

Table 1. Chemical composition of steels. (wt%)

C	P	S	Mn	Si	N	As	Sn	Cr
0.03~0.08	0.005~0.055	0.010~0.045	0.22~0.40	<0.01	0.0010~0.0040	0.010~0.050	0.005~0.030	0.010~0.050

$t_0, t_{20}: w_0, w_{20}$ に対応する板厚
 $n = \log(\sigma_{20}/\sigma_{10}) / \log(\epsilon_{20}/\epsilon_{10})$
 n : 加工硬化係数
 $\epsilon_{20}, \epsilon_{10}$: 20, 10% 伸びの対数歪
 σ_{20}, σ_{10} : $\epsilon_{20}, \epsilon_{10}$ に対応する真応力

III. 結 果

作業条件および化学成分中、異方性比および加工硬化係数と対応する 2, 3 の関係要因を列挙すればつぎのごとくである。

1) 異方性比との関係

S (%): パラッキが多いが、その平均値をたどって行けば、S (%) が減少するほど異方性比は向上する傾向が見られる。

C (%): これも減少するにつれて異方性比がやや向上している。

焼鈍温度: 同一焼鈍炉内の積込位置によつてさえ差

が認められる。すなわち焼鈍炉内上段で高温に長時間露らされる位置ほど異方性比は高くなっている。しかし本項は加工後のオレンジピール発生現象などのため、当然限界があり余り多く期待し得ないと思われる。

捲取温度: 仕上温度 850°C 以下、捲取温度 660°C 以下の範囲の試料でみた場合、捲取温度が高くなるにつれ異方性比は向上している。

2) 加工硬化係数との関係

N (%): N (%) が減少するほど加工硬化係数は向上する傾向が見られる。

S (%), C (%): 本項も減少するにつれて加工硬化係数がやや向上する傾向にある。

スキンプラス圧下率: スキンプラス圧下率を上げて行くと加工硬化係数は低下する傾向にあ

る。しかし本項も薄板の表面形状またはストレッチャーストレッチとの関連があるため余り低く保つことを多く

は期待できない。

以上限られた範囲内で交錯した要因を持つ試料内の異方性比および加工硬化係数と対応する 2, 3 要因の傾向を略述したが、全要因を回帰分析した結果でも傾向は変わらず、従つてこれら要因の傾向は正しいものと思われる。

IV. 総 括

今回調査した範囲内で見ると、一般にプレス成形性を向上せしめるには材料成分中の不純物、特に S (%), N (%) を減少させることが望ましく、さらに絞り成形の際は捲取温度を高く、また張出し成形の場合はできる限りスキンプラス圧下率を低目にするのが好ましい。

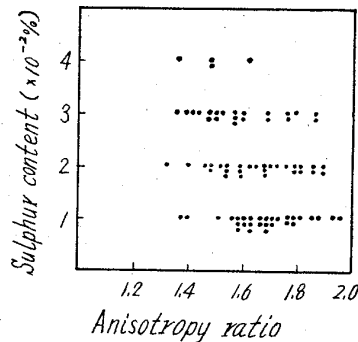


Fig. 2. Relation between anisotropy ratio and sulphur content.

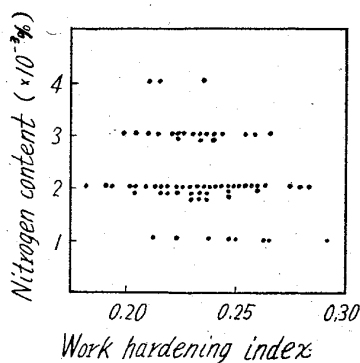


Fig. 3. Relation between work-hardening index and nitrogen content.

669, 141, 241, 2: 669, 046, 582: 620, 192, 45

(122) 地疵におよぼす精錬法の影響について 63122

(低炭素キルド鋼の地疵に関する研究—I)

日本鋼管川崎製鉄所、製鋼部 514~516

北村洋二・長 昭二・楯 昌久

技術管理部 小柳 弥夫

Effects of Refining Practice on Sand Seam.

(Studies on sand seam in low-carbon killed steel—I)

Yōji KITAMURA, Akiji CHŌ,

Masahisa TATE and Mitsuo KOYANAGI.

I. 緒 言

管用低炭素キルド鋼溶製上の主要目標としては、砂疵の少いこと、鋼塊気泡の少いことおよび粗粒で整粒であることなどが挙げられる。これらに共通する製鋼作業上の基本的事項は、溶鋼中の酸素含有量と脱酸方法であるが、今回鋼塊品質の一特性値として地疵をとりあげ、これについて実際に現場作業面から検討した結果、管用低炭素キルド鋼塊の地疵をいちじるしく改善することが出来たので、以下に概要を報告する。

II. 管用低炭素キルド鋼の製造概要

現在当所平炉工場で行なっている製造方法の概要を、Table 1 に一括して示す。

III 溶製条件の概要

管用低炭素キルド鋼の溶製に当つて、鋼塊の内質欠陥、特に地疵の低減に留意し、次の具体的方法を精錬作業に応用した。すなわち、

1. slag コントロール

鋼滓中の (TFe)% と溶鋼中の [O]% の間には、正相関があり、鋼滓中の (TFe)% を低下させれば、溶鋼中の [O]% も低下する。従つて現場作業上、(TFe)% と関係のある鋼滓の塩基度 (V) ならびに二次空気の空燃比を、slag コントロールの具体的要因として採上げた。

Table 1. Manufacturing of low-carbon killed-steel.

Chemical compositions		Element (%)				
		C	Mn	P	S	Si
		0.10~0.16	0.30~0.60	<0.035	<0.035	0.10~0.25
Tapping temperature (°C)		(Top pouring : 1585~1595)			Bottom pouring : 1630~1640	
Alloys and deoxidizing agents		① Blocking : Spiegel, Fe-Al, Fe-Si				
		② Ferro-alloy added in furnace : Mn=4.8K/T				
		③ Deoxidizing agents in ladle : Si=1.9K/T : Al=0.4~0.5K/T				
Operating data	Pig ratio	Hot metal=55%, cold pig iron=15%				
	O ₂ consumption	Cutting=12~16 m ³ /t, Bessemerizing=14~16 m ³ /t				
	Ingot mould	705 φ (bottom) × 652 (Top) 2200 (height) (without hot-top)				
	Billet size	Diameter=120mm φ, weight=120 kg~180 kg				
	Example of ladle analysis (%)	C=0.14, Mn=0.42, P=0.20, S=0.015, Si=0.16				

2. 予備脱酸

脱炭の進行に伴ない溶鋼中の [O] % は増加するが、この対策として予備脱酸を採用し溶鋼の過酸の過酸化を防止した。

3. 精錬温度

当所平炉工場は下注台車上鑄込方式を採用しており、1-runner, 2-mould, であるため、製造時の湯上りをよくするために、高温精錬高温出鋼を実施した。

IV. Slag コントロール

1. 塩基度(V)コントロール

精錬期における鋼滓中の (TFe) % - V の関係および (TFe) % - (SiO₂) % の関係は、それぞれ正相関および負相関がある。すなわち塩基度(V)が低下すれば (TFe) % は減少する。従つて実際作業上 (TFe) % を低下させるためには、鋼滓の塩基度コントロールをする必要があり、この具体策として精錬初期に造滓剤を添加して鋼滓

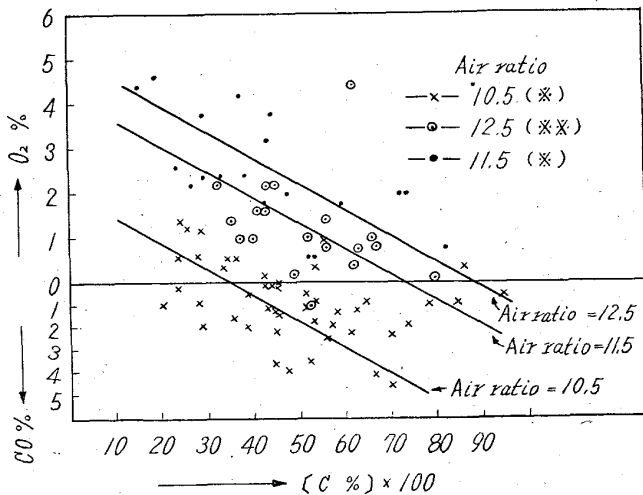


Fig. 1. Relation between [C] % and O₂, CO gas in exhaust during refining period.

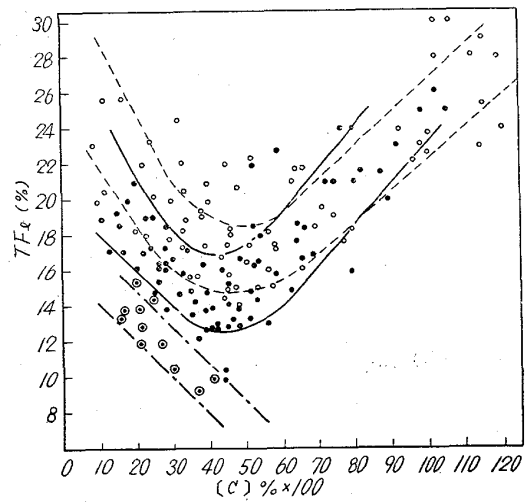


Fig. 2. Relation between (TFe) % in slag and [C] % during refining period.

中の (TFe) % を低減させると共に流動性の改善に努めた。なお同一塩基度の場合 [C] % が低下すれば (TFe) % は増加する。

2. 二次空気の空燃比 (air ratio) コントロール

二次空気中の酸素は燃料および発生する Co ガスの燃焼に使われ、過剰酸素は溶鋼中の [C] % と関係を持っている。その関係は Fig. 1 に示す通りである。すなわち、[C] % の低下に伴い排ガス中の O₂ % は増加し、空燃比 12.5 の場合 [C] = 0.40 % で排ガス中の O₂ は約 3 % に達する。この過剰酸素の (TFe) % に与える影響を Fig. 2 に示す。この図に示すごとく [C] < 0.40 % において特に過剰酸素の影響が明瞭に現われる。従つてこの時期に Fig. 3 に示す考えに基づき $\Delta(O)$ in slag / $\Delta C \geq 1$

となるように空燃比をコントロールすれば過剰酸素の影響を少なくして精錬を進めることができる。以上述べたように slag コントロール具体策として鋼滓の塩基度並びに空燃比コントロールを実施した結果、溶鋼中の [O] % を低下することができた。

V. 溶 製 結 果

1. 予備脱酸と地疵総長さ

上述の slag コントロールに基づき溶製を行ない、地疵におよぼす予備脱酸剤の効果について調査した結果を Fig. 4 に示す。予備脱酸剤として、鏡鉄、Fe-Al および Fe-Si を使用しそれぞれ地疵総長さについて比較したが、何れも良好な結果を示し、特に Fe-Si 法は他者に比してすぐれていることが判明した。鏡鉄法と Fe-Si 法の脱酸効果の差異は鋼滓中の (TFe) % の減少と [O]/(TFe) の値の減少とに現われており、前者に比し後者の方が減少がいちじるしい。

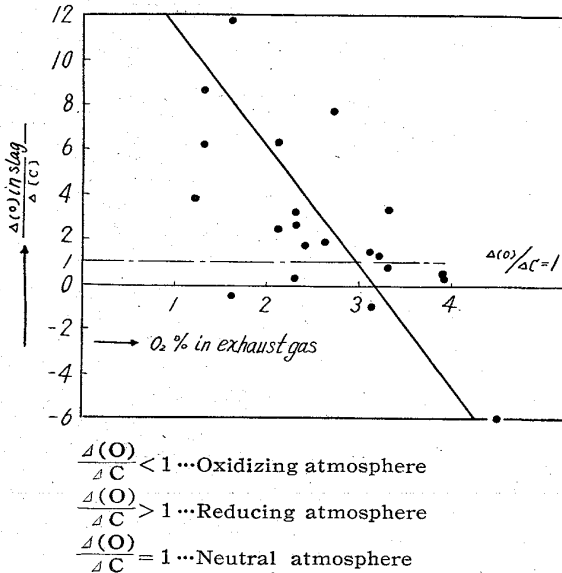


Fig. 3. Relation between $\Delta(O)$ in slag / ΔC and ΔC during refining period. (Level of significance 10%)

2. 注入方法と地疵総長さ

Fig. 4 に示した通り予備脱酸方法別に比較した場合何れの場合も上注法に比較して下注法が地疵総長さは少く、これは地疵個数の減少に基づくものである。

3. 圧延結果

鋼塊品質を内質欠陥の一つである地疵を特性値として述べたが、さらにこの鋼塊を実際の圧延成績と対応として見ると Fig. 4 に示す通り、鋼塊の地疵成績とほぼ一致した傾向で圧延成績は改善されており、これは地疵低減に伴う鋼塊品質の総合的な改善効果に基づくと考えられる。

VI. 結 び

管用低炭素キルド鋼の溶製具体策として、塩基度ならびに空燃比の二点より鋼滓中の酸化鉄含有量の管理を行ない、さらに予備脱酸および鑄込方法が鋼塊の地疵なら

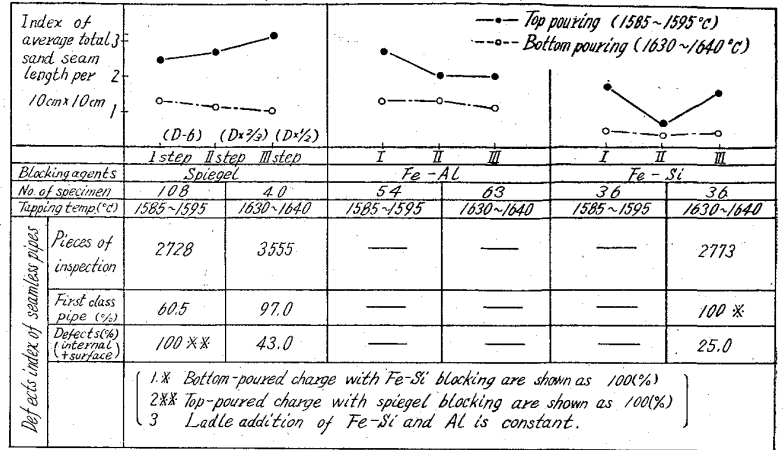


Fig. 4. Sand seam test in low-carbon steel (JIS G 0556).

びに実際の圧延結果と、どのような関係にあるか検討した。この結果、

1. slag コントロールにより (TFe) % は低下し、これに伴って [O] % が低下する事が判明した。
2. 地疵に与える予備脱酸剤の効果は鏡鉄、Fe-Al, Fe-Si 共に良好であるが Fe-Si がもつともすぐれている。
3. 鑄込方法と地疵総長さの間には関係があり、上注法より下注法の方がすぐれている。
4. 地疵低減に伴う鋼塊の総合的な品質向上により圧延結果は向上した。

(123) 地疵におよぼす造塊法の影響について

63123.

(低炭素キルド鋼の地疵に関する研究—II)
 日本鋼管川崎製鉄所, 製鋼部 516~518
 北村洋二・門間玄悟・〇撰待吉雄
 技術管理部 田中駿一

Effects of Pouring Practice on Sand Seam.

(Studies on sand seam in low-carbon killed steel—II)

Yōji KITAMURA, Gengo MOMMA,
 Yoshio SETTAI and SHUNICHI TANAKA.

I. 結 言

本報告 (I) において、地疵におよぼす精錬方式の影響について述べたが、(II) においては造塊方式、特に注入法の影響について述べる。注入法に関しては諸説^{1)~4)}があつて一定しないが、我々の調査では注入法により顕著な差を認めたのでその結果をここに報告する。

II. 調 査 方 法

1. 調査対象鋼種およびその製鋼条件
 本報告 (I) の Table 1 参照
2. 調査項目
 - 1) 注入法 (上注, 下注) の地疵におよぼす影響
 - a. 同一チャージ内比較
 - b. 大量観察による比較