

愛知工業大学 正会員 ○森野 奎二

愛知工業大学 正会員 柴田 国久

愛知工業大学 学生会員 岩月 榮治

1. まえがき

アルカリ骨材反応によってひびわれが起こるのは、その反応で生成したゲルが膨張圧力を発生させるからであるといわれている。この膨張圧力は、①セメントペーストが半透膜の役割をすることにより発生する浸透圧である、②反応骨材粒子自体の膨張によるものである、③剛性の高いゲル自身が、吸水して膨張し周囲に膨張圧を発生させるものである、などの考え方がある。

筆者らの実験供試体において、②および③の考え方に適合するような現象が、肉眼レベルで観察されたので報告する。

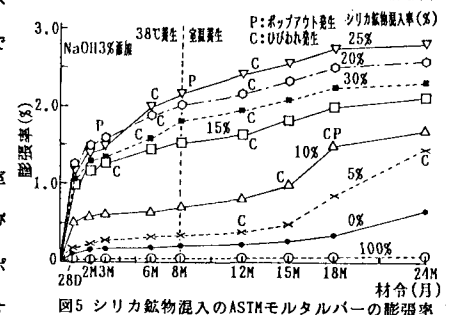
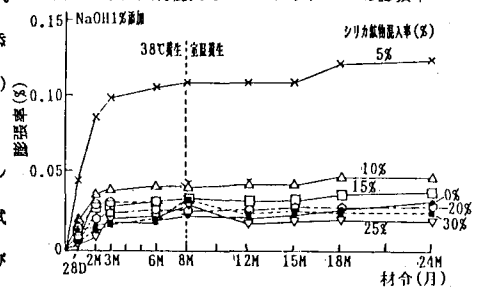
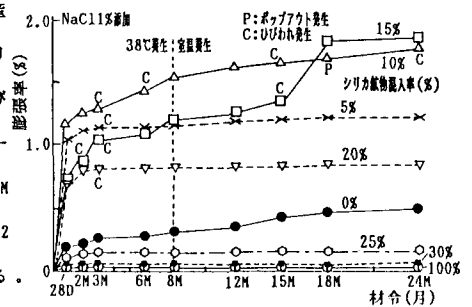
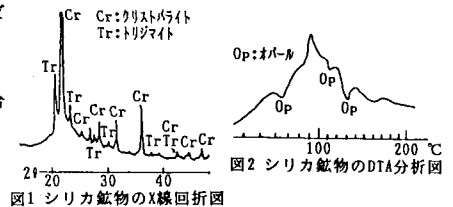
2. 実験概要

2.1 使用材料 : 反応性骨材は、鹿児島県硫黄島産の反応性の高いシリカ鉱物を骨材として使用した。このシリカ鉱物の構成鉱物はクリストバライト、トリジマイトおよびオパールである。X線回折とDTA結果を図1、図2に示す。オパールはDTAと偏光顕微鏡観察により確認した。この鉱物は、SEM観察では多孔質である。ASTM C289化学試験結果は、 $Sc=1202\text{ mmol/l}$ 、 $Rc=335.5\text{ mmol/l}$ で、潜在的有害域にプロットされる。非反応性骨材は、矢作川川砂（石英、長石、雲母）を用いた。セメントは普通ポルトランドセメント（ $R_0=0.81$ ）である。添加したアルカリはNaOH（セメントに対して1-3%）とNaCl（同1%）である。

2.2 実験方法 : ASTM C227の方法によるモルタルバー供試体と $4\times 4\times 16\text{ cm}$ 供試体を作製した。モルタルバー供試体のシリカ鉱物と非反応性骨材の混合比は5:95-30:70および100%とした。 $4\times 4\times 16\text{ cm}$ 供試体は、 $W/C=40\%$ のセメントペースト中に5-10mmのシリカ鉱物を、セメントと同量入れたものである。

3. モルタルバーの膨張とひびわれ発生

供試体貯蔵容器の温度は材令8ヵ月まで38℃、その後、室温（20℃±）である。モルタルバーの膨張試験結果およびひびわれ発生時期を図3～5に示す。写真1に供試体に発生したポップアウトを、写真2にシリカ鉱物骨材自体が大きく膨張す



ると共に、透明のゲルが流出している状態を示す。写真3に材令2年の測定後、6日後に折れた供試体の破断面を示す。

4. シリカ鉱物の溶解と

膨張

4×4×16cm 供試体は、材令3ヵ月まで38℃の貯蔵容器で養生し、その後容器より取り出し、14ヵ月間、乾燥状態で室内に放置し、その後再び38℃湿潤養生をしたものである。湿潤状態に戻した2週後に、写真4に示すような大きなひびわれが生じ、その中に透明のゲルが堆積していた。そしてそのひびわれ中でゲルが盛り上がるような状態になっていた。これはゲルが膨張している証拠である。膨張しようとするゲルはひびわれを拡大し、拡大したひびわれにまた、ゲルが流入し、そこで再び膨張する。この繰返しによって大きなひびわれが生じるのであろう。

写真5は、ゲルを伴う膨張骨材が骨材周囲のペーストを一定の方向に移動させている状態である。写真6は、崩壊する寸前の供試体を、テープで補強したものである。その後も、反応は進行しておりテープの上に骨材が溶解して流れている。この物質のEMAXの分析結果(%)はSi93~97, Na2~5, K1~2, Ca<1であり、容器中に沈殿していたゲルは、同順で、73~80, 4~9, 6~16, 2~16であった。表1に、材令20ヵ月と25ヵ月の供試体断面の膨張量を示す。以上のような種々の観察結果は、ひびわれの発生および拡大のメカニズムを考察する上で有用であると思われる。

5. まとめ

シリカ鉱物自体の膨張、溶解、ゲルの生成およびゲルの膨張などを観察することができた。これらの現象によって、膨張がこり、ひびわれが発生し、更に拡大していく様子が把握できた。

参考文献 1) 河村清紀, 建築雑誌: 7ヵ月経過後のひびわれ, セメント・コンクリート No.451, PP.118-129, 1984.9



写真1 モルタルバー供試体。シリカ鉱物骨材の膨張によって生じたポップアウト。シリカ鉱物10%混入, NaCl1%添加, 材令18ヵ月



写真2 モルタルバー供試体。シリカ鉱物骨材自体の膨張とそれより溶出しているゲル。シリカ鉱物10%混入, NaCl1%添加, 材令18ヵ月

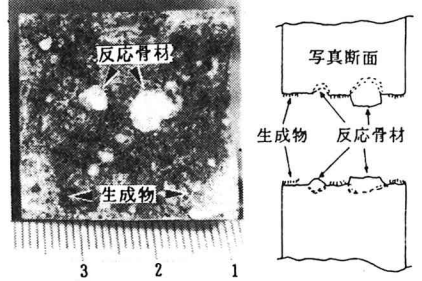


写真3 破断したモルタルバー供試体の断面状態。シリカ鉱物10%混入, NaCl1%添加, 材令24ヵ月と6日

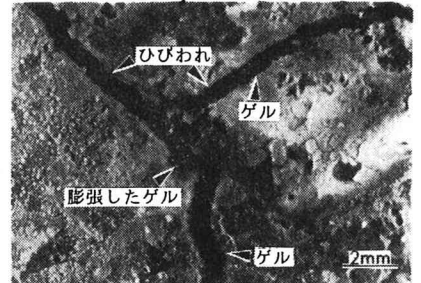


写真4 4x4x16cm 供試体。ひびわれ中に堆積したゲルとゲルの膨張。NaOH3%添加, 材令17ヵ月と2週間

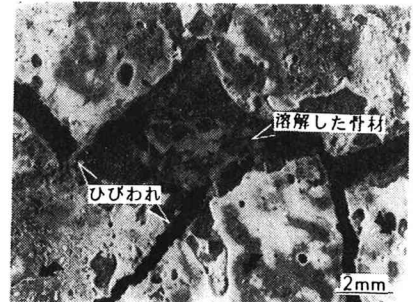


写真5 4x4x16cm 供試体。シリカ鉱物骨材の周囲に発生したひびわれ。NaOH3%添加, 材令17ヵ月と2週間



写真6 4x4x16cm 供試体。生じたひびわれと反応生成物。NaOH3%添加, 材令24ヵ月

表1 4x4x16cm 供試体の横断面の膨張

供試体 材令(月)	No 1	No 2	No 3		
			上断面	中断面	下断面
20ヵ月	—	—	+2.7mm (6.8%)	+4.0mm (10%)	+4.3mm (10.8%)
25ヵ月	+3.2mm (8%)	+4.0mm (10%)	+3.3mm (8.3%)	+4.3mm (10.8%)	+5.1mm (12.6%)

(供試体作成時: 4.0cm)