

AARにおけるベシマム現象に及ぼす要因について

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
広島県庁 高橋 修

1. まえがき

ベシマム現象はアルカリシリカ反応による膨張挙動において、最も特徴的な現象の一つである。とくに資源の有効利用の観点からすれば、やむをえず反応性骨材を使用しなければならない事態が起こることを十分考えておかねばならない。非反応性骨材に反応性骨材を混合すると、膨張量が最悪となる混合割合が現われてくる。これをベシマム現象あるいはベシマム値と称しているが、この現象において、アルカリ量と反応性シリカ量の関係が重要である。この他に反応性骨材の種類、混合割合、総表面積（粒度）、水セメント比、温度などによって、ベシマム値が異なる。このような種々の要因が複雑に関係合っているためのベシマム現象には不明確の点が多く残されている。

表-1 実験計画

本研究は、反応性粗、細骨材を組合わせたコンクリートと普通セメントの一部を高炉スラグ微粉末で置換したコンクリートにおけるベシマム量およびそれに及ぼすアルカリ量の影響を検討せんとするものである。

2. 実験概要

実験計画表を表-1に示す。セメントは普通ポルトランドセメントで、混和材は高炉スラグ微粉末で、供試体記号は、（反応性粗、細骨材の割合）-（スラグの置換率）-（総アルカリ含有量）で示す。

試験条件	反応性粗骨材	T2	セメントのアルカリ量 (eq. Na ₂ O%)	0.42, 0.5
	非反応性粗骨材	NT	添加アルカリ	NaOH
	反応性細骨材	T2	全アルカリ量 (eq. Na ₂ O%)	0.75, 1.0, 1.5
	非反応性細骨材	NS		2.0, 2.5
	配合条件	単位セメント量 (kg/m ³)	高炉スラグ置換率 (%)	0.50, 70
			反応性骨材混合割合 (%)	0.50, 100
	条件	スランブ (cm)	12-15	保存条件
	供試体寸法 (cm)	10 × 10 × 40		
測定項目		長さ変化、動弾性係数、ひびわれの写真撮影、トラバース法		

3. 結果と考察

3.1 反応性骨材の混合割合の影響

図-1、図-2に反応性骨材の混合割合別の膨張量の経時変化を示す。図-1より、アルカリ量 1.5%、100/100 のコンクリートの場合、材令 3 ヶ月までは反応性骨材量、つまり表面積が大きいため、反応性シリカはアルカリ成分と急激に反応して膨張量は速く現われる。しかし、3 ヶ月以降は、膨張量の増加は緩慢になるが、これはセメント中のアルカリ成分が早期の反応によって消費されたためと考える。100/0 のコンクリートの場合は、初期の膨張は遅く、かつ小さいが、3 ヶ月以降においては、急激に膨張して膨張量が大きくになる。これらのコンクリートはいずれも 3 ヶ月頃に 0.1%以上の膨張量が認められた。図-2より、細骨材に反応性骨材を使用したコンクリート（0/100）の場合、材令 6 ヶ月において、0.6%以上の大きい膨張量が現われた。また、反応性細骨材を使用したコンクリートにおいては、反応性粗骨材量の増加にともなって反

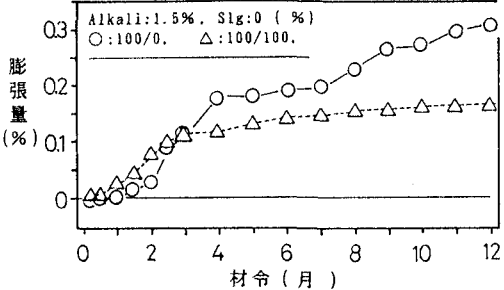


図-1 膨張量の経時変化

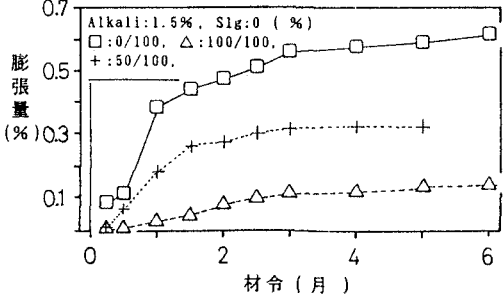


図-2 膨張量の経時変化

応によって生成したゲル量が低減し、膨張量も少なくなることが認められた。これは粗骨材量の増加とともに、反応に関与する骨材の総表面積が増え、反応が急激に進行し、コンクリート中のアルカリ量が速く消費されたためと考えられる。

3. 2 アルカリ量の影響

図-3にはアルカリ量と膨張量との関係を示す。図より、アルカリ量の増加にともなって膨張量も増えることが認められる。特に、アルカリ量 1.7%以下では、100/100 のコンクリートの膨張量は 100/0

よりやや低い、アルカリ量 1.7%以上では、100/100 の膨張量がやや大きくになることが認められる。これは 100/100 の場合、反応性骨材の総表面積が大きく、低アルカリ量（1.7%以下）では、反応によってアルカリ量が速く消費されるが、アルカリ量の増加にともなって（1.7%以上になると）反応に寄与するアルカリ量が十分に存在し、膨張量が大きくなると考えられる。

3. 3 高炉スラグの混入による影響

高炉スラグ置換率50%のコンクリートにおける膨張量の経時変化を図-4と図-5に示す。図-4より、アルカリ量 1.5%の場合、100/0、100/50、100/100のコンクリートの膨張量はいずれも 0.1%以下である。一方、反応性粗骨材を使用したコンクリートにおける膨張量は、反応性細骨材の増加にともなって増大するが、100/100のコンクリートの膨張量は 100/50 のそれよりも小さいが、これは 100/100 の場合、反応の進行とともにアルカリ量が速く消費されたと考えられる。

図-5より、スラグ置換率50%のコンクリートの膨張量は、スラグを置換しないコンクリートのそれよりも、材令 6 ヶ月で、平均65%低減することが認められた。また、スラグを置換すると、反応性細骨材を使用したコンクリートにおける膨張量も、反応性粗骨材の混合割合の増加にともなって減少することが確認された。図-4と図-5より、膨張量の大きさは 0/100、50/100、100/50、100/100、100/0の順になり、混合割合による膨張量が最大になるベシمام量（0/100の場合）の存在が確認された。

4. まとめ

- (1) 反応性骨材の混合割合によるベシمام量がコンクリートの試験によって確認され、反応性細骨材を使用した場合（0/100）に膨張量は最大で、その膨張量は反応性粗骨材の増加にともなって低減される。
- (2) アルカリ量が反応性骨材の混合割合によるベシمام量に影響を及ぼし、この場合、アルカリ量 1.7%前後、100/100 と 100/0 のコンクリートの膨張特性に及ぼす影響があることが確認された。
- (3) 50 %の高炉スラグを置換すると、膨張量が著しく低減され、反応性骨材の混合割合によるベシمام現象も存在する。反応性細骨材だけを使用したコンクリートの膨張量は他の場合よりも、大きくになることが認められた。

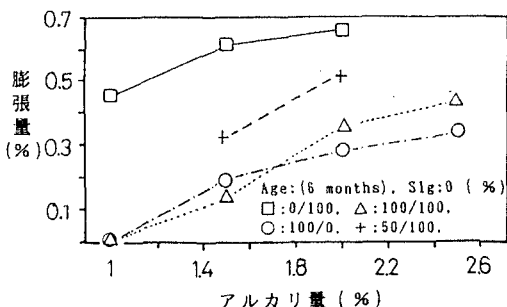


図-3 膨張量とアルカリ量との関係

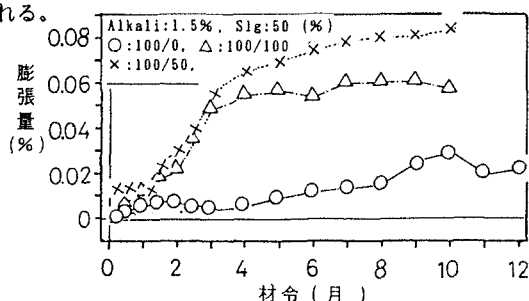


図-4 膨張量の経時変化

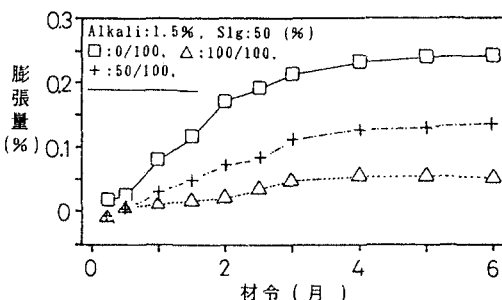


図-5 膨張量の経時変化