

表面処理技術の展望

Future Prospects for Surface Treatment Technology

羽田 隆 司^{*(1)}
Takashi HADA

抄 録

社会のニーズに対応し、表面処理の技術は大きく進歩した。特に表面処理鋼板の分野では、自動車、建材、家電での需要が激しく、各種の鋼板が開発され、その生産量も飛躍的に伸びた。これに伴い製造技術や商品技術にも着実な進展がみられる。ここでは、これら表面処理鋼板に関する技術と、一般に重防食と称されている塗覆鋼材や構造物の防食技術について展望を試みた。

Abstract

Surface treatment technology has made great progress to meet social needs. In the field of coated steel sheet in particular, various types of sheets have been developed and their output has been remarkably increased to meet brisk demand in the automobile, building and home electrical appliance industries. Against this background, the manufacturing technology and application technology for surface-treated steel sheets have made steady progress. This paper describes future prospects for technology relating to surface-treated steel sheets and the so-called heavy-duty corrosion protection technology for coated steel sheets and structures.

1. はじめに

前回の表面処理特集号が発刊されて早くも10年近くが経過した。この間、表面処理への要求は、省エネルギー、省資源に端を発し、地球的規模の環境問題、環境保全、さらには3K 職場問題など社会環境の変化を反映し、より長寿命化と機能付与へと進展し、量的にも技術的にも大きな進展を遂げた。残念ながら、1991年をピークに量的に大きな後退を余儀なくされたが、経済構造の変化は、今後の技術の方向を考える絶好の機会であろう。新日本製鐵の表面処理技術は、薄板を始めとする鋼板への表面処理、形鋼・鋼管への塗覆処理、更には鋼構造物への重防食処理など幅広い範囲に及ぶ。その利用範囲も容器、自動車、家庭・業務用機器、産業・電気機械、建築、橋梁、海洋構造物など、およそ鋼材が使用されるすべての分野に及ぶといっても過言ではなからう。

本稿では、大きな部分を占める薄板の表面処理、すなわち表面処理鋼板についての全体像、次いで需要分野別の需要動向と商品技術、並びに表面処理鋼板の製造技術、更に重防食技術、最後に基盤技術について、発展を振り返ると共に将来への展望を試みたい。

2. 表面処理鋼板

粗鋼生産高の変動に関わらず表面処理鋼板の伸びは著しく、1991年度には全国生産高が1 700万t強に達し、粗鋼の16%を占めるに至った。図1にこれらの推移を示す¹⁾。図中の実線は冷間圧延製品中の

表面処理製品の比率を示すが、これも伸びており表面処理鋼板の需要の大半は代替需要であることを示す。

図2に国内の品種別の受注量推移を示す²⁾。すべての分野で伸びているが、自動車向けの伸びが著しく、全国需要に占める割合は1982年度24%であったものが、直近の1992年度で44%を示している。需要の大きさは自動車に次いで建設(21%)、容器(18%)、電気機械(12%)、家庭・業務(4%)と続く。品種別に見ると、図2に示したように、その他表面処理鋼板の増加が著しい。鉄鋼統計委員会の資料ではその内訳が不明であるが、電気亜鉛めっき鋼板(以下EGと略

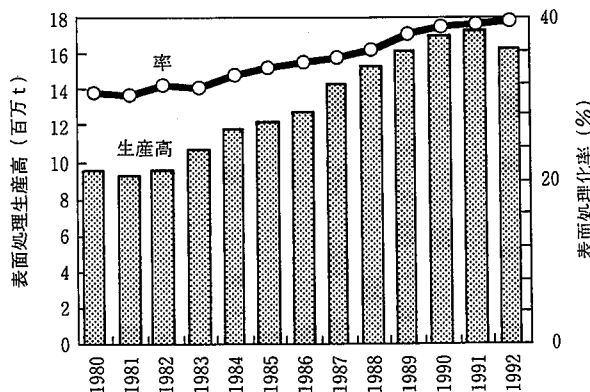


図1 表面処理鋼板生産高推移

^{*(1)} 技術開発本部 参与 (現 大同鋼板株 常務取締役)

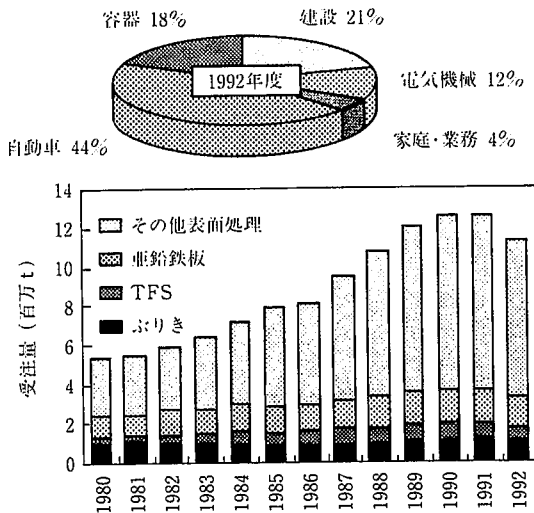


図2 国内品種別及び用途別受注比率

記する)合金化溶融亜鉛めっき鋼板(GA),有機複合電気Zn-Niめっき鋼板(WU),2層Zn-Fe電気めっき鋼板(EL)などが主体を占める。

この間の新しい製品としては、自動車向けのWU,2層化されたAS,家電向けには各種のプリペイント鋼板,各種機能を持つ後処理鋼板,黒色鋼板,缶用にはLTSを含めた各種の溶接缶用材料,新しい絞り缶用の樹脂ラミネート鋼板などが登場した。

量と品種の増加によって数多くの新ラインの建設や改造が活発に行われた。図3に発表された溶融亜鉛めっきライン(以下CGLと記す)と電気亜鉛めっきライン(EGL)の能力の増加の様子を示す。1980年代中期に、自動車における合金系電気めっき鋼板の採用によりEGL能力が飛躍的に増え,1990年前後から,自動車の防錆性能向上のニーズからCGLの生産能力が大幅に増加した。これらはほとんどがラインの新設によるもので,厳しい品質要求にこたえるため数多くの新技術が導入されている。又,家電,建材などの要求にこたえるべく,数多くのコイルコーティングライン(CCL)も建設され,ここでも新しい製造技術が生まれてきた。一方,容器材料用の新たな表面処理ラインの建設はTFSライン2基に止まっているが,特筆すべきは2ピース缶向けの樹脂ラミネートラインが建設されたことであろう。

表面処理鋼板の分野で今一つ言及すべきは,自動車メーカーの海外進出に伴う海外での供給体制の整備である。欧州では現地ミルへの技術協力,米国では現地ミルとのジョイントベンチャーによる国

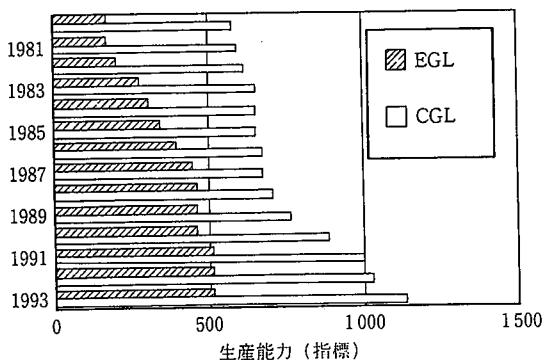


図3 CGL及びEGLの能力推移

内同等品種の生産である。これらは技術的にも困難を強いられたが,着々とその役割を果たしつつある。

3.自動車用表面処理鋼板

自動車に使用される表面処理鋼板には,亜鉛めっきの車体用防錆鋼板,Pb-Snめっきを主とした燃料タンク用材及びAlめっき系の排気系用鋼板がある。

3.1 車体用防錆鋼板

国内での車体用防錆鋼板は,80年代初頭に研削片面GA,Zn-Ni合金電気めっき,ジクロロメタルでスタートしたものが,図4に示すように²⁾,大きくは二つの系統に分かれて発展した。一つは塗装後の耐食性を重視したGAの系統である。表面錆性能向上のため,両面めっきになるとともに表面品位及び加工性の良好な電気めっきのELとなり,さらに耐穴あき性能向上の要求から2層GAへと展開された。2層GAについては本号で研究論文として掲載される。この系列では溶融から電気,再び溶融めっきへと変化している。他の系統は,塗装前の耐食性を重視した鋼板で,耐食性の優れたZn-Ni電気めっき鋼板(ZL)と塗装鋼板の長所を組み合わせさせたWUへと発展した。現在の量産型は1986年に完成され,その後も着色化,耐もらい錆性向上などの改良が続けられている。両系列とも,現在の防錆目標である10-5-2をクリアーする鋼板であるといわれている。

他方国外では,単純な溶融亜鉛めっき鋼板(GI),EG及びGAが主流であり,めっき厚みも当初の厚めっき(90~120g/m²)から中間的な60g/m²に収斂してきた。例外的にZL,ジクロックスなどが一部で採用されている。国外においても日系トランスプラントは国内での使用品種を採用する傾向が強く,日本の鉄鋼業がそれぞれに対応してきたのは前述の通りである。

図5に耐穴あき腐食に対する各種防錆鋼板のめっき量効果を示した³⁾。約10年前,車体用防錆鋼板の大きな開発目標として,同図中の三つの方向を定めた。Iは薄めっきで,IIは厚めっきの使用性能向上,IIIは補助手段的に母材の耐食性向上で目標達成をねらったものである。それぞれWU,2層GA,Cu-P添加鋼で達成してきた。いずれも,自動車メーカーとの緊密な連携のもとに開発されたものである。

現在も,研究開発としてIの方向を更に進展するべく努力が続けられているが,いまだ商品化されたシーズはない。Zn-Cr合金めっき⁴⁾,無機化合物分散Znめっき⁵⁾,Zn-Mg真空蒸着めっき⁶⁾などが発表されている。

上記のように,同一の車体防錆性能を目標としながら,各自動車メーカーの防錆に対する考え方の違いから,結果的には多様な防錆鋼板を開発してきたが,今後は極力少品種化をめざすべきであろう。

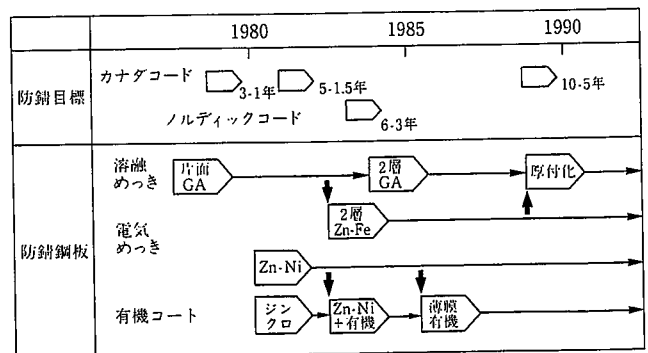


図4 防錆鋼板の推移

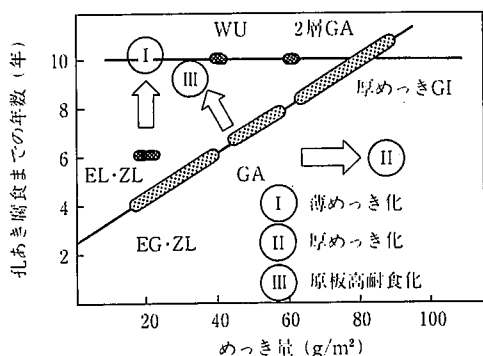


図5 各種鋼板の耐孔あき性能と開発の方向

3.2 燃料タンク及び排気系材料

燃料タンク用表面処理鋼板としては、歴史を経てPb-Sn合金めっき鋼板（ターンシート）がわが国では主流となった。現時点まではプラスチックなど競合品はあるものの、Niプレめっきターン後、工業製品としての大きな変化はなかった。しかしながら、顕在あるいは潜在ニーズにこたえるべく活発な研究開発が続けられてきた。顕在化したものでは、タンク形状複雑化に対する超加工性ターンシート、劣化ガソリン対応としてのSnめっきターンシートなどである。潜在ニーズとしてはクリーン燃料、すなわちアルコール燃料に対応できる素材が開発されている。

今後も新たな課題が生まれることが想定されるが、当社は、国内唯一の自動車用燃料タンク材料供給メーカーとして、この責務を果たさなければならない。

排気系、特に低温部分であるマフラーにはAl-Si合金溶融めっき鋼板（アルシートと略称）が主に使用されてきたが、排ガス規制の強化により、従来の浄化のための触媒が酸化触媒から3元触媒になり、マフラーに生成する凝縮水pHが上昇し、主要部分はCr系のステンレス鋼板に取って替わられた。もちろん、遮熱材あるいはタールパイプなどの用途には多量のアルシートが使用されている。

排気系材料に課せられる課題は、更なる排ガス規制の強化（ULEV）、ディーゼルに対するNOx、パーティキュレート規制など材料に与える影響ははまだ明確ではないが、めっき母材担当部門と連携を密にニーズにこたえる努力が必要であろう。

4. 家電・建材用表面処理鋼板

4.1 家電用表面処理鋼板

家電用表面処理鋼板への近年の品質要求は高耐食性の他、色調及びその均一性、潤滑性、耐指紋性、アース性等の機能性化成処理にかかわるものが増加した。一方外装部品には後塗装からプリペイントへの代替が活発であり、高鮮映性や意匠性等の美麗な外観の要求が顕著である。又、電子線照射技術や粉体塗装技術を利用した新しい塗装鋼板の開発も活発に行われ、総じて機能化への動きが目につく。品種的にはEG、GI、ASが多く使用されるが、ZL、ターンシート等も用いられる。ここでは機能性を追求した後処理である化成処理技術、及びプレコート鋼板について述べる。

4.1.1 高耐食性クロメート処理鋼板

従来の反応型クロメートでは、耐食性を向上するためクロム付着量が多くなると黄褐色の色調を呈した。クロム還元率の高いクロム酸溶液にコロイダルシリカ、りん酸などのアニオンを添加した処理液をEGなどのめっき鋼板に塗布する、いわゆる塗布クロメートを施

すことによって付着量を増すことができ、高耐食性を確保すると同時に色調の改善が図れるようになった⁹⁾。

4.1.2 薄膜有機樹脂複合めっき鋼板

亜鉛めっき鋼板にクロメート処理後、膜厚約1~3 μ m程度の有機樹脂を被覆したもので、溶接性も比較的良好、耐食性、耐指紋性、潤滑性に優れている。一般的には有機皮膜としては、コロイダルシリカを含有した水系塗料が多い。有機樹脂の中に有機ワックスを添加した無塗油で、プレス加工が可能な鋼板も開発されてきた⁷⁾。この潤滑表面処理鋼板については本誌スポットライトで紹介される。

4.1.3 プリペイント鋼板

用途上、プリペイント鋼板は、背反事象である加工性と塗膜硬度や耐汚染性を高度にバランスさせる必要がある。プリペイント用の塗料には、塗膜の硬度や耐汚染性を重視したポリエステルやアクリル系と、加工性を重視した高分子ポリエステル系がある。研究論文で紹介する万能型プリペイント鋼板は後者をベースに開発されたものである。

機能性を持たせたプリペイント鋼板には耐熱性、接着可能型、意匠性プリペイント鋼板などがある。又、上記の鋼板は溶剤型塗料を熱風、高周波など加熱によって硬化されるいわゆる熱硬化型である。一方、電子ビームを利用し硬化させるもの⁹⁾、あるいは粉体塗装によるもの⁹⁾などが開発されてきた。特に前者は非常に高い塗膜硬度が得られ、用途分野は異なるが、トンネル内装板に用途を広げている。又、種々の樹脂フィルムをラミネートした鋼板が、優れた耐食、耐汚染、耐薬性に加えてエンボスすることにより自由な絵柄や模様を作り出せるところから、新たに開発されつつある。家電用には上記の他にも前述した耐熱アルシート、黒色Zn-Niめっき鋼板（これもスポットライトで紹介）等が機能商品として開発された。

4.2 建材用表面処理鋼板

建材用表面処理鋼板の現時点での主な用途は、屋根壁材が中心であり、GIが中心に使用されてきた。一方、長期耐久性の要求から、1980年代初頭Zn-55%Alがわが国に導入、生産されて以来、Zn-5%Alめっき鋼板が生産されだし、これらの合金溶融めっき鋼板が量的に伸びてきた。近年になり、Alめっき鋼板である耐熱性アルシートやZn-1%Alめっき鋼板¹⁰⁾が出現した。さらにはCr系ステンレス鋼の上に亜鉛、アルミをめっきした鋼板が開発され、この用途に使用されようとしている。建材用の塗装鋼板はこれらの耐久性に優れた下地鋼板をベースに、塗装材料として耐候性に優れた弗素樹脂系塗料を組み合わせ、めっき鋼板と同様に長期耐久化の動きが顕著である。一方、屋根の防水工法用溶接可能塗装鋼板や、滑雪屋根など、屋根材の機能化も一つの傾向として現れてきた。

塗装鋼板の腐食は、①平坦部、②折曲加工によって生じた亀裂部、③施工時に生じた傷部及び④切断箇所などの切口部に分けて考えることができる。②、③の腐食は特に重要であるが、最近になり、各種鋼板についてのデータの蓄積が進んできた。切口部の腐食、特にエッジクリープについては、研究論文として詳細に報告するが、欠点といわれていたZn-55%Alめっき鋼板も、長期の暴露試験では腐食の進行が遅く、亜鉛鉄板をしのぐことが明らかになった。

従来、建材向け表面処理鋼板は上記したように、屋根壁材を中心に各種の開発が行われてきた。それにとどまらず、構造部材、外装パネルなど、鋼板の用途を広げる上でも幅広く取り組むべきであろう。又、長期耐久性の観点のもとより、環境との調和、意匠性、その他の機能性等も視野に入れるべきである。

5. 容器用表面処理鋼板

容器には食品の缶詰、いわゆる食缶、油類、化学製品、塗料等の一般缶があるが、ここでは食缶について述べたい。昨年は、冷夏と不況に見舞われ、需要に落ち込みが見られたが、この10年は順調な伸びを示してきた。図6に内容物別の缶出荷比率と缶種別の生産高推移を併せて示した。全体に大き伸びが見られること、コーヒー、ウーロン茶、お茶などを中心とした非炭酸飲料とビール缶の増加が、主要因であることがわかる。

缶種では、ビール、炭酸飲料の分野でアルミニウムのDI缶が、炭酸飲料でスティールDI缶が、非炭酸飲料の伸びによって溶接缶が増加してきた。缶数の増加にもかかわらず、缶の軽量化とアルミニウムの進出によって、鉄鋼の缶用素材であるぶりき、TFSの伸びは、この10年でわずかに数%でしかなかった。アルミ缶の増加は、アルミニウム地金の価格低下や円高による缶コストの低下、及びビールに対するフレーバー性の良さや、良好な外観などの品質で競争力を持ったことによる。これに対抗すべく、鉄鋼も懸命な努力を重ねており、各缶種別に技術の進展を紹介する。

5.1 DI缶の軽量化

コストを低減するために、表1に示すように、板厚、めっき量、ふたのサイズなどが徐々に変更され、軽量化されてきた。これは鋼中の介在部の制御、板厚精度の向上、硬質化、表面品位向上などにより達成されたものである。軽量化は現在も進展中であり、鋼の強度が高いという利点をフルに活かすべく開発が進められている。

一方、アルミ缶に比して、弱点とされる内容物中への鉄の溶出を防止するためと、製缶工程をも含めたコスト低減対策として、PET系の樹脂をラミネートした新しい素材の開発も行われている。

5.2 溶接缶用の材料

製缶速度の上昇と板厚の低減、且つ、従来のぶりきより安価な材

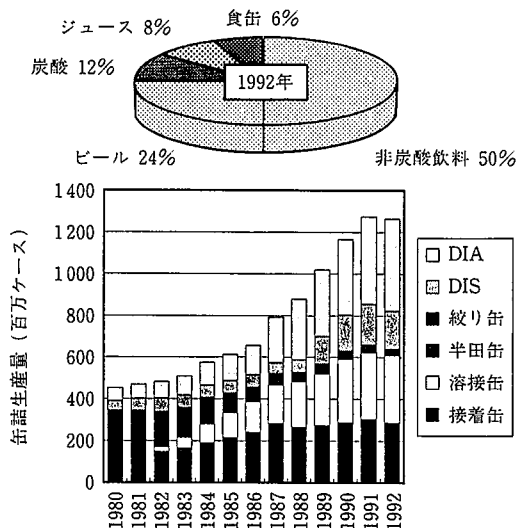


図6 缶種別生産高と内容物比率

表1 SDI素材の変化

板厚(mm)	0.32→0.24
テンパー度	T1→T4
めっき量(#)	#50→#25
蓋径	211→206

料を求めて、開発が進められてきた。詳細は研究論文として紹介するが、Niめっき系、Ni/Sn 2層めっき系、Snめっきを局限まで低下したLTS、又18L缶向けにはTFS系の材料が実用化されてきた。

5.3 新しい絞り缶

1991年、TFSの両面にポリエステル系の樹脂をラミネートした素材を使用する新しいストレッチドロー缶が、開発実用化された¹⁾。DI工程と異なり、缶加工後の洗浄工程、内外面の塗装工程がないため、環境にやさしく、且つ缶そのものが高品位であるといわれている。一部でしか実用化されていなかった樹脂ラミネート鋼板が缶用素材として、飲料缶の世界に登場したのは大きな出来事であろう。

5.4 その他

接着缶について項を設けなかったのは、製缶技術は大きく進歩し1,000缶/分に達する高速化を達成されたといわれているが、材料そのものの進歩がなかったためである。今一言及すべきはEOE用材料である。一部のジュース缶を除き缶蓋はほとんどがアルミニウムである。スティール化を計るべく、数多くの努力を重ねてきたが、スコア一部の加工の困難性や鉄溶出防止がネックとなって、まだ達成されていない。

容器の分野は、いつにかかってアルミニウムとのコストを中心とした競争力の強化につける。材料コストのみでなく、製缶コストなども含めた総合的なコスト低減が必要である。

6. 表面処理鋼板の製造技術

表面処理鋼板の製造設備は溶融めっき、電気めっき、塗装ラインがその主なもので、ここでは、新しく建設されたEGL、CGL、CCLについて技術動向を記す。昨年、容器用の新ラミネートラインが商業生産に入ったが、詳細は公表されていない。

6.1 EGL

大容量のラインが多く、高速処理と合金電気めっきを可能にする高流速、高電流密度セルの採用が共通している。セルの形式は各社まちまちであり、水平式、垂直式、ラジアル式がある。ほとんどが不溶性アノードを採用し、ストリップ幅方向の電解液の流速分布の均一性を確保している。この間に建設されたラインの中には、WUをインラインで製造するため、塗装設備と加熱炉を装備しているものがある。

6.2 CGL

品質要求の厳しい自動車用鋼板を製造するために建設されたラインが大半であるため、大規模で、種々の技術を盛り込んでいるのが特徴である。前処理セクションでは表面傷を避けるため、洗浄設備、無酸化炉に替わる直火還元バーナーあるいはラジアント式加熱炉、縦型焼鈍炉の採用などである。ポット回りでは種々のドロス対策、均一ワイピング技術が開発されている。合金化処理炉では直火噴流バーナーや誘導加熱などが導入され、合金化度測定装置の設置により高度な合金化制御が可能となった。後処理セクションでは表面品位を確保するため、4Hi-スキンパスミル、更にはCrめっきロールの採用が一般的になった。

6.3 CCL

ラインの主流は2コート2ベークである。家電製品など高度な要求から、表面品位の向上が製造技術としてはメインの課題となった。主体は塗装機と焼付け炉で、前者は塗装仕上がりが良く、且つ制御性の良好なカーテンフローコーターの出現であり、後者ではクリーンな誘導加熱炉の採用である。又、塗装ライン全体のクリーン化も

進み、新設の君津 CCL では塗装室でクラス10 000を保つ。

7. 重防食技術

重防食の分野では、今まで主として述べてきた薄板の表面処理に比べると、非常に長期の耐久性が求められる。防食に対する基本的な考えかたは共通であるが、一般に数百 μm 以上の塗装が施される。対象物が広範で使用環境も多様であるが、ここではこの分野を施工課程、すなわち①ミル塗覆装技術、②構造物の防食技術、③補修技術とに便宜上分類し、トピックス的に話を進めたい。

7.1 ミル塗覆装

鋼管、鋼管杭、鋼矢板等の形鋼に専用の塗覆装設備を使用して工場内で施工されるものを指す。代表的なものに原油あるいは天然ガス油送鋼管外面被覆、海洋環境で使用される鋼管杭、鋼矢板の外面塗覆装、水道用鋼管の内面被覆等がある。

油送管の被覆については、研究論文として紹介されるが、近年パイプラインの操業温度が、重質油化などの諸要因により、上昇しており、これに耐える塗覆装材料の開発が世界的に活発に行われている。

鋼管杭等の塗覆装鋼材は海洋構造物や護岸などに使用されるが、長寿命化の要請から、ポリエチレンやポリウレタンエラストマーが、ターレポキシ塗料に替わって、多用されるようになった。膜厚は2~3 mmで、ポリエチレンは押し出し被覆あるいはラミネートで、ポリウレタンはスプレー塗装で施工される。これらの被覆には、耐候性をあげるためカーボンブラックが添加されていたが、環境との調和をはかるため、着色化や意匠性を持たせる工夫が進められている。

7.2 構造物の防食

ジャケット等の海洋構造物、橋梁、港湾施設、地上構造物、地下構造物などすべての物が対象となるが、ここでは海洋構造物と超大橋のケーブルの防食法を例示的に取り上げる。いずれも仕様決定に当たっては新日本製鐵の貢献が大きい。表2¹²⁾に海洋構造物の現在使用されている防食仕様の一例を示した。工事中の東京湾横断道路の川崎側人工島のジャケットは、エポキシ樹脂ライニングとポリエチレン樹脂ライニング+アルミ陽極電気防食の組合せで施工され、木更津側の橋梁部の橋脚はチタンライニングの仕様となっている。明石大橋のケーブルは5.23mm ϕ の素線36 000本以上を束ねて、ケーブル工事の最終段階で最終の防食が行われる。この素線は最初に渡

される段階から最終の防錆工事が終了するまで約3年の間、飛来塩分の多い腐食環境にさらされる。このため素線には特殊な溶融亜鉛めっきなどが施されている¹³⁾。

7.3 補修技術

プレファブの接合部分、施工時に受けた損傷部の補修はもとより、構造物の自然劣化に対する補修技術が含まれ、重要な技術分野である。施工は気象など自然の影響を受けやすく、品質管理の困難な作業となる。それぞれの分野で工法の開発が進められているが、ここでは海水中でも硬化する塗料が開発され、実用化されてきた一例にとどめておく。

わが国における鋼構造物の腐食損失はGNPの1.8%といわれている¹⁴⁾。1992年に置き換えると、10兆円にも上る。3Kの時代、より合理的な施工技術と環境と調和した防食技術の開発がより重要性を増している。

8. 基盤技術の進歩

最近の表面解析技術の進歩は著しい。AES, XPS はいうに及ばず、高解像力の立体SEM, 分析電子顕微鏡, フィールドエミッション型電子顕微鏡, SOR, 顕微FTIRなどの構造解析手段, 振動電極, 交流インピーダンスなどの電気化学的測定手段, 走査型トンネル電子顕微鏡, 原子間力顕微鏡, ラマン分光法などIn-situの測定手段など枚挙にいとまがない。

鉄鋼の表面処理の分野では、In-situの測定手段まで駆使した研究はまだ多くはない。しかし、自動車車体の塗膜下腐食, 穴あき腐食の機構解明, 1980年代中期からの合金電気めっき, 特に無機分めっきの析出機構解明, 1980年代後期からのGAの合金過程解明や層構造とパウダリング現象の機構解明, プリペイント鋼板や塗覆装鋼材の塗膜硬化過程と塗膜特性の解明など, 最近の解析手段を使った数多くの研究が行われた。これらが製造技術や新製品の開発, 品質の改善に果たした役割は大きい。本報では自動車車体の腐食機構, 鋼板とエポキシの接着機構及びめっき層の構造解析技術を紹介する。

これらの基盤技術は、技術の進歩に重要な役割を果たし、且つ研究者のポテンシャルを上げる意味からも、重要なことである。あくまでも目的的な基盤技術の研究であるべきで、決して研究のためであってはならない。このことは研究開発に携わる者にとって、常に銘記している必要がある。

表2 護岸用構造物の各種防食法とその耐用年数

防食すべき構造物の位置する環境	防食法	防食仕様		補修までの予想期間(年)
		被覆材料および電気防食	膜厚(μm)	
海上大気部 飛沫・干満帯	有機ライニング	ポリエチレン樹脂	2.5mm	40
	有機ライニング	ポリウレタン樹脂	2.5mm	40
	有機ライニング	エポキシ樹脂	2.5mm	40
	無機ライニング	コンクリート(かぶり量)	100mm	50
	耐食性金属ライニング	耐海水ステンレス鋼	3mm	100
	耐食性金属ライニング	チタン	1mm	100
海中部	電気防食	アルミ陽極		30
	有機ライニング	ポリエチレン樹脂	2.5mm	40
	有機ライニング	ポリウレタン樹脂	2.5mm	40
	無機ライニング	コンクリート(かぶり量)	100mm	60
	有機+電気防食	ポリエチレン+アルミ陽極	2.5mm	70
海底土中部	電気防食	アルミ陽極		30

9. おわりに

冒頭に述べた、地球規模の環境問題あるいは社会環境は、将来ますます厳しくなると予想される。この方向では、鉄鋼の表面処理にさらなる長寿命化、機能付与化への要求が強くなるであろう。一方、同じく環境問題からくる省資源、リサイクルの要求や、現下の経済情勢を考えると、適正品質、例えば適正寿命で、適正な価格の要求が顕著になる。従来、ややもすると、需要家の要求品質にこたえるべく、経済性をなおざりにし、いたずらに品種、仕様の多様化をもたらしてきた。反省すべき点であろう。

表面処理皮膜の実用に供される状態での基本構成は、①鋼表面—②金属系被覆（製品によってないものもある）—③塗装前処理（めっき後処理）—④有機被覆であり、この状態で防食などの諸機能を発揮する。車体用防錆鋼板などは②の状態で出荷されるが、自動車の防錆性能は④までの状態で決まる。それぞれの要素を熟知し、且つ組合せの効果を知る必要がある。又、加工・組立工程や使用環境が各用途分野で大きく異なるため、これらに対する中間と最終の評価技術も重要な技術となる。需要家との緊密な連携が不可避な理由が、ここに存在する。

表面処理技術がますます重要となり、広がり期待される中、従来の品種の壁を取り外し、より信頼性の高い技術をめざして努力を重ねたい。

参考文献

- 1) 統計は全て鉄鋼統計委員会の資料によった
- 2) Hada, T.: Proc. Int. Conf. on Zinc and Zinc Alloy Coated Steel Sheet (GALVATECH). Tokyo, Iron Steel Inst. Japan, (1989), p.111
- 3) 金丸辰也 ほか：材料とプロセス, 4, p.1601 (1991)
- 4) 吉田誠 ほか：表面技術協会第80回講演大会要旨, (1989.10), p.267
- 5) 池田眞基 ほか：材料とプロセス, 1, p.1632 (1988)
- 6) 武津博文 ほか：日新製鋼技報, 58, p.74 (1988)
- 7) 高杉政司：鉄と鋼, 71, S462 (1985)
- 8) 岡 稔二：ラドテック研究会年報, (1989) No.3, p.173
- 9) 坂田勇 ほか：塗装技術, p.11 (1984)
- 10) 奥崎裕二 ほか：防錆管理, 34 (1), p.9 (1990)
- 11) プレス技術別冊, 30, p.82 (1992)
- 12) 若松富夫：表面技術, 43 (10), p.907 (1992)
- 13) 本州四国連絡橋公団第一建設局 ほか：パンフレット“明石海峡大橋ケーブル工事”, 1993.6
- 14) 松島巖：防錆防食技術講演大会資料, (1994.1) p.1