

Fig. 1. Micro-Vickers hardness difference between electropolished and mechanically polished surface for steel B.

とも大きく、B5がこれにつき、B3ではさらに小さい。すなわち低硬度ほど両者の硬度差が大きくなることを示している。これはやわらかい材料ほど機械研磨による表面の硬化のいちじるしいことを意味している。

Fig. 1 は低炭素 Ni-Cr-Mo 鋼の場合であるが、中炭素鋼および高炭素鋼の場合にも同様の傾向が認められた。それらの結果を総合して、硬度—硬度差の関係をみ

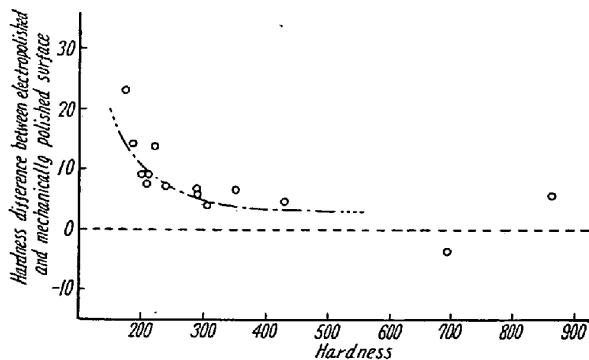


Fig. 2. Relation between hardness and hardness difference.

ると Fig. 2 のごとくなる。同図からとくに注目されることは、硬度値約 300 以下においては硬度差がかなり大きくなることで、この点はマイクロ・ピッカース硬度測定に当て注意しなければならないところである。

しかし上記の結果からわかるごとく、高硬度の領域では電解研磨面と機械研磨面との硬度差は僅少になるので、特別な目的以外は電解研磨を省略してもほぼ真の硬度がえられ実用上はあまり問題にならないであろう。

なほ、以上の実験結果にもとづいて実際的な問題についておこなった検討結果についてもふれたいと思う。

(66) 偏析原因の調査結果

(リムド鋼塊頭部内質の偏析について— I)
On the Research for the Cause of Segregations.
(On the segregations in the top-cores of rimmed steel-ingots— I)

Hideo Takebayashi, et alii.

富士製鉄, 釜石製鉄所

工博 小池 与作・犬塚 家親

〇工 武林 英夫・駒塚正一郎

I. 緒 言

リムド鋼の品質歩留に大きな影響をおよぼすものとしては、鋼塊頭部の形状、管状気泡の表面よりの深さ、core 部の気泡発生状況、リム層の厚さ、そのほか主として鋼塊の構造に関するものと硫化物や酸化物の鋼塊頭部における偏析、あるいは core 部の大部分に認められる black spot 状の S 偏析などが考えられる。

この研究はおもに鋼塊頭部の熔鋼が最後に凝固した部分における硫化物の偏析を対象とし、つぎの2つの点に重点をおいた。

(a) リムド鋼塊頭部 (core) の硫化物や酸化物の凝集偏析に大きな影響をおよぼす要因として track time 以外の要因をあきらかにする。

(b) 現場的に古くから作業管理の目安とされている頭部形状と内質、主として鋼塊頭部における硫化物の偏析との関係を調査する。

II. 実験方法

100 t 塩基性平炉で溶製した C 0.12~0.20% (FSD) および C 0.07~0.10% (SPH1A) のリムド鋼についてつぎに示す要領で実験をおこなった。

(a) 650×650 mm 約 6 t の鋼塊を 200 mm 角ブルームに分塊後鋼塊頭部に相当する部分 1500 mm を縦断し硫化物や酸化物の偏析状況、そのほかを調査した。

(b) 200 mm 角ブルームに圧延後、頭部約 500 mm を切捨て、さらに連続ロールにて 96 mm または 120 mm 角ピレット、あるいは 70×200 mm スラブに圧延した後、Fig. 1 のごとく定尺ピレットの頭端部より順番に長さ 100 mm の試料①②などを採取し圧延方向に直角な面につき調査した。定尺の長さはピレットは 140 cm、スラ

ブは 240cm であつた。
 実験の順序として最初に holding time, track time の影響およびその他一般の造塊条件につき予備的な実験 (実験 No. 1) をおこない、つぎに holding time, track time を一定として Al, NaF の铸型内添加量、蓋かけ時間の長短、鋼塊の大きさ、铸型内熔鋼温度、铸型内熔鋼中 [C], [Mn], [O] および rimming action の速さなどが鋼塊頭部硫化物の偏析およびリム層の厚さなどにおよぼす影響を調査した。また鋼塊頭部形状を観測標準により調査し、頭部偏析との関係を求めた。(実験 No. 2 (1) (2)) 各試料断面の硫化物や酸化物の偏析状況はサルファ・プリントおよび化学分析などにより求めた。

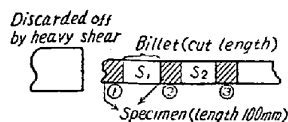


Fig. 1.

III. 実験結果

- (1) 名試験チャージの取鍋分析値 Table 1 (略)
- (2) 造塊作業記録ならびに調査結果

No. 1 および No. 2 (1) (2) 各実験の一部についての概要をそれぞれ Table 2, Table 3, および Table 4 に示した。(Table 3 およびサルファ・プリント略)

これら Table 2, 3, 4 に示されている鋼塊頭部硫化物偏析%は S-print でスラブまたはビレットの中心部に S 偏析を認めた試料たとへば (Fig. 1 の ②) の後に続いている定尺スラブまたはビレット (Fig. 1 S₂) をふくんだものである。したがってここに表わした偏析%は実際よりはやゝ高くなつてゐる。またこれらの表に記したリムド鋼塊の頭部の形状 R₂ R₃ R₄ は当所の観測標準によ

るもので Fig. 2 のとおりである。

実験 No. 1, No. 2 (1) (2) の結果を要約するとおむねつぎのとおりである。

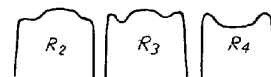


Fig. 2.

(i) 650×650mm, 6 t 鋼塊において track time (holding time をふくむ) が 50 分以下となつた場合は鋼塊頭部に S の異状偏析部が認められるが 50~60 分程度でも偏析状況が良好なものもある。

(ii) track time (holding time をふくむ) が 2 h ~ 2.5 h であつても S 偏析部が鋼塊の下方にのびて歩留不良のものもある。その要因についてはなお不明の点多いが、概要を (VI), (VII) に述べた。

(iii) 鋼塊頭部形状は当所の標準では R₃~R₄ がよいとされているのであるが、頭部の S 偏析の状況は決して頭部形状の良否とは一致していない。

(iv) 2.8 t 鋼塊は 6 t 鋼塊に比して S 偏析がかなり少い。

(v) この実験における [C], [O] 分析値のばらつきの範囲では鋼塊頭部 S 偏析にほとんど影響が認められない。

(vi) C 0.07~0.10% リムド鋼における S 偏析

(a) この実験の作業条件では铸型に Al を添加し rimming action を抑えざみとした方が S 偏析は軽減される。

(b) NaF を添加し rimming action をよくしたものは蓋かけ時間を一定とすれば頭部形状は良好となるが、S の中心部偏析は下方にのびる。

Table 2. Results of No. 1 experiment

Charge No.	Ingot No.	Time to cover (mn)	Al, NaF addeb (g/ingot)	Form of ingot top R	Holding time (h)	Track time (h)	S-segregation at ingot top (%)	Oxide segregation (%)
95 (SPH1A)	2	19		R ₃	1.15	0.77	4.7	4.7
	6	25		R ₃	1.10	1.94	4.7	4.7
74 (%)	2	20	Al 350	R ₂	1.18	1.72	14.1	4.7
	6	21		R ₂	1.17	0.65	4.7	4.7
80 (%)	A				0.52	0.30	Normal Abnormal Segregation Normal	
	B				0.53	0.33		
	C				0.55	0.23		
	D				1.02	0.82		
	E				1.05	0.80		
36 (FSD)	2	27	Al 100 Al 50	R ₂	0.42	0.52	5.4	2.7
	6	27		R ₂	0.35	1.82	5.4	2.7
98 (%)	2	14	NaF 500 NaF 500	R ₃	1.45	1.70	13.5	2.7
	6	14		R ₃	1.37	0.58	13.5	2.7

Table 4. Results of No.2-(2) experiment

Charge No.	Ingot No.	Tapping temp. (°C)	Al. NaF added (g/ingot)	Time to cover (mn)	Form of ingot top		Time to 100 mm Rim-forming (mn)	S-segregation at ingot top. (%)	Oxide segregation (%)	In mold	
					R	Rim exp. (mm)				[O]	[C]
435 (SPH 1 A)	2 6	1950 "	— Al 350	19.2	R ₄ R ₃	100 -10	13.6 16.5	13.0 8.7	0 4.3	0.032	0.07
				28.2						0.028	0.08
436 (")	2 6	" "	Al 350 —	24.7	R ₃ R ₃	50 80	12.5 13.5	8.7 13.0	0 4.3	0.030	0.08
				15.9						0.038	0.07
004 (")	2 6	1609 "	Al 350 —	25.0	R ₃ R ₃	50 70		4.7 9.4	4.7 4.7	0.028	0.08
				15.0						0.027	0.08
005 (")	2 6	" "	— Al 350	15.0	R ₃ R ₃	70 50		9.4 4.7	4.7 4.7	0.028	0.08
				25.0						0.027	0.09
973 (FSD)	2 6	1597 "	NaF 500 —	15.5	R ₂ R ₂	30 70	7.4 6.7	0 0	5.1 3.4	0.018	0.16
				23.5						0.021	0.16
974 (")	2 6	" "	— NaF 500	24.4	R ₂ R ₂	40 0	8.3 7.7	0 0	0 5.1	0.022	0.16
				14.5						0.019	0.17
743 (")	2 6	1615 "	NaF 500 —	15.0	R ₂ R ₂	170 200		5.4 5.4	0 0	0.015	1.14
				25.0						0.016	0.15
744 (")	2 6	" "	— NaF 500	25.0	R ₂ R ₂	150 150		5.4 5.4	0 0	0.016	0.14
				15.0						0.015	0.15

(c) リム層が過度に発達しない範囲で蓋をかける時間のおそいものや蓋をかけず rimming action を充分おこなわせたものの方が S の最大偏析部が幾分鋼塊頭端部側に移動しその程度もやや良好となる。

(d) S 偏析の少ないものが 100mm までのリム層の発達がやや早いようである。

(vii) C 0.12~0.21% リムド鋼における S 偏析

(a) C 0.12~0.15% のもので NaF を添加した場合、蓋かけ時間を 15 分程度とし、rimming action をやゝ早期に抑制したもので S の最大偏析部が鋼塊頭部より下方にのびている。C 0.15% 以上の場合、NaF を添加したものとししないものとの間には鋼塊頭部 S 偏析による実用上の歩留にはほとんど差異がない、しかし NaF を添加したものは S を鋼塊頭部中心に凝集する傾向があるので core 部の black spot を減少するはずであるが、この調査ではその傾向が明らかでないものがあつた。

(b) Al の鑄型内添加により S の頭部偏析は減少する。

(c) C 0.15% 以下のものでは蓋かけ時間のおそいものが S の頭部偏析はやゝ少いが、C 0.5%~0.20% 程度の場合には蓋をかけたものとかけないものとの間に差異がなかつた。

(d) 鋼塊頭部偏析の少ないものは 100mm までのリム

層の発達が早いようである。

(viii) Rimming action の過程において浮滓の除去を完全に行つたものは鋼塊頭部に浮滓のかみ込みはきわめて少い。

IV. 総 括

リムド鋼塊頭部の熔鋼が最後に凝固した内質部の S 偏析に起因す鋼塊歩留と品質の低下を防止するため、① S が core 部全般に分散凝固するような rimming action 終期の条件を求める。② この条件でもなお最後に凝固する部分におこる偏析部は極力鋼塊頭端部に移行させるよう計画した。この S 偏析はつぎの 3 段階の凝固条件によるものと思われる。

(a) Rimming action 終止時の core 部熔鋼の状態

(b) Rimming action 終止以後、均熱炉装入までの鋼塊冷却条件。

(c) 均熱炉装入時間および均熱条件

本実験の結果はなお不十分な点が多く引き続きつぎの各項につき研究中である。

(i) Rimming action 終止蓋かけ前の熔鋼温度、[C], [O] の適正化

(ii) 蓋かけ以後の鋼塊の底部よりの冷却速度を大きくすること。

(iii) 熱塊の自熱による均熱法の併用。