

廃棄ガラス瓶カレットを用いたモルタルのアルカリシリカ反応について

鳥取大学大学院 学生会員○高見 昌樹 鳥取大学 正会員 井上 正一
鳥取県建設技術センター 賛助会員 松井 信作 鳥取大学 正会員 林 昭富
鳥取大学 Andre Marcal KANASHIRO

1.はじめに ガラス瓶の再資源化利用として最も多いのがガラス瓶への再生利用である。しかし、無色と茶色以外の廃棄ガラス瓶カレット(以下、ガラスカレットと称す)は瓶原料としての再資源化需要が少ない。特に、最近はやインブームによって緑系のガラス瓶が増えており、ガラスカレットが余剰傾向にある。

このような観点から本研究では、ガラスカレットの基本的性質を調査し、次にアルカリシリカ反応(ASR)による膨張、およびガラスカレットを洗浄した場合と非洗浄の場合のモルタルの強度を含め、ガラスカレットのコンクリート、特にモルタル製品への適用性について検討した結果について述べる。

2.実験概要 実験計画を表-1に示す。試験にはそれぞれ単一色(6色:無色、茶色、暗緑色、明緑色、黄色、水色)のガラスカレットを用いた。

ASR 試験で用いた配合は水量 300g、セメント量 600g、ガラスカレットおよび河川砂 1350g、粒度分布は 5-2.5, 2.5-1.2, 1.2-0.6, 0.6-0.3, 0.3-0.15mm がそれぞれ 10, 25, 25, 25, 15%である。アルカリ量の影響は、アルカリ量を 0.45, 0.62%, 1.2%(アルカリ量 1.2%は NaOH を添加)の3水準で実験を行った。粒子径の影響は、上記の粒度分布で影響をみる粒子径のガラスカレットを全骨材量の 10%置換して残りを河川砂を用いて実験を行った。反応を大きくするためにアルカリ量を 1.5%とした。ガラスカレットの混入率の影響は、質量比で 0, 25, 50, 75, 100%の5水準で実験を行った。

モルタルのフロー試験に用いた骨材の粒度は土木学会の標準粒度の中間に入るように調整したものを用いた。

3. 結果と考察

3.1 ガラスカレットの物理試験 ガラスカレットの物性値を表-2に示す。実積率試験に用いたガラスカレットの粒度は土木学会の標準粒度の中間に入るように調整したものを用いた。絶乾密度、吸水率および実積率ともに同程度であった。

3.2 ASR 試験

3.2.1 アルカリ量の影響 図-1に、無色のガラスカレットを用いた場合の結果を示すが、他の色のガラスカレットの膨張量についてもアルカリ量の増加に伴って増加した。

3.2.2 ガラスカレットの種類(色)の影響 アルカリ量が 1.2%の場合のガラスカレットの色が膨張量に及ぼす影響を図-2に示す。膨張量は無色>水色>暗緑色で大きく、次いで茶色>明緑色>黄色の順に大きかった。アルカリ量が 0.62%および 0.45%の場合についても膨張量の大きさの順序は同一色順であった。

表-1 実験計画

試験項目	要因
カレットの物理試験	カレットの色
ASR試験	アルカリ量(%)
	粒子径(mm)
	混合割合(%)
モルタルのフロー試験	水量とフロー値との関係
モルタルの強度試験	洗浄、無洗浄の比較
	カレットの色

表-2 ガラスカレットの物性値

試料	絶乾密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)	実積率 (%)
無色	2.50	0.13	59
茶色	2.50	0.10	61
暗緑色	2.51	0.10	
明緑色	2.52	0.11	62
黄色	2.52	0.10	62
水色	2.50	0.10	

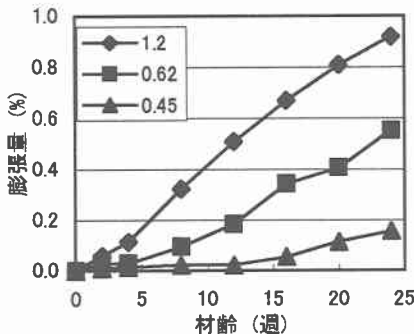


図-1 アルカリ量の影響(カレット:無色)

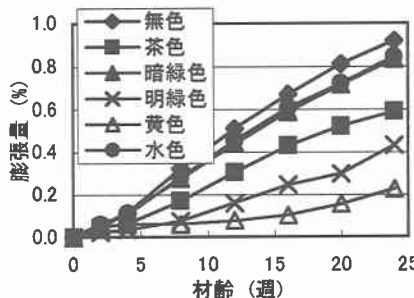


図-2 カレットの色の影響
(アルカリ量:1.2%)

3.2.3 ガラスカレットの粒子径の影響 無色のガラスカレットを使用した場合における粒子径と膨張量との関係を図-3に示す。ガラスカレットの粒子径が大きくなるに伴って膨張量が大きくなった。

3.2.4 ガラスカレット混入率の影響 アルカリ骨材反応試験の材齢 6ヶ月におけるガラスカレット混入率と膨張量との関係を図-4に示す。混入率が75%で最大値を示したが、それ以下の混入率では混入率の増加に伴って膨張量も増加した。本試験に用いた配合では、ガラスカレットの混入率が100%のときの膨張量に比べ、75%のときの膨張量が大きかった。ガラスカレットの置換率が100%になるとアルカリシリカゲルのSiO₂/Na₂O 比が大きくなりすぎて、アルカリシリカゲルの剛性が増し、アルカリシリカゲルが水分を吸収しにくくなったため、また、アルカリ量に対してガラスカレットの量が増えると、アルカリが分散されシリカに作用するアルカリの濃度が低下しアルカリシリカゲルの生成量が少なくなったことが考えられる。

3.3 モルタルの単位水量とフロー値との関係 モルタルは W/C=55%とし、水量を変化させた場合の単位水量とフロー値との関係を図-5に示す。河川砂を用いたモルタルに比べ、ガラスカレットを用いたモルタルは同一フロー値を得るための単位水量が多くなることがわかる。これは河川砂に比べるとガラスカレットの形状が角張っていることに起因すると考えられる。

3.4 ガラスカレットの洗浄、非洗浄がモルタルの強度に及ぼす影響 河川砂、洗浄および無洗浄のガラスカレットをそれぞれ用いたモルタルの圧縮強度を図-6に示す。なお、モルタルの配合は ASR 試験に用いた配合を使用した。洗浄したガラスカレットを用いたモルタルの圧縮強度は河川砂よりも小さくなるが、無洗浄のものをを用いると強度はきわめて小さくなる。

3.5 モルタル製品を想定したモルタルの圧縮強度 本試験は、インターロッキングブロックの配合をもとにして、混和剤を用いないでも打てるように水量を調整した。配合を表-3に、試験結果を図-7に示す。図より、ガラスカレットの色によって強度差が生じていることがわかる。

4. まとめ

ASR による膨張については、アルカリ量の低減、用いるガラスカレットの色の限定、粒子径の小さいガラスカレットのみを用いる、およびガラスカレット混入率を小さくすることで膨張量が減少する結果が得られた。

ガラスカレットを用いたモルタルにおいては、同一フロー値を得るための単位水量は、河川砂の場合よりも増える結果も得られた。

また強度については、ガラスカレットを洗浄して用いる、ガラスカレットの色を限定することによって多少の改善はみられたが、その値は一般に使われている細骨材には及ばなかった。

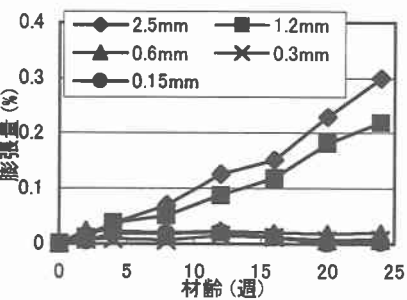


図-3 粒子径の影響 (カレット:無色)

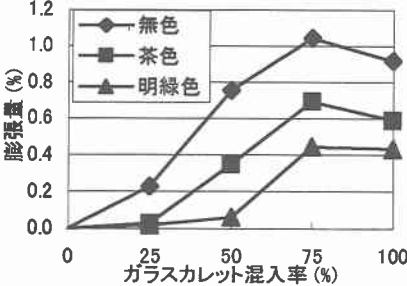


図-4 材齢 6ヶ月におけるカレット混入率の影響

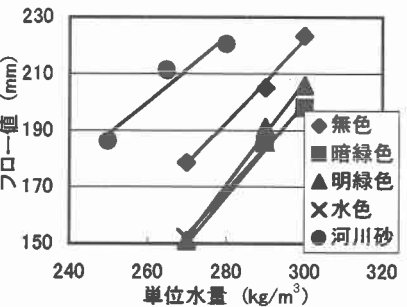


図-5 単位水量とフロー値の関係

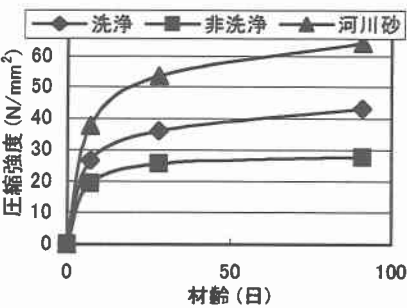


図-6 洗浄、非洗浄の比較 (カレット:無色)

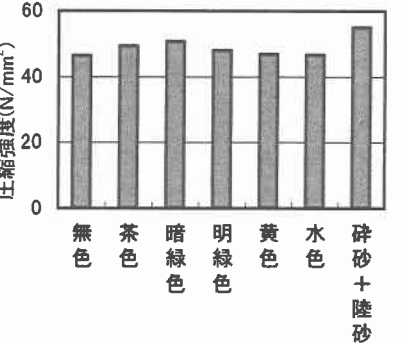


図-7 モルタル製品を想定したモルタルの圧縮強度

表-3 モルタルの配合			
W/C (%)	単位量(kg/m³)		
	W	C	ガラスカレット(上) 陸砂+砕砂(下)
50	200	400	1558
			1620