

プロピオン酸カルシウムによる各種骨材の 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 3kg/m^3 (Na_2O 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¹⁾。このうちプロピオン酸カルシウムの抑制効果は供試体を用いた実験で ASR 抑制効果が認められている^{2, 3)}。本研究は、安山岩 5 種類、チャート 2 種類を用いて各種骨材の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。粗骨材には安山岩、チャート、砂岩および石灰岩を用いた。いずれも粗骨材の最大粒径は 20mm とした。細骨材には石灰岩の砕砂を用いた。表 2 に化学法の結果を示す。セメントは

研究用の普通ポルトランドセメント (Na_2O 等価量 0.48%) を使用し、コンクリート全体のアルカリ量の調整は NaOH 試薬を添加して 6kg/m^3 とした。プロピオン酸カルシウムは特急試薬を用いた。

2.2 コンクリート供試体の作製と膨張率測定

表 3 にコンクリートの配合を示す。供試体形状は $\phi 100 \times 200\text{mm}$ とし、両端面に長さ変化測定用のステ

表 1 使用した骨材岩種

岩種	記号	種類
安山岩	An1	碎石
	An2	
	An3	
	An4	
	An5	
チャート	Ch1	砂利
	Ch2	碎石
砂 岩	Ss1	碎石
石灰岩	Ls1	
石灰岩	Lss1	砕砂

表 2 骨材の化学法試験結果

骨材	Sc(mmol/L)	Rc(mmol/L)	Sc/Rc	判定
An1	468	192	2.44	無害でない
An2	257	175	1.47	無害でない
An3	334	210	1.59	無害でない
An4	242	125	1.94	無害でない
An5	575	239	2.41	無害でない
Ch1	130	65	2.00	無害でない
Ch2	415	101	4.11	無害でない
Ss1	28	44	0.64	無害

表 3 コンクリートの配合

W/C (%)	単位量 (kg/m^3)				
	水	セメント	粗骨材	細骨材	減水剤
58.7	176	300	961	809	0.75

* 粗骨材の最大粒径は20mm

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, 安山岩, チャート

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

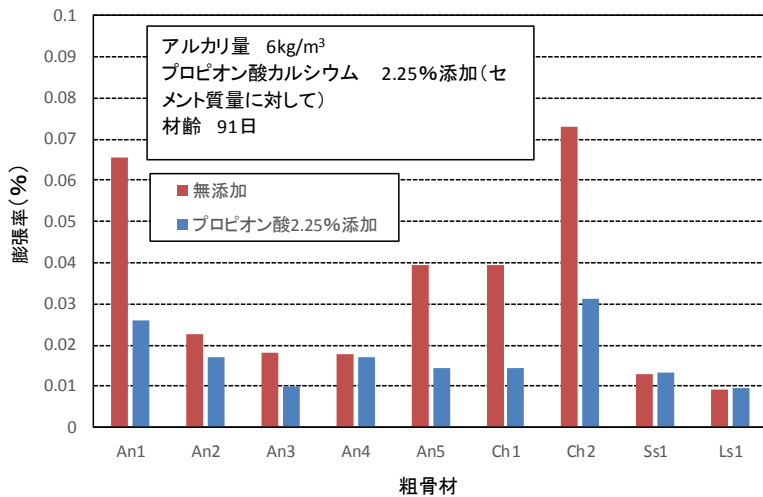


図1 プロピオン酸カルシウムの各種骨材の ASR 膨張抑制効果

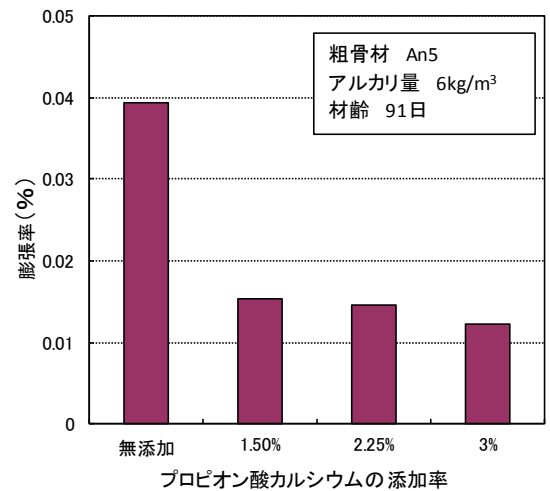


図2 膨張率とプロピオン酸カルシウムの添加率の関係

ンレスプラグを埋め込んだ。プロピオン酸カルシウムの添加方法はコンクリート練り混ぜ終了後に粉末でミキサーに投入し、その後 1 分間練り混ぜた。脱型は約 24 時間後に行い、膨張率の初期値を測定した後にステンレス製の密閉容器に保存して、40℃の恒温温室に設置した。ステンレス容器内の貯蔵環境は温度 40℃、湿度 95%以上である。膨張率の測定は、1～2 週間毎に実施した。

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に材齢 91 日時点の各種骨材の膨張率を示す。(アルカリ量 6kg/m³、プロピオン酸カルシウム添加率 2.25%) の膨張率を示す。91 日時点ではあるが An1 と Ch2 は 0.07% 近く膨張をしており、化学法の Sc/Rc の値と整合しているようである。プロピオン酸カルシウムをセメント量の 2.25% 添加するといずれも膨張率が低下しており、抑制効果があることが明らかである。特に An1, An5, Ch1 および Ch2 の抑制率は 50% 以上であり、プロピオン酸カルシウムの抑制効果が高いことがわかる。

3.2 プロピオン酸カルシウムの添加量と ASR 抑制効果の関係

図2に An5 を用いたコンクリートに、プロピオン酸カルシウムを 1.50%, 2.25% および 3.00% 添加した貯蔵 91 日の膨張率を示す。プロピオン酸カルシウムの添加率 1.50% は膨張率 0.015%, 同様に 2.25% は 0.014%, 3.00% は 0.012% であり、添加量の増加

によって膨張率も低下しており、抑制効果が高まることわかるが、プロピオン酸カルシウム 1.50% 以下 (例えば 0.75%) でも抑制効果があることも考えられるので、添加量に関しては今後、さらに検討していく必要があると思われる。

4. まとめ

本研究の結果から得られた事項を以下にまとめる。

- (1) 安山岩 5 種類、チャート 2 種類の反応性骨材を用いたアルカリ量 6kg/m³ のコンクリートでは、プロピオン酸カルシウムを 2.25% 添加すると、ASR の膨張は抑制されたことから、プロピオン酸カルシウムは多種の骨材に対して抑制効果があることが分かった。
- (2) ASR の膨張を抑制するためのプロピオン酸カルシウムの添加率は、アルカリ量 6kg/m³ のときは 1.5% でも膨張率を 50% 以上抑制できることから、さらに添加率を小さくしても抑制効果が得られると思われる。

謝辞: 本研究は平成 25 年度日本砕石協会研究助成、および 25 年度科学研究費基盤 C (25420465) による。また 28 年度卒業研究生諸君の協力を得た。

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 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)
- 3) 岩月栄治: プロピオン酸カルシウムによるアルカリシリカ反応の抑制に関する実験的検討, 日本コンクリート工学会, コンクリート工学年次論文集, Vol. 38, No. 1, pp. 1071-1076 (2016.7)