フライアッシュ混入高強度コンクリートの圧縮強度に及ぼす水中養生期間の影響

室蘭工業大学大学院　学生員　○井田　　翔
室蘭工業大学　　正　員　　菅田　紀之

1.　はじめに

石炭火力発電所からの産業副産物である石炭灰は年間約 1 千万トン発生しており，資源のリサイクルの観点などから有効利用が進められており，約 80%がセメント原材料などとして再利用されている．しかしながら，今後も，石炭灰排出量の増加が予想されており，フライアッシュのさらなる有効利用が課題となっている．フライアッシュを用いたコンクリートは単位水量の低減，ワーカビリティーの改善，水和熱の低減などの様々な効果があることが知られている．しかしながら，初期強度の低下，中性化の促進等の問題がある．そのような問題から高強度コンクリートへの適用に関する検討例も少ないのが現状である．

そこで本研究では, フライアッシュを混和材として高強度コンクリートに利用するための基礎資料を得ることを目的として, フライアッシュ混入高強度コンクリートの強度に関する実験を行った. 検討は強度発現特性に及ぼすフライアッシュおよび水中養生期間の影響について行った.

表－１　使用材料

材料	特性等
セメント（C）	普通ポルトランドセメント 密度：3.16 g/cm^3
フライアッシュ（FA）	密度：2.20 g/cm^3 比表面積：3,960 cm^2/g
細骨材（S）	陸砂 密度：2.71 g/cm^3
粗骨材（G）	砕石 2005 密度：2.67 g/cm^3
高性能 AE 減水剤(SP)	ポリカルボン酸系

2.　実験概要

2.1 コンクリートの使用材料および配合

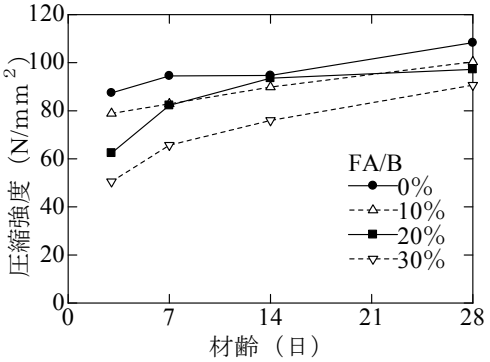
本研究で使用したコンクリートの使用材料および配合を**表－１**および**表－２**に示す. 結合材として普通ポルトランドセメント (C) およびフライアッシュ (FA) を用い, 水結合材比 (W/B, B＝C＋FA) を 25 %，フライアッシュ置換率 (FA/B) を 0 %，10%，20%および 30%とし，4 種類の配合とした．目標スランプフロー65 cm，目標空気量 1.0 %が得られるように，また，自己充填性をもつように配合を決定した．混和剤にはポリカルボン酸系の高性能 AE 減水剤を用いた．

表－２　コンクリートの配合

W/B (%)	s/a (%)	FA/B (%)	単位量（kg/m^3）					
			W	C	FA	S	G	SP
25	48.95	0	165.5	662	0	815.3	838.3	3.77
		10	162.5	585	65	812.3	835.3	3.25
		20	158.3	506.6	126.6	813.7	836.7	3.29
		30	155	434	186	812.7	835.7	2.79

2.2 圧縮強度試験

コンクリートの圧縮強度試験は，直径 100 mm，高さ 200 mm の円柱供試体を用いて行った．試験材齢は 1 日，3 日，7 日，14 日および 28 日である．供試体は材齢 24 時間までは温度 20℃±1℃に制御された恒温室内で封緘養生し，それ以降は 20℃±1℃の気中養生，20℃±1℃の水中養生，あるいは水中養生の後，材齢 3 日，7 日および 14 日から気中養生とした．試験はそれぞれの条件において 3 体の供試体で行い，その平均値から強度の検討を行った．供試体の端面処理は，研磨機を用いて研磨仕上げとした．



図―１　水中養生における圧縮強度

3.　実験結果および考察

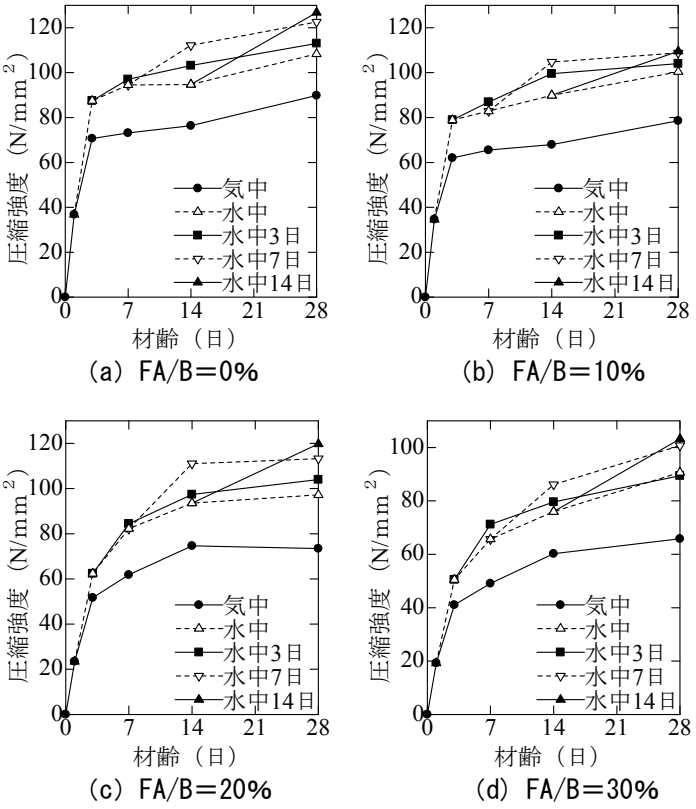
3.1 圧縮強度

図－１は水中養生の場合の材齢と強度の関係を示している．図より，材齢 14 日で逆転はあるがフライアッシュ

キーワード：高強度コンクリート，フライアッシュ，圧縮強度，養生環境
〒050-8585　室蘭市水元町 27-1　室蘭工業大学建設システム工学科　TEL 0143-46-5220　FAX 0143- 46-5221

置換率が大きいほど強度が小さくなっていることがわかる．また，気中養生，水中 3 日，7 日，14 日養生でも同様の傾向がみられた．

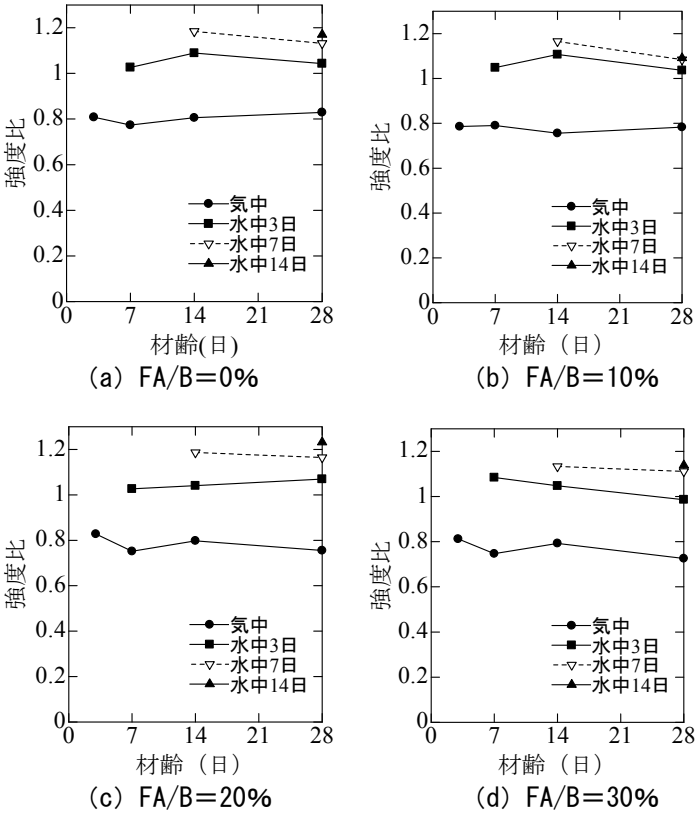
図－２はフライアッシュ置換率ごとの材齢と圧縮強度の関係を示している．**図**(a)はフライアッシュ置換率 0%，**図**(b)はフライアッシュ置換率 10%，**図**(c)はフライアッシュ置換率 20%，**図**(d)はフライアッシュ置換率 30%の結果である．図より，気中養生の圧縮強度は水中養生より小さくなっていることがわかる．これは，乾燥により水和反応が停滞するためである．また，3 日間以上の水中養生後，気中養生した場合の圧縮強度は水中養生より大きくなっていることがわかる．これは，材齢 3 日程度で十分な緻密化が進み乾燥しにくい状態になったことにより，水和反応があまり停滞しなかったことによるものと思われる．また，コンクリートの乾燥による表面エネルギーの増加も要因の 1 つと考えられる．



図－２　圧縮強度

3.2 圧縮強度比

図－３は水中養生に対する強度比を示している．**図**(a)はフライアッシュ置換率 0%，**図**(b)はフライアッシュ置換率 10%，**図**(c)はフライアッシュ置換率 20%，**図**(d)はフライアッシュ置換率 30%の結果である．図より，気中養生の強度比は 0.73～0.82 であり，最も小さいことがわかる．3 日間の水中養生後，気中養生を行った場合の強度比は，材齢 7 日で 1.03～1.08，材齢 14 日で 1.04～1.11，材齢 28 日で 0.99～1.07 であり，材齢による変化は小さい．7 日間の水中養生後，気中養生を行った場合の強度比は材齢 14 日で 1.13～1.19，材齢 28 日で 1.11～1.16，14 日間の水中養生後，気中養生を行った場合の強度比は 1.09～1.23 である．このように，水中養生から気中養生に移した後の強度が，10%～20%増加する場合もある．



図－３　水中養生に対する強度比

4. まとめ

本研究では，フライアッシュ混入高強度コンクリートの圧縮強度に及ぼす水中養生期間の影響について検討を行った．その結果，次のようなことが明らかになった．

1) フライアッシュ置換率が大きくなると強度は低下する．
2) 気中養生を行った場合の強度は，水中養生の 80%程度である．
3) 3 日間以上水中養生を行った後に気中養生を行った場合の強度は水中養生より大きくなる．
4) 7 日間および 14 日間水中養生を行った後に気中養生を行った場合の強度は，水中養生より 20%程度大きくなることがある．