

V-100

モルタルの ASR 膨張に及ぼすオートクレーブ処理条件の影響

鳥取大学工学部 正会員 黒田 保 大阪産業大学工学部 フェロー会員 西林新蔵
 鳥取大学工学部 正会員 井上正一 鳥取大学工学部 正会員 吉野 公
 鳥取県 奥村英明

1. はじめに

アルカリシリカ反応 (ASR) は長年月にわたって進行し、コンクリート構造物にひび割れ損傷を生じさせる。従って、使用する骨材に関しては、予めそれが反応性のものであるかどうかを確認しておく必要がある。一般的に骨材の反応性の判定には数ヶ月を要するが、その中でも数時間から数日で判定を行う方法としてオートクレーブ処理を施して ASR を促進する方法が提案されている。しかし、この場合、ASR を促進するために過剰のアルカリを添加する必要がある。練混ぜ時に過剰のアルカリを添加すると、凝結時間に影響を及ぼし供試体の作製が困難となること、また、遅延型エトリンガイトによる膨脹を生じる可能性があること等の問題点が生じる。そこで本研究では、練混ぜ時にアルカリを添加する代わりに、モルタル供試体を NaOH 溶液に浸漬させてオートクレーブ処理を行う方法を試み、まず、オートクレーブ処理を行ったモルタルの ASR 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った。

2. 実験概要

本実験で使用したセメントは、アルカリ含有量が Na_2O 等量で 0.68 % の普通ポルトランドセメントで、骨材には JIS A 5308 附属書 8 のモルタルバー法で無害でないと判定された 3 種類の反応性骨材 (T1, T2 および O 骨材) と、無害と判定された NT 骨材を使用した。各骨材のモルタルバー法による試験結果を図-1 に示す。モルタルの配合は、セメント量を 600g、水セメント比を 0.5、砂セメント比を 2.25 とし、アルカリ化合物の添加は行わない。また、各反応性骨材の混合割合を 25 % および 100 % とし、O 骨材を使用した供試体に関してのみ 50 % としたものも使用した。なお、骨材の粒度は JIS のモルタルバー法に準じて調整を行った。

試験方法は、まずモルタル供試体を脱型した後に初期長さを測定し、続いて、NaOH 溶液を供試体中に浸透しやすくするために供試体を 60 °C で 24 時間乾燥させる。乾燥後、供試体を 1N の NaOH 溶液に浸漬させた状態で、所定の処理圧力と処理時間でオートクレーブ処理を行い、処理直後の膨張率を測定した。なお、処理圧力は 0.05、0.10、0.15、0.20MPa の 4 水準、処理時間は 8、16、24、48 時間の 4 水準とした。さらに、それらの供試体を 40 °C、R.H.100 % の条件で保存してオートクレーブ処理後の膨張率の経時変化を測定した。また、比較のために、各骨材を用いた供試体を 60 °C で 24 時間乾燥させてから、1N の NaOH 溶液に 24 時間浸漬した後、溶液から取り出して 40 °C、R.H.100 % の条件で保存した供試体（以下、比較供試体と称す）の膨張率の経時変化を測定した。なお、長さ変化の測定は、供試体温度が 20 °C となるように、供試体を 20 °C の恒温室に 24 時間静置してから行った。

3. 実験結果および考察

図-2 および図-3 に、T1 骨材を使用した供試体（以下 TI 供試体と称す）と O 骨材を使用した供試体（以下 O 供試体と称す）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処理時間別に示す。なお、各供試体の反応性骨材混合割合は 25 % である。図-2 より処理圧力を 0.05MPa とした場合には、処理時間 16 時間以下ではオートクレーブ処理直後にほとんど膨脹を生じておらず、同一の処理圧力下では、処理時間を長くするほど処

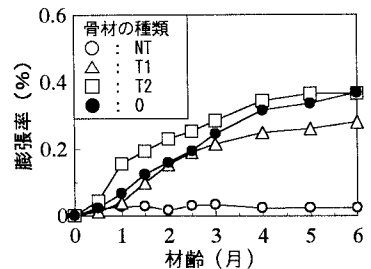


図-1 モルタルバー法による試験結果

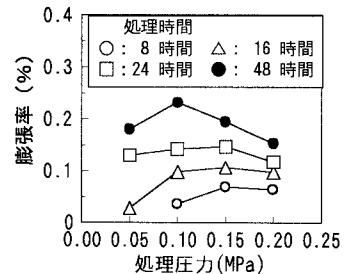


図-2 オートクレーブ処理直後の膨張率と処理圧力の関係 (T1骨材：反応性骨材混合割合25%)

理直後に大きな膨張を生じることがわかる。また、処理時間を24時間以下とした場合には、0.15MPaまでは処理圧力の増大とともに処理直後の膨張率は大きくなるが、0.20MPaとした場合の膨張率は0.15MPaの場合とほぼ同程度かあるいは、若干低下する傾向にある。そして、処理時間を48時間とすると、処理圧力を0.10MPa以上とした場合に、処理圧力の増大とともに処理直後の膨張率は小さくなることがわかる。この傾向はT2骨材を使用した供試体においても同様に認められた。一方、図-3よりO供試体に関しては、処理圧力を0.10MPa以上とすると、いずれの処理時間においても、処理圧力の増大に伴い処理直後の膨張率は減少する傾向にあり、処理圧力に関して膨張率が最大となるベシマム値が存在することがわかる。従って、骨材の種類によっては処理圧力を大きく設定した場合に膨張を小さく見積もる可能性があり、本実験の範囲内では処理圧力を0.10MPaとするのが適当であると考えられる。また、いずれの処理圧力とした場合においても処理時間を長くするほど大きな膨張を生じているが、図-4の無害と判定されているNT骨材を使用した供試体の膨張率と処理圧力の関係を見ると、処理圧力0.10MPaで48時間のオートクレーブ処理を行った場合、図-1に示すモルタルバー法における膨張よりも若干大きな膨張を生じていることがわかる。従って、処理時間を長くし過ぎるとASRによる膨張以外の膨張を生じる可能性があるため、処理時間は24時間とすることが適当であると考えられる。

次に、図-5および図-6に、処理時間を24時間および48時間としてオートクレーブ処理を行ったT1供試体を、40℃、R.H.100%の環境下で保存した場合の膨張率の経時変化を処理圧力別に示す。また、オートクレーブ処理を行わない比較供試体の膨張率の経時変化についても同時に示す。図-5より、処理時間を24時間とした場合、オートクレーブ処理直後（保存期間0ヶ月）の膨張率はいずれの処理圧力の場合においてもほぼ同程度の値であるが、オートクレーブ処理以降の膨張率は処理圧力が大きく

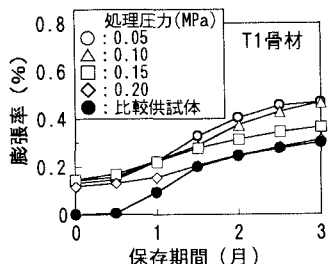


図-5 オートクレーブ処理後の膨張率の経時変化（処理時間：24時間）

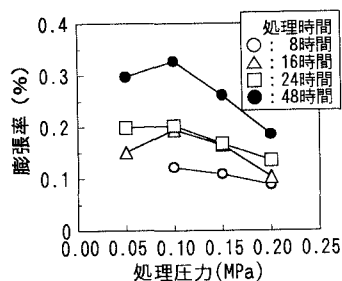


図-3 オートクレーブ処理直後の膨張率と処理圧力の関係（O骨材：反応性骨材混合割合25%）

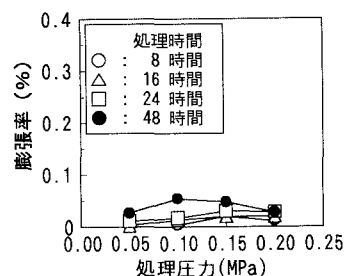


図-4 オートクレーブ処理直後の膨張率と処理圧力の関係（NT骨材）

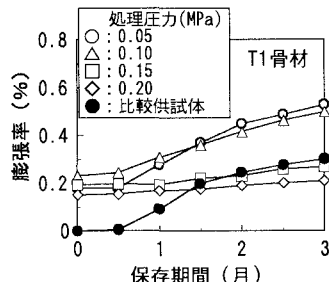


図-6 オートクレーブ処理後の膨張率の経時変化（処理時間：48時間）

なるほど小さくなることがわかる。この傾向は、図-6の処理時間を48時間とした場合にさらに顕著に現れ、特に0.15MPa以上の圧力でオートクレーブ処理を行った供試体の膨張率は、比較供試体よりも小さくなる。この傾向は、他の骨材を使用した供試体に関しても認められた。

以上の結果より、処理圧力を大きく、処理時間を長くし過ぎることは好ましくなく、本研究の範囲内においては、処理圧力0.10MPa、処理時間24時間が最適な処理条件であると考えられる。そこで、図-7に、各骨材を100%使用した供試体と、O骨材に関して反応性骨材混合割合を25%および50%とした供試体に対して、0.10MPaの圧力で24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、JISモルタルバー法の材齢6ヶ月における膨張率との関係を示す。図より、両者の間には比較的高い相関関係があり、0.10MPaの圧力で24時間のオートクレーブ処理を行った場合、処理直後にモルタルバー法の材齢6ヶ月における膨張率の30%に相当する膨張率が得られることがわかる。

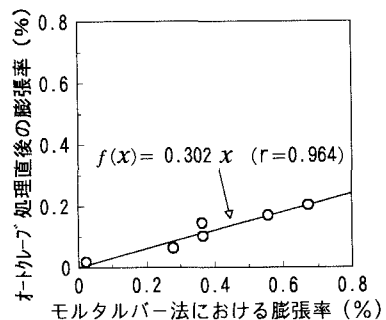


図-7 オートクレーブ処理直後の膨張率とモルタルバー法の材齢6ヶ月における膨張率との関係