

波探傷で検出されたスラブの欠陥は必ずしも定盤からの原因でないことを示す。さらにスラブで検出された欠陥は、厚板成品になった場合ほとんどが消滅し、成品として合格するものが多い。したがって、黒鉛モルタルからの介在物の混入は、必ずしも直接成品の欠陥にならないが、成品に多量に混入することは、今後さらに慎重な検討を要すると思われる。

4. 結 言

最近多く使用されている造塊用黒鉛定盤の非金属介在物の発生に対する影響を調べるために、黒鉛定盤および補修用モルタルに RI を混入せしめ、鋼中の放射能の分布および超音波探傷結果とを比較した結果、

- 1) 黒鉛定盤から鋼塊への混入は、鋼塊の底部だけに検出され、分塊層と共に切落される。
- 2) 黒鉛定盤の補修用モルタルの鋼塊への混入は、スラブの全面に拡がって分布し、鋼の材質に影響をおよぼすと考えられる。

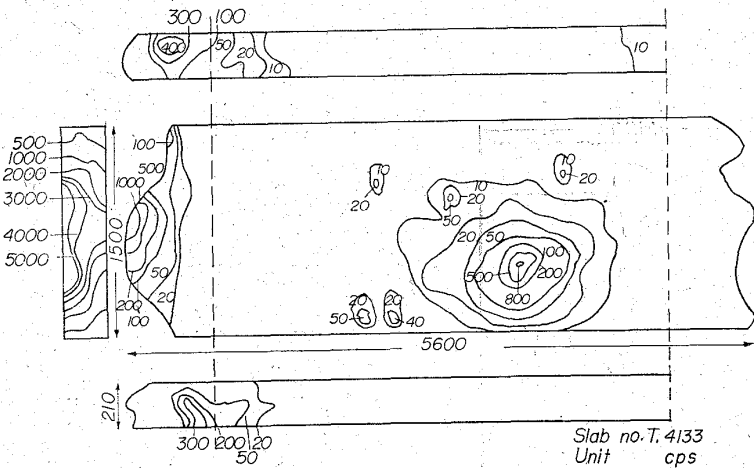


Fig. 4. Distribution of ¹⁴⁰Ba on slab surface.

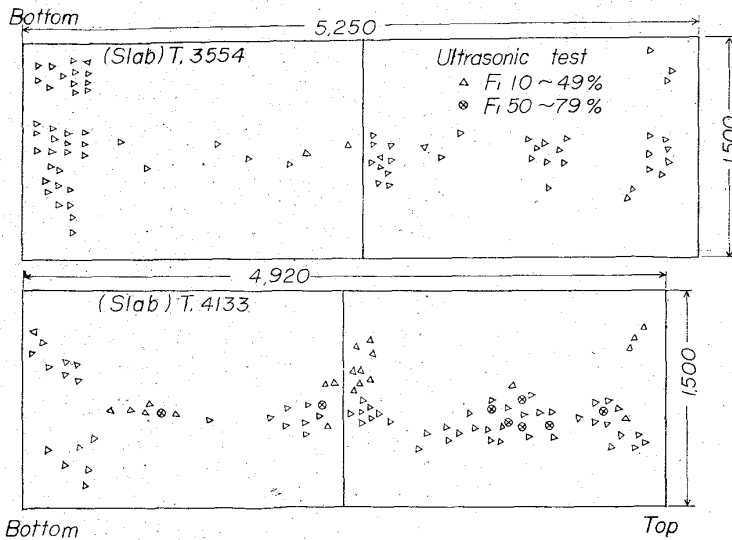


Fig. 5. Results of ultrasonic test. (slab)

- 3) 補修用モルタルによる鋼塊への混入の分布は、超音波欠陥検査による欠陥と必ずしも一致していない。

文 献

1.) G. H. PRÖPSTL: Stahl u. Eisen, 80 (1960)13,

p. 863

- 2) 住金・和歌山, 第22回造塊用耐火物専門委員会提出資料

(103) Alキルド極軟鋼板のスリーパー疵について

富士製鉄, 室蘭製鉄所

森永 孝三・工博 佐藤 進
広本 健・○伊藤 秀雄

On Slivers in Aluminum Killed Low Carbon Steel Sheet.

Kôzô MORINAGA, Dr. Susumu SATÔ,
Takeshi HIROMOTO and Hideo ITÔ.

1. 緒 言

Al キルド極軟鋼板は深絞り用に向けられるもので、C 0.04% 程度、Si 0.01% 以下の組成の溶鋼に Al を投入し、sol. Al が 0.03~0.05% 残るようは脱酸を行なうのが特徴である。この鋼種に特有で最も重大な問題になる表面疵はスリーパー疵と呼ばれるものである。スリーパー疵には2種類のものが見られ、その外観をおのおの Photo. 1 (a), (b) に示した。Type A はへげ状スリーパー、Type B はホワイトラインと呼ばれることもあり、特に Type B は全く原因の異なつた線状スケールなどの表面疵と区別がむづかしく、混同されやすい。

著者らはこのスリーパー疵について種々の調査を行なつてきたが、その結果、以下に述べるように、この表面疵の発生原因が明らかになり、この減少対策についても 2, 3 の知識が得られた。

2. スリーパー疵の発生原因

2.1 スリーパー疵の鋼塊位置別分布

スリーパー疵の発生状況は非常に変動しやすいものであるが、スリーパー疵の発生率が比較的多い時期に、冷延工場のシャーラインで、鋼塊位置別にスリーパー疵の発生率を調査した結果を Fig. 1 (a), (b) に示す、(a) は Type A の分布を、(b) は Type B の分布を示す。これによると、前者は鋼塊位置別に明らかな差はないが、多少頭部側で高いようであり、後者は明白に頭部側で多く発生している。

この調査結果から、この表面疵の原因が浮上残存型の非金属介在物によるものではないかと推定されるが、この点をさらに検討するため、最初に疵部の顕微鏡による調査を実施した。

2.2 疵部顕微鏡観察結果

熱延板スリーパー疵存在個所を圧延方向と直角な線に沿つて切断し、断面を光学顕微鏡で観察したところ、疵部の表面近くに群落状に分散した小粒子の非金属介在物

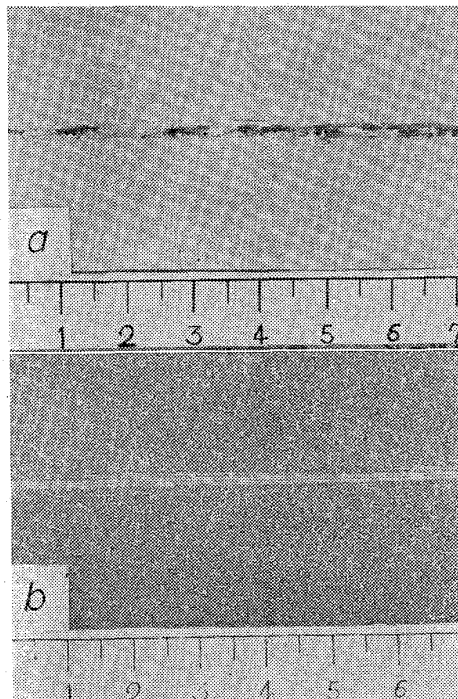
が認められた Type A と Type B を比較すると、Type A のほうが重欠陥と考えられ、介在物量が多く、表面に近い場合に発生する傾向が見られた。Type B の疵部には介在物が認められないこともあるが、これは既述のように、Type B が線状スケールなどと区別が困難なことがあるため、原因が同じでない疵が混つたためと考えられる。

2.3 非金属介在物同定結果

熱延板で見られた介在物を電子線回折により調査した結果、 α - Al_2O_3 と Al-Silicate および一部に Hercynite ($FeO \cdot Al_2O_3$) の存在が確認された。

さらに各成分の定量的な関係を求めるため、ヨウ素メタノール法による化学分析を行なった。熱延板での 2, 3 の調査のあと、スラブでも全く同様の介在物が見出されたので、化学分析は精度の良いスラブの試料を中心に行なった。分析結果を Table 1 に示す。比較のために、凝固条件の点で同一と考えられる健全部試料とスラブの表面に捲込んでいたスカムの分析値もあげた。

Table 1 によると疵部の Al_2O_3 分析値は健全部に比



a) Type A
b) Type B

Photo. 1. Appearance of slivers.

較して明らかに高い。ヨウ素メタノール法による分析は周知のように全介在物についての値を求めるもので、群落状の介在物のみの組成は疵部と健全部の差をとつてみればよい。この介在物は Al_2O_3 を主成分とし、若干の MnO を含んだものと考えてよいことがわかる。

ヨウ素メタノール法による調査の結果、スリーパー疵の直下に見られる非金属介在物は Al_2O_3 に富んだものであることが確認された。

また、疵部の Al_2O_3/SiO_2 比がスカムの比 Al_2O_3/SiO_2 に近いことが注目される。

2.4 スリーパー疵の発生と介在物の関係

スリーパー疵の発生と介在物の分布状況の関係を確認するため、以下に述べるような実験を行なった。

板表面下 0.15mm の深さに群落介在物がある熱延板(板厚 2.5mm)の表面を研磨し、介在物の存在位置を板表面下 0.05mm の深さに変えた試料を 1mm まで冷間圧延した。結果として、へげ状の疵は発生しなかったが、介在物の群落に沿って Type B に類似した縞状欠陥が発生し、介在物存在個所の伸び率が健全部に比較して悪いようである。

このような可塑性の悪化が表面欠陥発生の原因になると考えられ、したがって Al_2O_3 系群落介在物がかりに板表面に現われていなくとも、比較的浅い場所に多量に存在していればスリーパー疵を発生させることが推定された。

2.5 Al_2O_3 系群落介在物の形態

熱延板、スラブおよび鋼塊において見られる Al_2O_3 系群落介在物の形態をおのおの Photo. 2 (a), (b), (c)

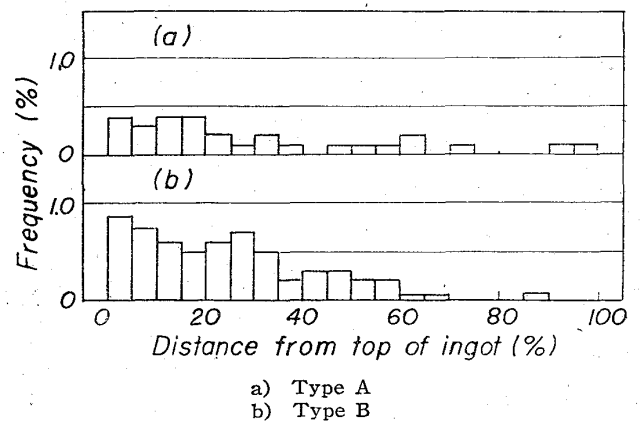
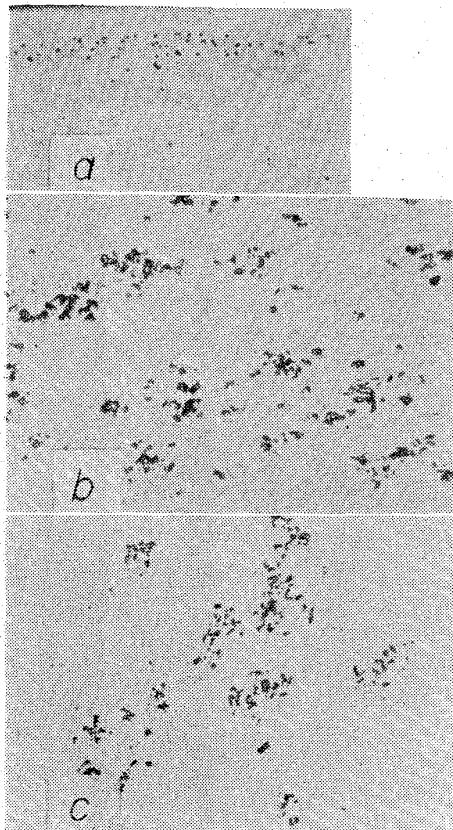


Fig. 1. Distribution of slivers by the inspection in cold rolled sheets.

Table 1. Chemical composition of specimens from a slab.

No.		Chemical composition (%)			Ratio Al_2O_3/SiO_2
		Al_2O_3	SiO_2	MnO	
I	Specimens with grouping-inclusions	0.136	0.019	0.066	7.2
		0.232	0.026	0.159	8.9
II	Sound specimen	0.028	0.011	tr.	2.5
III	Scum	37.9	4.8	7.0	7.9



a) in strip ($\times 100$)
 b) in slab ($\times 200$)
 c) in ingot ($\times 200$) (5/7)

Photo. 2. Alumina grouping-inclusions.

に示す。なお、冷延板でも熱延板と同様な群落が見られる。

Al_2O_3 系群落介在物の構成粒子は一般に 3μ から 10μ 程度の微小な介在物であるが、各工程における群落介在物の形態を比較検討してみると、スリーパー疵の原因になる群落介在物は圧延中に壊されて圧延方向に分散することきものではなく、すでに鋼塊の段階で小粒子の群落として存在し、これが圧延による母材の伸びにしたがつて、圧延方向に分散するものである。このさい群落介在物の存在個所の可塑性が悪化しているため、表面疵を発生するのであろう。この可塑性の悪化による表面疵の発生は圧延条件の現場的な範囲内での変更では全く防止できないもので、凝固完了以前に何らかの対策をとらなければならない。この観点から、 Al_2O_3 系介在物の挙動を検討した。

3. Al_2O_3 系介在物の挙動

Al_2O_3 系介在物の挙動については、実用鋼塊内の群落介在物の分布についての調査結果に基づいて、どのように考えれば、上記の結果を説明できるかという立場から、すでに2, 3の報告を提出した¹⁾²⁾³⁾その結論は次のようなものである。

- 1) Al_2O_3 系群落介在物を形成する Al_2O_3 粒子は凝固開始以前に溶鋼中に異相として存在していなければならない。
- 2) Al_2O_3 粒子は従来考えられているよりも早い速度で鋼塊頭部に移動する。この現象をたとえば Stokes の

法則などで説明することには無理があり、溶鋼の攪拌の影響が大きいと考えられる。

3) Al_2O_3 粒子がなぜ鋼塊側部で群落介在物を形成するかという問題は凝固の進行状況と密接な関係を持ち、最初溶鋼中に分散して動いている Al_2O_3 粒子が凝固の進行が局部的に遅れた個所に運ばれ、集積して、凝固相に捉えられるのであろう。

なお、本報告で群落介在物に原因するスリーパー疵が鋼塊頭部側で多いことおよび疵部の分析値とスカムの分析値の Al_2O_3/SiO_2 比がほぼ等しいことを述べたが、これらの結果は上記の推定と矛盾しない。

4. スリーパー疵の減少対策

R. J. WALTER⁴⁾はこの鋼種の出鋼温度について、リムド鋼よりも高めにすることを勧めている。これは高温出鋼によつて Al_2O_3 粒子の浮上分離する機会が多く与えられるという考え方に基づいているが、前章で述べた Al_2O_3 系介在物の挙動からも、溶鋼流動性の増大や溶鋼保持時間の延長などによる有利性が予想される。

この点を検討するため2, 3の試験溶解について高温出鋼を行なつた。しかし、この結果スラブ表面欠陥が著しく増加し、スリーパー疵も減少しなかつた。スラブ表面欠陥は鋼塊の異常組織に原因するもので、高温出鋼は鋼塊凝固の不均一をもたらすと考えられ、鋼塊側部で、 Al_2O_3 粒子が集積し、群落介在物を形成する機会が多くなるのであろう。したがつて、高温出鋼は不適當であることが認められる。

現在、精錬期での高 Mn 精錬や造塊時のスプラッシュの防止対策を実施している。高 Mn 精錬は出鋼前[Mn]を可能なかぎり高く保つというもので、スリーパー疵の減少に対する直接の効果よりも、sol. Al 歩留りの安定などに関与すると考えている。スプラッシュ防止対策は鋼塊表面性状を良く保つことあるいは Al_2O_3 粒子が注入途中に凝固前面の方向に移動するのを幾分でも防止しようという目的でとられている。

5. 結 言

Al キルド極軟鋼板のスリーパー疵の原因が Al_2O_3 系群落介在物であることを明らかにし、 Al_2O_3 粒子の挙動を検討するとともにスリーパーの防止のための2, 3対策についても言及した。

文 献

- 1) 室蘭製鉄所: 学振19委, 7431 (1964), 2
- 2) 佐藤, 伊藤, 他: 鉄と鋼, 50 (1964) 3, p. 475
- 3) 佐藤, 伊藤, 他: 富士製鉄技報, 13 (1964) 4, p. 615
- 4) R. J. WALTER: Proc. O. H. Conf., 36(1953), p. 88