自動車への表面処理鋼板の適用

腐食と塩害対策

Coated Steel Sheets for Corrosion Protection of Automobile Body

図1 自動車の錆の発生しやすい部位

融雪剤の使用による自動車々体の腐食は著しいものがあり、その塩害対策として表面処理鋼板の利用による車体構造の改善、塗装技術の改善が行なわれている。ここでは、自動車への鋼板の使用による耐食レベルの補強、材料の特性などについて紹介する。

1. はじめに

自動車は長期間にわたって屋外で使用されているので、厳しい環境に対応できる品質が要求されている。この環境条件も、都会地、工業地域、海岸地域、寒冷地、熱帯など、さまざまな条件の違いに適合しなければならぬ。

最近“時の問題”として、北米、ヨーロッパなどの寒冷地において、降雪時に道路に道路に撒布される融雪剤による車体下部、足回り部品などの錆による腐食が発生して、一部では社会問題として大きくとりあげられている¹⁾(図1カット、写真1)。

欧米の道路管理の基本的な考え方は、自動

車が生活必需品としての観点から、四季をとおして変わらない走行を保証することにあるので、降雪時チェーン、スパイクタイヤの使用が禁止されている地域も多くある。

そのため北米25州で融雪剤の撒布が行なわれており²⁾、ハイウェイでは、年間1km 当り16トンも使用されているところがある。

この融雪剤の組成は、カナダの事例では³⁾、塩化ナトリウム(岩塩他)と塩化カルシウムが小砂利と共に使用されている。

その原理は、氷に塩類を添加することによる氷点降下を利用して、道路上の雪を融かすわけである。しかしシャーベット状の雪と塩と砂利の混合物を車輪が巻き上げ、ミストとなった塩類は車体のあらゆるところに入り込み鉄を錆びさせる電解質として作用し、自動

李家 卓*

Takashi Rinoie

* 本田技研工業(株)鈴鹿製作所、主任技師
〒513 三重県鈴鹿市平田町1907 ☎0593 (78) 1212

* Honda Motor Co., Ltd.
1907, Hirata-cho, Suzuka-shi, Mie 513

写真1 ボディ下部の錆抜き事例

図2 アメリカ国内の腐食環境

車の寿命を大きく縮めるデメリットを伴う。

図2に見られるように、塩類撒布量の増大と共に、ユーザーの問題として、ひいては製造者は錆の対策が大きな課題となる(図3参照)。

このような現象の対策をここでは塩害対策と呼ぶことにする。

2. 塩害対策はどのようなものか

錆の発生、進行は電気化学的な理論どおりで、結果から原因の推定は容易であるが、実際の対策となると車体設計、生産技術の要求との背反に悩まされることが多い。

(a)一般的に車の錆対策として、次のような車体構造上の配慮をする。

- ①泥水の入るような隙間を作らない。
- ②泥水の滞積する箱状部を作らない。
- ③塗装が内部構造材まで充分付廻るようにする。
- ④塗膜が乗りにくいシャープエッジを作らない。

- ⑤異種金属を裸で接触させない。

これに加え塗装を補強する必要もある。最近の耐塩害に関する塗装技術の主な動きは次のとおりである。

(b)鉄素地と下塗りの間にあるリン酸亜鉛皮膜処理をスプレーからディップ方式にかわり

図3 英国における車輛の腐食問題

つつある。

これは従来、外面の防錆のみに注目した処理から、ボデー内面からの発錆を抑える必要のためと、車体前面の耐チップング防錆力向上のためにもっとも有効と考えられる。

(c)電着下塗り塗料の材料も、マレイン化油系からブタジエン樹脂系への転換があった。さらに耐食性能が高く、電気的に逆の挙動をするカチオン電着へ進もうとしている。

このような改良に対しても、なお車体構造の細部においては、塩害に対して未だ完全とは考えられない場合が多くある。このようなとき、さまざまな種類の表面処理鋼板を適所に使用すれば総合防錆力が大きく向上する。

3. 表面処理鋼板の種類と特徴

今迄のような経過から、一般に自動車に使用されている各種の処理鋼板を利用する側から見た特徴を述べる。

3-1 ジンクホットディップ鋼板

溶融した亜鉛のなかに鋼板を浸せきし亜鉛めっきしたものである。亜鉛の付着量は 200

～400g/m²あって耐食性は極めて高いが、表面の亜鉛の華模様様の結晶が両面にあり(写真2)、塗装をしたとき表面に透して結晶による凹凸が出る。そのため外観を問題にするところには不向きで、一部大型トラック、特装車のフレームに使用されている。

このような問題点に対して、ノースパングルといわれるものがある。

これは華模様様の結晶がなく、表面は微細な凹凸の粗面で、比較的外観レベルの高いところにも利用できるので、ボデー下部の構造物に使用される。

しかしいずれのものも、スポット溶接性が著しく劣ることが大きな問題になっている。

溶接性が劣る原因は、

- ①亜鉛が鉄より接触抵抗が小さいこと。
- ②亜鉛層の溶解に多くの溶解潜熱を要すること。

このことから、溶接時間で50%増、電流も25～40%増の高い加圧が必要となる。これに加えて、鋼板上の亜鉛が銅のチップ(スポット溶接機の電極)に付着し、合金化して早期に摩耗が起こり、チップの交換、ドレッシング(再成型)の頻度が増え、生産性を大きく阻害する。

このことからスポットチップがあたる側の亜鉛を極力減らす(出来ればなしに)努力がはられ、ディフレンシャルと称する片側亜鉛鋼板が生産されている。

写真2 亜鉛の華模様結晶

写真3 ドアーパネル

これを自動車のフロアー回りに、片面 $45 \sim 120 \text{g/m}^2$ のものが使用されることがある。

3-2 鉄-亜鉛合金鋼板

亜鉛付着量も $45 \sim 90 \text{g/m}^2$ で、もちろん、華模様もなく片面のものでは、比較的溶接性が向上している（写真3）。

溶接電流は、普通鋼板に対して $10 \sim 20\%$ 増しで、通電時間は $2 \sim 3$ サイクル長

目になる。また塗装との総合性能は、表1のように塩水噴霧試験にはっきりと耐食性の向上が現われている。

3-3 電気亜鉛めっき鋼板

電気めっきにより亜鉛めっきされるので、片側亜鉛めっきが容易なため、外観的には磨き鋼板の肌を要求するより、仕上げ部にフロントフェンダーのようなところに使用される。また、製造時に熱履歴がないのでプレス性もよい。

しかし亜鉛の付着量は $10 \sim 40 \text{g/m}^2$ と少ないのでスポット溶接性もよく、使いやすしいものではあるが、やはり亜鉛の付着量が少ないので重防錆が期待されると使用できず、ボディ内板部に使用されることが多い。

これまでの3種類は、いずれも亜鉛をコーティングしたものだが、耐食性から見た共通の弱点として、切断面、スポット、バリなどから、塗装面の下を這ふような腐食が早く進行するので、端末、溶接痕などへは更に防錆塗装を加える必要がある。このほか、ヘミング構造にしてシーラーを塗布する、端末部を外から見えない奥の方に充分余裕を持たせて折込む、などの対策がある。これは亜鉛の電気化学的な自己犠牲で、母材の腐食を防ぐ現象によるもので注意を要する。

表1 鉄-亜鉛合金鋼板上の塗装の性状⁴⁾

素 材		鉄-亜鉛合金鋼板	冷 延 鋼 板 リン酸塩処理
塗 装 条 件		アクリル樹脂系 焼付 $170^\circ\text{C} \times 30$ 分 膜厚 40μ	アクリル樹脂系 焼付 $170^\circ\text{C} \times 30$ 分 膜厚 40μ
一 次 密着性	ゴバン目ニリクセン(6mm) 折 曲 (2T)	100/100 ○	90/100 △
二 次 密着性	温水浸せき (50°C 240時間)	クロスカット部 ゴバン目 プリスター ◎	△ 100/100 ◎
	塩水噴霧 (240時間)	クロスカット部 プリスター ◎	× ◎

またKOH中和の電着塗装の場合には、亜鉛が溶解して耐食性が低下することがある。

3-4 鉛-スズ合金鋼板（ターンシート）

冷延鋼板に鉛の耐食性をあたえ、鋼板と鉛の接着性をたすけるために、スズを10%位加えた鉛-錫合金をコーティングしたものである。これは自動車の燃料タンクに多く使用される（写真4）。これはガソリンが滞留したときに、発生する有機酸に強い耐食性が期待できるためである。

塗料との密着性は、一般的によいとはいえないので充分材料を吟味する必要がある。一般に、エポキシ変性のメラミンアルキド塗料がよい結果が得られる。

このターンシートの裸耐食性は、エリクセ

写真4 燃料タンク断面（内面の鉛面、外面は黒塗装されている）

ン(6mm)で塩水噴霧168時間により15%程度の発錆が見られる程度である⁵⁾。

ターンシートの腐食はカルバニックな作用がないので、横に拡がるより孔状の深い腐食が進行することがまれに見られる。プレス傷、コーティング中の不純物などが原因と考えられるので注意を要する。

3-5 アルミナイズド鋼板

清浄にした鋼板を溶融したアルミニウムめっき槽に浸せきされたもので、鉄素地との間に合金層が存在して充分な密着性がある。

高温のもとで、アルミ表面に安定な酸化膜が生成するため、耐熱性を必要とする。マフラー(写真5)、エキゾーストパイプなどの排気系に使用されている。

3-6 ジンクリッチ塗装鋼板

ジンクリッチ塗料の優れた耐食性については、永年の実績からも証明されているが、これを塗布した鋼板がボディ外板の主要な部分に使用され、現在は拡大期にあって亜鉛鋼板にかわりつつある。

これの特徴として、片面のみのプレコート鋼板として、磨き鋼板側に高級な外観仕上げができる。

有機物をベースにした防錆皮膜ではあるが、電着塗装時に通電性がある、裸鉄板と比較して $\frac{1}{3}$ ほどの膜厚を付着させることができるので、電着との相乗効果によって塩水噴霧試験法で1,000時間を越える耐食性が得ら

れる。

従ってドアースキン(写真6)、フェンダーなど、外観的に重要なところで耐食性のキープポイントに使用されることが多い。しかし電着塗装のおよばない部位で、プレス傷が素地に達するところでは容易に赤錆が発生する。

このようなことを考え、亜鉛めっきを下地に加えたものもある。実用時の作業性、耐食性、プレス加工性など、それぞれ特徴のあるジクロメタル、ウエルコート、Zコートなど多くの名称のものがこのカテゴリーに入る。

4. 自動車部品への実施例

第2項にも述べたように、自動車ボディの設計構造との関係とで、表面処理鋼板の使用範囲は大幅に変わるが、ここで一つの実施例を図4⁶⁾で乗用車、図5にトラックで示す。

図4、5の二例で共通していえることは、環境からの塩水と泥が侵入し、抜けにくいロッカーパネルのような箱型部分、フロア底部の箱型強度部材、塩分を含んだ泥の飛散を直接うけるフェンダーやホイールハウスのような部分、また塩分の含んだ水、泥のとり扱ける部分で塗装のつきまわりにくいフロントビラー、エアダクトなどにも使用されていることがわかる。

写真5 マフラー

写真6 ドアースキン内面

5. 防錆力の評価

テスト

耐食性の評価方法としては、塩水噴霧試験法が一般的であり、現在でも重要なすのである。しかし各種のプレーコート鋼板ごとに、用途に応じた独特な試験が付加される。

1) 亜鉛鋼板においては恒温湿箱による白錆促進試験があり、評価は白錆によるテストピースの増重量と比較する。

2) ターンシートにおいてはガソリンタンクのような箱をつくり、ガソリン中に水5%投入し、いったん振って数ヶ月～数年の暴露試験を行ない、白錆発生面積で評価する方法もある。

3) アルミナイズ鋼板はガソリン中に入る臭化物、硫化物から発生する物質と熱に耐えることが期待されるので、次のような試験法⁷⁾がある。

- ① 180°F, 0.01N, HBr, 0.05N, H₂SO₄ 溶液に5秒間浸せきする。
- ② 液より取出し、1時間その上につるす。
- ③ 1), 2)の操作を20回繰り返す。
- ④ 1,000°Fの炉中で時間加熱する。

図4 乗用車の例

図5 トラックの例

図6 グラベロチップ・テスト装置

- ⑤ 炉から出して空冷。
- ⑥ ①～⑤をさらに24回繰返す。
- ⑦ 最後に、試験片から腐食生成物を
とりのぞき重量減を測定評価する。

4) 車体としての総合評価

2項に述べたように、表面処理鋼板がボディ構造の塩害に対する弱点を有効に補ったかの評価テストが必要である。

米国のある自動車メーカーでは、アリゾナの荒地に塩水とぬかるみ、碎石、ホコリなどを想定したテストコースをつくり実車を走行させ、ある時間のあるに湿潤室にいれるなど、試験順序を1サイクルとして評価している。

5) チッピング試験

碎石があたることによる外傷からの発錆は、塩害による錆発生の重要な原因である。

これに関しては、図6のグラベロメーター、図7のパイレンチップ・テスターがあり、試験法は表2のようで、見本板と比較評価する。

図7 パイレンチップ・テスト装置
(チップナット— $1/4$ インチナット(100個))

6. む す び

省資源時代に入って、車はメンテナンスフリー、およびロングライフの方向に更に進む

表2 代表的なチップ試験法の比較

試験法	チップ材料	チップ装置	チップ法	操 作 法
グラベロ メーター テスト	ロート フィニッ シュ社製 CA-10 1パイント	グラベロ メーター	5気圧 エアブラスト	塩水噴霧10日間後水洗, エアードライして1時間以内に粘着テープにより塗膜はく離する。
パイレン チップ テスト	¼インチナット 100コ	φ50mmパイプ 高さ4.5m より落下	チップテスト前 38℃の水に5日 間浸せき(soak) する	塩水噴霧3日間後, 暴露3日間と約4週間繰返したのち水洗して, エアードライし, 1時間以内によりテーピングする

と考えられ、ボディ、足回り、機能部品の耐食性も塩害地ならずとも重要な問題となる。

ボディ構造による腐食の原因になる部位の設計的な改善、排除、塗装技術の進歩が絶え間なく行なわれ、適用されている。

表面処理銅板は、その得失を考え適所に使用することでボディの総合防錆力が跛行することのない、高いレベルのものにするために使用されるものである。

文 献

- 1) Automobile International, May, 15

(1976)

- 2) IRM, Mar. 9 (1976, USA)
- 3) 高速度道路と自動車, Vol. XV, No. 1 (1972)
- 4) シルバーアロイ, CAT, No, SC, 405 (新日本製鉄)
- 5) ターンシート, CAT, No, SC, 431 (新日本製鉄)
- 6) Industrial Finishing, July, 53 (1976)
- 7) Chrysler's Spec., 461H-83, CAT, No, ST 405 (新日本製鉄)

ベータ線非破壊膜厚計 ベーターテクノスター 直続式モデルBT-3

被膜に照射されたベーター線が、厚みに比例して後方に散乱してくる線量を検出し、厚みを測定する装置で、被膜／素地の種類により0.01ミクロンから数10ミクロンまで、平面では0.79mmφ又円筒上の被測定物では0.4mmφまでの極小面積を測定する機能を持ち、さらに各種の測定台の使用により、さまざまな形状のサンプルの測定を可能にします。

※お問合せは直接当社をお願いします。

モデルBT-3

膜厚計の総合メーカー販売輸出／英国エルコメーター社総輸入元

電測工業株式会社

ELEC FING INSTRUMENTS CO., LTD

東京都中野区中央2-47-1 電話(03)365-0861(代表)
テレックス 232-3181