

# 鋼管の技術進歩と今後の展望

## - 適用及び製造技術 -

### Progress in Pipe and Tube Technology and It's Future Prospect -Application and Manufacturing-



赤 崎 宏 雄<sup>\*(1)</sup>  
Hiroo AKASAKI

#### 抄 録

鋼管は産業界での関連分野が多く、用途はますます多様化しており、また、製造側から見ても、そのプロセスは多岐にわたる。マーケットのニーズにより、素材としてだけでなく中間加工製品としての展開が著しい。用途分野、管種別の市場・技術動向に対し、さまざまな商品、技術で応えてきた新日本製鐵の取り組みの紹介と今後の展望を述べた。

#### Abstract

Pipe is applied in various fields of industry and manufactured through processes with wide variation complying with its application expanding. Following market requirement, pipe tends to be supplied as not only a simple material but also a pre-treated product. This paper introduces the activities of Nippon Steel Pipe & Tube Division on various products and technologies satisfying the industry up till now, and clarifies its future prospects.

#### 1. 緒 言

鋼管の対応分野は年々広がっており、中でもエネルギー関連分野が多いため、マーケットの状況変化に伴い、質、量とも変動している。市場ニーズを概観すると、(1)省コスト、(2)環境保全、(3)安全性、(4)景観性、の4つのキーワードとして分類することができる。

一方、これらに対応する技術の機能としては、鋼管商品の高強度、高靱性、高耐食、高機能化が、製造技術としての高能率化、高品質化が、そしてよりユーザー側に踏み込んだソリューション技術が挙げられる。新日本製鐵の鋼管は、これら多様な要求に、素材から製管、加工までの一貫した総合技術力で柔軟に応えている。

#### 2. 用途別展望

##### 2.1 自動車・産業機械用鋼管

自動車分野ではここ数年来、安全と環境問題が大きな課題であり、今後しばらくこの動向は続くものと思われる。これに対応する自動車用鋼管としての技術展開は、衝突安全性、高強度化、中空軽量化、省エネルギー化、長寿命化、騒音対策ととらえることができ、これらニーズに立脚した新商品開発、新技術開発に取り組んできた。他社に先駆けて側面衝突対応ドアインパクトビーム用として、160kgf/mm<sup>2</sup>級の高強度電鍍鋼管(1570N/mm<sup>2</sup>級)を商品化した。駆動系ではプロペラシャフトの高強度化の進展に対応し、80kgf/mm<sup>2</sup>級の寸法精度を有した耐溶接熱影響部軟化鋼管を開発商業化

<sup>\*(1)</sup> 鋼管営業部 部長

東京都千代田区大手町2-6-3 〒100-8071 TEL:(03)3275-5528

した。また、中空化の視点では伸管加工メーカーと連携し、厚肉継目無鋼管による中実代替に加え、さらには新日本製鐵独自の製法であるストレッチレデュサ鋼管の特長を活かした極厚電縫鋼管を各種部品用に商品化するなど、厚肉製造可能範囲拡大ニーズに応えている。

排気系ではエキゾーストマニフォールドからマフラー後のテールパイプまで、耐熱性、耐食性、加工性を考慮した各種ステンレス鋼管の開発を行ってきた。また、鋼管の先端技術として注目されるハイドロフォーム(HF)対応として、良加工性材料の提案、有限要素法による加工解析、ハイドロフォーム試験機による実機試作、部品性能評価にいたるソリューションの提供により、顧客の高い評価を得て、HF用鋼管において圧倒的に高いシェアを確保している。さらに、国内大手自動車会社と共同で、従来に比べて大幅にコンパクトなHF設備<sup>1)</sup>の開発に成功するなど、業界トップランナーの地位を確立した。

今後は、自動車会社からの海外現地調達化への要求が益々高まることや、AIなど非鉄材料の進展、排ガス規制強化、衝突安全性強化など自動車用鋼管を取り巻く市場環境は益々激化するものと考えられる。これらの市場ニーズに対して、材料や製造技術開発に加え、解析技術、利用加工技術開発を含めた総合技術力で対応していくことが必要である。

一方、産業機械用も、軽量化、省コスト化要求に応え、主として高機能鋼管の提供に取り組んできた。シリンダー用、クレーンブーム用等の素管として、厚肉製造可能範囲の拡大をはじめ、高強度化、高寸法精度化などへの対応は代表的なものである。今後とも顧客まで含めたコスト削減ニーズへの対応が必要であり、さらなる厚肉可能範囲の拡大、寸法精度向上などを図っていくことになる。

## 2.2 プラント用鋼管、造船用鋼管

国内プラント業界は近年、国内設備投資の減少により、国内外で外国メーカーも含めた受注競争がますます激化してきており、コスト削減、資材調達のグローバル化が一層進んだ。国内プラントでは、法規改正により、長期間連続運転からくる長寿命材料の要求、溶接検査の施主移行からくる製造者の品質管理体制厳格要求が多くなってきた。また、海外プロジェクト(PJ)の獲得が重点化されたことにより、特に急増している海外液化天然ガス(LNG)関連施設向けでは、極低温靱性かつ耐サワー特性保有など仕様厳格化への対応が余儀なくされている。

長寿命化対策では、各種ニーズにマッチした耐食鋼管を提供している。海水や塩化物腐食が懸念される配管では、従来から二相ステンレス鋼が適用されてきたが、さらに高耐食性に優れかつ施工性のよい、スーパーオーステナイトステンレス鋼YUS 270鋼管<sup>2)</sup>を提供しており、食品プラントや海水淡水化プラント向けに多く採用されている。海外LNG関連施設向けでは、これまで両立が困難であった溶接部低温靱性と耐サワー特性を兼ね備えたプラント廻り配管を提供している。また、2001年に八幡シームレス(SML)工場を休止したことにより中径SML鋼管の供給ができないというハンディを克服すべく、この分野でも電縫管化を積極的に推し進めている。今後は海外PJへの多様な対応の継続、国内高圧ガス導管への適用拡大を中心にSML鋼管の電縫管化を進めていく必要がある。

一方、造船分野においては、中国経済の急進を背景にオイルタンカーやLNGタンカーの需要が急増している。オイルタンカー向け鋼管では、特に原油スラッジによる耐摩耗性と耐海水性を兼ね備えた

荷油管用マリロイ鋼管が好評を得ている。従来の塗装した普通鋼管管では数年毎の補修が必要であるが、マリロイ鋼管では10年間メンテナンスフリーを可能とし、実際に適用したケースでは、より長期継続して使用中である。LNGタンカー向け鋼管では、特にポンプバレル管に適用される高寸法精度の大径溶接ステンレス鋼管も提供しているなど、多様なニーズに対応している。

## 2.3 ボイラ用鋼管

経済性の向上、地球環境対策からわが国の発電設備の容量、蒸気条件を見た場合、最近では効率・経済性を高めるために、大容量化、高温高圧化が一層進み、これに伴い鋼管材料も高強度、高耐食、経済性を有する材料が必要となり、使用部位に合わせた各種の材料を開発してきた。

過熱器管、再熱器管の最高温度部については高強度、高温腐食性、耐水蒸気酸化性が要求され、オーステナイト系ステンレス鋼が適用されるが、特に新日本製鐵が開発した20~25CrのNF709は最高のクリープ強度を有しているが、さらに廉価高強度の18-8系XA704は高粒界腐食性など従来品と同等以上の特性を保持しており、発電用火力技術基準にも登録され、国際規格化への期待が寄せられている<sup>3)</sup>。

発電コスト低減の面からは事業用ボイラへの電気抵抗溶接(ERW)ボイラチューブの採用も近年の動きである。ERWボイラ用鋼管の特徴は、高寸法精度と経済性であるが、一方では溶接部信頼性が最大の課題であった。これに対し、新日本製鐵は、素材不純元素の低減、溶接自動制御の確立、非破壊検査技術の進歩などで課題を克服し、1994年に日本で初めて事業用ボイラに本格採用され、最近ではSTBA 24までの低合金鋼管まで電縫鋼管で対応している。さらに、主流になりつつあるLNGコンバインド発電に組み込まれる廃熱回収ボイラには、15mを超える長尺ボイラチューブのニーズがあり、これらにも対応している。

産業廃棄物やごみ焼却ボイラでは、燃焼物の多様化により、腐食性の高いガスが発生するケースが増えている。これらの伝熱管材料には、耐高温腐食(塩化物、硫酸塩)が要求され、大まかに309系、310系、高Si系、高Ni系などが塩化物、硫酸塩の比率、蒸気温度に応じて選択される。新日本製鐵では幅広くメニューを揃えているが、中でもNF709Rは高Cr-低C型で耐粒界腐食性にも優れており、多くの採用実績がある。一方、排煙処理装置や空気予熱器などの低温域では、酸露点腐食が問題となるが、最近では燃焼物に塩化物が含まれるケースが多く、従来の耐硫酸露点腐食性に加え耐塩酸露点腐食性も要求されている。このような環境では、ステンレス鋼でも腐食することがあるが、新日本製鐵開発の新S-TEN1(低C-Cu-Sb鋼)は両特性を満足した画期的材料であり、国内規格化を終え、着実に受注実績を増やしている<sup>4)</sup>。

## 2.4 構造用鋼管

構造管の使われる土木・建築分野では、防食加工、溶接適応性、コンクリートなどとの複合鋼管としての使用、高強度化、耐震設計対応、景観性要求への適応など、多様な要求に対し、送電鉄塔用鋼管、鉄道架線柱、建築用円形鋼管柱、突起付き鋼管杭、縦縞鋼管など幅広いメニューで対応してきた。しかしながら、国内での大型鉄塔プロジェクトの枯渇、大型建築プロジェクトの一巡から、新たな市場開拓の必要性があり、経済性の追求、安全性重視、環境保護等の市場ニーズへの対応をポイントとして、ユニークさを兼ね備えたヒット商品を提供している。

特に、1998年に販売開始したテーパ鋼管：照明柱用テーパボール・ニッツボール<sup>1)</sup>は、新日本製鐵独自の温間スピニング加工技術によりテーパ曲線形状の自由設計へ対応できること、さらに照明柱基部の耐疲労特性を大幅に向上させた構造（U字リブ構造）を持つ画期的商品である<sup>5)</sup>。従来のテーパ鋼管は台形切断の鋼板を曲げ加工、溶接して製管していたが、本技術は鋼管を加熱、高速回転させながらNC制御ロールで圧下、成形するものでテーパ率を自由に設定できるのが大きな特徴であり、景観性のみでなく共振防止などの機能が活用されている。また、U字リブ構造を持つ新型ボールは、疲労強度の優位性が高く評価され、2001年から首都高速道路の照明柱に採用されたのを初めとして、標識柱、照明柱の高寿命化、安全性に大きく貢献し、2004年度の土木学会技術開発賞を受賞するなど、今後国内外市場への広範適用が期待されている。

その他、新日本製鐵の豊富な素材メニューを応用した各種高耐食鋼管（海浜耐候性鋼、めっきなど）、道路などの基礎の耐震補強における狭隘地、空頭制限のある場所に適した杭工法（STマイクロパイル工法など）用の高強度鋼管や小径回転圧入鋼管杭用の無溶接羽根付き鋼管などユニークな商品メニューを揃えている。当分野では、今後とも、接合などの利用加工技術の組み合わせや、高強度化による建設コストの削減のみではなく、防食、耐疲労など構造物のトータルライフコストの縮減を考慮した素材の選択など総合力が問われ続けられるものと考えられる。

## 2.5 配管・塗覆装鋼管

配管用鋼管、塗覆装鋼管は内部を流れる流体及び敷設される外部環境が多様なため、それらの条件に適した鋼管、防食方法を提供する必要があり、配管用、圧力配管用、水道用めっき・塗装・塩化ビニールライニング鋼管、ポリエチレン被覆鋼管などJIS、日本水道鋼管協会規格のほぼ全ての品種に対応してきた。近年ではこの分野でも環境保護に対する市場ニーズが強い。新日本製鐵は率先して塗覆装品の環境負荷物質の低減、使用禁止の動きに即応し、水道管の脱コールドタール化やアスファルト代替としてのプラスチック被覆化、ガス管の内外面塗装の脱鉛化などを確実に進めている。

一方、過去主要品種であった塩化ビニールライニング鋼管は、運搬性、作業性に優れた樹脂管の台頭や、ダイオキシン問題の影響を受け、全国的に需要は減少傾向にある。その中で、塩化ビニールのリサイクルへの要求への対応、さらには、鋼管と樹脂のハイブリット材料としての特長を生かした多機能被覆鋼管の開発など市場の要求に柔軟に対応をしていく必要がある。他方、被覆鋼管は、従来のケーブル保護管に加え、用途開拓とあいまって、電線共同溝（C・C・BOX）などへの拡がりを見せており、この市場への適時、的確な対応がポイントである。

一方、この分野では鋼管の接続技術への対応が重要であり、C・C・BOX用のMCCPイーゼートリート、MCCPフィックス<sup>1)</sup>は特殊軽量継手により耐震性を付加するとともに、施工性（接続の容易性、長さ、曲りの調整の容易性）、耐久性にも優れ市場の評価が高い。さらに、フレア加工用鋼管など、接続技術に対応した鋼管の開発も進めている。

## 2.6 ラインパイプ

近年、原油、天然ガスなどエネルギー資源の開発域は、北海、シベリア、カナダ、サハリンなどの寒冷地、また、北海、メキシコ湾、黒海、インド洋などの深海へと、その自然環境の苛酷な地域に進展してきた。また、地球環境重視の観点から、天然ガス開発が増

加すると同時にパイプラインシステムの経済性の観点から鋼材重量の低減や操業圧力の増加が求められている。上記の動向は今後しばらく続くものと考えられる。これらの環境条件の変化に対応してラインパイプに要求される特性はますます高度化かつ多様化しており、大きく分けると、(1)厚肉・高強度化、(2)高靱性化、(3)現地溶接（円周方向溶接）性の向上に伴う低炭素当量（Ceq）化、(4)耐食性の厳格化、(5)凍土、地震・断層地帯での高変形性能の要求、である。また、これらの特性は使用環境に従い、複合して要求されるのが普通である。

新日本製鐵は、これらに対応しながら製鋼、圧延、製管の一貫製造技術を確立してきた。主要なものとして、高純度鋼溶製技術、中心偏析軽減技術、制御圧延・加工熱処理（TMCP）技術、低酸素型高靱性用溶接材料、ERW自動入熱制御、ERWオンラインシーム熱処理技術、高度な品質保証体制が挙げられる。一方、冶金的側面では、溶接性を考慮した低C-Nb-他強化元素（B、Moなど）の各種成分系およびそれを利用したプロセスメタラジー（加工熱処理技術）や、微量Tiによる細粒化技術、オキサイドメタラジー（TiO、Mgなど）による溶接熱影響部（HAZ）靱性改善技術、耐サワー材溶接部靱性確保技術、現地円周溶接と製管時縦シーム溶接との交叉部（Tクロス部）の硬度抑制技術などが中核である。

これらを駆使した商品としては、高強度ラインパイプ、高変形能ラインパイプ、耐サワーラインパイプ、厚肉高HAZ靱性ラインパイプ、高耐食ラインパイプ、低降伏比（YR）型ERWラインパイプなど多岐にわたる。その中でもとりわけ高強度ラインパイプは、新日本製鐵が世界的にリードしている新商品である。X100級は既に製造可能であり、高HAZ靱性型、高延性型と使用環境に合わせてメニューを揃えている。さらには、ExxonMobil社と共同開発したX120ラインパイプ<sup>6)</sup>は、成分設計、化学成分コントロール、TMCP条件コントロール、形状制御、最適成形、溶接性、高靱性、新溶接材料など革新的技術の粋を結集した画期的商品であり、経済合理性に基づいた長距離パイプラインの実現に大きく貢献できるものである。商業生産として、具体的な実プロジェクトへの適用が世界的に期待されている。

また、厚肉・高靱性・高延性ラインパイプ（商標Tough-Ace）も時流のニーズに対応した深海、寒冷地など多仕様に対応できるユニークな商品である<sup>7)</sup>。これは、これまで高評価を得てきたTiO鋼に、さらにMgを利用してHAZ靱性を改良すると同時に、新TMCP条件により高延性（一樣伸びの大きい）も兼ね備えたものである。また、ERWラインパイプに於いては、後述する新成形法（Flexible Forming eXcellent 略FFX）<sup>8)</sup>の採用により従来よりも低YRの特性を得ることができるように、今後の市場浸透への期待が大きい。

今後の技術開発のポイントとしては、上記、要求の多様化、高度化、複合化などの市場動向が続くと予測される中で、鋼管単体にとどまることなく、使用性能、パイプラインシステムの安全性、供給側の標準化、汎用化など総合的な活動に、これまで以上に注力していく必要がある。

## 2.7 油井用鋼管

エネルギー開発資源の遠隔地化、過酷化は油井開発コストの削減ニーズを高揚させ、油井管の高強度、高耐食性、継ぎ手を含めた高い安全性の要求へとつながってきた。新日本製鐵は、シームレス油井管の分野において高強度耐サワー油井管、13%Cr鋼油井管、独自開発の高トルク・高気密継ぎ手、環境に配慮した無潤滑継ぎ手、さ

らには腐食環境下の材料選択や最適ケーシングデザインなどのソフトウェア技術開発で市場ニーズに対応する一方で、前述のTMPC技術、自動入熱制御、オンラインシーム熱処理技術等を駆使した高品質の電縫油井管を製造し、継目無製法で製造できない大径のコンダクターケーシングは勿論、中間および生産ケーシングの領域でも調達コスト削減に寄与してきた。

2001年の八幡製鐵所シームレス鋼管工場休止後も電縫油井管の特徴を活かした活動に特化し、継続して市場に貢献している。特に米国石油協会 (API) 規格品に比べて高圧潰、高靱性の電縫油井管 (通称 TUF パイプ) はその優れた性能から軽量化が可能であり、今後さらなる油井開発コスト削減に寄与できるものと期待されている。今後は既存の電縫油井管をさらに高強度化する他、近年注目されている新たな油井掘削工法に使用される高延性の特殊ケーシングや省プロセスで低残留応力型の特殊ケーシングの開発などが必要となろう。

### 3. 鋼管プロセス別展望

#### 3.1 UO鋼管

ここ数年は、労働生産性向上や品質保証機器の増強を中心とした改良であったが、前述の通り、天然ガスなどエネルギー資源の開発遠隔地化、深海化と、パイプラインシステムの経済性の観点から鋼材重量の低減や高圧操業化から、UO鋼管はますます高強度化、極厚肉化の動向は続くものと考えられる。特に超高強度ラインパイプは近い将来のUO鋼管マーケットの主流になるものであり、それに伴い、成形能力の見極め、成形精度向上対策、それに関連した健全な溶接品質の確立、その検査・評価方法など高度かつ複合したプロセス上の課題を解決していく必要がある。さらには、製鋼工程での超高強度成分系の安定溶製、中心偏析の改善、厚板工程でのTMCP強化、形状確保対策など、上工程から一貫した対応も不可欠である。新日本製鐵は、X120ラインパイプの開発を契機にこれら課題を他社に先駆けて取り組んでいる。

一方ではラインパイプ需要は歴史的に常に跋高してきたことから、低迷期においても、繁忙期においても、ミルの生産性向上が引き続き大きな課題である。特に国内市場の配管、建築用、構造用等の小ロット物件の円滑な製造による時間の捻出がポイントとなる。そのために、物件仕様ごとの、個別工程の能力アンバランス解消や、組替・調整時間の削減など地道な対策を続けている。

さらには、高品質化、安全性重視から品質保証の要求厳格化は依然続くものと思われ、非破壊検査設備のリフレッシュのみならず、製造データ提供など顧客サービス向上も含めた対応も継続していく。同時に厚肉材、超高強度材のHAZ靱性確保は難度の高い課題であるが、これまでオキサドメタラジを駆使した素材側からの対応をしてきたが、今後は溶接技術、プロセス側からのアプローチも必要となろう。

#### 3.2 スパイラル (SP) 鋼管

スパイラル鋼管は、鋼管杭、鋼管矢板が主な用途であり、従来、土杭主体であったが、近年、官需が漸減の中で建築基礎杭への参入、対応が必要であることから、高付加価値商品の開発とコスト競争力が優先的な課題といつてよい。これまで労働生産性向上対策として、新溶接プロセスERW+潜弧溶接 (SAW) による造管速度の向上、矢板溶接自動化など主要工程を中心に、工程機械化、省力化などを進めてきた。また、造管工程に比べ複雑な二次加工工程についても、物流に目を向け、ハンドリング方法改善・増強や生産管理シ

ステム導入により、工期短縮やハンドリング費用削減など成果を上げた。高付加価値品としては、耐震性に優れたリブ付鋼管杭や廃土、騒音等施工性に優れた回転圧入杭を開発、商品化した。

コスト競争力は今後とも継続して問われていくが、多種・多様化、小ロット化への対応や短納期対応の重要性が今まで以上に高まり、これまで未だ手のついていない組替時間短縮や、二次加工作業のオンライン取り込みなど、さらなる生産性の向上が必要であり、よりいっそうの鉄適用化、民需に対応するため高付加価値品の能力向上や厚肉化対応等の基盤強化も課題である。

#### 3.3 中径電縫鋼管

中径電縫鋼管の主な用途はラインパイプ、油井管、および構造管である。ラインパイプ市場に於ける課題は、シームレス鋼管、UO鋼管に対抗できる溶接部品質の信頼性確保であるが、新日本製鐵の特徴である溶接自動入熱制御、シーム熱処理技術、充実した非破壊検査を基盤に、これまでの実績が評価され、近年海底用にも適用され始めている。また、油井管分野でも、690MPa級以上の高強度電縫鋼管について、TMCP技術と成形技術の組み合わせにより、非熱処理型の高圧潰特性を有した高強度油井管の実用化に成功した。

さらに、多様化、高度化する要求仕様への対応を図るべく、2003年に新成形法<sup>9)</sup>を導入し、改革の大きな一歩を踏み出した。本成形法は、これまで外径16インチが世界最大であったものを、より大径側の24インチミルへ拡張導入し得た画期的な技術である。これにより、低YR化、低歪化などの基本品質を改善することとなる。低YR化は最近のラインパイプの要求にも合致したものであり、今後の市場への浸透が期待されている。

一方、構造用鋼管の製造に於いては、小ロット生産下における生産性向上が課題であったが、本成形法は組替時間の短縮に繋がるサイズフリー技術としても有効であり、大きな役割を担うこととなる。

今後は、より一層多様化、厳格化する仕様への対応と、新たな市場への参入が中径電縫鋼管に与えられた課題であり、さらなる電縫溶接部の信頼性向上が最大のポイントである。そのためには、より精度が高く定量化された溶接入熱制御、モニター技術、雰囲気制御技術の確立と、非破壊検査プロセスの増強による品質保証強化を図ると共に、新たな市場への対応として低合金・高合金製造技術の確立が不可欠となるであろう。

#### 3.4 小径電縫鋼管

新日本製鐵グループとしては君津製鐵所と名古屋製鐵所 (日鉄鋼管 (株) OEM) に小径電縫ミルを有し、各々特徴を活かした製品分野を担当している。君津製鐵所4インチミルは極厚肉、低合金、高炭素鋼の製造を特徴とし、冷間成形の特長を活かしたボイラチューブ、高強度自動車管、低合金鋼鋼管など高級管分野を担っている。一方、日鉄鋼管OEMは、自動車鋼管、材料鋼管を担当しており、高強度プロペラシャフト、ドアインパクトビームなど特徴ある製品を製造している。

小径電縫ミルでは、多種多様 (サイズ、強度等) な製品を製造するため比較的の小ロットのケースが多く、それ故に、造管ラインではサイズ変更によるロール交換、調整時間が、精整ラインでは客先ニーズに合わせた造り込みが必要となる事から、組替・段取り時間の軽減や一貫での品質直行率向上などの生産性向上が大きな課題として挙げられる。これまで、君津製鐵所での高精度造管技術の導入や、日鉄鋼管でのFlexible Forming Millの採用などを中心とした対応を

行ってきた。今後は、中径電縫管と共通である高精度溶接熱制御、雰囲気制御技術の確立を中核とした品質向上、整流化による生産性向上を推し進める必要がある。

一方、市場開拓、商品対応の観点では、高強度薄肉鋼管の安定製造や、棒鋼品の電縫管化につながる高強度厚肉サイズの製造対策、ユーザーでの加工省略(引き抜き回数削減、熱処理省略等)ニーズに対応するためのVA提案等に取り組んでいく必要がある。

### 3.5 SR-PIC鋼管

SR-PICは1種類の外径サイズを電縫溶接法で造管し、熱間ストレッチレデュース(SR)プロセスで多くの外径サイズに造り込む、ERW+SRプロセスに線材分野のガレトリール巻き取り方式を組み合わせた製品長さ1000mにも達する新日本製鐵固有の商品である。これまで本プロセスにおいては、溶接部信頼性向上のための温度一定制御技術、及び極薄肉から厚肉に至る広い範囲で効率よくかつ高品位に製造するエッジ曲げ曲率最適化技術、SRリダクション最適化技術を確立してきた。また、巻き取りにおいても真円度を確保するための予変形技術を実用化し、高品位かつ広サイズ範囲のSR-PICを開発し、自動車管、道路融雪管などに広く使用されてきた。

今後は、中小径電縫鋼管と共通である高精度溶接熱制御、雰囲気制御技術の確立によるさらなる溶接品質の向上、このユニークなプロセスの優位性を生かした厚肉製造範囲の拡大、厚肉管寸法精度の向上対策、極薄肉対策、一層の品質保証体制の充実などにより、高付加価値PICの商品拡大を図っていく必要がある。

### 3.6 鍛接(CW)鋼管

鍛接鋼管ミルは高生産性、低コストを特徴とした小径配管主体の大量生産を基本としたミルであるが、前述の通り配管分野での環境変化から生産量の減少傾向が続いており、コスト競争力のさらなる強化、新規市場開拓に資する品質競争力の強化、さらには環境対応ニーズ等を踏まえた多機能被覆鋼管の開発が課題である。これまで低温鍛接技術の導入、機械化及び要員の総機動化体制による要員効率の大幅な改善、造管での造り込み技術の向上及び操業・設備トラブル削減に伴う直行率改善を核とした生産性・品質向上対策を中心に推進してきた。今後は、コスト面ではさらなる直行率改善を推進していくと共に、品質面では鍛接衝合部品質の向上対策や二次加工である鍍金品質の向上、さらには多機能被覆鋼管の安定製造対策を推進していく必要がある。

### 3.7 熱間押出鋼管

熱間押出法はダイスの穴形設定により様々な形状の形鋼(中実、中空)や鋼管が多種材質について製造可能である。また、圧延ロールに比べ押出ダイスのコストがはるかに安価であるため小ロット生産に適している。現在、形鋼は月間500種類の形状を生産してお

り、ダイス穴形設計技術の向上等により複雑形状材の製造メニュー拡大を進めた結果、累計形状数は5000を越えている。より多彩な用途に対応するには、大断面化、薄肉化、および寸法精度の向上が課題である。今後、押出ダイスの形状、材質、および潤滑の開発によりさらなる製造可能形状サイズの拡大を進めていく。

鋼管はステンレス鋼が主体であり、ダイス・マンドレルの改良や押出素材に適した潤滑材の開発により多様な鋼種、サイズの製造を可能にしてきた。この分野では大河内記念生産賞を受賞している。また、最大減面率をSUS 304で99%まで可能とし、小径や薄肉の製造可能範囲を拡大してきている。今後は寸法精度や表面品質の向上によるさらなる熱間仕上げ化(冷間加工省略)の拡大が課題である。

### 3.8 シームレス鋼管(小径プラグミル)

東京製造所は国内小径SMLミルでは唯一のプラグ圧延形式であり、かつ、穿孔、圧延から検査、結束まで直行直結のレイアウトを持ち、小ロット・短工期対応力に優れたミルである。また、伸管工程を併設し品質保証非破壊検査機器を装備した冷間工程を持つなど、小回りの効く生産に対応できる特長を有している。これまでに国内向けを中心に小径極厚肉鋼管や異形鋼管など多様なユーザーニーズに対応したユニークな商品を提供してきた。今後ともプラグ圧延形式で不利と言われる表面品位及び寸法精度を改善克服し、特徴である小ロット・短工期対応力を強化していくことが課題であることは変わらない。また、冷間工程に存在するボトルネックを解消し整流化を図り生産性を向上させることも課題であろう。

## 4. 結 言

鋼管は産業界での関連分野が多く、用途はますます多様化しており、また、製造側から見ても、そのプロセスは多岐にわたり、市場の動き、環境変化に対し、多少にかかわらず必ず需要が左右される。概して仕様の厳格化、高機能化、ユーザーサイドまで立ち立ったソリューション要求への対応、製造技術としての高能率化、高品質化が、今後ますます必要とされるが、新日本製鐵の鋼管部門としてこれまで以上の総合力で柔軟に応えていく。

### 参考文献

- 1) 水村 本多ほか:新日鉄技報 (380) ,101(2004)
- 2) 三村ほか:新日鉄技報 (380) ,82(2004)
- 3) 石塚 三村ほか:新日鉄技報 (380) ,91(2004)
- 4) 岡本 宇佐美ほか:新日鉄技報 (380) ,86(2004)
- 5) 近藤 杉本:新日鉄技報 (380) ,95(2004)
- 6) 朝日ほか:新日鉄技報 (380) ,70(2004)
- 7) 寺田ほか:新日鉄技報 (380) ,76(2004)
- 8) 万ヶ谷ほか:新日鉄技報 (380) ,106(2004)