

骨材の反応性評価に関する一実験

モルタルのアルカリ溶液への浸漬

鳥取大学 正会員 西林 新蔵
鳥取大学 正会員 林 昭富
鴻池組(株) 正会員 鳥飼 一吉
鳥取大学 ○学生員 今岡 伸二

1 まえがき

従来、コンクリート構造物の耐用年数は50年から100年とも、また半永久的とも考えられてきたが、近年、コンクリート構造物の早期劣化が多く見られるようになり、これが一種の社会問題化されるようになった。このようなコンクリートの劣化のうちアルカリ骨材反応による損傷は、橋脚、高速道路、擁壁などあらゆるコンクリート構造物に発生し、また、陸上のみならず、防波堤などの海洋構造物においてもこの種の損傷が報告されるに及び、海水などの外部からのアルカリの侵入の影響についても検討を加えておかなければならなかった。

そこで、本研究では、モルタル供試体を各種アルカリ溶液に浸漬し、外部から侵入するアルカリの影響について検討した。

2 実験概要

本研究に使用した骨材は、反応性骨材4種類(O, T1, T2, Q)と非反応性骨材(NT)であり、それぞれの骨材の物理的性質、化学法による反応性の評価の結果を表-1に示す。骨材の粒度分布は、ASTM C 227に準拠して調整し、供試体は JIS寸法(4×4×18cm)と、骨材(O)と(T2)については

表-1 骨材の物理的性質と化学法による結果

骨 材		比重 (%)	吸水率 (%)	化学法による結果(m mol/l)		
記号	岩石名			S c	R c	Sc/Rc
O	古銅輝石安山岩	2.55	1.81	732	177	4.14
T 1	斜方輝石安山岩	2.60	1.93	558	101	5.53
T 2	斜方輝石安山岩	2.64	1.48	301	67.5	4.46
Q	斜方輝石安山岩	2.56	1.67	384	92.8	4.14
NT	砂 岩	2.70	0.65	30	21.5	1.40

ASTM 寸法(2.54×2.54×28.5cm)の2種類を用いた。配合条件は、W/C=0.45, C/S=1/2.25であり、使用したセメントの Na₂O 当量は 0.5%である。浸漬溶液としてはNaCl, NaOH, KOH の10%溶液、海水、淡水の5水準を選び、各種溶液中での供試体の膨張挙動を調べた。また、モルタルのアルカリ含有量をNa₂O当量で0.5%と2.0%の2通りとして、外部からのアルカリの影響を検討するとともに、水中養生の効果を検討するため、Na₂O当量 0.5%のモルタルについて20℃水中に28日間養生し、強度を完全に発現させた後各溶液中に浸漬して膨張量を測定した。なお、各溶液の温度は 38 ± 1 °Cとし、3ヶ月ごとに溶液を新しく作り直した。

3 結果と考察

各溶液ごとの膨張の経時変化を図-1 (a)～(d)に示す。海水中での膨張特性を見ると、まず、非反応性骨材(NT)は全く膨張していない。これは、他の溶液中においても同様のことが言える。また全ての反応性骨材は、材令4ヶ月でほぼ膨張が収束しているようである。次に、NaCl 10%溶液では、他の溶液に比べ、材令9ヶ月で1.5～2.0倍程度大きい膨張を示し、材令7ヶ月でほぼ膨張段階は終えている。NaOH 10%溶液では、反応性骨材(O)のASTM供試体を除く全ての供試体が材令9ヶ月でも膨張段階にある。特に反応性骨材(Q)において膨張は直線的に増大する傾向が見られた。KOH 10%溶液においては、NaOH 10%溶液とほぼ同様の傾向であることがわかる。

次に、反応性骨材(O)の各溶液浸漬による膨張率の経時変化を図-2 (a)に示す。これより、全ての溶液中でASTM試験(40℃, R.H.100%)の場合よりも大きい膨張を示している。また、40℃水中浸漬とASTM試

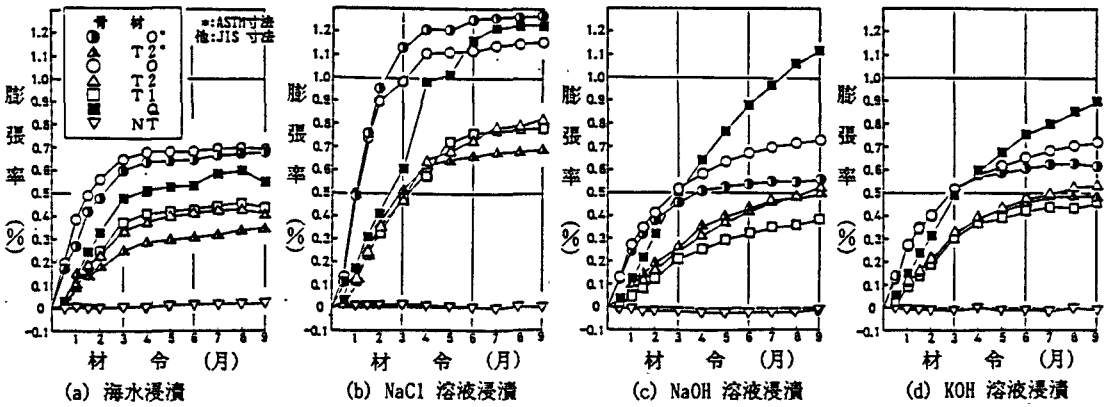


図-1 各溶液浸漬による膨張率の経時変化 (反応性骨材O JIS供試体)

験を比較すると、水中浸漬では初期に大きな膨張を呈し、材令 1.5ヶ月でほぼ膨張段階を終えるのに対し、ASTM試験では水中浸漬に比べてゆっくり膨張し、材令 6ヶ月で膨張段階を終え、その膨張量は水中浸漬の場合よりも約0.15%大きい値を示す。これらの膨張挙動は他の反応性骨材についても同様である。

以上、各溶液中での挙動を比較すると、NaCl溶液中で大きい膨張が現われるのが明らかであり、海水中においても、濃度が 3.6%と他に比べて低いにもかかわらずかなりの膨張を示すことから、Clを含む溶液は膨張を助長するものと思われる。一方、NaOH, KOH 溶液中では、材令 9ヶ月でも膨張段階にあり、OHを含む溶液では、長期にわたり膨張を持続させることになると思われる。また、水中浸漬とASTM試験との結果を比較すると、水中浸漬の場合、水分供給が十分であるので初期に大きく膨張するが、モルタル中のアルカリ分の流出や反応性ゲルの流出によって最大膨張が小さくなったものと思われる。

次に、 Na_2O 当量 0.5%のセメントを用いて製作したモルタル供試体（以下、0.5%供試体という）の各溶液中における挙動と、同じ供試体を材令 28日まで 20°C の水中養生（以下、水中養生供試体という）を行ないその後各溶液に浸漬した場合の膨張挙動の結果を図-2 (b), (c) に示す。図-2 (b)より、0.5%供試体では、海水中では膨張は生ぜず、NaCl溶液中ではNaOH, KOH 溶液に比べ遅く膨張が開始するが、その膨張は急激に大きくなるようである。また、図-2 (c)に示す水中養生供試体においては、0.5%供試体の場合の傾向とほぼ同じである。

以上、0.5%供試体においても、NaOH, KOH 溶液中では膨張し、それは材令 0.5～1ヶ月から開始し、NaCl溶液中では、骨材の種類によっては、膨張開始時期が材令 1～4ヶ月と異なるが、その後の膨張は著しい。また、海水中では材令 9ヶ月においても膨張は生じない。また、水中養生によって強度を発現させた後に溶液浸漬させた場合でも同様の傾向にあり、28日間 20°C の水中養生は膨張開始を遅らせる効果のあることが伺える。なお最大膨張量については、9ヶ月以降のデータを待たねばわからない。

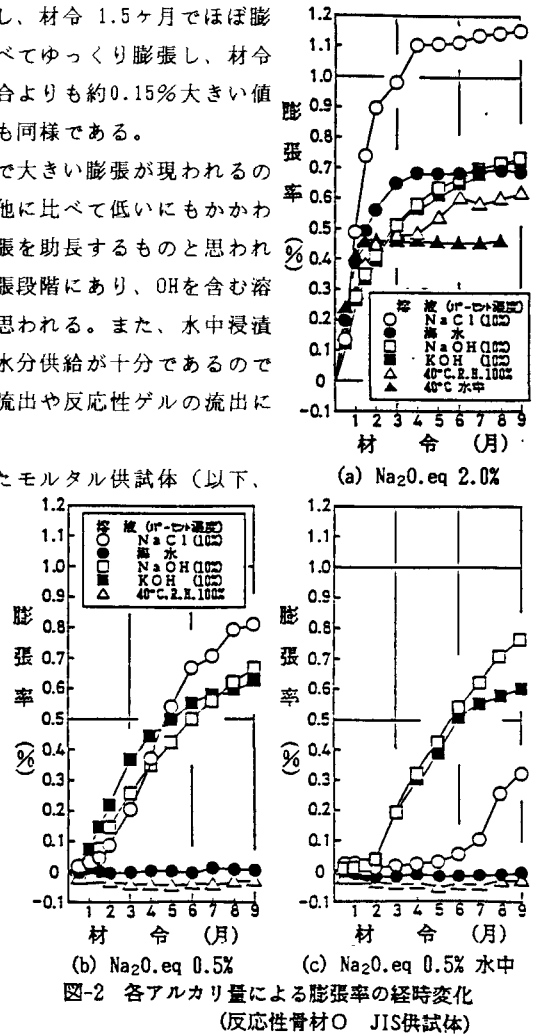


図-2 各アルカリ量による膨張率の経時変化 (反応性骨材O JIS供試体)