

多様な環境下におけるプロピオン酸カルシウムの ASR 抑制効果に関する研究

愛知工業大学 正会員 ○岩月 栄治

1. はじめに

アルカリシリカ反応 (ASR) の抑制対策は 1986 年に当時の建設省から告示された。その後、反応事例の報告が減少したことから対策効果がみられたが、しかし現在においても、対策を施した構造物であっても反応の報告があることから未だ完全な対策となっていない。抑制対策は、①コンクリート中のアルカリを  $3\text{kg}/\text{m}^3$  ( $\text{Na}_2\text{O}$  等価量) 以下にする用法、②抑制効果のある混和材や混合セメントの使用、③無害骨材の使用が挙げられている。ASR が社会問題となった 1983 年以降、現在のセメントのアルカリ量は 0.6% 程度となっているが、混和材や混合セメントの使用は供給や施工などの問題から適用が限定される事がある。このことから多くの構造物はアルカリの抑制と反応しない骨材の使用の 2 つの対策を併用している場合が多い。しかし骨材は貴重な天然資源であり、地域によっては反応しない骨材の入手が困難な場合もある。さらに近年は良質で使用実績のある骨材が枯渇していることや、JIS 試験では判定できない骨材の流入も懸念されている。このようなことから、反応性骨材であっても使用可能で、容易な抑制方法の開発が望まれている。

容易な抑制方法としては、これまで抑制効果がある各種薬品を少量添加する方法を検討してきた<sup>1)</sup>。このうちプロピオン酸カルシウムの抑制効果はモルタル供試体を用いた実験で ASR 抑制効果が認められている<sup>2)</sup>。今後さらに、コンクリートを用いて、屋外暴露、高アルカリや外部からアルカリが供給されるなどの過酷な条件での抑制効果の検証が必要となっている。本研究は、高アルカリの状態や、外部から NaOH や NaCl が供給される過酷な環境、及び屋外暴露環境におけるプロピオン酸カルシウムの ASR 抑制効果について検討した。

2. 使用材料と試験方法

2.1 使用材料

表 1 に使用した骨材を示す。反応骨材として粗骨材にチャート Sa を用いた。チャート Sa は愛知県産の山砂利であり、起源は中・古生層の堆積岩である。比較のための非反応性骨材は石灰岩を使用した。細骨材は非反応性の川砂を使用した。セメントは研究用の普通ポルトランドセメント ( $\text{Na}_2\text{O}$  等価量 0.55%) を使用し、コンクリート全体のアルカリ量の調整は NaOH 試薬を使用した。

2.2 コンクリート供試体の作製と膨張率測定

表 2 にコンクリートの配合を示す。屋外暴露の供試体形状は  $\phi 300 \times 600\text{mm}$ 、溶液浸漬は  $\phi 100 \times 200\text{mm}$  とした。いずれもアルカリ量は  $9\text{kg}/\text{m}^3$  ( $\text{Na}_2\text{O}$  等価量) とした。浸漬溶液は、NaOH1mol/l と NaCl 飽和溶液で、温度は  $40^\circ\text{C}$  とした。なお脱型後、7 日間は  $40^\circ\text{CRH}95\%$  以上の前養生を行った。

3. 結果及び考察

3.1 プロピオン酸カルシウムを添加したコンクリートの膨張挙動

図 1 にアルカリ量  $9\text{kg}/\text{m}^3$  のコンクリートの膨張挙動を示す。チャート Sa ではプロピオン酸カルシウムの添加量が多いほど膨張が低く抑制されている。また非反応性の石灰岩ではいずれも膨張はみられない。

3.2 溶液に浸漬したプロピオン酸カルシウム添加コンクリートの膨張挙動

図 2 に NaOH1mol/l 溶液と NaCl 飽和溶液に浸漬し

表 1 使用骨材と化学法結果

骨 材	産地	試験結果(mmol/l)		Sc/Rc	判 定
		Sc	Rc		
チャートSa	愛知	188	102	1.84	無害でない
石灰岩	三重	—	—	—	無害
川 砂	愛知	60	79	0.76	

表 2 コンクリートの配合

細・粗骨材		粗骨材の最大寸法 (mm)	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単用量 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )				
粗骨材	細骨材				水	セメント	細骨材	粗骨材	減水剤
チャート石灰岩	川 砂	20	59	46/45	177	300	809	961/997	0.75 (アルカリ9kのみ添加)

キーワード アルカリシリカ反応, プロピオン酸カルシウム, 抑制, 屋外暴露, 溶液浸漬

連絡先 〒470-0392 愛知県豊田市八草町八千草 1247 愛知工業大学 土木工学専攻 TEL 0565-48-8121

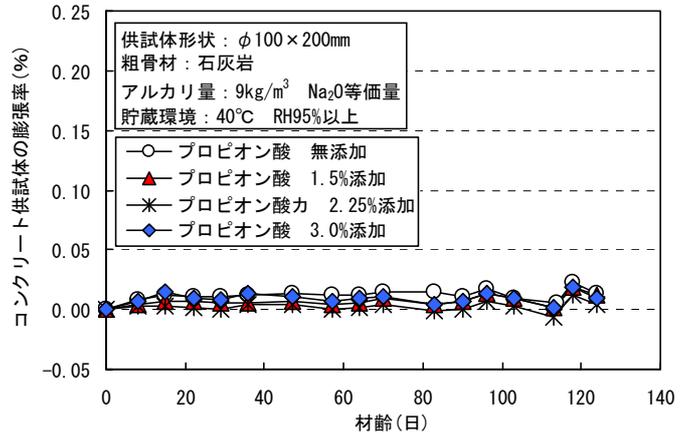
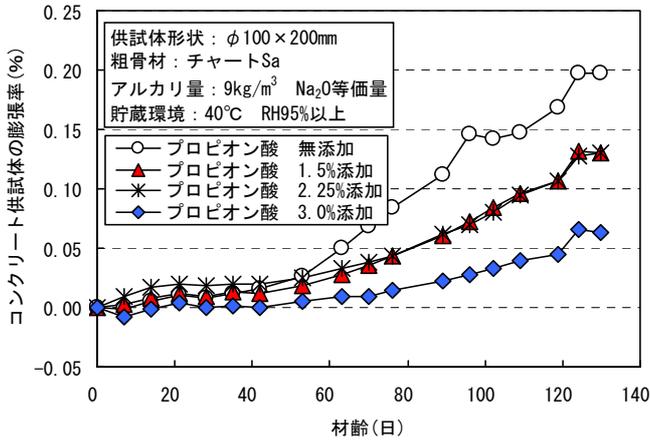


図1 プロピオン酸カルシウムを添加したコンクリートの膨張挙動 (アルカリ量 9kg/m³)

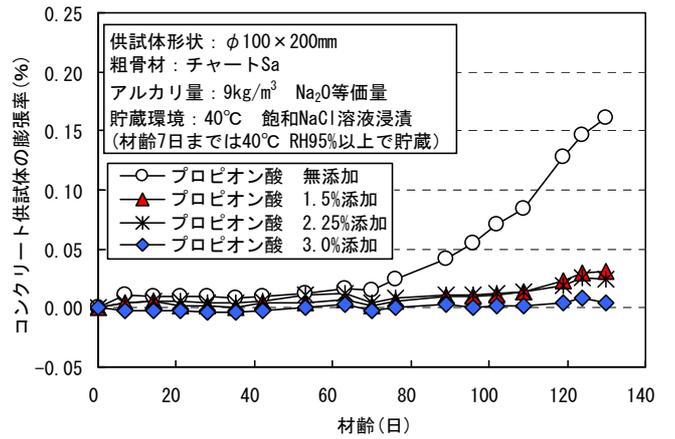
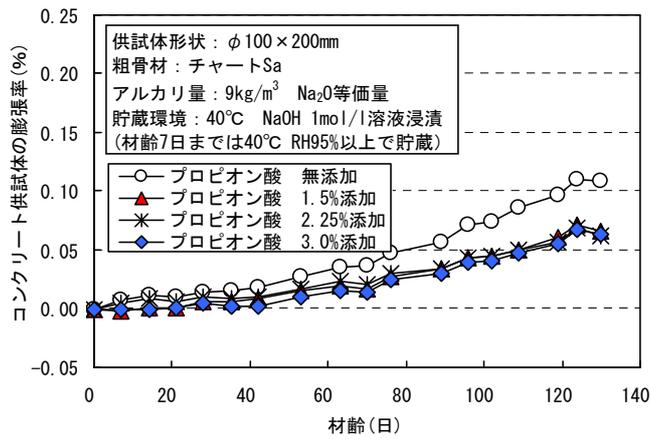


図2 NaOH および NaCl 溶液に浸漬したプロピオン酸カルシウム添加コンクリートの膨張挙動

たコンクリートの膨張挙動を示す。チャート Sa はいずれも溶液浸漬もプロピオン酸カルシウムを添加すると膨張が抑制されており、特に NaCl 浸漬は抑制効果が高い。これらのことから、高アルカリの状態であっても、プロピオン酸カルシウムの抑制効果が認められ、また無害骨材に対してもプロピオン酸は影響を及ぼさないことが分かった。今後は、さらに長期間の膨張挙動を検討していく必要がある。

### 3.3 屋外暴露したプロピオン酸カルシウム添加コンクリートの膨張挙動

図3に屋外暴露した大型供試体 (φ300×600mm) の膨張挙動を示す。約2年の測定結果であるが、高アルカリのコンクリートであってもプロピオン酸カルシウムの膨張抑制効果が明瞭であることがわかる。

### 4. まとめ

本研究の結果を以下にまとめる。

- (1) 高アルカリ (9kg/m³) や、外部から NaOH や NaCl が侵入する過酷な状態であってもプロピオン酸カルシウムの ASR 抑制効果が確認された。
- (2) 屋外暴露環境においてもプロピオン酸カルシウ

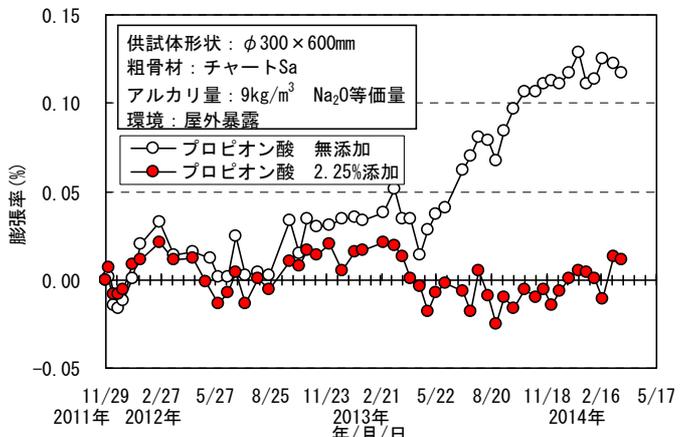


図3 屋外暴露したプロピオン酸カルシウム添加コンクリートの膨張挙動

ムの ASR 抑制効果が確認された。

謝辞: 本研究は日本学術振興会 平成25年度科学研究費基金基盤研究 (C) による。また卒業研究生の渡邊大宗君、山崎悠平君の協力を得た。

### 参考文献

- 1) 岩月栄治: 容易な ASR 抑制方法の開発—化学物質の少量添加による ASR 抑制対策に関する研究—, セメント新聞社, コンクリートテクノロジー 7月号, pp. 59-63 (2011.7)
- 2) 岩月栄治, 森野奎二, 多賀玄治: プロピオン酸カルシウムの ASR 抑制効果に関する基礎的研究, セメント・コンクリート論文集 No. 61, pp. 318-323 (2008.3)