

V-25 ガラスカレットのコンクリートへの適用における膨張に関する検討

徳島大学大学院
徳島大学工学部
徳島大学工学部

学生会員
フェロー会員
正会員

○横山卓哉
水口裕之
上田隆雄

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。しかし、廃棄ガラスをコンクリート用材料として用いる場合、ガラスがシリカ分を含むため、アルカリ骨材反応による膨張の危惧が指摘されている¹⁾。

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、この場合、まず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

- (1)セメント:普通ポルトランドセメント（密度 3.15g/cm³，ブレン値 3,280cm²/g）
- (2)細骨材:川砂（密度 2.63g/cm³，F.M.3.02）およびガラスカレット（密度 2.48g/cm³，F.M.4.15）
- (3)混和材:Ⅱ種フライアッシュ（密度 2.29g/cm³，ブレン値 3,510cm²/g）
高炉スラグ微粉末（密度 2.91g/cm³，ブレン値 4,160cm²/g）
- (4)水酸化ナトリウム水溶液

2.2 配合条件

モルタルの配合要因を表-1 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。基本配合とした川砂のみを用いた配合では、川砂のみのものと全アルカリ量が Na₂O_{eq} で 1.2%になるように調整したものを用いた。ガラスカレットを用いた配合では、全アルカリ量（Na₂O_{eq}）をセメントからの供給分のみとし、1.2%としたものでは、混和材を表-1 に示すように添加しないもの、フライアッシュをⅢ水準および高炉スラグ微粉末を 3 水準に変えて混入したものを用いた。強度試験用モルタルの配合は、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 とした。膨張試験用モルタルの配合は、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。

2.3 供試体の作製

供試体寸法は強度、膨張試験ともに 40×40×160mm とし、各配合の各材齢用にそれぞれ 3 体とした。強度試験材齢は 7 日、14 日、28 日および 91 日とし、供試体作製は、JIS R 5201 の方法に従って行い、20±2℃ の水中で所定材齢まで養生した。膨張量は、JIS A 5308-1997 の方法で各材齢における長さ変化を測定した。

3. 実験結果および考察

3.1 圧縮および曲げ強度

ガラスカレットを細骨材として置換したモルタルの圧縮および曲げ強度をそれぞれ図-1 および図-2 に示す。ガラスカレットを細骨材として用いたモルタルの強度は川砂を用いたものの約半分程度となっており、

表-1 モルタルの配合と配合記号

		混和材							
		な し		フライアッシュ			高炉スラグ		
				10%	20%	30%	40%	50%	60%
細骨材	川砂	R00	R00A						
	ガラス	G00	G00A	GF10A	GF20A	GF30A	GB40A	GB50A	GB60A

圧縮・曲げ強度ともに材齢の経過に伴う強度増加が、川砂を用いたものに比べて小さくなっている。次に、ガラスカレットを用いたモルタルで混和材を使用したものと使用していないものとは、材齢の経過に伴う強度増加の割合に違いがみられ、特に高炉スラグ微粉末を使用したモルタルにおいては、強度の増加割合が大きくなっている。フライアッシュと高炉スラグ微粉末を混入した場合について比較すると、圧縮・曲げ強度ともに材齢 91 日において高炉スラグ微粉末の方が、フライアッシュより若干大きな強度を示しており、長期強度の発現に対して大きくはないが効果があったと考えられる。

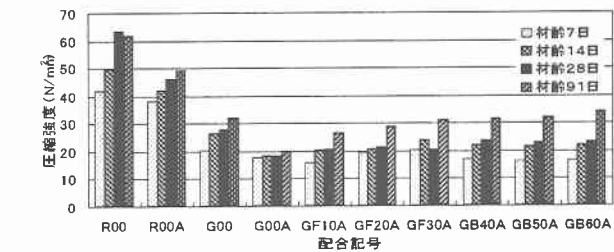


図-1 圧縮強度試験結果

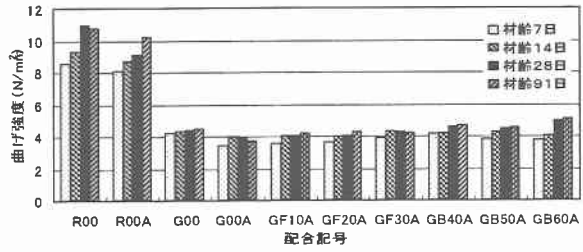


図-2 曲げ強度試験結果

3.2 膨張量

混和材を混入していない場合の材齢と膨張率の関係を図-3 に示す。ガラスカレットを使用することによりアルカリ量の有無に関係なく材齢 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。コンクリート製品にガラスカレットを用いるには、アルカリ骨材反応対策が必要であると考えられる。

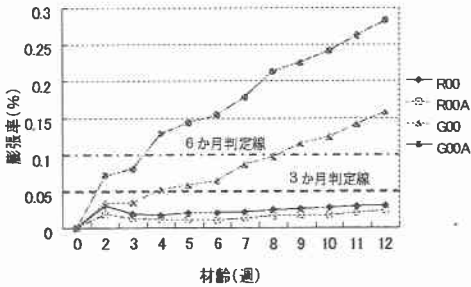


図-3 膨張試験結果

抑制策として混和材を混入した場合の材齢と膨張率の関係を図-4 および図-5 に示す。フライアッシュを混入した場合において、混入率の増加に伴い膨張量を抑えることができたが、混入率 10% 程度ではモルタルバー法の基準を大きく上回っており、アルカリ骨材反応による膨張が生じ、膨張を抑制するまでの効果はなかったと考えられる。高炉スラグ微粉末を混入した場合においては、フライアッシュと同様に混入率の増加に伴い膨張量を抑えることができたが、混入率 40% ではモルタルバー法の基準を上回っている。

(混和材を混入していないもの)

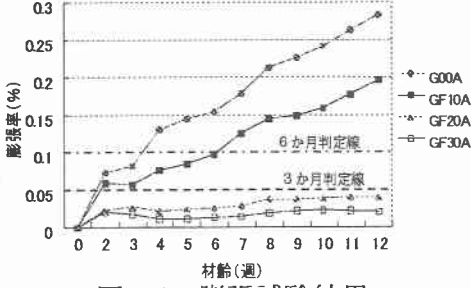


図-4 膨張試験結果

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について検討を行った。その結果を以下に示す。

- (1) ガラスカレットを用いたモルタルは、川砂を用いたものと比較して、圧縮・曲げともに強度は半分程度となった。
- (2) 混和材を混入することにより、材齢の経過に伴う強度増進効果が若干ではあるがみられた。
- (3) ガラスカレットを用いると、アルカリ骨材反応による大きな膨張が生じ「反応性骨材」とであると判定された。

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。

参考文献

1) 浅賀喜代志、伊藤彰吾、廣島明男、鯉淵清、大門正機：びんガラス粉末を配合したポルトランドセメントの水熱反応、無機マテリアル, Vol.2, No.259, 1995, pp.473~479.

(フライアッシュを混入したもの)

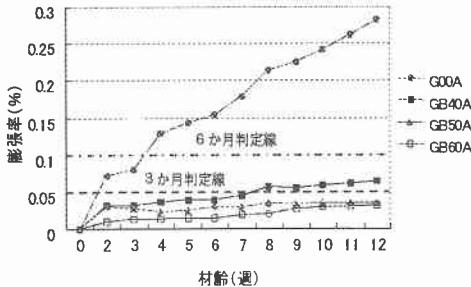


図-5 膨張試験結果

(高炉スラグを混入したもの)