

各種混和材料によるアルカリシリカ反応の抑制に関する研究

愛知工業大学 正会員 ○岩月栄治
正会員 森野奎二
学生会員 平林丈明

1. はじめに

アルカリシリカ反応の抑制対策は 1986 年に当時の建設省から通達され、2004 年に改訂されている。その方法は、①コンクリート中のアルカリ総量の抑制、②抑制効果のある混合セメント等の使用、③安全と認められる骨材の使用である。優先順位は①及び②であるが、実際には③の安全と認められる骨材を使用する場合が多い。しかし近年、使用実績のある骨材が枯渇しており、さらに非反応性の石灰岩砕石等を遠方から運搬して使用することもある。このようなことから、反応性骨材でも容易に抑制できる手法の開発が望まれている。

本研究は、薬品などを少量添加する抑制方法として、プロピオン酸カルシウム、リチウム化合物、アルミ化合物を、反応性骨材を用いたモルタルに添加してその抑制効果を検討した。

2. 実験方法

2. 1 使用骨材

反応性骨材はチャート Yo、Sa と珪質粘板岩を用いた。表 1 に JIS A1145 化学法の結果を示す。チャート Yo は岐阜県養老郡の中・古生層の地層から採取した砕石である。反応性が非常に高く、コンクリート用骨材としては使用されていない。チャート Sa はチャートの山砂利であり、愛知県の東部の第三紀洪積世の堆積物である。珪質粘板岩は愛知県と岐阜県の県境付近の中・古生層の地層から採取した砕石であ

り、過去にコンクリート用骨材として使用されて、実構造物での ASR 劣化反応事例もある。

2. 2 モルタル供試体の作製

モルタル供試体は JIS A1146 に準じて作製した。供試体の形状は 40×40×160mm とし長さ方向に長さ変化測定用のステンレスプラグを埋め込んだ。貯蔵環境は 40℃、相対湿度 95%以上とした。

モルタル作製時に、プロピオン酸カルシウム、炭酸リチウム、水酸化アルミをセメント質量に対して外割で添加した。また、比較のため高炉水砕スラグ粉末をセメント質量の内割りで置換した。モルタル供試体の作製状況を表 2 に示す。

3. 結果および考察

3. 1 各種混和材料による膨張抑制効果

プロピオン酸カルシウムを添加したモルタルの膨張率を図 1 に示す。貯蔵 180 日ではチャート Yo、珪質粘板岩とも 1.8%以上添加では膨張が抑制されている。チャート Sa は貯蔵 60 日であるが、岩種は Yo と同じであり、化学法も Yo と比べて低いことから、長期においてもプロピオン酸カルシウムを 1.8%添

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Yo	岐阜県	304	143	2.18	無害でない
チャートSa	愛知県	338	175	1.93	無害でない
珪質粘板岩	岐阜県	214	69	3.10	無害でない

表 2 モルタル供試体の作製状況

項目	プロピオン酸カルシウム添加	炭酸リチウム添加	水酸化アルミニウム添加	高炉水砕スラグ粉末混入	無添加
使用骨材	チャートYo、Sa、珪質粘板岩	チャートYo、珪質粘板岩	チャートSa	チャートYo、Sa、珪質粘板岩	チャートYo、Sa、珪質粘板岩
供試体寸法、本数	40×40×160mm、3本				
ASR抑制剤等の添加量	セメント質量の1.8、2.7、3.6、5.4%を外割添加	セメント質量の0.83、1.67、2.5%を外割添加	セメント質量の3、4、5%を外割添加	セメント質量の30、40、50%を置換	—
セメントのアルカリ量	0.62%または0.55%(Na ₂ O等量)				
添加アルカリ量	モルタルの全アルカリ量がNa ₂ O等量で1.2%となるようにNaOHを添加				
骨材の粒度	5.0-2.5mm=10%、2.5-1.2mm=25%、1.2-0.6mm=25%、0.6-0.3mm=25%、0.3-0.15mm=15%				
貯蔵条件	温度40℃、湿度95%以上				

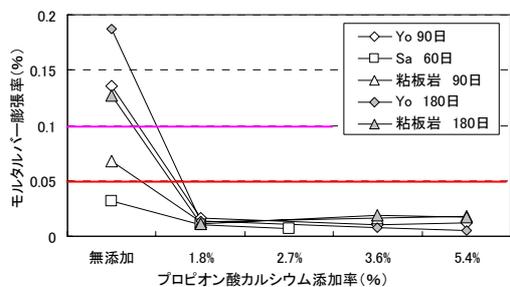


図1 プロピオン酸カルシウムを添加したモルタルの膨張率

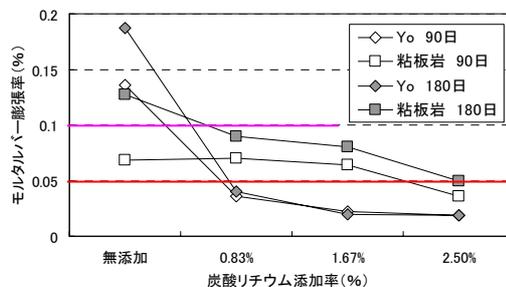


図2 炭酸リチウムを添加したモルタルの膨張率

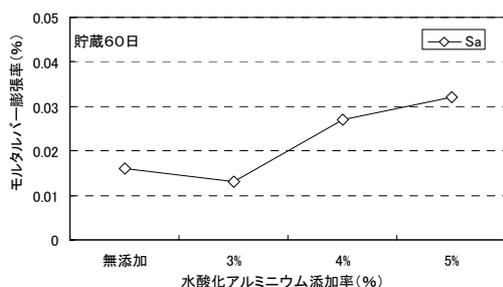


図3 水酸化アルミニウムを添加したモルタルの膨張率

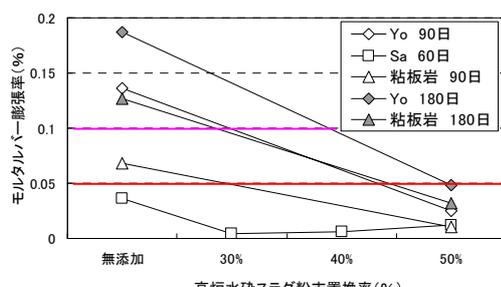


図4 高炉水砕スラグ粉末を添加したモルタルの膨張率

加であれば抑制できると思われる。なお、Yo と珪質粘板岩は貯蔵 700 日においても抑制効果が確認されている¹⁾。

炭酸リチウムを添加したモルタルの膨張率を図 2 に示す。チャート Yo は 0.83% 添加で抑制されているが、珪質粘板岩は抑制されていない。このことから炭酸リチウムは岩種によって抑制効果が異なる。水酸化アルミニウムを添加したモルタルの膨張率を図 3 に示す。貯蔵 60 日であるが、水酸化アルミニウムの添加量が多いほど膨張しており抑制していない。3% 添加は無添加とほぼ同じ膨張率なので、さらに添加率を少なくすると抑制効果があるかもしれない。高炉水砕スラグ粉末をセメントに置換した膨張率を図 4 に示す。これまでの研究から高炉水砕スラグ粉末を 50% 置換すると抑制効果は明らかであったが、チャート Sa の結果から 30%、40% であっても抑制可能であるかもしれない。

3. 2 各種混和材料による膨張の抑制率

膨張抑制率と各種混和材料の添加率の関係を図 5 に示す。プロピオン酸カルシウムは岩種が異なっても 1.8% 添加すれば抑制効果があるが、炭酸リチウムは岩種によって効果が異なる。また、水酸化アルミニウムは添加によって膨張を助長している。アルカリシリカ反応にアルミが影響していることが想定されていることから²⁾、今後はさらに水やアルカリ溶

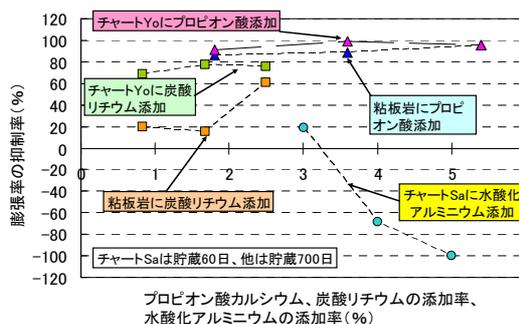


図5 膨張抑制率と混和材料の添加率の関係

液に溶解するアルミ系加工物で検討する必要がある。

4. まとめ

本研究の結果をまとめると、①プロピオン酸カルシウムはセメント質量の 1.8% 添加で膨張が抑制された。②炭酸リチウム添加では岩種によって抑制効果が異なった。③水酸化アルミニウム添加では膨張が助長された。

謝辞: 本研究は(独) 科学技術推進機構の平成 21 年度シーズ発掘試験 A (課題番号 08-188、代表者 岩月栄治) によって実施した。ここに記し謝意を表します。

参考文献

- 1) 岩月栄治, 森野奎二, 平林文明: 各種混和材料によるアルカリシリカ反応抑制対策について、資源・素材 2009 (札幌) 企画発表, pp. 267-270、2009.3
- 2) 岩月栄治, 森野奎二: 水ガラスカレットを用いた ASR のメカニズムに関する研究、土木学会第 64 回年次学術講演会、第 V 部, pp. 199-200、2009.9