

固形油脂および脂肪酸を主原料とした コンクリート用表面補修材の開発

前田 泰秀¹ ・ 佐川 康貴²

¹ (株) ピオテック

² 九州大学大学院 工学研究院 社会基盤部門

概要：本研究では、コンクリート構造物の補修材料として、固形油脂および脂肪酸を主原料とする表面保護材の開発を行った。本材料の効果について種々の実験および試験により効果を検討した。微細ひび割れが生じているコンクリート部材に塗布した結果、微細ひび割れは白色析出物で充填され、ひび割れ閉塞の効果が認められた。また、塩化物イオン浸透性、塩酸に対する抵抗性は無塗布のコンクリートと比較して高いことが認められた。さらに、凍結防止剤が散布される橋梁において曝露試験を行った結果、4ヶ月後においても撥水性が保持されていることを確認した。

1. はじめに

既存コンクリート構造物の補修工法として、また、新設コンクリート構造物の長寿命化に向けた予防保全のため、種々の表面保護工法が開発されている。土木学会からは **2005** 年にコンクリートライブラリー**119** 号「表面保護工法 設計施工指針 (案)」が、**2012** 年にはコンクリートライブラリー**137** 号「けい酸塩系表面含浸工法の設計施工指針 (案)」が出され、各種工法に対する設計および施工、さらには施工後の維持管理に関する技術指針と性能評価のための各種試験方法が示されている。

本研究で対象とする補修材料は、固形油脂および脂肪酸を主原料とするものであり、塗布前は、やや白濁色をしているが、コンクリート塗布後には無色透明となる。既に **NETIS QS-070019-A** (貼紙・落書き予防コーティング剤「Pio シリーズ」) として実用化されており、コンクリート構造物の貼紙や落書き、汚れの防止を目的に用いられている (写真-1.1)¹⁾。本材料をコンクリート構造物に適用することにより、コンクリート構造物の長寿命化を図ることができると考えられる。

本研究では、本材料 (以下、「表面保護材」と称する) をコンクリート構造物に適用した場合の効果について研究を行った。まず、コンクリートに生じた微細ひび割れに対する閉塞の効果について検討を行うため、配電用コンクリート柱 (電柱) および橋脚に適用し、追跡調査を行



写真-1.1 貼紙剥離状況¹⁾



写真-2.1 電柱へのひび割れ発生状況
(電柱の基部に軸方向のひび割れが生じている。)

った。次に、表面保護材を塗布したコンクリートの耐久性について検討を行うため、塩化物イオン浸透性、塩酸に対する抵抗性について調べた。また、凍結防止剤が散布される橋梁において曝露試験を行った。

2. ひび割れの閉塞に関する検討

(1) 電柱への適用

コンクリート製電柱には、写真-2.1に示すような軸方向のひび割れが生じる場合がある。原因はコンクリートの収縮やアルカリシリカ反応（ASR）が考えられるが、本研究の範囲内では原因は明確ではない。電柱ではコンクリートのかぶり厚さが小さいため、ひび割れの発生は耐久性上問題になると考えられる。このようなひび割れ部に適用した場合の表面保護材の効果について調べた。

写真-2.2(a)に示すような撤去後の試験体を用いた。表面保護材の塗布部および無塗布部を設け、それぞれに赤色試薬を溜め、24時間静置した。その結果、塗布部では写真-2.2(b)に示す

ようにひび割れの試薬の浸透は認められなかった。コンクリート内部の状況を確認するために、写真-2.2(c)および(d)に示すように切断した結果、塗布部では切断面のひび割れは閉塞し、ひび割れ跡に試薬の浸透は見られなかった。一方、無塗布部ではひび割れにそって試薬が浸透した状況が確認された。

(2) 橋脚への適用

コンクリート表面に微細な網目状ひび割れが発生している鉄筋コンクリート道路橋橋脚に表面保護材の塗布を行った。このひび割れの原因としては、施工時の締固め不足や養生不足、供用後のコンクリートの乾燥収縮などが考えられる。このようなひび割れは、構造性能上問題となる可能性は小さいが、耐久性上および美観上、問題になると考えられる。

写真-2.3(a)および(b)に示すように、GL3.0mの位置まで表面保護材を塗布した。ローラーによる2回塗りとし、塗布量は2回の合計で $0.18\text{L}/\text{m}^2$ とした。塗布後には、写真-2.3(c)および(d)に示すように撥水効果が確認された。4週間



(a) 試験体の状況



(b) 24時間放置後の試薬（塗布部）

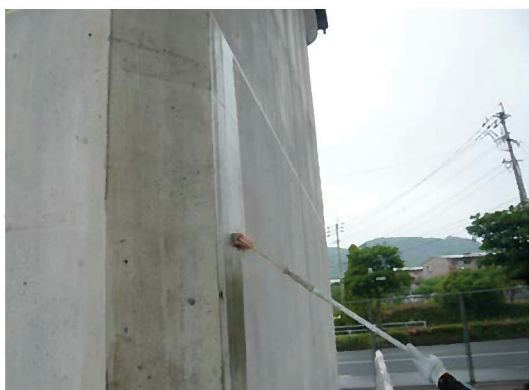


(c) 切断後の状況（手前が塗布部の切断面）



(d) 切断後の状況（無塗布部）

写真-2.2 電柱ひび割れ閉塞効果確認試験



(a) 施工状況



(b) 施工完了（薄灰部が施工範囲）



(c) 撥水状況（塗布部）



(d) 塗布部（左）と無塗布部（右）の比較



(e) 施工前のひび割れ状況



(f) 施工後のひび割れ状況

写真-2.3 橋脚ひび割れ閉塞確認試験

後に目視調査を行った結果、写真-2.3(e)および(f)に示すように、セパレータ跡に下部に生じているひび割れ幅 $0.1 \sim 0.3\text{mm}$ について、幅の小さい部分については白色析出物が充填されひび割れが閉塞していることが確認された。今後も追跡調査を行う予定である。

3. 耐久性に関する検討

(1) 塩化物イオン浸透抵抗性

セメントには普通ポルトランドセメントを用

い、単位水量 0kg/m^3 、水セメント比 50%の配合で、コンクリート円柱供試体（ $\phi 100 \times 200\text{mm}$ ）を作製し、28日間 20°C 水中養生を行った。その後、円柱を上下にカットし、カット面を試験面とした。試験面以外はエポキシ樹脂で被覆し、試験面のみから塩化物イオンが浸入するようにした。写真-3.1(a)に示すように、カット面（試験面）に表面保護材をハケにて塗布した。○日間養生した後、写真-3.1(b)に示すように 10%の NaCl 水溶液に浸漬し、3ヶ月および6ヶ月後

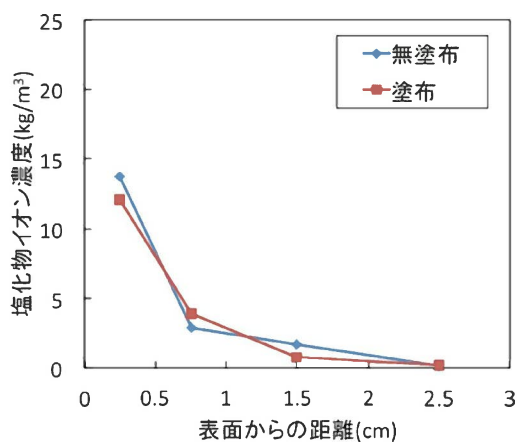


(a) 塗布状況

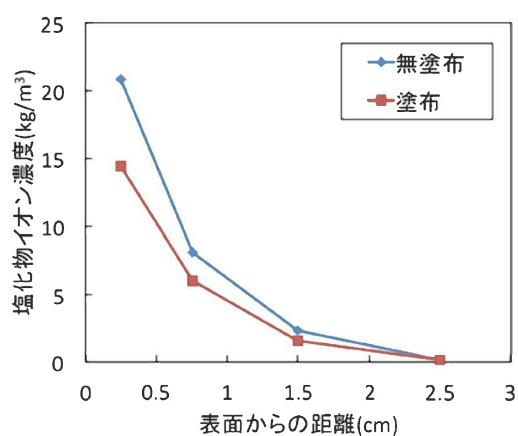


(b) 塩水浸漬状況

写真-3.1 塩化物イオン浸透性試験



(a) 3ヶ月



(b) 6ヶ月

図-3.1 塩化物イオン濃度分布

にコンクリート中の塩化物イオン濃度分布を求めた。塩化物イオン濃度の測定にあたっては、試験面から深さ方向に 1cm の厚さでカットし、粉碎、酸溶解、ろ過の後、電位差滴定装置を用いて測定した。

試験期間 3ヶ月および 6ヶ月における塩化物イオン濃度分布を、図-3.1 に示す。試験期間 3ヶ月では塗布、無塗布の両者の差は認められないが、6ヶ月では塗布供試体の方が塩化物イオン濃度分布が全体的に低くなっており、表面保護材の塗布による効果が認められた。更なる長期でのデータ蓄積が必要である。

(2) 酸に対する抵抗性

表面保護材の塗布を行ったコンクリートの酸に対する抵抗性を調べるため、電柱用コンクリートを 10%塩酸に浸漬した。500 時間浸漬後の状況を、写真-3.2 に示す。B 部および C 部を塩

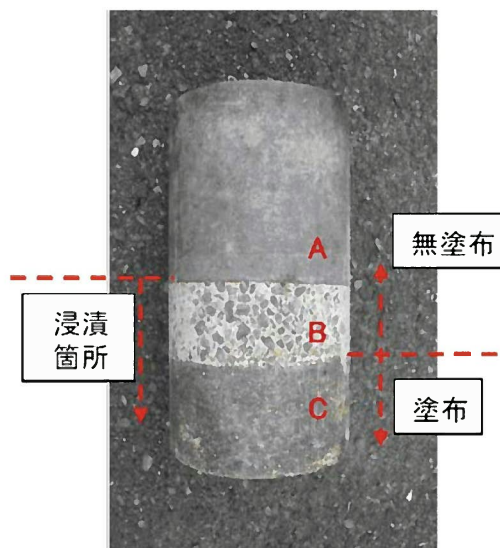


写真-3.2 塩酸抵抗性試験用供試体

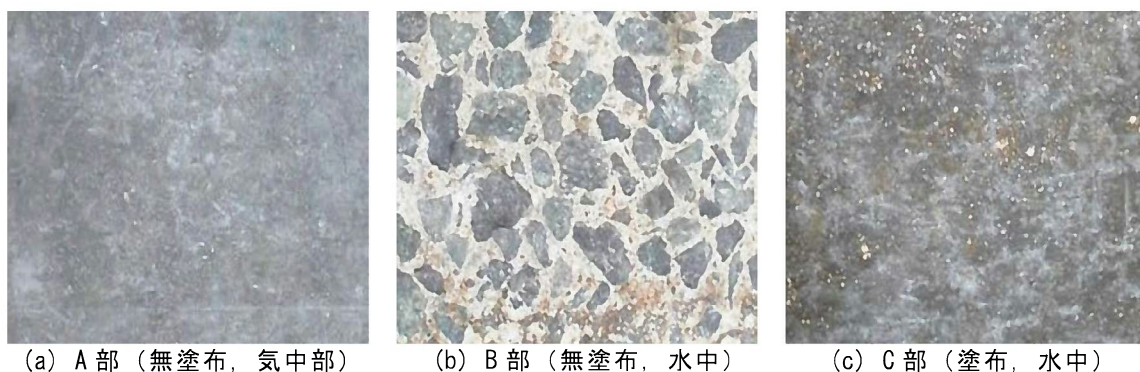


写真-3.3 塩酸浸漬試験結果

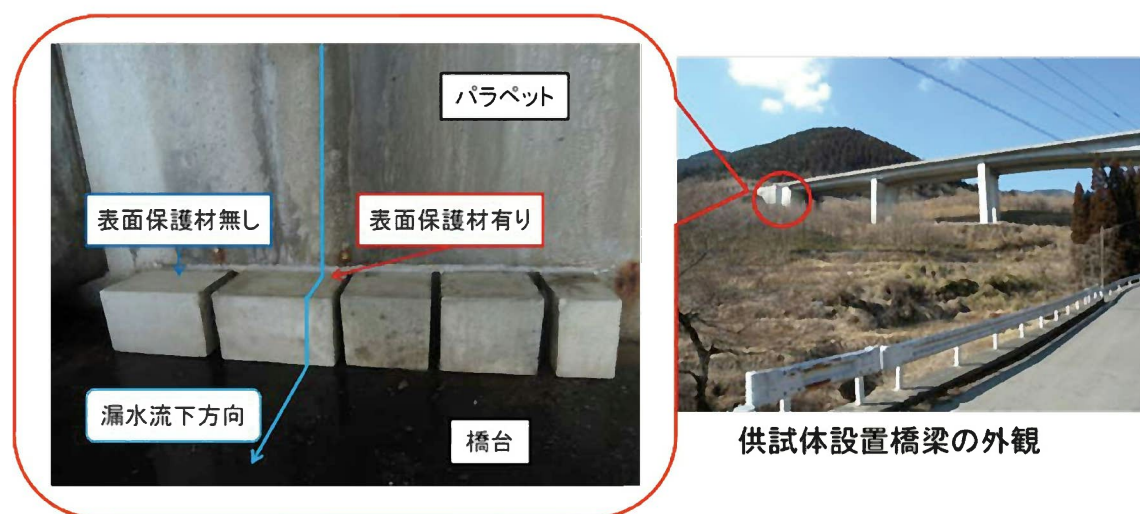


写真-4.1 曝露試験供試体設置状況

酸に浸漬し、A 部は気中部である。C 部のみに表面保護材を塗布した。各部分の拡大写真を、写真-3.3(a)～(c)に示す。写真より、塩酸浸漬部のうち、無塗布の B 部については、粗骨材が露出していることが分かる。電柱用コンクリートは水セメント比が低いため酸による抵抗性は元来、高いと考えられるが、酸によりセメントペースト部が溶解した。一方、塗布部である C 部では、若干のセメントペーストの侵食が認められるものの、粗骨材は露出しておらず、塩酸に対する抵抗性を有していることが実験的に明らかとなった。

4. 曝露試験

スパイクタイヤの使用禁止により、凍結防止剤の散布量が増加しており、九州地区においてもコンクリート道路橋の凍結防止剤による塩害が散見されるようになってきている。特に、凍結防止剤には高濃度の溶液または粒状体が用いられ

るため、コンクリート構造物に対しては厳しい塩害環境条件となる。また、高濃度の塩化物イオンが浸透したコンクリート構造物の補修は、困難を友なことが多い。塩化物イオンを含む凍結防止剤や乾湿繰り返し作用に対する抵抗性をコンクリートに付与するため、表面保護材による効果が期待される。

そこで、本研究では、表面保護材を塗布したコンクリートの実環境下での耐久性を明らかにするため、写真-4.1に示すように、凍結防止剤 (NaCl) が散布される山間部のコンクリート橋に供試体を設置し、曝露試験を行った。漏水が特に著しい M 橋について、橋台のパラペット前面に供試体を設置した(2015 年 1 月～同年 5 月)。表面保護材無しと表面保護材有りの供試体を、供試体表面を漏水が通過するように設置した。供試体は水セメント比 50%で、寸法が 150×150×250mm の角柱供試体であり、浸透面の 2 面以外は塩分浸透を防ぐためエポキシ樹脂を塗布し



(a) 無塗布供試体



(b) 塗布供試体

写真-4.2 曝露試験後の供試体の状況

た。

回収後の供試体に蒸留水を散布した状況を写真-4.2に示す。塗布供試体では、撥水効果が保持されていることが分かる。コンクリート中の塩化物イオン濃度分布については、今後、さらに検討を行う予定である。

go.jp/NetisRev/Search/NtDetail1.asp?REG_NO=QS-070019

5. まとめ

本研究では、コンクリート構造物の表面に塗布する材料として、固形油脂および脂肪酸を主原料とする表面保護材の開発を行い、その効果について種々の実験および試験により効果を検証した。

配電用コンクリート柱（電柱）および鉄筋コンクリート橋脚に塗布した結果、コンクリートに生じた微細ひび割れは白色析出物で充填され、ひび割れ閉塞の効果が認められた。また、表面保護材を塗布したコンクリートの耐久性について検討を行うため、まず、塩化物イオン浸透性、塩酸に対する抵抗性について調べた。その結果、無塗布のコンクリートと比較して十分な効果が認められた。次に、凍結防止剤が散布される橋梁において曝露試験を行った結果、4ヶ月後においても撥水性が保持されていることを確認した。コンクリート中の塩化物イオン濃度分布や長期の耐久性に関しては、さらなる研究が必要である。

参考文献

- 1) NETIS ホームページ, http://www.netis.mlit.go.jp/NetisRev/Search/NtDetail1.asp?REG_NO=QS-070019