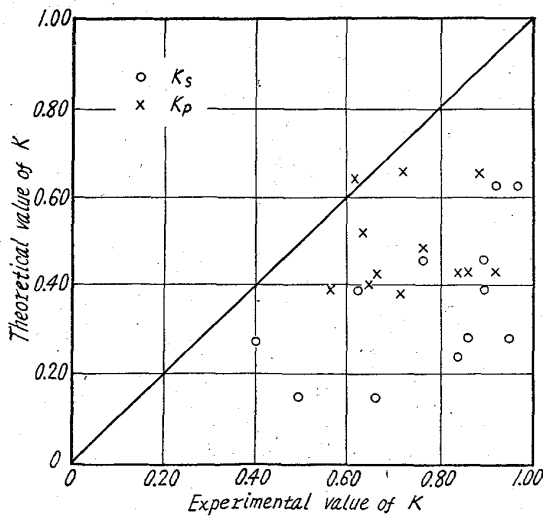


Fig. 3. Relation between the distribution coefficient of phosphorus and solidifying rate.

0.05 とし (1) 式を使用し本実験結果の範囲を調べてみると Fig. 2 に示されるように $\sigma/D_S=1600$ s/cm, $\sigma/D_S=3800$ s/cm としたときの 2 曲線の間に乗っていることが判る。これは FISCHER らにより求められた $\sigma/D_S=1200$ s/cm としたときの曲線よりいずれも高くなっている。一方 phosphorus の場合には平衡分配係数を $K_P^*=0.15$ とし (1) 式から同様に求めてみると本実験値は Fig. 3 に示されるように FISCHER らにより求められた $\sigma/D_P=1100$ s/cm としたときの曲線と $\sigma/D_P=3400$ としたときの曲線の間に乗っていることが判る。従つて本実験結果から Fe-S, Fe-P 系における偏析を防止するための凝固速度を推定すると sulphur, phosphorus いずれの場合も $U=1.8$ mm/mn 以上で凝固させることが必要と思われる。また σ/D_S , σ/D_P の値は本実験および FISCHER らの結果からいずれも



(When sulphur $K_S^*=0.05$ $\sigma/D_S=1200$ s/cm)
" phosphorus $K_P^*=0.15$ $\sigma/D_P=1100$ s/cm)

Fig. 4. Comparison between experimental value and theoretical value of K.

10^3 のオーダーと思われる。

次に $\sigma/D_S=1200$ s/cm (FISCHER らの値)¹⁾, $K_S^*=0.05$ および $\sigma/D_P=1100$ s/cm (FISCHER らの値)¹⁾ $K_P^*=0.15$ をそれぞれ (1) 式へ代入して得た K_S および K_P の値と本実験結果との比較を Fig. 4 に示す。

Sulphur, phosphorus いずれの場合も実験値の方が高くなっているが、これは K_X の値が拡散層 σ の値に著しく依存しているため実験時の攪拌条件の差異が大きく影響しているものと思われる。

IV. 結 言

Fe-S, Fe-P 各 2 元系について凝固過程における sulphur phosphorus の偏析が凝固速度とどんな関係にあるかを調べた。その結果 Fig. 2 および Fig. 3 に示すごとく sulphur, phosphorus いずれの場合も偏析を防止するためにはこのような凝固状態では凝固速度を 1.8 mm/mn 以上で凝固させねばならぬことが示された。また実験結果から σ/D_S , σ/D_P の値を求めると、それぞれ $\sigma/D_S=1.6\sim 3.8 \times 10^3$ s/cm, $\sigma/D_P=1.1\sim 3.4 \times 10^3$ s/cm の範囲にあることが判つた。

(文献省略)

669, 14, 018, 24-41 2: 627
621, 746, 628: 620, 192, 43
(92) 軸受鋼の凝固速度と偏析の関係

について

(造塊の研究-I) 63092

日本特殊鋼

工博 沢 繁樹・西村富隆・○木村徳治

Relation between Solidification Rate and Segregation in Ball Bearing Steel.

(Study on the casting of ingots-I)

Dr. Shigeki SAWA, Tomitaka NISHIMURA, and Tokuji KIMURA.

I. 緒 言 461~463

鋼塊において成分偏析を生ぜしめる原因は多くあるが、その中で特に重大な因子は凝固速度と考えられる。一般に大型鋼塊になると凝固速度がいちじるしくおそくなるので、その凝固過程が複雑となり、成分的な偏析とか、不健全なマクロ組織が発生し易いことは周知のことである。したがって健全鋼塊を作るためには、凝固速度の問題は非常に重要な事柄と思われる。よつて本報告は、凝固速度と偏析および柱状晶生成との関係を明らかにする目的のために、軸受鋼のごとき比較的単純成分系の鋼について、簡単な装置を用いて実験したものである。

II. 実験方法

軸受鋼 (SUJ2) 約 3 kg を高周波誘導炉で溶製し、これを Fig. 1 のごとく堅型エレマ炉中で約 1500 °C に加熱したアルミナ坩堝中に出鋼した。しかる後、坩堝を支持しているギャー付き軸をベルトで無段変速電動機に連結し、これの回転によりエレマ炉中の坩堝の降下速度、従つて、凝固速度を加減して、種々の凝固速度の鋼塊 (45 mm ϕ \times 140 mm) を铸造した。これらの鋼塊を縦割りし一方の試料はその断面のマクロ組織により柱状晶の生成状況を、他方のものは、これから分析試料を採取し

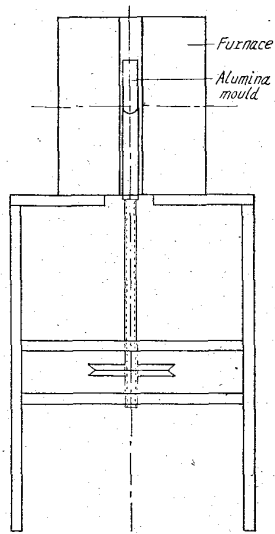


Fig. 1. Heating and sinking apparatus of ingot moulds.

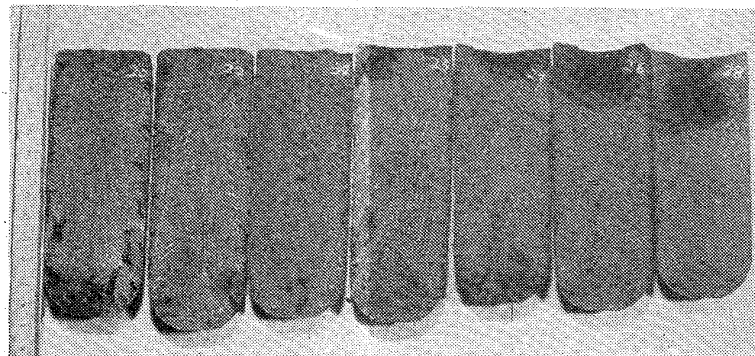
におよぼす影響を研究した。

III. 実験結果

(1) 柱状晶の生成状況

坩堝の降下速度を 2.8, 6.4, 8.1, 12.3, 15.5, 22.5, 27.0 mm/mn とした 場合のそれぞれの 鋼塊縦断面をマクロ腐食すると Photo. 1 に示すごとくなり、柱状晶発達の凝固速度への依存性ははっきり出ている。すなわち、降下速度 8.1 mm/mn と 12.3 mm/mn の間で柱状晶の発達状況が全く異っており、8.1 mm/mn 以下では柱状晶は鋼塊底部から上部に向つて大きく生長しているが、12.3 mm/mn 以上では鋼塊側面から生長している。いま柱状晶の生長方向と降下方向すなわち、鋼塊側面とのなす角度と降下速度との関係は Fig. 2 のごとくで、凝固速度が増すと共に、坩堝側壁からの冷却が大き

No. 20 No. 22 No. 34 No. 23 No. 29 No. 26 No. 28



2.8 6.4 8.1 12.3 15.0 22.5 27.0 mm/mn mm/mn mm/mn mm/mn mm/mn mm/mn mm/mn
Photo. 1. Macrostructures of longitudinal sections of various ingots.

鋼塊縦方向の成分偏析状況を調べ、凝固速度の柱状晶生成ならびに偏析

くきいてくるのがわかる。以上坩堝の降下速度をいろ

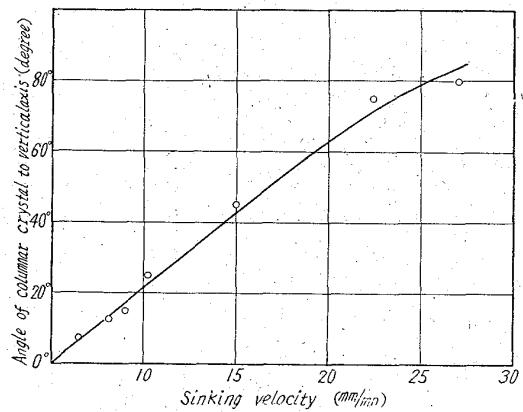


Fig. 2. Relation between angle of columnar crystal to vertical axis and sinking velocity of a mould.

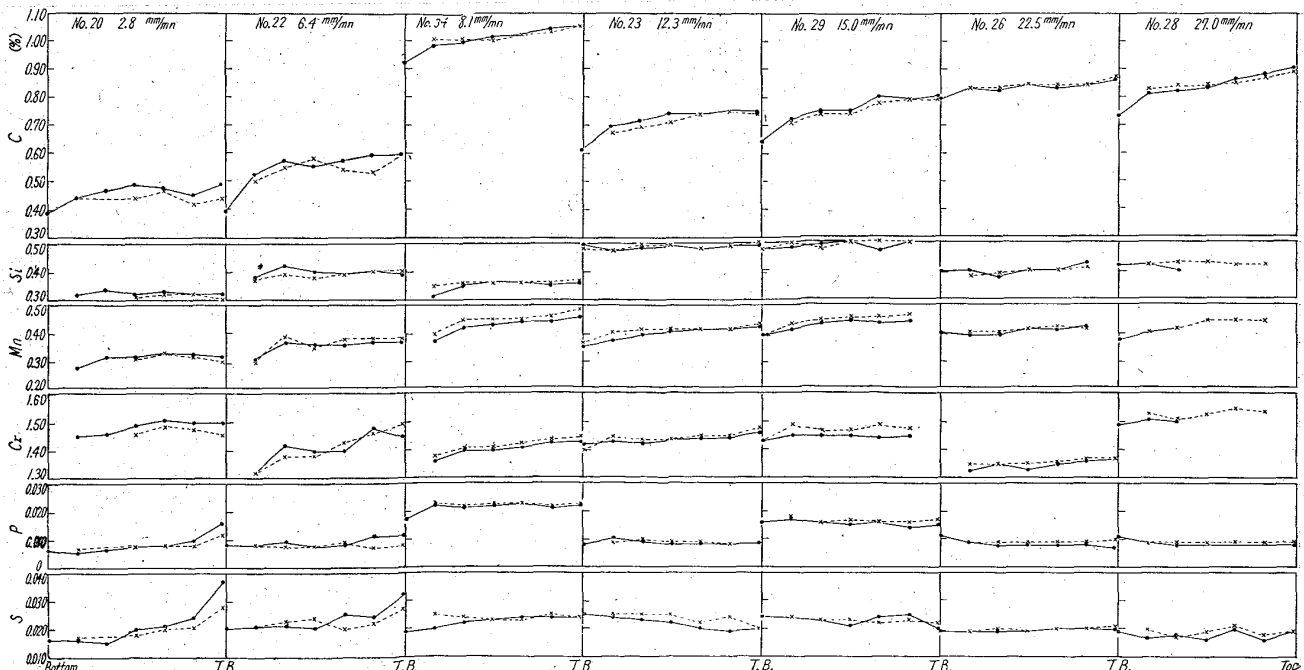


Fig. 3. Change of chemical composition in longitudinal direction of various ingots.

いる変えたが、坩堝底部からの実際の凝固速度は正確にはわからない。しかしこの速度は降下速度に大体近いものと考えられる。

(2) 成分偏析

(1) 項の 7 種類の鋼塊の残り半分鋼塊試料の中心部および、外周部の縦方向の成分分布状況は Fig. 3 に示すとおりである。C はいずれの降下速度においても、鋼塊頭部にゆくにしたがって高くなつており、Si, Mn, Cr は大体一様に分布している。また P は降下速度 6.4mm/mn 以上では均一分布となつてはいるが、2.8mm/mn 以下では頭部に濃縮層が生じている。S は 8.1mm/mn 以上では偏析はないが、6.4mm/mn 以下で頭部に偏析層が存在している。このように P あるいは S のごとき元素は降下速度が 2.8mm/mn, あるいは 6.4mm/mn 以下になると偏析の発生することが知られる。

IV. 総 括

(1) 鋼塊縦断面のマクロ組織によると、坩堝降下速度が 8.1mm/mn 以下では柱状晶は坩堝底面から生長し、12.3mm/mn 以上では坩堝側面から生長している。これら両者降下速度の間に柱状晶生長に対する凝固臨界速度が存在するようである。

(2) 成分偏析に関しては、C は坩堝降下速度 2.8~27.0mm/mn では、いずれも鋼塊頭部に近づくにしたがって高くなるような傾向を示し、P は降下速度 2.8mm/mn 以下で、また S は 6.4mm/mn 以下で偏析層が頭部に発生した。

を行なつたので、以下その概要について報告する。

II. 試 験 操 業

使用した装置は新設した試験取鍋および真空下における脱酸剤添加装置以外は全て前報²⁾で使用したものと同じである。作業要領については試験取鍋への鍋移しを行なうこと以外は特に変つた作業はないので省略し以下に主要作業データを示すに留める。

- a) 溶 製 炉 塩基性固定式 60 t 平炉
- b) 処理溶鋼 リムド鋼 (C 0.10~0.20%)
- c) 処理後目標鋼種 キルド鋼 (C 0.10~0.20, Si 0.15, Mn 0.30~0.60)
- d) 処 理 量 6.5 t/回
- e) 出 鋼 温 度 1680~1700°C
- f) 処理前温度 1550~1590°C
- g) 処理後温度 1500~1530°C
- h) 全温度降下 150~200°C
- i) 処理時間 10~14mn
- j) 最終真空 0.6~2.5mmHg
- k) 処理後添加脱酸剤量 Fe-Si 2kg/t, Al 0.15 kg/t
- l) 造 塊 法 大気中, 水張り, 上注ぎ
- m) 溶鋼ボイル高さ 200~500mm

III. 組成変化および脱酸剤の添加

(1) 組成変化

[C], [Mn] は Fig. 1 に示すように真空処理により若干減少する。然し [P], [S] などは全く変化しない。

(2) 脱酸剤の添加

Fe-Si, Al は真空処理末期溶鋼のボイルが完全に衰える前に同時に添加した。脱酸剤添加と同時にボイルは急速に収まるがなお溶鋼の動揺は続きその結果 [Si] はほぼ均一に分布される。Fe-Si の歩留りは 100% である。Sol. Al もほぼ均一に分布されるが通常みられる程度のバラツキは避けられない。然し Sol. Al の歩留りは極めて良く、Fig. 2 に示すように従来の 15~20% という値に対し 40~85% と著しく向上する。なおこの歩留りは図に示すように素鋼 C% と相関があるようである。

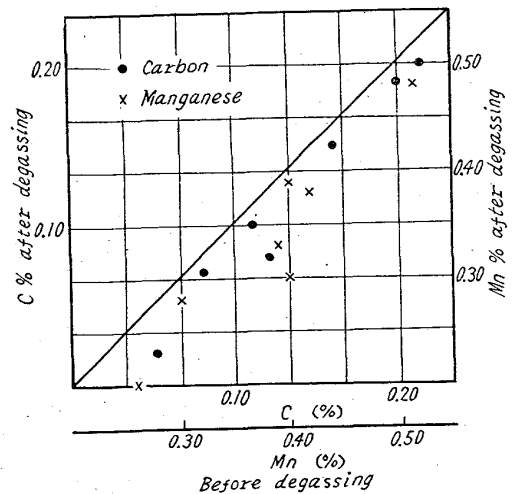


Fig. 1. Comparison of before and after degassing on carbon and manganese content.

669.141.241.4:669.046.517:669.046.2
 (93) 未脱酸鋼の取鍋脱ガス 554
 (溶鋼の真空処理に関する研究-I)
 日本鋼管川崎製鉄所 63093
 北村洋二・門間玄悟・櫻待吉雄
 技術研究所 463~465
 大滝 浩・○大久保益太・谷地一男

Ladle Degassing of Rimmed Steel.

(Study on the vacuum treatment of molten steel-I)

Yoji KITAMURA, Gengo MONMA,
 Yōshio SETTAI, Hiroshi ŌTAKI,
 Masuta ŌKUBO and Kazuo YACHI.

I. 結 言

酸素の除去を効果的にするために、未脱酸鋼の真空処理法が種々提案されている。しかしながらこれらの多くは装置や操作が複雑なため、脱ガス効果の他にコストの安いことが要求される量産鋼の真空処理法としては問題があり、この意味から、比較的単純な処理法である取鍋脱ガス法が注目される。未脱酸鋼の取鍋脱ガスは、西ドイツの一部や共産圏諸国では盛んに行なわれているようであるが、わが国においては、取鍋脱ガス法はキルド鋼処理に応用された例²⁾はみられるが、未脱酸鋼に適用された例はなく、従つて工業的に実施するにはなお作業性、効果など不明の点が多い。

当社では以上のような理由からこれらの点を解明するために、容量約 11 t の試験取鍋を製作して若干の試験