廃瓦骨材の内部養生によるフライアッシュ混入コンクリートの品質向上に関する実験的検討

広島大学大学院　学生会員　○重松　明
中国電力㈱　正会員　清木祥平
広島大学大学院　学生会員　温品達也

１．はじめに

フライアッシュはコンクリートに混和することで，流動性の改善や水和熱の減少，長期強度の増進などの効果を持つことが知られている[1)]．フライアッシュ混入コンクリートは，普通コンクリートよりも初期強度が低く，長い養生期間を必要とするため，依然として構造部材への適用は少ない．現在，地球環境保全に対する社会的要請の高まりから，フライアッシュのセメント・コンクリート分野への用途を拡大し，その使用量を増加させることが望まれている．そこで本研究では、フライアッシュコンクリートの構造用コンクリートへの活用を目指し、廃瓦骨材を用いた内部養生によるフライアッシュコンクリートの性能向上効果を実験的に検討した．

２．実験概要

２．１　使用材料

使用材料を**表－1**に示す．廃瓦粗骨材は3日間吸水させたのち,表乾状態にしたものを使用した．石灰石砕砂は，コンクリートの流動性向上を目的に使用した．水結合材比(W/B)は0.50とし，フライアッシュ(JISⅡ種)は質量比内割りでセメントの10%および20%置換，廃瓦は粗骨材容積の10%および20%で置換した．混和剤には,AE減水剤およびAE剤を使用した．配合を**表－2**に示す．表中のPC10は廃瓦置換率10%を，FA10はフライアッシュ置換率10%を示す．

表－1　使用材料

使用材料	種類	性質	記号
セメント	普通ポルトランドセメント	密度3.16g/cm^3,比表面積3260cm^2/g	C
混和材	フライアッシュ(JISⅡ種)	密度2.13g/cm^3,比表面積3200cm^2/g	FA
細骨材	石英斑岩砕砂(東広島市黒瀬産)	表乾密度2.60,吸水率1.13%	QS
	石灰砕砂(戸高産)	表乾密度2.70,吸水率0.93%	LS
粗骨材	硬質砂岩砕石(山口県産)	表乾密度2.67,吸水率0.56% 破砕値12%,骨材粒径20-5mm	G
	廃瓦粗骨材(江津産)	表乾密度2.24,吸水率8.58% 破砕値21%,骨材粒径20-5mm	PC

表－2　配合表

配合記号	W/(C+FA)	単位量(kg/m^3)							
		W	C	FA	混合砂			G	PC
					QS	LS			
NC	0.50	165	330	0	503	348	851	963	0
FA10		165	297	33	496	343	840	963	0
PC10FA10		165	297	33	496	343	840	867	81
PC20FA10		165	297	33	496	343	840	770	163
FA20		165	264	66	489	339	828	963	0
PC10FA20		165	264	66	489	339	828	867	81
PC20FA20		165	264	66	489	339	828	770	163

養生条件は材齢 7 日気中曝露および封緘の 2 種類で検討した.材齢 7 日気中曝露とは材齢 7 日まで封緘,その後気中にて養生する条件である．温度 20℃、湿度 60%の室内に静置し養生を行った.

２．２　実験方法

測定項目は，圧縮強度，細孔径分布と中性化深さである．細孔径分布は，水銀圧入式ポロシメーターにより測定した.中性化深さ測定用の供試体は 100×100×400mm の角柱供試体を用いた．中性化測定期間は促進開始材齢から 7 日とし，その他の条件等は，JIS A 1153「コンクリートの促進中性化試験方法」に準拠して行った.

キーワード　フライアッシュ，内部養生，廃瓦粗骨材
連絡先　〒739-8527　広島県東広島市鏡山　1-4-1　広島大学大学院工学研究科構造材料研究室　ＴＥＬ082-424-7786

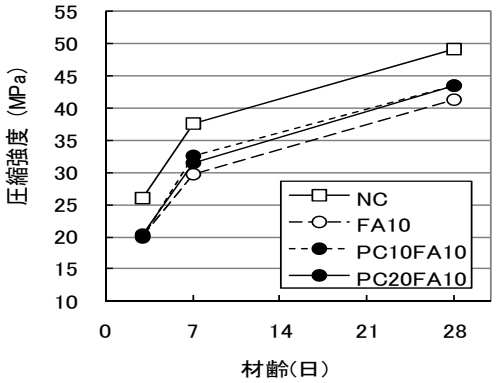
３．試験結果および考察

図－1 に W/B＝0.50，材齢 7 日気中曝露における各配合の圧縮強度発現性状を示す．なお，(a)および(b)はフライアッシュ 10%(FA10)および 20%(FA20)置換したコンクリートへの廃瓦置換とその影響を示している．全体の傾向として，フライアッシュを混入したコンクリート(FA10，FA20)の圧縮強度は普通コンクリート（NC）に比べて劣ることが確認された．(a)によると材齢 7 日以降，廃瓦粗骨材を置換（PC10FA10，PC20FA10）することで FA10 と比較して圧縮強度が 10%程度増加する傾向が確認された．(b)によると FA20 へ廃瓦粗骨材を置換（PC10FA20，PC20FA20）した場合，全材齢に渡って圧縮強度は同等かそれ以下であり強度増加は確認できなかったことから，FA10 コンクリートをベースとして廃瓦の内部養生効果を検討することが現時点では妥当であると考えられる．また，廃瓦置換率の違いによる影響はほとんど確認されなかった．

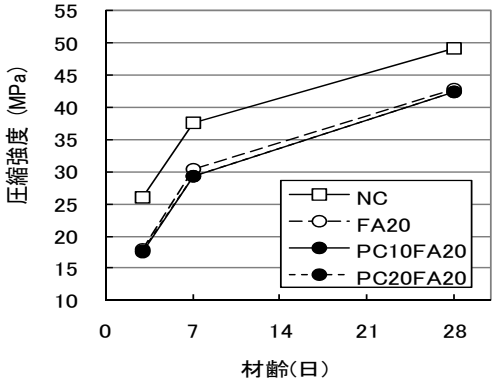
図－2 に W/B=0.50 の封緘養生，材齢 7 日における細孔径分布の結果を示す．これによると，FA10 に廃瓦粗骨材を 20%置換（PC20FA10）することで 1～0.1μm の比較的粗大な毛細管空隙の減少し，0.1μm 以下の毛細管空隙が増加したことが確認された．**図－3** に W/B=0.50，28 日間の封緘養生後，7 日間中性化促進した中性化深さの結果を示す．これによると，FA10 を内部養生することで，中性化深さは 2.0～2.8mm 減少することが確認され，廃瓦 10%置換で効果が大きかったのに対し，FA20 を内部養生した場合の減少量は 0.2～0.4mm で廃瓦置換率の影響はほとんど確認されなかった．中性化に対する抵抗性も強度発現と同様に FA10 で効果が大きい事が確認された．廃瓦から供給される水分は，水和反応を促進させ，細孔構造を緻密化することで，圧縮強度増加や耐久性向上などに寄与しているものと推察される．

４．結論

廃瓦で内部養生を行うことで，JIS Ⅱ種のフライアッシュを用いたコンクリートの圧縮強度発現が増加することが確認された．内部養生効果が毛細管空隙の減少ならびに中性化深さが減少したことから不連続な空隙形成に寄与していると考えられる．内部養生効果はフライアッシュを 10%置換したコンクリートで大きい効果が得られると考えられる．

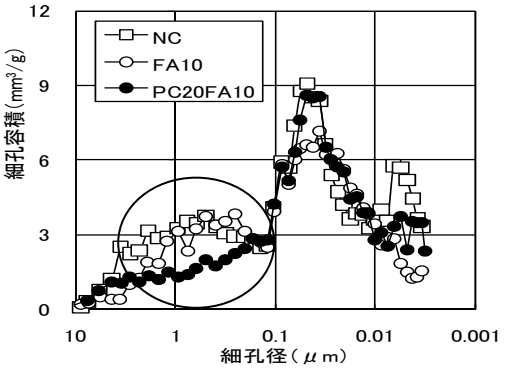


(a) フライアッシュ 10%置換，内部養生

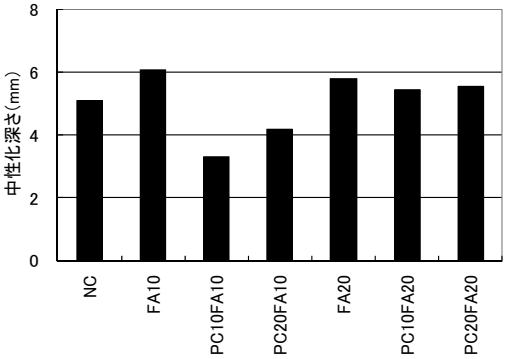


(b) フライアッシュ 20%置換，内部養生

図－1　フライアッシュ置換率，廃瓦置換率が強度発現に及ぼす影響について（材齢 7 日気中曝露）



図－2　廃瓦の内部養生効果が細孔構造に与える影響（封緘養生）



図－3　フライアッシュ置換率，廃瓦置換率が中性化深さに及ぼす影響について（材齢 7 日気中曝露）

参考文献

1) 土木学会：フライアッシュを用いたコンクリートの施工指針，2004