

NaCl溶液中に浸漬したオパール含有モルタルの膨張挙動

金沢大学工学部 学生員○小阪 拓哉

金沢大学工学部 正会員 川村 満紀

金沢大学工学部 学生員 杉山 彰徳

1. まえがき

NaCl溶液中に浸漬した反応性骨材を含有するモルタル供試体においてアルカリ・シリカ膨張が促進されることが指摘されてきた。しかし、NaClのアルカリ・シリカ膨張に及ぼす影響のメカニズムについては未だよく理解されていない。また、異なる濃度のNaCl溶液中におけるモルタルの膨張挙動を比較検討した例は極めて少ない。本研究は反応性骨材としてオパールを使用し、種々のアルカリ量を含有するモルタル供試体を1N, 3N 及び飽和NaCl溶液に浸漬し、それぞれの膨張挙動を明らかにすることによって、NaCl溶液の濃度がアルカリ・シリカ反応による膨張に及ぼす影響を検討したものである。

2. 実験概要

2-1. 使用材料：セメントは等価 Na_2O 量0.97%の高アルカリセメントと0.48%の低アルカリセメントである。反応性骨材として、石川県赤瀬産のオパール岩石を破碎し、粒子径範囲1.2～0.3mmとなるようにふるい分けたものを使用した。使用したオパールのアルカリ反応性(化学法)の結果は、 $\text{Rc}=158 \text{ mmol/l}$ 、及び $\text{Sc}=558 \text{ mmol/l}$ である。非反応性骨材は豊浦標準砂を使用した。

2-2. 実験方法：モルタルの配合は、セメント:水:骨材(標準砂+オパール)=1:0.4:0.75(重量比)である。

オパール/全骨材比=0.259とし、アルカリ/オパール比=0.05以下では、低および高アルカリセメントを混合すること、及びアルカリ/シリカ比=0.0764以上では、高アルカリセメントにNaOHを加えることによって、所定のアルカリ/オパール比をもつモルタルが得られるように材料の配合割合を算定した。モルタル供試体(25.3×25.3×285.5mm)は、28日間38℃の湿気槽中において養生した後、1N, 3N及び飽和NaCl溶液に浸漬し、それぞれの供試体の時間にともなう長さ変化を測定した。

3. 実験結果及び考察

図-1は、アルカリ/オパール比=0.03のモルタルの、各濃度の溶液中における膨張量の経時変化を示したものである。28日間(湿気養生中)のモルタルの膨張は全く認められない。3N及び飽和NaCl溶液に浸漬したモルタルは、NaCl溶液浸漬直後により膨張が開始している。その後、3N NaCl溶液に浸漬したモルタルの膨張量は急激に増大するが、飽和NaCl溶液に浸漬したモルタルは、材令約60日以後膨張量に大きな変化は認められなかった。1N NaCl溶液に浸漬したモルタルの膨張はやや遅れて開始しているが、いったん膨張が開始すると膨張の進行はかなり急速であり、NaCl溶液浸漬後約60日において飽和NaCl溶液浸漬モルタルの膨張量よりも大きくなる。このことは、NaCl溶液の濃度は、NaCl溶液中に浸漬したオパール含有モルタルの膨張を引き起こす反応に影響することを示している。図-2は、アルカリ/オパール比=0.0764のモルタルの、各濃度における膨張量の経時変化を示したものである。モルタルは28日間(湿気養生中)に約0.4%程度膨張し、その後いずれの濃度の溶液中においても同じような膨張挙動を示し、濃度間で膨張量に大きな差異は認められない。図-3は、材令160日

(NaCl溶液浸漬後132日)における、各濃度に対するモルタルのアルカリ/オパール比(対数)と膨張量の関係を示したものである。1N, 3N及び飽和NaCl溶液中におけるアルカリ/オパール比のペシマム値は、それぞれ0.03, 0.04及び0.0764であり、NaClの濃度によってアルカリ/オパール比のペシマム値が異なることが分かる。この図より、全体として3N NaCl溶液に浸漬したモルタルの膨張量は、1N NaCl溶液に浸漬したモルタルの膨張量より大きく、飽和NaCl溶液に浸漬したモルタルの膨張量は、1N NaCl溶液に浸漬したものよりさらに小さくなる。また、アルカリ/オパール比の低い範囲(0.025~0.05)では、NaClの濃度によって膨張量は大きく変化しているが、アルカリ/オパール比の

高い範囲(0.0764~0.15)では、NaClの濃度による膨張量の相違はほとんど見られない。さらに図-3より明らかなように、1N及び3N NaCl溶液中に浸漬したモルタルの膨張量は、飽和NaCl溶液に浸漬したものに比べてアルカリ/オパール比に対して極めて敏感である。以上のことは、外部よりNaClが供給される実際の構造物においては、アルカリ・シリカ反応による損傷の度合は、供給されるNaClの濃度及びコンクリート中のアルカリ量により大きく変化することを示唆している。

4. 結論

濃度の異なるNaCl溶液中に浸漬したオパール含有モルタルの膨張挙動により、次のことが明らかになった。(1)濃度によってアルカリ/オパール比の

ペシマム値が異なる。(2)アルカリ/オパール比の低い範囲(0.025~0.05)では、NaClの濃度によって膨張量は大きく変化する。しかし、アルカリ/オパール比の高い範囲(0.0764~0.15)では、NaCl濃度による膨張量の相違はほとんど見られない。(3)セメント中のアルカリ量に関わらず飽和NaClに浸漬したオパール含有モルタルの膨張量は、1N及び3N NaCl溶液に浸漬したモルタルの膨張量より小さくなる。

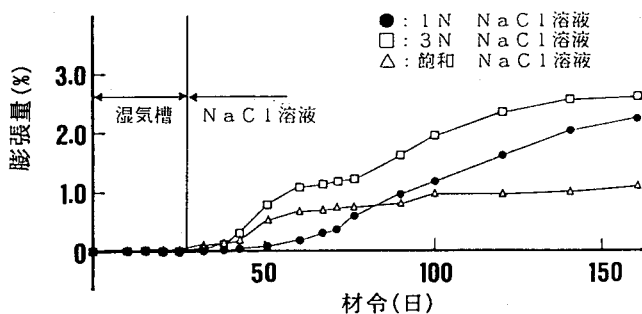


図-1 モルタルの膨張曲線(アルカリ/オパール比=0.03)

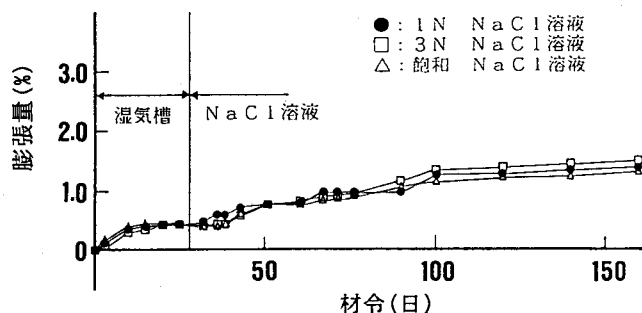


図-2 モルタルの膨張曲線(アルカリ/オパール比=0.0764)

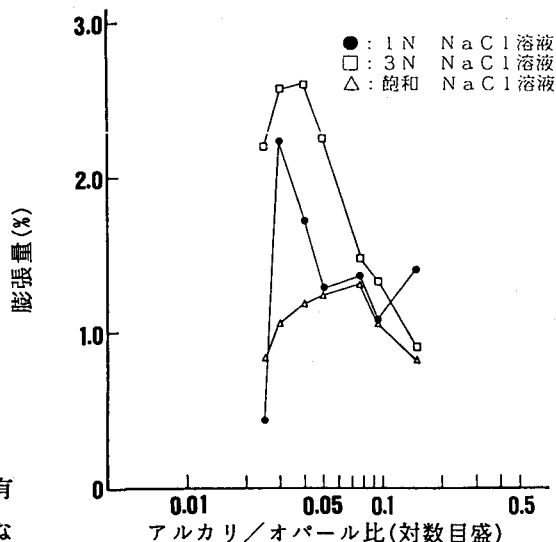


図-3 アルカリ/オパール比と膨張量の関係