

CFRP 複合電極を用いたデサリネーションの適用による補修・補強効果

徳島大学大学院	学生会員	○吉田幸弘・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開発され、実構造物への適用実績も増加しつつある。しかし、鉄筋腐食により力学的性能が低下した場合には補強工法の適用を別途検討する必要がある。そこで著者らは、補強材として炭素繊維を陽極システムに組み込むことにより、補強効果やコンクリート片の剥落防止効果を有するデサリネーションの可能性を検討してきた。これまでの検討の結果、炭素繊維シートにアクリル樹脂を含浸させた CFRP 板にチタンメッシュを組合わせた CFRP 複合電極を接着用アクリル樹脂で供試体に接着し、デサリネーションを適用したところ、炭素繊維の酸化消耗を防ぎつつ、十分な脱塩効果が得られることが明らかになった。

そこで本研究では、接着型 CFRP 複合電極を用いてデサリネーションを適用した時の補修・補強効果を明らかにすることを目的として、接着用アクリル樹脂の吸水率を要因として実験的検討を行うこととした。

2. 実験概要

実験に用いた供試体は、 $100 \times 100 \times 400$ mm の RC はりとし、かぶり 30mm の位置に異形鉄筋 D10(SD295A) を 1 本配した。コンクリートには、 Cl^- 量が 8.0 kg/m^3 となるように、NaCl を混入した。CFRP 複合電極は、吸水率 0% のアクリル樹脂を炭素繊維(目付量: 200 g/m^2)に含浸させて作製した CFRP 板($100 \times 300 \text{ mm}$)をチタンメッシュで挟み込んだものとした。この CFRP 複合電極を、5%、10%、または 20% の吸水率に調製した 3 種類の接着用アクリル樹脂で RC はり供試体の通電面 1 面に接着した。また、通電面以外はエポキシ樹脂を塗布して絶縁した。なお、比較用に CFRP 複合電極を接着しない無補強供試体を別途作製した。

通電処理は一般的な 8 週間連続通電とした。電解液は 0.1N の Li_3BO_3 溶液を用い、電流密度はコンクリート表面に対して 1.0 A/m^2 を採用した。また、通電を行わない無通電供試体は 8 週間の湿空静置とした。8 週間の通電処理および湿空静置後に、供試体中の Cl^- 濃度(全塩分量)を JCI-SC4 に準拠した方法で測定した。また、通電供試体および無通電供試体を用いて、建研式装置による接着強度試験およびスパン長 300mm、中央 1 点集中載荷による静的曲げ載荷試験を行った。

3. 通電処理による脱塩効果

通電処理が終了した後の各種供試体中における全塩分量分布を図-1 に示す。なお、初期混入 Cl^- 量は 8.0 kg/m^3 であり、接着用樹脂の吸水率の違いにより通電供試体を D5, D10, D20, 無通電供試体を N5, N10, N20 と表す。図-1 によると、接着用樹脂の吸水率の違いによらず、陰極である鉄筋を中心に脱塩効果が得られている。鉄筋近傍部分の脱塩率は 75% であり、この値は、従来型のデサリネーションによる脱塩率と同程度であることから、今回用いた陽極システムでも十分な脱塩効果は得られたと言える。

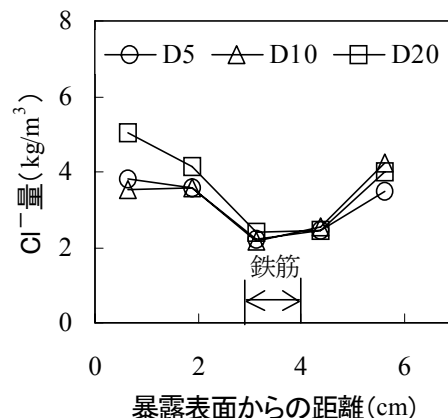


図-1 全塩分量分布

4. 接着強度試験

通電供試体および無通電供試体を用いて行った CFRP 複合電極の接着強度試験結果を表-1 に示す。なお、接着強度は、最大引張荷重を接着面である 1600 mm^2 (40×40

キーワード デサリネーション, CFRP 複合電極, 補修, 補強, 接着強度, 曲げ載荷試験

連絡先 〒770-8506 徳島市南常三島町 2 丁目 1 番地 徳島大学工学部 TEL:088-656-2153

mm)で除した値とし、3点以上の平均値を平均接着強度として表中に示した。また、剥離状況として、接着面積の80%以上でコンクリートが剥離した場合を母材破壊、80%未満～20%以上でコンクリートが剥離した場合を部分界面破壊、20%未満でコンクリートが剥離した場合を界面剥離と表した。表-1によると、通電供試体では、接着用アクリル樹脂の吸水率が10%および20%の場合は接着強度が 2.0N/mm^2 以上であり、剥離状況も母材破壊を示していることから、十分な接着強度を有していたと判断できる。これに対して樹脂吸水率が5%の場合には、部分界面破壊となり、接着強度も他の場合よりも若干小さくなっている。これは、吸水率5%の樹脂は、粘性が高く、接着施工性が悪かったために、接着層が比較的粗になったことが原因と考えられる。一方、通電供試体の場合には、同じ接着樹脂を用いた無通電供試体の場合と比べて、全体的に接着強度が低下しており、樹脂の吸水率が小さいほど顕著に低下している。このような通電処理による接着強度の低下は、接着樹脂中に埋め込まれたチタンメッシュにおいて発生する電極反応により、接着樹脂が劣化したことが原因と考えられる。

5. 曲げ載荷試験

通電供試体および無通電供試体を用いて行った静的曲げ載荷試験結果を表-2に、荷重-CFRP板中央ひずみ曲線を図-2に示す。なお、最大荷重は3体の供試体から得られた値の平均値として求め、破壊モードはコンクリートのひび割れ状況から判定した。表-2によると、曲げ破壊をしたCFRP複合電極を接着していない無補強供試体に対して、CFRP複合電極を接着した供試体は、最大荷重が大きくなっており、特に、無通電供試体については、全てのケースで破壊モードがせん断に変化している。これはCFRP複合電極の接着により曲げ耐力が大きくなったことが原因と考えられる。これに対して、通電供試体については、接着樹脂の吸水率が大きい場合には、無通電供試体と同程度の最大荷重が得られたが、吸水率が5%の場合には、無補強供試体との最大荷重の差は小さく、破壊モードも曲げ破壊を示している。これは、接着強度試験で示したように、接着樹脂の吸水率が5%の場合には通電処理により、CFRP複合電極の接着強度が低下したことが原因と考えられる。図-2より、無通電供試体およびD20についてはCFRP板ひずみが 4000μ 程度まで達している。これは、CFRP複合電極とコンクリートとの接着が十分であったため、CFRP板に引張応力が伝達され、曲げ補強効果が大きかったことを示している。これに対して、D5、D10の場合はCFRP板ひずみの最大値が 2500μ 程度にとどまっており、通電処理によって、CFRP板とコンクリートとの接着強度が低下したものと考えられる。

表-1 CFRP複合電極の接着強度試験結果

供試体名	平均接着強度 (N/mm^2)	剥離状況
N5	1.25	部分界面剥離
N10	2.16	母材破壊
N20	2.08	母材破壊
D5	—	界面剥離
D10	0.98	部分界面剥離
D20	1.41	母材破壊

表-2 静的曲げ載荷試験結果

供試体名	平均最大荷重 (kN)	破壊モード
無補強	28.6	曲げ
N5	35.3	せん断
N10	35.1	せん断
N20	33.1	せん断
D5	31.3	曲げ
D10	34.0	せん断
D20	35.5	せん断

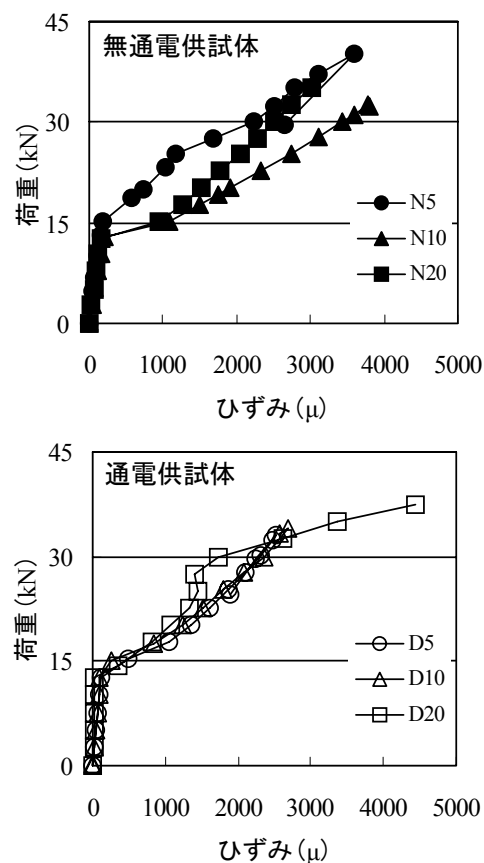


図-2 荷重-CFRP板中央ひずみ曲線