

廃棄ガラスカレットを用いたモルタルの膨張抑制に関する一実験

鳥取大学大学院 学生会員 ○中野 啓之 鳥取大学 正会員 黒田 保
 鳥取大学 正会員 井上 正一 鳥根県庁 正会員 高見 昌樹
 京丹後市 安井 美佳

1. はじめに

環境調和と循環型社会の実現にあたって、資源の有効利用は重要な課題となっている。そのような中においてガラス瓶は積極的に回収されるようになり、無色、茶色のガラス瓶は大部分がカレット化されて再びガラス瓶に利用されている状況になっている。本研究は、ガラスカレットの有効利用の場をさらに拡大するため、ガラスカレットをコンクリートに適用を想定し、廃ガラスの混入量が強度に及ぼす影響、ならびにアルカリシリカ反応（以下、ASRと称す）に対する膨張量抑制対策を含めてガラスカレットを細骨材として用い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

実験要因と水準を表 1 に示す。ASR による膨張抑制効果をみるために、表 2 に示す 3 種類のフライアッシュを用い、セメントの一部をフライアッシュで置換したモルタルにおいて実験を行った。ガラスカレットは大小 2 種類の粒径のガラスカレットを粗：細＝6：4 に混合して FM が約 3.60 になるように調整した。モルタルの配合設計は骨材の絶対容積を $0.6 \text{ (m}^3/\text{m}^3)$ 、空気量 $8 \pm 1 \text{ (％)}$ 、水結合材比 W/B を一定とすることによってモルタルの配合を決定した。セメントは普通ポルトランドセメントを使用した。また骨材の絶対容積を $0.6 \text{ (m}^3/\text{m}^3)$ と多くしたのはできる限りガラスカレットを多量使用したいことによる。

3. 結果と考察

3.1 ガラスカレットの物理的性質

使用した全てのガラスカレットにおいて絶乾密度は 2.50 以上、吸水率は 3% 以下、洗い損失も 7% 以下であり、物性値は JIS5005 のコンクリート砕砂の規格値を満足しているといえる。（表 3 参照）

3.2 ガラスカレットを用いたモルタルの性質

3.2.1 フレッシュモルタルの性質

フライアッシュを用いないモルタルの空気量は水結合材比が変わっても同一である。フライアッシュを用いた場合には水結合材比が大

表1 実験要因

要因	水準
フライアッシュの種類	FA-P
	FA-Y
	FA-BR
ガラスの種類	無色、茶色、明緑色
水結合材比 (％)	35, 40, 45
フライアッシュ 置換率 (％)	0, 10, 20, 30

表2 フライアッシュの物理的性質

	フライアッシュの等級	密度 (g/cm ³)	粉末度 (g/cm ³)	強熱減量 (％)
FA-P	Ⅲ種	2.58	4200	5.30
FA-Y	Ⅱ種	2.25	3000	3.01
FA-BR	Ⅱ種	2.16	2940	3.00

表3 ガラスカレットの物理的性質

骨材の種類	FM	洗い損失 (％)	混合割合 (％)	吸水率 (％)	絶乾密度 (g/cm ³)	単位容積質量 (kg/l)	実績率 (％)
無色	粗	4.47	0.15	0.13	2.50	1.62	64.8
	細	2.37	4.45				
茶色	粗	4.59	0.11	0.10	2.50	1.61	64.4
	細	1.97	2.84				
明緑色	粗	4.47	0.21	0.11	2.50	1.49	59.6
	細	2.18	2.86				
JIS規格値		7%以下		3.0%以下	2.50以上		

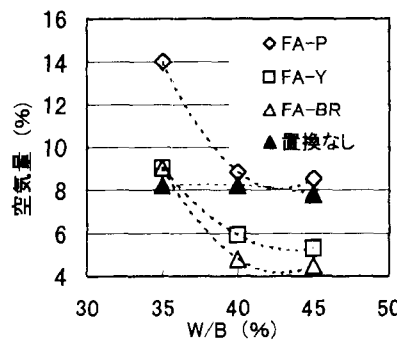


図3.1 水結合材比と空気量の関係

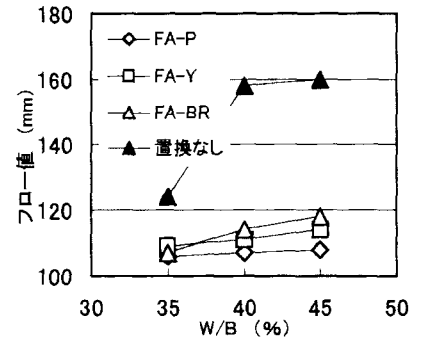
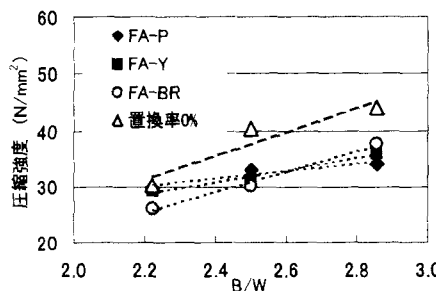
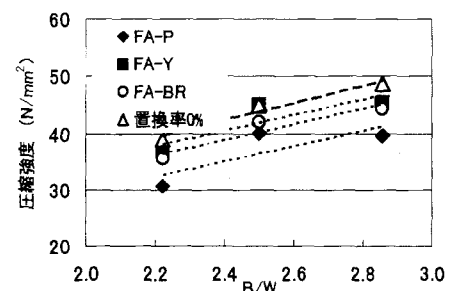


図3.2 水結合材比とフロー値の関係
(ガラスカレット：無色 置換率：30%)



(A) 7日強度



(B) 28日強度

図3.3 結合材水比-圧縮強度の関係
(ガラスカレット：無色 置換率：30%)

きくなるに伴って空気量は減少する。また、フライアッシュで置換することによってフロー値が小さくなる。(図 3.1, 図 3.2)

3.2.2 B/W と圧縮強度の関係

B/W と 7 日, 28 日圧縮強度には線形関係が認められる。圧縮強度は, FA-P を用いて置換した場合, 7 日強度は他のモルタルの圧縮強度に比べて小さくないが, 28 日圧縮強度は小さい。7 日強度から 28 日強度にかけての強度増加が小さい。(図 3.3)

3.2.3 強度とフライアッシュの置換率との関係

7 日, 28 日圧縮強度は置換率の増加により強度は低下する。28 日圧縮強度は, FA-Y, FA-BR を用いた場合, 強度の低下が小さい。これは, 材齢 28 日でポゾラン反応が活性化し, 強度に影響を及ぼしたと考えられる。(図 3.4)

3.3 モルタルの膨張挙動

3.3.1 保存条件と長さ変化の関係

フライアッシュを用いない場合, 材齢 1 日から促進条件下 (40°C, 相対湿度 100%) と屋外暴露でモルタル (4×4×16cm) を保存した場合の膨張挙動より保存条件の違いが ASR 膨張に大きく影響することがわかる。屋外暴露では経過日数 5 ヶ月までほとんど膨張を起こしていない。(図 3.5)

3.3.2 ガラスカレットの色, W/B による影響

フライアッシュを用いない場合, ガラスカレットの膨張量は W/B=0.35, 0.40, 0.45 のいずれにおいても無色が最も大きく明緑色が最も小さくなっており, 同一色においては W/B=0.35 で膨張率が一番大きい。なお, 無色においては経過日数 2 ヶ月までにひび割れが発生した。(図 3.6)

3.3.3 フライアッシュの置換率による膨張抑制効果

W/B=0.35, 無色のガラスカレット, セメントをフライアッシュで置換した場合, FA-P の置換率 10% の場合を除いて, 経過日数 3 ヶ月まででは膨張がなかった。これはフライアッシュを用いることによって単位アルカリ量が減少し, ASR 膨張を抑制したためと考えられる。(図 3.7)

4. まとめ

フライアッシュを用いた場合, 圧縮強度の低下に影響する。フライアッシュを用いないで促進条件下で供試体を保存した場合は膨張するが, 屋外暴露で保存した場合はほとんど膨張しない。経過日数 3 ヶ月までではあるが, フライアッシュの膨張抑制効果は FA-P では置換率 20% 以上で表れるが, その他のフライアッシュ (FA-Y, FA-BR) では置換率 10% で表れる。

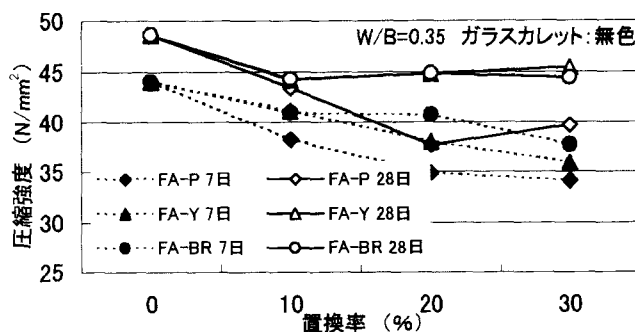


図3.4 圧縮強度－置換率の関係

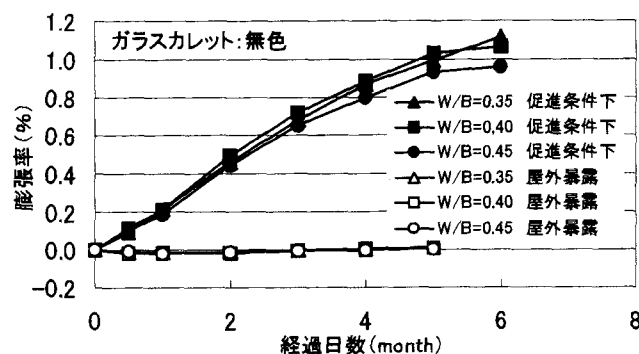


図3.5 保存条件がASRに及ぼす影響

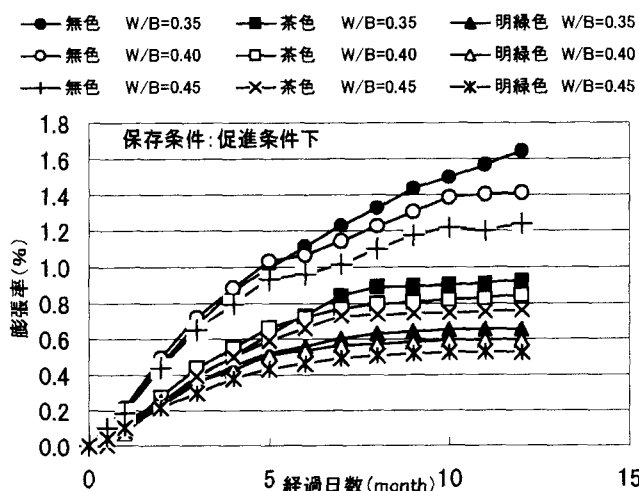


図3.6 ガラスカレットの色, W/Bによる影響

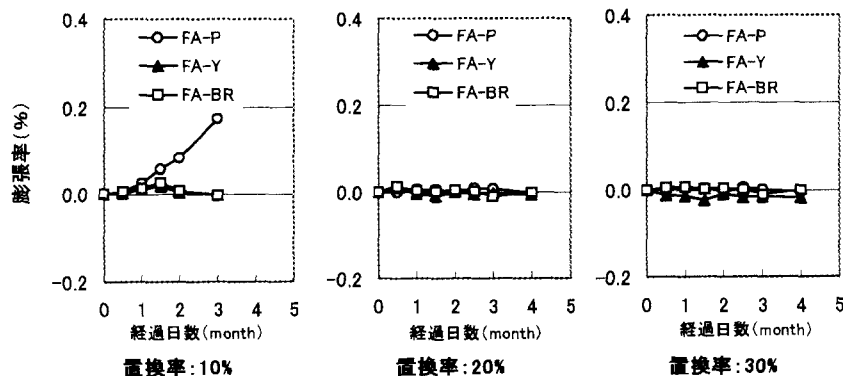


図3.7 フライアッシュの置換率による影響
(W/B=0.35 ガラスカレット:無色 保存条件:促進条件下)