

# 鉄鋼技術開発の進歩と今後の展開

## Recent Progress of Steel R&D and Future Developments

影近 博 鉄鋼技術センター 常務 工博

Hiroshi Kagechika

### 1. はじめに

当社は、京浜工業地帯の中心部である川崎に1912年創立された。初代技師長である今泉嘉一郎の下で、当時未開拓の技術である継目無鋼管の製造に挑戦し、一般産業用鋼管の国産化を果たしたのが、当社技術開発の歴史の始まりである<sup>1)</sup>。

今泉嘉一郎は、1935年技術研究部を発足させ初代部長に就いた。さらに1948年技術研究所が創立され、当社の研究開発体制が確立した。一方、鉄鋼事業部では1993年以降鉄鋼技術センターにプロセス・品種ごとの技術開発責任者を置き、研究から実機化・商品化までのスピードアップを図っている。

過去5年間の鉄鋼研究関連の研究員数の推移をFig.1に示す。研究開発を充実させるため、厳しい経営環境にあっても研究開発のパワーを落とさず研究員数を維持してきた。

その成果が、近年続々と実を結んできている。本稿では、ゼロスラグ製鋼法(ZSP)や厚板加速冷却法(Super-OLAC)、自動車用薄鋼板表面疵オンライン検出法(デルタアイ)など世界で初めて実用化した最新の技術開発成果を例に、当社技術開発陣の足跡を辿り、今後を展望する。

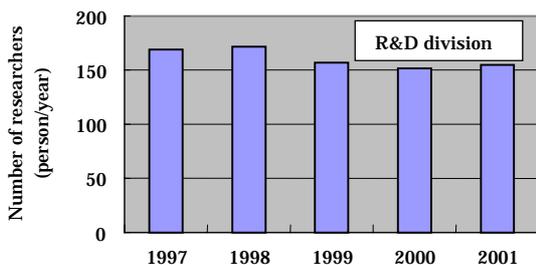


Fig.1 Transition of steel research engineers

### 2. 鉄鋼プロセス技術の進歩

製鋼におけるゼロスラグ吹錬の模式図をFig.2に示す<sup>2)</sup>。従来の精錬では溶銑シリコンを利用して大量のスラグをつくり、溶銑脱リンを行っていたのに対し、ゼロスラグ製鋼法は、溶銑シリコンを極小化し最小限の石灰とリン酸化物を直接結合させて脱リンを短時間で進行させる画期的な新技術である。この結果、転炉での脱リンのためのスラグをゼロとすることが可能となった。このプロセスの完成には、高炉においては出銑された溶銑を運搬用鍋(レードル)内で高効率脱珪処理し、極低シリコン溶銑を短時間で大量に製造する低

シリコン溶銑製造技術、上記の新脱リン技術に加えて新型ランスノズル・オンラインダスト計・マンガンセンサーで達成される高い鉄-マンガン歩留りの脱炭吹錬技術など、各工程での優れた先進技術とそれらを組み合わせる高度な操業技術が求められた。これらの実現により、高純度鋼を高効率で製造する新しい精錬プロセスへの道を切り開いた。

厚板では、1980年に世界で初めて福山製鉄所厚板工場で工業化されたオンライン加速冷却技術(OLAC)をベースとし、新たに収束冷却の概念を取り入れた新水流制御技術によるSuper-OLACを実用化した(Photo 1)。このプロセス技術により、結晶粒を微細化し強度を向上させることができ、適正な制御圧延と微量合金設計との組み合わせにより、強度、靱性、溶接施工性および加工性に優れた鋼板の安定製造が可能となった。また、安定した強度の得られる低炭素成分系の採用など成分設計の自由度が拡大し、高精度冷却停止温度制御により、強度バラツキを大幅に低減することができた。この収束冷却技術は、形鋼といった異形鋼材への適用および熱間圧延の仕上圧延直後の高速移動体への適用へと発展している。

薄板では、自動車用鋼板の高品質化と低コスト化ニーズに応えるためのさまざまな技術開発を進めてきた。たとえば、介在物欠陥を解消するためのモールド内溶鋼流動制御技術、熱延粗バー加熱でのスラブ低温加熱技術、溶融亜鉛めっきラインでのドロス欠陥対策などがある。自動車用鋼板の品質保証として、偏光を利用した独自の表面検査装置(デルタアイ)を開発し、従来識別が困難であった模様状欠陥まで検知可能となった<sup>3)</sup>。この欠陥部を自動マーキングしたコイルの出荷は、需要家との双方にメリットのある新しい製造・販売ビジネスモデルとして定着しつつある。



Photo 1 Super-OLAC (Thick plate)

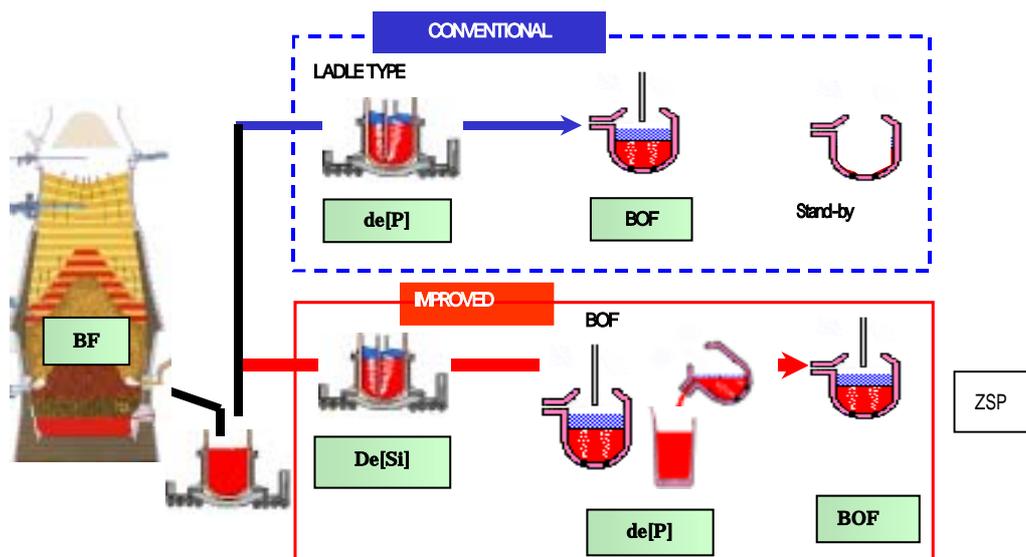


Fig.2 ZSP (Zero Slag Process) at Keihin Works

これらの当社の独創的な技術開発に対して、1990 年以降、工業的な実用化技術開発に授与される大河内賞の受賞実績は 9 件（内 1 件記念賞）にのぼっている。

### 3. 新商品・利用技術開発

自動車へのハイテン適用では、自動車の外板や足廻り部材などの高強度化を目的として、細粒型高加工性ハイテン（SFG ハイテン）やトラックフレーム用高疲労強度型熱延ハイテンを商品化した。最近では、ナノサイズの超微細析出物を適用し、伸び・穴拡げ率を従来材より飛躍的に向上した 780MPa 級熱延ハイテン（ナノハイテン）を需要家に納入した。ナノハイテンの品質特性を Fig.3 に示す。ナノハイテンは、自動車用熱延ハイテンに不可欠な伸びと伸びフランジ性の両立を 780MPa 級で初めて実現したハイテンであり、ハイテン使用時に問題となる強度変動が極めて小さく、品質安定性が大幅に向上した。現在使用されている 590MPa 級ハイテンと比べて、部品で約 10%の軽量化が可能と見込まれる。

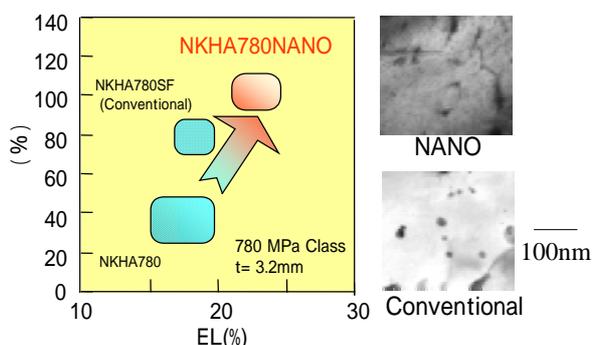


Fig.3 780MPa high-strength steel developed by applying nanometer-size precipitates

自動車では、排ガス・燃費・安全・防錆基準の強化に伴って、軽量化のための高強度化の目的で高機能ハイテンが、防錆強化を目的とし亜鉛めっきの適用拡大および厚めっき化が求められてきた。自動車メーカーと部品メーカーにおける材料・部品形状・加工方法（プレス・溶接）の選定に特長ある新商品を提供している。また、新加工技術の提案、衝突解析や腐食解析などを車体設計へ反映し、材料と加工利用技術を組み合わせた数々の VA/VE 提案に結びつけてきた。

また、家電・容器・土木・建築などの分野で顧客ニーズと技術シーズを結びつけユーザーフレンドリーを目指した新商品開発と利用技術開発が進められている。たとえば、家電用クロメートフリー化成処理鋼板は、家電メーカーの環境負荷物質の使用低減ニーズに応え、アルカリ脱脂後も耐食性が劣化しないものであり<sup>4)</sup>、回転貫入鋼管杭つばさ杭は、顧客の無排土ニーズに、当社独自の先端つばさ設計技術と構造用鋼管杭製造技術で対応したものである<sup>5)</sup>。

### 4. 環境を視点とした鉄鋼技術開発

当社では、他社に先駆けて 1991 年に地球環境委員会を発足させ、それ以降環境問題に果敢に挑戦してきた<sup>6)</sup>。

リサイクルにより資源の有効利用を図った技術開発として、使用済プラスチックの高炉吹き込みがある。使用済プラスチック受け入れ実績の推移を Fig.4 に示す。当社では、1996 年より京浜製鉄所において産業用使用済プラスチックのリサイクル事業を開始し、2000 年から容器包装プラスチックを高炉での還元剤として利用することにより、現在では年間 15 万トンの使用済プラスチックの再資源化を可能としている。鉄は、構造材料としての強さ、価格の安さ、資源の豊富さにより、21 世紀も重要な素材であることは言うまでもなく、鉄鋼業は環境問題と無縁ではありえないのである。

省エネルギー技術では、Fig.5 に示す環境調和型蓄熱バー

ナ式加熱システムを開発し、30%以上の省エネルギーと60%以上のNOx低減を実現した<sup>7)</sup>。この独自の加熱技術は、環境保全と地球温暖化防止に大きく貢献できる。

製鉄副産物のスラグでは、発生量を抑制する技術とスラグを資源化する利材化技術が開発されている。まず、発生量抑制では、低シリコン操業をベースとした独自のゼロスラグ吹錬を開発し、製鋼スラグ発生量を従来の約1/3に削減した。一方、スラグの有効利用として、CO<sub>2</sub>の吸収により藻場や漁礁に適した大型炭酸固化体マリプロックやカリ原料添加による緩効性ケイ酸カリ肥料を商品化し、地球規模で環境に役立つ技術の確立を進めている。

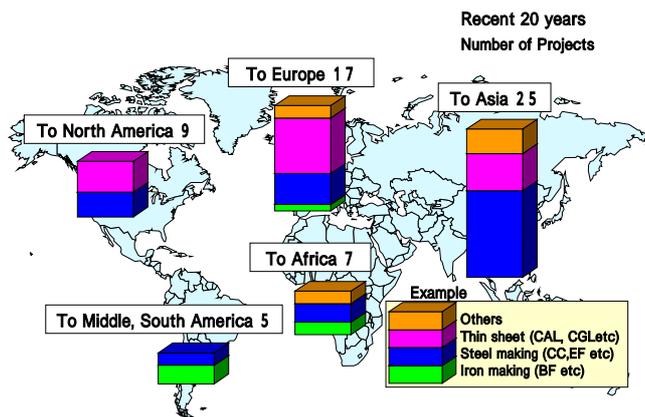


Fig.6 NKK's global technical supports

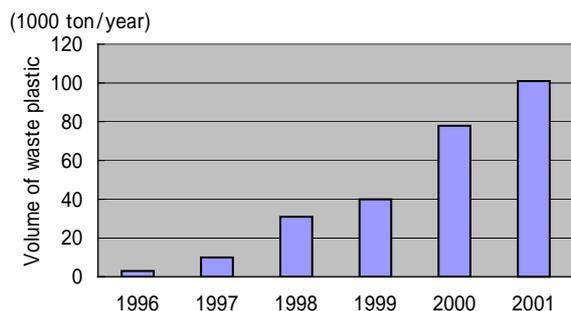


Fig.4 Collection of waste plastics

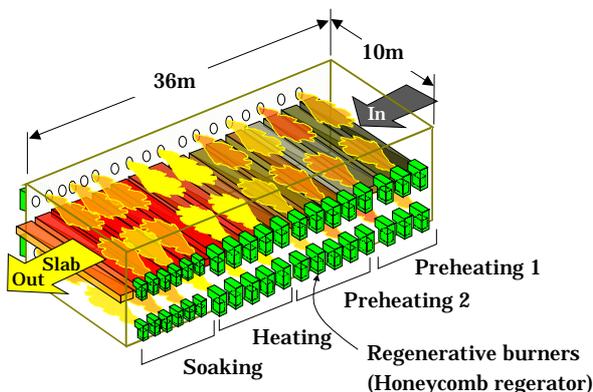


Fig.5 Regenerative burner type reheating furnace

## 5. おわりに

鉄鋼は成熟産業と言われて久しい。しかし、鉄鋼技術の進歩という視点で見ると成熟どころか、ますますその技術革新はめまぐるしく起こっている。国内の鉄鋼メーカーがそれぞれに強力な技術開発陣を保持し、開発競争を繰り広げてきた歴史が、日本の鉄鋼技術を世界トップレベルに導いてきたのである。

当社を例にとれば、鉄鋼技術は今日 Fig.6 に示すとおり海外へも波及しつつある。この傾向は、ユーザーのグローバル展開に呼応して、ますます強まるであろう。そして、日本鉄鋼業は世界の生産基地から、鉄鋼技術の COE (Center of Excellence) へと発展していくであろう。自らの発想で前人未到の領域を切り拓いていく、そういった気概が技術者に求められている。鉄はまだ発展段階にある。

### 参考文献

- 1) 小指軍夫. “今泉嘉一郎”. ふいらむ. Vol.5, pp.578-584(2000).
- 2) 田中秀栄ほか. “ゼロスラグ新製鋼プロセスの確立”. NKK 技報. No.169, pp.6-10(2000).
- 3) 杉浦寛幸ほか. “偏光を用いた薄板模様状欠陥検査装置の開発”. CAMP-ISIJ. Vol.15, pp.251(2002).
- 4) 吉見直人ほか. “クロムフリー化成処理鋼板「ジオフロンティアコート」”. NKK 技報. No.170, pp.29-33(2000).
- 5) 岡本隆ほか. “先端翼付き回転貫入鋼管杭(つばさ杭)”. NKK 技報. No.169, pp.41-46(2000).
- 6) NKK 環境報告書 2001 年度版.
- 7) 黒瀬雅章ほか. “蓄熱式バーナ加熱システム”. NKK 技報. No.161, pp.1-6(1998).