

内部養生型フライアッシュ混入コンクリートの自己収縮低減効果に関する研究

広島大学大学院
中国電力(株)
広島大学大学院
広島大学大学院

学生会員
正会員
正会員
フェロー会員

○温品 達也
清木 祥平
石田 剛朗
佐藤 良一

1. はじめに

フライアッシュ混入コンクリート(FAC)は、初期強度が低く、長い養生期間を必要とするため、利用が進んでいないのが現状である。既往の研究において、高吸水率の廃瓦を粗骨材の一部として置換し、FAC を内部から効果的に養生する方法(内部養生法)が検討されている。その結果、廃瓦の内部養生効果によって FAC の圧縮強度の増加、自己収縮の低減などが確認された¹⁾。本研究は、上記の成果に着目し、高強度コンクリートに対するフライアッシュの利用促進を目的とし、強度や自己収縮応力に対する廃瓦の内部養生効果を実験的に検討した。

2. 実験概要

2.1 供試体概要

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0.3とし、フライアッシュ(JIS II種)および廃瓦は、質量比内割りでセメントの20%、粗骨材容積の40%をそれぞれ置換した。混和剤には、高性能減水剤および消泡剤を使用した。配合を表-2に示す。表中のPC40は廃瓦置換率40%を、FA20はフライアッシュ置換率20%を示す。

鉄筋拘束試験体の形状は100×100×1400mmとし、D16(鉄筋比2%)の鉄筋を試験体断面中央に配置した。養生条件は打設後から温度 20℃、湿度 60%の室内に静置し、すべての試験体とも封緘養生とした。

2.2 試験項目

試験は、圧縮強度試験、自己収縮ひずみ試験、鉄筋による収縮拘束試験を実施した。自己収縮ひずみ試験体の形状は、100×100×400mmとし、長さ変化は、打設後 48 時間まではレーザー変位計(精度 1/1000mm)で、その後はコンタクトゲージ法により温度 20℃、湿度 60%の室内で測定した。鉄筋の拘束応力は、試験前に実施した荷重とひずみの関係を用いて算出し、釣り合い条件からコンクリートの収縮応力を求めた。

表-1 使用材料

材料	種類	特性	記号
セメント	普通ポルトランドセメント	比重:3.16,比表面積:3260cm ² /g	C
混和材	フライアッシュ(JIS II種)	比重:2.13,比表面積:3200cm ² /g	FA
細骨材	石英砕砂	表乾比重:2.60,吸水率:1.13%	QS
	石灰砕砂	表乾比重:2.70,吸水率:0.93%	LS
粗骨材	硬質砂岩	表乾比重:2.67,吸水率:0.56%, 破砕値:12%,寸法:5-20mm	NG
	廃瓦粗骨材	表乾比重:2.24,吸水率:8.58%, 破砕値:21%,寸法: 5-20mm	PC
混和剤	高性能減水剤	ポリカルボン酸化合物	

表-2 示方配合

配合記号	W/ (C+FA)	単位量 (kg/m ³)							
		W	C	FA	QS+LS		NG	PC	
					QS	LS			
NC	0.30	165	550	-	532	368	900	795	-
PC40NC		165	550	-	532	368	900	477	269
FA20		165	440	110	508	352	860	795	-
PC40FA20		165	440	110	508	352	860	477	269

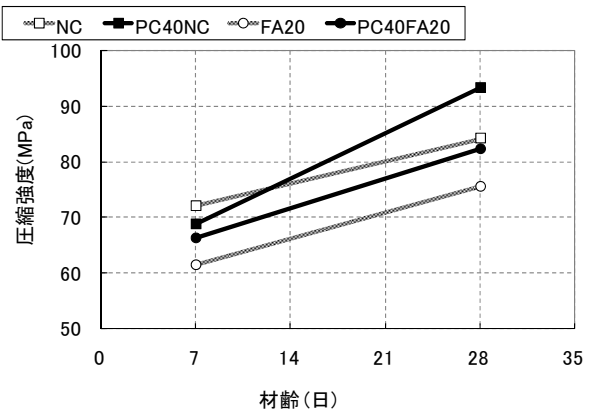


図-1 圧縮強度発現

キーワード フライアッシュ、内部養生、自己応力、ひび割れ指数、廃瓦、強度発現
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 に各配合の圧縮強度の発現性状を示す。普通コンクリート(NC)および FAC とともに廃瓦を置換することにより、概ね圧縮強度が大きくなり、材齢7日から28日までの圧縮強度の増加度が高い。FAC を廃瓦置換したものは、材齢28日においてNCと同等程度の強度発現を示した。この廃瓦による内部養生効果は、未水和のセメントが廃瓦より供給された水分によって、水和反応を促進したためと考えられる。

図-2 に各配合の自己収縮ひずみの経時変化を示す。廃瓦で内部養生した FAC は、廃瓦無置換の NC に対して大きく自己収縮ひずみを低減していることが認められる。自己収縮ひずみは、自己乾燥によってセメントペーストマトリックスの相対湿度が低下し、毛細管張力の増加により大きくなると考えられている²⁾。マトリックス内の相対湿度低下に伴い廃瓦中の水分がマトリックス内に移動することで、自己乾燥を抑制し自己収縮ひずみが低減されたと考えられる。

図-3 に各配合のコンクリート応力の経時変化を示す。材齢28日においてNCおよびFACは廃瓦を置換することにより、それぞれ40%、55%のコンクリート応力低減が確認された。また、収縮応力自体は大きくはないが、廃瓦置換の有無にかかわらずFACはNCよりもコンクリート応力が若干小さく、FACを廃瓦で内部養生したものが最もコンクリート応力が小さい結果となった。

図-4 に各配合のコンクリートに生じた収縮応力と拘束ひずみの関係を示す。ここで拘束ひずみは、自己収縮による鉄筋拘束ひずみから自己収縮ひずみを差し引いたものである。内部養生の影響により、応力発生時の拘束ひずみが異なるが、発生後の勾配すなわちヤング係数とクリープの影響に差はほとんどみられない。

4. まとめ

W/B=0.30 の高強度コンクリートの場合、廃瓦で内部養生を行うと、JIS II 種のフライアッシュを用いたコンクリートを用いた場合でも、初期圧縮強度を低下させることなく高い自己収縮低減効果を得ることが確認された。また、拘束応力に及ぼす廃瓦置換の影響はほとんどみられなかった。

参考文献

- 1) 温品達也ほか：廃瓦粗骨材によるフライアッシュ混入コンクリートの内部養生効果，土木学会第 63 回次学術講演会概要集，5-233，pp.465-466，2008
- 2) 日本コンクリート協会：自己収縮研究委員会報告書，2002

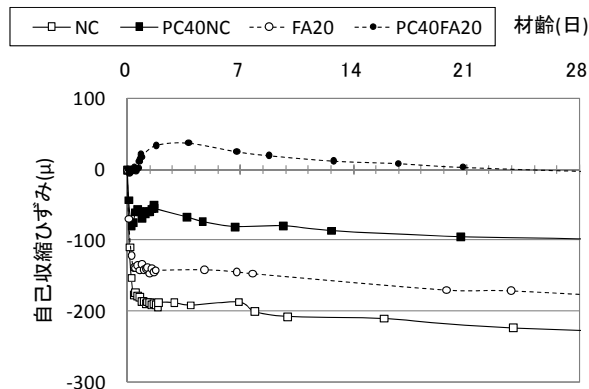


図-2 自己収縮ひずみ経時変化

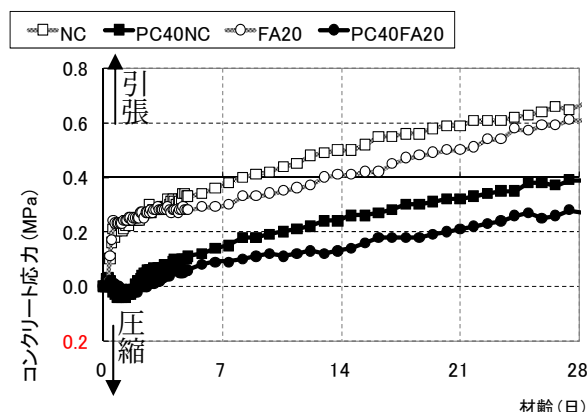


図-3 コンクリート応力経時変化

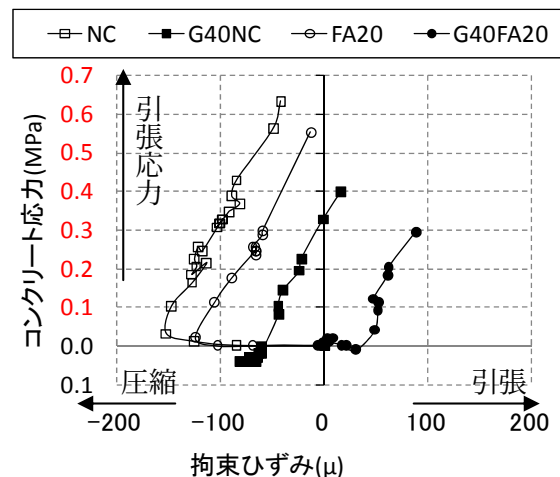


図-4 コンクリートの拘束応力と拘束ひずみの関係