

塗装鋼板の端面耐食性

Edge Corrosion Resistance of Pre-Painted Steel Sheet

荻岐島健司/Kenji Ikishima・総合技術研究所 薄板研究部 主任研究員

今井和仁/Kazuhito Imai・総合技術研究所 薄板研究部

細田 靖/Yasushi Hosoda・和歌山製鉄所 薄板商品開発室 参事補

八内昭博/Akihiro Yauchi・未来技術研究所 エレクトロニクス材料研究部 次長

松尾左千夫/Sachio Matsuo・イゲタ鋼板㈱ 塗装技術室 次長

要 約

塗装鋼板の切断端面耐食性について、冷延鋼板を母材としたアフターコート材と比較した。

試験方法としては、塩水噴霧試験、乾湿繰り返し試験、湿潤試験ならびに、屋内・屋外暴露試験を実施した。

いずれの試験においても、亜鉛めっき鋼板を母材とする塗装鋼板は、冷延鋼板を母材とするアフターコート材よりも良好な端面耐食性（エッジクリープあるいは、さび幅が少ない）を有することが判明した。

Synopsis

We investigated edge corrosion resistance of pre-painted steel sheet in comparison with post-painted steel sheet, by SST (Salt Spray Test), D&D (Dip and Dry), HT (Humidity Test), interior exposure, exterior exposure testing method.

As a result of these tests it was demonstrated that, pre-painted steel sheet has superior edge corrosion resistance to post-painted steel sheet.

1. 緒 言

近年、プレコート鋼板と呼ばれる家電用塗装鋼板は、家電製品の製造工程で煩雑な塗装工程を省略できるため、その需要が増してきている。

塗装鋼板の採用によるメリットは、

- (1)ユーザーでの生産工程の省略ができること。
- (2)塗装時に発生する公害薬品や溶剤の処理が不要になること、加工油を使わないので工場がクリーン化できること。
- (3)設備更新時期などでは、初期の塗装設備の投資が不要で、敷地の有効利用ができること。
- (4)各種意匠性の高い塗装面があること。

等が挙げられている。一方で、

- (1)加工性と各種の性能バランス向上が必要。
- (2)導電性がないので、スポット溶接ができない。
- (3)切断端面が切りっぱなしになる。
- (4)小ロット対応が困難。

等の問題点についても、指摘されている¹⁾²⁾。

特に、塗装鋼板の切断端面の耐食性については、促進試験における防錆顔料の効果や、プライマー塗料の膜厚みの

影響などが報告されている³⁾⁴⁾。また我々も、促進試験では合金化溶融亜鉛めっきを母材とした塗装鋼板の耐食性が良好であるが、屋外暴露試験（沖縄、直江津、尼崎）では、めっき種類はあまり影響せず、めっき付着量の影響が大きいことや切断端面からの塗膜膨れ幅が、鋼板厚みとめっき厚みの比に依存することなどを報告している⁵⁾。

本報告では、塗装鋼板切断端面の耐食性と従来のアフターコートの耐食性とを、促進試験、屋内暴露試験、および屋外暴露試験にて比較検討した結果を述べることにしたい。

2. 実験方法

2-1 供試材

家電用途に使用される塗装鋼板として、第1表に示した構成の塗装鋼板を作成した。母材鋼板としては、板厚みの異なる冷延鋼板（SPCC，0.27，0.5，0.8 mm）を用い、脱脂、酸洗した後電気亜鉛めっきをした。片面の付着量として、0～90 g/m²まで変化させ両面めっきを施した。

下地処理としては、両面に塗布型のクロメート処理（付着量は、金属クロム換算で50 mg/m²）を行った。表面については、エポキシ系塗料の下塗りを乾燥膜厚み3 μm、オイル

フリーポリエステル系上塗りを乾燥膜厚み 15 μm となるよう塗装した。裏面は、メラミンアルキド系塗膜を約 3 μm 施した。

比較材として、冷延鋼板(板厚み 0.6 mm)にメラミンアルキド系塗料をスプレー塗装(静電塗装, 端部除き約 30 μm 膜厚)したもの(切断端面にも塗膜が被っている)を用意し、各種耐食性試験に供した(以下「アフターコート材」と呼ぶ)。

写真 1 にアフターコート材の端部断面を示した。アフターコートでも通常、鋼板切断端面(特に角部)には塗膜がわずかしき形成されていないことがわかる。

第 1 表 供試材内容
Table 1 Test samples

Zn plating weight (g/m ²)	Thickness of steel sheet (mm)	
0	0.27	Prepainted steel sheet
0	0.50	
0	0.80	
20	0.27	
20	0.50	
20	0.80	
40	0.50	Post-painted steel sheet
60	0.50	
90	0.27	
90	0.50	
90	0.80	
0	0.60	

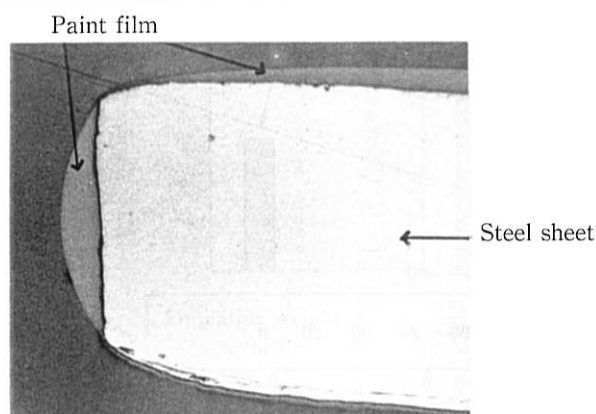


写真 1 アフターコートの端部断面
Photo 1 Edge cross section of post-painted steel sheet

2-2 促進試験方法

第 1 表に示した塗装鋼板を切断し、切断端面を露出させた。アフターコート材については、そのまま実験に供した。

促進試験としては、塩水噴霧試験、乾湿繰り返し試験および湿潤試験を行った。それぞれの試験条件について、第 2 表に示した。

第 2 表 各種促進試験内容
Table 2 Testing methods

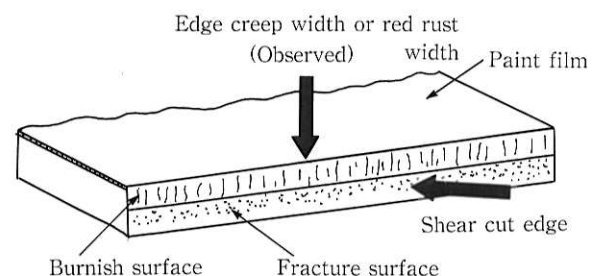
Testing methods	Condition
Salt spray test	35°C, 5 % NaCl spray (JIS Z 2371)
Dipping & drying test	35°C, 5 % NaCl dipping ↔ 50°C drying (1 h) (1 h)
Humidity test	50°C, Over 95 % RH atmosphere

2-3 暴露試験方法

屋外暴露は、尼崎市にある当社の総合技術研究所屋上にて行い(サンプルは南面向き、水平から約 30 度の傾斜をもつ架台に取り付けた)、屋内暴露は、同じ敷地内の倉庫にぶら下げるにより行った。なお暴露は、1986 年春より開始した。

2-4 評価方法

端面からの塗膜エッジクリープ幅(以下「塗膜膨れ幅」と呼ぶ)を各種試験条件、各種サンプルについて測定した。塗膜膨れ幅は、第 1 図に示す塗装鋼板上面からの観察によるものであり、(第 1 図下矢印)切断端面そのもの(第 1 図の横矢印)ではないことに御注意頂きたい。また、赤サビが顕著なサンプルについても、端面からの腐食という観点より、本報では塗膜膨れ幅として扱った。なお、ここでは評価面を切断端面が下バリになる面とした。



第 1 図 端面の評価
Fig.1 Edge creep width

3. 実験結果と考察

3-1 促進試験の結果

3-1-1 塩水噴霧試験の結果

400 時間後のサンプルを写真 2 に示した。第 2 図のようにめっきをしていない塗装鋼板は端部全長にわたり、赤錆を伴った塗膜膨れが 3 mm 程度発生した。次に膨れが大きいのは、アフターコート材であった。亜鉛付着量が 20 g/m² の塗装鋼板では 0.5 mm 程度の膨れが認められたが、亜鉛付着量が 40 g/m² 以上では塗膜膨れは見られず良好な耐食性を示した。

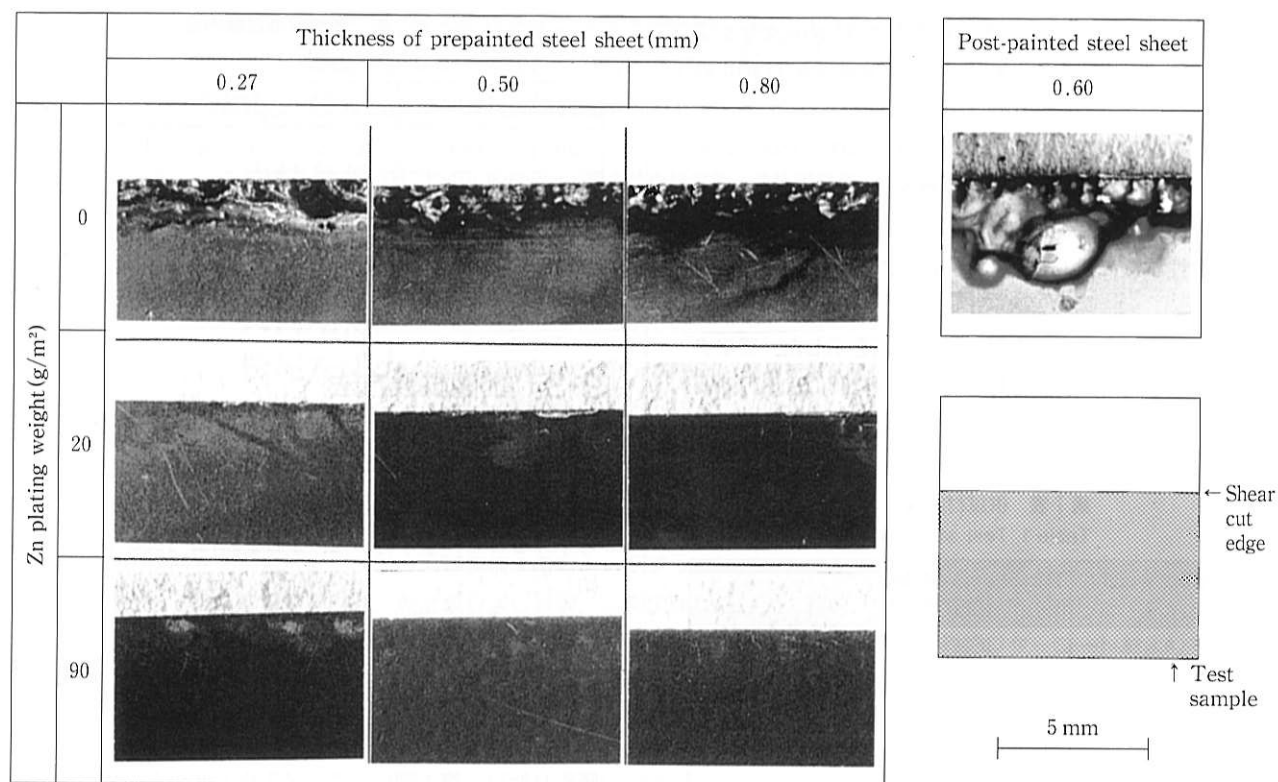
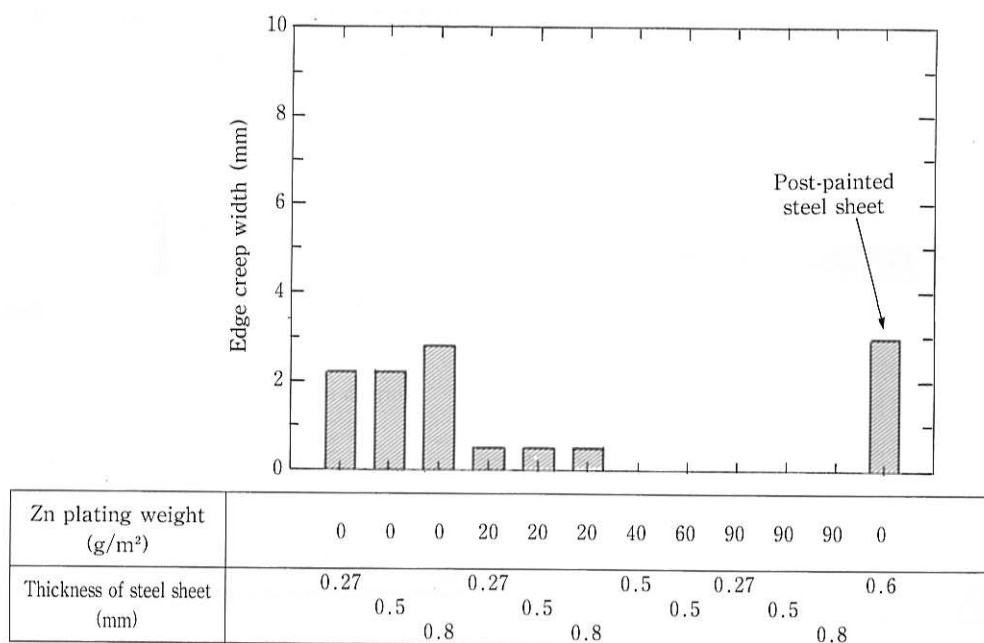


写真2 塩水噴霧試験結果(400時間)

Photo 2 Samples after SST (400 hours)



第2図 塩水噴霧試験 400 時間後の端面膨れ幅

Fig.2 Edge creep width after SST (400 hours)

3-1-2 乾湿繰り返し試験の結果

試験時間 400 時間後のサンプルを写真 3 に示した。膨れ幅は第 3 図のように、めっきをしない塗装鋼板では端部全長に渡る赤錆を伴った塗膜膨れが観察され、直径が 3 mm を超えるような大きな膨れも観察された。アフターコート材でも最大径 2 mm 程度の膨れが発生した。めっき付着量が 20 g/m² の塗装鋼板では、0.5~1 mm の赤錆を伴っ

た膨れ発生があったが、40 g/m² 以上では膨れは見られず良好な耐食性を有していた。

3-1-3 湿潤試験の結果

湿潤試験 400 時間後の膨れ幅を第 4 図に、サンプルを写真 4 に示した。塩水噴霧試験や乾湿繰り返し試験に比べて、サンプルの膨れ幅は小さかった。冷延塗装鋼板では約 2 mm の赤錆を伴った膨れが発生したが、めっきのある場合

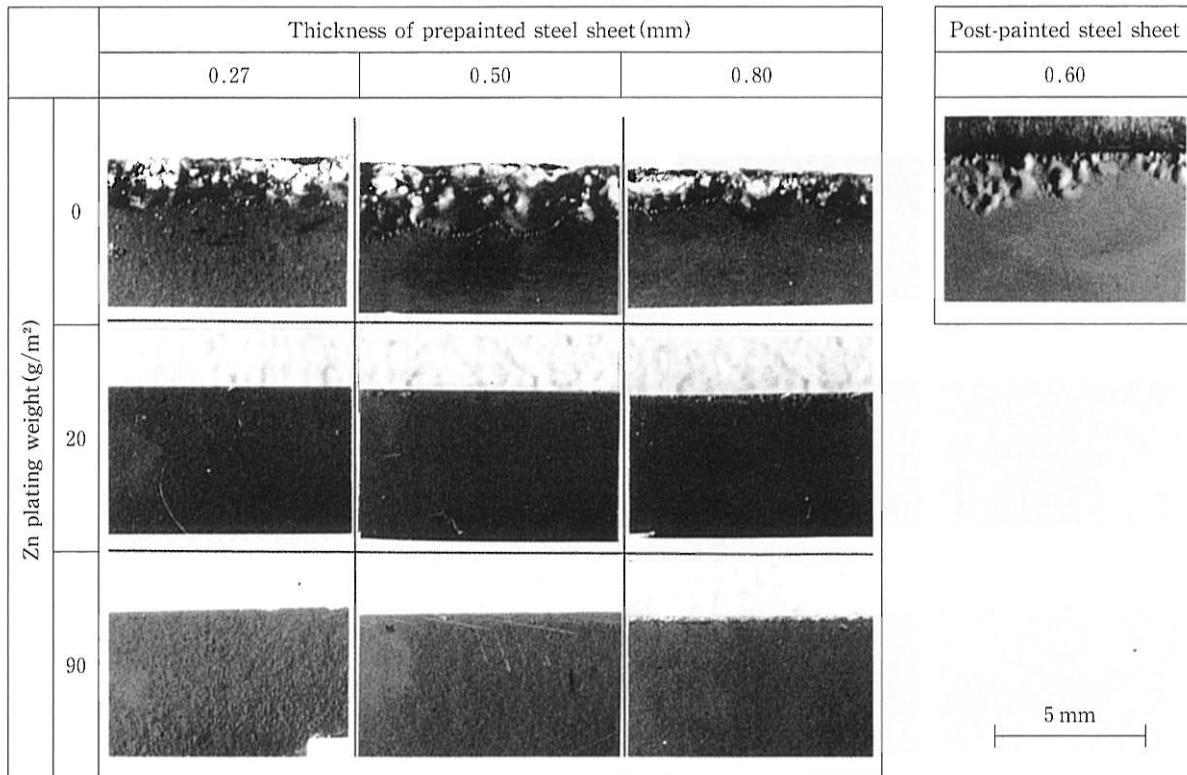
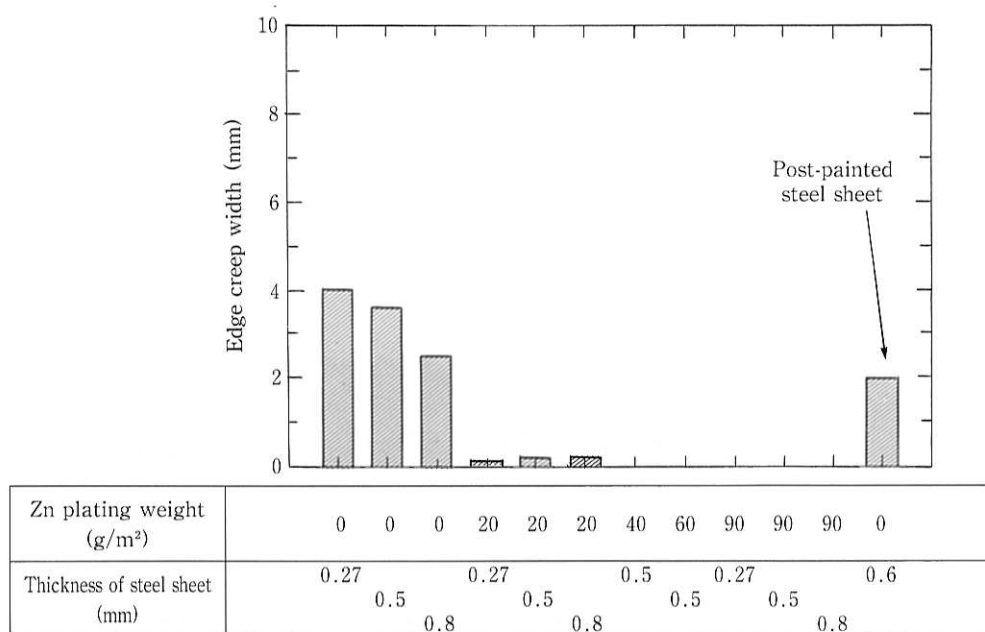


写真 3 乾湿繰り返し試験結果(400 時間)

Photo 3 Samples after D&D. test (400 hours)



第 3 図 乾湿繰り返し試験 400 時間後の端面膨れ幅

Fig.3 Edge creep width after D&D. test (400 hours)

には、いずれも 0.5 mm 程度の膨れが認められたのみであった。アフターコート材は、端部に最大約 0.5 mm の膨れが発生したのみであった。

3-2 促進試験結果のまとめと考察

3-2-1 アフターコート材の耐食性

本実験の供試材は、静電スプレー塗装して作成したもの

であるが、写真 1 のように切断角部では塗膜の付着量が極めて小さい。塗装直後には、荷電の集中などがあり角部には過剰な塗料が付着していた可能性があるが、その後の焼き付け過程で塗料の表面張力や収縮応力のためこのような塗膜の形状になったものと推定される。自動車用途の電着塗料でも同様の現象が報告されており⁶⁾、付き回り性(角部に厚膜で付着する)と塗料のレベリング性(鮮映性の高い平

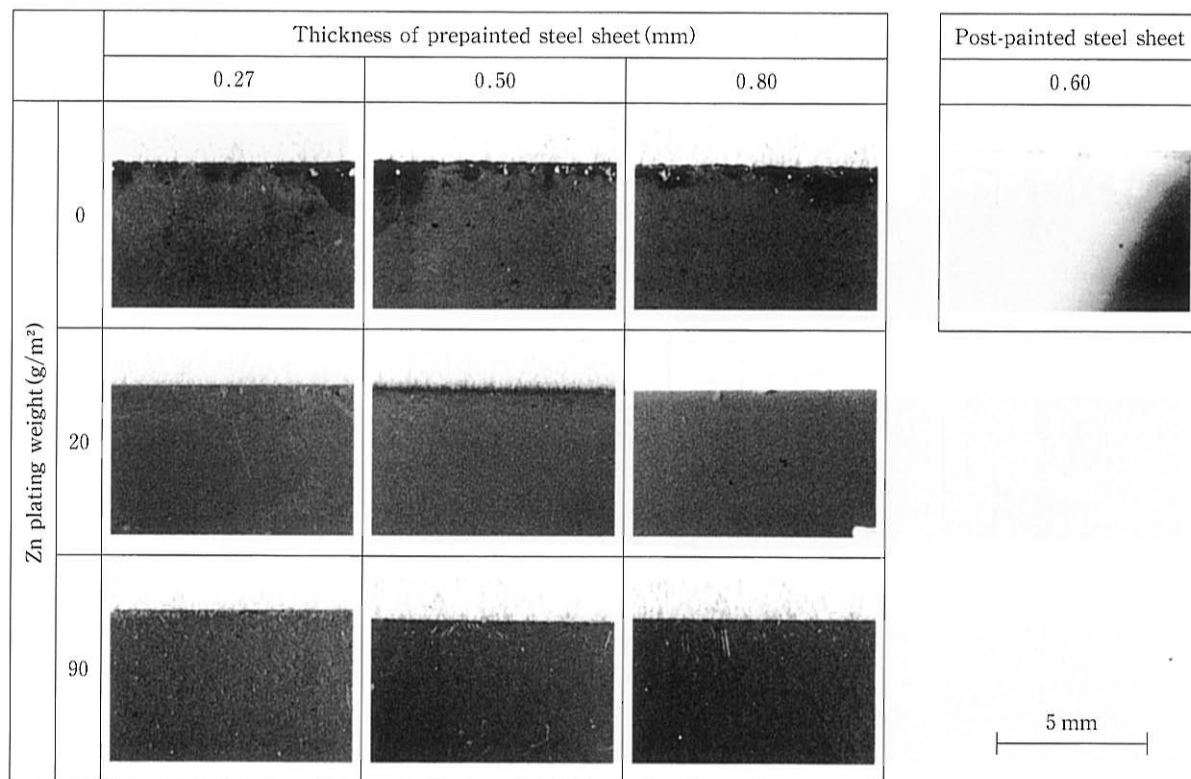
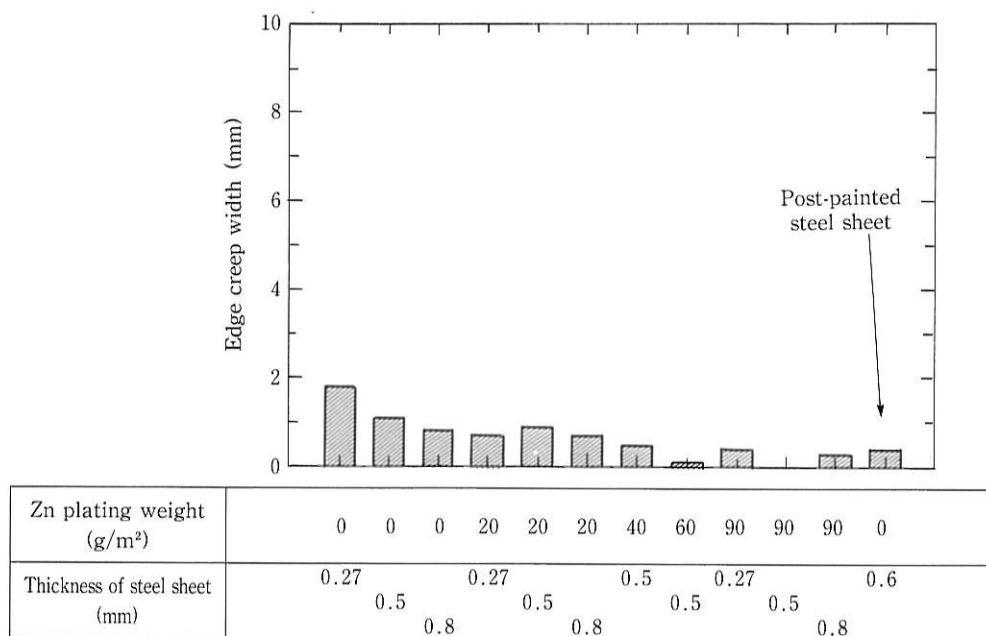


写真4 湿潤試験結果(400時間)

Photo 4 Samples after H.T. (400 hours)



第4図 湿潤試験 400 時間後の端面膨れ幅

Fig.4 Edge creep width after H. T. (400 hours)

滑な表面を得る)のバランス制御が検討されている。

このようにアフターコート材は、必ずしも切断端面に充分な塗膜が形成されているわけではなく、促進試験では端面部に赤錆発生が見られた。各種促進試験 400 時間の結果をまとめると、概して めっきのない塗装鋼板<アフターコート材<めっきのある塗装鋼板の順に良好な耐食性を示すことが判明した。

3-2-2 塗装鋼板の耐食性

赤錆を含む端面からの膨れ幅に対して、塩水噴霧試験や乾湿繰り返し試験では亜鉛付着量の影響が大きかった。即ち亜鉛付着量の大きい塗装鋼板は良好な耐食性を有していたが、湿潤試験ではめっきの効果が比較的小さかった。これは、腐食環境として電気伝導度の高い食塩水を用いる試験法の方が、より亜鉛めっきの犠牲防食能が有効に働いた

めと推定される。迫田ら⁷⁾は、環境の電気伝導度が低下すると、カソード防食距離が減少することを報告している。湿润試験におけるめっき付着量の効果低下は、イオン交換水による電気伝導度の低下によるものと推定される。

3-3 屋内外の暴露結果

3-3-1 屋内暴露試験の結果

屋内暴露試験でのサンプル端面付近について、写真5に示した。めっきのない塗装鋼板のみ糸状錆の発生が見られたため、第5図のように最大膨れ幅が大きかった。アフターコート材については、塗膜の膨れは認められなかったが、暴露9年で端面より1.5~2 mm程度の赤錆が発生していた。また、めっきのある塗装鋼板でも亜鉛めっきが20 g/m²以上あれば最大でも約1 mm以下の良好な耐食性を示した。亜鉛付着量が多い場合の方が、膨れ幅は若干減少傾向にあった。

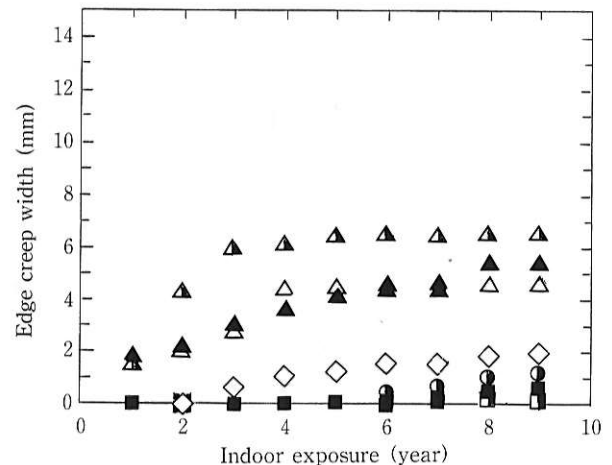
3-3-2 屋外暴露試験の結果

屋外暴露9年のサンプルを写真6に示した。端面からの塗膜膨れ幅については、第6図のように時間とともに増加していった。屋内暴露に比較して、膨れ幅の絶対値が大きくなっていることがわかる。めっきのない塗装鋼板では、屋内暴露と同様糸状錆の膨れが発生し、その幅も大きかった。アフターコート材は、最初の2~3年で4 mm程度の膨れが発生したが、その後膨れ幅の成長はほとんど見られなかった。めっきを施した塗装鋼板は、膨れ幅が小さく、概

してめっき付着量が大きく、鋼板厚みが小さいほど良好な耐食性を示した。

		Thickness of steel sheet (mm)		
		0.27	0.5	0.8
Zn plating weight (g/m ²)	0	△	▲	▲
	20	○	●	●
	90	□	■	■

◇ : Post-painted steel sheet



第5図 屋内暴露における塗膜膨れ幅の変化

Fig.5 Increase of edge creep width (Indoor exposure)

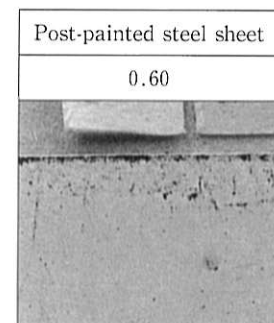
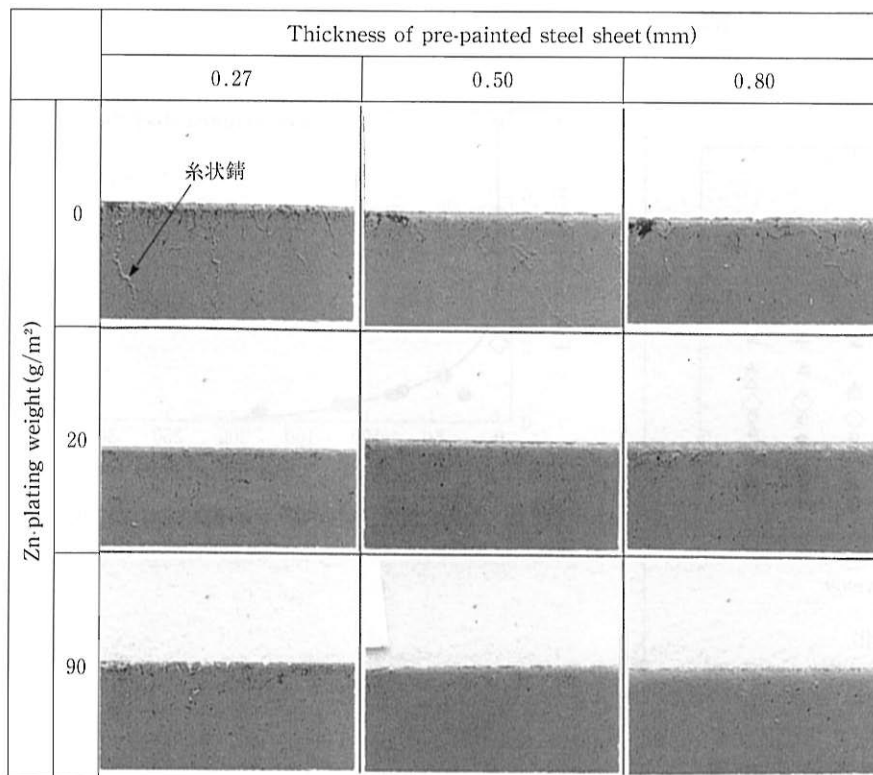


写真5 屋内暴露試験結果(暴露8年)

Photo 5 Samples after indoor exposure (8 years)

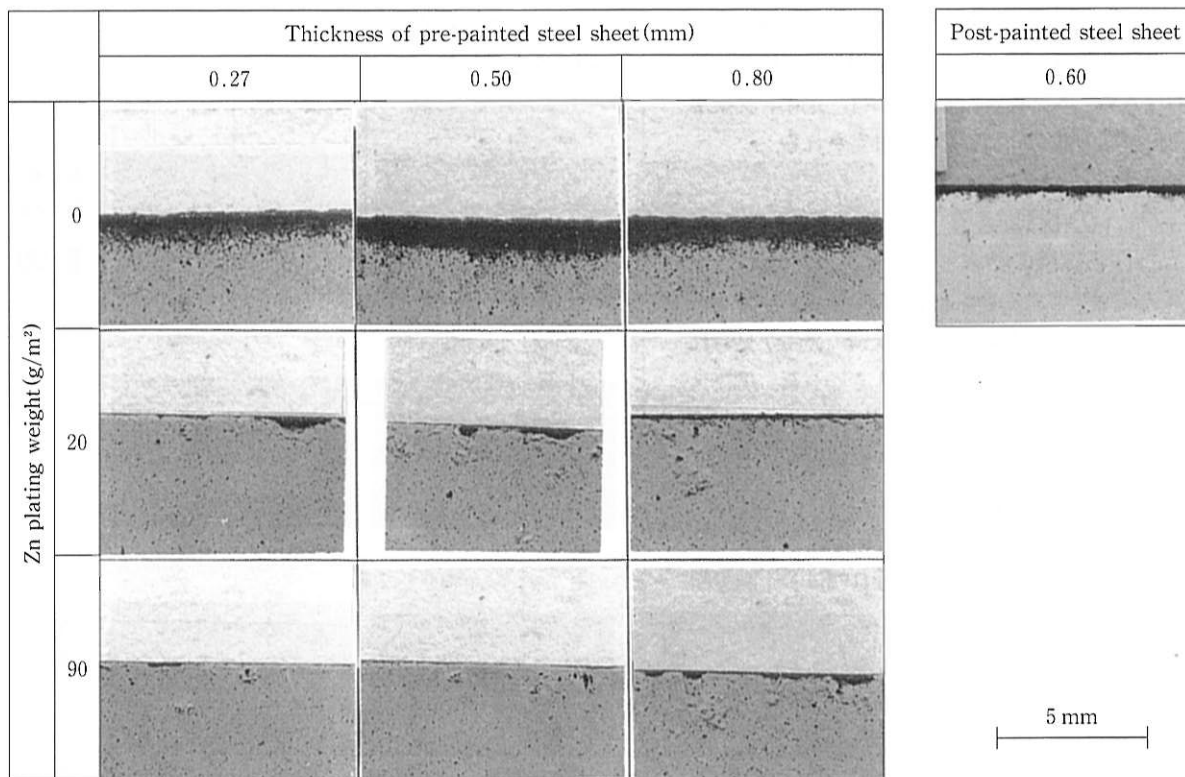
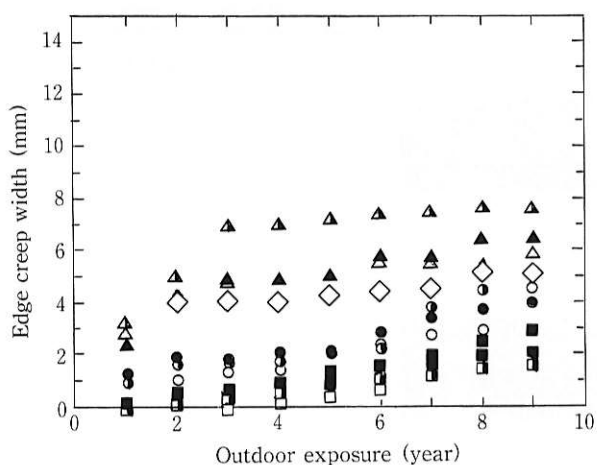


写真6 屋外暴露試験結果(暴露8年)

Photo 6 Samples after outdoor exposure (8 years)

		Thickness of steel sheet (mm)		
		0.27	0.5	0.8
Zn plating weight (g/m ²)	0			
	20			
	90			

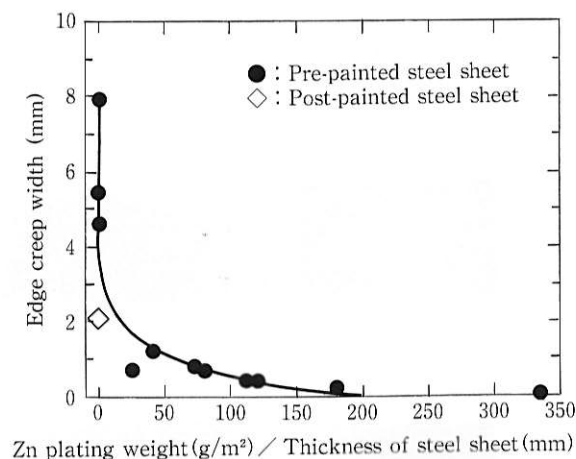
◇ : Post-painted steel sheet



第6図 屋外暴露における塗膜膨れ幅の変化

Fig.6 Increase of edge creep width (Outdoor exposure)

に示した、亜鉛めっき付着量／鋼板厚みが増加するにしたがって、端面膨れ幅は減少していることがわかる。またこれらの図により、使用する鋼板厚みが決定された場合の必要亜鉛めっき付着量が推定できる可能性が示唆される。

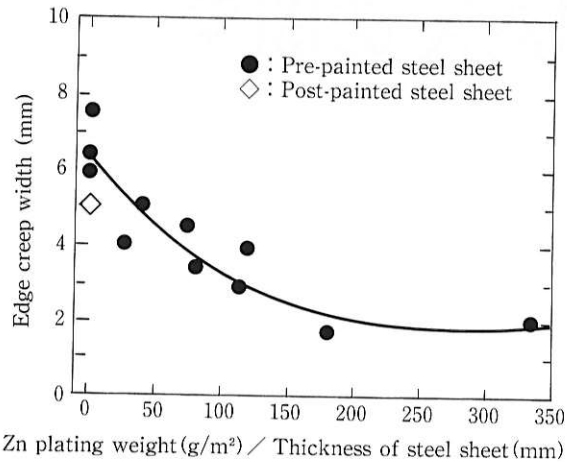


第7図 亜鉛付着量／鋼板厚みと端面最大膨れ幅の関係

Fig.7 Influence of Zn/Fe on edge creep width (Red rust)

3-4 屋内外暴露試験結果のまとめと考察

屋内暴露および屋外暴露試験での端面膨れ幅を、亜鉛めっき付着量／鋼板厚みで整理した結果を第7図および第8図



第8図 亜鉛付着量／鋼板厚みと端面最大膨れ幅の関係
Fig.8 Influence of Zn/Fe on edge creep width (Red rust)

4. 結 言

電気亜鉛めっきを施した母材を使用した塗装鋼板の端面耐食性を調査し、冷延母材のアフターコート材と比較した。電気亜鉛めっきを施した塗装鋼板は、促進試験、屋内暴露試験、屋外暴露試験において良好な耐食性を有することが判明した。また、屋内・屋外における切断端面からの塗膜膨れ幅は、亜鉛付着量と鋼板厚みの比によってほぼ整理された。



壱岐島健司 / Kenji Ikishima

総合技術研究所 薄板研究部
主任研究員

(問合せ先: 06(489)5724)

参考文献

- 1) 西原, 塩田: 防錆管理, **26** (1982) p.327
- 2) 岡: 実務表面処理, **30** (1983) p.429
- 3) 板原, 金井, 岡: 第7回塗料塗装技術総合研究発表会講演要旨集 (1989) p.40
- 4) 内田, 尾形, 大岸, 栗栖: 材料とプロセス **3** (1990) p.1517

- 5) 八内, 塩田, 壱岐島: 材料とプロセス **2** (1989) p.608
- 6) 上田: 塗装と塗料 **473** (1991) p.35
- 7) 迫田, 西原, 若野: 第68回金属表面技術協会講演要旨集 (1983) p.44