

コンクリートの暴露保存下のASR膨張特性について

鳥取大学工学部 正員 西林新蔵

鳥取大学工学部○正員 王 鉄成

鳥取大学工学部 正員 林 昭富

鳥取大学工学部 正員 吉野 公

1. まえがき

アルカリ骨材反応によるコンクリートの膨張特性には、反応性骨材の混合割合によるベシマム値が存在し、しかも細骨材に反応性骨材を使用すると、反応性粗骨材単味の場合よりも膨張量が著に大きくなることが確認されている。これらの現象は、早期に膨張挙動が現われるための促進保存条件（40℃、R.H.100%）下のコンクリート供試体による試験結果から得られたもので、より実際に近い暴露試験の結果からはこの現象はほとんど検討されていない。また、アルカリ量などの違いによる暴露コンクリート供試体の膨張特性が、実験室での促進保存などのコンクリートのそれとどのように異なるかの研究はあまり多くない。

本研究は反応性細骨材を使用し、山陰地域の鳥取で自然暴露した場合のコンクリートの膨張特性（以下暴露コンクリートという）を検討するとともに、40℃保存とオートクレーブ処理したコンクリートのそれと比較、検討するものである。

2. 実験概要

表-1 実験計画

コンクリートは、非反応性粗骨材および反応性細骨材を使用し、実験計画を表-1に示す。調整用添加アルカリ化合物NaOHを練混ぜ水

反応性細骨材	T2	セメント中アルカリ量(eq.Na ₂ O%)	0.43
非反応性粗骨材	NT	添加アルカリ	NaOH
単位セメント量(kg/m ³)	350*, 450	全アルカリ量(eq.Na ₂ O%)	1.0, 1.5, 2.0, 2.5
スランブ(cm)	12~15	供試体寸法(cm)	10×10×40, 7.5×7.5×40*
試験条件	40℃保存、暴露保存、オートクレーブ処理*,		
測定項目	長さ変化、動弾性係数、ひびわれのパターン		

（水道水）に溶して使用する。コンクリートの供試体は打設翌日に脱型し、乾燥状態で初期値を測定し、それ以降、20℃水中に保存し、24時間後、湿潤状態で初期値を測定した後、暴露場に置き暴露保存を行う。材令0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, 3ヶ月、それ以降は1ヶ月ごとに乾燥状態および湿潤状態でコンクリートにおける劣化の進行およびその程度の測定を行う。

3. 結果および考察

図-1にアルカリ量別の暴露コンクリートと40℃保存のコンクリートの膨張量の経時変化を示す。これらの図より、暴露コンクリートの場合には、40℃保存のものより膨張の進展は遅くなり、各膨張曲線を見ると、緩慢-急激-緩慢-急激のタイプとなり、2回の急激な膨張の段階のあることがわかる。その材令と季節を調べると、高温と降水量から夏期は膨張が速く、冬期は膨張が遅くなることが考えられる。40℃保存のコンクリートの場合には、温度と湿度は一定で、材令3ヶ月までの間に急激に膨張が現われるが、3ヶ月以後は、膨張は速くなることが認められる。また、乾燥、湿潤状態で測定した暴露コンクリートの膨張量の経時変化曲線はほぼ同じ傾向にあり、乾燥、湿潤状態による膨張量の差も微小であるので、暴露保存の場合の膨張量に及ぼす測定時の含水状態の影響はほとんどないと考えられる。

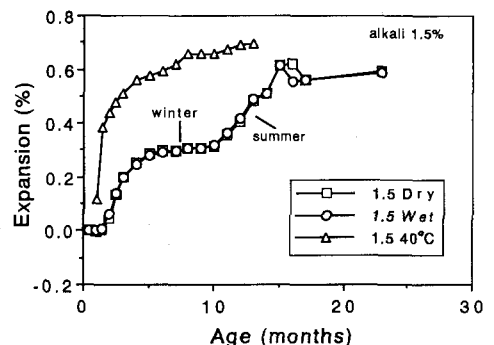


図-1 膨張量の経時変化

図-2に乾燥状態で測定した暴露コンクリートの膨張量の経時変化を示す。ここで、乾燥状態は測定するとき供試体を恒温室に(20℃, R.H. 80%)入れて24時間後の状態である。図より、アルカリ量の増加に伴って膨張量も増大し、これらのコンクリートはいずれも材令16ヶ月以後に大きい膨張量が現われ、アルカリ量2.0%で、最大膨張量は0.7%程度となる。

相対動弾性係数と膨張量との関係を図-3に示す。図より、膨張量が大きくなるとともに動弾性係数が低下し、劣化が進行したことになる。材令0.5ヶ月の動弾性係数を100%とすると、動弾性係数の低下はアルカリ量によって少し異なるが、その値が15%程度低下、すなわち、相対動弾性係数が85%前後となると有害膨張量(0.1%)が発生したことになると思われる。

暴露保存と40℃促進保存とオートクレーブ処理後の場合のアルカリ量と膨張量との関係を図-4に示す。上記の3種類の場合の比較より、40℃保存の場合、アルカリ量の増加に伴って膨張量が増大するが、アルカリ量2.0%で最大膨張量が現れ、ベシマムアルカリ量が存在することが認められる。オートクレーブ処理の効果を見ると、処理後の膨張量の発現はアルカリ量の大きさに伴って変化し、アルカリ量1.5%以上で膨張が現われ、アルカリ量2.0%で処理後の膨張量が最大膨張量の約1.0%に達し、アルカリ量2.5%で最大膨張量の約35%になることがわかる。また、暴露の場合、膨張は緩慢に進展する特性をもつため、アルカリ量2.0%までは、アルカリ量の増加に伴って膨張量が増大するが、40℃保存の場合と同様に、ベシマムアルカリ量が2.0%にあることを判断する。

4. まとめ

暴露コンクリートでは乾燥と湿潤状態で測定した膨張量は大差はないことが認められた。温度と降水量の影響で、暴露コンクリートの膨張は緩慢-急激-緩慢-急激のタイプになり、夏期は膨張が速く、冬期は膨張が遅くなることが考えられる。また、暴露コンクリートは材令16ヶ月頃から急速に膨張が進展する傾向がある。相対動弾性係数の限界値を85%程度に採り、この値以下になると、0.1%以上の有害膨張が発生すると考えることができる。

40℃保存の場合、アルカリ量の増加に伴って膨張量が増大するが、ベシマムアルカリ量が2.0%となる。暴露の場合には、膨張は40℃とオートクレーブ処理とのそれよりも緩慢に進展する特性をもつため、アルカリ量2.0%までは、アルカリ量の増加に伴って膨張量が増大するが、40℃保存の場合と同様に、ベシマムアルカリ量は2.0%にあると判断される。

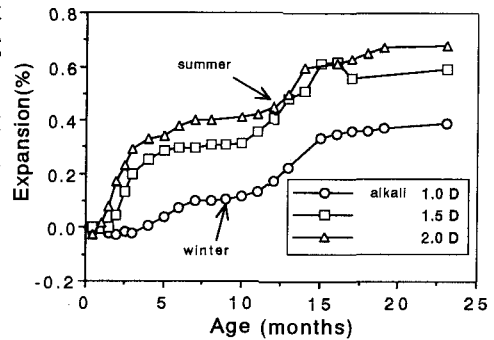


図-2 膨張量の経時変化(乾燥試験)

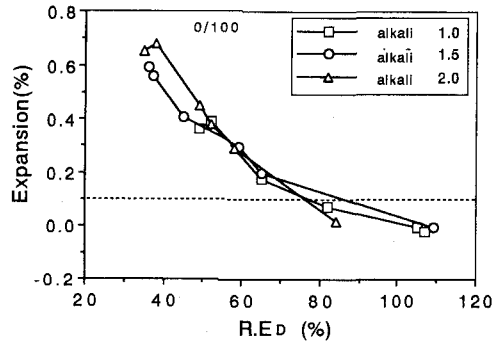


図-3 相対動弾性係数と膨張量との関係

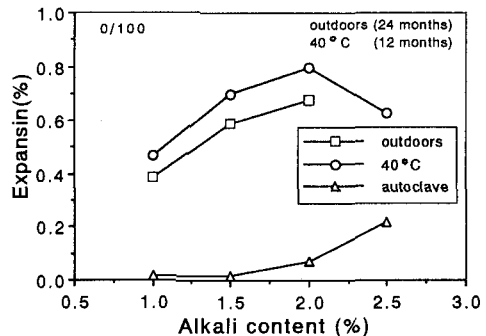


図-4 暴露、40℃保存とオートクレーブ処理によるアルカリ量と膨張量との関係