

(119) 軸受鋼の地疵成績におよぼす製鋼要因

住友金属工業, 鋼管製造所

工博 寺井 庄治・江藤 重任

梅田 洋一・石原 和雄

Steel Making Factors on the Sand Seams Grade of Bearing Steel.

Dr. Shōji TERAI, Shigetō ETŌ,
Yōichi UMEDA and Kazuo Ishihara.

1. 緒 言

軸受鋼 (SUJ 2, JIS) はその成品における疲労寿命に鋼の非金属介在物 (以下介在物という) が影響を与えることはすでに多く報告されている。当所においても十数年来巨視的介在物である地疵の減少対策を種々試みてきたが, その推移について簡単にとりまとめ報告する。

2. 当所における地疵試験判定基準

当所においては軸受鋼の地疵成績をⅢ, Ⅱ, Ⅰおよび級外の4段階に区分し判定している。Table 1にその判定基準を示す。すなわちその丸鋼または鋼管を段割りし疵の長さ別にその全箇数をかぞえ, 標準面積に換算し, 等級を定める。

3. 地疵成績におよぼすSの影響

軸受鋼の地疵成績は Table 1 にしたがって判定されるが同一チャージからの成品でも, これが入り混ることがあり, これらは5群に分けられる。

- (1) 全てⅢ
- (2) Ⅲ, Ⅱの混合
- (3) Ⅱ, Ⅰの混合
- (4) Ⅲ, Ⅱ, Ⅰ, 外の混合
- (5) Ⅰ, 外の混合

一定期間に同一条件で溶製されたチャージの成品における地疵成績と [S] 含有量の関係を Fig. 1 に示す。図から明らかなごとく成品 S % が低ければ低いほど地疵成績は向上する。これは地疵成因の一つである JIS A 型介在物が S 含有量により異なることを示していると考えられる。

4. 地疵成績におよぼす鋼塊サイズの影響

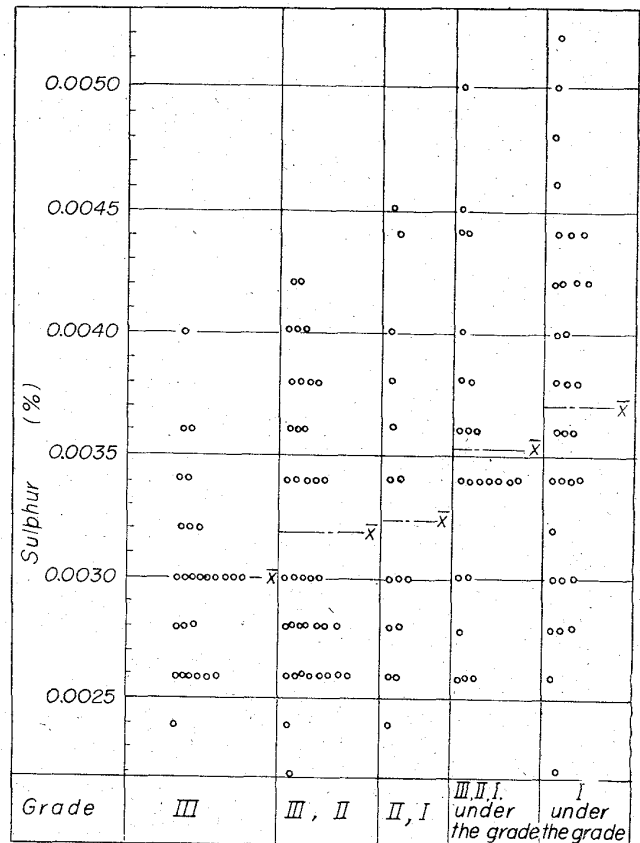


Fig. 1. Relation between S content and sand seams grade.

最終成品の地疵成績を判定する場合, 加工度が大きくなればなるほど介在物がのぼされ, 地疵成績は悪くなるのが通常である。そこで電気炉にて溶製した同一チャージから種々の大きさの鋼塊を採取し, その丸鋼, パイプの地疵成績におよぼす鋼塊サイズの影響を調査した。同一条件により3チャージの溶解を行ない, それぞれ4種類の鋼塊を採取した。その試験材の明細を Table 2, 鋼塊サイズを Table 3 に示す。これらの鋼塊は 1.5 t 以上は圧延により, 0.53 t は鍛造により 210 mm φ の丸

Table 1. Standard for determination of sand seams grade.

Standard area	grade \ length of sand seams (mm)	0.1~<0.5	>0.5~<1.0	>1.0~<2.0	>2.0~<3.0	>3.0
		100×100 mm	grade I grade II grade III	<60.7 <30.3	<16.7 <10.6 <6.1	<4.5 <3.0 <1.5

Table 2. Details of test charges.

Heat No.	Sol-Al (%)	Oxygen (%)	Inclusion (%)			Sulphur (%)
			Total	SiO ₂	Al ₂ O ₃	
1	0.0144	0.0033	0.0069	0.0004	0.0052	0.0031
2	0.0126	0.0030	0.0052	0.0003	0.0041	0.0033
3	0.0134	0.0030	0.0053	0.0003	0.0039	0.0027

Table 3. Ingot size (t).

Ingot size (t)	2.8	2.0	1.5	0.53
shape	dodecagon Big end up	square Big end up	square Big end up	round Big end up

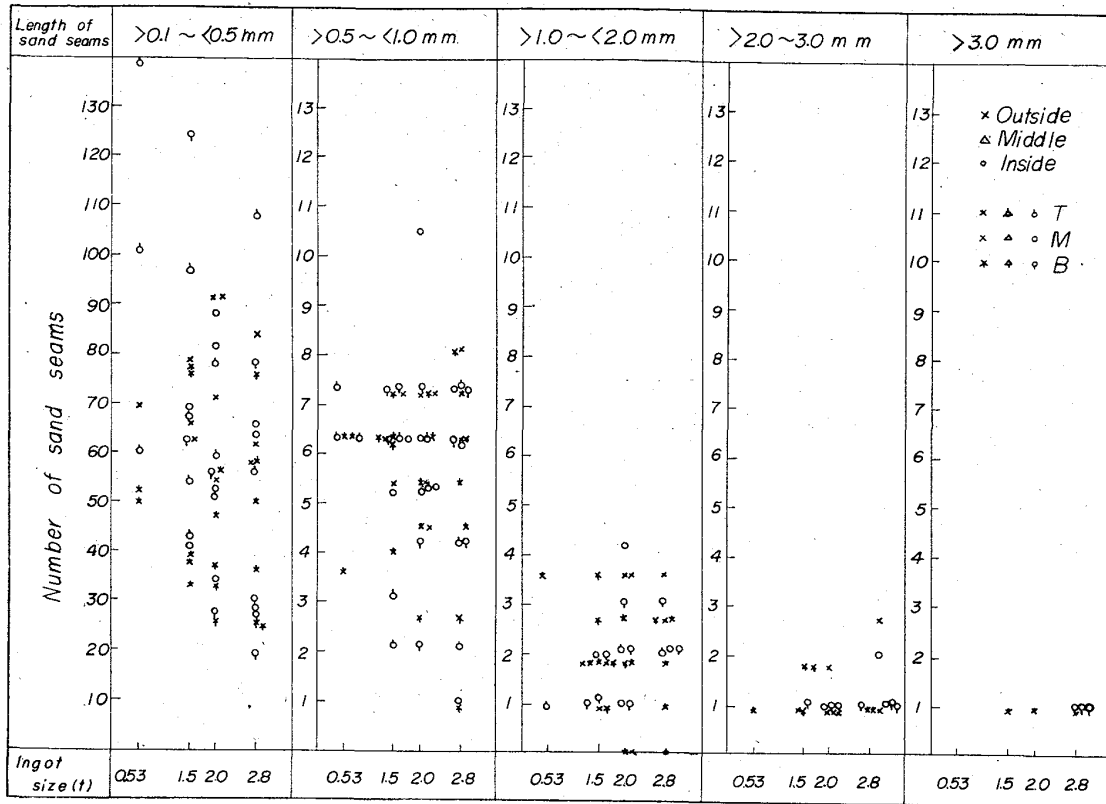


Fig. 2. Relation between ingot size and sand seams.

鋼とした。製管はクランクプレスにより 60 mm $\phi_o \times 44$ mm $\phi_i \times 8$ mm t とし地疵成績を判定した。その結果を Fig. 2 に示す。小型地疵の差は鋼塊サイズとあまり明らかな関係はないが 2 mm 以上の大型地疵は大型鋼塊の方に発生が多い。

5. 地疵成績におよぼす添加量の影響

Table 4. Details of test charges.

Heat No.	sol-Al (%)	S (%)	ingot size (t)	position of test piece	roll size (mm ϕ)
4	0.023	0.0036	2.1	Middle	210
5	0.005	0.0038	"	"	"
6	0.005	0.0040	"	"	"

3. 4. の結果より地疵成績の悪化は S 含有量が高いこと、鍛造比が大きいたことが原因していることが判明したので介在物の形態変化の効果を検討するため、Al の多量添加を行なった。試験材明細を Table 4 に示す。210 mm ϕ の圧延丸鋼より 74.5 mm $\phi_o \times 59.5$ mm $\phi_i \times 7.5$ mm t に製管した。その地疵成績を Table 5 に示す。この結果、明らかに Al 多量添加材は地疵成績が優れていることが判明した。これは小田¹⁾²⁾らにより報告されている小型鋼塊の結果に一致する。これより再度 Al 多量添加により鋼塊サイズの影響を調査した。試験材明細を Table 6 に示す。なお取鍋分析値はいずれも 0.0040% であつた。しかしヒート No. 7 は Al の添加不良のため sol-Al はヒート No. 8 にくらべて低いものとなつた。210 mm ϕ の圧延丸鋼より 73.7 mm $\phi_o \times 60$ mm ϕ_i

Table 5. Sand seams grade of pipes.

Heat No.	sol-Al (%)	inspection face out-dia meter (mm)	length of sand seams (mm) inside					length of sand seams (mm) outside					total grade
			>0.1 ~ <0.5	>0.5 ~ <1.0	>1.0 ~ <2.0	cloud	grade	>0.1 ~ <0.5	>0.5 ~ <1.0	>1.0 ~ <2.0	cloud	grade	
4	0.023	70.5 63.5 "	18.9				III	17.0	0.7			III	III
			15.0	1.6			II	9.9			III		
5	0.005	" "	31.5	3.2	0.7	(20 mm:1)	under the grade III	18.5				III	under the grade III
			28.4	0.8			III	26.3	0.7		III		
6	0.005	" "	131.0	3.2			C	40.4	2.8			I	I
			134.0	2.4			I	38.3	2.8		II		

Table 6. Details of test charge.

Heat No.	ingot size (t)	pouring No	sol-Al (%)	position of test piece	roll size (mm ϕ)
7	2.1	2	0.003	Middle	210
	3.2	3	0.003	"	"
8	2.1	2	0.021	"	"
	3.2	3	0.023	"	"

Table 7. Sand seams grade of pipes.

Heat No.	ingot size (t)	inspection face out diameter (mm ϕ)	length of sand seams (mm)				grade
			>0.1 ~<0.5	>0.5 ~<1.0	>1.0 ~<2.0	>2.0 ~<3.0	
7	2.1	69.7	107.2	3.6	0.7	(cloud c)	I I I I
		64.0	128.2	3.9	0.8	"	
	3.2	69.7	123.3	5.0	0.7	"	
		64.0	156.3	3.1		"	
8	2.1	69.7	15.8	0.7		III III III II	
		64.0	26.6				
	3.2	69.7	14.4				
		64.0	33.6				

×6.8 mm t に製管しその地疵成績を調査した。結果を Table 7 に示す。チャージ間の差が極めてはつきりと現われている。すなわちヒート No. 8 がほとんど III 級であるのに対し、ヒート No. 7 はすべて I 級であり白雲の発生も見られる。これは明らかに sol-Al による介在物の形態変化の差であると考えられる。はからずも Al の添加不良により Al 添加量の影響における試験結果を再現したわけである。鋼塊サイズ別では両チャージともほとんど差は認められない。これは前記鋼塊サイズによる影響と相反するようであるが、Al を多量添加することにより介在物の形態を変化し、その差を打消すことができたものと考えられる。

6. 結 言

以上の実験結果より次のようなことが結論づけられる。

- (1) 軸受鋼の地疵成績は成品 S 含有量を低下することにより向上する。
- (2) sol-Al が低い場合は鋼塊サイズが小さいほど、成品地疵成績は有利である。
- (3) sol-Al を高くすることにより、介在物の形態を変化させ、成品地疵成績を向上させることができる。
- (4) sol-Al を高くすることにより、大型鋼塊においても何ら小型鋼塊に遜色のない成品疵成績を得ることができる。

上記結論にしたがい、当所では 50 t 電気炉において、低 S (目標 S $\leq 0.005\%$)、高 sol-Al (目標 Al $\geq 0.018\%$) にて 3.2 t 型鋼塊により軸受鋼の量産を行なっている。

文 献

- 1) 西川, 小田, 久利: 鉄と鋼, 48 (1962) 11, p. 1278
- 2) 小田, 堀, 久利: 鉄と鋼, 49 (1963) 10, p. 1456

(120) リムド鋼中に存在する大型介在物に関する研究

八幡製鉄, 技術研究所

工博 武井格道・○島田春夫・大羽信夫

Study on the Large Inclusions in Rimming Steel.

Dr. Tadamichi TAKEI, Haruo SHIMADA and Nobuo ŌBA.

1. 緒 言

鋼中には溶鋼の過程ですでに存在している一次介在物と凝固の過程で析出してくる二次介在物が含まれている。一般に一次介在物は大型であるのに対して、二次介在物は小型のものが多く、鋼の疵として問題になるのはこの大型介在物に起因するものが多い。Hubert Hoff, Heing LESSING¹⁾らはこの大型介在物だけを抽出分離することを目的として、いわゆるスライム法を開発してリムド鋼、キャップド鋼中の大型介在物の挙動について調査した。その後森永ら²⁾はこの大型介在物に着目してリムド鋼について同様の方法で調査をおこなっている。しかしこのスライム法では電解液の pH が 1 前後ときわめて小さく、一部の大型介在物が分解する可能性があるため Bergh St., A. JOSEFSSON³⁾らは pH 5 前後の電解液を使用し Klinger-Koch 電解法の原理で大型介在物を抽出分離してその挙動を調査している。著者らもこの方法が上記の点でスライム法より優れていると考え、この方法の原理を応用して装置 (Photo. 1) を作成し、大型介在物の分離法の詳細を検討し、全酸化物の分離を目的としたヨウ素アルコール法と比較すると同時に、リムド鋼塊底部中央に存在する大型介在物の挙動を調査した。

2. 実験経過ならびに結果

2.1 試 料

実験に供した試料は当所で溶製したリムド鋼でその溶製、造塊条件は Table 1 にしめすとおりである。

Table 1 から明らかなように T1A と T1B との相違は造塊条件でスケール投入の有無と shot Al 量であるが T2 との相違は鋼塊単重、鋼塊高さ等にもおよんでいる。sample の採取位置はいずれも鋼塊の下から 220~230 mm の高さの鋼塊底部中心層である。この部分の化

Table 1. Tapping and casting conditions of samples (Rimming steelingot).

Tapping condition	T1A	T1B	T2
End point C (%)	0.08	0.07	0.05
End point S (%)	0.013	0.015	
Tapping temperature (C°)	1590	1590	1585
Temperature in ladle (C°)	1548	1548	1550
Ladle Al (g/t)	96	96	149.3
Casting condition	T1A	T1B	T2
Slab weight (kg)	8100	8100	16800
Shot Al (g/t)	18.5	55.5	17.9
Casting rate (mm/sec)	16.0	16.5	15.2
Slab height (mm)	1690	1680	1825
Scale (g/t)	—	49.4	—