

建材向高耐食性溶融Zn-Al-Mg-Si合金めっき鋼板“スーパーダイマ”

Excellent Corrosion-resistant Zn-Al-Mg-Si Alloy Hot-dip Galvanized Steel Sheet “SUPER DYMA”

森本 康秀^{*(1)}
Yasuhide MORIMOTO
高橋 彰^{*(4)}
Akira TAKAHASHI

本田 和彦^{*(2)}
Kazuhiko HONDA
新頭 英俊^{*(5)}
Hidetoshi SHINDO

西村 一実^{*(3)}
Kazumi NISHIMURA
黒崎 将夫^{*(6)}
Masao KUROSAKI

田中 暁^{*(4)}
Satoru TANAKA

抄 録

建材向けZn-5%Alめっき鋼板の更なる耐食性の向上を目的として、高耐食性建材向け溶融Zn-Al-Mg-Siめっき鋼板“スーパーダイマ”を開発した。Zn-5%Al-0.1%Mg合金めっき鋼板はめっき層中のAl, Mg含有量を増大させ、Siを添加することで塩水噴霧環境における裸耐食性が向上する。5%塩水中における分極挙動から、Zn-5%Alめっきに比べアノード、カソード反応が抑制されていることが高耐食性発現の要因であると考えられる。また、スーパーダイマは塗装後のサイクル試験時における耐エッジクリープ性及び屋外暴露環境における裸耐食性も良好である。

Abstract

For the improvement on corrosion resistance of Zn-5%Al hot-dip galvanized steel sheet, "SUPER DYMA" (excellent corrosion-resistant Zn-Al-Mg-Si alloy hot-dip galvanized coating) was developed. It was found that the increase of Al, Mg content in coating and Si addition improved the corrosion resistance of the coating at the salt spray test. The polarization in 5% NaCl solution is considered to be the factor of high corrosion resistance that the anode and the cathode reaction are inhibited compared with Zn-5%Al coating. Moreover, the edge-creep nature after the cyclic corrosion test for the painted samples and the corrosion resistance in outdoor exposure environment of "SUPER DYMA" are also superior to Zn-5%Al galvanized steel sheet.

1. 緒 言

建材向け溶融Znめっき鋼板においては低付着量で高耐食性を発揮できるようにZn-5%Al系合金めっき鋼板が実用化されている¹⁻³⁾。Zn-5%Al系めっき鋼板は、塩水噴霧試験において溶融Znめっき鋼板の2倍の裸耐食性を有する。

しかしながら近年、住宅を含む建築物の超寿命化、高性能化などの観点から、更に優れた耐食性をもつめっき鋼板に対するニーズが高まっている。そこで、建材向けZnめっき鋼板のさらなる耐食性向上を目的として、溶融Zn合金めっき鋼板の研究を行い、高耐食性溶融めっき鋼板“スーパーダイマ”(Zn-11%Al-3%Mg-0.2%Siめっき鋼板)を開発した。本報では耐食性に対するめっき層中添加元素の効果並びにスーパーダイマの耐食性について述べる。

2. 実験方法

評価に用いためっき鋼板は一部を除いて実験室の縦型溶融めっきシミュレータ(Rhesca製)を用いて作製した。原板(低炭素Al-killed

鋼)を10vol%のH₂を含むN₂雰囲気にて800℃まで昇温して60秒間保持し、N₂にて500℃まで冷却後、450℃のめっき浴に3秒間浸漬し、N₂ガスワイピングにより付着量を制御し、冷却を行った。

実験室のめっきで用いためっき浴の組成は、溶融Zn中にAlを5~11%、Mgを0~3%、Siを0~0.2%の範囲で変化させた。めっきの成分はめっき膜を塩酸溶解し、ICPにて分析した。

めっきの裸耐食性の評価は、無処理の試験片に対して塩水噴霧試験(JIS Z 2371, 以下SSTと略す)を行い、試験後に重量減測定を行うことで評価した。めっきの塗装後の耐食性は、Cr付着量換算で50mg/m²のクロメート処理を行った試料にプライマとしてエポキシ系塗料を5μm、トップコートとしてアクリル系塗料を15μm塗装した試料を用い、図1に示すサイクルにて腐食試験を行い、切断端面からのエッジクリープを測定することにより評価した。

めっき皮膜の分極挙動をポテンシオ/ガルバノスタット(Solortron製)にて測定した。対極にはPt、参照電極にはAg/AgCl電極を用い、5%NaCl溶液中に3時間浸漬した後に、電位走査速度1mV/sにてアノード及びカソード分極を行った。

*⁽¹⁾ 鉄鋼研究所 表面処理研究部 主任研究員
千葉県富津市新富20-1 ☎293-8511 ☎0439(80)3115

*⁽²⁾ 鉄鋼研究所 表面処理研究部 主任研究員(現 君津技術研究部)

*⁽³⁾ 鉄鋼研究所 表面処理研究部 主幹研究員(現 広畑技術研究部)

*⁽⁴⁾ 君津技術研究部 主任研究員

*⁽⁵⁾ 広畑技術研究部 主任研究員

*⁽⁶⁾ 鉄鋼研究所 表面処理研究部 主任研究員(現 八幡技術研究部)

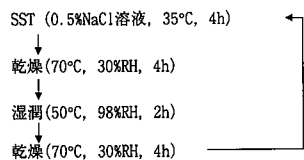


図1 サイクル腐食試験条件

3. 実験結果

3.1 めっきの裸耐食性に対する添加元素の影響

図2にSST500時間後のめっき鋼板の腐食減量に対するAlの影響を示す。図中のZn-5%Al-0.1%Mg鋼板(以下SZ鋼板と略す)以外のめっき層中のMg含有率は3%に固定している。図よりめっき層中のAl含有率を増大させると腐食減量は低下すなわち裸耐食性が向上する傾向にあることが分かる。

図3にSST500時間後のめっきの腐食減量に対するMgの影響を示す。図中のSZ鋼板以外のめっき層中のAl含有率は11%に固定している。図よりめっき層中のMg含有率を増大させることで腐食減量は低下し、めっきの裸耐食性が向上することが分かる。

更に図4にSST500時間後のめっきの腐食減量に対するSiの影響を示す。図よりZn-11%Al-3%Mgめっき層中に微量のSiを添加することでめっきの腐食減量は低下しており、裸耐食性が更に向上することが分かる。

図5にSST500時間後のめっき外観を示す。SZ鋼板中のAl, Mg含有量を高め、更にSiを添加することで白錆の発生が抑制され、めっきの裸耐食性が向上していることが分かる。以上の結果から、塩水噴霧環境におけるZn-11%Al-3%Mg-0.2%Siめっきの裸耐食性は、SZ鋼板に比べて大幅に改善されることが分かる。

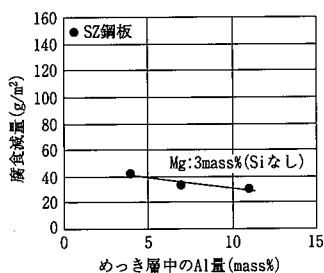


図2 SST500時間後の腐食減量に対するめっき層中Alの影響

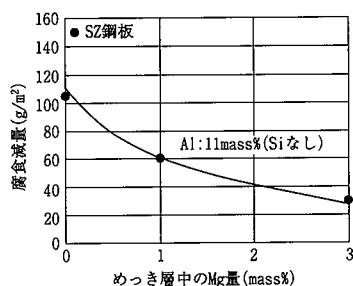


図3 SST500時間後の腐食減量に対するめっき層中Mgの影響

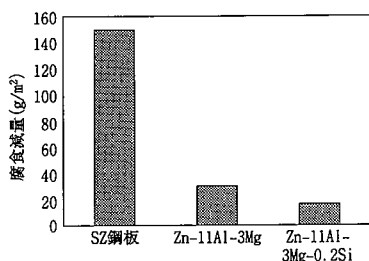


図4 SST500時間後の腐食減量に対するめっき層中Siの影響

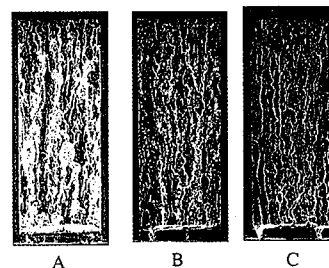


図5 SST500時間後の外観(A:SZ鋼板, B:Zn-11%Al-3%Mgめっき鋼板, C:Zn-11%Al-3%Mg-0.2%Siめっき鋼板)

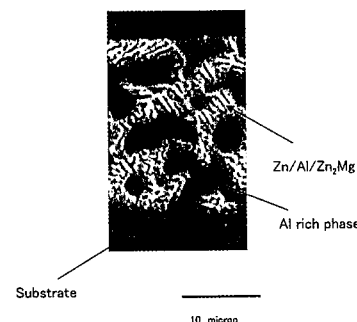


図6 Zn-11%Al-3%Mg-0.2%Siめっき鋼板断面写真

図6に、Zn-11%Al-3%Mg-0.2%Siめっき鋼板の断面SEM像を示す。図よりめっき層はAlリッチ層、Zn/Al/Mg₂Zn三元共晶から構成されていることが特徴である。

3.2 めっきの塗装後耐食性

図7に塗装材の複合サイクル腐食試験におけるエッジクリープの変化について示す。図よりSZ鋼板と比較して、Zn-11%Al-3%Mg-0.2%Siめっき鋼板の塗装後の耐食性が良好であることが分かる。

3.3 塩水における分極挙動

図8にSZ, Zn-11%Al-3%Mg及びZn-11%Al-3%Mg-0.2%Siめっきの5%NaCl水溶液中における分極挙動を示す。図よりSZめっき中のAl及びMg含有率を高め、更にSiを添加することで、アノード電流、カソード電流が共に低下している。つまり、アノード反応であるめっき皮膜の溶解反応、カソード反応である酸素の還元反応の両者が抑制されていることが分かる。

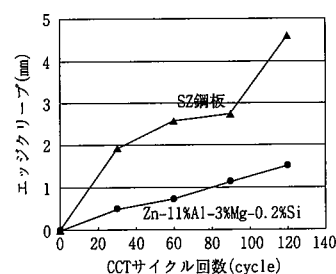


図7 複合サイクル腐食試験におけるエッジクリープ挙動

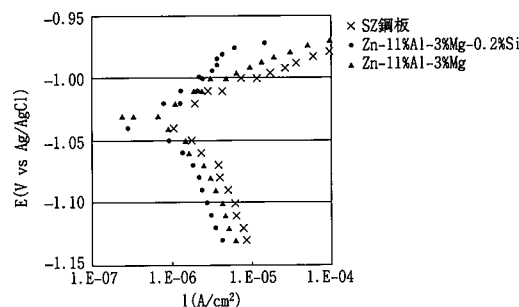


図8 5%塩水3時間浸漬後の分極挙動

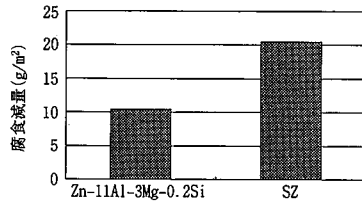


図9 沖縄暴露1年後の腐食減量

3.4 屋外曝露試験におけるめっきの腐食挙動

図9に、沖縄にて1年間屋外曝露したSZ鋼板、Zn-11%Al-3%Mg-0.2%Siめっき鋼板の腐食減量について示す。図より屋外曝露環境においてもZn-11%Al-3%Mg-0.2%Siめっき鋼板はSZ鋼板に比べて良好な耐食性を示すことが分かる。

4. 結 言

- (1) SSTにおいてSZ鋼板にAl, Mgを添加することで裸耐食性が大幅に向上し, 更にSiを添加することで更に耐食性が向上する。
- (2) 塗装後のサイクル腐食試験の結果より, Zn-11%Al-3%Mg-0.2%Siめっき鋼板は, SZ鋼板に比べて耐エッジクリープ性が良好である。
- (3) 分極測定の結果より, Zn-11%Al-3%Mg-0.2%Siめっき鋼板はSZ鋼板に比べてアノード及びカソード電流が共に低下することで良好な耐食性を示す。
- (4) 屋外曝露環境においても, Zn-11%Al-3%Mg-0.2%Siめっき鋼板は, SZ鋼板に比べて良好な裸耐食性を示す。

参考文献

- 1) U.S.Patent No.4029478
- 2) 田野和廣, 樋口征順:製鉄研究, (315),34 (1984)
- 3) Pelerin, J. et al.:金属表面技術, 33, 474 (1982)