

Fig. 4. The change of liquid steel temperature at each zone in ladle.

(4) 測定方法およびその他

ストッパースリーブに熱電対を装備して連続的に取鍋内溶鋼温度を測定する方法は一応成功したがスリーブ煉瓦の影響およびピックアップについて考慮を払う必要がある。白金熱電対の精度は連続測定1時間位は信頼性を阻害しない。

IV. 結 言

120 t 取鍋において極軟リムド鋼を対象とした溶鋼温度の連続測定をおこなった結果。

① 上層部は下層部に比して温度差が認められ高温であるが、上層部より中央部にかけての温度差はほとんど認められない。

② 下層部特にノズル周辺の温度はかなり変動する。また一般に壁ぎわの温度が低い。取鍋内溶鋼の熱損失は理論計算をおこなった結果受鋼後1時間の温度降下は新鍋で約 40°C 旧鍋で約 50°C となり緩やかな温度降下が見られるべきであるにも拘わらず注入開始後はストッパ一周辺のこの攪拌作用によつて溶鋼温度はほぼ同温度に保持される。

③ 光高温計による注入流とノズル周辺の温度変化との関連は認められず光高温計による鑄込温度測定の価値は乏しい。

(40) 上注ぎ時における溶鋼の運動と 空気の巻込みについての考察

On the Motion of Liquid Steel and the
Involution of Air Bubbles on Top
Pouring.

Ryo Shimizu, et alius.

八幡製鉄, 技術研究所

工 島田 道彦・理〇清水 亮

I. 緒 言

出鋼, 注入時における溶鋼の運動は, 非金属介在物の浮上に関係し, またこの際における溶鋼の空気による酸化は, 非金属介在物の量に関係するものであつて, 非金属介在物に関する問題点の一つになつている。空気による溶鋼の酸化については, Brower らその他によつて報告されているが, その機構については明らかでない。

鑄型注入時における, 注入流の運動と空気のまきこみについて, 水・水銀による模型実験をおこない, 注入流の到達深さと空気のまきこみ量についてあきらかにすることができた。

II. 実験方法

実際の鑄型注入の場合における, 注入流のレイノルズ数は, 10^5 程度で乱流域にあり, 観察からも注入流のはげしいみだれが認められる。したがつて模型実験においては, レイノルズ数をできるだけ一致させ, しかも粘性・表面張力・密度などの影響を配慮するようにした。

(1) 注入時における鑄型内の溶鋼の運動をしるために, 側面を透明なプラスチックで作つた鑄型を用意し, 注入流の到達深さと運動について調べた。

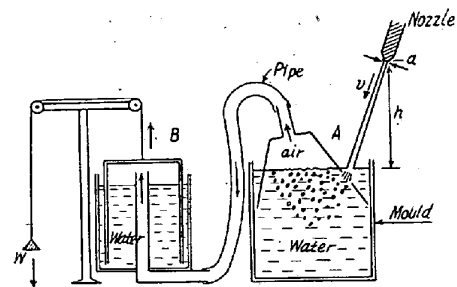


Fig. 1. Method for collection of air bubbles.

(2) まきこみ空気量の測定には Fig. 1 の方法もちいた。口径 d cm のノズルから速度 v m/s で, 鉛直にたいしてわずかな傾きをもつて噴出してくる注入流を, h cm 下の液面に, 捕集器 A の円形の穴を通して衝突させる。この時液面でまきこまれた空気は, 図のように浮上し, ゴム管内をとつて, 錘り W でバランスされている円筒容器 B にはいり, これを持上げる。この円筒容器の持上げられた距離から, まきこみ空気量を測定した。B の浮力の変化などによる測定誤差は 5% 程度である。

III. 実験結果

(1) 注入時の鑄型内における流れの様子は, Fig. 2 (上注ぎ), Fig. 3 (下注ぎ) に示してある。上注ぎの場合は, 注入流の先端がそこについている時期とはなれてしまつている時期の二つに分けられるが, この二つに分けるものは, 注入流の到達深さである。



Fig. 2. Flow pattern in the mould at top pouring.

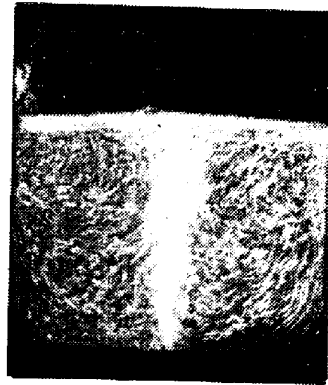


Fig. 3. Flow pattern in the mould at bottom pouring

到達深さ H は次式であたえられる.

$$H = 6.5 \frac{(v d)^{3/4}}{g^{1/3} \nu^{1/12}} \dots \dots \dots (1)$$

- H : 到達深さ cm
- d : ノズルの口径 cm
- v : 噴出速度 m/s
- ν : 流体の動粘性係数 cm^2/s
- g : 重力加速度 cm/s^2

(2) 上注ぎの場合の空気のまきこみ量 Q は、次式であたえられる.

$$Q = 6.65 \times 10^2 (v d)^{3/2} \sqrt{\frac{\mu h}{\sigma}} \dots \dots \dots (2)$$

- Q : まきこみ空気量 cc/s
- d : ノズルの口径 cm
- v : 噴出速度 m/s
- μ : 流体の粘性係数 $\text{g}/\text{cm s}$
- h : 落下距離 cm
- σ : 流体の表面張力 dyne/cm

IV. 考 察

1 (1) 式であたえられる到達距離 H には、鑄型の大きさと落下距離はふくまれていない。鑄型の大きさは、注入流の大きさに比して充分大きいために影響はなく、落下距離は、一般に 1 m 程度で、この間に増加する速度は小さく、噴出速度とおなじ速度で液面に衝突すると考えてよいのである。

(1) 式の左右の次元は一致している。この式を熔鋼の場合にあてはめるならば、 $\nu = 0.0024 \text{cm}^2/\text{s}$ として

$$H = 10.8 (v d)^{3/4} \dots \dots \dots (1')$$

となる。もし、 $d = 4.5 \text{cm}$ 、 $v = 5 \text{m/s}$ とすれば

$$H = 112 \text{cm}$$

となり、上注ぎの場合には、湯が鑄型の高さの半分位まで溜まる間、注入流の先端はそこについているものと推

定される。

2 空気のまきこみ量をあたえる (2) 式で、左右の次元は一致している。この (2) 式を熔鋼の場合に適用してみると、

$$\mu = 0.0159 \text{g}/\text{cm s}, \sigma = 970 \text{dyne}/\text{cm} \text{ として,}$$

$$Q = 2.69 (v d)^{3/2} h^{1/2} \dots \dots \dots (2')$$

となる。

これをもちいて、上注ぎの場合のまきこみ空気量と熔鋼の体積の比 γ をもとめてみる。ノズルと鑄型の底および上面との距離をそれぞれ h_0 、 h_1 とすれば、

$$\gamma = 0.023 \sqrt{\frac{v}{d} \cdot \frac{h_0^{3/2} - h_1^{3/2}}{h_0 - h_1}} \dots \dots \dots (3)$$

となる。これに、 $d = 4.5 \text{cm}$ 、 $v = 5 \text{m/s}$ 、 $h_0 = 230 \text{cm}$ 、 $h_1 = 30 \text{cm}$ をいれると、

$$\gamma = 0.41$$

がえられる。

Brower らは、出鋼時において、熔鋼がその体積の 30 倍に達する空気と反応しており、それは空気のまきこみによるものと推定しているが、この推定と (2) 式からの結論とは大きくへだつている。

V. 結 言

注入流の到達深さ H をあたえる (1) 式およびまきこみ空気量 Q をあたえる (2) 式は、いずれも流体の密度、粘性、表面張力などを考慮しながら、次元的にも満足するようにもとめたものであるが、高温で反応性にとむ熔鋼の場合に、使用にたえ得るものであるかないかは、熔鋼をもちいてたしかめてみなければならない。

(41) ノズル形状による熔鉄ジェット
の安定性

(出鋼造塊時の熔鋼流の状況について—Ⅲ)
On the Stability of Molten-Iron Jet
through Various Shapes of Nozzles.
(Hydrodynamics of molten steel at teeming
or tapping—Ⅲ)

Yosaku Koike, et alii.

富士製鉄, 釜石製鉄所

○工博 小池 与作・武藤 陽道
大久保惣三郎

I. 緒 言

ノズルより流出する熔融重金属の流れの状況がノズル入口側の head やノズル形状によりいちじるしい変化