

© 1983 ISIJ

石灰系フラックスインジェクション・酸素 上吹き法による溶銑の脱りん及び脱硫

技術報告

成田 貴一*・牧野 武久*²・松本 洋*²
彦坂 明秀*²・大西 稔泰*³・高木 弥*³

Dephosphorization and Desulfurization of Hot Metal by Lime Based Flux Injection-Oxygen Top Blowing Method

Kiichi NARITA, Takehisa MAKINO, Hiroshi MATSUMOTO

Akihide HIKOSAKA, Toshiyasu OONISHI, and Hiroshi TAKAGI

Synopsis :

Dephosphorization and desulfurization of hot metal with lime based fluxes were studied. The experiment was carried out by the flux injection-oxygen top blowing method. By this method the dephosphorization rate was excellently improved and the high phosphorus distribution ratio, $(\%P_2O_5)/[\%P]=500\sim 1500$, was constantly attained when CaO/SiO_2 in slag was more than 3.0. And by mixing fluxes with soda ash, the dephosphorization rate was kept at higher level and the desulfurization rate was remarkably improved.

In this method, many reactions concurrently proceed at various sites. A large portion of dephosphorization occurred at the oxygen fire spot. The desulfurization reaction mainly proceeded during the flotation of injected flux. At the oxygen fire spot, however, resulfurization and gaseous desulfurization reactions also occurred. The contribution of top slag which is called "permanent reactor reaction" was little. Effects of $(\%Na_2O)$ on the phosphorus distribution and the sulfur distribution were 1.75 and 5.62 times as much as those of $(\%CaO)$, respectively.

1. 緒 言

溶銑脱硫プロセスの定着によつて、転炉の主要な機能は溶銑の脱炭、脱けい、脱りん、昇温になつた。さらに最近では、脱けいと脱りん精錬をも転炉から分離して、熱力学的に有利な条件にある溶銑段階でおこない、資源、エネルギー的に最も経済的な製鋼プロセス体系をつくらうという研究開発が、積極的に進められている。

溶銑脱りに使用するフラックスとしては、 Na_2CO_3 の優れた脱りん脱硫能が知られており^{1)~4)}、実機規模での開発も進められている。しかしながら Na_2CO_3 による溶銑脱りんでは、耐火物の溶損、スラグからの Na_2CO_3 回収コストなど、なお未解決の問題が残されていると考えられる。いつばう、 CaO 系フラックスによる溶銑脱りんについては、古くから数多くの検討がおこなわれているが^{5)~7)}、工業的な成功例は少ない。そこで、高塩基度操業時のスラグ化不良による反応速度の低下の防止を目的として CaO 系フラックスインジェクション法による、溶銑脱りんを試みた。 CaO 系フラックスを

酸素とともに溶銑中にインジェクションする方法は、古くは CHATER⁸⁾ や DAVIES⁹⁾ によつて、また最近では Q-BOP を利用した方法¹⁰⁾ が発表され、それぞれ優れた結果を得ている。本報では、 CaO 系フラックスを溶銑中にインジェクションし、同時に酸素上吹き吹精をおこなう方法について検討した結果と、その反応機構について述べる。

2. 実験方法

2.1 実験装置

実験をおこなつた試験炉の概略を Fig. 1 に示す。上吹き酸素ランスは単孔ラバールノズルを有しており、酸素ジェットが浴面に衝突する部分に、フラックスと気泡が浮上するようになつている。このようにすることによつて、酸素ジェットによるスプラッシュの発生が効果的に抑制され¹¹⁾、また次のような効果も期待できる。

- (i) フラックス・溶銑・酸素の反応界面積の増大。
- (ii) 強攪拌による、スラグ過酸化の防止。
- (iii) 高塩基度操業時のスラグ化の促進。

昭和 56 年 4 月本会講演大会にて発表 昭和 58 年 3 月 14 日受付 (Received Mar. 14, 1983)

* (株)神戸製鋼所中央研究所 工博 (Central Research Laboratory, Kobe Steel, Ltd.)

*² (株)神戸製鋼所中央研究所 (Central Research Laboratory, Kobe Steel, Ltd., 1-3-18 Wakinocho Chuo-ku Kobe 651)

*³ (株)神戸製鋼所神戸製鉄所 (Kobe Works, Kobe Steel, Ltd.)

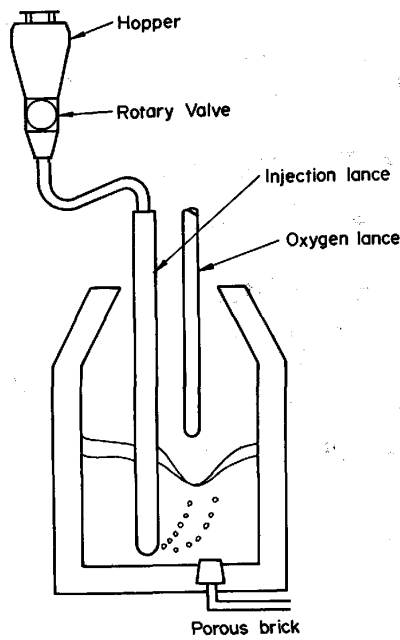


Fig. 1. Schematic diagram of experimental apparatus.

Table 1. Components of fluxes used (%).

	CaO	Scale	Spar	Na ₂ CO ₃
CaO-scale-spar	43	43	16	—
CaO-scale-spar-Na ₂ CO ₃	39	39	11	11

(iv) 酸素ジェット火点の冷却による、脱りん平衡値の増大。

試験炉の炉容は最大 15 t であり、炉体耐火物にはマグネシア・カーボンレンガを、インジェクションランスには高アルミナ質キャストブルを使用した。また比較試験のために、底吹きバブリング用の高アルミナ質ポーラスプラグを備えている。

2.2 実験方法

試験炉に 9~15 t の溶銑を装入し、窒素底吹き攪拌をしながら、酸素吹精をおこなつて、Si が約 0.1% になるまで予備脱けいをした。脱けいスラグを排出したのち、脱りん用フラックスを窒素あるいは空気を搬送ガスとして、溶銑中にインジェクションし、同時に酸素吹精をおこなつた。脱りん用フラックスは CaO, ミルスケール, 螢石を粉碎・混合したものを使用した。また脱りん率と脱硫率の向上を目的として¹²⁾、適宜 Na₂CO₃ を配合した。主に使用したフラックスの成分を Table 1 に示す。

フラックス原単位は 20~38 kg/t, 上吹き酸素流量は 0.7~1.7 Nm³/min·t, 酸素原単位は 0~15 Nm³/t, インジェクションガス流量は 0.04~0.07 Nm³/min·t, 処理時間は 3~20 min であつた。またポーラスプラグによる底吹き窒素流量は 17 Nl/min·t であつた。処理中

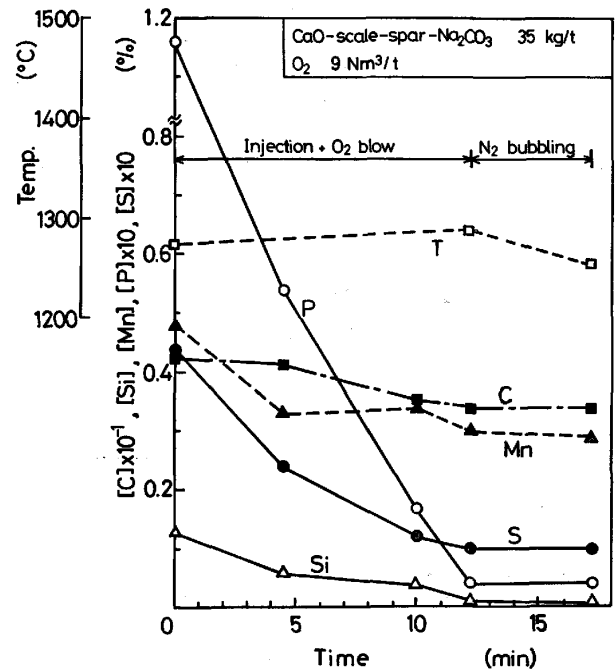


Fig. 2. Changes in hot metal compositions by flux injection dephosphorization.

の溶銑およびスラグ試料は、サブランスを使用して適宜採取した。

3. 実験結果および考察

3.1 インジェクション時の成分挙動

CaO・スケール・螢石・Na₂CO₃ フラックス 35 kg/t を 12.5 min かけてインジェクションし、酸素上吹きした時の溶銑成分の変化を Fig. 2 に示す。P は 0.116% から 0.004% へ、S は 0.044% から 0.010% へ減少し、またインジェクション終了後、酸素上吹きを停止し、ひきつづきインジェクションランスにより同流量のガス攪拌をおこなつても P, S およびスラグ成分の変化はほとんど認められなかつた。またフラックスと酸素原単位を減らして P=0.010~0.020% まで脱りんし、ひきつづきガス攪拌のみをおこなつた場合でも、5 min の攪拌で脱りんと脱硫の進行は 0.002% 以下であり、P < 0.010% の場合には 0.003% 以下の復りんが生ずることもあつた。したがつて本実験条件の範囲ではトップスラグと溶銑との反応は実質的に停止しているものと考え、以下に P 分配比および S 分配比を用いて、脱りん、脱硫挙動におよぼす操業条件の影響ならびに脱りん、脱硫機構について検討をおこなつた。

3.2 脱りん挙動

Fig. 3 に窒素底吹き攪拌法およびフラックスインジェクション法による脱りん時の、P 分配比 (%P₂O₆)/[%P] と、スラグ塩基度 (%CaO)/(%)SiO₂ との関係

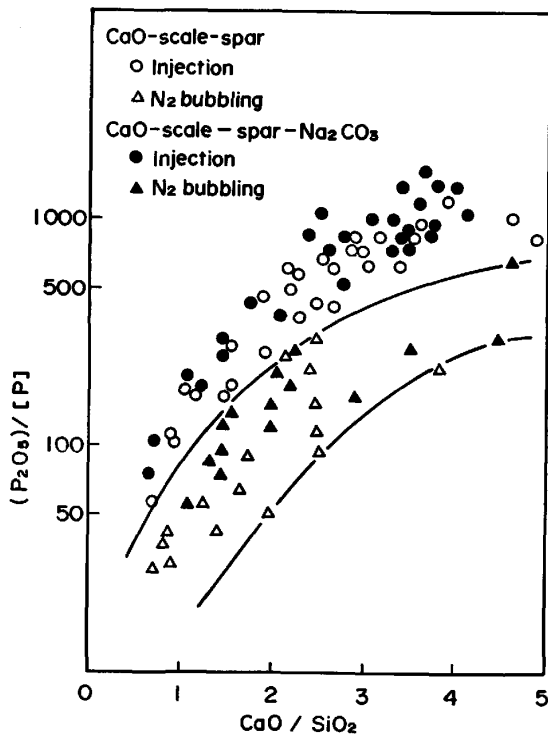


Fig. 3. Influence of slag basicity on phosphorus distribution ratio.

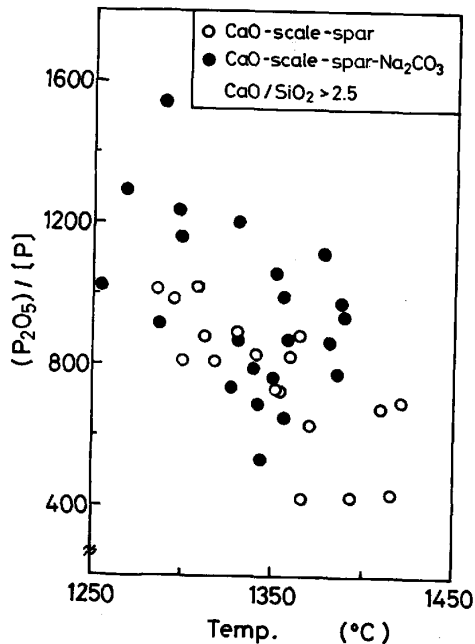


Fig. 4. Influence of temperature on phosphorus distribution ratio.

を示す。インジェクション法では、 $\text{CaO}/\text{SiO}_2 > 3$ の高塩基度操作をすることによつて、500以上のP分配比が安定して得られる。また Na_2CO_3 添加フラックスでは、脱りん能が高位に安定し、1550というP分配比も得られている。Fig. 4はP分配比におよぼす、処理後の溶銑温度の影響を示したもので、温度が低いほどP分配比は大きくなる。

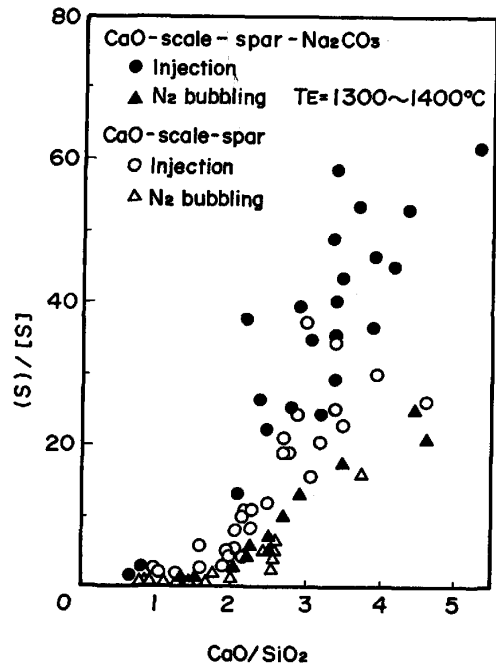


Fig. 5. Influence of slag basicity on sulfur distribution ratio.

窒素底吹き攪拌法による脱りん後のスラグ中 T.Fe は 20~40% であつたが、フラックスインジェクション法では 2~8% と非常に低い (T.Fe) でも高い脱りん能を得ることができる。なお本方法による脱りん後のスラグ中 T.Fe 量と P 分配比との相関は、非常に小さかつた。

3.3 脱硫挙動

フラックスインジェクション法による脱りんでは、スラグ中の T.Fe が低く、かつ高塩基度操作が可能なので、同時に脱硫能も大きい。Fig. 5 に S 分配比 (%S)/[S] とスラグ塩基度との関係を示すが、 CaO/SiO_2 の増加に伴つて S 分配比も大きくなる。 Na_2CO_3 添加フラックスでは、明らかに S 分配比が大きくなつている。また窒素底吹き攪拌法では、いずれのフラックスを用いても S 分配比はフラックスインジェクション法に比較して小さい。

Fig. 6 に S 分配比と処理後の溶銑温度との関係を示すが、温度の低いほど S 分配比は大きくなつており、その傾向は Na_2CO_3 添加フラックスの場合に顕著である。CaO 系スラグでは、平衡論的にも速度論的にも、温度が高いほど脱硫反応は進行しやすいはずであり、これは後述するように、酸素ジェット火点で復硫反応が起こつており、その反応速度が温度の高いほど速くなるためと考えられる。また Na_2CO_3 添加フラックスでは、温度が高いほど Na の分解蒸発損失が多くなり、その傾向が顕著にあらわれたのであろう。Fig. 7 に S 分配比におよ

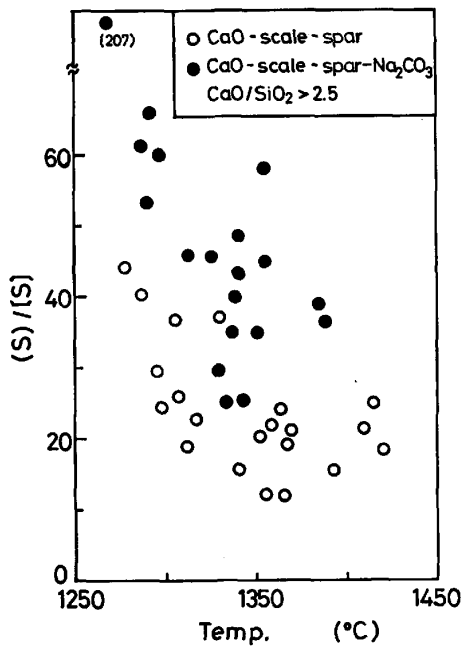


Fig. 6. Influence of temperature on sulfur distribution ratio.

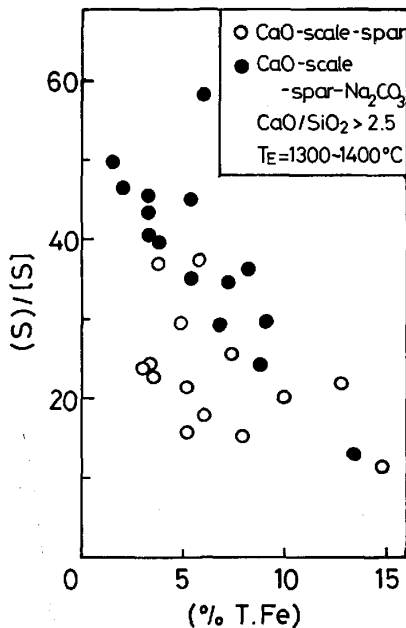


Fig. 7. Influence of total iron content on sulfur distribution ratio.

ばす (T.Fe) の影響を示す。明らかに (T.Fe) の少ないほど S 分配比は大きくなっており、Na₂CO₃ 添加フラックスでその傾向が顕著である。

本実験で生成するスラグ量を、正確に求めることは困難であるが、多成分の物質収支¹³⁾ からスラグ量を推算し、さらに S の物質収支をとると、明らかに気化脱硫と考えられる不明の S が認められた。脱硫量のうちスラグ中へ移行した S 量の割合は Fig. 8 に示すように、スラ

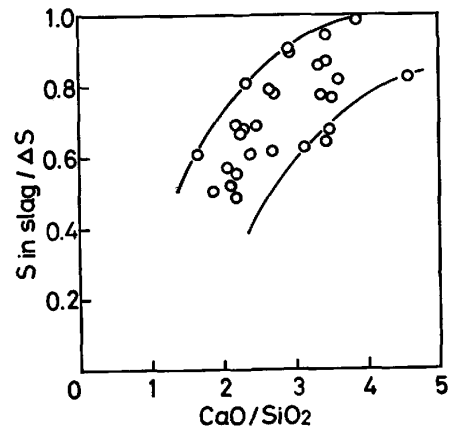


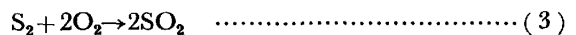
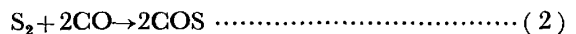
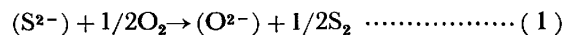
Fig. 8. Influence of slag basicity on ratio of sulfur in slag and removed sulfur in hot metal.

Table 2. Chemical compositions of slag (%).

No.	CaO	SiO ₂	T.Fe	MnO	CaF ₂	Na ₂ O	P ₂ O ₅	S	CaO/SiO ₂	S ²⁻ /ΣS
1	33.5	10.7	12.8	12.2	8.7	7.4	9.9	0.58	3.1	0.84
2	27.2	20.8	12.9	13.2	5.4	2.9	4.8	0.11	1.3	0.77
3	39.2	13.7	5.7	2.7	12.4	3.5	9.4	1.07	2.9	0.86
4	41.0	17.5	6.6	3.8	15.7	0.1	7.2	0.41	2.4	0.88
5	39.5	16.1	5.2	7.2	12.4	0.4	7.9	0.35	2.5	0.90
6	47.9	7.5	10.9	2.5	9.2	6.4	5.6	1.29	6.4	0.94
7	45.8	14.5	3.7	0.8	7.8	0.3	3.1	2.47	3.2	0.92
8	52.2	6.0	15.4	5.4	9.2	0.2	4.1	1.40	8.6	0.98

No. 1~5: with oxygen blow No. 6~8: without oxygen blow

グ塩基度が低いほど小さくなっている。すなわちスラグ塩基度の低いほど、気化脱硫の比率が大きくなっている。またスラグ中の S は Table 2 に示すように、酸素吹精したもので 80~90%、酸素吹精しない場合では 90%以上が S²⁻として存在しており、残りはほとんど SO₄²⁻である。これは転炉スラグ中の S が大部分 SO₄²⁻である¹⁴⁾のとは異なり、低酸素ポテンシャル下で脱硫反応の進んでいることを示している。また炉内ガスの分析で COS と SO₂ が認められたことから、(1)~(3)式の反応によつて、スラグ中の S が酸化除去され¹⁵⁾、スラグ塩基度が低いほど(1)式は右へ進みやすくなり、気化脱硫の比率が大きくなると考えられる。



また酸素吹精をすると、スラグ中の S²⁻ が若干減少し、SO₄²⁻の割合が増加することから、(4)式の反応も起こっていると考えられる。いっぽう酸素吹精をしない場合のスラグでは、明らかに (P₂O₅) が減少し、(S)が増加している。



したがつて火点では、(5)式による復硫反応も進行しているものと思われる。

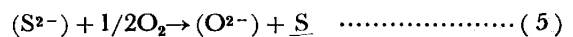


Table 3. Compositions of flux inclusions (%).

No.	CaO	SiO ₂	FeO	MnO	MgO	P ₂ O ₅	Na ₂ O	F	S
1	44.7	14.2	1.5	2.3	2.1	6.7	3.6	11.0	0.6
2	52.5	18.3	0.8	0.1	0.7	4.5	4.2	8.9	0.1
3	17.9	19.1	2.1	2.2	2.3	tr	22.4	6.7	2.1
4	48.3	23.6	13.3	6.1	0.9	tr	—	7.3	5.5
5	61.7	30.1	2.2	1.4	0.3	tr	—	4.9	5.1
6	63.6	20.5	3.2	1.1	1.2	tr	—	9.5	3.1

3.4 脱りん脱硫反応機構

3.4.1 脱りん脱硫反応過程

フラックスインジェクション・酸素上吹き法による溶銑脱りんでは、多くの反応が異なつた場所で並行して進んでおり、その反応速度と平衡を、定量的に表現するのは困難であるが、次のような反応経路を考える。

(i) 吹きこまれたフラックスが、溶銑中を浮上する過程での反応。

(ii) 酸素ジェット火点での、溶銑とフラックス、酸素との反応。

(iii) トップスラグと溶銑との反応。

本方法での脱りん率はフラックスおよび酸素原単位が一定の条件下では、3~20 min の範囲内で処理時間の影響がほとんど認められなかつた。また処理後スラグのCaO/SiO₂=7 という高塩基度操業を、1250°C でおこない、固体に近いスラグを生成させても、脱りん反応は末期まで遅滞なく進行し、1000 以上のP分配比が得られる。さらに3.1項で述べた脱りん処理後のガス攪拌の影響を考えると、酸素ジェット火点でPは見かけ上平衡値近くまで低下しており、本方法におけるトップスラグは脱りん反応にあまり寄与していないと考えられる。

つぎに、溶銑中を懸濁するフラックスの組成を調べるために、処理中にサブランスで採取したメタル試料中のスラグ系介在物をEPMAで分析した。なおメタル試料はインジェクションランスおよび酸素ランスとはほぼ同心円上で、両者の中間位置より、約600 mm.の深さ(インジェクション深さは1000 mm)から採取した。分析結果の1例をTable 3に示す。検鏡面で観察された介在物の大きさは、ほとんどが20~100 μであつた。介在物にはP₂O₅の認められたものと、全く認められなかつたものがある。P₂O₅を含む介在物はインジェクション末期に採取した試料中に認められたものであるが、その数は非常に少なく、大部分は1~5%のSを含有したカルシウム・シリケートであつた。したがつて、本実験のように酸化剤のインジェクション量が少ない場合には、酸素ガスでフラックスを吹き込む方法¹⁰⁾とは異なり、フラックス粒子が溶銑中を浮上する過程では主とし

Table 4. Dephosphorization and desulfurization in various methods (1350°C, CaO/SiO₂=3.0).

Mark	Method	CaO-scale-spar		CaO-scale-spar -Na ₂ CO ₃	
		(P ₂ O ₅)/[P] [P] _i -[P] _f / [P] _i	(S)/[S] [S] _i -[S] _f / [S] _i	(P ₂ O ₅)/[P] [P] _i -[P] _f / [P] _i	(S)/[S] [S] _i -[S] _f / [S] _i
A	N ₂ CaO scale spar (Na ₂ CO ₃)	700-900	15-25	700-1000	30-50
		90-95%	35-45%	90-95%	50-60%
B	N ₂ CaO scale spar (Na ₂ CO ₃)	50-100	50-80	80-150	100-150
		40-60%	60-70%	50-65%	75-85%
C	CaO scale spar (Na ₂ CO ₃)	120-250	5-15	120-250	10-20
		60-75%	15-30%	60-75%	20-35%
D	N ₂ CaO spar (Na ₂ CO ₃)	150-300	15-25	150-400	30-50
		65-80%	35-45%	65-85%	50-60%
E	CaO scale spar (Na ₂ CO ₃)	100-150	5-10	100-200	10-15
		55-65%	15-25%	55-70%	20-30%

$\frac{[P]_i - [P]_f}{[P]_i}$: degree of dephosphorization $\frac{[S]_i - [S]_f}{[S]_i}$: degree of desulfurization

て脱硫反応が進行し、脱りん反応は進みにくいものと考えられる。

3.4.2 各過程の反応への寄与

各過程の反応への寄与を調べるために、(1)酸素吹精をせずに、フラックスインジェクションのみをおこなう実験 (2)フラックスの全量を溶銑上に添加したのち、酸素吹精と浸漬ランスによるバブリング強攪拌をおこなう実験 (3)スケールの全量を溶銑上に添加したのち、スケールを含まないフラックスをインジェクションし、同時に酸素吹精する実験をそれぞれおこなつた。フラックス原単位を33 kg/t、処理時間を10 min、酸素吹精する場合の酸素原単位を7 Nm³/tとした時の、CaO/SiO₂=3、平均処理温度1350°Cの場合のP、Sの分配比および脱りん率と脱硫率をTable 4に示す。なお酸素吹精をしない場合の温度降下が著しいので、処理前後の温度の対数平均値を平均温度とした。

(1) 酸素ジェット火点での反応

フラックスインジェクション・酸素上吹きによるA法の脱りん能がもつとも大きい。酸素吹精しないB法では、P分配比は約1/10に低下するがS分配比は約4倍

に向上しており、酸素ジェットが脱りん反応を著しく促進するいつぼう、脱硫を阻害していることがわかる。またA法におけるP分配比は、酸素原単位の増加に伴って上昇し、上吹き酸素量が約 6 Nm³/t 以上になるとP分配比はほぼ一定となり、酸化剤のインジェクション量の少ない本方法においては、酸素ジェット火点での脱りん反応量の大きいことを裏付けている。

(2) インジェクションの効果

フラックスインジェクション法では、0.04~0.07 Nm³/min·t の多量の窒素で、フラックスをインジェクションしているため、バブリングによる強攪拌の効果を考慮する必要がある。A法とC法を比較した場合、C法の攪拌力はA法と同じであるにもかかわらず、P分配比は約 1/3 に低下している。したがって脱りん反応速度への、フラックスインジェクションの寄与は大きいと考えられる。なおC法と類似の方法で攪拌ガス流量を小さくしたE法では、攪拌力不足の影響をうけて脱りん速度が減少している。

さらに、スケールの全量を溶銑上に添加したのち、スケールを含まないフラックスをインジェクションしたD法では、P分配比はA法に比較して約 1/3 に低下した。また前述のように、フラックス浮上過程での脱りん反応への寄与は、あまり大きくないと考えられるので、スケールを含むフラックスのインジェクションは、フラックスの浮上過程における脱りん反応の促進よりも、むしろ浮上過程における、スラグ化の促進と、それに伴う火点での脱りん反応の促進に寄与しているものと考えられる。

なおC法、D法、E法ともに脱りん率の変動が大きく、低P域まで安定した脱りん率を得ることはできなかった。すなわちC法、D法では、スラグの性状によつて、脱りん速度が変動しやすく、常に新しいフラックスが火点に供給されるA法よりも、脱りん率の安定性に欠ける。またD法では、フラックス中にスケールを含まないため、火点に到達した時点では十分スラグ化してなく、脱りん率の安定性に欠ける。

3.4.3 脱りん脱硫におよぼすスラグ組成の影響

主として脱りん反応の進行している酸素ジェット火点での酸素分圧、温度およびスラグ組成が不明であり、その平衡を考察することは困難であるが、P分配比とS分配比におよぼすスラグ組成の影響を、重回帰分析によつて求めた。その結果P分配については過剰塩基の概念に近い(6)式で整理することができた。

$$\log \frac{(\%P_2O_5)}{[\%P]} = 0.021 \{ (\%CaO) - 2.17(\%SiO_2) + 0.09(\%FeO) + 0.99(\%CaF_2) + 1.75(\%Na_2O) \} + 2.077 \quad (1300 \sim 1400^\circ C) \quad (r=0.90) \dots\dots (6)$$

(%SiO₂)の係数は(%CaO)の係数の約2倍と、妥当な値になった。また(%Na₂O)の係数は(%CaO)の1.75倍となり、この値は碓井ら¹⁶⁾の求めた(CaO)当量の1.58に近い。(CaF₂)が脱りん反応において果たす役割は、(P₂O₅)の活量低下¹⁷⁾、(FeO)の活量上昇¹⁸⁾、および融剤としての効果などが考えられるが、本実験ではほぼ(CaO)と同じ当量になった。また(%FeO)については、その寄与は小さく、(CaO)当量で0.09にしかならなかった。

S分配比については、(7)式で整理できた。

$$\log \frac{(\%S)}{[\%S]} = 0.010 \{ (\%CaO) - 6.75(\%SiO_2) - 3.76(\%FeO) + 0.69(\%CaF_2) + 5.62(\%Na_2O) \} + 1.997 \quad (1300 \sim 1400^\circ C) \quad (r=0.94) \dots\dots (7)$$

本実験における脱硫反応は、前述のように複雑であり、各成分の係数に熱力学的な意味はあまりないが、(Na₂O)の(CaO)当量は5.62となった。この値は、井上ら¹⁹⁾がNa₂O-CaO-SiO₂系スラグで求めた3.33よりも、かなり大きな数値である。

4. 結 言

CaO系フラックスインジェクション・酸素上吹き法による、溶銑脱りんの精錬挙動と、脱りん脱硫反応機構について検討した。得られた結果を総括すると、次のとおりである。

(1) CaO/SiO₂が3以上になるような、高塩基度操作によつて、(P₂O₅)/[P]=500~1500の高いP分配比が得られる。

(2) Na₂CO₃の少量添加によつて、P分配比は高位に安定し、S分配比は著しく向上する。

(3) 本方法における主要な反応は、フラックスの浮上過程における脱硫、酸素ジェット火点における脱りん、復硫、気化脱硫である。

(4) 脱りん反応における(Na₂O)、(CaF₂)および(FeO)の(CaO)当量は、それぞれ1.75、0.99、0.09となった。

(5) 脱硫反応における(Na₂O)の(CaO)当量値として5.62が得られた。

文 献

- 1) W. OELSEN: Arch. Eisenhüttenwes., 36 (1965), p. 861
- 2) 井上 亮, 水渡英明: 鉄と鋼, 65 (1979), p. 1838
- 3) 丸川雄浄, 城田良康, 姉崎正治, 平原弘章: 鉄と

- 鋼, 67 (1981), p. 323
- 4) 山本里見, 藤掛陽蔵, 坂口庄一: 鉄と鋼, 68 (1982), p. 1896
 - 5) B. YANESKE: JISI, 142 (1940), p. 35
 - 6) 佐々木寛太郎, 大喜多義道, 池田隆果, 岡寄 卓, 松尾 亨, 川見 明: 鉄と鋼, 63 (1977), p. 1801
 - 7) 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
 - 8) W.J.B. CHATER and J.A. CHARLES: JISI, 191 (1959), p. 319
 - 9) E. DAVIES: JISI, 197 (1961), p. 271
 - 10) 野崎 努, 中西恭二, 森下 仁, 山田純夫, 数土文夫: 鉄と鋼, 68 (1982), p. 1737
 - 11) K. NARITA, T. MAKINO, H. MATSUMOTO, A. HIKOSAKA, and J. KATSUDA: The Eighth Japan-USSR Joint Sympo. on Phys. Chem. of Met. Processes, Tokyo (1981), p. 68
 - 12) 成田貴一, 牧野武久, 松本 洋, 彦坂明秀: 鉄と鋼, 66 (1980), S728
 - 13) 片桐 望, 牧野武久, 成田貴一, 加藤恵子: 鉄と鋼, 67 (1981), S868
 - 14) 盛 利貞, 諸岡 明, 国分春生: 鉄と鋼, 69 (1983), p. 582
 - 15) O. GROSS: Arch. Eisenhüttenwes., 46 (1975), p. 311
 - 16) 碓井 務, 山田健三, 麦田幹雄, 宮下芳雄, 半明正之, 田口喜代美: 鉄と鋼, 67 (1981), S943
 - 17) G.J.W. KOR: Metall. Trans., 8B (1977), p. 107
 - 18) 中村英夫, 河井良彦, 川上公成: 鉄と鋼, 68 (1982), S294
 - 19) 井上 亮, 水渡英明: 鉄と鋼, 68 (1982), p. 417

コ ラ ム

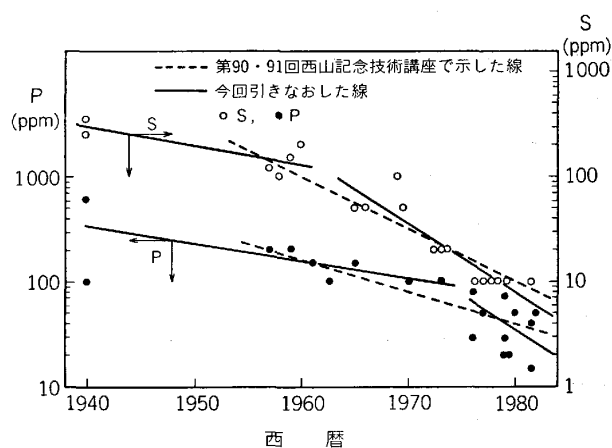
精錬分野での改良技術と画期的技術

第 90・91 回西山記念技術講座の講師をやらせていただいた。そのとき、鋼中不純物元素の精錬限界が将来どの程度のものになるのかを予測するため、右のような図面を作成した。図中のプロットは各年代におけるいおうとりんの工業的精錬限界である。これらのプロットの平均値として点線を描き、西暦 2000 年にまで外挿して予測を行った。

その後、ある先生から、技術進歩を示す何らかの指標と時間の関係をプロットしたとき、直線で描けるときにはその技術進歩は従来方法の改良によるものであり、はじめ直線関係であつてもある時点からこの直線からはずれるような技術が出現したときには、従来にはない画期的技術の出現と見なす、という見方があることを教えていただいた。

このような見方でもう一度見直しをしたものが、図中の実線である。いおうは 1962 年頃に屈折点がある 2 本の直線として描くことができる。八幡製鉄に揺動取鍋が導入され溶銑脱硫が行われるようになったのが 1963 年であるから、後半の直線は溶銑脱硫法の改良に対応するものと考えられる。すなわち、この方法は従来法とは異なつた画期的な技術として出現したということになる。

一方、りんは長期間にわたりほぼ 1 本の直線として描くことができるが、1976 年以降のデータがこの直線より下側になる。1970 年代末期には溶銑脱りん法の出現、取鍋精錬法の進展などがあり、これが 70 年



P と S の精錬限界の時代変遷

後半からのデータが直線上にのらない理由である、と考えられる。すなわち 70 年代末期に画期的な脱りん法が出現した、ということになる。この画期的脱りん法がこれから先どのように改良されていくのかはデータにばらつきが大きく推定は困難であるが、それでも後半の直線をあえて与えた、

こうすると、後半の直線の回帰式は

$$\log S (\text{ppm}) = -0.066y (\text{西暦}) + 131.58$$

$$\log P (\text{ppm}) = -0.064y (\text{西暦}) + 128.26$$

となる。y=2000 年を代入すると、S=0.4 ppm, P=2 ppm となる。果たしてこのように低い値になるのだろうか。

(千葉工業大学 雀部 実)