

真空鑄造法の研究 (II)

——真空鑄造鋼塊の内部性状について——

Studies on the Vacuum Casting Process
——On the Internal Properties of Vacuum Cast Ingot——

渡 辺 準 平* 門 瀬 益 雄*
Junpei Watanabe Masuo Kadosue

川 辺 克 巳* 藤 本 裕*
Katsumi Kawabe Yutaka Fujimoto

内 容 梗 概

真空鑄造の効果については未知の点が多く、特に内部性状に関しては文献も少ない。したがってかかる問題を調査することは重要なことであり、すぐれた品質の鋼を製造するためには不可欠である。筆者らは同一熔解、同一取鍋から一方を真空鑄造で他方を大気鑄造で各10 t 鋼塊を造って鋼塊の内部性状および機械的性質の比較を行った。

1. 緒 言

筆者らはさきに大形真空鑄造設備を完成し、その設備の概要と試験鑄造の結果について報告した⁽¹⁾。すでに 10 t 以上 70 t 鋼塊に至るいろいろの大きさの鋼塊を多数熔製し、これらについて二、三の調査を行ってきた。その結果有害な鋼中の水素、酸素が効果的に除去され、非金属介在物は減少し鋼塊の健全性が増大して大形鍛鋼品の超音波探傷成績が向上していることが確認された。また脱水素により白点感受性が低下するので、従来実施されていた長時間の熱処理工程も大幅に短縮して作業能率向上に大きな効果をあげている。しかしながら真空鑄造法の効果についてまだまだ多くの研究課題が残されており、鋼塊の内部性状に関する調査もきわめて少ない。内部性状調査は多くの時間と費用がかかるが、さらにすぐれた品質の鋼を製造するためにはかかる調査は不可欠である。

今回筆者らは同一熔解、同一取鍋から一方を真空鑄造で他方を大気鑄造で各 10 t 鋼塊を造り、鋼塊を切断して内部性状および機械的性質の比較を行った。

2. 試験鋼塊の製造

同一熔解、同一取鍋から 2 本の 10 t 鋼塊を熔製するために塩基性 25 t 電気炉を使用した。酸化精錬は鉬石-酸素併用法、還元期は白色さいにより精錬し出鋼前に脱酸剤として 75%Fe-Si を 3.5 kg/t 使用した。第 1 表に取鍋成分を示す。鑄込みは 1 本目は真空鑄造法で行い、2 本目は大気鑄造で鑄造した。第 2 表に真空鑄造時の排気ガス組成の時間的变化を示す。これによると鑄込中に熔鋼から脱水素、脱酸素が進行していることがわかる。

3. 真空鑄造の効果

3.1 サルファプリントおよびマクロ組織

第 1 図に示すように横断面 A-A', B-B' の位置において鋼塊を切断し、さらにこれら各 3 個の鋼塊を C-C' 面でそれぞれ縦断した。第 2 図は縦断面、第 3 図および第 4 図は横断面のサルファプリントを示したものである。サルファプリントは両鋼塊とも比較的淡く顕著な差はないが、大気鑄造鋼塊の V 偏析帯は S の濃化部分が局部的にあり、また逆 V 偏析帯をなす偏析線が真空鑄造鋼塊より太い。なお鋼塊本体頂部から押湯部にかけて両鋼塊の S の分布は著しく異なっているが、鑄込法の差異による影響かどうかは明らかでない。神

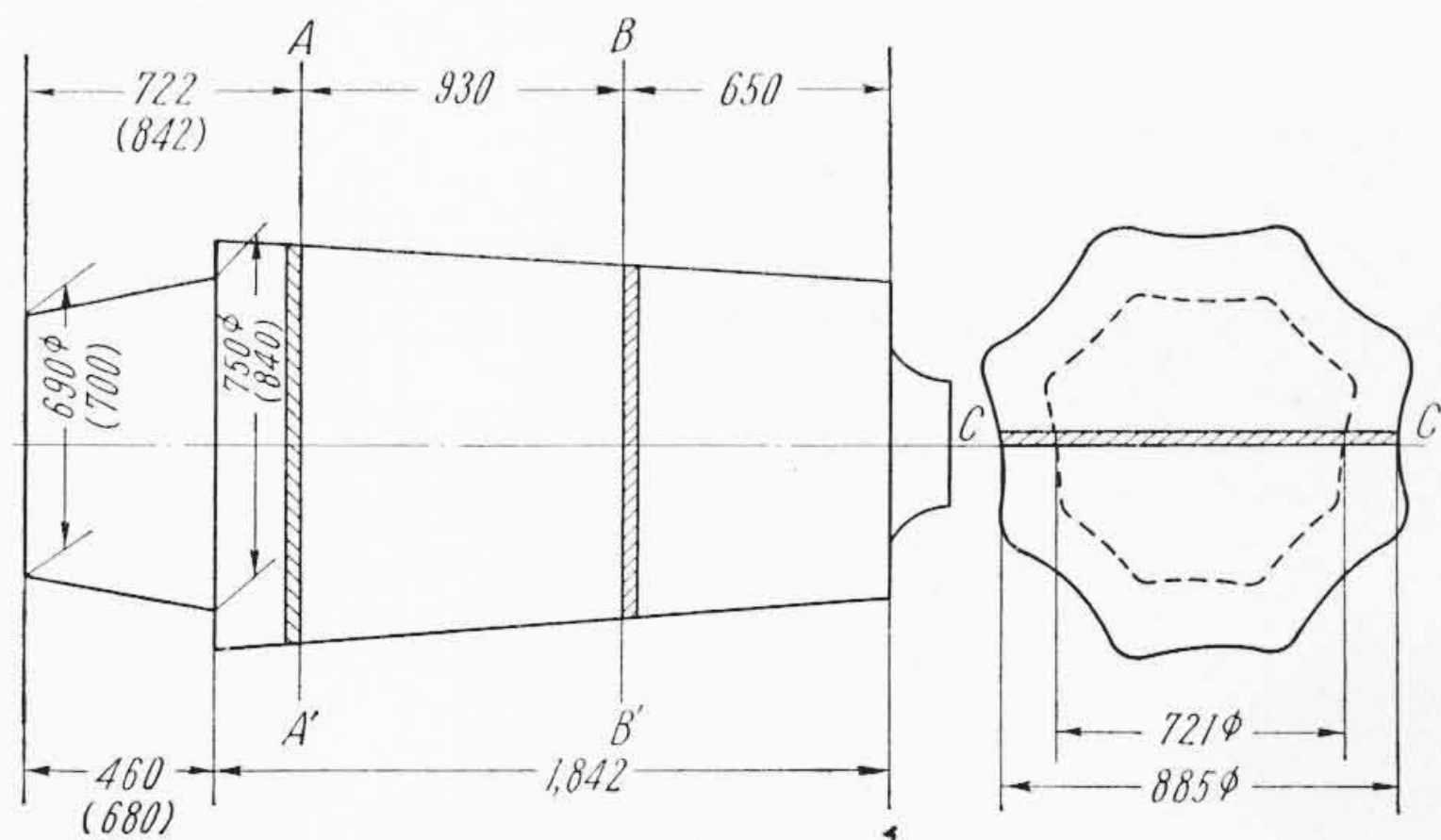
* 日立製作所水戸工場

第 1 表 取 鍋 分 析 (%)

熔解番号	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo
10331	0.28	0.22	0.65	0.009	0.005	0.22	1.70	1.15	0.28

第 2 表 排 気 ガ ス 分 析 (%)

鑄込後経過時間 (min)	H ₂ O	H ₂	CO	CO ₂	O ₂	N ₂
直 後	6.5	Tr	18.5	Tr	10.1	64.9
2	5.0	12.3	58.3	0.5	4.1	19.8
4	2.8	15.0	55.8	1.5	4.5	20.4
6	2.4	20.5	17.6	6.3	4.7	48.3



() 内は大気鑄造鋼塊

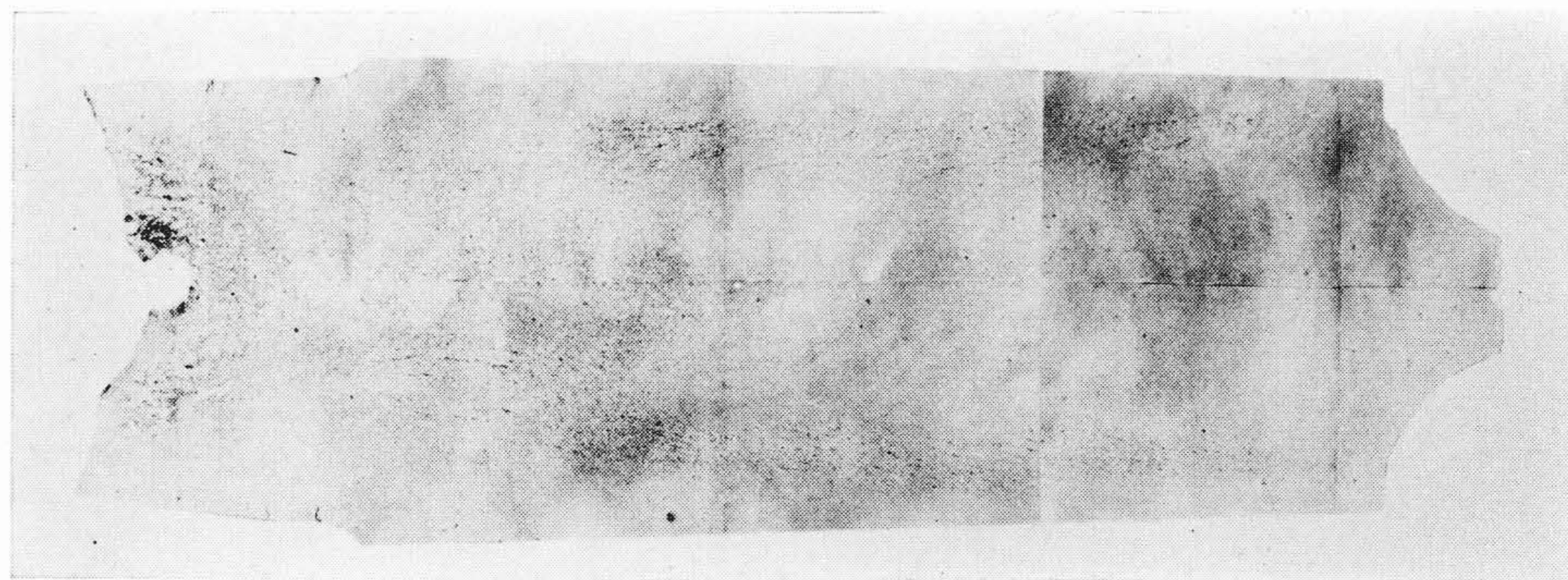
第 1 図 鋼 塊 切 断 位 置

戸製鋼⁽²⁾では真空鑄造材でも明らかに偏析帯は存在して大気鑄造材と大差ないと報告しているが、大気鑄造材に時として認められるような偏析帯の毛割れきずはまったく認められないと述べている。また池見氏⁽³⁾は V 偏析はほとんど消失し、逆 V 偏析線は相当軽減されると報告している。いずれにしても真空鑄造により偏析帯は軽減されるものと思われる。

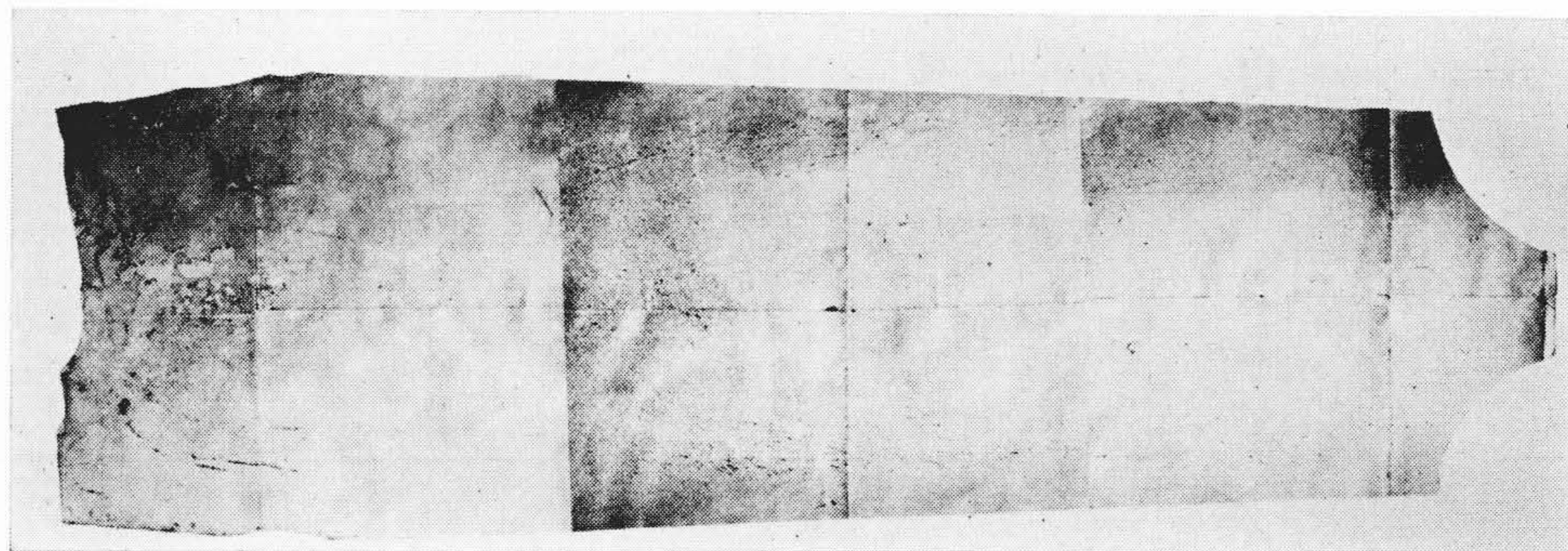
同じ断面のマクロ組織を第 5～7 図に示す。チル品、柱状晶、粗大樹枝状晶および自由晶の各結晶帯とも顕著な差はみられない。しかしながら第 8 図に示すように真空鑄造鋼塊は各結晶粒がわずかながらこまかくなっており、V および逆 V 偏析帯が軽減されていることがわかる。

3.2 超音波探傷

縦断面のマクロ的調査を行う前に、鋼塊の内部性状と超音波探傷との関連性をみるため第 1 図に示した長さ 930 mm の中間部の鋼塊

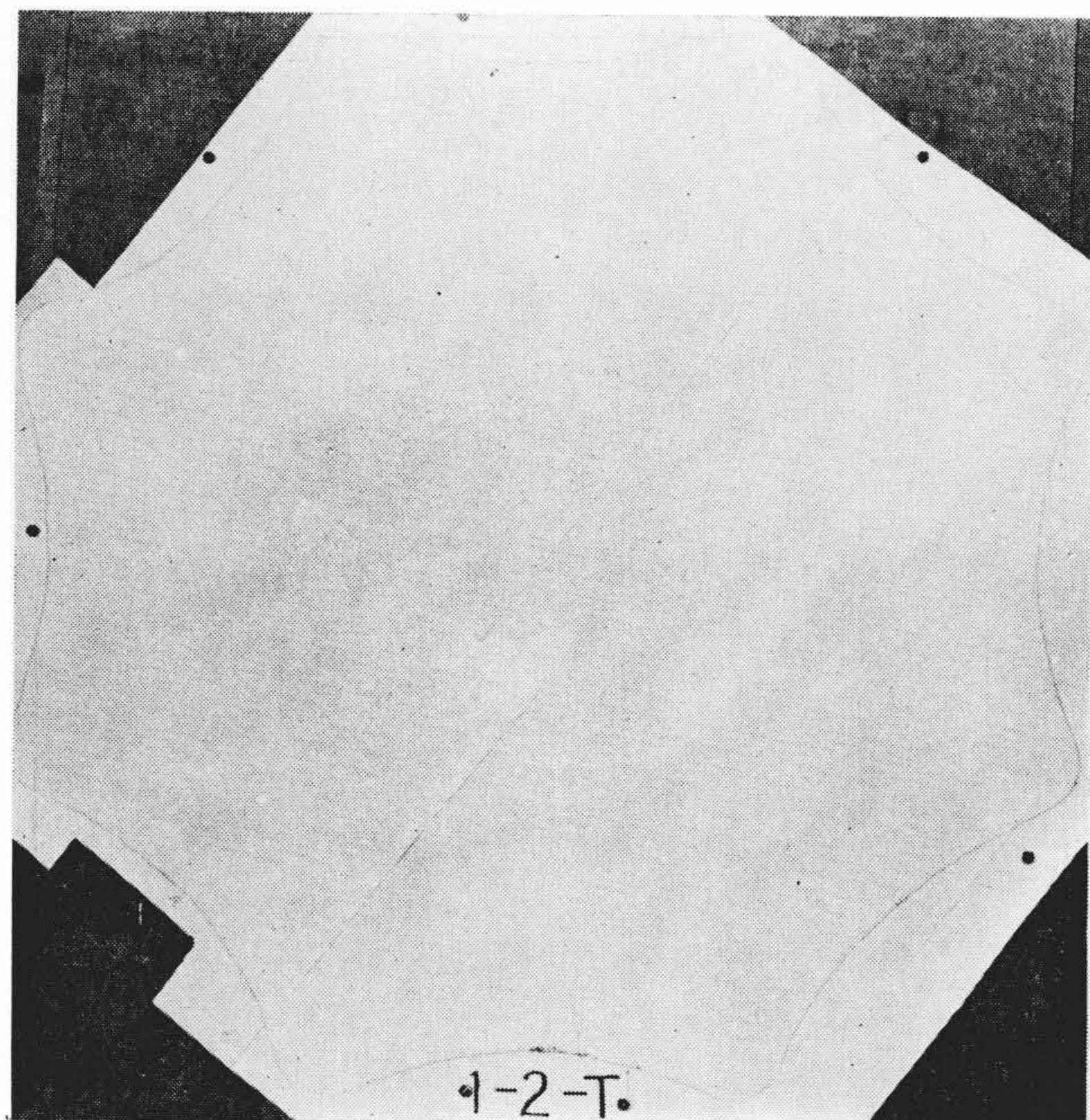


真空鑄造鋼塊

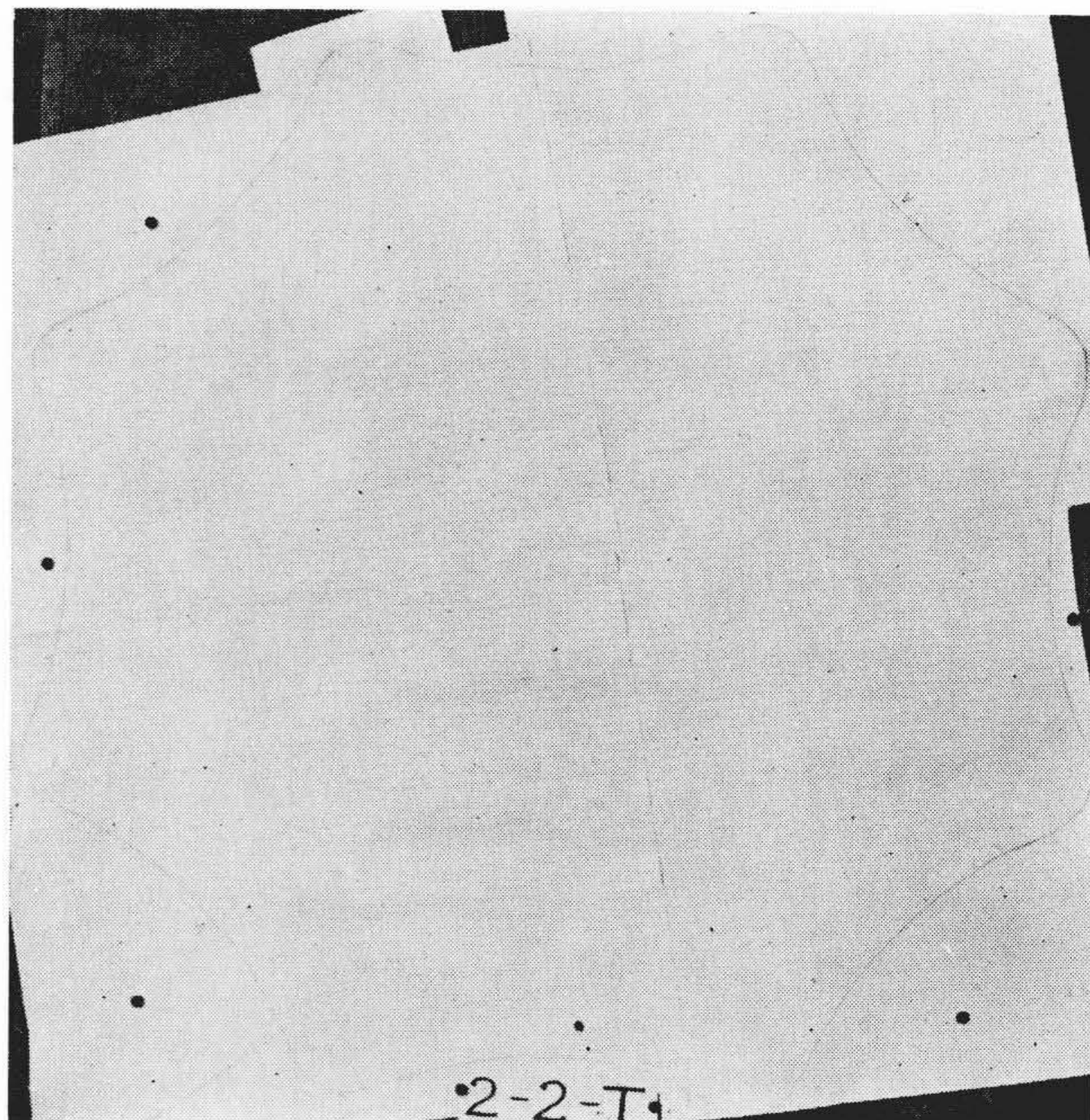


大気鑄造鋼塊

第2図 C-C' 面のサルファプリント



真空鑄造鋼塊



大気鑄造鋼塊

第3図 A-A' 面のサルファプリント

を供試材にした。探傷条件は1 Mcで半径方向に18箇所探傷した。その結果両鋼塊とも表面から180 mmの位置に逆V偏析帯からと推察される欠陥波形が検出された。しかしながら真空鑄造鋼塊の欠陥波の高さは送信波の高さの最大40%で底部側へ行くほど小さくなり、皆無になる。一方大気鑄造鋼塊のそれは最大70%で底部側ほど小さくなるが、なお5~10%程度の欠陥波が認められる。これらの探傷結果から両鋼塊の逆V偏析帯を比較すると、真空鑄造鋼塊は大気鑄造鋼塊より軽微であることが推察されマクロ腐食結果と一致する。

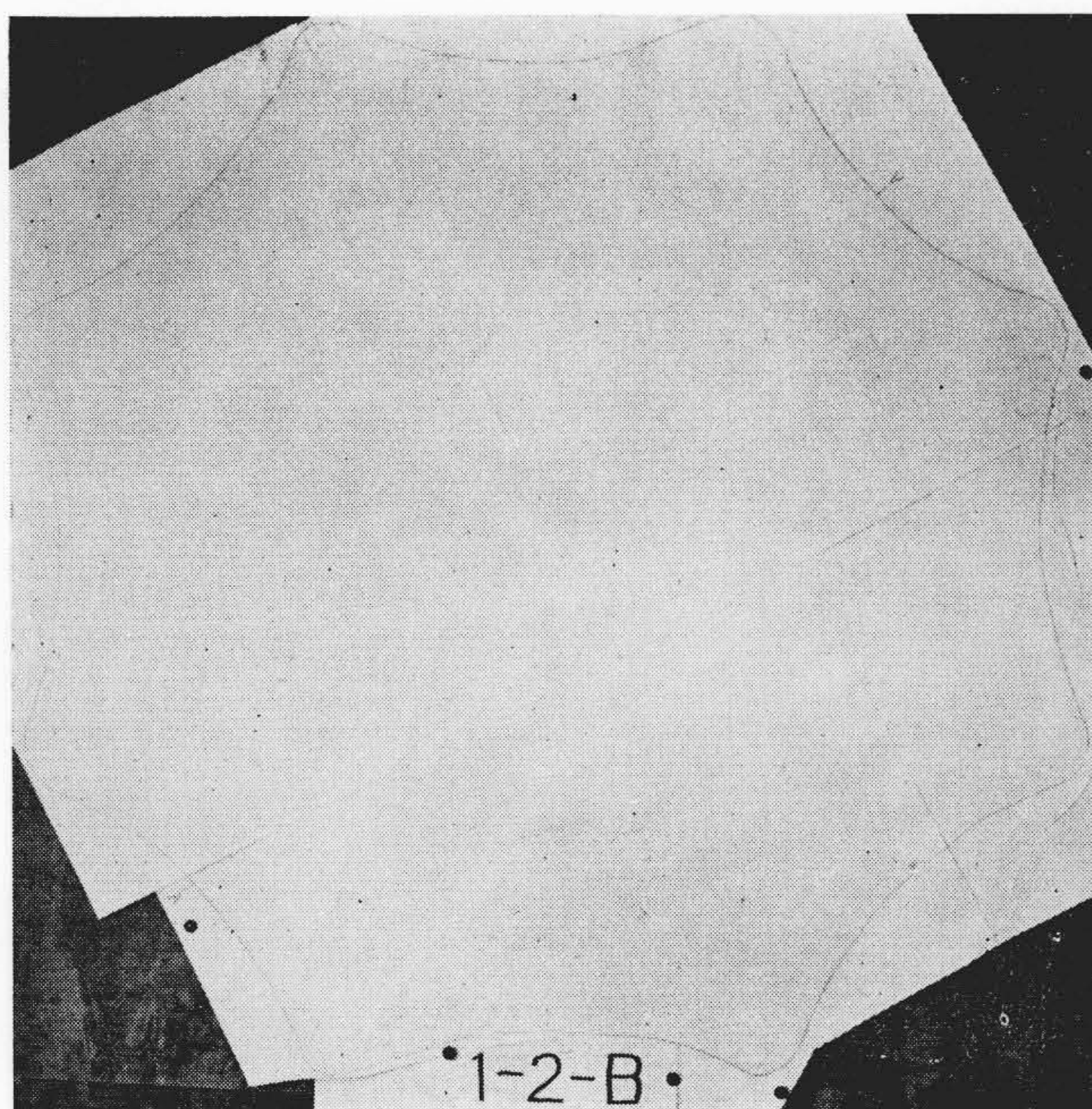
3.3 化学成分偏析

第9図に示すチル晶、柱状晶、逆V偏析帯、自由晶および鋼塊中心部から分析試料を採取し、C, Mn, PおよびSについての成分偏析を比較した。第3表に分析結果を示す。一般に各成分とも偏析

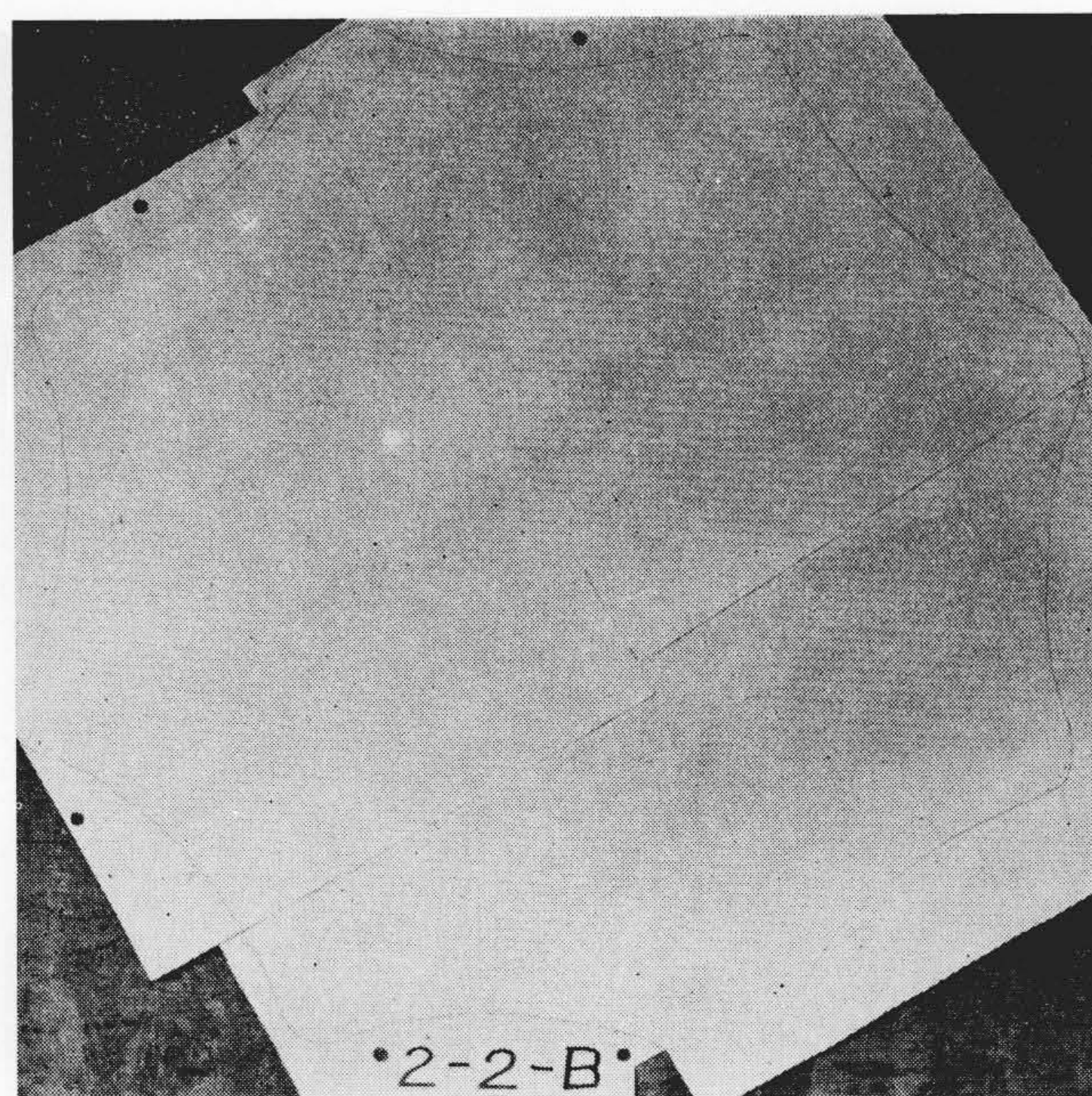
度低く、頂部および底部における逆V偏析帯中でわずかにPが偏析しているがその絶対値は0.012%で問題にならない。

3.4 ガス含有量

第4表に熔鋼のガス含有量の変化を示す。分析は1,800°Cの真空熔融法で行った。真空鑄造の脱ガス率は堰試料を基準にとると窒素、酸素および水素はそれぞれ11%, 31%および45.5%となり、脱ガスは効果的に行われていることがわかる。水素については水素分圧と水素値の関係⁽⁴⁾では明らかにA. Sivertsの熔鉄中の水素溶解度曲線との間にずれがあるのが認められる。第10図は[Al]あるいは[C]と[O]との平衡関係および処理圧力が1気圧から1 mmHgに変わった場合の[C]と[O]との平衡関係を示す。すなわち圧力が低減すると熔鋼はC-O反応で脱酸され、かつ真空中のため熔鋼は酸

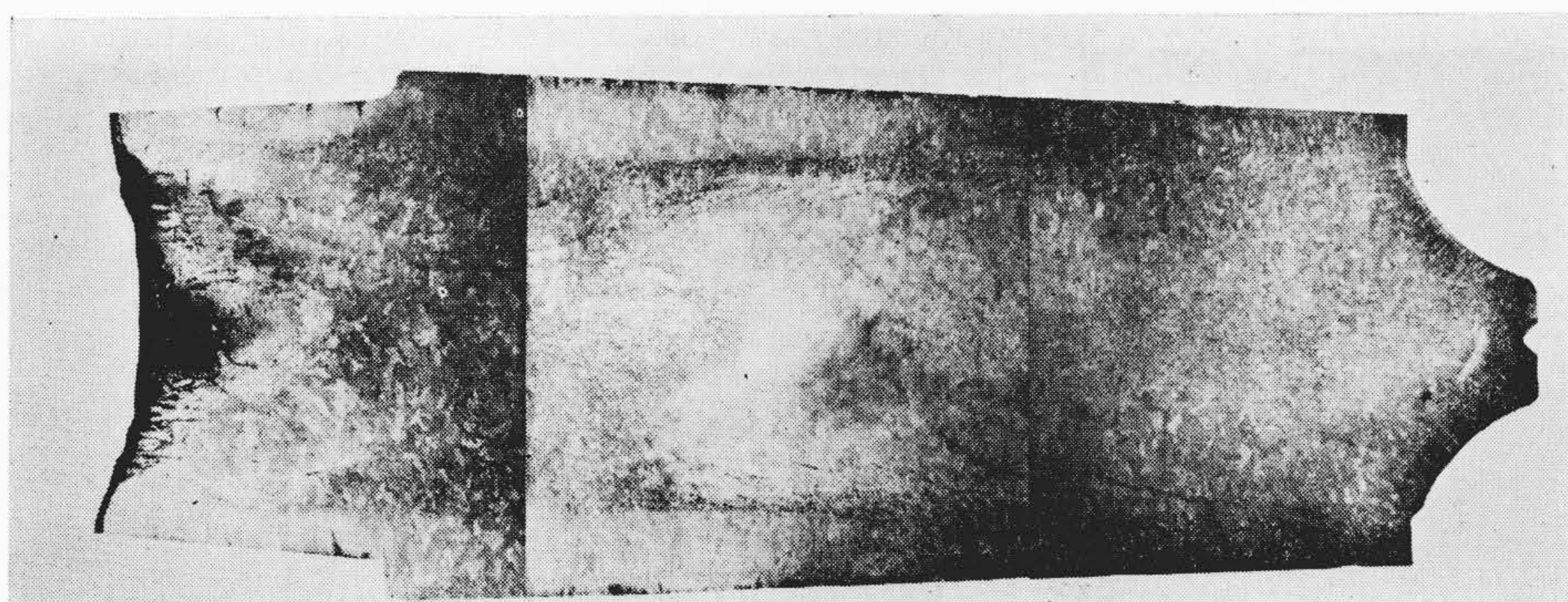


真 空 鑄 造 鋼 塊

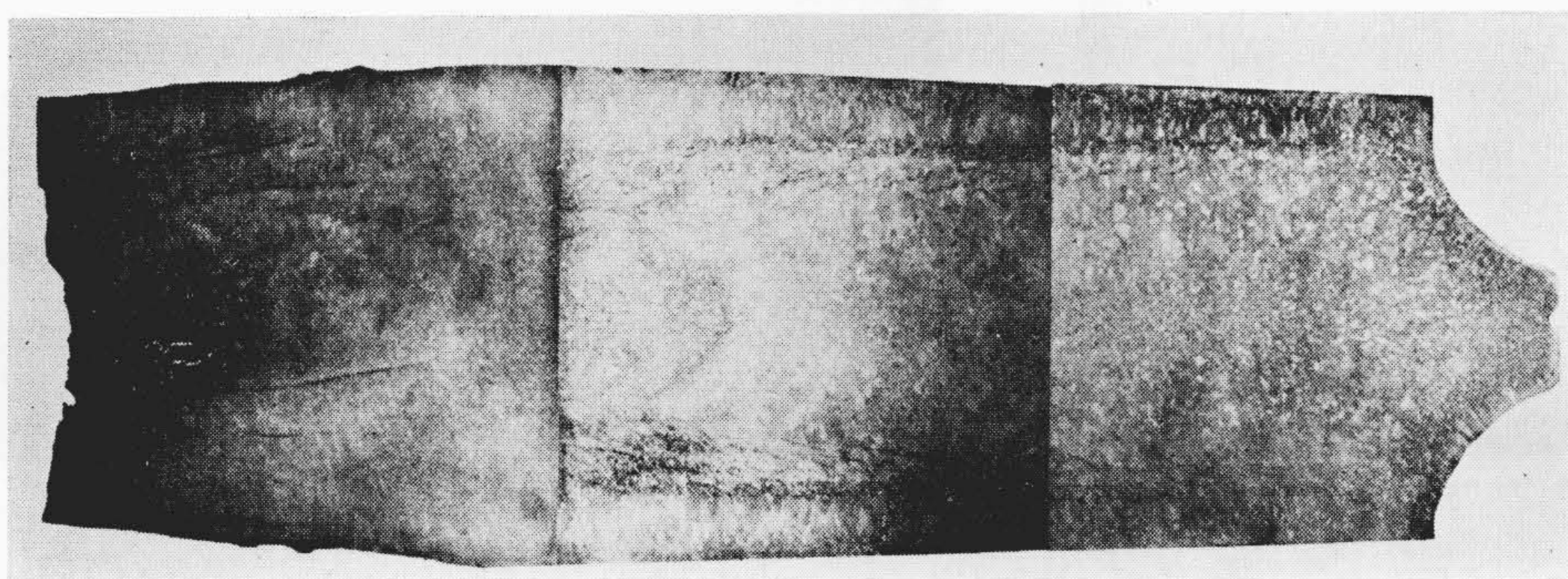


大 気 鑄 造 鋼 塊

第4図 B-B' 面 の サ ル フ ア プ リ ン ト



真 空 鑄 造 鋼 塊



大 気 鑄 造 鋼 塊

第5図 C-C' 面 の マ ク ロ 組 織

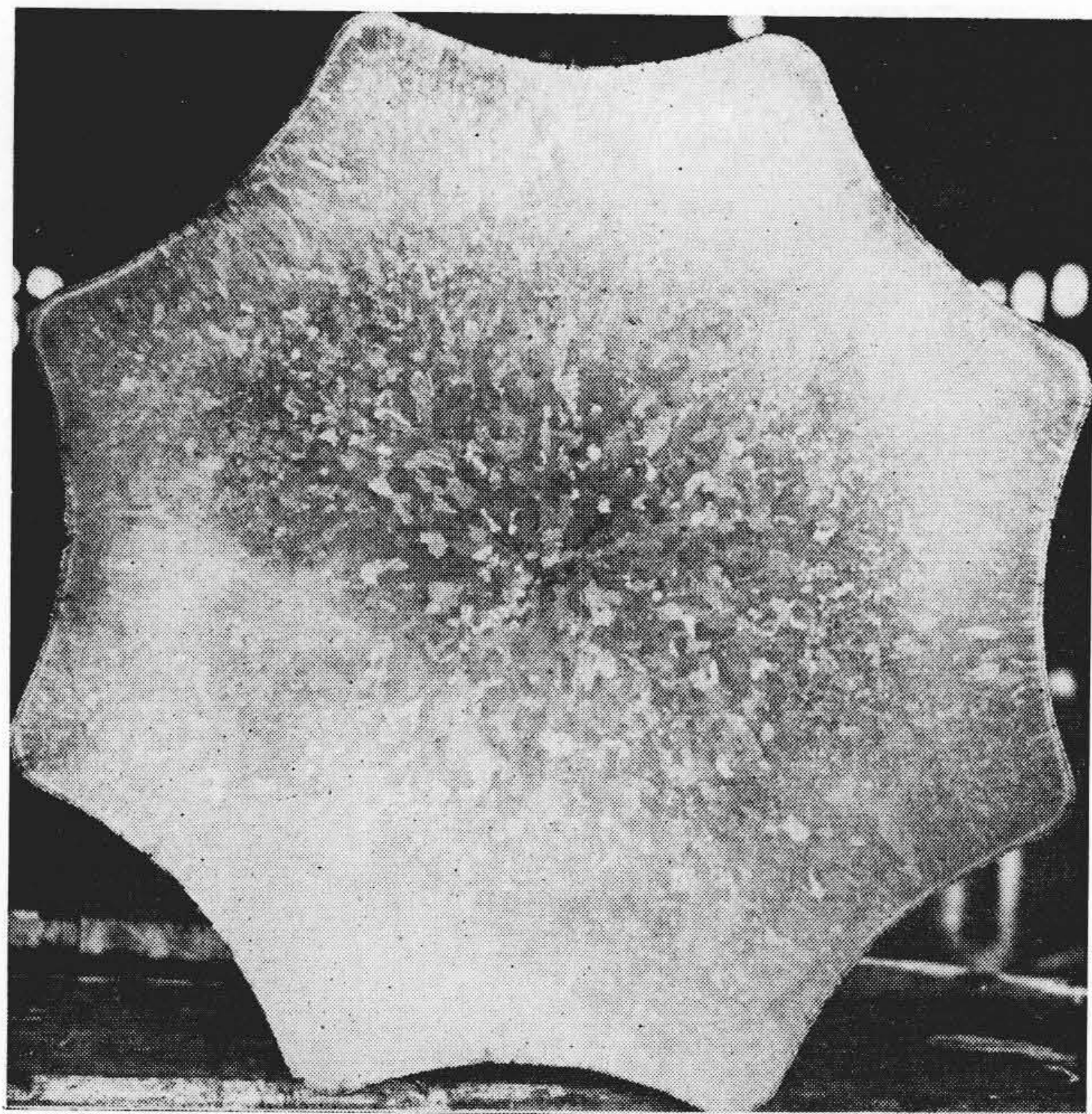
化されないから[O]は低減し、かつ酸化物の一部は解離して減少する。

窒素については T. Swinden⁽⁵⁾ が述べているように窒化物の解離には高温高真空を必要とするので、十分な脱窒は望めない。一方大気鑄造はいずれのガスも増加し、とくに酸素においてはなはだしい。これは大気による酸化のためで当然のことである。つぎに第11図に示すようにコアドリル試料を採取してまず900°Cで水素を抽出し、さらに1,800°Cの真空熔融法で窒素、酸素および水素を求めた。それらの分析結果を第5表に示す。真空鑄造鋼塊のガス含有量は大気鑄造鋼塊よりはるかに少なく、平均で窒素、酸素および水素はそれぞれ29%、56.8%および54.6%の減少率を示した。水素含有量は一般に低値を示しているが、これは鋼塊の低温焼鈍、切断およびコ

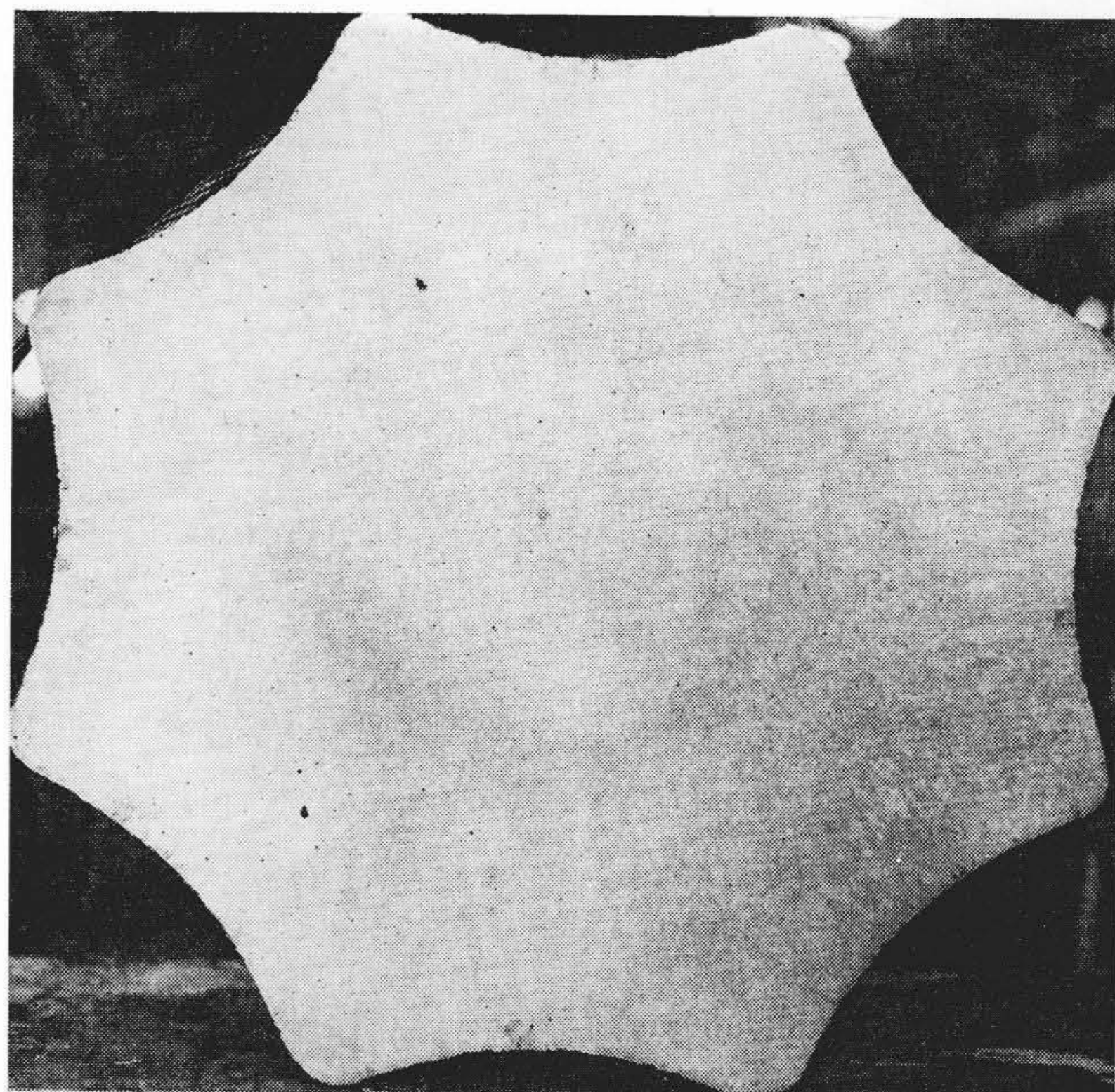
アドリル試料を採取する間に水素が放出したためと考えられる。鋼塊内のガスとくに水素の偏析については試料の数も少なく調査できなかった。

3.5 非金属介在物

第11図に示すコアドリル試料に隣接して同じ大きさの介在物試料を採取して清浄度およびサンド分析を行った。両鋼塊とも硫化物、アルミスピネルおよび珪酸塩に大別することができるが、珪酸塩が主である。第6表に点算法による清浄度の結果を示す。硫化物は全般的に少なく、わずかに押湯部試料において若干高値を示しているに過ぎない。アルミナ珪酸塩系介在物は外周部に少なく内部になるにつれて著しく多くなる。全般的には真空鑄造鋼塊は大気鑄造鋼塊に比べ少ない。第7表にサンド分析結果を示す。真空鑄造鋼塊

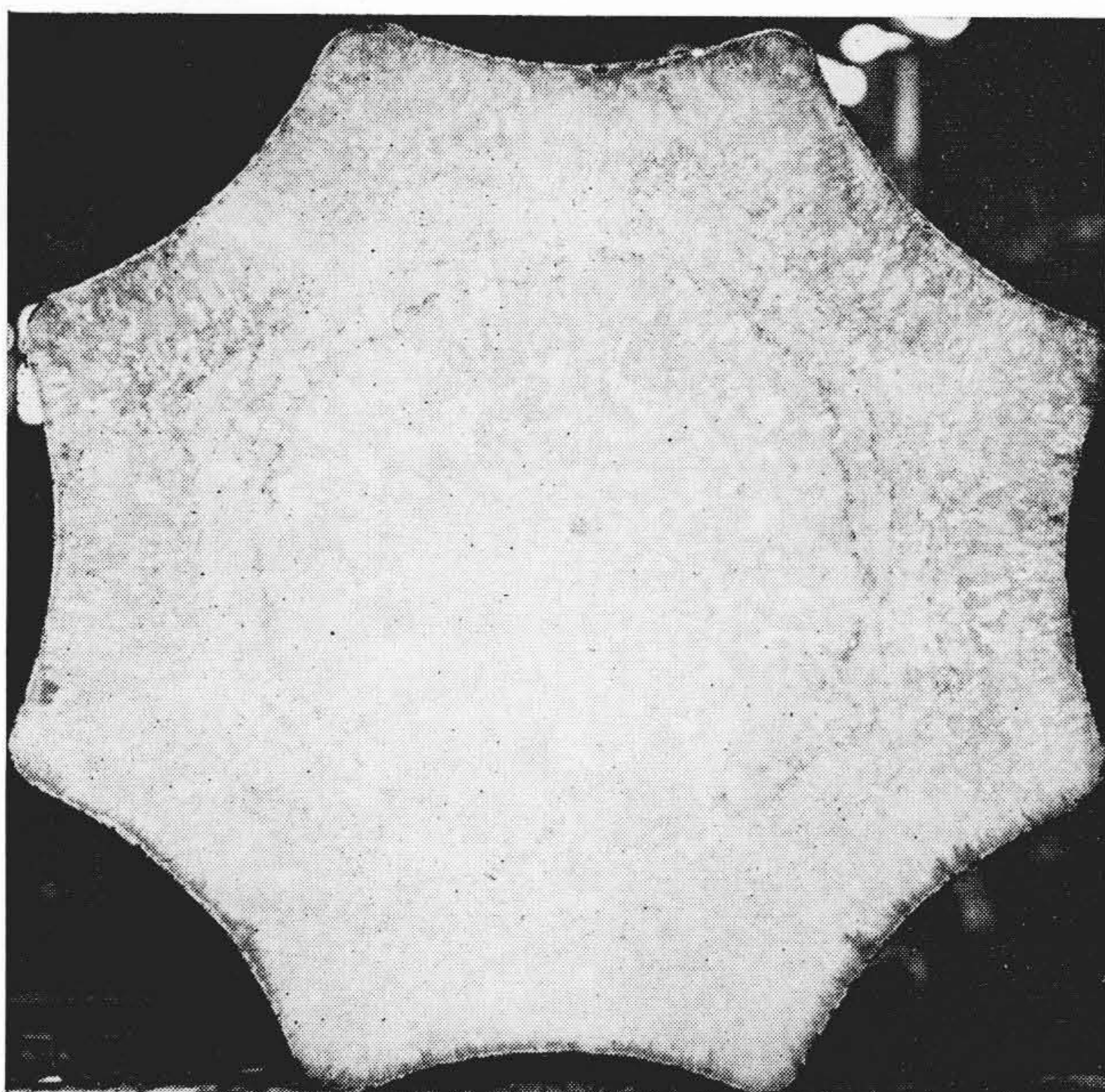


真 空 鋳 造 鋼 塊

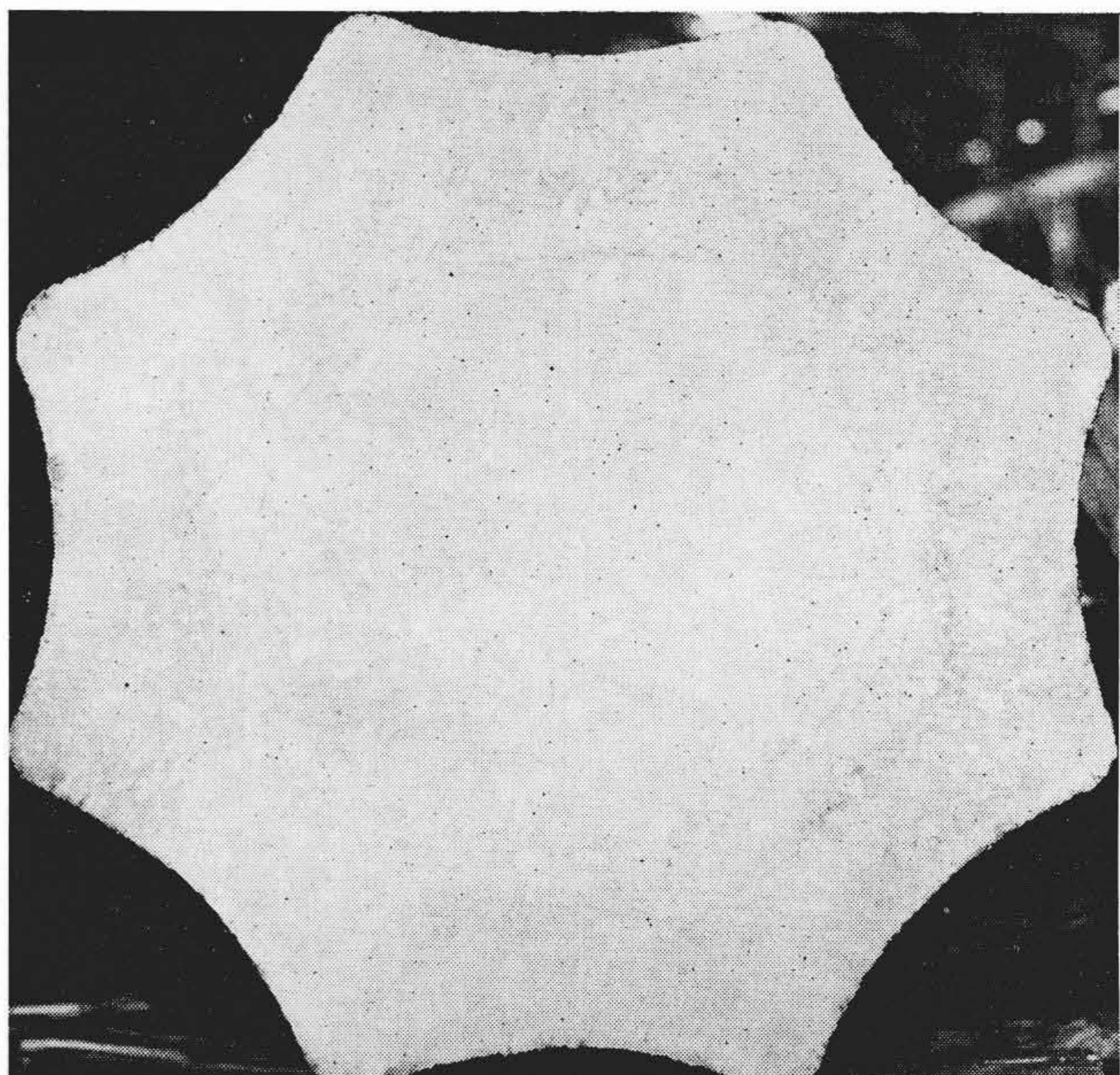


大 気 鋳 造 鋼 塊

第 6 図 A-A' 面 における マ ク ロ 組 織



真 空 鋳 造 鋼 塊



大 気 鋳 造 鋼 塊

第 7 図 B-B' 面 における マ ク ロ 組 織

のサンド量は大気鋳造鋼塊の約 $\frac{1}{3}$ に減少し、成分別には SiO_2 および MnO が激減しているが Al_2O_3 はほとんど変らない。これらは鋼中の酸素量が低減する結果であることはもちろんであるが、 Al_2O_3 は SiO_2 および MnO より安定な酸化物であるために容易に還元されないもので減少しにくいのであろう。

3.6 ミクロ組織および結晶粒度

鋼塊内外のミクロ組織および表面酸化法によるオーステナイト結晶粒度を調べた。第 8 表にオーステナイト結晶粒度を示す。ミクロ組織はわずかではあるが真空鋳造鋼塊が大気鋳造鋼塊より微細であり、オーステナイト結晶粒度も明らかに真空鋳造鋼塊が微細である。

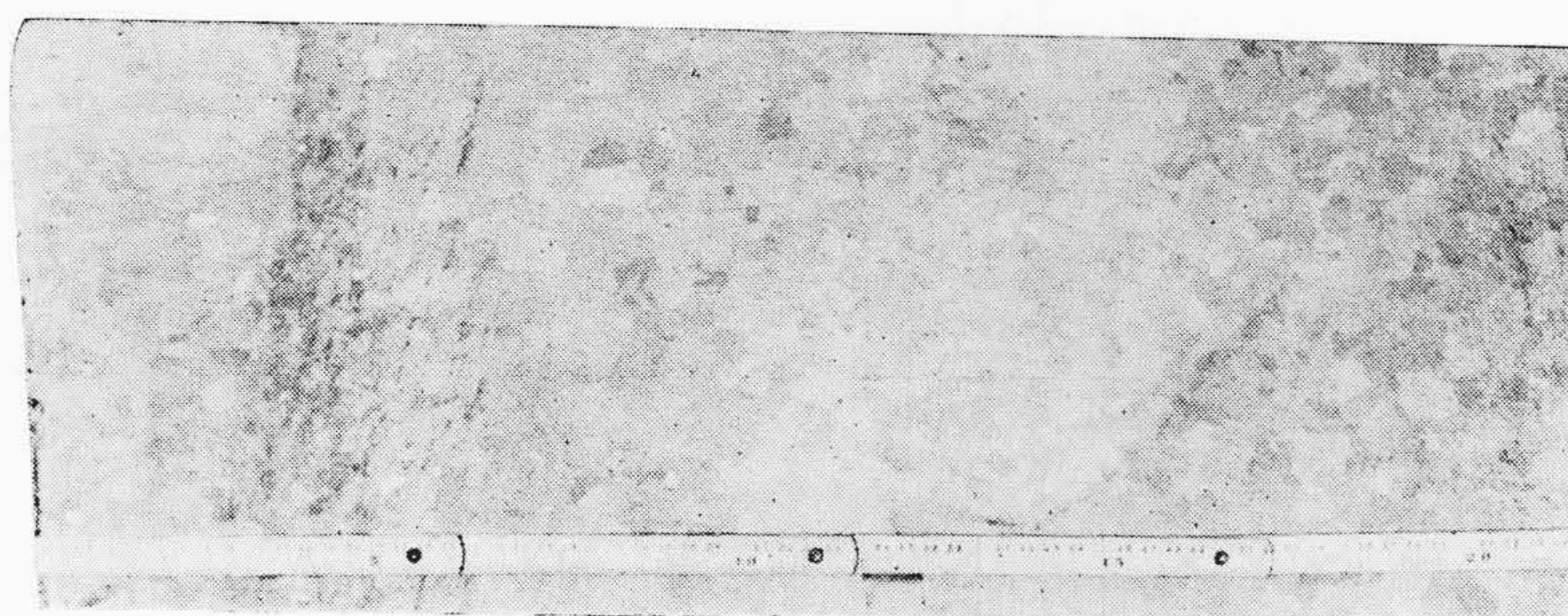
3.7 機械的性質

3.7.1 鍛造前の調査

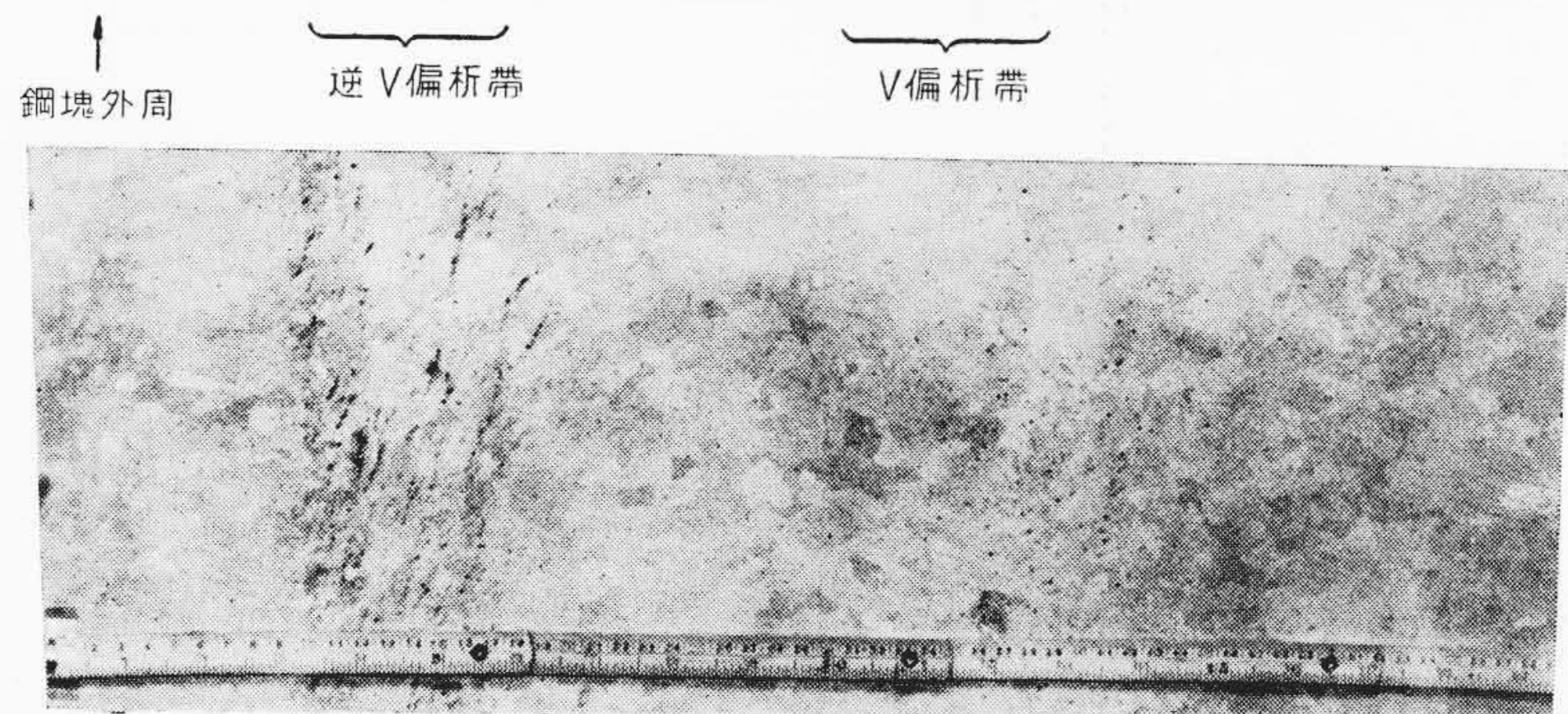
鋼塊外層部、逆 V 偏析部および中心部から軸方向に引張(2 本)

第 3 表 化 学 成 分 (%)

成分 位置		真 空 鋳 造 鋼 塊				大 気 鋳 造 鋼 塊			
		C	Mn	P	S	C	Mn	P	S
頂 部	1	0.25	0.64	0.008	0.006	0.26	0.65	0.008	0.005
	2	0.27	0.64	0.008	0.006	0.27	0.64	0.012	0.005
	3	0.26	0.68	0.008	0.005	0.30	0.66	0.012	0.005
	4	0.26	0.61	0.008	0.005	0.28	0.64	0.008	0.006
	5	0.25	0.61	0.008	0.005	0.28	0.62	0.010	0.005
	6	0.25	0.61	0.008	0.006	0.25	0.63	0.008	0.005
	7	0.23	0.63	0.007	0.005	0.24	0.61	0.008	0.005
底 部	1	0.26	0.60	0.007	0.005	0.26	0.64	0.010	0.006
	2	0.28	0.65	0.008	0.006	0.29	0.63	0.008	0.006
	3	0.33	0.67	0.012	0.006	0.30	0.65	0.010	0.006
	4	0.29	0.64	0.008	0.006	0.29	0.63	0.008	0.004
	5	0.28	0.64	0.008	0.005	0.28	0.65	0.008	0.004
	6	0.25	0.62	0.008	0.005	0.25	0.63	0.008	0.005
	7	0.25	0.63	0.008	0.005	0.24	0.60	0.008	0.005



真 空 鋳 造 鋼 塊



大 気 鋳 造 鋼 塊

第8図 鋼塊中間部のマクロ組織

第4表 ガス含有量の変化(%)

採取時期	N	O	H
出 鋼 前	65	87	3.0
堰	73 (90)	75 (83)	3.3 (3.6)
*押 湯	65 (91)	52 (114)	1.8 (3.8)

* 鋳込直後押湯表面から約300mmの深さから試料採取
() 内は大気鋳造

第5表 ガス分析 (ppm)

成 分 位 置		N	O	H		
				900℃	1,800℃	計
T	4	58 (96)	18 (44)	0.5(2.2)	0.1(0.7)	0.6(2.9)
	5	63 (84)	14 (53)	0.6(1.7)	Tr(0.5)	0.6+α(2.2)
	6	59 (97)	18 (42)	0.3(0.9)	0.2(0.7)	0.5(1.6)
M	1	62 (94)	39 (55)	0.2(0.7)	0.1(0.7)	0.3(1.4)
	2	65 (82)	46 (71)	0.2(1.0)	0.5(0.6)	0.7(1.6)
	3	70 (78)	50 (64)	0.4(1.1)	0.5(0.9)	0.9(2.0)
	4	78 (84)	74 (82)	0.6(1.2)	0.2(0.5)	0.8(1.7)
	5	58 (58)	75 (66)	0.6(1.3)	0.1(0.2)	0.7(1.5)
	6	47 (73)	27 (92)	0.5(1.2)	0.2(0.2)	0.7(1.4)
B	1	64 (83)	31 (59)	0.5(0.7)	0.4(1.0)	0.9(1.7)
	2	64 (81)	28 (61)	0.6(1.4)	0.5(1.0)	1.1(2.4)
	3	53 (71)	39 (64)	0.6(1.9)	0.9(0.6)	1.7(2.5)
	4	52 (75)	49 (102)	0.8(1.2)	0.4(0.6)	1.2(1.8)
	5	47 (69)	29 (100)	0.8(1.5)	0.5(Tr)	1.3(1.5+α)
	6	48 (82)	26 (113)	0.7(1.6)	0.3(0.5)	1.0(2.1)
平 均 值		57.2(80.5)	30.8(71.2)	0.53(1.31)	0.33(0.56)	0.86(1.87)

注: () 内は大気鋳造鋼塊

T: 押湯部 M: 鋼塊頂部 B: 鋼塊底部

第6表 点算法による清浄度 (%)

位 置	介在物	硫 化 物	アルミナ珪酸塩	計
T	4	0.029(0.021)	0.067(0.046)	0.096(0.067)
	6	0.029(0.013)	0.042(0.133)	0.071(0.146)
M	1	0.004(0.008)	0.021(0.017)	0.025(0.025)
	2	0 (0.008)	0.025(0.050)	0.025(0.058)
	3	0.008(0.013)	0.029(0.054)	0.037(0.067)
	4	0.021(0.008)	0.075(0.100)	0.096(0.108)
	5	0.008(0.008)	0.142(0.146)	0.150(0.154)
	6	0.004(0.017)	0.125(0.179)	0.129(0.196)
B	1	0.008(0.008)	0.013(0.050)	0.021(0.058)
	2	0.013(0.008)	0.013(0.050)	0.026(0.058)
	3	0.013(0.013)	0.042(0.084)	0.055(0.095)
	4	0.008(0.008)	0.054(0.167)	0.062(0.175)
	5	0.013(0.008)	0.192(0.145)	0.205(0.153)
	6	0.008(0.008)	0.075(0.158)	0.083(0.166)

注: () 内大気鋳造鋼塊

T: 押湯部 M: 頂部 B: 底部

第7表 サンド分析 (ppm)

位置	成分	サンド	SiO ₂	FeO	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	MnO
T	内	45 (123)	14 (49)	1 (1)	18 (25)	Tr (1)	5 (35)
M	外	63 (159)	20 (89)	3 (2)	26 (16)	1 (1)	1 (29)
	内	75 (193)	21 (104)	1 (2)	44 (18)	Tr (1)	1 (36)
B	外	43 (141)	14 (72)	1 (2)	20 (21)	Tr (1)	1 (21)
	内	41 (183)	11 (94)	1 (2)	22 (18)	Tr (1)	1 (34)

注: () 内は大気鋳造

T: 押湯部 M: 頂部 B: 底部

第8表 オーステナイト結晶粒度 (Go)

		鋼塊内外の位置*					
		1	2	3	4	5	6
頂	部	7.1 (5.7)	6.9 (5.4)	6.5 (5.5)	6.3 (5.6)	6.6 (5.1)	6.7 (5.3)
底	部	7.2 (5.5)	7.1 (5.1)	6.4 (5.2)	6.2 (4.9)	6.8 (5.2)	6.9 (5.2)

注: () 内は大気鋳造

* 第11図に示す位置

および衝撃(4本)の各試験片を採取して材力試験を行った。第9表に材力試験結果を示す。すなわち各部から採取した試験片間におけるばらつきが大きいために真空鋳造の効果は明らかでないが、逆V偏析部においては抗張力、伸び、絞りおよび衝撃値ともやや改善されている。

3.7.2 鍛造後の調査

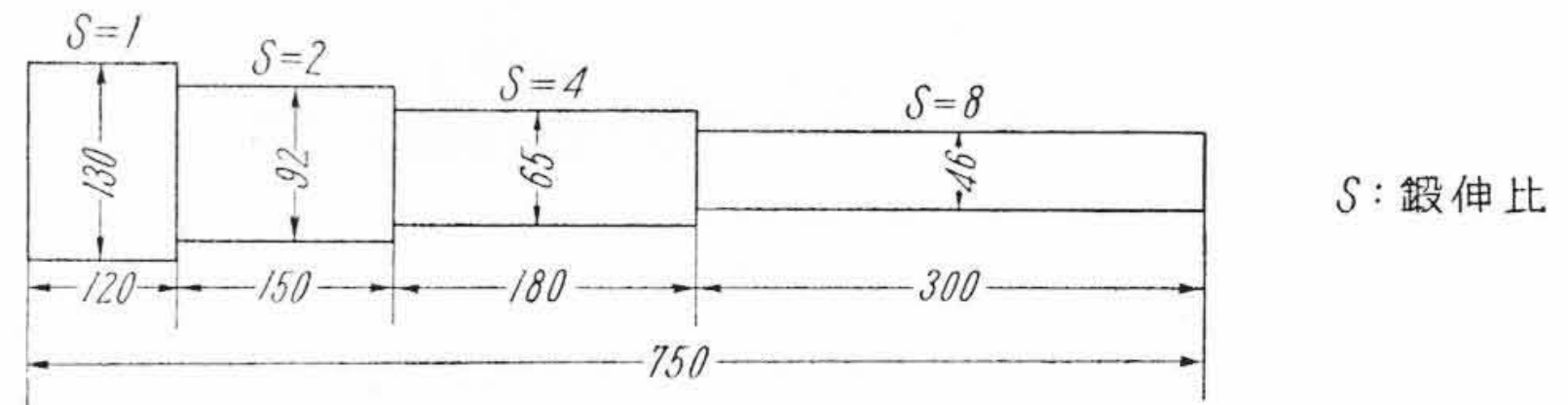
供試材を第12図に示す寸法にハンマにて鍛造を行い、鍛造比1, 2, 4および8の各部分から軸方向に試料を採取し所定の熱処理を施し機械的性質を調査した。第13図に鍛造比と材力との関係

第9表 材力試験結果

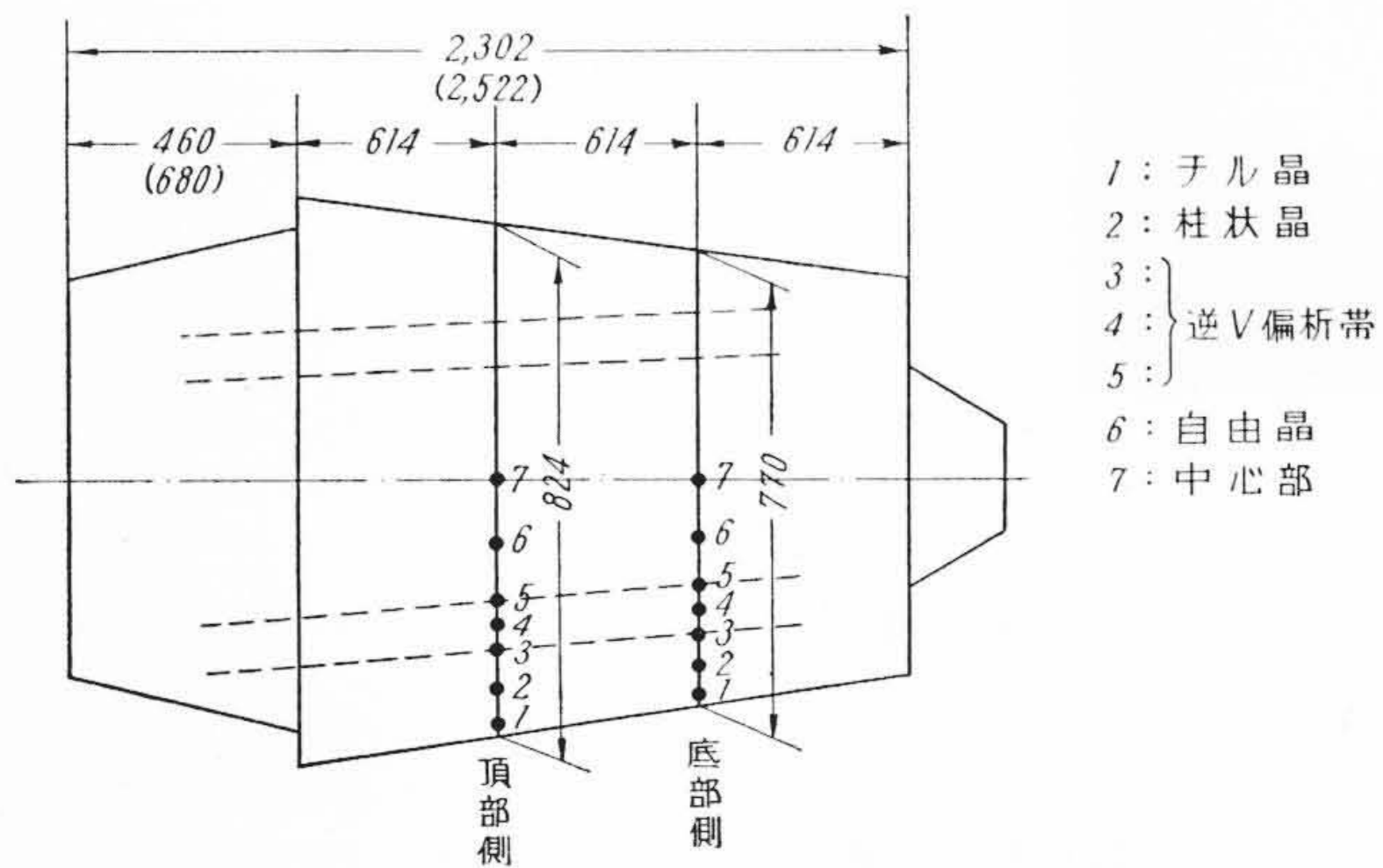
試験項目	抗張力 (kg/mm ²)	降伏点 (kg/mm ²)	伸び (%)	絞り (%)	衝撃値 (kg-m/cm ²)	かたさ (BHN)
鋼塊						
真空鑄造						
外層部	96.8 92.9	—	5.4 4.2	5.7 2.8	1.00 1.25 0.74 0.74	261 261
逆V偏析部	89.0 84.5	—	3.2 3.2	2.8 2.8	1.50 1.25 0.74 1.00	261 256
中心部	84.5 84.5	—	3.4 4.0	2.8 4.2	1.75 0.74 0.74 0.74	256 256
大気鑄造						
外層部	88.3 99.4	—	4.0 3.4	4.2 2.8	1.25 2.03 0.74 1.00	261 265
逆V偏析部	78.0 80.0	—	2.4 3.2	1.4 4.2	0.49 0.74 0.74 0.74	256 261
中心部	78.0 79.3	—	3.6 3.4	5.7 2.8	2.03 0.74 0.49 0.28	256 256

第10表 材力試験(平均値)の比較

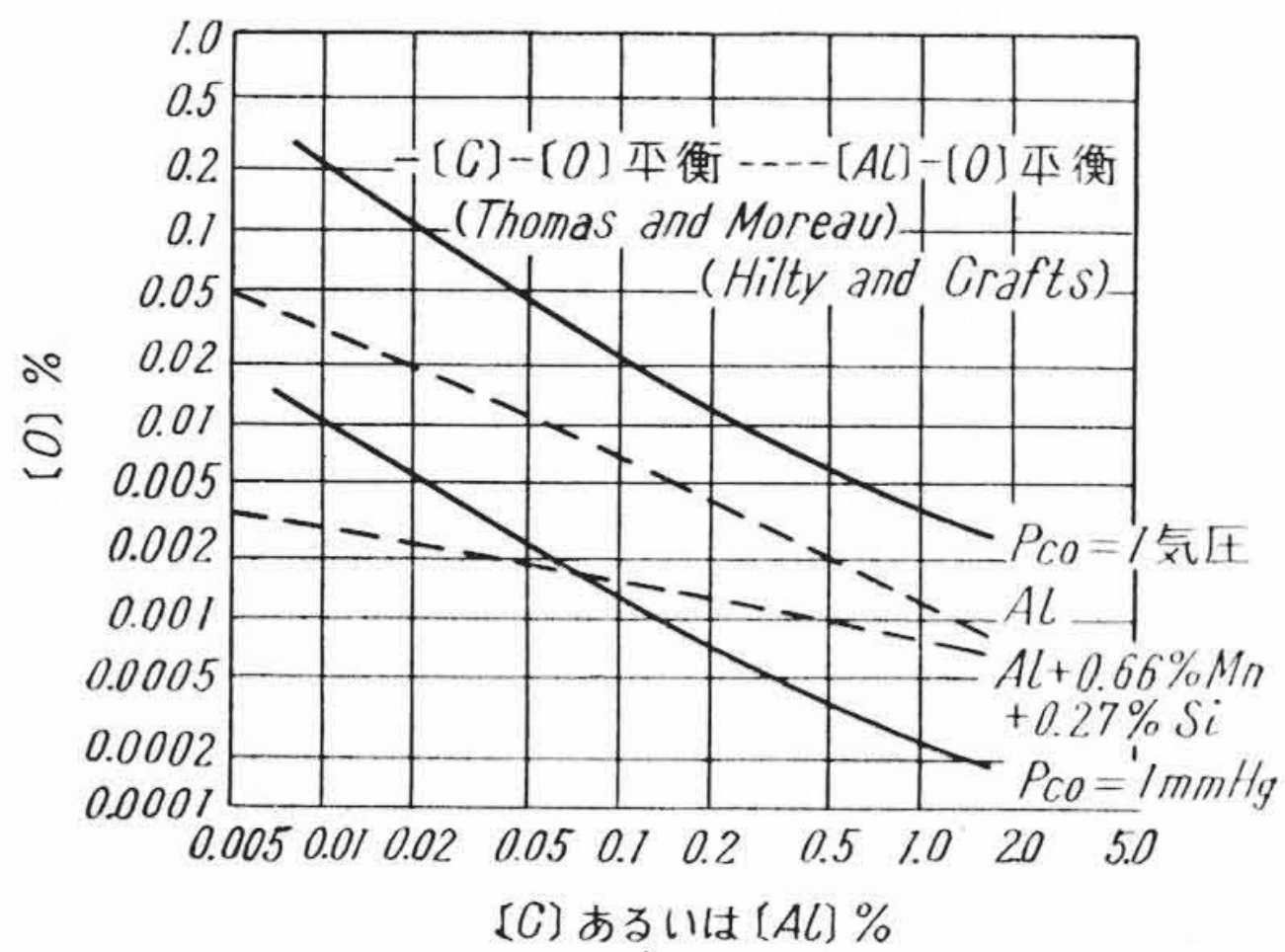
試験項目	抗張力 (kg/mm ²)	降伏点 (kg/mm ²)	伸び (%)	絞り (%)	衝撃値 (kg-m/cm ²)	かたさ (BHN)
鋼塊						
真空鑄造	94.1	77.4	23.0	65.2	19.7	296
大気鑄造	94.7	78.0	24.4	64.0	20.0	285



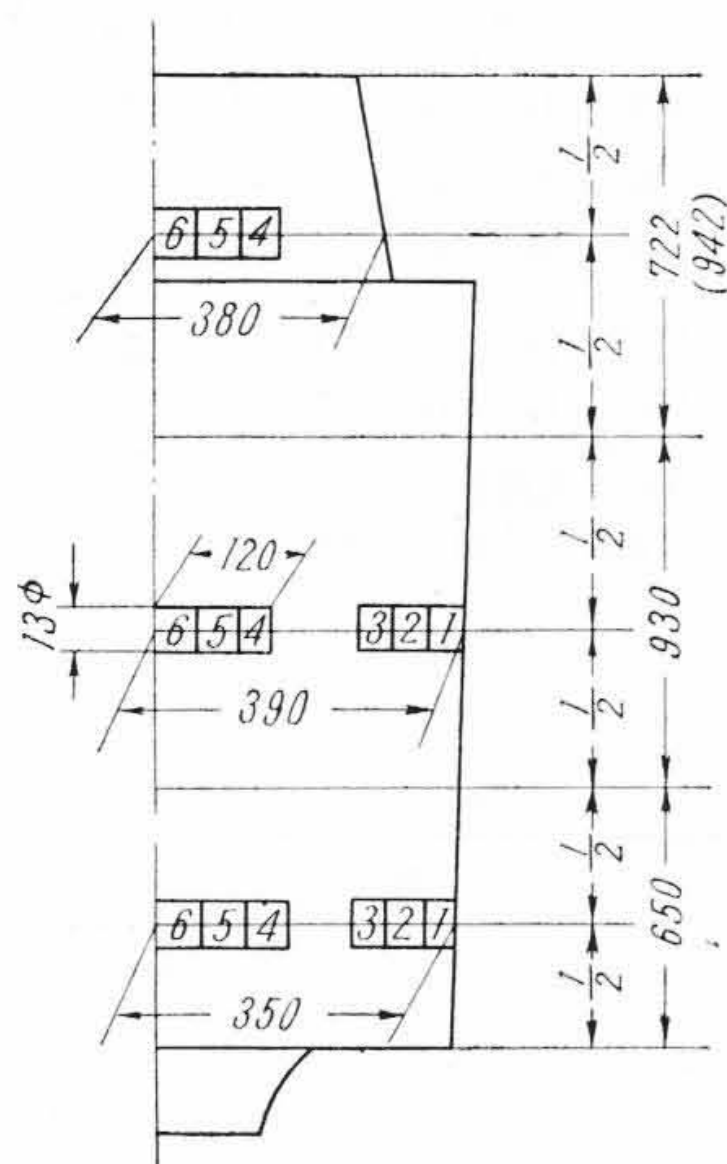
第12図 鍛造寸法



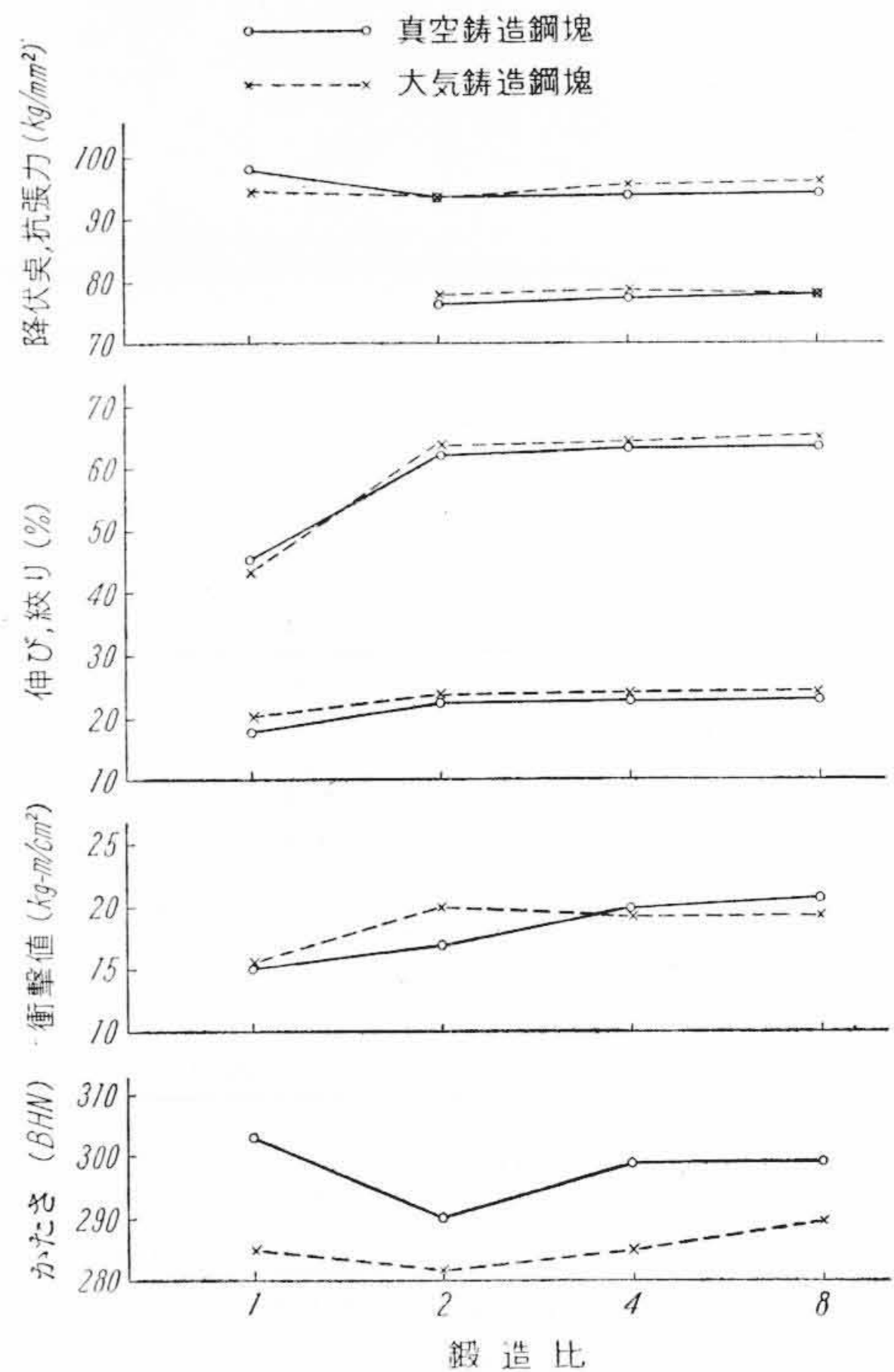
第9図 試料採取位置



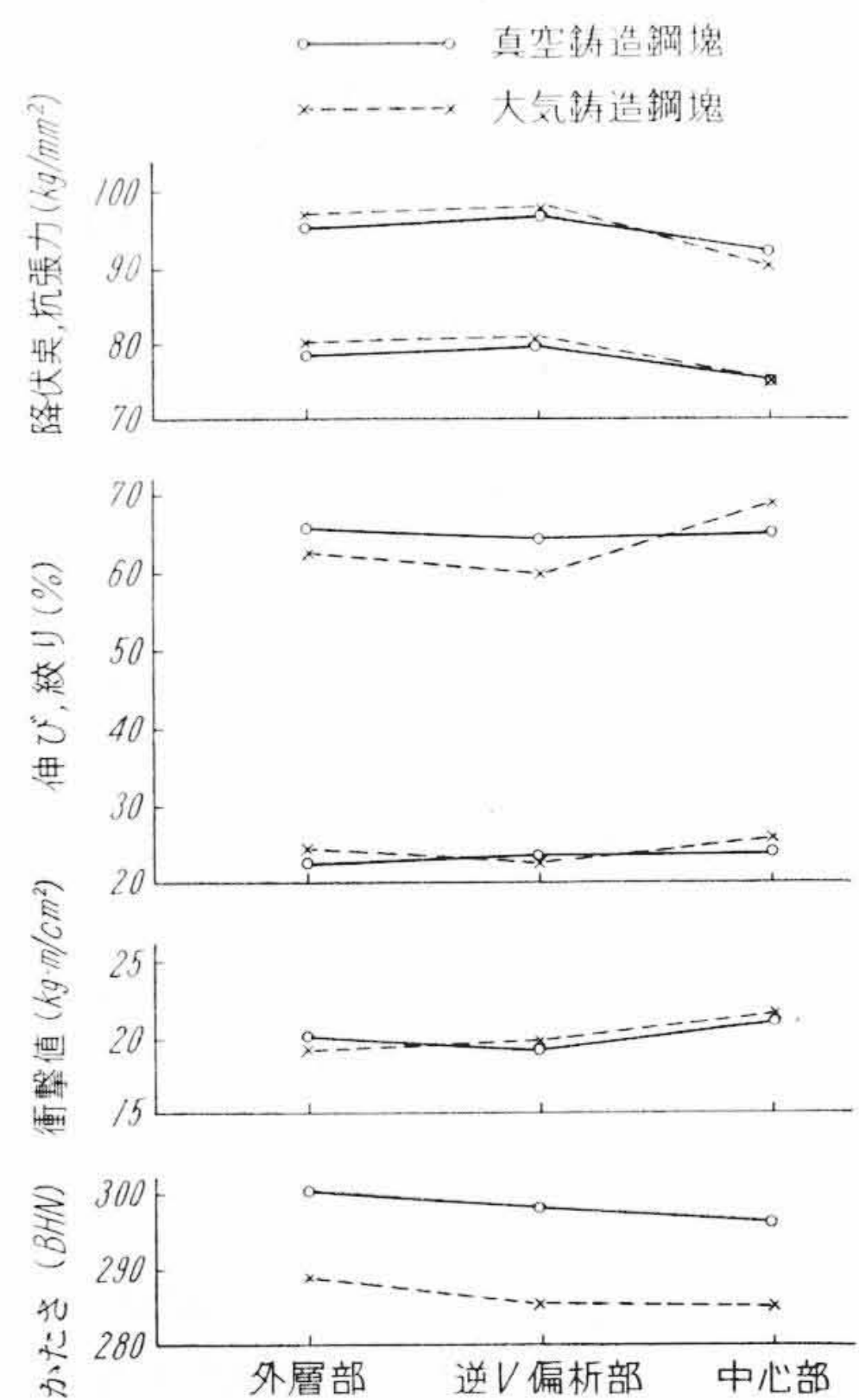
第10図 CとAlの脱酸力に及ぼす圧力の影響(1,600°C)



第11図 コアドリル試料採取位置



第13図 鍛造比と材力との関係



第14図 試験片の採取位置と材力との関係

を示す。鍛造前は降伏点がなく伸び、絞りおよび衝撃値は低いが鍛造されると伸び、絞りおよび衝撃値は向上し鍛造比2で定常値に達する。第14図に試料の採取位置と材力との関係を示す。外層部と逆V偏析部の材力はほとんど変わらないが、中心部は抗張力および降伏点が若干低くなり伸び、絞りがわずかながらよくなる傾向にある。しかしながら一般に真空鋳造鋼塊は位置による材力のばらつきが大気鋳造よりやや小さい。以上の結果から真空鋳造法の顕著な影響は認められないが、真空鋳造鋼塊のかたさは高くでている。第10表に鍛造比2, 4および8における材力の平均値を示した。すなわち抗張力、降伏点、伸び、絞りおよび衝撃値とも差異がないが、かたさに差がある。この原因についてはまだはっきりしていない。

4. 結 言

これまでの調査結果から真空鋳造の効果を要約するとつぎのようになる。

- (1) 鋼塊の偏析帯は明らかに存在するがVおよび逆V偏析帯は若干軽減する。
- (2) 熔鋼中のガスは真空鋳造後の押湯内試料で窒素、酸素および水素がそれぞれ11%, 31%および45.5%減少する。さらに凝固

した鋼塊内試料では大気鋳造鋼塊と比較して窒素、酸素および水素がそれぞれ29%, 56.8%および54.6%の減少率となっている。

(3) 非金属介在物の清浄度は若干よくなり、サンド量は約1/3に減少する。成分別にはSiO₂およびMnOが激減し、Al₂O₃はほとんど変わらない。

(4) ミクロ組織はややこまかくなるようであり、オーステナイト結晶粒度は若干微細化する。

(5) 機械的性質は真空鋳造の効果が認められなかったが、かたきにおいてのみ高くなっている。

以上のように一応真空鋳造の効果が確認されたが、既往の文献に発表されているほど顕著な差がなかった。しかしながらなお多くの研究課題、たとえば高温における機械的性質や疲労強度などがあるのでさらに調査研究を進めるつもりである。

参 考 文 献

- (1) 竹入, 藤本, 門瀬, 渡辺: 日立評論 別冊 33, 23 (昭34-12)
- (2) : 学振19委資料 No. 5863 (昭35-4)
- (3) 池見: 日本製鋼技報 2, 117 (昭34-2)
- (4) 竹入, 藤本, 門瀬, 渡辺: 日立評論 別冊 33, 31 (昭34-12)
- (5) T. Swinden: J. I. S. I. No. II, 302 (1943)



特 許 と 新 案

最近登録された日立製作所の実用新案

実用新案	名 称	氏 名	登録年月日	実用新案	名 称	氏 名	登録年月日
516247	逆 止 弁	吉 柳 清 美	35. 7. 16	516242	遠 心 分 離 機	川 崎 光 彦	35. 7. 16
516258	接 触 器 箱 扉 お よ び 操 作 把 手 互 錠 装 置	河 合 留 八	"	516243	洗 濯 機 回 転 翼 車	田 沢 栄 一	"
516227	変 圧 器 冷 却 装 置	栗 田 健 太 郎	"	516245	ラ ッ ク カ ッ タ	片 山 一 成	"
516238	過 電 圧 放 電 側 路 装 置	池 田 正 一 郎	"	516225	X 線 間 接 撮 影 用 暗 箱	和 田 正 長	"
516260	蓄 電 器 支 持 装 置	山 中 敬 二	"			小 松 本 一 雄	"
516261	蓄 電	斎 藤 亮 二	"	516237	ビ ニ ー ル 電 線 被 覆 剥 離 器	佐 藤 鉄 治	"
516264	高 速 度 電 路 遮 断 器	宮 沢 寿 郎	"	516246	電 動 機 制 御 用 抵 抗 器	榎 本 勝 雄	"
516266	有 線 切 形 断 路 器	塙 藤 清	"	516248	地 中 埋 設 形 変 圧 器	大 西 真 史	"
516270	配 電 箱 内 に 設 け た 断 路 器 の 鎖 錠 装 置	加 藤 清 次	"	516253	蓄 放 式 X 線 装 置 の 放 電 制 御 装 置	和 小 田 林 正 長	"
516272	配 電 箱 扉 開 閉 装 置	加 藤 清 次	"			小 市 長 義 寅	"
516274	空 気 遮 断 器 の 鎖 錠 装 置	長 谷 川 林 勇	"	516262	紡 織 機 用 自 動 掃 除 機 の ト ロ リ ー 線 感 電 防 止 装 置	宮 沢 石 雄	"
516275	電 力 機 器 用 洗 浄 装 置	斎 藤 修 修	"	516263	紡 織 機 用 自 動 掃 除 機 の ト ロ リ ー 線 感 電 防 止 装 置	宮 沢 石 雄	"
516252	車 両 揺 枕 釣 り 装 置	斎 藤 兄 朝 陽	"	516267	ス イ ッ チ 箱 等 の 密 封 装 置	居 駒 恒 雄	"
516271	高 速 度 遮 断 器	岡 野 健 造	"	516268	自 動 電 気 炊 飯 器	梅 山 克 巳	"
516219	秤 量 車 の 鉄 石 切 出 装 置	高 橋 健 一 郎	"	516276	電 磁 開 閉 器	大 井 田 浩 義	"
516234	大 物 運 搬 車	藤 田 信 幸	"	516220	磁 石 式 手 動 交 換 機 の 呼 出 装 置	水 野 昭 義	"
516251	車 両 用 固 体 減 衰 装 置	斎 永 弘 太 郎	"	516221	繼 電 器 覆	磯 崎 地 誠	"
516256	蛍 光 ラ ン プ ソ ケ ッ ト	永 坂 井 丸 良	"			菊 大 西 牧 竜 二	"
516226	コ ー ル カ ッ タ の 散 水 装 置	中 滝 盛 武 賢	"	516232	ク ロ ス バ ス イ ッ チ	田 菊 島 地 喜 平 太 誠	"
516229	自 動 推 進 装 置 付 カ ッ タ コ ン ベ ヤ ー	盛 武 賢	"	516236	通 信 機 ダ イ ヤ ル 装 置	福 野 井 村 通 信	"
516230	重 心 位 置 測 定 装 置	小 林 英 喜 八 郎	"	516269	特 殊 マ イ ク ロ メ ー タ ー	織 本 本 雄	"
516233	ポ ン プ 軸 ス リ ー プ	洪 谷 多 英 孝	"	516240	速 度 変 調 管 等 の 格 子 製 作 用 治 具	竹 佐 本 藤 夫	"
516241	水 平 引 込 起 重 機 の 旋 回 半 径 指 示 装 置	山 崎 勇	"	516259	恒 温 器	角 橋 野 正 夫	"
516244	エ キ ス パ ン シ ョ ン ク ラ ッ チ の 過 負 荷 防 止 装 置	野 村 茂	"			岩 本 口 研 芳 二	"
516249	コ ー ル カ ッ タ 用 ジ ブ 先 端 ガ イ ド ロ ー ラ 給 油 装 置	盛 武 賢	"	516228	磁 気 式 酸 素 計 の 圧 力 調 整 装 置	岩 淵 芳 繁	"
516273	切 羽 ロ ー ダ	盛 武 賢	"	516223	グ ロ ー ス イ ッ チ	鈴 川 木 村 繁 信	"
516277	輪 状 チ ェ ン 用 ク リ ッ プ	亀 井 茂 樹	"	516224	環 状 ラ ン プ 支 持 装 置	藤 原 岡 谷 靖 一 郎	"
516265	座 ぐ り 用 ド リ ル	阿 部 軍 太 郎	"	516250	蛍 光 灯 ソ ケ ッ ト	西 岡 谷 幹 博	"
516222	電 気 扇 用 羽 根 車	大 屋 三 郎 夫	"	516254	蛍 光 灯 ソ ケ ッ ト	西 岡 谷 幹 博	"
516231	遠 心 分 離 機	大 四 崎 光 彦	"	516255	蛍 光 灯 ソ ケ ッ ト	西 岡 谷 幹 博	"
516235	光 電 比 色 計 セ ル	川 崎 本 正	"	516257	蛍 光 灯 ソ ケ ッ ト	西 岡 谷 幹 博	"
516239	試 薬 流 下 装 置	橋 本 井 恒 逸	"			西 岡 谷 幹 博	"