

アルカリシリカ反応によるコンクリートの膨張と 反応性骨材のペシマム条件(III)

Expansion and Pessimum Behaviour of Concrete Affected by Alkali-Silica Reaction (III)

小林 一 輔*・白 木 亮 司*・森 弥 広*

Kazusuke KOBAYASHI, Ryoji SHIRAKI and Yahiro MORI

1. は し が き

前報¹⁾においては、ガラス質安山岩とチャートそれぞれ1種を骨材として用いたコンクリートについて、アルカリシリカ反応による膨張に関する反応性骨材のペシマム条件についての検討結果を示した。本文では、ガラス質安山岩3種とチャート1種を骨材として用いたモルタルについて、膨張に関するペシマム条件について調べた結果をとりまとめたものである。

2. 実 験 方 法

2.1 使用材料およびモルタルの配合

セメントは、Na₂O等価アルカリ量(R₂O量)が0.53%(Na₂O=0.13%, K₂O=0.61%)の普通ポルトランドセメントを用いた。

反応性骨材としては、表-1に示すような安山岩とチャートを用い、表-2のような粒度構成となるよう、それぞれの粗骨材を粉砕したものを使用した。

非反応性骨材としては、砂岩(川砂)を用いた。

モルタルの配合は、水セメント比を40・50および60%として、それぞれについて細骨材中の反応性骨材量(置換率)を20・40・60・80・100%に変化させた。なお、単位水量は全配合を通じて一定(300kg/m³)とした、この場合、フロー値の範囲は180~200mmである。

表-1 反応性骨材の特徴

記号	骨 材 種 類	産 地	地質年代	主な構成鉱物	反応性鉱物量
Y	両輝石安山岩	東北	第三紀	斜長石・普通輝石・頑火輝石	火山ガラス(40%)
N	単斜輝石安山岩	北陸	第三紀	斜長石・普通輝石	火山ガラス(43%)
T	斜方輝石安山岩	四国	第三紀	斜長石・頑火輝石	火山ガラス(50%)
C	チャート	中部	古生代から中生代	石英・微小石英	微小石英(93%)

*東京大学生産技術研究所 第5部

表-2 使用した細骨材の粒度の範囲

ふるいの呼び寸法 (mm)	ふるいを通るものの 重量百分率
10	100
5	90~100
2.5	80~100
1.2	50~ 90
0.6	25~ 65
0.3	10~ 35
0.15	2~ 10

モルタル中の総アルカリ量は全配合を通じて7.80kg/m³とした。このために、水セメント比40・50および60%において使用セメント量のR₂O量が、それぞれ1.04・1.30・1.56%になるように、原セメント中に含まれるNaとKの比でNaOH, KOH(試薬特級)を用いて調整した。

2.2 供試体および測定

供試体は、両端面に長さ測定用チップを埋め込んだ4×4×16cm角柱供試体を使用した。供試体は、脱型時に基準長の測定を行った後、温度40°C湿度100%の恒温恒湿槽内に保存し、所定材令において膨張量の測定を実施した。また、一部の配合については高圧抽出法により細孔溶液の抽出を行い、その組成を調べた。OH⁻の分析は、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た。Na⁺とK⁺の分析は原子吸光法、Ca²⁺およびSiはICP発光分析法により行った。

3. 実験結果と考察

各種の反応性骨材を使用したモルタル供試体の膨張量と反応性骨材の置換率との関係の水セメント比別に示したものが図-1~図-4である。これらの図から明らかなのは、安山岩の間でも両輝石安山岩(Y)と斜方輝石安山岩(T)では膨張挙動が全く異なることである。すなわち、安山岩(Y)では反応性骨材の置換率が大きくなるほど膨張量も増大しているが、安山岩(T)では水セメント

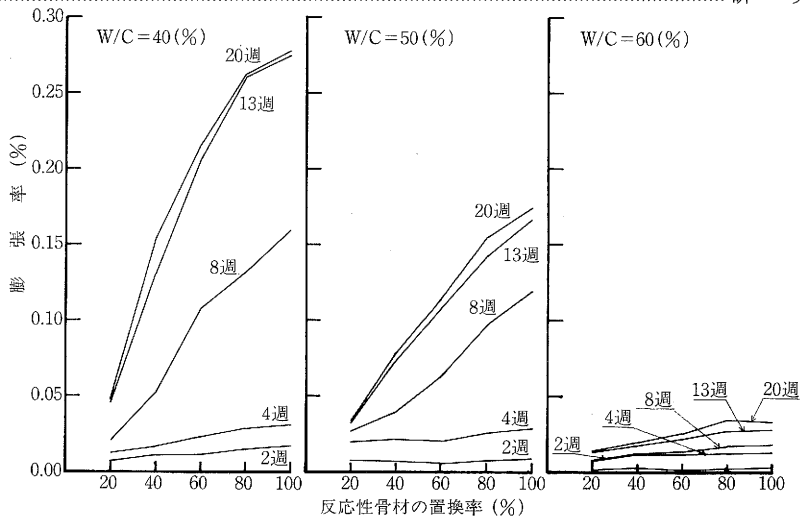


図-1 反応性骨材の置換率と膨脹量の関係 (安山岩Y)

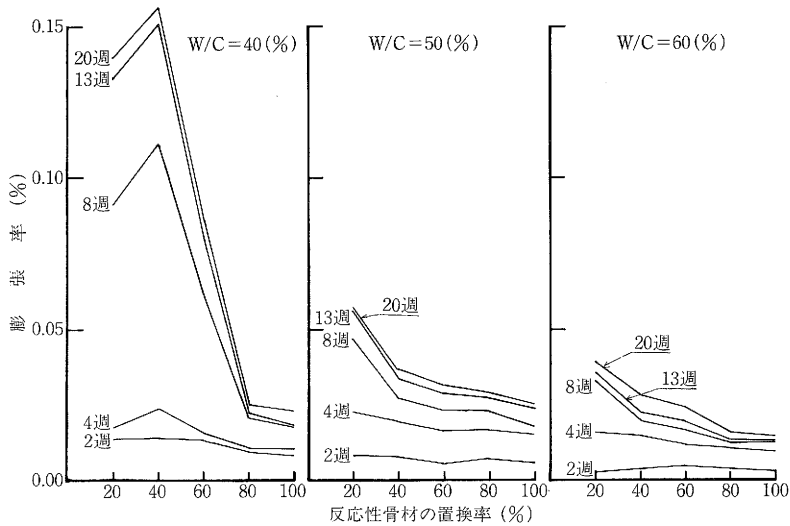


図-2 反応性骨材の置換率と膨脹量の関係 (安山岩T)

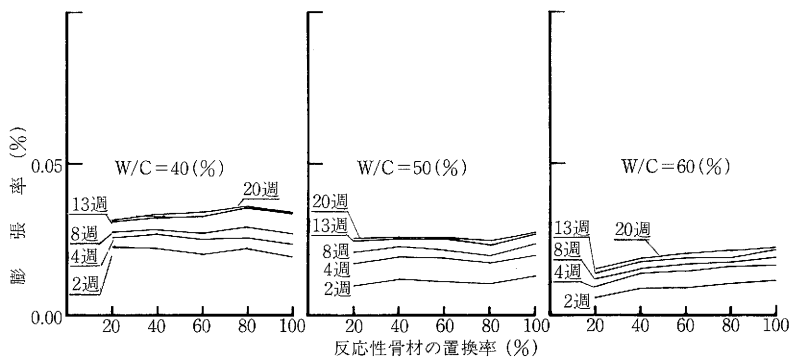


図-3 反応性骨材の置換率と膨脹量の関係 (安山岩N)

研 究 速 報

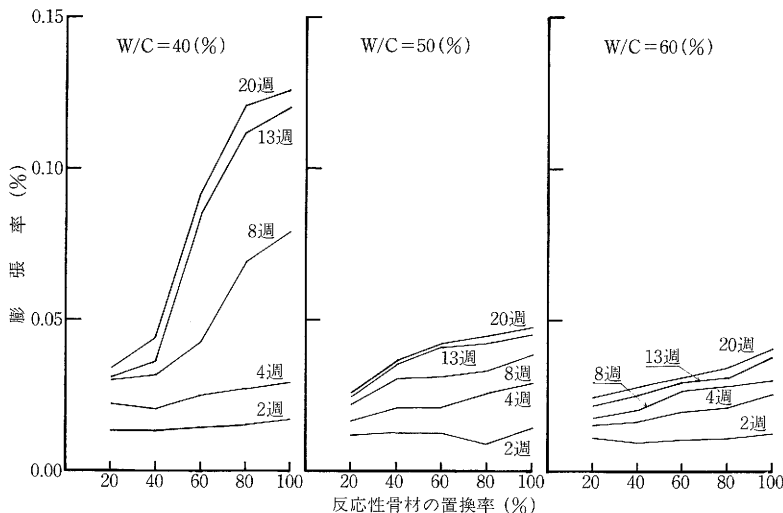


図-4 反応性骨材の置換率と膨張量の関係 (チャート)

表-3 細孔溶液分析結果の一例

置換率 (%)	濃度 (m mol/l)				
	OH	Na	K	Ca	Si
20	403	153	288	0.973	4.3
40	318	138	227	0.593	10.9
60	305	137	211	0.832	13.9
80	267	127	172	0.790	14.5
100	283	133	185	0.737	14.3

(安山岩 Y; 材令 9 週)

比が40%の場合に置換率40%においてベシマム現象が認められ、これより大きい水セメント比では置換率を20%以上の場合に限定すれば、置換率が大きくなるほど膨張は減少する傾向を示している。更に、単斜輝石安山岩(N)では少なくとも材令20週までの間では置換率による膨張量のほとんど認められない結果になっている。

これらの図においても1つ注目値する現象は、水セメント比が異なる場合の結果である。すなわち、本実験では水セメント比の値が異なっても、モルタル中における全アルカリ量のみは一定にしているの、膨張量は水セメント比の値によらず同程度の値を示すと予測したが、実際にはこれらの図が示すように水セメント比によって膨張量は著しく異なり、水セメント比の値が大きくなるほど膨張量は小さくなっている。以上の結果はアルカリシリカ反応による膨張が単に総アルカリ量のみによって決まるものではないことを示している。本実験では単位水量を一定とし、セメント量を変えて水セメント比を変化させているので、水セメント比の値が大きくなるほど全アルカリ量に占める強化したアルカリの影響が大きくなる。今回の結果には、このような条件の差が影響を及ぼしたとも考えられるが、他の原因としては、水酸化カルシウムの影響が考えられる。すなわち、水酸化カルシウムの存在がアルカリシリカ反応の進行に影響を及ぼすという問題である。いずれの影響によって以上のような結果を生じたかについては、今後の検討課題にしたい。

表-3は安山岩(Y)を用いた供試体から抽出した細孔

溶液の分析結果を示したものである。この表によれば、反応性骨材の置換率の増加にともなってアルカリが減少し、Siは増大している。この傾向は膨張の傾向と大体において一致している。

4. 結 び

アルカリシリカ反応によるモルタルの膨張は、安山岩の間でもその種類によって反応性骨材の含有量と膨張量との関係が全く異なること、同じ骨材を用いて全アルカリ量を一定にしても、水セメント比が異なると膨張量は著しく相違することなどを確かめた。このような結果は、現在行われているモルタル供試体による促進試験方法によって得られた結果が何を意味するかについて、検討する必要があることを示している。(1989年6月20日受理)

参 考 文 献

- 1) 小林, 森, 西村: アルカリシリカ反応によるコンクリートの膨張と反応性骨材のベシマム条件, 生産研究, 41巻, 2号, 1989. 2.