

水性塗料を用いる場合のミストコートの有無が塗膜へ与える影響検討

首都高速道路株式会社 正会員 ○ 山本 一貴 松原 拓朗 細井 雄介
日本エンジニアリング株式会社 正会員 政門 哲夫 瀧本 一満

表-1 試験体一覧

No.	防食下地	ミストコート	下塗	
			塗料	塗布方法
1	無機ジンクリッチペイント (75 μm)	変性エポキシ 樹脂塗料 ※希釈率50%	水性エポキシ 樹脂塗料 (60 μm)	吹付
2				はけ
3		—		吹付
4				はけ

1. はじめに

工場製作した鋼部材表面には、亜鉛の犠牲防食作用による防錆を目的として、無機ジンクリッチペイント（以下、無機ジンク）が塗布される。無機ジンクは塗膜が多孔質であり塗膜内に多くの空隙を有することから、下塗り塗料を直接塗り重ねると発泡が生じると言われている。この発泡を防ぐため、封孔処理として無機ジンク塗装面にエポキシ樹脂塗料下塗等の溶剤形塗料をシンナーで希釈したミストコートが塗布されている。首都高速道路（以下、首都高）では、これまでに塗装工事中に 2 度の火災を発生させていることから、2017 年より現場塗替塗装に水性塗料を採用し、現場塗装における危険物および指定可燃物の排除を目指している。既設橋の補修・補強部材に用いる当て板等の新設部材の塗装については、これまで無機ジンク面へ直接水性塗料を塗布することによる発泡の懸念があるため、溶剤形塗料を希釈したミストコートを塗布することとしていた。しかし、無機ジンク面にはけを使用して水性塗料を直接塗布した試験施工において、発泡は確認されなかったことから水性塗料を用いる現場塗替塗装についてはミストコートを廃止した。水性塗料を下塗りに用いる場合は、ミストコートを塗布しなくても発泡を防ぐことが可能であると考えられるが、その要因は明らかとなっていない。そこで、現場塗装塗替における唯一の危険物であるミストコート廃止を目的として、水性塗料を無機ジンクリッチペイント面に塗布した場合の影響検討を行った。

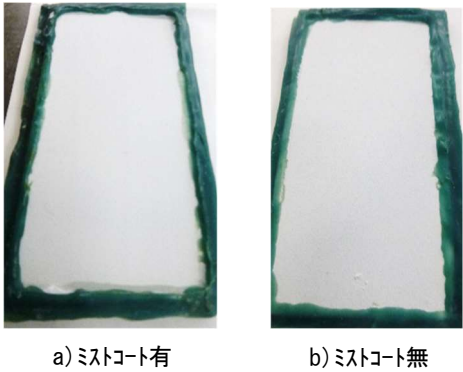


写真-1 複合サイクル試験後の試験体状況
（下塗り塗料：吹付け塗布）

2. 試験体および試験概要

試験には、無機ジンク面に溶剤系の塗料を用いたミストコートを塗布した後、下塗り塗料を塗布した試験体とミストコートを塗布せずに無機ジンク面に直接水性の下塗り塗料を塗布した試験体を用いた。使用した塗料および膜厚は首都高で定めた塗装仕様としている。なお、塗料には3メーカーの塗料を用いた。下塗り塗料の塗布方法により発泡状況が異なることが考えられるため、下塗り塗装には、はけおよび吹付けを用いた。試験体の塗料仕様を表-1 に示す。これらの試験体を用いて、防錆性および付着性の評価を行った。防錆性の評価は、複合サイクル試験（サイクルD 90 日間）を行った後に試験体の変状を観察することにより行い、付着性の評価は、アドヒージョン試験¹⁾により行った。

3. 試験結果

(1) 防錆性

試験体作成後の発泡の有無を確認するため、表面観察を行った。目視観察の結果、いずれの試験体についても発泡は確認されなかった。また、はけおよび吹付けの塗料の塗布方法に違いも認められない。次に、これらの試験体に対し複合サイクル試験を行った後の表面状況を写真-1 に示す。いずれの試験体においても目視観察では変状は確認されなかった。以上の結果から、下塗りに水性塗料を用いる場合は、ミストコートの有無

キーワード 塗装塗替, ミストコート, 水性塗料, 発泡, 成分分析

連絡先 〒100-8930 東京都千代田区霞が関 1-4-1 首都高速道路(株) 技術部 技術推進課 TEL 03-3539-9427

および下塗りの塗装方法に関わらず、発泡の発生はなく、防錆性に与える影響も認められなかった。これは、水性塗料が無機ジंकの空隙に浸透し、気泡を埋めたことにより発泡が生じなかった可能性が考察される。

(2) 付着性

試験体作成後、アドヒージョン試験を実施した。その結果を表-2に示す。なお、表中の付着力は3箇所の平均値を示している。すべての試験体で付着力は2.0MPa以上を有しており、十分な付着力が確認できた。破壊形態についても、ミストコートの有無による明確な傾向は認められない。以上から、今回の検証においては、下塗りに水性塗料を用いる場合、ミストコートの有無および下塗りの塗装方法の違いが付着力に与える影響はないと言える。

4. 成分分析

前述したとおり、試験体に発泡が確認されなかったため、その要因を検討することを目的にエネルギー分散型X線分光法（SEM/EDX）により成分分析を行った。分析の対象は、表-1に示すNo.1と3を対象とした。試験体の断面の分析結果を図-1に示す。図中には、炭素（赤）、ケイ素（緑）、亜鉛（青）の分布を示している。いずれの試験体についても無機ジंकの表面には下塗り塗料の含有成分である炭素およびケイ素が緻密で、ジंक表面の凹凸に塗料が入り込み密着していることがわかる。分析結果を比較してもミスト

表-2 アドヒージョン試験結果

No	試験片名	付着力 (N/mm ²)	破壊形態
1-1	ミスト有-吹付-A社	4.14	凝集破壊
1-2	ミスト有-吹付-B社	5.05	界面破壊
1-3	ミスト有-吹付-C社	3.43	凝集破壊
2-1	ミスト有-はけ-A社	4.12	凝集破壊
2-2	ミスト有-はけ-B社	6.61	界面破壊
2-3	ミスト有-はけ-C社	3.42	凝集破壊
3-1	ミスト無-吹付-A社	2.99	凝集破壊
3-2	ミスト無-吹付-B社	4.71	界面破壊
3-3	ミスト無-吹付-C社	2.86	凝集破壊
4-1	ミスト無-はけ-A社	2.06	凝集破壊
4-2	ミスト無-はけ-B社	4.51	界面破壊
4-3	ミスト無-はけ-C社	2.78	凝集破壊

※凝集破壊：無機ジंक面での凝集破壊

※界面破壊：鋼材と無機ジंक面での界面破壊

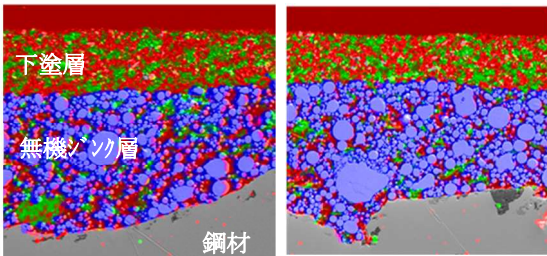


図-1 成分分析結果（500倍）

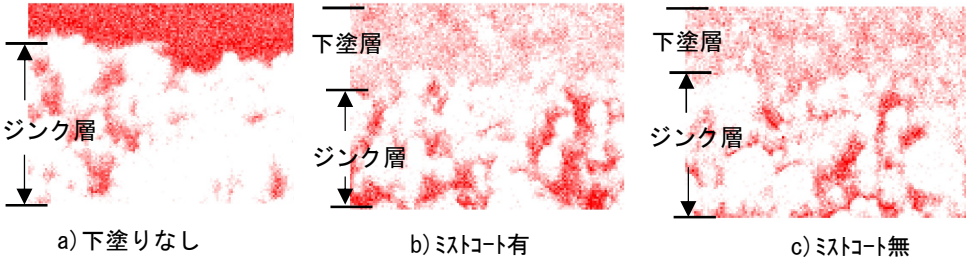


図-2 炭素の分布（2000倍）

コートの有無による無機ジंक表面の成分分布に顕著な差異は認められない。また、下塗り塗料の塗布前後の炭素の分布を図-2に示す。これらを比較すると、下塗り塗布前では、炭素の分布がまばらであるのに対し、ミストコートを塗布した場合および下塗りを直接塗布した場合には、分布が比較的密になっている。そのため、下塗り塗料を無機ジंक面に直接塗布しても、ミストコートと同様に無機ジंक層内に塗料が浸透していると考えられる。しかしながら、今回の試験では発泡が生じなかったため、それらとの比較検討は未実施であり、発泡が生じなかった要因を特定するに至っていない。今後、発泡した試験体を用意し、それを成分分析する必要があると考えている。

5. まとめ

本検討を通して、無機ジंक面に下塗り塗料を直接塗布した場合でも、ミストコートを塗布した場合と同等の防錆性と付着力を有していることが確認できた。また、成分分析では、発泡を防止した要因までは特定できていないものの、水性塗料を直接塗布した場合とミストコートを塗布した場合の分析結果に顕著な差はなく、水性塗料はミストコートと同様の役割を果たすことが考えられる。今後、発泡を防止した要因を検討するために、発泡した試験体の成分分析を行い、その結果とこれらを比較検討する必要がある。

参考文献： 1) 一般財団法人 日本鋼構造協会，鋼構造物塗膜調査マニュアル JSS IV 03，2018