

## 軽量骨材のアルカリシリカ反応性の評価

金沢大学大学院 学生員 ○酒井 賢太 太平洋マテリアル（株） 正会員 杉山 彰徳  
太平洋マテリアル（株）正会員 石川 雄康 金沢大学自然科学研究科 正会員 鳥居 和之

### 1. 目的

近年、軽量骨材を使用したコンクリートでのアルカリシリカ反応（以下 ASR）の発生が報告されている<sup>1)</sup>。現行のアルカリシリカ反応性試験（化学法およびモルタルバー法）を軽量骨材に適用した場合には、例えば JIS A 1146 に準拠した質量比配合でモルタルバーを作製すると、骨材容積が増大するので、モルタルの練り混ぜや打設が困難になるといった問題点がある。しかし、JIS では、軽量骨材に対する試験体の詳細な作製法やその判定基準の妥当性については言及されていない。本研究は、軽量骨材を使用したモルタルのアルカリシリカ反応性の試験法を確立する研究の一環として、セメントと骨材の混合比率を変えた場合のモルタルの膨張挙動を比較検討した。

### 2. 実験概要

#### 2.1 使用材料

使用した軽量骨材は 6 種類の人工軽量骨材と 1 種類の天然軽量骨材である。それらの骨材の原材料を表-1 に示す。細骨材（E, F）以外のものは、粗骨材をロールミルで粉碎後、5mm 以下の粒度に調整した。また、セメントには普通ポルトランドセメント（密度：3.15g/cm<sup>3</sup>、等価アルカリ量：0.68%）を使用した。

#### 2.2 実験項目

骨材のアルカリシリカ反応性試験は、化学法（JIS A 1145-2001）と 3 種類のモルタルバー法（JIS A 1146-2001、ASTM C 1260（温度 80℃の 1N・NaOH 溶液浸漬）およびデンマーク法（温度 50℃の飽和 NaCl 溶液浸漬））であり、まずそれぞれの規格に準拠した質量比配合にてモルタルバーを作製した。次に、標準砂と軽量骨材との密度差を考慮した容積比配合（セメント：骨材=1：1.35、水セメント比は JIS および ASTM に準じる）に変えて、モルタルバーを同様に作製した。

### 3. 実験結果および考察

#### 3.1 化学法による骨材のアルカリシリカ反応性の判定

化学法の結果を図-1 に示す。ほとんどの軽量骨材は、アルカリ濃度減少量が正の値を示しており、「無害でない」と判定された。しかし、ガラス廃材を原料とする骨材 F は、アルカリ濃度減少量が負の値を示し、現行の判定基準を適用すると「判定不能」になった。骨材 F は、化学法の試験中に ASR で消費されるよりも多いアルカリが骨材中のガラス相から溶出していることを示している。同様に、骨材 E も、アルカリ濃度減少量がほぼゼロ付近にあり、骨材からアルカリが溶出している可能性がある。骨材（E, F）は細骨材として使用されているものであるが、アルカリの溶出により他の骨材の ASR を助長する可能性があり、注意が必要であると考えられる。

表-1 軽量骨材の種類

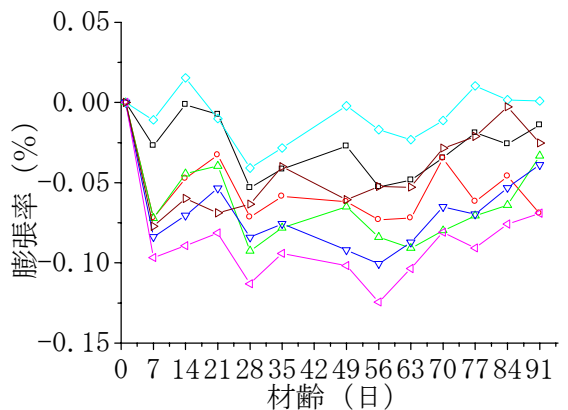
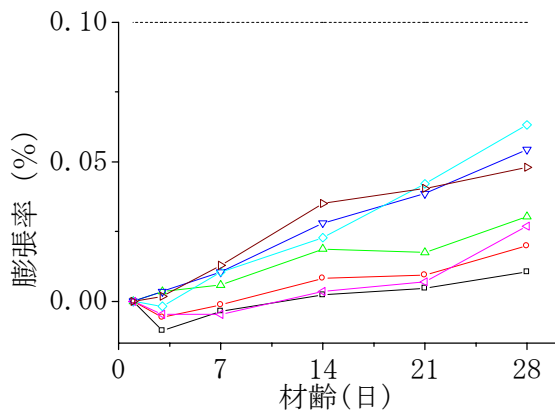
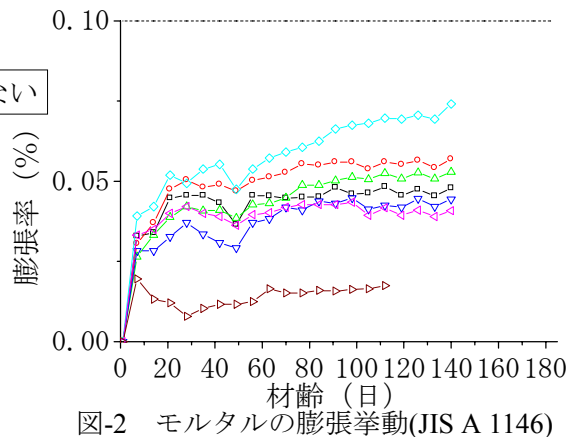
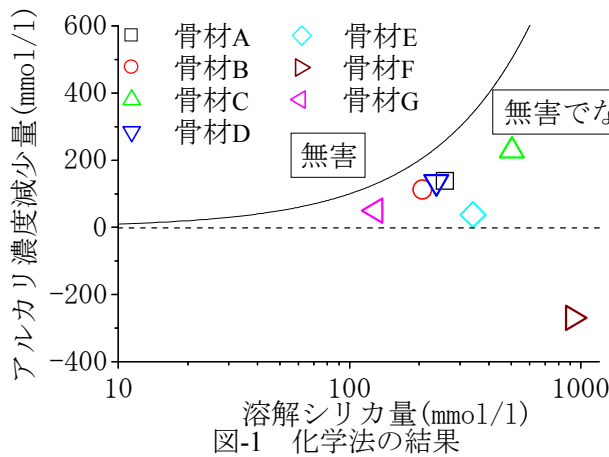
| 軽量骨材の種類    | 原材料  |
|------------|------|
| 骨材 A：人工(粗) | 膨張頁岩 |
| 骨材 B：人工(粗) | 黄土   |
| 骨材 C：人工(粗) | 石炭灰  |
| 骨材 D：人工(粗) | 膨張頁岩 |
| 骨材 E：人工(細) | 真珠岩  |
| 骨材 F：人工(細) | ガラス  |
| 骨材 G：天然(粗) | 火山礫  |

#### 3.2 モルタルバー法による骨材のアルカリシリカ反応性の判定

モルタルの質量比配合と容積比配合の膨張量の比較を表-2 に示す。また、容積比配合で作製したモルタルの膨張挙動を図-2、図-3 および図-4 に示す。JIS A 1146 では、質量比配合と容積比配合のモルタルの膨張量には大きな相違が見られないが、容積比配合で作製した骨材 B, C, E では材齢 3 ヶ月にて 0.05%程度の膨張量となった。ただし、軽量骨材は、骨材の気孔中に ASR ゲルが貯留されるために、ASR が発生してもモルタルが膨張しにくいもの

キーワード：軽量骨材，アルカリシリカ反応，試験法，ASTM C 1260，デンマーク法

連絡先 〒920-8667 金沢市小立野 2-40-20 金沢大学工学部土木建設工学科 TEL076-234-4622



と考えられる．一方，外部から NaOH 溶液が供給され，高温促進環境下に置かれる ASTM C 1260 では，いずれの軽量骨材も材齢 14 日にて「無害」と判定される，0.1%以下の膨張量となったが，JIS A 1146 とは異なり，モルタルの膨張が浸漬材齢とともに増加する傾向にあった．また，JIS A 1146 および ASTM C 1260 による評価に関して，反応性鉱物としてクリストバライトとガラス相を含有する骨材 E は他の骨材と比較してモルタルの膨張量が長期材齢にて大きくなった．さらに，デンマーク法の膨張量は JIS A 1146 および ASTM C 1260 と比較して全体的に小さくなり，とくに容積比配合のものは質量比配合のものと異なりすべて浸漬期間中に収縮側になった．全体の傾向として，容積比配合のものは質量比配合のものよりも膨張量のばらつきが小さくなり，軽量骨材に対する適切な判定基準値が設定できれば，モルタルバーによる軽量骨材のアルカリシリカ反応性の判定が可能になると考えられた．

4. まとめ

- (1) 化学法の結果より，軽量骨材のアルカリシリカ反応性は「無害でない」または「判定不能」と判定された．
- (2) JIS A 1146 および ASTM C 1260 ではモルタルの質量比配合と容積比配合の膨張量には大きな相違は認められなかった．また，デンマーク法では容積比配合のものはすべて浸漬期間中に収縮側になった．

参考文献

1) 杉山彰徳，鳥居和之，本田貴子，石川雄康：人工軽量骨材のアルカリシリカ反応性，コンクリート工学年次論文集，Vol.27，2005.6（印刷中）．

表-2 質量比配合と容積比配合の膨張量の比較(%)

| 骨材名  | JIS A 1146 <sup>a)</sup> |            | ASTM C 1260 <sup>b)</sup> |            | デンマーク法 <sup>c)</sup> |            |
|------|--------------------------|------------|---------------------------|------------|----------------------|------------|
|      | C:S=1:2.25               | C:S=1:1.35 | C:S=1:2.25                | C:S=1:1.35 | C:S=1:2.25           | C:S=1:1.35 |
| 骨材 A | 0.020                    | 0.048      | 0.032                     | 0.002      | 0.005                | -0.014     |
| 骨材 B | 0.025                    | 0.056      | 0.030                     | 0.008      | 0.023                | -0.069     |
| 骨材 C | 0.034                    | 0.050      | 0.026                     | 0.019      | 0.023                | -0.033     |
| 骨材 D | 0.038                    | 0.043      | 0.025                     | 0.028      | 0.035                | -0.039     |
| 骨材 E | 0.041                    | 0.066      | 0.035                     | 0.023      | 0.039                | 0.001      |
| 骨材 F | 0.024                    | 0.016      | 0.026                     | 0.035      | -0.021               | -0.025     |
| 骨材 G | 0.028                    | 0.043      | 0.011                     | 0.004      | 0.021                | -0.069     |

a)材齢 3 ヶ月，b)材齢 14 日，c)材齢 91 日