

表面含浸材の塗布による壁高欄の耐久性向上に関する一考察

鹿島建設(株) 正会員 ○小林 聖 橋本 学 林 大介 入倉英明
カジマリノベイト(株) 正会員 神谷由紀 松本 隆
中日本高速道路(株) 正会員 若林 大 山口岳思

1. はじめに

コンクリート構造物の塩害対策としては、セメントを普通ポルトランドセメント（以下、OPC）から高炉セメント B 種（以下、BB）に変更する、あるいは鉄筋をエポキシ樹脂塗装鉄筋に変更するというのが一般的である。実際に新東名高速道路（厚木南 IC～御殿場 JCT）では、凍結防止剤による壁高欄の塩害対策として場所に応じて前述の対策を組み合わせることで耐用年数 100 を確保する取組みが行われている¹⁾。BB は広く普及しているため、BB に変更する対策は比較的容易に行うことができる。一方、エポキシ樹脂塗装鉄筋は、加工費が上乗せとなることで材料費が高いことや、運搬および施工時に塗膜が損傷して現場で損傷部の補修が必要となるといった手間がかかること、付着強度が低下するため底版コンクリートとの定着長や重ね継手長の延長が必要となることが課題として挙げられている。これらの課題を踏まえ、塩害対策の最適化が求められている。ここでは、塩害対策の最適化の一案となることを目的として、簡易にコンクリート構造物に適用でき、塩害対策としての使用実績の多いシラン・シロキサン系の表面含浸材の適用を検討した。

2. 塩害対策としての表面含浸材の適用について

表面含浸材はコンクリート表面に塗布することによって内部に浸透し、水の浸透を抑制する層を形成する材料である。筆者らはこれまでに表面含浸材の中でもシラン・シロキサン系の材料を研究開発し、実構造物へ適用している。主に海洋構造物の塩害対策として適用されているが、一方で、凍結防止剤が散布される山間部の高速道路の壁高欄などでは、凍結防止剤から供給される塩分による塩害と凍結融解の複合作用を受ける厳しい環境条件においても適用が進められている。筆者らは凍害と塩害の複合劣化環境で暴露試験を行っており、長期耐久性についても良好な品質が得られることを確認している²⁾。その知見を活かして、ここでは壁高欄に着目し、塩害対策として表面含浸材の適用について評価した。

3. 表面含浸材の塗布実験

壁高欄を対象として表面含浸材の適用性を評価するために、壁高欄に用いる配合のコンクリートによって供試体を作製し、表面含浸材の塗布量と含浸深さの関係について実験を行った。コンクリートの使用材料を表－1 に、壁高欄に用いる配合を表－2 に示す。JSCE-K571-2013 に準じてコンクリート供試体に表面含浸材をそれぞれ 100g/m²、200g/m²、300g/m² 塗布し、含浸深さを測定した。

含浸深さの測定結果を表－3 に示す。標準塗布量である 100g/m² では、含浸深さは 4.1mm であり、塗布量を 200g/m² とした場合の含浸深さは 5.7mm、300g/m² とした場合の含浸深さは 7.1mm となることが確認された。

4. 塩害対策としての表面含浸材の有効性

上記の含浸深さの違いが塩分浸透抵抗性に及ぼす影響を確認するために、土木学会の 2017 年

表－1 使用材料

材料	記号	内容
水	W	上水道水
セメント	C	普通ポルトランドセメント、密度；3.15g/cm ³
膨張材	Ex	石灰系膨張材
細骨材	S1	砕砂、表乾密度；2.64g/cm ³ 、粗粒率；2.78
	S2	山砂、表乾密度；2.61g/cm ³ 、粗粒率；1.70
粗骨材	G1	砕石、Gmax；20mm、表乾密度；2.65g/cm ³ 、実積率；62.5%
	G2	砕石、Gmax；10mm、表乾密度；2.64g/cm ³ 、実積率；62.4%
混和剤	SP	高性能 AE 減水剤（ポリカルボン酸）

表－2 壁高欄に用いる配合

W/C (%)	細骨材率 (%)	スラン プ (cm)	空気量 (%)	単位量 (kg/m ³)								SP (C×%)
				W	C	Ex	S1	S2	G1	G2		
50.0	50.0	12	4.5	163	306	20	891	18	383	529		0.95%

キーワード： 表面含浸材，含浸深さ，壁高欄，凍結防止剤，塩化物イオン濃度

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL 042-489-8023

制定コンクリート標準
 示方書[設計編]に準じて
 塩害照査を行った。な
 お、表面含浸材を塗布し
 た場合、表面含浸材が浸
 透している部分と浸透
 していない部分で拡散

係数が異なるため、拡散係数を分けて設定する必要がある³⁾。
 筆者らは暴露試験により図-1に示す塩化物イオンの濃度測定
 結果を取得しており、最小二乗法によりフィッティングして表
 面含浸材が浸透している部分（表面から4.0mmの区間）の拡散
 係数を0.004cm²/年と算出している²⁾。その他の塩害照査の条件
 として、水セメント比50%とし、拡散係数はOPCを使用した
 配合では0.501cm²/y、BBを使用した配合では0.158cm²/yとし
 た。鋼材腐食発生限界濃度はOPCを使用した配合では
 1.9kg/m³、BBを使用した配合では1.8kg/m³とした。かぶり70mm
 （かぶりの施工誤差を10mmと設定）とし、表面塩化物イオン
 濃度を飛来塩分が多い地域の汀線付近と仮定して9.0kg/m³と
 設定した。

各ケースにおける経過年数に対する鉄筋位置における塩化
 物イオン濃度の机上検討結果を図-2に示す。ここで、耐用年
 数は鉄筋位置における塩化物イオン濃度が鋼材腐食発生限界
 濃度に達する時間とした。OPCを使用した場合は耐用年数が
 16年であり、OPCをBBに変更した場合は耐用年数が51年ま
 で向上する。OPCに表面含浸材を100g/m²塗布した場合はBB
 と同等の耐用年数となり、表面含浸材の塗布量を200g/m²と
 することで耐用年数は62年まで向上する。さらに、表面含浸材
 を300g/m²塗布した場合は耐用年数が79年まで向上するこ
 とが確認された。以上より、今回対象とした壁高欄に対して表
 面含浸材を塗布することで、OPCからBBに変更するよりも有効
 な塩害対策となることが示唆された。

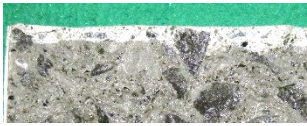
5. まとめ

従来の塩害対策に加えて、表面含浸材の塗布という選択肢を追加した場合の効果について把握することができた。
 今後はBBを用いたコンクリートにも表面含浸材を塗布し、浸透部分におけるコンクリートの拡散係数を算出する
 ことで、BBに表面含浸材を塗布するという対策も選択できるように検討を進めていきたいと考えている。

参考文献

- 1) 山口岳思：新東名高速道路（厚木南 IC～御殿場 JCT）における壁高欄の耐久性向上の取組み，コンクリート工学，Vol.57，No.5，2019.5.
- 2) 小林聖ほか：表面含浸材を塗布したコンクリートの塩分浸透抵抗性に関する一考察，第 57 回土木学会年次学術講演会，V-109，2020.9.
- 3) 遠藤裕丈ほか：表面含浸材を施工したコンクリートの塩化物イオンの拡散予測に関する基礎的検討，寒地土木研究所平成 19 年度技術研究発表会，2008.2.

表-3 含浸深さの測定結果

表面含浸材の塗布量		
100g/m ²	200g/m ²	300g/m ²
		
4.1mm	5.7mm	7.1mm

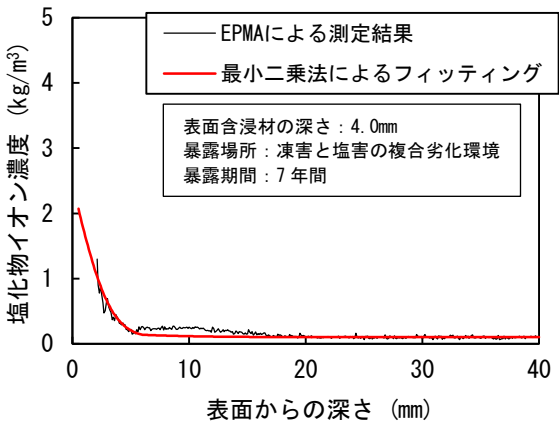


図-1 塩化物イオンの濃度測定結果²⁾

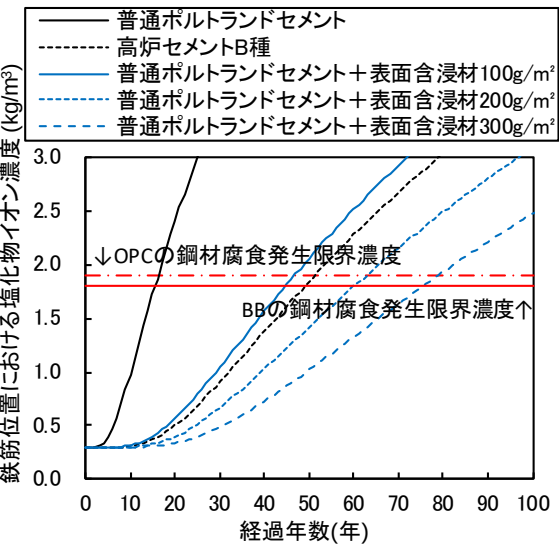


図-2 経過年数に対する鉄筋位置における塩化物イオン濃度の机上検討結果