

## V-278 アルカリ・シリカ反応に及ぼすフライアッシュの抑制効果

|             |      |      |
|-------------|------|------|
| 東京工業大学工学部   | 学生会員 | 山本武志 |
| 東京工業大学工学部   | 正会員  | 長滝重義 |
| 東京工業大学工学部   | 正会員  | 大即信明 |
| 東京大学生産技術研究所 | 正会員  | 大賀宏行 |

### 1 はじめに

既往の研究により、塩化物イオンがアルカリ・シリカ反応による膨張を促進することが示されている。アルカリ・シリカ反応の膨張抑制材として混和材が有効であるが、その抑制効果に対する塩化物イオンの影響についても検討を加える必要がある。そこで本研究では、フライアッシュの抑制効果に対する外部から浸透する外来塩化物イオン、そして供試体作製時に取り込まれた内在塩化物イオンの影響についてモルタルバーの膨張量を測定することにより検討を加える。

### 2 実験概要

#### 2.1 供試体作製と配合

本実験においてはJIS A 5308に従い、40×40×160mmのモルタル供試体を作製し、膨張量を測定した。骨材にはバイレックスガラスを粉砕したものと天然骨材を用いた。セメントは全アルカリ量1.1%の高アルカリセメント(以下C1)、および全アルカリ量0.6%の普通ポルトランドセメントにNaOH、NaClを各々混合して等価アルカリ量を高アルカリセメントと同等にしたセメント(C2, C3)を使用した。また、混和材にはフライアッシュ(IgLoss 3.12% SiO<sub>2</sub> 55.72%)を使用し、等価アルカリ量は結合材料に対して1.1%とした。なお、フライアッシュ中の等価アルカリ量は無視した。

#### 2.2 曝露環境

打設後、24時間20°Cの湿空中で初期養生を行った後に、以下の3種の曝露条件を設けることにした。

- 1 40°C湿度95%以上の湿空中(以下E1)
- 2 40°C蒸留水中(E2)
- 3 40°CNaCl水(海水相当のCl<sup>-</sup>を含有)中(E3)

### 3 実験結果と考察

#### 3.1 外来塩化物イオンに対するフライアッシュの抑制効果

図-1は横軸に高アルカリセメント、縦軸にアルカリ量調整セメントの各々を用いた場合の各曝露条件下の膨張量を、材令3日から91日まで経時的に対応させたものである。使用した骨材はバイレックスガラスである。また、図-2はこれらの供試体にフライアッシュを30%置換した場合のものである。

図-1でC1の膨張量に曝露環境の違いによる影響はみられないが、C2, C3の場合は両者共に外来Cl<sup>-</sup>により膨張が促進されることを示している。図-2でE1においてC1の膨張量はC2および、C3よりも著しく大きい。また、どの曝露条件下でもC2, C3の差はほとんど無く、さらにE2とE3の曝露条件下における膨張量の差がほとんど無いことから、外来、内在Cl<sup>-</sup>に対するフライアッシュの抑制効果は十分得られることが示される。

図-3, 4では天然骨材を使用し、フライアッシュの混和率が0および30%の場合である。バイレックスとは異なり、曝露条件E1においてのみ材令91日が経過しても膨張反応が収束せず、また、C3よりC2の方が大きく膨張している。C3はC1の約2倍、C2はC1の約4倍だけ膨張している。したがって、内在Cl<sup>-</sup>によってのみ膨張の促進作用を受けるが、NaOHを添加した場合の方が大きく膨張することが分かる。フライアッシュを30%置換した場合(図-4)では、材令91日で膨張反応が収束し、曝露条件、セメントの種類を問わずフライアッシュが十分な抑制効果を発揮していることを示している。骨材の種類による膨張特性の差異は骨材の反応特性とCl<sup>-</sup>の浸透性状および反応性状との関係によるものと思われる。

#### 3.2 高アルカリセメントとアルカリ添加セメントの比較

図-1より曝露条件E1において膨張量は、 $\varepsilon_{C2} < \varepsilon_{C1} = \varepsilon_{C3}$ の結果になり、C1の代わりにC2を用いると危険側に判断する可能性が生じる。図-2からはフライアッシュの置換により、どの曝露条件下でも膨張速度はC1の方がC2, C3よりも大きいことが示される。このことは曝露条件E1ではより顕著なものとなる。この場合も上述と同様に危険側に判断する可能性が生じる。図-3はC1, C2, C3の膨張変化が曝露条件E2, E3においてほぼ等

しく、E1においてはC2, C3の方がC1より大きな膨張変化を示している。この場合は上述と異なり安全側の判断が行える。図-4では膨張量が桁違いに小さいことからアルカリ・シリカ反応をフライアッシュが抑制しており、セメントの違いおよび曝露条件の違いつまり、内在および外来 $Cl^-$ がフライアッシュに与える影響は無いものと考えられる。

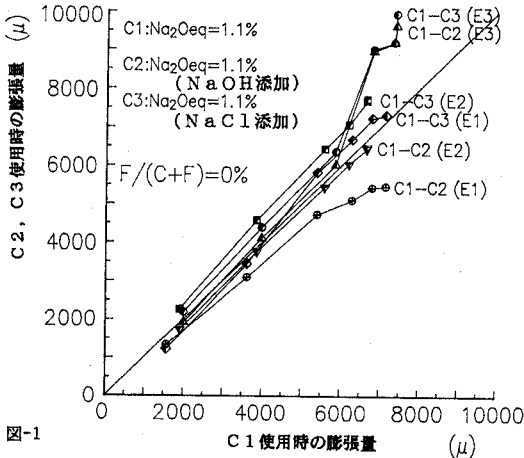


図-1 高アルカリセメントとアルカリ量調整セメントの膨張量の比較  
フライアッシュの置換率: 0% 骨材: パイレックスガラス

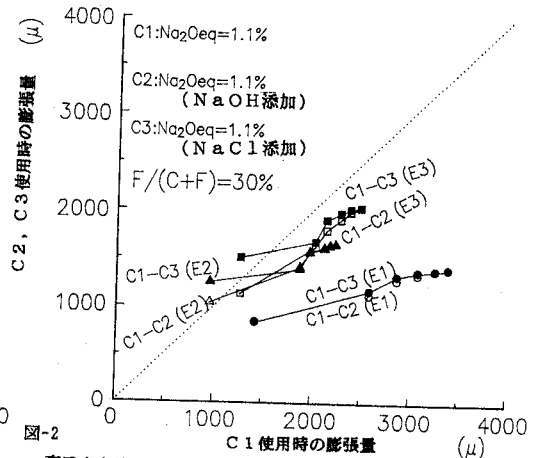


図-2 高アルカリセメントとアルカリ量調整セメントの膨張量の比較  
フライアッシュの置換率: 30% 骨材: パイレックスガラス

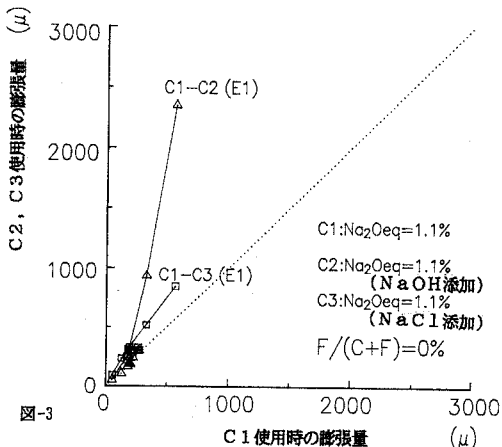


図-3 高アルカリセメントとアルカリ量調整セメントの膨張量の比較  
フライアッシュの置換率: 0% 骨材: 安産岩

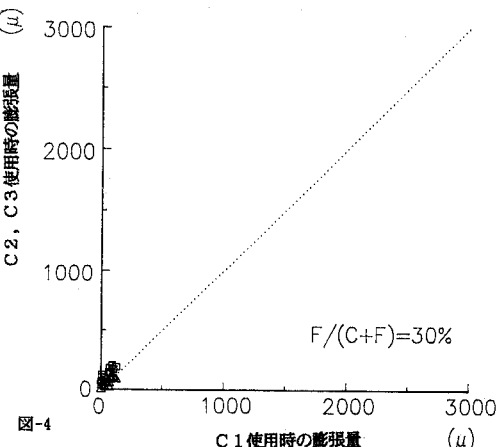


図-4 高アルカリセメントとアルカリ量調整セメントの膨張量の比較  
フライアッシュの置換率: 30% 骨材: 安産岩

### 3.3 まとめ

アルカリ・シリカ反応は骨材、セメント、曝露環境、混和材の有無、などの諸要因により異なる特性を示すものである。本研究の範囲で以下の二点が結論される。

- 1: フライアッシュは内在、外来塩化物イオンに対して十分な抑制効果を有する。
- 2: フライアッシュを置換するときに高アルカリセメントの代替としてNaOH、NaClによりアルカリ量を調整したセメントを用いると危険側の判定をもたらすことがある。