

V-146 鉄筋拘束がアルカリ骨材反応に及ぼす影響に関する一実験

摂南大学工学部 正員 矢村 潔
 岡山県庁 松下定功
 鳥取大学工学部 正員 西林新蔵

1. はじめに

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のみならず、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。本研究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反応性骨材を用い、その膨張特性、物性変化等を明らかにする目的で行ってきた一連の研究のうち、5年程度を経た供試体について一軸圧縮破壊実験を行った結果について報告するものである。

2. 実験概要

本実験で使用した反応性粗骨材は安山岩で化学法で有害領域に入り、また、この骨材はコンクリート実構造物に使用され損傷が生じたことが報告されている。細骨材は非反応性のものを使用した。使用セメントは普通ポルトランドセメントで、アルカリ含有量は Na_2O 当量で0.47%である。これに練り混ぜ水とともに NaOH を加えて所定のアルカリ濃度に調整した。鉄筋は、異形棒鋼(SD35)で、 $\phi 10$, $\phi 13$, $\phi 16\text{mm}$ のものを使用した。本実験における主たる要因は拘束鉄筋量、アルカリ量および供試体の保存環境である。要因および水準を表-1に示す。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。各供試体はそれぞれの保存条件で2年間膨張の経時変化を測定した後、試験室内に放置し、材令5年程度で鉄筋軸方向で圧縮破壊試験を行った。

3. 実験結果と考察

供試体の膨張率の経時変化を図-3に示す。鉄筋による拘束がない場合は材令2年を経過しても極くわずかではあるが、膨張が持続しているのに対し、拘束がある供試体では、拘束の程度に関係なくほぼ1年程度で膨張が止まっている。材令2年における膨張量と拘束鉄筋比の関係を図-3に示す。この図からわずかでも拘束があると膨張量が著しく小さくなることが明かである。この時点で鉄筋のリラクゼーションを無視すれば拘束鉄筋量によって約 $15\sim 30\text{kgf/cm}^2$ の圧縮応力がコンクリートに発生していることになり、この力によって膨張が抑制され、また、ひびわれの進展が阻害されることによって外部

表-1 実験計画

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(Na_2O 等量(%))	0.5, 1.5, 2.0
保存条件	40°C, R.H.100%, 20°C, R.H.100%

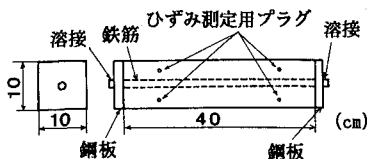


図-1 供試体寸法

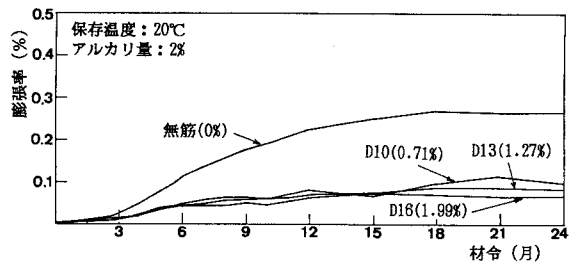
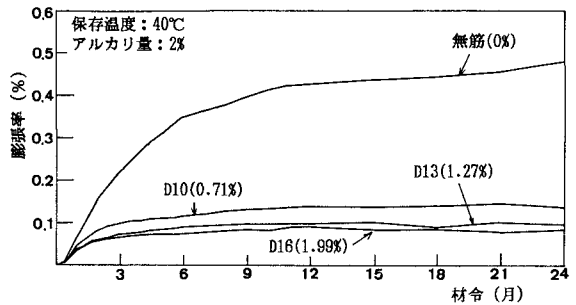


図-2 膨張率の経時変化

からの水分の供給が抑制され、このような相乗作用によって膨張が著しく小さくなるものと考えられる。

材令5年における圧縮強度を拘束鉄筋量との関係で図-4に示す。なお、コンクリートの圧縮強度は破壊時の荷重からその時に鉄筋で受け持たれている荷重分を差し引いた荷重から求めたものである。以下の図における応力についても同様の処理を行っている。拘束がない場合には圧縮強度はかなり低い値となっているが、拘束のある状態では圧縮強度は拘束鉄筋量にほとんど関係せずほぼ一定である。本実験に使用したコンクリートは、その配合から推定してアルカリ骨材反応の影響を受けなければ圧縮強度がおおむね400~450kgf/cm²程度と考えられ、拘束がある場合でも圧縮強度が若干低下しているものと考えられる。図-5に圧縮試験時におけるコンクリートの応力~ひずみ関係を示す。

これらの図からアルカリ骨材反応による膨張量が大きいほど応力~ひずみ関係が低応力の段階から線形からはずれてくる傾向が認められる。特に拘束鉄筋の無い供試体では荷初期から非線形となっている。図-6にコンクリートの静弾性係数（1/3割線弾性係数）と拘束鉄筋量の関係を示す。静弾性係数は拘束鉄筋量の影響がかなり明確に現れており、拘束鉄筋量が多いほど大きな値を示している。このように荷重荷重によるコンクリートの変形挙動に関しては、拘束鉄筋の有無のみならず拘束鉄筋量の違いによる影響がかなりはっきりと現れている。

圧縮試験終了後供試体を破壊して内部の状況を観察したところ、無拘束供試体ではひびわれがかなり内部まで進行しており、供試体中心付近におけるゲルの発生も見られたのに対し、拘束がある場合はひびわれ深さは浅く、ゲルの発生も供試体表面付近に限られていた。また、鉄筋の発錆は全く認められなかった。このような状況から、アルカリ骨材反応の進展には表面およびひびわれを通しての水分の供給の影響が大きく、ひびわれ発生を阻止することが反応抑制に効果的であることがうかがえる。

4. まとめ

本実験を通して、アルカリ骨材反応による膨張が鉄筋等で拘束された場合、拘束鉄筋量には関係なく、膨張量、圧縮強度の低下等の損傷は著しく軽減されることが明らかになった。この主たる原因の一つとして、ひびわれの発生および進展が拘束応力によって抑制されることにより外部からの水分の供給が抑えられることが考えられる。

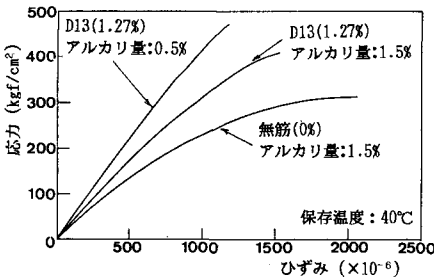
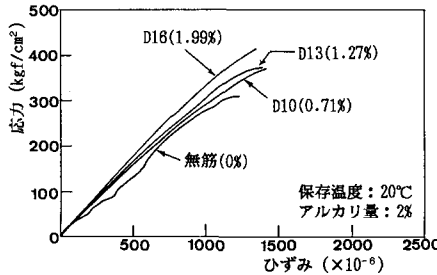


図-5 コンクリートの応力~ひずみ曲線

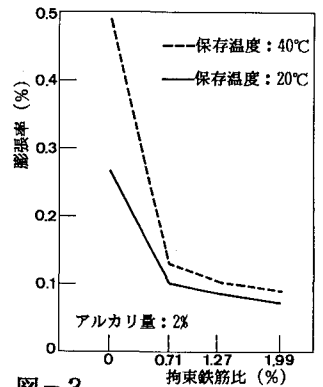


図-3 材令2年における膨張量

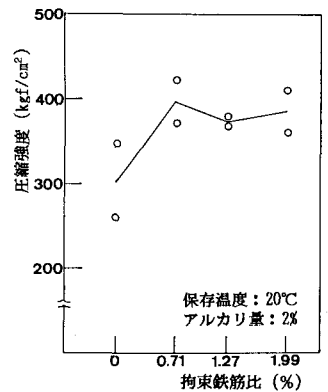


図-4 圧縮強度

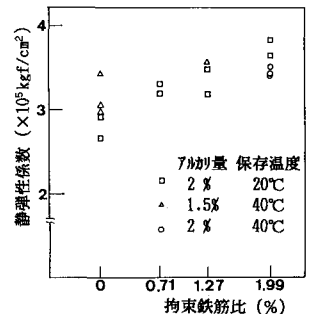


図-6 静弾性係数