

Heat No	Process	Composition of oxide inclusion (%)			
		SiO ₂	MnO	Cr ₂ O ₃	FeO·Al ₂ O ₃
12-3	As cast	41.7	44.0	9.0	5.4
	After hot rolling	5.8	30.0	60.2	4.1
	Hot rolling+1300°C·1hr WQ	6.5	29.0	60.9	3.6
12-5	As cast	48.6	37.0	6.7	7.8
	After hot rolling	16.7	28.1	47.3	7.9
	Hot rolling+1300°C·1hr WQ	43.2	38.0	11.6	7.2
12-7	As cast	44.8	39.8	5.3	9.9
	After hot rolling	48.2	36.9	7.4	7.8
	Hot rolling+1300°C·1hr WQ	42.2	39.5	10.9	7.8
16-7	As cast	46.3	38.1	5.1	10.5
	After hot rolling	45.2	39.7	5.0	9.1
	Hot rolling+1300°C·1hr WQ	42.6	40.7	9.4	7.8
8-7	As cast	59.1	24.0	5.8	10.6
	After hot rolling	64.1	16.9	7.8	11.2
	Hot rolling+1300°C·1hr WQ	45.4	31.5	14.5	9.6

Fig. 4. Influence of the various process and 1300°C heat treatment on the composition of oxide inclusion.

1 (e)), 组成的に戻った No. 12-5 では形態も球状非晶質の Mn-silicate である (Photo. 1 (j)). また加工中に Mn-chromite へ変らない介在物では当然, 1300°C に再加熱すると球状化して鑄込みのままの形態に戻っている (Photo. 1 (t), 1 (y)).

4. 結 言

18-8 ステンレス鋼中に存在する介在物は加工工程でその組成や形態が著しく変化し, この傾向は地金中の Si, Mn 量によつて影響される. また一旦組成や形態が変化した介在物は 1300°C で再加熱することによつて, 鑄込みのままの状態に再び戻る場合があり, これも地金中の Si, Mn 量に大きく左右される. したがって同じ 18-8 ステンレス鋼中の介在物でも地金中の Si, Mn 量や加工工程の段階が違えば介在物の種別が著しく異なることが明らかになった.

文 献

- 1) 田尻, 武井, 渡辺, 長野, 原口: 鉄と鋼, 52 (1966), p. 554

(107) 非金属介在物と鋼組成の関係
(18-8 ステンレス鋼中非金属介在物の研究—IV)

日本ステンレス, 直江津製造所

○高橋市朗・栄 豊幸・吉田 毅

Relation between the Nonmetallic Inclusion and the Composition of Steel

(Study on the nonmetallic inclusion in 18-8 stainless steel—IV)

Ichiro TAKAHASHI, Toyoyuki SAKAE and Takeshi YOSHIDA

1. 緒 言

第 3 報までに 18-8 ステンレス鋼中酸化物系非金属介在物 (以下介在物と称す) の鑄込みのままの状態, 加熱

および加工による影響などについて述べたが, 本報ではさらに 2, 3 の補足実験をおこない, 介在物の組成変化と地金中の Si, Mn 量との関係の詳細を明らかにした.

2. 実験方法

供試料の溶製, 試験片の採取, 測定の方法などは第 2 報に述べたそれとまったく同様である. ただ今回の供試料はこれまでの Si, Mn 量と多少異なつた成分を目標とした. Table 1 に供試料の化学組成を示す.

3. 実験結果および考察

3.1 加熱による介在物の変化

各加熱状態における介在物組成の変化を Fig. 1 に示す. No. 10-4 および No. 10-5 の介在物は鑄込みのまま Mn-silicate, 1100°C 加熱後で Mn-chromite であるが, 1100°C で一旦 chromite 化した介在物を 1300°C に再加熱すると No. 10-5 の場合には Mn-silicate に戻るが, No. 10-4 の場合には戻らない. Photo. 1 (a)~(f) にこれらの加熱状態における介在物の形態変化を示す. No. 8-3 の介在物は Fig. 1 から明らかなように全介在物量の 40% が Cr₂O₃ として定量され, 20% が SiO₂ として定量されている. また顕微鏡で観察しても球状の Mn-silicate と大きな角状の chromite が共存している (Photo. 1 (g)). かかる状態のものを 1100°C に加熱すると, 少量存在した Mn-silicate は見当たらなくなり, 恐らく Mn-chromite へ変換したと考えられるが, 1100°C+1300°C の熱処理を施こしても Mn-silicate は現われてこない. No. 16-2 の介在物は Photo. 1 (h) に示したように鑄込みのままですでに大きな chromite が圧倒的に多く生成しており, 加熱によつて組成も形態もまったく変化しない.

3.2 Mn-chromite について

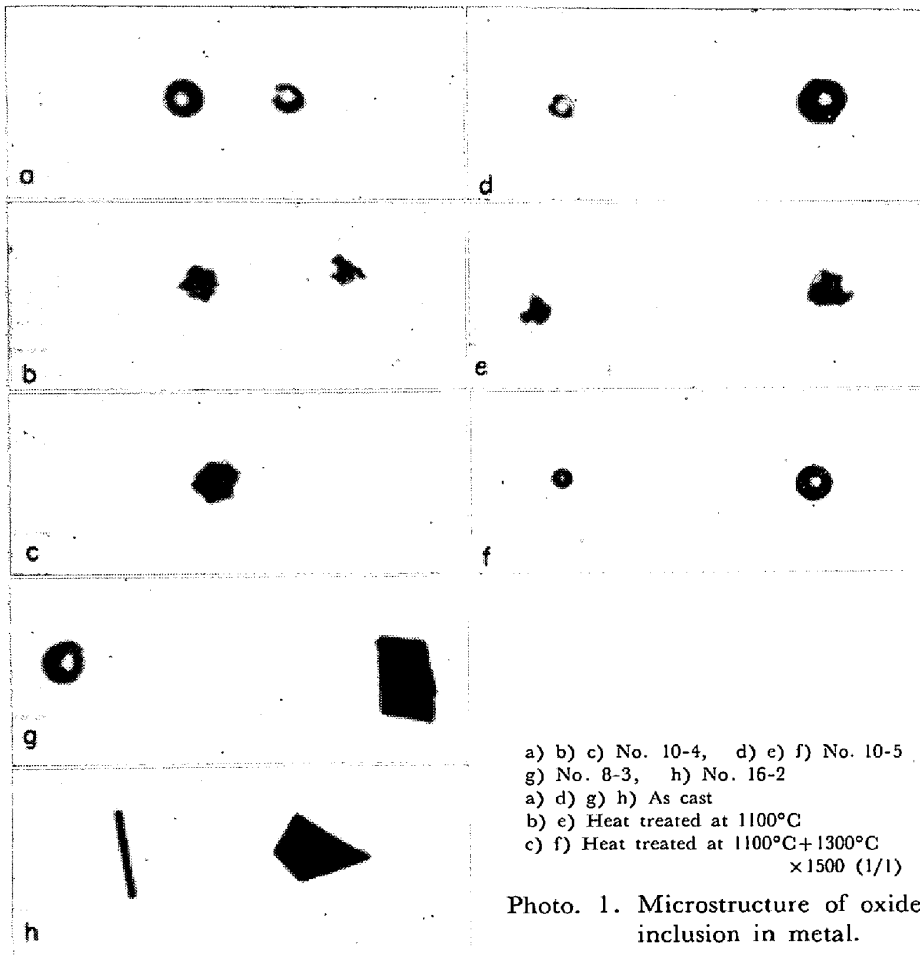
上記では No. 8-3 あるいは No. 16-2 で鑄込みのままにて生成せる大きな角状の介在物を chromite と記したが, この chromite と Mn-silicate から加熱によつて変じた Mn-chromite を比較した. Mn-chromite から変じた例として, No. 10-4 の 1100°C+1300°C (加熱後の介在物 (Photo. 1 (c))) と, 鑄込みのままの状態にて生成せる例として No. 16-2 の鑄込みのままの介在物 (Photo. 1 (h)) とをくらべると, 介在物組成から得られる MnO% のうち Mn-chromite となつている分は

Heat No	Process	Composition of oxide inclusion (%)			
		SiO ₂	MnO	Cr ₂ O ₃	FeO·Al ₂ O ₃
10-4	As cast	41.9	40.9	12.4	4.1
	1100°C x 1hr WQ	11.7	32.2	52.0	4.1
	1100°C x 1hr WQ + 1300°C x 1hr WQ	5.9	29.4	60.5	4.2
10-5	As cast	49.8	32.9	10.5	6.9
	1100°C x 1hr WQ	23.9	35.1	35.2	5.8
	1100°C x 1hr WQ + 1300°C x 1hr WQ	44.0	34.5	15.2	6.4
8-3	As cast	21.5	30.1	42.3	6.3
	1100°C x 1hr WQ	9.4	27.5	57.2	5.8
	1100°C x 1hr WQ + 1300°C x 1hr WQ	7.2	27.1	61.1	5.7
16-2	As cast	6.3	29.9	58.3	5.5
	1100°C x 1hr WQ	4.4	27.3	61.5	5.8
	1100°C x 1hr WQ + 1300°C x 1hr WQ	5.0	28.1	62.1	4.8

Fig. 1. Influence of the various heat treatment on the composition of oxide inclusion.

Table 1. Chemical composition of samples. (%)

Heat No.	Aim of Si and Mn		Chemical composition						
	Si	Mn	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni
10-4	0.4	1.0	0.007	0.36	1.05	0.004	0.007	18.17	8.07
10-5	0.5	1.0	0.006	0.52	0.95	0.004	0.007	18.42	8.16
8-3	0.3	0.8	0.007	0.31	0.85	0.004	0.009	18.13	8.07
16-2	0.2	1.6	0.010	0.23	1.60	0.003	0.009	18.29	8.11



a) b) c) No. 10-4, d) e) f) No. 10-5
g) No. 8-3, h) No. 16-2
a) d) g) h) As cast
b) e) Heat treated at 1100°C
c) f) Heat treated at 1100°C+1300°C
×1500 (1/1)

Photo. 1. Microstructure of oxide inclusion in metal.

第2報の結果から推定して約 $0.8 \times \text{SiO}_2\%$ を引いた値であるので、これと $\text{Cr}_2\text{O}_3\%$ の比が、

No. 10-4 (1100°C+1300°C) では $\text{MnO}\%/\text{Cr}_2\text{O}_3\% = 24.9/60.5$

No. 16-2 (鑄込みのまま) では $\text{MnO}\%/\text{Cr}_2\text{O}_3/24.4/58.3$ となり、どちらもモル比に換算すると $\text{MnO}(\text{mol})/\text{Cr}_2\text{O}_3(\text{mol})=1$ である。またどちらも Fig. 2 に示したX線回折結果からスピネル型の結晶構造が確認される。したがって、18-8 ステンレス鋼のように高 Mn の場合には、Mn-silicate として生成し、その後の加熱によつて生じた chromite も、鑄込みのままの状態ですでに生成せる chromite もともにスピネル型の $\text{MnO}\cdot\text{Cr}_2\text{O}_3$ であるといつてほぼ間違いないと考えられる。

3.3 介在物組成の変化と地金中の Si, Mn 量の関係

本報に示した4試料の結果と第2報, 第3報の結果を含めて18試料につき、地金中の Si, Mn 量と介在物組成の関係をまとめると Fig. 3 に示したようになり、同図中で変換の境界を示せばおよそ実

線にて示したごとくである。しかし、Mn-silicate→Mn-chromite, Mn-chromite→Mn-silicate なる変換は必ずしも100% 完全に行なわれるのではないので、1100°C 加熱あるいは 1100°C+1300°C 加熱の場合に、全介在物量の35% 以上が Cr_2O_3 として定量されたとき、すなわち $\text{MnO}\cdot\text{Cr}_2\text{O}_3$ として計算すると全介在物量の50% 以上になるときを Mn-chromite が主体であるとして Fig. 3 を作図した。かかる基準を設けたため鑄込みのままに比べて Cr_2O_3 は増加しているが、35% に到らない場合、すなわち $\text{MnO}\cdot\text{Cr}_2\text{O}_3$ として50% 以下の場合には中間的な変化として Fig. 3 では△印にて標示した。また同図中で Si=0.8%, Mn=0.8% の場合には、第2報, 第3報にも述べたように SiO_2 rich な Mn-silicate が想定されるし、Si<0.3% の場合には鑄込みのままですでに Mn-chromite が多量に生成している。しかし、このような特例は通常の18-8 ステンレス鋼 (Si: 0.4~0.8%, Mn: 1.0~1.6%) ではあまり考

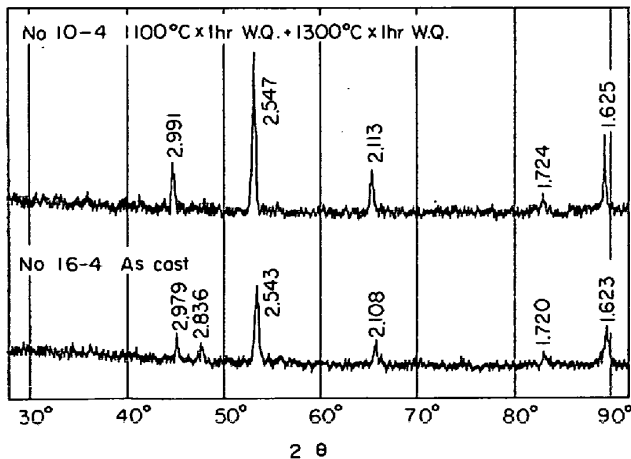


Fig. 2. X-ray diffraction pattern of residue obtained by bromine methanol extraction method.

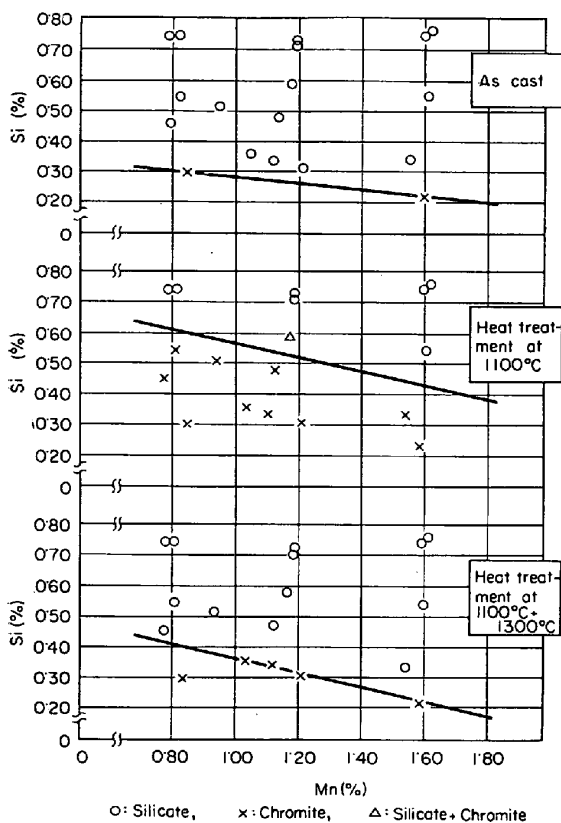


Fig. 3. Influence of Si and Mn content on the type of oxide inclusion in 18-8 stainless steel.

えられず、一般には 18-8 ステンレス鋼中の介在物は鉄込みのままで Mn-silicate, 1100°C 加熱で Mn-chromite または Mn-silicate, 1300°C 加熱では Mn-silicate であるといえよう。

4. 結 言

18-8 ステンレス鋼を Si, Mn で脱酸し、主として凝固時に晶出する介在物について、加熱による組成変化を調べた結果、地金中の Si, Mn 量が介在物の組成変化に大きな影響をおよぼすことがわかり、地金中の Si, Mn 量と介在物組成の関係を明らかにすることができた。

(110) キルド鋼の内部欠陥および表面欠陥改善に対する 2,3 の考察

富士製鉄, 室蘭製鉄所

都築誠毅・工博 恵藤文二・○畠山卓三

Some Consideration on Improvement of Internal and Surface Defects of Killed Steel

Seiki TSUZUKI, Dr. Bunji ETO and Takuzo HATAKEYAMA

1. 結 言

キルド鋼の造塊についてはわれわれは鋼塊の表面状況の改善および内質の向上を目標として今まで種々の調査検討を加えてきており最近ほぼ満足すべき結果が得られたので報告する。注入温度と鋼塊の割れおよび鋼材の清

浄度については従来から顕著な相関関係のあることが報告されており注入温度の現場的な管理は造塊上重要な要因である。また割れについては注入温度とともに注入速度も問題になるが実際の作業上管理の範囲に限られる。したがってまず上記の問題の定量的な検討を行なった。つぎに鋼塊の表面品質を改善するため酸化防止剤を使用してその効果の検討を行なった。

2. 調査方法

キルド鋼の造塊技術を向上させるために次の項目について調査検討を行なった。なお調査はすべて平炉工場内の 50 t 小型転炉出鋼の溶鋼を下注造塊したものを対象にして行なった。

2.1 注入温度と割れについて

注入温度を変化させて分塊鋼片に発生する割れを分塊割れ評点として測定した。ただしこの評点方法は分塊ロールの側面から鋼片の四面に発生する割れを観察して大きさにより大 2 点, 小 1 点, とし鋼塊 1 本あたりに発生した分塊割れの総数を分塊割れ評点とした。

2.2 注入温度と清浄度地キズ成績について

注入温度を変化させて鋼材の清浄度地キズ成績を調査した。調査方法は JIS 法によった。

2.3 酸化防止剤の効果について

造塊中に粉状の酸化防止剤を使用し冷塊および鋼片を観察してその効果の検討を行なった。

3. 調査結果および考察

3.1 注入温度と割れについて

鋼塊の割れもしくはそれに起因して発生する分塊鋼片の割れについては従来から種々調査検討されてきた結果これらの割れにおよぼす要因として注入方法, 鋼種, 注入温度, 注入速度, 鑄型形状などが考えられている。注入温度と割れ(分塊鋼片の割れ評点で表示)との関係については, Fig. 1 に示したごとくで高温注入が割れ発生の原因の 1 つになるものと考えられる。ただし調査は S45C クラスの下注キルド鋼で行なった。この割れの発生率が急激に上昇する出鋼温度の上限は工場の条件によつて異なるがわれわれの工場では 1640°C 程度であろうと考えられる。

注入温度は一方鋼材の清浄度や地キズ成績など, その内質にも大きい影響をおよぼすものと考えられるので, 割れの減少対策のみから出鋼温度を検討することはできない。

3.2 注入温度と清浄度地キズ成績について

鋼材の清浄度ないしは地キズ成績についてはその影響をおよぼす要因が沢山あつてこれといつた決め手はまだ見い出されてないようであり, 精錬, 脱酸, 造塊と製鋼過程全体の中で非金属介在物の溶鋼中での挙動を考えてみる必要がある。今回われわれは 3.1 の“注入温度と割れについて”と関連して現場的に“注入温度と清浄度ならびに地キズ成績について”調査検討を行なった。

Fig. 2 に S45C クラスのキルド鋼を対象にした注入温度と清浄度についての調査結果を示す。Fig. 2 から明らかなように注入温度が鋼材の清浄度に大きい影響をおよぼすものと考えられ, 低温注入が清浄度を害する要因になつているものと思われる。つまり Fig. 2 で低温注