

立命館大学理工学部 正会員 児島孝之 立命館大学理工学部 正会員 高木宣章
立命館大学大学院理工学研究科 学生員○春田健作

1. はじめに

ガラスびんの再利用あるいは再資源化が困難となっている今日、そのリサイクルの一方法としてコンクリート用細骨材としての利用がある。しかし、ガラス粉末をコンクリート用細骨材として利用する場合、アルカリシリカ反応による膨張の危惧が指摘されている。そこで、本研究では、ガラスびんを微粉碎したガラス粉末を用いたモルタルの膨張特性について実験検討した。

2. 実験概要

実験要因を表-1 に示す。

ガラス粉末で細骨材を置換したものをシリーズA、セメント置換したものをシリーズBとする。水セメント比は50%を基本とし、シリーズAでは30%のものも作製した。セメントの全アルカリが等価アルカリ量 $[(Na_2O)eq]$ で0.68、

表-1 実験要因

W/C (%)	シリーズA		シリーズB
	30	50	50
C : S (質量比)	1 : 1.5	1 : 2.25	1 : 2.25
$(Na_2O)eq$ (%)	0.68, 1.2	0.68, 1.2, 2.0	0.68, 1.2, 2.0
ガラス置換率 (%)	0, 5, 10, 20	0, 10, 20, 30, 40	0, 5, 10, 15, 20, 30
目標フロー値 (mm)	160 ~ 200	180 ~ 220	190 ~ 220

表-2 ガラス粉末の成分分析結果 (%)

ig. loss	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₂	Na ₂ O	K ₂ O	計
0.4	71.6	2.7	0.4	10.3	0.4	0.0	12.48	1.16	99.14

1.2、2.0%になるように1規定のNaOH水溶液で調整し、ガラス粉末に含有されているアルカリは無視した。ガラス粉末による細骨材あるいはセメントの置換率は質量比で4~6水準とした。シリーズBでは、0.15 μ m以下のガラス粉末を使用した。シリーズAの水セメント比30%では、ポリカルボン酸系の高性能AE減水剤を用いて、モルタルのフロー値を調整した。この時、 $(Na_2O)eq=1.2\%$ では、高性能AE減水剤に含まれているアルカリを考慮している。セメントにはセメント協会製のアルカリシリカ反応試験用普通ポルトランドセメント[比重:3.16, $(Na_2O)eq$:0.68%, K_2O/Na_2O :1.7]を、細骨材には野洲川産川砂(比重:2.61)を粒度調整して用いた。ガラス粉末[比重:2.48, 比表面積:580cm²/g(マイクロトラック粒度分析装置で測定)]はリサイクル工場で製造されたものを使用した。表-2にガラス粉末の化学成分を示す。モルタルバー供試体の作製、養生および試験方法はJIS A 5308 付属書8(モルタルバー法)に準じて行った。

3. 実験結果および考察

ガラス置換率が大きくなると、目標フロー値の範囲に入らないものもあった。シリーズAのモルタル膨張率の経時変化を図-1と図-2に示す。本実験ではガラス粉末に含有されているアルカリは無視している。アルカリ量の少ない供試体では、ガラス粉末による細骨材置換率が大きいほど、初期材齢で収縮する。これは、ガラス粉末による吸水のためと考えられる。 $(Na_2O)eq$ が増加すると膨張率は大きくなる。しかし、JISに規定されている水セメント比50%、 $(Na_2O)eq=1.2\%$ の配合では、ガラス粉末により細骨材を置換しても膨張率は置換していない基準モルタルと同等、あるいは置換率が増加すると却って小さくなる。材齢4ヶ月での膨張率は0.015~0.025%と小さい。

しかし、水セメント比が30%と小さくなると、全アルカリ量が増加するために膨張率は水セメント比50%時より大きくなる。 $(Na_2O)eq=1.2\%$ 、ガラス置換率20%供試体の材齢3.5ヶ月における膨張率は約0.052%であった。ガラス粉末中のアルカリは $(Na_2O)eq$ で約13.2%と非常に多い。しかし、本実験ではガラス粉末中に含有されているアルカリは無視しているので、実際の供試体のアルカリ量はかなり多いものとなる。

Takayuki KOJIMA, Nobuaki TAKAGI, Kensaku HARUTA

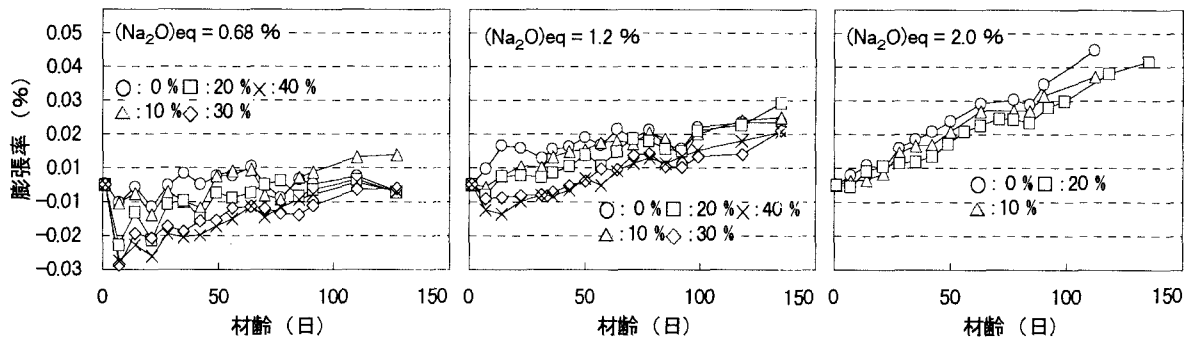


図-1 シリーズ A の膨張率の経時変化 (W/C = 50%)

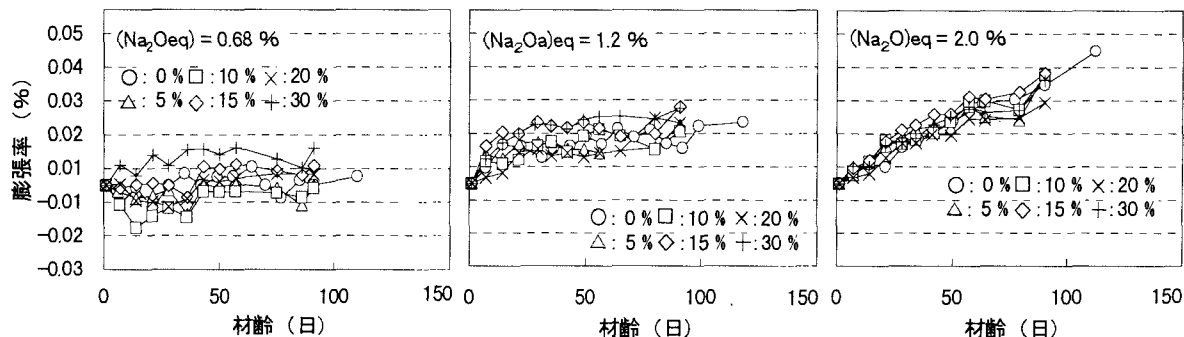


図-3 シリーズ B の膨張率の経時変化 (W/C = 50%)

水セメント比が小さく、高アルカリ条件下では、膨張率が増加する傾向にあるので、長期材齢にわたる検討が必要である。シリーズBのモルタル膨張率の経時変化を図-3に示す。シリーズBでは(セメント+ガラス粉末)質量に対して全アルカリを $(\text{Na}_2\text{O})_{\text{eq}}$ で表している。ガラス粉末によるセメント置換率が増加すると、等価アルカリ量が同じでも添加するNaOH水溶液の量が多くなるために膨張率が幾分大きくなる傾向にある。しかし、膨張率は小さく、Aシリーズと大きな相違は観察されない。ガラス粉末中には多量のアルカリが含有されているものの、既報告¹⁾同様 $(\text{Na}_2\text{O})_{\text{eq}}=1.2\%$ 時にはそのアルカリに起因する膨張は生じないものと考えられる。

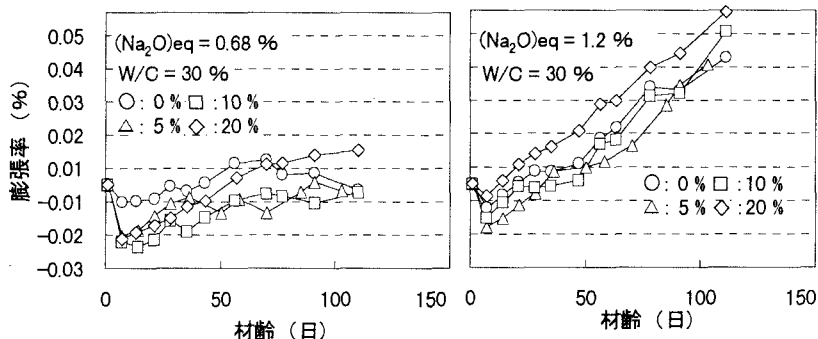


図-2 シリーズ A の膨張率の経時変化 (W/C = 30%)

4. まとめ

(1) 市販のガラスビンを微粉碎したガラス粉末を混入したモルタルバーのアルカリシリカ反応試験による膨張率は、材齢3ヶ月で0.05%以下であった。

(2) 低水セメント比でガラス粉末置換率が大きく、全アルカリ量の多い配合では、モルタルバー試験の長期材齢にわたる検討が必要である。

【参考文献】

1) 廣島、小澤、浅賀、大門；ガラス粉末を混合したポルトランドセメントの硬化体特性、セメント・コンクリート論文集、No.50、pp.80～85、1996