【Ⅴ－16】

養生の相違がフライアッシュコンクリートの鉄筋腐食に及ぼす影響

愛媛大学　学生会員　○春日翔平　正会員　氏家勲　正会員　河合慶有
三井住友建設株式会社　三宅宏明

１．はじめに

石炭火力発電所では，微粉砕した石炭をボイラ内で燃焼させ，産業副産物の一つである石炭灰が多量に発生している．石炭灰の有効利用は，セメント原料の粘土代替利用に大きく依存しているのが現状であり，フライアッシュの特性を活用した利用拡大が課題となっている．フライアッシュを混和したコンクリート（以下，FA と称す）は初期養生を十分に施すことで腐食抵抗性が高まることが知られているが，初期に乾燥の影響を受けた場合，腐食抵抗性は著しく低下することが報告されている．そこで，本研究では，FA における養生条件が塩害による鉄筋腐食に及ぼす影響を把握することを目的とし，養生条件の異なる FA 供試体における液状水の浸潤深さ，塩化物イオン濃度，水酸化カルシウム量及び物質移動抵抗性に関する透気係数を測定することにより検討を行った．

２．実験概要

（１）供試体概要及び配合

本研究で用いたコンクリートの示方配合を**表１**に示す．

表１　示方配合

ケース	W/B (%)	単位量(kg/m^3)						
		W	C	FA	S	G	AE 剤	AE 減水剤
OPC65	65	175	269	-	877	957	2.2	1.3
FA65	65	175	188	81	863	942	2.2	2.6

セメントには普通ポルトランドセメント（密度 3.16 g/cm^3）を使用し，FA（密度 2.21g/cm^3）をセメント重量に対して 30%を内割りで置換した供試体を作製した．水粉体比は 65%とし，養生方法は気中養生または湿布養生（材齢 28 日まで）の 2 種類とした．各供試体には，異形鉄筋 D22 を一本埋設し，かぶりはいずれの供試体も 50mm とした．供試体は，縦，横及び高さがそれぞれ 200mm の角柱供試体を用いた．なお．かぶり面以外はダクトテープ及びエポキシ樹脂でシールを施した．

（２）塩害促進試験及び測定概要

塩害促進試験は，鉄筋腐食の発生を早めるために濃度 10%の塩水を使用し，湿潤 3 日，乾燥 4 日の 7 日を 1 サイクルとして 40℃に設定した恒温室で行った．1 サイクル毎の湿潤後に，各供試体における自然電位及び分極抵抗を測定した．腐食モニターには，日鐵テクノリサーチ製の CM-SE1 を用いた．促進日数 105 日経過した割裂前の供試体に対して，乾湿繰り返しにより塩水を浸透させた面の反対側より透気試験（トレント法）を実施した．さらに，供試体を割裂し，液状水の浸潤深さ，塩化物イオン濃度及び水酸化カルシウム量を測定した．

３．実験結果及び考察

図１に自然電位及び腐食電流密度の測定結果を示す．なお，腐食電流密度は分極抵抗値より推定した．また，腐

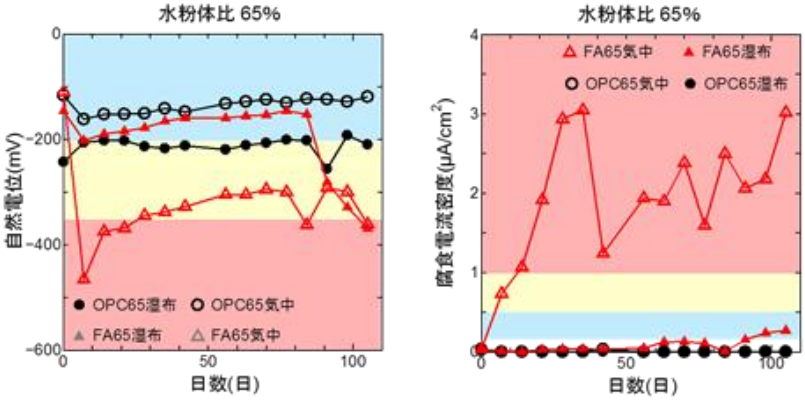

図１　自然電位及び腐食電流密度（促進日数 105 日）

食判定基準には ASTM-C876 及び CEB の基準を用いている．これらの図より気中養生を施した FA は，促進日数 7 日で自然電位が-350mV（CSE）より卑な方向に変化し，腐食電流密度は促進日数が長くなるほど激しい腐食を示した．一方，湿布養生を施した FA は促進日数 98 日で自然電位が-350mV（CSE）より卑な方向に変化し，腐食が発生するまでに要する時間が遅延していることがわかる．**図 2** に供試体を割裂する前に実施した透気試験の結果を示す. この図より, 気中養生を施した供試体は，湿布養生を施した供試体より透気係数が大きくなり，特に，FA においてこの傾向は顕著になることがわかった．

次に，促進日数 105 日後に各供試体を割裂し，液状水の浸潤深さ，塩分を浸透させた面より 5，25 及び 45mm の深さにおいて塩化物イオン濃度及び水酸化カルシウム量を測定した結果を示す．**図 3** に液状水の浸潤深さを示す．この図より湿布養生を施した FA は，検討した配合のなかで最も浸潤深さが浅いことが認められる．また，**図 4** に示すように，各深さにおける塩化物イオン量は，表面から 5mm の深さでは FA 湿の供試体が最も多い結果となったが，深さ 25mm より深部においては塩化物イオンの拡散が著しく低減されていることが認められ，高い遮塩性能が確認された. しかしながら, FA65 気の供試体においては，深部における塩化物イオン量が腐食発生限界である 1.2kg/m^3 以上になっていることから，促進期間の早い段階で腐食の発生が確認された測定結果と合致した．**図 5** に熱量示差熱分析により測定した水酸化カルシウム量より算出した水酸化カルシウム含有率の結果を示す．この図より，特に，深部においては OPC より FA の供試体の方が，養生条件に関わらず水酸化カルシウム含有率は低いことが認められる．これは，フライアッシュを混和したことによりポゾラン反応よりコンクリート中の水酸化カルシウムが消費されたためと推察されるが，各深さにおける傾向が異なるため明確な結論を得ることはできなかった．

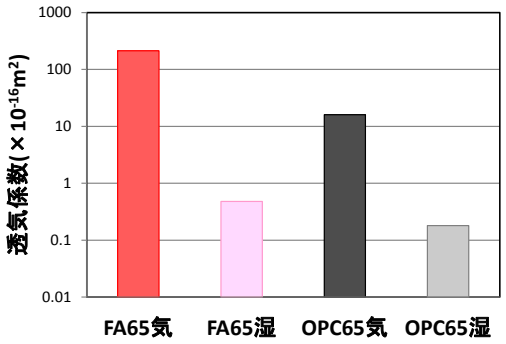

図 2 透気係数

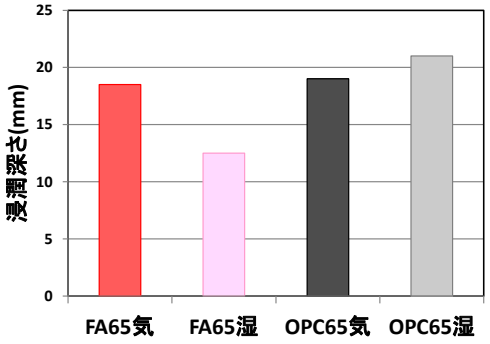

図 3 水の浸潤深さ

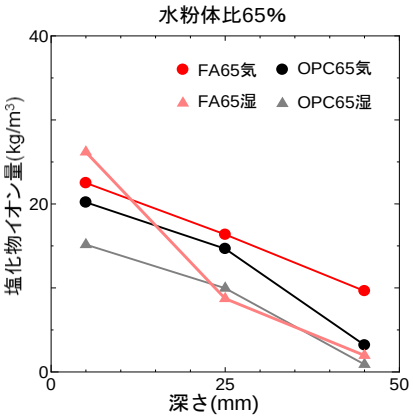

図 4 塩化物イオン量

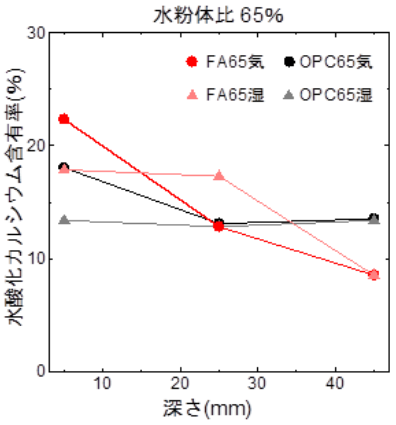

図 5 水酸化カルシウム含有率

4．まとめ

湿布養生を施した FA は気中養生を施した場合と比較して，液状水の浸潤深さは浅く深部における塩化物イオンの拡散が低減されることから，高い遮塩性能が確認された．一方，気中養生を施した FA は，透気係数が高く物質移動抵抗性が低いことから鉄筋腐食に対する抵抗性は低く，激しい腐食を呈することが確認された．また，コンクリート中の水酸化カルシウム量が鉄筋腐食の発生に及ぼす影響については不明確な結果となったため，今後の検討課題である．

5．参考文献

1）杉本淳，土井佐記，岡崎慎一郎，氏家勲：コンクリート中の液状水浸潤が果たす塩化物イオン拡散への影響，平成 23 年度土木学会四国支部第 17 回技術研究発表会概要集，257-285