

オートクレーブとアルカリ溶液浸漬を併用したAAR促進試験法に関する一研究

鳥取大学大学院 学生会員 ○田邊 仁 鳥取大学 正会員 黒田 保
鳥取大学 正会員 吉野 公 鳥取大学 正会員 井上 正一

1. はじめに

骨材の反応性を極めて短期間で評価する方法として、オートクレーブ法による促進試験法がある。しかし、この試験法では、供試体の練混ぜ時にアルカリを多量添加する必要があり、そのため供試体の作製が困難となったり、アルカリ骨材反応（以下、AARと略称）以外の原因による膨張を生じる可能性のあることが懸念されている¹⁾。そこで、本研究では、練混ぜ時にアルカリを添加しないで作製したモルタル供試体をアルカリ溶液に浸漬させたままオートクレーブ煮沸処理を施す方法を提案し、オートクレーブ処理条件が処理直後の膨張率に及ぼす影響について検討を行った。

2. 実験概要

本実験に使用した骨材は、反応性骨材(T2骨材)と非反応性骨材(NT骨材)であり、使用したセメントはアルカリ量0.68%の普通セメントである。また、モルタルの配合条件は、セメント量を600g、W/C=0.50、S/C=2.25、反応性骨材混合割合を25%とした。実験方法としては、4×4×16cmのモルタル供試体を脱型後、初期長さの測定を行い、60℃の乾燥炉で24時間乾燥させた。その後、供試体を所定の濃度のアルカリ溶液に浸漬させてオートクレーブ煮沸処理を行い、処理直後の膨張率の測定を行った。実験条件としては、供試体を浸漬するアルカリ溶液をNaOH、NaCl、KOHおよびKCl溶液の4種類、各アルカリ溶液の濃度を0.5、1.0、2.0N（規定）の3水準とした。また、オートクレーブ処理条件としては処理圧力を0.05、0.10、0.15、0.20MPaの4水準、処理時間を24、48、72時間の3水準とした。さらに、比較のために60℃の乾燥炉で24時間乾燥させた後、所定の濃度のNaOH溶液に浸漬させたまま40℃、R.H.100%の保存槽に保存した供試体の膨張率の測定も行った。

3. 結果と考察

図-1および図-2に、処理圧力を0.10MPa、処理時間を24時間とした場合のオートクレーブ処理直後の膨張率とアルカリ溶液濃度との関係を示す。図-1より、0.5NのNaClおよびKCl溶液に浸漬した供試体はオートクレーブ処理直後にほとんど膨張を生じていない。また、各アルカリの陽イオンに注目すると、どの濃度の溶液においてもK⁺を持つ溶液に浸漬した供試体よりも、Na⁺を持つ溶液に浸漬した供試体の方が処理直後に大きな膨張を生じている。よって、AARの促進にはNa⁺を持つアルカリ溶液を用いる方が適していると考えられる。一方、各アルカリの陰イオンに注目すると、Cl⁻を持つ溶液に浸漬した供試体よりも、OH⁻を持つ溶液に浸漬した供試体の方が処理直後の膨張率が大きくなっている。しかし、濃度が最も高い2.0Nのアルカリ溶液では、逆にCl⁻を持つ溶液に浸漬した供試体の方が、OH⁻を持つ溶液に浸漬したものよりも処理直後の膨張率が大きくなっている。また、図-2より、NaOHおよびKOH溶液に浸漬した供試体の膨張率はアルカリ溶液濃度を2.0Nと高くしても、1.0Nの場合とほとんど同程度の値であるのに対して、NaClおよびKCl溶液に浸漬した供試体の膨張率は溶液濃度が高くなるほど大きくなっている。従って、アルカリ溶液の陰イオンの違いによって処理直後の膨張に及ぼすアルカリ溶液濃度の影響が異なることがわかる。

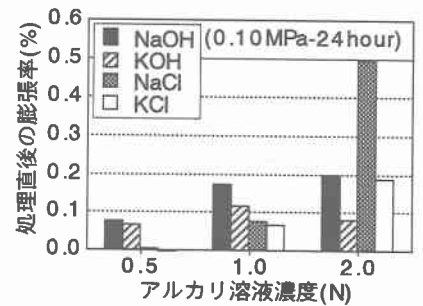


図-1 アルカリ溶液の種類と膨張率の関係

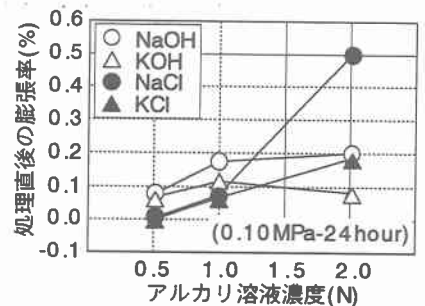


図-2 アルカリ溶液濃度と膨張率との関係

次に、オートクレーブ処理を行うにあたり、2.0Nの濃度を除く全てのアルカリ溶液濃度において他のアルカリ溶液に比べて最も大きな膨張を示したNaOH溶液を対象に、オートクレーブ処理直後の膨張に及ぼすオートクレーブ処理条件の影響について検討を行う。

図-3に、処理時間を24時間とした場合のオートクレーブ処理直後の膨張率と処理圧力との関係を示す。溶液濃度を1.0および2.0Nとした供試体の膨張率は処理圧力が高くなるにつれて直線的に増大し、両者の膨張率の増加割合はほぼ同程度である。AARは化学反応であるため、温度が高くなるほど反応が促進されると考えられる。その結果、処理圧力が高いほどオートクレーブ装置内は高温になり、AARが促進されて膨張率が大きくなったと考えられる。一方、濃度が最も低い0.5Nの溶液に浸漬した供試体の処理直後の膨張率は、0.15MPaまでは処理圧力の増大とともに大きくなるがそれ以上では膨張率はほとんど変化していない。

図-4に、アルカリ溶液濃度を1.0Nとした場合のオートクレーブ処理直後の膨張率と処理時間との関係を示す。どの処理圧力においても処理時間が長くなるとともに膨張率は増大しているのがわかる。

図-5に、0.5、1.0および2.0Nの各濃度のNaOH溶液に浸漬した供試体に対して、処理圧力を0.05MPa、処理時間を72時間とした場合のオートクレーブ処理直後の膨張率と比較用の供試体の材齢6.0ヶ月における膨張率との関係を示す。これより、両者の間には相関関係が認められ、アルカリ溶液濃度0.5~2.0Nの範囲内ではどの濃度のアルカリ溶液に浸漬した供試体においても、オートクレーブ処理直後に比較用の供試体の材齢6.0ヶ月の膨張率の約65%の値が得られた。

4. 結論

- (1) 同一アルカリ溶液濃度で陰イオンが同じ場合、 Na^+ を持つアルカリ溶液に浸漬した供試体の膨張率は、 K^+ を持つアルカリ溶液に浸漬した供試体の膨張率より大きくなる。
- (2) アルカリ溶液の陰イオンの相違によって、アルカリ溶液の濃度が処理直後の膨張率に及ぼす影響が異なる。
- (3) オートクレーブの処理圧力と膨張率との関係において、溶液濃度を0.5Nとしたもの以外は処理圧力が高くなるにつれて膨張率も増大する。また、処理時間との関係においても、処理時間が長くなるとともに膨張率も増大する。
- (4) NaOH溶液に供試体を浸漬させ、処理圧力0.05MPaで処理時間72時間のオートクレーブ処理を行った場合の処理直後の膨張率と、40℃、R.H.100%で保存した比較用の供試体の材齢6.0ヶ月における膨張率との間には相関関係が認められる。

【参考文献】

- 1) S.Diamond : ALKALI SILICA REACTIONS -SOME PARADOXES, Proceedings of the 10th International Conference on Alkali-Aggregate Reaction in Concrete, pp.3~14, 1996

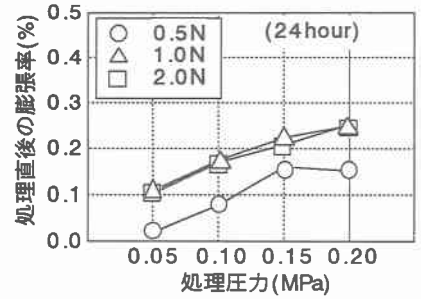


図-3 処理圧力と膨張率との関係

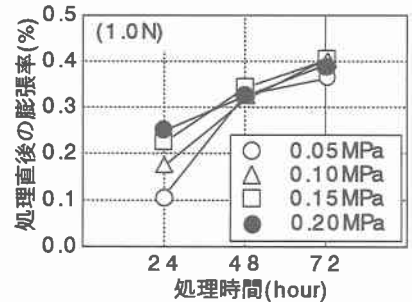


図-4 処理時間と膨張率との関係

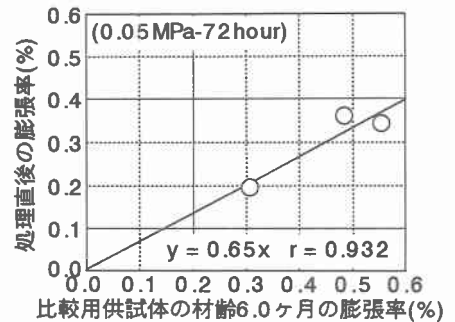


図-5 オートクレーブ処理直後の膨張率と比較用供試体の膨張率の関係