

## (2) 炉口の形

球型炉は上部にこれに接する円錐形を持ちその頂に炉口を設けるものと考えるのが自然の形である。このことは筒型の炉と同様であるが、特に球型炉では渦環が発達し易いのでこの対策として必要と考えられる。

## (i) 円錐角

円錐角 ( $\theta$ ) を  $120^\circ$  から  $60^\circ$  まで変化させて正常の流量で実験をおこなったが、この角度の小さい方が上昇ガス流の拡りがよい。この様は Fig. 2 で上下を比べて知られる。

## (ii) 炉口の広さ

炉口の径 ( $A$ ) を炉径 ( $B$ ) の  $1/4$  から  $1/2$  までの大きさに変化させてみた。この様は Fig. 2 で横に比べると炉口径の大きい方がガス流れの拡りがよい。

## (3) 浴流れと飛沫

球型炉において球径 ( $B$ ) と浴深 ( $D$ ) との比をいかにとるかによつて浴の形は非常に違ってくるが、実際上では浴の深さは球径の  $1/3$  以下と考えられる。深さが浅くなるに伴つて浴は運動の活発さを欠く部分ができるが、噴流直下の流れと飛沫の高さは大して変らない。Fig. 3 に深さによる流形の差異を示す。

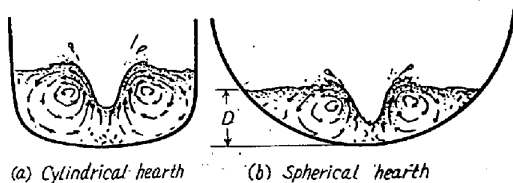


Fig. 3. Effects of the hearth shape.

## IV. 考 察

## (1) 炉 形

球型炉腔のふくらみはドーナツ状の渦環の絶好の座となり、上昇ガス流はこの渦に挟まれて拡ること少なく炉口に向つて直上する。とくに炉口が狭く炉肩の張つた炉ではこれがいちじるしく、これを困む渦環も反つて炉壁を傷める因となる惧れがあり側壁の球状のふくらみは必ずしも良い影響をもつものとは思われない。

炉口を大きくした炉頂の円錐角を小にすればこれが緩和されるが、この角度は  $60^\circ$  以下・炉口径は炉径の半分近いことが望ましい。両者にこの条件を与えるときこの截頭円錐の高さは炉径の半分に近い。

## (2) 浴 深

浴深の浴表面径に対する比率が小に過ぎることは炉底の保護の面からも浴の流動の面からも不都合であり、少なくとも  $1/3$  から多くて  $1/2$  程度までであることが適当のように思われる。球型炉では飛沫高さを考慮に入れて

炉高を求めるときこの比率がごく小さくなるので、炉底の形は球の一部ではなく別に考えるべきであろう。

## V. 結 言

球型上吹転炉についての模型実験をおこない、ガス流れ・飛沫・浴の流動を検討した結果つぎの所見を得た。

- (1) 炉口部として炉径の 50% に近い高さおよび口径をもつ截頭円錐を設ける。
- (2) 炉側壁の球面状のふくらみは除く。
- (3) 炉底の形は炉腔の球面とは別に設ける。
- (4) 炉高は飛沫を考えて充分の高さとする。

## (39) 取鍋内溶鋼温度の連続測定

## Continuous Measurements of Liquid Steel Temperature in the Ladle.

Masahiro Sakamoto, et alii.

八幡製鉄所、製鋼部 木下孝之・○坂本正博  
工山本雅彦・管理局中町勝吉

## I. 緒 言

近年溶鋼温度測定に白金—白金ロジウム熱電対を石英管で保護して直接鋼浴へ迅速に浸漬するいわゆる quick immersion pyrometer が発達普及し、日常作業では平炉鋼浴の温度管理にきわめて効果的な役割を演じ製鋼技術に大きな進歩を齎らした。その後出鋼後の諸調査が実施され、出鋼から注入までの温度降下、鑄型内溶鋼温度等の状況が解明され取鍋内溶鋼温度についても報告された。しかるに当所上注極軟リムド鋼の鑄型内溶鋼温度を測定した結果出鋼温度のパラツキはほとんど鑄型内溶鋼温度に影響をおよぼさないことが判明した。よつて出鋼後の取鍋内溶鋼温度の連続測定をおこなえば、出鋼より注入までの温度降下、取鍋内溶鋼の熱流れ、さらには出鋼温度の再検討も可能となるので 120 t 取鍋内のストッパースリーブに熱電対を取付け取鍋内溶鋼温度を連続的に測定し検討した結果を報告する。

## II. 測定概要

上注極軟リムド鋼を対象として 120 t 取鍋にセットしたストッパースリーブ内に孔をあけ、この孔へアルミナ管を突通し固定し、この先端部の溶鋼温度変化を挿入した白金熱電対および電子管式温度記録計により測温した。取鍋は炉から注入台へと広範囲に移行するため、ストッパースリーブにつけた熱電対と注入台に設置した温度記録計の間は長さ 100m の補償導線でつないだ。

測定点は Fig. 1 の矢印の点であり、このうち 1 また

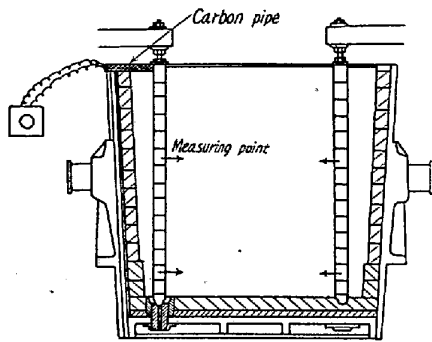


Fig. 1. Measuring point of liquid steel temperature in the ladle.

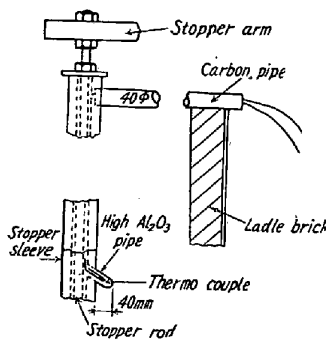


Fig. 2. Detail of setting the alumina pipe.

は2点を1ch.の測定点とした。取鍋中央部相当位置として上部よりスリーブ煉瓦6段目下部には下よりスリーブ煉瓦2段目に長さ120mmのピックアップを約120度の角度で装備し取鍋の中心ならびに壁方向に向けて測定した。なお測定にあたっては測定値の信頼性を高めるため熱電対は毎回新品を使用し、使用後劣化の有無を調査したが劣化は認められなかつた。また添加合金鉄はAlを除き全量炉内投入をおこない、出鋼温度は開孔時の炉内溶鋼温度を実測した。

### III. 測定結果と考察

#### (1) 取鍋溶鋼温度に対する検討

イ) 取鍋中央部の温度は受鋼後取鍋を移動しはじめてから注入初期までにわずかに変化を示し、その後は全く一定温度で保持され取鍋上層部(鋼滓下約600mm)で測熱した値とよく一致する。おそらく取鍋上部では熱勾配はほとんどなく垂直な湯の流れだけが存在するものと思われる。

#### ロ) 取鍋下部の温度

従来炉壁の冷却効果や敷煉瓦の影響について主として鍋付との関連性のもとに調査された報告がある。すなわち鍋付は取鍋使用回数や敷煉瓦の回数等主として煉瓦厚みによる熱放散と関係がある。本調査において注入しない方のストッパー下部の温度は最初可成り低熱であり、

二三の例では受鋼時にすでに鍋付の発生を見ているものと考えられる。しかし注入開始後、ある時間経過すると一定温度となつて保持される。これに対して注入に使用されたストッパー下部周辺の温度はきわめて複雑な温度を呈する。

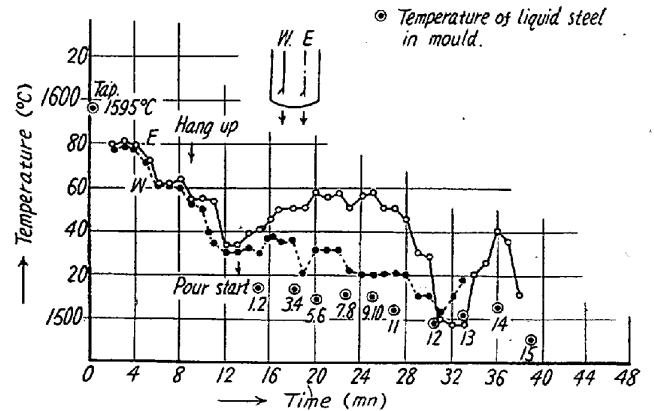


Fig. 3. Example of cooling curves of liquid steel temperature in ladle measured by a continuous pyrometer.

Fig. 3 はその一例を示したものであるが出鋼温度やシングル、ダブル注入の差違、さらにはおそらく熱流れの複雑な要因によつて変動するようである。

#### ハ) 総括

連続測定の結果120t取鍋中の温度分布は上層部は下層部に比較して高温であり温度差が認められる。取鍋中央部より上層部の温度差はほとんどなく均一な垂直方向への熱流れが存在するものと考えられる。下層部の温度特にノズル周辺の温度は可成り変動する。しかし一般に壁よりの温度が低いことから壁による冷却効果と壁にそつた熱流れがノズル周辺の温度を攪拌している模様である。

#### (2) 光高温計の信頼性

注入流をオプティカルパイロメーターで测温しノズル周辺の温度効果と対比せしめたがほとんど関係は認められなかつた。これは測定者の誤差とノズル周辺の煙による熔鋼のエピシビターの問題があるためと考えられる。

#### (3) 出鋼温度に対する検討

連続測定結果から出鋼からの時間経過による温度降下は取鍋下層部の温度バラツキは大であるがFig. 4に示すごとく取鍋中央部で平均して約30°C、下層部で平均して55°C位である。これに取鍋投入の合金鉄による温度変化、出鋼および取鍋より注流の温度降下を鑄込温度から種々検討した結果現在の出鋼目標温度1575°Cがほぼ妥当であることが判明したが温度変化はいまだ多くの問題を残しておりなお検討の余地がある。

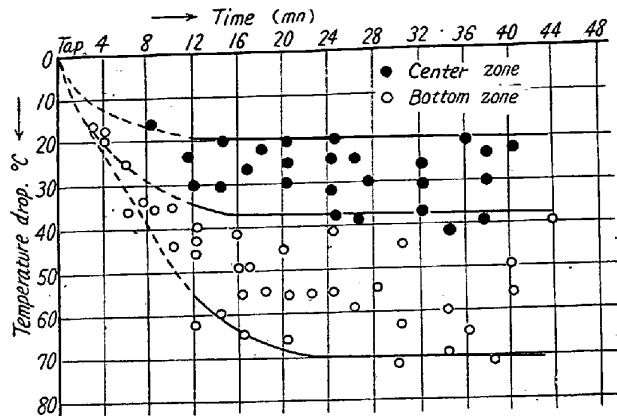


Fig. 4. The change of liquid steel temperature at each zone in ladle.

#### (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ー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。

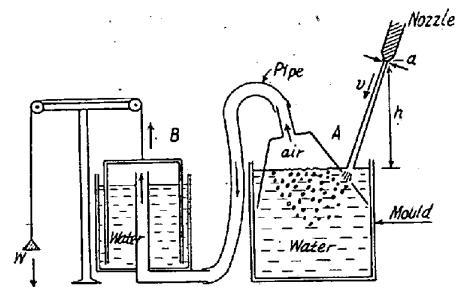


Fig. 1. Method for collection of air bubbles.

(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。