

# 共同研究会報告

## 製鋼部会鑄型分科会報告講演

### 近年の鋼塊鑄型の進歩\*

岩村 英郎\*\*

#### Development of Ingot Mold in Recent Years.

EIRO IWAMURA

#### I. 序 言

鑄型費の鋼塊原価に占める割合は作業費の10%におよび、またその形状および使用方法の鋼塊品質におよぼす影響も大きく、優良、安価な鑄型を合理的に使用することは製鋼作業上極めて重要である。すなわち鑄型の使用側としては鑄型・定盤の設計および使用方法の改善が、また鑄型の製造者側として、使用条件に応じた総合的に廉価な材質を選定するのがそれぞれ重要な課題になっている。

製造者と使用者の研究体制は昭和23年に(鉄鋼技術共同研究会)“鑄物部会・鑄型研究会”が発足し、爾後一貫して互に協力し、研究の実効をあげ、今日に至っている。この間、昭和30年に製鋼部会・鑄型分科会に改組されて、専門委員会的に運営されてきた。研究の過程、成果については、時期的に下記の2つの報告書に集録されている。

#### 鑄物部会・鑄型研究会報告

昭 29-6 鋼塊用鑄型に関する研究

鉄鋼技術共同研究会・製鋼部会・鑄型分科会報告

昭 35-7 鉄と鋼, 48 (1960) 8, 臨時増刊号

特に後者の報告は“鉄と鋼”の第1回の研究部会報告書として刊行されたもので、諸氏の御記憶に新しい処と思われる。

現在製鋼部会・鑄型分科会は本38年6月に第14回の会議を八幡で開催したのが一番新しく、その内第1回から第8回までの報告を主体にしたのが前述の“鉄と鋼”特別号に収められているので、今回はそれ以後すなわち第9回から第14回までの6回を主体に報告する。分科会の開催は大体2年に3回の割合で東京と関連各地とで交互に行なわれている。(第1表)第2表に委員会を示すが、製造者と使用者との協力研究の場としての特色を生

かすとともに、最近、急速な発展をみせている純酸素上吹転炉の現状にも注目し、日本LD委員会の了承をえて第14回は戸畑の転炉工場を見学しその智識の吸収に努めている。

外国との関係はフランスの IRSID と報告書の交換が行われ、日本より前述の“鉄と鋼”特別号を送り、フランスより数冊の報告書が送られてきた。日本の報告の内反響のあつたのはダクタイル鑄鉄製鑄型に関するものであり、フランスの報告は翻訳の上委員に配布され、アンケートによる詳細データの比較などに活用された。

第1表 最近の分科会開催状況

回数	年	月	日	開催地
第9回	35	1	26	東京
第10回	35	9	15	知多
第11回	36	6	21	東京
第12回	37	3	8	釜石
第13回	37	11	6	東京
第14回	38	6	12	八幡

第2表 現在分科会委員名

	所属	氏名		所属	氏名		
主査委員	川鉄千葉	岩村 英郎	委員	住友金属	鹿子 立郎		
	〃〃	八木 靖浩		〃日本製鋼	松本 茂樹		
	〃〃	千先 吉松		〃〃	守川 平四郎		
	〃〃	兵庫 柴田 三郎		〃〃	中里 道三		
	〃〃	知多 矢野 武夫		〃〃	日本特殊鋼	吉川 道三	
	〃〃	東京 石原 重利		〃〃	久保田鉄工	尼木 敏雄	
	〃〃	八幡本社		〃〃	日本鋼材	舟田 四郎	
	〃〃	〃〃		〃〃	〃〃	中野 義夫	
	〃〃	〃〃		〃〃	〃〃	小野 正夫	
	〃〃	神戶製鋼		佐伯 修	〃〃	神戶鑄造	中山 忠男
	〃〃	富士製鉄		久芳 正義	〃〃	日本鑄造	中島 健一
	〃〃	日新製鋼		佐々木 進	〃〃	日鉄連盟	飯島 淳夫
	〃〃	住友金属		池田 義孝	〃〃	通産省	中島 淳夫

\* 昭和38年10月19日、本会第66回講演大会にて講演  
昭和38年11月2日受付

\*\* 製鋼部会鑄型分科会前主査、川崎製鉄株式会社

第3表 鋼塊鑄型の生産推移

年次	鋼塊 (1,000 t)			鑄型定盤 (t)			内・自家生産	
	普通鋼	特殊鋼	合計	鑄型	定盤	合計	(t)	(%)
昭 28	6,902	487	7,389			127,168	48,787	38.4
29	7,045	451	7,496	105,155	17,278	122,433	51,345	41.9
30	8,670	502	9,172	131,027	25,667	156,694	60,356	38.5
31	9,981	783	10,765	146,340	21,430	167,770	59,725	35.6
32	11,115	1,004	12,120	173,084	28,165	201,249	70,097	34.8
33	10,916	852	11,768	139,117	25,474	164,591	66,392	40.3
34	14,713	1,446	16,159	209,333	33,576	242,909	94,248	38.8
35	19,480	2,050	21,531	301,449	46,570	348,019	122,524	35.2
36	24,974	2,550	27,524	353,496	62,261	415,757	145,625	35.0
37	24,468	2,445	26,913	333,873	48,126	382,004	155,785	40.8

現在分科会の議題としては、次の項目がとりあげられているが、これは現状の問題点をほとんど網羅している。

1. 鑄型使用管理
  - 1-1 鑄型使用管理と鋼塊品質との相関性
  - 1-2 鑄型使用管理と原単位との相関性
  - 1-3 鑄型冷却法の改善
  - 1-4 造塊ヤードの管理
  - 1-5 その他鑄型使用管理に関する研究
2. 鑄型材質に関する研究
  - 2-1 鑄型材質におよぼす製造条件の影響
  - 2-2 鑄型の品質と化学成分、硬度および組織などとの関係
  - 2-3 球状黒鉛鑄型に関する研究
  - 2-4 高炉溶銑直鑄々型に関する研究
  - 2-5 その他鑄型材質に関する研究
3. 鑄型および定盤の設計
  - 3-1 鑄型定盤の設計基礎
  - 3-2 鑄型および定盤の設計改善とその効果
  - 3-3 大型鑄型の設計について
4. 特別講義

最後の特別講義は、毎回製造者側と使用者側から各1題づつ講義をし、委員各位に問題点を整理するのに役立つと思われる。特別講義の題目を次に列挙して参考とする。

製造者側

第13回 塩基性熱風水冷式キューポラによる  
鋼塊用鑄型の製造について 日本鑄造

第14回 ダクタイル製鑄型について 久保田鉄工

使用者側

第12回 平炉工場における鑄型管理 富士鉄広畑

第13回 高炉溶銑直鑄々型の現状と寿命  
について 鋼管川崎

第4表 平炉工場の鑄型定盤消費傾向

年別	項目	良塊 t 数	鑄型定盤	
			消費量 (t)	原単位 (kg/t)
昭	30	7,770,050	121,247	15.6
	31	8,960,623	127,443	14.2
	32	9,894,574	139,381	14.1
	33	9,171,768	122,833	13.4
	34	12,223,894	162,597	13.3
	35	14,784,110	218,233	14.7
	36	16,747,036	234,246	14.0
	37	13,196,264	(180,314)	(13.7)

第14回 製鋼部における鑄型管理について 八幡製鉄

全国的調査としては、昭和30年度に第1回を行ない、結果を前述の“鉄と鋼”特別号にのせてあるが、第2回は昭和37年に行なつて、使用者側の回答をまとめて第14回分科会の席上で報告した。製造者側の回答は昭和38年末にまとめ、39年はじめの第15回分科会で報告される予定である。

最近の鑄型、定盤の生産の推移を第3表に、平炉工場における原単位の変動を第4表に示す。粗鋼の生産増加に伴つて、鑄型定盤の生産は急増したが、原単位は昭31和年より横這いの状態である。

現在の問題点については、前述の分科会の議題をみれば判明するが、大きな傾向として次の4点が目立っている。

1. 鋼塊の大型化

圧延機の急速な発展に伴ない、鋼塊が大型となり、今回のアンケートでは押湯付で50t以上、押湯なしで25t以上のいずれも扁平鑄型が報告されている。

2. 使用管理の徹底

酸素製鋼を主体とする技術革新による単位生産量増加のため、造塊場の狭少が各所で問題となり、使用管理の徹底が重視され、いろいろの対策が実施されている。分科会としても、鑄型定盤の管理のみならず、造塊ヤード

の管理も議題としてとりあげている。

3. 製鋼用溶銑直接鑄造鑄型の発達

一貫メーカーで急速に発達したのが、製鋼用溶銑直接鑄造鑄型（直鑄々型と略称）で、最大の利点は価格が安いことで、寿命もキュボラ製と変わらないかむしろよいという結果が得られている。本格的な製造工場も2、3建設され、欠陥対策もいろいろ講ぜられているのでさらに今後の発展が期待される。

4. ダクタイル鑄鉄鑄型の発達

ダクタイル鑄鉄製鑄型（D.C. 鑄型と略称）は中型以下で良好な成績をおさめ、基礎研究と併行して大型扁平鑄型の実用化についてもいろいろ報告されている。D.C. 鑄型の特性を活かした設計により、十分大型扁平に使用可能で、寿命も価格の上昇に見合う以上に伸びることが明らかにされている。

以上の4点を骨格として、6回にわたる分科会報告を主体に近年の鋼塊鑄型の進歩について説明する。

II. 製造法および材質に関する問題

直鑄々型の急速な発展と、外国からも反響のあつたD.C. 鑄型が目立つた問題である。キュボラそのものも熱風キュボラの採用などにより、原価低減の方向に進んでいる。組成および組織などについての研究も逐次進歩し、現物についての研究も行なはれている。

1. 直鑄々型について

直鑄々型の報告は分科会に9件なされており、現在の実情を第5表に示す。すでに直鑄々型工場も2、3新設され、一貫メーカーとしての有利性を発揮し始めている。製鋼用銑をそのまま鑄型材料とするので冷却および再溶解費用が不要になり、かつ溶銑費が安いことが一番有利な点である。材質上の問題は第5表にも触れてある通り、初期割れと頭部にあらわれやすいキッシュグラフィットが挙げられる。寿命についても普通鑄型に比べて、遜色がないか場合によつては50%以上すぐれていると報告されている。直鑄々型を早くより研究し採用しているのは八幡製鉄、鋼管川崎および富士鉄釜石の3工場、これらの報告を主体に概要を説明する。

イ. 普通鑄型との比較

第5表 直鑄々型の各社の状況

		八 幡		富 士 鉄			鋼 管			日 新
		八 幡	戸 畑	釜 石	室 蘭	広 畑	川 崎	鶴 見	水 江	徳 山
使用の現状と Maker		自製の85% 自製	B12B, B13Bに使用 自製	35年より KS71 自製	MS06 90% 切替, その 他 test	test 18本 新工場建設 (神戸鑄鉄)	(同 左) (日本鑄鉄)	37年11月 より大部分	38年1月 より	4本の test
特 色	利点	cost安 寿命 遜色なし	満足すべ き結果	成長が少い	cost安 寿命延長	寿命劣ら ない 縦ワレが 少い	10~50% 寿命延長	cost安 寿命良好		
	欠点	キッシュ黒 鉛による 頭部欠陥	材質的に改 善の余地が ある	初期割れ	初期割れ 局部亀裂が 進行し易い	キッシュ黒 鉛の集積		キッシュ黒 鉛による粗 雑性	割れに敏 感ピット 状の欠陥	
化 学 成 分	T.C.	目 標 4.20~4.44 Q 平均値 4.18		4.0以上 4.31 3.68	4.4	4.37	4.2~4.5 4.22 4.04			
	Si	目 標 0.60~0.80 Q 平均値 0.84		0.5~1.0 0.71 0.99	0.9	0.85	0.70~1.00 1.10 1.45			
	Mn	目 標 0.70~0.90 Q 平均値 0.80		0.6~1.3 0.80 0.49	0.6	0.69	0.60~0.90 0.86 0.66			
	P	目 標 0.30以下 Q 平均値 0.190		0.3以下 0.185 0.104	0.130	0.197	0.170 ~0.250 0.86 0.66			
	S	目 標 0.030以下 Q 平均値 0.032		0.04以下 0.033 0.053	0.20	0.017	0.030以下 0.025 0.049			
報告文献		M174 M199		M197 M238 M239	M237	M243	M-198 M-219			

[註] Q: 通常キュボラの平均値

材質的な比較を次に示す。

グラファイト：直鑄々型のCは非常に高い。大体次の範囲となり、一次晶としてキッシュグラファイトを晶出するため、黒鉛は粗大な片状となる。

$$4 \cdot 3 < (T.C.) + 1/3(Si + P)$$

マトリックス：直鑄々型はほとんどパーライト+セメントタイトであり、普通鑄型のフェライト+パーライトに比べて割れやすい。しかし低Si、高Mnのためパーライトの分解は抑制されやすいと思われる、またPが高いのでステダイトの晶出が散見されている。

その他の性質：熱膨張を測定すると、直鑄々型は普通鑄型に比べて非常に小さい。これは前述のパーライトの分解の抑制によるもので当然亀裂に対して有利である。機械的性質を第6表に示すが、抗張力、抗折力および硬度はいずれも高い。

第6表 機械的性質 (M-239)

項 目		A-1	A-3	A-5
配 合	高 炉 溶 鉄	100	50	0
	キ ュ ボ ラ 鉄	0	50	100
機 械 的 性 質	抗張力 kg/mm <sup>2</sup>	10・6	10・5	7・1
	抗折力 kg	300	250	200
	硬 度 HB	128	113	105
成 分	C	4・09	3・93	3・63
	Si	0・96	1・20	1・29
	Mn	0・71	0・57	0・33
	P	0・148	0・113	0・080
	S	0・024	0・037	0・048

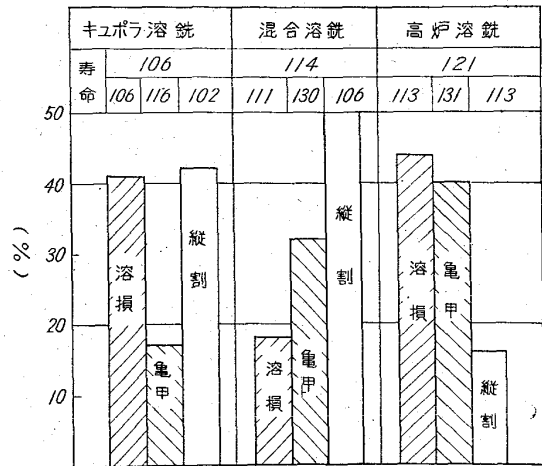
ロ. 初期割れ対策

直鑄々型の寿命の短いのと長いのを比較すると、Siが低く、P、Tiの高いものに初期割れが多い。Siが低過ぎるとマトリックスのセメントタイトの量が多くなり、材質的に硬かつ脆くなる。Fe-Siを添加してセメントタイトの晶出を抑える対策は黒鉛形状が非常に微細化して機械的性質の面で好ましくない面もある。鑄込温度が低いほど、キッシュグラファイトの析出分離が多く、C含有量が低くなり、初期割れし易くなるので、鑄込温度を高くするのも重要な対策である。成分調整と鑄込温度規制によつて、初期割れ防止に効果を挙げている。

ハ. 寿命についての検討

本格的に採用した事業所では、全部寿命が延長している。しかも第1図に示すごとく、割れによる廃却が少ないことより材質的に優れていることが立証される。

価格的に有利で、寿命面でも延長が予想されるので、将来急速な発展が予想される。ソ連の文献でも 21 t 大型扁平鑄型に十分効果を挙げていることが述べられてい



第1図 溶鉄別廃却原因

第7表 D.C. 鑄型の特徴 (回答工場数)

特 色	工場数
寿命向上	8
歪(内面反り)が問題	8
クレーシングや割れに有利	5
クレーシングが大きく深い	3
寿命低下または向上しない	3
鋼塊肌が良好	2
薄肉に出来る	1
クレーシングの発生が早い	1
下部が溶損され易い	1

る。Mn/Sの影響についても触れている。

【註】 高炉溶鉄からする大型鋼塊用鑄型の鑄造  
スターリ誌, 1963年3月 p. 274~278  
製鉄総覧別冊 No. 38

2. D.C. 鑄型について

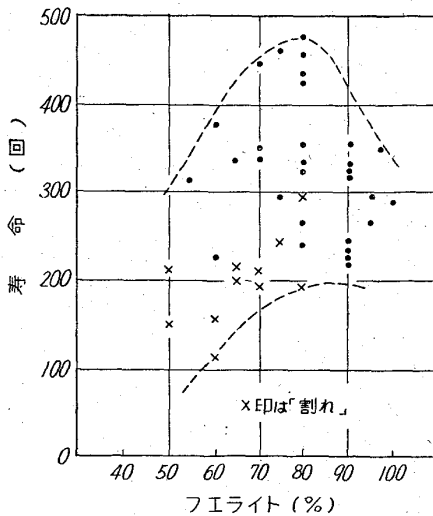
D.C. 鑄型の分科会に対する報告は8件、アンケートでは 21 工場から D.C. 鑄型について回答があつた。実用化の初期から歪が大きな問題であつたが、今回のアンケートでも問題視されている。一応普通鑄型に比べての特色を第7表に示す。回答中には相反する結果も 2, 3 みられる。久保田鉄工の特別講議を主体に以下 D.C. 鑄型について詳述する。鋼塊寿命が廃却されるのは主として割れと亀裂(クレーシング)であり、割れのためには一般に強度の大きいものが疲労現象に対する耐久性が大きいので良いと思われる。ダクタイル鑄鉄と普通鑄鉄の材質上の特性を第8表に示す。これより割れに対してはダクタイル鑄鉄の方がすぐれた性質をもっているといえる。また繰返し加熱冷却による成長性は普通鑄鉄の 1/4~1/5 であり、酸化およびパーライトの分解速度は遙かに遅いことが判明した。すなわち老化現象に対する抵抗性が大きいので亀裂に有利である。かく有利な材質であるが第7表にも見られるごとく、割れと亀裂に不利とし

第8表 供試材の機械的性質

供試材	機械的性質		伸 び (%)	備 考
	抗張力 kg/mm <sup>2</sup>			
D.C. 鑄 鉄	鑄 放	53.3	4.3	フェライト 40%
	焼 鈍	43.6	24.8	
普通鑄鉄	鑄 放	18.8	1.0	

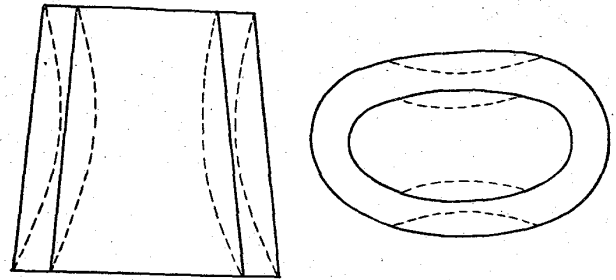
ている例もある。材質的にいえば D.C. 鑄型の範囲内でも、抗張力、伸び、歪が大巾に変化する。実際の鑄型にどの機械的性質を示すものが最適であるかは、個々の鑄型の大きさ、形状、使用条件が異なるため決定できない。大体の傾向としては、C、Si をやや多くして  $Sc > 1.0$  (註1) とし、Mn をあまり多くせず伸びが大きく、フェライトを多くすることがよい。また割れない範囲では、フェライトよりパーライトの方が寿命が長い。(第2図)しかし靱性が大きいので、鑄型の変形量が大きいことが最大の欠点である。特に扁平鑄型では第3図の破線のごとく変形し、扁平なほどその量が大きい。原因としては第4図と第5図に示す通り、常温から700°C までの引張強さおよび伸びが普通鑄鉄より大きいので、高温部に変形量が集まるためと思われる。これを詳述すると、扁平部の平面は 600~900°C の高温になるため、比較的低温の短面や隅角部の強度に比べて弱体化し、伸びは大きくなる。

そこで強度が低く靱性の大きな平面の中央が、強度の高い短面や隅角部に強制されて一番大きく変形する。しかも高温の変形は非可逆的なクリープを伴う塑性変形のため、鑄型が冷却しても大部分残留する。すなわち変形は熱的アンバランスからくる強度と伸びの不均一から起ると考えられる。



第2図 1t 400角型

註1  $Sc = \text{炭素飽和度} = \frac{C}{4 \cdot 23 - Si/32}$



第3図 ダクタイル鑄型の変形

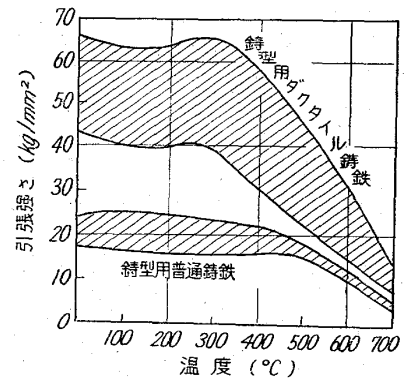
変形対策としては材質面、鑄型設計および使用管理の3つより考えられる。材質面では高温で強度はなるべく低下せず伸びを増加しないような安定したパーライト地にすることである。そのため早期割れのしない限度内で比較的高C、低Si、高Mnで鑄放しのままパーライト地が40~60%となるようにする。黒鉛の形状も完全球状の小さいものを多数均一に分布させ、加熱冷却が繰返えされてもパーライトの分解が起りがないようにする方がよい。

鑄型設計上では、鑄型の温度分布を一樣にすることで肉厚のバランスをはかり、一番変形する部分に変形代をあらかじめつけることである。変形代は2段テーパが好例である。

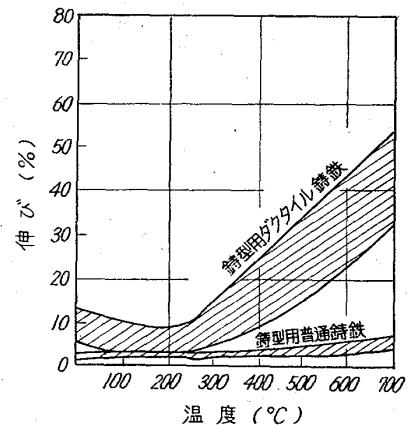
使用管理上は使用頻度を少なくし、配列の間隔も 30 cm 以上あけ耳も4方につけて一方許り高温にならぬよう注意することで変形量は相当小さくなる。

以上の方法を、大型扁平鑄型に採用して、寿命は2倍くらい延長している。

結言すれば材質的に優秀であり、最大の欠点である大きな変形も実用上支障ない程度に防止が可能で、価格の



第4図 ダクタイル鑄鉄および普通鑄鉄の引張強さ—温度曲線



第5図 ダクタイル鑄鉄および普通鑄鉄の伸び—温度曲線

上昇も、寿命が 1.5~2.0 倍の延長で引合うといわれている。

3. 成分上の傾向

一般的の傾向をアンケートによりまとめると次の通りである。(58工場)

**T.C.** 1例を除いて鑄型定盤とも 3.3~4.4% の値が報告され、3.60~3.99% の範囲が最も多い。5t 以上の中大型鑄型では多少高目の **T.C.** 量となる傾向を示している。直鑄々型・定盤は 4.0~4.4% と高い値が報告されている。

**Si** 1例を除いて 0.5~1.9% の値が報告され、1.10~1.50% の範囲が最も多い。10t 以上の大型鑄型では 1.6% 以上は比較的少なく、直鑄々型、定盤は 1.0% 以下が多い。

**Mn** 0.3~0.8% の範囲内で、0.50~0.69% が最も多い。直鑄々型では幾分高目になっている。

**P** 大多数は 0.20% 以下の値を示し、0.10~0.18% の範囲が多い。

**S** 0.10% 以下の制限範囲内で、キューボラ製では 0.05~0.08% の例示範囲を示すものが多い。直鑄々型では 0.02~0.04% の報告例が多い。

5 元素の成分範囲を考えると直鑄々型は、高 **C**、低 **Si** 高 **Mn**、低 **S** が特長であることが明瞭である。その他の有効な特殊成分に関してのアンケートでは第 9 表が得られた。**P** はキューボラ製で 0.2% 以下が目標とされているが、直鑄々型では高目の **P** % が有効とされている。

従来より普通鑄型の化学成分と寿命との関係は広く調査研究されているが一致した結論は得られていない。八幡では、直鑄々型の成績も考えて、**C**、**Mn** はある程度高い方が、**Si** は低い方がよいとみて試作した結果、**C** は 3.7~4.0%、**Si** の下限は 0.7%、**Mn** の上限は 1.20% の場合、微細なオールパーライト地に発達した片状黒鉛が分布して、使用成績は予想通り良好であった。

4. 材質検査の問題

第 9 表 添加元素の影響

元素名	工場数	方法と効果 (カッコ内数字は件数)
<b>P</b>	2	0.25~0.30 に高くした。耐クレージン グ性増大
<b>Cr</b>	2	0.2~0.3 添加で寿命増加 (1) 初期割 (1)
<b>Ni+Cr</b>	1	0.8Ni, 0.2Cr 入り、効果なし
<b>Mo</b>	1	0.3Mo 添加寿命増加するがコスト的 に合わない。
<b>Ti</b>	2	効果なし。V と併用しても効果なし。
<b>V</b>	2	V 銑配合鑄型試用中。Ti と併用効果 なし
低 <b>S</b>	1	寿命増加効果あり。
低 <b>C</b>	1	効果なし。

第 10 表 S 偏析による性質の差

項 目	S 偏析部分	S 偏析していない部分
共晶セル 黒鉛形状 基地 機械的性質 成長性 熱割性	粗くはっきりしない。 よくのびている。 フェライトが多い。 強度、延性共に高い。 小割は発達し難いが 黒鉛は異常発達、 亀裂の傾向を示す。	比較的細い。 割合に細い。 フェライトが少い。 偏析部より低い。 大割が大きくなり易い。

材質検査の方法としては、従来より実際の鑄型に必要な試験片をつけて鑄込み、それを調査していたが、最近では現物そのものを調査した報告が 2, 3 ある。使用後のものについていえば、脱炭は実験室的の繰返し加熱冷却試験と同じ傾向であるが、**Si**、**Mn** および **N** は極表面に高い値を示し、**S** は表面より 10~20mm 中に、**N** は 50~60mm 中にそれぞれ極値を示す偏析をしている。材質的にも表面より 50mm 程度までは黒鉛付近のフェライト地がパーライトに変化している。キューボラ鉄による新品 8t 型の実物では偏析はキルド鋼塊と同様、**S** が頭部に非常に濃い均一の正偏析と中央部の **V** 字型偏析が認められ、この偏析による性質は第 10 表のごとく大きな差がある。

将来かかる面での進歩も大きいものと思われる。またパラメーターとして、機械的性質の組合せによる数量化が 2, 3 試みられている。

III. 使用管理に関する問題

平炉における酸素使用と転炉の発達、従来の鑄型使用管理の面目を一新させたといつても過言でない。使用管理をつきつめると常備数決定と受入検査になる。常備数決定のためには、鑄型の回転、冷却方法、鑄型の補修、耐用回数と鋼塊表面、廃却基準などが関係をし、それぞれの管理が重要になる。また受入検査とは鋼塊単重の変動を小さくする方法に関連し、大型鑄型になるほど問題になる。

1. 鑄型の冷却と測温

鑄型の各部を測温することは設計上の参考と回転率決定の重要な因子になるもので、分科会に 5 つの報告が寄せられている。これによれば鑄型の配置などによる影響が極めて大きく、鑄型温度は胴部、底部、頂部の順で低くなり、最高は 850~930°C に達し、かつ内外面の差は鑄込後 10~15min で最大となり、500~600°C に達している。冷却も雰囲気による影響が大きく、軌条冷却床の使用のみで、目標塗装温度の 100~120°C に 2 hr も早く到達した報告<sup>M-181</sup>もあり、ピット鑄造と台車鑄造

第11表 水冷試験結果

水冷方法		水 冷 結 果	
温度 °C	冷却	割 発 生	寸 法 変 化
600	水冷	割の発生少し 相当大きな割目発生 大きく発達，高Cが良	極く僅か。0.67%膨脹 鑄造の儘が大きな変化 焼鈍の方が好結果
700	〃		
800	〃		

の比較では、上述の意味で台車の方が 2 hr 早いとして  
いる例もある<sup>M-179</sup>。冷却方法も冷却床設置以外に水冷  
などによる強制冷却方法が考えられ、3件の報告があつた。

試料による水冷試験結果<sup>M-159</sup>を第 11 表に示す。実物  
による試験は、八幡製鉄<sup>M-135</sup>、住金鋼管<sup>M-211</sup>より報告  
されているが、型抜き直後の水中浸漬やスプレイは、使  
用早期に最高温度付近に横割れを発生するので、行なう  
べき方法ではなく、止むを得ず急冷する場合は、比較的  
低温(300°C)から水冷すべきで、それでも十分冷却時  
間を短縮し得ることが判明した。

注入時の鑄型温度と鋼塊表面および鑄型原単位との関  
係についての報告はないが、塗料の適正塗布のための温  
度に関連して大体 50~120°C の範囲を目標としている  
作業所が多い。

2. 鑄型の回転基準とグループ管理

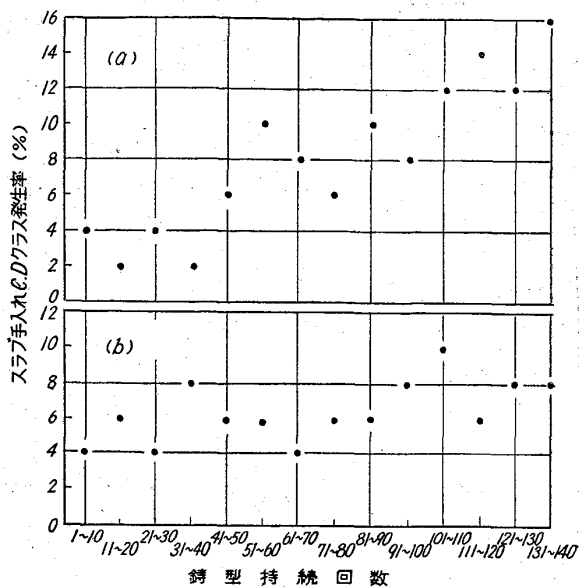
上述の諸点より鑄型の回転基準が定められる訳で、1  
~2回/日が大半である。これを徹底するためグループ  
管理をする処が増加し、特に転炉工場に多く採用されて  
いる。また小型鑄型が主体の住金小倉でもこの方式のた  
めに各鑄型ごとにホールソートカードによる管理を実施  
して実効を挙げ、その状況を昭和38年秋の鉄鋼協会講演  
大会で報告されている。

3. 耐用回数と鋼塊表面

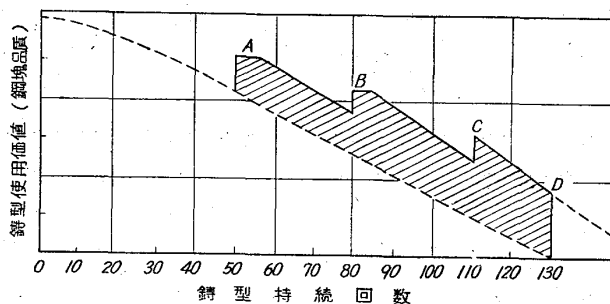
鑄型使用回数の増加につれ、鋼塊表面の悪化が予想さ  
れるが、実際に関係の認められたとするものと認められ  
ないとするものが約半々である。注入鋼種、使用条件な  
どで変化するためと思われるが、戸畑転炉<sup>M-152</sup>では大  
型鑄型で第6図-aに示すような結果も、適切な修理を含  
む使用管理の徹底化により第6図-bに示すように向上  
させることができたと報告し、耐用回数、修理の効果と鋼  
塊品質の関係を模式的に第7図に示した。

4. 鑄型の補修

鑄型の補修は前述のごとく、鋼塊表面にも大きな影響  
を与えるが、当然原単位低下にも寄与することが大き  
い。アンケートによれば 58 工場中 48 工場が補修を行  
なっており、その内訳を第12表に示す。補修方法を2つ  
以上あげた工場が約 60% を占めている。



第6図(a) 鑄型使用回数とスラブ表面品質との関係  
(1点は25鋼塊50枚のスラブの平均値を示す)  
(b) 鑄型使用管理後の鑄型持続回数と  
スラブ表面品質との関係



第7図 鑄型修理による効果

第12表 鑄型の補修方法

補 修 方 法		回 答 工 場	
溶接補修 による	溶接, 肉盛, 電接	24	36
	スタッド溶接	9	
	ガス溶接	3	
加工補修 による	グラインダー加工	19	31
	チップング加工	5	
	スカーフィング又はガウジング	5	
	機械加工	2	
割れ補強 その他	くさび	11	19
	パッチ当て	6	
	割れ充填(アスベストテープ等)	2	
合 計		86	

溶接補修は多くの工場で広い範囲の欠陥補修および原  
形復元に使用されている。加工補修は内面の亀裂・溶損  
部をグラインダー、チップングまたは火焰によつて除去  
し、くさび、パッチ当てで割れ発生を外面から補強する

方法も中大型鑄型で相当広く行なわれている。補修カ所はほとんど平面下部で、その回数は最高12回と報告されたものもあつたが、大半は最高3回以下である。

補修による寿命の延長は、その時点で廃却したとしてその余命を寿命向上とした報告も含めて、比率で20~40%、回数で10~40回程度が多く、最高は158%、120回となつている。

分科会に対する報告は5件で、ショットピーニング加工<sup>M-194</sup>、溶接棒比較<sup>M-145</sup>もあるが、修理時期の選定が重要であるとしたものが多い。

5. 廃却基準

鑄型原単位を決定するのは廃却基準であり、鋼塊の品質をもある程度左右する問題である。各作業所の検査施行者と最終決定者を第13表に示す。廃却基準は各作業所により異なるが、鑄型補修を採用している処では、欠陥程度鑄型余命および修理費を勘案して廃却を決定している。廃却基準を第14表に示すが、割れの大きさは巾1~10mm、長さ100~350mm、高さは全高の1/5~1/2に限界点を設けているところが多い。また荒れについても深さ2~20mm、巾3~10mmに限界を置いて、面積も規定しているところもある。

6. 常備数の決定

上述の諸点の管理を土台に常備数の決定が行なわれるが、鑄型種類、鑄型置場などによつても常備数が変化する。種類が少なければ常備数は少なくなるので、型統合を行なつた報告も2、3提出されている。鑄型置場に関しては、八幡製鉄では、鑄型管理センターを設け5工場の鑄型を部1本で管理した結果、保有数が70kg/月産t

第13表 鑄型廃却判定および決定者 (単位：工場)

役 職 名	検 査 施 工 者	最 終 決 定 者
工 員 (作業者)	11	1
責 任 者 役付工	34	15
技 術 員	11	21
係(掛)長 課長	0	20
個 人 名	1	1

第14表 割れおよび荒れによる廃却基準

割 れ	荒 れ	
	廃 却 基 準	工 場
型抜困難	12	程度により判定
注入不能と認定	5	型抜困難
修理不能	2	剝離規定
鋼塊に割れ発生	2	鋼塊肌不良
程度により判定	3	修理不能
割れ大きさを規定	22	大きさ規定

第15表 単重変動に対する要因の寄与率

要 因	$\hat{\sigma}$ (kg)	寄与率 (%)
注入者間	0	0
鋼塊単重別	43.8	1.6
定 盤 別	169.1	24.0
鑄型番号別	211.7	37.6
鑄型使用回数別	168.6	23.9
そ の 他	124.2	12.9
鋼塊単重	345.3	100.0

の線を維持できたとの報告例もある。

常備数の算出式を5工場より提出されているが、生産計画の変動と寿命のバラツキを予備数にいかに組入れるかに努力をし、日鋼室蘭ではシュミレーション、住金鋼管はBrownの式、富士鉄釜石および広畑などでは $\sigma$ でそれぞれ計算方式を確立している。

7. 鋼塊単重の変動と検収基準

鑄型使用管理のもう一つの面として、鋼塊単重の変動を小さくすることが、大型鑄型の発達につれて重要になつてきた。八幡製鉄<sup>M-286</sup>では16tセミキルド厚板用鑄型の単重変動要因の寄与率を調査し第15表の結果をえた。定盤の統一、修理鑄型の下り修正、鑄型寸法精度向上などの対策をとつた結果、バラツキは345kgから200kgまで減少し、さらにバラツキ減少のため対策を構じている。この面ではD.C.鑄型の成長は普通鑄型の3~5倍と不利であり、直鑄々型は普通鑄型より有利である。

寸法公差は上述のごとく重要であり、59工場中50工場は規定を設け、 $\pm 10$ mm以内が多く、小型鑄型では $\pm 2 \sim \pm 5$ mmとしている回答が多い。

IV. 鑄型設計に関する問題

設計上の大きな変化としては、大型鑄型の実用化とキャップド鋼用鑄型の発達と思はれる。圧延機の発達は大型鋼塊を要求し、その際偏析の点より川鉄千葉<sup>M-210</sup>より高さ方向へ大きくする方がよいとの報告が出されている。分科会への大型鑄型の報告はわずか1件であるが、アンケートにより明瞭になつた。

キャップド鋼に関しては5件の報告があり、いずれも頭部形状に関して詳述している。

その他設計変更による改良について8件の報告と、基礎的な問題として鋼管技研より鑄型設計手順、久保田鉄工より鑄型耳部設計改善がいずれも詳細に報告されている。以下アンケートにより、現在の日本全国の鑄型の傾向を説明する。



1. 設計上の着眼点

鑄型の設計要素について意見を求めたのに対し、26工場から回答が寄せられ、その回答は一般に現用鑄型に立脚する内容のものが多かった。

イ. 高さ

均熱炉および圧延設備から制約され、大型鑄型で2m以上リムド鋼では3m以上でもよいとの意見がだされている。一方小型鋼塊ではできるだけ低くとの意見もあり、また高巾比から決定するとの意見も多く、その範囲は1.3~3.5になつている。また鋼塊品質に対する考慮製品重量より決まるとの回答もあつた。

ロ. 肉厚

できるだけ薄くという意見が比較的多く、次項と関連している。大型鑄型では200mm以上の設計基準値が回答され、隅角部は面部の90または95%とすることや、底部を頂部より厚くするという意見もだされている。

ハ. 鑄型比 (= 鑄型重量/鋼塊重量)

一般に大型鑄型ではこの値を小さくする意見が多く、その数値は0.8~2.3におよんでいるが、大型圧延用鑄型では1.2以下と回答されている例が多い。

ニ. 隅角半径

数値的には40~80mmの範囲で回答され、別に平均断面積または内接円を基準とする報告もなされている。意見としてはコーナークラックへの考慮がだされている。

ホ. 平側面の曲率

多くの意見がだされ、鋼塊の割れ、鑄型の変形防止、鑄型寿命などに影響をおよぼすことが指摘されている。

ヘ. コルゲートまたはフルート

鋼塊の健全性、被加熱性のためにつける必要ありとするものと、鑄型寿命を考慮してフラットで可とする意見が回答されている。

ト. 平均断面積比 (平均鑄型断面積/平均鋼鑄断面積)

欧米の例では、平均断面積比を設計の基準とするものもあり、ハの鑄型比の項より便利な点もあるが、日本ではほとんど使用されていないため、数工場よりしか回答がなかつた。

チ. 傾斜

型抜可能の範囲で、あるいは鋼塊品質上での前提条件を含めてできるだけ小さくとの意見が多いが、また最高では150mmの報告例もある。

2. 設計変更の例示

昭和34年以降の実例を求めたのに対し、35工場から54例が回答され、その内容は多岐に亘つている。鋼塊自体

の問題としては、単重増加(高さまたは断面積変更)、鋼塊品質(コルゲート、コーナーR、扁平度、底部よりの冷却の促進、薄肉にして廃却を早める)が目的とされ、一部では鑄型寿命の低下を見た例もある。原単位向上策としては欠陥発生部分を補強する。(肉厚増加、取手または耳部形状の変更、リブやバンド取付)、肉厚を薄くする、平(側)面と隅角の肉厚を変化させる、傾斜をゆるくする、扁平度をゆるくする、コルゲートまたはフルートをゆるくするかなくすなどの方法がとられている。その他、作業性向上のための設計変更も一部にある。

3. 使用主要鑄型調査結果

昭和30年度に引継いで昭和37年の鑄型使用状況を把握するため、調査表を製鋼部会、特殊鋼部会、鑄型分科会の各社に工場単位に提出するようお願いした。30年度と異なり頭部保温の有無で調査表を別にした。

回答は33社59工場と前回の3倍、鑄型の種類で427例

(ただし同一鑄型でも製鋼炉あるいは工場が異なれば別に計上)にわたり、重量別、形状別、製鋼炉別などに表示すると第16~20表になる。転炉の報告が始めて行なわれ、鑄型種類で10%を占め、残りを平炉、電気炉で折半している、大型鑄型の報告が増加し、10t超えが前回4.8%しかなかったのが、今回は23.1%になつている。

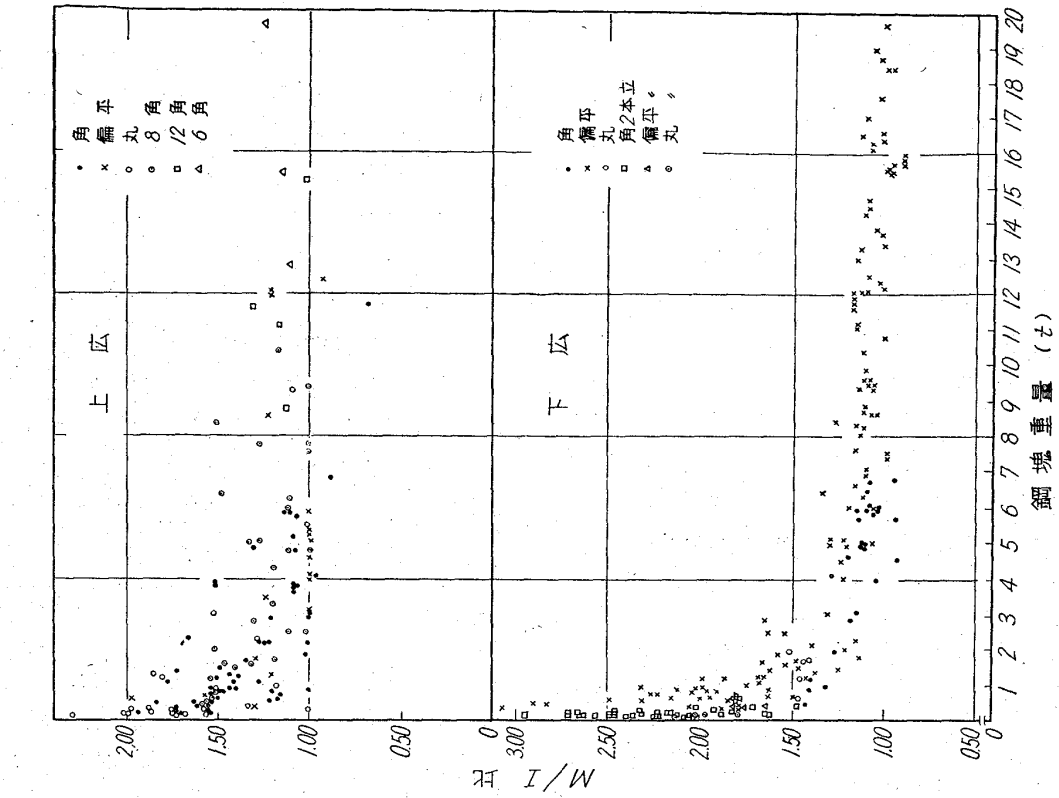
第16表 重量別一覧表

鋼塊重量 (t)	今 回				前 回		
	下広	上広	計	%	本数	%	
~ ≤ 0.5	56	30	86	20.1	31	15.0	
0.5 ~ ≤ 1.0	28	26	54	12.6	33	15.9	
1.0 ~ ≤ 3.0	39	34	73	17.1	44	21.2	
3.0 ~ ≤ 5.0	19	21	40	9.4	35	16.9	
5.0 ~ ≤ 10.0	47	28	75	17.6	54	26.2	
10.0 ~ ≤ 15.0	42	11	53	12.4	9	4.3	
15.0 ~ ≤ 20.0	30	3	33	7.7	1	0.5	
20.0	4	9	13	3.0	0	—	
合計	本	265	162	427	100.0	207	100.0
	%	62.1	37.9	100.0			

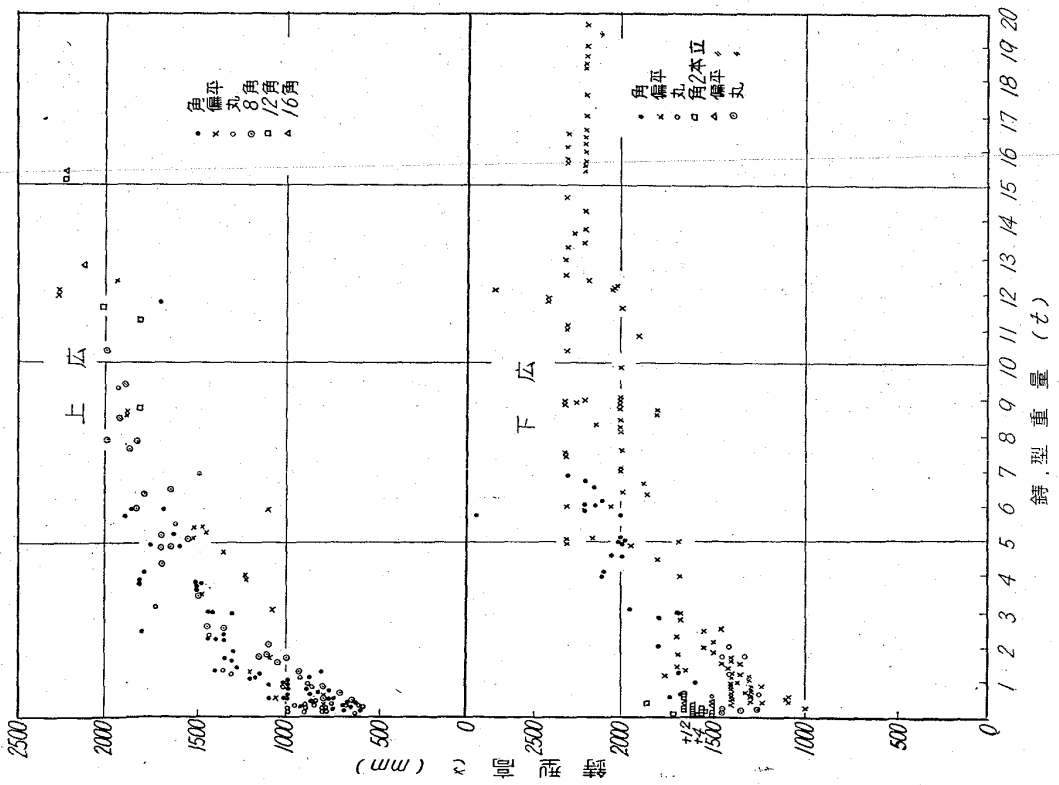
第17表 形状別一覧表

形 状	単 独	M	2本立	計	%	
扁平鑄型	192	10	3	205	48.0	
角	86	6	45	137	32.1	
丸	36		4	40	9.4	
多角	45			45	10.5	
合計	本	359	16	52	427	100.0
	%	84.1	3.7	12.2	100.0	

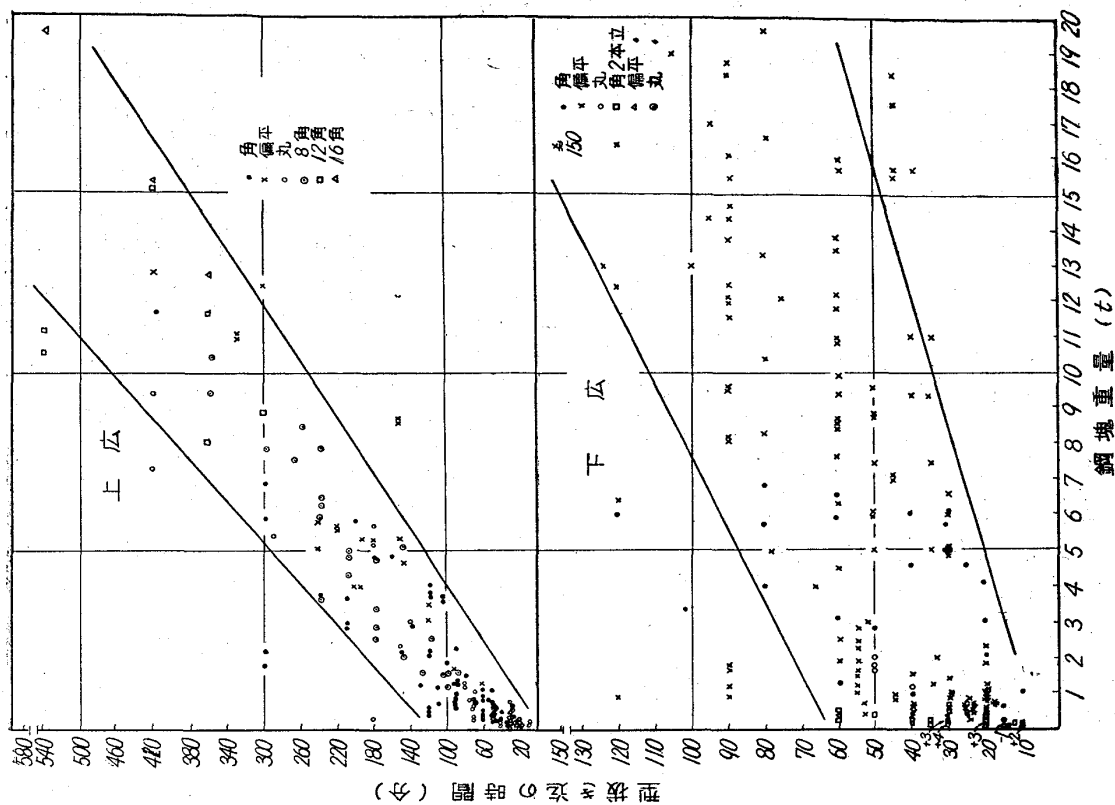
[註] M:メカニカルキャップド鋼用鑄型



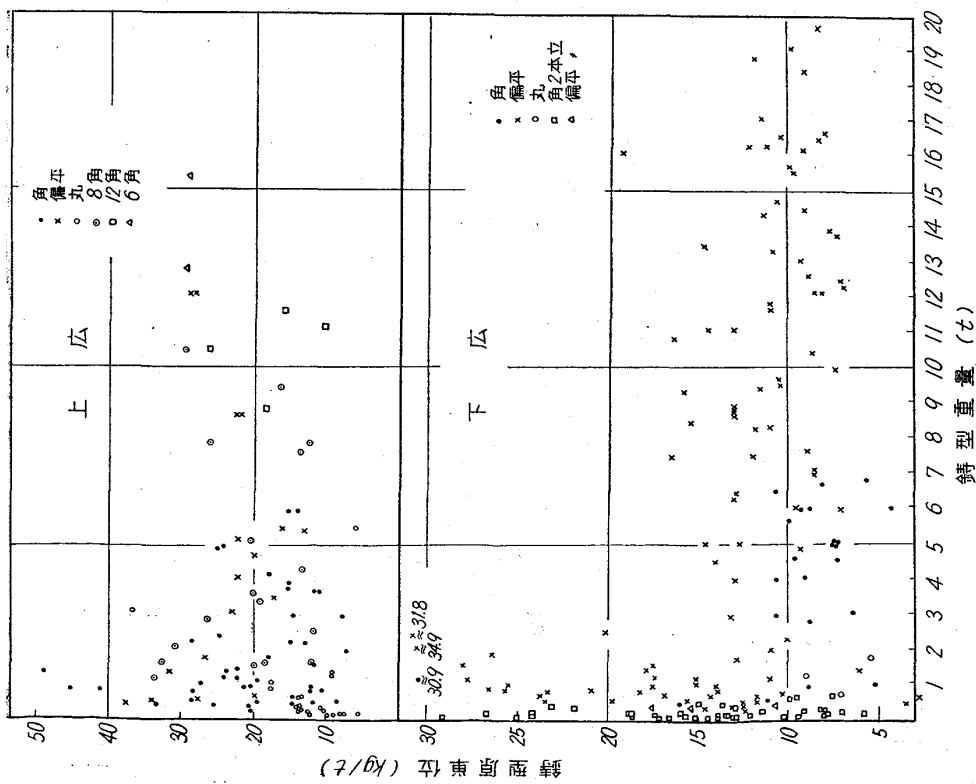
第8図 鋼塊重量別 M/I 比



第9図 鋼塊重量別鋳型高さ



第10図 重量別抜取迄の時間



第11図 重量別鑄型原単位

第18表 製鋼炉別重量表

製鋼炉 鋼塊重量 t	平 炉		転 炉		電 気 炉		
	本	%	本	%	本	%	
~ 0.5	37	19.2			49	26.2	
0.5 ~ 1.0	24	12.5	2	4.3	28	15.0	
1.0 ~ 3.0	26	13.5			47	25.1	
3.0 ~ 5.0	22	11.4	3	6.4	15	8.0	
5.0 ~ 10.0	39	20.2	15	31.9	21	11.2	
10.0 ~ 15.0	21	10.9	16	34.0	16	8.5	
15.0 ~ 20.0	17	8.9	10	21.3	6	3.2	
20.0 ~	7	3.6	1	2.1	5	2.7	
合計	本	193	100.0	47	100.0	187	100.0
	%	45.2		11.0		43.8	

第19表 鑄型製造者別一覧表

製造者	自製	外註	自製と註	不明	計
	本	%	本	%	
鑄型本数	98	270	42	17	427
	23.0	63.2	9.8	4.0	100.0

第20表 鑄型製造炉別一覧表

製造炉	直 鑄	キユボラ	電気炉	備 考
	本	%	本	
鑄型本数	47	377	3	D.C. 鑄型 2 (内数)
	11.0	88.3	0.7	

以下調査結果を第8図~第12図に示す。

第8図 鋼塊重量別鑄型比

上広の場合の鋼塊は本体重量を示してある。傾向は前回と変わらず、5t 以上で 1.1 位になっている。

第9図 鋼塊重量別鑄型高さ

前回より傾向が明瞭となり、下広の 5t 以上の場合、2,000mm から 2,300mm と高くなっている。

第10図 鋼塊重量別鑄型抜取までの時間

各鑄型とも鋼塊重量の増加につれて、抜取までの時間は直線的に増加し、10t の場合上広型で 7hr、下広で 1hr 10min 位になっている。

第11図 鋼塊重量別鑄型原単位

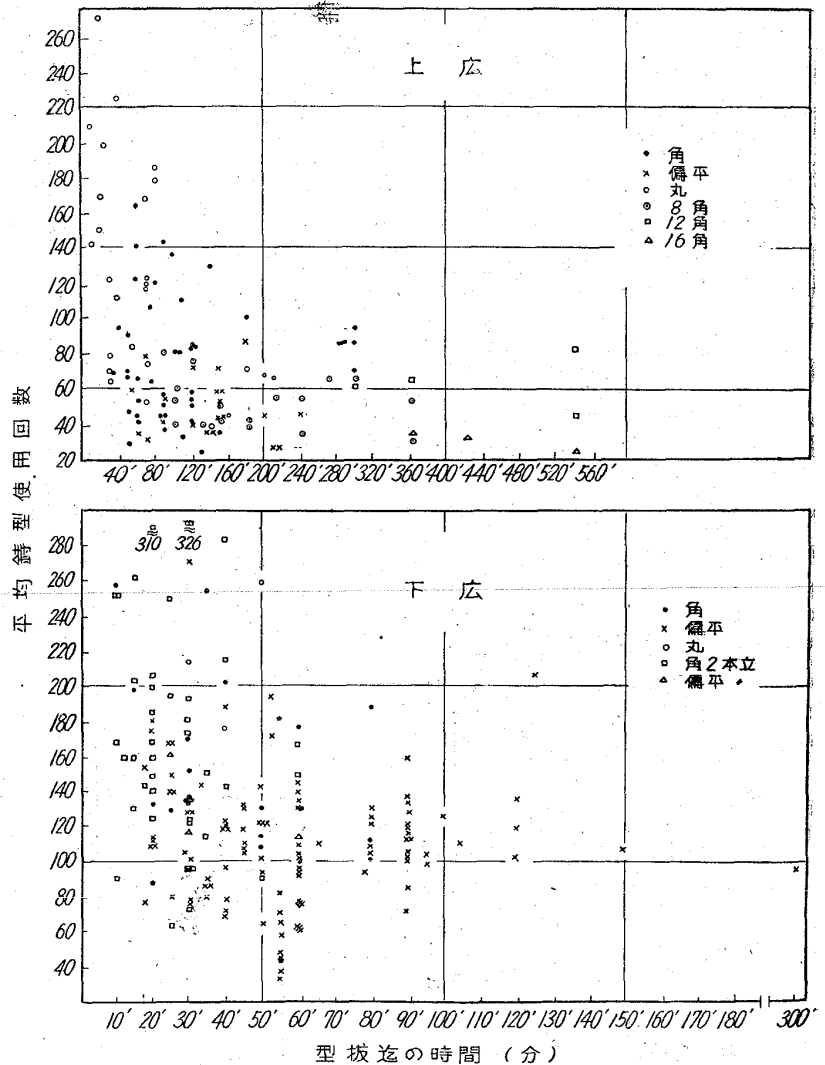
前回に比し原単位は低下し、大型の下広鑄型で 10kg/t 位、上広で 20kg/t 前後である。

第12図 鑄型抜取までの時間別鑄型使用回数

前回と同様で、抜取までの時間の短いほど寿命が長いようである。

断面形状を第21表に、コルゲートまたはフルートの状況を第22表に示す。断面形状ではコンケーブと平面がいちじるしく多く屋根型とコンバックスはいちじるしく少ない。コルゲートまたはフルートを付けているのは、頭部保温なしで 5%、頭部保温ありで 20% 近くになっている。

廃却原因を第23表に示すが、上広鑄型では荒れ、下広では割れによる廃却が多い。また扁平鑄型のみでみると扁平度が大きいほど割れが廃却の主原因となっている。



第12図 鑄型抜取迄の時間別鑄型使用回数

(第24表)

4. 5t 以上の下広扁平鑄型  
扁平鑄型について私の IRSID の調査との比較を主体に検討した。私は 3t 以上、日本のは 5t 以上のため、

第21表 断面形状一覧表(扁平および角型)

鑄型種類	断面形状		1	2	3	4	計
			平面	コンケーブ	屋根型	コンベックス	
頭部保温なし	下広	面%	166 43.7	206 54.2		8 2.1	380 100.0
			上広	84 51.2	53 32.3	13 7.9	14 8.5
合計		面%	297 46.0	310 48.0	13 2.0	26 4.0	646 100.0

第22表 コルゲート等の状況

項	目	頭部保温なし		頭部保温あり			
		下広		下広		上広	
		コルゲート	フルート	コルゲート	フルート	コルゲート	フルート
扁平鑄型	平面 短面	10	11	10	10	2	6
		7	11	12	10	2	6
角鑄型		4	4			12	18
計	本	21	26	22	20	16	30
総数に占める比	%	5.6	6.9	21.6	19.6	9.8	18.3
総数	本	378		102		164	

第23表 全体の廃却原因

項	目	廃却原因					
		割れ	荒れ	割れ荒れ	その他	計	不明
頭部保温なし	下広	115 62.2	38 20.5	15 8.1	17 9.2	185 100.0	24
	本%						
頭部保温あり	下広	21 50.0	11 26.2	6 14.3	4 7.1	42 100.0	14
	本%						
	上広	18 13.3	64 47.4	36 26.7	17 12.6	135 100.0	27

[註] 割れ：50%以上，荒れ：50%以上

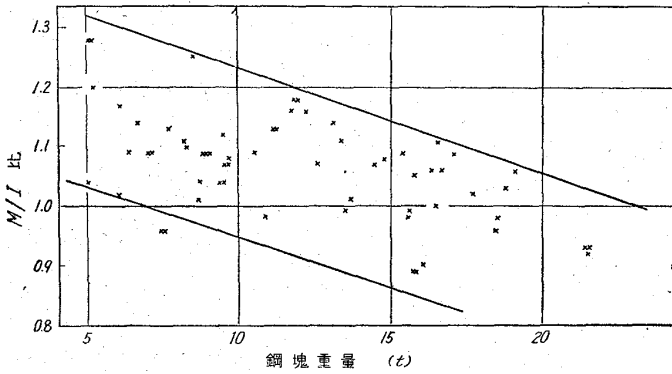
重量に差はあるが比較表を第25表に、結論を次に示す。

- イ. 鋼塊重量：日本の方が大型になっている。
- ロ. 鑄型比：日本の中間値は1.07，仏では1.30と日本の方が薄肉である。IRSIDの推奨案では1.3を超えてはならないとしているが、日本では1.3を超えているものはない。
- ハ. 鑄型比と鋼塊重量：仏では関係が認められていないが、日本では重量増加に伴って鑄型比は低下してい

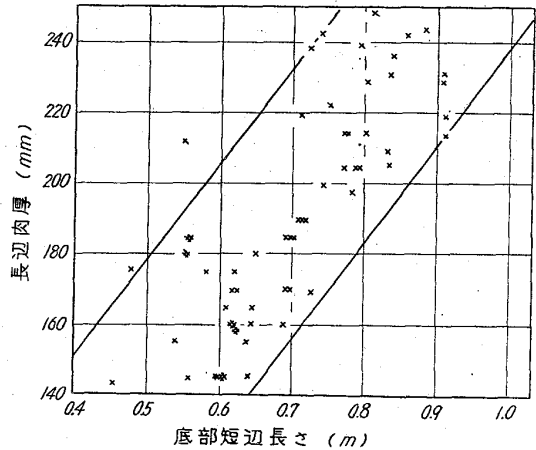
- る。(第13図)
- ニ. 断面寸法：日本の方が鋼塊重量が大きいため、長辺短辺とも大きくなっているが、その割合は短辺の方が大きくなっている。そのため辺の比は日本の方が正方形に近づいている。(第14図)
- ホ. 断面形状：第26表に比較する。主な違いは日本では1-1型が割合あるが、3, 4型は全然ないことである。

第24表 扁平度と廃却原因 (扁平鑄型のみ)

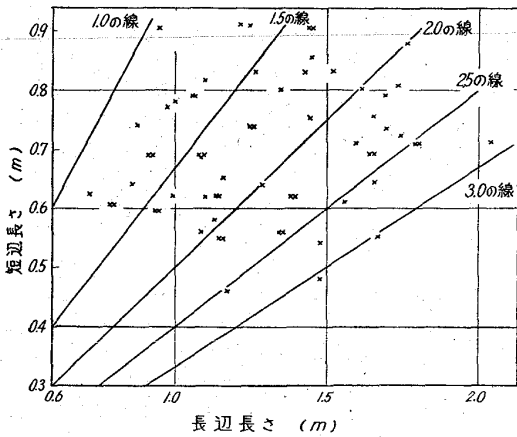
項 目				廃 却 原 因					
				割 れ	荒 れ	割れ荒れ	そ の 他	計	不 明
頭部保温なし	下	扁平度 < 1.37	本 %	5 23.8	10 47.6	4 19.0	2 9.6	21 100.0	5
	広	扁平度 ≥ 1.37	本 %	71 77.2	10 10.9	4 4.3	7 7.6	92 100.0	10
頭部保温あり	下	扁平度 < 1.37	本 %	2 33.3	2 33.3	2 33.3	0 —	6 100.0	0
	広	扁平度 ≥ 1.37	本 %	17 53.1	7 21.9	4 12.5	4 12.5	32 100.0	12
	上	扁平度 < 1.37	本 %	1 33.3	0 —	0 —	2 66.7	3 100.0	0
	広	扁平度 ≥ 1.37	本 %	9 40.9	6 27.3	6 27.3	1 4.5	22 100.0	2



第13図 鋼塊重量と M/I 比



第15図 底部短辺長さと長辺肉厚



第14図 長辺と短辺

チ. 隅角部半径: 日本の方がやや小さ目で, 中間値で 50mm と 65mm である. IRSID の推奨値は 30~80 mm で, 日本でこの範囲外は上限 (鋼塊の割れ発生) を超えるものはないが, 下限 (鑄造時の欠陥発生) を下回るものが 4 つあった.

リ. 肉厚: 肉厚はほとんど差が認められない. 肉厚と辺の長さの関係を第15図に示す.

また, 型抜までの時間: 条件として次の 2 つの制限内で米国とも比較した.

鋼塊重量 6.7 t ~ 10.5 t

辺の比 1.37 以上

結果を第28表に示すが, 日本の滞留時間は短い.

ル. 鑄型の原単位: 前述の範囲内のもので比較すると日本の原単位がいちじるしく低いことが明瞭である. (第29表)

ヲ. 原単位におよぼす影響: 原単位におよぼす影響を

ヘ. 傾斜: 日本と仏の大きな差は, 平面の傾斜が日本では強いが, 仏では小さいことで傾斜比を第27表に示す. 傾斜比の中間値は日本では 1.41 であり, 仏では 0.92 である.

ト. 鑄型の高さ: 日本の方が高くなっている.

第25表 日 仏 比 較 表

項 目		国 名	総 数	最 少	1/4	中間値	3/4	最 大	
鋼塊単重	I	日	63	5・00	8・50	11・60	15・70	24・25	
		仏	58	3・17	6・7	8・33	10・5	16・65	
鑄型重量	M	日	63	5・18	9・00	13・20	15・73	21・75	
		仏	54	3・5	8・5	11・35	14	24・3	
鑄型比 M/I		日	63	0・89	1・005	1・07	1・115	1・28	
		仏	54	0・97	1・16	1・30	1・43	1・82	
底部寸法	平面	mm	日	63	720	1・080	1・250	1・543	2・017
			仏	58	750	1・150	1・274	1・482	1・800
	短面	mm	日	63	457	620	692	787	910
		仏	58	350	580	600	650	875	
辺 の 比		日	63	1・15	1・52	1・83	2・245	3・08	
		仏	58	1・38	1・94	2・28	2・61	3・71	
傾 斜 mm/m	平 面	日	63	11・1	20・0	24・0	26・7	(47)	
	仏	58	15・0	21・4	22・6	31・8	50・2		
	短 面	日	63	8・7	12・2	15・0	21・7	36・4	
	仏	58	10・0	24・5	31・8	42・8	50・0		
傾 斜 比		日	63	0・75	1・15	1・41	1・68	2・28	
		仏	58	0・50	0・50	0・92	1・11	4・50	
高 さ mm		日	63	1,680	2,000	2,200	2,300	2,800	
		仏	58	1,500	1,950	2,000	2,100	2,300	
隅角半径 mm	頭 部	日	63	25	50	50	60	80	
	仏	51	30	50	65	75	100		
	底 部	日	63	63	25	50	60	90	
	仏	50	50	30	70	75	105		
肉 厚 mm	頭 部	平 面	日	63	110	142	168	193	230
		仏	58	120	145	160	187	280	
	短 面	日	63	110	140	166	185	215	
	仏	58	120	150	164	182	280		
底 部	平 面	日	62	143	165	185	213	249	
	仏	58	130	170	185	244	300		
	短 面	日	62	135	160	180	210	249	
	仏	58	130	175	175	200	300		

【註】 1. 傾斜は次の式に従う。

$$\text{平面の傾斜} = \frac{\text{底部短辺} - \text{頭部短辺}}{\text{高 さ}}$$

$$\text{短面の傾斜} = \frac{\text{底部長辺} - \text{頭部長辺}}{\text{高 さ}}$$

2. 63コのデータを夫々の項目について小さい順に並べて

最小 = 1枚目の数値, 1/4 = 16・5枚目の数値, 中間値 = 32枚目の数値,  
3/4 = 47・5枚目の数値, 最大 = 63枚目の数値と記入した。

3. 2段傾斜は強い方を採用

いろいろ調査したが、辺の比が大きくなるほど原単位が悪くなる以外、はつきりしたものはなかった。(第16図)

第26表 断面の形状

平面型	短面型	日 本		仏 国	
		本 数	%	本 数	%
1	1 2	14 1	22.2 1.6		
2	1	6	9.5	10	18.2
	2	42	66.7	27	49.1
	3			1	1.8
	4			2	3.6
1	1			3	5.5
	2			3	5.5
	3			9	16.4

[註]	型	1 平面	2 コンケーブ	3 屋根型	4 コンボックス
	形状				

第27表 傾 斜 比

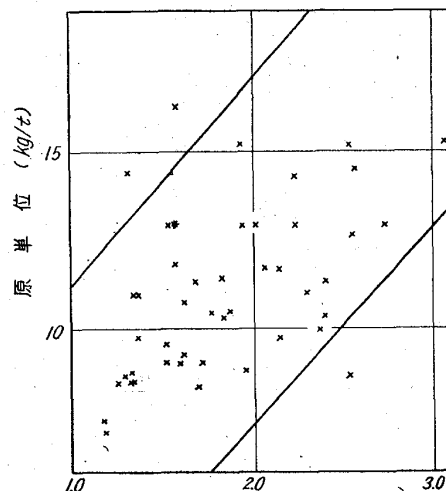
傾 斜 比	日 本	仏 国
平面傾斜<短面傾斜	3	30
〃 = 〃	9	10
〃 > 〃	51	18
計	63	58

第28表 型抜迄の時間 (単位min)

国 別	総 数	最 少	1/4	中間値	3/4	最 大
日 本	16	35	50	55	75	90
アメリカ	78	20	40	60	90	180
フランス	24	40	70	90	120	120

第29表 鑄型原単位 (単位 kg/t)

国 別	総 数	最 少	1/4	中間値	3/4	最 大
日 本	14	8.9	11.5	13	13	16.4
アメリカ	75	9	14	18.9	27.9	82.9
フランス	31	8.5	19.1	25.2	37	5.7



第16図 辺の比と原単位

第30表 定盤保護方法と効果

保 護 方 法		工場数	具 体 的 効 果	工場数
下 敷	敷鉄板 (シートバーを含む)	22	原単位低下	9
	軟鋼製受皿	3	定盤堀れの防止	8
	鋳鋼製受皿	1	焼付防止	6
	紙製板	3	砂疵防止	2
塗 布	黒鉛塗布	4	定盤割れ防止	1
	炭化珪素質キャストブル	1	歪防止	1
補 強	下面, 側面パッチ当て	1	型抜容易	1

第31表 冷却定盤比較表

項 目	普 通 定 盤	間 接 水 冷 定 盤	水 冷 銅 定 盤
定盤厚さ mm	350	350	100
表面最高到達温度 °C	950~1,050	900~950	550~600
表面から60%の最高温度	500~600	400~450	300~350
最高温度迄の時間	型 抜 時	約 2hr	20~30min
温度変化の特長	上昇一方	注入後 2hr で最高 以後横這	短時間で最高. 以後下降し 200~250°C で飽和
型抜積込後150°Cに達する時間	11~12 hr	5~6 hr	0.5~1 hr



V. 定盤について

鑄型に関しては、その原単位低下および鋼塊の品質向上などの面で、多くの研究がなされているが、定盤は割合等閑視されていた。しかし最近定盤関係の報告が多くなっている。

1. 原単位低下方策

原単位低下方策として、次の5方法が行なわれ、それぞれ実効をあげている。

- イ. 定盤保護方法の採用
- ロ. 冷却の実施
- ハ. 上注定盤に黒鉛煉瓦などはめこみ採用
- ニ. 下注定盤に組込定盤の使用
- ホ. 定盤の補修

定盤保護の方法としていろいろあるが、31工場より解答のあつた方法および効果を第30表に示す。一番多いのは敷鉄板で、原単位の向上と定盤掘れ防止の効果があげられる。冷却は鑄型と同様測温により、ピットと台車の差は100°C、時間で2~3 hr異なることが確かめられている<sup>M-179</sup>。また強制冷却方法としては、富士鉄広畑でいろいろの実験を行ない<sup>M-163 M-225</sup>、定盤の下を一部くり抜いて、そこを強制空冷したが、空気量の多い割に効果が少なく、また定盤の中にパイプを鑄ぐるみにして直接水冷する方法は効果が大きい、安全上問題があるなどの報告があつた。水冷ベッドによる間接水冷と銅製水冷定盤との比較結果を第31表に示すが、いずれもピット内鑄造作業に関するものである。

その他早期型抜きが対策として考えられる。

焼付防止と損耗した場合に取替える目的で、上注定盤では黒鉛煉瓦はめ込みが、下注定盤では組込定盤が発達した。はめ込み定盤としては、黒鉛4例、炭化珪素質2例、シャモット1例、耐火煉瓦1例、炭素鋼鑄物1例がそれぞれアンケートによせられ、組込定盤は9工場から実施中の報告があつた。

化学成分との関係についても、富士鉄釜石<sup>M-201</sup>で調査したが、使用条件の方が影響が大きく、判然としなかつた。

2. 鋼塊品質向上方策

分塊歩止りの一定化および向上のため、定盤表面の形状についての検討が進められ、またはめ込み定盤または定盤補修などによる鋼塊底部の一定化が行なわれている。定盤の冷却による鋼塊品質の向上が予想されるが、まだ報告はなかつた。下注時の二重定盤による品質向上策は16工場で採用されているが、使用理由としては湯上りの整流化と鋼塊品質の向上(砂疵、巻込み、鋼塊割れ、

偏析それぞれの防止) 造塊事故の防止、作業性の向上などがあげられている。

附 提出資料一覧表

第9回	S35・1・26	東京 鉄連	M-No.	提出工場	題 目
			135	八幡製鉄	鋼塊鑄型の急冷試験
			136	日本製鋼	平型インゴットケースの温度測定
			137	川鉄千葉	当所における鑄型修理の現状について
			138	日特鋼	鑄型の使用頻度と原単位との相関性、鑄型の溶接補修について、鑄型の検収基準について
			139	鋼管川崎	鑄型検収基準について
			140	久保田鉄工	鋼塊鑄型の割れと寿命 Tr.A.F.S. 1956. 64. 387~397 翻訳
			141	八幡製鉄	鑄型使用上の2, 3の問題 (使用管理)
			142	八幡製鉄	鑄型補修用溶接棒の比較試験
			143	川鉄千葉	試験鑄型の成績について
			144	住金鋼管	ダクタイル鑄鉄製鑄型の焼鈍について
			145	神戸鑄鉄	小型鑄型の材質について
			146	神鋼脇浜	鋼塊大型化のための鑄型設計
			147	川鉄葺合	鑄型の使用頻度と原単位との相関性
			148	鋼管鶴見	大型扁平鑄型の使用成績について
			149	第9回	鑄型分科会議事録
第10回	S35・9・15	知多 川鉄			
			150	日本製鋼	シュミレーションによる鑄型の保有量および補修量の調査
			151	日特鋼	鑄型の使用頻度と原単位との相関性
			152	八幡戸畑	戸畑転炉工場における鑄型使用管理について
			153	川鉄千葉	鑄型の寿命におよぼす要因について
			154	鋼管川崎	鑄型寿命と製造条件について
			155	神戸鑄鉄	鑄型材質と鋼屑配合との関係
			156	八幡製鉄	鋼塊鑄型のコーナースケール
			157	大同平井	320kg 鋼塊用薄肉鑄型の試験結果
			158	鋼管鶴見	鑄型フルートの改造による鋼塊ワレ疵および使用成績について
			159	久保田鉄工	鑄型材質の耐急冷性について
			160	川鉄知多	1.2t 鋼塊用鑄型実態調査試験
			161	川鉄葺合	鑄型扁平化に関する設計変更について
			162	神鋼脇浜	鑄型設計変更のその後の状況について
			163	富士鉄広畑	強制冷却定盤について
			164	八幡製鉄	Well 定盤の使用について中間報告
			165	主 査	IRSID との交流について
			166	第10回	鑄型分科会議事録

第11回	S36・6・21	東京			(第4報)
167	鋼管水江	転炉工場における鑄型使用管理と実績について	200	川鉄知多	ケース材の配合試験
168	鋼管川崎	6t 角型鋼塊用鑄型の使用管理方法について	201	富士鉄釜石	定盤の化学成分と寿命について
169	八幡製鉄	製鋼工場における鑄型管理	202	久保田鉄工	ダクタイル鑄鉄の鑄型への適用性と寿命延長率について
170	日本製鋼	三社製厚板用平型インゴットケースの比較使用結果について	203	日本製鋼	鑄型材に関する研究 使用済鑄型の内部性状について
171	川鉄知多	鋼塊鑄型材におけるカルシウムシリサイド接種効果の検討	204	鋼管技研	フラット鑄型の設計手順について
172	富士鉄広畑	大型鋼塊用ダクタイル鑄鉄鑄型の使用試験	205	日新尼崎	押湯付鑄型形状について
173	八幡製鉄	D.C.I. 鑄型の接種について	206	鋼管鶴見	鑄型および定盤の設計改善とその効果
174	〃	〃 高炉溶銑注入鑄型について (第3報)	207	〃 川崎	上注定盤の変遷について
175	住金鋼管	延性鑄鉄製鑄型の寸法変化について (第2報) 基地組織との関係	208	住金和歌山	W8-B 型 (8t クラスキャップド鋼用) 鑄型の改造について
176	川鉄千葉	キャップド鋼用鑄型の設計変更について	209	富士鉄釜石	鑄型断面形状と鋼塊割疵について
177	久保田鉄工	鑄型の耳の設計改善および補強法	210	川鉄千葉	リムド鋼用大型鋼塊用鑄型の形状と鋼塊扁折について
178	日特鋼	12角12t 鑄型の割発生に対する改良について	211	住金鋼管	鑄型冷却法の改善 (第1報) 鑄型放冷時の連続測温と簡単な水冷結果
179	富士鉄室蘭	鑄型定盤測温結果について	212	鋼管水江	大型キャップド鋼用鑄型の設計変更経過と実績について
180	鋼管水江	大型鋼塊用下注定盤の改良について	213	第12回	鑄型分科会議事録
181	富士鉄釜石	鑄型温度冷却曲線の調査	第13回	S37・11・6	東京 鉄連
182	鋼管鶴見	試験鑄型B6と鋼塊耳ヒビ疵	214	富士鉄釜石	造塊作業の中央管理化
183	神戸鑄鉄	扁平スラブ鑄型の内壁の溶損に関する研究 Proc AIME Natal Open Hearth Steel Comm 41 (1958) 175~192	215	川鉄千葉	第2製鋼工場鑄型置場について
184	川崎製鉄	3t 以上の扁平鑄型に関する調査	216	〃	〃 鑄型グループ管理について
185	住金小倉	K25鑄型の使用実績について	217	神戸製鋼	鋼片表面疵におよぼす鑄型使用回数の影響について
186	八幡製鉄	大型キャップド鋼塊用鑄型の頭部形状改良について	218	日本製鋼	新品インゴットケース性状調査
187	第11回	鑄型分科会議事録	219	鋼管川崎	高炉溶銑直接鑄造鑄型の現状と寿命について
第12回	S37・3・8	釜石 富士鉄	220	川鉄知多	鋼塊鑄型の熱割について
188	富士鉄広畑	平炉工場における鑄型管理	221	久保田鉄工	ダクタイル鑄鉄製鑄型の変形防止法
189	鋼管川崎	転炉工場における鑄型使用管理について	222	神戸鑄鉄	クレージングに関する研究と考察
190	八幡製鉄	鑄型使用回数と鋼塊疵について	223	鋼管鶴見	上注定盤の変遷について
191	鋼管鶴見	フルートの形状と鑄型耐用回数および鋼塊ワレについて	224	〃	〃 鑄型設計変更による鑄型ワレの変化と耐用回数の向上
192	富士鉄釜石	鑄型使用時の寸法変化について	225	富士鉄広畑	水冷銅定盤の使用について
193	神戸製鋼	鋼塊鑄型の寸法変化について	226	八幡製鉄	鑄鉄の耐クレージング性におよぼす燐の影響 (第1報)
194	大同星崎	鑄型内面手入方式について	227	住金小倉	ダクタイル鑄型の使用結果
195	川崎葺合	鑄型割れ修理について	228	日本鑄造	塩基性熱風水冷式キュポラによる鋼塊用鑄型の製造について
196	川鉄千葉	鑄型温度調査報告	229	第13回	鑄型分科会議事録
197	富士鉄釜石	直接鑄造モールドの欠陥とその対策	第14回	S38・6・12・13	八幡 八幡
198	鋼管川崎	鑄型工場と高炉溶銑直鑄々型について	230	久保田鉄工	ダクタイル鑄鉄製鋼塊鑄型について
199	八幡製鉄	高炉溶銑注入鑄型について	231	鋼管鶴見	鑄型定盤原単位の向上について
			232	〃 川崎	鑄型の使用管理について
			233	住金和歌山	スラブ表面疵におよぼす鑄型使用回数の影響について
			234	日新尼崎	鑄型管理と鋼塊表面疵について

235	住金鋼管	鑄型管理の現状について	243	富士鉄広畑	直鑄々型の使用結果について
236	八幡製鉄	鋼塊単重の変動要因	244	八幡製鉄	低 Si 高 Mn 鑄型の試作
237	富士鉄室蘭	直鑄鑄型使用結果	245	日本製鋼	厚板用鑄型の統合とその効果
238	〃 釜石	高炉溶銑直鑄々型について	246	川鉄千葉	キャップド鋼塊について
239	〃 〃	高炉溶銑とキュボラ溶銑の混合鑄型について	247	日新呉	上注二重定盤について
240	川鉄知多	大型分塊鑄型の実体調査	248	鑄型分科会	昭和37年鑄型使用調査結果
241	久保田鉄工	大型扁平鑄型の材質改良の一実験	249	〃 〃	同 上 一覽表
242	神戸鑄鉄	クレージングに関する研究と考察 (続)	250	〃 〃	鑄型および定盤の設計成分および 使用に関する調査結果の概要
			251	〃 〃	同上一覽表