ジンクリッチ系プライマー塗装鋼板の 自動車への利用

Steel Sheets Coated with Zinc-rich Paints

岩 崎 利 雄*

Toshio Iwasaki

自動車ボディの防錆鋼板として脚光を浴びているジンクロメタルを中心に、ジンクリッチ系塗装鋼板の品質特性、利用状況と問題点を整理し、併せて将来の動向を考えてみた。

1. 自動車車体防錆の背景

今日、地球上には3億台もの車があり、日本でも3.6人に1台の割合で車を保有している。車が経済や生活環境に密着し、省資源、省エネルギー、安全などの社会の要請と切り離せなくなっている。石油危機以降、①車体重量の軽減と②車体の防錆強化は1980年代にかけて自動車の最大の課題といわれている。

車体の軽量化は鋼板強度を上げて板厚を薄くすることであり、腐食による孔あき錆にとって不利な方向にある。車体防錆の重要性は、この点からも拍車がかかってこよう。

自動車の腐食は莫大な経済的損失を産むばかりでなく、安全の面からも重大事で自動車事故のうち腐食が直接、間接に関係している割合は20%に近いという報告もある。従って自動車の安全性、耐久性向上を求める要求はカナダ、米国を筆頭に各国政府や国家団体で真剣に取組まれ法規制を考え始めている模様である。一昨年発表されたカナダコードは防錆ガイドラインとして自動車メーカーに大き

な影響を与え、Ford, GM, VW, Fiat など欧米の代表的自動車会社がそれぞれの防錆保証を打ち出している。生産量の20%余りを対米輸出している日本の自動車メーカーもこれを極めて重く見て、それぞれの方法で防錆対策を進めている。

これら防錆対策として、①車体構造設計上の配慮、②化成処理、塗装技術など工法上の配慮が続けられている。とりわけリン酸亜鉛処理の浸せき化やカチオン電着塗装の採用を進め、今後大幅な耐食性向上が期待される。

しかし、自動車車体に使用される鋼板は0.7~1.2mm程度の板厚のため錆が発生すると孔あき腐食になり易い。また車体構造上袋部やポケット部、鋼板接合部など化成処理や塗料のつきまわりが不十分となるところや、泥水や塩水の溜り易い部分が生ずる。走行中には小石による塗膜のはく離も起こり易いなど、車体構造の細部においては、塩害を始めとする腐食環境の悪化に対して完全とはいえず、各種の防錆鋼板が適所に使われている。今後、防錆基準強化は必至であり、防錆鋼板の必要性が高まるゆえんである。

* 川崎製鉄(株)技術本部・技術開発部、技術開発室主査
〒100 東京都千代田区有楽町1-12、新有楽町ビル
☎03 (284) 3226

* Technical Development Dept. Kawasaki Steel Corp.
New Yurakucho Bldg., 12, Yuraku-cho 1-chome
Chiyoda-ku, Tokyo 100

ここでは高耐食性鋼板の代表として、ジंकロメタルを中心にジंकリッチ系塗装鋼板の品質特性、利用状況と問題点、今後の動向についてまとめてみたい。既に幾つかの報文があるので併せて参照頂きたい。

2. 防錆鋼板として望まれる性質

鋼板から自動車車体ができ上がる過程では、表1に示す性質が要求される。なかでも以下の項目が特に大切である。

(1) 耐食性

車は泥や塩分の付着に加え湿潤と乾燥の繰返しという苛酷な条件にさらされる。塩水噴霧試験で300～500時間以上赤錆発生のないこと、ASTM規格G60～G90亜鉛めっき（亜鉛付着量90～140g/m²）程度の耐食性が求められる。

(2) 溶接性

既存の溶接機が支障なく使えることが最低条件で、通常冷延鋼板なみの溶接性が望まれる。Fordの材料受入基準に見られるように生産性の点から電極チップの手入れなしに連続2000点以上の点溶接が可能でなければならぬ。この点片面防錆鋼板が有利である。

(3) 塗装性

フェンダー、ドアなどの外板部品に適用する場合、組立塗装後、冷延鋼板使用部と同一色調光沢に仕上がリ、微妙な差が生じてはならない。プリスター発生や塗膜の密着性劣化を生じてはならない。従って、車体外側は冷延鋼板のままで内側の防錆した片面処理鋼板が望ましい。

(4) 成形性と皮膜の耐加工性

鋼板自体の成形性を劣化させてはならず、成形時の防錆処理面の損傷や剥落、更には車の走行中のピッチング防食のため皮膜の耐衝撃性や耐久性が望まれる。

(5) 逆電解作用

表1 自動車用表面処理鋼板に要求される特性

加工工程	検討を要する特性	試験項目
ブランク	スリッパ	実施テスト
レベラー	耐洗浄油 耐防錆油	耐油性 "
プレス	塗膜はく離 耐プレス油	エリクセン、曲げ衝撃（ビードテスト） 耐油性
組立て	溶接性 溶接時の環境 接着剤性	スポット溶接性 環境測定 接着強度
脱脂	塗膜性能劣下	耐脱脂液性
化成処理	リン酸塩付着性 処理液劣下	リン酸塩付着特性
電着塗装	電着特性	塗装付着性 電着塗膜物性
実用性能	耐食性 耐チッピング	平板、加工後耐食性 電着後耐食性 チッピングテスト

犠牲防食能をもつ防錆鋼板と冷延鋼板の組合わせでは、陰極となった冷延鋼板側で水素発生や塗料の鹼化が起り、プリスター発生、塗膜密着性低下をきたす。この点ジंकリッチ系塗装鋼板が有利である。

以上を総合して、高耐食性片面防錆鋼板が必要とされる理由が理解されよう。

3. ジंकリッチ系塗装鋼板の特徴

3-1 ジंकロメタル*の登場

1972年、前章の要求に適合した片面防錆鋼板ジंकロメタルが米国ダイヤモンドシャムロック社で製品公開された。片面亜鉛めっき鋼板の実用化に先立って登場した意味は大きい。表2に各種鋼板との特性比較例を示すが「きわ立った耐食性」を持っている。さらに自動車用鋼板にとって、「安定して大量に供給でき

*ダイヤモンドシャムロック社の商標

表2 各種防錆鋼板の特性比較例

材 料			ジンクリッ チ系塗装鋼 板	合金化溶融 亜鉛めっき 鋼板	溶融亜鉛 めっき鋼 板	電気亜鉛 めっき鋼 板	冷延鋼板	備 考
特性と評価法								
耐食性	未加工	塩 水 噴 霧 (500hr)	○	×	△	×	—	赤錆発生量で評価
		耐 湿 性 試 験 (1000hr)	○	△	△	△	×	"
		コロードコート試験 (600hr)	○	△	○	△	×	"
	加工後	エリクセン押出部 (480hr)	○	△	△～○	△	—	"
		円筒深絞り部 (72hr)	○	△	△～○	×	—	"
		クロスカット部 (120hr)	△～○	△	△～○	△	—	"
総 合 評 価		○	△	△～○	△	×		
電着後の 耐食性	未加工	塩 水 噴 霧 (480hr)	○	△～○	△	△	△	赤錆, ふくれ程度で評価
		コロードコート (800hr)	○	△～○	△～○	△～○	△	ふくれ, 赤錆発生程度で評価
	塗 膜 破 壊	クロスカット部 (480hr)	○	△	×	△	×	アンダーフィルムコロ ーション性で評価
		チップング後 (240hr)	○	○	○	○	△	赤錆発生程度で評価
	溶 接 ナ ゲ ッ ト 部 (120hr)		△	○	○	○	—	
	総 合 評 価		○	△～○	△	△	×	
溶接性			点 溶 接 性 (連続打点性)	△～○	○	△～○	○	
加工性	皮膜の 耐はく 離性	エリクセン 押 出 し	△～○	△～○	○	○	○	押出し量～セロテープはく 離量で評価
		曲 げ	△～○	△～○	○	○	○	曲げアール量～セロテープ はく離量で評価
	成 形 性		○	(△)*	(△)*	○	○	*素材の熱処理で改善可能
電 着 塗装性	リン酸亜鉛付着量, 結晶ち密性		○	○	△	○	○	
	電着塗 膜の物 性	エリクセン 押 出 し 耐 衝 撃 性	○ △～○	○ ○	△～○ △～○	○ △～○	○ ○	
問 題 と な る 特 性 例			パウダリン 溶接性	パウダリン シリーズ 溶接性	溶接性, 化 成処理性, アンダーフ ィルムコロ ーション	高度の耐食 性 溶接性	耐食性	

注) 塩水噴霧試験は, JIS Z 2371による。5%食塩水, 亜鉛付着量(片面), 合金化めっき: 50g/m², 溶融めっき: 60g/m², 電気めっき: 40g/m²

(○使用上問題なし, △や・問題あり, ×問題あり)

る体制にある」ことも重要である。これは既存のカラーコーティングラインをそのまま利用でき, 大きな設備投資なしで生産が可能であったことによる。このため, 米国では価格も片面亜鉛めっき鋼板より安く供給できている。昨年は120万t/年を生産し, 自動車防錆鋼板の中心となっている。

3-2 皮膜構造と耐食性

(1) ジンクロメタルの皮膜構造

写真1に皮膜構造を示す。ダクロメット下地層と, ジンクロメット上塗り層の二相からなり, 両者は良く密着して境界は判断できない。写真1(b)は表面の走査型電顕写真を示す。膜厚はダクロメット3μm, ジンクロメット10μmが標準である。最近薄膜化による皮膜の加工性向上を狙ったニュー・ジンクロメ

溶接機：定置式スポット溶接機

RSB-31-30型

電極材質：Cu-Cr合金

電極形状：4.8mm, 45°面取り

溶接速度：20点/min

加圧力：200kg

二次電流：10,400 A

通電時間：10サイクル

板厚：0.8mm

電極処理：連続打点中はドレッシングしない

図1 スポット溶接打点回数と最小ナゲット径変化³⁾

わる成形ではパウダリングを生ずる。しかし、最外層にとどまり素地に達するほどではない。加工度による劣化程度を図2に示す。

実際のプレス作業時には若干のパウダリングも型への付着堆積によって星目の原因となり、型の手入れ回数や組立部品の手入れ工数増につながる恐れがある。ジंकリッチ系の塗装鋼板の弱点となっており、プレス型の改良、プレス条件変更（例えば、曲げ半径やクリアランスの緩和など）の配慮が望まれる。

(5) 逆電解作用、その他

ジंकリッチ系塗装鋼板では、接触時の電食速度がはるかに小さいことから、亜鉛めっき鋼板と冷延鋼板との接触時に生ずる冷延側塗膜のプリスター発生や塗膜密着強度低下は見られない。

その他、特筆すべきは、耐ガソリン性に優れており、KZコートにおいて食塩水入りガソリンを用いた180日間くり返し振とう試験の結果、ガソリン中に溶出した腐食生成物量

表3 各種防錆鋼板のスポット溶接性比較例*

鋼板の名称	回数
KZコート (16 μ m)	3000
溶融亜鉛めっき鋼板 (片面 60g/m ²)	3000
電気亜鉛めっき鋼板 (40g/m ²)	9000
合金化溶融亜鉛めっき鋼板 (50g/m ²)	19000
冷延鋼板 (比較)	21000

*ナゲット径4.1mm以上確保できる連続打点数を示す。

(備考) 加圧力：200kg
二次電流：9,500~11,200A
通電時間：10~20サイクル
(上記範囲で各鋼板に適した条件を選定)

〔エリクセン条件〕

試験法：JIS Z 2274(A法)

張出し高さ：5, 6, 7, 8, 9mm

押出し方向：皮膜面を凸に成形

〔判定方法〕

成形後凸部にセロテープを接着させて
すばやくはく離し、テープに付着した
はく離物を観察。(10点評価)

図2 エリクセン試験による皮膜はく離評価

は溶融亜鉛めっき鋼板の1/7と安定している。また、酸に対しても亜鉛めっきにくらべ優れている。

4. ジंकリッチ系塗装鋼板の用途、需給

4-1 適用例

米国車でのジंकロメタル適用例を図3に示す。当初リーンフォース、メンバーなど内

図 3 ジンクロメタルの典型的な使用例

板で適用開始したが1977年以降ドア、フェンダーなど外板に採用され、昨年 Ford 車 50万 t、GM車に70万 t が使用された。

日本では北米輸出車用を中心にフードリッジ、シェルアウター、ダッシュサイドなど厳しい腐食環境や化成処理、塗料のつきまわり性の悪いところに適用され、1500~2000 t/月の使用にとどまっている。KZコート、ウエルダブルコートも量的には同様であるが、ドア、フェンダー外板に使われている。

4-2 需給状況

表 4 に米国におけるジンクロメタル生産量を示す。Ford 全モデルに採用された1976年から本格的な大量生産に入っている。米国で急成長すると共に世界各国に波及し、ダイヤモンドシャムロック社からライセンスを取得した会社は20社を超えている。

日本では、住友金属と川崎製鉄とが技術導入し、月間数千トンの生産を行なっている。ウエルダブルコート（新日鉄）、KZコート（川鉄）も量的にはジンクロメタル同様多くはない。米国では幅 1,829 mm の高生産ラインが二基稼働の予定で、1980年には 200万 t が見込まれ、1985年で米国自動車車体に予定される片面防錆鋼板225万 t/年の89%に相当する能力を持つことになる(表 4、表 5 参照)。

表 4 米国におけるジンクロメタル生産量²⁾

年	生産量 (t)	備 考
1971	6,000	
1972	37,000	製品公開
1973	90,000	正式に市場化
1974	170,000	
1975	213,000	
1976	707,000	Ford全モデルに採用
1977	1,036,000	アウターパネルに大幅採用
1978	1,216,000	Ford50万t, GM70万t
1979	(1,400,000)*	見込, 半期64万t(昨年比13%増)
1980	(2,000,000)**	見込, 72インチ40万t/年のライン 二基稼働する

表 5 米国自動車の防錆鋼板使用量⁴⁾

	1978年	1985年
ジンクロメタル	125	?
片面亜鉛めっき	50	?
片面 計	175	225
両面亜鉛めっき, その他	110	175
防錆鋼板 計	285	400

(注) 単位: 万 t

5. ジンクリッチ系塗装鋼板の将来

ジンクリッチ系塗装鋼板の将来は、今後、

周辺で想定される技術動向への対応力や供給能力、コスト競争力から定まてこよう。

5-1 周辺技術の動向

- (1) 化成処理の浸せき化、カチオン電着化、ワックスインジェクションなど工法面の進展
- (2) 高張力鋼板化に対応した防錆処理法や溶接向上のための諸施策
- (3) 溶接性の優れた片面、又は両面高耐食亜鉛めっき鋼板の開発

などが要求され、これに対する技術的対応力があるか否かが問題となる。

5-2 技術的対応力と課題

- (1) カチオン電着化に対しては、冷延鋼板と同様に優れた適応性がある。しかしながらカチオン電着の採用により防錆鋼板の必要性減退の声もある。最近、Ford, GM もジンクロメタル使用の一部を冷延に戻すことを試みている。実車での評価には、なお数年を要することで、当面、進展を注視する必要がある。
- (2) 高張力鋼板は合金添加や特定の熱処理によって製造するため、溶融亜鉛めっき法よりは電気亜鉛めっきや皮膜塗装による防錆処理法が対応し易い。この点からも(3)の要求が出てきている。その主流は高耐食性複合又は複層電気亜鉛めっき鋼板となろう。数多くの特許が出されているが、ジンクリッチ系塗装鋼板に匹敵する高耐食性薄目付製品を、安定供給できるまでには、なお時間が必要であろう。

一方、塗装鋼板の課題は、溶接性と耐皮膜加工性のレベルアップである。

5-3 需要見通し

(1) 米国

表5に示すIISI市場開発委報告では自動車用防錆鋼板の需要は、1985年で片面防錆鋼板225万t/年、両面175万t/年、計400万t/年であり、6年後に100万t/年需要が増えるとしている。この防錆鋼板の中味がジンクロメ

タルと亜鉛めっき鋼板とがどの位の割合に落着くかは判らない。現在は、既に大量の使用実績を持ち、かつ来年は200万t/年の供給能力となって、コスト的にも有利なジンクロメタルが優位にあるといえよう。

(2) 国内

国内ではジンクロメタルを始め塗装鋼板の使用が限定されているが、その理由は①価格がやや高い。②皮膜のパウダリングによるプレス型手入れ、部品手入れ、溶接電極手入れの増加が多くなり作業性低下を招くためである。今後、米国で想定される防錆基準強化が現実のものとなるにつれ使用量は増加し、それによって、コストの低下も期待できる。

6. むすび

ジンクリッチ系塗装鋼板について概説したが、未だ開発改良の途上のものであり、評価も定着したとはいえない点、留意して頂きたい。塗装鋼板における皮膜物性、キュアリング技術の改良は勿論、鋼板メーカー側の責務であるが、プレス条件の検討や溶接電極の研究など、塗装鋼板使用にあたっての技術の発展も期待したいところである。

本報告が幾らかでも参考になれば幸である。

文 献

- 1) 大井ほか；鉄と鋼，No. 4. Vol. 64, Mar. P. 299 (1978)
- 2) 山本，西川；防錆管理，Vol. 22, No. 2 (1978)
- 3) 小川ほか；川鉄技報，Vol. 10, No. 1 (1978)
- 4) W. F. Ewart；IISI 市場開発委報告，June 13, 14 (1978)
- 5) 薦田，防錆管理，Vol. 23, No. 10, Oct. (1979)
- 6) 特開昭51—62830，—79138，—117935