

配合要因がフライアッシュコンクリート中の鉄筋腐食に与える影響

徳島大学大学院 学生員 岡 竜
徳島大学工学部 正会員 上田 隆雄
(株)四国総合研究所 正会員 横田 優
電気化学工業(株) 正会員 石橋 孝一

1. はじめに

フライアッシュを混和したコンクリート中の鉄筋の塩害や中性化に起因する腐食挙動については不明な点が多い。本研究では、あらかじめコンクリート中に Cl^- およびフライアッシュを混和した鉄筋コンクリート供試体（以下、RC 供試体）を用いて、塩害単独および塩害と中性化の複合劣化に起因するコンクリート中の鉄筋腐食挙動に与えるフライアッシュコンクリートの配合要因の影響を電気化学的手法により検討した。

2. 実験概要

2.1 コンクリートの配合および供試体の作製

本実験で用いたコンクリートの配合要因を表 1 に示す。水結合材比(W/B)は、標準的なレベルである 50%と、劣化促進レベルとして 60%を選定し、フライアッシュ置換率は体積割合で 0、30、50%の 3 レベルを設定した。また、 Cl^- 量としては、比較的厳しい塩害環境を想定した 8.0kg/m^3 を最大とする 3 レベル (0.0、4.0、 8.0kg/m^3) を選定した。供試体は図 1 に示すように $10 \times 10 \times 15\text{cm}$ の角柱コンクリートとし、かぶり 2cm の位置に異形棒鋼 SD 295A D10 を 2 本配した。なお、中性化深さ測定用に一辺が 10cm の立方体供試体を別途作製した。

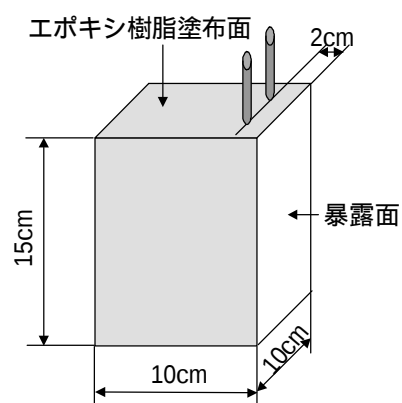


図 1 RC 供試体

2.2 養生および供試体静置条件

コンクリート打設後、すべての供試体は材齢 1 日で脱型を行い、材齢 28 日まで温度 20°C 、湿度 60%の恒温室内で湿布養生を行った。養生終了後、1 週間の気中乾燥を行った上で、暴露面 (RC 供試体ではかぶり 2cm の面) を 1 面残して、他の 5 面すべてにエポキシ樹脂を塗布した。促進中性化を行う供試体は、温度 $30 \pm 2^\circ\text{C}$ 、湿度 $60 \pm 10\%$ および CO_2 濃度 5%の促進中性化環境槽内に静置した。一方、一部の RC 供試体は、塩害の単独作用を想定し、温度 20°C のコンテナ内に水を十分含ませたスポンジを敷き、密封した湿空状態と、気中乾燥状態を繰り返す 1 週間周期での乾湿繰り返し環境での静置を行った。また、促進中性化環境槽内に静置した供試体は 84 日間の促進中性化の後に 1 週間周期での乾湿繰り返し環境に移した。

2.3 測定方法

促進中性化開始後 1 ヶ月、2 ヶ月および 3 ヶ月の時点で立方体供試体を用いて中性化深さを測定した。測定方法は、供試体を割裂した後、割裂面にフェノールフタレイン 1%エタノール溶液を噴霧し、赤変しない部分の深さをノギスで測定した平均値を中性化深さとした。促進中性化環境および乾湿繰り返し環境で静置を行っている RC 供試体中の鉄筋

表 1 コンクリートの配合要因

W/B (%)	Cl^- 量 (kg/m^3)	FA/(C+FA) (%)
50	0	0
		30
		50
	4	0
		30
		50
	8	0
		30
		50
60	0	0
		30
	4	0
		30
	8	0
		30

キーワード：フライアッシュ、鉄筋腐食、分極抵抗、腐食速度指標

連絡先：〒770-8506 徳島市南常三島町 2 丁目 1 TEL 088(656)2153 FAX 088(656)7351

の自然電位、分極抵抗（矩形波電流分極法：電流 10～100 μ A、周波数 800 Hz および 0.1Hz）を測定し、その経時変化を検討した。照合電極には飽和塩化銀電極（Ag/AgCl）を、対極にはチタンメッシュを用いた。また、測定を行う前に供試体表面を湿布で約 30 分間覆うことにより、測定のための湿潤状態を確保した。

3．実験結果

図中の配合名は「W/B(%)（フライアッシュ置換率(%))」を表す。

各配合の中性化深さを図 2 に示す。これによると、フライアッシュ置換率が大きいくほど、中性化の進行速度は大きくなっている。また、全体的な傾向として W/B が 60% の場合の方が 50% の場合に比べて中性化の進行速度は大きくなっている。

乾湿繰り返し環境に静置した供試体について、分極抵抗に鉄筋表面積を乗じた値の逆数である腐食速度指標の経時変化（ Cl^- ：8.0kg/m³）を図 3 に示す。これは、厳しい塩害が単独で作用する環境を想定している。W/B が 50% の場合で比較すると、フライアッシュを 30% 混和した供試体の方がフライアッシュ無混和の供試体に比べて、腐食速度指標は小さい値に抑えられていることがわかる。ただし、フライアッシュを 50% 混和した場合は、30% の場合よりも大きな腐食速度指標を示している。また、W/B が 60% の場合では、フライアッシュを混和したコンクリートの腐食速度指標は、乾湿繰り返し 56 日目まではフライアッシュ無混和のコンクリートに比べて小さい値をとり鉄筋腐食は抑制されているが、それ以降急激な増大傾向にあり、フライアッシュ混和による防食効果は短期的となっている。

促進中性化を行った供試体の腐食速度指標の経時変化を図 4 に示す。これは、塩害と中性化が複合的に作用する環境を想定している。これによると、W/B が 50% および 60% のいずれの場合もフライアッシュを混和した供試体は、フライアッシュ無混和の供試体より腐食速度指標が大きい値となっている。これは促進中性化の影響が顕著に現れたものと考えられる。また、W/B が大きいほど大きな腐食速度を示している。

4．まとめ

現時点までの実験結果をまとめると以下ようになる。

(1) 塩害単独による腐食環境を想定した場合、W/B が 50% の配合ではフライアッシュを 30% 混和することにより、無混和の場合に比べて、腐食速度が低減された。

(2) 塩害と中性化の複合的な作用を想定した場合、W/B が 50% および 60% のいずれにおいても、フライアッシュの混和は厳しい鉄筋腐食環境を形成する傾向が得られた。特に 50(50) の配合は大きな腐食速度を示した。

今後は、さらに測定を継続し、長期的な検討を行っていく予定である。最後に、本研究を遂行するにあたり、ご助力をいただいた岡本光司氏（前田建設工業㈱）と河野智泰氏（㈱鴻池組）に感謝の意を表す。

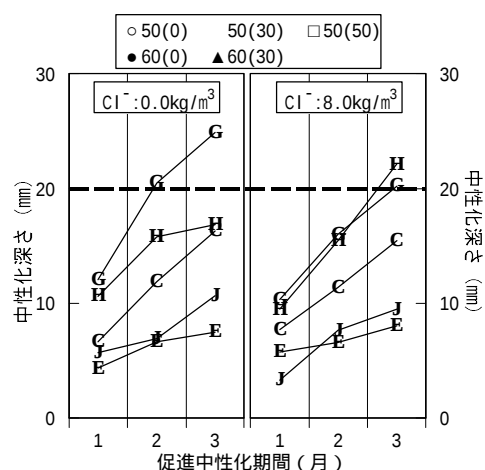


図 2 中性化深さの経時変化

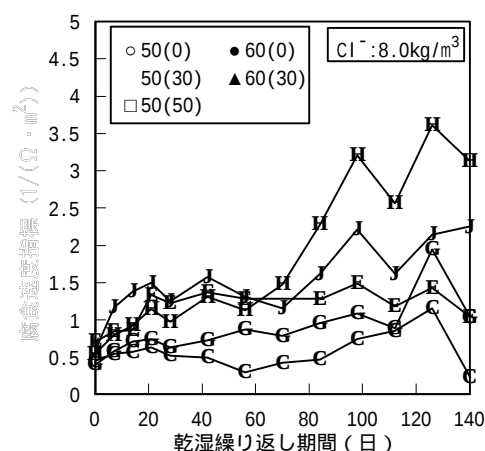


図 3 腐食速度指標の経時変化
(乾湿繰り返し環境)

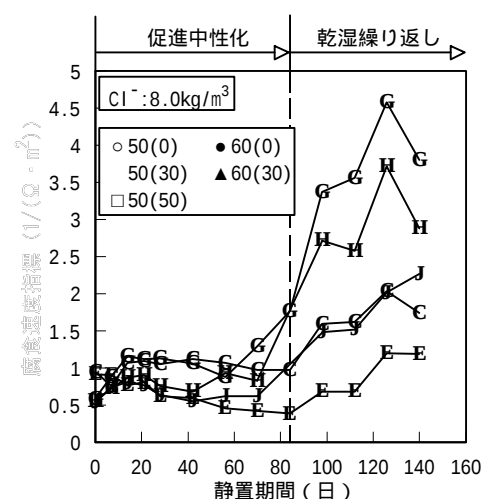


図 4 腐食速度指標の経時変化
(促進中性化 + 乾湿繰り返し環境)