

プロピオン酸カルシウムを ASR 抑制剤に用いたコンクリートの膨張挙動

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) に必要な要素は、①セメントや外部から供給されるアルカリ、②骨材に含まれている不安定な反応性シリカ、③水の3つである。このうちどれか一つを取り除けば反応は起こらない。

セメントのアルカリ量は、ASR が社会問題となった1983年当時の最大値は1.2% (Na₂O 等価量) 程度であったが、その後、低アルカリが進み、現在では0.6%程度である。骨材に含まれている不安定な反応性シリカは火成岩の安山岩ではクリストバライト、トリディマイト、火山ガラスであり、堆積岩のチャートは潜晶質石英やオパールである。骨材の反応性の有無は JIS 試験法の化学法やモルタルバー法によって判定され、ある程度判定できるようになったが確実ではなく、現在においても新たな ASR による構造物の劣化が報告されている。さらに現行の試験では判定できない骨材 (遅延膨張性) もある。水は構造物を完全に遮水することは非常に難しい。

このようなことから、現在の抑制対策は、アルカリ総量の抑制、ASR を抑制する効果のある混合セメントの使用、反応しない骨材の使用が規定されているが、現在においても新たな ASR による構造物の劣化が報告されている。これらから反応性骨材を用いても確実で容易な ASR 抑制方法の開発が望まれており、近年、プロピオン酸カルシウムを少量添加する方法が研究されている。プロピオン酸カルシウムはアルカリ量1.2%等量のモルタルにセメント量の1.8%添加 (外割) すれば抑制効果があることが確認されている¹⁾。本研究ではさらにコンクリートにおけるプロピオン酸カルシウムの ASR 抑制効果を検討した。

2. 使用材料と試験方法

2.1 使用骨材

表1に使用した骨材を示す。骨材は粗骨材にはチャート (Sa)、安山岩および石灰岩を用いた。細骨材に無害の川砂を用いた。チャートは愛知県東部丘陵の洪積層に堆

積した山砂利であり、安山岩は香川県豊島で採取された碎石である。無害の石灰岩はプロピオン酸カルシウムを添加したコンクリートの性状を把握するために用いた。細骨材の川砂は風化花崗岩を起源としたもので愛知県東部のダム堆砂を洗浄したものである。

2.2 実験方法

表2にコンクリートの配合を示す。粗骨材の最大粒径は20mmとして、粒度は土木学会の標準粒度範囲の中央値になるように各粒度を混合した。細骨材は標準粒度の範囲内であったのでそのまま使用した。コンクリート作製時の骨材は表乾状態とした。コンクリートのアルカリはNaOHを添加して3kg/m³と6kg/m³とし、プロピオン酸カルシウムの添加量はセメント質量の0.75%、1.5%とした。セメントは研究用の普通ポルトランドセメント (アルカリ量0.55%) を使用した。プロピオン酸カルシウムの投入は、コンクリート練混ぜ後に粉末の状態投入し、更に3分練り混ぜた。供試体は屋外暴露試験用のφ300×600mmと、膨張率測定用と強度試験用のφ100×200mmの2種類とした。屋外暴露試験供試体は打設後24時間で脱型し、膨張率測定用のステンレスチップを埋め込み、実験室内で28日間湿布養生をした後に屋外に暴露した。測定は膨張率と超音波伝搬速度を測定した。膨張率測定用供試体は脱型後に膨張率の基準を測定し、40℃、RH95%以上で貯蔵して膨張率の測定を行った。写真1に屋外暴露試験の状況を示す。

表1 骨材の化学法結果

骨 材	産 地	試験結果 (mmol/l)		Sc/Rc	判 定
		Sc	Rc		
チャートSa	愛知県	188	102	1.84	無害でない
安山岩	香川県	255	120	2.13	
石灰岩	三重県	—	—	—	無 害
川 砂	愛知県	60	79	0.76	

表2 コンクリートの配合

粗骨材	細骨材	スランプ (cm)	水セメント比 (%)	空気量 (%)	細骨材率	単位量 (kg/m ³)				
						水	セメント	細骨材	粗骨材	減水剤
チャートSa	川 砂	10±2	58.6	5	46	176	300	809	961	0.75
石灰岩									917	
安山岩									997	

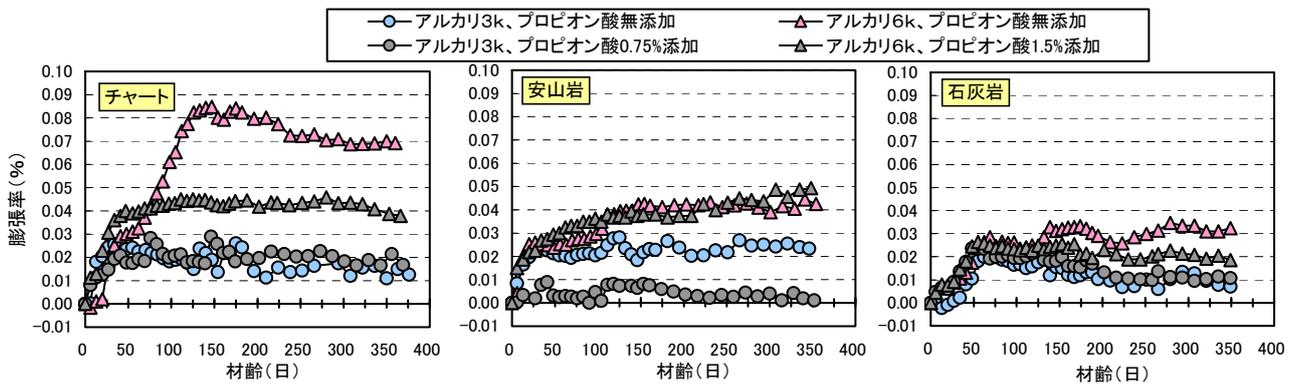


図1 コンクリート供試体の膨張挙動 (φ100×200mm、40°C湿潤貯蔵)

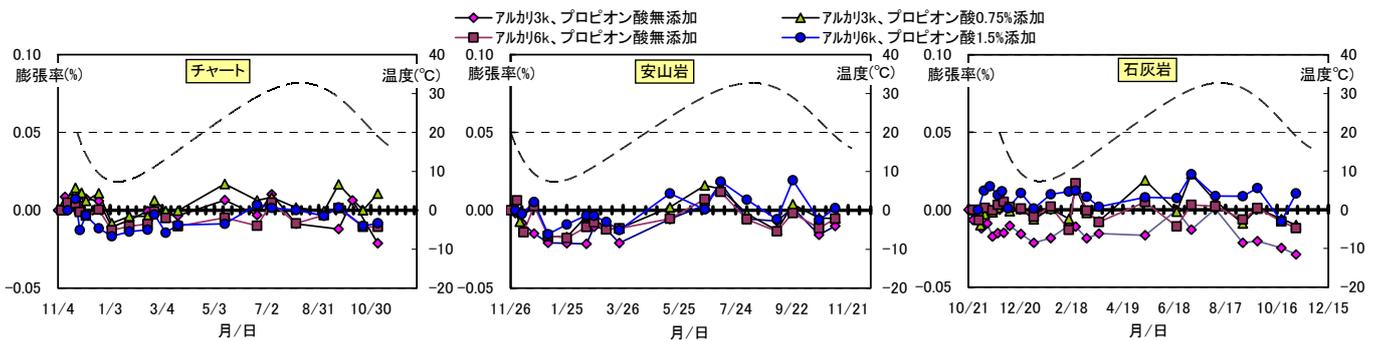


図2 大型コンクリート供試体の膨張挙動 (φ300×600mm、屋外暴露、温度補正無し)

3. 結果及び考察

3.1 コンクリート供試体の膨張挙動

図1に40°C湿潤養生したφ100×200mmのコンクリート供試体の膨張挙動を示す。チャートのアルカリ量6k/m³はプロピオン酸カルシウムによる膨張抑制効果が明瞭であるが、アルカリ量3k/m³は現時点では膨張に差がない。アルカリが低いことから膨張が遅延していると思われるので、今後、長期の膨張挙動を把握する必要がある。安山岩は、チャートとは逆にアルカリ量3k/m³で膨張抑制効果が明瞭である。これは安山岩のほうが低いアルカリ量でASRが起こることを示している。

3.2 屋外暴露したコンクリート供試体の膨張挙動

図2に屋外暴露したコンクリート供試体の膨張挙動を示す。屋外暴露の開始時期は平成22年10月～11月の間であり、約1年の結果であるが著しい変化はみられない。同時に測定している超音波伝搬速度も低下しておらず、現時点では内部にひび割れは発生していないと思われる。この中でチャートのアルカリ量6k/m³は供試体表面が黄色に変色し始めており、ASRの兆候

がみられており、今後も測定を継続していく。

4. まとめ

本研究で得られた結果は以下である。

- (1) 反応性骨材を用いた40°C湿潤貯蔵のコンクリートにプロピオン酸カルシウムを添加するとASR膨張は抑制された。
- (2) プロピオン酸カルシウムを添加した反応性骨材を用いた屋外暴露供試体は現時点では著しい変化はみられないが、供試体表面が黄色に変色しておりASR反応の兆候が確認された。

謝辞

本研究は平成22年度文部科学省研究費補助金(基盤研究C, 課題番号: 22560468, 研究代表者: 岩月栄治)の助成による。

参考文献

- 1) 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. 6pp. 318-323, 2008. 3