
第4部

創成研究Ⅲ

所属専攻・学年	社会基盤工学専攻 2年
学生氏名	横田 直倫 
課題名	塩分環境下における寒冷既設構造物へのシラン系表面含浸材の適用性に関する研究
コーディネータ教員	久保 善司（社会基盤工学専攻）
課題担当教員	久保 善司（社会基盤工学専攻）
創成研究Ⅱ派遣先企業	独立行政法人 土木研究所 寒地土木研究所
創成研究Ⅱ研修期間	平成20年8月3日～9月26日
創成研究Ⅱ研修先	北海道札幌市

平成21年度 創成研究Ⅲ 研究成果報告書

専攻・学年	社会基盤工学専攻 2年
氏名	横田 直倫
創成研究Ⅱ派遣先名	独立行政法人 土木研究所 寒地土木研究所
創成研究Ⅱテーマ名	塩分環境下における寒冷既設構造物へのシラン系表面含浸材の適用性に関する研究

【1. 創成研究Ⅱ終了後の研究課題の進捗】

創成研究Ⅱまでの範囲において、寒冷地域においても表面含浸材の水分浸透抑制、内部水分逸散効果は発揮され、無処理のものよりも含浸材のものはコンクリートが乾燥し、その結果、鉄筋腐食が抑制されたことが明らかとなった。しかし、水セメント比の影響や含浸材の適用量の影響はそこまで顕著ではなかった。そこで、室内実験によって水セメント比の異なるコンクリートにおいて吸水率試験を実施したところ、低水セメントのものは高水セメント比のものと比較して吸水しにくいことが、逸散しにくいこと、また低水セメント比のものでは、含浸材を塗ることによって吸水抑制効果は増加するが、内部水分逸散効果は低下するという結果が得られた。また、適用量が異なるものの含浸層深さを測定したところ、適用量が多くなると含浸層も若干深くなる傾向が見られた。現状では、適用量にかかわらず良好な処理効果が得られているため、暴露実験の継続により、処理効果の耐久性の観点で検討を進める必要があると考える。

修士論文の作成にあたっては、本研修テーマの北海道暴露実験の結果と、他の地域で現在継続中の暴露実験の結果を比較することによって、環境条件が含浸材の腐食抑制効果に与える影響も含めて考察を進める予定である。

【2. 創成研究に関連した研究活動・研究発表】

「寒冷地域の海洋環境下に暴露した表面含浸材の鉄筋腐食抑制効果の初期性状」土木学会第64回年次学術講演会投稿概要集（投稿用紙を別途添付）

【3. 総括】

今回の研修で行った暴露実験によって、材料メーカー、施工業者、建設コンサルタント、官公庁に含浸工法の適用性に関する基礎資料を示すことができる。その資料をもとにすることで、既設構造物のみならず、新設構造物においても適切な維持管理対策を選定できるのではないかとと思われる。

ただし、含浸工法は「塗ればよい」というものではなく、コンクリート中の内在塩化物イオン量や構造物の立地条件、コンクリートそのものの品質、気温や降雨といった気候条件に影響を受けるということを十分に考慮しなくてはならない。また、「完全に腐食を抑止したいのか」「供用期間を満足するための最低限の暫定的処置か」など、含浸工法の目的を十分に踏まえた上で、補修対策を講じなければならないと思う。

寒冷地域の海洋環境下に暴露した表面含浸材の鉄筋腐食抑制効果の初期性状

金沢大学大学院 学生会員 ○横田 直倫 金沢大学大学院 正会員 久保 善司
 (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

1. はじめに

表面含浸材（以下、含浸材と記す）は、外部からの劣化因子の遮断性は劣るものの、内部水分を逸散する効果（発水効果）を有し、表層部を乾燥状態に保つことによる鉄筋腐食抑制効果が期待されている¹⁾。本研究では、塩害および凍害の両者の影響を受ける寒冷海洋環境下において暴露実験を行い、暴露初期（1年）の含浸材の腐食抑制効果について検討することとした。

2. 実験概要

(1) 実験要因 含浸材の適用範囲を明らかにするために、0, 2.2, 3.5 および 5.0 kg/m³ の4水準の塩化物イオン量を用意した。また、コンクリートの品質が処理効果に与える影響を評価するため、新設構造物を想定した45%（高炉B種セメント使用）および55%、風化等により品質が低下した既設構造物を想定した65%の3水準の水セメント比を設定した。

(2) 供試体 供試体を図-1に示す。検討面（含浸材塗布面）以外からの劣化因子の浸透を防ぐため、ポリマー含浸コンクリート製の永久型枠（322×322×302mm）を用いて供試体を作製した。打設後、常温室内にてW/C=45, 55%のものは7日間、65%のものは5日間密封養生した。養生後、十分な含浸を得るため室内にて供試体を4週間乾燥させた。下地処理後、市販のシラン・シロキサン系含浸材を200g/m²（標準適用量）塗布した。含浸材の養生期間として2週間静置した後、検討面を海側に向けて暴露した。暴露地域としては、凍害および塩害の影響を受ける北海道増毛地区を選定した。気象条件²⁾を表-1に示す。また、質量測定用として同一要因の小型供試体（100×100×200mm）もあわせて作製した。

(3) 測定項目 小型供試体では質量を測定し、大型供試体では表面水分率を測定し、含浸材の発水効果について検討を行った。また、自然電位および分極抵抗（交流インピーダンス法）を測定し、含浸材の腐食抑制効果について検討を行った。なお、分極抵抗値の判断基準は、既往の研究³⁾を参考に、130kΩcm²以上を非腐食領域、26kΩcm²未満を腐食領域とした。

3. 含浸材の発水効果

(1) 含水率 小型供試体の含水率を図-2に示す。無処理のものと比較して、含浸材のものは低い含水率を示した。含浸材の発水効果が発揮され、コンクリートが無処理のものより乾燥状態に保たれたものと考えられる。一方、水セメント比の影響については、含浸処理の有無にかかわらず、水セメント比65%のものは45%のものよりも低い含水率を示した。水セメント比45%のものはコンクリート自身が緻密な構造をしているため、内部の水分が逸散しにくく、65%のものと同程度の発水効果が得られなかったものと考えられる。

(2) 表面水分率 大型供試体の表面水分率を図-3に示す。無処理のものより含浸材のものは低い水分率を示した。

キーワード 含浸材, 発水効果, 腐食抑制, 自然電位, 分極抵抗, 水セメント比

連絡先 〒920-1192 金沢市角間町 金沢大学大学院自然科学研究科 TEL 076-264-6373

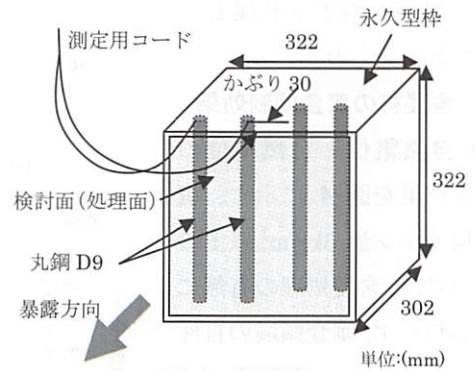


図-1 供試体

表-1 気象条件（増毛地区）²⁾

平均気温(°C)	平均湿度(%)	年間降水量(mm)*	年間日照時間(h)*
8.1	74.5	843.0	1655.4

*2007.10～2008.9の1年間の気象データから算出

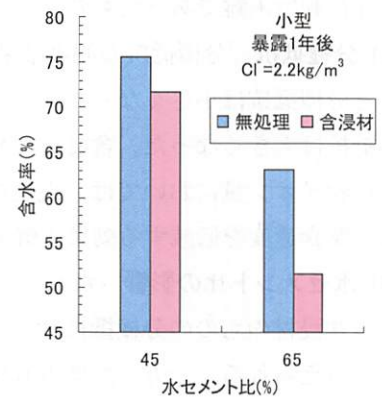


図-2 含水率（小型）

大型供試体においても、含浸材の発水効果が発揮され、外部からの吸水抑制および内部からの水分逸散によってコンクリートの表面近傍が無処理のものより乾燥したものと考えられる。

4. 含浸材の腐食抑制効果

(1) 自然電位 自然電位の測定結果を図-4 に示す。塩化物イオン量 3kg/m^3 以上のものでは、含浸処理の有無にかかわらず、腐食領域の自然電位を示した。一方、含浸材のものでは、塩化物イオン量 2.2kg/m^3 では非腐食領域の自然電位を示した。多量の塩化物イオン量が含まれている場合においては、腐食の完全な抑制は困難であったものと考えられる。

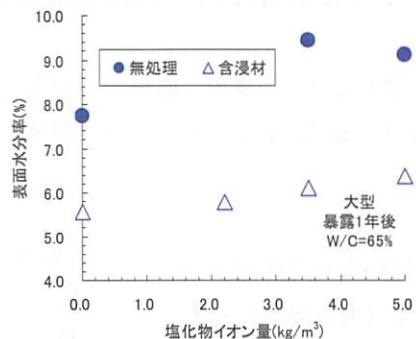


図-3 表面水分率 (大型)

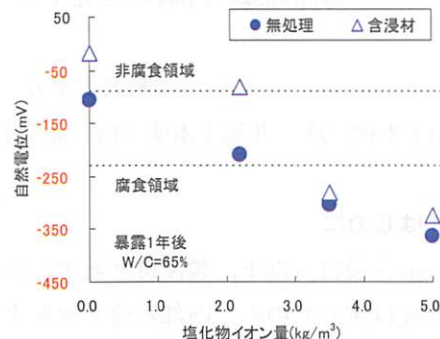


図-4 自然電位 (大型)

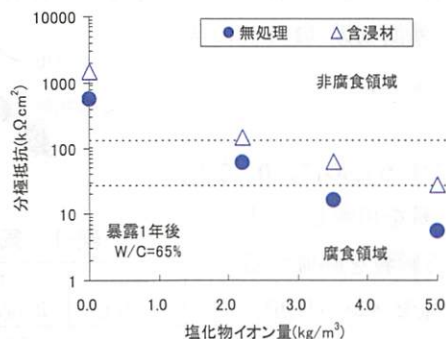


図-5 分極抵抗 (大型)

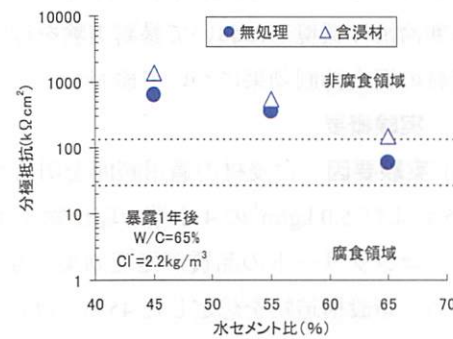


図-6 分極抵抗 (W/C の影響)

(2) 分極抵抗 分極抵抗の測定結果を図-5 に示す。含浸処理の有無にかかわらず、塩化物イオン量が多いものほど分極抵抗は小さくなった。しかし、同量の塩化物イオン量においては、無処理のものより含浸材のもの分極抵抗は大きくなった。含浸材の発水効果による腐食抑制効果が発揮されたものと考えられる。しかし、多量の塩化物イオン量においては、完全な腐食抑止は困難であったものと考えられる。多量の塩化物イオン量においては、腐食速度を低減する効果に留まるものと考えられる。

(3) 水セメント比の影響 水セメント比が分極抵抗に与える影響を図-6 に示す。いずれの水セメント比においても、含浸材のもの分極抵抗は、無処理のものより若干大きい。発水効果によって腐食抑制効果が発揮されたものと考えられる。一方、処理の有無にかかわらず、水セメント比の小さいものほど、分極抵抗は大きくなった。水セメント比の小さいものは、単位セメント量が多く、塩化物イオン量の固定量が若干大きいことと、コンクリート自身の緻密性が高いことの両者によって分極抵抗が大きくなったものと考えられる。含浸処理の効果については、発水効果の検討からは、水セメント比の小さいものよりも劣る結果となったものの、コンクリート自身の腐食に対する抵抗性が大きく、上記のような結果が得られたものと考えられる。

5. まとめ

暴露 1 年間における検討の範囲からは、水セメント比にかかわらず、発水効果が認められ、腐食抑制効果が確認された。一方、多量の塩化物イオン量においては、腐食速度を低減するに留まり、完全な腐食の抑止は困難であるものと考えられる。飛来塩分や凍害などの影響、さらには、処理効果の耐久性について、今後、実験を継続し、明らかにする必要がある。

参考文献

- 1) 外岡広紀ほか, 含浸処理による水分制御が腐食抑制効果に与える影響, コンクリート工学年次論文集, Vol.29, No.2, pp.529-534, 2007.6
- 2) 気象庁ホームページ, 気象統計情報, <http://www.jma.go.jp/jma/menu/report.html>
- 3) 土木学会, 鉄筋腐食・防食および補修に関する研究の現状と今後の動向その 2, 土木学会コンクリート技術シリーズ, No.40, pp.233-243, 2000.12