

に狂いはなかつた。トリベの底に鍋付き地金のある熔解にも縦割れが生じ、また縦割れの割れ目の上に片側から他の側にこまかなスケールが橋をかけたように附着しているものがあつた。縦割れを発生した熔解と発生しない熔解との間に精錬作業に差があるかどうかをトリベ試料 0.30% C 以上の熔解において検定したが脱炭量、脱炭速度、酸化期末 [Mn]、還元期時間、鑄込待ち時間についてはいずれも等分散で、有意な差は認められず、また鑄込速度に関しても 2 t 型の本体鑄込時間について同様に有意な差は認められなかつた。この異常縦割れの発生温度を調べるため表面温度計を用いて型抜き時の鋼塊表面温度を測定し、縦割れを発生していない鋼塊はピット内で藁灰徐冷した。0.30% C 以上の鋼塊において型抜き温度と縦割れ発生の有無について 500°C を境として有意な差が認められ、したがって 500°C 以下において異常縦割れの大部分が発生していると考えられた。

2. 以上の検討より異常縦割れは冷却途中の鋼塊内外部の温度差に起因し、この原因は押湯保温剤(発熱剤)の使用によるものであらうと考え、この使用を止め押湯面を藁灰で保温し、また炉中試料が 0.30% C 以上の鋼塊は鑄込後 2~3 h で型抜き、ピット内で藁灰徐冷した。その後縦割れの発生は激減した。押湯保温剤を使用した場合と使用しない場合とでは縦割れ発生に高度に有意な差があり、しかしてこの二つの場合において精錬作業には差は認められない。しかしながら鋼塊表面温度 500°C 以上で型抜き、ピット内で徐冷した場合には保温剤の使用の有無によつて縦割れ発生に有意な差が認められず、500°C 以下の場合において有意な差が認められる。すな

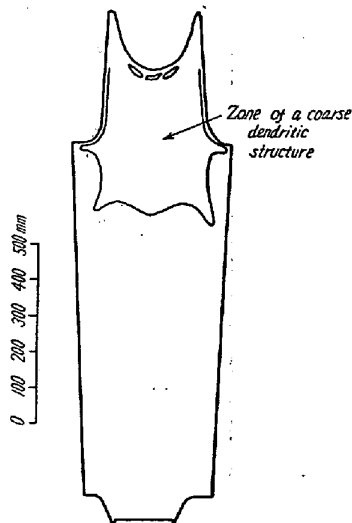


Fig. 3. Longitudinal section of a type-1 t ingot that formed longitudinal surface cracks.

わち 500°C 以下で型抜き、ピット内で徐冷する場合または鑄型内で放冷する場合には押湯保温剤を使用すると縦割れが発生し易くなるといえる。

3. 異常縦割れを生じた 1 t 型鋼塊のマクロ組織: 鋼塊断面のマクロ組織は Fig. 3 のごとく最後に凝固したり大樹状晶の範囲が鋼塊本体内に広くひろがつており、押湯保温剤の加熱効果によつて鋼塊内外部の温度勾配が大になつたことが推察される。

V. 結 言

1 t および 2 t 型の鍛造用鋼塊にその鑄込より型抜きまでに発生する縦割れは鑄込中あるいは鑄込直後の高温度で発生し、また 0.31% C 以上の鋼塊に発生し易いと考へ、鑄込温度-炭素含有量の図において縦割れ発生危険温度範囲を設定し、鑄込温度をこの温度範囲外に来るように調節することによつて縦割れを防止することができた。

その後この温度範囲外においても縦割れが発生したがこの異常縦割れは鋼塊表面温度約 500°C 以下で発生し、また押湯保温剤(発熱剤)を使用すると縦割れ発生が多くなり、これは 500°C 以下で型抜きまたは鑄型内放冷した場合に顕著であることがわかつた。その後押湯保温剤を使用せず、0.30% C 以上の鋼塊は鑄込後 2~3 時間で型抜き、ピット内で徐冷することによつて縦割れの発生が防止されている。

この異常縦割れを生じた鋼塊の断面のマクロ組織によれば押湯保温剤の加熱効果により鋼塊上半部において内外部の温度勾配が大になり、このため鋼塊外周部は内部からの応力に耐えきれずに側面中央線にそつて割れを生じたものと考えられる。

(58) 鋼中の非金属介在物の生成径路に関する研究(予報)

Studies on the Origin of Non-Metallic Inclusions (Preliminary report)

T. Tokuda, et alii.

大阪大学 工博 青 武雄・理博○徳田種樹

成里春三・尾山竹滋

大阪府立工業奨励館 竜門 寛・工 小川吉克

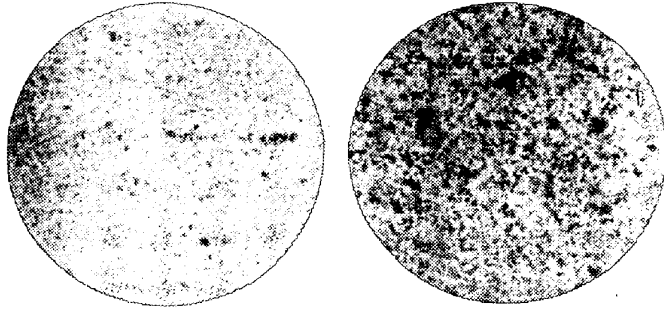
I. 緒 言

鋼塊製造のさい、表面に生ずる砂キズ、内部に生ずる非金属介在物などに関しては、放射性トレーサーを用いる研究、造塊条件と発生量との関係、成分分析による研究など多数あるが、演者らは珪酸塩化学の立場から、耐

火物の成分鉍物と、砂キズおよび非金属介在物とを比較することによつて、その生成の径路をもとめ、清浄鋼塊製造に適する耐火物の製造方法および、その適切なる使用方法を定めたいと考え、この研究に着手した。

II. 非金属介在物の調査要領

軸受鋼用鋼塊二種 (A, B) から温硫酸法により、非金属介在物を採取し、その光学性、結晶型などを調べた。偏光顕微鏡試験の結果はA, B共ほとんど同じで、



(A) $\times 100(1/2)$ (B) $\times 100(1/2)$
Fig. 1. Non-metallic inclusions in a steel ingot (Sample A and sample B).

1. 色: 無色透明
2. 粒状: 直径 10μ 以下 (5μ 以下のもの多し)
3. 復屈折: ほとんど無いかはなはだ弱い。
4. 屈折率: $1.720 \sim 1.728$ (1.720 のものが多い)

以上の結果からスピネルか、または熔融して生じたガラス様物質が主であろうと考えられる。

この鋼塊製造の際用いられた造塊用耐火物9種、すなわち押棒レンガ (未使用のもの)、押棒補修材、取鍋レンガ目地、ノズル埋込充填材、還元期ノロ、生ドロマイト

押棒レンガ (使用済)、ストッパーヘッドおよびノズルなどの構成鉍物を光学的に観察したところ、前の6種にはA, Bに相当する鉍物は全く見当らなかつた。後の3種中には、無色透明鉍物が認められ、その大きさは 200μ 以下でストッパーヘッド中にはやや多く、押棒レンガ (使用済) およびノズル中には少なかつた。この鉍物の屈折率は高く干渉色は灰色で低かつた。しかしてこの鉍物は試料A, Bに最も近い鉍物であることを確認した。つぎに試料 (C) 約 $0.1g$ を鋼塊 $2.5kg$ から温硫酸法により採取し、同様に調査した。CもA, Bと類似して、直径 $20 \sim 40\mu$ の塊状のものもあるが、大部分は 10μ 以下の無色透明の良い結晶である。 100μ 位の薄い板状のものも1コ観察された。粒はほとんどすべて光学的に等方性であつて、プロモフォルムより屈折率が高いが一粒だけ、低いものがあつた。この試料Cの分光定性分析を行つた。分光器は島津製 QF-60、炭素電極に試料を充填し、交流弧光電圧 $210V, 5A$ 。電極間隔は $1.5mm$ スリット巾は $4/200mm$ 、中間絞り $2 \times 9mm$ の窓を用い露出時間 20 秒、予備放電なしで行つた。また試料Cを Norelco X線回折計を用いて調べたところ、Fig. 2, Fig. 3のごとくであつて、結晶は H_1 型に属し、スピネルであることを確認した。 $a = 8.03\text{\AA}$ 。また、石英および α -アルミナの少量が認められた。これらの中、少量ではあるが石英が検出されたことは、この非金属介在物の生成径路を知る上に重要な手掛りを与える。すなわち、造塊条件の下で脱酸剤および鋼中の珪素が酸化した場合は普通珪酸塩を生ずる。また特殊の場合クリストバライトが生成する可能性もあるが、石英が生ずることはあり得ないと考えられる。したがつて非金属介在物の内少くとも一部分は、造塊用耐火物の細片が熔鋼流に巻込まれたものと判断された。

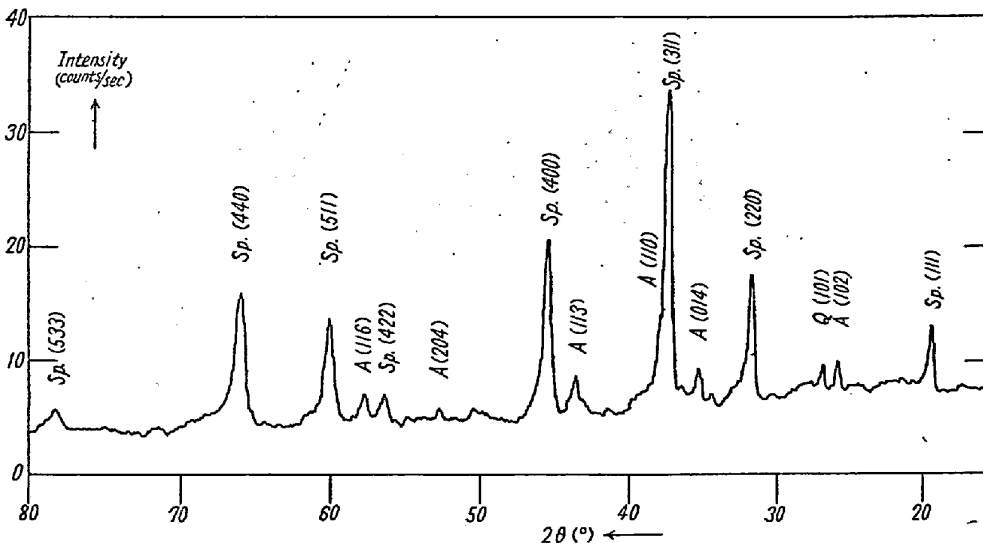


Fig. 2. X-ray diffraction powder pattern (Front) of non-metallic inclusions in a steel ingot for ball-bearings (Sample C).
Sp: Spinel, A: α -Alumina, Q: Quartz

III. 砂キズの調査要領

つぎにキルド鋼塊表面に生じた高礬土質砂キズ (Fig. 4) の調査を行つた。造塊条件は塩基性平炉 $40t$ 、装入 $51t$ に対し、取鍋煉瓦は蠟石質、ノズル、ストッパーはシャモット質である。下注水押法で、注入管、定盤煉瓦は蠟石質鑄型はすべて復型で、小型鋼塊は $100kg$ 、中型は $200, 250$

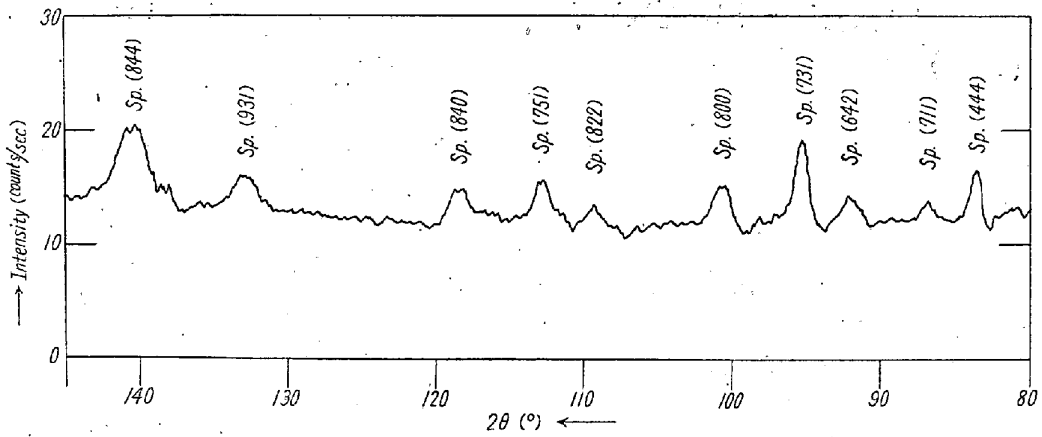


Fig. 3. X-ray diffraction powder pattern (back) of non-metallic inclusions in a steel ingot for ball-bearings (Sample C). Sp: Spinel

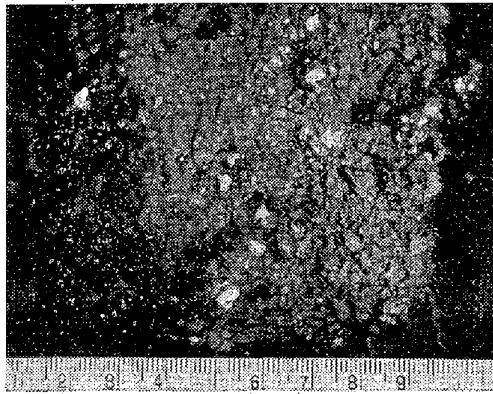


Fig. 4. Sand mark on the surface of a steel ingot (Sample D).

300, 350 kg である。この砂キス (D) の化学分析結果は、 Al_2O_3 63.8%, SiO_2 8.75%, Fe 27.45%, MgO tr., CaO tr. であつた。Norelco X線回折計による調査の結果は Fig. 5 のごとくで明らかに α -アルミナであつた。造塊用耐火レンガ、モルタルなどに含まれる α -アルミナとこの砂キスとを比較することによつて、その生成径路を考察する。つぎにこの鋼塊製造の際用いられた各種耐火物すなわち、平炉の天井(珪石質)、前裏壁(クロマグ)、炉床(マグネシヤ質、ドロマイト質)、極材(クロマグ、珪石モルタル、クロマグモルタル; スラグ; 造塊用の取鍋壁、底、湯口、ストッパーヘッド、ストッパースリーブ、漏斗、注入管スリーブ、湯道(時計、主幹、支幹)、注入管用川砂、定盤目地用トロ、スラグ; など

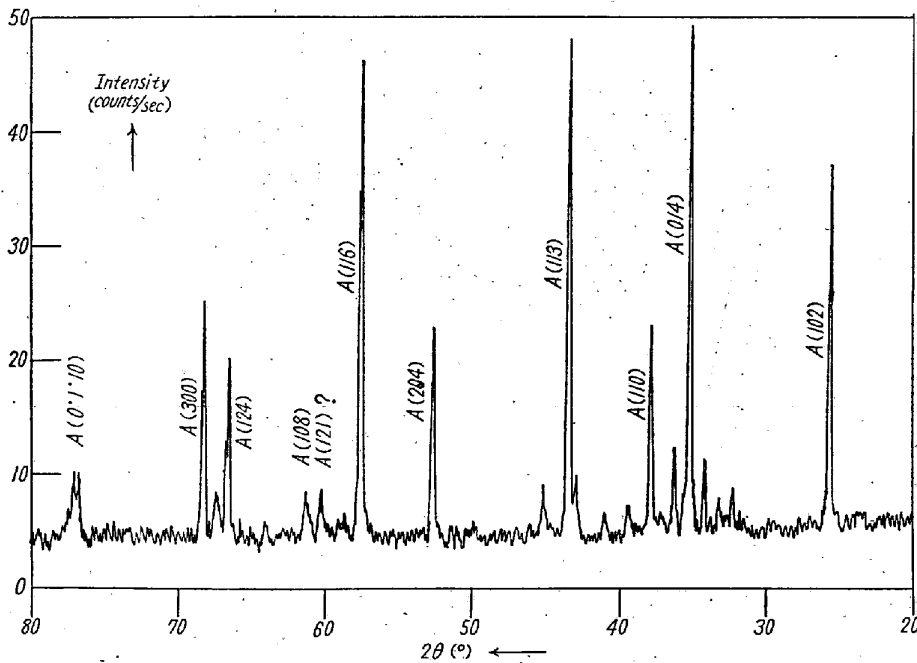


Fig. 5. X-ray diffraction powder pattern of a sand mark appeared on the surface of a steel ingot (Sample D)

を偏光顕微鏡により調査し、砂キスとの比較を行つた。さらに各種トレーサーを使用してその生成径路を検討中である。