

# 鋼橋において現場適用可能な新型防食下地の防食性能評価

構造設計工学研究室 坂崎 稜

## 1. はじめに

写真1に示すように高力ボルト継手部は鋼橋の中で腐食損傷しやすい。その原因として狭隘な施工空間での素地調整となりブラスト処理が困難となる問題から、無機ジンクが現場で処理できないためであると考えられている。そこで現場適用可能な防食下地として一般的に有機ジンクを用いられている。しかしながら、有機ジンクの希釈に用いられるシンナーを原因として火災事故が発生しており、シンナーを用いない防食下地が求められている。そのような背景の下、シンナーを用いず防食下地を成膜可能な水性無機ジンクリッチペイント（以下、水性無機ジンク）が開発されている。そこで本研究では、水性無機ジンクの防食性能を明らかにすることを目的とする。

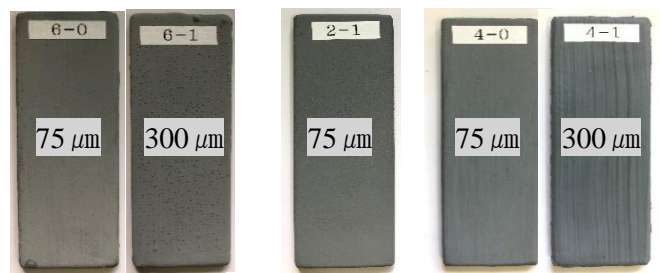


写真1 高力ボルト継手部の腐食損傷事例

## 2. 試験概要

### 2.1 試験体パラメータと各断面図

使用試験体（寸法 130×50×6mm）を写真2に示す。防食下地には水性無機ジンク、比較検証用に工場のみで施工が可能な無機ジンク及び現場で一般部に用いられる有機ジンクを使用した。防食下地の目標膜厚は、無機ジンクでは標準膜厚の75 $\mu$ m、その他のパラメータでは、下地膜厚による防食性の違いを評価するために膜厚75 $\mu$ mに加え、膜厚300 $\mu$ mとした。防食下地の積層状況を把握するために、腐食促進試験前の試験体に対しSEM-EDXを用いて、断面観察を行った。各試験体の断面観察結果（倍率×200, ×1500）を図1に示す。図1(a)より水性無機ジンクではZn（亜鉛）が密に積層されており、空隙はほとんど見られなかった。図1(b)より無機ジンクでは主にZnの反応がみられ、空隙を多く含むような傾向がみられた。図1(c)より有機ジンクでは主にエポキシ樹脂中のC（炭素）まわりにZnの反応がみられ、空隙も確認できた。



(a) 水性無機ジンク (b) 無機ジンク (c) 有機ジンク

写真2 使用試験体

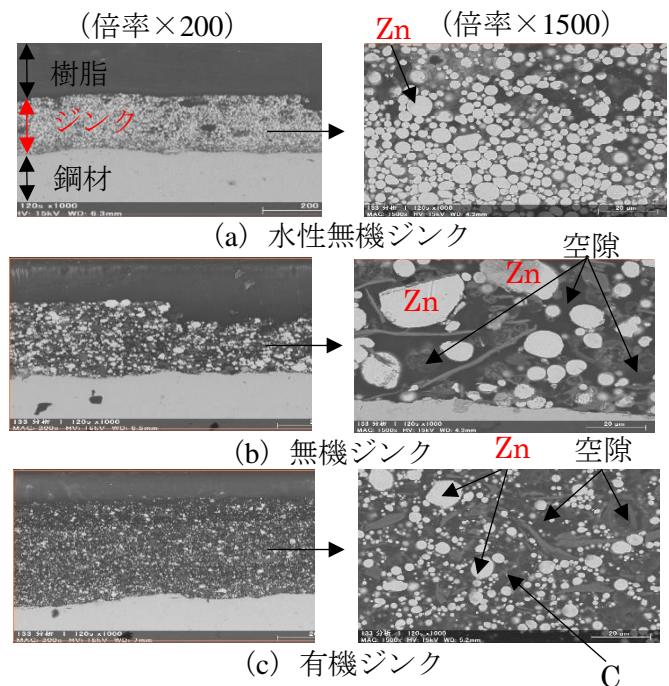


図1 各試験体断面（膜厚75 $\mu$ m）

### 2.2 腐食促進試験

各防食下地の防食性能を比較するために、各試験片に対し乾湿繰り返しの複合サイクルによる腐食促進試験（336時間）を実施した。促進試験サイクルの概要を図2に示す。試験片の表面に5mass%NaClを1.5ml/枚塗布後、湿潤条件（35 $^{\circ}$ C, 90%RH:2時間）、乾燥条件（40 $^{\circ}$ C, 50%RH:6時間）を1cycle（合計8時間）とし、3cycle（合計24時間）毎にデータを収集し5mass%NaClを繰り返し塗布した。試験片には、犠牲防食効果の違いが明確になるよう直径30mmの丸形カットを入れ、外観観察を行った。

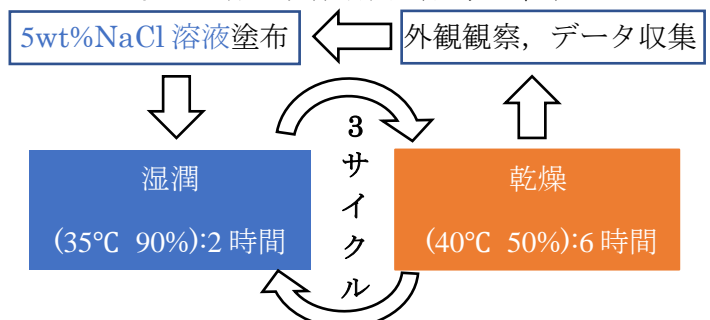


図2 試験サイクル

## 2.3 自然電位計測

防食下地の防食性能を定量的に評価するために、自然電位計測を行った。自然電位計測は、各試験片に対して電極（写真3、測定部 37×10mm、それ以外の個所はシーリング処理）を作成し、3mass%NaCl 溶液中（大気開放条件、室温平均 20℃）にて約 20min 浸漬後の自然電位を測定した。参照電極は銀塩化銀電極を用いた。自然電位計測モデルを図3に示す。

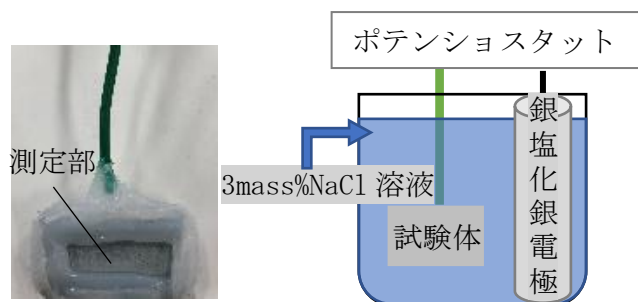


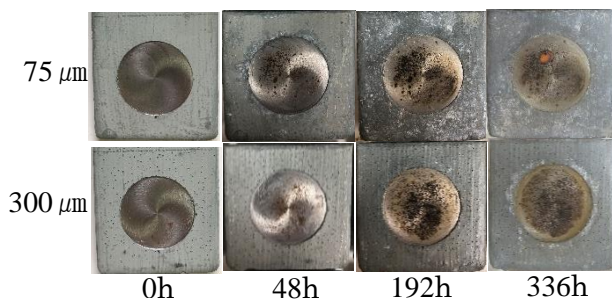
写真3 使用電極

図3 自然電位計測モデル

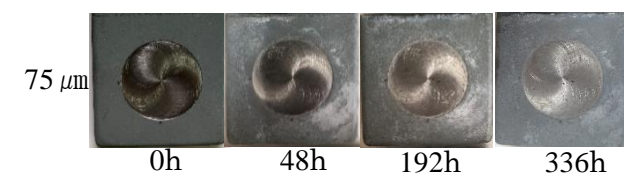
## 3. 防食性能評価

### 3.1 腐食促進試験結果

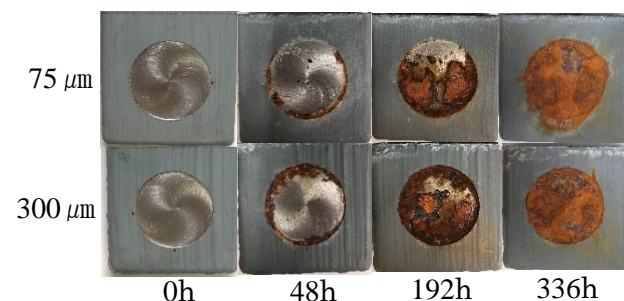
腐食促進試験結果を写真4に示す。試験体の外観について、促進試験時間 0, 48, 192, 336 時間の結果を示す。写真4 (a)より水性無機ジंकは膜厚 75  $\mu\text{m}$ , 300  $\mu\text{m}$ の試験片で 48 時間経過後にカット中心部でさびが発生したが、カット部の淵側を防食している様子から犠牲防食効果が確認でき、膜厚の違いによる変化はみられなかった。写真4 (b)より無機ジंकは試験終了時目立った変化はみられなかったことから、亜鉛による犠牲防食効果が確認できる。写真4 (c)より有機ジंकでは膜厚 75  $\mu\text{m}$ , 300  $\mu\text{m}$ の試験片において、48 時間経過後にカット部の淵でさびが発生し、192 時間経過後にはさびの進展により防食性能が低下していることが分かる。なお防食下地の膜厚の違いによる変化はみられなかった。



(a) 水性無機ジंक



(b) 無機ジंक



(c) 有機ジंक

写真4 腐食促進試験結果

### 3.2 自然電位計測結果

促進試験開始時 (0 サイクル, カットなし) の試験片を用いて、自然電位計測を行った結果を図4に示す。水性無機ジंकは膜厚 75  $\mu\text{m}$ の試験体で約 -0.97V vs. SSCE, 膜厚 300  $\mu\text{m}$ の試験体で約 -0.88V vs. SSCE を示した。犠牲防食効果を有する無機ジंकと同程度の自然電位であったことから、水性無機ジंकは無機ジंक同等の犠牲防食効果が期待できると考えられる。無機ジंकは、約 -0.89 V vs. SSCE と亜鉛同等の自然電位を示した。有機ジंकにおいては、膜厚 75  $\mu\text{m}$ , 300  $\mu\text{m}$ の試験体共に約 0 V vs. SSCE に近い値を示していることから、これらの試験体では防食下地と鉄素地の導通が取れていない（断面観察において Zn がエポキシ樹脂中で反応した）ことが考えられるため、本試験体の有機ジंकには犠牲防食効果は期待できないと推察される。

## 4. まとめ

水性無機ジंकでは腐食促進試験において、カット部の淵側を防食している様子や鉄への浸食を抑える良性的な黒さびの発生より、実環境下において安全かつ犠牲防食効果を発揮できると考えられた。自然電位計測においても無機ジंकと同程度の値を示したことから犠牲防食効果が期待できると考えられた。また、膜厚 (75  $\mu\text{m}$ , 300  $\mu\text{m}$ ) の違いによる防食性能の差はみられなかった。

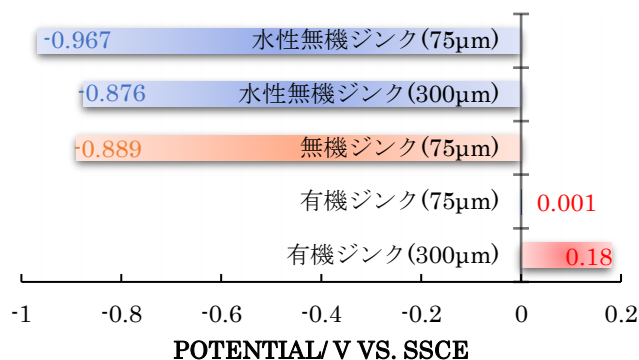


図4 自然電位計測結果