

高炉 B 種コンクリートに対する廃瓦粗骨材による内部養生効果が及ぼす影響について

広島大学大学院工学研究科 学生会員 重松 明
 広島大学大学院工学研究科 学生会員 温品達也
 国土交通省中国地方整備局 木村 守
 広島大学大学院工学研究科 フェロー会員 佐藤良一

1. はじめに

今日、建築リサイクル法やグリーン購入法などの個別リサイクル法が制定され、環境負荷低減が重要視されるようになり、高炉スラグは活用が進み実構造物に広く使用されている。高炉スラグ微粉末を用いたコンクリートの強度発現は、養生中、特に乾湿の影響を強く受ける傾向がある。普通ポルトランドセメントのコンクリート以上に養生、特に初期材齢における湿潤養生の良否が、硬化後のコンクリートの品質に大きな影響を及ぼす。初期に乾燥を受けると、その後湿潤状態を保っても、強度発現が悪くなるとともに、耐久性の低下なども報告されている¹⁾。一方、廃瓦粗骨材による高強度コンクリートの内部養生効果を検討した研究により、圧縮強度増進および収縮低減などの成果が報告されている²⁾。そこで本研究では、水結合材比(W/B)55%付近での高炉 B 種コンクリートに対する廃瓦の内部養生効果を実験的に検討し、最適な廃瓦置換率および実構造物に則した養生条件下での内部養生効果による力学特性の向上を把握することを目的とする。

2. 実験概要

2.1 使用材料

本研究においてコンクリートの作製に使用した材料を、表-1に示す。結合材には普通ポルトランドセメント、高炉セメントB種を用いた。細骨材は石灰石砕砂と砕砂の混合砂を用いた。廃瓦は7日間吸水させ、表乾状態にして使用し、混和剤にAE減水剤およびAE剤を使用した。表-2に配合を示す。検討する水結合材比(W/B)は0.55である。G10およびG20は廃瓦の置換率、10%および20%を意味する。養生条件を図-1に示す。養生条件は材齢3日気中暴露、材齢7日気中暴露、封緘の3種類で検討した。材齢3日気中暴露(以下3日気中暴露)は、材齢3日まで封緘養生し、その後、温度20℃、湿度60%条件下で気中養生するものであり、実構造物における早期脱枠を想定したものである。

2.2 実験方法

測定項目は、圧縮強度、自己収縮と乾燥収縮ひずみおよび細孔径分布である。自己収縮と乾燥収縮ひずみは100×100×400mmの角柱供試体の長さ変化を、材齢72時間まではレーザー変位計(1/1000mm精度)、その後はコンタクトゲージ法により測定して求めた。細孔径分布は、水銀圧入式ポロシメータにより、各養生条件の供試体について材齢7、28日に測定した。

表 - 1 使用材料

使用材料	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	OPC
	高炉セメントB種	密度 3.02g/cm ³	BB
細骨材	砕砂(広島県東広島市黒瀬町産)	表乾密度 2.60g/cm ³ ,吸水率 1.06%	S
	石灰砕砂(戸高鉱山産)	表乾密度 2.65g/cm ³ ,吸水率 1.22%	LS
粗骨材	砕石(広島県東広島市黒瀬町産)	表乾密度 2.62g/cm ³ ,吸水率 0.69%	G
	廃瓦粗骨材(江津産)	表乾 2.26g/cm ³ ,吸水率 9.44%	CG

表 - 2 配合表

配合記号	W(C+BF)	s/a	単位量(kg/m ³)							
			W	C	BF	混合砂			G	CG
						S	LS	S+LS		
OPC	0.55	0.471	175	318	-	499	339	838	942	-
BB	0.55	0.467	175	-	318	492	334	826	942	-
BB-G20	0.55	0.467	175	-	318	492	334	826	753	162
BB-G10	0.55	0.467	175	-	318	492	334	826	848	81

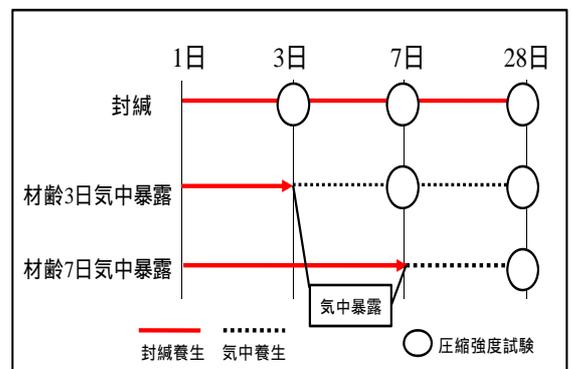


図 - 1 養生条件および強度試験材齢

キーワード 廃瓦粗骨材, 内部養生, 高炉 B 種コンクリート

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 構造材料工学研究室 TEL:082-422-7111

3. 実験結果と考察

図-2,図-3 および図-4 に W/B=0.55 の高炉 B 種コンクリートにおける, 廃瓦の置換率が圧縮強度・空隙量に及ぼす影響について, 3 日気中暴露, 7 日気中暴露および封緘で養生したものを示す. 図-2 より材齢 7 日において, 廃瓦を置換することで累積細孔容積はほぼ同等であった. また, 圧縮強度でも廃瓦置換の影響は小さい. 一方, 材齢 28 日では廃瓦を置換したことで 20%程度の空隙減少および 15%程度の圧縮強度の増加が確認された. これは廃瓦の内部養生効果によるものと類推される²⁾. 図-3 より, 材齢 7 日において, 廃瓦置換により, 累積細孔容積の減少および圧縮強度の増加の傾向がみられる. 材齢 28 日では, 廃瓦を 10%置換した場合, 累積細孔容積が 8%減少, 圧縮強度が 13%増加し, これらは廃瓦の内部養生効果によるものと類推される²⁾. 図-4 の封緘養生においても廃瓦を置換することで, 累積細孔容積の減少や圧縮強度の増加の傾向はみられるが, 先の材齢 3 日, 7 日気中暴露ほどの影響は確認されなかった. また全体の傾向として, 材齢 7 日では廃瓦の置換による累積細孔容積の差は小さくほぼ同等であり, 圧縮強度においても廃瓦置換による強度増加は小さい. しかし材齢 28 日では廃瓦を置換することで空隙量が減少する傾向が確認でき, 圧縮強度の増加も確認された. 乾燥の影響を受ける材齢 3 日, 7 日気中暴露では, コンクリート内部に廃瓦の内部養生水が浸出し水和反応が促進されたと考えられる. そのため乾燥の影響を受けない封緘養生したものより, 廃瓦置換の影響が大きかったと考えられる.

図-5 に W/B=0.55 における廃瓦粗骨材が自己収縮と乾燥収縮ひずみに及ぼす影響について示す. 実線は自己収縮, 破線は材齢 7 日からの乾燥条件下の収縮ひずみを示している. 普通コンクリート(OPC)および高炉 B 種コンクリート(BB)に対し, 廃瓦置換した高炉 B 種コンクリート(BB-G10, G20)の自己収縮および乾燥収縮が大きくなる傾向がみられ, 廃瓦の内部養生効果による収縮低減は確認されなかった.

4. 結論

W/B=0.55 で高炉 B 種コンクリートに廃瓦を置換すると, 内部養生効果により, 強度増加およびコンクリート内部の空隙量が減少する. 封緘養生したものより, 乾燥の影響を受ける材齢 3 日, 7 日気中暴露で効果が大きかった. 廃瓦の内部養生効果による収縮低減は確認されなかった.

参考文献

- (1) 高炉スラグ微粉末を用いたコンクリートの施工指針, 土木学会
- (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

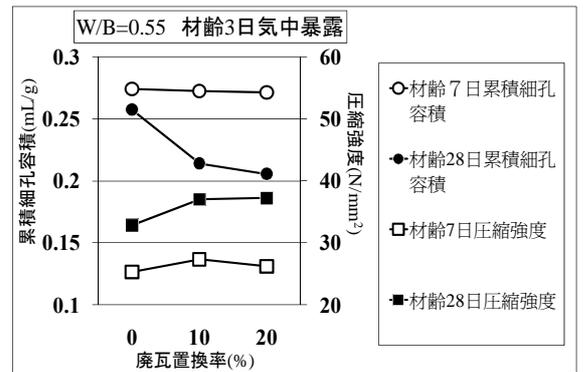


図 - 2 廃瓦の置換率が強度・空隙量に及ぼす影響

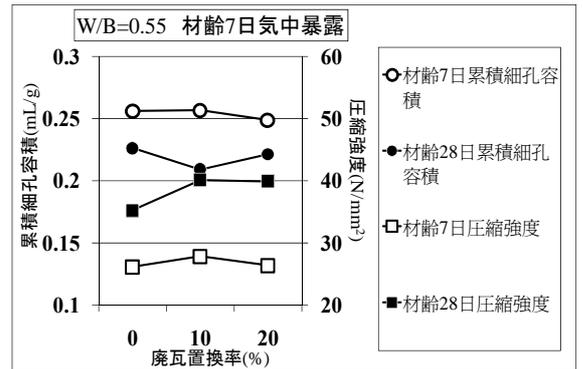


図 - 3 廃瓦の置換率が強度・空隙量に及ぼす影響

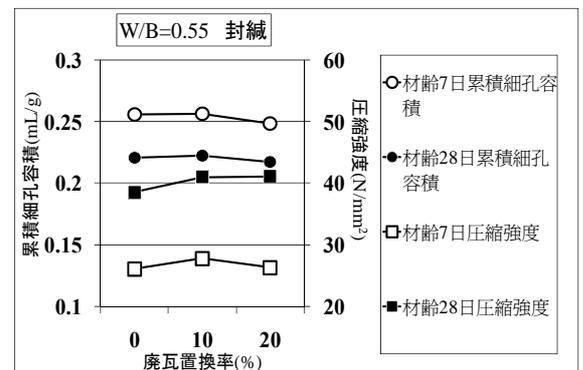


図 - 4 廃瓦の置換率が強度・空隙量に及ぼす影響

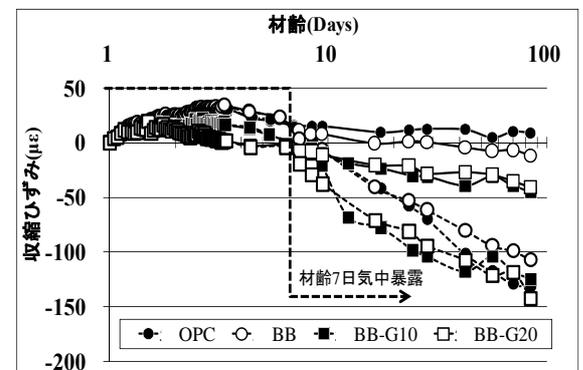


図 - 5 収縮ひずみ