

廃瓦粗骨材を混入したフライアッシュコンクリートの内部相対湿度に関する実験的検討

広島大学 正会員 ○小川由布子  
 広島大学 学生会員 村岸 祐輔  
 広島大学 正会員 半井健一郎  
 広島大学 フェロー会員 河合 研至  
 広島大学 フェロー会員 佐藤 良一

1. 背景および目的

人工軽量骨材や超吸水性ポリマーを用いたコンクリートでは、コンクリート内部の相対湿度の変化と関連付けて収縮低減効果が検討されている<sup>1)</sup>。これに対し、廃瓦粗骨材 (PCCA) を内部養生材として活用した研究では、コンクリートの収縮抑制、強度増加、中性化抵抗性の向上等が報告されている<sup>(例えば、2)</sup>が、内部湿度と関連づけた検討は未だ行われていない。本研究は、蒸気養生した FA コンクリートを対象として、コンクリート内部の相対湿度を計測し、PCCA の内部養生効果を直接的に検討し、強度発現性状への影響を検討することを目的としている。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

使用材料は、表-1 に示すとおり、セメントは早強セメント (HC) を用い、フライアッシュはフライアッシュ II 種 (FA)、細骨材および粗骨材は石英斑岩の砕砂および砕砂を使用した。廃瓦粗骨材 (PCCA) は石州瓦の JIS 外品を破砕し、5mm から 13mm の粒径の廃瓦を 7 日間以上吸水させ、表乾状態として用いた。配合は表-2 に示すとおり、水結合材比を 30%とし、FA は HC に対し 20%および 40% 質量置換、PCCA は砕石 1305 に対して 10%容積置換した。

2.2 養生条件

養生は蒸気養生とし、前置き 3 時間、15℃/時で昇温し、最高温度 50℃で 6 時間の保持した後、徐冷した。材齢 1 日で脱型し、図-1 に示すとおり、100x100mm 正方形面 1 面以外の 5 面をアルミ粘着テープで封緘し、20℃、60%R. H. の恒温恒湿室に保管した。

2.3 コンクリート内部湿度の計測方法

温湿度センサは、温度および相対湿度の測定範囲がそれぞれ-40℃から 110℃および 0%R. H. から 100%R. H. で、精度が±0.2℃および±1.8%R. H. の薄膜フィルタ付き温湿度センサを用いた。図-1 に示すとおり、100x100mm の曝露面から 10mm および 350mm の位置に温湿度センサを埋込み、10 分間隔で温度および相対湿度を計測した。曝露面から 10mm の位置では乾燥の影響を検討し、350mm 位置では封緘状態に近いコンクリート内部の相対湿度の変化を検討する。

3. 結果と考察

3.1 コンクリート内部の相対湿度の変化

コンクリート内部の相対湿度の変化を、図-2 および図-3 に示す。凡例の括弧内の数値は、乾燥曝露面から

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: 4400cm <sup>2</sup> /g	HC
フライアッシュ	JIS A 6201 フライアッシュ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%, F.M.: 2.88	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% 1305と2013の混合使用	G
	廃瓦粗骨材	表乾密度: 2.26g/cm <sup>3</sup> 吸水率: 8.7%, 5-13mm	PCCA

表-2 配合

配合記号	W/(HC+FA)	空気量 (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )						
				W	HC	FA	S	G1305	G2013	PCA
HF20-G0	0.30	4.5	0.46	165	440	110	714	512	342	0
HF20-G10					427	74				
HF40-G0			0.44	330	220	677	512	0		
HF40-G10				427	74					



図-1 温湿度センサ配置図

のセンサ位置を示している。材齢 14 日までの範囲で、封緘され乾燥の影響がほとんど無いと考えられる乾燥面から 350mm 位置の内部相対湿度は、実線で示されるとおり、すべての配合でほとんど低下しておらずおよそ 100%を維持している。一方、乾燥の影響を受ける表面から 10mm 位置の相対湿度は、FA 置換率が 20%の場合、図-2 のとおり、材齢 およそ 6 日から低下し始め、材齢 14 日において HF20-G0 では 92%、HF20-G10 では 98%まで低下した。また、FA 置換率が 40%の場合、図-3 のとおり、HF40-G0 はおよそ材齢 2 日から、HF40-G10 は材齢約 3 日から相対湿度が約 100%から低下し始め、材齢 14 日においてそれぞれ 86%および 90%となった。これより、FA 置換率によらず、乾燥による相対湿度の低下に対して、PCCA より水分が供給され、相対湿度の低下を軽減していることがわかった。また、材齢 2 日までは PCCA の有無によらず、相対湿度が約 100%を維持していることから、本実験の配合条件においては、蒸気養生中の PCCA から水分供給は、コンクリート内の相対湿度に対して大きく影響していないことがわかった。これは内部養生のほかに、蒸気供給があるためと考えられる。

3.2 圧縮強度と中性化性状

同条件で作製した供試体の圧縮強度を図-4 に示す<sup>3)</sup>。FA 置換率 20%の場合、PCCA による相対湿度低下の軽減があるものの、強度増進に顕著な影響を与えていないことがわかる。一方、FA 置換率 40%の場合、全体として 10%強度増進している。図-2 および 3 より、材齢 14 日時点において、PCCA 有無による相対湿度の差は、FA 置換率によらず 10%程度である。しかし、FA 置換率 40%の場合には、比較的初期の相対湿度低下が軽減され、PCCA の内部養生が緻密な組織の形成を促し、強度増進に大きく影響したと考えられる。

4. 結論

蒸気養生した FA コンクリートにおいて、FA 置換率 20% および 40%の場合、乾燥曝露によるコンクリート内部の相対湿度低下を PCCA の内部養生により軽減できる。特に、FA 置換率 40%の場合、材齢 2 日からの相対湿度の低下を軽減し、この結果圧縮強度が増進した。

**謝辞** 本研究は、平成 24 年度吉田研究奨励賞を拝受し実施したものである。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) RILEM: Internal Curing of Concrete - State-of-the-Art Report of RILEM Technical Committee 196-ICC, 2007
- 2) 鈴木雅博、丸山一平、川畑智亮、佐藤良一：廃瓦粗骨材を用いた超高強度コンクリートの変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
- 3) 村岸祐輔、小川由布子、河合研至、佐藤良一：蒸気養生したフライアッシュコンクリートに対する廃瓦粗骨材の内部養生効果、コンクリート工学年次論文集、Vol. 36、投稿中

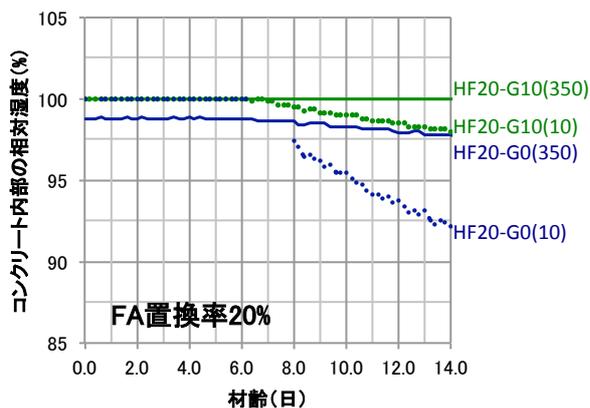


図-2 コンクリートの相対湿度の変化 (HF20)

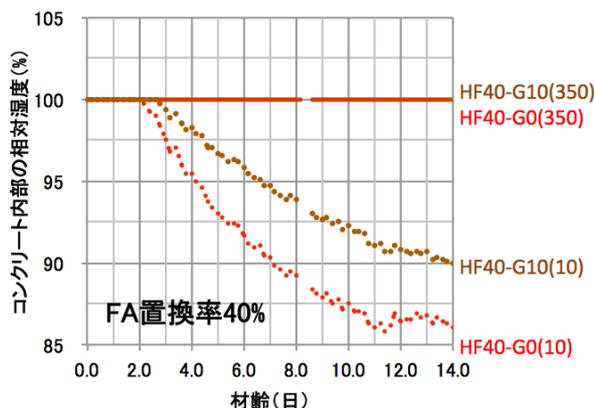


図-3 コンクリートの相対湿度の変化 (HF40)

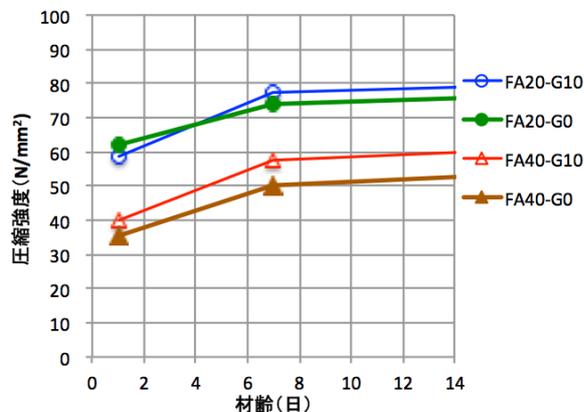


図-4 強度発現特性