

一軸拘束コンクリートにおけるアルカリ骨材反応の膨張特性

鳥取大学
正会員
西林新蔵

摂南大学
正会員
矢村 潔

鳥取大学
学生員
○橋本義信

三井建設
正会員
田中修一

1. まえがき

鉄筋コンクリート構造物にアルカリ骨材反応が生じた場合、鉄筋による拘束はコンクリートの膨張を機械的に拘束するだけでなく、反応のメカニズムそのものにも影響を与えるものと考えられる。従って、劣化の進行過程も無拘束のコンクリートと異なることが予想される。このような観点から、本研究では鉄筋コンクリート部材を単純にモデル化した一軸鉄筋拘束供試体について、拘束鉄筋比、保存条件等を変化させて、コンクリートあるいは部材としての劣化の進行に及ぼす影響について実験的に検討することを目的とする。

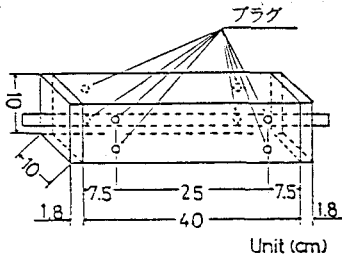
2. 実験概要

表-1 実験計画

本実験で使用した粗骨材は、鳥取県産の反応性骨材（T2）と非反応性骨材（NT）である。また、細骨材は非反応性の河口砂と砂丘砂を混合し粒度調整した混合砂（NS）である。セメントは普通ポルトランドセメントで、アルカリ含有量がNa₂O当量で0.47%のものをを用いた。添加アルカリ化合物は、試薬一級のNaOHで、これを練混ぜ水に加えて使用した。鉄筋は、異形棒鋼（SD35）で、φ10、φ13、φ16mmのものを使用した。

試験条件	骨材	反応性粗骨材	T2	セメントのアルカリ量 (%)	0.47	
		非反応性細骨材	NS	添加アルカリ化合物	NaOH	
	配合	単位セメント量 (kg/m³)	450	反応性骨材混合割合 (%)	0.100	
		スランブ (cm)	12~15			
主要因	供試体寸法 (cm)		10×10×40			
	拘束鉄筋比 (%)		0	0.71	1.27	1.99
	全アルカリ量 (Na₂O当量%)		0.5	1.5	2.0	
	保存条件		40℃, R.H. 100% 20℃, R.H. 100%			

実験計画を表-1に示す。本実験で使用した一軸拘束供試体は、図-1に示すような鋼板と異形鉄筋を溶接したものに直接コンクリートを打設したものである。ひずみの測定は、コンクリートの表面に貼付したプラグ間の距離をホイットモア型ひずみ計で計り、あわせてひびわれの進展状況のスケッチも行なった。また、材令5ヶ月で各々の条件で一本の供試体について鉄筋の軸方向に5 tonfの載荷を行ない、静弾性係数を求めた。



3. 結果と考察

それぞれの条件における膨張率の経時変化を図-2に示す。40℃保存の場合、アルカリ量2%の無拘束供試体では、0.5ヶ月で膨張を開始し現在まで膨張が継続している。一方、拘束供試体では、膨張の開始はほぼ同時であるが膨張の増加の程度は非常に小さく、4~5ヶ月からほぼ膨張率が一定となる傾向にある。アルカリ量1.5%では、膨張の開始が2%のものよりも約1ヶ月遅れるが膨張傾向は同じである。次に20℃保存の場合、アルカリ量2%では拘束供試体、無拘束供試体とも材令3ヶ月で膨張を開始し、膨張の増加割合も40℃保存に比べて小さい。アルカリ量1.5%では、拘束供試体、無拘束供試体とも膨張を示していない。材令5ヶ月における各供試体の膨張率と拘束鉄筋比の関係を図-3に示す。この図における膨張率は、全膨張率から弾性変形分を差し引いた純膨張率で表わしている。この図より、いずれの条件でも拘束鉄筋比が大きくなるにつれて膨張が小さくなり、わずかの拘束で膨張は大幅に抑制されることがわかる。

材令5ヶ月におけるコンクリートの静弾性係数と拘束鉄筋比の関係を図-4に示す。本実験と同程度の配合で非反応性の骨材を使用した場合、静弾性係数は4.5×10⁵ kgf/cm²程度であるので、どの条件でもかなり

低下しており、その低下の程度は拘束鉄筋量
 が大きいほど小さく、20℃保存の方が鉄筋量
 の違いによる静弾性係数の変化が小さい。また、
 拘束鉄筋量が少ない領域では、40℃保存
 の方が静弾性係数の低下が大きい、拘束鉄
 筋量が多い領域では逆の結果となっており、
 膨張率と静弾性係数では傾向が異なってい
 る。このことは、膨張量だけで劣化の程度を
 評価することに問題があることを示してい
 る。材令5ヶ月における40℃保存、アルカリ
 量2%の各供試体のひびわれ状況を図-5に
 示す。無拘束供試体ではひびわれはランダム
 な方向に発生しており、いずれの供試体にお
 いても打設面にひびわれが最も多く、他の3
 面はほぼ同程度である。また、拘束鉄筋比が
 大きくなるに従って、ひびわれ本数が減少す
 るとともに、拘束鉄筋軸に沿ったひびわれが
 卓越してくる傾向が見られる。

4. まとめ

(1) 鉄筋によって拘束された場合、膨張の
 開始時期は無拘束の場合とほとんど差はない
 が膨張の進行の程度は遅く、比較的早い時期
 に定常となる。少ない鉄筋量でもこの傾向は
 顕著に現われ、拘束鉄筋量の違いによる差は
 比較的小さい。

(2) アルカリ量は膨張の開始時期に影響を
 及ぼすが、それ以降の膨張の進行過程はほぼ
 同じである。

(3) アルカリ骨材反応による静弾性係数の
 低下は拘束が大きいほど小さくなる。しかし
 この差は保存温度によって異なり、鉄筋量が
 少ない場合40℃保存の低下が大きい、鉄筋
 量が多くなると20℃保存の方が低下が大き
 くなる。

(4) 鉄筋量が多くなるに従ってひびわれ本
 数が減少すると共に鉄筋軸に沿ったひびわれ
 が卓越してくる。

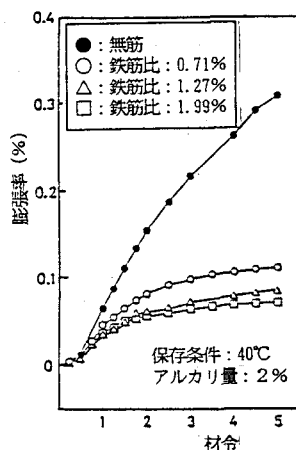


図-2 膨張率の経時変化

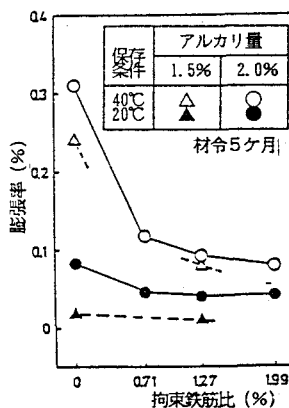
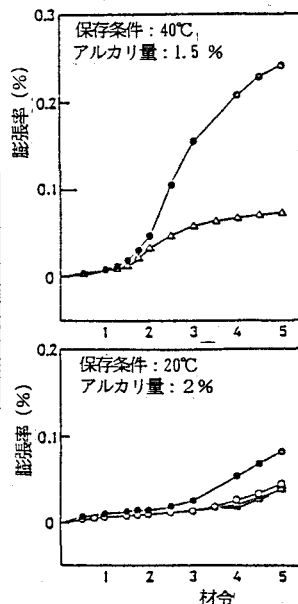


図-3 材令5ヶ月における膨張率

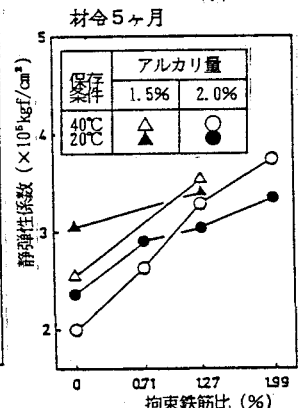
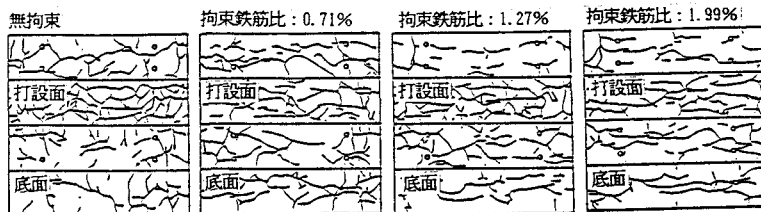


図-4 コンクリートの静弾性係数



保存温度: 40℃ アルカリ量: 2% 材令5ヶ月

図-5 ひびわれ状況