

精錬技術の進歩と今後の展望

Recent Advances in Refining Technology and Future Prospects

遠藤 公一^{*(1)}
Koichi ENDOH

抄 録

新日本製鐵の精錬技術は鋼材の高級鋼化・多様化ニーズに応じながら、革新的発展を遂げた連続鋳造法とともに高炉-転炉法をベースに目覚ましい進歩を遂げてきた。1980年代には溶銑予備処理法、転炉複合吹錬法、高性能二次精錬法が開発され、次々と実機化された。これらの精錬プロセスの機能分割による高級鋼のマスプロ体制の確立は顧客の要請に応えるとともにコスト・品質競争力を支える重要技術として位置づけられている。本稿では、最近の新日本製鐵における精錬技術の進歩について精錬プロセスの機能分割の面から概説し、さらに今後の鉄鋼業を取り巻く厳しい環境変化に対応する精錬技術の課題と今後の展望について述べる。

Abstract

To meet the increasingly sophisticated performance requirements and diversifying needs for steel products, Nippon Steel's refining technology has achieved remarkable progress based on the BF-BOF process in parallel with the innovative development of continuous casting technology. In the 1980s, the hot metal pretreatment process, BOF top-and-bottom blowing process and high-performance secondary refining process were developed and put into practice in succession. The establishment of the high-grade steel mass production system by dividing the refining functions heretofore performed largely in the BOF is the vital technology for Nippon Steel to meet customer needs and preserve the firm's cost and quality competitiveness. The present paper describes recent advances in refining technology at Nippon Steel from the viewpoint of the division of refining functions and discusses the future outlook of refining technology in responding to the severe environment surrounding the steel industry.

1. 緒 言

新日本製鐵の現在の精錬技術の源は1957年我が国に初めて純酸素上吹(LD)転炉が八幡製鐵所(以下、八幡と略す)に導入された時に始まる。以来、産業の高度化に伴う鋼材の高級化や多様化ニーズに応えながら、連続鋳造(以下、連鋳と略す)法の進歩とともに目覚ましい発展を遂げてきた。特に1980年代には溶銑予備処理炉や高性能二次精錬炉を駆使した転炉精錬機能の分割化が図られ、転炉自身は極めて高生産性の複合脱炭炉として完成し、コスト・品質競争力を支えるプロセス技術の源点となっている。

本稿では、新日本製鐵における最近の精錬技術の進歩について、上底吹転炉法及び精錬機能の分割化を中心に概説し、さらに鉄鋼業を取り巻く周辺環境の変化と今後の展望について述べる。

2. 新日本製鐵における精錬技術の進歩

2.1 精錬技術の変遷

新日本製鐵における精錬技術の変遷を表1に示したが、概略次の三期に大別できる。

第一期：1957～1970 転炉法の導入と発展期

第二期：1970～1980 真空脱ガス法の普及と転炉法の革新(複合吹錬法)

第三期：1980～現在 溶銑予備処理法による精錬機能分割と精錬技術の成熟

粗鋼生産規模が急成長した第一期は大型転炉の新設と旧式老朽工場の集約新鋭化が次々と実行に移され、精錬プロセスは改革的变化を遂げ、粗鋼生産性の飛躍的な向上をみた。一方、品質向上に直結する炉外精錬法は既に真空脱ガス法(DH及びRH)や溶銑脱硫法が導入され発展途上にあつたが、その適用範囲はまだ特殊鋼や汎用高級鋼の一部に限られていた。

第二期になり粗鋼規模が1億tの規模に安定化すると、市場から鋼材品質の高級・多機能化が要請される一方、最終製品までの製品歩留向上策が省資源・省エネルギーのコンセプトのもとに積極的に進められた。なかでも量産品種の薄板鋼を対象とした連鋳化の急速な普及はその後の精錬技術の動向に多大の影響を及ぼした。生産、品質を左右する連鋳の安定操業には1) 溶鋼の安定供給(成分・温度適中と時間管理の必要性は精錬制御技術の向上をもたらした)、2) 連鋳操業を阻害しない溶鋼品質の確保(溶鋼の清浄化、取鍋インジェクション、真空脱ガス処理等の二次精錬技術を発展させた)が不可

^{*(1)} 技術本部 製鋼技術部 掛長

(現 大分製鐵所 製鋼部 部長代理)

表 1 新日本製鐵における純酸素上吹き転炉導入以降の主要精錬技術の変遷

年 代	主 要 精 錬 技 術 の 変 遷
第 1 期	1955 日本初のLD転炉製鋼法導入(旧八幡製鐵㈱ 八幡)
	日本初のDH法(25t試験設備)導入(旧八幡製鐵㈱ 八幡)
	1960 転炉工場におけるDH法(75t)の導入(旧八幡製鐵㈱ 八幡)
	1965 揺動取鍋溶銑脱硫法の導入(旧八幡製鐵㈱ 八幡) 日本初のRH法(100t)導入(旧富士製鐵㈱ 広畑) KR脱硫設備の開発・導入(旧富士製鐵㈱ 広畑) 転炉スタティックコントロール技術の開発・導入(旧富士製鐵㈱ 室蘭)
第 2 期	1970 新日本製鐵㈱発足 <連続铸造比率の拡大開始> トープードカー脱硫技術の導入(名古屋, 堺) RH-OB法の開発・導入(室蘭) <全連続铸造方式の製鋼工場稼働(大分)> 転炉サブランス・ダイナミックコントロール技術の開発・導入 LF法の導入(八幡)
	1975 RH-OB-FD法の開発・導入(室蘭, 名古屋)
	1980 RH軽処理技術の開発(大分) 上底吹き転炉製鋼法(LD-OB)の開発・導入(八幡, 大分) SMP(Slag Minimum Process)法の開発・導入(室蘭) 全量RH処理一吹止一定操業技術の開発(大分) 取鍋粉体吹込み溶鋼脱硫法(KIP)の開発・導入(君津) 大量溶銑予備処理法(脱磷, トープードカー方式)の開発導入(君津) LD-CB法の開発(堺)
1990 大量溶銑予備処理法(脱磷, トープードカー方式)の開発導入(八幡) 大量溶銑予備処理法(脱磷, 転炉方式)の開発導入(名古屋)	
第 3 期	冷鉄源溶解法の開発・導入(広畑)

欠であり、又、ジャスト・イン・タイムという概念を精錬プロセスに定着させた。

1972年稼働した全スラブ連続方式の大分製鐵所(以下、大分と略す)製鋼工場ではこうした概念から、RH軽処理法をベースとする全量RH処理方式が採用され、溶鋼の温度・成分の狭幅コントロール、合金歩留向上及び転炉-連铸間の緩衝機能として大きな成果をあげた。さらに溶鋼安定供給を支える技術として、室蘭製鐵所(以下、室蘭と略す)及び名古屋製鐵所(以下、名古屋と略す)にて開発したRH-OB技術を積極的に活用し、転炉吹止目標[C]を常に一定にする方式が採用された。これら大量真空処理方式は転炉の生産性向上に加えて、連铸操業・品質の安定化に大きく貢献し、連铸化の急速な普及を支えることとなった。

1977年Q-BOPが川崎製鐵㈱に導入されたのが契機となり、各社が一斉に上吹き転炉から複合吹錬転炉への転換を指向することとなった。新日本製鐵においては1977年から1979年にかけて八幡第五製鋼工場にて上底吹き転炉の開発試験が実施され、1980年実機第一号LD-OB(Agitation by Oxygen Bottom Blowing)法として八幡第三製鋼工場の350t炉に設置された。以降、上底吹き転炉製鋼法はLD-CB(LD-CO₂-Bottom Bubbling)法と合わせて精錬工程における基本技術となっている。

1980年代の第三期は、抜本的なコスト競争力向上と鋼材品質の一層の厳格化に対応するために上底吹き転炉法の全社適用と、溶銑予

備処理、二次精錬機能の拡充と精錬機能分割をさらに進展させた時期である。この代表としては君津製鐵所(以下、君津と略す)で開発され、1982年に実機化された溶銑予備処理法ORP(Optimizing Refining Process)が挙げられる。このプロセスは海洋構造用鋼材、耐サワーラインパイプ用素材等の超高純度・高 cleanliness 鋼の製造が可能な品質工程能力を有するほか、転炉の底吹き強攪拌効果と合体化して精錬工程の大幅なコスト削減が可能になる開発で、のちに“大河内記念生産賞”を受賞した。

このORP法は溶銑予備処理(脱珪, 脱磷, 脱硫)とスラグレス転炉吹錬の組合せを各製鐵所の固有条件のもとで最適なものにして順次、大分、八幡、名古屋に導入され全量適用が図られるとともにコスト競争力を支える基盤技術となっている。

二次精錬プロセスにおいては、真空処理と粉体インジェクション機能を合わせ持つ各種の多機能二次精錬炉が開発され、減圧下粉体吹込み法(V-KIP)が1984年君津に、RHインジェクション法が1985年大分にて実用化された。又、名古屋ではRH-PB(RH-Powder Blowing)が開発された。これら多機能二次精錬炉の実用化によってそれまでの真空処理と粉体吹込みの複合処理が一つに集約され、溶鋼温度等転炉の負荷を軽減した上で[S]濃度が10ppm以下の極低硫鋼の製造が可能となっている。

精錬工程の機能分割の変遷を図1に模式的に示す¹⁾。このように精錬技術は、上底吹き転炉法と溶銑予備処理・二次精錬法による精錬

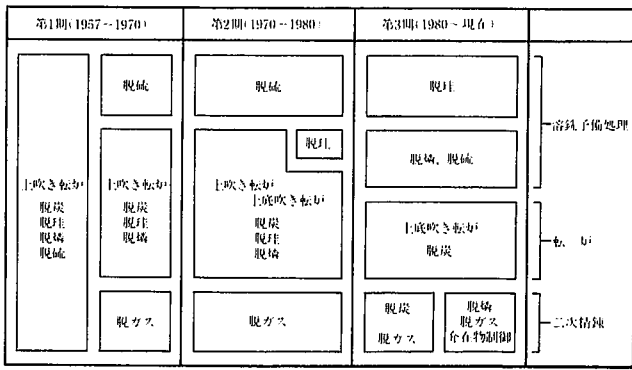


図1 新日本製鐵における精錬機能分化の経緯¹⁾

機能の分割化を中心として発展し、今日の“溶銑予備処理-上底吹き転炉-二次精錬”の製造体系の確立に至っている。

2.2 上底吹き転炉吹錬技術の進歩

上底吹き転炉法の特徴は約10%程度の底吹きにより全量底吹きのQ-BOP法とほぼ同程度の冶金効果を得ることができることである。図2に示すように、吹錬終点における低炭素領域での鋼中酸素濃度は従来の上吹き転炉の下限付近に分布し、その効果は上底吹き転炉(LD-OB)と底吹き転炉(Q-BOP)とがほぼ同レベルにあることでわかる²⁾。底吹きによる強撈拌に伴い鋼中酸素濃度及びスラグ中酸化鉄(T.Fe)濃度が低減するとともに溶鋼がより均一となり、溶鋼歩留、吹止Mnレベル、転炉耐火物等のコスト諸元が大幅に改善された。又、過酸化状態を防止しつつ吹止[C]を低下させることが可能となり、極低炭素鋼の製造が容易となった。

新日本製鐵が独自に開発した上底吹き転炉法には表2に示すように、羽口の構造、ガス種、底吹きガス量により三つの方式がある。

LD-OB法³⁻⁵⁾は二重管羽口の内管から大量の酸素ガスを吹き込むために外管に冷却用LPGを流す構造をとっており、脱炭に不可欠の酸素ガスを使用して鋼浴の撈拌強化を図ることができ、その撈拌力も最も強くとることが可能である。こうした特徴を活かすために、前述のように1980年八幡でその効果を確認したのち、その適用効果の大きい低炭素鋼を多く生産している八幡、名古屋、君津、大分の4製鐵所に設置した。

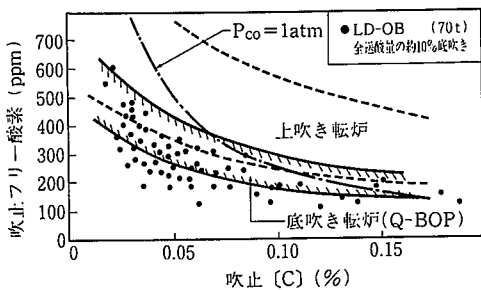


図2 上吹き転炉、底吹き転炉、上底吹き転炉における吹止[C]と鋼中フリー酸素の関係²⁾

表2 新日本製鐵における上底吹き転炉製鋼法の概要

方式	底吹き羽口構造	底吹きガス種	底吹きガス流量(Nm ³ /t/min)
LD-OB	二重管羽口	O ₂ , Ar, CO ₂ , N ₂ , LPG	0.10~0.60
LD-CB	小径管集合型プラグ	CO ₂ , N ₂ , (O ₂)	0.01~0.10
LD-PB	二重管羽口	O ₂ , Ar, CO ₂ , N ₂ , LPG	0.015~0.12

このほか、クロム系ステンレス鋼の溶製には大量の熱付与と浴の強撈拌を必要とするため、八幡第一製鋼工場では灯油加熱機能付のLD-OB法として実用化されている。

LD-CB法⁶⁾は、小径ステンレス鋼パイプの集合体からなる底吹きプラグから炭酸ガス(CO₂)を吹き込み、溶鋼の撈拌を強化する上底吹き技術の一つである。このノズル構造とガスの冷却効果により溶損を防止して実用化できたが、吹込みガス流量はLD-OB法ほど大きくできない反面、吹込みガス流量の変更幅を大きく取れる特色がある。この特徴は高炭素鋼の吹錬のキャッチカーボン時に不可欠の脱磷法に特に効果を発揮する。LD-CB法は1980年堺製鐵所(以下、堺と略す)にて開発試験操業が実施され、1982年に堺、広畑製鐵所(以下、広畑と略す)で実用化された。その後、中高炭素鋼製造ニーズが高い八幡(第一製鋼工場)、室蘭、君津(第一製鋼工場)にも設置された。設備費が安く操作性に優れるため、海外からの引合いが多く、海外への技術輸出も含め国内外25の転炉で稼働実績を挙げている。

LD-PB法⁷⁾は炭酸ガスと石灰石(CaCO₃)の微粉を単管で吹き込む方式である。本方式はCaCO₃の混合比率を変化させて熱分解で発生するCO₂量を増減できるほか、生成する微細なCO₂気泡による脱水素反応が進み低水素鋼の溶製に有利となる。1984年に水素厳格化ニーズの高い名古屋で実機化されたが、1989年に転炉が休止して現在に至っている。

図3に新日本製鐵における上底吹き転炉法の適用率推移を示した。1980年代前半に急速な伸びを示していることが分かるが、これは複合吹錬の効果を一早く確認し、実機化に取り組みを進めた結果である。

この他、転炉精錬制御、自動・機械化、耐火物改善等の技術について多くの開発が進められてきた。これらについては別項にて述べることにする。

2.3 転炉精錬機能の分割

2.3.1 溶銑予備処理技術の開発

当初特殊鋼を対象に溶銑脱硫でスタートした溶銑予備処理技術は1982年君津における脱珪-脱磷(同時脱硫)全量処理プロセス導入を契機として大きく発展し、現在では精錬における基幹プロセスとなっている。各製鐵所ごとに既存設備条件、レイアウト等を考慮し、最適な溶銑予備処理方式を採用している。

(1) トービードカー方式

反応容器としてトービードカー(以下、TPCと略す)を用いた溶銑予備処理プロセスは、1982年君津と1988年八幡において実用化された⁸⁻¹¹⁾。図4にそのプロセスフローを君津の例で示した。鑄床脱珪処理した後、生石灰系フラックスによるTPC脱磷・脱硫処理を実施す

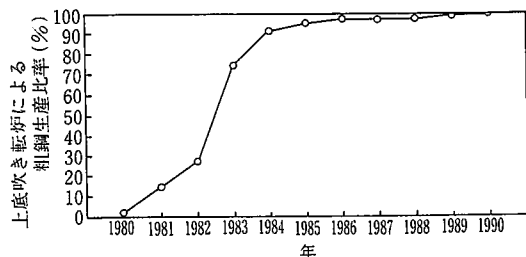


図3 新日鐵における上底吹き転炉製鋼法による粗鋼生産比率の推移

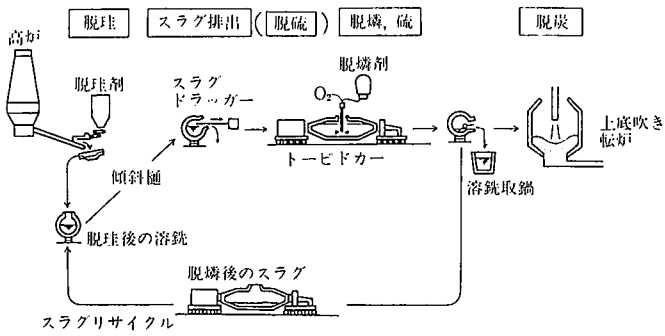


図4 トービドカー方式による溶銑予備処理プロセスの例 (新日鐵・君津)

るのが基本であり、極低硫鋼の場合には生石灰による脱硫処理を脱磷に先行して実施している。脱磷処理工程では、フラックス中のCaOと酸化剤中の酸素との重量比（以下、CaO/Oと略す）を高く操業し、低酸素ポテンシャルかつ高塩基度にして同時脱硫とMn歩留向上を図っている。酸化剤としては酸化鉄が主に使用されるが、脱磷処理中の溶銑温度降下を防止する目的で酸素ガスも追加使用され、熟浴度向上策として効果を上げている。

(2) 溶銑鍋方式

大分では、TPCによる脱珪処理と溶銑鍋による脱磷・脱硫処理からなる方式を1986年に実機化した^{12,13)}。プロセスフローを図5に示す。

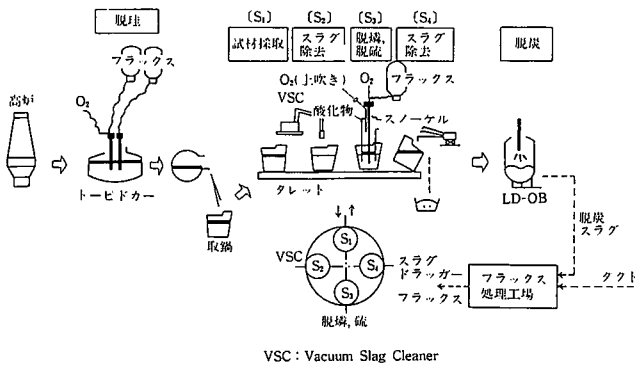


図5 溶銑鍋方式による溶銑予備処理プロセスの例 (新日鐵・大分)

転炉2基に対して1基の予備処理設備で対応するため、混合性の良い溶銑鍋を反応炉として採用し、かつ浸漬槽を採用して処理中の溶銑、スラグの流出を防止できる方式としたことが特色である。これによって高速脱磷処理が可能となり、約50万t/月の処理が1基の設備で可能となった。脱磷処理はTPC方式同様、高CaO/OのCaO系フラックスによる同時脱磷・脱硫処理を実施しており、酸素源は浸漬ランスからフラックスと共に吹込む酸化鉄と酸素ガス及び上方から投入される酸化鉄を利用している。又、二次燃焼を目的に上吹きランスからの酸素ガス吹込みも実施している。

(3) 転炉方式

名古屋においては、前述したLD-PB炉を溶銑予備処理炉に改造し、1989年に稼働を開始した^{14,15)}。プロセスフローを図6に示す。本方式は反応炉に転炉を転用し、大きな炉内容積の活用によりスロッピングや炉外への溶銑飛散を抑制して、大量の酸素を高速で吹込むことができる。加えてLD-PBの底吹き強攪拌設備を活用できるため、脱磷処理時間が約10分と短時間である。本方式では、酸素ガスの大量上吹きと酸化鉄の上方投入により、操業はCaO/Oを低位に維持し、高い酸化力で低塩基度にて脱磷を行うことができるために、事前の脱珪処理を行うことなく、脱珪と脱磷を同一反応容器で実施できる特徴がある。又、酸素供給速度を増加すると発生する脱炭反応熱は転炉型であることを利用してスクラップ溶解の熱源として活用している。

2.3.2 二次精錬技術の開発

(1) 新日本製鐵における二次精錬技術

二次精錬に要求される精錬機能は、不純物元素の除去、介在物の形態制御、規格成分・温度の調整等多岐にわたっている。二次精錬炉の精錬機能を表3に示した。

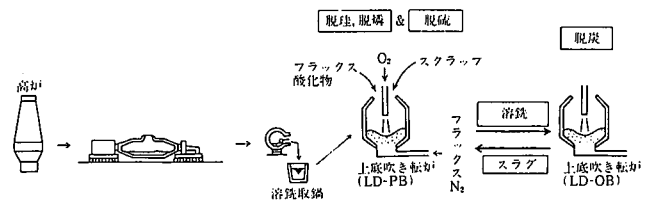


図6 転炉方式による溶銑予備処理プロセスの例 (新日鐵・名古屋)

表3 新日本製鐵の二次精錬設備の精錬機能

	RH			DH	CAS		KIP		LF
	RH-OB	RH-PB	RH-INJ		CAS-OB	CAS-OB-PI	KIP(PI)	V-KIP	
装置概要									
機能	脱酸	○	○	○	○	○		○	○
	脱炭	○	○	○	○			○	○
	脱水素	○	○	○	○			○	○
	脱硫		○	○		○	○	○	○
	昇温	○	○	○	○	○	○		○
	成分調整	○	○	○	○	○	○	○	○
	清浄鋼	○	○	○	○	○	○	○	○

(2) 多機能二次精錬技術の確立

1980年代に鋼材品質の高度化・厳格化と連铸化が進むに伴い、従来の転炉中心の製鋼法は“溶銑予備処理—上底吹き転炉—二次精錬”のように機能分割し、各社のどの製鋼工場にも複数の二次精錬設備が装備されるようになった。これにより製造する品種別に最も経済的な製造プロセスを選択し、組合せることができるようになった。新日本製鐵においては、例えば高純度・高纯净度鋼の代表例の一つである石油ガス輸送向けラインパイプ用素材を製造する場合には、図7(a)に示すように、二次精錬において粉体吹込み脱硫設備と真空処理設備を組合わせて対応してきた。しかし、このような複数の二次精錬設備を使用する結果、精錬時間が延長しかつ温度降下が大きくなるため、転炉負荷の増大や生産性の悪化を招くようになった。このような長時間精錬や温度損失増の問題を解決するため、真空処理設備に粉体吹込み機能を付与した多機能二次精錬技術を開発した。本技術によれば、図7(b)のように、脱ガス・成分調整と同時に脱硫

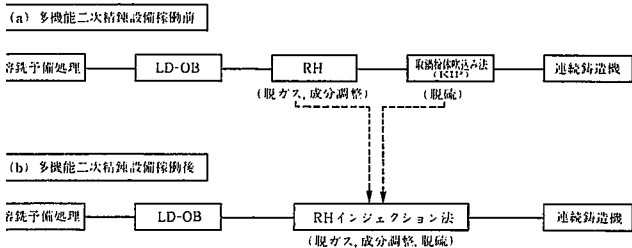


図7 多機能二次精錬設備稼働前後における極低硫鋼製造工程の変化(大分)¹⁹⁾

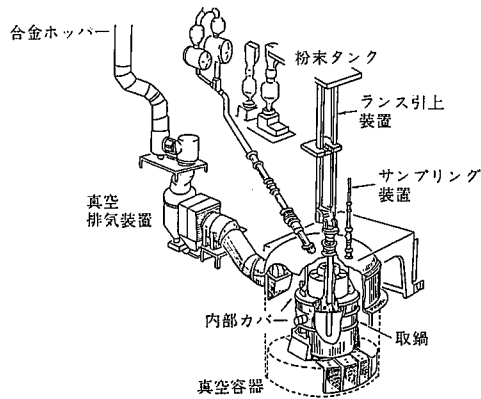


図8 多機能二次精錬設備の例 (君津：減圧下粉体吹込み法V-KIP)¹⁷⁾

等粉体吹込み精錬を行うことができ、二次精錬時間を従来の1/2~1/3に短縮できる。その結果、時間や温度の損失が少なくなり、高級鋼の大幅なコストダウンと量産化が可能となった。多機能二次精錬炉の例を図8, 9, 10に示す¹⁶⁻²⁰⁾。

以上のように二次精錬の多機能化の取組みの他、自動車用鋼板等加工性を要求される鋼材の製造を目的として、真空処理本来の機能である極低炭素鋼溶製に関する技術開発も積極的に進められている。これについては、別項にて詳述する。

2.3.3 精錬機能分割の効果

(1) 転炉吹錬技術の改善

“溶銑予備処理—上底吹き転炉—二次精錬”のように機能分割された精錬プロセスにおいては、転炉は脱炭を中心としたスラグレス吹錬となり、かつ成分・温度調整に関しても二次精錬のバックアップ機能が有効に作用する。この結果、転炉の操業性が飛躍的に向上する。その一例を表4に示すが、上底吹き転炉法及び溶銑予備処理導入前後で転炉操業成績が飛躍的に向上し、生産性やコスト指標が大幅に改善されていることがわかる。又、図11には、吹錬終点における鋼中Mn歩留に対するスラグレス吹錬の効果を示す。溶銑予備処理の脱燐により転炉のスラグ量は大幅に低減され、60%を超える高Mn歩留に達することがわかる。この効果を有効に活用したMn鉱石投入によって吹錬終点のMn濃度を上昇させFe-Mn合金鉄使用量を削減させることが可能となっている。

(2) 高純度鋼溶製技術水準の改善

新日本製鐵における高純度鋼溶製技術水準の変遷を、不純物元素毎に図12, 13に示した。各成分の到達レベルは溶銑予備処理の導入と二次精錬の積極的活用により向上しており、直近では[C]=8ppm, [P]=25ppm, [S]=3ppm, [N]=15ppm, [H]=1ppm, [O]=5

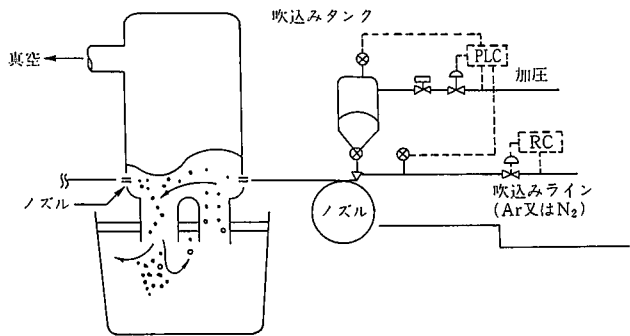


図10 多機能二次精錬設備の例(名古屋：RH-PB法)²⁰⁾

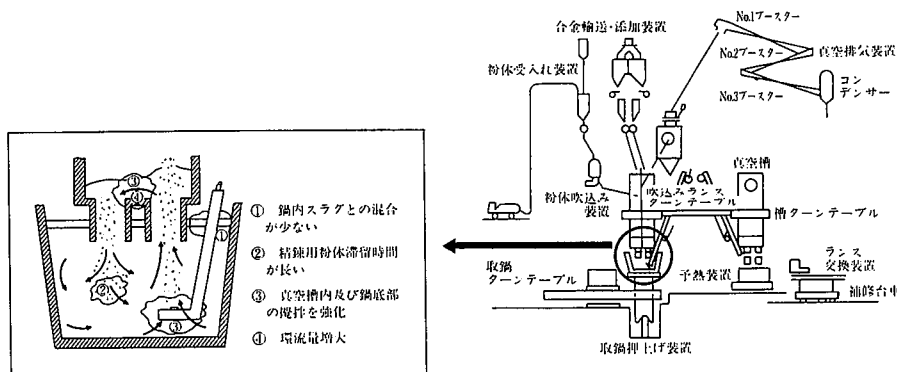


図9 多機能二次精錬設備の例(大分：RHインジェクション法)¹⁹⁾

表 4 上底吹き転炉，溶銑予備処理導入前後における
転炉操業諸元の変化の例(君津)

	LD法 (1981年)	溶銑予備処理法+LD-OB法 (1989年)
月間粗鋼能力 (t/炉・月)	200 000	407 000
溶銑予備処理比率 (%)	0	69
稼働率 (%)	55.2	85.5
Tap-to-Tap時間 (分)	34	28
炉寿命 (ヒート数)	1 795	5 340
溶鋼歩留 (%)	93.6	95.1
トータルCaO原単位 ^{*)} (kg/t)	54.2	39.3
Fe-Mn合金鉄原単位(kg/t)	6.4	4.2

* 1：溶銑予備処理，転炉両工程でのCaO（ドロマイト中CaOを含む）使用原単位の合計。

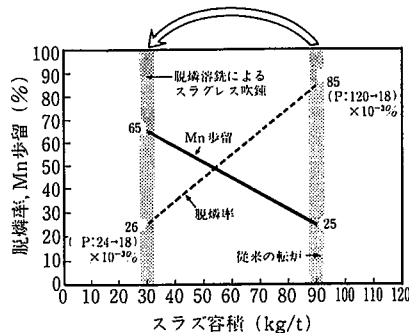


図 11 脱磷率および吹止[Mn]値に及ぼすスラグ量の影響(大分)

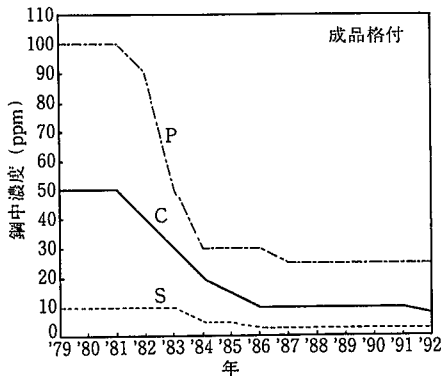


図 12 新日鐵における高純度鋼製造技術レベルの変遷
([C], [S], [P])

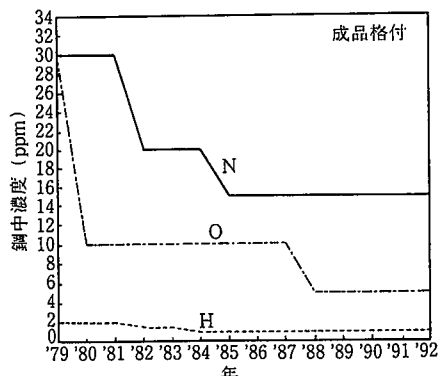


図 13 新日鐵における高純度鋼製造技術レベルの変遷
([N], [O], [H])

ppmのレベルに達している。このように高純度鋼溶製技術水準が大幅に改善した結果，耐サワーラインパイプ用素材，海洋構造物部材，

超加工性鋼板及び軸受鋼等の高純度・高纯净度鋼の要求に対応できる製造技術を確立するに至っている。

3. 今後の技術開発の方向と課題

以上，精錬技術の変遷を踏まえ，上底吹き転炉製鋼法の導入と精錬機能の分割化を中心にその発展経緯を概括してきた。次に，日本鉄鋼業並びに新日本製鐵が現在置かれている周辺環境や技術動向及び今後予測される環境変化等の観点から今後目指すべき技術方向と課題について述べてみることにする。

3.1 機能分割した精錬プロセスの極限追求

複合吹錬炉と機能分割により，高純度・高纯净度鋼の製造と精錬コストの削減という効果を受けてきた。しかし，各精錬反応のばらつきにさらなる改善の余地が残っていること，発生スラグ量をさらに低減するとともに再資源化の質向上を図る必要があること，機能分割にともなう熱損失や炉稼働率の低下を改善する必要があること等解決すべき課題も残されている。これらを改善していくため，精錬反応効率の極限を追求するとともに，品種別に精錬特性を集約して，過剰仕様を削減していくことが肝要である。

3.2 鉄スクラップのリサイクル，鉄源多様化への対応

各国の鉄鋼蓄積量の推移を図14に示す²¹⁾。社会資本の整備にともない我が国の鉄鋼蓄積量は1965年以降急増し，1990年には10億tに到達した。蓄積量は今後もなお毎年4千万t程度上積みされていくと予測されており，スクラップ発生量の余剰基調はもはや不変のものと考えられる。

スクラップ多量使用技術に関しては，1993年6月末に広畑にて冷鉄源溶解法が本格的稼働を開始した。しかし，現在の“溶銑予備処理-転炉-二次精錬”からなる工程分割型プロセスにおいては，前述したようにコスト・品質メリットは極めて大きい反面，温度損失が大きいというのも事実である。したがって，今後は分割された精錬機能をその分割効果を減少させない方法で再び集約し，スクラップの多量使用にも耐え得るような新プロセスを開発していくことが重要なテーマとなる。

又，市中から発生するスクラップは量が増加するだけでなく，その品質がますます劣化して難リサイクル性を増すものと考えられている。特に，現行の酸素製鋼法では原理的に除去できないトランブエメントと呼ばれるCu, Sn, Ni, Moや溶解中に蒸発するZn, Pb等の微量元素の含有量が今後増加していくため，何らかの除去技術や無害化が必要となってくる。こうした観点から国家プロジェクト

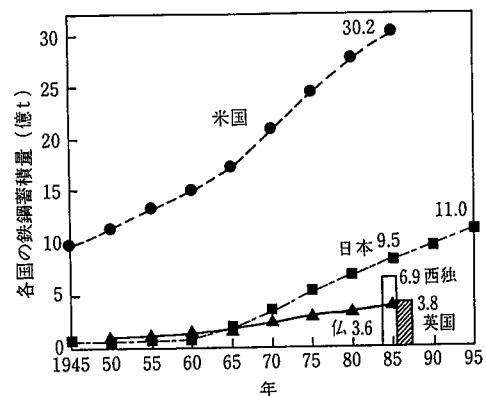


図 14 各国の鉄鋼蓄積量の推移²¹⁾

トとして“新製鋼プロセス・フォーラム”が設立され、研究活動が実施されている。新日本製鐵はその中核メンバーとして参画して受託要素研究テーマに積極的に取り組んでおり、今後の成果が期待されている。

一方、鉄鉱石を原料とする溶融還元法の研究開発も現在進められており、一般炭や粉鉱石の直接利用プロセスの実現が図られている。本技術の詳細は既に別報²²⁾にて報告済みであり、ここでは割愛する。

今後も引き続き溶銑を主原料とする高炉～転炉法が製鉄法の中心となると予測されるが、製鉄原料の変化や次世代製鉄法に関する研究の進展と共に、冷鉄源をベースとする電炉法や化石燃料による溶解法等に対しても広く目を向けていくべき時期に来ている。スクラップ多量使用を含めた鉄源の多様化への対応は今後ますます重要になるものとする。

4. 結 言

新日本製鐵における精錬技術は上底吹き転炉法と溶銑予備処理・二次精錬の導入を契機とする精錬機能の分割によって発展を遂げてきた。しかし、目前に迫った21世紀に向けて、一層、鋼材用途にあった溶鋼の廉価精錬技術を図っていく必要がある。又、資源の再利用や環境対策の観点から鉄スクラップのリサイクル技術を行政官庁や各関連業界と連携して確立していくことが重要である。さらに、快適な労働・職場環境のもと明るい鉄鋼業界を確立していかなければならない。これらの課題に対して今後も引続き技術開発を積極的に推

進し、社会の進歩・発展に貢献していく所存である。

参 照 文 献

- 1) Kohtani, T. : IISI 21 Annual Meeting & Conference, Report of Proceedings. (1987) 3
- 2) 甲斐 幹 ほか：鉄と鋼. 68, 1946(1982)
- 3) 甲斐 幹 ほか：鉄と鋼. 66, S233(1980)
- 4) 甲斐 幹 ほか：鉄と鋼. 66, S234(1980)
- 5) 甲斐 幹 ほか：鉄と鋼. 66, S235(1980)
- 6) 磯平一郎 ほか：鉄と鋼. 69, S1012 (1983)
- 7) 森 正晃 ほか：鉄と鋼. 69, S171(1986)
- 8) 佐々木清和 ほか：鉄と鋼. 69, 1818(1983)
- 9) 田中 功 ほか：鉄と鋼. 69, S958(1983)
- 10) Ohji, M. et al. : 第4回日本中国鉄鋼学会議. 日本鉄鋼協会, (1987) p.237
- 11) 工藤和也 ほか：材料とプロセス. 2, 107(1989)
- 12) 竹村洋三 ほか：鉄と鋼. 73, S277(1987)
- 13) 服部正幸 ほか：材料とプロセス. 2, 1087(1989)
- 14) 加藤 郁 ほか：材料とプロセス. 4, 1153(1991)
- 15) 加藤 郁 ほか：材料とプロセス. 4, 1154(1991)
- 16) 桑島周次 ほか：鉄と鋼. 72, S250(1986)
- 17) 第126, 127回西山記念技術講座 “高纯净度鋼の現状と将来”
- 18) 古崎 直 ほか：鉄と鋼. 73, S209(1987)
- 19) 遠藤公一 ほか：製鉄研究. (335), 20(1989)
- 20) 東 和彦 ほか：鉄と鋼. 72, S351(1986)
- 21) 日本鉄鋼連盟統計資料.
- 22) 片山裕之 ほか：新日鉄技報. (347), 37(1992)