

港湾コンクリート構造物の維持管理の効率化に 資する高機能型塗装システムの開発 「ワンダーコーティングシステム(W-MG:マリンガード)」

東洋建設株式会社

湯地 輝諭
三宅

1 はじめに

港湾コンクリート構造物は、長期的に供用されることが多く、多くの場合、予防保全的な考えに基づいて管理されている。維持管理は、「目視点検」、「調査・診断」、「判定・評価」および「対策」のサイクル(図1)を定期的に行うことで行われている。

また、港湾施設の鉄筋コンクリート構造物を長期的に供用するためには、劣化の主要因である塩害に対する予防保全対策が重要である。この対策の一つに、遮塩性能が高く、比較的施工が容易な表面被覆工法が用いられることが多い。しかしながら、一般的な表面被覆工法には以下のような課題が存在する。

- ①塗料が有色の場合、表面被覆工を施すことでコンクリート基盤を直接視認できなくなり、目視点検を主体とした維持管理サイクルの点検精度が低下する。
- ②プライマーや被覆層形成の各工程で長時間の養生が必要となるケースがあり、施工完了に時間を要する。

そこで筆者らは、施工から維持管理までの工程において一貫して効率化を図れる技術とすることを目的として、従来の表面被覆工法と同等以上の耐久性や耐候性を持ちながらも、右記課題を解決できるシステムを新たに開発した。本報では、その開発技術である「ワンダーコーティングシステム(W-MG)」について紹介する。

2 システムの概要

本技術は陸上構造物で実績のある透明なガラス質膜の塗装材料を、港湾環境での施工の効率化や耐久性向上を目的として改良したものであり、供用中の維持管理の効率化を可能とする高機能型塗装システムである。本技術の肝となる塗装材料の特長を以下に述べる。

【透明性】

本技術の塗膜材料(以下、本材料)は、施工後もコンクリート基盤の状態を直接視認可能な透明性を有している。前述の通り、港湾コンクリート構造物は、定期的な目視点検の実施による維持管理サイクル(図1)で管理されており、劣化度判定と判定結果に基づき評価し、補修の可否を判断する。有色な表面被覆が施されている場合、目視点検時に被覆表面に異常が認められないと、内部の変状が進行していても健全と誤判定される可能性がある。その場合、表面に変状が確認されたころには大掛かりな補修が必要となる場合もある。一方、本材料を用いることで、目視点検の精度を高めることができ、前述のようなリスクの回避が可能となる。また、予防保全的な維持管理計画の立案が容易となり、長期的な構造物の健全性の確保に貢献できる。

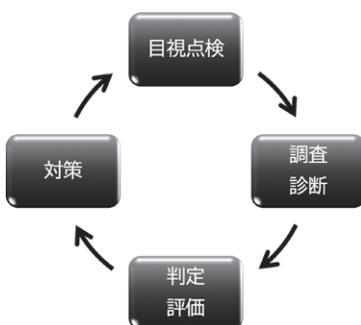


図1 構造物の維持管理サイクル

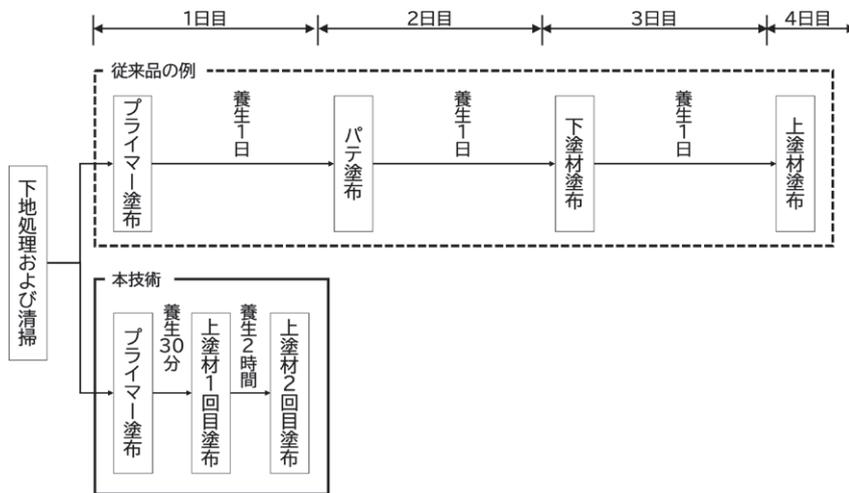


図2 施工ステップの比較

表1 品質規格試験結果の一例

評価項目	試験方法	本技術試験結果	
塗膜の外観	JIS K5600	塗膜が均一で流れ・むら・われ・はがれ無し	
耐候性	JIS K5600	促進耐候性試験を3,000時間後、塗膜が均一で流れ・むら・われ・はがれ、白亜化は無し	
塗膜の塩化物イオン透過量	JSCE-K521	$0.7 \times 10^{-3} \text{mg/cm}^2 \cdot \text{日}$ (定量下限)	
耐アルカリ性	JIS K 5600	塗膜にふくれ・われ・はがれ・軟化・溶出は無し	
ひび割れ追従性	JSCE-K532	5.18mm	
耐海水性	JIS K 5600	変化なし	
コンクリート及び断面修復材との付着強度	建研式付着力試験	標準養生後	2.4N/mm ²
		耐アルカリ性試験後	1.3N/mm ²
		耐海水性試験後	2.2N/mm ²

*一財) 沿岸技術研究センター「港湾構造物の維持・補修マニュアル参照」

表2 ひび割れ追従性試験評価基準

区分	評価基準値
低追従	0.15 ~ 0.40mm未満
中追従	0.40 ~ 1.00mm未満
高追従	1.00mm以上

【施工性】

従来のコンクリートの表面被覆工は、塗膜の形成に複数の塗り重ね（プライマー、パテ、下塗り、上塗り など）が必要で、各材料塗布後に一日程度の養生期間を要する必要がある（図2）。一方で、港湾工事は気象条件に加え海象条件に左右されるため、各工程で養生時間を要する材料を用いると、施工完了までに予定以上の日数を要する場合も多い。このような課題に対応するため、本材料は、塗膜形成（プライマー一回塗布、上塗り二回塗布）

【保護性能】

表面被覆工法は、コンクリート中の鉄筋の腐食を一日で完了できる速乾性塗料とした。これにより塗膜形成の施工を同日で完了させることが可能となることから、次工程への荒天待機リスクを低減し、工期短縮が可能となり、工程管理も容易となる。また、養生時間を短縮することで、施工中のほこりや水分などの外的因子が塗膜間に介在するリスクを大幅に軽減でき、塗膜品質の確保にも寄与できる。

3 実証実験

【実験概要】

某港湾施設のドルフィン桟橋にて暴露実験を実施した。暴露実験は①施工性の確認を目的としてドルフィン側面に実際に塗布した場合と、②暴露後の塩化物イオン浸透深さを把握することを目的として、供試体をドルフィン側面に設置した場合の二パターンとした。主な検証結果を以下に述べる。

【施工性】

施工性の確認を目的とし、実構造物であるドルフィン側面へ、本材料および比較対象としてエポキシ系表面被覆材をそれぞれ1×1mの範囲で施工を行った（写真1）。

実施工程表（表3）に示すように、表面処理（ケレン作業）を同日に行い、天候を考慮しながら、それぞれの塗料を塗布した。

比較用のエポキシ系表面被覆材は、各塗布工程間で翌日以降の重ね塗りとなるためプライマーが

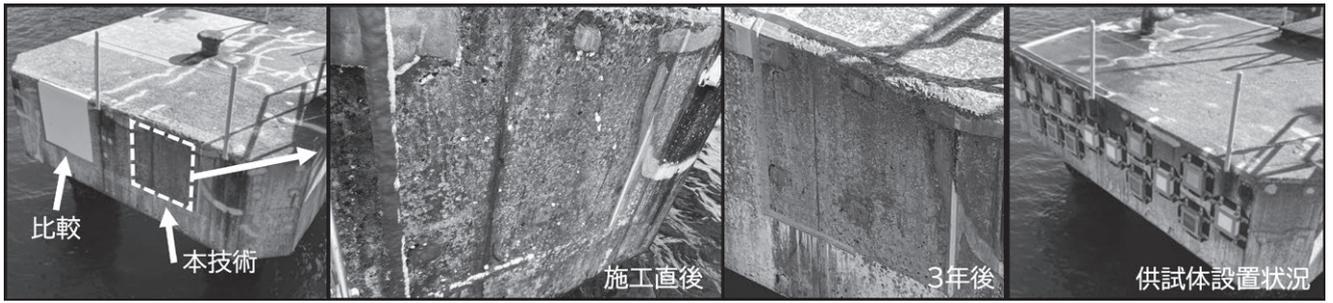


写真1 施工後の状況

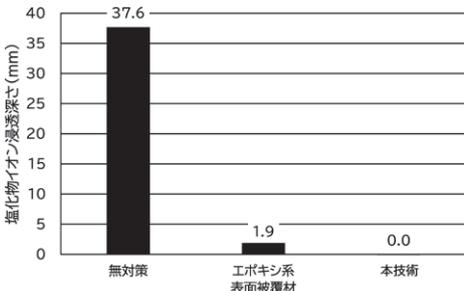


図3 塩化物イオン浸透深さ測定結果 (暴露2年経過時)

表3 実証実験 実工程表

		施工年月:2022年10月									
日付		1日目	2~8日目	9日目	10日目	11日目	12日目	13日目	14日目	15日目	
比較 エポキシ系表面被覆材		表面処理	荒天待機	プライマー	荒天待機	パテ塗布	荒天待機	荒天待機	下塗り	上塗り	
本技術		表面処理							プライマー 上塗り1回目 上塗り2回目		

時刻	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00
プライマー			■							
乾燥養生:30~60分			■	■	■					
上塗り1回目				■						
乾燥養生:120分				■	■	■	■	■		
上塗り2回目							■			

全工程を4時間以内に完了した

ら被覆層の形成までに実働四日、荒天待機を含めると施工完了までに七日を要した。一方、本材料は、一〜二時間での塗り重ね可能な速乾性を持つことから、プライマー塗布から塗装完了までの工程を四時間以内で完了した。

以上より、本材料を用いることで塗装工程を一日で完了できること、各施工ステップ間での荒天待機リスクの最小化や工期の大幅な短縮化が図れることが確認できた。

【塗膜の透明性】

ドルフィン側面に実際に塗布した箇所のコンクリート基盤の視認状況を示す(写真1)。本材料は、塗装直後から三年経過後も透明性を保っており、コンクリート基盤を観察できる良好な状態であった。

【塗膜の保護性能】

供試体をドルフィン栈橋に設置し、所定期間暴露後の塩化物イオン浸透深さを確認した。供試体には市販されている三〇〇×三〇〇×六〇mmのコンクリート平板を用い、塗布材料は本材料と比較用のエポキシ系表面被覆材および無

対策の三水準とした。ドルフィン側面に固定・設置して暴露した(写真1)。なお供試体は暴露面を含め六面すべてを各材料で塗装している。

暴露後に回収した供試体を割裂し、割裂面に硝酸銀水溶液を噴霧し、暴露面からの塩化物イオン浸透深さを測定した。

暴露二年経過後の塩化物イオン浸透深さ測定結果を示す(図3)。なお、試験結果は一〇測点の平均値である。試験結果より、無対策と比較して本材料およびエポキシ系表面被覆材のいずれも塩化物イオンの浸透を抑制している結果となった。特に本材料を塗布した供試体では、塩化物イオンの浸透が全く確認されず、遮塩効果の非常に高い材料であることが確認できた。

4 おわりに

本報では、港湾施設の維持管理の効率化に資する高機能型の塗装システムの開発技術について紹介した。本技術は、港湾コンクリート構造物に加え、凍結防止材が使用される寒冷地域の道路構造物や、沿岸部に隣接する施設にも適用が可能である。

さらに、一般財団法人沿岸技術研究センターが実施する「港湾関連民間技術の確認審査・評価事業」の評価証を取得ほか、「第八回インフラメンテナンス大賞 国土交通大臣賞(技術開発部門)」の受賞、および「NETIS」への登録実績も有している。

最後に、共同研究者として多大なるご尽力を賜りました、大成ロテック株式会社藤田広志様、株式会社フェクト大山潤哉様をはじめご協力いただきました関係各所の皆様にご心より感謝申し上げます。