

# 廃瓦粗骨材を用いたフライアッシュコンクリートが受ける蒸気養生後の乾燥の影響

広島大学大学院 学生会員 ○村岸 祐輔  
 広島大学大学院 非会員 土居 直樹  
 広島大学大学院 正会員 小川 由布子  
 広島大学大学院 正会員 半井 健一郎  
 広島大学大学院 フェロー会員 河合 研至  
 広島大学大学院 フェロー会員 佐藤 良一

## 1. はじめに

石炭火力発電所の副産物であるフライアッシュ(FA)の有効利用が求められている。現在、FA コンクリートの普通コンクリートよりも初期強度が低く、長い湿潤養生期間を必要とする点を改善するための研究が進められている。一方、高含水率骨材である廃瓦粗骨材(PCCA)を用いて、セメントペーストと骨材中の湿度勾配を利用し内部養生を行う方法が提案されており、自己収縮の抑制、強度増進および耐久性の向上などの性能向上が報告されている<sup>1)</sup>。また、村岸らは、蒸気養生したFA コンクリートに対してPCCAを用い、内部養生効果により強度増進したことを報告している<sup>2)</sup>。しかし、蒸気養生後の乾燥がFA コンクリートに及ぼす影響が検討されていない。

そこで本研究は、蒸気養生後の乾燥がPCCAを用いたFA コンクリートに及ぼす影響を把握することを目的として圧縮強度、長さ変化および細孔径分布の観点から検討した。

## 2. 実験概要

使用材料を表-1に、配合を表-2に示す。

W/Bを30%と一定とし、FAは内割置換して用い、置換率を20, 40mass%とした。これら3配合にPCCAを0, 20vol%置換した計4配合とした。スランプおよび空気量は、それぞれ18±2cm, 4.5±1.0%を目標値とし高性能AE減水剤およびAE剤で調整した。蒸気養生は図-1に示すとおり、蒸気を供給し、温度履歴を与える。その後、脱型し曝露するもの(蒸気乾燥)と封緘するもの(蒸気封緘)を作製し、20±1°C, 60±5%R.H.の恒温恒湿室に静置した。

圧縮強度試験はJIS A 1108に従い、材齢1, 7, 28および56日に行った。埋込みひずみゲージを100×100×400mmの角柱供試体に設置し収縮を測定した。細孔径分布試験は圧縮強度試験時に供試体のペースト部を採取し、水銀圧入式ポロシメータによって細孔径分布および累積細孔径容積を測定した。

## 3. 実験結果および考察

### 3.1 圧縮強度発現

蒸気養生後の乾燥の有無による圧縮強度発現の相違を図-2に示す。蒸気養生後の乾燥の有無にかかわらず、PCCA

表-1 使用材料

材料	種類	特性	記号
セメント	早強ポルトランドセメント	密度: 3.14g/cm <sup>3</sup> , 比表面積: 4490cm <sup>2</sup> /g	C
混和材	フライアッシュ (JIS II種)	密度: 2.33g/cm <sup>3</sup> , 比表面積: 3200cm <sup>2</sup> /g	FA
細骨材	石英斑岩砕砂	表乾密度: 2.60g/cm <sup>3</sup> , 吸水率: 1.16%	S
粗骨材	石英斑岩砕石	表乾密度: 2.62g/cm <sup>3</sup> , 吸水率: 0.62%, 寸法: 5-13mm, 13-20mm	G
	廃瓦粗骨材	表乾密度: 2.26g/cm <sup>3</sup> , 吸水率: 8.70%	PCCA
混和剤	高性能AE減水剤	ポリカルボン酸化合物	
	AE剤	変性ロジン酸化合物系陰イオン界面活性剤 高アルキルカルボン酸系陰イオン界面活性剤	

表-2 配合表

配合名	W/(C+FA) (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )						
			W	C	FA	S	G		
							G1305	G2013	PCCA
HF20-G0	0.3	0.46	165	440	110	714	512	342	0
HF20-G20							342		147
HF40-G0		0.44		0.44	330	220	677		512
HF40-G20	342		147						

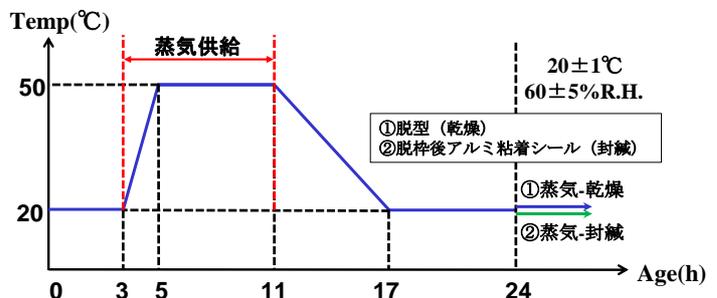


図-1 養生の諸条件

キーワード フライアッシュ, 廃瓦粗骨材, 圧縮強度, 細孔径分布

連絡先 〒739-8527 広島県東広島市鏡山一丁目4-1 広島大学 大学院工学研究科 TEL: 082-424-7786

を置換した場合、各 FA 置換率の PCCA 無置換に対して 10% 以上の強度増加が確認された。これは、PCCA の内部養生効果により、コンクリートが緻密化したためと考えられる。また、蒸気養生後の乾燥の有無によって強度発現性状が異なる。乾燥を受ける場合、圧縮強度の伸び率は小さいが、乾燥を受けない場合、材齢 28 日からさらに強度増進している。これは、FA のポズラン反応が進行し、コンクリートを緻密化していると考えられる。

3.2 長さ変化

長さ変化の経時変化を図-3 に示す。FA 置換率によらず、PCCA の内部養生効果により自己収縮が低減された。蒸気養生後の乾燥の有無別に比較すると、蒸気封緘においては収縮量が小さく、蒸気養生後も継続して廃瓦の内部養生の効果が得られた。一方、蒸気乾燥においては乾燥収縮により収縮量が增大した。

3.3 細孔径分布

蒸気乾燥および蒸気封緘の条件下で材齢 28 日における各配合の 0.05 $\mu\text{m}$  以上の細孔容積を図-4 に示す。圧縮強度に寄与すると考えられる 0.05 $\mu\text{m}$  以上の空隙は、PCCA 置換することで減少している。これは、PCCA の内部養生効果により細孔構造が緻密化され、圧縮強度増加に寄与していると考えられる。また、養生条件別に比較すると、いずれの配合も蒸気乾燥では細孔容積が多く、蒸気養生後に封緘することで細孔容積が減少していることが確認され、この傾向は圧縮強度の結果と一致する。圧縮強度と 0.05 $\mu\text{m}$  以上の細孔容積の関係を図-5 に示す。良好な相関関係であるため、PCCA の内部養生効果によって細孔構造が緻密化し、圧縮強度増加したことが明らかである。

4. 結論

- (1) 蒸気養生後の乾燥の有無にかかわらず PCCA の内部養生効果により圧縮強度は増大したが、蒸気養生後の乾燥は圧縮強度発現に大きく影響した。
- (2) 圧縮強度と 0.05 $\mu\text{m}$  以上の細孔容積の相関関係が良好であることから、PCCA の内部養生効果によって細孔構造が緻密化し、圧縮強度増加したことが明らかとなった。

参考文献

1) 鈴木雅博ほか：廃瓦粗骨材を用いた超高強度コンクリートの变形と拘束応力に関する検討，コンクリート工学年次論文集，Vol.29，No.1，pp651-656，2007.7

2) 村岸祐輔ほか：蒸気養生した高強度フライアッシュコンクリートに対する廃瓦粗骨材の影響，第 68 回年次学術講演会，V-306，pp.611-612，2013.9

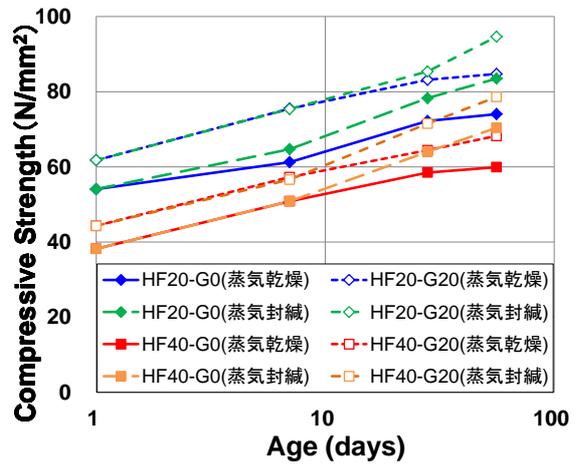


図-2 圧縮強度発現性状

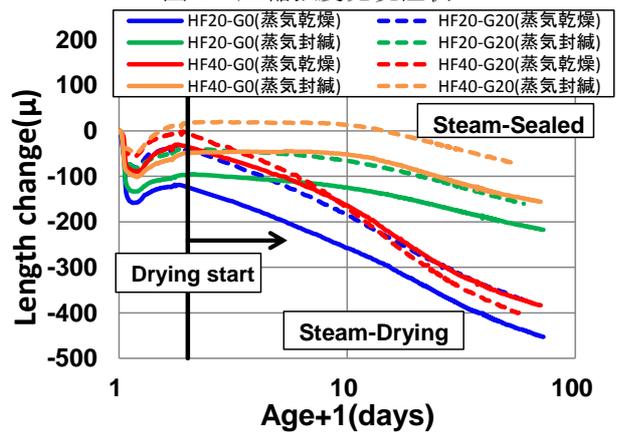


図-3 長さ変化の経時変化

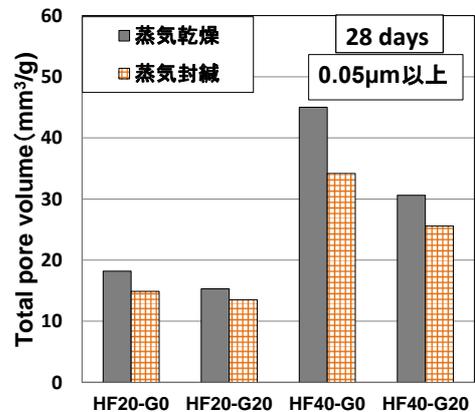


図-4 0.05 $\mu\text{m}$  以上の細孔容積

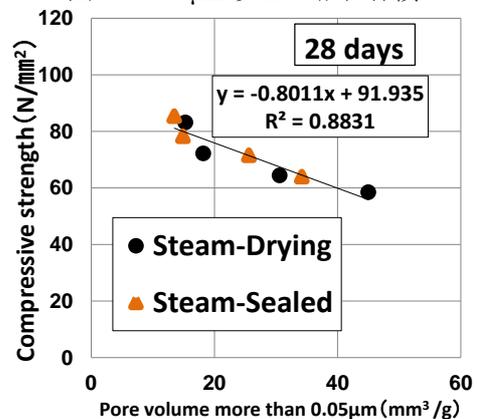


図-5 細孔容積と圧縮強度の関係