

廃瓦細骨材で内部養生した舗装用コンクリートの曲げ強度実験

(一社)セメント協会 正会員 ○中村 弘典
 (一社)セメント協会 正会員 吉本 徹
 成田国際空港(株) 正会員 亀田 昭一
 国土交通省中国地方整備局 正会員 松本 治男
 広島大学大学院 正会員 佐藤 良一

1. 目的

廃瓦は瓦の生産工程の不良品であり、鳥取県で年間約 5,200 t、島根県(石州瓦)で年間約 20,000 t が発生¹⁾し、有効活用が望まれている。近年、耐久性の観点から再注目されているコンクリート舗装も対象の一つと考えられる。廃瓦をコンクリートの骨材として用いる利点として、内部養生による性能向上が挙げられ、これは高含水比の廃瓦から、相対湿度の低下したセメントペーストに湿度勾配を利用し水分供給することによる。例えば、廃瓦を粗骨材の一部に置換したコンクリートの強度は無置換に対し同等かそれ以上になると報告されている^{2) 3)}。

本検討ではコンクリート舗装のすり減り抵抗性の確保の観点から、廃瓦を細骨材に置換し、入念な養生が必要とされる高炉セメント B 種でフレッシュ性状および曲げ強度に与える影響を実験的に検証した。

2. 実験概要

2. 1 使用材料

使用材料を表 1 に示す。廃瓦以外の材料は一般的なコンクリート舗装と同様である。なお、廃瓦細骨材の物性を山砂と比べると、粗粒率が 4.10 と大きく、吸水率が 9.27% と高含水であった。廃瓦は細骨材の体積に対する割合で置換し使い、その置換率は、細骨材の標準粒度を満足するように 0、10、20、30 および 50% とした。廃瓦の置換率に応じた細骨材の粒度分布を図 1 に示す。

2. 2 コンクリートの配合とフレッシュ性状

コンクリートの示方配合とフレッシュ性状を表 2 に示す。配合設計は、すり減り抵抗性確保の点から単位粗骨材量を一定として行った。フレッシュ性状は AE 減水剤および AE 助剤を用い、目標スランブが $5 \pm 1.5\text{cm}$ 、目標空気量が $4.5 \pm 1.5\%$ とした。

表 1 使用材料

使用材料		記号	主な物性・主成分
セメント	高炉セメント B 種	C	密度: 3.02g/cm^3 比表面積: $3240\text{cm}^2/\text{g}$
細骨材	山砂(千葉県君津市産)	S	FM: 2.43 表乾密度: 2.65g/cm^3 吸水率: 1.57%
	廃瓦(島根県石州瓦)	SC	FM: 4.10 表乾密度: 2.26g/cm^3 吸水率: 9.27%
粗骨材	2005: 東京都青梅産	G	FM: 7.30 表乾密度: 2.64g/cm^3 吸水率: 0.70%
	4020: 栃木県佐野産		
混和剤	AE減水剤	-	リグニンスルホン酸化合物とポリオールの複合体
	AE助剤	-	アルキルエーテル系陰イオン界面活性剤

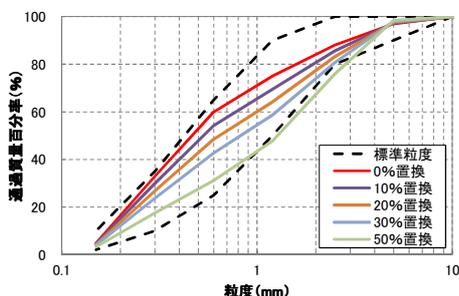


図 1 細骨材の粒度分布

表 2 コンクリートの示方配合とフレッシュ性状

廃瓦置換率	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m^3)					スランブ (cm)	空気量 (%)
			W	C	S	SC	G		
0%	42	35.1	140	333	655	0	1211	5.8	5.3
10%	42	35.4	138	329	597	57	1211	6.5	4.6
20%	42	35.7	136	324	538	115	1211	5.6	4.3
30%	42	35.9	135	321	475	174	1211	5.7	5.2
50%	42	36.2	133	317	343	293	1211	6.5	5.4

2. 3 試験項目と養生方法

試験項目は曲げ強度試験とし JIS A 1106 に準拠した。供試体は $15 \times 15 \times 53\text{cm}$ とし、

キーワード コンクリート舗装、内部養生材、廃瓦細骨材、曲げ強度

連絡先 〒114-0003 東京都北区豊島4丁目17番33号 (一社)セメント協会コンクリート研究グループ TEL03-3914-2695

材齢1日で脱型後、水分逸散がないようにサランラップおよびアルミテープで被覆し、試験材齢まで $20 \pm 3^\circ\text{C}$ の試験室で封緘養生とした。試験材齢は7、28日とした。

3. 試験結果

3.1 配合とフレッシュ性状

表2に示すとおり、廃瓦置換率の増加に伴い単位水量は少なくなった。この理由として、廃瓦は粗粒率が大きく、置換によって骨材の粒度分布が変化することが考えられる。今回、ペーストを液相、細骨材と粗骨材を固相とみなし、固相を対象に粒度分布を検討した。密充填しやすい骨材の粒度分布である Fuller-Thompson 曲線⁴⁾と各配合条件における単位骨材量の粒度分布を図2に示す。廃瓦置換率が増加するとともに、Fuller-Thompson 曲線に近似し密充填しやすくなり、同一スランブを得るための単位水量が少なくなったものと推察される。しかしながら、写真1に示すとおり、廃瓦置換率を増加させたコンクリートは、スランブ状況が荒々しくなっており、施工性に課題があることが示唆された。

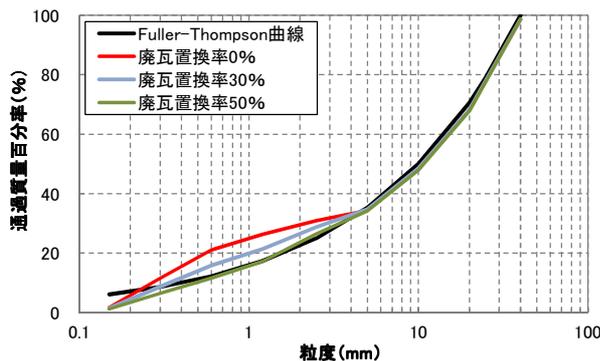


図2 Fuller-Thompson 曲線と各配合条件における単位骨材量の粒度分布

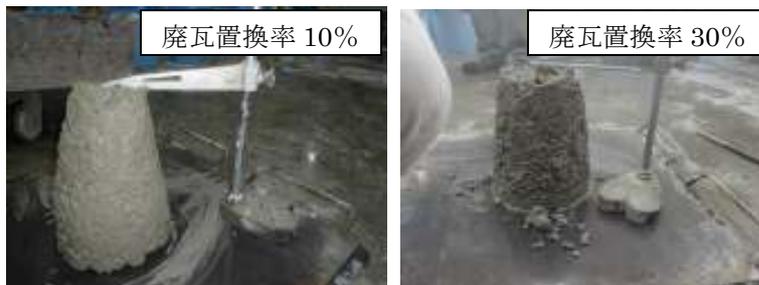


写真1 スランブ状況

3.2 曲げ強度

廃瓦置換率と曲げ強度の関係を図3に示す。材齢にかかわらず、廃瓦置換率の増加に伴い、曲げ強度は大きくなった。回帰直線の傾きと切片から、廃瓦置換率が10%増加するに従い、曲げ強度は約3%大きくなることが判った。

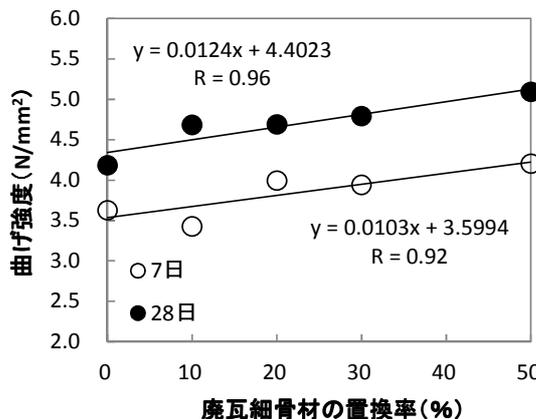


図3 廃瓦置換率と曲げ強度

4. まとめ

本実験で得られた知見を以下に記す。

- (1) 廃瓦細骨材の置換率の増加に伴い、同一スランブを得るための単位水量は少なくなった。これは廃瓦を増やすことで、骨材の粒度が密充填になりやすくなることによるものと考えられる。しかし、スランブ状況は荒々しくなり、施工性に課題があることが示唆された。
- (2) 廃瓦細骨材の置換率を10%増やすごとに曲げ強度は約3%大きくなり、廃瓦細骨材が内部養生材としてコンクリートの強度増加に寄与することが実験的に明らかとなった。

なお、本報告は国土交通省中国地方整備局と広島大学との包括的連携協力およびセメント協会空港コンクリート舗装の高性能化と設計の高度化に関する検討会の成果の一部である。

参考文献

- 1) 鳥取県ホームページ : <http://www.pref.tottori.lg.jp/secure/79937/haikawara.pdf>
- 2) 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、pp.651-656 (2007)
- 3) 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)
- 4) 羽原俊祐: 材料分野の技術開発動向 4.1 セメント、月刊生コンクリート、Vol.9、No.11、pp.92-101 (1990)