

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・〇畠山卓三

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

Table 1. Relation between teeming temperature and macro-streak flow.

Teeming temperature	Number of charges	Number of samples	Frequency of streaks	Length of max. streaks
High teeming temp.	60	120	8.3%	5~12 (mm)
Low teeming temp.	12	24	15.4%	10~40 (mm)

Table 2. Composition of test powder.

Element	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	CaO	MgO	Ignition loss	Total carbon
Percent	52.00	17.80	1.71	4.28	2.22	10.35	7.10

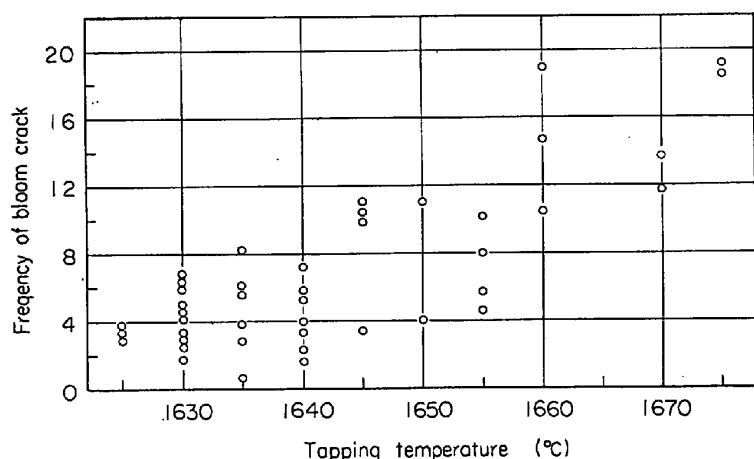


Fig. 1. Relation between tapping temperature and bloom crack.

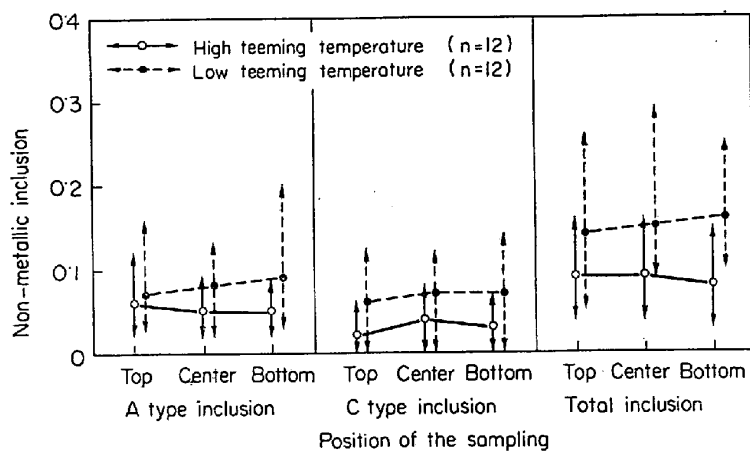


Fig. 2. Relation between tapping temperature and nonmetallic inclusion.

入ヒートにおいてA型介在物C型介在物, したがって介在物合計がいずれも高温注入ヒートよりも多くなっており, またバラツキも大きくなっている. なお鋼塊部位別のどの部位の清浄度が特に悪いという顕著な傾向は見られなかった. ただしここでいう低温注入ヒートは現在の出鋼温度目標以下で出鋼したヒート, 高温注入ヒートは目標温度およびそれ以上の温度で出鋼したヒートである. 次に Table 1 に S45C クラスのキルド鋼を対象にした注入温度と地キズ成績についての調査結果を示す. 表の低温注入ヒート, 高温注入ヒートは, 注入温度

と清浄度の関係についての調査の場合と同様の分け方をした. Table 1 に明らかなごとく注入温度が鋼材の地疵成績に大きい影響をおよぼすものと考えられ, 高温注入が地キズ成績を向上させる一つの要因になるものと考えられる.

以上注入温度と清浄度地キズ成績についての調査から清浄度や地キズ成績など鋼材の内質を向上させるためには高温注入が非常にいい結果をもたらすことが確められた.

### 3.3 酸化防止剤の効果について

3.1 および 3.2 の調査結果から注入温度は鋼材の割れと鋼材の内質に逆の効果をおよぼすことが確認された. つまり高温注入することによって清浄度, 地キズなど鋼材の内質が大いに改善される反面, 鋼塊に割れの発生する確率が増大し, したがってそれに起因する分塊割れの発生する割合も増加する. われわれはキルド鋼造塊の方向として内質に重点をおき, 割れなど鋼塊の表面品質の改善には注入速度の十分な管理や, つぎに述べる錆肌改善用の酸化防止剤の採用などで解決するという出鋼温度基準を決めた. なお, この出鋼温度基準を定める時には, 当造塊工場における出鋼時から注入時に至るまでの溶鋼の温度降下量をも測定して参考にした. 次に錆肌改善用粉状酸化防止剤の効果について調査した結果を述べる.

#### 3.3.1 酸化防止剤の組成

使用した酸化防止剤の組成を Table 2 に示す.

#### 3.3.2 酸化防止剤の使用法および使用状況

粉状酸化防止剤を入れた紙袋を鑄型上部から針金で定盤より約 400 mm の位置に吊つておく. そして造塊時に溶鋼が鑄型内を上昇する間に紙袋が破れ酸化防止剤は溶鋼表面を覆うことになる.

それによつて造塊中の溶鋼は外気と遮断され, その空気酸化が防止される一方, 溶鋼表面は保温されて造塊中に酸化被膜が形成されるのが防止される. なお試験は S45C クラスの下注キルド鋼を対象にして行ない,

Table 3. Frequency of ingot crack.

Period	Number of heats	Number of ingots	Number of cracks	Crack percent
I	40	480	48	10.0%
II	40	480	3	0.6%

Table 4. Frequency of bloom crack.

Period	Number of blooms (%)	A class (very good) (%)	B class (good)					C class (no good)				
			Crack (%)	Scab (%)	Brick inclusion (%)	Others (%)	Total (%)	Crack (%)	Scab (%)	Brick inclusion (%)	Others (%)	Total (%)
I	716 (100)	296 (41.3)	285 (39.8)	49 (6.9)	57 (8.0)	17 (2.3)	408 (57.0)	4 (0.6)	1 (0.1)	0 (0)	7 (1.0)	12 (1.7)
II	701 (100)	504 (71.9)	143 (20.2)	27 (3.9)	18 (2.6)	5 (0.7)	193 (27.5)	2 (0.3)	2 (0.3)	0 (0)	0 (0)	4 (0.6)

酸化防止剤の使用量は鋼塊 t 当り 1.5 kg とした。

### 3.3.3 酸化防止剤の使用効果

造塊中に酸化防止剤を使用した結果つぎのような効果が認められた。

(1) 鋼塊表面状況については冷鋼塊を観察の結果表面層スカムが減少し、レンガのかみこみもなくなつて錆肌は非常に美麗になつた。また鋼材のスクーフィング後においても以前みられたスキンホールは全然なくなりレンガキズもなくなつた。

(2) 鋼塊の割れについては Table 3 に示したごとく酸化防止剤の使用によつて割れ発生率は減少している。これは造塊中に酸化被膜の形成されるのが防止され、溶鋼の湯上がりかスムースに行なわれることによつて鋼塊の表面に無理な力がかからなくなるためであると思われる。なお Table 3 における期間 I, II はそれぞれ酸化防止剤を使用し始める前後の時期を示す。

(3) 鋼塊の割れに起因して鋼片に発生すると考えられる分塊割れについての調査結果を Table 4 に示す。これには酸化防止剤を使用しはじめる前後の時期における鋼片に発生するワレ、ヘゲ、レンガキズなどの発生率で表示した。期間 I, II はそれぞれ酸化防止剤を使用し始める前後の時期を示す。鋼片のキズは大半が鋼塊の割れに起因して発生すると考えられるワレキズであり、Table 4 から酸化防止剤の使用効果は明らかに認められる。

以上錆肌改善用酸化防止剤の効果について述べたが、これを使用することによつて鋼塊錆肌は非常に美麗になり、鋼塊の割れ発生率も減少せしめ得る確証を得た。なおさらに造塊中の溶鋼を外気と遮断して溶鋼の空気酸化を防止できることから鋼材の清浄度など非金属介在物量の減少も期待されたが、この点に関しては顕著な効果は認められなかつた。

## 4. 結 言

以上当工場におけるキルド鋼の造塊について鋼塊の表面品質および内質の向上を目標に注入温度と割れおよび清浄度の関係、酸化防止剤の効果などについて調査検討を加えてきた。その結果をもとにして、高温注入のもとで粉状酸化防止剤を採用した結果、表面品質ならびに内質ともにより良好なキルド鋼塊を造塊できるようになつた。

## (111) 超音波による鋼板ラミネーションの追跡

富士製鉄, 中央研究所

○磯野英二・上野 立・満尾利晴

### Tracing of Defects in Steel Plates by Ultrasonic Method

Eiji ISONO, Tatsuru UENO and Toshiharu MITSUO

## 1. 緒 言

ここ数年来の鋼材製品に対して要求される品質の高級化と、これに対する鋼材メーカーの対策としての品質管理は、非破壊検査の採用なしには達成できない段階にあるといえる。

品質管理上、不良品はできる限り初期の段階で生産の流れから除去することが原則であるが、技術的に困難な場合があり、これもそれぞれの現場の特殊事情があるなどして一概には論じられない。

しかしながら鋼板において現在、ラミネーションとして取上げられている欠陥が、スラブ、さらにさかのぼつてインゴットの連続の圧延行程のなかで、どのような過程をたどつて変化しているかの情報をつかんでおくことは製鋼、造塊上にも有益なデータを与えると考えられるので、内部欠陥検出法として現在最も有利な超音波探傷法により追跡してみることとした。

## 2. 試験方法および試料

インゴットから製品に至る連続の超音波探傷の報告は 1 例のみみられるのみであるが、これも欠陥の状況、超音波手法の細部については不明である。一方鋼板のラミネーションと呼ばれているものの定義も明確でないが、ここでは現在鋼板のユーザーが問題としているもの、すなわち主として切断端面の染色浸透探傷、あるいは磁粉探傷によりインデケーションとして認められ、クレームの対象となる程度のもの<sup>2)</sup>と定義しておく。

欠陥追跡の方法としては、人工欠陥あるいは自然欠陥のある特定の欠陥に着目して、1対1の対応を見る方法があり、これらについてはすでに検討してあるので、今回は Fig. 1 に示したように、区画されたマス中の欠陥が、インゴット→スラブ→プレートの過程で、それぞれどうなるかの大体の対応を調べる方法をとることとした。これによりインゴット、スラブそれぞれの段階での超音波欠陥分布図を求めることができ、造塊、凝固の状況も推測できると考えた。

また本実験は相当大規模になるので、試験をグループ