



ステンレス鋼の多様化と広がる需要分野

渡辺純夫 Sumio Watanabe 新日本製鐵(株) ステンレス鋼板営業部 ステンレス鋼商品技術室 室長
平松博之 Hiroshi Hiramatsu 新日本製鐵(株) ステンレス鋼板営業部 ステンレス鋼商品技術室 部長代理

Development and Expansion of Stainless Steel Variety and its Demand in Japan

1 はじめに

鉄が人類に使われ始めたのは、紀元前2500年頃とされている。一方、ステンレス鋼が本格的に登場したのは、1910年代以降であり、100年足らずの歴史しかない。

しかし、この間耐蝕性、加工性、溶接性等各性質を改良した多種のステンレス鋼が開発されてきた。又、製造技術においても、精錬技術の発達、連続鋳造の適用、広巾圧延機の適用等様々な開発がなされ、加えて利用面での加工、溶接、研磨等の改善により、量、需要分野ともめざましい拡大を続け、実用鋼として確固たる地位を築きあげ、今後さらに発展しようとしている。

本文では、ステンレス鋼の広がる需要分野に焦点を当てて紹介する。

であるのに対し、順調な伸びを示しており、この10年間で年率約4.2%の伸びを示している。

表1³⁾にステンレス鋼熱間圧延鋼材の形状別生産量を示す。

棒鋼を除き、各形状とも顕著な伸びを示している。特に、全体の約75%を占めている鋼板・鋼帯は、この10年間、25年間とも、ステンレス鋼全体と同様、年率約4%の伸びを示しており、全体の伸びを支えている事を示している。

日本のステンレス鋼が急激に発展したのは、1958年に初めて広巾のゼンジミアミルが導入され、従来貴重品とされていたステンレス鋼板が大量かつ安価に生産することが可能になってからである。

この導入は量、コストばかりでなく、品質的向上も生み

2 拡大するステンレス鋼の生産

2.1 世界のステンレス鋼生産

図1¹⁾に、西側諸国における主要国別のステンレス粗鋼生産量を示す。

粗鋼生産量は、短期的な増減はあるが着実な伸びをしめしており、1995年は西側諸国全体で約1500万トンに達した。直近10年間の平均では、年率約6.5%の成長を遂げている。

国別にみても、ほぼ全ての国で生産量が伸びている。量的には日本が最大のシェアを保持しており、次いで米国、ドイツの順であるが、直近10年間では韓国、その他諸国の伸びが顕著であり、ステンレス鋼の生産拠点の世界的な広がりを示している。

2.2 日本のステンレス鋼生産

図2²⁾に、日本における鋼種別の熱間圧延鋼材生産量を示す。

日本のステンレス鋼の生産量は、鋼材全体がほぼ横這い

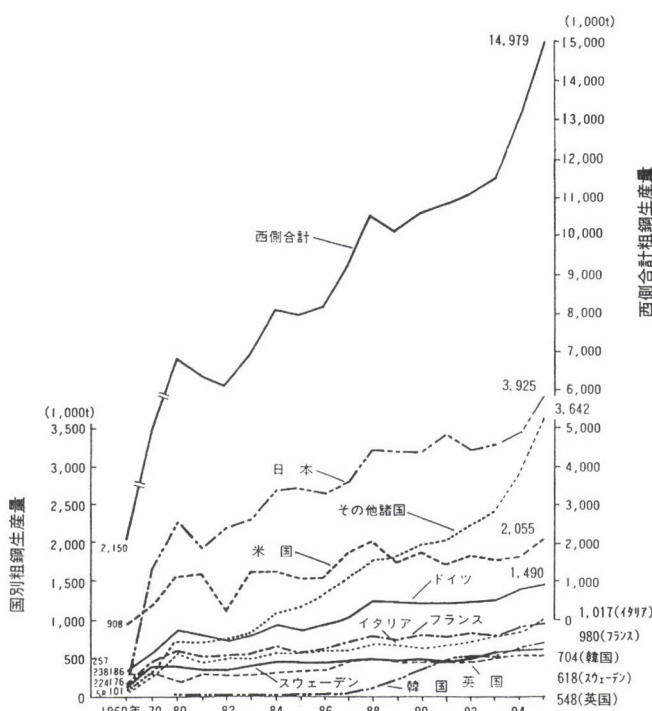


図1 主要国別のステンレス粗鋼生産量

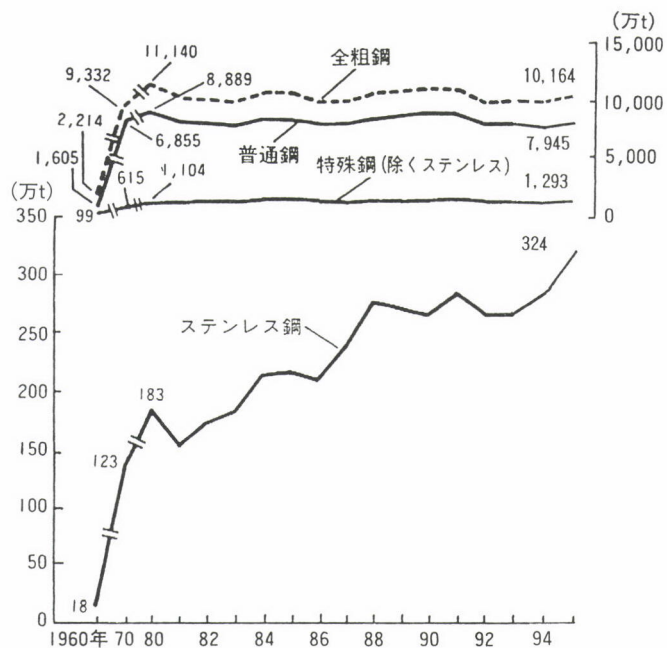


図2 全粗鋼および鋼種別熱間圧延鋼材の生産量

出した。その結果、ステンレス鋼板の流し台への適用を可能にし、「流し台」需要を発展させた。これが核になり、浴槽、ガス台、調理台、ガスコンロ等、各種耐久消費材分野を主要基盤とするステンレス鋼の市場が急速に育成された。

ステンレス鋼の発展は、ゼンジミアミルの導入だけでなく、VOD (Vacuum oxygen decarburization)/AOD (Argon-oxygen decarburization) 等の精錬技術、連続 casting、ホットストリップミル/ステッセルミル等の熱間圧延、BA (光輝焼鈍)、塗装・メッキ・研磨・エンボス加工等の表面処理、プレス加工・溶接等の利用加工技術等様々な技術の進歩に支えられている。

このような技術の進歩は、ステンレス鋼の低コスト化だけでなく、ステンレス鋼の鋼種の広がり、仕上げ・表面処理の広がりをもたらした。その結果、用途・目的に応じた機能、表面を持った種々のステンレス鋼が生み出され、ステンレス需要分野の拡大に寄与してきた。

例えば、精錬技術の進歩はフェライト系ステンレス鋼の低炭素・窒素化、低硫黄化を実現させ、耐食性、加工性、

表1 ステンレス鋼熱間圧延鋼材の形状別生産量

(単位: 1,000 t)

形状	1970 年度	1985 年度	1995 年度	95/70	95/85
鋼板・鋼帯	933.3	1653.5	2530.3	2.71	1.53
線材	70.7	199.6	291.1	4.12	1.46
棒鋼	141.0	149.6	151.7	1.08	1.01
形鋼	8.1	36.2	51.4	6.35	1.42
管材	63.0	125.8	205.0	3.25	1.63
合計	1216.1	2164.7	3229.5	2.66	1.49

表2 ステンレス鋼JIS鋼種の主な変化

JIS改定年		1972	1981	1991
区 分				
組織分類別鋼種数	マルテンサイト系	12	14	16
	フェライト系	5	11	12
	オーステナイト系	23	39	49
	二相系	1	1	3
	析出硬化系	3	3	3
合 計		44	68	83
増加鋼種の主な特徴別分類	高耐食性鋼	—	9	18
	高加工性鋼	—	4	7
	高強度、高硬度鋼	—	9	11
	切削性 ほか	—	2	3

注) 鋼種の特徴はJISによる。

表3 各社の独自鋼種数 (1995年頃)

	新日鉄	日新製鋼	川崎製鉄	住友金属	日金工	日本冶金
耐食性	7	2	3	9	7	16
加工性	1	6	5	5	5	6
切削性	0	0	0	4	3	0
高強度	6	8	3	6	8	5
耐熱性	2	6	1	6	3	4
その他	0	2	0	0	0	0
オーステナイト系	16	24	12	30	26	31
耐食性	9	9	19	11	9	7
加工性	2	3	4	0	2	1
耐熱性	7	8	9	10	5	1
溶接性	2	3	3	0	1	4
フェライト系	20	23	35	21	17	13
マルテンサイト系	2	4	3	0	2	0
二相系	1	2	1	11	4	3

注) 亜鋼種も一つとしてカウントした。

溶接性等の改善が図られ、種々の高純度フェライト系ステンレス鋼が開発された。

従来は、SUS304、SUS430、SUS410等の基本的な鋼種が広く使用されていたが、現在では、表2⁴⁾に示すように、JISにも多くの鋼種が規定されている。又、表3⁴⁾に示すように、各社とも用途・要求特性に合致した独自鋼種を種々保有している。

3 ステンレス鋼の広がる需要分野

3.1 ステンレス鋼の需用構成

図3³⁾にステンレス鋼板類の国内向最終需要を示す。

内需は、25年間に約3倍に増加しており、平均伸び率は25年間で4.5%、10年間で5.2%と顕著である。その間、各用途の構成比率はかなり変化している。

従来主流であった「家庭用および業務用機械・器具」、「産業用機械・器具」の構成比率は、減少し、「建設」、「自動車」、「電気機械・器具」の分野が高い伸びを示している。「家庭用および業務用機械・器具」の中では「家庭用厨房器具」（構成比率70年：17.9%⇒95年：12.2%）、「台所および食卓用品」（70年：6.7%⇒95年：4.6%）の低下が大きく、「電気機械・器具」の中では「家庭用電気機械・器具」（70年：2.1%⇒95年：4.3%）の伸びが大きい。

3.2 ステンレス鋼の広がる需要分野

近年、環境規制、リサイクル、長寿命化、景観等の環境変化、前述したステンレス鋼の多様化に伴った種々の品質特性を生かし、炭素鋼、表面処理鋼板、樹脂、セラミック等各種材料からステンレスへの転換が進展している。

以下、主要需要分野別に最近の状況について述べる。

3.2.1 建設用

建設分野におけるステンレス鋼の伸びは著しいものがあり、1970年からの25年間に約7倍に増加し、年間20万トンを超え、最大需要分野の一つに成長している。

これは、従来から用いられている建築金物用に加え、屋根材、ビルの内外装材、さらには雨樋、ダクト、フェンス、床下点検口等の部位に用途拡大したことによる。

なかでも、ステンレス鋼の優れた耐候性、意匠性を生かして屋根、壁等の外装材への適用が急速に進展している。

従来、これらの用途にはSUS304、SUS316が使用されていたが、最近では、高耐食、低熱膨張率、低コストの特徴を有するフェライト系ステンレス鋼や、更にはチタンに匹敵する耐食性を持ったスーパーステンレス鋼が開発、実用化されている。

高耐食性フェライト系ステンレス鋼は22%Cr系が主体を占めており、大型物件としては幕張メッセの屋根（YUS220：22Cr-0.8Mo-Nb）に初めて使用された。その後、更なる耐食性の改善がなされるとともに、防眩性に優れたダル仕上げが開発され、壁パネルに使用された初的大型物件である中野坂上サンブライトツインの壁や大阪ドームの屋根（いずれもYUS220M：22Cr-1.5Mo-Nb、Ti）等臨海地区を中心に、無塗装で多数の屋根、壁に使用されている。（図4）

又、スーパーステンレス鋼もその極めて優れた耐食性を活かし名古屋国際展示場、小牧市温水プールの屋根（いずれもYUS270：20Cr-18Ni-6Mo）等数々の屋根、壁に使用されている。

最近では、ステンレス鋼に、犠牲防食と意匠性を加味したアルミメッキステンレス（例YUS409Dアルシート：11Cr-Ti、YUS220Mアルシート、図5）や亜鉛メッキステンレス（例YUS436S亜鉛メッキステンレス：17Cr-1.2Mo-

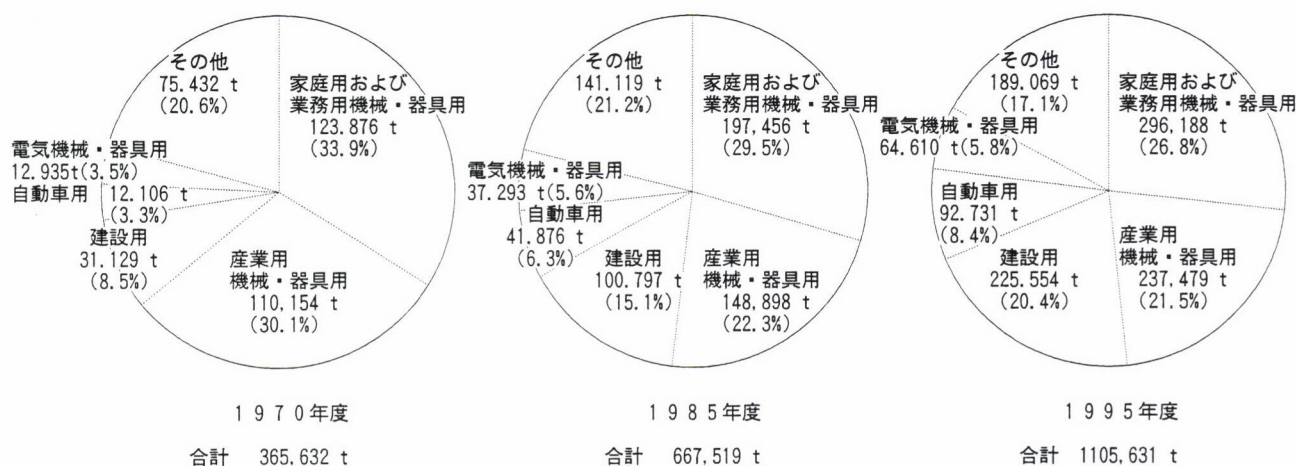


図3 ステンレス鋼板類の国内向最終需要（推計）



⇐ 中野坂上サンブライトツイン

大阪ドーム
↓

図4 高耐食性フェライト系ステンレス鋼を使用した建築物



図5 アルミメッキステンレスを使用した
東京ビッグサイト展示場

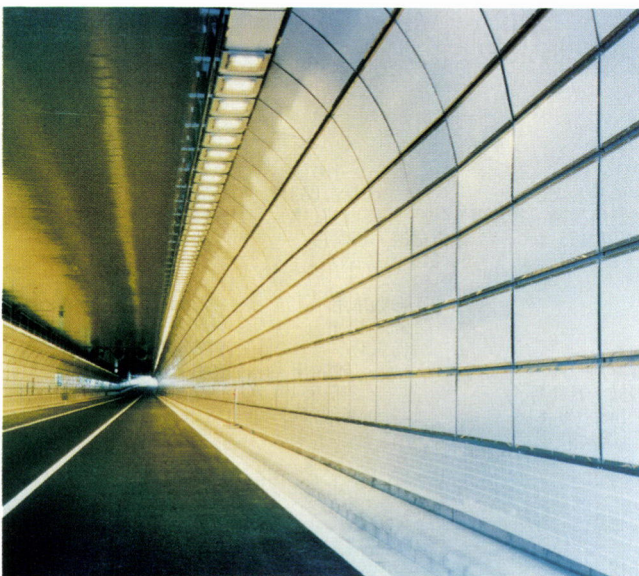


図7 ステンレス鋼を使用したトンネル内装板
(東京湾岸道路空港北トンネル)



図6 ステンレス鋼を構造材として適用した建築物
(新日本製鐵㈱君津テクノロジーセンター)



図9 自動車の排気系部品

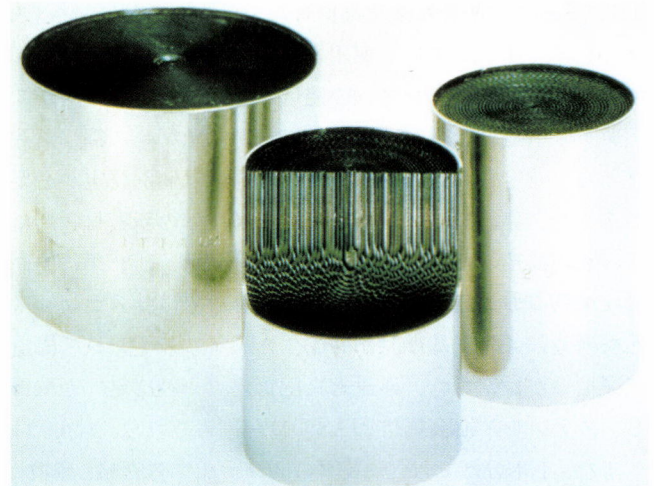


図10 ステンレス鋼箔を使用したメタル担体

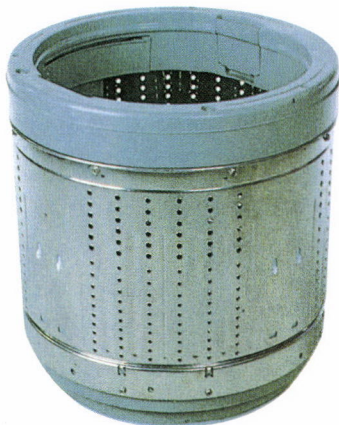


図11 ステンレス鋼を使用した洗濯機バスケット



↑
冷蔵庫の冷凍ケース

⇐ (上) 衣類乾燥機ドラム
(下) 食器洗い乾燥機

図12 ステンレス化された家電製品例



↑
ケミカルタンカーの内部タンク

⇐ 一体型コンテナ

図13 ステンレス鋼を使用したケミカルタンカーの内部タンク及び一体型コンテナ

Ti)、さらには防音対策を具備したステンレス制振鋼板(ステンレスパイプレス)も使用され始めている。

一方、今後ステンレス鋼の適用が熱く期待されるのがステンレス構造材の分野である。従来、ステンレス鋼は構造材として認定されておらず、使用の際には個別認定が必要であった。建設省は1988年に「建設事業への新素材・新材料の利用技術の開発」プロジェクトを発足、1989年に中高層建築物におけるステンレス構造材を対象に「ステンレス建築構造設計施工基準」が完成、1994年にステンレス構造建築協会が設定され、建設省大臣認定(一般認定)を取得し、ステンレス協会規格(SAS601)が制定された。(図6⁵⁾)

また、土木分野では、塗装等のメンテナンス省略、環境・景観問題から、ダム・堰設備やトンネル内装板、道路防音板、暗渠、パネル鉄筋、PC鋼線といった分野に、クラッド鋼、線材、形鋼を含めた材料が適用されつつある。(図7)

特に、建設省を中心に検討が開始された300年橋梁構想としての「鋼構造委員会新技術小委員会」、高速道路設備への適用のための「被覆による都市高架構造物の機能向上技術開発委員会」等の成果を適用したインフラ分野への新規需要が期待される。

以上のように、ステンレス鋼は、優れた耐食・耐候性により塗装等のメンテナンス省略、環境問題への対応の他、景観・意匠性、長寿命化等により、需要分野を拡大してきた。しかし、量的には建設用途における鋼材全体の一割にも満たず、今後一層ステンレス化が進展するものと思われる。

3.2.2 自動車用

図8⁶⁾に、自動車に使用されている主なステンレス鋼製部品を示す。

従来、ステンレス鋼はモール、アンテナ等外装部品に使用されていた。

自動車から排出されるCO₂、CO、NO_x、HCが地球環境に及ぼす影響は多大であり、これらの低減が大きな課題となっている。米国で1970年に大気浄化法が成立したが、わが国では、1975年から規制強化が実施され、触媒システム、排気管等の排気系にステンレス鋼(11%Cr系耐熱鋼を含む)が使用され始めた。

図9⁵⁾に、自動車排気系部品を示す。エンジン側から、エキゾーストマニホールド、フロントパイプ、フレキシブルパイプ、触媒コンバータ、センターパイプ、マフラーの各部位により構成されている。今日では、これら全ての部位にステンレス鋼が使用されている。

エキゾーストマニホールドはフランジを介してエンジンと直結し、高温の排気ガスにさらされる部位で、従来から鋳鉄が使用されてきた。しかし、燃費向上のための軽量化や排気ガス浄化ニーズに対応した低熱容量化を達成するために、欧米では1980年代から、SUH409(11Cr-Ti)やSUS430J1L(18Cr-Nb)系等の熱膨張係数の小さいフェライト系ステンレス鋼の使用が始まった。鋳物では肉厚が5mm程度必要であったのに対し、ステンレス鋼板製では1.5~2.0mm程度と約50%の軽量化が図られている。

今後、米国の大気浄化法案や欧米における高速燃費向上等への対応から、排気ガス温度がさらに上昇する傾向にあり、ステンレス鋼化が益々促進される一方で、一層の低コ

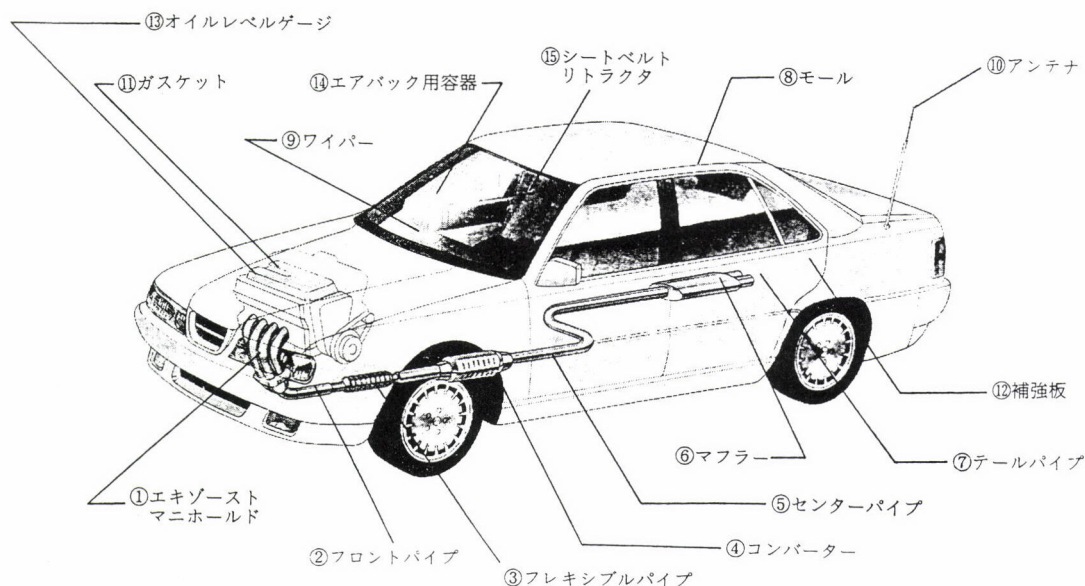


図8 自動車に使用されている主なステンレス鋼製部品

スト化が要求されている。これに対応し、NbにTi及びMoを複合添加することで、SUS430J1L以上の高温特性を有するYUS450 (14Cr-0.3Nb-0.1Ti-0.5Mo) などが開発されている。又、断熱性を一層向上させるために、二重管エギゾーストマニホールドが使用され始めており、外管にYUS450、内管にはSUSXM15J1等のオーステナイト系ステンレス鋼が使用され始めている。

触媒コンバーターは、エンジンから排出される排気ガス中のHC、COは酸化、NO_xは還元して無害化する目的で、多孔質で反応性に富むγ-アルミナ粉と助触媒を焼き付け、そこにPt、Rh、Pd等の貴金属触媒を担持させたものである。従来はセラミックモノリスタイプが使用されてきたが、排気ガス規制の一層の強化に伴い触媒浄化効率をさらに高める必要があるため、触媒を排気ガス温度の高いエンジン近傍に搭載することになり、図10⁵⁾のように、耐熱性に優れた高Alで稀土類元素含有ステンレス鋼 (YUS205-M1: 20Cr-5Al-REM、等) 箔を用いたメタル担体が開発された。

メタル担体は、担体を構成する板厚がセラミックに比べて薄く、排気圧力損失が低減できるため、軽量化効果とも相まって、エンジン性能向上や燃費低減に寄与している。

わが国の自動車業界は、自動車の耐久性、安全性の向上を図るため、1989年から各部品ごとの保証制度を発足させている。マフラーについては「3年6万km」保証となり、これに伴い従来使用されてきた普通鋼アルミメッキ銅板に代わってステンレス鋼化が急速に進展してきた。この結果、1988年にステンレス鋼の適用比率は20%弱であったが、現在では乗用ガソリン車についてはほぼステンレス鋼化が完了し、当分野は大きな市場に成長している。又、ディーゼル車やバス、トラックにもステンレス鋼が使用され始めている。

マフラーに使用されているステンレス鋼は、当初SUH409、SUS410が使用されたが、内面孔あきの観点からマフラー部位ごとにきめ細かな材料の適用が検討された結果、現在では、マフラー内部のインナーパイプ、バッフルプレートには主としてSUH409系 (YUS409D: 11Cr-Ti) が又、インナーシェル、エンドプレートにはSUS436L系 (YUS436S: 17Cr-1.2Mo-Ti) や最近開発されたYUS432 (17Cr-0.5Mo-Ti) 等が適用されている。又、高炉メーカーではタンデム冷間圧延機やCAPL (Continuous annealing and processing line) といった普通鋼製造設備を活用して、効率的に製造しているのも特徴である。

その他排気系部品として、フロントパイプ、センターパイプには主として、SUH409系、SUS436L系が、フレキシブルパイプにはSUS304、SUSXM15J1系が使用されている。シリンダーガスケットには、主としてアスベストが使

用されてきたが、衛生環境面からグラファイトや人造繊維に代替されている。近年では、バネ性に優れたSUS301等の高強度ステンレス鋼を用いたメタルガスケットが開発され、圧縮比の高いディーゼル車に多く採用されている。メタルガスケットの多くは薄板を積層した多層構造であるが、最近は一層構造のものも開発され、エンジン性能向上が図られており、ガスケットのメタル化はさらに進展すると考えられる。

又、二輪車についても、排気ガス規制強化に伴い、マフラーを初めとしてステンレス化の進展が期待されている。

以上の他にも、自動車には多くのステンレス鋼が使用されている。歴史的に車体装飾用として広く使用されているモール材 (YUS180M: 19Cr-0.6Nb-0.4Cu)、外装部材としてのアンテナ、ホイールキャップ、その他ワイパー、リトラクターバネ、エアバック容器、オイルレベルゲージ、エンジンの酸素センサーキャップ等があり、それぞれの必要特性に応じて各種のステンレス鋼が使用されている。

3.2.3 電気用

電子レンジ、各種温水・給湯器、ポット類、暖房機器等には従前からステンレス鋼が使用され、比較的安定需要となっていたが、全自動洗濯機バスケット及びIHジャー炊飯器のステンレス鋼化を契機に新たなステンレス鋼化が始まった。(図11)

洗濯機バスケットは従来樹脂製であったが、脱水効率向上のための高速回転に伴う強度部材としての機能と、リサイクル性、ステンレス鋼の持つ清潔感が需要家にアピールし、洗濯機全体の売上を伸ばす勢いを見せている。ステンレス製バスケットには加工性に優れたSUS430LX (YUS430D: 16Cr-0.4Ti)、やSUS430J1L (YUS180: 19Cr-0.4Nb-0.4Cu) が使用されている。又、IHジャー炊飯器は、ステンレス鋼とアルミニウムをクラッディングすることによりフェライト系ステンレス鋼の持つ電磁気特性、耐食性とアルミニウムの熱伝導性を兼備させ、御飯をおいしく炊けるようにしたもので、グルメブームに乗り需要を伸ばしている。

これに続くものとして最近、衣類乾燥機のドラム、冷蔵庫の冷凍ケース、食器洗い乾燥機、生ゴミ処理機といったステンレス鋼適用商品も販売開始されている。(図12)

衣類乾燥機のドラムは、従来プラスチック又は亜鉛メッキ銅板製であった。前者は静電気によるホコリの付着、汚れ、後者は錆が発生するという欠点があり、これらの欠点を改善するために、ステンレス鋼が適用された。

冷蔵庫の冷凍ケースは、従来樹脂が使用されていた。樹脂は熱伝導率が低いため急速冷凍性が悪く、又汚れ、疵や

臭いが付きやすいという欠点があった。ステンレス鋼の持つ清潔感と、樹脂より熱伝導率が高く急速冷凍性が良いという特徴を生かし、今後の伸びが期待される。

また、食器洗い乾燥機はまだ普及率が2%前後と欧米に比べ著しく低く、今後の伸びが予想される。又、生ゴミ処理機は飽和しつつあるゴミ処理問題の解決に寄与するものとして、今後、都市部を主体に、廃棄物に対する法規制化の動向によっては大きなマーケットになることが期待される。

この他、地球環境、労働環境、排気物処理等の問題から、各種メッキ・塗装省略、樹脂のメタル化の動きが広がる傾向がみられ、メッキ等の処理をしないステンレス鋼の適用が一層広がるものと思われる。

3.2.4 その他

建設、自動車、電気といったステンレス鋼の需要伸びの高い分野について述べてきたが、他の分野でもステンレス鋼化の進展は著しいものがある。

電力分野ではステンレス鋼は原子力、火力発電とも広く使用されてきた。原子力発電では従来の軽水炉の他、原子炉使用済み核燃料の再処理設備、開発が進められている高速増殖炉にも使用される。火力発電では従来の排煙脱硫設備、熱交換機、各種配管類に加え、操業温度の上昇に伴う排気設備等への適用拡大、さらには、メンテナンスフリー、環境問題（粉塵排出防止）から煙道や煙突材料のステンレス化が進みつつある。

また、地球環境問題への対応からクリーンエネルギーとして水素利用エネルギーシステム技術（WE-NET）、超電導電力貯蔵装置（SMES）、燃料電池や太陽電池等の各種電池等新エネルギー利用技術の開発が進められており、ステ

ンレス鋼が適用される大型需要分野として期待される。

更には、建造ブームに沸き返っているケミカルタンカーの内部タンク、タンク本体と強度部材を一体化した一体型コンテナ等多くの用途が開拓されている。（図13）

その他にも、石油精製工業設備、化学工業設備、各種バーナー等の産業機械、電池ケース、マイクロシャフト等電気機器、ビールタンク、各種乳製品製造設備等の食品機器、メス、ハサミ等の医療機器、釣り具、自転車フレーム、時計バンド等スポーツ・レジャー・アクセサリ関連器具等に広く使用されている。

以上述べたように、地球環境問題、リサイクル化、メンテナンスフリー化、ライフサイクルコストに対する認識の高まり、意匠性、清潔感等ニーズとステンレス鋼の持つ耐食性、耐候性、耐熱性、強度、意匠性等が合致し、ステンレス鋼の需要分野は拡大しつつある。

今年5月に設立が予定されているISSF（国際ステンレスフォーラム）の中にも市場開発委員会が設立されることになっており、全世界規模でのステンレス鋼の需要拡大が期待される。

引用文献

- 1) INCO：World Stainless Steel Statistics（1996他）
- 2) 通商産業大臣官房調査統計部：鉄鋼統計月報，Vol.45，No.9（1996）他
- 3) ステンレス協会：ステンレス鋼板用途別受注統計年報，平成7年度他
- 4) 渡辺純夫：新日鐵技報，361（1996），p.5
- 5) 日本鉄鋼連盟：鉄鋼界報，1639（1995）
- 6) 松浦則之：ステンレス，38，10（1994），p.16
（1997年1月31日受付）