

細骨材としてのガラスカレット利用への基礎検討

徳島大学大学院	学生会員	横山卓哉
日本舗道（株）	正会員	山口正義
徳島大学工学部	フェロー会員	水口裕之
日本興業（株）	正会員	山地功二

1. はじめに

近年、廃棄物の減量化および資源化・再利用化が進められており、家庭などから排出されるガラスびんのリサイクル運動も積極的に行われている。そこで、安価でしかも大量に発生する廃棄ガラスをコンクリート用材料として利用することは、環境問題および経済性の面からも有効な利用法であると考えられる。

そこで、本研究はガラスカレットを細骨材としてコンクリート製品に利用するための基礎的な検討を行うことを目的とし、一般的なセメントを用いた場合に問題になると考えられるガラスカレットがアルカリ骨材反応による膨張へ及ぼす影響についてモルタルバー法により検討するとともに、混和材混入によるアルカリ骨材反応の抑制効果ならびにガラスカレットのアルカリ劣化による強度低下の抑制効果について検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合条件

使用材料を表 - 1 に、モルタルの配合要因および配合記号を表 - 2 に示す。細骨材としては、川砂あるいはガラスカレットのみを用いた。シリーズ A,B とともに基本配合とした川砂のみを用いた配合では、川砂のみのもとの全アルカリ量が $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}}$ で 1.2% になるように調整したものをを用いた。ガラスカレットを用いた配合では、全アルカリ量 ($\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}}$) をセメントからの供給分のみのもとの、全アルカリ量 ($\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}}$) を 1.2% に調整したものと、さらにシリーズ B では、混和材を表 - 2 に示すように、フライアッシュを 3 水準あるいは高炉スラグ微粉末を 3 水準に混入したものをを用いた。強度試験用モルタルの配合は、シリーズ A,B とともに JIS R 5201 - 1997 の配合とし、質量比でセメント 1、水 0.5、細骨材 3 とし、膨張試験用では、JIS A 5308 - 1997 の配合とし、質量比でセメント 1、水 0.5、細骨材 2.25 とした。

2.2 供試体の作製

供試体寸法は $40 \times 40 \times 160\text{mm}$ とし各配合 3 体とした。膨張量測定用供試体は、JIS A 5308 - 1997 の方法に従って行い、打設後 24 ± 2 時間まで型枠ごと 20 ± 3 の恒温室で養生した。強度測定用供試体は脱型後、JIS R 5201 - 1997 の方法に従って行い標準水中養生とした。

表 - 1 使用材料

	シリーズA	シリーズB
セメント	普通ポルトランドセメント 密度 $3.15\text{g}/\text{cm}^3$ 、ブレン値 $3.280\text{cm}^2/\text{g}$	
細骨材	徳島県旧那賀川河川敷産川砂 密度 $2.63\text{g}/\text{cm}^3$ 、F.M.3.02	
ガラスカレット	密度 $2.46\text{g}/\text{cm}^3$ F.M.3.06	密度 $2.48\text{g}/\text{cm}^3$ F.M.4.15
混和材	フライアッシュ II 種 密度 $2.29\text{g}/\text{cm}^3$ 、ブレン値 $3.510\text{cm}^2/\text{g}$ 高炉スラグ微粉末 密度 $2.91\text{g}/\text{cm}^3$ 、ブレン値 $4.160\text{cm}^2/\text{g}$	

表 - 2 モルタルの配合要因と配合記号

		混和材							
		なし		フライアッシュ			高炉スラグ		
		10%	20%	30%	40%	50%	60%		
シリーズA	細骨材	川砂 R00	R00A	GF10	GF20	GF30	GB40	GB50	GB60
		ガラス G00							
シリーズB	細骨材	川砂 R00	R00A	GF10A	GF20A	GF30A	GB40A	GB50A	GB60A
		ガラス G00	G00A						

注) 記号 A は全アルカリ量 ($\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}}$) を 1.2% に調整したものを示す。

2.3 実験方法

膨張量は JIS A 5308 - 1997 のモルタルバー法に基づいて行った。脱型直後、ゲージプラグを供試体作成時の両側面に約 10cm の間隔をとり 2 個ずつ貼り付けた後、基調を測定した。その後供試体を湿らせた養生マットで覆い、さらにビニル袋で覆った。これを温度 40 、湿度 95% 以上で貯蔵し、供試体が所定の材齢に達した時にビニル袋ごと取り出し、 20 に 16 時間以上保った後、その材齢における長さ変化を測定した。強度は JIS R 5201 - 1997 に従って、試験材齢は 7 日、14 日および 28 日における圧縮・曲げ強度について行った。

キーワード ガラスカレット, アルカリ骨材反応, 混和材, アルカリ調整

連絡先 〒770 - 8506 徳島市中常三島町 2 丁目 1 番地 徳島大学工学部

3. 実験結果および考察

3.1 膨張量

混和材混入時の膨張試験結果を図-1に示す。シリーズA,Bとも、アルカリ量を調整しガラスカレットを使用した場合は材齢12週（3か月）においてモルタルバー法の3か月判定線を上回っており、ガラスカレットは「反応性骨材」と判定される。また、シリーズBの方がAよりも大きく膨張していることから、ガラスカレットの粒度がモルタルの膨張に対して影響を与えたと考えられる。シリーズAのR00で収縮がみられるが、これは他の配合に比べ単位水量が多いため乾燥収縮が促進されたと考えられる。

混和材混入時の膨張試験結果を図-2および図-3に示す。フライアッシュを混入した場合、シリーズBでは混入率の増加に伴い膨張量を抑えることができているが、混入率10%程度では基準を上回っており、膨張を抑制するまでの効果はなかったと考えられる。シリーズAでは、混入率の増加による大きな違いはみられなかったが、Bと比較して膨張量を低減できている。高炉スラグ微粉末を混入した場合も、シリーズAはBと比較して膨張量を低減できている。これは混和材混入時にアルカリ量を調整していないため、混和材混入率を大きくするとセメント使用量が減り、セメント中に含まれるアルカリも減少するためであると考えられる。

3.2 圧縮および曲げ強度

強度試験結果を図-4および図-5に示す。圧縮においてシリーズAの方がBよりも強度増加の割合が大きくなっている。これは混和材を内割で混入させることによりセメントの使用量が減りセメント中に含まれるアルカリも減少するため、アルカリ劣化を抑制する効果があったと考えられる。曲げにおいては大きな違いはみられなかった。

4. まとめ

本研究では、コンクリート用骨材としてのガラスカレットの適用性をその膨張量に基づいて検討を行った。その結果を以下に示す。

- (1) ガラスカレットを用いると、アルカリ骨材反応による膨張が生じ「反応性骨材」と判定された。
- (2) 使用材料の粒度やモルタル中のアルカリの存在が、膨張に影響していると考えられる。
- (3) 混和材を混入すると、アルカリ骨材反応を抑制することができるものと考えられる。

以上のことから、ガラスカレットを使用する際には何らかの抑制対策が必要であるが、その特性を考慮して使用すると、新たなコンクリート用材料としての可能性を持っているものと考えられる。

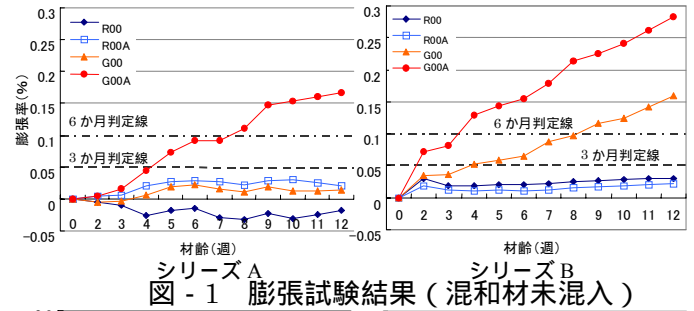


図-1 膨張試験結果（混和材未混入）

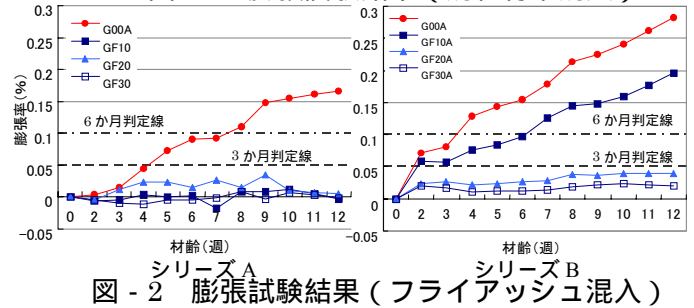


図-2 膨張試験結果（フライアッシュ混入）

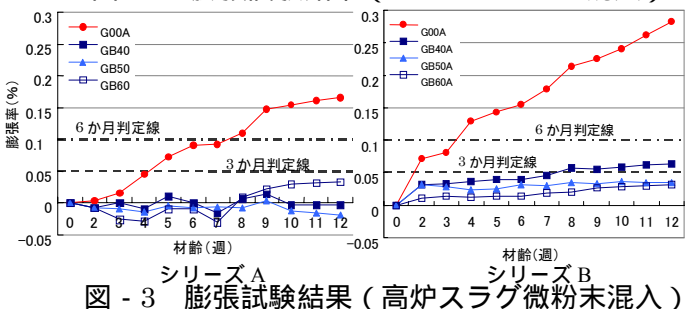


図-3 膨張試験結果（高炉スラグ微粉末混入）

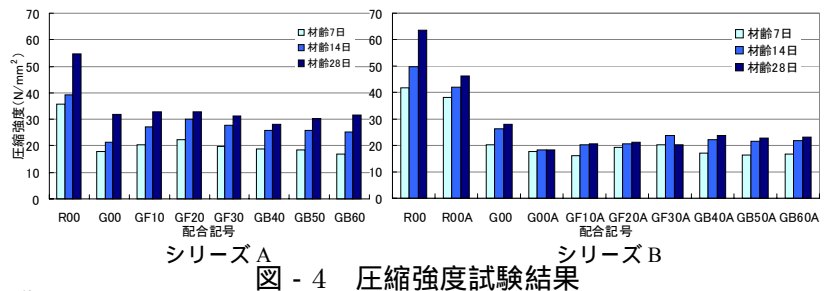


図-4 圧縮強度試験結果

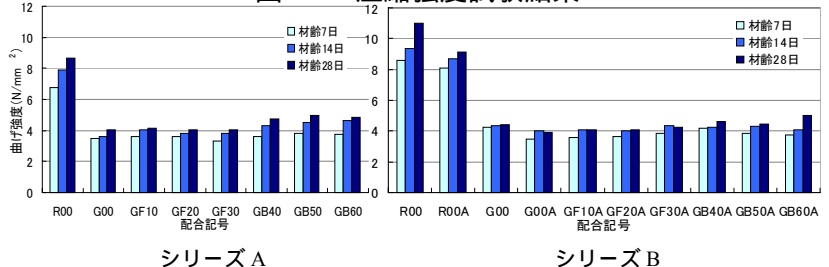


図-5 曲げ強度試験結果