

地鉄露出部の耐食性に及ぼす化成処理皮膜とZn系めっき鋼板の相乗効果

鈴木, 優貴

<https://hdl.handle.net/2324/4784576>

出版情報 : Kyushu University, 2021, 博士 (工学), 課程博士

バージョン :

権利関係 : Public access to the fulltext file is restricted for unavoidable reason (3)

氏 名 : 鈴木 優貴

論 文 名 : 地鉄露出部の耐食性に及ぼす化成処理皮膜と Zn 系めっき鋼板の相乗効果

区 分 : 甲

論 文 内 容 の 要 旨

Zn 系めっき鋼板の耐食性は、主にめっき平面部に着目して調査され、合金成分による防食効果の向上と腐食生成物種との関連についての研究が進展してきた。また、めっきに付与される化成処理皮膜のクロメートフリー化に関する研究が進められてきた。一方、切断端面や加工部等で地鉄が露出するような部位における耐食性については不明な点が多い。また地鉄が露出する部位での化成処理皮膜成分の役割についてはほとんど報告されていない。本論文は、地鉄露出部における Zn 系めっき鋼板の耐食性向上を目的として、めっき上層の化成処理皮膜および Zn 合金めっきによる防食効果、更にそれぞれの組み合わせによる相乗効果を明らかにしたものである。

本論文は全6章から成る。第1章では、本研究を始めるに至った背景についてめっき鋼板の腐食と防食、地鉄露出部での亜鉛の犠牲防食作用等の研究の経緯、本論文の目的および構成を記した。

第2章では、Zn めっき鋼板の地鉄露出部における耐食性の向上指針を得ることを目的として、インヒビターのりん酸化合物が地鉄露出部の耐食性に及ぼす影響とその作用機構について調査した。化成処理皮膜にりん酸を添加することにより地鉄の露出する疵部において耐食性が向上し、疵部におけるめっき層の亜鉛の腐食を抑制することを示した。疵部の地鉄露出部分では、 Zn^{2+} と PO_4^{3-} から成る化合物が地鉄を被覆していたことから、この化合物が塩水や酸素に対してバリア機能の役割を果たしていたものと推察された。 PO_4^{3-} は疵部周辺の化成処理皮膜から SST の過程で塩水に溶解して生じること、平面部から腐食早期に PO_4^{3-} を溶出させることによりその後の腐食進行を抑制できることから、疵部における Zn めっきの腐食を抑制するためには、化成処理皮膜からの PO_4^{3-} 溶出量を一定量以上確保することが有効であることを示した。

第3章では、Zn-11%Al-3%Mg-0.2%Si めっき鋼板(SD)と Zn めっき鋼板(GI)の切断端面における鋼板の防食挙動を調査した。乾湿繰り返し試験で、腐食初期に GI では赤錆が発生したのに対し、SD では発生しなかった。SD では Mg を含む白錆が地鉄露出部を広範囲に覆うことを明らかにした。モデル試料を用いて鋼とめっき金属の間に流れるガルバニック電流を測定したところ、SD と鋼間では GI と鋼間の 30%程度に電流値が抑制されることが判明した。GI, SD に由来する白錆が堆積した鋼単独での動電位分極測定から、GI 由来に比べて SD 由来の白錆は赤錆の発生源となる鋼のアノード電流、カソード電流ともに低減させること、Mg を含む白錆がそれに寄与することを明らかにした。SD の白錆には、鋼上のカソード電流を抑制することでガルバニック電流を減少させる効果があるものと推定した。

第4章では、Zn 合金めっき鋼板の地鉄露出部において腐食初期段階での赤錆を抑制することを目的として、SD にインヒビター含有化成皮膜を組み合わせた効果とその作用機構を調査した。純水を噴霧するサイクル腐食試験において、SD と化成皮膜の組合せによる相乗効果が発現し、りん酸

を含有した化成皮膜の付与により腐食初期の地鉄露出部における耐赤錆性が更に向上することを見出した。りん酸を含有した化成皮膜を付与することにより、めっきとの境界から地鉄露出部の遠方までめっき成分の Mg と Zn, 化成皮膜成分の PO_4^{3-} が検出された。Mg²⁺, Zn²⁺ と OH⁻, PO_4^{3-} あるいは CO_3^{2-} との腐食生成物により地鉄が保護されることで、水膜が薄くなるか島状になりめっきによる犠牲防食作用が働きにくい時間帯においても地鉄の腐食が抑制されたものと推察された。化成皮膜の溶出液による直接的な鋼腐食抑制効果は認められなかった。りん酸を含有した化成皮膜上に形成させた水膜の電気伝導度が時間の経過に伴い高くなったことから、めっきによる犠牲防食距離が増加したことで、水膜が形成する時間帯における地鉄の腐食が抑制されたものと推察された。

第 5 章では、第 4 章までのラボで得た知見をもとに、SD と化成皮膜の組合せによる相乗効果を屋外曝露試験で調査し、Zn 合金めっきにインヒビター含有化成皮膜を付与した効果とその作用機構を考察した。屋外曝露試験においても SD とりん酸含有化成皮膜の組合せによる防食効果が発現し、ラボ試験と同様に耐赤錆性が向上した。雨水に溶解したりん酸によりめっきの犠牲防食距離が増加し、Mg, Zn が遠方まで移動してりん酸との沈殿皮膜により地鉄を被覆した。りん酸を含有する沈殿皮膜で地鉄が被覆されている間に、移動してきた Mg, Zn が腐食生成物(白錆)を形成し堆積・被覆することでさらに防食効果が発現した。そのため、長期にわたり地鉄の赤錆を抑制するものと推察された。

第 6 章は結論であり、各章で得られた結果をまとめている。