表面処理鋼板の最近の動向

Recent Progress in Surface Finishing of Steel Sheets

佐 治 孝*

Takashi Saji

ブリキ缶やトタン屋根といった、我々に身近な表面処理鋼板は今日重要な産業資材として成長している。この最近の動向と工業化の進んでいる新製品に焦点をあてて紹介する。

1. はじめに

近年、表面処理鋼板製品の競合材料としてアルミニウムの登場が飲料缶の分野などにおいて見られるようになったとはいえ、われわれの日常生活を支える基礎資材として、表面処理鋼板が果す役割の重要性に変わりなく、とくに最近省資源の立場から、錆びない表面処理鋼板に対する関心はいちだんと増しつつある。

一方、この分野における研究は、従来の溶融浸せきや電気めっきに替って物理的な方法による表面処理技術の応用も試みられつつあるが、ここでは一応実用化されているもの、或いは実用化が進みつつあるものに限って、その動向や内容の概略について述べてみたい。

2. 表面処理鋼板の種類、性質および用途

従来、ブリキやトタンの名で親しまれてき

た表面処理鋼板も、近年、その製法の進歩や需要面の要求などから、その種類も増し特色ある製品が生み出されている。その主なものと、その特性、用途についてまとめたものを表1に示した。

3. 表面処理鋼板の利用法

このように、現在入手可能な表面処理鋼板は多種類にのぼるが、塗装鋼板（塩ビ鋼板）を除くと使用者側の利用法（二次処理工程）は図1のように大別される。

一般には塗装して製品とするが（図1（b）、（c））、そのさい塗装性のある表面処理鋼板ではそのまま塗装される（図1（b））。しかし塗装性が劣るもの、或いは未化成の鋼板を組合わせる必要がある場合には化成処理を施さねばならない（図1（c））。この未化成の冷延鋼板では、これが製品になるまでの工程中における錆の発生を抑え、またプレスなどしやすくするため、ある程度の防錆力と潤滑性を与えた鋼板も利用できる。

* 東京工業大学、大学院、総合理工学研究科、助教授、工学博士

〒227 神奈川県横浜市緑区長津田町4259

☎045 (984) 1111

* The Graduate School at Nagatsuta, Tokyo
Institute of Technology
4259, Nagatsuta-cho, Midori-ku, Yokohama-shi,
Kanagawa 227

表1 表面処理鋼板の種類とその例

種類	被覆物	処理法	皮膜厚さ (μm)	耐食性	耐熱性	耐摩耗性	加工性	溶接性	ハロゲン付着性	装飾性	価 格	そ の 他 の 性 能	用 途
化成処理板	リン酸塩クロム酸	水溶液法	0.1~25	Δ	$200^\circ >$	$\times$	Δ	$\times$	$\times$	Δ	$\circ$	塗装性、潤滑性、絶縁性、深絞り性	電気器具、建材、機械部品、家具、シャッター
		非水溶液法	$1 >$	Δ	Δ	$\times$	$\circ$	$\times$	$\times$	$\odot$	Δ	塗装性、潤滑性、絶縁性、深絞り性	機械器具、建材
		浸せき法	0.01~0.5	Δ	$220^\circ >$	Δ	Δ	Δ	$\times$	$\Delta \sim \circ$	$\circ$	耐アルカリ性、プリキ板の代用	倉用、容器、器物、各種部品
		電解法	0.05~0.1	$\Delta \sim \circ$	$\times \sim \Delta$	Δ	$\circ$	$\circ$	$\times$	$\Delta \sim \circ$	$\circ$	プリキ板の代用	容器、各種部品
塩素酸アルミニウム	クロム酸アルミニウム	クロママイズド法	15~40	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\times$	$\Delta \sim \circ$	$\times$	耐酸化性、耐イオウ性	建材、ステンレス等の代用
		アルミニウム法	15~40	$\odot$	$\odot$	$\circ$	$\times$	Δ	$\times$	$\Delta \sim \circ$	Δ	耐酸化性、耐イオウ性、耐海水性	建材、ステンレス等の代用、耐熱部品
		溶融法	25~50	$\odot$	Δ	Δ	$\odot$	$\circ$	$\circ$	$\Delta \sim \circ$	$\odot$	生産性、塗装性、深絞り性	建材、家具、器物、家電、線材、自動車部品
		電解法	2.5~15	$\circ$	Δ	Δ	$\circ$	$\circ$	$\circ$	Δ	$\circ$	潤滑性、塗装性	機械部品
めっき	亜鉛	溶融法	1.5~3	$\circ$	Δ	Δ	$\circ$	$\times$	$\odot$	$\odot$	$\circ$	生産性、無毒性	強腐食性用食缶、罐缶、容器、玩具
		電解法	0.4~5	Δ	Δ	Δ	$\circ$	$\times$	$\circ$	Δ	$\circ$	潤滑性、無毒性、延展性	中腐食性用食缶、容器、玩具
		溶融法	25~50	$\odot$	$800^\circ <$	Δ	$\circ$	Δ	$\times$	$\Delta \sim \circ$	Δ	生産性、高温耐酸化性	建材、器物、耐熱部品
		電解法	0.01~5	$\circ$	$\circ$	Δ	$\circ$	$\circ$	$\times$	$\circ$	$\times$	耐イオウ性	器物
銅板	鉛-亜鉛合金	電気泳動法	6~40	$\circ$	$\circ$	Δ	$\circ$	$\circ$	$\times$	$\circ$	Δ	耐イオウ性、耐酸化性	器物、裝飾部品
		真空蒸着法	0.025~1	Δ	$\circ$	Δ	$\circ$	$\circ$	$\times$	$\odot$	$\Delta \sim \circ$	高反射性、耐酸化性	器物、玩具
		溶融法	25~50	Δ	Δ	Δ	Δ	$\times$	$\circ$	Δ	$\circ$	潤滑性、耐酸化性	化学プラント部品
		溶融法	25~50	Δ	Δ	Δ	Δ	$\times$	$\circ$	$\Delta \sim \circ$	$\circ$	柔軟性、耐酸化性	各種電気材料
銅板	カドミウム	電解法	3~10	$\circ$	Δ	Δ	Δ	$\circ$	$\circ$	$\Delta \sim \circ$	$\times$	潤滑性、耐塩水性、低水素脆性	航空、船舶、電気部品
		無電解法	5~25	$\circ$	Δ	Δ	Δ	$\circ$	$\circ$	Δ	$\times \sim \Delta$	密着性、光沢性	家具、機械部品
		電解法	0.02~0.3	$\circ$	$600^\circ <$	Δ	Δ	$\circ$	$\circ$	Δ	Δ	密着性、光沢性	機械部品、プリキ代用
		電解法	0.05~	$\Delta \sim \circ$	$450^\circ <$	Δ	Δ	$\circ$	$\times$	Δ	$\times$	耐酸化性、光沢性、塗装性、硬質クロム	プリキ用食缶、容器、機械部品、金属工業
クロム板	アルミニウム	合板法	500<	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\times$	Δ	$\circ$	耐酸化性、耐衝撃抵抗性	受信管用隔離材料
		合板法	500<	$\odot$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	Δ	$\Delta \sim \circ$	耐高圧性、耐酸化性、高反射性、熱伝導性	高圧容器、原子炉材料、化学工業装置、建材
		合板法	500<	$\circ$	Δ	Δ	Δ	$\circ$	$\circ$	Δ	$\Delta \sim \circ$	柔軟性、耐酸化性	石油繊維工業
		合板法	500<	$\odot$	$800^\circ >$	Δ	Δ	$\circ$	$\circ$	Δ	$\Delta \sim \circ$	耐高圧性、耐酸化性、高反射性、熱伝導性	火力発電、酸洗設備、熱交換器、ポンプ類
鍍金板	ニッケル-金	合板法	500<	$\odot$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\times$	$\times$	Δ	$\circ$	柔軟性、耐酸化性、耐塩素、イオウ性	航空機材料、原子炉材料
		合板法	500<	$\odot$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\times$	$\times$	Δ	$\circ$	柔軟性、耐酸化性、耐水性	航空機材料、原子炉材料
鍍銀板	ニッケル	合板法	100<	$\odot$	$\times$	$\times$	$\circ$	$\times$	$\times$	$\odot$	$\circ$	絶縁性、耐薬品性、耐水性	写真、フィルム缶、建材、家具

(備考) $\odot$ 優秀 $\circ$ やや良し Δ やや劣る $\times$ 劣る

図1 表面処理鋼板の二次加工工程（山岸）

また、最近開発された高耐食性鋼板は加工後も十分な耐食性があるため、コスト低下、省力化、工程の無公害化などの観点から未塗装のまま、いわゆる裸使用される傾向が米国では次第に増加しつつあるといわれている（後述）。

表面処理鋼板に要求される特性には、耐食性のほかに表1に示すような各種の性質が挙げられるが、価格も含めて使用者が満足できるような表面処理鋼板を求めることはむづかしい。しかし最近、表面処理鋼板の種類も多く、利用者が選択できる範囲は広くなりつつあるので、製品の使用条件や環境条件および製品になるまでの組立、成型などの工程をよく検討した上で、目的に合う特性をもつ材料を決定すべきである。

アルミニウム被覆鋼板には現在、溶融法と拡散浸透法の二種類が市販されているが、かなり強い成型加工を行なう場合には、加工性の劣る後者（カロライジング）は適当でない（表1参照）。

塗装鋼板を使用した製品の場合では、未塗装鋼板の製品の場合と異なって、その耐食性は鋼板自体よりも塗膜の耐食性の方が重要である。例えば、食用缶として従来、ブリキやTFSが裸使用されてきたが、最近、この上に有機皮膜を焼付けて使用されることが多い。このような塗装缶の耐食性は塗膜の耐食性によって支配される。

4. 新しい表面処理鋼板

数々の新しい試みが報告されているが、そ

れを大別すると、新しいタイプの新製品（例えば、アルミニウム被覆鋼板）、従来品の改良品（例えば、合金化亜鉛めっき鋼板）、特殊用途向け製品（例えば、黄銅めっき鋼板）の3つになる。

その内容は、合金めっき、分散めっきなどのめっき技術の応用、処理膜の多様化による複合的効果の利用などであって、そのいくつかの例を次に紹介する。

(1) アルミニウム被覆鋼板（アルタイト）

亜鉛めっき鋼板は今日なお広く実用されている表面処理鋼板であって、その優れた総合的性質に匹敵するものは見い出されていないが、将来有望なその代替品としてアルミニウム被覆鋼板がある。これはアルミニウム自体のすぐれた耐食性のほか、耐酸化性、耐熱性など、亜鉛めっき鋼板にない特性をもつためと思われる。

その用途は機械部品、建材などの分野に期待でき、その価格は同一体積で比較すれば亜鉛よりすでに安価といわれている。しかし、わが国におけるその生産量は図2に示すように米国^{注1)}にくらべるとはるかに少ない。

本鋼板の欠点は、耐食性の優れた製品（付着量300g/m²、厚さ約100μm）は加工性が劣る点である。そのためプレスなど重加工を要する用途には、薄膜（60～150g/m²、20～50μm）で素地鉄とアルミニウム層の界面に生成される、硬くて脆い合金層の成長を抑えるケイ素を5～10%含む皮膜をつけた、耐食用

注1) 1973、74年は亜鉛鉄板の入手が困難なため、その代替品として大量生産されたが、その後建築業界の不振のため激減した。

図2 日本および米国におけるアルミニウムめっき鋼板の生産量

とは異なるタイプの製品が“耐熱用”として別に市販されている。本製品は熔融浸せき法で作られるが、粉末法も研究されている。

(2) 合金化亜鉛めっき（ガルバニールド鋼板）

冷延鋼板上に熔融浴中で亜鉛を被覆してのち、さらに高温で加熱して付着亜鉛の全量を素地鉄と反応させ、合金化させて得られる合金めっき鋼板である。この熱処理合金化皮膜は、耐摩耗性が優れ表面のスパングルが微細である。電機製品のパネル材のほか、自動車向け用途も試みられているが、その使用量は普通のものにとくらべると少ない。

(3) 光沢電気亜鉛めっき鋼板

少量のモリブデン、コバルトを光沢剤を含む電気めっき浴から亜鉛と同時に電着させて得られるめっき皮膜は、耐食性や塗料密着性が改善される。

これはまたニクロム代替品として、未塗装のまま裸使用も可能という。

(4) Zn-Al 合金めき（ガルバニウム）

熔融亜鉛鋼板と熔融アルミニウム鋼板の間を狙った製品である。この皮膜の標準組成はアルミニウム 55%，亜鉛 43.4%，ケイ素 1.6% で、ケイ素は素地と皮膜の境面合金層の発達を抑えるため添加される。目付け厚さは12.6 μ m（米国，再圧延品）～32 μ m（オーストラリヤ）で、その特長は優れた耐食性にあるといわれ、米国では全生産量の60～70%が裸使用される。しかし電気化学的防食性^{注2)}は亜鉛めっきに劣り、苛酷な環境での耐食性については疑問視するむきもある。また本鋼板の溶接性（ハンダ付け性）、塗装性、価格などの点で、亜鉛めっき鋼板と比較して必ずしも有利でないという。

用途には、一般建材（屋外使用を含む）のほか、車輛やガム器具用シート材が挙げられている。

(5) Zn-Cu 合金めっき鋼板

シアン化浴からの合金電着、或いは硫酸浴からの単独めっきをかさねた多重めっきの加熱合金化によって作られる。標準組成は黄銅（銅70，亜鉛30）と同一で、ゴムとの付着力が優れているため、最近急速に伸びた自動車スチールラジアルタイヤのスチールコードとして用いられている。

(6) Pb-Sn 合金めっき鋼板

耐食性に富む鉛に、鋼板との密着性を良くするためスズを添加したものである。その皮膜はスズ10～20%を含み、ハンダと同じ組成をもつため優れたハンダ付け性を示し、加工性や塗装性も良いが、欠点は皮膜が軟かいこと、ピンホールがあると素地鋼の腐食が加速されやすいこと、すなわち電気化学的防食作用がないことである。耐酸容器や自動車のガソリンタンク^{注2)}の材料などに用いられる。

5. その他の話題

(1) ジンクロメタル（金属含有ペイント）

塗膜中に金属亜鉛粉末を含ませてめっき亜鉛の電気化学防食作用を補わせる方法は、ジンクリッチペイントとして実用化されている

注2) めっき層が破れ鉄素地が露出したとき、めっき層が陽極（アノード）となって溶解し、陰極（カソード）となる鉄表面を保護する作用。

が、この発想を發展させ、素地金属よりも卑な亜鉛、マグネシウム、アルミニウムのような金属粉を含む有機皮膜を用いる技術が、最近米国で研究開発されて実用化まで進んでおり、わが国でも高耐食性多重皮膜処理として注目されている。

(2) 新しい化成皮膜

化成処理は耐食性向上のほか塗料密着性の強化をその主な目的としており、リン酸(塩)およびクロム酸(塩)を用いる方法が主流である。しかし、貴重資源であるスズの節約を目的とした、スズを用いない化成処理鋼板(TFS)^{注3)}として、金属クロムめっきの薄膜上に水和クロム酸化物を形成させた鋼板が既に実用化されている。最近では Fe-Ni 合金層の上に、クロム、マンガン、アルミニウム、亜鉛などの酸化物を一種以上含む酸化層を形成させる方法も提案されている。

この種の方法は非クロメート系の化成法として注目されるが、リン酸塩処理後タンニン(酸)の0.01%水溶液(重合リン酸塩やでんぷんなどを含む)を塗付乾燥させる方法が開

注3) Tin Free Steel の略である。

発された。

その他、亜鉛めっきをリン酸中で陽極として電解したり、或いは重合リン酸アルミニウム水溶液で陰極として電解し、短時間で優れた保護性と塗装性をもつ化成皮膜形成法が試みられている。

最後に、本解説は下記文献に負うところが大きく、本資料を心よく貸与された新日鉄基礎研、朝野秀次郎氏にお礼申し上げる。また、本文中の表は、日本表面化学協会研究所、青江徹博氏所有の資料から引用させていただいた。併せて感謝したい。

参 考 文 献

- 西山記念技術講座；表面処理 鋼板特集 (日本鉄鋼協会、昭和53年6月)
- 安藤卓雄；鉄鋼業における表面処理技術の動向と将来
- 山岸秀久；表面処理における無公害化技術
- 厚田俊一；新表面処理技術と製品
- 朝野秀次郎；鉄鋼表面処理製品の競合材料の現状と将来

OKUNO

オクノはこれからの時代が必要とするものをつくっています。

表面処理剤の総合メーカー

- メッキ用光沢剤
- 脱脂・脱錆・前処理剤及び後処理剤
- プラスチックメッキ用処理薬品
- アルミニウム用処理薬品
- 各種研磨剤
- 廃水処理剤
- 公害防止用機器

* このほかガラスカラー・写真用薬品・食品添加物などもつくっています。

＜TOP＞ 奥野製薬工業株式会社

本社 大阪市東区通修町3-23 TEL (203) 0721 (代表) 支店 東京都足立区新田3-8-17 TEL (912) 9241 (代表)
営業所 大阪 TEL (961) 7781・名古屋 TEL (871) 1601 出張所 高崎・城南・横浜・浜松・広島・福岡・工場・技術部・大阪

OKUNO CHEMICAL INDUSTRY CO., LTD.