

討 8

ソーダ灰による溶銑の連続精錬

新日本製鐵(株) 生産技術研究所 山本里見, 石川英毅, 松尾輝夫

八幡製鐵所 工博 梶岡博幸

1. 緒 言

現在の製鋼技術をとりまいて社会的、技術的要求(たとえば鉄鋼原料の成分制約の解除、諸歩留の向上、鋼材の高級化など)をみると省資源、省エネルギー面からのものが多く、しかもその要求が強くなりつつある。

これらの要求に応ずる技術として、副材料として生石灰の代りにソーダ灰(Na_2CO_3)を用いる新製鋼プロセスを案出し、半工業的規模での実験によりプロセスの特性をあきらかにするとともに、その実用化の可能性を確認した。

本プロセスは新しい手段(ソーダ灰の使用)と新しい手法(多段精錬)とを導入していることにその特徴がある。これらを組合せると図1にみられるような新製鋼プロセスができる。

本報では、既報^{1), 2)}の連続精錬炉操業結果とこれをもとにしたAL炉および多段精錬工程での熱、鉄歩留などについて上吹転炉法との比較を試みた。

2. 設備および操業法

煙型の連続精錬炉が採られ、予備試験結果から向流精錬方式で操業が行なわれた。炉は炉体、給・排銑、副材供給、送酸、スラグ処理、排ガス処理設備からなっている。

炉体は中央の堰で2槽に分けられ、上流側の槽(脱珪槽)でCaO系スラグのもとで脱珪が行なわれ、下流側の槽(AL槽)で Na_2CO_3 系スラグによる脱リン脱硫が行なわれる。堰はスラグのみを分離し、溶銑は浸漬された堰下部で流通できる。溶銑およびスラグは各々の設定レベルを超えた部分のみが炉外に溢流するように設計されている。溶銑は45T単位で連続的に給銑され、傾注鍋への給銑時間(20分以下)は精錬を中断している。

脱珪槽は溶銑 $[\text{Si}]$ 、温度の変動を吸収し、1350℃、 $[\text{Si}] \leq 0.20\%$ の溶銑をAL槽に供給することを目的として操業された。傾注鍋の傾注角度制御で一定速度(45T/h)で供給された溶銑は、純酸素および鉄鉱石により酸化され、スラグ塩基度調節のための生石灰とスラグ流動性確保のためのコレマナイトが投入された。鉄鉱石、生石灰原単位は傾注鍋ごとの $[\text{Si}]$ 、温度をもとに決定された。

AL槽の操業は脱炭量を極力小さくするよう留意して行なわれた。AL槽に入った溶銑は3本のランスからの酸素で酸化され、ブリケット状ソーダ灰は火点部に連続的に装入される。スラグは水のような流動性を呈し、スラグ排出樋から連続的に流出する。AL槽浴温は熱電対により連続的に検出され、スクラップ投入により目標の1350℃以下に制御された。精錬された溶銑は下流堰でスラグと分離されたのち、製鋼工場に運搬された。

排ガスは両槽から別々に排出されたのちバグフィルターに導かれ除塵された。

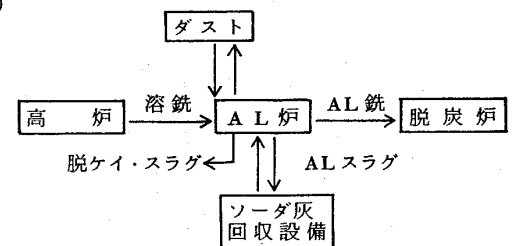


図1. プロセス・フロー

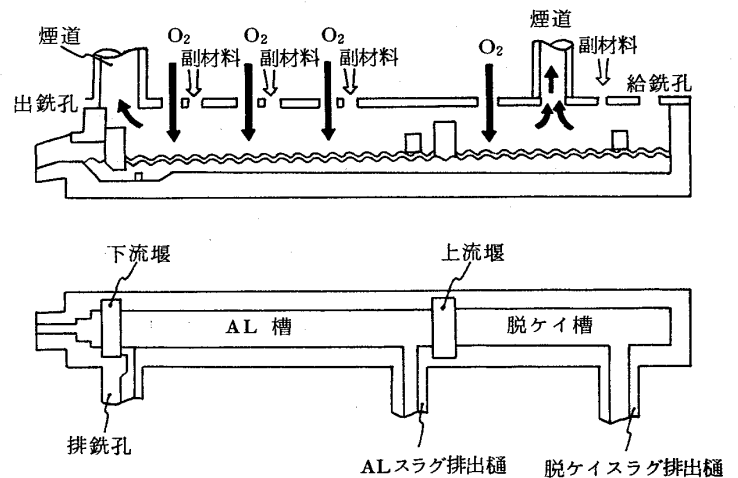


図2. AL炉概略図

3. 操業試験結果

1) 脱珪槽 脱珪槽出入口での $[Si]$ を比較すると図3のようになり、ほぼ目標値まで脱珪されているのがわかる。スラグ(T.Fe)はスラグ塩基度、鉄鉱石原単位に依存し、 $(CaO/SiO_2) \div 0.8$ 、鉄鉱石原単位20~30 kg/T.HMの操業条件下の(T.Fe)=30%となり、そのおりの脱珪に関する酸素効率は30~50%となっていた。(図4)

スラグは多少泡立ちぎみになるが、排出樋から自動的に流出し、共存する粒鉄量はスラグ量の5%以下と少ないことが確められている。

(図5)

酸素源の60%を鉄鉱石で供給する条件下で、脱珪時の浴温上昇は平均50℃と測定された。

2) AL槽 操業目標としている1850℃、脱珪後 $[Si] \leq 0.20\%$ が満足された操業時の精錬後溶銑成分推移の例を示すと図6のようになり、 $[P] < 0.020\%$ 、 $[S] \leq 0.010\%$ が満足されているのがわかる。脱珪後 $[Si]$ 、ソーダ灰原単位と精錬後 $[P]$ との関係を示すと図7、8のようになり、両操業要因の制御の重要さがわかる。なお、精錬温度は狭い範囲に制御されているので、その影響は確められなかった。また、Mn酸化ロスが0.08%と少なく、しかも溶銑 $[N]$ が10ppm以下まで低減される特色も見出された。

スラグの平均 (Na_2O/SiO_2) は2.3でスラグからソーダ灰を回収するのに適した組成となっていた。Naのスラグへの残留率は40~60%と推定された。同スラグの(T.Fe)、粒鉄含有量はそれぞれ7、1%以下と低く、AL槽での鉄損は無視できる。

ソーダ灰原単位20 kg/T.HM前後の操業で、AL槽での浴温変化は

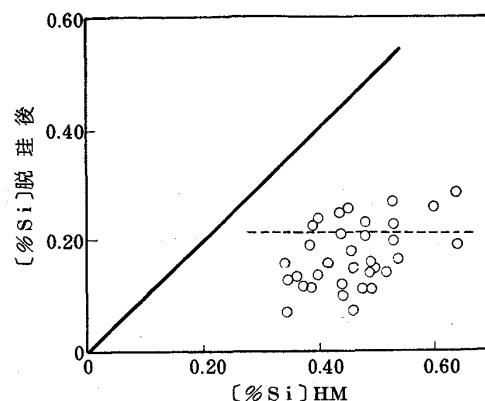


図3. 脱珪槽での脱珪状況

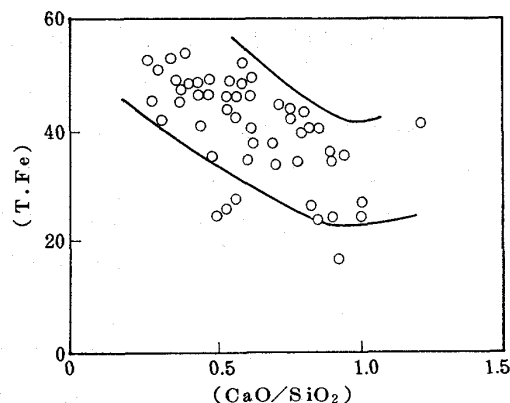


図4. 脱珪スラグ(T.Fe)と (CaO/SiO_2) との関係
(鉄鉱石原単位15~40 kg/T.HM)

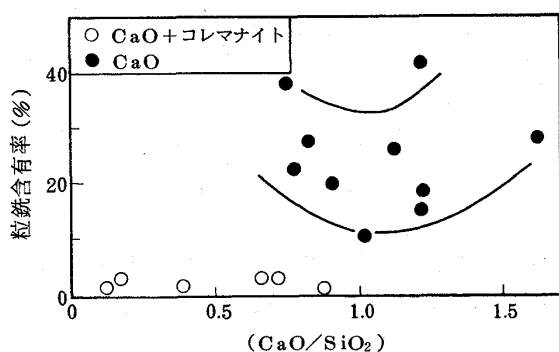


図5. 脱珪スラグ粒鉄含有率と (CaO/SiO_2) との関係

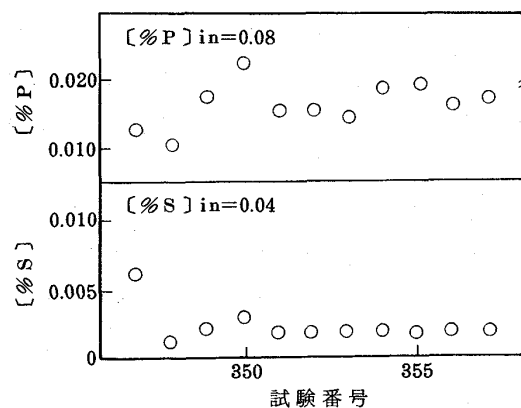


図6. 連続操業時の精錬状況

平均-10℃と測定された。

耐火物溶損速度は0.5 mm以下と小さく、局所的な最大溶損速度も1 mm以下であった。

これらの操業試験からAL炉は長期間にわたり安定した操業のできることが確められ、操業時に制御すべき要因として脱珪後 $[Si]$ 、ソーダ灰原単位、浴温があきらかになった。また、スラグ排出時の粒鉄損が少ないという連続精錬の特色も確認された。

しかし、脱珪槽操作は適切とはいえず改善が必要である。

3) スラグなし脱炭およびソーダ灰回収工程試験結果

i) スラグなし脱炭³⁾

AL炉で精錬された溶鉄のみを副材料なしで上吹脱炭し、次項の特長が確められた。

a) 鉄歩留が平均0.4%向上する。

b) 酸素効率が低炭域まで平均97%と安定して高いので、吹止制御が容易になる。

c) 低炭吹止[N]<10 ppm, 高炭鋼鋳型内[H]<2.0 ppmが容易に得られる。

d) 取鍋内スラグがないので、復リンがなくしかも合金鉄歩留が向上する。

e) 成品の表面疵が少なく、機械的性質が優れている。

しかし、通常操作と比較して不明鉄分が0.5%多くなっており、鉄歩留の向上が今後の課題といえる。

ii) スラグからのソーダ灰回収

スラグを水溶液化したのちソーダ灰を回収する操作が1ヶ月以上連続して行なわれ、次項が確められた。

i) 85%以上の高率でソーダ灰が回収され、AL炉操作に支障となる成分の共存はなかった。

ii) スラグ中リンはリン酸カルシウム(P_2O_5 25%以上)として回収される。

4. 考 察

試験結果をもとにAL炉(45 T/h)での物質収支、熱収支を検討した。同AL炉での操作には小型炉に起因する特殊要因が多い。たとえば、低温溶鉄処理による給鉄鍋への地金付着(約10 kg/T.HM), 耐火物厚みが小さいことによる熱損失の増大などがあげられる。これらは実操作時の操作形態をとったときにはある程度解消するとして試算を行った。

物質収支、熱収支から次項がきらかとなった。

i) 工程での鉄損は脱珪槽のみにみられる。

ii) ソーダ灰の分解、揮発による熱損は鉄鉱石の分解によるに必要な熱量の60%程度である。

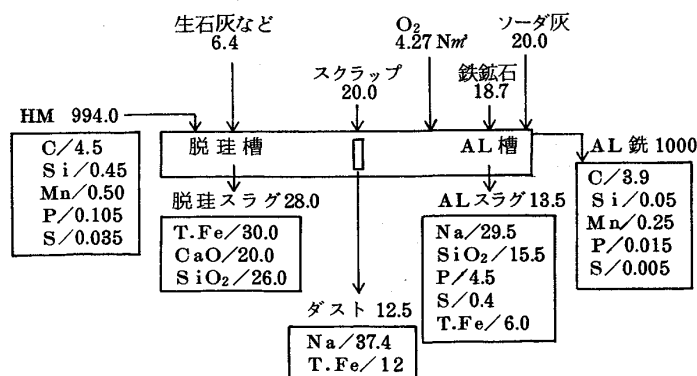


図9. AL炉(45T/H)物質収支(単位kg)

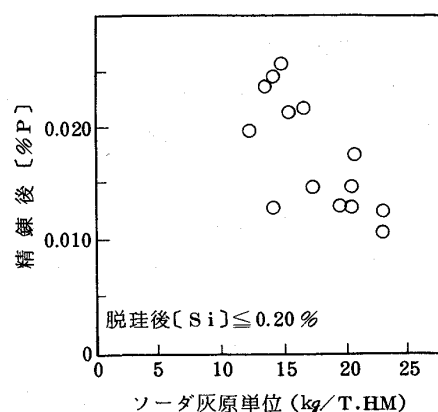


図7. 精錬後[P]とソーダ灰原単位との関係

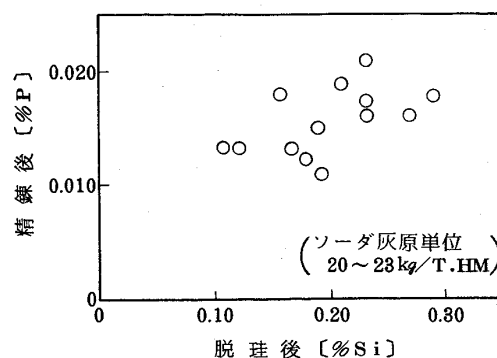


図8. 精錬後[P]と脱珪後[%Si]との関係

表1. AL炉(45/T)熱収支

入 熱 (Kcal/T.HM)		出 熱 (Kcal/T.HM)	
溶鉄顕熱	277.8×10 ³	AL鉄顕熱	275.8×10 ³
装入物顕熱	0.4	スラグ顕熱	15.8
酸化反応熱	70.6	鉄鉱石分解熱	21.7
C	(17.7)	ソーダ灰分解熱	13.8
Si	(29.8)	排ガス顕熱	7.0
Mn	(5.2)	ダスト,粒鉄顕熱	5.5
P	(4.2)	石灰石顕熱	0.1
Fe	(13.7)	熱損失	17.0
滓化熱	7.4		
合 計	856.2×10 ³		856.2×10 ³

iii) AL炉での熱損失は17000 Kcal/T.HMと小型転炉での熱損失と同程度となる。

iv) AL炉でのスクラップ消費能は鉄鉱石使用なしの場合約80 kg/T.HMとなる。(ソーダ灰原単位20 kg/T.HM)

また、脱炭工程での試験結果を加えて全工程での物質収支、熱収支を算定すると、熱収支は通常の転炉法と比較して、工程増による熱損増はあるが、スラグ量が少ないためかなりの部分が補償される。一方、鉄歩留は約1%向上すると期待される。

本プロセスは、精錬工程を簡略化するとともに溶銑条件、溶製対象鋼種による製鋼条件の変動を緩和することを目的としているが、工程増にもかかわらず鉄歩留、熱的条件で転炉と同等以上の操業成績を期待できる。

さらにスラグなし脱炭の利点(低[H], [N], 復リンがないなど)と組合せると、工程分割の利点を活かしながら新しい組成の溶鋼を得るプロセスとなりうるといえる。

これらの特色を活かした工程を転炉法と比較して示すと図10のようになる。

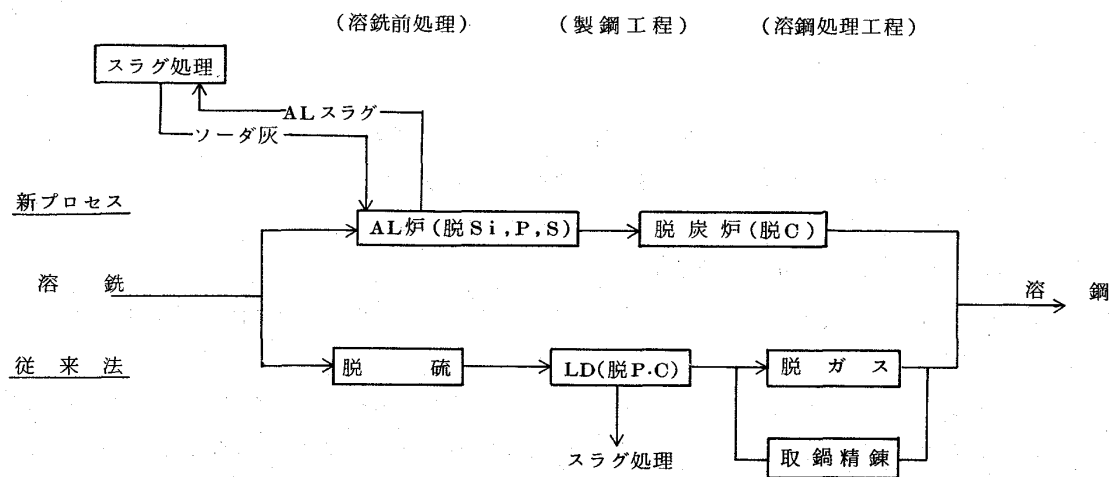


図10. 新プロセスと転炉法との比較

5. まとめ

ソーダ灰を副材料とした溶銑の予備精錬を中心とする新製鋼プロセスの三要素工程について操業試験を行ない、技術的可能性を確認した。

樋型炉での連続精錬は、小さい熱損、耐火物溶損のもで安定して操業でき、精錬後[P]を制御する操業条件もあきらかとなった。

この新プロセスは単に製鋼工程についての変革のみならず、前後工程への波及効果(たとえば製鉄原料制約の緩和、新組成鋼材など)も予測され、今後の技術発展が期待される。

参考文献

- 1) 山本, 藤掛, 坂口, 藤浦, 梶岡, 吉井, 福岡 : 鉄と鋼 65 S212 ('79)
- 2) 山本, 藤掛, 松尾, 梶岡, 吉井, 坂口 : 鉄と鋼 65 S732 ('79)
- 3) 小久保, 尾形, 小菅, 中嶋, 桑原, 山本, 山口 : 鉄と鋼 65 S213 ('79)