

フライアッシュを混和したコンクリート中の鉄筋腐食モニタリング

高松建設（株） 正会員 ○加川哲也
徳島大学大学院 正会員 上田隆雄
徳島大学大学院 学生会員 田中慎吾
電気化学工業（株） 七澤 章

1. はじめに

石炭火力発電所からのフライアッシュ発生量は電力需要の増大と共に年々増加しており、コンクリート用混和材としての利用拡大が期待されている。

今後、コンクリート構造部材へのフライアッシュの混和を推進するためには、フライアッシュを混和したコンクリート構造物の耐久性評価が必要である。特に、鉄筋コンクリート部材にフライアッシュを用いる場合には、フライアッシュの混和が塩害や中性化によるコンクリート中の鉄筋腐食挙動に与える影響を適切に評価することが重要な課題となる。

本研究では、内在塩分を含むフライアッシュ混和鉄筋コンクリート供試体を作製し、鉄筋の腐食状況を電気化学的手法でモニタリングするとともに、高圧抽出したモルタルの細孔溶液の化学分析結果から、フライアッシュ混和の化学的影響についても併せて検討を行った。

2. 実験概要

本実験で用いたコンクリートの示方配合を表-1に示す。セメントは普通ポルトランドセメントを用い、フライアッシュはJIS A 6201で規定されたⅡ種フライアッシュ、または、Ⅳ種フライアッシュを用いた。細骨材は徳島県那賀川産川砂を用いた。

作製する供試体は、鉄筋腐食モニタリング用に100×100×300mmの角柱コンクリート供試体の断面中央に丸鋼φ13 SR235を1本配したRC供試体、細孔溶液抽出用にφ50×100mmのモルタル

円柱供試体、圧縮強度試験及び化学分析用にφ100×200mmのコンクリート円柱供試体を作製した。養生は封緘養生で期間は28日及び120日とした。

測定項目は、圧縮強度試験、細孔溶液化学分析、水和生成物測定、電気化学的モニタリング（自然電位、分極抵抗、コンクリート抵抗）、硬化コンクリート中の塩化物量測定を行った。

3. 実験結果

28日間の封緘養生後に湿空環境で保管した鉄筋コンクリート供試体に関して、鉄筋の自然電位と分極抵抗の経時変化を図-1と図-2に、コンクリート抵抗の経時変化を図-3に示す。

図-1によると、混入Cl⁻量が3.0 kg/m³の場合は全体的に貴な電位を推移しており、腐食程度は比較的軽微であるものと推定される。フライアッシュを混和した配合の中では、Ⅳ種フライアッシュを細骨材代替で30%混和した場合（IVEXH3）の電位が大きく貴変していることから、多量に混和したフライアッシュにより、防食効果が得られる可能性がある。これに対して混入Cl⁻量が6.0 kg/m³の場合には、全体的に比較的卑な電位を推移しており、厳しい腐食環境が形成されていることが予想される。また、フライアッシュを混和した場合に電位が大きく卑変していることから、コンクリート中のCl⁻濃度によってフライアッシュの混和が防食効果を発揮する場合も、腐食を促進する場合もあると考えられる。

図-2によると、混入Cl⁻量が6.0 kg/m³の場

表-1 コンクリートの配合要因

フライアッシュの種類	無混和		Ⅱ種				Ⅳ種			
置換方法	—	—	内割30%		外割10%		外割10%		外割30%	
Cl ⁻ 量	3	6	3	6	3	6	3	6	3	6
配合名	N3	N6	ⅡINH3	ⅡINH6	ⅡINL3	ⅡINL6	ⅣEXL3	ⅣEXL6	ⅣEXH3	ⅣEXH6

合には、配合による分極抵抗値の差は小さく、全体的に小さな値をとっていることから、腐食速度は大きいといえる。これに対して、混入 Cl^- 量が 3.0 kg/m^3 の場合には、無混和の場合 (N3) と比較してフライアッシュを細骨材代替で混和した場合に概ね大きな分極抵抗値を示している。また、II EXL3 や IV EXL3 のように分極抵抗値が徐々に増大している配合も見られ、フライアッシュのポゾラン反応の進展に伴って、細孔組織が緻密化し、鉄筋腐食速度を律速する酸素の供給量が抑制された可能性がある。

図-3 より、全体的な傾向としてフライアッシュを混和した場合には無混和の場合よりも大きなコンクリート抵抗値を示している。また、経時的な増加も認められるが、これは、ポゾラン反応の進行に伴うコンクリート細孔組織の緻密化の進行を示しているものと推定される。

硬化モルタルから高圧抽出した細孔溶液中の Cl^-/OH^- モル比を図-4 に示す。

図-4 によると、フライアッシュを混和した場合には、無混和の場合よりも大きな Cl^-/OH^- モル比を示しており、特に細骨材代替で混和した場合にはこの値が材齢に伴い大きくなっている。

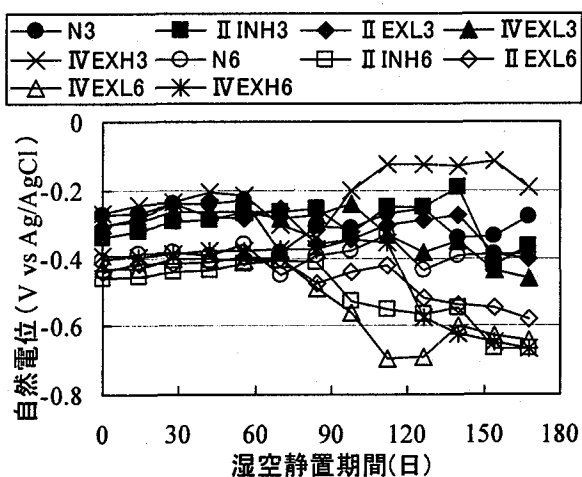


図-1 自然電位の経時変化

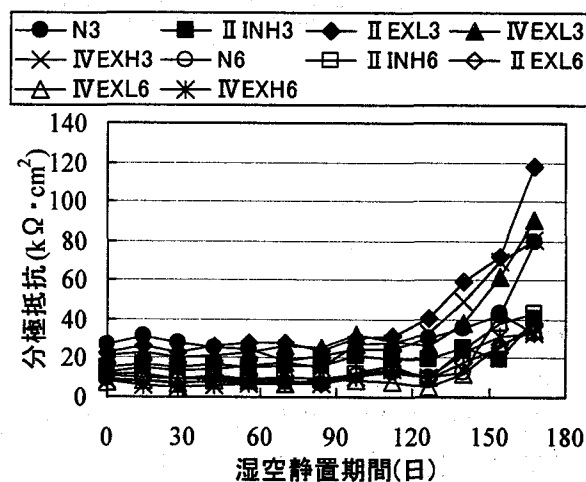


図-2 分極抵抗の経時変化

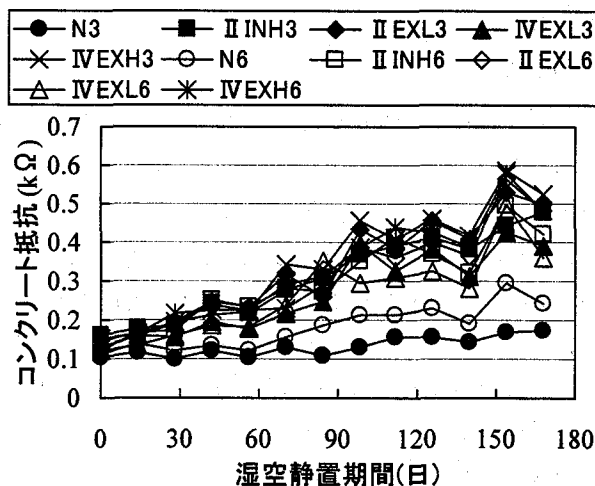


図-3 コンクリート抵抗の経時変化

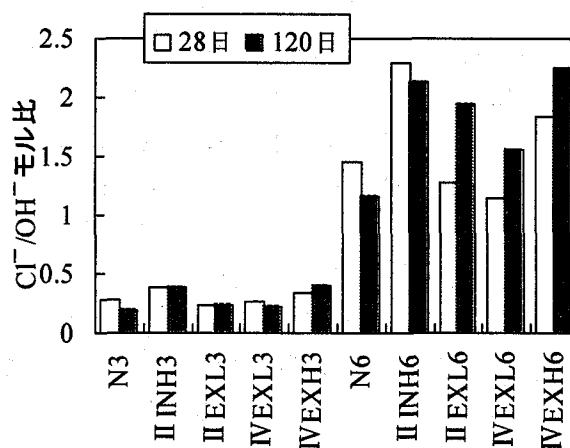


図-4 細孔溶液中の Cl^-/OH^- モル比