

V-3 ガラスカレットを混入したコンクリートの諸性状

(株) 四電エンジニアリング 正会員 ○沢田和彦
高知工業高等専門学校 正会員 横井克則
(株) 田中石灰工業 非会員 市原伸一

1. はじめに

近年、コンクリート使用量の増加や全国各地での海砂の採取規制により、コンクリート用の天然骨材の枯渇が問題となっている。一方で、年間約 220 万トン出荷されているガラスびんの回収・再資源化の割合は、その 40% 程度であり、建設材料などへの利用が望まれている¹⁾。本研究では、廃ガラスを細かく砕いたものを、細骨材の代替としたコンクリートを作製し、そのコンクリートの圧縮強度、曲げ強度、動弾性係数、静弾性係数および代替率による色彩の変化を調査し、路盤材などの低強度コンクリートとしての利用について検討する。さらに、再生骨材、建設汚泥を利用し、廃棄物の有効利用についても試みる。

2. 実験概要

2.1 使用材料とコンクリートの配合 使用材料として、高炉セメント（密度 3.04g/cm³）、再生骨材（密度：細骨材 2.35 g/cm³、粗骨材 2.45 g/cm³）、砂岩骨材（密度：細骨材 2.58 g/cm³、粗骨材 2.60 g/cm³）、緑色及び茶色ガラスカレット（密度：緑色 2.48 g/cm³、茶色 2.49 g/cm³）、工事現場から排出される建設汚泥を用いた。配合⑥以外は再生骨材を、配合⑦以外は緑ガラスを用いた。各コンクリートの配合を表-1に示す。

2.2 強度試験 強度試験は、圧縮試験（JIS A 1108）、曲げ試験（JIS A 1106）を行った。また、動弾性係数試験（JIS A 1127）、静弾性係数試験（JSCE-G 502）を実施した。

2.3 アルカリ骨材反応試験 アルカリ骨材反応による膨張をモルタルバー法（JIS A 5308）によって調査した。モルタルバー法では、6ヶ月以後において、膨張ひずみが 1000×10⁻⁶以上ならば、アルカリ骨材反応に対して無害でないと判断されている。本研究では、ガラスカレットの代替率を 40% としたモルタルバー法による配合と、配合③でモルタルバー法を作製し、比較を行った。

2.4 コンクリートの色彩調査 ガラスカレットを混入することで変化する色彩を写真解析ソフトの HSB モードによって調査した。HSB モードとは、カラーを色相、彩度、明度の3つの特性で表したもので、本研究では、ガラスカレット代替率の異なる配合①～④で、カラーの明暗を示す明度を重点的に調査した。

表-1 配合表

配合の種類			W/C	S/a	単位量 (kg/m ³)				
配合	廃ガラス代替率	特徴			W	C	S	G	ガラス
①	0%	緑ガラス再生骨材	60%	45%	170	283	758	966	0
②	20%						606	966	160
③	40%						455	966	320
④	60%						303	966	480
⑤	100%						0	966	800
⑥	40%	砂岩骨材	70%	45%	170	243	499	1025	320
⑦	40%	茶色ガラス					455	966	321
⑧	40%	建設汚泥					455	966	320
⑨	40%	W/C=70%					463	984	326
⑩	40%	建設汚泥					463	984	326

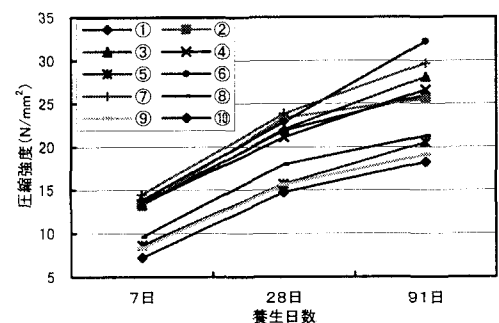


図-1 圧縮強度試験結果

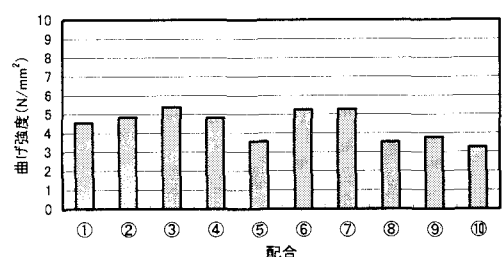


図-2 曲げ強度試験結果

3. 実験結果および考察

3.1 圧縮強度 圧縮強度の結果を図-1に示す。ガラスカレットの代替率で比較すると、代替率に比例して強度が小さくなっていることがわかる。これは、ガラスカレットの表面が滑らかで、セメントペーストとの付着が低下した影響であると思われる。次に、使用材料で比較すると、91日強度において砂岩骨材を用いた配合⑥の強度が大きくなっている。これは、再生骨材に含まれているモルタル成分がセメントペーストとの付着を妨げている影響であると思われる。ガラスの色の違いによる変化はみられなかった。建設汚泥を用いた配合⑧と、W/Cを大きくした配合⑨は、強度が

小さくなった。しかし、これらは路盤材として必要な強度（既往の研究²⁾により7日強度で8 N/mm²以上）を満たしている。建設汚泥を使用し、W/Cを大きくした配合⑩は7日強度では所定の強度を満足せず、28日強度では所定の強度に至った。

3.2 曲げ強度 曲げ強度を図-2に示す。配合⑤⑧⑨⑩の曲げ強度が小さくなった。しかし、全配合が一般的な圧縮強度との比(1/5～1/8)と同程度で、十分な曲げ強度を発揮しているといえる。

3.3 動弾性係数 動弾性係数を図-3および図-4に示す。図-2はガラスカレットの代替率の違いによって比較したもので、全体的にばらつきが少なくない。図-3は使用材料の違いによって比較したもののだが、配合⑧⑨⑩は圧縮強度が小さくなると、動弾性係数が大幅に低下する傾向が見られる。

3.3 静弾性係数 静弾性係数を図-5に示す。静弾性係数は理論値に近い値となった。また、動弾性係数と静弾性係数の比は1.17～1.27で、普通コンクリートの1.10～1.15をやや上回った。これは、ガラスコンクリートの密度が普通コンクリートに比べ、やや小さかったことが原因だと考えられる。

3.4 アルカリ骨材反応 アルカリ骨材反応による膨張ひずみを図-6に示す。現段階では無害という結果だが、21日目のひずみまでしか計測しておらず、6ヶ月後のひずみに関しては今後調査を続ける。

3.5 コンクリートの色彩 ガラスコンクリートに光を当てたとき、どの程度明度が大きくなるかについて、トンネル内で使用した場合を想定し、暗室でオレンジ色のスポットライトを使用して調べた。結果を図-7に示す。代替率に比例して明度が少しずつ大きくなっていることが分かる。しかし、光の反射条件などによって値は変化すると思われるので、現段階ではガラスカレットによってコンクリートの明度が大きくなると断定できない。

4. まとめ

(1) 本研究のコンクリートは28日強度において、圧縮強度、曲げ強度ともに路盤材として必要とされる強度を満たしており、ガラスカレットは細骨材の代替として利用可能である。また、再生骨材、建設汚泥に関しても、強度への影響があまりみられず、路盤材として利用可能である。

(2) ガラスカレットの混入によって、コンクリートの色彩における明度が大きくなる可能性がある。

5. 参考文献

- 1) (社) JCI 九州支部：各種産業廃棄物のコンクリート用材料としての適用性、pp.131-134、2000.11
- 2) 江口仁平：セメント固化した建設汚泥の有効利用に関する研究、(社) JCI 廃棄物のコンクリート材料への再資源化に関するシンポジウム 論文集、pp.179-182、2002.9

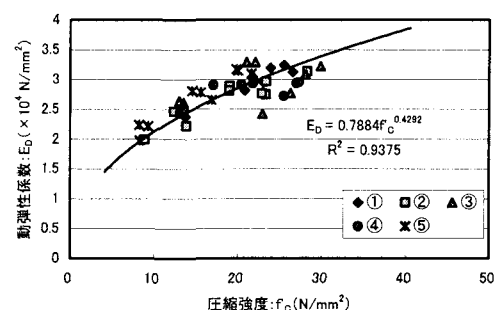


図-3 代替率の違いによる動弾性係数

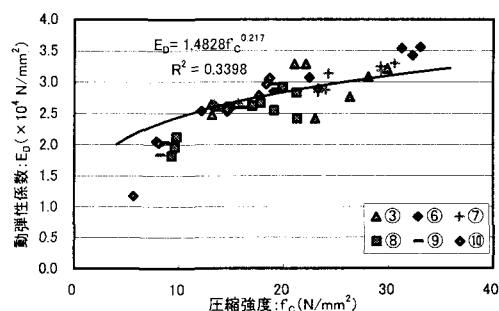


図-4 材料の違いによる動弾性係数

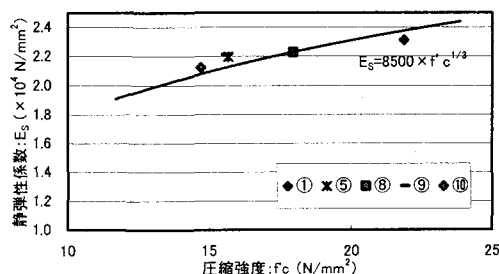


図-5 静弾性係数と圧縮強度の関係

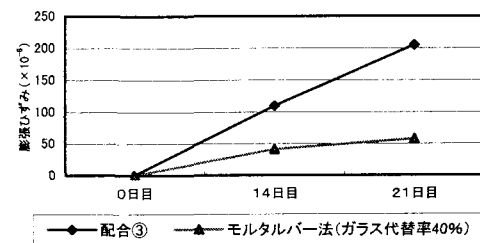


図-6 アルカリ骨材反応試験結果

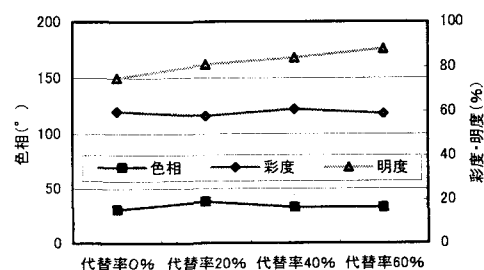


図-7 コンクリートの色彩変化