

Fig. 2. S-segregation curves in S-5 type ingots.

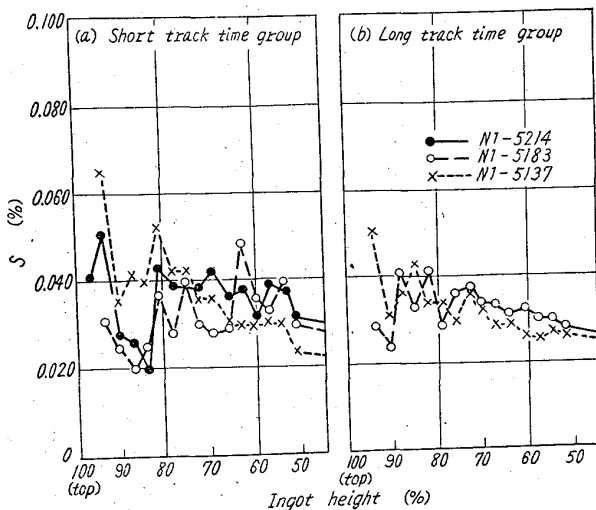


Fig. 3. S-segregation curves in BS-5 type ingots.

ド鋼の偏析の低いことも同図で明瞭に示される。その外の要因であるトラックタイム、鋼塊厚さとの関係は明らかでない。

2. 最大偏析位置におよぼす影響

Fig. 1 から判るようにトラックタイムの短い場合、最大偏析位置は内部にはいるが、扁平な鋼塊では 2 h と 4 h の両者の間では変らない。すなわち、825mm 鋼塊の長短トラックタイムでそれぞれ 85~90%、70~80% の位置、705mm 鋼塊では長短トラックタイムとも 80~85% の位置にあるこれを図に示せば Fig. 3 の通りである。この位置は最終凝固位置を表わし、トラックタイムの十分短い場合、凝固速度の遅れから上下方向の凝固速度の

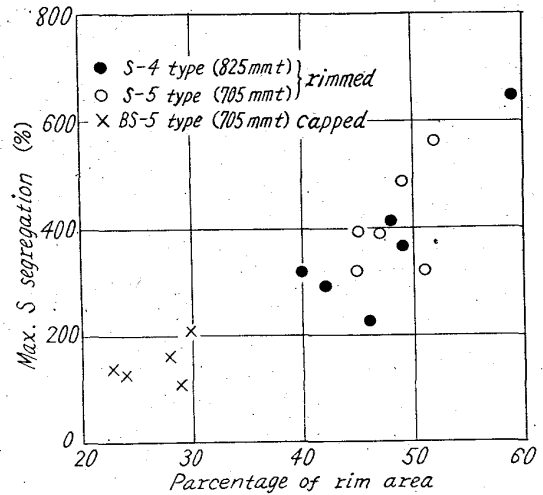


Fig. 4. Relation between rim area and max. S-segregation percent.

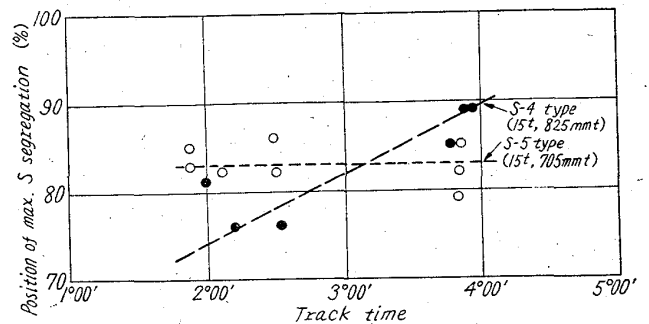


Fig. 5. Relation between track time and position of max. S-segregation percent.

差が少なくなること、また扁平鋼塊では側面への熱放散が大きいことによつて上下方向の速度の差が少なくなることが考えられ、その結果として、最終凝固位置が内部にはいると考えられる。

3. 偏析線の形状におよぼす影響

大型鋼塊の偏析線は一般に複雑な形状を示すが、特に注目されることは厚肉の 825mm 鋼塊でトラックタイムの短い場合に、大きい山と谷の二山線を生じることである。

669.141, 241.4-412=620.192, 43  
(88) 極扁平リムド鋼塊の性状について

63088  
八幡製鉄技術開発部 工博 加藤 健  
技術研究所 松田 亀松 徳重 勝

Properties of Rimmed Steel Ingots Having Large Ratios of Width-to-Thickness.

453~456  
Dr. Takeshi KATO, Kamematsu MATSUDA and Masaru TOKUSHIGE.

I. 緒 言

リムド鋼塊は鋼塊頭部濃厚偏析に問題があるが、健全

な表面性状が確保できるため広く使用されている。近年分塊圧延能率の向上を狙いとして大型鋼塊の製造が強く要請されてきているが、リムド鋼には健全なリミングアクションの確保や濃厚偏析の増大防止などの鋼塊性状の面からその大型化には限界があると考えられる。

当所でも鋼塊厚さの増加が偏析におよぼす影響や高さの増加がリム部性状や偏析におよぼす影響について調査し、すでに報告<sup>1)2)</sup>した如くリムド鋼塊の大型化は高さを増す方向にあることを指摘した。リムド鋼塊の扁平度(巾と厚さの比)は FORSYTH 著 Basic Open Hearth Steelmaking<sup>3)</sup>によると 2.0 以下が望ましい旨の記述があり、大きすぎるとリミングアクションが不均一となり、特に corner 部のリム部が弱く不健全になりやすいと一般に考えられている。扁平度の制限は成品巾の小さい場合圧延上の面から長辺長さに制限があるので問題とならないが、成品巾が大きくなると厚さの制限から巾出し圧延をしない限りその最小巾をとつても扁平度が大きくならざるを得ない。従来扁平度が大きくなつた場合の挙動が明確でなかつたので特に扁平度を著しく大きくした試験鑄型を製作してこれの注入試験を実施し、扁平度のリムド鋼塊におよぼす影響を明らかにすることとした。

## II. 試験鑄型および注入条件

試験鑄型の主要断面寸法を Table 1 に、調査鋼塊の注入条件および取鋼下分析値を Table 2 に示した。A, B, C, 3 鑄型共リムド鋼をほぼ 18 t 注入できるように設計されている。極扁平鋼塊は転炉極軟鋼として出鋼したものを 70mm 径の湯口 1 個を用いて上注注入した。リミングアクションの調整のため shot Al を使用しているが NaF などはこの試験では使用していない。

## III. 実験結果および考察

1. 扁平度が大きいにも拘らず 1 つの湯口で注入したためか注入中の溶鋼は短辺側で湯面が波打つのが認められた。また長辺側と短辺側でリミングアクションの強さ

Table 1. Mold dimensions of test ingots.

Ingot	Section size (mm)		Flatness		Height (mm)
	Top	Bottom	Top	Bottom	
A	2175×565	2200×635	3.85	3.46	2300
B	1777×683	1800×752	2.60	2.39	2250
C	1710×782	1754×826	2.18	2.13	2200

Table 2. Data on teeming practice.

Ingot	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	C
Teeming height (mm)	2150	2150	2150	2100	2075	2050
Teeming time (s)	176	195	222	170	155	170
Teeming speed (mm/s)	12.2	11.0	9.7	12.6	13.6	12.1
Capping time (mn)	12	17	17	16	18	17
Subject for investigation	Ingot	Liquid core	Ingot	Ingot	Ingot	Ingot
Ladle analysis (%)	C	0.06	0.05	0.07	0.08	0.09
	Mn	0.37	0.34	0.33	0.44	0.45
	P	0.016	0.022	0.012	0.009	0.011
	S	0.015	0.016	0.016	0.021	0.017

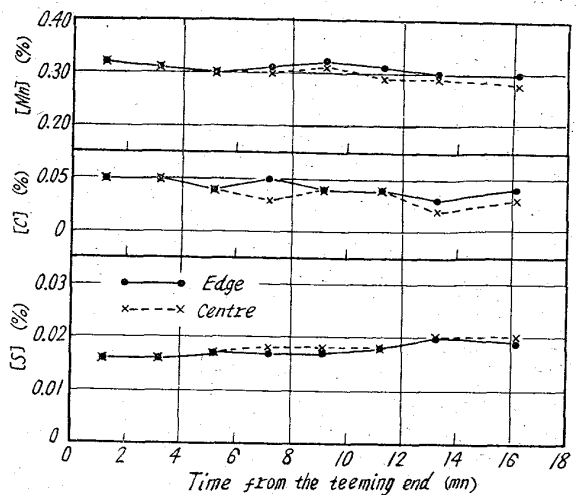


Fig. 1. Variation of %Mn, [C] and [S] in liquid core.

が異なるように見受けられるものもあり、リミングアクションの調整が若干難しくなる。しかしリミングアクションの中心が 2 つに別れるが如き現象は別に観察されなかつた。極扁平鋼塊は他の鋼塊に比べ縦割れ、横割れが多く発生する傾向が認められた。長辺長さが長くなると凝固および冷却に伴う収縮および変形が大きかつ一様でなく鑄型との分離が不均一となりこれが注入中溶鋼の上昇の異常と相まって割れの発生に不利となると考えられる。

2. リミングアクションの経過と共に残存溶鋼中へ濃縮されてくる不純分の程度および鋼塊内位置による差異をみるために溶鋼面の中央部と端部からタコツボ試料を採取して調査し、これを Fig. 1 に示した。注入後時間の経過と共に C, Mn は減少し S は増加する傾向が認められる。注入後暫らくの間は位置による相違は認められないが、6mn を過ぎる頃から端部より中央部のほうがその程度が大きくなり残存溶鋼の均一性が不完全であることを示している。また [C][O] 変化曲線も残存溶鋼の混合が理想的な状態で行なわれた場合とはかなり異つた値を示している。

3. リムド鋼塊のリム部性状を代表すると考えられる測定値を一括して Table 3 に示した。諸測定値の鋼塊の位置による差異は扁平度が大きい程大きくなる傾向を示しており、リミングアクションの強さが位置により異

Table 3. Data of the rim zone.

Ingot	A <sub>1</sub>		A <sub>3</sub>		B <sub>2</sub>		C	
	L	S	L	S	L	S	L	S
Width-to-thickness ratio	3.65		3.65		2.50		2.15	
Side	L	S	L	S	L	S	L	S
Thickness of solid skin (mm)	18	24	22	20	24	24	16	16
Thickness of rim zone* (mm)	127	115	133	118	137	135	138	138
Height of zone free from elongated blowhole (mm)	640	820	715	585	800	800	650	700
Ratio of rim zone to the cross-sectional area (%)	48		50		49		45	

\* Except rising parts.

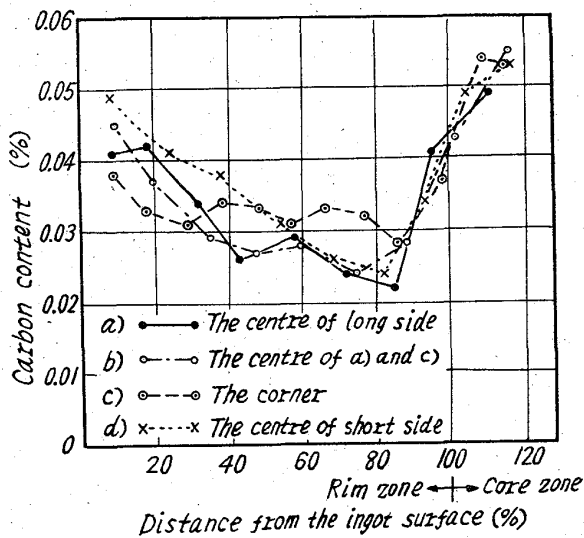


Fig. 2. Carbon distribution in the rim zone.

なることをあらわしている。鋼塊位置の影響について二つの極扁平鋼塊を比較すると管状気泡不発生圏高さの大きい位置がソリッドスキン厚さも大きいのが、リムの厚さはこれとは関係なく短辺側の方が小さい値を示しており長辺側の場合より鑄型と分離するまでの時間が短いことがリム厚さの異なる一因と考えられる。

4. 鋼塊底部から 1m 高さ位置での横断面において分析試料を採取して調査したリム部 C 偏析曲線を Fig. 2 に示した。C 成分の洗滌作用におよぼすリミングアクションの強さはリムの生長が中央厚さに達するまでは長辺側の方が大きいのが、その後は同様の傾向となっている。これに対し隅角部の偏析曲線はリムの形成初期にはむしろリミングアクションが他の箇所より強いが注入後 2mn 経過する頃から洗滌作用が急速に弱まってきたりガスの発生量が多くてもその逸出が阻害され湯の動きが大きくないことをあらわしている。一般に隅角部は気泡がトラップされ易い傾向が強いが扁平度の増大はこれを助長するものと考えられる。

5. 鋼塊中心軸の S 偏析度曲線を通常鋼塊の例と共に Fig. 3 に示した。極扁平鋼塊の最大 S 偏析度は他の鋼塊が 8 近くを示すのに対し 5.8 と良好な結果を示してお

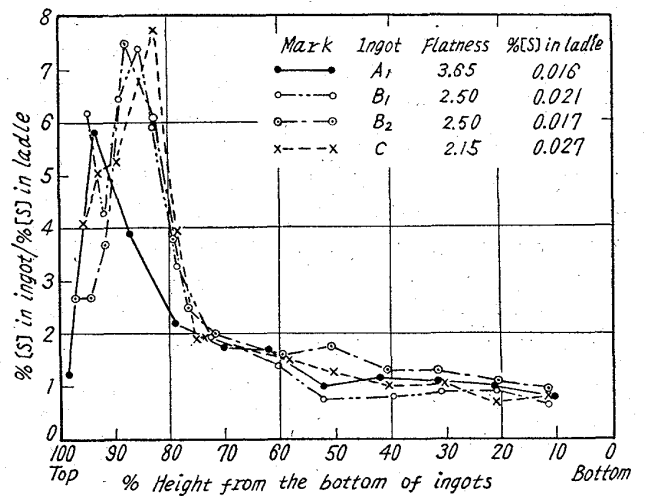


Fig. 3. Sulphur segregation in the centre line of ingots.

り、またその高さ方向に占める位置がかなり上の方にあるのが特徴である。またこの鋼塊は鋼塊厚さが小さく濃厚偏析部が鋼塊厚さ方向に占める割合は鋼塊厚さが小さくなればその相似以上に小さくなるので偏析の面からは極扁平鋼塊は著しく有利となつている。

#### IV. 総括

リムド鋼塊は扁平度が著しく大きい場合リム部偏析曲線から推定された隅角部のリミングアクションが正常でないことがわかつた。扁平度が大きいと隅角部のガスの逸出が阻害されリミングアクションが弱くなると共に気泡が捕集され易く欠陥を招き易いと考えられる。また鋼塊長辺面に割れが多発する傾向が認められ、長辺長さが大きくなると割れに対する感受性が強くなるなどの不利な点が認められた。しかし鋼塊厚さが小さくかつ扁平度の著しく大きい鋼塊は鋼塊頭部中央の濃厚偏析の程度が小さく、また鋼塊厚さに占める偏析部の大きさも小さくなり、かつその位置が上に来るなど有利となる点が多いので鑄型設計に考慮を払い、鑄型の手入れや注入操作を慎重に行ない鋼片の手入れを強化すれば極扁平鋼塊の実用化はかなり有望であると考えられる。

文 献

- 1) 加藤健, 他: 鉄と鋼, 48 (1962) 4, p. 462~464
- 2) 加藤健, 他: 鉄と鋼, 48 (1962) 11, p. 1344~1346
- 3) H. J. FORSYTH: Basic Open Hearth Steel-making (1951), p. 396

669.141.241.4-412.620.192.43  
 (89) 大型扁平キャップド鋼塊について

日本鋼管技術研究所 63089  
 ○中村 正十・高橋 寿  
 水江製鉄所 456~458  
 富田 茂信・横山 信弘

On Large Capped Steel Ingots.

Masato NAKAMURA, Hisashi TAKAHASHI,  
 Shigenobu TOMITA and Nobuhiro YOKOYAMA.

I. 緒 言

キャップド鋼塊は、分塊歩留りが高く、鋼塊頭部の濃厚偏析も軽い上に、表面性状が良好なので、水江製鉄所の鋼板用鋼塊の大部分はメカニカルキャップド鋼であり現在単重 20t までの鋼塊を製造している。一般に鋼塊単重が大となるほど、その内質の低下が予想され、鋼質を安定向上させるため、製鋼造塊上細心の注意と適切な条件の保持が必要である。今回は 17t 鋼塊について、2, 3 の造塊条件の影響を検討した結果を述べる。

II. 試験鋼塊および調査方法

メカニカルキャップド鋼塊の内質に影響する因子として、1) 注入法 (上注, 下注) 2) 造塊時の蓋打時間, 3) 鑄込速度, 4) 鑄込温度, 5) トラックタイム, 6) 成分, 7) 鋼塊単重と形状, などが考えられる。これらのうち今回は注入法, 蓋打時間の影響を調査し、鋼種として JIS, SPC1 および SS41 相当の 2 種を選んだ。鑄型は公称 17t の MC 17 (880×1470×2200) とし、トラックタイム, 鑄込速度, 温度については現在の標準作業に従った。試験鋼塊の履歴を Table 2 に示す。

これらの鋼塊は各チャージとも 2 本選び 1 本は 130×1250 に分塊し、チェック分析, マクロ組織, サルファープリントを行ない、他の 1 本は熱延板は 6mm, 冷延板は 1.2mm に圧延しその機械的性質その他を調査した。

Table 1. Analysis and teeming conditions of tested ingots.

No.	Specifications	Ladle analysis (%)				Tapping temperature (°C)	Pouring	Teeming height (mm)	Teeming time	Track time
		C	Mn	P	S					
1	JIS. SPC 1	0.07	0.32	0.021	0.018	1.575	top pouring	2.010	2'50''~3'55''	3°19'
2	〃	0.06	0.32	0.016	0.021	1.615	bottom pouring	2.030	16'28''	3°19'
3	〃	0.06	0.32	0.013	0.018	1.595	〃	2.030	14'30''	3°19'
4	〃	0.07	0.32	0.015	0.020	1.580	〃	1.960	16'55''	3°36'
5	JIS. SS 41	0.19	0.45	0.015	0.022	1.570	top pouring	2.000	2'30''~4'20''	3°46'
6	〃	0.18	0.50	0.039	0.022	1.590	bottom pouring	2.030	14'09''	3°49'
7	〃	0.18	0.44	0.019	0.022	1.590	〃	2.010	16'40''	3°45'

III. 調査結果および考察

(1) スラブにおける成分偏析

鋼塊中心部を縦方向に、一部について巾方向に 10mm φ のドリルで試料をとり分析した「チェック分析」/「レードル分析」で偏析度とし、この値と鋼塊位置の関係をプロットして Fig. 1, 2 に示す。

偏析は両鋼種とも上注材が最も少なく、下注材は蓋打時間が長くなる程多くなる。蓋打しない鋼塊は著しい濃厚偏析を示す。しかしながら上注 2'30'' と下注 2'30'' にはかなりの差があり、また下注 2'30'' と下注 8'30'' にはそれ程大きな差がないことから考えて、偏析程度は注入開始から蓋打完了までの時間に左右されると考えた方が妥当である。

リム層の厚みについても同様で、上注材はやや薄すぎるが、下注 2'30'' はスラブ厚みに対するリム層の比が 12~16% で最も適当である。次に含有成分の影響であるが P, S は通常の成分としたためその影響を検討することはできなかつた。C は Fig. 1 からみられるように C の

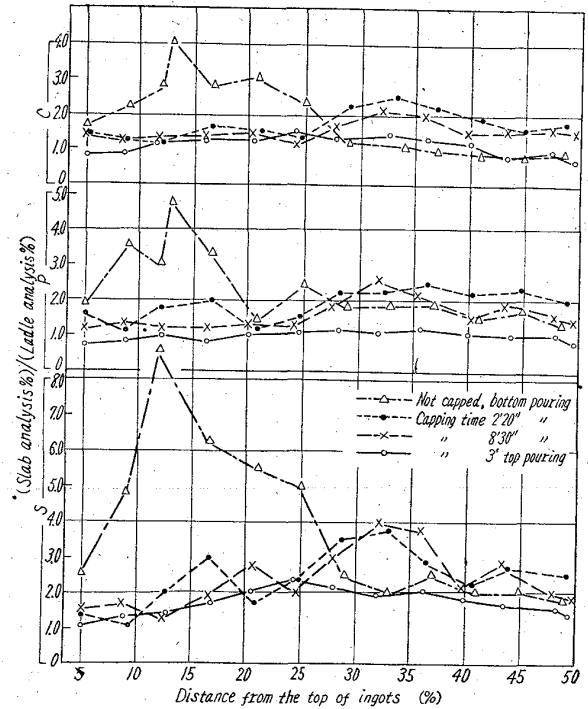


Fig. 1. Distribution of segregation-degree on longitudinal center section of slabs of SPC-1.