

第V部門

鋼材腐食

2022年9月15日(木) 13:30 ~ 14:50 V-5 (吉田南総合館西棟 共西32)

[V-177] 亜鉛含有型無機塗料の鉄筋コンクリートへの適用検討 Study of application of zinc-containing inorganic coatings to reinforced concrete

*井上 優作¹、古谷 周²、伊代田 岳史³ (1. 芝浦工業大学大学院、2. 元芝浦工業大学、3. 芝浦工業大学)

*Yusaku Inoue¹, Amane Furuya², Takeshi Iyoda³ (1. Shibaura Institute of Technology, 2. Shibaura Institute of Technology, 3. Shibaura Institute of Technology)

キーワード：亜鉛含有型無機塗料、鋼材腐食、犠牲防食

Zinc rich inorganic paint, Steel Corrosion, sacrificial protection

土木構造物では鋼材腐食が発生することでコンクリートが剥離・剥落する危険性がある。鋼材腐食の対策としてエポキシ樹脂塗装鉄筋や亜鉛めっき鉄筋が使用されているが、曲げ加工時にピンホールができ鋼材腐食に繋がることや、コストが高い問題点がある。そこで、本研究では鋼橋の防錆に使用されている亜鉛含有型無機塗料に着目した。利点として、塗料中の Zn が鋼材の Fe より先に溶け出し、鋼材を防錆する犠牲防食が発生することや、刷毛で簡単に塗装でき、短時間で乾燥することが挙げられる。この利点に着目し、亜鉛含有型無機塗料の鉄筋コンクリート中の鋼材への適用を検討したところ、鉄筋コンクリート中においても犠牲防食効果が発揮された。

亜鉛含有型無機塗料の鉄筋コンクリートへの適用検討

芝浦工業大学大学院 学生会員 ○井上 優作

元芝浦工業大学

古谷 周

芝浦工業大学

正会員

伊代田 岳史

1. はじめに

現在、土木構造物において塩害や中性化により鉄筋コンクリート中で鋼材腐食が発生することが問題となっている。鋼材腐食が発生することによってコンクリートが剝離・剥落する危険性がある。現在用いられている鋼材腐食の対策方法としてエポキシ樹脂塗装鉄筋や亜鉛めっき鉄筋の使用が挙げられる。これらの問題点として曲げ加工時にピンホールができ鋼材腐食に繋がることや、コストが高いことが挙げられる。そこで、本研究では鋼橋の防錆に使用されている亜鉛含有型無機塗料に着目した。この塗料が鋼橋で使われている理由として、塗料中の Zn が鋼材よりもイオン化傾向が大きいため、Zn が鋼材の Fe より先に溶解し、鋼材を防錆する犠牲防食が発生することや、刷毛で簡単に塗装でき、短時間で塗料が乾燥することが挙げられる。この利点に着目し、亜鉛含有型無機塗料を鉄筋コンクリート中の鋼材へ適用を検討した。

2. 試験概要

2. 1 使用材料と計画配合

図-1 に供試体の概要を示す。鉄筋は D16, SR235 の長さ 200mm のみがき丸鋼を使用した。亜鉛含有型無機塗料の防食効果を比較するため、①塗料を塗布しないもの（無塗布）、②全面に塗布したもの（全塗布）と③一部塗布したもの、そして④全面を塗布したあと紙やすりを用いて一部を削ったもの（スクラッチ）を 3 本ずつ用いた。コンクリートの配合は水セメント比 70%、細骨材率 50% で一定とし、鋼材の腐食を促進させるため練り水に塩分濃度 10% の塩水を用いた。セメントは普通ポルトランドセメントを使用した。ここで、鉄筋コンクリートの寸法は 100×100×200mm とし、かぶり 20mm となるように長軸方向に鉄筋を配置し、かぶり面以外をエポキシ樹脂で塗装した。また、かぶりを薄く設定したため、粗

キーワード：亜鉛含有型無機塗料，鋼材腐食，犠牲防食

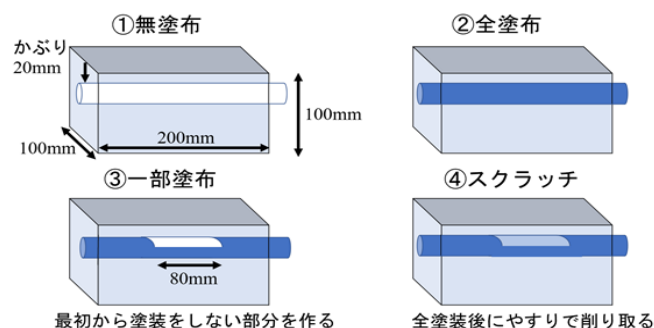


図-1 供試体概要

骨材は 15mm 以下のものを使用し、比較用に塩分濃度 0% の練り水で鉄筋無塗布の供試体も作製した。

2. 2 乾湿繰返しによる腐食推定

作製した供試体を 7 日間水中養生し、JCI-SC3 を参考に腐食促進させるため、恒温恒湿槽に静置し、湿潤環境 (60℃, 相対湿度 95%) に 3 日間、乾燥環境 (20℃, 相対湿度 60%) に 4 日間を 1 サイクルとする乾湿繰返し試験を行った。1 サイクル毎に自然電位を計測し、鋼材腐食を確認した。

2. 3 腐食面積率と質量減少率

腐食の確認のために全塗布と無塗布を 20, 23, 25 サイクルでそれぞれ供試体を 1 体割裂し鉄筋を取り出し、腐食面積率と質量減少率を算出した。また、腐食生成物の確認のために 23 サイクルで取り出した鉄筋を用いて紙やすりで落とした錆を XRD にて定性分析を行った。

3. 試験結果および考察

3. 1 自然電位による腐食推定

図-2 に自然電位法の経時変化を示す。すべての条件において計測初期から 90% 以上の確率で腐食が推定される -350mV を下回った。比較用の塩分濃度 0% の条件では計測初期から -350mV を上回ったことから、自然電位は含有する塩分の影響を受けて不安定となると考えられる。これより、腐食発生時期を自然電位から確認することは困難ではあるが、塩分濃度

連絡先 : 〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5 芝浦工業大学 E-mail : mh22001@shibaura-it.ac.jp

10%のすべての条件において、13 サイクルで鉄筋直上にて長軸方向にひび割れが発生したことから13サイクル時点では腐食が進行していることがわかる。

3. 2 腐食面積率と質量減少率

表-1 に元の丸鋼と腐食面積率を、図-3 に質量減少率を示す。すべての供試体全域において腐食が確認された。一方で割裂後の鉄筋を比べると錆の色が異なっていた。これより腐食生成物が異なることが考えられる。また、質量減少率は20 サイクルにおいて全塗布が小さいが25 サイクルでは無塗布、全塗布どちらも同程度であった。ここで腐食生成物が質量減少率に影響を与えているのではないかと考え、23 サイクルでXRD を用いて分析を行った。

図-4 に XRD による定性分析の結果を示す。全塗布のピークからは ZnO が検出され、無塗布のピークからは FeO が検出された。これより腐食生成物が異なるとわかる。塗料に含有していた Zn は鉄筋コンクリート中の O₂ と反応し ZnO になり、亜鉛含有型無機塗料を鉄筋コンクリート中の鋼材へ用いた場合においても犠牲防食効果が発揮されることが推定される。この結果と腐食生成物が異なるとコンクリート中での体積膨張率が変化することから20サイクル程度まで亜鉛含有型無機塗料が鋼材の質量減少を抑制したと考えられる。

4. まとめ

- 1) 自然電位法による条件ごとの腐食の確認はできなかったものの、ひび割れの発生から13 サイクル時点では腐食が進行していると確認できる。
- 2) 質量減少率は20 サイクルでは全塗布が低く、25 サイクルでは同程度であったため、20 サイクル程度までは亜鉛含有型無機塗料が鋼材の質量減少を抑制したと考えられる。
- 3) XRD の結果から全塗布では ZnO が検出され、無塗布では FeO が検出された。亜鉛含有型無機塗料に含有していた Zn が鉄筋コンクリート中の O₂ と反応し犠牲防食効果が働いたと考えられる。

参考文献

前原聡, 伊代田岳史: 塩害と中性化における劣化機構の違いが鉄筋の腐食形態に及ぼす影響, アップグレード論文報告集, 第16巻, pp147-pp152, 2016

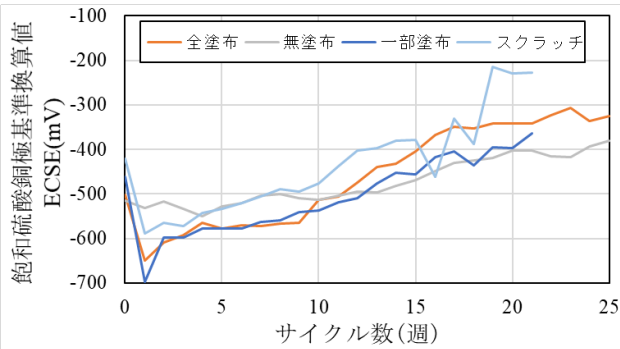


図-2 自然電位法試験結果

表-1 腐食面積率

サイクル数	種類	腐食面積率 割製後の写真
0		
20	無塗布	100%
	全塗布	99.5%
23	無塗布	100%
	全塗布	100%
25	無塗布	100%
	全塗布	100%

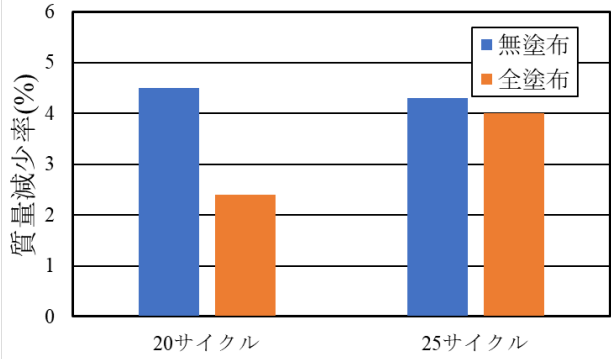


図-3 質量減少率

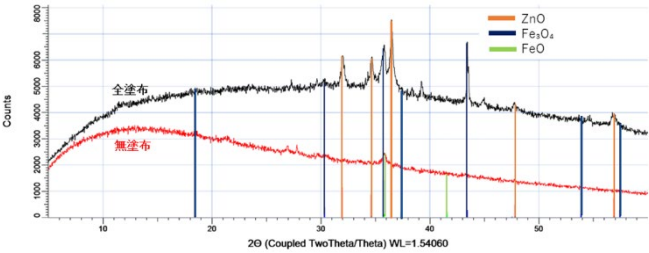


図-4 XRD による定性分析結果