

クリーンライフを支えるステンレスとチタン

——ステンレス・チタン事業部——



長谷 登

常務取締役
ステンレス・チタン事業部長

はじめに

当社のステンレス技術史を語るには、1934年4月の日本ステンレス株式会社創設に伴う直江津の地での工場建設にまで遡らなければなりません。以来63年間、幾多の曲折を経ながらも、先輩諸氏の血の滲む努力とパイオニア精神の発揮で、その技術は今日の住友金属工業株式会社ステンレス・チタン事業部を中心に発展・継承されており、当社が成長著しい日本のステンレス業界の一翼を担い得る原動力の一つとなっています。

日本の産業および生活の高度化につれてステンレスの需要は急拡大し、併行してステンレスに関する生産、製品、応用等々の技術も目覚ましく進展してきました。現在、日常生活においてもステンレスが目につく日はないと言ってもよいくらいにまで一般に浸透し得たことは、需要家の皆様の御支援と関係者によるいくつかの大きな技術革新の達成、地道な労苦に負うところが大きいと思います。

この度「技術100年史特集号」発行に当たり、まだ発明以来100年に満たない若い金属・ステンレスではありますが、当社技術を中心に経緯をまとめました。これまでの歴史を振り返り、今後のステンレス関連技術、ひいては事業の発展に有意義な資料となれば幸いです。

1. 設備およびプロセス技術開発の歴史

1-1 創業時代

ステンレス・チタン事業部の前身である日本ステンレス(株)は、1934年中央電気工業(株)により設立された。設立目的は、中央電気の電力活用と国産Cr鉱石から、当時銅の代替え品として注目されていた13Crステンレス鋼を製造することであった。工場立地を直江津に決定し約2万3千坪の用地を取得し、直ちに工場建設に着手した。翌年4月には電気炉工場を皮切りに必要設備がつつぎと竣工し、8月に操業を開始し、5基のエルー式電気炉により13Cr鋼塊の製造を行った。当時は鋼材圧延設備は保有せず、外注により板、パイプ製品に加工し、販売を開始した。またステンレス鋳物の製造を35年末には開始している。

37年には3段冷間圧延機が稼働開始し、本格的に圧延部門へ進出した。38年、我が国に国家総動員法が施行され、軍需優先の体制が敷かれ、当社の13Crステンレスが海軍から注目され艦船タービン翼材などの発注を受けた。年々生産量は増加し、36年度には660トンであった生産量が44年には9496トンに達した。

1-2 戦後再興の時期

45年8月、終戦を迎えたが幸い各工場は全て戦災を免れた。民需転換の方針に切り替えて復興再建を図ったが、ステンレスは戦後復興の最重点産業から除かれインフレ、物資不足に苦しんだ。この時期、販売不振に対しては普通鋼、

カーバイド・合金鉄などの副業生産に取り組んでいる。50年6月、朝鮮戦争勃発に伴う特需により鉄鋼業の操業が好転する中でステンレスの需要も大きく伸び、ステンレスの本格生産を再開した。51年には戦後製造を開始した18-8ステンレス鋼の酸素製鋼を、秋には低炭素ステンレス鋼NAR-Uの製造販売を開始している。

1-3 技術革新と耐久消費財離陸の時期

53年、住友金属と共同の技術委員会を設けるなど経営の近代化を図った。55年から57年に掛けて神武景気を迎えたこともあり業績は好転したが、一方普通鋼大手メーカーがステンレス業界に進出する動きを見せていた。この動きに対して56年4月には総投資額10億円による第1次設備合理化計画を策定し、鋼板の生産能力を1000トン／月に増強した。更に60年10月には4段レバーシングミルによる広幅冷間圧延鋼帯の生産を開始した。その圧延母材のホットコイルは当初八幡製鉄より供給を受けていた。62年住友金属和歌山製鉄所の熱延工場の稼働によりステンレスホットコイルの生産が可能となったこと、更に63年センジミアミル稼働により生産能力が飛躍的に増大したことから住友金属よりホットコイルの供給を受けることとした。同時に二社合同でステンレス鋼板技術委員会を設置し、生産能力・コストダウン・品質改善・新製品開発など総合的な取り組みを開始している。

この間に、ステンレス鋼の用途は流し台・食器・ビル内外装・電車などに広がり、需要は拡大した。67年には和歌

ステンレス関連年表

年代	製 品 開 発	プロセス技術開発	新 設 備
1935	ステンレス鋼塊および鋳物製造開始		(直) 電気炉(無蓋式エルー炉6基)設置完了
37			(直) 3段冷間圧延機、薄板2段圧延機
38	タービン翼材製造開始		(直) クルップ4段冷間圧延機設置
39			(直) デマーク3段熱間圧延機設置
1940			(直) 第2電気炉工場建設、鍛造工場設置(松本)
42			(直) 第3製鋼工場竣工
46	18-8ステンレス鋼の生産開始	(直) クロム鉱石からの直接還元方式を廃止 密閉方式エルー炉製鋼方式への転換	
48		(直) 普通鋼板、カーバイドの生産開始	
49		(直) フェロマンガンを生産開始	
1950	18-8棒鋼の生産開始		
51	ステンレス鋼の酸素製鋼に着手 含Nステンレス、低炭素ステンレスの製造開始		
52	N-155製造開始		
53	鏡面研磨板の製造開始		
54		(直) カーバイドの製造廃止	(尼) 伸銅所チタンアーク溶解炉設置
55	時計側材の納入開始		
56	ジェット機用耐熱鋼大量納入 N-155, I N600他		(直) UE4段仕上げ冷延ミル (直) 8トン電気炉他
58	アラスカバルブ316L大量受注	(直) 八幡製鉄よりホットコイル供給	(直) CB, AP, CG, FS新設
1960	冷延コイル製品の生産開始		(直) 調質圧延機、ペル焼鈍, SL新設 (直) Zミル, 2AP, RS, CPL他
61			(直) 大型鋳物設備、厚板設備, SCライン
63		(直) 住友金属よりホットコイル供給開始	
64			(直) 15トン電気炉
66			(直) 6段Zミル設置
67	原子力鋳物生産開始 住友軽金属よりチタン事業を継承		(和) 80トンEF
69			(和) CC設置 (鹿) Zミル, BAL他一連設備設置・千葉RS二基設 置・千葉VC, SL, SHライン稼働
1970			(鹿) 5幅Zミル設置
71			(直) 30トン電気炉・チタン溶解PB炉設置・大型鋳 物設備完成
72	ステンレスアングル進出・カラスステンレス販売開 始・耐硝酸鋼SN-1特許申請		
73		(直) チタン広幅コイル製造体制確立	
75			(直) VOD設置
76	原子力鋳物Nスタンプ認可 耐硝酸鋼SN-1販売開始		(鹿) 厚板精整工場完成 (和) AOD設置
77	時計側NAR-W量産開始 圧力容器用TUV認定取得	(鹿) 厚板2次工事完成(レベラー他)	
78			(直) CC設備設置
79	PP防水工法初工事		(直) R-2H設置
1980		(鹿) R-201にAGC設置	
81	耐沸騰硝酸材SN-3販売開始 NAR-160日産自動車へ初納入	(鹿) AP-1にDDC設置	
82	ソーラールーフ発表	(鹿) TL設備導入	(直) 2500トンプレス設置
83	ハイキエース発売		(直) 直江津15トンVOD設置
84	国鉄山手線ステンレスカー採用	(鹿) コイル大単重化・ローラークエンチ (直) 条鋼リピーター設置	
85		(直) 形鋼精整ライン・フラン造形設備・直江津CC 4幅拡幅・直江津R-201AGC・直江津R-2H合 理化 (鹿) 鹿島R-202AGC・鹿島AP-1高速化・鹿島AP -2メカデスケ・鹿島WF4m化 (和) CCMハイサイクル	(直) 極薄R-42設置
87	精密圧延品分野へ進出	(直) チタンPB炉廃止 (直) 丸棒生産を小倉へ移管	千葉VCLカラー塗装設備

ステンレス関連年表

(つづき)

年代	製 品 開 発	プロセス技術開発	新 設 備
88	AL/SUSクラッド発売	(和) 電磁攪拌装置、タンディッシュ大型化 (鹿) AP-2能力拡大 (直) 精密圧延BAL設置	(直) AL/SUSクラッド設備
89	精密加工事業へ進出	(直) 精密圧延SL設置 (鹿) SL-2設置	(直) ミクロ加工センター設置
1990		(和) VOD稼働 (直) CC電磁攪拌	(直) 精密圧延機(UCミル)稼働
91	高純度フェライト鋼量産開始		
92		(鹿) 3AP, 3CM稼働	(直) ミクロ量産工場設置
94	自動車排ガスステンレスのシリーズ化		
95	B入りステンレスの量産		
96	NAR-AH4の量産販売開始	(和) 熱延パワーアップ	

山製鉄所にステンレス専用の電気炉が設置され、製鋼・熱延の和歌山製鉄所一貫体制が確立した。更に、69年ステンレススラブ専用の連続鋳造設備の稼働を開始している。

1-4 鹿島進出と激動の時代

69年、見込まれる需要増に対しセンジミアミルの増設を決断。建設中の住友金属鹿島製鉄所の隣接地に新ステンレス工場の建設を決定し、同年3月「鹿島日本ステンレス㈱」を設立し、8月には本格稼働に入った。また、同時にサービスセンターとして「日本ステンレス千葉製作所」を柏に開設、10月に操業を開始している。

この頃、住友金属鹿島製鉄所では熱延工場が稼働を開始し、最新のウォーキングビーム方式加熱炉・大パワー熱間圧延機・近接ダウンコイラーなどステンレス熱延を考慮した設備の稼働開始によりホットコイルの品質改善・薄肉化・コストダウンに大きく寄与した。冷延の方でも71年9月には更にセンジミアミル2号機を設置し能力増強をしている。ステンレス冷延量産品種の鹿島への移行に伴い、直江津製造所の固有品種を増強するため71年9月には直江津に30トン新電気炉を設置した。一方、経済情勢では折からのニクソンショック、ドルショックによりこれら新設備の稼働は思うに任せず、73年には各社生産設備の一部を休止する設備カルテルを実施するに至った。更に10月には中東戦争・第1次オイルショックが発生し追い打ちを掛け、電力多消費型産業はいずれの業界も大打撃を受けた。この苦しみをバネに80年頃にはようやく業界協調も進み、各社業績の回復に向かった。この間、住友金属鹿島製鉄所の厚板工場稼働と合わせ76年12月鹿島に厚板精整設備の増強、直江津には78年11月連続鋳造設備を導入するとともに翌年には三段熱間圧延機を可逆式二段圧延機にリプレースし、厚・中板の製造体制を整備する合理化に取り組んでいる。

住友金属和歌山製鉄所でも76年にAOD精錬装置が稼働を開始し、大幅なコストダウンと品質改善が可能となった。また、鹿島日本ステンレス㈱は79年10月に念願の合併を果たした。この時期の特筆すべき技術開発として、フェ

ライト系新鋼種 NAR-160およびステンレス屋根工法のP&P防水工法がある。いずれも業界の中では最先端を行う開発であり、現在でも着実に需要を拡大している。

1-5 薄板大量生産の鹿島、特殊高付加価値品の直江津

82年頃から、日本経済は第2次石油ショックにより低迷し、なかでも素材産業は深刻な影響を受け、ステンレス業界も低迷を続けた。83年には競争力強化のため、「薄板量産品は鹿島に集約し、一方直江津では高付加価値製品にシフトし、それぞれが特色のある製造所とする」方針が出され、そのための製造プロセスの整備が行われた。鹿島ではコイル大単重化の整備、直江津では2500トンプレス、条鋼ライン改造、鋳物製造プロセス改善、極薄圧延、厚板生産効率化、15トンVOD設置、連続鋳造設備の改造などである。

長期にわたり低迷した我が国経済も83年後半から回復に向かい、翌84年にはステンレス鋼の需要も確実に回復に向かった。薄板耐久消費財大量生産の時代を迎え、これまで当社はホットコイルまでの上工程を持たないことはさまざまな管理面での不具合があった。これに対し、85年、住友金属から、和歌山製鉄所第1製鋼工場にある80トン電気炉とその周辺設備の委譲を受け和歌山製鋼所を設立し、ステンレス生産の一貫体制に向かい一歩を踏み出した。

1-6 需要拡大と能力増強の時代

長期停滞から脱したステンレス鋼板の需要量は84年から88年にかけて急拡大し、ステンレス各社はフル生産の中で設備の更新・増強を行った。和歌山製鉄所では製鋼能力を上げるため88年4月連続鋳造設備のリフレッシュを行い、同時にASEA型電磁攪拌装置を導入したことで質・量ともに大幅に改善され同年上期には計画能力(月産22400トン)を達成した。更に底堅い需要を背景に、90年、真空脱ガス精錬装置(VOD)を設置し、既設のAODとの組み合わせにより高純度フェライト鋼などの品種対応が可能となり販路拡大の武器となった。

一方、冷延鋼板の直江津から鹿島への集約を前提に鹿島製造所に No. 3 冷間圧延機および No. 3 連続焼鈍設備を導入した。冷間圧延機は三菱重工製12段クラスターミルで圧延速度は当時としては業界最高の毎分1000mで、高速に対応できる形状制御と自動化に力を入れた。No. 3 焼鈍設備は通板量月間14000トン能力を持ち、加熱炉はフローター採用の堅型炉で焼鈍冷却工程のロールレス化を図りロールきずから解放された。また、スキンパスミル、テンションレベラーもインライン化し、製造工程の短縮と可能な限りの自動化省力化を図った。

1-7 新分野の開拓

直江津製造所の将来構想を検討する中から新しい柱となる事業がいくつか育ってきた。クラッド製品はその一つで有り、機能素材としての狙いをつけて住友金属と共同で基礎研究を続けてきた。87年、松下電器産業から全く新しいタイプの電磁炊飯器の内鍋用素材の引き合いがあった。それに対して当社は独自開発である NAR-160 を使った AL/SUS クラッドの量産実用化に成功し高い評価を得た。松下は翌10月、全国一斉に IH ジャー炊飯器を発売し爆発的なヒット商品となった。増加し続ける供給要望に対し、同年可逆式4段冷間圧延機 R-42 に増設したクラッド設備が完成し安定量産体制が確立した。

また、成長し続けるエレクトロニクス分野で高精度な極薄ステンレス製品の需要が見込まれたため、89年に設置したステンレス箔圧延工場での実績をもとに、90年4月、日立製作所の可逆式6段冷間精密圧延機（UCミル）を設置

した。

1-8 住友金属グループにおけるチタン製造の歴史

住友金属グループは、マグネシウム還元法（クロール法）によるスポンジチタンの製造を54年に日本で最初に工業規模（25Ton/M）での量産体制として確立し、展伸材の製造、販売を開始した。その後、純チタン各種製品の大量生産体制を確立し、有力展伸材メーカーとしてコスト低減、材料開発および需要拡大に努めてきた。一方、チタン合金については、54年に基礎研究を開始し、防衛庁などに一部納入していたが、82年に英国 IMI 社より“合金製造技術”を導入し、その後合金関連設備の拡充および日本の各航空機メーカー、ロールスロイス等の認定も取得して航空機分野へ進出してきた。また、90年代に入り、民生分野での需要の伸びに対して材料開発、需要拡大に注力している。以下に、住友金属グループのチタン製造に係わる主な年表を示す。

1-9 合併後の新時代

92年、来るべき競争時代に備えて住友金属と日本ステンレスは合併し、専業時代には成しえなかった数々のメリットを生み出しつつある。その主なものを挙げると、「上〜下工程に至る一貫体制を通してのトータルコストダウン」「普通鋼設備の有効活用による生産性の向上」「それを支援する新システム作り」「和歌山製鉄所における熱延粗ロールのパワーアップと一貫体制の構築」「鹿島製鉄所における最新鋭

チタン関連年表

年 代	内 容
1952	スポンジチタンの試験生産開始
54	スポンジチタン量産開始（25Ton/月）250kg消費電極式アーク溶解炉設置
1960	500kg消費電極式アーク溶解炉設置
68	1Ton消費電極式アーク溶解炉設置
	日本ステンレス（当時）が住友軽金属よりチタン事業を継承
71	3.5Tonプラズマビーム炉（P.B炉）設置
72	チタン広幅熱延コイル生産開始
73	20段センジミアミルによる冷延コイル生産開始
74	大型真空溶解炉による6Tonインゴット生産開始
76	尿素プラント用継目無管を量産納入
78	サウジアラビア・アルジュベール第1期海水淡水化装置用溶接管730Ton納入開始
79	東京電力広野火力発電所第2号機全チタン復水器用溶接管・管板を納入
1980	サウジアラビア・アルジュベール第2期海水淡水化装置用溶接管490Ton納入開始
81	大型9Ton消費電極式アーク溶解炉設置非消耗式真空溶解炉（NC炉）設置
82	スポンジチタン製造能力増強（18000Ton/年）
84	チタン合金製造設備完成（1982年よりIMI TITANIUM社（英）の技術導入） チタン合金販売開始
85	航空機機体、エンジンメーカーの認定取得
87	ロールスロイス向V2500エンジン用チタン合金板納入開始、P.B炉休止
87	川崎市市民ミュージアムチタン屋根工事受注
88	水戸市芸術館シンボルタワーチタン外装工事受注
1990	ヘリコプター用チタン合金納入開始
91	フィリップス／ノルウェー向SMI-ACE溶接管50T初輸出
94	輸入スポンジ（CIS/TMK）量産使用開始
97	防衛庁次期支援戦闘機FII主翼結合金具用チタン合金納入開始

設備の No. 3 CMや No. 3 AP に対する設備技術および研究開発面からの総合的な支援」などである。更に、鹿島では、98年春完成を目指して現在、No. 4 Hot AP 設備の設置準備を進めており、これによって生産面でのネックを解消しようとするものである。

2. 製品分野別技術開発の歴史

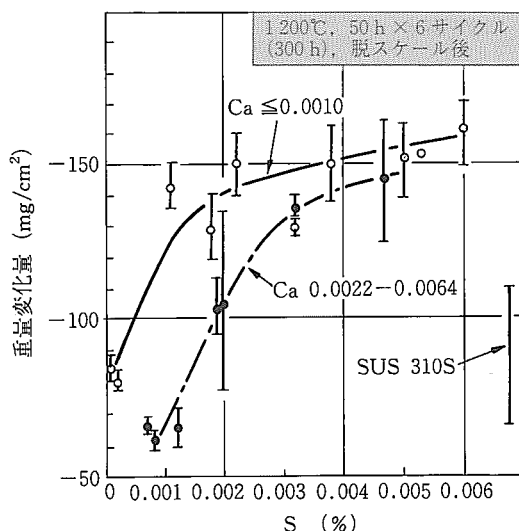
2-1 製鋼・製錬技術の革新と材料開発

76年に、和歌山製鉄所に AOD 設備が導入され、生産性の向上・大幅なコストダウンへの寄与のみならず、有害ガスや不純物の減少により当時連続鋳造法で懸案となっていた表面欠陥が大幅に解決された。

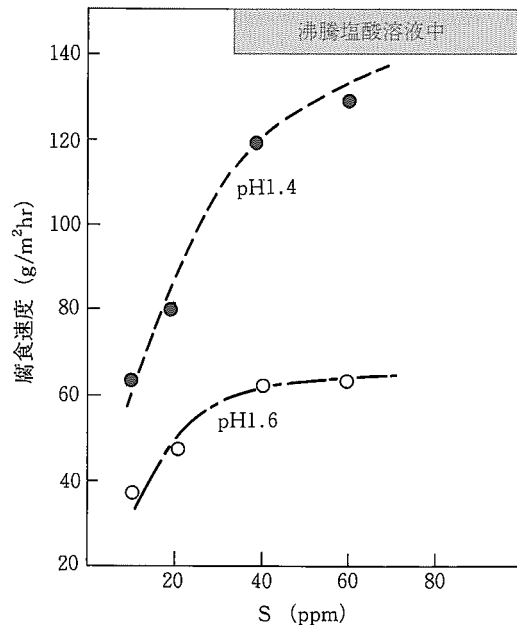
更に当社はその優れた脱硫能力に着目し、極低硫域の製品性能の研究を他社に先駆けて実施した結果、19Cr-13Ni-3.5Si を基本組成とするステンレス鋼において、鋼中に微量に含まれる S の耐酸化性に及ぼす悪影響を明らかにし（第1図）、Y、希土類元素などを添加しない耐熱用ステンレス鋼 NAR-305B を開発した。同様に省 Mo 型の耐食ステンレス鋼 NAR-160 (17Cr-Nb-Cu) においても、極低硫化することで更に耐食性能を高めた製品（第2図）を市場に供給し、高い評価を得ている。

また、熱間加工性が劣る完全オーステナイトステンレス鋼、二相ステンレス鋼なども、極低硫化することで熱間圧延性が大幅に改善され、連続鋳造スラブでも単ヒート圧延で表面欠陥なく製造が可能となった。

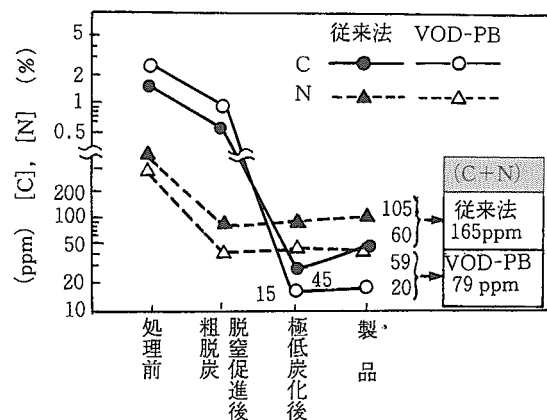
一方、和歌山製鉄所への VOD 導入は90年とやや遅れたが、当社開発の真空下で精錬剤粉体を上吹きする VOD-PB 法 (Powder Top Blowing) を適用した。その結果19% Cr 鋼で $[C] + [N] \leq 50\text{ppm}$ 、30% Cr 鋼で $\leq 100\text{ppm}$ が得られ（第3図）、安価で安定した高純度フェライトステンレス鋼の溶製が可能となった。



第1図 耐酸化性に及ぼすS含有量の影響 (NAR-305B)



第2図 NAR-160の腐食速度に及ぼすS含有量の影響



第3図 29Cr-4Mo-2Ni鋼の溶製結果

これに前後した和歌山熱延ミルのリフレッシュによるフェライト系ステンレス熱延の和歌山移管、および温間手入れ設備の増強により NAR-192 (19Cr-2Mo), NAR-FC-3 (20Cr-1Mo-Cu-Nb), NAR-FC-4 (22Cr-2Mo-Cu-Nb), NAR-447 (30Cr-2Mo), NAR-448 (29Cr-4Mo-2Ni) などの高純度フェライトステンレス鋼の量産製造が可能となり、自動車、家電厨房、建材用途等に供給している。

2-2 プラント設備用材料

戦後の基幹をなした石油化学をはじめ、化学・薬品工業、製紙、食品工業といった化学工業、および、火力・原子力発電、石油等天然資源開発などのエネルギー産業に対して、ステンレス鋼のこの分野での寄与は非常に大きいものがあった。多くの当社独自鋼種も開発され（第1表）、その一部は現在も息長く活躍中である。

第1表 当社のプラント設備材開発鋼種

分類	鋼種	主成分	特性	用途
高耐酸鋼	NAR-317LN	LC-18Cr-14Ni-4Mo-N	耐酸 耐塩化物	LNGタンク ケミカルタンク
	NAR-20-25LMCu	LC-20Cr-25Ni-4.5Mo-1.5Cu	耐酸 耐孔食	化学工業 公害防止装置
	NAR-20-25MTi	22Cr-26Ni-5Mo-Ti	耐酸 耐塩化物	化学工業 海水機器
	NAR-25-50MTi	LC-25Cr-50Ni-6Mo-1Cu・Ti	耐酸 耐塩化物	高濃度塩化物用機器
	NAR-AC-3	LC-20Cr-25Ni-6Mo-1Cu・0.15N	耐孔食 耐海水	高濃度塩化物用機器 パルプ漂白装置
	NAR-AC-4	LC-23Cr-21Ni-6Mo-0.25N	耐孔食 耐海水	高濃度塩化物用機器 排煙脱硫装置
	NAR-20-3	20Cr-33Ni-2.5Mo-3Cu・Nb	耐硫酸	化学工業 排煙脱硫装置
耐硝酸鋼	NAR-310ELC	LC-25Cr-20Ni	耐硝酸・耐アルカリ	硝酸プラント 苛性ソーダプラント
	NAR-310Nb	LC-25Cr-20Ni-Nb	耐熱濃硝酸	硝酸プラント 核燃料再処理装置
	NAR-SN-1	LC-17Cr-14Ni-4Si	耐濃硝酸	濃硝酸用機器 硝酸タンク
	NAR-SN-3	LC-11Cr-17Ni-6Si	耐高温濃硝酸	濃硝酸用コンデンサー
	NAR-SN-5	LC-27Cr-8Ni-N	耐中濃度硝酸	硝酸プラント 核燃料再処理装置
高耐食二相鋼	NAR-DP-11	LC-23Cr-4Ni-N・W・V	耐低濃度塩化物	工業用水用
	NAR-F	LC-25Cr-5.5Ni-1.7Mo-N	耐中濃度塩化物	化学工業
	NAR-DP-8	LC-22Cr-5.5Ni-3Mo-N	耐中濃度塩化物	化学工業 油井関係
	NAR-DP-3	LC-25Cr-7Ni-3Mo-N・W・Cu	耐高濃度塩化物	排煙脱硫装置 地熱用熱交換器
耐熱鋼	NAR-AH-4	LC-23Cr-11Ni-0.2N-Ce, B	耐熱	火力発電装置 工業用熱処理炉

2-2-1 化学工業

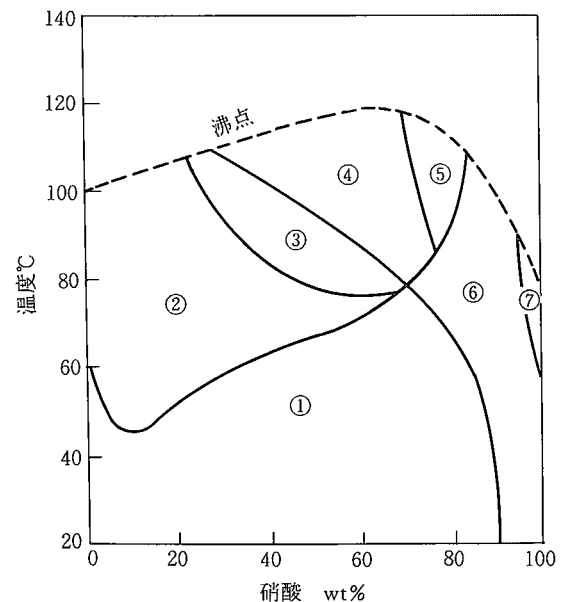
60年、NAR-20-25MTi (NAR-A)を開発し、耐海水用として三井造船へ納入したのを始め各種強酸や塩化物環境で多用された。その後、67年には、更に耐食性の優れた材料としてNAR-25-50MTi (NAR-B)を開発し、いずれもASTMに鋼種登録されて海外プラントにも使用されている。これらは、その後の高窒素含有高耐食鋼NAR-AC-3、NAR-AC-4の開発につながるものとなった。また、耐硝酸用材料としては、64年以来四半世紀の長きにわたり住友化学工業との共同開発の結果、高温高濃度硝酸から中濃度硝酸にわたる全濃度域をカバーする鋼種シリーズ(NAR-SN-1,3,5第4図)を世に送り出した。これらは現在も多く化学工場やケミカルタンカーに使用されており、96年度ステンレス協会賞を受賞した。

2-2-2 エネルギー産業

70年代半ばに、石油資源開発等で必要な、高温海水や高濃度塩化物環境で優れた耐食性を持つ、NAR-DP-3を開発し、当時の二相ステンレス鋼の耐食性を飛躍的に向上させた。一方、原子力発電では、使用済核燃料の貯蔵、輸送用材料として、熱中性子吸収特性を持つB入りステンレス鋼NAR-304BN1を開発した。また、平成年代に入り、火力発電の高効率化から電力会社による加圧流動層燃焼複合発電(PFBC)建設の動きに合わせて、その耐熱部材としてNAR-AH-4を開発し、採用されている。

2-3 時計側材料

我が国で腕時計のケース(時計側)にステンレス鋼が使用され始めたのは55年以降であり、はじめて当社のNAR304が使用された。腕時計の量産と共に切削性の向上が求められSUS303系の耐食性向上が主要な開発課題となった。時計側材に要求される材料性能は耐食性、切削性、



領域①	領域②	領域③	領域④	領域⑤	領域⑥	領域⑦
304L 304EL SN-1 SN-3 SN-5 310ELC 310Nb	304L 304EL SN-1 SN-5 310ELC 310Nb	304L 304EL SN-5 310ELC 310Nb	SN-5 310ELC 310Nb	SN-3	SN-1 SN-3	SN-3

(条件) 試験材：650℃×2h鋭敏化処理剤
時間：20h×5回浸漬
適用区分：腐食率0.1mm/y以下の領域
ただし、領域⑤は0.3mm/y以下

第4図 硝酸溶液中における各種ステンレス鋼の適用可能範囲

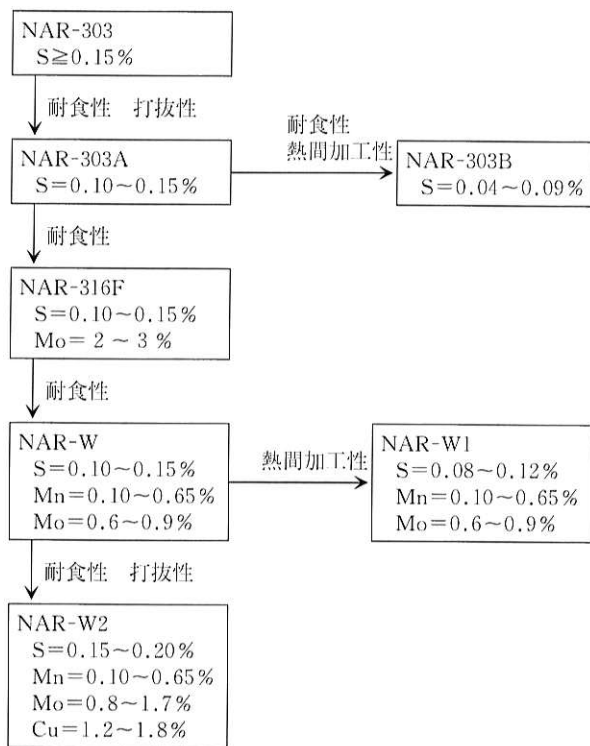
プレス性、研磨性、低価格等であり、開発に当たっては当時の精工舎(現セイコー電子工業、セイコーエプソン)と共同で推進した。

時計側の構成は胴体(センター)・裏蓋(バック)・ガラス縁(リング・ベゼル)・バンド等があり、素材としては中厚

ステンレス・チタン事業部

板から薄板まで揃える必要がある。成分系としては汎用鋼種である SUS304 に快削成分である S 添加を行うことにより切削性を満足させると共に溶製時の非金属介在物制御で研磨性の向上を図った。開発した鋼種は第 5 図のとおりであり、この分野では当社の独壇場となった。

現在、Ni アレルギーの問題から、成分として Ni を含まない高純度フェライト系ステンレス鋼の需要が増加してきており、これらに対しても NAR-445 を供給するとともに、より切削性を向上させた高純度フェライト系ステンレス鋼の開発に取り組んでいる。チタン材については、Ni アレルギーはもちろん軽量性・ファッション性から急速に需要が拡大しつつあり、純チタンを始め 10% の Zr を含有し硬質で研磨性を高めた Ti-10Zr 等を既に商品化し拡販している。



第 5 図 時計側材発展系統図

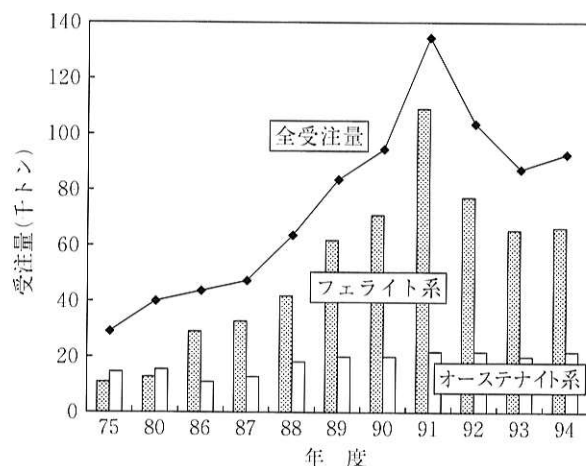
2-4 自動車

2-4-1 自動車とステンレス鋼の関わり

自動車へのステンレス鋼の使用の歴史を見ると、65年代以前の外装部材主体の需要と同年代の後半以後の自動車排ガス規制に伴う排気系への適用に大きく二分される。排気系への需要が急増した75年以降の自動車用ステンレス鋼板の受注実績の推移（第 6 図）でも明らかなように、特にフェライト系ステンレス鋼の使用量の伸びは急激であり一大需要分野となった。この需要急増に対して、国内各ステンレス鋼メーカーは競って新鋼種開発を進めた。

一方、外装部材であるモール材については、従来使用されていた Mo を 1% 含有する SUS434 (17Cr-1Mo) が、

79年の世界的な Mo 高騰の反省から、当社の開発した特許合金 NAR-160 で先鞭を付けた非 Mo 含有鋼に、ほとんどの国内自動車メーカーにより置き換えられ現在に至っている。



第 6 図 自動車用ステンレス鋼の受注量

2-4-2 当社の自動車用材料開発への取り組み

(1) 排気系材料の開発

前述の排ガス規制が打ち出された直後の71年より、当時の住友金属工業中央技術研究所と日本ステンレス研究所の共同開発体制「排ガスプロジェクト」が発足した。そこでは、430Zr (NAR-SN-10) を皮切りに、以後数多くの新鋼種を開発し、トヨタ・日産・本田など主要自動車メーカーに採用された。この体制で開発された製品は、自動車以外（一般耐久製品、石油ストーブなど）へ発展するなど開発組織運営ならびに得られた成果からみても、非常に効率的な動きであった。なお、このプロジェクト体制は、両社合併後も全社横断組織の「自動車総合委員会」に生かされている。当社の開発した自動車排気系新鋼種とその応用分野をまとめて第 2 表に示す。

(2) 外装材の開発

78年から79年にかけての Mo 高騰を背景とした自動車メーカーからモール材用代替鋼の開発の要求に対し、当社では既に開発済みの NAR-430TiCu の Ti を Nb に置き換えることによって表面品質を改良した新鋼種 NAR-160 (低炭素17Cr-0.5Cu-0.5Nb) をいち早く日産自動車に試供し、81年に初めて実車に採用された。続いて翌年、トヨタ自動車でも採用するところとなり、まもなく国内主要自動車メーカーはすべて本系鋼を使用することとなった。

更にその後、自動車の高級化志向の一環としてモールのハイレード材開発にも着手し、NAR-FC-3 (低炭素20Cr-0.8Mo-Cu, Nb) を開発した。この開発に対し、89年英国金属学会よりチャールズ・ハチェット賞が授与された。また、92年には、NAR-160と NAR-FC-3 の開発と産業界への寄与に対し、第24回市村産業賞が授与された。

第2表 当社の開発した自動車排気系開発鋼種とその応用分野

鋼種名	主成分	使用部位	自動車以外用途拡大
NAR-409M1	LCN-12Cr-Nb・Ti	フロントパイプ以降の部品	汎用製品
NAR-FH-Z	LCN-13Cr-1Si・Nb	エキゾーストマニホールド	煙突内張り
NAR-429L	LCN-14Cr-Nb・Ti	エキゾーストマニホールド	汎用製品
NAR-SN-10	LCN-16Cr-Zr	アフターバーナ	ストーブ用
NAR-160	LCN-16Cr-Cu・Nb	エキゾーストマニホールド	装飾用 洗濯機
NAR-430S	LCN-17Cr-Cu・Nb・Ti	マフラ	洗濯機
NAR-430J1L	LCN-17Cr-0.5Mo・Nb	排気管マフラ	装飾用
NAR-436S	LCN-18Cr-1Mo・Ti	排気管マフラ	
NAR-445	LCN-20Cr-2Mo・Cu・Nb	エキゾーストマニホールド	
NAR-315SN	18Cr-9Ni-2Si-Mo・Cu・Nb・N	フレキシブルチューブ	給湯器用
NAR-305B	19Cr-13Ni-3.5Si	フレキシブルチューブ	熱交、暖房
NAR-306B	15Cr-14Ni-4Si-1Mo	フレキシブルチューブ	

2-5 家電・厨房機器

2-5-1 家庭用品のステンレス化の流れ

55年に入ってからまずステンレス流し台が普及し始め、同時にかつては高級品であったステンレス製洋食器やキッチンウェアがデパートの売場に出回り始めた。それ以降における家庭内への浸透は目覚ましく、ステンレス浴槽・熱器具・家電製品なども加わって、ステンレス鋼の需要拡大の主役となった。

以後の推移は、むしろ成熟期を迎えての高級化・差別化の時代であり、それに応える形で当社を始め各ステンレス鋼製造メーカーにより活発に展開された材料開発全盛の時代でもあった。平成期に入り一段落した感はあるものの、その流れは現在も続いている。

2-5-2 厨房機器、浴槽

「水回り」の主役である流し台と浴槽に使用されている材質は一般材 SUS304、430が主体であるが、きびしい加工を伴うため、高級品や特殊品には成形性を改良した NAR-304R (18Cr-9Ni)、NAR-304LA (低炭素17Cr-7Ni-2Cu)、あるいはフェライト系の NAR-160 (低炭素17Cr-0.5Cu-Nb) などの当社独自鋼種も活躍している。当社が資本参加しているシゲル工業㈱は、システムキッチン用高級流し台トップ（上台）のシェアが四十数%と業界トップの位置を占めている。最近ではより意匠性を高めたエンボス模様製品の伸長が著しい。

2-5-3 熱器具

ステンレス鋼を使用している耐久消費財の中でも熱器具の占める位置は重要であり、石油ストーブなどの暖房器具・ガステーブルや電子レンジなどの炊事用熱器具、更にガス・石油湯沸かし器や風呂釜などの温水器に多くのステンレス鋼が使用されている。この分野の当社独自鋼種を一括して第3表に示す。これらはほとんど76年から90年にかけて集中的に開発されたものであり、現在も耐熱・耐食の機能部材として使用されている。

2-5-4 電気洗濯機

本分野はステンレス鋼の新需要分野を形成した例として真新しい。全自動洗濯機の洗濯脱水槽には従来強化ポリプロピレンが採用されていたが、90年日立が「高速脱水・コンパクト設計・リサイクル性・耐カビ性」の面からステンレスを採用して以来次第に消費者の支持を得て、96年には全自動洗濯機の7～8割がステンレス槽となっている。当社は、93年から韓国金星社（現LG電子）にNAR-160を供給していたが、国内ではプレス時の耐カサリ性が良好で産業廃棄物発生量が極めて少ない脱膜型潤滑処理皮膜TSコートとの組み合わせにより95年に日立へ参入した（写真1）。現在では国内2社、海外数社に対しNAR-160・430S・430を洗濯槽用材として大量に供給している。

第3表 各種熱器具に使用されている当社開発鋼種

鋼種名	主成分	用途
NAR-SN-9	LC-11Cr-Nb・Ti	石油ストーブ 高温部材
NAR-SN-10	LC-18Cr-1Si・Nb	石油ストーブ 高温部材
NAR-FH-11	LC-18Cr-Nb・Ti	石油ストーブ 高温部材
NAR-160	LC-17Cr-Cu・Nb	外装 パーナ
NAR-192	LC-19Cr-Cu・Nb・Ti	温水器
NAR-315SN	18Cr-9Ni-2Si-Mo・Cu・Nb・N	温水器
NAR-AH-1	20Cr-20Ni-2Mo・Si・Cu・Nb・N	シーズヒータ



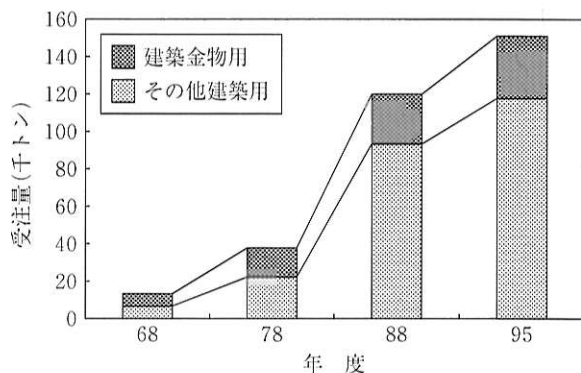
写真1 日立製作所製全自動洗濯機

2-6 建築・建材、カラーステンレス

2-6-1 建築分野へのステンレス鋼、チタンの進出

建設用にステンレス鋼が多く用いられるようになったのは、薄板製品の大量生産体制が確立された60年代に入ってからである。ヘアライン、鏡面研磨、エッチング、着色塗装等の多様な表面仕上げや、溶接屋根工法の開発、更には、最近の Mo 含有高純度フェライトステンレス鋼の進出によって、次第に需要を拡大し、30年前の1.4万トンから現在では15万トン強のステンレス鋼が使われている（第7図）。

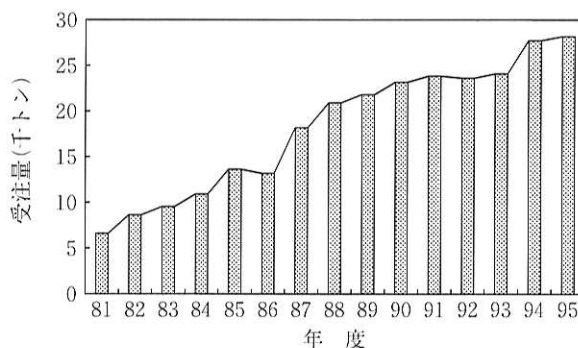
チタンのこの分野への進出はステンレス鋼よりもかなり遅く、ウォーターフロント開発の盛んになった80年代後半からである。チタンの持つ優れた耐塩害性と低コスト化により、少しずつではあるが需要を伸ばしつつある。



第7図 建設用ステンレス鋼の需要推移

2-6-2 カラーステンレス鋼板の開発

着色塗装ステンレス鋼板（通称カラーステンレス）は、73年に日本ステンレスが他社に先駆けて製品化に成功し、ナルカラーの商品名で販売したものである。この製品は耐食性に優れた SUS304 の薄板に顔料で着色した塗料を焼き付け塗装したもので、密着性を高めるために基材表面を DF 仕上げとし、プライマーにエポキシ樹脂、トップに耐候性の優れたシリコンポリエステル樹脂塗料を使用して2コート2ベイクで仕上げたものである。素材が耐食性に優れたステンレスであることから従来の塗装亜鉛めっき鋼板に比べ耐用年数が長く、メンテナンスが容易な屋根用材料として脚光を浴びたため、ステンレスメーカー各社が追随、それぞれ独自ブランドで製品化が進められた。平均年率20%以上の需要伸びを示し、95年度では業界全体で29000トンが生産されている（第8図）。この間、ソリッドタイプのカラーステンレスとしてシリコンポリエステル樹脂系では溶接可能なステンレス粉入りカラーステンレス・緑青粉入りカラーステンレス・艶消しタイプカラーステンレスが製品化された。この他、耐候性を改善したふっ素樹脂塗装品および特殊変性アクリル樹脂系クリアタイプの外装用カラーなど多種多様なカラーステンレス製品が販売されている。



第8図 塗装ステンレス鋼の全国受注量推移

2-6-3 P&P防水工法の開発

79年に当社は溶接屋根工法としてP&P防水工法を業界に先駆けて開発、屋根建築業界に進出した。翌年には、三晃金属工業が参入後に数社が加わったが、現在当社はステンレス防水工業界では三晃金属と並んで30%強のシェアを占めている。溶接防水工法は86年に JASS（日本建築学会標準仕様書）認定を受け、公共建築物などの大形建築物の屋根に適した防水工法として高く評価されている。

P&P工法には SUS304 裸材よりも意匠性・防眩性および耐もらさび性に優れている材料として、溶接可能な塗装ステンレス鋼板 NAR-NS-X1 が使用されてきた。最近では塩害に強い耐候性の優れた高 Cr フェライトステンレス鋼が開発され、溶接熱歪が小さいため脚光を浴びている。

この材料は防眩性が付与されたDF仕上げ（ダル仕上げ）材として塩害が心配される環境での採用が増大しており、今後の防水屋根材の主流となることが期待される。

2-6-4 高純度フェライトステンレス鋼NAR-FC-4の開発

屋根建材のように孔食や隙間腐食が問題となる塩素イオンの存在する環境下では、Niを含有しないCr系フェライトステンレス鋼でもMoを複合添加することにより十分な耐食性が発揮される。91年には耐海水鋼として熱交換器などの化学工業用途に使用されていたSUS447J1 (30Cr-2Mo-Nb) が建材用途として初めて関西空港ビルの屋根材に採用されたのを契機に、高Crフェライト系ステンレス鋼板が建材用途に見直され、各社により建材用の高純度フェライトステンレス鋼の開発競争が激化した。

当社は前述のVOD-PB技術を活用しSUS447J1 (30Cr-2Mo-Nb) をはじめ、NAR-448 (29Cr-4Mo-2Ni)、NAR-FC-4 (22Cr-2Mo-Cu, Nb) を建材用高耐食性フェライトステンレス薄鋼板として発売した。NAR-FC-4は、海上を除く比較的穏やかな環境での耐塩害性に優れた材料として、沿岸地帯での公共大形建築物の防水屋根工法の素材として大量に使用されるようになった。

2-7 チタン・チタン合金

2-7-1 住友金属における製品開発、需要開拓の概要

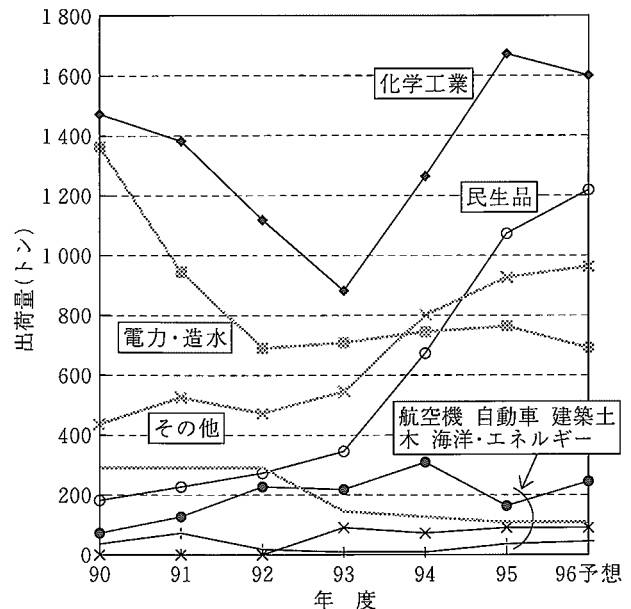
68年、日本ステンレスは住友軽金属からチタン事業を引き継いで、薄、厚板およびパイプの分野で本格的な生産をはじめた。まず、苛性ソーダ製造における水銀法から隔膜法への転換に伴う製造装置の電極材としての純チタン薄板のニーズに対応し、次に、78年から始まった中近東からの海水淡水化プラント用純チタンパイプの大量受注が続いた。また、熱交換器の分野でも、70年代から国内外の各種板熱交換の受注が続いている。更に、最近では民生品分野の伸びが著しい。一方、関係会社の日本ステンレス工材では、電子産業の重要な素材である銅箔の製造に使用される電着ロールの独占的加工技術を確立した。

他方、合金分野では、量的には少ないものの防衛庁や民間航空機、あるいは海外のニーズにも対応している。また、最近では民生品にもチタン合金が使われ始めている。

2-7-2 国内向けチタン需要の変化

第9図に90年以降の展伸材用途別実績推移を示すよう

に国内向けチタン需要は電力、造水などの産業分野から、スポーツ、医療などの民生品へ推移しようとしている。95年は過去最高の生産量を記録した。96年は更にそれを上回る量が予想されている。



第9図 国内向け展伸材の用途別受注推移

2-7-3 民生用材料の開発

(1) 高冷鍛性β型合金 (SAT-2041CF)

既に商品化されているTi-15-3-3-3等のβ型合金に比べ、高温での変形抵抗が小さく、冷間加工性のより良好な合金SAT-2041CF (Ti-20V-4Al-1Sn) が開発された。本材料は高級自転車の後輪ギア用素材として棒材、冷延コイルが使用され、好評価を得ており、今後の需要増が大いに期待されている。また、本材料はゴルフクラブのヘッド用としても期待されており、現在ゴルフクラブメーカーとその製品開発に努めている。

(2) メガネフレーム用α型合金 (SAT-10CF)

従来からメガネ用材料としては、純チタンが主に使われてきたが、デザイン面から高強度細径化および研磨性、耐リム切れ性等に対する要求に対応すべく、最適なチタン合金SAT-10CF (Ti-10Zr) が開発された (写真2)。本材料は結晶粒が極めて細かいため、強度が高く冷間加工性、研磨性に優れている。また、本材料はその特性を生かし、ダイバー用高級時計の一体型ケースや時計裏ぶた用としても使われている。

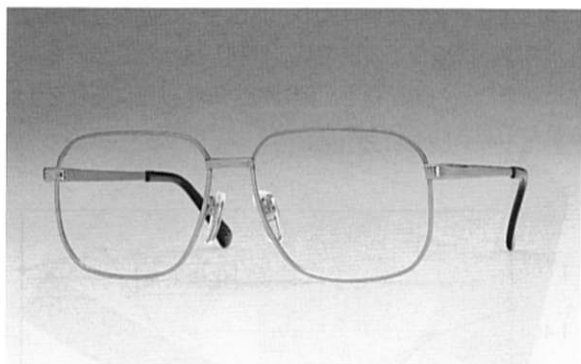


写真2 眼鏡フレーム

2-7-4 化学工業および航空機用材料の開発

(1) 高耐食、耐隙間腐食材 (SMI-ACE)

従来、高耐食、耐隙間腐食性が要求される場合、JIS 11~13種や ASTM Gr7等の Pd が多量に入った高価な材料が使われてきた。これに対し、ほぼ同等の耐食性を有しながら、Pd の低い経済型の材料 SMI-ACE (Ti-0.05Pd-0.3Co 等) が開発された。本材料は既に ASTM にも登録され、北海油田ガスクーラー用を始め、いろいろな分野で使われている。

(2) SH-60J キャリア用恒温鍛造品

SAT-64 (JIS 60種 Ti-6Al-4V) トリプルメルト材の恒温鍛造の製造技術を確立し、現在、3500T プレスにより量産製造中である。

(3) 次期支援戦闘機F II用恒温鍛造品

SAT-1023 (Ti-10V-2Fe-3Al) の恒温鍛造技術を確立し、97年度より3500T プレスによる量産品を納入開始予定である。

2-8 精密圧延品およびクラッド

2-8-1 直江津製品の構成の推移

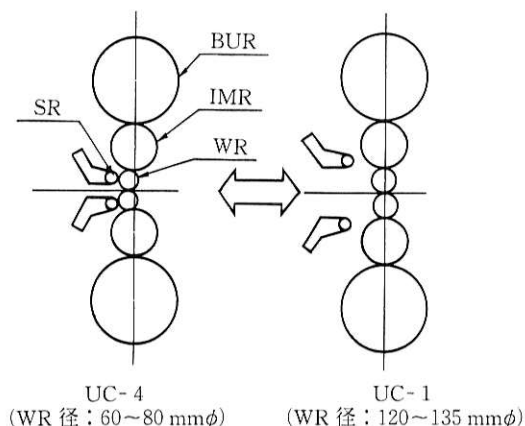
68年に鹿島にステンレス工場ができるまでは、ステンレスの生産は直江津一所であったため、薄板コイルを始め厚板、鍛鋼品、棒鋼、型鋼、鋳物、チタンに至るまで全ての品種を直江津製造所で製造していた。83年、ステンレス鋼板の量産品は、薄板、厚板とも一部のサイズを除き本格的に鹿島製造所に移されはじめ、また丸棒は、87年に小倉へ移管された。同時に、直江津は少量多品種、高付加価値化を指向し、従来の形鋼(アングル)、チタンに加えて新たに精密圧延品、クラッド、89年にはマイクロ加工品(精密エッチング加工等)分野に進出した。一方、合併後は、将来性に乏しい鋳物分野から撤退する方針を打ち出した。

2-8-2 精密圧延品

85年に、一般薄板圧延機である可逆式四段冷間圧延機(2CM)を広幅で0.1mmの板の製造ができるように設備改造を行い、また、20段ゼンジミア圧延機(3CM)には「張

力+圧下JAGCを設置し、板厚精度の向上を図った。更に86年には、圧延箔の製造技術の開発を目的として直江津研究所内に機能材開発センターを発足し、0.1mm以下の極薄箔圧延に最も適した12段クラスター冷間圧延機(4CM)、光輝焼鈍炉(1BA)等を導入し、ステンレス・高合金・チタン合金など高機能、高付加価値な箔製品の製造技術開発と市場開拓を行った。

その後、本製品の主要ユーザーである電子関連産業、精密機器分野あるいは自動車部品等新たな分野での需要の伸びと品質要求の高度化・多様化に応じて、90年には形状制御機能とともに高圧下機能を具備した650mm幅の本格設備6段UC冷間圧延機(第10図)を導入し、同時に最大速度800m/minの大幅な高速圧延が可能となった。それより先に導入された光輝焼鈍設備(2BA)、スリッター(3, 4SL)と併せて広幅精密圧延ラインが整った。これらの設備で平坦度、板厚精度は、従来の1/2の公差が可能となり、販売量は過去最高の1.1千トン/月に到達した。

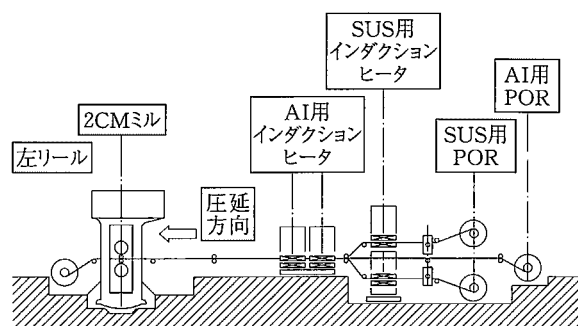


第10図 6段UC冷間圧延機(UC-4とUC-1)の切り替え模式図

2-8-3 クラッド

もう一つの商品市場の開発対象として、従来からの技術開発を背景に、ステンレス/アルミニウム・クラッド材が挙げられる。まず、85年に直江津研究所と総合技術研究所はコイル方式による温間接合法を確立した。この基本データを基に、直江津製造所の可逆式四段冷間圧延機(2CM)を使い、①表面酸化の防止および広幅素材の均一急速加熱を可能にすべく、インダクションヒータの設置、②広幅化に伴う形状不良対策には、VC (Variable Crown) ロールの実用化、③アルミニウムとステンレス鋼兼用圧延油の開発等を行い、88年10月第11図に示すクラッド製造設備を完成した。この結果、世界に類を見ないM幅の薄板クラッドコイルが、低コスト・高能率生産での供給が可能となった。

ステンレス/アルミニウムの商品化が成功したところへ、87年松下電器産業からIH炊飯器用内釜に、当社のNAR-



第11図 圧延クラッド製造設備配置図

160/純アルミ製クラッド実用引き合いがあり、品質コストに優れた当社材の採用が決定し、時代に合った商品として爆発的なヒット商品が創出された。

この新製造技術に対して、93年には、日本材料学会技術賞、日本金属学会技術開発賞が、95年には、市村産業賞が授与された。また更なる製造の安定化を目標として、同年総合技術研究所の開発したノンサーマルクラウン給電ロールを備えた直接通電加熱装置を導入し、設備のコンパクト化と加熱均一性を大幅に向上し、製造コスト改善を実現した。この間、最高の販売実績は240トン/月を達成した。これによって、クラッドは直江津の新しい柱の一つとなった。

3. 今後の展望

これまで見てきたように、当事業部の前身である日本ステンレスが1934年直江津の地で創業以来、諸先輩が幾多の試練を経ながら今日を築いてきた。この間、日本のステンレス業界は生産・需要とも急成長を遂げ、95年実績で世界で1,570万トンに対し日本の生産量は384万トンと自由世界の25%を占めており、設備の改良・生産性・新製品新規需用の開発いずれをとっても世界のリーダー的役割を果たしてきたと言える。

一方、世界的に底堅い需要予測（年率5～6%予想）を背景に設備能力増強が世界規模で進んでいる。日本国内各社はもとより、韓国・台湾を始めとするアジア地域での設備新設および能力増強、欧州・米国ミルの再編と能力増強、南ア・東南アジア・中国・インドなど新興ミルの台頭などステンレス広幅板・帯用生産設備に限定しても、西側諸国の生産能力は95年の1,630万トンから99年までに約25%増の2,030万トンに増強されると見られている。

このような環境の中、国際価格競争力をいかに確保していくかが、当事業部に課せられた重大な使命であり、直接コスト低減はもとより間接固定費の圧縮・流通政策・運営の効率化など、日夜あらゆる角度から改善努力を積み上げているところである。

本年5月、世界のステンレスメーカー・団体による国際組織「ISSF（国際ステンレス鋼フォーラム）」が韓国のソウルで発足する予定となっている。とくに市場開拓のコミティでは、日新製鋼株が議長で当社は代理役を務めることとなっており、世界共通の課題である需要創出に対し重要な役割を担う。

ステンレス鋼は若い金属であり、環境問題・エネルギー問題・リサイクル問題など地球規模の問題解決には必要不可欠な材料である。このような場を通じて国際的な情報交換と相互理解のもと、調和のとれた健全な発展を目指すため日本の果たす役割は大きい。

永利匡輔／ステンレス・チタン技術部 部長

吉田 毅／直江津製造所 専任部長

秋山俊一郎／ステンレス・チタン事業部 専任部長

保坂正之／ステンレス・チタン技術部 専任部長

星 弘充／ステンレス・チタン技術部 次長

新谷与一郎／ステンレス・チタン技術部 参事

安蔵泰夫／ステンレス・チタン技術部 参事

山崎昌弘／ステンレス特品部 参事

松田隆明／厚板技術部 参事

近藤 久／ステンレス・チタン技術部 参事

長島啓介／ステンレス・チタン技術部 参事

(問合せ先) 星 TEL: 03(3282)6239

耐熱用オーステナイト系ステンレス鋼 NAR-AH-4

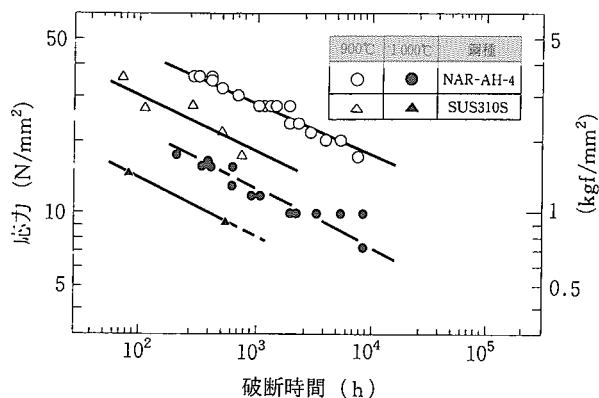
NAR-AH-4は、従来耐熱用として代表的なオーステナイト系ステンレス鋼 SUS310S と比較して、高温強度溶接性および組織安定性に優れた新しいタイプの耐熱用オーステナイト系ステンレス鋼である。

【特 長】

- (1) 主成分が23Cr-11Ni-0.2N-Ce-B と、SUS310S に比較して省資源型である。
- (2) 高温強度およびクリープ強度が、SUS310S より優れている（第1図、第1表）。
- (3) 900～1000℃の耐高温酸化性は、SUS310S と同等以上である。
- (4) 溶接性は、SUS310S 系の欠点である高温割れ感受性が低く、加工性に優れている。
- (5) 組織安定性に優れ、高温で長時間使用後の靱性低下が、SUS310S に比べて遙かに少ない。

【用 途】

- (1) 加圧流動層燃焼複合発電プラント向けに、700トンの実績がある。
- (2) 熱処理・工業炉材、バーナ材、化学工業における高温装置部材、および、SUS310S 適用部位への代替としても適用される。



第1図 クリープ破断試験結果

第1表 900℃における高温特性比較

分類	耐熱材料		性能			
	鋼種	成分	高温強度	耐酸化性	耐のれ性	溶接性
開発鋼	NAR-AH4	23Cr-11Ni-0.2N-Ce-B	◎	◎	◎	◎
既存材	SUS302B	18Cr-9Ni-2.5Si	△	○	○	△
	SUSXM15J1	19Cr-13Ni-3.5Si	△	◎	△	×
	SUS310S	25Cr-20Ni	△	◎	△	△

◎優 ○良 △可 ×不可

問合せ先：青木／ステンレス鋼板部 TEL03(3282)6391 FAX03(3282)6657

高耐食性フェライト系ステンレス鋼 NAR-FC-4

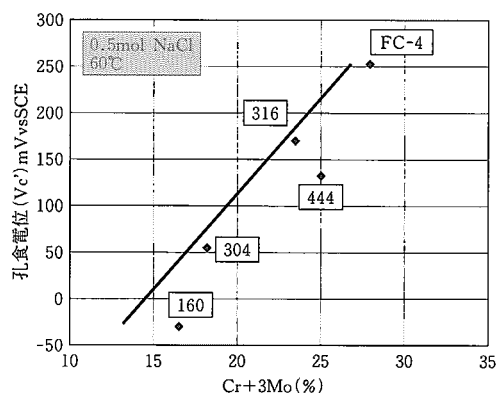
建材用薄板ステンレス鋼としては、SUS304・316・NAR-160・NAR-192およびこれらの表面処理鋼板が使用される。表面処理材はともかく裸材は海浜地帯では耐錆性が不十分であり、SUS444・316クラスの高耐食ステンレス鋼でも耐用できないことがある。NAR-FC-4は塩害に対してSUS316よりも優れており海岸近くの屋根材や建材外装などの用途に適している。

【特 長】

- (1) 第1表に示すように主成分がCr22%、Mo2%含有する高純度フェライトステンレス鋼であり、塩化物環境において優れた耐食性と耐応力腐食割れ性を示す。第1図に示

すように耐孔食性はSUS316より優れ、海浜環境における裸材使用が可能である。

- (2) 第1表に示すように、線膨張係数がSUS304や316より小さいため熱膨張、収縮が問題となる屋根材や外壁材などの用途に適しており、また、加工成形性もフェライト系一般鋼種並に優れている。



第1図 各鋼種の (Cr+3Mo) と耐孔食性 (Vc') の関係

第1表 薄板建材用ステンレス鋼の特性値

鋼種 (主成分)	0.2%耐力 N/mm²	引張強さ N/mm²	伸び %	硬さ Hv	エリクセン値 mm	バールジ高さ mm	線膨張係数 ×10⁻⁶/℃ (0～100℃)
NAR-FC-4 (22Cr-2Mo-LC, Nb, Ti)	350	520	30	172	8.7	29.7	10.1
NAR-192 (19Cr-2Mo-LC, Nb)	359	496	31	171	9.1	28.3	10.5
NAR-160 (16.5Cr-LC, Nb, Cu)	330	521	30	160	9.8	30.7	10.5
SUS430 (16.5Cr)	368	511	28	164	9.3	28.5	10.5
SUS316 (17.5Cr-2Mo-12.5Ni)	253	600	55	172	12.1	37	16
SUS304 (18Cr-8Ni)	255	650	54	170	12.5	38	17.3

問合せ先：青木／ステンレス鋼板部 TEL03(3282)6391 FAX03(3282)6657

経済型耐隙間腐食性チタン合金 SMI-ACE

純チタンは塩化物環境において優れた耐食性を示すが、高温高濃度塩化物環境下で隙間腐食を起こす場合がある。このような場合、貴金属であるPd（パラジウム）を0.12～0.25%含むTi-Pd合金（ASTM Grade 7, JIS12種）の適用が推奨されるが、価格的に高価となる。より経済的なTi-Pd合金を開発すべくPdの必要最少添加量について検討し、新耐食チタン合金としてTi-0.05PdおよびTi-0.05Pd-0.3Coを開発した。この新チタン合金はSMI-ACEと命名され、既に150トン以上が製造されており、化学プラントを主体に世界中で使用されつつある。

【特 長】

- (1) 高温高濃度塩化物環境における耐隙間腐食性能が純チタンより格段に優れ、Grade 7合金にほぼ匹敵する。

- (2) 高価なPdの含有量が0.05%と、Grade 7合金に比べて約1/3のため、コストパフォーマンスに優れている。

- (3) 加工性、溶接性などの二次加工性に優れ、純チタン並の加工が可能である。

【種類と用途】

SMI-ACEは、用途環境、加工性、機械的性質から第1表の2合金系、4種に分類され、これらは、製塩、石油精製、海水淡水化等の各種化学プラントを始め、エネルギー関連プラント、およびそれらの海水熱交換器などの用途に広がっている。

第1表 SMI-ACE（板材）の規格

	材 質	規 格		引 張 試 験 値		
		住金社内規格	ASTM規格	0.2%Y.S. N/mm ²	T.S. N/mm ²	EL. %
SMI-ACE	Ti-0.05Pd	ST40P	Gr.17	≥167	275～412	≥27
		ST50P	Gr.16	≥216	343～510	≥23
	Ti-0.05Pd-0.3Co	ST50PC	Gr.30	≥216	343～510	≥23
		ST70PC	Gr.31	≥343	481～618	≥18

問合せ先：青木／ステンレス銅板部 TEL03(3282)6391 FAX03(3282)6657

ステンレス／アルミおよびチタン／アルミ クラッド板

クラッド板は性質の異なる金属板を接合した高機能素材といえる。組み合わせられる個々の金属が持つ長所、短所を合理的に結合させ、新しい機能を持たせたクラッド板は、産業や身の回りのさまざまな分野で活躍している。当社では、熱伝導度に優れたアルミと電磁特性や耐食性の優れたステンレス鋼を接合し、電磁調理容器用クラッド板を、また、電気伝導度に優れたアルミと耐食性に優れたチタンを組み合わせた電極部材用クラッド箔を、それぞれ製品化している。また、世界に先駆けて急速加熱方式による広幅コイル連続温間圧延接合技術を開発し、87年に専用設備を導入して量産体制を確立している。

【特 長】

- (1) 当社独自の広幅コイル連続温間圧延接合法による品質の安定化と量産化の実現
(2) 十分な接合強度と、優れた成形性の発揮
(3) 最大1000mmまでの広幅大型サイズの製造可能

【材質組み合わせと用途例】

- (1) ステンレス／アルミ 2層クラッド板
・ NAR-160/Al……IH ジャー炊飯器内鍋(写真1)
・ SUS304L/Al……フライパン

- (2) ステンレス／アルミ 3層クラッド板

・ SUS304L/Al/NAR-160……家庭用鍋、業務用鍋

- (3) チタン／アルミ 2層クラッド板

・ Ti/Al……自動車ベダル(写真2),
電極部材用クラッド箔



写真1 IHジャー炊飯器内鍋
(二層クラッド：NAR-160/Al)

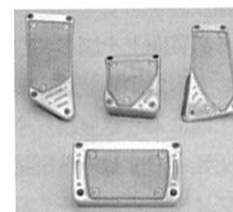


写真2 自動車用ベダル
(Ti/Al)

問合せ先：青木／ステンレス銅板部 TEL03(3282)6391 FAX03(3282)6657