

炭素繊維を組込んだ陽極材を用いたデサリネーションに関する検討

徳島大学大学院 学生会員 ○庄野 秀
 徳島大学工学部 正会員 上田 隆雄
 電気化学工業(株) 正会員 芦田 公伸

1. はじめに

塩害により劣化したコンクリート構造物の補修工法として、電気化学的脱塩工法であるデサリネーションが注目されている。デサリネーションは電気防食よりも大きな電流密度で一定期間の通電処理を行なうことにより塩化物イオン（以下 Cl^- ）をコンクリート中から除去することができる。しかし、鉄筋腐食により、構造物としての耐荷性や靱性が低下した場合、耐久性を向上させるための補修工法だけでは不十分であり、力学的性能を向上させるための補強工法も併せて適用する必要がある。

本研究では補強材料として炭素繊維（以下 CF とする）を陽極システムに組み込むことにより、補強効果や剥落防止効果を有するデサリネーションの適用可能性について検討した。

2. 実験概要

本研究で用いた供試体は $100 \times 100 \times 150 \text{mm}$ の角柱コンクリートの中央部分に異形鉄筋D13を1本配したものとした。コンクリート中には Cl^- 量が 8.0kg/m^3 となるように、コンクリートの練混ぜ水に溶解した形であらかじめ NaCl を混入した。28日間の封緘養生後に通電処理面1面を残してエポキシ樹脂を塗布し、電流密度 1.0A/m^2 で8週間通電処理を行なった。陽極システムとして、以下の5種類を用いた。

- ①非接着型 CF シート (SL) : 2方向織りで CF 目付量 200g/m^2 のものを用いた。
- ②非接着型 CFRP 複合電極 (SHL) : CF に直接電流が供給されるのを防止するために、CF シートに吸水率 10% のアクリル樹脂を含浸して作製した CFRP 板にチタンメッシュを挟み込み、CFRP 複合電極とした。
- ③接着型 CFRP 複合電極 (SHB) : 導電性を向上させるために吸水率 20% に調整したアクリル樹脂を用い、②で示した CFRP 複合電極を供試体の通電面に接着した。
- ④接着型 CF グリッド複合電極 (GHB) : CF 目付量 100g/m^2 の CF グリッドを $100 \times 200 \text{mm}$ の大きさに切り出した後にチタンメッシュで挟み込み、ポリマーセメントモルタルで供試体の通電面に接着した。
- ⑤非接着型チタンメッシュ (TL) : 従来デサリネーションで用いられるチタンメッシュを比較用に設定した。

上記5種類の陽極システムの内、非接着型の陽極は供試体の通電面に対向する形で電解液 ($0.1 \text{N Li}_3\text{BO}_3$) 中に設置した。

通電処理期間中は定期的に鉄筋と陽極間の電位差を測定した。通電処理後は、陽極材の劣化状況を調べるために、CFRP 板の直接引張試験を行なうとともに、供試体の陽極部分を含む通電面から切り出した観察用プレートを用いて、デジタル顕微鏡による陽極システムの拡大観察を行なった。また、補修効果を確認するために、コンクリート中の全塩分量の測定をするとともに、通電処理後の鉄筋の自然電位経時変化を測定した。

3. 通電状況および陽極材の劣化状況

通電期間中における鉄筋と陽極材との電位差経時変化を図-1に示す。図-1より通電期間中、CF グリッド複合電極を接着した供試体 (GHB) だけ電位差が経時的に増加している。CF グリッド複合電極はチタン

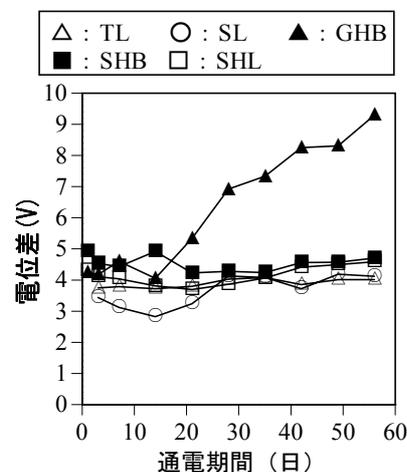


図-1 電位差の経時変化

キーワード CFRP 複合電極, デサリネーション, 炭素繊維, アクリル樹脂, 脱塩効果
 連絡先 〒770-8506 徳島市南常三島2丁目1番地 徳島大学建設工学科

メッシュが CF グリッドと直接接触する構造となっているために、CF の消耗が避けられず、電気抵抗の増大の原因になったと考えられる。CF グリッドに直接電流が供給した場合、3 週間程度で通電処理の継続が不可能になったと報告されているが、本研究ではチタンメッシュとの複合電極であるため、CF グリッドへの直接的な電流供給が緩和され、8 週間の通電処理を完了することができたと考えられる。接着型 CFRP 複合電極については、安定した電流供給性能を示したおり供試体との接着に用いた吸水率 20% のアクリル樹脂は良好な導電性を有した。

全塩分分布通電処理後の陽極システムを写真-1 に示す。この写真より、CF グリッド複合電極を接着した供試体 (GHB) については、チタンメッシュ近傍の CF は電流の影響を受けて著しく消耗しており、図-1 に示したような電圧上昇の原因になったと考えられる。一方、CFRP 複合電極を接着した供試体 (SHB) については、CF がアクリル樹脂に保護されているので、通電処理の有無による変化は確認されなかった。

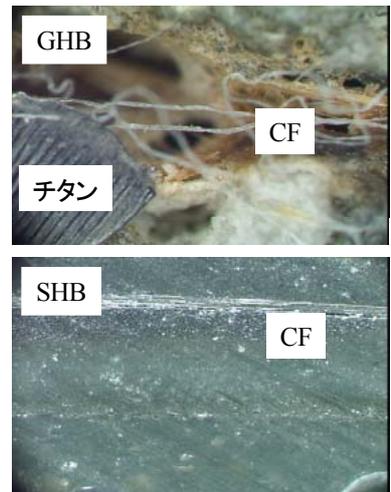


写真-1 通電処理後の陽極システム

CF シート厚 0.0565mm で一定として算出した CFRP 板の引張強度は通電前で 3181N/mm²、通電後で 3264N/mm² となった。これより通電処理による引張強度の低下は確認されず、いずれの場合も CF シートのカタログ値である 2900N/mm² 以上を示している。CFRP 板の引張強度はアクリル樹脂で含浸された CF シートによって支配されていると考えられるため、通電処理によって CF シートの力学的強度は低下していないと考えられる。

4. 補修効果

通電処理後のコンクリート全塩分分布を図-2 に、通電処理後の供試体中铁筋自然電位の経時変化を図-3 に示す。なお、図-2 および図-3 における記号は図-1 と同様の定義とする。図-2 より、いずれの陽極システムを用いた場合でも、デサリネーションを適用することにより、コンクリート中の全塩分量が初期 Cl⁻ 量 8kg/m³ に対して大幅に減少しており、従来型陽極材であるチタンメッシュを用いてデサリネーションを適用した場合とほぼ同等の脱塩効果が得られたと考えられる。図-3 より、8 週間の通電処理の結果、陽極材の種類によらず供試体中铁筋の自然電位が防食領域まで卑化し、さらに通電処理後 40 日程度から非腐食領域あるいは不確定領域まで貴化している。これより、炭素繊維を陽極材に組み込んだ場合でも、チタンメッシュを陽極材として用いた場合とほぼ同程度の防食効果が得られたものと考えられる。また、自然電位が貴化する傾向が見られ、今後測定を継続しながら検討していく必要がある。

5. まとめと今後の課題

本研究の結果、CFRP 複合電極をコンクリート表面に接着することにより、補強効果や剥落防止効果を有するデサリネーションの適用可能性が示された。今後は、アクリル樹脂の機能改善を検討するとともに、接着型 CFRP 複合電極による力学的性能向上効果についても確認する必要がある。

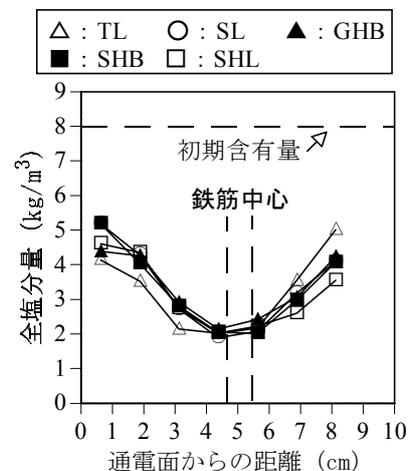


図-2 通電処理後のコンクリート全塩分分布

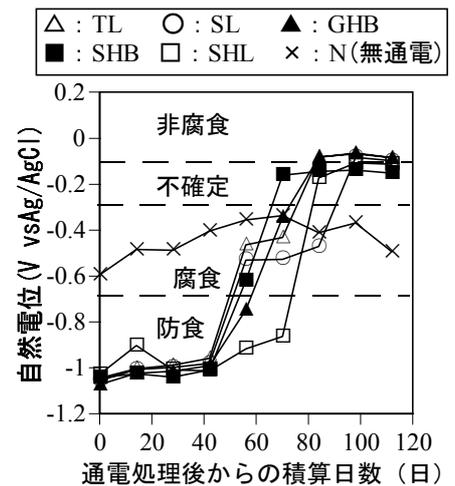


図-3 供試体鉄筋自然電位の経時変化