

フライアッシュと亜硝酸リチウムを用いた断面修復材料に関する検討

徳島大学大学院 賛助会員 横山直哉 徳島大学大学院 正会員 上田隆雄
徳島大学大学院 非会員 高玉茎 徳島大学大学院 正会員 塚越雅幸

1. はじめに

塩害によるコンクリート中の鉄筋腐食に起因する鉄筋コンクリート構造物の劣化の補修を考える際、適用実績の多い工法として断面修復工法が挙げられる。しかし、従来の断面修復工法では母材コンクリートと補修材の界面付近でマクロセル腐食という鉄筋に局部腐食が生じる再劣化が起こる可能性が指摘されている。また、断面修復工法は ASR に対しては考慮されていないため、塩害と ASR の複合劣化対策も必要とされている。本研究ではフライアッシュと LiNO_2 を添加した断面修復材を使用し、マクロセル腐食の抑制効果や母材との付着性、ASR 膨張抑制効果などを測定し、補修効果を評価した。

2. 実験概要

実験に使用したコンクリートの W/C は 60% の一定とし、非反応性骨材を用いた N と反応性骨材を用いた R の 2 配合とし、初期混入 Cl^- 量が 8.0 kg/m^3 となるように NaCl を練混ぜ水に溶解させて混入した。この場合、R 配合の R_2O 量は 8.8 kg/m^3 となる。 LiNO_2 は 8.0 kg/m^3 の Cl^- に対して $\text{NO}_2^-/\text{Cl}^-$ モル比が 1.5 となるように 40% 水溶液を練り混ぜ水に置換添加、練混ぜ NO_2^- の 70% が浸透すると仮定した。母材に打ち継ぐ断面修復材は健全な補修モルタルとしベース材料、フライアッシュ、 LiNO_2 使用の有無に関しては表-2 に示す通りである。FA を混和した配合には台湾産フライアッシュ (T) と II 種フライアッシュ (J) を使用する。II 種フライアッシュはセメント重量の 15% を内割混和し、台湾産フライアッシュは II 種フライアッシュと同体積になるように混和した。

本研究で作製した鉄筋コンクリート供試体は、各補修材を鉄筋中心に上下に打ち継いだ上下打継供試体、左右に打ち継いだ左右打継供試体、左右打継供試体の鉄筋に分割鉄筋を使用した左右打継分割鉄筋供試体とした (図-1)。上下分割打継供試体のうち母材コンクリートに R 配合を用いたものには膨張率測定用のコンタクトゲージ用チップを貼り付けた。

測定項目は、コンクリート中铁筋の自然電位、分極抵抗、コンクリート抵抗と分割鉄筋供試体を用いたマクロセル電流、コンクリートの膨張率とした。電気化学的測定により自然電位、分極抵抗、コンクリート抵抗を測定し、マクロセル電流量は、リード線は無抵抗電流計に接続し、分割鉄筋要素間を流れる電流量を測定した。コンクリート膨張率は、40℃保管を開始する直前の測定値を基長として、コンタクトゲージ法により経時的長さ変化を測定した。

3. 上下打継供試体

上下打継供試体に関して行った電気化学的モニタリングにより得られた各配合の自然電位、分極抵抗の経時

表-1 補修材概要

配合名	ベース材料	FA	LiNO_2 40%溶液
FA(J)	普通モルタル	II 種	無し
FA(T)	普通モルタル	台湾	無し
P	PCM	無し	無し
FAP(J)	PCM	II 種	無し
FAP(T)	PCM	台湾	無し
FAPLi(J)	PCM	II 種	有り
FAPLi(T)	PCM	台湾	有り

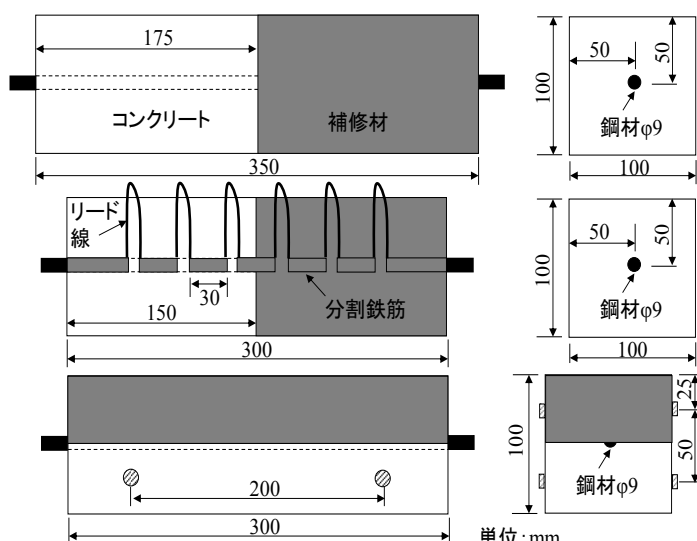


図-1 各種打継供試体概要

変化を図-2に示す。これによると、コンクリート側から測定した自然電位や分極抵抗値からは、FA と PFALi の防食効果が P や PFA よりも高いと言える。P や PFA はポリマーを含有しているため絶縁性が高く、母材コンクリート電気伝導性の差が大きくなるこの打継部分での電位差が大きくなった可能性がある。一方で、FA は母材コンクリートとの電気的性質の差が小さく、PFALi は LiNO_2 の添加による防食効果が発揮されたものと考えられる。

4. 左右打継供試体

左右打継供試体に行った電気化学的モニタリングにより得られた各配合の分極抵抗の経時変化を図-3に示す。これによると、大きな値が測定されている補修材は、PFA(J)Li, PFA(T)Li と PFA(J)である。これらの補修材は、上下打継供試体の測定結果も良好であり、高い物質移動抵抗性と防食性が期待できる補修材と言える。フライアッシュの種類に関しては、台湾産フライアッシュを用いた PFA(T)は、PFA(J)よりも小さな抵抗値を示しているが、FA(T)はFA(J)より大きな抵抗値を示した。日本のII種フライアッシュは台湾産フライアッシュよりも比表面積が大きいいため、フィラー効果によるPCMの緻密化への寄与が大きい、CaO含有率は小さいため、普通モルタル中における反応活性度は比較的小さかったことによるものと推定される。

5. 左右打継分割鉄筋供試体

図-4は打ち継ぎ目を中心としたときの鉄筋位置でのマクロセル電流密度の分布を示している。これによると、マクロセル腐食電流密度の値として大きいのはP, PFA(J)を補修材とした場合であり、最も小さいのはPFALiを補修材とした場合である。本実験結果より、PCM補修材であるPを用いても、母材コンクリート部分に多量の Cl^- が残存している場合には、マクロセル腐食電流が大きくなる可能性を示している。これに対して、フライアッシュを混和した普通モルタルFAでもある程度のマクロセル電流抑制が可能であるが、最も抑制効果が高いのは、フライアッシュに加えて防錆効果のある LiNO_2 を含むPFALiとなった。

6. まとめ

- ・上下打継供試体を用いた検討の結果、PFALi補修材を使用した供試体の鉄筋の自然電位が貴に向かうことが確認され、防食効果が高い傾向が示された。
- ・左右打継供試体を用いた検討の結果、PFALiの効果が高かったが、II種フライアッシュをPCMに混和したPFA(J)や台湾フライアッシュを混和した普通モルタルFA(T)も高い抵抗値を示した。
- ・左右打継分割鉄筋供試体を用いた検討の結果、PFALi補修材を使用した供試体においてはほとんどマクロセル電流が確認されず、腐食抑制効果が確認された。

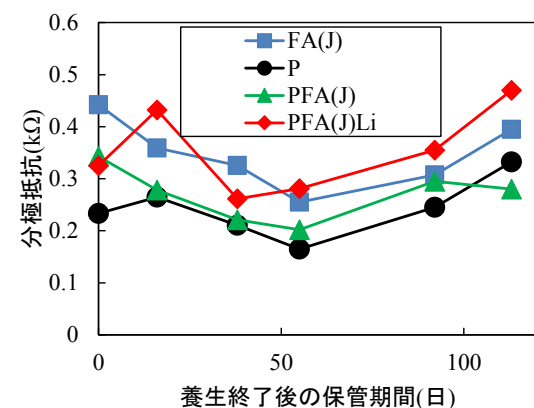
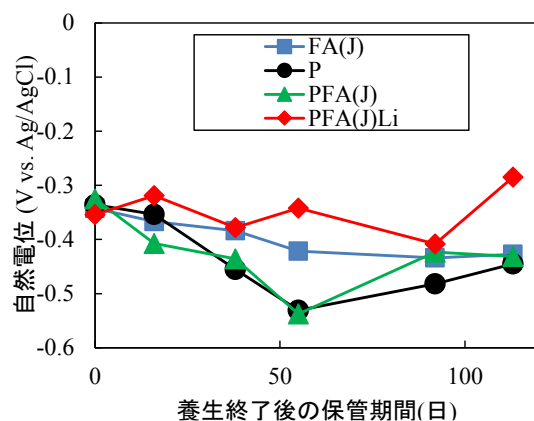


図-2 上下打継供試体の電気化学的指標経時変化

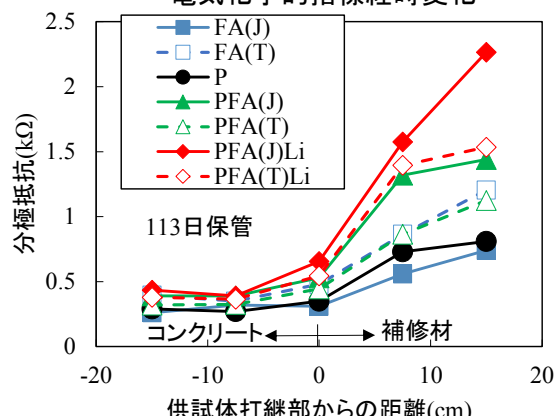


図-3 左右打継供試体の分極抵抗値分布

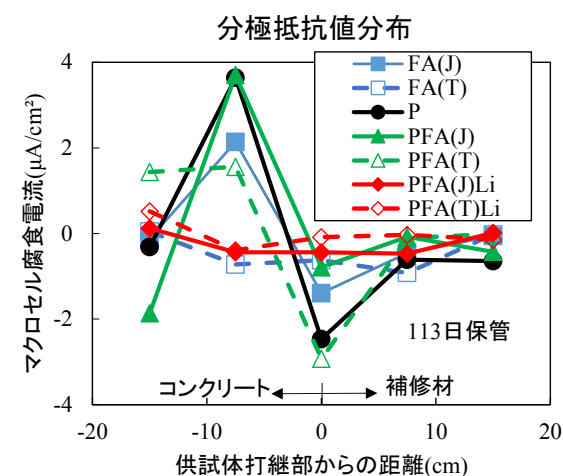


図-4 左右打継供試体中のマクロセル腐食電流分布