

(V-22) 鋼-コンクリート複合構造物のひび割れ補修に対する電着工法の適用可能性

東京工業大学大学院 学生会員 ○西田 孝弘

東京工業大学大学院 正会員 大即 信明

東京工業大学大学院 正会員 宮里 心一

東京工業大学

石橋亜希子

1. はじめに.

現在、陸上鉄筋コンクリート構造物のひび割れ補修工法として、電気化学的補修工法のひとつに挙げられる電着工法の研究・開発が進められている。電着工法とは、鉄筋コンクリート(陰極)と外部に設置する陽極の間に電解質溶液(以下外部溶液と記す)を介し、直流電流を通ずることで、陽イオンをひび割れ部へ移動させ、析出する物質(以下電着物と記す)によりひび割れを閉塞させる補修工法である。これまでに、海洋構造物を対象とした研究・施工事例がある¹⁾。また、著者らの研究を通し、適切な外部溶液を用いることにより、電着工法の陸上鉄筋コンクリート部材への適用可能性が示唆されている²⁾。

一方、近年、陸上鉄筋コンクリート構造物に鋼-コンクリート複合構造が適用されている。鋼-コンクリート複合構造には、鋼橋脚に適用されている鉄骨鉄筋コンクリート構造、鋼桁とコンクリート桁の混合桁構造などが挙げられる。そこで、本研究では、鋼-コンクリート複合構造物のひび割れ補修に対する電着工法の適用可能性を検討することを目的とする。そのため、コンクリート内部に存在する鋼材の形状ならびにコンクリートのかぶり厚さをパラメータとし、鋼-コンクリート複合構造物のひび割れ補修に対する電着工法の適用可能性を実験的に検討する。

2. 供試体概要

セメントは、普通ポルトランドセメントを使用した。骨材は、細骨材として小瀬産陸砂、粗骨材として奥多摩産砕石を使用した。また、コンクリート内部に埋設する鋼材は、丸鋼(SR235)ならびに鋼板(SS490)とした。なお、鋼材の寸法に関しては、丸鋼は $\phi 16 \times 100$ (mm)、鋼板は $30 \times 100 \times 10$ (mm)とした。

コンクリート供試体の形状は円柱とし、高さは10 (cm)、直径は5, 10, 15 (cm)とした。コンクリートのW/Cは50 (%)、単位水量は $170 \text{ (kg/m}^3\text{)}$ 、s/aは45 (%)である。コンクリートのかぶり厚さは、丸鋼を用いた供試体に関しては17, 42, 67 (mm)の3水準、鋼板を用いた供試体に関しては、9, 34, 59 (mm)の3水準とした。なお、各鋼材には端部にリード線を接続した。養生は脱型後28日間水中養生(20°C)を行った。ひび割れの導入方法は、Fig.1に示すように、円柱供試体の両側端部と端部から1 (cm)程度までの円周をエポキシ樹脂により被覆し、割裂引張により幅 0.5 ± 0.1 (mm)のひび割れを導入した。

3. 電着方法

Fig.2に電着方法を示す。円柱供試体近傍に陽極となるチタンメッシュを配置し、外部溶液に浸漬させた。外部溶液には硫酸亜鉛水溶液(濃度 0.10 mol/l)を使用した。その後、供試体内部の鋼材を陰極に、外部に設置したチタンメッシュを陽極に接続し電着させた。電流密度はコンクリート表面積当たり $1.0 \text{ (A/m}^2\text{)}$ とし、電着期間は30日間とした。

4. 評価項目

本研究では、電着物の析出状況を定量的に評価するため、電着物の析出量ならびにひび割れ閉塞率を定義した。電着物の析出量とは、ひび割れ部やコンクリート表面部に析出した電着物の量である。所定の電着期間ごとに供試体の質量を測定し、その質量変化から求めた。ひび割れ閉塞率とは、ひび割れ開口部の全長に対する電着物により閉塞されたひび割れ開口部の長さの百分率である。なお、電着物により閉塞されたひび割れ開口部の長さの測定にはノギスを使用した。

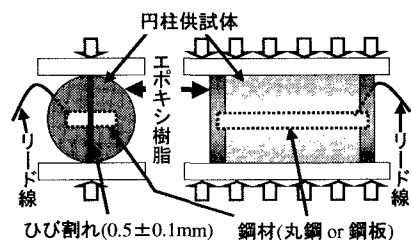


Fig.1 ひび割れの導入方法 (割裂引張)

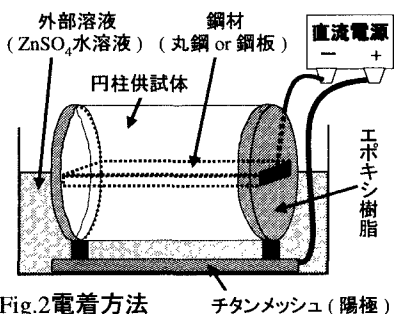


Fig.2 電着方法

キーワード：電着工法、鋼-コンクリート複合構造物、ひび割れの閉塞、かぶり厚さ、鋼材の形状

連絡先：〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1 Tel 03(5734)2594 Fax 03(5734)2585

5. 実験結果.

Fig.3 に丸鋼を用いた供試体の電着物の析出量と電着期間の関係を示す。これから、電着期間の増加に伴い、電着物の析出量が増加することが確認される。また、コンクリートのかぶり厚さに関しては、かぶり厚さの増加に伴い、電着物の析出量が減少することが伺える。これは、かぶり厚さの増加に伴い、内部に埋設された鋼材から発生する水酸化イオン (OH^-) がコンクリート表面に移動することが困難となるためである。その結果、コンクリート表面近傍に存在する陽イオン (Zn^{2+}) と陰極となる鋼材近傍で発生する水酸化イオン (OH^-) の間で進行する電着物の析出反応が生じにくくなり、電着物の析出量が減少すると考えられる。

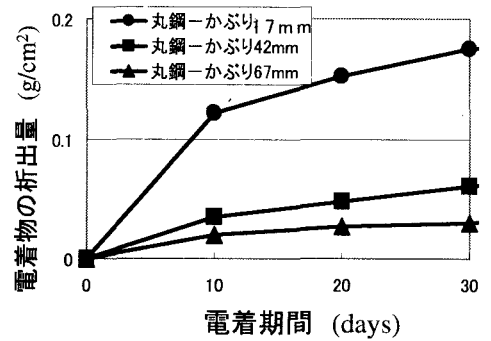


Fig.3丸鋼を用いた供試体の電着物の析出量と電着期間の関係

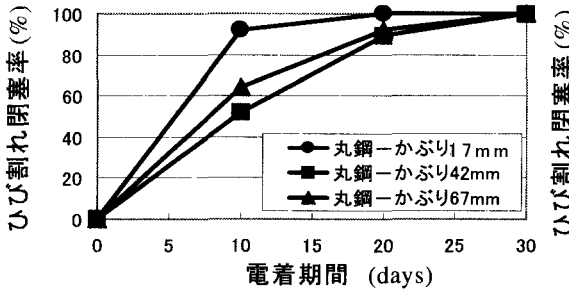


Fig.4丸鋼を用いた供試体のひび割れ閉塞率と電着期間の関係

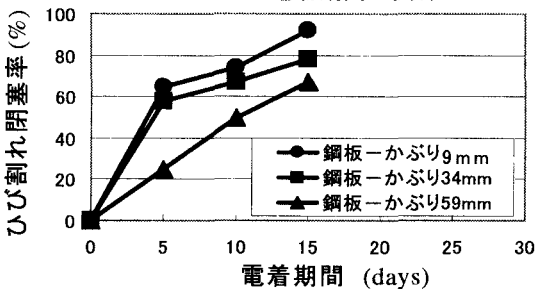


Fig.5鋼板を用いた供試体のひび割れ閉塞率と電着期間の関係

次に、Fig.4 に丸鋼を用いた供試体のひび割れ閉塞率と電着期間の関係、Fig.5 に鋼板を用いた供試体のひび割れ閉塞率と電着期間の関係を示す。これから、何れの鋼材を用いた場合も、電着期間の増加に伴いひび割れ閉塞率が増加する、すなわち、ひび割れが電着物により閉塞されることが確認される。また、かぶり厚さに関して比較すると、何れの鋼材を用いた場合においても、かぶり厚さの増加に伴い、ひび割れ閉塞率が減少することが確認される。さらに、鋼材の形状に関して比較すると、丸鋼を用いた供試体が、鋼板を用いた供試体と比較して、ひび割れ閉塞率が高いことが確認される。

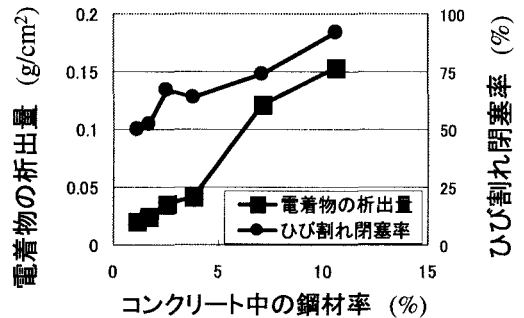


Fig.6コンクリート中の鋼材率が電着物の析出状況に与える影響 (10日間電着後)

ここで、Fig.6にコンクリート中の鋼材率が電着物の析出状況に与える影響を示す。ここで、コンクリート中の鋼材率とは、供試体の全体積に対する鋼材の体積の百分率を示す。これから、コンクリート中の鋼材率の増加に伴い、電着物の析出量、ならびにひび割れ閉塞率が増加することが確認される。このことから、電着物の析出反応がコンクリート中の鋼材率の影響を受けることが確認される。

6. 結論.

- ① 鋼-コンクリート複合構造物のひび割れ補修工法として、電着工法の適用可能性が示唆された。
- ② 鋼-コンクリート複合供試体に対し電着工法を適用した場合、電着物の析出量ならびにひび割れの閉塞状況は、コンクリートのかぶり厚さならびに内部に存在する鋼材の形状(鉄筋、鋼板)の影響を受けることが確認された。
- ③ 鋼-コンクリート複合供試体に対し電着工法を適用した場合、コンクリート中の鋼材率の増加に伴い、電着物の析出量ならびにひび割れ閉塞率は増加することが確認された。

謝辞：本研究は平成12年度文部省科学研究費(基盤研究, 研究番号: 10355019 代表 大即)により行われた研究である。

参考文献 1) 阿部正美, 横田優, 佐々木晴敏, 福手勤: 港湾コンクリート構造物の補修工法としての電着工法の適用性; 港湾技術研究所報告, 第30巻第3号, pp.25-64, 1991.9. 2) 大即信明, 宮里心一, 柳在碩, 西田孝弘, 久田真: 乾燥収縮ひび割れにより劣化したモルタルの補修に対する電着工法の適用可能性; 材料第49巻第2号, pp.215~221, 2000.2.