

Fig. 2. Variation of chemical compositions in molten steel during solidification process.

である。

ii) 酸化物の変化

全酸素量は鑄込直前よりも増加していて凝固の進行とともに液相へ濃縮する傾向にある。MnO および SiO<sub>2</sub> は一般に増加し温度降下にもなう低温脱酸の進行により両者の新たな生成が推定されるが前者の増加は後者に比較して著しい。Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> は鑄込直前に比較して著しい高値を示し液相への濃縮は顕著であるが凝固後期にはかえって減少の傾向を示す。(図省略)

iii) H<sub>2</sub> および N<sub>2</sub> の変化

H<sub>2</sub> の変化は Fig. 3 に示すごとく凝固にもなう液相への濃縮が著しい。

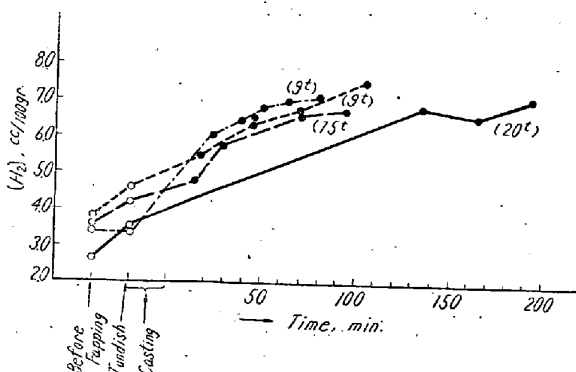


Fig. 3. Variation of hydrogen content in molten steel during solidification process.

また、押湯部も逐次 H<sub>2</sub> 量が増加しその量は鋼塊内部と略々同程度である。N<sub>2</sub> の濃縮傾向も認められるが顕著ではない(図省略)

IV 結 言

以上の結果を括約すると

イ) 鑄型内熔鋼の凝固進行にともない各種化学成分およびガス等は液相中へ濃縮する。したがって固液両相境界附近における熔鋼には局部的にこれら諸元素の濃縮部分を生ずることが考えられる。

ロ) 従来明らかにされている硫化物に起因する「ゴースト」以外に例えば O, Si, Mn, 等の局部的濃縮によつて新なる脱酸反応による酸化物系介在物の生成、あるいは H<sub>2</sub> または N<sub>2</sub> 等の濃縮による「気泡」や「ザク疵」等の発生が充分予測される。

ハ) 以上の結果よりこれらの現象に対して鑄込終了後凝固温度における種々の対策が必要である。

(84) 大型鋼塊の凝固及び偏析に関する研究 (I)

(bar test 法による鋼塊凝固速度の直接測定)  
Studies on the Solidification and Segregation of Larger Steel Ingots (I)  
(Direct Measurements of Solidification Rate by Bar-Test

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

大型鋼塊の凝固および偏析の機構は諸家の研究にもかかわらず依然として不明の点が多く、鋼塊内部の性状あるいは欠陥の改善が単なる経験の集積に頼らざるを得ない場合が屢々ある。

熔鋼の凝固に関する物理的特性値、凝固時の非金属介在物の挙動、異種物質によるモデル実験結果等を詳細に知り得、また凝固後の実際鋼塊の内部を微細に観察し得ても、それがただちに differential freezing の現象の解明および偏析のコントロールに連がるとはいえない。吾人が鋼塊の実際凝固過程について実証的なものを把握する必要を痛感する所以である。

以下この研究では、鋼塊の実際の凝固に即した観察、測定、計算によつて凝固および偏析の物理的機構をさらに明瞭にせんとするものである。

まずこの第1報では、所謂 bar test 法によつて鋼塊の軸心に沿つた凝固速度を直接かつ非破壊的に測定した

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

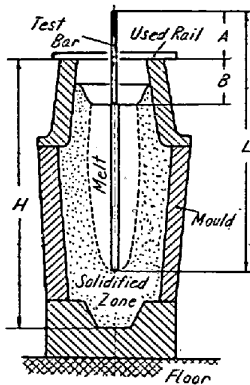


Fig. 1. Measuring layout

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(9mmφ、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、つき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った。

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や鋼塊公称重量との関係を見ると、鑄込後1h位では20~75t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高の箇所に見られる場合があり、またFig. 2のIのごとき曲がりやほとんどすべての鋼塊に見られる。

この曲がりや罫の成因について簡単な解析をおこないIのごとき曲がりや罫は鋼塊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

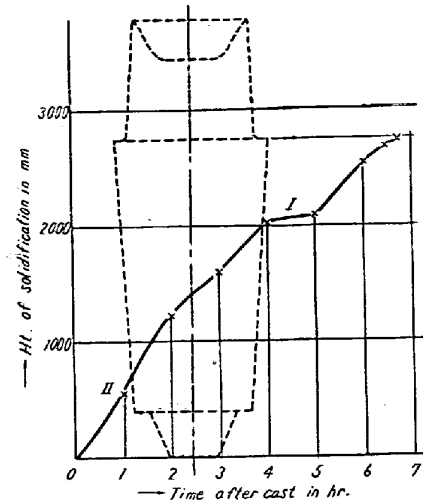


Fig. 2. Height vs time curve of solidification for a 25 ton ingot.

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9mmφ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