

アルカリ骨材反応による鉄筋コンクリート供試体の膨張挙動に関する基礎的研究

鳥取大学 正会員 西林 新蔵
鳥取大学 正会員 矢村 潔
鳥取大学 学生員 ○田中 修一

1 まえがき

鉄筋コンクリート構造物の普及は目覚ましく、その社会に果たす役割は非常に大きいものがある。しかし、最近になってアルカリ骨材反応によるひびわれ損傷のためコンクリートの耐久性が損なわれる事例が増加している。そこで、本研究においては、今までにアルカリ骨材反応による損傷が報告されている橋脚の橋柱を想定した小型の鉄筋コンクリートモデルを製作して、膨張特性に及ぼすかぶり厚さ、拘束鉄筋量および保存条件の影響を検討することを目的としている。

2 実験概要

使用した粗骨材は化学法およびモルタルバー法で有害と判定され、実コンクリート構造物で損傷が報告された鳥取県産骨材（T2）で、反応性骨材の混合割合を 100%とした。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等量で0.47%のものを用いた。添加アルカリ化合物は、試薬一級のNaOHで、これを練り混ぜ水に加えて総アルカリ量がNa₂O等量で2%となるように調整した。鉄筋はφ10、φ13mm

の異形鉄筋を用いた。

表-1 に実験計画を示す。表-2 に示す配合のコンクリートを用いて作製した40cm立方の供試体を、40℃、R.H.95%以上に保存するものと、屋外に暴露した。配筋図の一例を図-1 に示す。なお、コンクリートの打設は昭和62年6月中旬に行った。また、測定方法は、中心ひずみは埋込み型ひずみ計によって、鉄筋ひずみは鉄筋に貼付した電気抵抗線ひずみゲージによって、さらに表面ひずみは表面に貼り付けたブラグ間の距離をホイットモア型ひずみ計によって計る方法で行なった。各ひずみの測定は3ヶ月目までは0.5ヶ月ごとに、以後1ヶ月ごとに行なった。

3 結果と考察

(1) かぶり厚の影響

図-2 には、40℃保存供試体のかぶり厚の違いによる各位置におけるひずみの変化を示す。これより、水平ひずみはほぼ直線に近い分布をしているが、鉛直ひずみは中心位置で大きくなる不連続なひずみ分布を呈している。さらに、中心では、無筋供試体と比較すると、水平ひずみはかなり小さい値を示し、鉛直ひずみはかぶり25mmの場合に特に大きい値を示している。これは、水平方向の鉄筋による拘束が著しく、かつ鉛直方向においては供試体上、下面に鉄筋が配置されていないため鉄筋の拘束をあまり受けていないことから大きな膨張を示したものと考えられる。しかし、かぶり厚さが大きくなるにつれて鉛直ひずみは小さくなる傾向が見られる。つまり、拘束鉄筋（ここでは、帯鉄筋）と中心との間隔が小さくなる場合には、拘

表-1 実験計画

供試体寸法 (cm)	40×40×40
鉄筋比 (%)	0 (無筋コンクリート) 0.36, 0.54, 0.95
かぶり (mm)	25, 55, 75
保存環境	40℃, R.H.95%以上 屋外暴露
測定項目	供試体中心ひずみ 鉄筋ひずみ 供試体表面ひずみ

表-2 コンクリートの配合

粗骨材の最大寸法 (mm)	スランパの範囲 (cm)	空気量 (%)	W/C	s/a (%)	単位質量 (kg/m ³)			
					W	C	S	G
20	12~15	2	0.45	40	203	450	660	1003

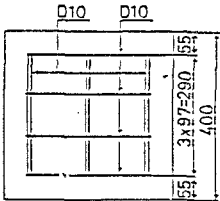
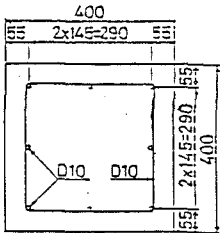


図-1 配筋図例 (mm)

束によって鉛直方向への膨張が抑制されるものと思われる。これに対し、表面では鉛直、水平ともにかぶり厚が増大するにつれてひずみが大きくなる傾向が見られるが、最終的には無筋供試体の膨張に近づくものと推察される。

(2) 拘束鉄筋量の影響

図-3 には、40℃保存供試体の拘束鉄筋量の違いによるひずみの変化を示す。中心においては、水平ひずみが鉄筋量の増加に伴い小さくなっていることから、鉄筋量による膨張の抑制効果が顕著に現われていることがわかる。鉛直ひずみは、先に述べたのと同様の理由で、無筋供試体と同程度もしくは少し大きめのひずみになったと考えられる。

また、拘束鉄筋量が0.54%と0.95%ではひずみが同程度であることから、鉄筋量を増やしても鉛直方向ではあまりひずみの抑制効果はないと思われる。

表面では、鉛直および水平ひずみはほぼ同程度で鉄筋量が増えてもひずみに大差がないことから、拘束鉄筋量の影響はほとんど受けていないと考えられる。

(3) 保存条件の影響

図-4 には、鉄筋コンクリート供試体と無筋供試体の40℃および屋外暴露に保存したもののひずみの経時変化を示す。これよりどちらの供試体においても、40℃保存の場合は0.5ヶ月ぐらいから膨張が始まり、以後、ほぼ直線的に膨張している。これに対し、屋外暴露では、1.5ヶ月ぐらいから膨張は開始するが、4ヶ月ぐらいから膨張割合が小さくなっている。これは、気温が低下したために一時的に反応が弱まったためと考えられる。また、40℃保存供試体にくらべ明らかに膨張は小さいが、鉛直および水平ひずみは、無筋供試体の表面ひずみ以外はほぼ同じ値を示している。なお、本実験では、40℃保存供試体の場合、材令1~2ヶ月、屋外暴露用供試体の場合で3ヶ月程度でコンクリート表面にひびわれが発生していることが確認されている。

4 まとめ

(1) 中心ではかぶり厚さが大きくなるにつれて鉛直ひずみは小さくなるが、水平ひずみは逆に大きくなる傾向がある。表面ではかぶり厚さが大きくなるにつれてひずみも大きくなる。

(2) 中心では拘束鉄筋量が増えると水平ひずみは小さくなるが、鉛直ひずみはあまり抑制されない。表面では拘束鉄筋量の影響をほとんど受けない。

(3) 40℃、R.H.95%以上で保存すると、屋外暴露の場合よりも膨張開始が早く、膨張量も2~3倍程度大きい。

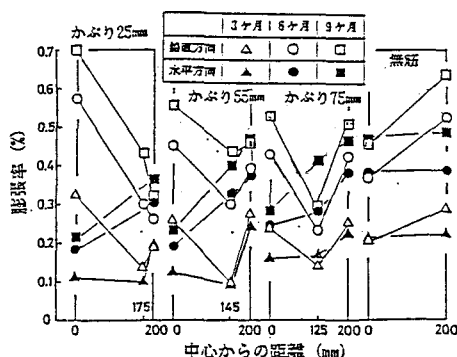


図-2 膨張率とかぶりの関係 (40℃保存)

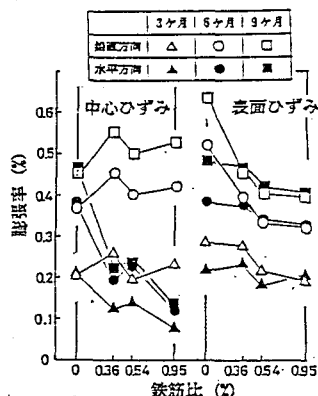


図-3 膨張率と拘束鉄筋量の関係 (40℃保存)

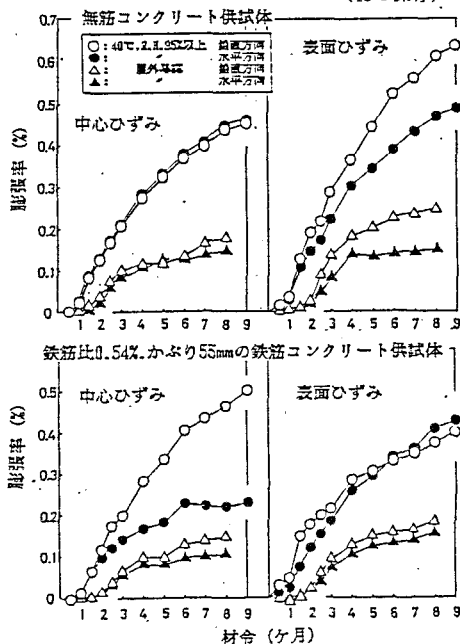


図-4 膨張率と保存条件の関係