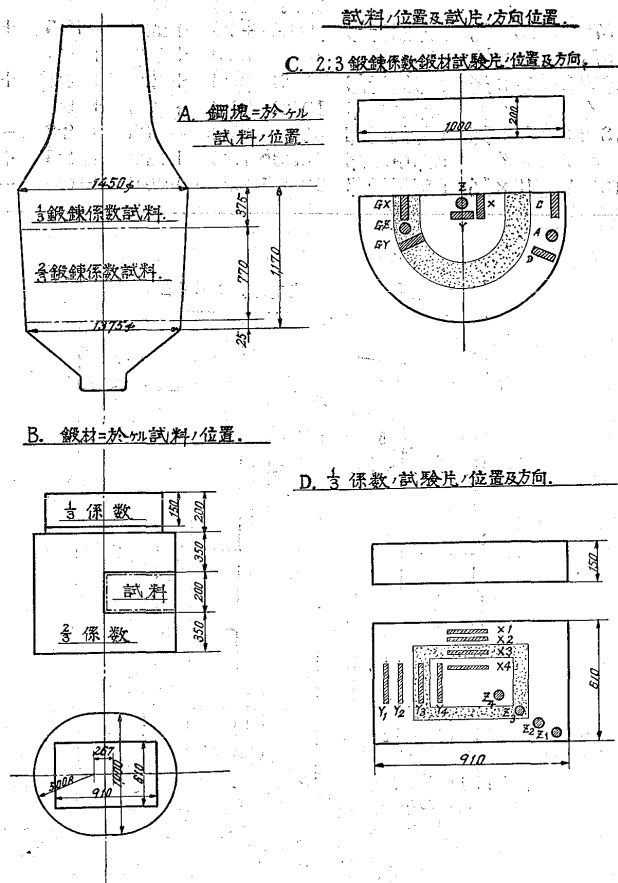
第 27 表

斷面形狀	八角形	平均斷面積	1,726,960 mm ²
頂部内接圓直径	1,455 mm	標準重量	21,100 kg
底部 " "	1,375 mm	鋼塊正味高さ	1,170 mm

(2) 試料の位置及方向 第 33 圖 A は $\frac{2}{3}$ 及 $\frac{1}{3}$ 鍛鍊係数鍛

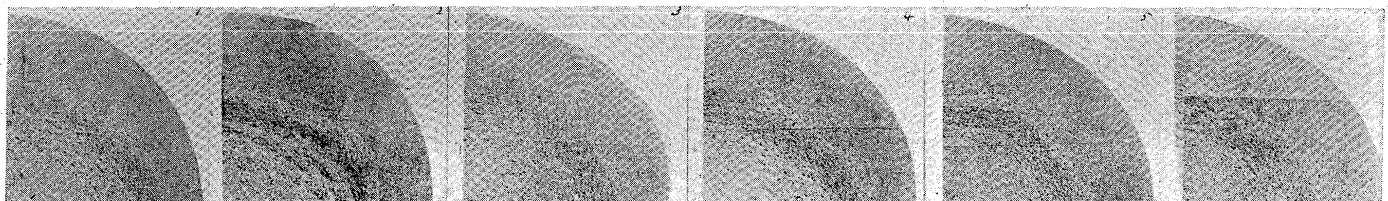
材の試料を採集せる鋼塊の位置を示し B は鍛材に於ける位置 C 及 D は夫々前者及後者の試験片の位置並に方向を示し第 34 圖 A は鍛鍊係数 $\frac{2}{3}$ 鍛材の硫黃寫眞を B は其マクロ像を示す。

第 33 圖



(3) 鍛鍊係数 2:3 鍛材試験片の化學成分 第 28 表は使用せる 6 本の鋼塊に於て鍛鍊係数 2:3 鍛材の試験片を採集せる位置の化學成分を示すもので分析試料採集に當りて偏析せる部分と然らざる部分と混合採集せらるゝ嫌ひあり幾分の誤差を含む可きも試料を穿孔採集せる關係より止むを得ざるべし、然れども吾人の知らんと欲する所も亦しかく正確なる數字に非ずして其傾向の如何に存するを以て實用上參考となすに足る可しと考慮す。

第 34 圖 A 20 噸鋼塊鍛鍊係数 2:3 鍛材の硫黃寫眞 D× $\frac{1}{16}$ ×57



No. 13442 " 13446

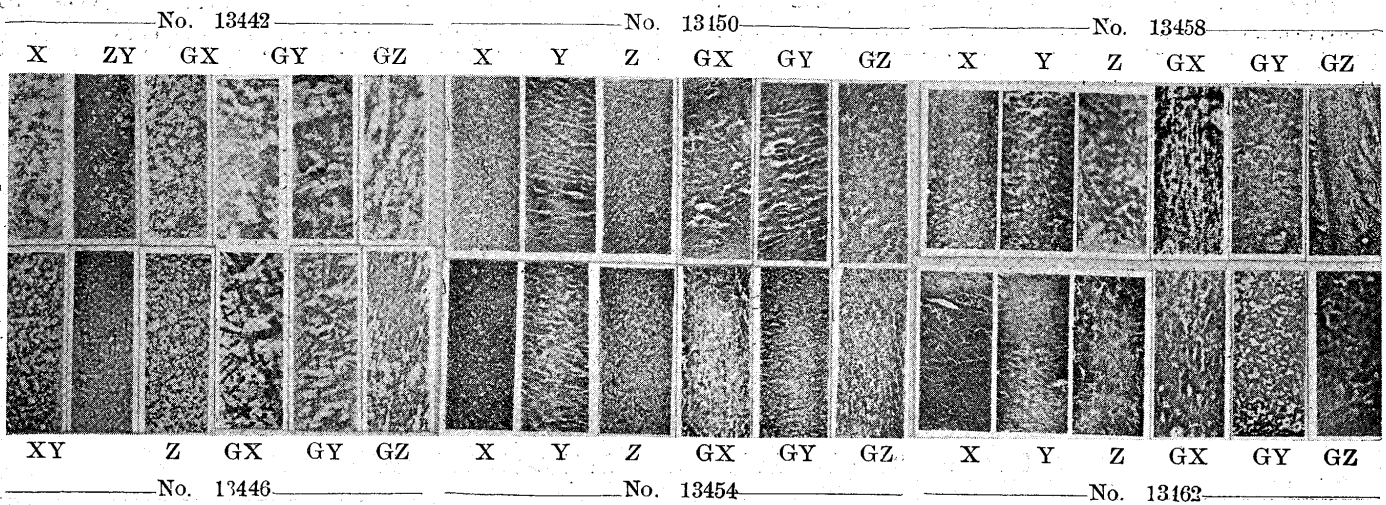
" 13450

" 13454

" 13458

" 13462

第 34 表 B 鍛鍊係数 2:3 鍛材のマクロ像



第 28 表に於て偏析部より採集せる試料 GX, GY, GZ と第 29 表の如くなる。
 は各 2 乃至 4 個であり数字は其の平均値を示す今下表の数字を平均して外部、偏析部及中心部の 3 部に大別して見る 第 29 表に於て外部の成分を 100 とし偏析部及中心部の成分變化を指數にて表せる偏析状況は第 30 表に之を示す。

第 28 表 18 吨鋼塊鍛鍊係数 2:3 鍛材試料の化学成分

A 外部鍛鍊方向								D 外部壓縮方向								Y 中心部壓縮方向								GX 偏析部直角方向								GZ 偏析部鍛鍊方向							
C 同 直角方向								X 中心部直角方向								Z 同 鍛鍊方向								GY 同 壓縮方向															
鋼番號	鍛鍊係數	試片名	C	P	S	Mn	Si	鋼番號	鍛鍊係數	試片名	C	P	S	Mn	Si	鋼番號	鍛鍊係數	試片名	C	P	S	Mn	Si	鋼番號	鍛鍊係數	試片名	C	P	S	Mn	Si								
13442	2:3	A	20	018	022	72	280	13450	2:3	A	16	020	025	59	174	13453	2:3	A	23	027	026	64	223																
"	"	C	19	017	024	70	275	"	"	C	16	021	025	59	176	"	"	C	21	029	025	64	235																
"	"	D	20	018	023	71	278	"	"	D	17	025	030	55	153	"	"	D	24	029	032	69	257																
"	"	X	15	025	017	62	240	"	"	X	11	015	021	45	196	"	"	X	17	016	021	60	242																
"	"	Y	15	021	021	62	221	"	"	Y	14	015	023	45	141	"	"	Y	16	020	021	57	216																
"	"	Z	15	016	011	63	270	"	"	Z	13	015	023	45	141	"	"	Z	16	020	019	55	235																
"	"	GX	225	0285	022	557	295	"	"	GX	24	030	035	60	159	"	"	GX	25	030	023	67	254																
"	"	GY	225	0275	023	633	283	"	"	GY	23	030	032	60	173	"	"	GY	23	028	022	62	258																
"	"	GZ	215	0295	020	670	267	"	"	GZ	21	030	030	58	170	"	"	GZ	23	027	023	63	268																
13446	2:3	A	19	027	025	67	282	13454	2:3	A	17	026	026	59	213	13462	2:3	A	19	023	026	58	253																
"	"	C	19	024	028	68	282	"	"	C	19	028	031	58	165	"	"	C	22	026	030	58	266																
"	"	D	13	023	018	62	235	"	"	D	17	031	026	56	188	"	"	D	21	026	021	57	223																
"	"	X	16	024	022	65	259	"	"	X	12	019	021	52	202	"	"	X	16	016	020	51	235																
"	"	Y	11	019	017	56	242	"	"	Y	14	022	021	53	216	"	"	Y	19	016	023	53	261																
13446	2:3	Z	12	020	017	57	259	"	"	Z	12	022	023	53	193	"	"	Z	19	021	023	53	247																
"	"	GX	240	032	029	72	388	"	"	GX	20	030	026	57	193	"	"	GX	24	029	0215	59	2625																
"	"	GY	245	030	026	69	291	"	"	GY	22	029	021	58	192	"	"	GY	26	0285	0245	63	2625																
"	"	GZ	233	031	028	71	285	"	"	GZ	20	027	027	57	200	"	"	GZ	24	028	029	57	255																

第 29 表 鍛鍊係数 2:3 鍛材主要部試料の化学成分

鋼番號	位置	C	P	S	Mn	Si	鋼番號	位置	C	P	S	Mn	Si	鋼番號	位置	C	P	S	Mn	Si
13442	外部	195	0175	023	71	278	13450	外部	160	0220	027	58	168	13458	外部	230	028	028	66	238
"	偏析部	222	0285	022	62	282	"	偏析部	230	0300	032	59	167	"	偏析部	230	024	024	64	258
"	中心部	150	0200	018	62	244	"	中心部	130	0150	022	45	159	"	中心部	160	019	020	57	231
13446	外部	170	0250	024	66	266	13454	外部	180	0280	0280	58	189	13462	外部	210	0250	0260	58	241
"	偏析部	238	0310	028	71	285	"	偏析部	200	0290	0250	57	195	"	偏析部	250	0290	0250	60	260
"	中心部	130	0210	019	59	253	"	中心部	130	0210	0220	53	204	"	中心部	180	0180	0220	52	243

第 30 表 鍛鍊係数 2:3 鍛材 横斷偏析

鋼番號	位置	C	P	S	Mn	Si	鋼番號	位置	C	P	S	Mn	Si	鋼番號	位置	C	P	S	Mn	Si
13442	偏析部	118.0	163.0	95.7	87.5	101.5	13450	偏析部	143.5	133.0	118.5	101.5	99.4	13458	偏析部	100.0	100.0	86.0	97.0	108.5
"	中心部	77.0	114.5	77.3	87.5	87.8	"	中心部	81.3	68.0	81.5	77.5	94.5	"	中心部	69.7	68.0	95.3	86.5	97.0
13446	偏析部	140.0	124.0	112.0	107.6	107.5	13454	偏析部	138.9	103.5	89.2	98.3	102.0	13462	偏析部	119.0	116.0	96.1	103.5	107.9
"	中心部	76.6	84.0	79.3	89.5	95.3	"	中心部	122.0	75.0	78.5	91.3	104.5	"	中心部	85.7	72.0	84.6	89.6	102.7

第 30 表に依り明かなる如く大断面を有する鋼塊の横断偏析は隣に於て最も廣範圍を示し鋼質及造塊状況の如何に依りて偏析部に於ては最大 163.0 の指數を示せるものあり中心部に於ては最小 68.0 のそれを示せり。

次は炭素の 140.0 及 69.7 であり硫黄之に次ぎ最大指數 118.5 及 77.3 である満俺、珪素の偏析は最も少く前者は最大 107.6 最小 77.5 後者は最大 108.5 最小 87.8 にして珪素の偏析最も少きを認めたり。

此の傾向は英國鐵鋼協會鋼塊偏析研究會の發表と略同様な結果を表せり。

(4) 20 珪鋼塊鍛鍊係數 2.3 鍛材の材料試験値 (a) 肉厚 75mm 内外の板狀に試料を切断し 880°C に加熱空中放冷後 600°C 乃至 680°C に再加熱徐冷せるもの、材料試験値は第 31 表に示す如くである。

續いて第 31 表の結果を熱處理に依りて改善せんがため偏析部及中心部の試料を A₃ 變態點を水中に急冷しフェライト粒を細かく特に偏析部に於ける大なるフェライトの分離を少くし且質量影響を可及的小ならしめんと試みたり其結果を第 32 表に掲げたり。

第 31 表 20 珪鋼塊鍛鍊係數 2.3 鍛材の材料試験値 (a)

鋼番號	試片名	抗張力 kg/mm ²	伸% %	弾性限 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	絞% %	衝擊値 m·kg アイゾット	硬度 プリンネル
13442	A	49.6	35.8	18.96	24.62	62.9	3.4 4.0	137
"	C	47.4	35.8	21.5	21.50	66.2	3.3 —	131
"	D	50.7	20.4	22.7	26.0	38.3	3.8 3.8	149
"	X	45.5	34.4	21.5	21.5	59.4	5.4 5.0	131
"	Y	44.9	36.2	18.9	21.5	55.8	5.0 5.0	126
"	Z	46.8	36.8	21.5	21.5	59.4	3.0 3.0	126
"	GX	50.5	23.0	29.4	30.8	29.2	3.6 2.4	143
"	GY	47.8	10.0	27.9	28.2	13.8	2.8 3.5	131
"	GZ	49.5	33.0	26.4	28.6	47.2	3.7 3.1	143
13446	A	46.7	37.5	24.6	24.6	62.9	6.7 6.4	137
"	C	47.4	35.2	19.0	24.6	64.6	4.7 5.0	131
"	D	43.6	33.4	19.0	21.5	59.4	4.6 3.8	128
"	X	44.9	35.0	21.5	21.5	66.2	5.0 5.0	131
"	Y	43.6	38.0	21.5	21.5	64.6	5.4 5.0	126
"	Z	41.7	38.0	21.5	21.5	66.2	5.6 3.4	126
"	GX	54.5	29.4	26.0	26.0	40.5	4.7 4.6	156
"	GY	48.7	18.0	26.0	26.0	46.9	2.0 2.8	139
"	GZ	50.7	32.0	22.7	26.0	49.0	5.0 4.6	143
13450	A	46.6	34.8	24.6	24.6	52.9	6.3 —	149
"	C	44.1	20.8	18.9	21.4	33.3	4.0 —	137
"	D	48.0	30.0	18.9	21.4	52.1	3.9 —	140
"	X	42.9	33.5	18.9	21.4	55.8	6.1 7.3	136
"	Y	41.6	31.8	15.8	18.9	46.1	5.8 7.4	126
"	Z	42.6	33.0	15.8	18.9	50.1	7.4 7.6	126
"	GX	51.0	27.3	21.7	27.9	39.9	3.0 3.6	156
13450	GY	50.9	19.0	26.0	26.0	26.8	2.6 2.4	137
"	GZ	49.8	26.0	22.7	26.0	38.3	3.8 4.0	143

鋼番號	試片名	抗張力 kg/mm ²	伸% %	弾性限 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	絞% %	衝擊値 m·kg アイゾット	硬度 プリンネル
13454	A	47.4	34.9	24.6	24.6	61.2	5.1 —	143
"	C	48.7	35.8	18.9	21.7	59.4	5.0 —	143
"	D	49.2	25.2	21.5	24.6	26.3	3.3 —	140
"	X	43.6	35.8	18.9	21.5	57.6	7.8 7.6	131
"	Y	43.0	36.5	18.9	21.5	62.9	8.2 8.8	121
"	Z	47.2	37.8	15.8	21.5	64.6	7.6 6.0	131
"	GX	46.6	30.4	21.5	24.6	48.1	4.2 3.8	143
"	GY	48.9	27.6	26.0	29.2	60.5	6.8 6.4	143
"	GZ	46.2	34.4	16.2	22.7	59.6	5.4 3.8	140
13458	A	44.9	36.8	21.5	24.6	66.2	3.7 —	134
"	C	50.0	35.3	21.5	24.6	62.9	2.9 3.0	149
"	D	50.0	31.0	21.5	24.6	50.1	3.0 4.3	149
"	X	46.0	34.0	18.9	21.4	52.1	2.6 2.2	131
"	Y	40.3	34.5	18.9	18.9	50.1	2.0 2.4	116
"	Z	43.5	36.0	18.9	18.9	52.1	3.7 2.4	131
"	GX	47.2	26.4	19.5	22.7	41.6	3.0 2.7	126
"	GY	45.1	22.6	19.5	22.7	46.9	2.6 2.6	131
"	GZ	44.3	28.0	22.7	22.7	43.8	2.5 2.5	127
13462	A	46.8	35.8	21.5	21.5	61.2	1.8 3.0	137
"	C	46.8	34.2	19.0	21.5	62.9	4.4 4.2	137
"	D	46.8	31.9	15.8	21.5	50.1	4.7 4.3	126
"	X	42.8	35.7	12.6	18.9	66.2	3.0 3.8	126
"	Y	42.8	31.2	18.9	21.4	59.4	2.8 3.1	131
"	Z	44.7	34.8	15.8	20.1	62.9	3.0 4.2	131
"	GX	47.8	34.2	15.8	20.4	55.0	2.6 3.0	131
"	GY	48.4	18.2	19.5	22.7	27.8	3.3 3.6	131
"	GZ	45.5	33.9	18.9	21.4	55.8	3.6 3.0	134

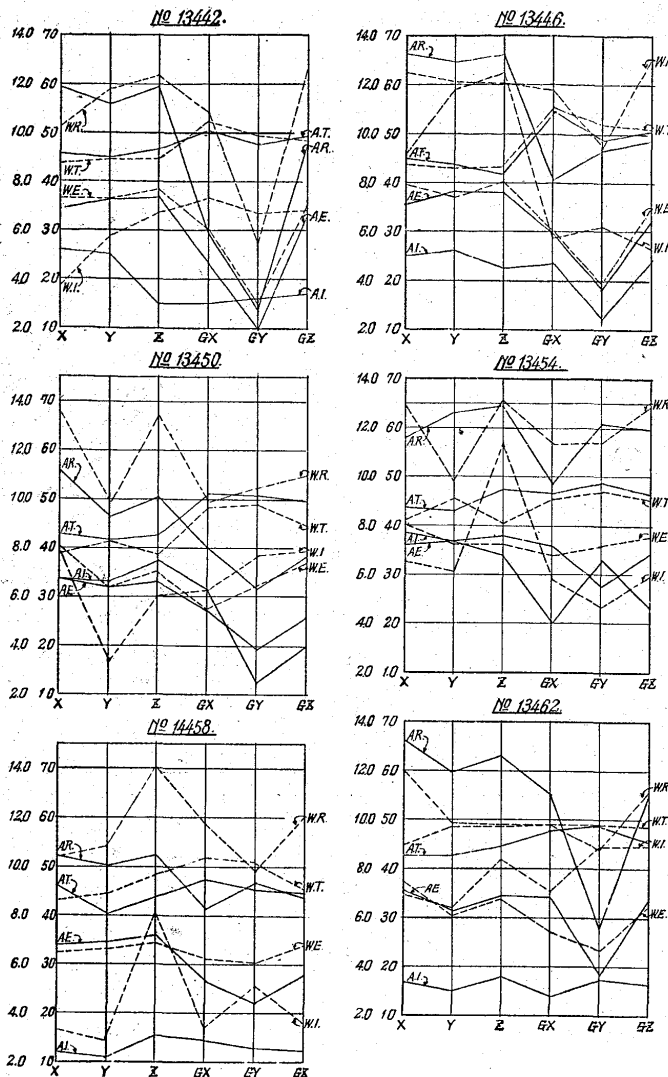
第 32 表 20 珪鋼塊鍛鍊係數 2.3 の材料試験値 (b)

試料を 880°C に加熱、水中冷却後 650°C 乃至 680°C に再加熱徐冷せり。

鋼番號	試片名	抗張力 kg/mm ²	伸% %	弾性限 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	絞% %	衝擊値 m·kg アイゾット	硬度 プリンネル
13442	X	43.8	36.8	23.6	23.8	51.0	3.72 3.86	126
"	Y	44.3	36.4	24.9	29.3	58.9	5.82 5.54	126
"	Z	44.5	38.4	23.6	27.4	61.8	6.40 7.05	126
"	GX	52.3	30.0	29.2	32.5	54.0	7.80 7.40	156
"	GY	49.7	15.0	29.2	29.2	26.5	6.80 6.50	149
"	GZ	48.5	35.0	29.2	29.2	63.1	6.70 7.00	143
13446	X	43.4	39.4	22.1	24.6	62.3	8.40 9.80	126
"	Y	42.7	37.0	22.0	25.5	60.6	12.00 11.60	128
"	Z	43.2	40.2	22.2	24.6	60.5	12.20 12.80	121
"	GX	55.0	29.8	29.4	33.4	58.7	4.96 6.35	156
"	GY	51.8	19.0	30.9	35.2	47.0	6.21 6.21	149
"	GZ	51.0	35.0	29.5	31.0	65.7	5.59 5.04	149
13450	X	38.8	40.0	16.2	19.5	67.3	7.60 8.20	124
"	Y	41.3	31.4	19.5	22.7	49.0	3.10 3.40	134
"	Z	38.3	35.0	19.5	22.7	67.3	5.30 6.40	137
"	GX	48.1	27.2	26.0	26.0	49.0	6.60 5.80	131
"	GY	48.7	32.4	26.0	26.0	52.0	8.00 7.40	131
"	GZ	44.7	37.0	22.7	22.7	54.9	7.20 6.60	137

鋼番號	試片名	抗張力 kg/mm ²	伸% %	弾性限 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	絞% %	衝擊値 m·kg アイゾット	硬度 プリンネル
13454	X	41.0	40.0	22.1	24.4	64.8	6.70 6.40	121
"	Y	45.6	36.0	22.2	25.4	48.8	6.00 6.20	131
"	Z	40.6	36.0	22.2	23.8	65.6	12.00 11.70	116
"	GX	45.2	34.0	23.6	24.9	56.8	6.80 4.70	131
"	GY	47.0	36.0	26.5	26.5	56.9	4.60 4.80	137
"	GZ	45.6	37.8	26.6	26.6	59.4	6.00 6.00	128
13458	X	43.1	32.2	22.7	22.7	52.0	3.60 3.00	143
"	Y	44.4	33.0	19.5	22.7	54.0	2.80 2.80	143
"	Z	48.3	34.4	22.7	29.2	70.5	8.60 7.60	146
"	GX	51.9	31.0	29.2	32.5	58.7	3.20 3.50	159
"	GY	50.6	30.2	16.2	26.0	49.0	6.00 4.20	149
"	GZ	45.2	34.0	22.7	26.0	60.5	3.40 3.60	149
13462	X	44.4	37.6	26.0	26.0	60.5	7.00 7.00	126
"	Y	48.2	30.6	26.0	26.0	49.0	6.30 6.40	143
"	Z	48.3	34.0	26.0	26.0	58.7	8.70 8.00	153
"	GX	48.7	27.0	16.2	21.4	49.0	6.60 7.50	156
"	GY	48.7	23.2	22.7	26.0	43.8	8.80 9.00	143
"	GZ	48.4	33.0	26.0	26.0	55.9	9.20 8.80	143

第 35 圖 20 吨鋼塊鍛鍊係數 2:3 鍛材の熱處理と方向性



A は空中放冷再加熱
W は水中急冷再加熱
T は抗張力 kg/mm^2
E % 延伸率
R は收縮率
I は衝撃値にしてアイゾットを m.kg. にて表はせるもの

註、
左の数字は衝撃抗力アイゾットを m.kg. にて表す、右の数字は抗張力 kg/mm^2 延伸率及收縮率%を示す。

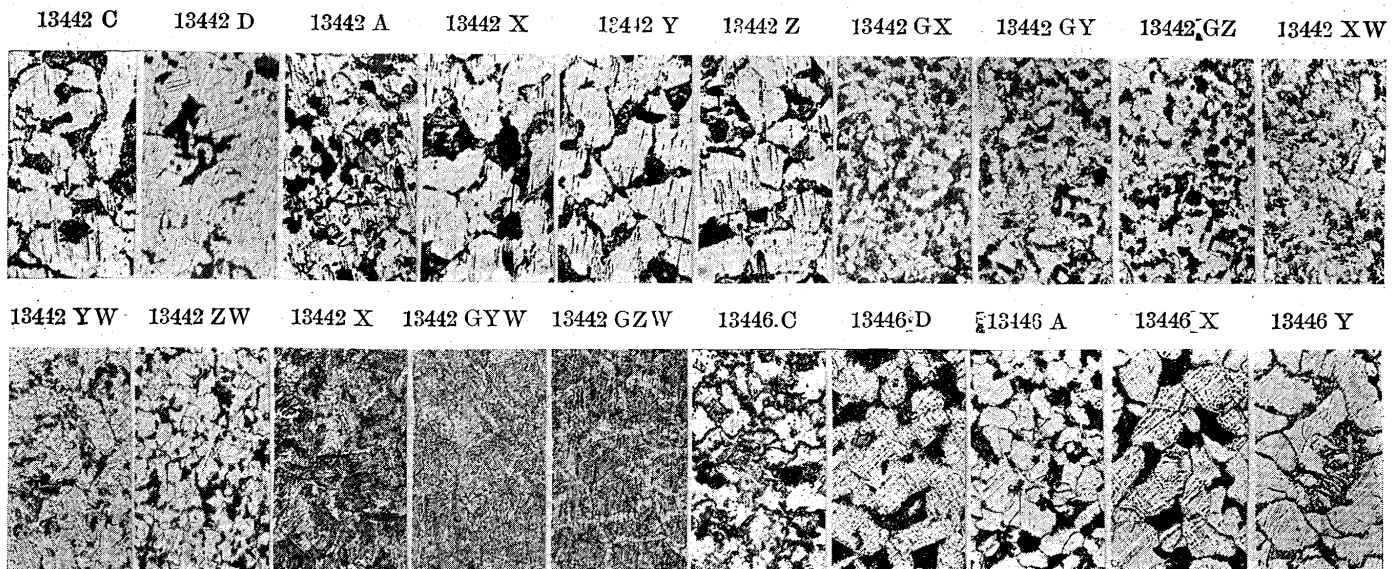
(5) 熱處理の影響 第 35 圖は第 31 表及第 32 表の方向性中抗張力延伸率收縮率及衝撃値に就き熱處理の影響に比較せるもので各鋼塊共抗張力に於ては幾分の改善を示すも大差なく收縮率及衝撃値は A₃ 變態點を水中急冷する事に依り大なる改善を認め得ると共に又延伸率にありても組織の良化に依り相當の改善を示せり、然れども以上の比較に使用せる試料は共に 75 mm 厚の板状ものなりし故水中急冷の効果を充分認め得たりとするも大断面を有する鍛材を水中にて急冷せんとするも内部は質量影響に依て豫期の組織及性質を得る事困難なる可きは勿論なり

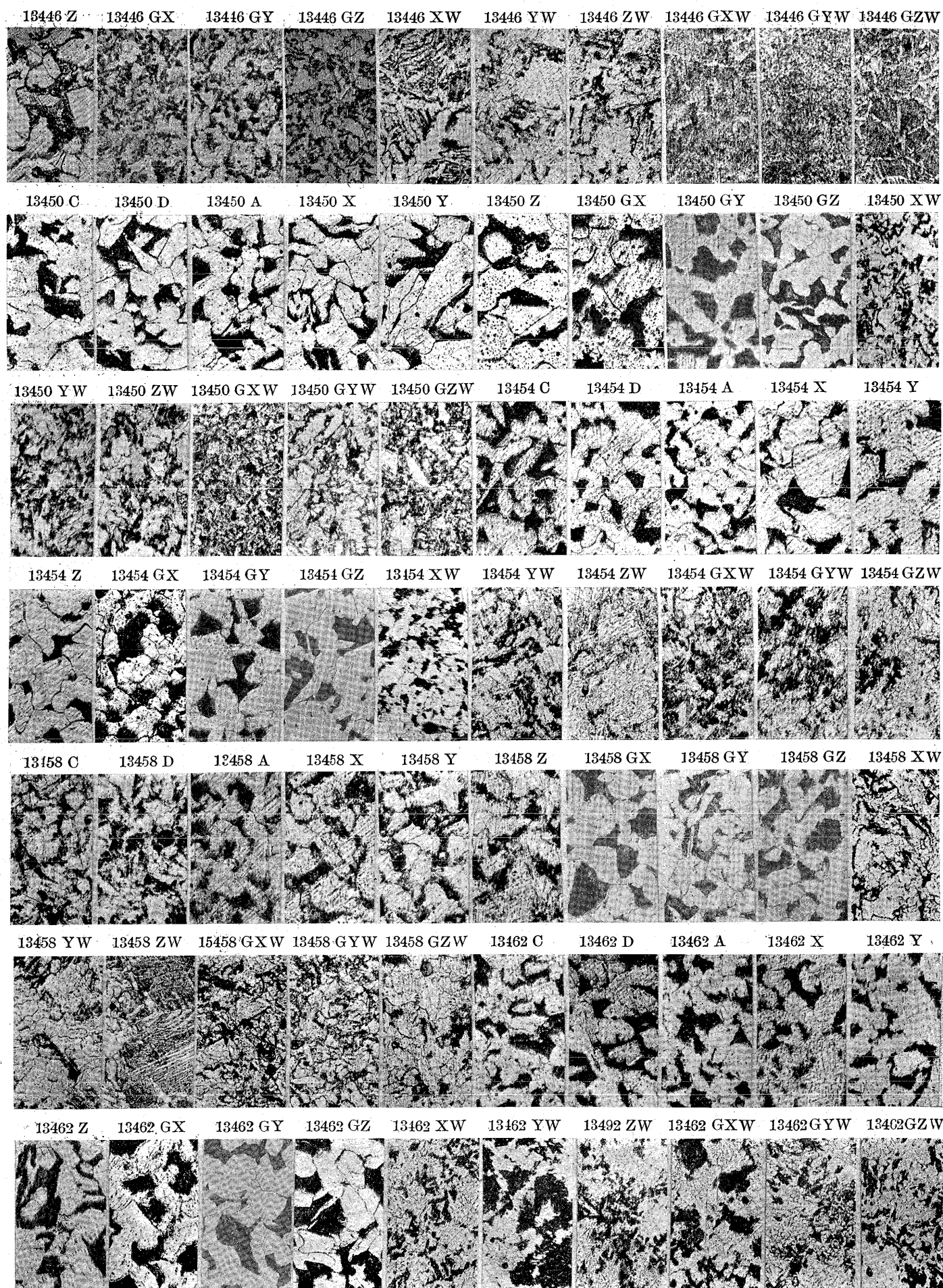
第 36 圖は A₃ 變態點を空中放冷して再加熱徐冷せる試料の組織と水中急冷の上再加熱徐冷せる組織とを示す。

次に筆者は質量大なるもの、A₃ 變態點の水中急冷効果の程度を知らんがため鋼番號 13522 番 20 吨鋼塊を 2:3 の鍛鍊係數に鍛鍊せる 200 mm 厚の鍛材(第 33 圖 B. C 参照)を海中にて急冷し再加熱徐冷せるものと 75 mm 厚の試料を空中放冷の上再加熱徐冷せるものとの方向性の差異につき比較研究する事とせり第 33 表 A は海中にて急冷せるもの、方向性にして B は空中放冷せるもの、それを示し第 37 圖は本鍛材の硫黄寫眞を示す。

第 36 圖 鍛鍊係數 2:3 鍛材の組織 D 約 $\times 110$

組織中 W を附せるは水中急冷の上再加熱徐冷せる試料にして W を附せざるものは空中放冷再加熱徐冷せるものなり





第 33 表 A 及 B の平均値より M_p 及 E_m の値を計算すれば、第 34 表の如くなり各試片の組織は第 38 圖に掲ぐ。

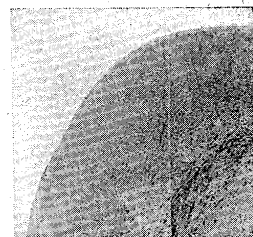
第 34 表の試料の肉厚熱処理及位置の異なる場合に於ける材性率を曲線にて示せるものが第 39 圖である。

第 39 圖に於て鍛材の各位置及方面に於ける材性率は兩者實用的に大差を認めない、此の事實は肉厚を 200mm に

して豊富なる水中に A_3 變態點を冷却せるものは 75mm 肉厚のもの、 A_3 變態點を空中放冷せるものに比し略同様な熱処理効果を表すものである又 33 表 A B の比較に於て收縮率及衝擊値は却つて肉厚大なるものを水中急冷せる

第 37 圖

13522 鍛材の硫黄寫眞



第 33 表 鋼番號 13522 鍛鍊係數 2:3 鍛材の方向性

A 200mm 厚試料を 880°C 海中急冷 700°C にて再加熱徐冷す。

試片	抗張力 kg/mm ²	伸%	弾性限 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	絞%	衝擊值 アイゾット m·kg	硬度	分 析 値				
								C	P	S	Mn	Si
GX ₁	48.0	28.0	18.3	30.9	49.3	7.75 5.65	137	.17	.034	.032	.57	.213
" 2	52.5	18.1	29.5	34.2	27.4	4.28 6.27	143	.19	.034	.037	.56	.213
" 3	53.0	21.1	29.5	34.2	39.0	4.70 4.55	153	.19	.030	.037	.58	.200
" 4	49.4	33.5	25.4	31.2	61.5	5.94 4.76	143	.18	.032	.037	.57	.204
" 平均	55.725	25.175	25.675	32.575	44.3	5.425	144	.18	.033	.036	.57	.208
GY ₁	48.7	15.2	22.6	32.2	20.1	4.35 5.8	134	.17	.032	.034	.60	.216
" 2	47.6	21.3	28.2	39.6	30.1	5.17 7.52	156	.19	.032	.035	.61	.223
" 3	50.5	21.7	30.9	33.8	38.9	6.76 8.63	143	.19	.032	.035	.60	.212
" 4	47.3	27.0	29.5	31.0	61.5	5.38 8.28	137	.17	.029	.035	.62	.188
" 平均	48.5	21.3	27.8	34.15	37.6	6.485	143	.18	.031	.035	.61	.210
GZ ₁	46.9	34.7	29.5	30.8	67.3	7.60 8.84	131	.14	.031	.034	.63	.176
" 2	47.3	34.7	29.5	32.5	67.3	5.86 6.66	134	.14	.031	.034	.63	.181
" 3	46.9	36.8	29.5	30.4	67.3	7.60 8.35	137	.14	.031	.034	.62	.188
" 4	45.8	36.0	28.0	29.5	68.8	7.72 8.50	126	.14	.027	.034	.63	.188
" 平均	46.72	35.55	29.1	30.75	67.7	7.65	132	.14	.030	.034	.63	.183
中心部 X	46.1	34.3	21.4	24.6	69.3	9.8 10.4	131	.13	.027	.028	.55	.221
Y	46.1	35.8	24.6	27.8	66.2	4.7 7.5	124	.13	.028	.027	.54	.223
Z	43.5	37.2	24.6	27.8	69.3	5.7 6.5	126	.13	.027	.025	.53	.223
外部 A	44.8	34.5	24.6	27.8	69.3	9.2	131	.13	.028	.032	.64	.200
C	48.2	34.2	27.7	30.9	66.2	10.2	137	.14	.026	.032	.63	.188
D	46.1	32.5	24.6	29.8	69.3	9.2	143	.13	.028	.024	.64	.188

(B) 75mm 厚試料を 880°C 空中放冷 700°C 再加熱徐冷す。

偏 析 部																
試片	抗張力 kg/mm ²	伸 %	彈性限 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	絞 %	衝擊值 アイゾット m・kg	硬度	試片	抗張力 kg/mm ²	伸 %	彈性限 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	絞 %	衝擊值 アイゾット m・kg	硬度	
GX ₁	46.7	32.0	26.0	26.0	54.0	2.5 2.4	126	GZ ₂	46.1	30.2	22.7	26.0	49.0	3.0 2.8	126	
GX ₂	48.0	24.0	26.0	26.0	32.5	2.2 2.0	126	GZ ₃	45.8	33.0	26.0	26.0	54.0	2.0 2.1	126	
GX ₃	47.8	24.0	22.7	26.0	33.7	2.3 2.5	126	GZ ₄	44.5	34.0	22.7	26.0	61.4	2.0 1.8	126	
GX ₄	47.1	29.6	26.0	29.2	33.3	3.2 2.8	131	平均	45.65	30.5	24.35	26.0	50.1	2.14	127	
平均	47.1	27.4	25.2	26.8	39.95	2.5	127	中心部	X	42.6	35.8	22.7	22.7	60.5	5.0 5.4	116
GY ₁	46.7	18.8	26.0	26.0	31.8	2.4 2.5	126		Y	41.2	38.0	22.7	26.0	65.7	5.0 5.0	116
GY ₂	46.5	18.0	26.0	26.0	36.0	3.0 3.5	124		Z	40.9	40.8	19.5	22.7	67.3	6.5 6.5	112
GY ₃	47.0	29.0	26.2	29.2	49.0	3.5 3.8	126	外部	A	43.9	39.2	19.5	22.7	61.0	3.4 3.8	126
GY ₄	45.4	25.0	26.2	26.2	51.6	2.0 2.0	124		C	44.7	37.6	22.7	26.0	65.7	4.0 3.8	126
平均	46.4	22.7	26.1	26.85	42.1	2.84	125		D	43.0	37.0	19.5	22.7	64.9	3.8 3.6	116
GZ ₁	46.3	25.0	26.0	26.0	36.0	1.6 1.8	131									

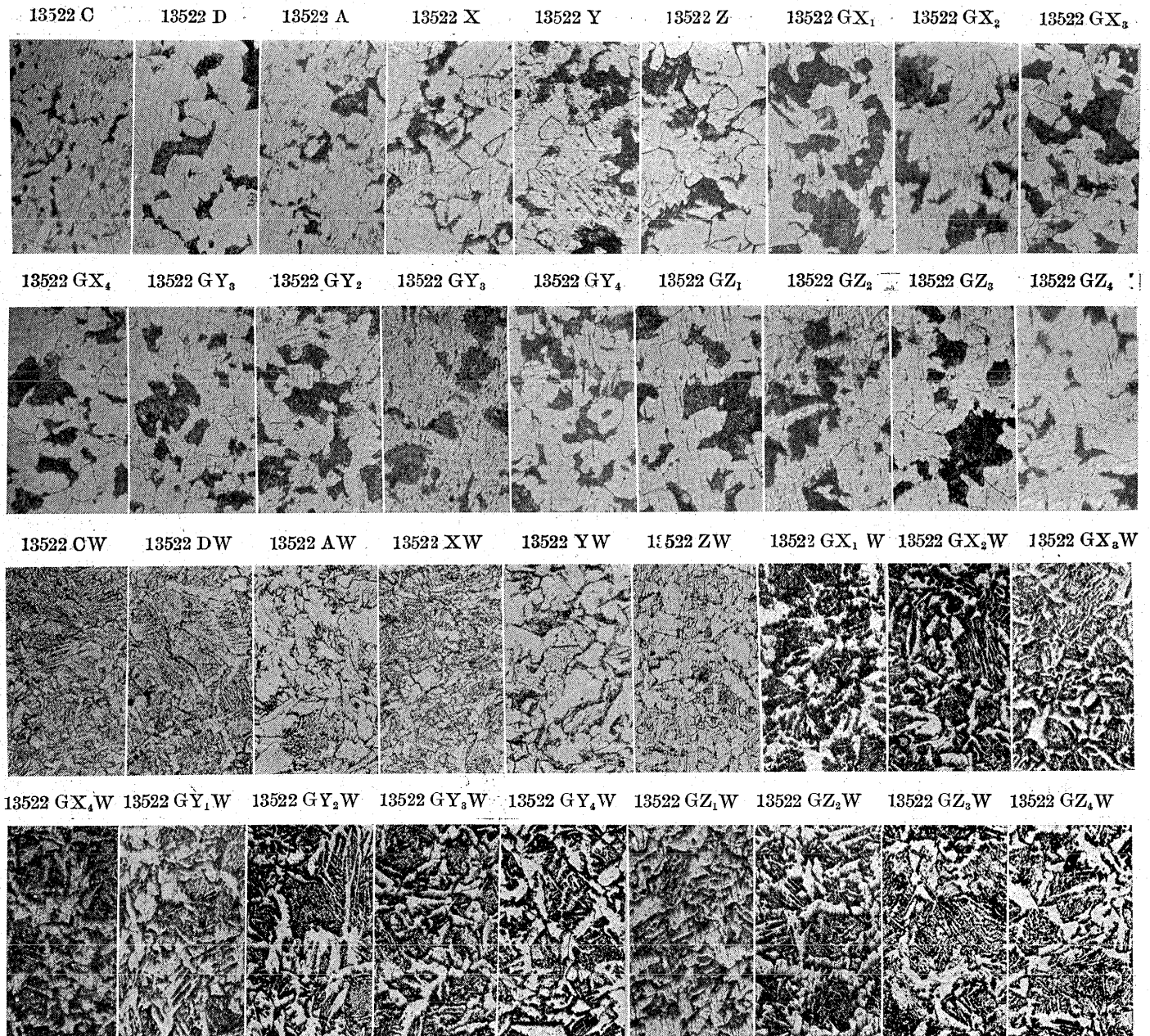
第 34 表 肉厚を考慮せる材性率及成分偏析

W を附せるは 200mm 厚鍛材海中急冷 W を附せざるは 75mm 厚鍛材空中放冷

鋼番號	鍛鍊係數	試片	M_p	E_m	偏 析 率					鋼番號	鍛鍊係數	試片	M_p	E_m	偏 析 率				
					C	P	S	Mn	Si						C	P	S	Mn	Si
13522	2:3	GXW	88.53	86.5	138.4	117.8	112.5	89.1	104.0	13522	2:3	GX	87.10	84.8	138.4	117.8	112.5	89.1	104.0
"	"	GYW	80.50	78.5	138.4	110.7	109.3	95.4	105.0	"	"	GY	80.40	79.3	138.4	110.7	109.3	95.4	105.0
"	"	GZW	90.32	88.0	107.8	107.0	106.2	98.5	91.5	"	"	GZ	91.35	89.0	107.8	107.0	106.2	98.5	91.5
"	"	XW	97.60	95.1	100.0	96.5	87.5	86.0	110.5	"	"	X	96.20	93.7	100.0	96.5	87.5	86.0	110.5
"	"	YW	99.80	97.2	100.0	100.0	84.4	84.5	113.0	"	"	Y	98.20	95.7	100.0	100.0	84.4	84.5	113.0
"	"	ZW	99.20	96.5	100.0	96.5	78.1	82.8	113.0	"	"	Z	102.00	99.4	100.0	96.5	78.1	82.8	113.0
"	"	AW	96.50	93.9	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	"	"	A	102.60	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
"	"	CW	99.55	96.9	107.8	92.8	100.0	93.5	94.1	"	"	C	101.10	98.6	107.8	92.8	100.0	98.5	94.1
"	"	DW	94.80	92.5	100.0	100.0	75.0	100.0	94.1	"	"	D	98.50	95.9	100.0	100.0	75.0	100.0	94.1

註、(1) 外部鍛鍊方向試片中空中放冷再加熱徐冷せるものの M_p を標準とし E_m を計算す。(2) 外部鍛鍊方向試片の成分を標準とす。

第 38 圖 鋼番號 13522 鍛材試験片の組織 D約×115

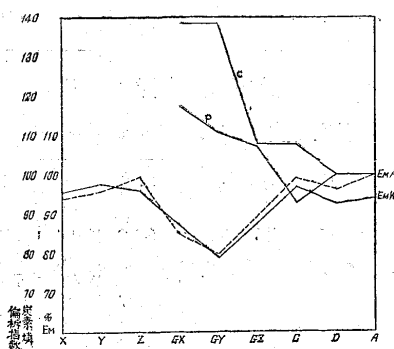


ものの方途に良好なる數字を示せり、ともあれ質量大なる鍛材も豊富なる水中にて急冷する事により或程度の性質を改善する事は不可能ではない。

特に鍛材の使用目的の如何によりては A_3 變態點を水中に急冷し表面より一定の深さに

達する迄鍛材の性質を改善することも内力分布状態の如何

第 39 圖 試料の肉厚熱處理及位置の變更と材性率(鋼番號 13522)



によりては機械設計上有意義なる可きなり。

(6) 20 珥鋼塊鍛鍊係數 2:3 鍛材の材性率 880°C 空中放冷 600°C 乃至 680°C 再加熱徐冷せる試料の方向性を示せる第 31 表より材性率を計算し第 30 表の炭素及磷の偏析率と對照せるものは第 35 表に掲ぐ。

第 35 表に於ても最も不良なる材性率を示すものは鋼番號 13442 鋼塊偏析部 Y 方向のそれにして僅かに 60.8% を示すに止る、猶 D 片のそれも Mp の値 81.3 にして材性率僅かに 78.7% を示すも之は局部缺陷にして同様の例は鋼番號 13450 D 片の材性率 76.2% も同様に解す可きものである。

次に此等鍛材の内部試料の性質を改善せんがため 880°C

第 35 表 鍛錬係数 2:3 鍛材の材性率

鋼番號	試片	C	偏析率%	P	Mp	Em%	鋼番號	試片	C	%偏析率	P	Mp	%Em
13442	A				103.3	100.0	13450	A				98.8	100.0
"	C				101.0	97.9	"	C				75.3	76.2
"	D				81.3	78.7	"	D				93.0	94.1
"	X				97.1	94.0	"	X				93.2	94.3
"	Y	-23.0	+14.5		99.2	96.0	"	Y	-18.7	-32.0		89.3	90.4
"	Z				102.0	98.8	"	Z				92.1	93.2
"	GX				85.0	82.3	"	GX				92.0	93.1
"	GY	+18.0	+63.0		62.8	60.8	"	GY	+43.5	+36.0		79.4	80.3
"	GZ				101.0	98.0	"	GZ				88.8	89.9
13446	A				103.0	100.0	13454	A				99.8	100.0
"	C				100.0	99.0	"	C				102.4	102.6
"	D				93.7	91.0	"	D				87.0	87.2
"	X				97.4	94.5	"	X				97.3	97.5
"	Y	-23.4	-17.0		100.6	97.6	"	Y	+22.0	-25.0		97.8	98.0
"	Z				98.7	95.9	"	Z				103.9	104.0
"	GX				98.6	95.8	"	GX				92.2	92.4
"	GY	+40.0	+24.0		75.7	73.5	"	GY	+38.9	+3.5		90.3	90.5
"	GZ				98.7	95.8	"	GZ				102.3	102.5
13458	A				100.2	100.0	13462	A				100.5	100.0
"	C				103.0	102.7	"	C				98.1	97.7
"	D				96.5	96.2	"	D				94.7	94.3
"	X				97.0	96.7	"	X				96.4	95.9
"	Y	-30.3	-32.0		92.1	91.9	"	Y	-14.3	-23.0		89.6	89.2
"	Z				97.5	97.2	"	Z				96.9	96.5
"	GX				86.8	86.6	"	GX				99.1	98.6
"	GY	±0	±0		79.0	78.8	"	GY	+19.0	+16.0		75.7	75.3
"	GZ				86.3	86.1	"	GZ				96.4	95.9

にて水中急冷し 650°C 乃至 680°C に再加熱徐冷せるものの Mp の値を第 32 表に依り計算し第 36 表に示す、又外部鍛錬方向試料空中放冷再加熱せるものを標準とし Em の値を計算せるものを同時に掲げて参考とする事にせり。

第 36 表 鍛錬係数 2:3 鍛材内部試料の方向性

A₃ 變態點を水中急冷せるものの方向性を Mp の値にて表す。

鋼番號	試片	Mp	Em%	鋼番號	試片	Mp	Em%
13442	X	99.0	95.8	13446	X	102.4	99.4
"	Y	98.9	95.7	"	Y	98.2	95.3
"	Z	102.1	98.8	"	Z	106.2	103.2
"	GX	97.3	94.2	"	GX	99.7	96.8
"	GY	72.2	69.8	"	GY	80.3	78.0
"	GZ	101.0	96.9	"	GZ	103.5	100.5
13450	X	98.8	100.0	13458	X	91.4	91.2
"	Y	88.5	89.7	"	Y	93.9	93.6
"	Z	90.8	92.0	"	Z	99.9	99.6
"	GX	88.9	90.0	"	GX	98.4	98.2
"	GY	97.3	98.6	"	GY	95.9	95.6
"	GZ	100.2	101.4	"	GZ	96.2	96.0
13454	X	101.0	101.2	13462	X	100.8	100.3
"	Y	99.6	99.8	"	Y	94.1	93.7
"	Z	94.6	94.9	"	Z	99.3	98.8
"	GX	96.2	96.5	"	GX	89.2	88.8
"	GY	101.0	101.2	"	GY	83.5	83.1
"	GZ	102.3	102.5	"	GZ	97.9	97.5

註、外部鍛錬方向試料の Mp 値は A₃ 變態點を水中急冷再加熱せるものと空中放冷再加熱せるものとそれと大差なきを以て便宜上後者の Mp を標準し Em 値を計算せり。

第 36 表を吟味すれば試料の位置及方向に依り鍛材の材性率著しく異なるものと然らざるものとあり、組織の良否に關する所も亦之を認め得ざるに非ざれ共其主原因の一は第 34 圖 B のマクロ像が此間の消息を雄辯に物語つて居る。換言すれば大断面を有する鋼塊は其凝固狀況の如何に依り樹晶の大小に大なる差異を有せり而して樹晶の細小及偏析

小なるものが鍛造、熱處理等を受けたる後に於ても良好なる材性率を示すものなる事を認め得るものなり。

第 35 及 36 表の材性率を鋼番號及試片方向別に比較せば第 40 圖となる。

A₃ 變態點を水中急冷せるものは上述の如く全般に渡り衝擊値を著しく改善するも中心部試片の材性率の改善程度は不明瞭なり。

これ此の位置に於ける空中冷却試料も熱處理容易にして充分良好なる成績を示し居るを以て水中

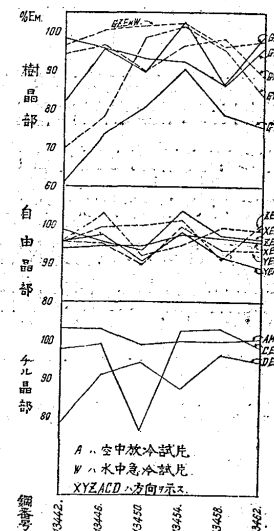
冷却により一層良好なる數字を得んとする事の困難なるが故なりと思惟す、然れども偏析部試片は空中放冷に依り優良なる材性率を得る事は鋼塊の先天性優良ならざる限り困難なるが故に水中急冷の効果も亦著大にして特に空中放冷に於て不良なりし試片程 A₃ 點水中急冷の効果大なるを認めたり。

(7) 鑄造方法の改良 Parsons 及 Duncan * は大断面

* C. Parsons & H. M. Duncan: A new method for the production of sound steel; J. Ir. and st. Inst. Vol. 1. 1929. pp. 255-271.

第 40 圖

20 吋鋼塊鍛錬係数 2:3 鍛材の材性率



を有する鋼塊の新鑄造方法として底部に大なる冷却盤を用ひ側面を耐火材にて形成し頂部に天蓋を設け鑄造後重油火口を以て上部を加熱する事に依り主體の凝固終る迄上部を熔融狀態に保たしむる如き方法を採用する事に依り優良なる結果を得たりと稱せり。

之れ底部逆偏析部の利用と二次收縮管及環狀幽痕の成生を防止せんとする主旨に外ならざる可く、又二次收縮管を防止し鋼塊の歩止りを良好ならしむる爲鑄造後電弧、瓦斯高周波電熱等に依りて頂部を可及的長時間熔融狀態に保たしめんとする試みは内外多數の例を有するが前者は生産費の點より後者は頂部中心部の全體的偏析を除き得ず偏析部以内が應力に曝される如き性質の機械部分として使用する事は不安なる可く所詮單に收縮管無き故を以て歩止り良好なりと稱して使用する事は困難なる可しと思惟されるものである。

筆者は簡單なる方法に依り中心部を改善し同時に二次收縮管を防止する事を經濟的に試みたり則ち鑄造に當りて熔鋼を押湯のある一定の位置に止め一定時間を経たる後中心部の未だ凝固せざるに先ち同質の熔鋼を補鑄するものである此方法は一般に用ひられ居れる押湯頂部迄鑄込置き收縮量に相當する高溫度同質熔鋼を補給して二次收縮管を防止する方法に比し多量の熔鋼を必要とすれ共新しき高溫多量の熔鋼補給に依り將に沈澱結晶せんとする不良なる自由結晶部熔鋼を比重の差異に依りて上昇せしめ優良なる新熔鋼を此等の不良熔鋼と混合せしめ頂部中心部の改善に資する所大なる可きを信するものにして本研究に使用せる 18 匁 5 本、17 匁 4 本の鋼塊及鋼番號 13522 の 20 匁鋼塊 1 本は普通鑄造方法を用ひ鋼番號 13442 より 13462 に至る 6 本の 20 匁鋼塊は本鑄造方法を採用して研究せるもので第 37 表は即ち其の狀況を示せるものである。

第 37 表 鑄 造 狀 況

鋼番號	主體鑄造後補給開始迄の經過時間	補給熔鋼量 kg	主要成分		
			C	Mn	Si
13442	1 時間 30 分	1,800	22	70	23
13446	1 時間 40 分	1,900	16	65	25
13450	2 時間 20 分	2,500	18	65	15
13454	1 時間 20 分	2,000	15	55	25
13458	2 時間 20 分	2,000	14	63	25
13462	2 時間 0 分	2,000	12	60	30

上述の如く單に二次收縮管防止を目的とすれば第 37 表に示す如き經過時間補給熔鋼量、主要成分等を變更して實驗す可き必要を認めざるも筆者の場合は中心部の改善が其主要目的たると同一鋼塊に於て鍛鍊係數 2:3 と 1:3 との鍛材の方向性を比較研究せんとする他の目的を有し居りしを以て成る可く兩者試料の偏析狀況化學成分の平均値等を等しからしむる主旨の下に第 37 表に示す如き手段を講ずる事とせり。第 41 圖は本鑄造方法に依る鋼塊の頂部第 33 圖に示せる位置を鍛鍊係數 1:3 に鍛造せる試料の硫黃寫眞を示し此等を第 2 項鍛鍊度の研究に用ひたる鋼塊頂部の略同様なる位置より採取せる試料の硫黃寫眞と比較する時中心部の改善は瞭然たるものであり。

(8) 20 匁鋼塊鍛鍊係數 1:3 鍛材の分析値 本方法により得たる鍛鍊係數 1:3 鍛材試料の分析値は第 38 表の如し。

第 38 表の數字を主要部につき平均値に表はすときは第 39 表の如くなる。

(9) 本鑄造法に依る鋼塊の偏析

(a) 縱斷偏析 第 20 表及 39 表より本研究に使用せる 20 匁鋼塊の炭素、磷、硫黃の縱斷偏析圖を描けるに第 42 圖の如くなる。

第 42 圖 Cb 試料は略鋼塊の平均分析値を有するものなることは周知の事實なる故 Cb 試料を標準と炭素、磷、硫

第 41 圖 20 匁鋼塊鍛鍊係數 1:3 鍛材の硫黃寫眞 $D \times \frac{1}{10} \times 0.92$

No. 13442

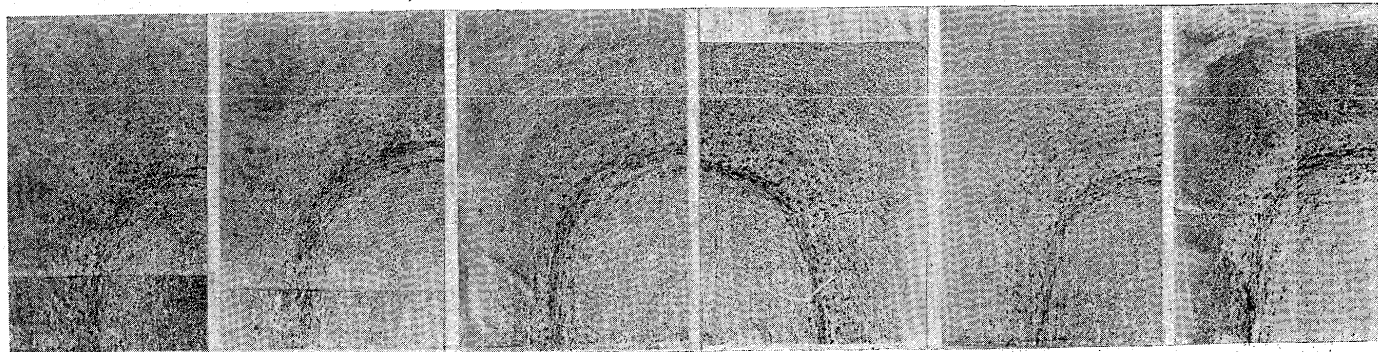
No. 13446

No. 13450

No. 13454

No. 13458

No. 13462



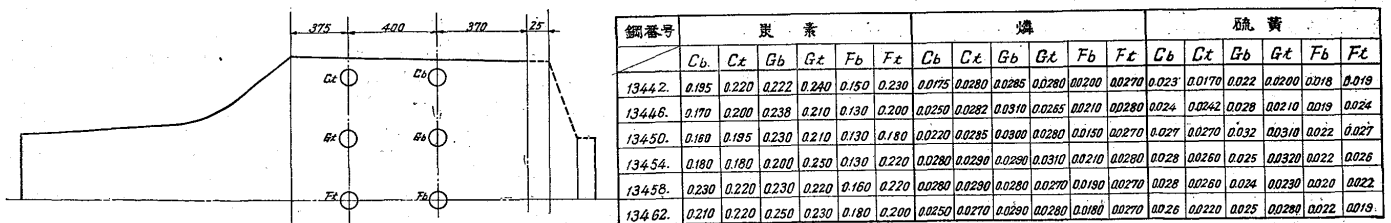
第 38 表 鍛錬係数 1:3 鍛材試料の化学成分

鋼番號	試片名	C	P	S	Mn	Si	鋼番號	試片名	C	P	S	Mn	Si	鋼番號	試片名	C	P	S	Mn	Si
13442	X ₁	21	027	015	73	235	13450	X ₁	17	027	029	58	171	13458	X ₁	21	025	029	56	247
"	X ₂	24	030	019	68	270	"	X ₂	20	026	026	55	169	"	X ₂	22	027	027	56	235
"	X ₃	24	028	022	63	270	"	X ₃	21	027	033	51	176	"	X ₃	23	027	028	55	235
"	X ₄	23	028	019	63	254	"	X ₄	17	027	026	47	141	"	X ₄	22	025	027	63	251
"	Y ₁	21	029	017	72	282	"	Y ₁	17	027	026	47	165	"	Y ₁	22	029	024	71	263
"	Y ₂	22	028	017	68	242	"	Y ₂	21	026	024	59	160	"	Y ₂	23	031	024	51	263
"	Y ₃	24	028	019	68	294	"	Y ₃	21	028	034	51	167	"	Y ₃	22	027	026	56	247
"	Y ₄	23	028	019	67	266	"	Y ₄	20	026	028	57	162	"	Y ₄	22	030	026	55	213
"	Z ₁	21	027	017	71	235	"	Z ₁	21	036	028	72	270	"	Z ₁	22	031	026	57	254
"	Z ₂	22	027	017	69	247	"	Z ₂	21	028	029	74	270	"	Z ₂	23	028	024	56	247
"	Z ₃	24	028	024	72	270	"	Z ₃	24	029	034	69	280	"	Z ₃	23	028	017	57	235
"	Z ₄	23	026	019	67	235	"	Z ₄	17	028	029	61	263	"	Z ₄	22	027	022	55	254
13446	X ₁	20	028	026	69	306	13454	X ₁	18	028	025	57	193	13462	X ₁	19	025	024	63	259
"	X ₂	20	031	026	67	282	"	X ₂	22	028	020	57	212	"	X ₂	22	028	020	64	219
"	X ₃	21	026	018	63	270	"	X ₃	24	029	030	58	216	"	X ₃	23	028	030	60	275
"	X ₄	20	028	023	61	275	"	X ₄	21	032	024	55	212	"	X ₄	19	028	018	56	242
"	Y ₁	20	028	018	71	282	"	Y ₁	19	024	020	57	176	"	Y ₁	22	026	021	63	242
"	Y ₂	21	030	026	68	282	"	Y ₂	19	032	027	56	200	"	Y ₂	22	031	024	66	247
"	Y ₃	22	030	032	64	277	"	Y ₃	25	032	032	59	201	"	Y ₃	22	027	023	60	256
"	Y ₄	20	028	023	61	282	"	Y ₄	23	025	025	59	207	"	Y ₄	20	026	020	57	270
"	Z ₁	20	026	026	58	176	"	Z ₁	14	032	030	57	204	"	Z ₁	23	026	023	63	263
"	Z ₂	20	027	023	57	165	"	Z ₂	17	030	029	57	183	"	Z ₂	22	026	021	64	259
"	Z ₃	21	027	024	55	165	"	Z ₃	25	031	034	59	195	"	Z ₃	24	028	031	62	251
"	Z ₄	20	028	026	47	165	"	Z ₄	21	028	029	56	193	"	Z ₄	20	025	021	59	259

第 39 表 鍛錬係数 1:3 鍛材主要部試料の化学成分

鋼番號	位置	C	P	S	Mn	Si	鋼番號	位置	C	P	S	Mn	Si	鋼番號	位置	C	P	S	Mn	Si
13442	外部	220	0280	0170	700	250	13450	外部	195	0285	0270	608	204	13458	外部	220	0290	0260	590	251
"	偏析部	240	0280	0200	690	280	"	偏析部	210	0280	0310	559	207	"	偏析部	220	0270	0230	560	239
"	中心部	230	0270	0190	660	250	"	中心部	180	0270	0270	530	187	"	中心部	220	0270	0220	580	238
13446	外部	200	0282	0242	650	249	13454	外部	180	0290	0260	570	195	13462	外部	220	0270	0220	640	248
"	偏析部	210	0265	0210	590	218	"	偏析部	250	0310	0320	590	199	"	偏析部	220	0280	0280	610	261
"	中心部	200	0280	0240	560	240	"	中心部	220	0280	0260	570	204	"	中心部	200	0270	0190	570	258

第 42 圖 20 吨鋼塊上半部の縦斷偏析



第 40 表 20 吨鋼塊の縦斷偏析指數

鋼番號	C					P					S				
	Ct	Gb	Gt	Fb	Ft	Ct	Gb	Gt	Fb	Ft	Ct	Gb	Gt	Fb	Ft
12442	112.8	113.0	123.0	77.0	118.0	160.0	163.0	160.0	114.1	154.0	73.9	95.5	86.3	77.9	82.2
13446	117.5	140.0	123.5	76.5	117.5	112.5	124.0	104.5	84.0	112.0	109.0	116.8	87.5	79.1	100.0
13450	121.8	143.7	131.0	81.2	112.4	129.5	136.3	127.4	63.2	122.8	100.0	118.5	114.9	81.5	100.0
13454	100.0	111.0	139.0	72.3	121.2	103.5	103.5	117.0	75.0	100.0	92.9	89.3	114.1	78.5	92.9
13458	95.7	100.0	95.7	69.5	95.7	103.5	100.0	96.5	67.9	96.5	92.9	85.6	82.0	71.4	78.5
13462	104.7	119.0	109.3	85.5	95.0	108.0	116.0	112.0	72.0	108.0	84.5	96.0	107.5	84.5	73.0

註、鋼塊中間高に於ける外部の成分を 100 とせる指數にて示す、

黄の縦斷偏析指數を計算すれば第 40 表を得。

第 40 表を吟味するに本鑄造方法を適當なる注意の下に適用する事に依り鋼塊の縦斷偏析をある程度迄改善する事可能なり、就中頂部中心部の炭素、磷、硫黄等を鋼塊平均

分析値のそれ等に接近せしむる事は困難ならざる可し。

(b) 横斷偏析 第 39 表より本鑄造法に依る 20 吨鋼塊鍛錬係数 1:3 鍛材の横斷偏析率を計算する時は第 41 表の如くである。

第 41 表 20 吨鋼塊頂部鍛材横斷偏析指數

鋼番號	位 置	C	P	S	Mn	Si	鋼番號	位 置	C	P	S	Mn	Si
13442	偏 析 部	109.0	100.0	117.5	98.7	112.0	13454	偏 析 部	139.0	107.0	123.0	103.6	102.0
"	中 心 部	104.2	96.5	111.8	94.4	100.0	"	中 心 部	122.0	96.5	100.0	100.0	104.5
13446	偏 析 部	105.0	94.0	86.8	90.9	87.5	13458	偏 析 部	100.0	93.1	88.5	95.0	95.4
"	中 心 部	100.0	99.5	99.3	86.2	96.4	"	中 心 部	100.0	93.1	84.6	98.4	94.8
13450	偏 析 部	107.6	98.2	115.0	92.2	101.5	13462	偏 析 部	104.5	103.6	127.2	95.5	105.2
"	中 心 部	92.5	94.8	100.0	87.2	91.5	"	中 心 部	91.0	100.0	86.4	89.1	104.0

註、外部の成分を 100 とせる指數にて示す。

次に第 39 及第 41 表を英吉利鐵鋼協會鋼塊偏析研究調査報告中の¹⁾ 鋼塊内接圓直徑最も本例に近似せる 64 吨炭素鋼塊の頂部横斷偏析と比較する事とせり。

第 42 表 英國鐵鋼協會偏析研究會調査報告の一例

主要鋼塊寸法 頂部内接圓徑 4'-11.5" 底部同 4'-7.5" 高サ 13'~5'

横斷面位置	C	P	S	Mn	Si
外 部 平均	.420	.0398	.0398	.668	.180
偏析部 "	.435	.0478	.0480	.680	.175
中心部 "	.530	.0530	.0550	.720	.190

第 40 表を外部の成分を 100 とする指數にて計算すれば第 42 表 A を得。

第 42 表 A 40 表の數字を指數にて表はしたるもの

横斷面位置	C	P	S	Mn	Si
外 部	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
偏 析 部	103.5	121.0	123.1	101.9	97.2
中 心 部	126.0	133.1	138.1	107.9	105.5

兩者間異なる所は筆者の場合は軟鋼にして本場合は半硬鋼なる關係上後者の場合幾分偏析率高き事は否定し得ざるも猶ほ筆者の場合に於て中心部の改善の跡を認めざるを得ざる可きなり。

次に本鑄造法に依る例を筆者の普通方法に依りて得たる數例と比較研究せるものを第 43 圖に掲げたり²⁾

第 43 圖に就て見るに造塊狀況熔鋼品位等の誤差は免れ

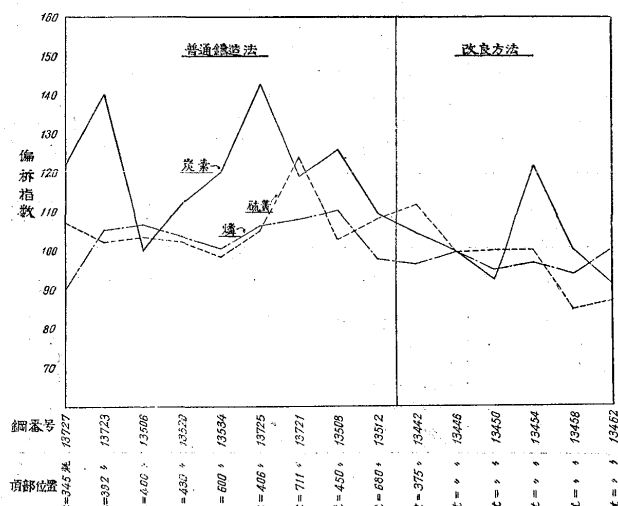
¹⁾ J. of Iron & st. Inst. 1926. Vol. 1. pp. 75~82

²⁾ 本文 III 22 表參照

ざるもしか鋼塊直徑より大にして試料採集位置條件惡しきに拘らず改良鑄造法を適用せるもの主要成分の偏析少く特に炭素に於て其著しく少きを認むるなり。

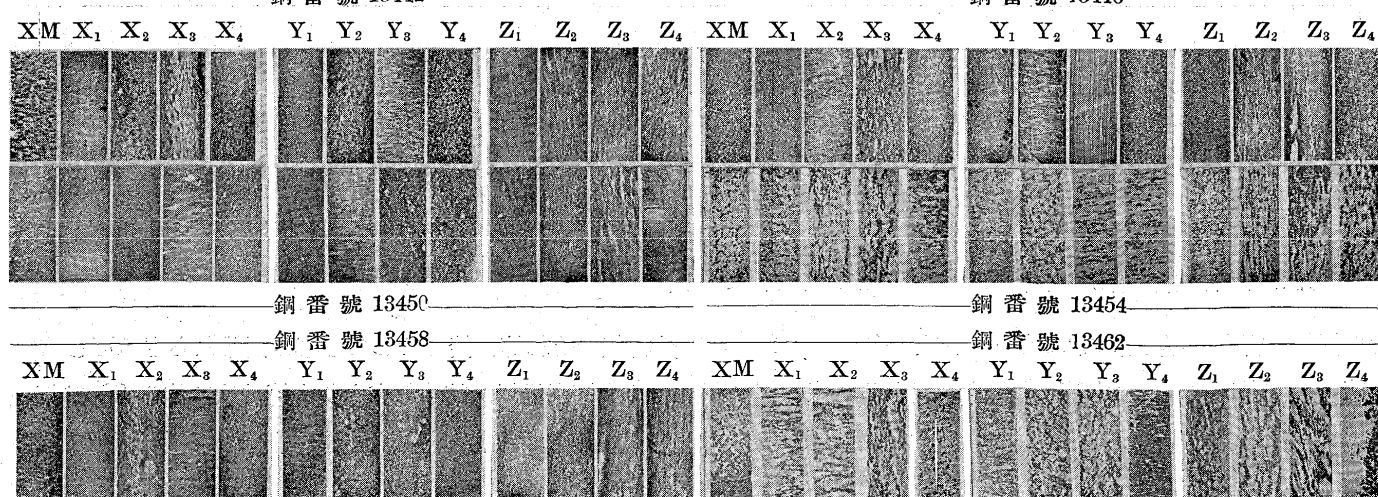
第 43 圖 普通法、改良法の比較

炭素、磷、硫黃、偏析指數にて表はせるもの



第 43 圖に於て鋼番號 13454 の炭素偏析比較的多きは第 37 表に示す如く主體鑄造後補給開始に至る迄の經過時間過短なりし爲めにして本鑄造法に依る頂部中心部改良は補鑄時期に關係あり過短なる場合は頂部中心部の改善少く過長なれば改善せらるゝ範圍小なる事は勿論なり。

第 44 圖 鍛鍊係數 1:3 鍛材のマクロ像



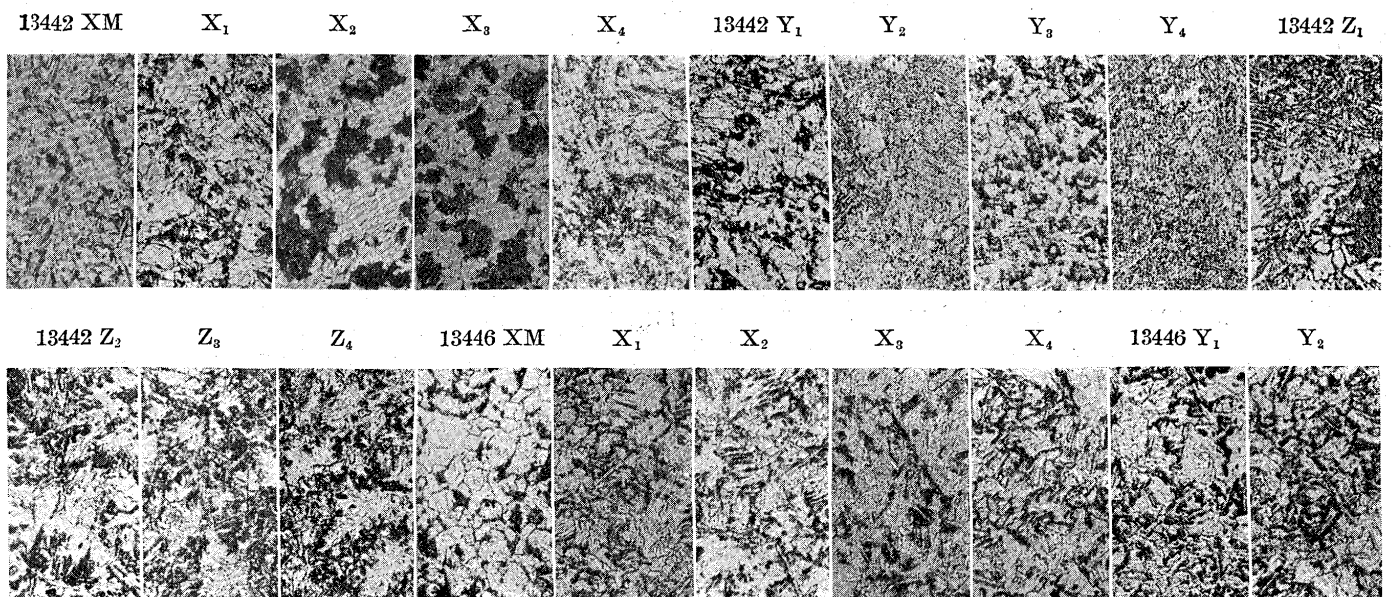
第 43 表 鍛錬係数 1:3 鍛材の方向性

鋼番號	試片名	抗張力 kg/mm ²	伸%	彈性限 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	絞%	衝擊値 イゾット m・kg	硬 度 ブリ ネル	鋼番號	試片名	抗張力 kg/mm ²	伸%	彈性限 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	絞%	衝擊値 イゾット m・kg	硬 度 ブリ ネル		
13442	X ₁	49.6	36.0	29.2	29.2	63.1	4.7	4.7	140	13454	X ₁	44.4	36.0	26.0	26.0	63.1	1.40	1.80	126
"	X ₂	52.2	18.0	26.2	29.2	26.5	2.4	2.2	149	"	X ₂	44.4	34.0	22.7	26.0	63.1	1.40	1.60	126
"	X ₃	52.2	21.8	29.2	29.2	38.3	1.2	1.4	149	"	X ₃	48.5	31.0	26.0	26.0	58.7	1.20	1.40	137
"	X ₄	49.6	30.0	26.0	29.2	46.9	4.6	4.0	140	"	X ₄	45.9	34.0	22.7	24.0	58.7	1.40	1.60	131
"	Y ₁	48.9	35.0	26.0	26.0	60.5	3.4	3.4	137	"	Y ₁	49.3	29.8	26.0	32.5	71.3	6.80	7.60	149
"	Y ₂	56.9	24.4	35.7	41.9	60.5	3.4	4.3	179	"	Y ₂	47.3	31.2	26.0	29.2	67.3	6.40	6.80	143
"	Y ₃	50.3	11.0	26.0	29.2	20.3	2.9	2.8	156	"	Y ₃	49.8	15.0	22.3	26.0	20.3	1.10	1.30	143
"	Y ₄	57.9	24.0	35.7	42.2	55.9	5.7	5.8	170	"	Y ₄	46.3	33.0	22.7	26.0	55.9	1.30	1.50	131
"	Z ₁	48.3	36.8	26.0	29.2	71.3	3.8	4.0	140	"	Z ₁	44.0	36.0	26.0	26.0	63.1	2.50	1.90	126
"	Z ₂	48.6	36.0	26.0	26.0	63.1	3.2	3.2	143	"	Z ₂	46.0	34.0	22.7	26.0	61.4	1.80	1.60	131
"	Z ₃	53.2	15.0	26.0	32.5	29.0	2.8	3.0	149	"	Z ₃	50.3	26.0	22.7	26.0	38.4	1.90	1.70	140
"	Z ₄	49.8	34.0	22.7	27.9	58.9	2.3	2.8	143	"	Z ₄	46.7	32.0	22.7	26.0	63.1	1.90	1.80	137
13446	X ₁	49.6	34.0	29.2	32.5	60.5	4.4	4.3	156	13458	X ₁	46.9	35.0	26.0	26.0	58.7	2.0	2.5	131
"	X ₂	49.6	29.0	22.7	29.2	38.3	3.3	2.8	149	"	X ₂	48.2	32.0	26.0	26.0	56.6	1.8	1.8	134
"	X ₃	51.1	30.0	26.0	29.2	49.2	4.2	4.8	163	"	X ₃	46.3	33.6	22.7	26.0	60.5	1.2	1.0	126
"	X ₄	47.0	33.0	19.5	26.0	58.7	3.1	2.8	140	"	X ₄	51.1	28.8	32.5	35.7	67.3	4.6	4.8	149
"	Y ₁	49.3	34.0	22.7	26.0	60.5	4.4	4.1	146	"	Y ₁	46.6	35.6	26.0	29.2	58.7	2.0	2.4	126
"	Y ₂	47.4	31.0	22.7	26.0	49.0	3.8	4.0	156	"	Y ₂	51.4	32.0	26.0	30.5	64.9	5.0	5.2	149
"	Y ₃	44.2	1.6*	19.5	22.7	7.2	2.4	2.2	143	"	Y ₃	47.3	29.8	19.5	24.0	49.0	1.3	1.4	137
"	Y ₄	48.3	33.8	22.7	26.0	59.6	2.4	2.5	149	"	Y ₄	52.0	26.6	29.2	32.5	57.7	4.2	4.6	149
"	Z ₁	44.4	37.2	26.0	26.0	65.7	3.4	3.0	137	"	Z ₁	49.1	32.4	26.0	29.2	70.5	3.6	3.4	149
"	Z ₂	45.8	37.0	22.7	29.0	62.3	2.7	2.6	140	"	Z ₂	49.5	30.0	26.0	29.2	63.1	6.8	4.8	137
"	Z ₃	44.6	33.0	19.5	22.7	59.0	6.9	7.0	130	"	Z ₃	49.0	34.2	26.0	29.2	58.7	1.4	1.4	143
"	Z ₄	44.4	36.4	16.2	19.5	62.3	7.8	8.6	126	"	Z ₄	46.5	35.2	22.7	26.0	64.0	1.4	2.0	131
13450	X ₁	44.8	36.4	25.0	27.9	58.7	2.56	2.76	149	13462	X ₁	48.8	35.4	29.5	30.9	57.7	3.86	4.42	143
"	X ₂	46.3	34.0	25.0	27.1	49.0	1.66	2.24	126	"	X ₂	51.1	31.4	28.0	29.6	52.8	3.64	3.86	149
"	X ₃	45.2	34.0	23.6	24.6	55.8	.97	.97	137	"	X ₃	50.0	29.0	30.9	31.2	40.4	2.48	2.90	143
"	X ₄	41.7	37.6	22.1	23.0	58.7	1.24	1.38	131	"	X ₄	44.2	37.6	24.9	26.4	60.6	2.07	3.45	131
"	Y ₁	47.1	37.6	27.9	29.3	63.2	6.70	5.52	143	"	Y ₁	48.7	36.2	28.1	29.6	56.5	3.45	3.86	149
"	Y ₂	47.2	36.2	26.5	27.6	51.2	3.87	3.12	131	"	Y ₂	50.7	29.8	24.9	28.8	50.1	3.24	2.48	156
"	Y ₃	46.5	28.0	23.5	25.6	41.6	1.24	1.11	137	"	Y ₃	49.9	21.6	26.5	28.1	19.1	1.54	1.99	137
"	Y ₄	42.3	38.0	22.1	22.6	56.7	.69	.76	121	"	Y ₄	55.7	35.0	23.5	26.4	52.0	3.18	3.32	137
"	Z ₁	60.5	35.6	30.9	31.4	62.4	5.39	6.08	149	"	Z ₁	49.4	35.4	27.9	29.5	60.5	4.98	4.42	143
"	Z ₂	51.7	35.6	25.0	29.6	57.7	3.45	4.15	149	"	Z ₂	50.0	35.2	27.9	29.2	58.7	3.32	2.62	149
"	Z ₃	54.7	30.0	26.5	31.4	46.0	2.48	1.59	156	"	Z ₃	48.8	31.6	26.4	29.0	56.9	2.00	2.07	143
"	Z ₄	48.7	35.0	26.0	30.2	59.6	3.45	3.73	149	"	Z ₄	45.4	36.0	26.5	27.4	61.8	2.71	2.71	134

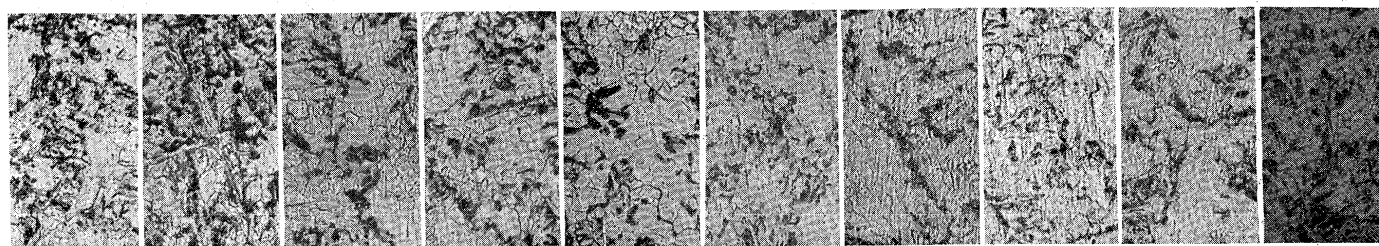
註、材料は 880°C 水中急冷後 700°C に再加熱徐冷す。* 挟雜部存在

(10) 20 吨鋼塊鍛錬係数 1:3 鍛材の方向性 改良方法に 部を 1:3 鍛錬係数に鍛造せる試料のマクロ像は第44圖にそ
より鑄造せる 20 吨鋼塊を使用せる 2:3 鍛錬係数鍛材の上 の方向性は第43表に組織は第45圖にそれぞれ掲げたり。

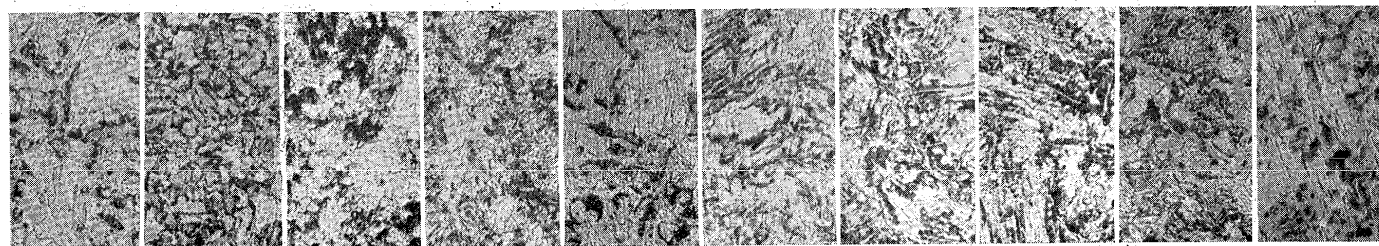
第 45 圖 鍛錬係数 1:3 鍛材の組織 D約×115



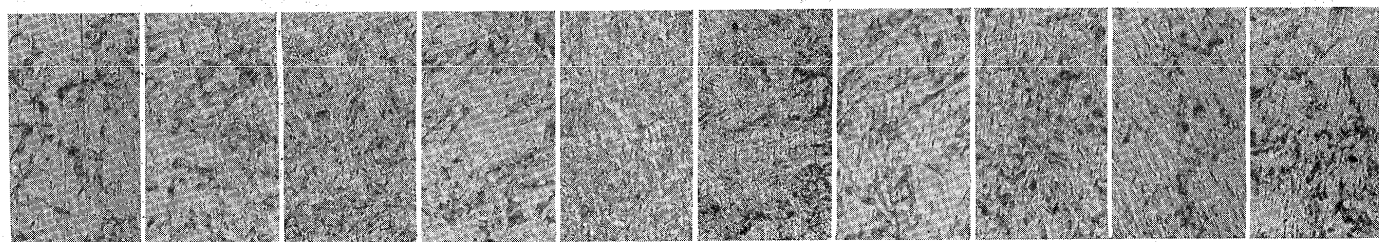
13446 Y₈ Y₄ 13446 Z₁ Z₂ Z₃ Z₄ 13450 XM X₁ X₂ X₃



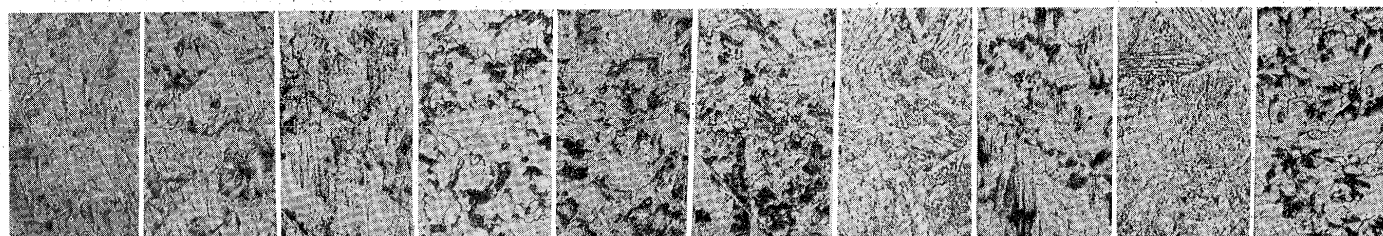
13450 X₄ Y₁ Y₂ Y₃ Y₄ Z₁ Z₂ Z₃ Z₄ 13454 XM



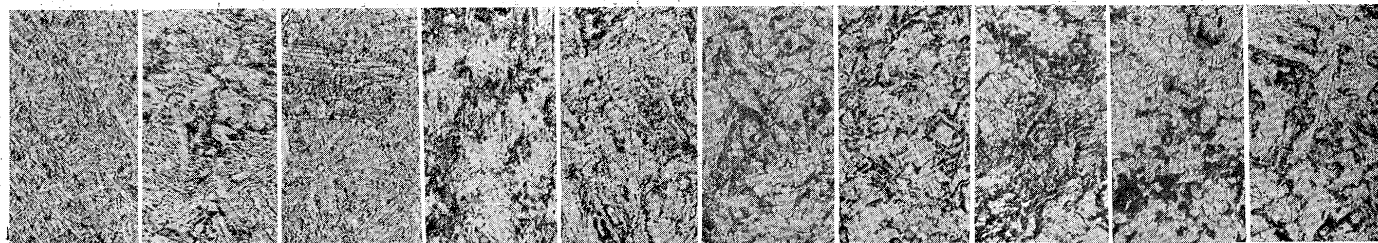
13454 X₁ X₂ X₃ X₄ Y₁ Y₂ Y₃ Y₄ Z₁ Z₂



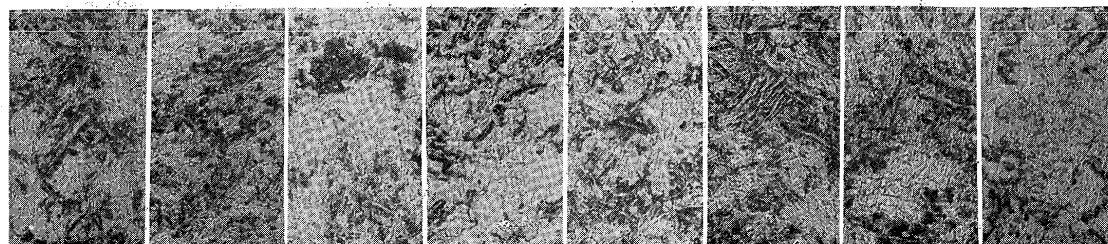
13454 Z₃ Z₄ 13458 XM X₁ X₂ X₃ X₄ 13458 Y₁ Y₂ Y₃



13458 Y₄ 13458 Z₁ Z₂ Z₃ Z₄ 13462 XM X₁ X₂ X₃ X₄



13462 Y₁ X₂ Y₃ Y₄ 13462 Z₁ Z₂ Z₃ Z₄



第 44 表 20 吨鋼塊鍛鍊係数 1:3 鍛材の材性率

鋼塊 番號	位置	方向	Mp	Em %	鋼塊 番號	位置	方向	Mp	Em %	鋼塊 番號	位置	方向	Mp	Em %	鋼塊 番號	位置	方向	Mp	Em %
13442	外部	X	91.4	100.0	13446	中心部	Y	99.0	102.2	13454	偏析部	X	95.0	98.1	13458	中心部	Y	91.9	94.2
"	偏析部	X	85.1	93.7	"	外部	Z	100.7	104.0	"	中心部	X	93.9	100.0	"	外部	Z	93.1	98.6
"	中心部	X	94.6	103.8	"	偏析部	Z	94.1	97.2	"	外部	Y	94.1	97.0	"	偏析部	Z	100.3	104.0
"	外部	Y	99.4	108.4	"	中心部	Z	99.0	102.1	"	偏析部	Y	72.3	74.7	"	中心部	Z	99.3	101.8
"	偏析部	Y	66.8	73.0	13450	外部	X	98.4	100.1	"	外部	Z	97.5	100.5	13462	外部	X	100.6	100.0
"	中心部	Y	93.9	102.7	"	偏析部	X	96.2	97.7	"	偏析部	Z	89.3	92.2	"	偏析部	X	93.5	92.9
"	外部	Z	103.0	112.6	"	中心部	X	98.1	99.6	"	中心部	Z	94.7	97.8	"	中心部	X	100.6	100.0
"	偏析部	Z	75.7	83.0	"	外部	Y	102.6	103.5	13458	外部	X	97.6	100.0	"	外部	Y	99.2	98.7
"	中心部	Z	100.8	110.2	"	偏析部	Y	88.5	89.9	"	偏析部	X	99.3	98.8	"	偏析部	Y	82.3	81.8
13446	外部	X	96.85	100.0	"	中心部	Y	99.3	100.7	"	中心部	X	94.3	96.7	"	中心部	Y	98.2	97.6
"	偏析部	X	96.1	99.3	"	外部	Z	104.5	104.0	"	外部	Y	99.8	102.2	"	外部	Z	102.7	102.0
"	中心部	X	98.5	99.7	"	偏析部	Z	99.7	101.2	"	偏析部	Z	92.0	94.3	"	偏析部	Z	96.2	95.7
"	外部	Y	97.1	101.0	13454	外部	X	96.9	100.0	"	中心部	Z	99.4	98.8	"	中心部	Z	99.4	98.8
"	偏析部	Y	46.1	47.6															

第 45 表 鍛鍊係数 2:3 及 1:3 鍛材の Mp 値比較

鋼番號	係数	偏析部						中心部					
		X方向		Y方向		Z方向		X方向		Y方向		Z方向	
		2:3	1:3	2:3	1:3	2:3	1:3	2:3	1:3	2:3	1:3	2:3	1:3
13442		97.3	85.1	72.2	66.8	101.0	75.7	99.0	94.6	98.9	93.9	102.1	100.8
13446		102.4	96.1	98.2	46.1	106.2	94.1	99.7	96.5	80.3	99.0	103.5	99.0
13450		98.8	96.2	88.5	88.5	90.8	99.7	88.9	98.1	97.3	99.3	100.2	101.2
13454		101.0	95.0	99.6	72.3	94.6	89.3	96.2	96.3	101.0	92.0	102.3	100.3
13458		91.4	96.3	93.9	92.0	99.9	100.3	98.4	94.3	95.9	91.9	96.2	99.3
13462		100.8	93.5	94.1	82.3	99.3	96.2	89.2	100.6	83.5	98.2	97.9	99.4

(11) 鍛鍊係数 1:3 鍛材の方向性 第 43 表より材性率を計算し第 41 表の偏析状況と対照せるものは第 44 表に掲ぐ。

第 44 表内部試料の Mp 値を第 36 表のそれと比較して此値が鍛鍊度と如何なる關係を有するかを確めんが爲第 45 表の如き對照表を作製せり。

第 45 表より見て明かなる如く Mp 値を鍛鍊係数と關聯して考察する事は第 2 項鍛鍊度の實驗に於ける場合と同様無意義なる可きなり。

同様に衝撃値及收縮率を兩者間に於て比較するも鋼塊の先天的如何に依り局部的に不良なる成績を示すものある點に於ては兩者間異なる所なく衝撃抗力及收縮率に關しては鍛鍊係数 2:3 の鍛材の方全般的に見て優良なる數字を示し居れり換言すれば此等の性質も亦 Mp 値と等しく鍛鍊度に依りて之を説明する事不可能なる可し。

(12) 20 吨鋼塊を使用せる鍛材の Em 面 鍛鍊係数 2:3 鍛材の炭素及磷偏析率を第 30 表より出し第 36 表鍛材の内部試料鍛鍊方向に直角なる方向の Em の値と比較し第 46 表を得たり。

次に鍛鍊係数 1:3 鍛材は 2:3 鍛材に比し頂部に近く從つて外部成分前者と相當異なるを以て Em 値と對照せしむるは炭素、磷の偏析率は第 42 圖の縦斷偏析より計出せり

換言すれば係数 2:3 鍛材外部のそれを標準とせるものにして Em 値の計算も亦同様に係数 2:3 鍛材外部鍛鍊方向の Mp を標準とせり。

本表に於ても第 36 表と等しく外部の方向性及偏析部及中心部の鍛鍊方向を省略し最も不良性を表す可能性を有する偏析部及中心部の鍛鍊方

向に直角なる方向 (X) 及壓縮せられたる方向 (Y) の試料のみに就き Em 値を計算せり、

第 46 表 鍛鍊係数 2:3 鍛材の炭素磷偏析率と Em の關係

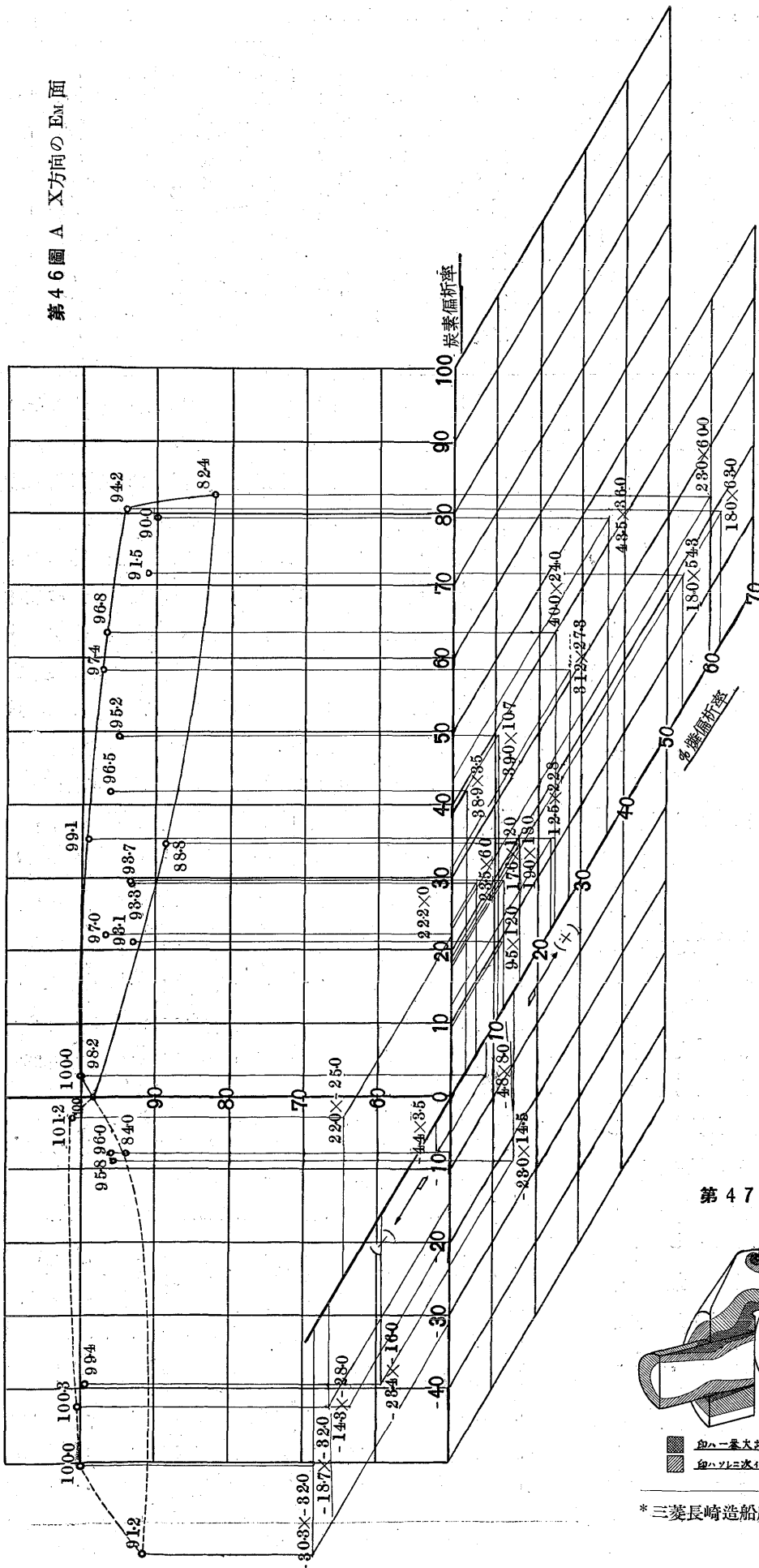
鋼 番號	位置	方向	Em %	偏析率		鋼 番號	位置	方向	Em %	偏析率	
				C	P					C	P
13442	偏析部	X	94.2	+18.0	+63.0	13454	偏析部	X	96.5	+38.9	+3.5
"	"	Y	69.8	"	"	"	"	Y	101.2	"	"
"	中心部	X	95.8	-23.0	+14.5	"	中心部	X	101.2	+22.0	-25.0
"	"	Y	95.7	"	"	"	"	Y	99.8	"	"
13446	偏析部	X	96.8	+40.0	+24.0	13458	偏析部	X	98.2	± 0.0	± 0.0
"	"	Y	78.0	"	"	"	"	Y	95.6	"	"
"	中心部	X	99.4	-23.4	-16.0	"	中心部	X	91.2	-30.3	-32.0
"	"	Y	95.3	"	"	"	"	Y	93.6	"	"
13450	偏析部	X	90.0	+43.5	+36.0	13462	偏析部	X	88.8	+19.0	+16.0
"	"	Y	93.6	"	"	"	"	Y	83.1	"	"
"	中心部	X	100.0	-18.7	-32.0	"	中心部	X	100.3	-14.3	-28.0
"	"	Y	89.7	"	"	"	"	Y	93.7	"	"

註、外部 XY 方向の Mp 値は同部 Z 方向のそれと大差なきを以て省略し偏析部以内の Z 方向試料も良好にして特記す可き要なきを以て省略することとせり。

第 47 表 鍛鍊係数 1:3 鍛材の炭素磷偏析率と Em の關係

鋼 番號	位置	方向	Em %	偏析率		鋼 番號	位置	方向	Em %	偏析率	
				C	P					C	P
13442	偏析部	X	82.4	+23.0	+60.0	13454	偏析部	X	95.2	+39.0	+10.7
"	"	Y	64.7	"	"	"	"	Y	72.5	"	"
"	中心部	X	91.5	+18.0	+54.3	"	中心部	X	97.0	+22.2	± 0
"	"	Y	90.8	"	"	"	"	Y	96.0	"	"
13446	偏析部	X	93.3	+23.5	+6.0	13458	偏析部	X	96.0	-4.4	-3.5
"	"	Y	44.8	"	"	"	"	Y	91.7	"	"
"	中心部	X	93.7	+17.6	+12.0	"	中心部	X	94.0	-4.4	-3.5
"	"	Y	96.2	"	"	"	"	Y	91.6	"	"
13450	偏析部	X	97.4	+31.2	+27.3	13462	偏析部	X	93.1	+9.5	+12.0
"	"	Y	89.5	"	"	"	"	Y	82.0	"	"
"	中心部	X	99.1	+12.5	+22.8	"	中心部	X	100.0	-4.8	+8.0
"	"	Y	102.0	"	"	"	"	Y	97.8	"	"

第46圖 A X方向のEm面

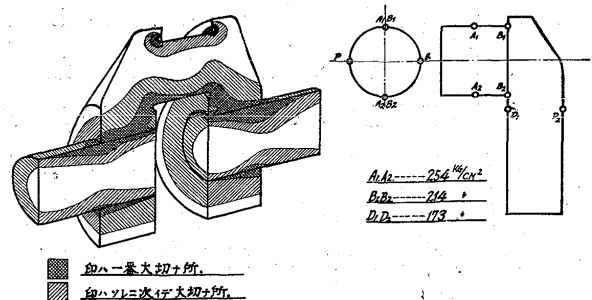


今鍛鍊係数を考慮に入れず鍛材の炭素及磷の偏析率を二軸に取りEm面を描く時は第46圖A及Bの如くなる、茲にAは鍛鍊方向に直角なる方向にしてBは壓縮せられたる方向なり。第46圖に於ても第2項(4)に述べたると同様な性質が偏析率と重要な關係を有し居る事を認め得たり。

V. 結論

(1) 大断面を有する鋼塊にて作られたる鍛材は之を横斷的に見れば外部の方向性は鍛鍊方向に直角なる方向(X方向)及壓縮せられたる方向(Y方向)の性質も鍛鍊方向のそれと實用的に大差は認められないが偏析部以内に於ては鍛鍊方向の性質は優良である場合もある勿論大断面を有する鍛材にありては熱處理に於ける質量影響に依り内外組織に大なる差異を生ずるため其機械的性質に大差を生ずる事も否定する事は出来ないが一層重要な原因は鋼塊の先天性如何に存すると思はれる、従つて大型機械の重要部に使用する大型鍛材にありては極力贅肉を削取し肉厚を小にして熱處理を施行するは勿論機械運轉中に生ずる内力の分布が如何なる状態を示せるかを設計者に於て

第47圖 10 ST. 68 型曲肱軸内力分布圖*



* 三菱長崎造船所材料實驗場報告、曲肱軸の内力、奥田克己著

良好なる例も往々にして存する、從つて筆者は硫黄寫眞を無視す可しと主張するものではないが其の參考價值に就ては疑問の餘地があると思惟するものである、續いて其方向性中特に壓縮方向性を不良ならしむる主原因が大なるフェライトの分離にありとする以上熔鋼の燐含有絶對値を極力減少せしむると共に造塊技術の向上を企圖するは勿論熱鍊に際して A_3 變態點を可及的急冷せしむる事は相當の効果ありと認められる。

(3) 鍛鍊度の進行と共に鋼塊の良否位置の如何を問はず鍛材の鍛鍊方向性は幾分改善せらるゝと思はれるも實用的に重大視する程度のものならざるに拘らず壓縮方向性は鍛鍊度の進むと共に低下し其の程度も前者の向上より後者の低下が大なりと認められる、此點より見ても壓縮方向性を重大視するものにありては鍛鍊度を或程度に止む可きであり筆者の研究に於ては本文に述べたる如く鍛鍊度に依る鍛材方向性の改善は規則正しき傾向を認め得ざれども材性率なる術語を引用し炭素及燐の析出と關聯して此の値を比較する時、熱處理、分析、材料試験等の誤差及不純物存在の物理的形狀の差異に依る誤差は免れずとするも猶且つ實用的に參考とするに足る規律ある傾向を認め得たり。

換言すれば炭素燐兩者の偏析共に大なるものはフェライトの分離甚しく材性率最も不良にして燐の偏析のみ大なるものは之に次ぎ炭素の偏析のみ大なるものは時として抗張力の増加に依り延伸率の低下を補ひ却つて材性率を向上せしむる例もあるが傾向としては程度の差こそあれ同様に材性率を低下するものである。

要するに鋼塊の先天性が材性率に影響する所大にして鍛鍊係數のそれを打消す結果となり鍛鍊係數を幾何にせば最良なりと結論する事は不可能であると考察せらる、此意味に於ても曲軸、回轉子軸等の如き大斷面を有する鍛材は使用鋼塊先天性の優良なるを期待する點より可及的横斷面小なる鋼塊を選定す可きである。

換言すれば鍛鍊係數の規定の如きは鍛材の用途、形狀等により其都度考慮す可きものと思惟す。

尤も大斷面を有する鋼塊の鑄造技術の向上を計り此の偏析を極力少からしむる事は遺されたる重大問題の一つである事勿論なり。

(4) 熱處理に於ては A_3 變態點を可及的急冷しフェライト結晶粒を細く分布せしむる事が總ての方向性を改善する所以であり就中衝擊抗力は之に依りて著しく改善せらるゝが

再加熱に當りて A_1 變態點附近まで加熱せるものは時として結晶境界に炭化物を析出したために衝擊抗力著しく不良なる結果を示せる例を有す、從つて再加熱に當りては 700°C 以下を選ぶ可きであると思惟す。

筆者は普通の場合贅肉を可及的削除し A_3 變態點大氣中放冷を選び居るも時としては海中に急冷する方法も講じ居れり筆者が特に斯る事を提案する所以は某外國製曲軸破損の例に於て特にフェライト粒著しく大に衝擊抗力極めて不良なりしを認めたと大型鍛材は往々質量影響に依り内部組織著くし不良に陥る傾向を有するが故なり。

(5) 丈短く斷面大なる鋼塊の鑄造は技術困難なるも本文記載の如く C. Parsons 及 H. M. Duncan の研究もあり筆者の研究に於ても底部鑄鐵鑄型の冷却効果顯著にして鋼塊低部 Λ 型逆偏析部は比較的上部に達し中心部に相當する位置の偏析は少く鍛材の方向性も此の部分に於ては比較的良好なり、猶筆者の採用せる鑄造方法は丈短く斷面大なる鋼塊の頂部中心部の改善に有效なれども使用熔鋼量及補鑄時期の關係が重要なる可く高溫にして純分高き同質熔鋼を選定す可きは勿論である、猶本鑄造法に就きては鋼塊の全長をより大にして研究を繼續する方針である、次に大斷面にして丈短き鋼塊の弱點としては周知の如く脱酸成生物其他の挾雜物の偏析部以内に含まるゝ可能性多かる可きを以て普通の場合に比し高溫徐速の鑄造を必要とする事となる可し。

(6) 鍛鍊度少き場合樹晶を懸念される傾向もあるが鍛鍊度の進むと共に樹晶は單に方向を變化するのみにて之を除く事の困難なるは勿論であるから先天的に樹晶の細微なるものを得る如き鑄造技術を研究するが先決問題であり、同時に樹晶内部の組織を改善する事に依り抗張力性、衝擊値等の如き普通の性質を改善することは困難でない。

(7) 鍛鍊度と繰返し應力性或は磨滅性との關係に就ては他の機會に於て之を研究し度いと思ふ

(8) これを要するに本研究に於ては大斷面鋼塊を使用せる鍛材の内部方向性を左右する主要素は樹晶の大小成分偏析の多少の如き鋼塊の先天性であり熱處理の影響これに次ぎ鍛鍊度の影響は不明瞭なる結果を示せり。

(昭和8年3月)