

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 — Applications and Manufacturing —

曾 根 正 輔^{*)}
Shosuke SONE

抄 録

鋼管は産業界の全分野で使用され、かつその製造プロセスも多岐にわたる。同時に単なる素材にとどまらない商品の性格から、供給者も顧客での技術問題に深くかかわり合う場合が多い。本稿では鋼管の用途別、製造プロセス別に技術の動向、現状を紹介し新日本製鐵鋼管部門の産業界へのこれまでの貢献を紹介するとともに今後の技術に関する展望、事業への取り組みを明らかにした。

Abstract

Pipe is applied in all fields of industry and manufactured through processes with a wide variation. Further, not like a simple material, pipes provide many functions, and therefore the supplier is often required to be involved in engineering problems at customers. Through a review of technical issues on the pipe application in several fields and the technical progress of its manufacturing processes, this paper introduces the contribution of Nippon Steel Pipe Division to the industry up till now, and clarifies its future prospects of both the technology on pipe and tube and the strategy of enterprise.

1. 緒 言

鋼管部門は産業界のほぼ全分野に対し商品を提供する立場にあり、自動車、機械、プラント、建設、土木等、広く一般工業は当然として電子産業にもかかわるとともに、埋蔵資源の現実から日本には実質的に存在しないエネルギー産業に直接関係を持つ数少ない品種部門であり必然的に関連する技術分野は極めて多岐にわたる。

同時に鋼管は単なる素材にとどまらない機能を売り物にする商品であり、圧力保持機能の特徴とする配管・ボイラー用鋼管、構造用半製品としての大径鋼管、あるいは最終製品としてユーザーに出荷される油井用鋼管・ラインパイプ等、その販売に際しては素材供給の場合に比べ顧客でのエンジニアリングに対する、より深い技術的参画が必要となる。

新日本製鐵は技術的最高水準の鋼管を開発・供給することによりこれらの各工業分野の進歩を支えてきたが、ここに各々の用途分野での進歩及び製管技術を振り返るとともに今後の展望を示す。

製造技術の面では製管技術の各分野での進歩もさることながら高純度精錬、圧延冶金、溶接制御等の鋼材生産に関する基礎技術の向上による面も大きい。

同時に計算機の近年の飛躍的な進歩に対応、FEA(Finite Element Analysis)利用技術を実験と組み合わせ向上させ、体系的に開発を進

めているのも新日本製鐵鋼管部門の技術開発の特徴である。

事業としての鋼管製造は労働集約的性格が強くその収益は省力化技術に左右されるところが大きい。また景気変動に加え世界のエネルギー情勢に生産量が大きく左右されるため、生産ライン操業形態の柔軟な最適化が重要であり各ミルで工夫がこらされている。

2. 用途別展望

2.1 自動車用鋼管

現在、自動車は、安全と環境問題が大きな課題である。日本でも衝突安全性向上から車体重量の増加を余儀なくされている。また、エネルギー問題から燃費の向上が求められ、軽量化が大きな流れになりつつある。

その中で新日本製鐵は、安全対策上高吸収エネルギー特性が必要な側面衝突対応ドアビームについて高周波焼入により1470~1570N/mm²級の超高強度鋼管を開発、軽量化と低コスト化を実現、トラックにおいても正面衝突対策として採用が始まっている。プロペラシャフトでは軽量化要求から従来鋼管の440~540N/mm²級に加え、690~780N/mm²級の溶接熱影響部(HAZ)の軟化を軽減し溶接部疲労特性を向上させた耐HAZ軟化ハイテン材を開発し、真円度を向上させる4ロールサイザー技術と合わせ、薄肉化に寄与している²⁾。このようなプロペラを中心とした重要保安部品では、自動車メーカーか

*) 鋼管営業部 室長

ら高い評価をいただき、シェアも過半を越えている。また、軽量化では、サスペンションメンバーのパイプ化で15%もの重量軽減が図られた例がある。

一方、排気管用鋼管についても環境問題や耐久性向上のために、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、耐熱性や耐食性、加工性、コスト等を考慮し使用部位に適した各種ステンレス鋼管の開発を行ってきた。また排気管では、排ガス清浄化から低熱容量化が求められ、また透過音対策の二重管化から薄肉化が進むと考えられるが、新日本製鐵では、低歪造管技術で対応が可能である。

2.2 プラント鋼管

国内プラント業界は近年、円高の影響及び国内設備投資の減少等により、内外案件で外国メーカーも含めた激しい受注競争により厳しい条件での受注が相次ぎ、収益の悪化を招いている。この対応策としてプラント建設コストの削減、建設工期の短縮化を狙い海外からの資材調達、設計部門の海外移転、新工法及び新材料の採用等を積極的に実施しつつあり今後もこの傾向は続くものと考えられる。

一方、国内石油プラントは、関連保安規則の改正により、プラントの2年以上の連続運転が可能となり、長期間連続運転を志向する事業所が増えつつあり、安定した連続運転確保の観点から長寿命材料の要求が出ている。

プラント用配管に関する具体的な例として、溶接部分の大幅削減による品質確保と施工工期の短縮化が可能なコイル状長尺管(PIC)の採用、高周波曲げ工法の適用拡大、LNG配管ステンレス鋼管の外径、真円度、厚さ、開先寸法等の狭レンジ管理により現地中継自動溶接の拡大、石油プラントの熱交換器の長寿命対策として高純度フェライト系ステンレス鋼管の採用、炭素鋼配管部分での耐HIC(水素誘起割れ)鋼・鋼管の適用拡大等がある。

新日本製鐵では各々のニーズにマッチした新商品を提供しており、今後、プラント建設費及び運転コスト低減化のため新工法、新材料の採用は更に進展するものと考えられる。

2.3 ボイラ用鋼管

火力発電ボイラ分野では近年、経済性の向上並びに地球環境に影響を与えるCO₂排出量抑制を目的として、蒸気条件の高温・高圧化による発電効率向上が志向され、蒸気温度600℃/610℃、蒸気圧力25MPaの超々臨界圧ボイラの建設も計画されている。また、一方で、事業用電力コスト低減の要求からより経済的な材料が求められている。

高効率発電ボイラを実現するためには、管寄せや主蒸気管に高クリープ強度フェライト系耐熱鋼管が必要となるが、その開発は近年めざましく、米国で開発されたMod.9Cr-1Mo鋼(ASME P91)に続き、我が国でも高クリープ強度のW含有Cr鋼(9Cr-1.8W鋼、NF616等)が開発されている³⁾。これら高クリープ強度の材料は、鋼管肉厚の薄肉化すなわち重量低減を可能にし、全材料費を低減できるとともに輸送費、施工費等が削減できるメリットが大きいため、上記ニーズに適している。例えば、新日本製鐵開発のNF616は、P91よりも約30%以上高い許容応力を有しており、約20%もの材料費低減が可能となっている。既にASME規格化されるとともに、我が国でも規格化が予定され、実機採用の段階を迎えている。また、将来の火力発電プラントの高温高圧化のために、更なる高クリープ強度化を目指した高W鋼の開発も進んでいる。

発電コスト低減の面からは事業用ボイラへのERW(電気抵抗溶接)

ボイラチューブの採用が相次いでいる。国内においては、1960年代の海外製ERWボイラチューブの事故の経験から、事業用ボイラには採用されていなかったがその信頼性向上並びに上記の経済性のニーズから、最近、多くの電力会社で事業用にも採用され始めた⁴⁾。採用部位も、火炉壁管、再熱器管から過熱器管まで、鋼種も炭素鋼鋼管から低合金鋼鋼管(STBA22)まで広がっている。

オーステナイト系ボイラ鋼管に関しては20~25%Crでは、Nb、Tiの炭窒化物の析出強化を利用した高クリープ強度鋼が開発されている。中でも、新日本製鐵開発のNF709(20Cr-25Ni-1.5Mo-NbTiN)はこのクラスでは最高のクリープ強度を有している。

ごみ焼却ボイラ分野での蒸気条件は、従来、300℃-30kg/cm²程度で、発電効率も約10~15%と低かったが最近では買電価格が上げられたこともあり、発電効率向上のため蒸気条件の高温高圧化が図られ、400℃-40 kg/cm²級で、効率20%超のプラントの運転が始まっている。ストーカ炉などの現在主流の炉では、300℃以上の高温になると激しい腐食が生じるようになり、20~25Crのオーステナイト系ステンレス鋼(前出のNF709)あるいはNi基合金などの高耐食鋼管の使用が必要となっている。また、経済性向上のため中間的な鋼種も開発されているが腐食環境がごみ質により異なり、一様でないことから材料選定の指針も統一しにくいのが現状である。その一方、ガス化溶融炉などの次世代炉では、材料への負荷は軽減され蒸気温度500℃でも炭素鋼で問題ないとする試験結果報告もあり燃焼灰腐蝕機構の解明等の基礎研究の充実と共に新しい合金材料の開発が続くと予想される。

2.4 構造用鋼管

構造管及び土木・建築分野では、亜鉛やアルミめっきによる防食処理、施工時の溶接性の適応性、複合鋼管のコンクリートとの密着性、高強度鋼管による部材重量及び体積の低減、耐震設計基準に適合する鋼管、景観を考慮した鋼管等々多様化する鋼管性能への要求に対し、送電鉄塔用鋼管、鉄道架線柱、建築用円形鋼管柱、内面又は外面突起付き鋼管杭、コンクリート充填鋼管杭、縦縞鋼管柱等の各分野で新たな商品及び技術を提供してきている。今後の展望として、施工コスト削減要求に呼応するため、素材のみでなく現地施工・加工を含めた総合的な技術開発が一段と重要になる。具体的には、新しい鋼管接合技術との組み合わせによる施工時間の短縮や鋼管自体の剛性を利用した鋼構造の提案等、利用加工技術との組み合わせや、完成後のメンテナンス費用を考慮した素材の選択等、利用加工技術と素材技術の総合力が必要であり、このためにユーザーとの技術的連携が重要になると考えられる。

2.5 配管・塗覆装鋼管

配管用鋼管は内部を流れる流体(ガス・石油・水・その他)及び敷設される外部環境(屋内・屋外海岸・熱帯・寒帯等)が多様なため、その条件に適した鋼管を供給する必要がある。新日本製鐵は他社に先駆けた技術開発の成果として表1に示す多種の配管を開発し市場のニーズに答えている。

表1でも明らかなように市場ニーズに合わせ鋼管の内外面に種々の塗覆装を施しており、その結果塗覆装前の原管規格が3種類であるのに対し塗覆装鋼管の規格は9種類と多く、典型的な多品種少量生産となっている。しかし市場ニーズは今後も、より厳しい使用環境に動くことが予想され(高精度、高温、高信頼性は)この高度なニーズに答える技術開発と同時に多品種を効率よく製造する製造技術を開発する必要がある。なお上記鋼管は主に常温用であること

表1 新日本製鐵が製造している配管用鋼管

用途品名	規格・名称	製造可能範囲	用途品名	規格・名称	製造可能範囲
配管用炭素鋼管	JIS G3452・SGP	15A～500A	ポリエチレン被覆鋼管	JIS G3469・HI-PL	15A～1600A
圧力配管用炭素鋼管	JIS 3454・STPG	15A～600A	水道用ポリエチレン粉体ライニング鋼管	JWWA K132・FLP	15A～100A
配管用アーク溶接炭素鋼管	JIS G3457・STPY	400A～2000A	水道用硬質塩ビライニング鋼管	JWWA K116・VLP	15A～150A
水道用亜鉛めっき鋼管	JIS G3442・SGPW	15A～300A	タールエキボキシ内面塗装鋼管	WSP 032・ELP	32A～350A
水道用塗覆装鋼管	JIS G3443・STW	80A～3000A	モルタルライニング鋼管	WSP 001	200A～2000A
配管用PIC	例 SGP-P	6A～32A	アルマー鋼管	ALM	15A～900A
ケーブル保護用鋼管	APS, ASC, AS	25A～150A	耐溝食電線鋼管	SUPER SEAM	15A～600A SGPI25A up

から、高温用塗覆装の技術開発が必要と考えられる⁵⁾。一方、国内小径鋼管は軽く、コイル状のため持ち運びが容易な樹脂管にその市場を浸食されており、今後樹脂管に対抗できる新たな鋼管の品種開発が必要である⁶⁾。

2.6 ラインパイプ

過去25年の間に、パイプラインは天然ガス・原油の長距離輸送手段として大きな発展を遂げた。1960年代後半、アラスカのTAPS向けにAPI規格X65の大径鋼管を大量に製造したが、これが本格的な長距離パイプライン時代の幕開けであった。その後、エネルギー資源開発地域がより過酷な極北域やオフショアに進むにつれ、ラインパイプに対する要求は多様化・高度化し、その製造技術は飛躍的に進歩した。

この間ラインパイプ(特に大径管)分野で確立された技術には強度・靱性の面ではLow C-Nb-Mo、Nb-B等の成分系、微量Ti添加による細粒化技術、低温加熱・制御圧延による高強度・高靱性化技術、加速冷却による溶接性の優れた高強度・高靱性化技術がある⁷⁾。

UO鋼管のシーム溶接部の低温靱性改善にはTi-B系及び低酸素化による高靱性化、微量Ti添加によるHAZ靱性改善、オキサイドメタラジー(TiO)によるHAZ靱性改善があり、電縫プロセスによる場合は溶接条件のDynamic Controlによる溶接安定化、オンライン熱処理追加での高靱化がある。耐サワー性の面では、溶銑予備処理、二次精錬等の鋼の高純度化、CC(連続鑄造)軽圧下、制御圧延後加速冷却等の中心偏析改善、現地溶接T-クロス部硬さ低減がある。また耐食高合金ラインパイプの分野では0.5%Crラインパイプ、高Crステンレス鋼(9～13%Cr)ラインパイプ⁸⁾、クラッド鋼管製造技術に進歩が見られる。

エネルギー源としての天然ガスは今後もヨーロッパ・アジアを中心として供給が飛躍的に延びることは間違いなく大規模なパイプラインの計画がある。但し、輸送が長距離となること、他のエネルギー源との競争から生産・輸送コストの徹底削減が志向されよう。このために高強度ラインパイプ：X80～X100(あるいはそれ以上)の適用が具体化されると考えられる。同様に生産輸送コスト削減のための耐食鋼管の需要が増大する。これはFPSO(Floating Production Storage Off-loading)に代表される新生産システムの拡大が考えられる。この場合船の制約から脱硫設備対応が取れず未処理ガスを輸送するがジャケットが設置できない深海域・流水域でも同様である。このため、13%Crラインパイプの適用拡大・サイズ拡大が予想される。更に、陸上ラインパイプで問題になっている外面SCC(応力腐食割れ)特性に優れた鋼管も適用拡大が見込まれる。

今後の技術開発のポイントとしては高強度化の面では破壊靱性値管理の適正化、現地溶接材料の開発、デザイン規格の確立、Fitting

製造体制の整備が必要である。高耐食性化では、継目無管のCC化、ERW管適用等のコストダウン、UO適用によるサイズアップ、Reel化(Coiled Line Pipe)に対応した材質開発が必要である。耐外面SCCでは低・高pH両タイプの発生機構解明、耐外面SCCに優れたラインパイプの開発が必要となろう。

2.7 油井用鋼管

天然ガス、原油の需要は代替エネルギー開発の行き詰まりから増加傾向は変わらず、その開発対象も高深度、深海、極地、高腐食環境と厳しいものになってきた。このため油井管に高強度、耐腐食特性が要求されるとともに、より安全性の高い高機能継手が使用されている。低合金鋼油井管分野では高強度耐サワー油井管C90、T95がAPIに規格化され、C110グレードでの製品も実用化されている。また高いシール性能、引張・圧縮・曲げ特性、及び耐トルク性能が得られるプレミアムジョイントの適用が増えている。これに対し新日本製鐵は高強度・耐サワー油井管を他社に先駆け開発するとともに、新日本製鐵独自開発ネジであるNS-CCとの組み合わせで要求に対応してきた。

一方油井開発コストは開発環境の過酷化に伴い増加傾向にあり、各種の開発費用削減のための技術開発が行われている。その一つは水平又は高傾斜掘削法である。この工法により一井戸当たりの生産性を拡大できるとともに、海洋掘削でのプラットフォームの削減が実現されている。この場合ケーシングパイプが各種の厳しい応力を受けるため、使用条件と鋼管(継手を含む)の特性を関連させつつ、ケーシングの設計を進めることが不可欠である。新日本製鐵はこれまでの研究成果を生かし、各種の条件下でのケーシングデザインを高速で最適設計を行うソフトウェアを石油公団殿よりの委託を受け完成させた⁹⁾。

また、近年13%Cr鋼油井管の使用が飛躍的に増加しているが、これは従来の炭素鋼+インヒビターでの操業に対し13%Crの適用が総合コスト的に有利であることが認められたものであり、この結果炭酸ガスを含む環境での開発が更に進むと考えられる。またAPI規格13%Cr鋼の耐食性、耐サワー性をはるかにしのぐ高機能13%Cr鋼も実用化が進み新日本製鐵はこれまで二相鋼等の高合金が使用されていた環境で使用可能な耐サワー性を持つ高耐食13%Crを開発、実用に供している¹⁰⁾。

今後も使用環境の過酷化、品質要求の高度化は続くと考えられ、更なる高機能鋼管、継手の開発とともに材料選択のための環境、応力評価技術の確立等を進めて行く。更に近年、環境・安全への関心の高まりから付属品のリサイクル、施工性、コンパウンドグリスの無害化が要求されており、新日本製鐵としてはドープレス継手の開発・実用化等の技術で対応していく。

3. 製管プロセス別展望

3.1 UO鋼管

造管設備はこれまで厚肉化対応、労働生産性向上のための改良を繰り返してきたが、近年、UO鋼管の主要用途であるラインパイプでは、高圧操業による輸送効率向上や深海敷設時の強度問題から更に高強度化・極厚肉化の傾向が見られる。この場合、プレスやエキスパンダーの成形能力不足・高強度材のプレス後スプリングバック・突き合わせ角精度の低下、真円度の悪化などがUO鋼管製造上問題となりこれらの解決が将来、ラインパイプ市場でシェアを確保していく上で重要となる。

一方ラインパイプでは需要の変化が激しいことからその低迷期での収益確保のため、建築用鋼管・掘削推進管等の国内新規用途への拡販を国内各ミルは志向している。但しこれらのマーケットの特徴として非常に小ロットであり、いかにプレスやエキスパンダーの型替えを短時間に終わらせ、トータルの生産性を上げるかが生産能力及びコスト競争力上重要なポイントとなる。

3.2 スパイラル鋼管

スパイラル鋼管の用途の大半を占める土木用鋼管杭・鋼管矢板の市場での最大の課題はコンクリート杭との競争激化及び輸入鋼材の侵攻であり、いずれも品質競争力よりコスト競争力がキーとなる。コスト競争力を高めるためには、労働生産性の向上が不可欠であるが、現在まで新日本製鐵は素管の造管溶接の高速化を図り、国内最高速の5m/minを実現している。しかしながら、上記競合者に対抗するためには更なる高速化が不可欠となるであろう。その手段としてレーザーとの複合溶接等、新溶接技術の開発が重要となる。

また造管工程に比べ、二次加工では補強バンド、矢板、吊り金具、重防食塗装等の多様な加工があるがゆえに、各ミルとも機械化が遅れており、これをいかに省力化するかが今後のコスト競争力確保につながる。具体策としては既にロボットによる自動高速矢板溶接や塗装設備を実機化している。

3.3 中径電縫ミル

中径電縫鋼管の主な用途はシームレス/UOと同様に、ラインパイプ、油井管及び構造用鋼管である。ラインパイプ、油井管市場に対する電縫鋼管製造工程の最大課題は、シームレス/UOに対抗し得る溶接品質の確保及び耐食高合金鋼管製造技術の確立である。そのためには現在の入熱一定溶接制御に加え、雰囲気制御技術確立するとともに、電縫溶接法を主体とした複合溶接法の開発が必要となるであろう。

一方、構造用鋼管市場においては、小ロット生産下における生産効率の向上が必要であり生産工程におけるサイズフリー技術としてのケージロールの活用あるいはFF(Flexible Forming)ミルの中径管への適用を図っていく必要がある。同時に使用環境に適応した製品(二次加工)の製造が不可欠であり、更に低コストで各種の加工を付与する技術の向上が不可欠であると考えられる。

また、従来管体熱処理(焼入れ、焼戻し)が不可欠とされてきた690MPa級以上の高強度電縫鋼管(主に油井管)について、コイル製造時の熱延TMCP技術と、強冷間加工成形技術の組み合わせにより、非熱処理での製造を可能とし、製造コスト低減と圧潰特性等の品質特性向上を実現した結果、シームレスが主流であった高強度・高級管分野への進出を果たしている。

このことから、今後、多様化、厳格化する市場(高寸法精度、極

厚肉/極薄、高耐食性、低コスト等)にタイムリーに対応していくためには、電縫鋼管製造工程のみならず、素材製造工程まで含めた一貫技術・商品開発が一層重要になるものと考えられる。

3.4 小径電縫ミル

新日本製鐵は名古屋製鐵所及び君津製鐵所に小径電縫ミルを有し、各々特徴を生かした製品分野を担当している。君津4インチミルは極厚肉、低合金、高炭素鋼を特徴とし、冷間製法の特徴を生かしボイラチューブ、ステンレス鋼管等独自の高級管分野を開拓、電力会社向け事業用ボイラへの参入を果たす等需要家の信頼を獲得、この分野での拡販を目指している。名古屋小径電縫ミルは自動車用鋼管、材料用鋼管を主に担当しており、ハイテンプロベラシャフト、ドアインパクトビーム等に特徴ある製品を実現している。小径電縫ミルでもサイズ変更によるロール交換、調整が生産性の最大の課題であるが、名古屋で採用したFlexible Forming Millはこの課題に対する一つの答えと考えられる。また小ロット多品種、高品質に対応可能な高精度造管技術の開発を進め、君津にその導入を完了している¹⁾。一方需要家の低コスト化要求を満たすため、“引き抜き省略”を狙う“寸法精度向上”、“熱処理省略”を狙う“加工性向上”が必要である。寸法精度低下の原因の一つに管周方向残留応力分布により発生する管端変形があるがこの改善には新日本製鐵が開発したロールサイジング技術が有効である。また造管時成形歪を最小にする低歪造管技術は加工性向上を可能にした。今後の電縫鋼管製造においては単に形状を造り込む技術にとどまらず、成形歪を積極的に制御する技術が重要性を増すと考えられる。

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SR(ストレッチレデュース)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ットリール巻き取り方式を組み合わせた製品長さ1000mに達する新日本製鐵固有の商品である。これまで、ERW+SR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を効率よくかつ高品位で製造するエッジ曲げR最適化、SRリダクション最適化技術を確立してきた。また、巻き取りにおいては、予め楕円に成形、巻き取り後真円化を可能とする予変形巻き取り技術を実用化、高品位かつ広サイズ範囲のSR-PICを開発、自動車用管、道路融雪管等に広く使用されている²⁾。

今後は電縫溶接部の更なる品質向上、及びERW+SRプロセスの優位性を生かした厚肉側製造範囲拡大を図っていくことが必要と考えられる。

3.6 鍛接(CW)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型ミルであるが、近年の溶協ERW材及び競合材料のガス管市場への進出などにより生産量は減少傾向にある一方、品質要求はより一層高度化・多様化しつつある。これらへの対応として、コスト競争力・品質競争力の強化が課題となる。現在までに作業スパンの大幅な短縮など生産性向上策を推進してきた。更に需要家の工程省略ニーズに答える被覆鋼管用原管としての高寸法精度化のための高精度肉厚制御システム導入、配管の施工性容易化ニーズに基づく短尺化要求への対応等タイムリーな市場対応を取ってきた。今後施工性向上を目的とした軽量化対応としての薄肉化、メカニカル継手の普及に伴う銜合部品質の高度化、コスト競争力強化としての高生産性のための高能率造管プロセスの実現が重要な課題となろう。

3.7 熱間押出

熱間押出法はダイスの交換で様々な形状の形鋼や鋼管が製造可能であり、ロールコストに比べダイスコストがはるかに安価であるため小ロットに適している。現在形鋼は月間500種類の形状を生産しており、ダイス穴型設計技術向上、ダイス材質最適化等により、複雑形状化、薄肉化、大断面化により、製造範囲・メニューの拡大を進めた結果累計形状数は5000を越している。今後、より多彩な用途に対応するには薄肉化、コーナーRのシャープ化、寸法精度の向上が必要である。今後、塑性力学的手法を用いた押出解析技術による穴型設計技術の向上、ダイス材質の最適化等による更なる製造可能範囲の拡大を進めて行く。

鋼管はステンレス鋼が主体であり、ダイス形状の改良、押出素材に適した潤滑材の開発により、多様な鋼種・サイズを可能としてきた。この分野では分塊圧延を省略したCC直接押出技術の開発により大河内記念生産賞を受賞している。また内面潤滑法の改善により最大減面率をSUS304で99%まで可能とし、冷間加工工程における工程省略を可能としている。今後は高寿命ダイス材質の開発あるいは、ガラスに代わりうる潤滑材の開発による寸法精度向上、内外面品質の向上が課題であろう。

3.8 シームレス鋼管(小径プラグミル)

新日本製鐵は東京製造所に小径プラグミルを有し主に国内向け各種シームレス鋼管を製造している。当ミルは非常にコンパクトで小ロット対応力があり、小径極厚鋼管や異形鋼管等に製造サイズを拡大する等、これまで多様なユーザーニーズに迅速に対応してきた。今後もこれらの特徴を生かしつつ、高生産性ミルを志向していくが、このためには厳格化、多様化する品質・納期要求への対応力強化と省力化による生産性向上が重要である。技術課題としては、品質・工期面で圧延制御精度向上、熱間潤滑法の改善及び製造スケジュール最適化システム等、省力面では圧延の自動運転範囲拡大や一部導入を開始した工具交換作業へのロボット適用等がある。

3.9 シームレス鋼管(中径プラグミル)

新日本製鐵の中径プラグミル(八幡)は1977年の操業開始以来約20年を経過したがその高度に自動化されたミルの特徴はまだ失われていない。また角管材を使用する独特のプロセスも総合製鉄所の中で他品種と材料プロセスを共有できる利点を発揮している。完全自動倉庫の採用は労働生産性の根本的な向上を実現したが、同時にコンピュータによる製品の完全なピーストラッキングシステムを可能にしており現在、厳格さを増す品質保証要求への完全な対応を可能に

している。直近には管材断面の集約を完了、小ロットにも柔軟に対応できるミルとなったが“オールラウンドな高品質ミル”を目指し更にミルの自動運転範囲拡大、ロボットの導入による合理化、組み替え時間短縮等により生産性の向上を図っていく。

3.10 シームレス鋼管(小径マンドレルミル)

八幡の小径マンドレルミルは1983年にスタートしたが先に建設された中径ミルと同一の特徴を有している。熟慮の上中径ミルと同様に採用された自動倉庫、ピーストラッキングシステムは前出の利点に加え多品種生産への対応を可能にしている。また圧延制御精度向上のためセミ・フローティング・マンドレル・ミルとしマンドレルバーの動きを完全に制御、高い品質レベルを実現した。近年、油井管・ラインパイプでの高合金適用が増えており生産能力対策が取られているが、高合金圧延で問題となる工具寿命、疵発生問題についても、新素材工具の開発、製管特性をも考慮した成分設計や圧延潤滑技術の発達により解決される見込みである。

4. 結 言

鋼管分野では世界のエネルギー・政治情勢に需要動向が左右されその時代の市場での課題に対応する形で技術開発課題も設定されてきた。

世界的に供給過剰状態となり、かつコストダウンが全生産業の課題となった今、鋼管分野での技術・コスト両面での競争は今後ますます激化すると考えられるが、新日本製鐵の鋼管部門として鋼材供給において、すべての産業分野とのかかわり合いを担保すべく現在の技術的優位性を保っていく。そのためには収益を確保しつつ品種高度化を図っていくことが必要であり戦略的技術開発の方向付けの重要性が増している。

参考文献

- 1) 土居雅春：新日鉄技報(362), 11(1997)
- 2) 伊丹美昭 ほか：新日鉄技報(362), 66(1997)
- 3) 大神正治 ほか：新日鉄技報(362), 49(1997)
- 4) 住本大吾 ほか：新日鉄技報(362), 54(1997)
- 5) 船津真一 ほか：新日鉄技報(362), 62(1997)
- 6) 渡部義宏 ほか：新日鉄技報(362), 17(1997)
- 7) 寺田好男 ほか：新日鉄技報(362), 38(1997)
- 8) 朝日均 ほか：新日鉄技報(362), 43(1997)
- 9) 丸山和土 ほか：新日鉄技報(362), 24(1997)
- 10) 朝日均 ほか：新日鉄技報(362), 6(1997)
- 11) 羽田憲治 ほか：新日鉄技報(362), 31(1997)