

第V部門

📅 2024年9月6日(金) 15:10 ~ 16:30 📍 C305(川内北キャンパス講義棟C棟)

鋼材腐食(3)／防食(1)

座長：高谷 哲（京都大学）

15:10 ~ 15:20

[V-773] コンクリート中に埋設した無機ジンク塗布鉄板の防錆機能評価

*野口 優理香¹、鹿倉 瑞希¹、伊代田 岳史² (1. 芝浦工業大学大学院、2. 芝浦工業大学)

キーワード：鋼材腐食、無機ジンクリッチペイント、防錆効果、自然電位、乾湿繰り返し試験

多くの社会基盤構造物で用いられている鉄筋コンクリートは様々な要因で鉄筋が腐食、コンクリートのひび割れ等の発生により安全性が低下することがある。鋼材防食の方法は様々であるが、本検討では亜鉛の犠牲防食に着目し、無機ジンクリッチペイントを鉄板に塗布し、コンクリートに埋設することでコンクリート内部における防錆効果を自然電位法と鉄板の腐食面積率より確認した。その結果無機ジンクリッチペイントの塗布の有無により自然電位の傾向は大きく変わる結果が得られ、鉄板の腐食面積率からも同様の結果が得られたことから、コンクリート内部における無機ジンクリッチペイントの塗布は鋼材の防錆作用に一定の効果があることが認められた。

コンクリート中に埋設した無機ジンクリッチ塗布鉄板の防錆機能評価

芝浦工業大学大学院 学生会員 ○野口 優理香
芝浦工業大学大学院 鹿倉 瑞希
芝浦工業大学 正会員 伊代田 岳史

1. はじめに

現在、多くの社会基盤構造物が鉄筋コンクリートを用いている。その理由の 1 つとして、鉄筋コンクリート内では、コンクリートのアルカリ性によって鉄筋表面に不働態皮膜を形成し、腐食を防ぐことができることがある。しかし、コンクリートの中性化や塩害により不働態皮膜が破壊され、鉄筋が腐食することでコンクリートの剥離、剥落、ひび割れが発生し安全性が低下することがある。このことから鉄筋の腐食を予防することは極めて重要である。既存の鋼材腐食の対策方法として、コンクリートの品質を高め、腐食因子の浸透を抑制する方法や、鋼材へのエポキシ樹脂塗装や亜鉛めっきを施し、防食する方法などが挙げられる。コンクリートの品質を高める方法としては、水セメント比の低減やかぶりの増加が挙げられるが、鋼材が H₂O や O₂ に接触しにくくなる一方で、セメント等の使用材料の増加によるコストの増加や構造物の自重の増加という欠点がある。一方で鋼材に塗装する方法では、コンクリート自体にひび割れが発生しても鋼材が腐食しない利点があるが、コストが高く、ピンホールが発生や曲げ加工時のめくれなどが鋼材腐食に繋がる欠点がある。そこで本研究では鋼橋の防錆に使用されている無機ジンクリッチペイントに着目した。無機ジンクリッチペイントは鋼材 (Fe) よりイオン化傾向が大きい Zn を用いているため、鋼材が腐食する前に Zn がイオン化し電気化学的に保護する、すなわち犠牲防食により、鋼材の防錆効果を発揮することができる。この特性に着目し、本検討では無機ジンクリッチペイントを異なる厚みで塗布した鉄板をコンクリート内部に埋設し、コンクリート内部における犠牲防食による防錆効果を確認することを目的とした。

2. 試験概要

2. 1 使用材料と計画配合

表-1 に使用した鉄板の名称と概要を示す。無機ジ

表-1 本研究で使用した鉄板

名称	概要
ブラスト有	ブラスト処理済み，塗装なし
ブラスト無	ブラスト処理なし，塗装なし
30μm 塗布	ブラスト処理後 30μm の厚さで塗布
75μm 塗布	ブラスト処理後 75μm の厚さで塗布

表-2 コンクリートの計画配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)				注釈
		W	C	S	G	
70	50	165	236	819	1040	10% 塩水

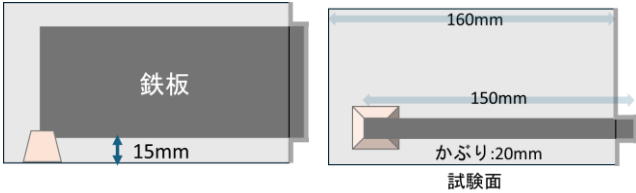


図-1 試験体概要 (左：横方向，右：上方向)

ンクリッチペイントの防錆効果を比較するために鉄板のブラスト処理の有無，塗布した無機ジンクリッチペイントの厚みを変えた 4 種類の鉄板を埋設したコンクリート試験体を 3 体ずつ作製した。作製したコンクリート試験体の計画配合を表-2 に示す。本検討では普通ポルトランドセメントを使用し、鉄板の腐食を促進させるため、W/C=70%とし、練混ぜ水には濃度 10%の塩水を使用した。図-1 に試験体の概要を示す。鉄板を埋設させたコンクリートの寸法は 100×100×160mm とし、かぶりを 20mm と設定した。かぶりが 20mm であることから、コンクリートの充填性を考慮して粗骨材の最大寸法は 15mm とした。

2. 2 促進腐食試験と自然電位測定による腐食推定

作製した試験体は JCI-SC03 「塩分を含んだコンクリート中の補強用棒鋼の促進腐食試験一繰り返し法」に準拠し 7 日間封緘養生を施した後に湿潤環境 (60℃, RH95%) に 3 日間，乾燥環境 (20℃, RH60%) に 4 日間静置し，計 7 日間を 1 サイクルとし，乾湿繰り返し

試験を実施した。1 サイクル毎に鉛電極と電位差計を用いて自然電位を計測し、鋼材腐食を確認した。

2. 3 試験結果

図-2 に計測した自然電位の経時変化を示す。材齢初期ではコンクリートに含有する塩分が自然電位測定に影響し、測定値が不安定になることから、腐食発生時期を確認することは困難であるといわれている。そのため、経時変化による傾向に着目すると、ブラストの有無による差は小さく、無機ジंकリッチペイントの厚みによる差もごくわずかであり、全体の傾向としては、塗装の有無で大きく 2 つに分かれていることが確認できた。これらは初期材齢時から大きく 2 つに分かれており、サイクル数を重ねるにつれてどちらも自然電位の値は大きくなっているが、無機ジंकリッチペイントの塗装がされていない 2 種類の方が傾きは大きく、無機ジंकリッチペイントの塗装がされている 2 種類より大きく腐食していることが推察される。一方で自然電位法だけでは腐食の度合いや、腐食が始まるタイミング、無機ジंकリッチペイントの塗布による防錆効果の評価は正確に実施することは困難であることが分かった。

3. 腐食面積率による防錆効果の評価

3. 1 試験概要

自然電位では防錆効果を正確に評価することができなかったため、腐食の度合いを評価するために 2 章で用いた試験体を 5,10 サイクルで 1 体ずつ割裂し、鉄板を取り出し、かぶり 20mm 側の面を撮影した。撮影した鉄板全面と腐食部分のピクセル数から腐食面積率を算出した。

3. 2 鉄板の表面観察と腐食面積率の算出

写真-1 に無機ジंकリッチペイントの有無による鉄板の腐食前後の様子を示す。30 μ m 塗布は腐食後に茶色や黒色の錆と共に白い生成物が確認された。一方で、ブラスト有の鉄板の腐食後には茶色や黒色の錆のみ確認され、白い生成物の発生は認められなかった。白い生成物は無機ジंकリッチペイントが犠牲防食することで生成した ZnO であると考えられる。このことから ZnO が生成した 30 μ m 塗布した鉄板では、無機ジंकリッチペイントによる犠牲防食の鋼材防錆機能が働いていることが推察された。さらに図-3 に 5, 10 サイクルの腐食面積率を比較したものを示す。無機ジंकリッ

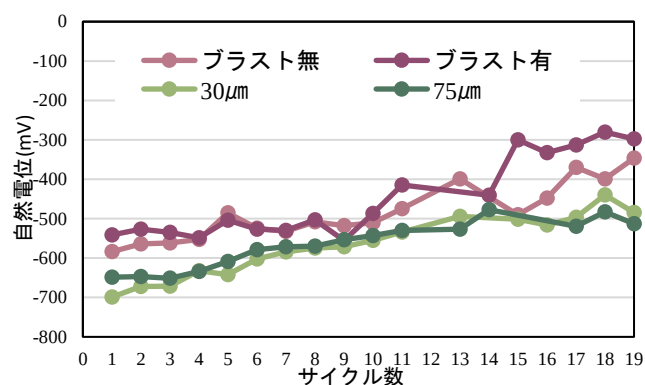


図-2 自然電位の経時変化

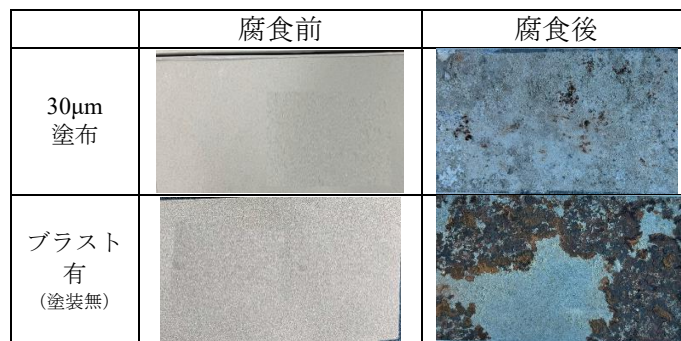


写真-1 腐食前後の鉄板の様子 (かぶり 20mm)

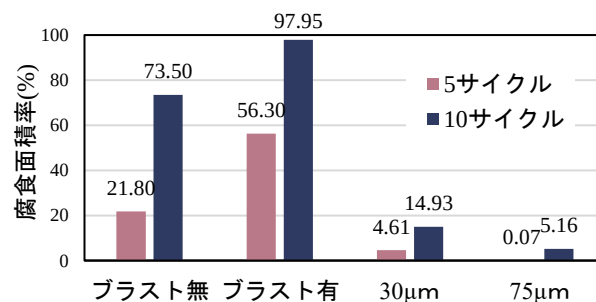


図-3 鉄板の腐食面積率

チペイントを塗布した 2 種類では塗布していない 2 種類と比較すると、腐食面積率が大幅に小さい。さらに、30 μ m と 75 μ m を比較すると 75 μ m のほうがより小さい結果が得られ、無機ジंकリッチペイントの厚みによる効果も明らかになった。このことから無機ジंकリッチペイントの塗布は鋼材の防錆作用に一定の効果があることが認められた。

謝辞

本研究は大日本塗料株式会社と日本車輛製造株式会社との共同研究により実施いたしました。ここに謝意を示します。

参考文献

1) 枝広英俊, 十代田知三, 竹内昌彦, 山本祐基子: 自然電位法によるコンクリート中の鉄筋の腐食評価に関する研究, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.20, No.1, pp.311-316, 1998