

アルカリシリカ反応によるコンクリートの膨張に及ぼすアルカリの影響

Influence of Alkalis on Expansion Behavior of Concrete Affected by Alkali-Silica Reaction

小 林 一 輔*・森 弥 広*

Kazusuke KOBAYASHI and Yahiro MORI

1. は し が き

わが国ではアルカリシリカ反応を防止する基本的な対策として、コンクリート中の総アルカリ量を規制する方式が採用されている。一方、アルカリシリカ反応を引き起こす決定因子はコンクリートの細孔溶液のOH⁻イオン濃度であり、この値はセメント中のアルカリ量に比例して上昇することが明らかにされている。このために、ある水セメントに対して配合設計されたコンクリートにおいては、総アルカリ量を一定値以下に制限しても、高アルカリセメントを使用するとコンクリート中の細孔溶液のOH⁻イオンの濃度は十分低くならない可能性があり¹⁾、現行の総量規制方式は再検討を要することになる。本文はこの点を明らかにするために実施した実験結果をとりまとめたものである。

2. 実 験 方 法

2.1 使用材料およびコンクリートの配合

骨材として表-1に示すような2種の反応性岩石と1種の非反応性岩石を使用し、それぞれについて表-2に示すような7種の配合のコンクリートを作製して促進膨張試験を行った。表-2においてNo. 1～No. 3の配合は単位セメント量と総アルカリ量、セメント中のアルカリ量が同じで水セメント比が異なるコンクリート、No. 4～No. 6の配合はさらに水セメント比、単位セメント量および単位水量が同じで、セメント中のアルカリ量と総アルカリ

表-2 配合条件

No.	水セメント比 (%)	単位水量 (kg/m ³)	単位セメント量 (kg/m ³)	R ₂ O量 (%)	総アルカリ量 (kg/m ³)
1	60	240	400	1.5	6.0
2	50	200	400	1.5	6.0
3	40	160	400	1.5	6.0
4	40	200	500	1.0	5.0
5	40	200	500	1.2	6.0
6	40	200	500	1.5	7.5
7	40	240	600	1.0	6.0

量が異なるコンクリート、No. 3, No. 5およびNo. 7の配合は水セメント比および総アルカリ量が同じで、単位セメント量、単位水量およびセメント中のアルカリ量が異なるコンクリートである。セメントはNa₂O換算アルカリ量(R₂O)が0.53%の普通ポルトランドセメントを使用した。アルカリ量の調整は、NaOHとKOHを原セメント中に含まれるNaとKの比で、混入して行った。

2.2 供試体および測定

促進膨張試験は10×10×40cmの角柱体を40°C、100% RHの雰囲気下に保存し、所定の期間ごとに長さ変化率をコンパレータによって測定して行った。さらに、それぞれの配合のコンクリートについて高圧抽出方法により細孔溶液の抽出を行い、その組成を調べた。細孔溶液の分析はNa⁺およびK⁺については原子吸光法、OH⁻については指示薬にフェノールフタレインを用い、HClに対する直接滴定法によって行った。

3. 実験結果と考察

図-1および図-2はそれぞれ安山岩およびチャートを用いた場合における表-2の配合のコンクリートについて、促進養生期間と膨張との関係を示したものである。これらの図から、総アルカリ量が等しいNo. 1, No. 2, No. 3, No. 5およびNo. 7の配合のコンクリートの膨張

表-1 使用骨材の特徴

種 類	産 地	主な構成鉱物	反応性鉱物(量)
安 山 岩	山 形	斜長石・普通輝石	火山ガラス(40%)
チャート	岐 阜	石英・微小石英	微小石英(93%)
閃 緑 岩	群 馬	斜長石・角閃石	——

*東京大学生産技術研究所 第5部

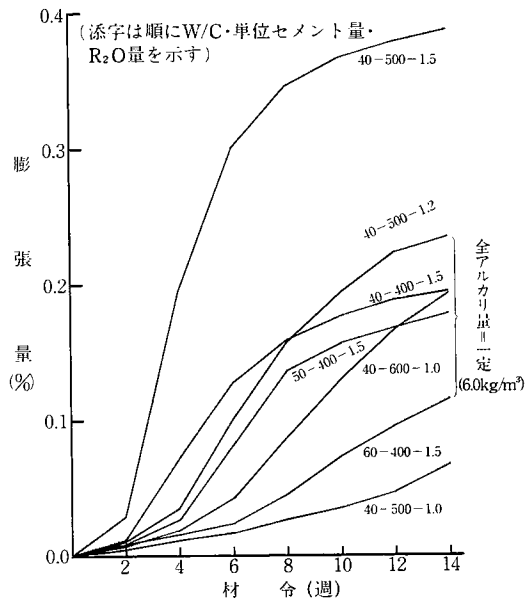


図-1 膨張量の経時変化 (安山岩)

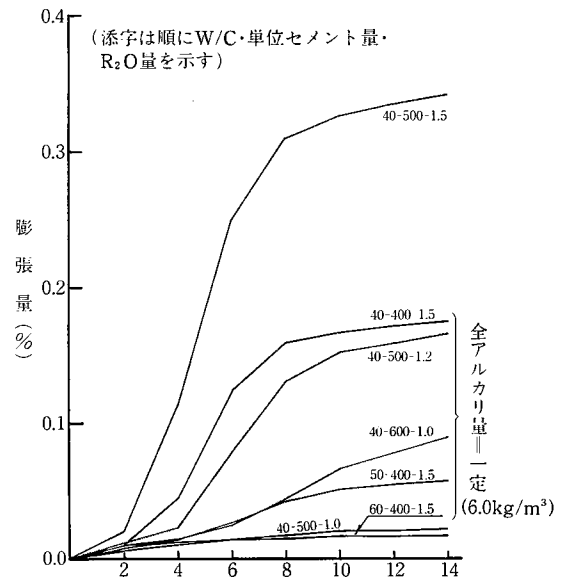


図-2 膨張量の経時変化 (チャート)

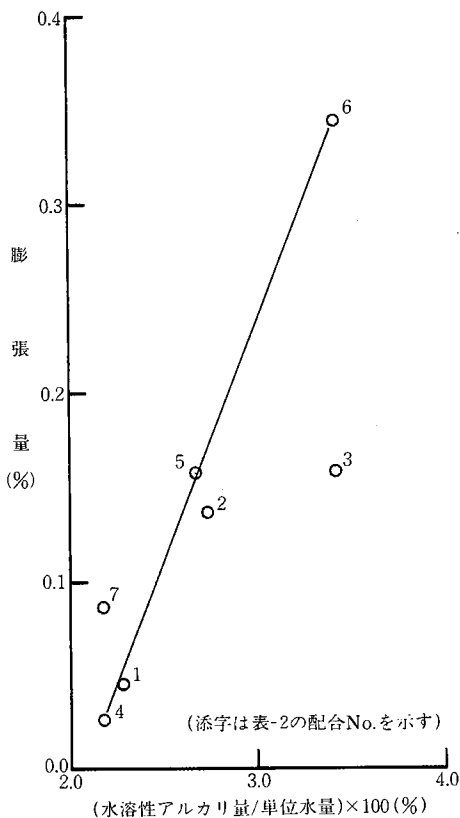


図-3 単位水量に対する水溶性アルカリ量の比と膨張量の関係 (安山岩)

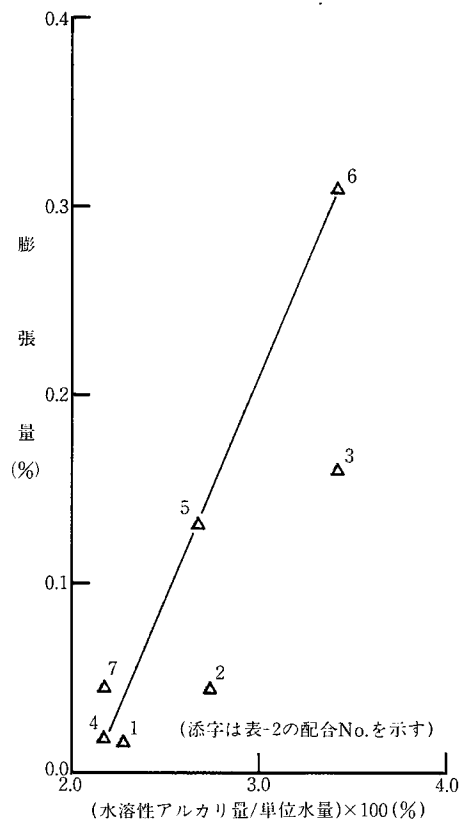


図-4 単位水量に対する水溶性アルカリ量の比と膨張量の関係 (チャート)

研究速報

率を比較するとそれぞれ相当の差があることが明らかである。筆者らは、これらの結果から、アルカリシリカ反応による膨張を引き起こす因子として総アルカリ量の代わりに単位水量に対する水溶性アルカリ量の比をとりあげた。図-3および図-4はこの比と促進膨張期間8週における膨張量との関係を示したものである。これらの図から明らかなように、図-3においては配合No.3のコンクリート、図-4においては配合No.2およびNo.3のコンクリートを除く配合のコンクリートについては上記の単位水量に対する水溶性アルカリ量の比率と膨張量との間にはほぼ直線に近い関係が存在する。図-3における配合No.3、図-4における配合No.2およびNo.3の膨張が小さくなった理由は、これらのコンクリートの成形時におけるスランプの値が0cmであり、十分な締固めが出来なかったことによるものと考えられるが、詳細については今後の検討課題にしたい。

この単位水量に対する水溶性アルカリ量の比率とコンクリートの細孔溶液中の水酸イオン濃度との関係を示したものが図-5である。なお、この場合の水酸イオン濃度は非反応性岩石を用いた材令4週のコンクリートから抽出した細孔溶液におけるものを採用した。この場合、それぞれの反応性岩石を用いたコンクリートから抽出したものを採用しなかったのは、これらの細孔溶液においてはアルカリシリカ反応の進行を伴って水酸イオン濃度が減少しているために、上記の比率と水酸イオン濃度との関係を正しく把握することが困難であるためである。図-5は単位水量に対する水溶性アルカリ量の比率と水酸イオン濃度との間には R_2O が1.0%の場合を除き直線関係が存在することを示している。このことは、アルカリシリカ反応を引き起こす決定因子はコンクリートの細孔溶液の水酸イオン濃度であり、総アルカリ量ではないことを示している。総アルカリ量により膨張が決まるのは、水セメント比が一定の配合のコンクリートの場合に限定されられると考えられる。

4. 結 び

アルカリシリカ反応を引き起こす決定因子はコンク

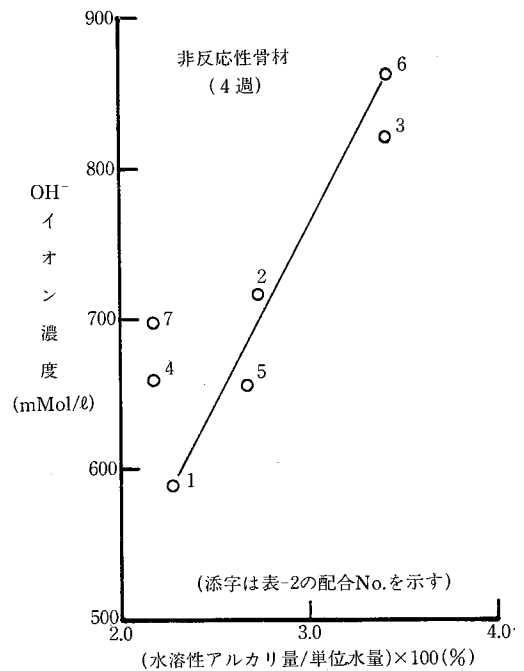


図-5 単位水量に対する水溶性アルカリ量の比と水酸イオン濃度との関係

リートの細孔溶液の水酸イオン濃度であり、この水酸イオン濃度はコンクリートの単位水量に対する水溶性アルカリ量によって決まることが明らかになった。ただし、この場合の水溶性アルカリ量には元来セメント中に含まれていた成分のみならず、あとから添加したNaOHとKOHによるものが関与している。今後の課題としては高アルカリセメントを用いた実験による確認を行う必要がある。

(1989年11月27日受理)

参 考 文 献

- 1) 川村満紀：アルカ骨材反応のメカニズムに関する研究討論会 基調報告要旨, pp. 3, 日本コンクリート工学協会耐久性診断委員会, 1989.6