

669.187.26.649.046.582

れ, ESR による鑄塊の鑄肌はきわめて良好であることが判つた。

サルファプリントは一般に良好で, 鑄肌が良好なときはサルファプリントも良好で, 鑄肌が悪いときはサルファプリントも悪く, インゴットパターンがあらわれるようである。

溶解速度が電力によつて変るのはうなづけるが, スラグの種類によつてかなり差がある点については考察を加えなければならない。スラグの電気伝導度が低いほどスラグ層における発熱量が多く, 導体におけるジュール損失が少ないので効率は高くなるが, 本実験結果はそれだけでは説明がつかないようである。電圧と電極間隔の関係はいずれのスラグについてもほぼ 10V/cm に近く, 大きな差がみられなかつたことから, 実際溶解が行なわれている温度(実測約 1830°C)での電気伝導度には差がないともいえる。実際電気伝導度を約 1400°C から 1100°C くらいの範囲で測定してみると明らかに差があるが, 温度が上がるにしたがつてその差が小さくなる傾向がある。

本研究では溶解電源としては直流を用いたが, そのためスラグの電気分解が起つて, その方にエネルギーが消費されたとも考えられるが明らかでない。

5. 結 言

コンセルアーク溶解炉を利用して, 直流で4種類のスラグによる ESR の予備的試験を行なつたが, スラグの種類と溶解条件によつて鑄肌, サルファプリント, 溶解速度にいちじるしい差がみられ, ESR は高度の技術を要することが判つた。

文 献

- 1) B. E. PATON, B. I. MEDOVAR: Engineering Materials and Design, 10 (1961), p. 718.

(87) メタル-スラグ反応について

(エレクトロスラグ再溶解-ESR-法に関する研究-I)

神戸製鋼所, 中央研究所

理博 草道 英武・工博 成田 貴一

○福原 義浩・小山 伸二

On Metal-Slag Reaction.

(Studies on electros slag remelting, ESR-I)

Dr. Hidetake KUSAMICHI, Dr. Kiichi NARITA,
Yoshihiro FUKUHARA and Shinji KOYAMA

1. 結 言

コンセルアーク溶解法の開発は高品質, 高信頼性の特殊鋼の溶解技術に画期的な進歩をもたらした。たしかにコンセルアーク溶解法には周知のごとくいろいろの特徴があるが, また一方では 2, 3 の改良すべき点ものこされている。すなわち, 1) 鑄肌があまり良好でない, 2) 直流電源および真空排気系を必要とするので設備費が高価である, などである。ソ連ではエレクトロスラグ溶接法からエレクトロスラグリメルト法(ESR)をウクライナ共和国のパトン電気溶接研究所で開発し, コンセルアーク溶解法の欠点を補う方法として工業化している。ESR にはコンセルアーク溶解にはみられないスラグ-

Table 1. Chemical composition of electrodes (%)

C	Si	Mn	P	S	O	N
0.32	0.24	0.44	0.013	0.010	0.008	0.008

メタル反応がありこれによつて脱硫, 脱酸だけでなく, 場合によつては脱燐も可能だとしている。筆者らは ESR のこの長所に着目し, 容易に得られる4種類のスラグを用いてコンセルアーク溶解炉を利用して, 直流で ESR の予備的試験を行なつた。本研究では主としてスラグ-メタル反応に注目し, 実験結果を統計的に解析し, 熱力学的な考察を加えた。

2. 実験方法

2.1 電極材

塩基性高周波炉溶解材 (JIS-SF50)

寸法 140mm φ × 1m, 約 100kg, 表面旋削

2.2 スラグ

市販の溶接用ユニオンメルト Grade 80 (以下G80), G80 変性滓 (G80 に CaO, CaF₂ を添加して塩基性を上げたもの, 以下変性滓), 塩基性滓 (塩基性電弧炉の還元期におけるスラグ) および合成チタニア系スラグ (以下チタニア系) の4種類を用いた。その化学組成を Table 2 に示す。

2.3 ESR

コンセルアーク溶解炉により, 20mm φ のるつぽを用いて直流で溶解した。溶解条件としてはスラグ量約 5 kg と約 9kg の2水準, 電力 75kW と 150kW の2水準, スラグの4種類水準の合計 16 通りの組合わせとした。

2.4 試験

溶製された鑄塊を縦割りして, 鑄塊の上中下の各外周, 中心, 中間の合計9カ所の分析を行なつた。

2.5 結果

各元素の挙動を Fig. 1~Fig. 5 に示した。

2.5.1 Cの挙動

G80 の場合Cの分布は均一であつたが, 他の3種類のスラグでは鑄塊底部にかなり脱炭が認められ, 特に底部外周部の脱炭がいちじるしい。

2.5.2 Mnの挙動

G80 と変性滓の場合 Mn は増加しており, その傾向は底部の方がいちじるしい。逆に塩基性滓とチタニア系の場合は減少しており, その傾向は底部側の方がいちじるしい。

2.5.3 Siの挙動

塩基性滓と変性滓の場合には Si が減少しており, その傾向は中央部が頭部および底部よりもいちじるしい。G80 とチタニア系の場合には逆に Si はやや増加している。

2.5.4 Pの挙動

いずれのスラグについても P は増加しており, 特に塩基性滓の場合がいちじるしいがその他のスラグでは増加量は僅少である。底部ほど増加が多い。

2.5.5 Sの挙動

変性滓, チタニア系では若干脱硫が認められるが, 塩

Table 2. Composition of slags (%)

	FeO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	MnO	CaO	P	S	TiO ₂	CaF ₂
G80	1.32	36.68	14.15	10.16	7.66	25.96	0.015	0.017	—	3.00
G80 converted	0.32	23.60	9.82	7.91	5.18	33.30	0.020	0.008	—	16.26
Basic	0.88	25.24	5.48	12.07	0.99	53.77	0.069	—	—	—
Titania type	1.04	31.38	9.22	6.88	0.28	24.77	0.006	0.003	19.54	—

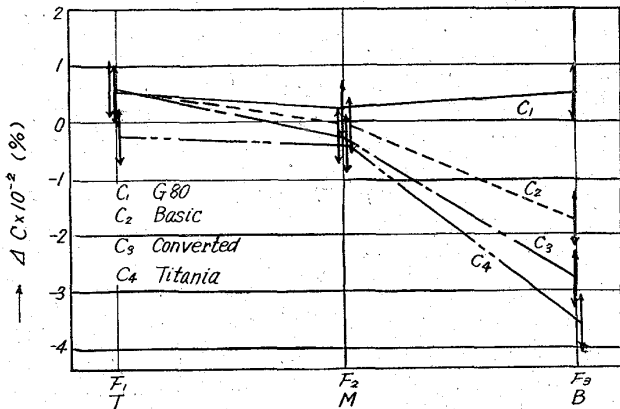


Fig. 1. Behavior of carbon. (95% fiducial limit)

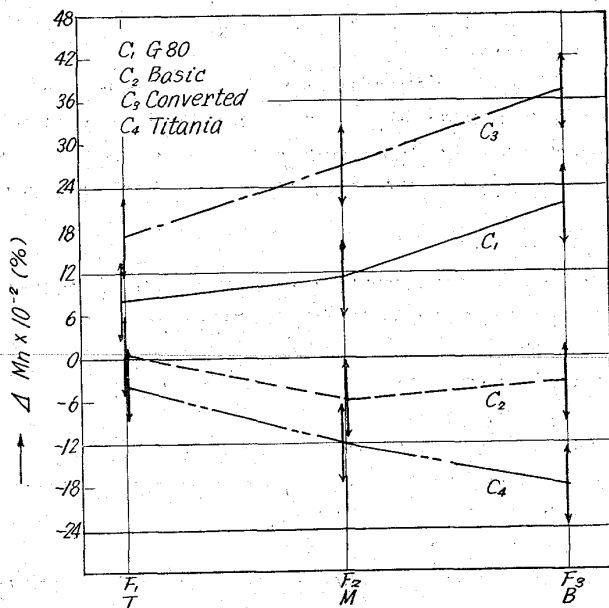


Fig. 2. Behavior of manganese. (95% fiducial limit)

基性滓では復硫がいちじるしい。G80 ではほとんど変化がない。

2.5.9 O の挙動

塩基性滓変性滓，チタニア系では増加しており，特に塩基性滓の増加がいちじるしい。G80ではほとんど変化がない。

2.5.7 N の挙動

チタニア系では若干減少しているが，他の3種類のスラグではいずれも増加している。

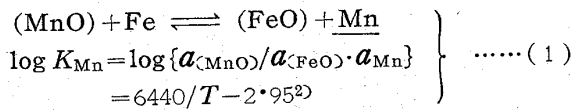
3. 考 察

3.1 C の挙動

底部における脱炭は溶解の初期に発生するアークにより溶湯が酸化するためであつて，点火特性の良好なG80ではほとんど脱炭が認められない。

3.2 Mn の挙動

溶鋼中の Mn は次式にしたがつて挙動すると考えられる。



かなり平衡に近いと思われる鑄塊頭部の Mn 含有量

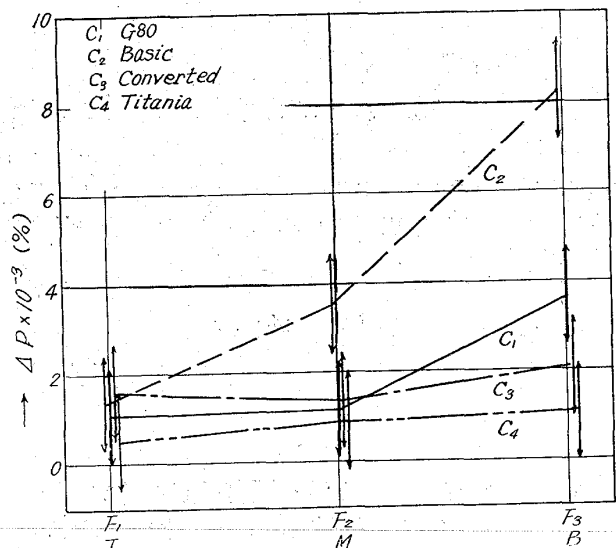


Fig. 3. Behavior of phosphorus. (95% fiducial limit)

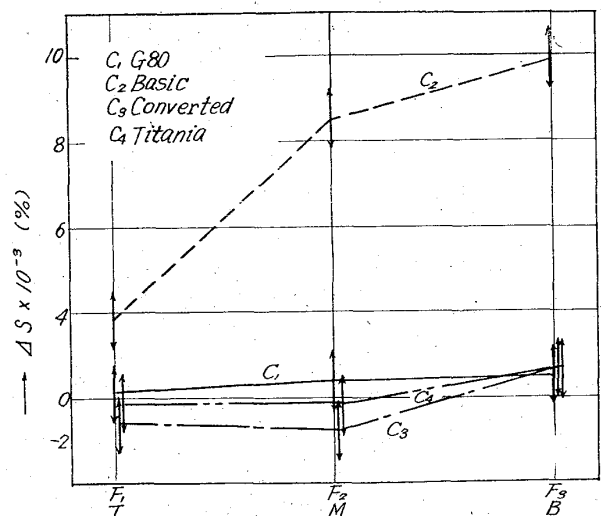


Fig. 4. Behavior of sulfur. (95% fiducial limit)

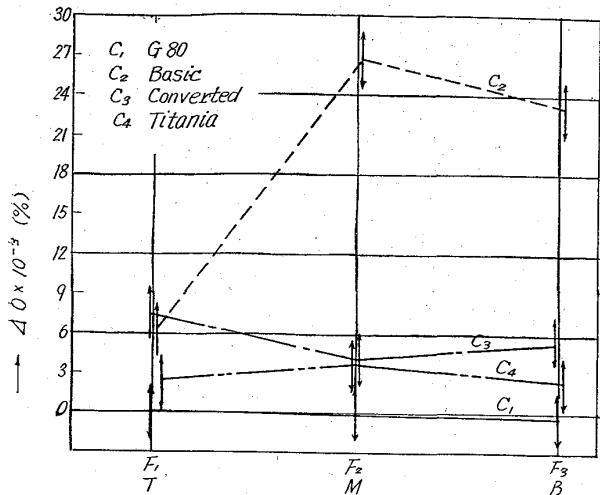
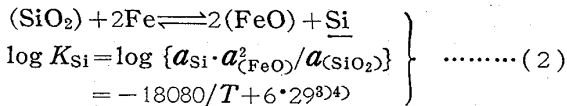


Fig. 5. Behavior of oxygen. (95% fiducial limit)

と溶解後のスラグ中の MnO の濃度から $K'_{Mn} = N_{(MnO)} / N_{(FeO)} \cdot [\%Mn]$ を算出すると、(1) 式の 2100°K から 1900°K における K_{Mn} の値にかなり近い。

3.3 Si の挙動

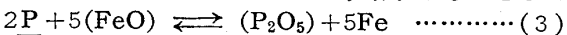
Si も Mn と同様に次式にしたがつて挙動すると考えられるが、



スラグ中の SiO₂ の活量の評価が難しく、Si の挙動を (2) 式からだけで論ずることは難しい。しかし塩基度が高い程 Si の減少量は多い。

3.4 P の挙動

溶鋼中の P は次式にしたがつて挙動するものとして、



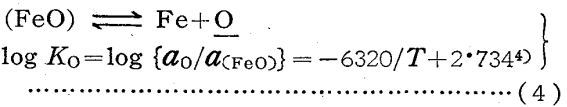
$N_{(P_2O_5)} / N_{(FeO)}^5 \cdot [\%P]^2$ を算出してみると、塩基度の高いほどこの値は大きくなり、従来の製鋼反応における概念と一致した。

3.5 S の挙動

S の分配比 $(\%S) / \%S$ と塩基度の関係を求めると、塩基度の高いほど分配比は大であつて、やはり脱硫には塩基度の高い方が有利である。

3.6 O の挙動

溶鋼中の O は次式にしたがつて挙動すると考えられる。



スラグ中の FeO の活量を等活量図⁵⁾から概算すると、いずれも 0.05~0.15 の範囲であり、溶鋼中の O の活量係数は 0.65~0.75 である。1873°K における飽和酸素量を (4) 式から求めると 0.015~0.052% となり、本溶解では飽和に達していない。しかしながら溶解後のスラグ中の FeO の増加量は Mn および Si の挙動からはバランスがとれず、空気中の O の拡散も考慮に入れないならばならないようである。なお O と Si および Mn の間には次のような重回帰関係がみとめられた。

$$[\%O] = -0.0415[\%Si] - 0.00634[\%Mn] + 0.0256 \dots\dots\dots (5)$$

3.7 N の挙動

N の増加はもちろん空気中の N の拡散によるものであるが、チタニア系による N の減少は生成した TiN がスラグに吸収されるためと考えられる。

5. 結 言

4 種類のスラグを用いて直流で ESR の予備的試験を行ない、各元素の挙動を検討したが、各元素の挙動はスラグの種類によつていちじるしい影響をうけ、ESR においては適正なるスラグの選定が極めて重要であることが判つた。本研究には直流を用いたが、交流を用いた場合、スラグの電気化学的な特性の違いによつて、各元素の挙動が変わることも考えられる。この程度の実験結果からだけでは ESR の本質は云々できるものでなく、今後の研究にまつべき点が多い。

文 献

- 1) B. E. PATON, B. I. MEDOVAR: Engineering Materials and Design, 10 (1962), p. 718.
- 2) J. CHIPMAN, J. B. GERO, T. B. WINKLER: Trans. Met. Soc., Amer. Inst. Min., Met. & Pet. Eng., 188 (1950), p. 341.
- 3) S. MATOBA, K. GUNJI: Trans. National Research Inst. for Metals, 3 (1961) 2, p.81.
- 4) Electric Furnace Steelmaking, 2 (1963), p. 106.
- 5) J. CHIPMAN et al: Trans. Met. Soc., Amer. Inst. Min., Met. & Pet. Eng., 154 (1943), p. 228.
- 6) E. T. TURKDOGAN et al: J. Iron & Steel Inst. (U. K.), 173 (1953), p. 217.

(88) リムド鋼塊底部の大型スラグ介在物に対するリミング・アクションの影響

富士製鉄、室蘭製鉄所研究所

北川 一智・○伊藤 幸良

Influence of Rimming Action Upon Large Slag Inclusions at Bottom of Rimming Steel Ingot.

Kazutomo KITAGAWA and Yukiyoishi ITOH

1. 緒 言

リムド鋼は脱酸度が低いため铸型に注入後溶鋼の凝固前面において活発な CO 反応が進行し、生成 CO の浮上に伴つてリミングアクションがおこる。このリミングアクションが継続している間に形成される清浄な凝固層すなわちリム層がリムド鋼塊の特徴になつている。リム層厚さはリミングアクションの継続時間によつて影響されこのリム層厚さが転じてコア層の偏析を支配する。リム層自身の清浄性はリミングアクションの強さによつて左右される。

このようにリミングアクションはリムド鋼塊の性状に対して決定的な要因であり、これをいかにコントロール