

亜鉛および亜鉛系合金めっきの防食性能

キーワード：亜鉛めっき、亜鉛-鉄合金めっき、亜鉛-ニッケル合金めっき、塩水噴霧試験

はじめに

強靱で加工性に優れ、最も経済的な実用金属材料である鉄鋼材料の最大の欠点は、錆びやすいことである。亜鉛めっきは、このような鉄鋼材料の欠点を優れた防食作用で補うもので、処理費用が安いためボルト、ナットなどの締具をはじめ自動車部品、建築用金具などに広く用いられてきた。しかし最近、寒冷地での凍結防止剤の散布、雨水の酸性化、自動車の燃費向上などを目的とした素材の軽量・薄肉化などが進み、各種鉄系金属部品においてはさらに優れた防食性能を有するダクロ処理、電着塗装などの表面処理が行われるようになった。亜鉛めっきについても、より薄い皮膜でより高い防食性能が求められ、亜鉛-ニッケルや亜鉛-鉄などの合金めっきが開発されている。ここでは、亜鉛めっきおよび亜鉛系合金めっきによる鉄系材料の防食機構とその防食性能について紹介する。

防食性能は、その製品が使用される環境で評価を行うことが理想的であるが、それには長時間を要し、また、使用環境が変化すればそれに応じて防食性能も変化するため、一定の規定された条件での腐食促進試験が行われている。腐食促進試験には塩水噴霧試験をはじめキャス試験、亜硫酸ガス試験などいくつかの方法があるが、亜鉛めっきや亜鉛系合金めっきは通常、塩水噴霧試験によって行う。

亜鉛および亜鉛系合金めっきの防食機構と防食性能

亜鉛めっきの鉄に対する防食機構を図1に示す。鉄の腐食電位(海水中)は、 -0.65 V (vs.SCE) であるのに対して、亜鉛のそれは -1.07 V (vs.SCE) であるため、鉄素地に達するピンホールあるいは引っかき傷ができて、

鉄よりも卑な電位を示す亜鉛がアノードとなって溶解し、一方、鉄はカソードとなり陰極防食される。すなわち、亜鉛が自己犠牲的に溶解して、鉄の腐食生成物(赤さび)の発生を防止する。このため鉄素地に対する防食性は図2に示すように亜鉛めっきの膜厚にほぼ比例して増大する。亜鉛-鉄、亜鉛-ニッケル合金めっきも亜鉛めっきと同様の防食機構で鉄系材料を防食する。

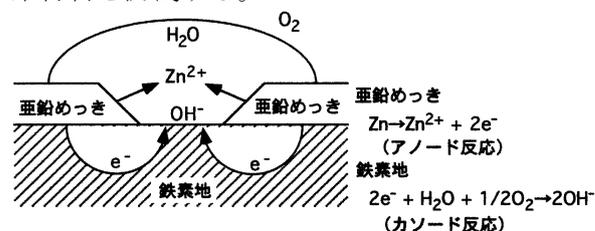


図1 鉄素地に対する亜鉛めっきの犠牲防食機構

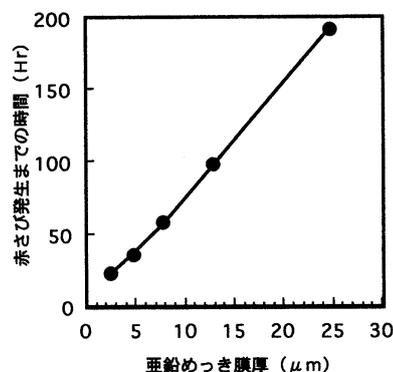


図2 亜鉛めっきの膜厚と塩水噴霧試験による赤さび発生までの時間の関係

表1に亜鉛-ニッケル、亜鉛-鉄合金の自然電位を亜鉛や鉄のそれと比較して示す。いずれも鉄より卑な電位を有し、亜鉛より貴な電位を示す。このことは、鉄素地に対して亜鉛よりも緩やかな犠牲防食作用を有することを示している。すなわち、亜鉛系合金めっき皮膜の溶解速度が小さく亜鉛めっきよりも優れた防食性能が予想される。図3に亜鉛-鉄、亜鉛-ニッケル合金めっきおよび亜鉛めっきの塩水噴霧試験結果を示す。これらの合金め

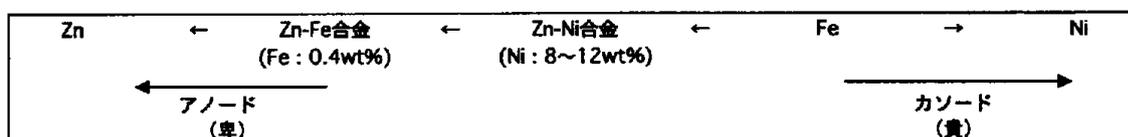
きはいずれも亜鉛めっきの約3倍の防食性能を持つことがわかる。亜鉛系合金めっきには上記の他に亜鉛-アルミニウム合金めっきがあり、これは水溶液からのめっきではなく溶解めっきであるがアルミニウムの耐食性と亜鉛の犠牲防食作用がバランスよく発揮され、鉄鋼材料に対して優れた防食性能を示す。当所で行った塩水噴霧試験では5000時間の噴霧後でも赤さびの発生は認められなかった。特にアルミニウム含有率55 wt%の合金めっきを施した鋼板は、ガルバリウム鋼板（商品名）と呼ばれ従来の溶解亜鉛めっき鋼板の数倍の耐食性を有するため普及し始めている。

亜鉛および亜鉛系合金めっきのクロメート処理の防食性能

亜鉛は大気環境下では、白さびの発生をともない腐食しやすい金属である。そこで、亜鉛皮膜の腐食を防止するためにクロメート処理が行われている。主なクロメート皮膜として光沢クロメート、黒色クロメート、有色クロメートおよび緑色クロメートがあり亜鉛めっきの耐食性はクロメート皮膜の種類・後処理によって大きく左右される。クロメート処理皮膜は、乾燥温度が60℃付近を越えるとクラックが発生し耐食性が低下するので注意が必要である。

図4に亜鉛めっきおよび亜鉛-鉄、亜鉛-ニッケル合金めっきのクロメート皮膜の防食性に及ぼす加熱温度の影響を示す。亜鉛めっきの場合は加熱温度が60℃より上では防食性は著しく低下しているのに対してどちらの合金めっきでも合金めっきともに100℃の加熱温度においても防食性能の低下は全く認められない。この合金めっきに施したクロメート皮膜の耐熱性の向上の理由については現在のところ明らかになっていない。耐熱性を有する合金めっきのクロメート処理皮膜は、高温環境で防食性が要求される製品への利用が期待される。

表1 亜鉛および亜鉛系合金の電気化学列



発行日 2000年2月15日

問い合わせ先 金属表面処理研究部 表面化学研究室 長瀧 敬行 (作成者 中出 卓男)

おわりに

亜鉛および亜鉛系合金めっきの防食性能の評価方法として塩水噴霧試験が広く行われており、蓄積されたデータ量も膨大である。しかし、材料の種類や腐食環境によっては、キヤス試験、複合サイクル試験、湿潤試験、亜硫酸ガス試験の方が適している場合もある。当研究所では、これら各種腐食試験機器によるさまざまな材料の耐食性や防食性能の評価とともに防食技術の研究開発を通して、企業の新しい表面処理技術開発を支援していますのでご利用下さい。

文献

- 1) 鈴木 勇；実務表面技術, 35, 466 (1988)
- 2) 表面技術協会編；表面技術便覧, 1998, P.232

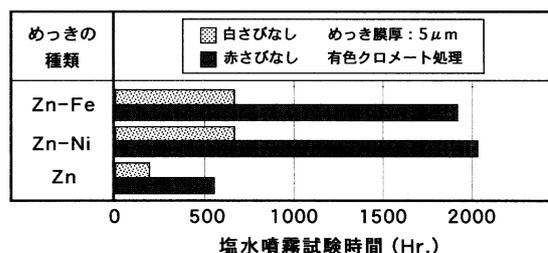


図3 亜鉛-鉄合金、亜鉛-ニッケル合金めっきおよび亜鉛めっきの防食性

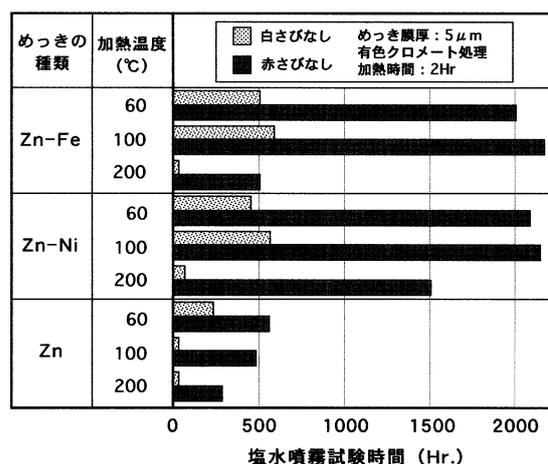


図4 亜鉛-鉄合金、亜鉛-ニッケル合金めっきおよび亜鉛めっきのクロメート皮膜の防食性におよぼす加熱温度の影響