

ASRを生じたコンクリートの膨張及び諸特性について

岐阜大学大学院 学生員 棚橋和夫
岐阜大学 正会員 小柳 治

岐阜大学 岩永武士
岐阜県生コン工組 浅野幸夫

1・研究目的

アルカリ骨材反応（ASR）による膨張ひびわれを生じて損傷したコンクリート構造物の安全性を検討する上で、ASRによる損傷を生じたRC部材の力学的特性を実験的に検討するため、ASRによりコンクリートが著しい膨張を生ずる条件を求める必要が生じた。そのため、第一段階として行ったモルタルバー法による試験結果⁽¹⁾をもとに、第二段階として、反応性骨材を用いたコンクリートにおいて、骨材の組み合わせおよびアルカリ添加量によるコンクリートの膨張および物性変化について、膨張率、動弾性係数および超音波伝播速度等を測定することによって検討することとした。

表-1 骨材の組み合わせおよびアルカリ添加量

配合	反応性骨材		全アルカリ量(%)
	細骨材	粗骨材	
A	2.0%(10%)	2.0%(10%)	0.65, 1.0, 1.8, 2.4, 3.0
B	—(0%)	2.0%(10%)	0.65, 1.8, 2.4, 3.0
C	2.0%(10%)	—(0%)	0.65, 1.8, 2.4, 3.0

2・実験概要

骨材の組み合わせおよびアルカリ添加量を表-1に示す。骨材の組み合わせは、粗、細骨材ともに反応性骨材を混合したAシリーズ、細骨材は非反応性、粗骨材は反応性骨材を用いたBシリーズ、細骨材は反応性、粗骨材は非反応性骨材を用いたCシリーズの3種類で、それぞれ細骨材、粗骨材中に質量比で20%の反応性骨材を混合している。よって、骨材の組み合わせ上、AシリーズはB、Cシリーズに比べ全骨材に対する反応性骨材量が2倍となっている。また、アルカリ添加量は、全アルカリ量が0.65, 1.0(Aシリーズのみ)、1.8, 2.4, 3.0%となるようにアルカリを添加した。

使用した骨材は、反応性骨材として、細骨材には高原川産の砂、粗骨材には高原川産の砂利(25mm~5mm)と、角閃安山岩を20~5mmの粒径にしたものを混合して用いた。非反応性骨材には、細骨材に根尾川産の砂、粗骨材に揖斐川産の砂利を用いた。これらの骨材については、JIS A 5308 付属書7の化学法と、付属書8のモルタルバー法によって、その反応性をあらかじめ検討した。セメントは、普通ポルトランドセメント($R_0=0.65$)、添加アルカリには、亜硫酸ソーダ($\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)を用いた。各シリーズの示方配合を表-2に示す。

供試体は、膨張率測定用の10x10x40cmの角柱供試体を各3本、強度試験用のφ10x20cmの円柱供試体を3材令につき各3本作成した。供試体は、脱型後塩化ビニルパイプで底上げにし下部に水をはったポリケースに入れたまま、恒温室(温度40℃、湿度95%)で養生し、膨張を促進させた。

測定項目は、10x10x40cmの角柱供試体を用い、膨張率、動弾性係数、超音波伝播速度および質量変化を初期材令では、2週間ごと、その後は適時に測定を行った。また、圧縮強度を21, 91, 365日の3材令で測定した。

表-2 示方配合

シリーズ	S/a (%)	V/c (%)	単位量(kg/m ³)					AE剤 (%)	
			W	C	S	G			
						内訳	合計		
A	45	50	170	340	反応	反応	安山岩	994	0.025
					807	845	149		
B	45	50	170	340	非反応	反応	安山岩	994	0.025
					789	845	149		
C	45	50	170	340	反応	非反応	非反応	998	0.025
					807	599	399		

3・試験結果

3・1 膨張率測定試験結果

各シリーズの材令1年までの膨張率測定試験結果を図-1~3に示す。各シリーズともに、全アルカリ量0.65%およびAシリーズの1.0%の場合は、ほとんど膨張していないが、全アルカリ量が1.8%以上では、材令と共に膨張率は増加していき、150~200日あたりから膨張率の増加が減少する傾向にある。また、各シリーズのアルカリ添加量ごとに比較すると、B<C<Aの順で膨張率が大きくなっている。また、各シリーズともに、アルカリ添加量の増加にともない、膨張率も増加し、アルカリ添加量が3.0%の場合が最大膨張率となっており、Aシリーズで約0.9%、Bシリーズで約0.3%、Cシリーズで約0.8%となっている。しかしながら、Cシリーズにおいては、全アルカリ量が1.8%と2.4%がよく似た膨張特性を示し、両者ではアルカリ添加量による違いは見られなかった。また、AとCシリーズでは膨張率にそれほど大きな違いがみられないが、AとBシリーズでは、Aシリーズの方が膨張率も非常に大きく、膨張が進行していく時期も早い。これらの結果から、コンクリートのASRによる膨張特性には、粗骨材よりも細骨材の影響が大きかった。なお、大きな膨張量を得ることができ、アルカリ添加量によって膨張をある程度制御できる反応性

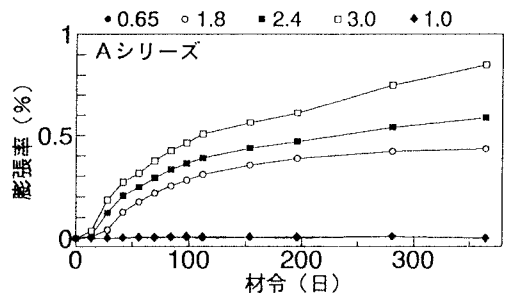


図-1 Aシリーズ膨張率測定結果

骨材の組み合わせには、Aシリーズが適当と考えられる。

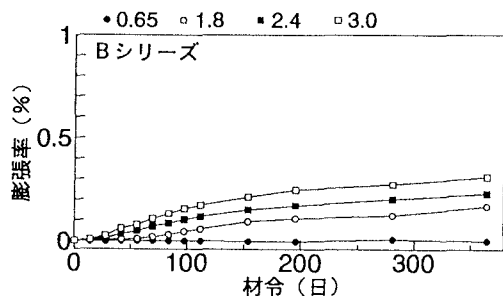


図-2 Bシリーズ膨張率測定結果

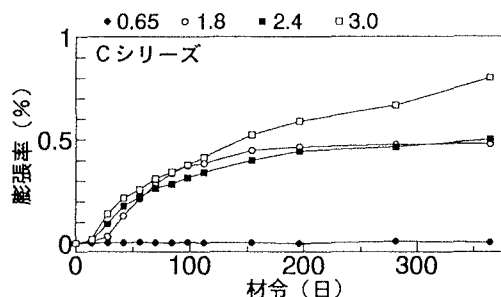


図-3 Cシリーズ膨張率測定結果

3・2 動弾性係数および超音波伝播速度測定試験結果

図-4、5にAシリーズの動弾性係数(E_d)および超音波伝播速度(v)の結果を示す。全アルカリ量0.65%およびAシリーズの1.0%の場合は、材令とともに E_d 、 v も増加していき、その後は、ほぼ一定の値となっているが、アルカリ量が大きい場合は、材令14日まで増加した後、材令70日まで急激に減少し、その後は、ほぼ一定の値になっている。膨張率との関係で見ても、膨張率が0.1%~0.2%までの間で E_d 、 v ともに大きく減少し、その後、膨張率が大きくなっても大きな変化はみられない。この傾向は、B、Cシリーズにおいても同様である。これは、ひびわれ発生後、ひびわれにゲルが詰まったことが原因であると考えられる。この結果から、ASRの診断方法として用いられる動弾性係数および超音波伝播速度の測定は、コンクリートにひびわれがある程度発生するまでは有効であるが、ひびわれがある程度発生した後にゲルによりひびわれが塞がれたりすると、膨張が進行しても大きな変化は見られないため、これらの値による判定は必ずしも有効ではない場合がある。

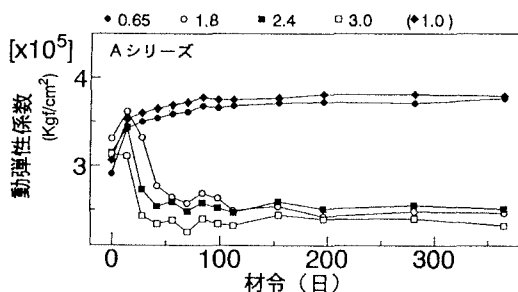


図-4 Aシリーズ動弾性測定結果

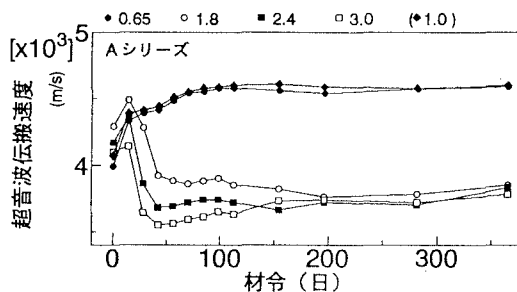


図-5 Aシリーズ超音波伝播速度測定結果

3・3 圧縮強度測定結果

図-6にAシリーズの圧縮強度を示す。圧縮強度は、アルカリ添加量が増加するにしたがって低下する傾向にある。また、全アルカリ量0.65%以外は、ひびわれ発生のため材令91日で強度が低下しているが、材令365日では、また増加している。これも、動弾性係数などと同様に、発生したひびわれにゲルが詰まり強度が増加したのではないかと考えられる。

4・まとめ

- (1) 膨張には、反応性骨材量が同じであれば、細骨材の方が粗骨材より影響が大であった。
- (2) ASRの診断方法としての動弾性係数、超音波伝播速度の測定は、コンクリートにひびわれがある程度発生するまでは有効であるが、ひびわれがある程度発生した後は、これらの値による判定は必ずしも有効ではない場合がある。
- (3) 大きな膨張量を得ることができ、アルカリ添加量によって膨張をある程度制御できる反応性骨材の組み合わせには、Aシリーズが適当と考えられる。

【参考文献】

- (1) 松井祐一、長瀬道雄、小柳治、浅野幸夫「アルカリ種別とアルカリ量による反応性骨材を用いたモルタルの特性について」コンクリート工学年次報告集、Vol. 16、No. 1、1994