

V-7 高じん性セメント複合材料を陽極システムに用いた電気化学的補修工法の開発

清水建設㈱	正会員	○ 衛藤佳弘
徳島大学工学部	正会員	上田隆雄
徳島大学大学院	学生会員	稲岡和彦
電気化学工業㈱	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に対する補修工法の一つとして、電気化学的脱塩工法であるデサリネーションの適用が有効である。しかし、コンクリートの劣化が進行した場合には、耐久性だけでなく耐荷性やじん性も低下し、従来の耐久性を向上させるためのデサリネーションのみでは不十分であり、力学的性能を向上させる補強工法や剥落防止工法などを併用する必要がある。近年、剥落防止効果が期待できる補修材料として、高じん性セメント複合材料(DFRCC)が注目されている。DFRCCはセメント系材料を高性能有機短繊維で補強した複合材料であり、複数微細ひび割れの発生に伴い、曲げ、引張り、圧縮破壊時のじん性の大幅な向上が可能となる。本研究では、デサリネーションの陽極材をコンクリートの表面に接着し、被覆する材料としてDFRCCを用いることで、防食効果に加えて力学的性能の向上および剥落防止効果が期待できる工法の可能性を明らかにすることを目的として検討を行った。

2. 実験方法

本実験で作製した供試体の一覧を表-1に示す。RCはり供試体の大きさを100×80×400 mmとし、かぶり20mmで鉄筋D10 SD295Aを1本配して作製した。厳しい鉄筋腐食環境を想定して、コンクリート中の初期Cl⁻量を8.0kg/m³とした。W/Cは55%とし、8週間封緘養生後、かぶり面にチタンメッシュを含む20mmのDFRCC陽極層を貼り付けた。DFRCCに混入する繊維をポリビニルアルコール繊維(PVA)とポリエチレン繊維(PE)の2種類とし、混入率を1.5%または2.0%とした。さらにDFRCCのW/Cは45%とした。4週間の封緘養生終了後、通電面以外はエポキシ樹脂の塗布による絶縁処理を行い、通電を開始した。電解液は0.1NのLi₃BO₃を用い、電流密度を1.0A/m²で、通電期間を8週間とした。無通電供試体は湿潤状態で静置した。通電処理前後に鉄筋自然電位測定を行い、通電処理中には陽極-鉄筋間電位差経時変化測定、通電後には静的曲げ載荷試験を行った。他に、処理後のコンクリート中塩分分布測定、陽極材接着強度試験を行った。

表-1 供試体一覧

	繊維種類	繊維混入率(%)	No.
無通電	無補強	—	N
	PVA	1.5	NV1.5
		2.0	NV2.0
	PE	1.5	NE1.5
通電	PVA	1.5	DV1.5
		2.0	DV2.0
	PE	1.5	DE1.5

3. コンクリート中のCl⁻濃度分布

通電処理後の供試体中における全塩分量分布を図-1に示す。横軸の供試体中の位置で0mmが通電面表面であり、DFRCC層が20mm、さらに20mmのコンクリートかぶりを経て鉄筋が配置されている。図-1より、DFRCC中における、暴露表面から1~2cmの全塩分量の値が大きくなっている。これは、陽極材であるチタンメッシュが1~2cmに接着されているからである。また、いずれの供試体の場合でも陰極であるコンクリート中の鉄筋を中心に脱塩効果が得られていることがわかる。鉄筋近傍部分のCl⁻量は2.0kg/m³程度まで減少していることを考えると、脱塩率は75%程度と計算できる。

4. 接着強度試験

陽極材接着強度試験結果を図-2に示す。図-2より、無通電供試体においては、接着強度が 1.0N/mm^2 前後の値となった。一方、通電供試体の接着強度は、無通電供試体の場合と比べて低下しており、各測定個所における剥離状況は、ほとんどが部分界面剥離であった。なかには完全な界面破壊を示したものもあった。母材破壊すれば、接着強度として十分と言えるが、母材破壊したものは少なく、接着強度として十分とは言えない結果となった。このような、通電処理による接着強度の低下は、DFRCC 中に埋め込まれたチタンシミュにおいて発生する電極反応により、DFRCC 層が変質したことが原因と推測できる。

5. 曲げ載荷試験

静的曲げ載荷試験によって得られた荷重-スパン中央変位曲線を図-3に示す。図-3、図-4より、無補強供試体はスパン中央変位が 1mm 程度で鉄筋が降伏し、変位が大きくなっているのに対して、DFRCC を接着した供試体は通電、無通電供試体に関わらず、スパン中央変位が $1.5\text{mm}\sim 2.0\text{mm}$ 程度に達するまで荷重が増加している。また、最大荷重、初期剛性も無補強供試体(N)よりも大きくなっていることがわかる。これは、DFRCC 層が鉄筋に加えて引張応力を負担しているためであると考えられる。また、DFRCC を接着した供試体については、最大荷重に達した後、緩やかに荷重が低下し、ひび割れがコンクリートの層まで達した後は、曲線は無補強の曲線の形状とほぼ同じになる。特に、PE 繊維を混入した供試体については、荷重が緩やかに低下している。これは、PE 繊維を混入した供試体は、載荷後も繊維が破断せず、モルタルマトリックスから引き抜けたためと考えられる。また、無通電供試体と通電供試体を比較したとき、通電による影響はほとんどないことがわかる。図-2で示したように、通電処理により、DFRCC 層と母材コンクリートとの接着強度は低下する傾向が認められたが、載荷により DFRCC 層が剥落することなかったことから、本実験条件の範囲内であれば、十分一体化していたものと考えられる。

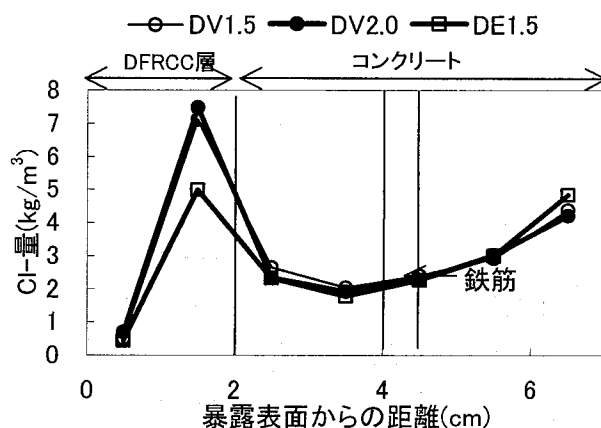


図-1 供試体中における全塩分量分布

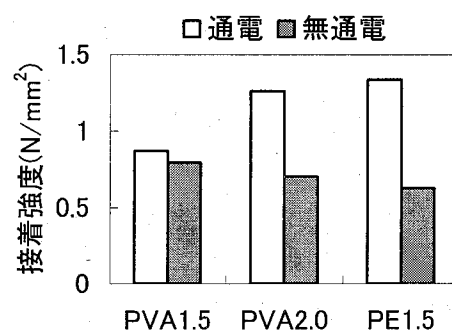


図-2 陽極材接着強度試験結果

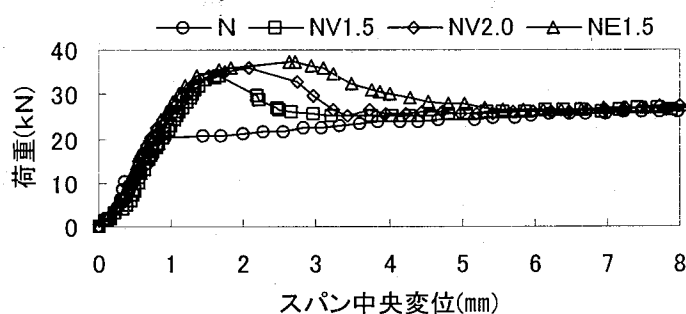


図-3 荷重-スパン中央変位曲線(無通電)

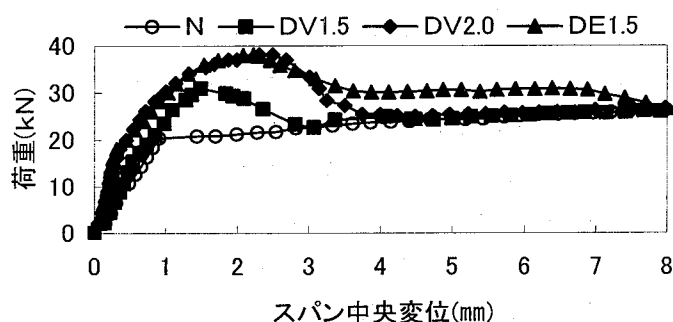


図-4 荷重-スパン中央変位曲線(通電)