

結果の概要を述べる。測定したのは 3~75 t のキルド鋼塊約 40 本である。

## II. 測定方法

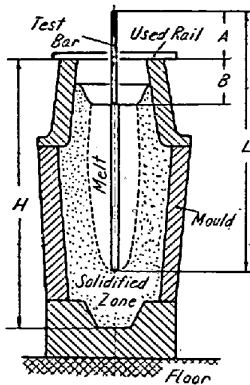


Fig. 1. Measuring layout

Fig. 1 のごとく、二人の測定者のうちの一人が長さ  $L$  の軟鋼棒 (9mm $\phi$ , グラインダーで表面を清浄にする) を鋼塊の軸心に沿って手早く落とし込み, その先端が固液界面に突き当たったならばさらに 0.5~2kg の力で軟く押し, 凝固面を確認の後レール下面 (押湯棒上端) 沿いに他の一人がマークし, ふたたび手早く

抜く。測定値  $H, L, A$  より

$$\text{凝固高さ} = H - (L - A)$$

を得, また各時刻における  $B$  の変化から押湯の引けを知ることができる。測定は鋼塊本体の凝固終了を以て打切った。

棒を落とし込んでから引抜くまでの時間は 5mm 級の棒を使用する場合でも数秒以下である。引上げた棒の外径は附着凝固した熔鋼のため 15~20mm となる。

この試験が製品々質におよぼす影響については種々想像されるが, 筆者らの測定した範囲では, 悪い影響を与えていないようである。

## III. 測定結果

炭素鋼と低合金特殊鋼を併せ, しかも種々の造塊条件の場合を含めて, つぎのごとき結果が得られた。

1) 測定の範囲内では, 特殊鋼と炭素鋼の鋼塊の凝固速度に明瞭な差は認められなかつた。

2) 鋼塊の公称重量と本体凝固時間の関係を求めた。(詳細は講演に譲る)

3) 凝固初期の凝固高さと鋼塊公称重量との関係を見ると, 鑄込後 1h 位では 20~75 t 鋼塊の凝固高さに大差はなく, さらに時間が経過すれば小型の鋼塊程凝固高さが増大する傾向がある。

4) 凝固曲線には Fig. 2 の I のごとき罫が本体上端の下方約 1/3 高の箇所に現われる場合があり, また Fig. 2 の I のごとき曲がりとはほとんどすべての鋼塊に見られる。

この曲がりとは罫の成因について簡単な解析をおこない I のごとき曲がりとは鋼塊 bottom の形状に基因すること (端の影響), および I のごとき罫は凝固熱の放出に

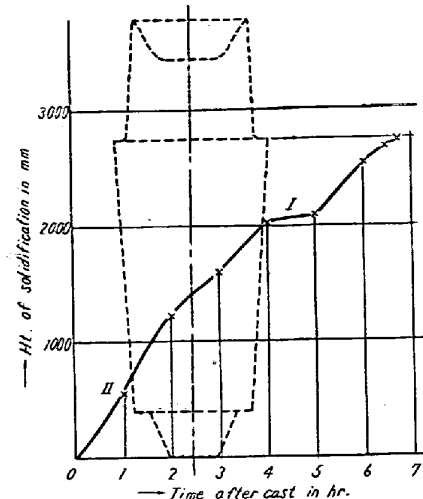


Fig. 2. Height vs time curve of solidification for a 25 ton ingot.

基くものであることを推論した。

5) 押湯温度の変化を測定し, 凝固が進行しても押湯温度の低下しない場合のあることを見出した。

## (85) 大型鋼塊の凝固及び偏析に関する研究 (II)

(bar test 法による垂直方向偏析進行過程の観察その I)

Studies on the Solidification and Segregation of Larger Steel Ingots (II)

(Observations on the Vertical Segregation Proceeding in Melt by Bar-Test-Part 1)

S. Onodera, et alii.

日本製鋼所室蘭製作所

工 守川平四郎・工〇小野寺真作  
理 荒木田 豊

## I. 緒 言

第 1 報に述べた bar test の際に棒に附着凝固した熔鋼を分析することによつて観察された鋼塊軸心部で凝固しつつあるメルト中で進行する垂直方向偏析について述べ, これを溶液の理論に照して考察する。さらに逆偏析の成因について, 従来の沈澱説とは異なつた, 新しい解釈を述べる。

## II. 棒に対する熔鋼の附着状況

試験に使用した 9mm $\phi$  軟鋼棒には片半径につき数 mm の熔鋼が附着凝固する。附着量は浸漬時間の長い棒の先端程厚く, 例えば 5m 級の棒の場合, 先端はメルト

の中に 5~7 s 浸漬されて外径 20 mm, 押湯上端部では 3~5 s 浸漬されて外径 15~16 mm となる。附着凝固した熔鋼は棒の表面には全く熔着しておらず, これを切り除くと, グラインダー研磨した棒の表面は薄青い酸化色を呈している。

III. 附着凝固した熔鋼の分析結果

47 t 炭素鋼塊の凝固速度を測定した棒の中の 5 本をそれぞれ 600~650 mm に切断し, その一端の数十 mm の長さの部分の黒皮を取り去り, 最初の棒の外径近くまで削って試料を採取して分析した結果の一部を Fig. 1 に示す。図で棒 A, B, C, D, E はそれぞれ鑄込後 1, 4, 7, 9, 10 h の測定に使用したものである。他の例についても同様であるが, これらの結果から,

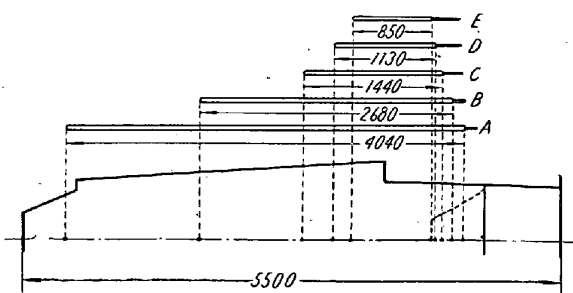
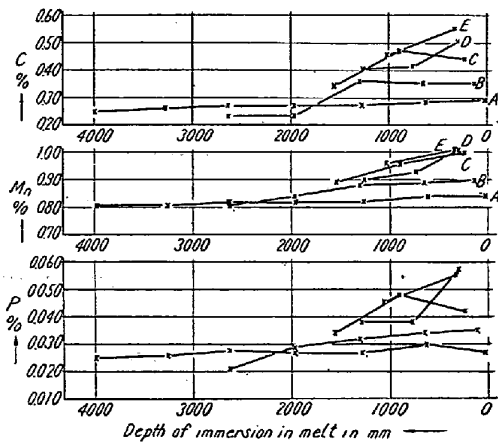


Fig. 1. Analyses of melt adhered to tested bars; samples taken at several points along their axis.

1) 鑄込後間もなくでは, 鋼塊の底部に近い凝固の先端部と押湯上端部とに対応する附着熔鋼の分析値の間にはほとんど差はないが, 凝固が進行して浸漬深さが浅くなるにつれて上下の差は増大し, かつまた全長にわたつての合金元素の量も次第に濃化する。

2) この現象は C, P, S が最も著しく, Mn, Si がこれにつき, Ni, Cr, Mo, Cu, V 等にはほとんど変化がないようである。

等が知られる。これによつて凝固途中の鋼塊中心部の

メルトにおける偏析進行過程を定性的ながら捕え得たといえよう。

この観察は英国の J. H. Andrew 氏らの実験結果によつても支持される。

IV. 重力場に置かれた溶液理論のメルトへの適用

凝固の過程は一つの過渡的な状態であるが, 簡単のために鋼塊中心部のメルトの部分に略々様な温度を保ち, その温度で平衡に達した場合を想定すれば, 重力場に置かれた溶液の理論を適用して考えることができる。

今  $w$ : 溶液 1 モルの質量

$v$ : 溶液 1 モルの容積

$w_1$ : ある溶質  $X_1$  1 モルの質量

$\bar{v}_1$ : ある溶質  $X_1$  の partial molal volume

$N_1$ : ある溶質  $X_1$  モル分率

$\bar{F}_1$ : ある溶質  $X_1$  partial molal free energy

$g$ : 重力の加速度

$h$ : 高さ

とすれば, 高さによる組成  $N_1$  の変化は

$$\frac{dN_1}{dh} = \left( \frac{w\bar{v}_1}{v} - w_1 \right) g / \frac{\partial \bar{F}_1}{\partial N_1}$$

で表わされる。 $\bar{v}_1$  および  $\partial \bar{F}_1 / \partial N_1$  を別に求めれば,  $dN_1 / dh$  を計算することができる。(詳細は講演にて)

V. メルトの中での偏析生成説の提唱

従来鋼塊中心下部の逆偏析の成因はメルトの中から高純度の結晶が落下沈澱することによると説明されてきたが, 前述の観察結果によつてとくにこの偏析の進行する過程を検討してみると幾多の矛盾があり, 逆に合金元素の一部が上方へ移動してメルト全体として平衡状態に近づこうとすると考えると合理的である。

すなわち筆者らは, 逆偏析の成因として, 合金元素の上方移動によるメルト中での偏析生成説を提唱したい,

VI. 結 言

bar test の際に棒に附着凝固した熔鋼を分析することにより, 凝固途中の鋼塊軸心部のメルト中での垂直方向偏析の進行過程を明らかにした。

これによつて鋼塊全体としての偏析の説明に修正を要する点が多いと思われるが, まず, 逆偏析は合金元素の上方移動によつて生ずる, という一説を提唱した。

文 献

1) 8 th Report on the Heterogeneity of Steel Ingots, Iron & Steel Institute (1939) p. 1~9