

廃瓦細骨材の内部養生による高炉 B 種コンクリートの性能向上について

広島大学大学院工学研究科 学生会員 ○大西裕士
 広島大学大学院工学研究科 学生会員 重松 明
 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

環境負荷低減を目的に、建築リサイクル法やグリーン購入法が制定され、その一環として、高炉 B 種セメントを用いたコンクリート(BB)が実構造物に広く使用されている。BB は、初期材齢における湿潤養生の良否が硬化後の品質に大きな影響を及ぼすとされている¹⁾。そのため、早期脱枠された BB を想定し、適度な吸水率と破砕値を持つ廃瓦粗骨材を内部養生材として活用することに着目し、品質向上を図った結果、水セメント比 0.55、乾燥開始材齢 3 日の BB の圧縮強度、細孔容積は、材齢 28 日において明らかに改善されることが報告されている²⁾。

本研究では、上記と同様の BB に対し、粗骨材に比べて、分散性に優れる廃瓦細骨材による内部養生効果を、廃瓦粗骨材を内部養生材として用いた場合と比較しつつ、明らかにすることを目的とする。

2. 実験概要

2.1 使用材料

本研究における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 種を使用した。骨材は粗骨材として黒瀬町産石英斑岩砕石および江津産廃瓦、細骨材として黒瀬町産石英斑岩砕砂、戸高鉾山産石灰石砕砂、江津産廃瓦を用いた。廃瓦骨材は、カオリン粘土を焼成して作製した瓦の不適合品を用いており、7 日間吸水させ、表乾状態にしたものを使用した。混和剤は AE 剤および AE 減水剤を使用した。使用材料は打設 2 日前に養生室(20℃、湿度 60%)で保管し材料温度を一定に保った。BB は練混ぜ温度を 10℃以上にした。

2.2 配合

配合表を表-2 に示す。普通コンクリートを NC、高炉 B 種コンクリートを BB と表す。G10 および G20 は廃瓦粗骨材の置換率 10%および 20%を意味しており、

S12 および S24 は廃瓦細骨材の置換率 12%および 24%を意味する。水結合材比(W/B)は 0.55 とする。廃瓦粗骨材と廃瓦細骨材の内部養生効果を比較するため、廃瓦の総吸水量が同じになるように置換率を調整した。

2.3 供試体、養生、測定

供試体(φ 100mm×200mm)は、実験棟内で作製、上面をシール次第、恒温恒湿室(20±1℃、60±5%R.H.)に移した。養生は、図-1 に示すように、早期脱枠を想定した材齢 3 日気中曝露、封緘養生の 2 種類とした。

測定項目は、圧縮強度、細孔径分布である。圧縮強度は、養生条件ごとに材齢 3・7・28・91 日で測定し、圧縮強度—有効材齢³⁾の関係における実測値を放物線で回帰して求めた。細孔径分布は各養生条件に対し、材齢 7・28 日に水銀圧入式ポロシメータにより測定し、モルタルの細孔径分布を把握した。

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3.16 g/cm ³	NC
	高炉セメントB種	密度3.02 g/cm ³	BB
細骨材	石英斑岩砕砂(広島県東広島市黒瀬町産)	表乾密度2.60 g/cm ³ 、吸水率1.06%	S
	石灰砕砂(戸高鉾山産)	表乾密度2.65 g/cm ³ 、吸水率1.22%	LS
	廃瓦細骨材(江津産)	表乾密度2.29 g/cm ³ 、吸水率8.61%	瓦細
粗骨材	石英斑岩砕石(広島県東広島市黒瀬町産)	表乾密度2.62 g/cm ³ 、吸水率0.69%	G
	廃瓦粗骨材(江津産)	表乾密度2.26 g/cm ³ 、吸水率9.44%	瓦粗
混和剤	AE剤	ポリアルキレングリコール誘導体	混和剤
	AE減水剤	リゲニンスルホン酸化合物ポリオール複合体	

表-2 配合表

配合記号	W/B	空気量(%)	s/a	単位量(Kg/m ³)							
				W	C	BB	混合砂			G	瓦粗
							S	LS	瓦細		
NC	0.55	4.5	0.47	175	318	-	499	339	-	942	-
BB	0.55	4.5	0.47	175	-	318	499	339	-	929	-
BB-G20	0.55	4.5	0.47	175	-	318	492	334	-	753	162
BB-G10	0.55	4.5	0.47	175	-	318	492	334	-	848	81
BB-S24	0.55	4.5	0.47	175	-	318	378	257	178	929	-
BB-S12	0.55	4.5	0.47	175	-	318	438	298	89	929	-

養生条件	材 齢 (Days)			
	3	7	28	91
材齢3日気中曝露	封緘	→ 気中曝露		
封緘	封緘			

図-1 養生条件および強度試験材齢

キーワード 廃瓦細骨材, 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:082-424-7787

3. 実験結果と考察

図-2に材齢3日気中曝露供試体の材齢3・7・28・91日における圧縮強度の発現性状を示す。この場合、材齢3日は封緘養生の強度である。NCと比較すると、材齢7日以前では、BBの圧縮強度は廃瓦置換の有無に依存せず小さい。しかし、材齢28日以降、巨視的にみれば、BB-G10、BB-20、BB-S24の圧縮強度は他と比べ大きく、内部養生効果が認められる。BB-S12の場合、これらより劣るものの、NCおよびBBの場合より大きい。

図-3、図-4に材齢7日、28日における圧縮強度と累積細孔容積(CPV)に対する内部養生効果を、材齢3日気中曝露および封緘養生した場合について示す。ここで、効果はBBに対する比として表し、また圧縮強度に影響する⁴⁾ことから、 $0.02\mu\text{m}$ 以上の細孔径のCPVを示している。

図-3、図-4より、材齢7日におけるCPVの比は、養生の相違に拘わらず、廃瓦粗骨材の内部養生により大きくなる傾向があり、廃瓦細骨材の場合は明らかに大きい。しかし、材齢28日になれば、特に材齢3日気中曝露の場合内部養生によりCPVの比は小さくなる。これに対し、圧縮強度の場合は材齢28日であっても、その比率はほぼ10%以内であり、CPV比のような顕著な改善効果は認められない。封緘養生した場合は、材齢3日気中曝露の場合とほぼ同様の傾向であるが、材齢7日における圧縮強度比は若干小さく、材齢28日におけるCPV比に対する改善効果は全体的にはない。さらに、細孔径 $0.02\mu\text{m}$ 以上のCPVと圧縮強度の相関性は明確ではなかった。

図-5に、材齢3日気中曝露の材齢28日における、全CPVおよび各細孔径の範囲のCPVの全CPVに対する比率(CPV率)を示す。これによれば、NCとBB比べ、内部養生した場合のCPVは小さく、細孔径 $0.1\mu\text{m}$ 以上のCPV率も低い。しかし、細、粗骨材置換の大きな相違は認められなかった。

4. 結論

本研究の範囲で以下の結論が得られた。

- (1) 圧縮強度発現に対する廃瓦による内部養生効果は、材齢28日以降に認められ、また比較的材齢3日気中曝露の場合に認められた。
- (2) 累積細孔容積に対する廃瓦による内部養生効果は、材齢3日気中曝露の場合で材齢28日以

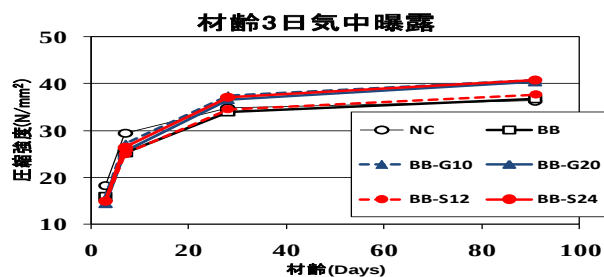


図-2 圧縮強度発現に対する内部養生効果

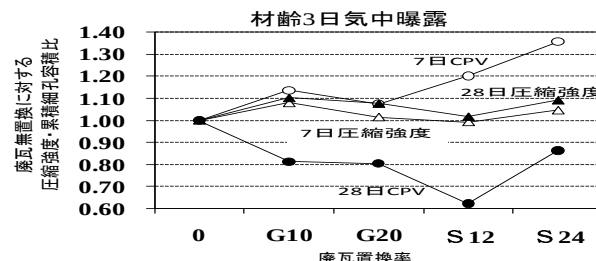


図-3 圧縮強度と累積細孔容積に対する内部養生効果

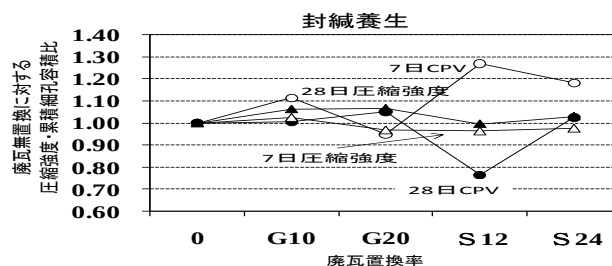


図-4 圧縮強度と累積細孔容積に対する内部養生効果

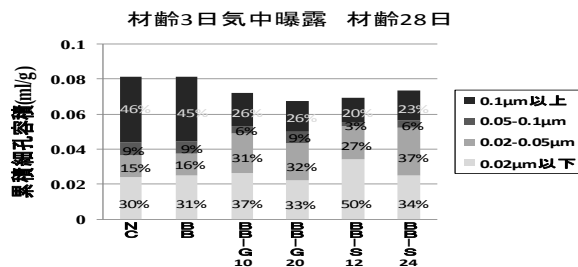


図-5 累積細孔容積率

降に認められた。

- (3) 廃瓦細骨材と廃瓦粗骨材の内部養生効果に対し、大きな相違は認められなかった。

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) 重松明ほか: 廃瓦粗骨材の内部養生による高炉B種コンクリートの性能向上について, コンクリート工学年次論文集, Vol.31, No.1, pp.205-210, 2009
- 3) 日本コンクリート工学協会: マスコンクリートのひび割れ制御指針 2008, pp.47-51
- 4) 内川浩ほか: 混合セメントモルタル及びコンクリートの硬化体構造が強度発現性状に及ぼす影響, セメント・コンクリート論文集, No.44, 1990