

Table 5. Adaptability of alloying blow.

	Chemical analysis (%)									
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	V	SoI Al
Specification	0.13	0.40	1.05	0.035	0.035	0.55	0.10	0.20	0.10	0.020
Ladle	~0.16	~0.55	~1.35	under	under	~0.60	~0.20	~0.23	~0.15	~0.040
	0.15	0.48	1.28	0.022	0.009	0.57	0.16	0.21	0.14	0.032

もかかわらず、溶解吹よつてもほとんど低下することなく、しかも規格成分に合せて調整できるゆえ、変動が少なくなっている。

温度についても溶解前の温度に応じて溶解吹時の添加 Si 源を調節することにより溶解吹後の温度の  $\sigma$  は 7.6°C と低くすることができる。

更に Table 3 より明らかなごとく溶解吹を行うことにより鋼中 [O] および鋼滓中の T.Fe が減少し鋼質の向上が期待できる。

Table 4 はハイテン系の同一鋼種について溶解吹を実施した場合と、しない場合の成分、製鋼時間、Mn 歩留終点温度を比較したものであるが、高炭材、低炭材を問わず溶解吹を行つた場合は成分変動が少なく、特に Mn, P, 温度の変動が著しくなつているのが目立つ。

また、Mn 歩留が 10% 以上も高くなつていることからみても合金剤歩留が高く、かつ安定していることが判る。

製鋼時間は約 10min 程度延長しているが、成分変動が少ないこと、Table 3 に示したごとく鋼中 [O] が低いことため鋼質向上が期待されることなどを考えれば、この程度の能率低下は十分補なつて余りあるものと言えよう。

溶解吹の特徴の一つは溶加剤の歩留変動が少く、成分適中率が著しくよいことであるが、この利点を生かして成分規格の著しく厳格な鋼種を溶製した実績例を Table 5 に示す。

これは Ni, Cr, Mo, V, を少量づつ含んだ低炭の調質ハイテン系鋼種であり、成分規格が非常にせまいが中央値を目標に出鋼した結果、十分作業的に可能であることがわかつた。

#### IV. 結 論

LD 転炉による高級鋼溶製法としては、いろいろ考えられるが、当所においては操業条件に応じて、Fig. 1 Table 1 に示す規準に従つて作業の安定化を図つている。

就中従来大量出鋼に多少困難を感じていた鋼種も溶解吹を採用することにより十分作業的に容易となり、鋼質的にも優れたものが得られるにいたつている。

669,184,244,66,536,532

### (67) 純酸素転炉における溶鋼温度連続測定

No. 64229  
尼崎製鉄, 尼崎製鉄所

青山 芳正・飯浜宇一郎・林 正昭  
松永 昭・小林清二

### Continuous Measurement of Temperature for Bath of LD Converter.

Yoshimasa AOYAMA, Uichiro IIHAMA,  
Masateru HAYASHI, Akira MATSUNAGA  
and Seiji KOBAYASHI.

#### I. 緒 言 pp1723-1725

最近の LD 転炉法の発展はめざましく、生産量、製造鋼種、作業管理などの面ですでに各種製鋼法の先端を歩んでいるが、特に作業管理の面では計算制御が導入され、その活用によつて大きな効果のあがつていることが各所より報告されている。しかし、製鋼作業を十分に管理し、かつ新しい製鋼技術を開発するためには、刻々に変わる炉内の溶鋼温度と化学成分とを直接感知することが、ますます必要となつてきている。LD 法は平炉、電炉法などと違い、精錬を中断せずに溶鋼の温度、化学成分を直接測定することはきわめて難しいが、精錬が迅速であるだけに、これらの連続測定ができれば、その効果は測り知れないものがある。そこで、われわれは第 1 段階として、LD 炉吹錬中における溶鋼温度の連続測定を採り上げた。測定方法としては、熱電対を溶鋼内に浸漬する方法を採用した。この方法については、FISHER<sup>1)</sup> がトーマス転炉、LD-Ac 転炉について 2, 3 の実験を行ない、保護管としてはクロメットが良いとしているが、われわれはいろいろの保護管を使い、小型炉 (500 kg) である程度の成算を得てから、実際操業中の 30 t LD 炉に実験を移した。その結果によれば、未だ解決されていないいろいろの困難は確かにあるが、連続測温の可能性は十分にあることが判つた。

#### II. 小型実験炉における連続測温

浸漬式熱電対で溶鋼温度を連続測定する場合のもつとも重要な問題は、保護管の材質である。作業を中断せずに連続測定を行うには、測定装置を炉体煉瓦積内部にセットするのが最上であるが、この場合には、鋼浴内に突出した保護管が、装入時の屑鉄溶鉄の衝撃、精錬中の急速な温度上昇、高温の溶鋼、スラグとの接触、倒炉時の溶鋼の流れ、出鋼後の急速な温度降下など、苛酷な熱的・化学的、機械的な条件に耐えなければならない。また、溶鋼の温度変化を急速に伝達するには、熱伝導率が高く先端肉厚の薄いことが必要であるが、このような要求を全て満足する保護管は、未だ開発されていない。Fig. 1

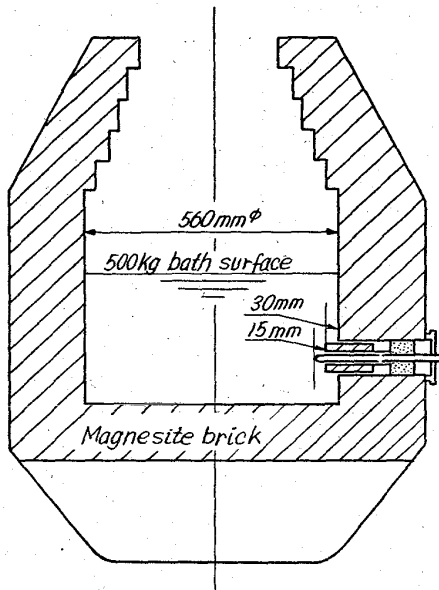


Fig. 1. 500kg experimental converter and measuring arrangement for temperature.

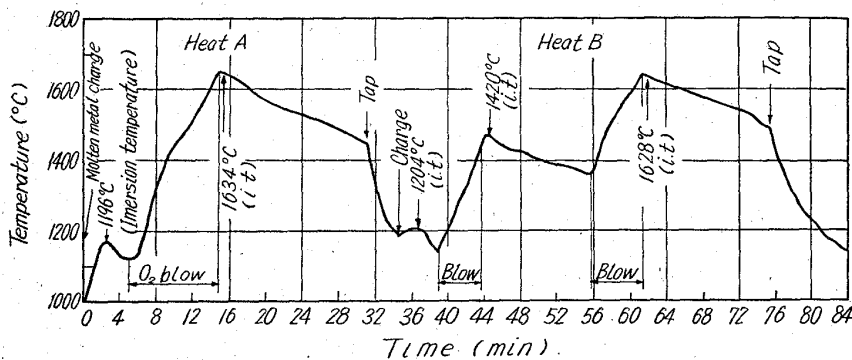
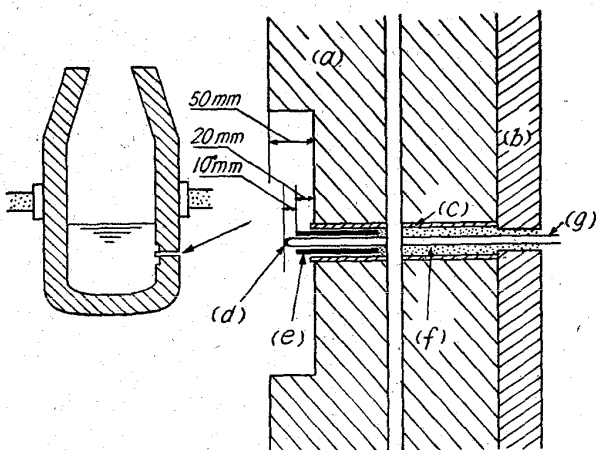


Fig. 2. Temperature curves of two heats in 500kg converter.



- a) Tar-doromit<sup>®</sup> brick
- b) Converter shell
- c) Steel pipe
- d) Protecting tube, length about 120mm
- e) Alumina tube
- f) Magnesite powder
- g) Alumina tube

Fig. 3. 30t converter and measuring arrangement for temperature.

は試験転炉と熱電対の取付方法を示すが、同時に3本の保護管を並べて試験できるようにした。熱電対の取付位置は、鋼浴の底部より約1/3のところ、熱電対を埋めこんだ煉瓦は炉壁面よりやや突出させ、保護管先端はこの煉瓦面よりさらに15mm突出させた。これは、溶銹あるいはスラグが固着したり、炉壁面近くの低温層にあたりたりして、実際の溶鋼温度の検出が妨げられることを考慮したからである。しかし、これ以上に突出させると、機械的に破損することが多い。保護管としては、石英管、アルミナ管、マグネシヤ管、酸化ジルコニウム質管、酸化ベリリウム質管、酸化クロム質管を試験し一部マグネシヤ充鎮の薄肉白金シールド熱電対をアルミナ保護管で使用した。現在までに、計21ヶの保護管を使用して、22チャージの吹錬を行つたが、石英管、マグネシヤ管を除く他の保護管は3チャージ以上の使用に耐えた。保護管の寿命には、材質以外にも肉厚寸法の影響が大きい、温度差の問題もあり、適正寸法は使用条件によつて左右される。白金シールド熱電対とアルミナ保護管を併用して、連続6チャージ、延べ4hr 3minの測温が可能であつたが、コストの点で問題がある。Fig. 2は同試験における測温記録の一部である。なお熱電対は全てPt-Pt.Rh 13%を使用した。3チャージ測温後でも、異状は認められなかつた。

### III. 30t LD 炉における連続測温

生産工程の中で動いている大型炉で試験を行うには、まず第1に絶対安全で、実際作業にはなんらの支障をも与えないことが必要である。このような前提から Fig. 3 に示すような方法を採用した。小型試験炉と異なる点は、タードロマイト煉瓦から発生する還元性ガスを防止するために鋼管を用いたこと、機械的な条件がいつそうきび

しいので、保護管取付面を凹にしたことである。この方法では、炉外から保護管の取替ができないので、炉体煉瓦積替時にセットし、通算16炉代の実験を行つた。また必然的に新炉昇熱時の高温と還元性ガスにさらされるので、いろいろの防護手段を採用せねばならなかつた。連続測定の一例は Fig. 4 のごとくで、使用保護管は肉厚2mmの酸化ジルコニウム質である。温度計はトランシオン直下の位置にあるので、倒炉時は溶鋼から離れ、炉内空間の温度を示している。新炉昇熱と最初の1チャージは良く温度を示しているが、2チャージめ以後はやや低い値を示し、5チャージめで溶断した。現在までのところ、1チャージめの測温は全て良好に行われるが、吹止後の炉体傾動時に溶鋼、スラグによる損傷をうけて、溶断または指示不良におちいることが多い。この点から、アルミナ管の寿命もせいぜい1チャージである。

溶鋼内にセットした温度計の指示値は、倒炉後の炉前イメージン測定よりもかなり高めに出ることが多い。鋼浴の上部1/4にセットした場合には、この差が30~40°Cにおよぶことがある。一般に鋼浴の下部と上部ではかなりの温度差が当てていることは明らかであるが、吹錬条件、吹止条件によつて、その状況はかなり変化する

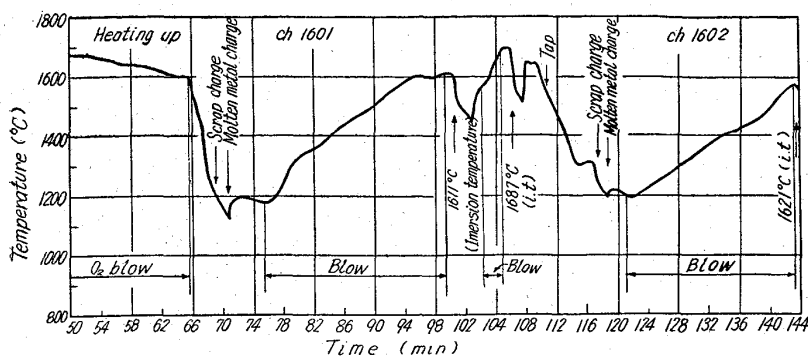


Fig. 4. Temperature curve of a heat in 30-t converter.

ようである。上記大型炉の連続測温では PtRh<sub>6</sub>-PtRh<sub>30</sub> の熱電対を使用しているが、120min 使用後でも異状は認められない。

IV. 結 言

純酸素上吹き転炉の鋼浴部に熱電対温度計を設置して溶鋼温度の連続測定を実施し、次の結論を得た。

- 1) 適切な材質の保護管を使用し、保護管の寸法、取付方法を適正に行なえば、正確な溶鋼温度を連続的に測定することが可能である。
- 2) 実際操作に連続測温をとり入れるには、保護管の寿命延長が必要であり、今後一層の改良が望まれる。
- 3) PtRh<sub>6</sub>-PtRh<sub>30</sub> の熱電対は、測定温度が 1700°C 以下であれば、十分数チャージの使用に耐えることができる。

文 献

- 1) W. A. FISHER: The continuous measurement of temperature during heats produced by pneumatic processes. Stahl und Eisen, 82(1962) Nr. 13, 21 Juni.

669,184,204,66:669,14,046,516

(68) 純酸素転炉出鋼中の鋼浴成分  
ならびに温度の変化について

富士製鉄, 広畑製鉄所 No. 64030  
本間悦郎・大矢竜夫・松永 久

Changes of Metal Composition and Temperature during Tapping in the LD Process.

PP 1725~1727  
Etsuro HOMMA, Tatsuo OYA  
and Hisashi MATSUNAGA.

I. 結 言

純酸素転炉の吹錬終了後の溶鋼成分ならびに溶鋼温度が出鋼中に変化することは経験的によく知られている。

出鋼中の溶鋼成分の変化は主として出鋼中の空気酸化によるものと考えられ、その定量的な把握は取鍋成分の適中率の向上のために必要であるにもかかわらず通常のチャージで出鋼中に Fe-Mn etc の差物を添加するため調査が困難であり、この点についての報告は平炉の場合の報告<sup>1)</sup>はあるが転炉の場合の報告は見られない。

当所転炉での極軟リルド鋼 ([C] ≤ 0.12%) の吹錬において溶銹 Mn が高く溶銹 Si が低い場合には吹止後

Fe-Mn を添加することなしに出鋼することがあり、それらのチャージについて出鋼中の成分変化を調査したのでその結果を報告する。

また出鋼中に輻射その他によつて溶鋼の温度が降下することもよく知られているが電気炉、平炉についてはいろいろ調査研究されているにもかかわらず転炉出鋼中の温度降下については報告がみられない。当所転炉工場では溶製鋼種の 65% が極軟リルド鋼であるためリミングアクションに関する注入温度を最適値に管理する必要があり、出鋼中の温度降下を調査したのでその

結果も併せて報告する。

II. 転炉出鋼中の成分変化

(1) 調査方法

溶銹 Mn が高く溶銹 Si が低く吹止ラスグ中の (T.Fe) % が比較的低い時には当然吹止 Mn が高くなる。当所転炉で極軟リルド鋼を溶製する場合上記条件を満足し吹止 Mn が高く Fe-Mn を添加せず Al のみを 3~5 kg/ladle 添加して出鋼することが時々ある。そこで Al 以外の差物を添加せずに出鋼した極軟リルド鋼を過去のデータよりひろい各種要因と成分変化との関係を調査した。これらのチャージの溶銹成分はおよそ次のようなものであつた。

C	Si	Mn
4.3%	0.40~0.60	0.85~1.20
P	S	
0.140~0.180	0.023~0.024%	

なお吹止試料採取のさいには試料杓にまきつけたスラグを還元しないように特に注意した。

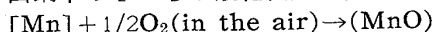
(2) 調査結果ならびに考察

出鋼中の [C][Mn]P[S] の変化の頻度分布を Fig. 1 に示す。これから [C][Mn] は出鋼中に低下していることがわかるが [P][S] は出鋼中にほとんど変化していない。

i) 出鋼中の [Mn] の変化

Fig. 2 に出鋼中の [Mn] の変化と吹止 [Mn] との関係を示し、Fig. 3 に取鍋 [Mn]/吹止 [Mn] と出鋼所要時間 (80 t 出鋼に換算) との関係を示す。これから吹止 [Mn] が高い程、また出鋼所要時間が長い程出鋼中の [Mn] の低下が大きい傾向が認められる。出鋼中の [Mn] の低下は吹止 [C] とは関係ないようである。

今出鋼中の [Mn] の酸化反応が次の反応



によつて進行するとすれば、空気中の P<sub>O</sub><sub>2</sub> は変化しないと考え、[Mn] の酸化が一次反応<sup>2)</sup>であると考えると

$$-\frac{d[Mn]}{dt} = k [Mn] \dots \dots \dots (1)$$

が成立つ。

吹止 [Mn] を [Mn]<sub>0</sub>, 出鋼所要時間 (80 t 出鋼に換算) t min 間の出鋼中の酸化を受けた溶鋼の [Mn] を [Mn]<sub>t</sub> とすると (1) 式を積分して

$$\ln \frac{[Mn]_t}{[Mn]_0} = -k t \dots \dots \dots (2)$$