

論 文

UDC 669.046.545.2 : 669.184.012.45

溶 銑 の 取 鍋 内 脱 磷 法*

佐々木寛太郎**・大喜多義道***・池田 隆果**

岡 峯 卓**・松尾 亨**・川見 明***

On the Dephosphorization of Hot Metal in the Ladle

Kantaro SASAKI, Yoshimichi OHKITA, Takami IKEDA,

Takashi OKAZAKI, Tohru MATSUO, and Akira KAWAMI

Synopsis:

Dephosphorization of hot metal in the ladle was investigated by mechanical stirring method with the dephosphorizing agent consisting of LD slag and Fe_2O_3 powder. The experiments were carried out both with a laboratory scale apparatus and 45t industrial ladles.

The following results have been obtained;

(1) Using LD slag with Fe_2O_3 powder, the phosphorus level of hot metal can be reduced to 20% to 40% of the initial content after 40 minutes treatment even when the slag is acidic.

(2) During the treatment, the extent of decarburization is small, although silicon and manganese are oxidized and removed from the hot metal.

(3) The low phosphorus steel, with less than 0.010%P, can be easily obtained in LD vessels starting with the dephosphorized hot metal.

1. 緒 言

鉄鋼中の磷は鋼の機械的性質に大きな影響をおよぼす有害元素であることはよく知られている。

最近にいたり鋼の使用条件が厳しくなり、特に低温衝撃特性の向上あるいは鋼板の一部にみられる偏析部の異常組織発生¹⁾の防止の点より、鋼の磷含有率の低下が必要となつてきている。

しかし通常の転炉吹錬において、低磷の高級キルド鋼を溶製することは困難である。これは高級キルド鋼が一般に真空脱ガス処理を行なうため高温吹錬が必要であること、あるいは多量の合金鉄を使用するという以外に次のような転炉吹錬特有の問題があるからである。すなわち脱磷促進に対して最適のスラグ中の酸化鉄量の制御、あるいは高塩基度操業の困難さがあるためである。したがって、一般的に0.010%P以下の低磷高級キルド鋼を転炉で溶製する場合、精錬途中で排滓しない通常のシングルスラグ精錬法では困難であり、精錬途中でスラグを排出更新するダブルスラグ法が採用されている。しかしながらダブルスラグ法は製鋼時間の延長、あるいは

鉄分歩留の低下という欠点を伴っている。

こうした欠点を解決し容易に低磷鋼を溶製する方法として、溶銑段階において脱磷を行なう方法があるが²⁾、ここでは取鍋内溶銑脱磷法に関して研究した結果を報告する。

本報では溶銑重量4kgを使つた基礎実験の結果と、それに基づいて行なつた実炉での溶製試験結果を報告する。

2. 小型基礎実験

2.1 実験方法

使用した実験装置を Fig. 1 に示す。シリコン・カーバイド抵抗加熱炉(エレマ炉)を使用し、大気雰囲気中で銑鉄試料4kgを内径98mm深さ250mmのハイアルミナ質のルツボに入れて溶解した。測温はシリカチューブに入れた熱電対を溶銑中に浸漬して行なつた。溶銑温度は $1300 \pm 10^\circ\text{C}$ に保持した。銑鉄を溶解した後径40mm厚み10mmの高アルミナ質の攪拌翼を溶銑の湯面下5mmまで浸漬し200rpmで攪拌した。回転数はタコメーターで測定し調整した。

* 昭和51年4月本会講演大会にて発表 昭和52年1月6日受付 (Received Jan. 6, 1977)

** 住友金属工業(株)中央技術研究所 (Central Research Laboratories, Sumitomo Metal Industries Ltd., 1-3 Hondori, Nishinagasu Amagasaki, 660)

*** 住友金属工業(株)小倉製鉄所 (Kokura Works, Sumitomo Metal Industries Ltd.)

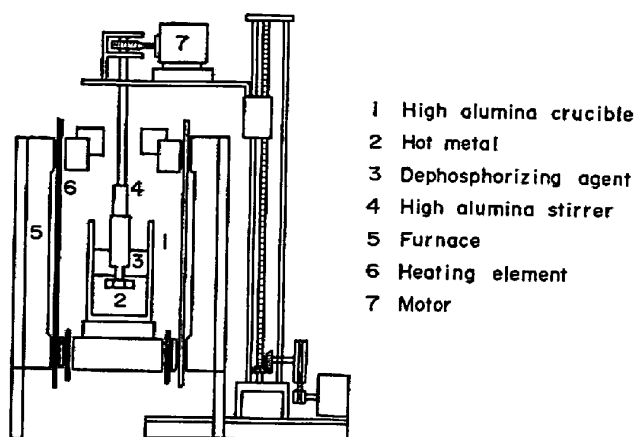


Fig. 1. Schematic diagram of experimental apparatus.

実験中のメタルサンプルは内径 4.0~4.9 mm のシリカチューブにて吸引採取した。採取回数は 1 チャージ当り 6~7 回である。スラグサンプルは鉄製スラグ採取棒を浸漬し付着スラグを採取した。回数は 1~2 回である。

メタルサンプルは化学分析を行なった。スラグサンプルは粉碎した後磁選は行なわず可能な限りメタルを取り除き、残りを 100 メッシュ以下に粉碎しこの中の金属鉄分を化学分析にて定量し、スラグの分析結果より金属鉄分を減じてスラグ成分を計算しなおした。スラグ成分中の Free CaO, FeO, 金属 Fe, F は化学分析で行ない、その他は蛍光 X 線分析した。なお本報告で示す CaO は蛍光 X 線による Total Ca による Σ CaO より Free CaO および CaF₂ の Ca 相当分をさしひいたものである。

2.2 使用した鉄および脱磷剤

冷鉄および電解鉄に C, Si, Mn, P を添加溶製した鉄を使用した。実験に供した溶鉄の成分を Table 1 に示す。使用した脱磷剤は転炉滓-Fe₂O₃ 系脱磷剤と生石灰-Fe₂O₃ 系脱磷剤の 2 種類である。転炉滓を使った理由は、廃棄物の有効利用を考えたものである。脱磷剤成分中の転炉滓および生石灰は 100 メッシュ以下に粉碎したものを使用し、Fe₂O₃ および滓化促進剤としての CaF₂ は薬用粉末を使用し、これらを混合し実験に供した。使用した転炉滓の化学成分を Table 2 に示す。

また実験に供した脱磷剤の組成範囲は Table 3 のとおりで、一部の実験では滓化促進のため螢石を添加した。

2.3 実験結果および考察

2.3.1 溶鉄成分変化

脱磷実験に供した 2 種類の脱磷剤による脱磷時の溶鉄成分の推移について、A タイプの脱磷剤 (転炉滓 30 g/kg + Fe₂O₃ 75 g/kg) を使用した場合を Fig. 2 に示

Table 1. Chemical composition of hot metal used (%).

C	Si	Mn	P	S
3.9~4.4	0.3~1.0	0.4~1.3	0.10~0.14	0.01~0.07

Table 2. Chemical composition of LD slag used (%).

CaO	T.Fe	SiO ₂	MnO	MgO	P ₂ O ₅	S
42.9	25.9	7.5	4.4	4.4	1.6	0.05

Table 3. Composition of dephosphorizing agent used (g/pig·kg).

Type	LD Slag	Lime	Fe ₂ O ₃	CaF ₂
A	30~120	—	50~90	0~10.3
B	—	11~60	45~89	0~15

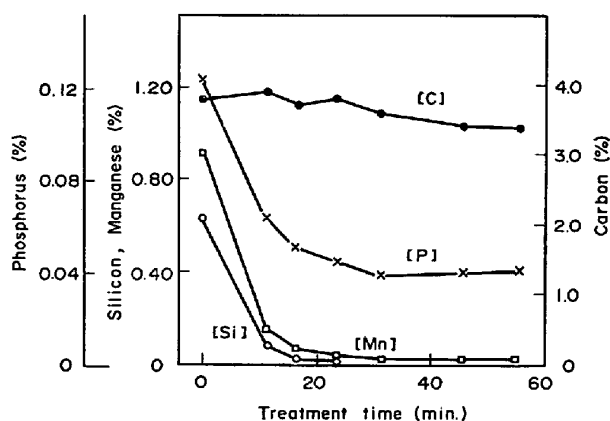


Fig. 2. Changes in chemical composition in hot metal during the dephosphorization treatment (with type A agent).

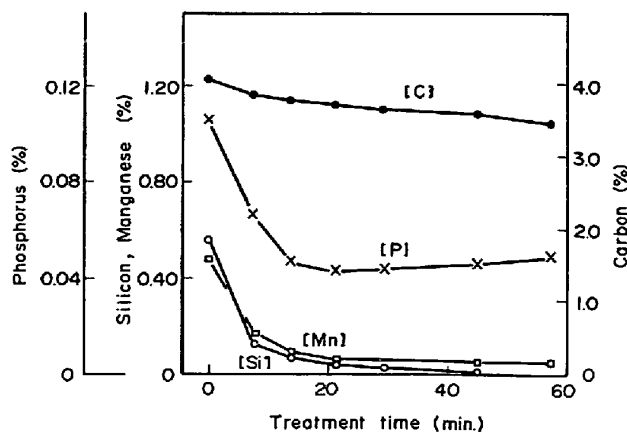


Fig. 3. Changes in chemical composition in hot metal during the dephosphorization treatment (with type B agent).

す。

また B タイプ脱磷剤 (生石灰 15g/kg + Fe₂O₃ 87g/kg) を使用した場合を Fig. 3 に示す。

図から明らかなようにいずれの脱磷剤を使用した場合でも脱磷は進行し、処理時間 30 min 経過したところで [Si] は 0.10% 以下, [Mn] は 0.20% 以下, [P] は 0.05% 以下となる。この間の脱炭量は小さく 0.3~0.4% で脱炭率は 7~10% である。

溶鉄脱磷後の転炉吹錬を安定させるためには脱炭量は極力少なくする必要がある。そこで脱炭率と脱磷率との関係を調べた結果が Fig. 4 である。

脱炭の進行に伴い脱磷が進行する傾向がみられるが、

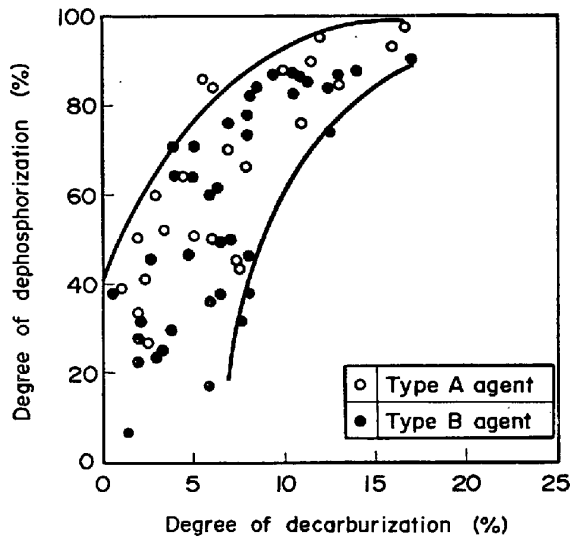


Fig. 4. Relationship between degrees of dephosphorization and of decarburization during the treatment.

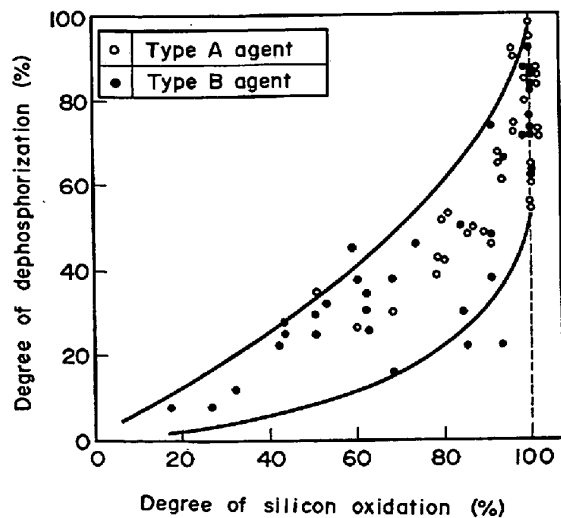


Fig. 5. Relationship between degrees of dephosphorization and of silicon oxidation during the treatment.

その脱炭量は少ない。脱磷率が 60% の場合でも脱炭率は 3~10% である。

このように約 1300°C という低温での脱磷処理温度では通常の転炉吹錬時の炉内反応³⁾ に比べて脱炭が抑制されて脱磷は進行する。

脱磷剤による差は明らかでなかつた。

溶鉄脱磷処理における脱硅と脱磷との関係を示したのが Fig. 5 である。脱硅が進行することによって脱磷が進行するという傾向がみられる。脱磷率 60% 以上を得るためには 80% 以上の脱硅が必要である。脱磷剤の影響は小さく、脱磷剤の種類によらず脱磷率を向上するためには十分な脱硅が必要となる。

Fig. 6 に脱マンガン率と脱磷率との関係を示すが、脱磷処理中のスラグの塩基度によつて明瞭な差が出ており、塩基度 (CaO/SiO₂) が 1 以下の場合でも脱磷は進行するが、60% 以上の脱磷を達成するためには、80% 以上の Mn を酸化しなければならない。しかしながら高塩基度になるにつれて Mn の酸化は少なく抑制されながら脱磷は進行する。

以上の実験条件において各成分の挙動を考える場合、厳密には活量を使つた計算が必要である。しかしながら現在のところ本実験の処理温度で多成分系のスラグによる反応を論ずるのに必要な活量のデータはない。そこで Fig. 7 に示すような酸化物に関する熱力学データ⁴⁾⁵⁾ を基礎として定性的考察を行なうこととする。磷の酸化物すなわち P₂O₅ は約 400°C 以上⁵⁾ ではガス状であり、不安定である。しかしながら、GOODEVE⁴⁾ によると塩基性スラグの存在下では磷の酸化物がスラグ中で安定化する

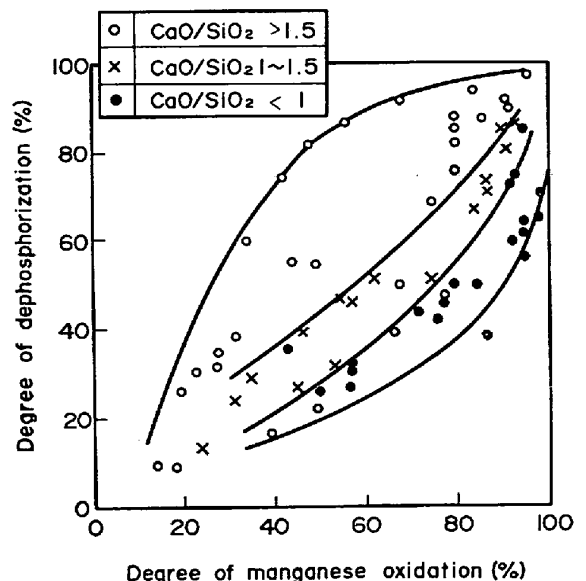


Fig. 6. Relationship between degrees of dephosphorization and of manganese oxidation.

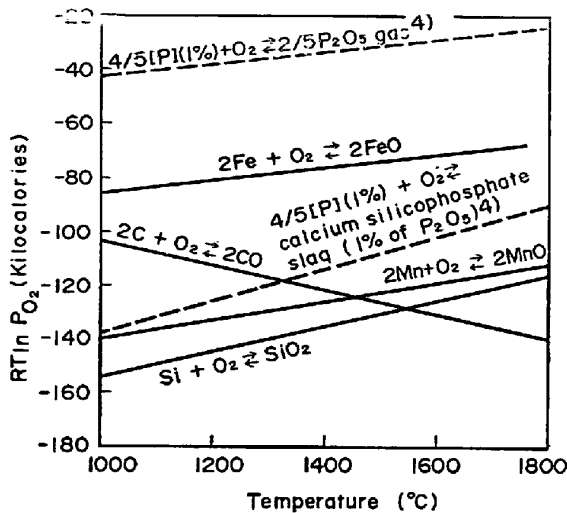


Fig. 7. Free-energy/temperature diagram for oxides⁵⁾.

るため酸化反応が起こりやすくなる。また低温になるほどこの反応は起こりやすい。一方脱炭は高温になるほど平衡する酸素ポテンシャルが低くなり起こりやすくなる反応である。したがって、高温では脱炭が脱磷より優先するが、低温では脱磷が脱炭より優先することになる。本実験の場合、スラグ組成が異なるので GOODEVE⁴⁾の結果をそのまま使用することはできないが、低温処理であるため、脱磷が脱炭より優先したと思われる。

次に本実験での脱硅、脱マンガンと脱磷との関係は次のように考えられる。1300°Cでは Fig. 7 に示すように硅素およびマンガンの酸化反応の酸素ポテンシャルは脱磷反応の酸素ポテンシャルより低い。ただしこれらの値は当該酸化物の活量により変化する。すなわち酸化物の活量が低くなると低カロリー側に移動する。

まず脱硅と脱磷の関係を考えると (SiO₂)、(P₂O₅) はいずれも酸性酸化物である。このためスラグの塩基度が高いほど活量が小さくなる。また逆にスラグの塩基度が低いほど活量が大きくなる。このように両者はスラグ塩基度の値に対して同様の挙動を示す。この結果常に硅素の酸化反応の酸素ポテンシャルは磷の塩基性スラグ存在下での酸化反応の酸素ポテンシャルより小さいものと考えられる。このため図のように塩基度に無関係に脱硅が脱磷より優先したものと考えられる。

次に脱マンガンと脱磷の関係を考える。(MnO) は塩基性酸化物である。このためスラグの塩基度が高いほど (MnO) の活量も高くなり、脱マンガン反応の酸素ポテンシャルは高くなるものと考えられる。一方上述のごとく (P₂O₅) は酸性酸化物であるので (MnO) とはスラグ塩基度に対して逆の影響を受ける。このため Fig. 6 の

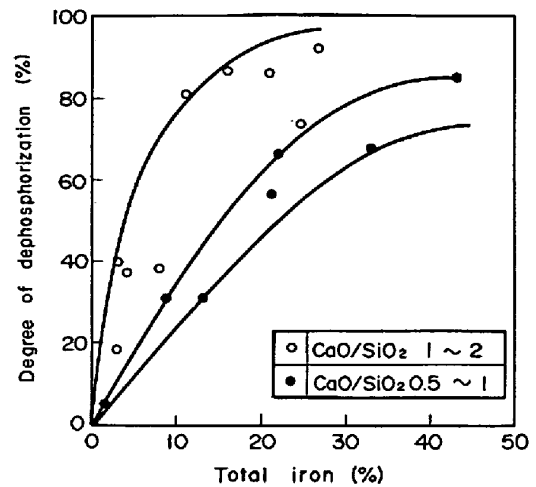


Fig. 8. Effect of total iron in slag on the degree of dephosphorization.

Table 4. An example of chemical composition of slag after dephosphorization treatment (%).

CaO	FeO	T.Fe	SiO ₂	MnO	P ₂ O ₅	Al ₂ O ₃	MgO
12.0	32.3	32.6	15.5	14.8	2.2	7.0	7.7

ごとく塩基度が低い場合は脱マンガンが脱磷に優先するが、塩基度が高くなるにつれて脱磷が脱マンガンより優先すると考えられる。

2.3.2 脱磷におよぼすスラグ成分の影響

脱磷反応におよぼすスラグ成分の影響は大きいので、スラグ中の T.Fe と塩基度に関して調査した。その結果を Fig. 8 に示した。

ここで表示したスラグおよび溶鉄の成分は溶鉄成分変化が定常状態になった時点でのサンプル分析値を使用した。

図に示すように通常の製鋼精錬において脱磷が期待できない低塩基度領域 (CaO/SiO₂=0.5~1) においても本実験温度 (1300°C) で T.Fe を 20% 以上にすることにより 60% 以上の脱磷率を得ることができる。塩基度が 0.8% の場合のスラグ分析値の一例を Table 4 に示す。また同一 T.Fe の場合、塩基度を上昇することは脱磷率の向上に有効であることは明らかである。

スラグの脱磷能を (P₂O₅)/[P] で表示し、T.Fe と CaO/SiO₂ との関係で整理したのが Fig. 9 であり、明らかに本実験のような低塩基度領域においても T.Fe と CaO/SiO₂ の上昇がスラグの脱磷能向上に有効であることがわかる。

しかしながら従来一般的に述べられている脱磷理論は高塩基度側での説明であり、本実験のごとく低塩基度側

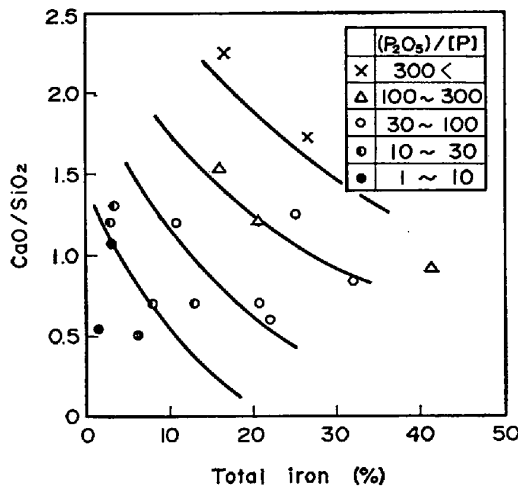
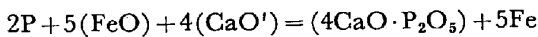


Fig. 9. Effect of basicity and total iron on (P₂O₅)/[P] during the dephosphorization treatment.

での脱磷反応は説明できない。

たとえば CHIPMAN ら⁶⁾の理論によると脱磷反応は

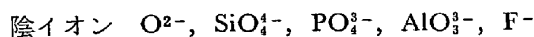
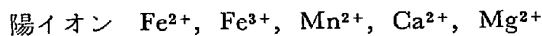


とし、彼らの見出した関係式は

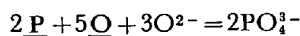
$$\log \frac{N_{4CaO \cdot P_2O_5}}{[\%P]^2(N_{FeO})^5(N_{CaO'})^4} = \frac{40067}{T} - 15.06$$

ここで CaO' は塩基性スラグでは 4CaO · 2SiO₂, 2CaO · 2SiO₂, 4CaO · P₂O₅, FeO, CaO · Fe₂O₃, CaO · Al₂O₃, 4CaO · P₂O₅ · CaF₂ などが存在すると仮定して、全 CaO モル数から上記の化合物の CaO モル数をさしひいた残りの free の CaO である。本実験結果の場合おおむね CaO/SiO₂ が 1 以下では CaO' が存在しないことになり脱磷平衡計算は不可能である。このように CHIPMAN らの理論は塩基性スラグを対象に考えており、このため本実験のように低塩基度での脱磷反応には適用できないものと考えられる。

次に HERASYMENKO ら⁷⁾の理論によると、溶融スラグは次のようなイオンに完全解離していると考えた脱磷反応式を報告している。



脱磷反応式を



として

$$\log \frac{N_{PO_4^{3-}}}{[\%P](N_{Fe^{2+}})^{5/2}(N_{O^{2-}})^{1/4}} = 7N_{Ca^{2+}} + \frac{14660}{T} - 7.44$$

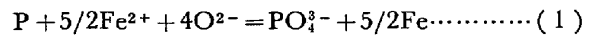
の関係式をえている。

しかしながら著者らの実験のごとくおおむね塩基度が

1 以下の場合、O²⁻ イオンが計算上存在しなくて説明が不可能である。

以上のごとく本実験結果のような低塩基度での脱磷反応は従来の高塩基度スラグによる脱磷平衡理論で、説明困難であることがわかる。

著者らは O²⁻ の活量を使ったイオン論的検討を行なった。脱磷反応⁷⁾として



を使用した。

この反応の平衡定数 K は

$$K = \frac{a_{PO_4^{3-}}}{a_P \cdot a_{Fe^{2+}}^{5/2} \cdot a_{O^{2-}}^4} \dots \dots \dots (2)$$

ここで a_{FeO} = a_{Fe²⁺} · a_{O²⁻}

であるから

$$\frac{a_{PO_4^{3-}}}{a_P} = K \cdot a_{FeO}^{5/2} \cdot a_{O^{2-}}^{3/2} \dots \dots \dots (3)$$

となる。

PO₄³⁻ と P は低濃度領域での取扱いであるので

$$\frac{a_{PO_4^{3-}}}{a_P} \propto \frac{(\%P_2O_5)}{[\%P]}$$

と仮定した。

従つて(3)式は次のような平衡式となる。

$$\frac{(\%P_2O_5)}{[\%P]} = K' a_{FeO}^{5/2} \cdot a_{O^{2-}}^{3/2} \dots \dots \dots (4)$$

この式を対数化すると

$$\log \frac{(\%P_2O_5)}{[\%P]} = \log K' + \log a_{FeO}^{5/2} \cdot a_{O^{2-}}^{3/2} \dots \dots \dots (5)$$

log(%P₂O₅)/[%P] と log a_{FeO}^{5/2} · a_{O²⁻}^{3/2} は直線関係にあることがわかる。

ここで a_{FeO} の値を TURKDOGAN ら⁸⁾の等活量曲線より求め、a_{O²⁻} を FROBERG ら⁹⁾による式より求めた。それらの値を(5)式に代入して得られた結果を Fig. 10 に示す。ここでスラグ中の Al₂O₃, CaF₂ は計算上中性としてあつた。またスラグ中の酸化鉄はすべて FeO として計算した。

log a_{FeO}^{5/2} · a_{O²⁻}^{3/2} が -3 以上の場合、(5)式から予測される勾配をもつた直線関係があり、よい相関がみられる。本実験の場合のような低塩基度での脱磷反応は a_{FeO} と a_{O²⁻} で決定されるものと考えられる。なお a_{FeO}, a_{O²⁻} が低い領域すなわち log a_{FeO}^{5/2} · a_{O²⁻}^{3/2} が -3 以下の範囲で関係式よりのかたよりが存在する。この原因は現在のところわかつていない。

次に脱磷速度の影響について実験した結果を報告する。著者らは脱磷剤の滓化速度が脱磷速度に大きく影響すると考え 2 種類の脱磷剤について実験した。すなわち

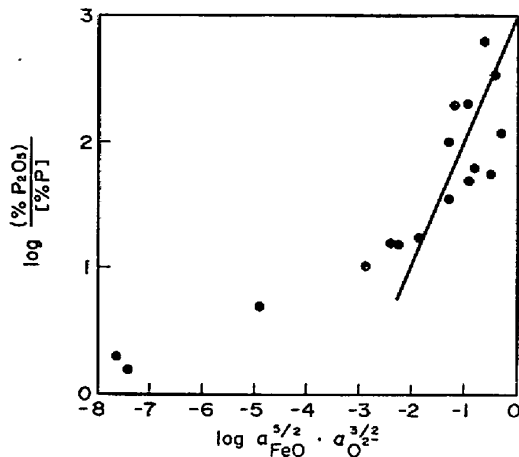


Fig. 10. Relationship between $\log (\%P_2O_5)/[\%P]$ and $\log a_{FeO}^{5/2} \cdot a_{O_2}^{-3/2}$.

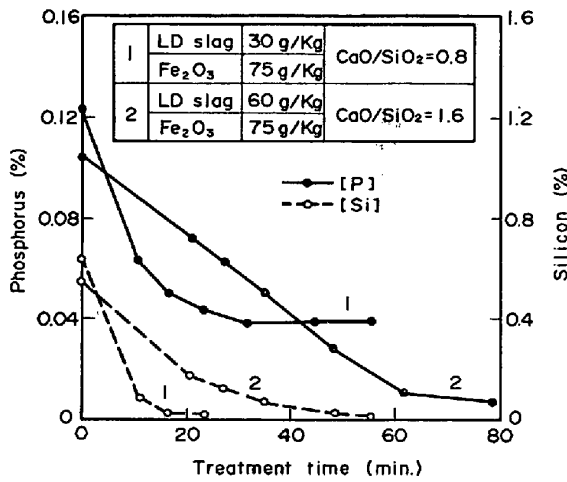


Fig. 11. Changes in phosphorus and silicon contents in hot metal during the treatment.

転炉滓 30 g / kg と Fe₂O₃ 75 g / kg の混合物および転炉滓 60 g / kg と Fe₂O₃ 75 g / kg の混合物の脱磷剤を使用した。処理後のスラグの塩基度はおのおの 0.8 と 1.6 であった。

実験結果を Fig. 11 に示す。

高塩基度スラグは溶銑中の最終到達磷に対して効果的であるが、短時間処理たとえば処理時間 20 min を考えた場合低塩基度のスラグがより効果的であることが判明した。すなわち処理時間 20 min で、高塩基度スラグを使用する場合溶銑磷 0.07% であるのに対して、低塩基度スラグ使用時は 0.045% となる。

これは転炉滓 30 g / kg 使用の場合は脱硅により滓化良好となり反応性が向上するが、転炉滓 60 g / kg の場合は脱硅しても塩基度が 1.6 と高く、スラグが半溶融状態となり反応性が低いと考えられる。

このことから 40 min 程度以内の短時間で脱磷処理を

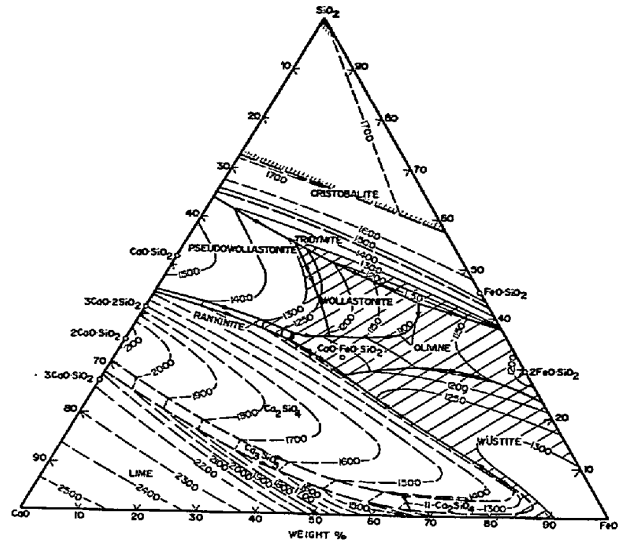


Fig. 12. Phase diagram for FeO-CaO-SiO₂ systems¹⁰⁾. The hatched area is the liquid region at 1300°C.

行なう場合、高い脱磷率をめざして高塩基度スラグとするよりも、反応速度を考慮し 1300°C で完全溶融するような低塩基度スラグとした方が有利であると考えられる。

この点については次のように考えている。Fig. 12 の FeO-CaO-SiO₂ 系状態図で斜線で示した範囲が 1300°C 以下で溶融状態となる成分範囲である。

図より 1300°C 程度の処理温度で脱磷剤を滓化させるためには、脱磷スラグの (FeO) が 30~50% の範囲では、塩基度は少なくとも 0.35~1.10 の範囲内におさめることが必要であり、容易に滓化させるためには塩基度を 0.40~0.80 程度にすることが望ましい。むしろ螢石を多量に使用すれば滓化性は向上し、さらに高い塩基度にすることもできる。しかしながら螢石の使用は耐火物の溶損の点から好ましくない。

以上の検討結果より脱磷剤としては処理後のスラグの塩基度が 0.8 そして T.Fe が 40% となるものが良いと考えられる。

3. 実炉への溶銑脱磷の適用

3.1 溶銑脱磷装置と試験方法

基礎実験の結果をもとに 45 t 規模での実炉試験を行なった。

試験装置は Fig. 13 に示すごとく、ろう石レンガでライニングした注銑鍋内で機械的に攪拌を行ない、脱磷剤をフィーダーを通して添加し、一方浸漬ランスにて酸素を吹込むというものである。

使用した溶銑の処理前の化学分析値は Table 5 に示

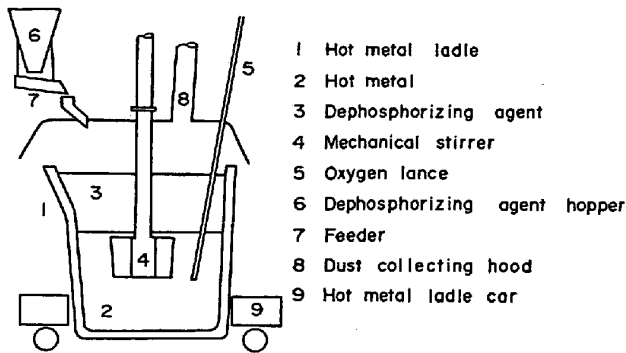


Fig. 13. Equipment for industrial dephosphorization.

Table 5. Chemical composition of hot metal(%).

C	Si	Mn	P	S
4.0~4.6	0.4~0.9	0.4~0.7	0.10~0.16	0.003~0.063

Table 6. Chemical composition of dephosphorizing agent(%).

CaO	T. Fe	SiO ₂	P ₂ O ₅
16~24	40~48	5~6	0.5~0.6

すごとくである。

また、脱磷剤の化学分析値は Table 6 に示すごとくである。

3.2 溶鉄脱磷実験結果

脱磷処理は次の条件を目標に行なつた。

- (1) スラグ中の T.Fe が 30~50% となること。
- (2) 処理温度が 1200~1370°C の範囲にあること。
- (3) 処理後の溶鉄中の [Si] 含有率を 0.05% 以下にする。

以上の条件のもとに約 40 min 間溶鉄脱磷処理を行なつた結果、Fig. 14 に示すごとく、58~84% という高い脱磷率をうることができた。すなわち 0.10~0.16% P の溶鉄を処理することにより 0.02~0.06% P の溶鉄をうることができた。処理後のスラグ成分を Table 7 に示す。

温度の調節のために酸素吹き込みを行なつたが、炭素の酸化量は処理前の 20% 以下であつた。小型基礎実験に比べ、若干脱炭量が多かつたが、これは Fig. 15 に示すように、溶鉄温度が 1300~1370°C と比較的高い場合

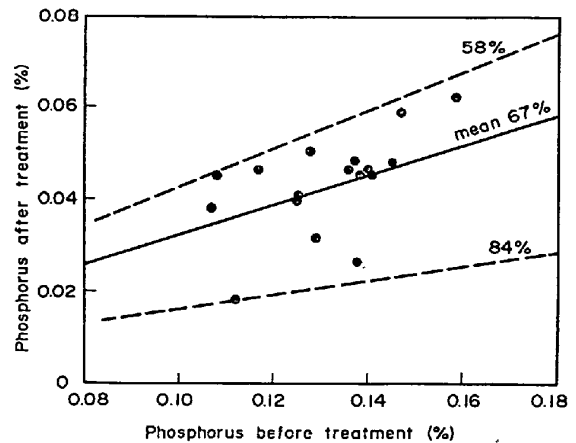


Fig. 14. Relationship between phosphorus contents of hot metal before and after the treatment.

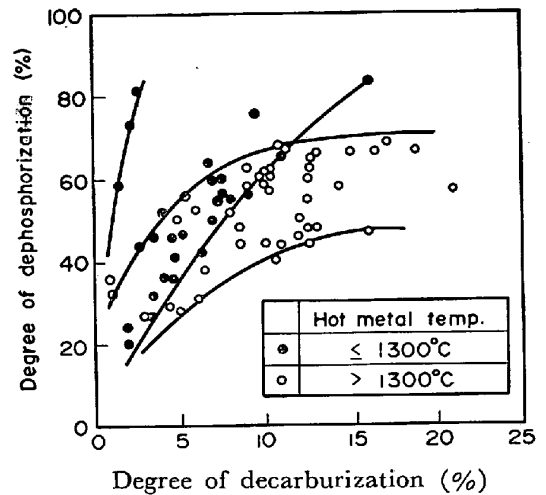


Fig. 15. Relationship between degrees of decarburization and of dephosphorization during the treatment.

に見られ、脱炭が促進されたことによるものと考えられる。一方溶鉄温度が 1200~1300°C の場合では、酸素吹き込みを行なつても、小型基礎実験と同程度の少ない脱炭量で脱磷が進行した。

また、注鉄鍋の耐火物の目立つた溶損は見られなかつた。

3.3 脱磷溶鉄の転炉吹錬結果

脱磷処理した溶鉄を合わせ湯して全量処理溶鉄を使って 70 t 転炉で吹錬を行なつた。生石灰を 60~70 kg/t、硅石を 14 kg/t 添加して吹錬した。吹錬した結果を Fig. 16 に示す。

Table 7. Chemical composition of slag after dephosphorization treatment (%).

CaO	FeO	T. Fe	SiO ₂	MnO	P ₂ O ₅	Al ₂ O ₃	MgO
8.4~22.4	30.3~54.5	30.7~51.1	10.4~28.9	4.2~9.7	1.3~3.4	1.9~4.4	0.8~1.6

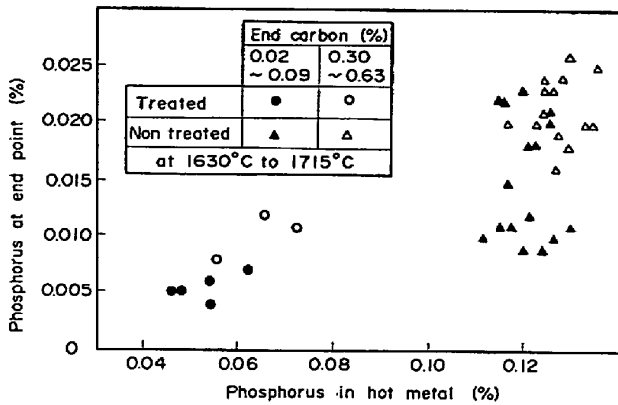


Fig. 16. Relationship between phosphorus content of hot metal and end point phosphorus content in LD operation.

終点 [C] 0.02~0.09% の低炭素鋼と終点 [C] 0.30~0.63% の高炭素鋼に別けて図示している。終点温度は 1630~1715°C の範囲である。

低炭素鋼の終点 [P] は 0.004~0.007% という結果である。出鋼後のスラグからの復磷は 0.003% 以下であり、0.010% 以下の低磷鋼は十分溶製可能であることがわかった。

以上のように溶銑を取鍋内で脱磷処理することができ、また脱磷溶銑を使用することにより低磷キルド鋼の溶製が可能であることがわかった。

このように、本溶銑脱磷法は低磷鋼溶製にとって有効な技術であることが判明した。一方、本法を通常の磷含有量の鋼の溶製に適用すれば、転炉では少ない造滓剤で吹錬ができるため、転炉滓の発生量は少なくなる。この転炉滓はふたたび溶銑脱磷法の脱磷剤として使用でき、一部は高炉へも返還できる。したがって、転炉滓の系外排出をなくし、低塩基度スラグに改質することが可能となる。このように、本溶銑脱磷法は転炉滓処理問題の解決にとっても有効な技術と考える。

4. 結 言

溶銑脱磷予備処理技術を研究し、現場適用を行なった。得られた結果は次のごとくである。

(1) 1300°C 近傍の低温で溶銑を処理した場合、スラグ中の T.Fe を 20% 以上にすることにより塩基度 1 以下の低塩基度スラグで十分脱磷が可能である。

(2) 塩基度 1 以下の低塩基度における脱磷反応に対して、 a_{FeO} と $a_{O^{2-}}$ が重要な要因である。

(3) 低温処理(約 1300°C)の場合脱炭量は少ない。

(4) 実炉規模で溶銑脱磷処理を行なったところ 58~84% の脱磷が可能であり、脱磷溶銑を使用することにより 70 t LD 転炉にて、0.010% P 以下の低磷キルド鋼の溶製が可能であることを確認した。

終りに本研究の発表を許可されました住友金属工業取締役中央技術研究所長小田尚輝博士に感謝の意を表します。また研究中終始激励をたまわりました小倉製鉄所松永吉之助銑鋼部長および中谷元彦銑鋼部次長をはじめとして、実験の遂行に協力された小倉製鉄所ならびに中央技術研究所の関係者に感謝します。

文 献

- 1) 白岩俊男, 藤野允克, 山中和夫, 原田武男: 鉄と鋼, 62 (1976), S84
- 2) 片山裕之, 稲富 実, 梶岡博幸, 山本里見, 田中英夫: 鉄と鋼, 62 (1976), A17
- 3) 郡司好喜: 鉄鋼製錬の基礎, 第1回西山記念講座(鉄鋼協会編), (1968), p. 101
- 4) C. GOODEVE: JISI, 166 (1951), p. 379
- 5) F. D. RICHARDSON and J. H. E. JEFFES: JISI, 160 (1948), p. 261
- 6) T. WINKLER and J. CHIPMAN: Trans. AIME, 167 (1946), p. 111
- 7) P. HERASYMENKO and G. E. SPEIGHT: JISI, 166 (1950), p. 169
- 8) E. T. TURKDOGAN and J. PEARSON: JISI, 173 (1953), p. 217
- 9) V. M. G. FROBERG and M. L. KAPOOR: Stahl u. Eisen, 91 (1971), p. 182
- 10) A. ムアン, E. F. オスボン共著, 宗宮重行訳: 製鉄製鋼における酸化物の相平衡, p. 112 [技報堂]