

主眼をおき、レンガの材質の面の改良とともに形状を含めた使用面での改善も加え、早急に塩基性炉蓋の実用化を図りたいと考える。

669.14.018.24:669.15'26-194:620.19.2.45  
 =669.046.558  
 =669.71  
**(39) 高炭素クロム軸受鋼の地疵におよぼすアルミニウム使用量の影響**

(軸受鋼々材に発生する地疵の研究—I)

愛知製鋼研究部 西川 政 一  
 " 小田 昭 午  
 " 久利 登 一

**Effects of Added Aluminum on the Sand Marks of High-C Cr Bearing Steel.**

(Studies on the sand marks of rolled bearing steel—I)

Masakazu NISHIKAWA, Shyōgo ODA  
 and Norikazu KURI.

**I. 緒 言**

軸受鋼鋼材に発生する地疵についてはすでに多数の研究および調査が行なわれており、その原因として脱酸生成物、耐火物の溶損および空気酸化の三つの主要原因が考えられている。当社においても、脱酸生成物に主原因があると推定されるにいたつたので脱酸法、特に Al 使用量の影響について実験を行なつた。

**II. 実験要領**

1. 鋼種: 高 C Cr, 軸受鋼 (SUJ 2)
2. 溶解: 研究用 1 t 塩基性電気炉を使用し, Al を還元初期に 1 kg/t, 出鋼前および出鋼流中に 0.3~0.5 kg/t 添加したものと 4 チャージと別に比較として Al を出鋼流中に 0.2 kg/t のみ添加したものと 1 チャージ, 計 5 チャージ溶解した。
3. 造塊: 250 kg 鋼塊を上注法にて造塊し, 1 本の鋼塊を鑄込んだ後次の鋼塊を鑄込むまで 3 分間保持した。
4. 圧延: 34mm φ に熱間圧延を行なつた。
5. 試験

i) O および sol. Al 含有量: 造塊過程における O および sol. Al 量の変化を調査した。

ii) 鋼塊: 鑄込 3 本目の鋼塊をソーキング後縦割し, 縦方向および横方向から各 3 点試料を採取し巨大介在物の形態, 介在物分析, 酸素分析を行なつた。

iii) 地疵: 鑄込順 1 本目, 2 本目, 4 本目, 5 本目の鋼塊を 34mm φ に圧延し, Top 2000 mm 切捨て後に 650mm 間隔に 250mm の試料を採取した。各試料は一段削り (33mm φ × 210mm) により疵見を行なつた。

**III. 実験結果および考察**

1. 造塊過程における O および sol. Al 量の変化。

造塊過程における sol. Al および O 含有量の変化を Fig. 1 に示す。sol. Al 量は取鍋下試料の, O 量は圧延材の分析値である。

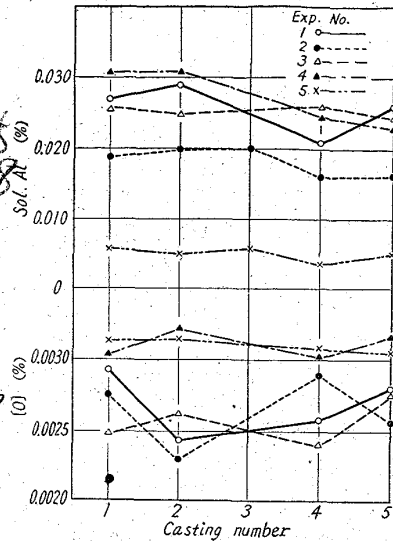


Fig. 1. Variation of sol. Al contents (%) and oxygen contents (%) in ingots.

Sol. Al 含有量の高い場合には造塊過程で減少しており, O 分析値は造塊過程において低下していない。溶鋼中の sol. Al 含有量の低下を考えると脱酸生成物の浮上は連続的に起つているが逆に取鍋煉瓦およびスラグから連続的に O が供給されていることがうかがえる。

**2. 鋼 塊**

i) 巨大介在物: 鋼塊に存在する巨大な介在物の一例を Photo. 1 a1, b1, c1 に, またこれが加工によつて変形した状態を Photo. 1 a2, b2, c2 に示す。これらの介在物は鋼塊 top 部および mid. 部の中心部に存在する介在物で直径 25 μ~50 μ 程度であり, 介在物の中央部は FeO, MnO および SiO<sub>2</sub> に富むと思われる相であるが, 外周部は Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> に富んだ結晶型介在物の群からなつている。これは一旦生成した FeO, MnO および SiO<sub>2</sub> に富んだ介在物が周囲から Al によつて還元されて来たもので Photo. 1 a1 はその初期段階, Photo. 1 b1 はその中間段階, Photo. 1 c1 の介在物はほぼ完全な結晶型の介在物の群である。

ii) 鋼塊内における介在物および O の分析: Al 使用量の多いチャージの全サンド量および O 分析値は鋼塊の横方向についてみると, 外周部と中央部が高く, 1/2 半

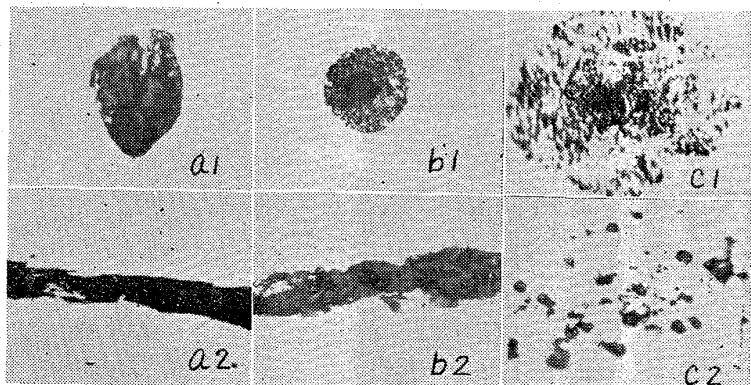


Photo. 1. Optical microscopic types of nonmetallic inclusions and sand marks in ingots or rolled steels.

× 500 (2/3)

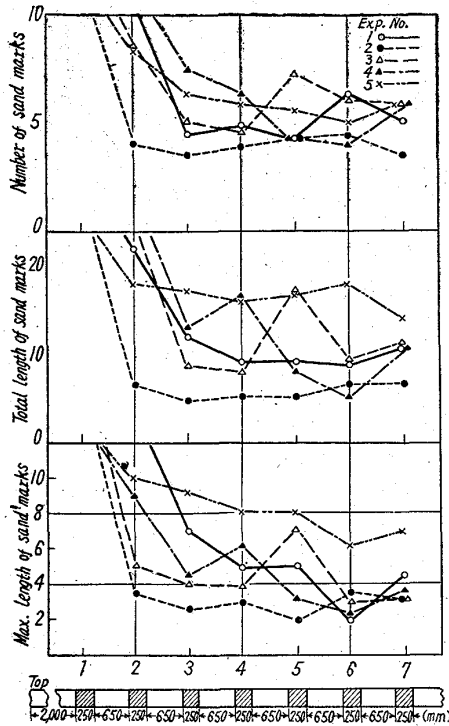


Fig. 2. Distribution of sand marks at the top of ingots.

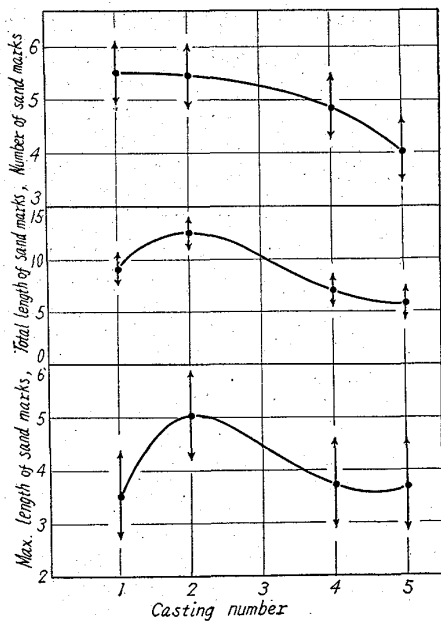


Fig. 3. Relations between the sand marks and casting number.

径の位置が低い。Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/SiO<sub>2</sub> 比は逆に外周部と中央部が低く、1/2 半径の位置が高い。縦方向についてみると Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/SiO<sub>2</sub> 比は bot. 部が最も高く、mid. 部が最も低い。一方 O 分析値は縦方向、横方向共に Al 使用量の多いもののそれとほぼ同一傾向であるが、変化は極めて小さい。Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/SiO<sub>2</sub> 比は縦方向、横方向共に変化なく、いずれも Al 使用量の多いチャージより若干低い。この程度の Al 使用量の範囲において Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/SiO<sub>2</sub> 比と全サ

ンド量あるいは O 含有量との間に逆相関関係が認められるようである。

3. 地 疵

地疵試験結果と鋼塊位置の関係を示すと Fig. 2 のごとくで地疵試料採取位置 No. 3 までは地疵が多くかつ長い、それ以後に入ればバラツキはあるがほとんど変化していない。

Fig. 3 は鋼塊鑄込順と個数、総長、最大疵長さとの関係を示す。個数、総長、最大疵長さ共に鑄込初期より後期にいたるにつれて良好となる傾向があり、造塊期間を通じて O 分析値には変動はなくても溶解 [O] の減少は考えられ、sol. Al の存在する溶鋼に取鍋煉瓦あるいはスラグより O が侵入した場合 O は Al により固定され、ふたたび O は溶解してくる。溶解 [O] の固定する速度は主として sol. Al 量によつて定まると考えられるがこの反応速度が大きい程 O の侵入は速くなる。この反応速度が緩慢な程 O の侵入は遅くなり溶鋼中に存在する全 O 量に占める溶解 [O] 量は少なくなるものと考えられる。

4. 地疵の形態および組成

i) 圧延材の地疵形態: 圧延材にあらわれる地疵の一例を Photo. 1 a 2, b 2, c 2 に示す。Al 使用量の多いチャージに発生した地疵は全体として混合型および結晶型である。一方 Al 使用量の少ないチャージに発生した地疵は無定形型あるいは混合型である。これらの地疵は sol. Al 含有量の増加につれて無定形型から混合型あるいは結晶型へ移つて行く。

ii) 介在物組成: 本研究の地疵および介在物をを酸溶解法および電解法により分析した結果、各チャージ間のサンド量に有意差は認められなかつた。組成の点では Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> が最も高く SiO<sub>2</sub>, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, FeO, MnO の順に低くなつてゐる。Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/SiO<sub>2</sub> 比は Al 使用量によつて大きな変化は認められない。X 線回折の結果は α-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, FeO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, quartz, および cristobalite からなつてゐる。

IV. 結 言

軸受鋼の地疵におよぼす Al 使用量の影響を調べた結果をまとめると、

1. 鑄込末期にいたるにつれて、地疵は良好となる傾向がある。

2. 鋼塊中に地疵となると考えられる程度の巨大な介在物が認められ、Al 使用量の増加とともに Al により還元されつつある介在物が認められた。sol. Al をある程度含有させる事により地疵を構成する巨大な介在物の形態は変化する。すなわち、無定形型から混合型あるいは結晶型に変化する。

3. 地疵を構成する介在物の組成は究めることが出来なかつたが非金属介在物は α-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, FeO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, quartz および cristobalite からなり、sol. Al 含有量が増加しても比較的 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 量が低く、SiO<sub>2</sub> 量が高い。

4. 地疵数値と Al 使用量との関係は本実験の結果から結論づけることは出来なかつた。結論づけるためにはなお一層多くの実験を必要とする。