

ウレタン被覆材を施工して 10 年経過した寒冷地沿岸コンクリート脚柱での耐久性調査

(独)土木研究所 寒地土木研究所 正会員 ○遠藤 裕丈

(独)土木研究所 寒地土木研究所 正会員 田口 史雄

(独)土木研究所 寒地土木研究所 正会員 田畑浩太郎

1. はじめに

寒冷地のコンクリート構造物は、凍結融解と塩化物の複合作用による凍・塩害の被害を受けやすい。そのため、耐久性向上の観点から、凍・塩害に対する有効な対策工が求められている。このような背景に鑑み、近年、劣化因子の侵入抑制機能を有する表面保護工法¹⁾など様々な対策工が開発・提案されている。しかし、実際の環境下における耐久性の保持効果については十分明らかになっていないとは言えず、実環境下での保護材自体の健全性（躯体との付着性、剥がれの有無など）や実構造物における保護材の効果に関する経験的なデータを収集・整理し、ライフサイクルコストの縮減に資する適切な耐久性設計法を確立することが課題となっている。そこで筆者らは耐久性設計法の作成に必要な情報の収集を目的に、有機系被覆材の一種である無溶剤型ポリウレタン樹脂防水材（以下、ウレタンと記）が施工されて 10 年が経過した寒冷地沿岸部のコンクリート脚柱において耐久性の保持効果に関する調査を行ったので、結果を報告する。

2. 調査概要

図-1 に位置図を示す。調査場所は一般国道 229 号北海道神恵内村にある越波防止を目的に建設されたスリット擁壁脚柱（以下、脚柱と記）である。国道は 1996 年 11 月に供用が開始されて 13 年が経過している。脚柱は海に隣接し、時化時は高波を被る程の厳しい環境下に立地している。ウレタンは供用から 3 年経過後の 1999 年 8 月に適切に施工された²⁾。トップコートにはアクリルウレタン樹脂塗料が使用されている²⁾が、脚柱の海側のトップコート（灰色）は全て剥がれ、ウレタン（黄色）が剥き出しの状態にあった（写真-1）。本研究では、①高周波水分計による脚柱の表面水分率、②顕微鏡によるウレタン表面の観察、③ウレタンと脚柱との付着強度（写真-2）、④塩化物イオン量の 4 項目の調査を行った。図-2 に調査箇所を示す。調査は海側（記号 S）と背面（記号 B）で実施した。①と④の調査は No.1（ウレタン厚 10mm）の脚柱、②と③の調査は No.1 と No.2（ウレタン厚 15mm）の脚柱にて行った。



図-1 位置図



写真-1 スリット擁壁脚柱の全景
(調査は 2009 年 10 月に実施)

3. 調査結果・考察

3.1 ウレタン自体の健全性

脚柱 No.1 の海側（S-上と S-下の近傍）と背面（B-上と B-下の近傍）においてコンクリートの表面水分率を計測したところ、海側は 5.7～6.2%、背面は 8.7～9.2%で、波飛沫は直接受けないものの通気性が小さく、日射を受けない背面の方が約 3%高いことが確認された。写真-3 は脚柱 No.1、No.2 の S-中と B-中のウレタン表面を顕微鏡で観察した画像である。いずれの脚柱も、紫外線を遮断するために塗布されたトップコートが剥がれて露出した海側（S-中）のウレタンは表面の凹凸が大きく、組織が荒れて劣化しているのに対し、背面（B-中）のウレタン表面は凹凸がみられず、平滑で緻密な組織状態にあった。しかし、ウレタンと脚柱との付着強度は、図-3 に示すように組織が荒れている海側のウレタンに比べて、外観上組織が健全な背面のウレタンの方が小さい結果が示された。上、中、下別に付着強度を比較すると、脚柱 No.2



写真-2 付着強度測定
(No. 1, B-下)

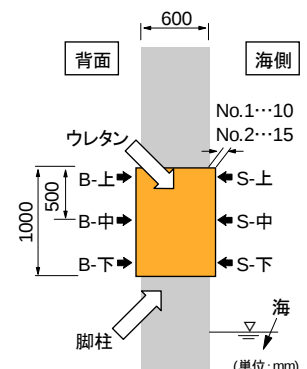


図-2 調査箇所

キーワード コンクリート, ウレタン, 付着強度, 表面水分率, 塩化物イオン

〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1 条 3 丁目 1 番 34 号 TEL 011-841-1719 FAX 011-837-8165

脚柱 No.1, S-中

脚柱 No.1, B-中

脚柱 No.2, S-中

脚柱 No.2, B-中

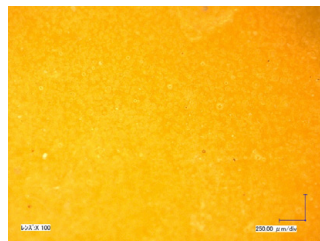
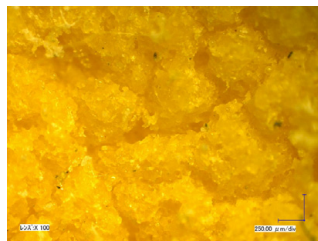
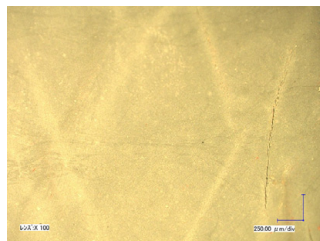
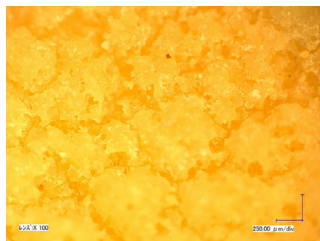


写真-3 ウレタン表面の顕微鏡観察画像（倍率は写真左下、寸法は写真右下に記載）

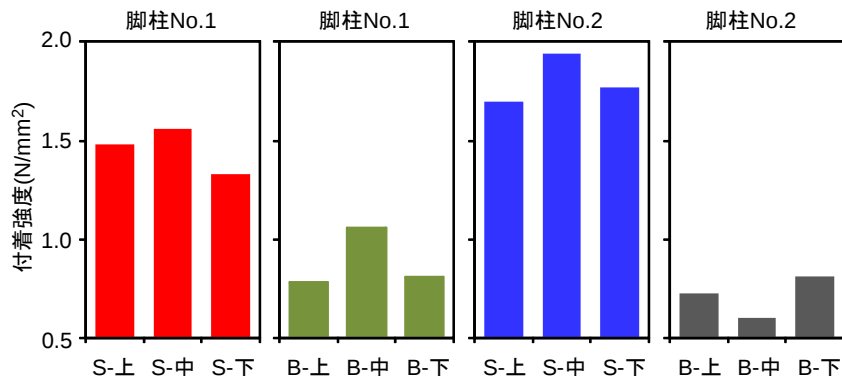


図-3 付着強度の測定結果

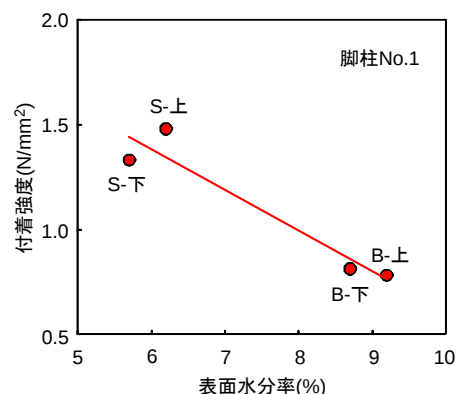


図-4 表面水分率と付着強度の関係

の背面を除くと中が最も大きく、端部の上、下が中に比べると小さい傾向にあった。図-4 は脚柱 No.1 での表面水分率と付着強度の関係を調べたものである。本研究の範囲では、表面水分率が大きいほど付着強度は小さいことが確認された。これらの結果はウレタンとコンクリートの付着強度の経年低下に及ぼす紫外線の影響は小さく、付着強度は表面水分率に依存することを示唆している。ウレタン端部の付着強度の低下は外部からの水分供給を直接受けやすいことに起因すると思われる。

3.2 ウレタンの遮塩効果の持続性

図-5 は脚柱 No.1 の塩化物イオン量の測定結果

である。ウレタンは供用3年を経た既設の脚柱に施工したため多くの塩化物イオンが内在しているが、非被覆部と比較すると深さ0～1cmの塩化物イオン量はウレタン被覆部の方が小さく、塩化物イオンの侵入抑制効果は施工10年経過後も持続すると評価できる。なお、塩化物イオンの蓄積量は非被覆部、被覆部ともに深さ0～1cmは波を直接受ける海側が大きい、深さ1～4cmは背面の方が大きかった。一般に塩化物イオンは濃度勾配を駆動力としてコンクリート中の水の中を移動する³⁾とされている。表面水分率が大きい背面には移動に不可欠な水が多く含まれることに起因し、深さ0～1cmに蓄積された塩化物イオンが深さ1～4cmに移動する挙動が海側に比べて活発的なと考えられる。

4. おわりに・今後の課題

今回の調査で、ウレタンの付着強度は表面水分率と関係があること、塩化物イオンの侵入抑制効果は10年経過後も持続することが確認された。今後は、施工したウレタンの付着強度の低下を抑える方法について検討する予定である。

参考文献

- 1) 土木学会：表面保護工法設計施工指針(案) [工種別マニュアル編], コンクリートライブラリー119, 2004.4
- 2) 合田裕一, 田口史雄, 遠藤裕丈, 榊茂樹：苛酷環境下におけるコンクリートと無溶剤型ウレタン防水材との付着性能, コンクリート工学年次論文集, 第24巻, No.1, pp.747-752, 2002.6
- 3) 日本コンクリート工学協会：コンクリート診断技術'02 [基礎編], p.190, 2002.1

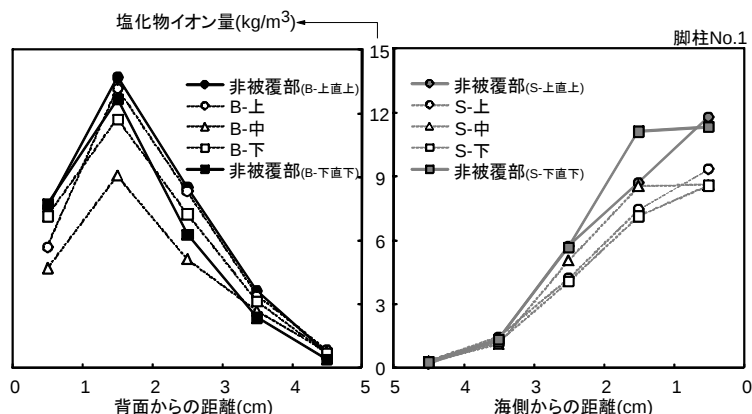


図-5 塩化物イオン量の測定結果（左：背面，右：海側）