

ガラスカレットを用いたモルタルの物性と膨張挙動について

鳥取大学大学院 学生会員 ○中野 啓之 鳥根県庁 正会員 高見 昌樹
 鳥取大学 正会員 井上 正一 鳥取大学 正会員 黒田 保
 鳥取大学 正会員 林 昭富

1. はじめに

近年、ガラス瓶の再資源化が積極的に試みられている。この廃棄ガラス瓶の再資源化で最も多いのがガラス瓶の原料への再利用であるが、無色、茶色以外の廃棄ガラス瓶カレット（以下、カレットと称す）は瓶原料としての再資源化需要が少なく、またガラス瓶工場の地理的問題もあり、カレットは余剰傾向にある。そこで、本研究は、コンクリートよりもガラスの影響を敏感に受けるモルタルを対象として、カレットを細骨材に用いた二次製品におけるアルカリシリカ反応（以下、ASR と称す）の膨張抑制対策を含めたモルタルの基本的性質を把握するために行った試験結果について述べる。

2. 実験概要

実験計画を表1に示す。本研究では無色、茶色、明緑色、それぞれの色のカレットに対し粗粒と細粒のものを混合して F.M.=3.60 に調整したものを用い、化学混和剤としてはリグニンスルホン酸系の AE 減水剤を用いた。なお、ASR 膨張に関しては、膨張に及ぼすカレットの粒子径の影響を調べるため、単一粒径のものを用いた。

表1 実験要因

要因	水準
セメント	普通ポルトランドセメント (OP) 高炉セメントB種 (BB)
細骨材の種類	カレット(無色、茶色、明緑色) 普通砂
細骨材の絶対容積 V_g (m^3/m^3)	0.6, 0.7
水セメント比	0.35, 0.40, 0.45

3. 結果と考察

3.1 ガラスカレットおよび普通砂の物理的性質

F.M.=3.60 としたカレットの物理試験結果を表2示す。JIS A 5005 のコンクリート用砕砂の規格値と比較すると、3 色のカレットは全て、絶対密度は $2.5g/cm^3$ 以上、吸水率は 3%以下で規格値を満足している。単位容積質量、実積率は比較用の普通砂 (F.M.=3.16) のそれよりも小さな値を示した。

3.2 ガラスカレットを用いたモルタルによる強度

3.2.1 C/Wおよび骨材の絶対容積と強度と関係

図3.1 (A) より、C/W と圧縮強度の間には線形関係があり、カレットを用いたモルタルの直線の傾きは、普通砂を用いたモルタルのそれと同等ないしはやや小さいと言える。なお、普通砂、無色のカレットともに、骨材の絶対容積が $0.6m^3$ より $0.7m^3$ の方が圧縮強度は小さくなる。これは、骨材の絶対容積の増加によってペースト量が減少することによってもたらされたものと考えられる。圧縮強度に関する上記の挙動は曲げ強度についてもいえる。(図3.1 (B) 参照)

表2 カレットおよび普通砂の物理的性質

骨材の種類	F. M.	吸水率 (%)	絶対密度 (g/cm^3)	単位容積質量 (kg/l)	実積率 (%)
無色	3.60	0.13	2.50	1.62	64.1
茶色	3.60	0.10	2.50	1.61	63.6
明緑色	3.60	0.11	2.50	1.49	59.0
普通砂	3.16	1.10	2.57	1.73	67.3
JIS規格値		3%以下	2.5以上		

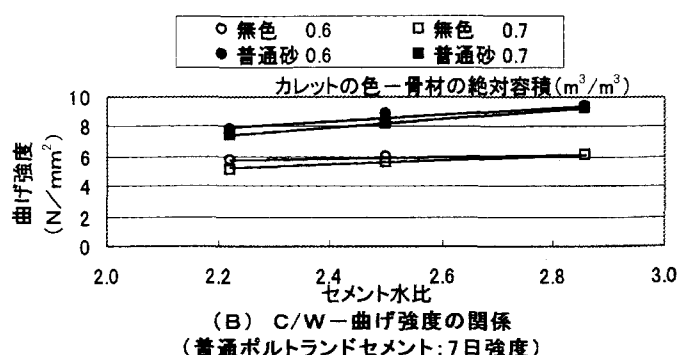
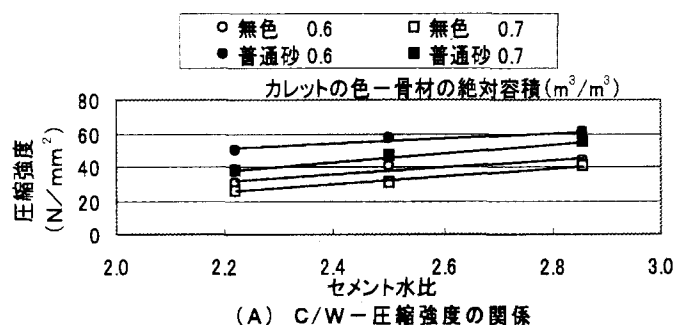


図3.1

3.2.2 セメントおよび骨材の種類と強度との関係

図 3.2 より、セメントの種類によって強度発現が異なり、高炉セメント B 種を用いた場合の強度は材齢 7 日では普通ポルトランドセメントを用いた場合より小さい。材齢 28 日では同等程度なる。また同一セメントで同一材齢においてはカレットの色は強度に影響を及ぼさないといえる。なお同一 W/C おいてカレットを用いた場合の強度は普通砂を用いた場合よりも低下することには留意しておく必要がある。

3.3 ガラスカレットを用いたモルタルの長さ変化

3.3.1 ガラスカレットの色および絶対容積の影響

(図 3.3 参照) 材齢 1 日から促進条件下 (40°C , 相対湿度 100%) に保存した普通ポルトランドセメント使用のモルタル ($4 \times 4 \times 16\text{cm}$) の膨張率はカレットの色が無色 > 茶色 > 明緑色の順で大きい。無色においては材齢 2 ヶ月までに絶対容積 $0.6, 0.7\text{m}^3$ とともにひび割れが発生した。これは、ガラスの染色で使われている化合物が原因と考えられる。また、カレットの色が同一の場合には絶対容積が大きくなると膨張率は小さくなった。これは、セメント量の減少によりアルカリ量が減少することが原因と考えている。

3.3.2 セメントの種類の影響

図 3.4 より高炉セメント B 種を用いた場合の膨張率は普通ポルトランドセメントを用いた場合に比べて著しく小さくなった。高炉セメント B 種に含まれる高炉水滓が ASR 膨張を抑制したためと考えられる。

3.4 アルカリシリカ反応に及ぼす粒子径の影響

アルカリ量 1.2%, $W=300\text{g}$, $C=600\text{g}$, $S=1350\text{g}$ の配合において、S を単一粒径としたモルタルの促進条件下での膨張率を材齢をパラメーターとして図 3.5 に示す。5~1.2mm の範囲では粒径が小さくなるに伴って、0.6~0.15mm の範囲では粒径が大きくなるに伴って膨張率は大きくなった。

4. まとめ

インターロッキングブロック舗装では曲げ強度 5.0N/mm^2 を要求している。今回実験で行った無色のカレットにおいては、骨材の絶対容積 $0.6, 0.7\text{m}^3$ とともに $W/C=0.45$ 以下であれば、要求強度を満たすという結果が得られた。また、材齢 4 ヶ月までではあるが、高炉セメント B 種を用いることによって膨張率を顕著に小さくできる、骨材の粒子径を小さくすることによって膨張率を小さくする可能性がある、ことが明らかにされた。

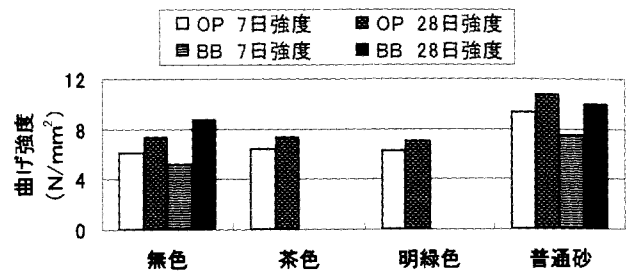


図3.2 曲げ強度におよぼす骨材の影響
($W/C=0.35$, $V_G=0.6\text{m}^3/\text{m}^3$)

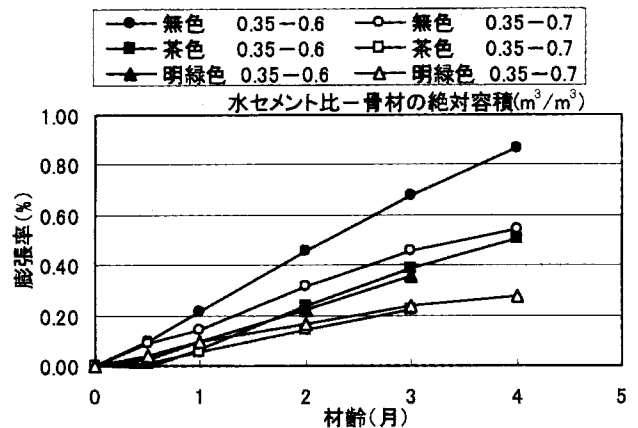


図3.3 膨張率におよぼすカレットの色、
骨材の絶対容積の影響
(普通ポルトランドセメント)

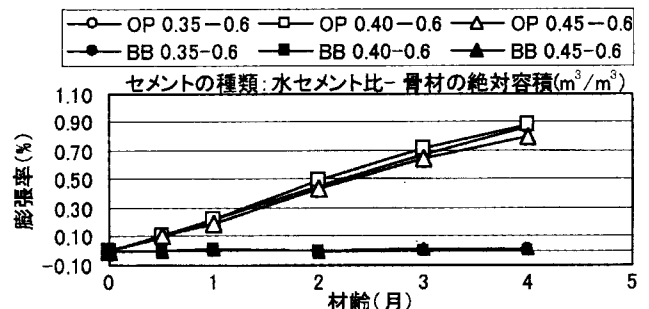


図3.4 膨張率におよぼすセメントの影響
(カレット: 無色)

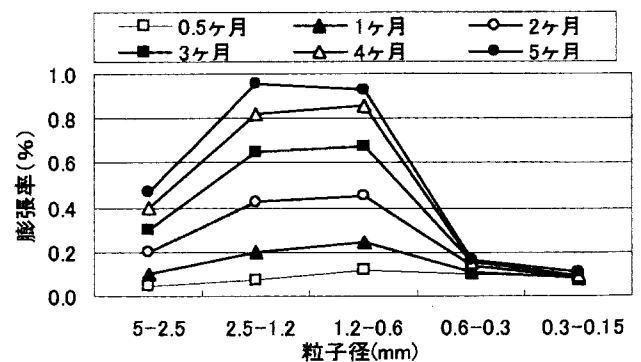


図3.5 粒子径と膨張率の関係
(アルカリ量: 1.2%, カレット: 無色)