

塗装 55%Al-Zn めっき鋼板の 15 年間の屋外暴露試験結果

野村 広正*・金井 洋*・高杉 政志*²

Outdoor Exposure Test on Prepainted 55%Al-Zn Coated Steel Sheet Subjected in 15-year

Hiromasa NOMURA, Hiroshi KANAI and Masashi TAKASUGI

Synopsis : We carried out a 15-year outdoor exposure test to investigate the corrosion behavior of prepainted 55%Al-Zn coated steel sheet in comparison with prepainted galvanized steel sheet. The edge creep of prepainted 55%Al-Zn coated steel sheet is larger than that of prepainted galvanized steel sheet in the early stages of the exposure test. However, the progress of edge creep of prepainted 55%Al-Zn coated steel sheet slows down year after year then stops, while that of prepainted galvanized steel sheet remains almost constant. The edge creep widths of both sheets were almost the same at 6 to 8 years. After that point, the edge creep width of prepainted 55%Al-Zn coated steel sheet was smaller than that of prepainted galvanized steel sheet. Also, the scribed part and T-bend part of prepainted 55%Al-Zn coated steel sheet shows better corrosion resistance than those of prepainted galvanized steel sheet. The effect of pretreatment and primer on the corrosion of prepainted 55%Al-Zn coated steel sheet was not clearly noticed.

Key words: 55%Al-Zn coated steel sheet; prepainted steel sheet; corrosion; edge creep; outdoor exposure.

1. 緒言

55%Al-43.4%Zn-1.6%Si 合金めっき鋼板（以下、55%Al-Zn めっき鋼板と略す）は、米国の Bethlehem Steel 社で開発された高耐食性めっき鋼板である。日本にも 1982 年に技術導入され、現在、多くの鉄鋼メーカーが製造を行い、屋外建材分野を中心に幅広く使用されている。

裸仕様において 55%Al-Zn めっき鋼板が溶融亜鉛めっき鋼板（以下、Zn めっき鋼板と略す）よりも優れた耐食性を示すことは、各種の屋外暴露試験の結果からも明らかである^{1,2)}。一方、プレコート塗装を施した場合に、エッジクリープと呼ばれる切断端面からの腐食による塗膜膨れが大きいということも知られている。

著者らは塗装 55%Al-Zn めっき鋼板の暴露試験を塗装溶融亜鉛めっき鋼板（以下、塗装 Zn めっき鋼板と略す）と比較して数次に渡り行い、塗装 55%Al-Zn めっき鋼板のエッジクリープが暴露初期には塗装 Zn めっき鋼板より大きいものの、数年で進行がほぼ止まり、さらに暴露試験を続けると単調にエッジクリープが増加する塗装 Zn めっき鋼板よりも小さなエッジクリープとなることを報告した³⁻⁶⁾。

さらに、この塗装 55%Al-Zn めっき鋼板のエッジクリープ挙動は、めっき層に混在する Al リッチ相と Zn リッチ相に関係しており、初期にめっき層中の Al リッチ相が微量腐食して不動態化し、Zn リッチ相の選択的な腐食が起き、それが、初期の大きなエッジクリープになること、ある程度 Zn リッチ相の腐食が進むと Al リッチ相の腐食が始ま

り、Al リッチの腐食生成物が塗膜とめっきの界面に密に堆積するようになること、この腐食生成物がエッジクリープの進展を止める効果があること、化成処理やプライマー塗料の工夫でエッジクリープを軽減することは困難であること、以上を明らかにした³⁻⁵⁾。

このように塗装 55%Al-Zn めっき鋼板のエッジクリープが止まる現象についてはいくつかの報告があるが⁷⁾、長期間の屋外暴露試験で塗装 55%Al-Zn めっき鋼板の腐食挙動を評価した例はない。

本報告ではこれまでの報告³⁻⁵⁾と同一シリーズの暴露試験の 15 年間の結果をまとめて考察し、塗装 55%Al-Zn めっき鋼板のエッジクリープ挙動、傷部の腐食挙動、曲げ加工部の腐食挙動、塗装 Zn めっき鋼板の腐食挙動との比較、腐食を軽減すべく検討した化成処理とプライマーの効果、について述べる。

2. 実験方法

2.1 供試塗装原板

塗装原板として使用した 55%Al-Zn めっき鋼板と Zn めっき鋼板を Table 1 に示す。いずれも板厚は 0.5 mm である。55%Al-Zn めっき鋼板の表面仕上げは、レギュラスパングル仕上げとスパングルを微細化したエキストラスムース仕上げとがある。Zn めっき鋼板の表面仕上げはゼロスパングルである。めっき付着量は 55%Al-Zn めっき鋼板が 150 g/m²、Zn めっき鋼板が 300 g/m² である。これら

平成 14 年 4 月 26 日受付 平成 14 年 7 月 9 日受理 (Received on Apr. 26, 2002; Accepted on July 9, 2002)

* 新日本製鐵 (株) 鉄鋼研究所 (Steel Research Labs., Nippon Steel Corp., 20-1 Shintomi Futtsu 293-8511)

* 2 新日本製鐵 (株) 鉄鋼研究所 (現: 君津製鐵所) (Steel Research Labs., now Kimitsu Works, Nippon Steel Corp.)

Table 1. Steel sheets.

	Series 2	Series 3
55%Al-Zn coated steel sheet	Extra-smooth (GL-S)	Regular-spangled (GL-RD)
Zn coated steel sheet	Zero-spangled (GI)	←

Table 2. Pretreatment.

	Series 2		Series 3	
	GL-S	GI	GL-RD	GI
Zinc phosphate	PB3305	←		
Chromate, etching	AM712	←	AL1225	←
Chromate, roll-on			ALNR2NX ALNR2N2	← ←
Complex oxide	MET1303 MET3920	← ←		

Table 3. Paint.

	Series 2	Series 3
Primer	Epoxy 5~7 μm	Urethane modified epoxy (P01) 5~7 μm Special urethane modified epoxy (P150) 5~7 μm
Top coat	Acrylic 12 μm	Polyester (F80) 12 μm

めっき鋼板に対して、2・2節に示す化成処理および2・3節に示す塗装を行った。

2・2 化成処理

使用した化成処理を Table 2 に示す。化成処理としてはリン酸亜鉛処理、反応クロメート処理、塗布クロメート処理、複合酸化皮膜処理を行った。

2・3 塗装

プライマー塗料として、塗装 Zn めっき鋼板に通常使用されているエポキシ系プライマーとウレタン変性エポキシ系プライマー (P01)、塗装 55%Al-Zn めっき鋼板用に開発された特殊ウレタン変性エポキシ系プライマー (P150) を用いた。膜厚は 5~7 μm とした。トップ塗料として、アクリル系塗料とポリエステル系塗料を用いた。膜厚は 12 μm とした。詳細を Table 3 に示す。

2・4 暴露試験材

これまでの報告では第一次試験 (1974年~1984年)、第二次試験 (1979年~1994年)、第三次試験 (1981年~1996年) の3種類の試験について考察した^{3,4)} が、今回はそのうちの第二次試験と第三次試験について考察する。

第二次試験では試験片サイズを 50mm×100mm とし、全く表面に傷を入れないもの、めっきまで傷を入れたもの、鉄素地まで傷を入れたものを作製した。第三次試験ではサンプルサイズを 70mm×150mm とし、1つの試験片に鉄素地まで達する傷と 2T 折り曲げ加工を施した。なお、2T 折り曲げ加工とは同じ試験片を 2枚挟んで、180度の折り曲

げ加工を行うことを意味する。

2・5 屋外暴露試験

川崎市の田園地帯で南面 30° の条件で大気暴露試験を行い、傷つけ部、切断端面部、折り曲げ加工部からの腐食状況を調査した。

3. 実験結果と考察

3・1 15年間の暴露試験後の外観

第二次試験では化成処理としてはリン酸亜鉛系 (PB-3305)、コバルト複合酸化被膜系 (MET-1303)、反応クロメート系 (AM-712)、ニッケル複合酸化被膜系 (MET-3920) を処理し、エポキシ系プライマー塗料とアクリル系トップ塗料を塗装した。第二次試験は、めっきの効果と化成処理の効果を確認することを目的とした。第三次試験では化成処理としては反応クロメート系 (AL1225) と塗布クロメート系 (ALNR2NX, ALNR2N2) を処理し、プライマー塗料として通常プライマー塗料 (P01) または特殊プライマー塗料 (P150) を、トップ塗料としてポリエステル塗料を塗装した。第三次試験は、めっきの効果とプライマーの効果を確認することを目的とした。

第二次試験の外観写真を Fig. 1 に示す。いずれの前処理の条件でも塗装 55%Al-Zn めっき鋼板は良好な外観を保持しており、平面部での赤錆の発生はほとんどみられない。これに対して塗装 Zn めっき鋼板では所々塗膜が剥がれており、切断端面部のみならず平面部においても赤錆が発生している。第三次試験の外観写真を Fig. 2 に示す。塗装 Zn めっき鋼板では平面部、切断端面部、傷つけ部、T折り曲げ加工部のいずれにおいても赤錆の発生がみられる。一方、塗装 55%Al-Zn めっき鋼板は切断端面部、傷つけ部、折り曲げ加工部のいずれにおいても赤錆はほとんど発生しておらず、Alの腐食生成物に特有の黒シミがみられるだけである。

傷つけ部、切断端面部、T折り曲げ加工部の腐食挙動については次節以降で考察する。本節では平面部の腐食挙動を考察する。試験片を実体顕微鏡を使用して詳細に観察すると塗装 55%Al-Zn めっき鋼板の平面部には直径が 0.3mm 程度の膨れが点々と存在する。この膨れに赤錆はない。一方、塗装 Zn めっき鋼板では上記のように所々塗膜が剥離して赤錆が発生している。本実験では塗装 55%Al-Zn めっき鋼板と塗装 Zn めっき鋼板ともに同じ塗装を適用したので、塗膜の耐候性も劣化の程度も同等で、腐食因子 (水、酸素、電解質) の塗膜平面部からの進入は同等といえる。腐食因子が進入するといずれのめっきも腐食する。塗装 55%Al-Zn めっき鋼板の場合は腐食生成物が安定で腐食が進行しないため、小さな膨れで止まるのに対して、塗装 Zn めっき鋼板は腐食が進行し続けるため、最終的には塗膜が剥離して赤錆の発生にまで至るものと考えられる。

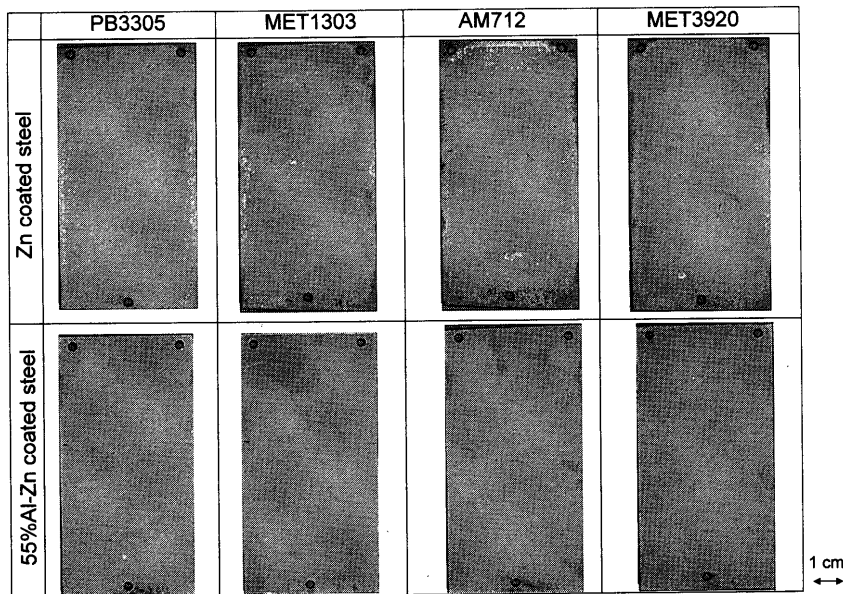


Fig. 1. Appearance of prepainted steel sheets after 15 years outdoor exposure test, Series 2.

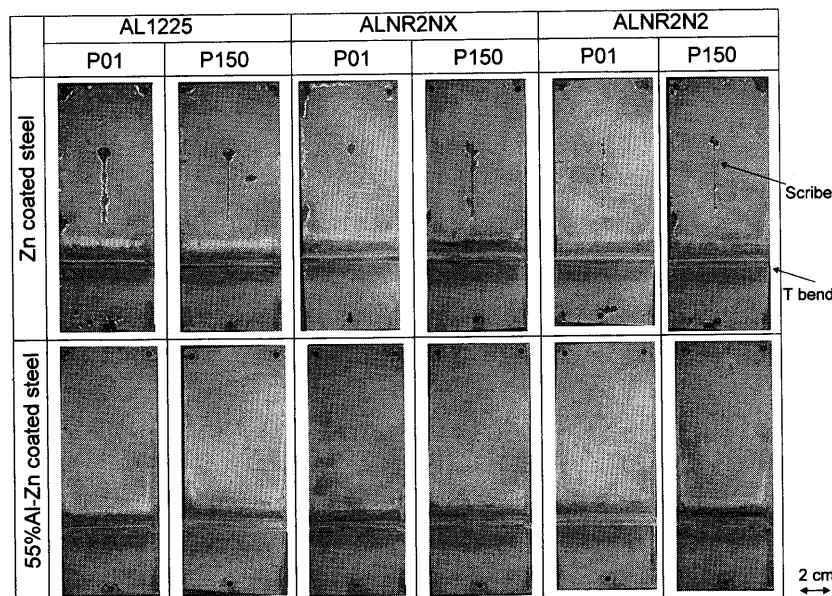


Fig. 2. Appearance of prepainted steel sheets after 15 years outdoor exposure test, Series 3.

3.2 傷つけ部の腐食挙動

第二次試験の傷つけ部（めっき層までと鉄素地までの2種類）および切断端面部からの膨れ幅（エッジクリープ）を Fig. 3 に示す。第三次試験の傷つけ部（鉄素地まで）からの膨れ幅および切断端面部からの膨れ幅を Fig. 4 に示す。傷つけ部の拡大写真を Fig. 5 に示す。Fig. 5 から塗装 Zn めっき鋼板では傷つけ部から数ミリの赤錆が発生しているのに対して、塗装 55%Al-Zn めっき鋼板では傷の中心部に極わずかの赤錆が発生しているに過ぎないことがわかる。

Fig. 3 および Fig. 4 において塗装 55%Al-Zn めっき鋼板の傷つけ部の膨れ幅は、暴露開始から約1年目（約365日）までは塗装 Zn めっき鋼板の膨れ幅とほぼ同等である。それ以降、塗装 55%Al-Zn めっき鋼板の膨れ幅は緩やかに増加し、約4年目（約1460日）から約6年目（約2190日）でほぼ止まり、それ以降15年目（約5475日）迄ほとんど増

加しない。一方、塗装 Zn めっき鋼板の膨れ幅は単調に増加し続けるため、4年目以降では塗装 55%Al-Zn めっき鋼板の膨れ幅の方が小さい。以上の傾向は傷をめっき層まで入れた場合と、鉄素地まで入れた場合ともに同一である。また、膨れ幅は鉄素地まで傷を入れた方がやや大きい。切断端面部からの膨れ幅は化成処理やプライマーを変えても大差はなく、塗装 55%Al-Zn めっき鋼板の傷つけ部の腐食に与える化成処理とプライマーの影響は小さい。

傷部の腐食機構は以下のように説明できる。55%Al-Zn めっきは Zn リッチ相と Al リッチ相からなる不均一相であるため、虫食い状の選択的な腐食が起きることにより、腐食の及ぶ範囲が Zn めっきよりやや広くなることが予想される。一方で、傷つけ部では腐食生成物が傷部を埋めるため腐食生成物による防食効果を考えることができる。特に亜鉛-アルミニウム合金めっきの腐食生成物には酸素還元反応を抑制する効果のあることが知られている⁷⁾。塗装

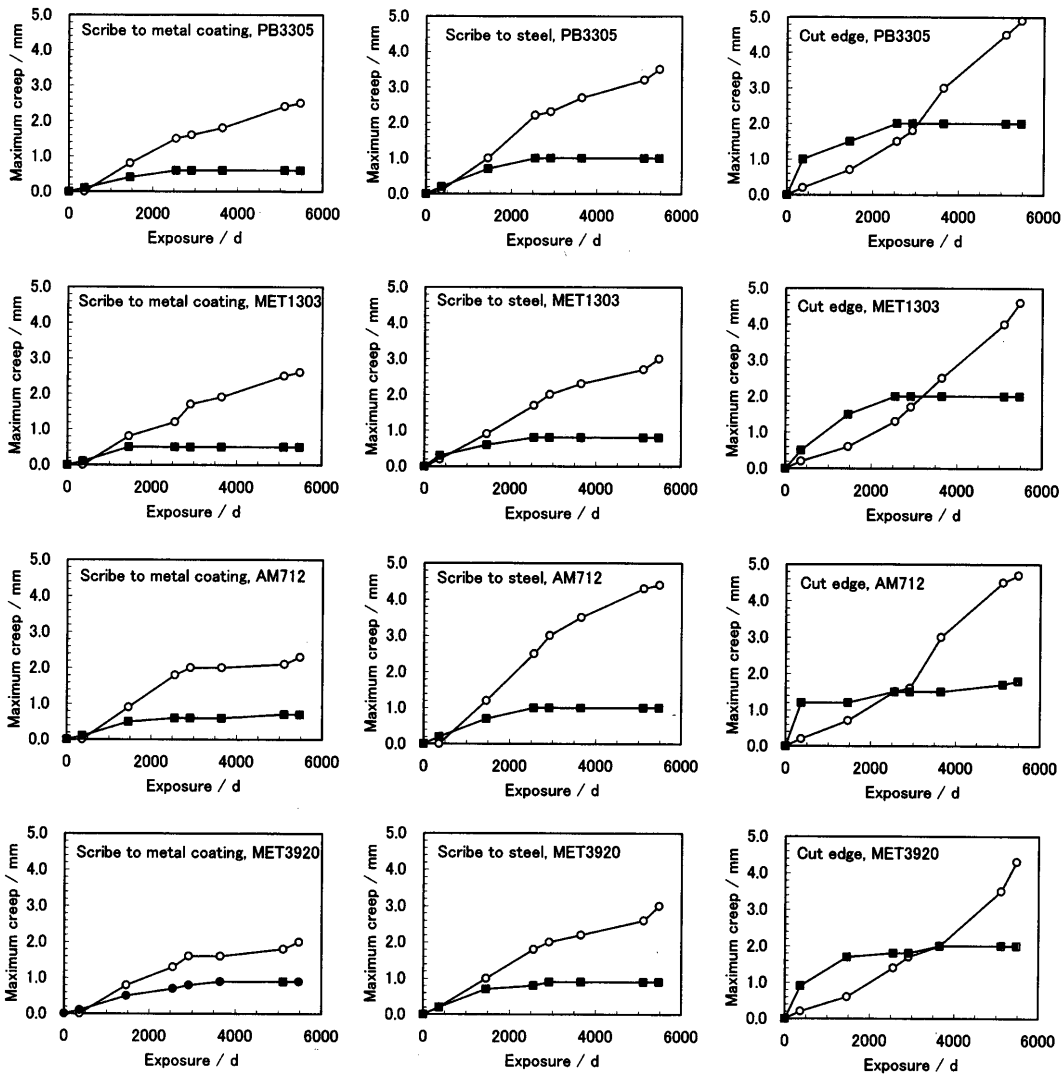


Fig. 3. Progression of paint creep from scribe and edge with different pretreatment, Series 2.
○: Zn coated steel sheet, ■: 55%Al-Zn coated steel sheet.

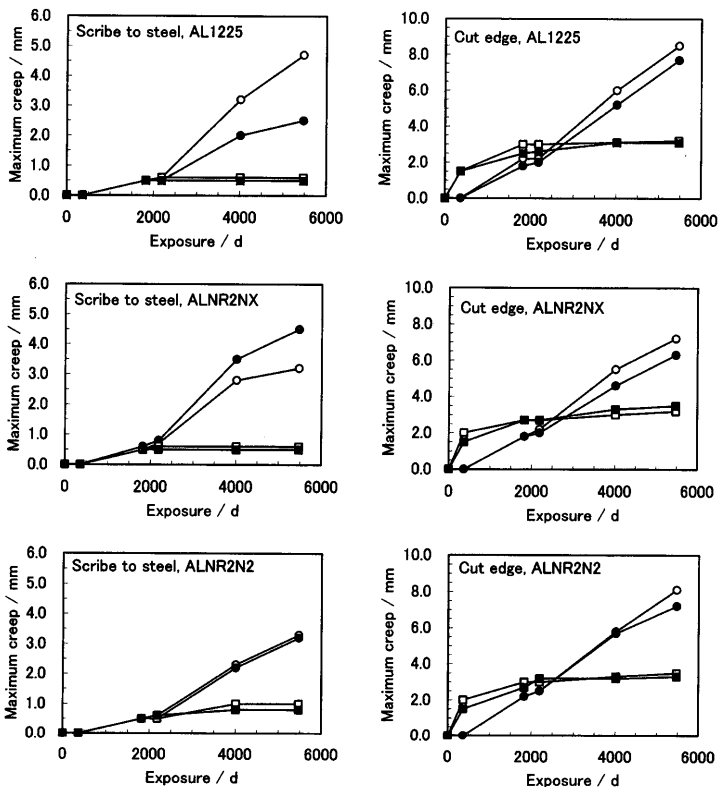


Fig. 4. Progression of paint creep from scribe and edge with different pretreatment and primer, Series 3.
○: GI+P01 primer, ●: GI+P150 primer, □: GL+P150 primer.

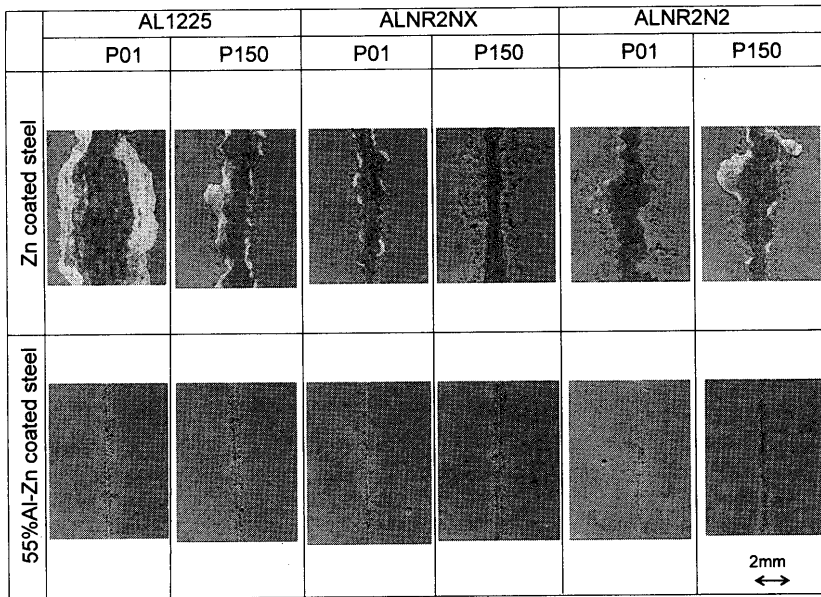


Fig. 5. Appearance of scribed part after 15 years outdoor exposure test, Series 3.

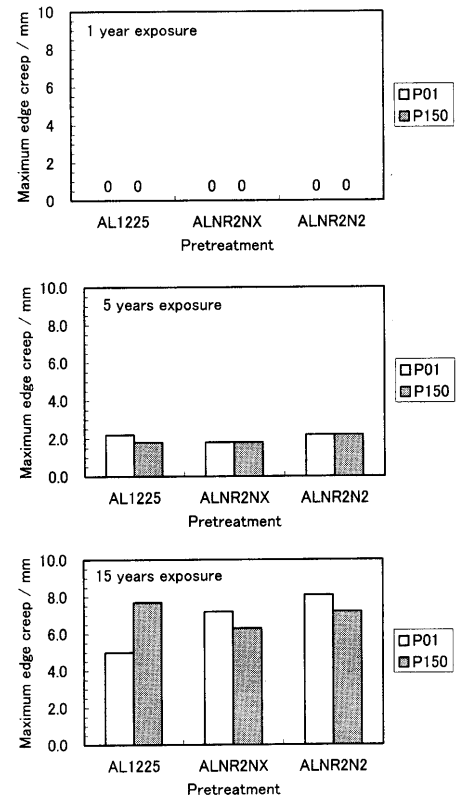


Fig. 7. Effect of primer and pretreatment on edge creep of Zn coated steel sheet.

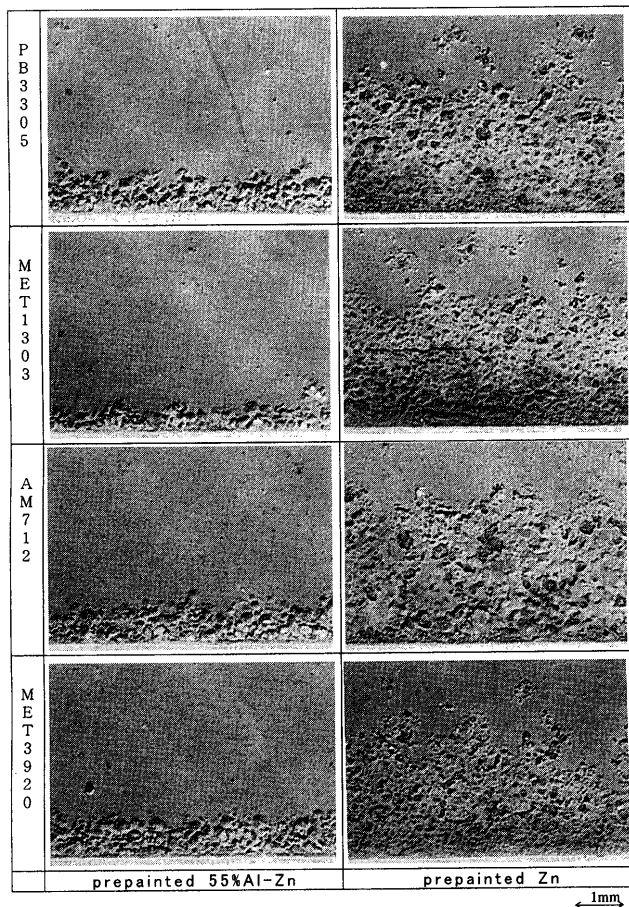


Fig. 6. Appearance of cut edges after 15 years outdoor exposure test, Series 2.

55%Al-Zn めっき鋼板の傷つけ部ではこの腐食生成物による酸素還元反応の抑制により、めっき層の選択的な腐食の進行がおさえられ、その結果、塗装 Zn めっき鋼板より小さな膨れ幅となるものと推定される。

第二次試験では腐食の起点はめっき層まで入れた傷、鉄素地まで入れた傷の2種類である。鉄素地まで傷を入れた場合には、露出した鉄素地を犠牲防食するめっき層のアノード溶解があるため、めっき層までしか傷を入れなかった場合よりもやや大きな膨れ幅になるものと考えられる。

3.3 切断端面部の腐食挙動

15年間の暴露試験後の第二次暴露試験材のエッジクリープ発生部を実体顕微鏡で観察した結果を Fig. 6 に示す。Fig. 6において塗装 Zn めっき鋼板では切断面からの塗膜膨れが大きいだけでなく、所々、塗膜が剥がれて赤錆が発生しているのに対して、塗装 55%Al-Zn めっき鋼板の膨れは極めて小さく、赤錆の発生もほとんどない。

Fig. 3 および Fig. 4 に示した塗装 55%Al-Zn めっき鋼板の切断端面部からの膨れ幅（エッジクリープ）は、暴露初期において大きい。しかし、4年目以降（約1460日）でエッジクリープの進行速度が遅くなり、7年目程度（約2555日）でエッジクリープの進行はストップし、以降15年目（約5475日）までほぼ同じエッジクリープを保持する。一方、塗装 Zn めっき鋼板のエッジクリープは暴露初期では塗装 55%Al-Zn めっき鋼板のエッジクリープより小さいものの、ほぼ暴露試験期間に比例して増大し、8年目程度で逆転して塗装 55%Al-Zn めっき鋼板のエッジクリープより大きくなる。15年目で比較すると、塗装 55%Al-Zn めっき鋼板のエッジクリープは塗装 Zn めっき鋼板のエ

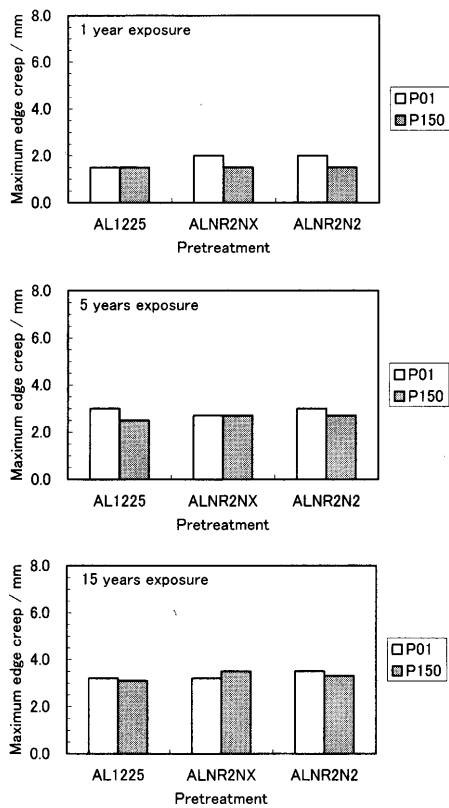


Fig. 8. Effect of primer and pretreatment on edge creep of 55%Al-Zn coated steel sheet.

ジクリープの 1/2 以下にしか過ぎない。

第二次試験では4種類の化成処理を適用し、これらが塗装 55%Al-Zn めっき鋼板の耐食性に与える影響の考察を試みた。Fig. 3 に示したように、化成処理間の差異は明確ではない。

第三次試験では2種類のプライマーを適用し、これらが塗装 55%Al-Zn めっき鋼板の耐食性に与える影響の考察を試みた。Fig. 7 と Fig. 8 にエッジクリープに与えるプライマーの影響を示す。プライマーの効果は明確ではなく、暴露1年目でP150プライマーを使用した方が若干小さな膨れ幅を示す傾向がみられているが、15年目ではP01プライマーとP150プライマーに差はない。塗装 55%Al-Zn めっき鋼板用のプライマーとして推奨されている特殊プライマーP150でも通常プライマーP01と同等の耐食性しか示さない。これは55%Al-Zn めっき層の不均一性に起因する腐食を、プライマーの改良で軽減することは困難であることを意味している。

以降では切断端面部の腐食機構について考察する。前処理間およびプライマー間で傾向に差異がなかったため、前処理としてリン酸亜鉛処理 (PB3305) を使用したものを例にとり、エッジクリープ発生部の経年変化を Fig. 9 に示す。Fig. 9 から、塗装 55%Al-Zn めっき鋼板のエッジクリープは、暴露初期では局所的に膨れの進行が早く、端面部には膨れが大きい部分と小さい部分が混在していること、暴露試験の経過とともに初期に膨れが大きかった部分でまず膨

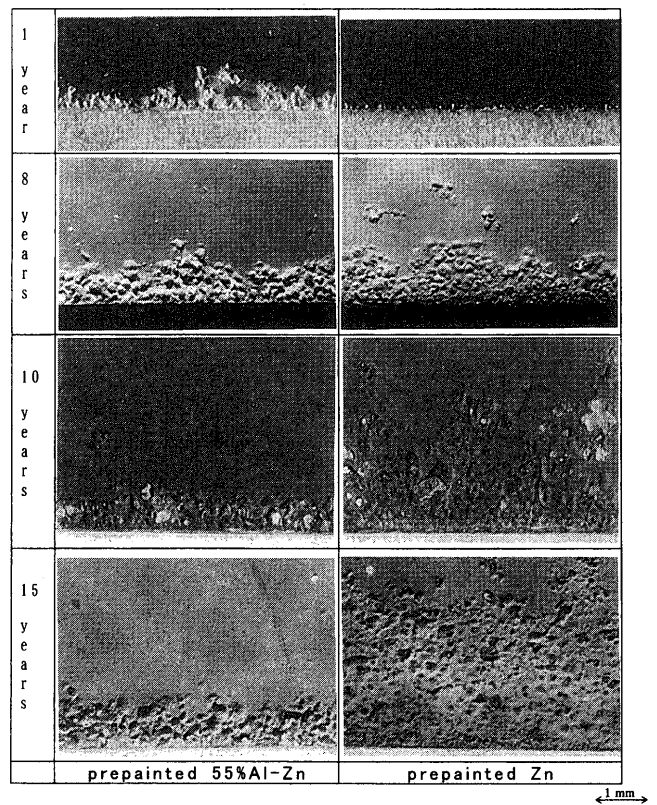


Fig. 9. Changes of the appearance of cut edges during exposure test, pretreatment: PB-3305, Series 2.

れがとまり、初期に膨れが小さかった部分の膨れが大きくなりそれに追いつくこと、15年目のエッジクリープ幅は試験片全長に渡って切断端面部からほぼ同じ幅であること、などがわかる。一方、塗装 Zn めっき鋼板のエッジクリープは暴露1年目ではほとんど目立たないが、試験期間に比例して増大しており、また、15年目の状態は塗装 55%Al-Zn めっき鋼板でみられた切断端面から均一な幅のエッジクリープではなく、膨れの大きい部分と小さい部分が混在した状態になっている。

切断端面部では鉄素地まで傷を入れた場合よりも広い鉄面が露出する。したがって、これを犠牲防食するためのめっき層のアノード溶解量は、鉄素地まで傷を入れた場合よりも大きくなる。その結果として切断端面部からの膨れは傷部からの膨れより大きくなる。先に述べたように55%Al-Zn めっき層ではZnリッチ相とAlリッチ相のカップルにより虫食い状の選択腐食が起こるため、塗装 55%Al-Zn めっき鋼板の方が塗装 Zn めっき鋼板より初期のエッジクリープが大きくなる。この初期の大きなエッジクリープは腐食生成物による抑制効果で4年目から6年目で止まり、それ以降15年目までほぼ一定のエッジクリープ幅が保持される。一方、塗装 Zn めっき鋼板のエッジクリープは試験期間にほぼ比例する形で15年間増加し続ける。その結果、6年目から8年目程度で塗装 55%Al-Zn めっき鋼板の方が塗装 Zn めっき鋼板より小さなエッジクリープとなるものと推定される。

Fig.10 に塗装 55%Al-Zn めっき鋼板のエッジクリープの先端部を断面からEPMAで元素の分布を分析した結果を示す。めっき層中ではZnリッチ相が選択的に腐食しており、上部にはAlを主体とした腐食生成物が堆積して塗膜膨れを形成していることがわかる。また、このAlを主体とした腐食生成物が塗膜下に密に堆積しており、これが腐食因子の進入を抑制したことが、エッジクリープの進展を止めた原因であるものと推察される。

長期間の屋外暴露試験で切断端面のみならず平面部からの腐食因子の進入も予想される。3・1節で述べたように塗装 55%Al-Zn めっき鋼板の場合は、平面部からの腐食因子の進入による腐食は小さく、これがエッジクリープに与える影響は無視できる。一方、塗装Znめっき鋼板の場合は平面部の腐食とエッジクリープとが合体している部分もみられることから、長期間の屋外使用においては平面部からの腐食因子の進入による腐食がエッジクリープに与える

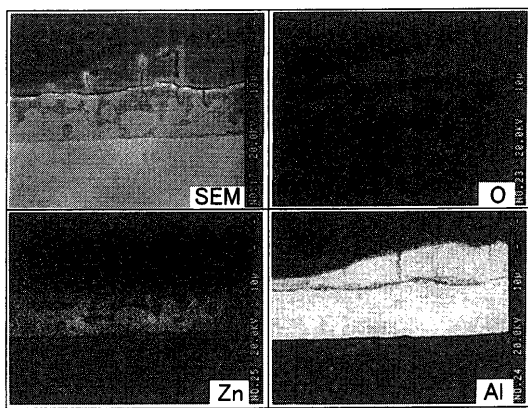


Fig. 10. Cross-sectional EPMA of cut edge of prepainted 55%Al-Zn coated steel sheet after 15 years exposure test, pretreatment: AM712, Series 2.

影響を単純に無視することはできない。

3.4 T折り曲げ加工部の腐食挙動

暴露開始前の折り曲げ加工部は塗装 Zn めっき鋼板と塗装 55%Al-Zn めっき鋼板に大差はなく、ほぼ同等のクラックの発生程度であった。15年間の暴露試験後の2T折り曲げ加工部の拡大写真をFig.11に示す。15年間の暴露試験後では塗装 Zn めっき鋼板の折り曲げ加工部には全面に赤錆が観察されるのに対して、塗装 55%Al-Zn めっき鋼板では塗膜の割れた部分にわずかの赤錆とAlの腐食生成物に起因する黒いシミが観察されるだけである。

いずれの化成処理およびプライマーでも傾向は同じであったので、化成処理として反応クロメート処理 (AL1225)、プライマーとしてP01を使用した系を例にとり、T曲げ加工部を断面から光学顕微鏡とEPMAで分析した結果を各々Fig.12とFig.13に示す。これらより、塗膜下にはAlの腐食生成物が堆積し、Znの腐食生成物はほとんど存在していないことがわかる。T折り曲げ加工部では加工時から微細なクラックが多数生じていることから³⁾、これら微細なクラックでZnリッチ相の選択的な溶解とそれに続くAlリッチ相の腐食、さらにAlの腐食生成物の堆積が比較的早い段階で起きるため、腐食は軽微であるものと考えられる。すなわち、T折り曲げ加工部でも傷部や切断端面部と同じ機構で腐食が止まっているが、切断端面部や傷部よりも

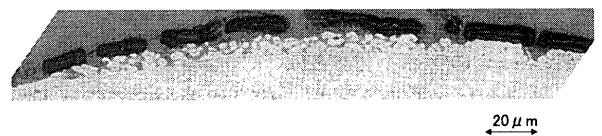


Fig. 12. Cross-sectional micro scope image of 2T bend part of prepainted 55%Al-Zn coated steel sheet after 15 years exposure, pretreatment: AL1225, primer: P01, Series 3.

	AL1225		ALNR2NX		ALNR2N2	
	P01	P150	P01	P150	P01	P150
Zn coated steel						
55%Al-Zn coated steel						

Fig. 11. Appearance of 2T bend part after 15 years outdoor exposure test, Series 3.

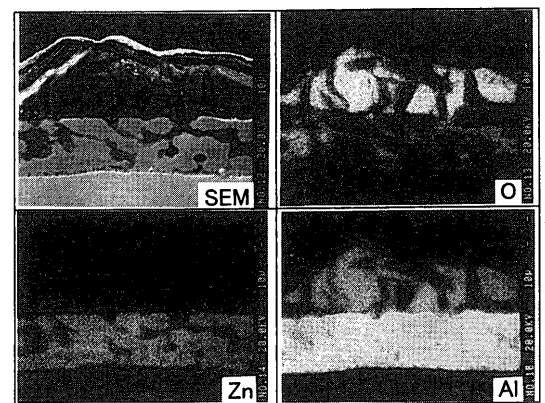


Fig. 13. Cross-sectional EPMA of 2T bend part of prepainted 55%Al-Zn coated steel sheet after 15 years exposure test, pretreatment: AL1225, primer: P01, Series 3.

めっきの割れが狭く、露出する鉄下地が少ないため、アノード溶解するめっきの量が少なく、また、効率的に Al の腐食生成物が堆積するため腐食が進みにくいものと推定される。

4. 塗装 55%Al-Zn めっき鋼板の腐食挙動のまとめ

55%Al-Zn めっき層は Al リッチ相と Zn リッチ相が 3 次元に絡み合った不均一相を形成しており、Al リッチ相が 80%Al-20%Zn、Zn リッチ相が 78%Zn-22%Al と報告されている。塗装 55%Al-Zn めっき鋼板の腐食挙動はこの不均一相に影響されており、次のステップで進む。

第一段階：電気化学的に Zn リッチ相より卑な Al リッチ相が腐食する。

第二段階：Al リッチ相の表面が薄い腐食生成物で覆われて不動態化する。

第三段階：不動態化した Al リッチ相より卑な Zn リッチ相の腐食が始まる。

Zn の腐食生成物は水に溶解しやすいので系外へ溶出する。

第四段階：Zn リッチ相が腐食してなくなると Al リッチ相の腐食が始まる。Al の腐食生成物は水に溶解しにくいので塗膜下に堆積する。

第五段階：堆積した Al の腐食生成物は腐食抑制効果を発揮し、腐食の進行速度を遅くし、最終的にはストップする。

以上のステップはこれまでの報告でも述べているが⁴⁾、本報では 15 年間の暴露試験でも第五段階の状態が維持されることを明らかにした。この状態は切断端面部、傷部、T 折り曲げ加工部のいずれの部分でも生じている。

5. 結言

本論文では 15 年間の屋外暴露試験で、塗装 55%Al-Zn めっき鋼板の腐食挙動を塗装 Zn めっき鋼板のそれと比較して調査した結果を述べた。これまでの報告³⁻⁵⁾と今回の結果をまとめて大気暴露試験の結果を考察すると以下のことがいえる。

(1) 塗装 55%Al-Zn めっき鋼板は塗装 Zn めっき鋼板に比べてエッジクリップの発生が早く、6~24 ヶ月の暴露初期段階で目立つ。これはめっき層の Al リッチ相と Zn リッチ相がカップルして Zn リッチ相の選択的な腐食が虫食い状に進むからである。この後エッジクリップの進展速度は遅くなる傾向がみられ、4 年目から 6 年目で止まる傾向がみられる。エッジクリップの進行が止まった状態は 15 年目でもほぼ保持されている。これは Al を主体とした腐食生成物が塗膜下に密に堆積して腐食を抑制する効果が現れ

るためと考えられる。逆に塗装 Zn めっき鋼板のエッジクリップはほぼ暴露試験期間に比例して増加するため、7~9 年目で両者のエッジクリップは逆転し、塗装 55%Al-Zn めっき鋼板のエッジクリップの方が小さくなる。塗装 Zn めっき鋼板のエッジクリップは 15 年目まで進行し続ける。

(2) 傷つけ部の腐食挙動は切断端面部とは若干異なり、塗装 55%Al-Zn めっき鋼板の初期の膨れはさほど大きくなく、塗装 Zn めっき鋼板とほぼ同等か若干大きい程度である。塗装 55%Al-Zn めっき鋼板の傷部の膨れも切断端面部からの膨れと同じく、4 年目から 6 年目でほぼ止まり、それ以降 15 年目までほぼ一定の膨れ幅を保持する。この機構は上記 (1) と同じであるが、露出する鉄面が切断端面部より少なく、保護性の高い腐食生成物が傷部を覆いやすいことが (切断端面部より)、膨れ幅を切断端面部より小さくしている理由である。一方、塗装 Zn めっき鋼板の膨れ幅は試験期間に比例して増大する。めっき層まで傷を入れた場合と鉄素地まで傷を入れた場合とを比較すると、鉄素地まで傷を入れたものの方がやや大きなエッジクリップを与える。これは鉄素地を犠牲防食するためのめっき層の溶解がやや大きかったことが原因と推定される。

(3) T 折り曲げ加工部では加工時に 55%Al-Zn めっき層が割れるため、初期外観の面では塗装 Zn めっき鋼板と同等か若干劣る。しかし、屋外暴露試験では塗装 55%Al-Zn めっき鋼板の腐食は目立たず、経時で赤錆の発生が顕著になる塗装 Zn めっき鋼板よりも優れている。これは折り曲げ加工部に生じた微細なクラックで上記 (2) で述べた傷部と同じ防食機構が働いていたものと考えられる。

(4) 化成処理やプライマー塗料の工夫で、塗装 55%Al-Zn めっき鋼板の初期の膨れ幅を軽減することは困難である。これは塗装 55%Al-Zn めっき鋼板の腐食がめっき層の不均一性に由来するためである。

(5) 15 年間の屋外暴露試験の結果から、切断端面部、傷部、折り曲げ加工部、平面部のいずれにおいても塗装 55%Al-Zn めっき鋼板は塗装 Zn めっき鋼板より、優れた耐久性を有しているといえる。

文 献

- 1) H.E.Townsend and A.R.Borzillo: Proc. 2nd Int. Conf. on Zinc and Zinc Alloy Coated Steel Sheet (GALVATECH '95), Iron and Steel Society, Chicago, (1995), 171.
- 2) 西田和生, 樫野紀元: 建築研究資料 No. 97, 建設省建築研究所, つくば, (2000), 63.
- 3) J.Oka and M.Takasugi: *Tetsu-to-Hagané*, **77** (1991), 272.
- 4) M.Takasugi and J.Oka: *Shinnittetsu Giho*, **353** (1994), 31.
- 5) H.Nomura, R.Nishioka and M.Takasugi: *CAMP-ISIJ*, **9** (1996), 477.
- 6) H.Kanai, T.Yamasaki, H.Nomura and R.Nishioka: *Toso Kogaku*, **32** (1997), 212.
- 7) A.Humayun: Proc. 2nd Int. Conf. on Zinc and Zinc Alloy Coated Steel Sheet (GALVATECH '95), Iron and Steel Society, Chicago, (1995), 443.
- 8) M.Miyoshi, J.Oka and S.Maeda: *Trans. Iron Steel Inst. Jpn.*, **23** (1983), 974.