

ガラス骨材のアルカリ骨材反応による膨張特性に関する基礎的研究

松江工業高等専門学校	環境・建設工学科	正会員	高田龍一
	専攻科	学生会員	○安井千尋
	専攻科	学生会員	佐々木和明
島根大学	生物資源科学部	正会員	野中資博

1. はじめに

従来、リサイクルが不可能とされ塵と位置付けられていた One Way 廃ガラスではあるが、「容器包装リサイクル法」の施工により、その再利用が義務付けられる中で新しい用途の開発が求められている。こうした背景の中で、廃ガラスのコンクリートへの利用にあたっては、従来からその化学的な成分に起因したアルカリシリカ反応 (ASR) の可能性が強く指摘され重要な課題となっており、各種の抑制方法について検討されてきた。今後、こうした抑制方法を検討するにあたって、廃ガラスの ASR による膨張特性、特にペシマム現象を解明することは重要である。

本研究では、モルタルバー法により廃ガラスの置換率および粒度が ASR に起因した膨張に及ぼす影響について検討を行った。さらに、迅速法による廃ガラス骨材の膨張特性についても検討を行った。

2. 試験の概要

廃ガラスの混入率および置換粒度が ASR に及ぼす影響の検討にあたっては、モルタルバー法 (JIS A 1146-2001) に準拠して試験を行った。混入率の検討にあたっては、ベースの骨材を ISO 標準砂とし、モルタルバー法の規定に従って粒度調整を行った廃ガラスを 0% から 100% まで 20% 刻みで変化させて 6 水準の供試体により試験を行った。置換粒度の検討にあたっては、混入率の検討と同様にベースの骨材を ISO 標準砂とし、置換率を 30% として試験を行った。廃ガラスの粒度区分については 4.75~2.36mm, 2.36~1.18mm, 1.18~0.6mm, 0.6~0.3mm, 0.3~0.15mm の 5 水準について検討を行った。

さらに、迅速法 (JIS A 1804-2001) により、廃ガラスの ASR について試験を行った。また、試験の結果において示されるように迅速法では明らかな反応性が認められなかったため、廃ガラスの混入率およびアルカリ量を変化させて、迅速法による ASR の反応性について検討を行った。混入率については 60%, 80%, 100% の 3 水準とし、アルカリ量については 1% から 3% まで 0.5% 刻みで 5 水準の供試体について試験を行った。

3. 試験結果と考察

廃ガラスの混入率が ASR 膨張に及ぼす影響について、長さ変化率の結果を図 1 に示す。図より廃ガラスの混入率の増加に伴い長さ変化率も増加していることがわかる。

測定材齢 3 ヶ月目を過ぎた時点で廃ガラスの混入率 60% 以上の供試体は基準値となる 0.05% 以上の値を示していることから無害域にはなく、廃ガラスが明らかに反応性骨材であるということを示している。また、廃ガラスの混入率が 20% 以下の供試体は測定材齢 6 ヶ月目を過ぎた時点でも基準値以下の値となっており無害域にあることがわかる。また、廃ガラスの混入率 80% が混入率 100% のものより大きな変化を示したことから混入率によるペシマムはこの値付近にあるのではないかと推測される。さらに、20% 以下の混入率であれば ASR による膨張性も低いことが明らかとなった。これらの結果から廃ガラスの混入率が ASR による長さ変化率に大きく影響していることが明らかである。

次に、廃ガラスの置換粒度が ASR 膨張に及ぼす影響について、長さ変化率の結果を図 2 に示す。図より廃ガラスの粒度が大きくなると共に長さ変化率も増加していることがわかる。1.18mm 以上の廃ガラスは 3 ヶ月目を過ぎた時点で基準値となる 0.05% 以上の値を示し、一方 1.18mm 以下の廃ガラスでは 6 ヶ月を過ぎた時点でも基準値となる 0.10% を

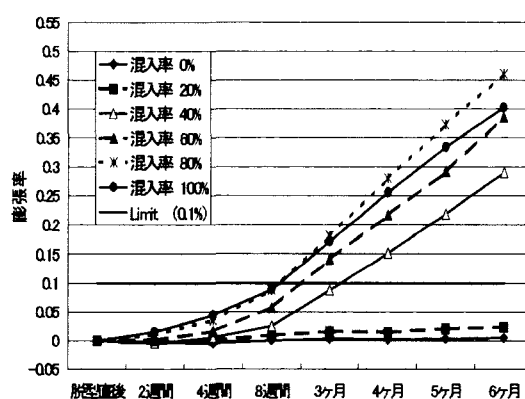


図 1 長さ変化率 (混入率)

を超えておらず無害域にあることが明らかである。また、粒度ペシマムの存在について見ると、この試験では廃ガラスを 30%しか置換していないのにもかかわらず、粒形 2.36~1.18mm の供試体が最も高い膨張性を示しており、図 1 の結果よりも長さ変化率に大きな変化を示している。このことから粒度に関してもアルカリ骨材反応による長さ変化率に大きな影響を及ぼすことが考えられる。

迅速法による廃ガラスの ASR の試験結果を表 1 に示す。表より長さ変化率、超音波伝播速度率、相対動弾性係数のいずれの測定項目においても無混入のコントロールと比較して反応性を示しているものの無害であるとの結果が得られた。しかし、モルタルバー法においては明らかに無害でないとの判定が示されており、矛盾した結果を示すこととなった。

そこで、迅速法による試験結果を究明するために廃ガラスの混入率、アルカリ量を変化させて検討を行った。結果を表 2、表 3 に示す。

表 2 より長さ変化率および超音波伝播速度率についてみるといずれの混入率も無害域となったが、相対動弾性係数については、混入率 80%と混入率 60%において、無害でないとの結果を示した。長さ変化率、超音波伝播速度率の結果との不整合はあるものの、モルタルバー法によるペシマム混入率の結果を反映していることが考えられる。

アルカリ量を変化させた表 3 の結果からは、すべて無害域となっており、アルカリ量によるペシマムも明確にはならなかった。しかし、長さ変化率の測定結果はアルカリ量の増加に伴い長さ変化率の値も増加する傾向が見られた。その他の指標については、明確な傾向は見られなかった。以上、迅速法について、いくつかの検討を行ったが、モルタルバー法との不整合性について明らかな所見を見出すことはできなかった。

4 まとめ

以上の結果より、廃ガラスは強い ASR 反応性を示し、混入率が 40%以上では有害な膨張を示し、ペシマム混入率としては 80%付近にあると考えられる。また、置換粒度については 2mm 程度の粒度のものが最も強く反応し、粒度についてもペシマムが存在していると考えられる。また、微粒分については、ASR による膨張を示さないことが明らかとなった。さらに、この 2 つの試験結果から、廃ガラスによる ASR 膨張には、粒度による支配的要因が考えられ、たとえ混入率が低くても大粒径の廃ガラスは強い膨張反応を示すことが明らかとなった。

迅速法による試験結果からは、無害との判定が得られモルタルバー法との不整合性が生じたがこの要因については、充分解明するには至らなかった。

モルタルバー法は、長期の試験期間を要することから信頼性のある早期判定試験方法についても今後、検討する必要があると考えられる。

参考文献

- 1) 高田, 野中;天然ゼオライトを用いたアルカリ骨材反応抑制モルタルの利用に関する基礎的研究, セメントコンクリート論文集, No53, P.522-527, 1999
- 2) 日本コンクリート工学協会, 廃棄物のコンクリート材料への再資源化研究委員会報告書, P.117-125 (2003.6)

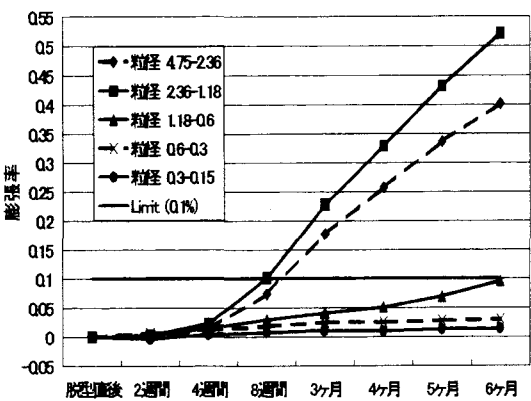


図 2 長さ変化率 (粒度)

表 1 迅速法結果

種類	長さ変化率(%)	超音波伝播速度率(%)	相対動弾性係数(%)
ガラス混入	0.027	96.4	99.4

表 2 迅速法結果 (混入率)

混入率(%)	長さ変化率(%)	超音波伝播速度率(%)	相対動弾性係数(%)
100	0.027	96.4	99.4
80	0.030	97.1	81.0
60	0.027	96.3	80.6
Control	-0.014	98.0	95.7

表 3 迅速法結果 (アルカリ量)

アルカリ量(%)	長さ変化率(%)	超音波伝播速度率(%)	相対動弾性係数(%)
1.0	0.009	102.1	98.3
1.5	0.012	99.9	98.3
2.0	0.019	96.5	89.7
2.5	0.027	96.4	99.4
3.0	0.034	98.2	93.9