

技 術 報 告

転炉におけるサブランスの設置*

長野 裕**・岩尾範人**・馬場 猛**

塩田久仁夫***・森田俊人****

Installation of Sub-lance for LD Converter

Yutaka NAGANO, Norito IWAO, Takeshi BABA,
Kunio SHIOTA, and Toshihito MORITA

Synopsis:

Water-cooled type sub-lance 12.8 m in length and 216 mm in outer diameter is installed in No 1 LD furnace of No 2 steel making plant in Tobata Area Works, in order to catch the condition of LD process. It is inserted into LD vessel through the upper-hood at an incline of 74° with a speed of 2~60 m/min by means of manual or automatical remote control. Measurements can be performed within 75~150sec with expendable sensors set in the head of sub-lance.

Three types of sensors with a single function are prepared and applied to process analysis as follows:

- 1) Level sensor : to measure the change of bath level depending on lining life and that of foaming slag level during blowing.
- 2) Temperature sensor : to measure the change of bath temperature during blowing.
- 3) Sampler : to take a sample from metal bath during blowing.

Sub-lance is effective in an LD process control and process analysis.

(Received Oct. 4, 1969)

1. 緒 言

吹錬中の転炉は半密閉状態にある上に吹錬時間が短く、また炉内の鋼浴やスラグが高温で激しい攪拌をともなっていることなどのために、測温・サンプリングその他の計測が非常に困難である。これが吹錬過程での炉内反応の解析あるいは制御に対して大きな障害となつている。とくに実操業では終点[C]・温度の適中がコストおよび品質の面からきわめて重要であるが、現在適当な検出端がないため、初期条件にもとづくいわゆるスタティック・コントロールが一般に行なわれている。

当社ではより精度の高いダイナミック・コントロールを目的として、排ガスによる脱炭速度計、出鋼孔からシンカー熱電対を投入する射込測温装置を転炉に設置し、それぞれ良好な成績をおさめている^{1)~3)}。さらに酸素吹込用のメインランスのほかに、検出端としての機能を有するサブランスを転炉に設置することを考えた。脱炭速度計と射込測温装置は主としてプロセス制御用検出端としての機能をもつが、サブランスはプロセス解析用の多

目的検出端としても有効であつて、前2者の検証手段となりうるという特徴を有している。

既存の転炉工場に新たにサブランスを設置することはいろいろの点で制約をうけるが、当社各転炉のうち大型転炉であること、計算機制御を実施していることなどを考慮して戸畑2転炉工場の1号炉にサブランスを設置した。このサブランスの装置・運転および現在までに得られた測定結果について報告する。なお戸畑2転炉は170 t/ch. 1/2 基操業でOGを装備している。

2. サブランス装置

サブランス装置の概観を Fig. 1 に示す。サブランスはメインランスを模して作製しており、全長 12.8m、直径 216 mm、水冷構造となつている。その先端にはホ

* 昭和44年3月本会講演大会にて発表

昭和44年10月4日受付

** 新日本製鉄(株)戸畑製造所

*** 新日本製鉄(株)八幡製造所

**** 新日本製鉄(株)君津製鉄所

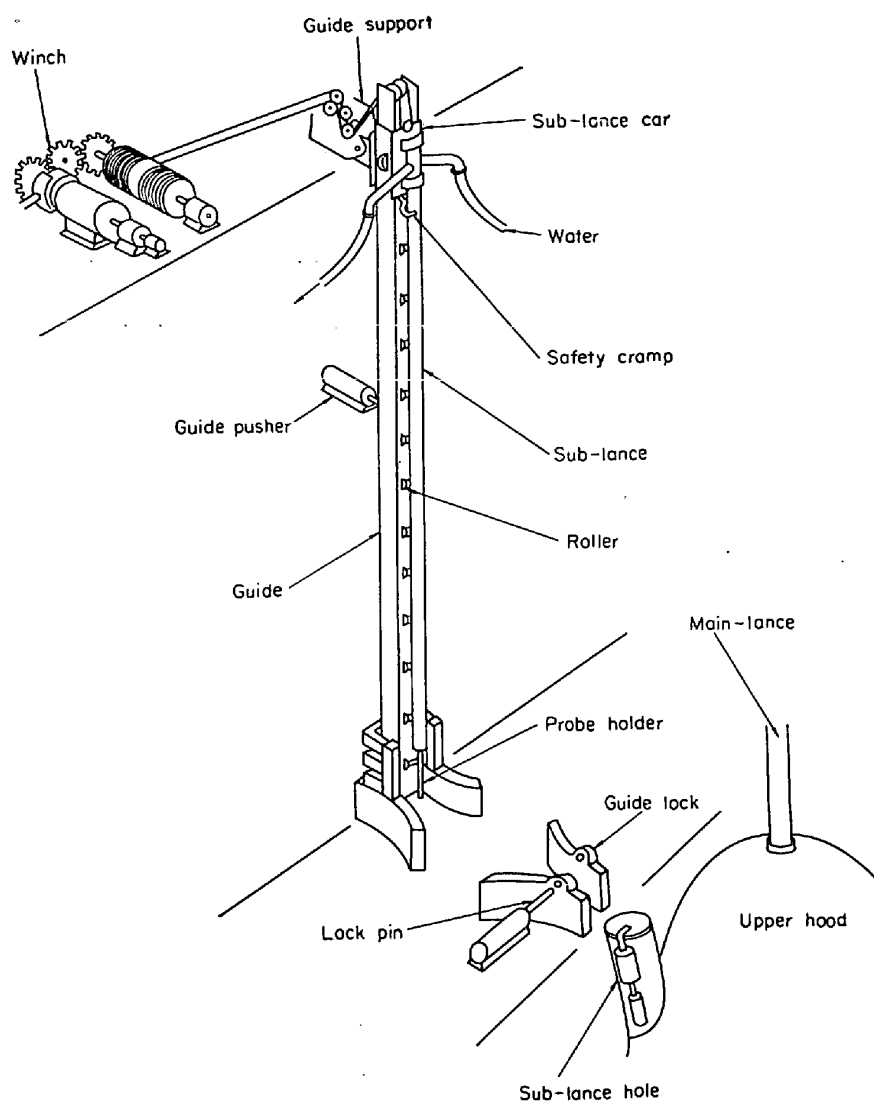


Fig. 1. Outline of sub-lance installation.

ルダールがとりつけてあり、これに消耗型の各種プローブを装着する。Fig. 1はサブランスが垂直状態で待機位置にあるところを示しているが、炉内への挿入は建屋の関係上サブランスに接しているサブランスガイドの下部を押出すことにより鉛直方向に対して 16° の角度をとる。

上部デッキには巻上モーターが据えつけてあり、この回転が減速機で減速されてドラムへ伝えられる。ドラムから出たワイヤーは昇降台車にとりつけてあり、サブランスは昇降台車に固定してある。この昇降台車がガイドにそつて上下動するが、それとともにサブランスがガイド上のローラーの上を走る。ガイドはガイド取付台で上部デッキにとりつけてあり、ここを支点として油圧シリンダーによりガイド下部の押出し、引込みを行なう。ガイドの押出し後ガイドロックのロックピンがとび出してガイドを固定する。一方転炉の上部フードにはサブランス孔が設けてあり、通常はシールキャップで閉じてある

が、ランス挿入時にはシールキャップを開く。このサブランス孔は吹錬中 N_2 ガスシールを行なつてCOガスの噴出を防いでいる。

Fig. 2はサブランスの炉内へのおおよその挿入位置を示す。サブランスは鉛直方向に対して 16° の角度でサブランス孔より炉内へ入る。炉口との間隔は約70cm、またメインランスへの最近接距離は約50cmである。サブランス先端のたわみは10cm以内でほとんど問題にならない。プローブ先端つまり測定点の横方向の位置は斜挿入のため挿入深さによりいく分変化するが転炉の中心線から約1.5m程度離れた地点である。一方縦方向の位置は運転室操作盤のレベル・カウンターをみながら任意の地点を選ぶことができる。Photo. 1にサブランス操作盤を示す。

計測によりプローブ先端で発した電気信号はホルダー先端のソケット部からサブランスおよびランス冷却水送

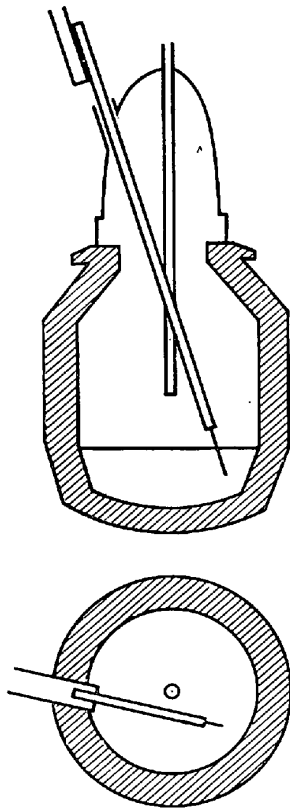
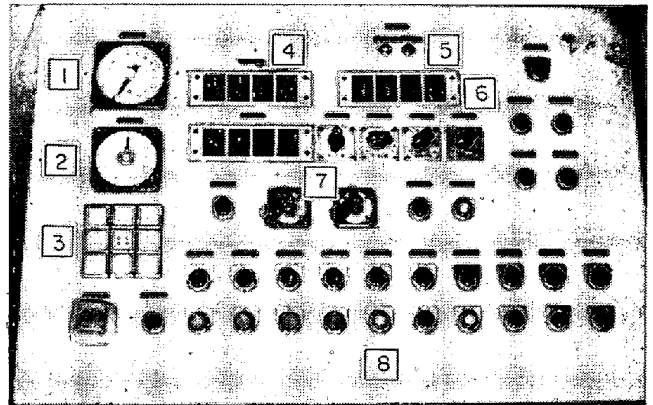


Fig. 2. Position of sub-lance in the furnace.

入用フレキシブルチューブ内の補償導線を通り、運転室の記録計に表示される。

3. サブランスの運転

Fig. 3 にサブランスによる計測 1 サイクルのタイムスケジュールを示す。このスケジュールにしたがってサブランスの運行を説明すると、まず垂直状態で待機位置にあるサブランスの先端ホルダーにプローブを装着する。ホルダーとプローブの接合を導通ランプの点灯により確認した後ガイドを押し出し、ガイドロックのロックピンでガイドを固定する。指定された測定時刻に近づいた



- 1) Lance height meter
- 2) Running speed meter
- 3) Monitor lamp
- 4) Level memory
- 5) Level counter
- 6) Level setting dial
- 7) Selecting switch
- 8) Operating button

Photo. 1. Sub-lance operation board.

ところでサブランス孔のシールキャップを開き、サブランスから安全クランプをはずす。ランスを降下させ、所定位置に所定時間保持して計測を行なった後ランスを上昇させる。その後は前半の操作の逆を行ない、安全クランプをいれ、シールキャップを閉じ、ロックピンを引抜き、ガイドを引込む。ガイドを待機状態に戻した後、必要に応じてプローブを回収あるいは廃棄し、再び新しいプローブを装着する。

以上の 1 サイクルに要する時間は計測の種類により異なるが、75~150 sec 程度である。この 1 サイクルの操作のうちプローブ装着と回収（廃棄）を除いてシーケンス制御による自動運転を行なうことができる。もちろん任意に手動に切換えることもできる。

Fig. 4 はサブランスの昇降パターンを示している。待機位置よりやや下に零点があり、この点からサブランス降下距離を示すカウンターが表示を始める。そして 10m を越えたところでプローブ先端が鋼浴内に突入する。ランス昇降速度制御にはワードレオナード方式を用いており、昇降速度は 2~60m/min の間で任意に設定でき

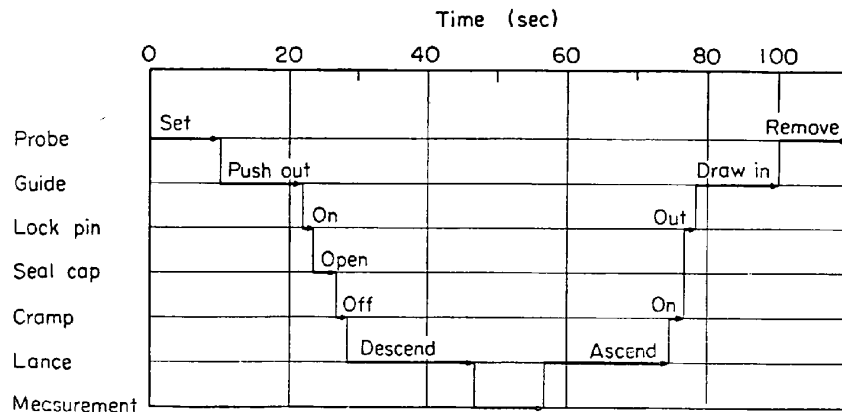


Fig. 3. Time schedule of sub-lance.

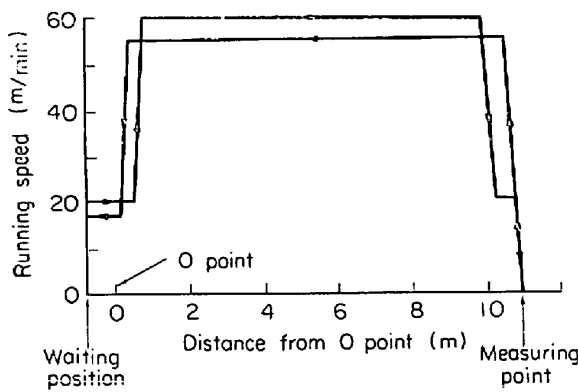


Fig. 4. Sub-lance running pattern.

る。現在高速を 60m/min, 低速を 20m/min とし, Fig. 4 のようにランス降下の場合には低速・高速・低速の順, ランス上昇の場合には高速・低速の順に速度制御を行なっている。ただしランス上昇の場合には下降の場合に比べて抵抗が大きいため速度はいく分低下する。定点および測定点の近くで低速にしたのは速度の急変を避けるためと位置の検出精度, 停止精度をあげるためである。なおこの昇降パターンは計測あるいはサンプリングの目的に応じて変えることがある。

4. 各種プローブと測定結果

上に述べたサブランス装置を完成した後, サブランスの先端にとりつける消耗型プローブの開発に移った。まず第1段階として3種の単能プローブ, すなわち湯面プローブ・温度プローブ・試料プローブをとりあげた。これらのうち吹錬中に使用するプローブについてはとくに高熱に対する配慮が必要であった。

4.1 湯面プローブ

湯面プローブは溶銑面あるいは吹錬中のスラグ面の位置を, プローブ先端に突出した2極が溶銑あるいはスラグに接触した際の導通により検出するもので, 導通の瞬間の位置が運転室操作盤のレベルメモリーにデジタル表示される。

この湯面プローブを用いて湯面位置の炉回数による変化を測定した。その結果を Fig. 5 に示す。図中点線は従来より半理論的に得られている炉底位置と湯面位置の推定線であつて, この2線間の距離が鋼浴深さになる。この炉代ではサブランスの測定値は推定線とよく一致している。このように湯面の位置を正しくとらえることにより正確な吹錬条件を設定することができる。

吹錬中のスラグフォーミング (foaming) 高さを測定する場合には, プローブ先端の2極の先にスロッピングをよけるための防護板をとりつけたプローブを使用す

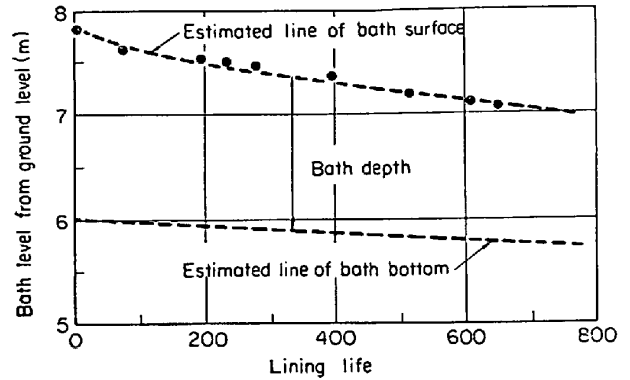


Fig. 5. Change of bath level with lining life.

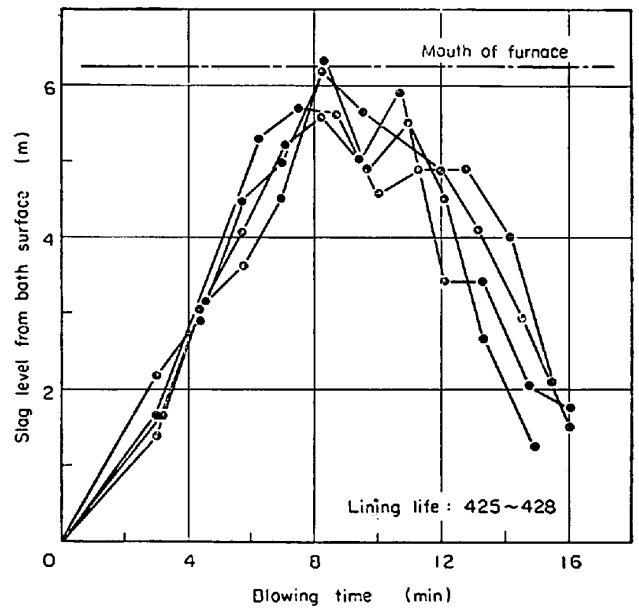


Fig. 6. Change of slag foaming level during blowing.

る。連続した4ヒートのスラグ高さ測定例を Fig. 6 に示す。フォーミングのパターンはおおよそ台形状で 7~11 min にピークをもつが, 炉回数つまり炉形状により変化する事が認められており, 別途報告の予定である⁴⁾。スラグフォーミングはスロッピングと密接な関係にあるほかいろいろの炉内現象に関連していると考えられる。

4.2 温度プローブ

温度プローブは通常転炉前で終点测温などに使用されている消耗型浸漬熱電対を改造したものである。Fig. 7 には4ヒートについて吹止約 1 min 前の测温曲線を示した。温度記録計は2ペンで温度とともに測定位置も同じチャート上に記録できる。測定位置は零点からの距離 (Fig. 4 参照) で表わしてある。测温曲線からわかるように, 鋼浴温度を代表するとみられる安定な温度領域が存在しており, 電子計算機と連結することにより終点温度制御の可能性が有る。サブランスを鋼浴からひきあげる

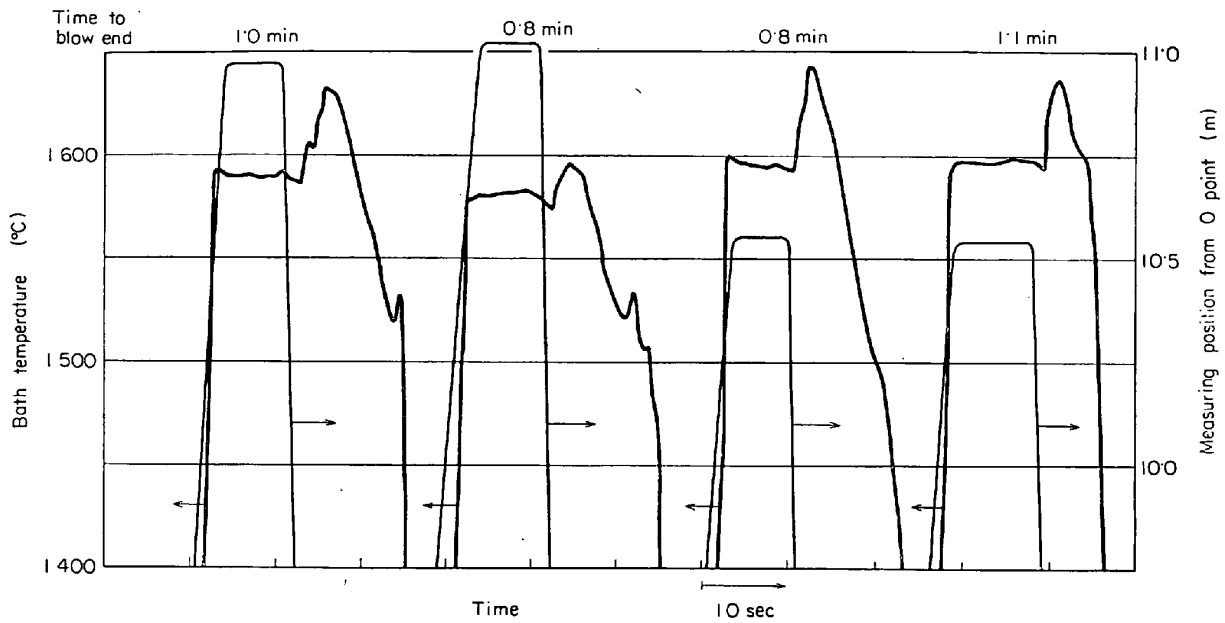


Fig. 7. Measuring curve of bath temperature.

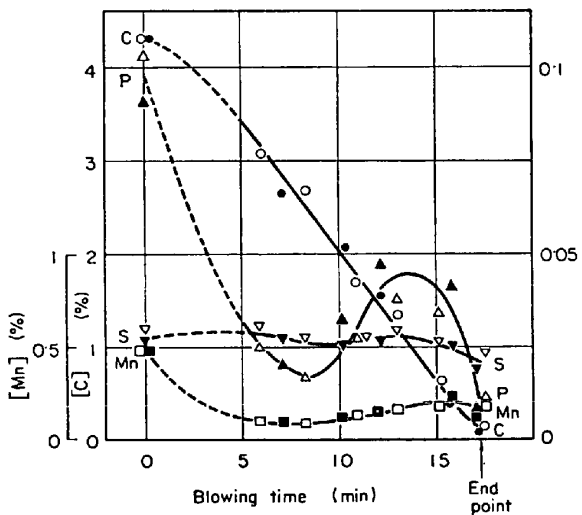


Fig. 8. Change of bath composition during blowing.

際に必ず鋼浴より高い温度を指示するが、これはすでに指摘されている⁵⁾ようにスラグ層が鋼浴より高温であることを示すものと考えられる。ランス降下の際にはプローブ先端を薄鋼板製キャップで保護しているためスラグ層温度は表われていない。

4.3 試料プローブ

メタル採取プローブは鑄鉄製円筒形で側面上にメタル流入孔がある。内部には約1%相当のAl線を封入してある。Fig. 8は試料プローブを用いて吹錬中の鋼浴成分の推移を追跡した連続2ヒートのデータである。[C]はほとんど直線的に低下していくが、吹止直前でややゆるやかになっているようである。[Mn]と[P]は吹錬後半に鋼浴への復帰現象が起こり上昇するが、末期再び低下

する。とくに[P]の上昇および低下が著しい。[S]はほとんど変化していないが、吹止では溶銑に比べてやや低くなっている。なお吹錬開始後6~7min頃まではプローブが未溶解スクラップに当たって損傷することがあるので、サブランスサンプリングは通常行なっていない。

5. 結 言

以上検出端としてのサブランス装置の概略と2, 3の測定結果について述べた。ところで転炉の反応は火点近傍あるいはスラグ-メタル界面(エマルジョン領域)で局部的に起こっているとみられるので、サブランス測定点の代表性つまり測定値が鋼浴平均値と十分密接な関係にあるかどうかの問題になるであろう。これまでの測定データによれば鋼浴はよく攪拌されており測定点の代表性はあると考えられるが、今後さらに検討を重ねる必要がある。

サブランスの特色は、多目的性の検出端であること、他の検出端の検証手段となりうること、測定コストが比較的安いこと、さらには検出端としてだけでなく石灰やOilを吹込むといった操作端としての機能も有することなどである。これらの特色を生かして今後

- a. 単能プローブを組み合わせた複合プローブの作製
- b. [C], [O]などを迅速測定する新プローブの開発
- c. プローブ価格の低廉化
- d. プローブ自動着脱装置の作製
- e. 測定1サイクルの時間短縮

などを行ない、プロセス制御あるいは解析用の検出端として開発を進めていく予定である。

文 献

- 1) 島田, 大石, 岩尾, 内藤, 前田: 製鉄研究, No 266 (1969) 3, p. 137
- 2) 岩尾, 前田, 川田, 大石: 鉄と鋼, 55 (1969) 3, p. S94
- 3) 野坂, 岩尾: オートメーション, 14 (1969) 9, p. 42
- 4) 立川, 島田, 石橋, 白石: 日本鉄鋼協会第79回講演大会発表予定
- 5) 川上, 藤井, 内堀: 鉄と鋼, 52 (1966) 3, p. 380

討 論

【質問】 日本鋼管 国岡計夫

1. 斜挿入の利害得失はどうか.
2. 酸素ジェットの影響はないか.

【回答】

1. 斜挿入は垂直挿入に比べて装置的に複雑となり製作費が高くなるが, 炉口部の地金付着を考慮しかつ火点を十分避けて挿入するためには必要である.
2. ない.

【質問】 住友金属 丸川雄浄

1. 吹錬中の溶鋼レベルの推移を測定したことはないか.
2. 吹錬中の溶鋼レベルは吹錬前の初期レベルより低下していると考えられるが, 溶鋼温度の測定深さはどのくらいのところをねらっているか.
3. 鋼浴には火点とか未溶解スクラップとかが存在しているが, 溶鋼温度の偏りあるいは測定値の代表性はどう考えるか.

【回答】

1. 測定したことはない.
2. 鋼浴深さのだいたい上面から 1/3 のあたりである.
3. Fig. 9 は吹錬中にサプランスを約 3 cm/sec の低速で鋼浴中を降下させたときの測温曲線(2例)である. 測定位置は右縦軸に零点からの距離で示してあるが, 鋼浴深さ 1.5m のほぼ上半分に相当する 70cm の間で鋼浴温度はだいたい一定であることがわかる. これからみて吹錬中の鋼浴温度はかなり広い範囲にわたって均一であり, 測定値の代表性もあると考えられる.

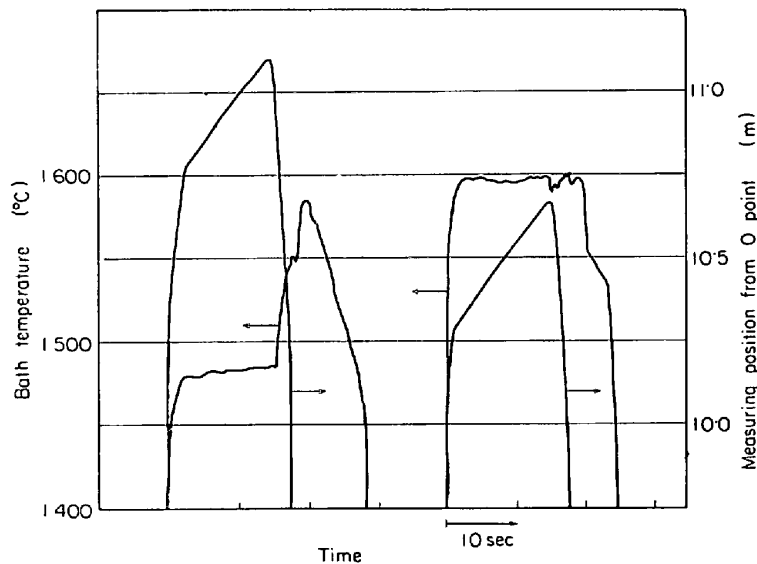


Fig. 9. Temperature in metal bath.