

高炉スラグ混合セメント系塗料の鋼材角部防食下地材への適用に関する防食性評価

エス・エルテック(株) 正会員 ○天野佳絵
(株)三井 E&S 鉄構エンジニアリング 正会員 井上大地
(株)三井 E&S マテリアル 正会員 石原修二

エス・エルテック(株) 非会員 森山実加子
(株)三井 E&S 鉄構エンジニアリング 正会員 皆田龍一
九州大学大学院 フェロー会員 貝沼重信

1. はじめに

鋼構造物において、部材の自由縁となる角部は、塗膜厚の確保が困難な部位で、防食上の弱点となる可能性がある。また、鋼構造物の新設塗装では、工場塗装から現場塗装の期間があることや、組立時に生じるキズなどから、現場塗装後に腐食が進行することが少なくない。著者らは部材角部の防食性能を向上させることを目的とし、高炉スラグ混合セメント系防食塗料（以下、セメント系塗料）^{1,2)}を防食下地材として適用するための基礎的検討を行ってきた³⁾。セメント系塗料の防食機構は、セメント由来のアルカリ条件下で亜硝酸塩が作用し、 $\text{Fe}^{\text{III}}_2\text{O}_3$ （赤錆）の Fe^{III} の一部が還元され、 $\text{Fe}^{\text{III}}_2\text{Fe}^{\text{II}}\text{O}_4$ （黒錆）が鉄表面に形成されることで、不動態皮膜として機能していると考えられている。本研究では、鋼道路橋防食便覧⁴⁾に示される C-5 および F-11 の塗装系にセメント系塗料を追加して用いる。本稿では耐屈曲性試験と腐食促進試験による防食性能評価について報告する。

2. 試験方法

2.1 耐屈曲性試験 防食性能が機能するためには、素地および塗膜間の密着性を確保する必要がある。試験体 100×50×0.3mm の冷間圧延鋼板（JIS G 3141/SPCC-SB）をアセトンシンナーにて脱脂後、表-1 に示す C-5 塗装系の間に、セメント系塗料を全面および半面塗装した。半面塗装は先に工場で塗装後に、現場で塗装する場合を想定している。上塗り塗装後 28 日の養生期間を設け、16mm、および 32mm の 2 種類のマンドレルを用いて屈曲性試験（JIS K 5600-5-1）を行い、素地からの剥がれおよび塗膜の割れを目視評価した。

2.2 腐食促進試験 試験体には 150×70×3.2mm の冷間圧延鋼板（JIS G 3141/SPCC-SD）を使用し、表-1 に示す仕様の追加防食下地の有無で計 4 種類となるよう塗装した。その後、試験体下端部から 10mm 離れた位置に、長さ 70mm、幅 1mm の切削傷を精密機械加工により導入した。切削傷が鋼面まで達するように、各仕様の最大乾燥塗膜厚に 200μm を加えた数値を切削深さとした。背面および端部はエポキシ樹脂塗料で被覆した。複合サイクル試験（JIS K 5600-7-9）に規定されるサイクル A に最大 210 サイクル供した後、表面性状をレーザーフォーカス深度計（スポット径：30μm、分解能：±0.05μm）を用いて、0.2mm ピッチで測定した。また、この測定結果に基づき、各塗膜における塗膜の膨れ体積を算出した。なお、膨れ高さは、未腐食領域における塗膜高さの上位 95%を閾値と設定し、この値に比して高い領域を抽出して算出した。

表-1 セメント系塗料を防食下地材に追加した塗装仕様詳細

基本塗装系		C-5塗装系		F-11塗装系	
塗装工程		塗料名	目標塗膜厚	塗料名	目標塗膜厚
素地調整		ブラスト処理 ISO Sa2 1/2	—	ブラスト処理 ISO Sa2 1/2	—
防食下地材	防食下地	無機ジンクリッチペイント	75μm	無機ジンクリッチペイント	75μm
	ミストコート	エポキシ樹脂塗料下塗り	—	エポキシ樹脂塗料下塗り	—
	追加防食下地①	セメント系塗料	150μm	セメント系塗料	150μm
	追加防食下地②(水系塗料)	水系エポキシ樹脂塗料	60μm	水系エポキシ樹脂塗料	60μm
	下塗り	エポキシ樹脂塗料下塗り	120μm	超厚膜形変性エポキシ樹脂塗料	300μm
		中塗り	ふっ素樹脂塗料用中塗り	ふっ素樹脂塗料用中塗り	30μm
		上塗り	ふっ素樹脂塗料上塗り	ふっ素樹脂塗料上塗り	25μm
目標 (A)基本塗装系		—	250μm	—	430μm
膜厚 (B)=(A)+追加防食下地①②		—	460μm	—	640μm

キーワード 防食，セメント系塗料，高炉スラグ混合セメント，下地材，不働態化

連絡先 〒802-0032 福岡県北九州市小倉北区赤坂 5 丁目 6 番 64 号 エス・エルテック(株) TEL 093-541-3442

表-2 屈曲性試験結果

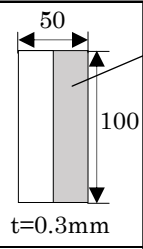
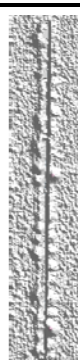
追加防食下地	塗分け		マンドレル 16mm		マンドレル 32mm	
	半面	全面	半面	全面	半面	全面
結果		追加防食下地				
判定	—	—	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし

表-3 腐食促進試験 120 サイクル後の表面性状

	C-5 塗装系		F-11 塗装系	
	—	追加防食下地	—	追加防食下地
腐食試験後の表面性状				

3. 試験結果

耐屈曲性試験結果を表-2 に示す。セメント系塗料を半面および全面塗装したどちらの場合でも、割れと剥がれは観察されなかった。塗膜間での密着は良好であり、塗り重ねによる他層への影響は無いと言える。腐食促進試験 120 サイクル後の表面性状を表-3 に示す。セメント系塗料を追加していない塗装系は、切削傷の両端部から円形に連鎖して膨れが発生しているのに対し、セメント系塗料を追加した塗装系では、膨れはほぼ観察されなかった。この膨れは、切削傷から侵入した腐食因子により錆が成長しており、セメント系塗料を追加することで防食効果が得られたと言える。腐食促進試験 120 サイクルおよび 210 サイクル時点での膨れ体積の算出結果では、どちらの塗装系でも、セメント系塗料を追加することで、膨れ体積が少なくなっている。腐食促進試験によるカット部周辺の塗膜膨れと実際の暴露角部からの膨れが同様の傾向にある⁵⁾との報告もされており、セメント系塗料を実構造物に追加防食下地材として使用することで防食効果の向上が期待できる。

4. まとめ

セメント系塗料を C-5 および F-11 の塗装系に追加することで、防食性能が向上する。

参考文献 1) 森山実加子, 天野佳絵, 池田幹友, 高瀬聡子, 清水陽一: 高炉スラグ混合セメント系防食塗料組成物の挙動と防食メカニズム, 材料と環境, Vol.67, No.2, pp.78-82, 2018. 2) 天野佳絵, 森山実加子, 池田幹友, 日比野誠, 貝沼重信: 高炉スラグ混合セメント系防食塗料の防食特性に関する電気化学的検討, 材料と環境, Vol.67, No.8, pp.331-335, 2018. 3) 貝沼重信, 井上大地, 天野佳絵, 森山実加子, 石原修二: セメント系塗料の鋼材角部防食下地材への適用に関する基礎的検討, 鋼構造年次論文報告集, Vol.26, pp.736-743, 2018. 4) 日本道路協会: 鋼道路橋防食便覧, pp.II-33, 64, 2014. 5) 岩井正敏, 斎藤隆司, 田中尚義: 屋外暴露による塗装鋼板の耐久性, 神戸製鋼技法, Vol.50, No.2, pp.6-9, 2000.