

## 繰返し荷重を受けるRCはりのひび割れ幅

横浜国立大学大学院 正会員 ○林 和彦  
 横浜国立大学大学院 正会員 椿 龍哉  
 横浜国立大学大学院 高梨 大介

## 1. はじめに

鉄筋コンクリート（以下、RC）部材のひび割れ幅は耐久性と深く関わるため、コンクリート標準示方書ではひび割れ幅の算定式が規定され耐久性の照査が行われている。しかしながら、繰返し載荷によってRCはり部材のひび割れ幅が増加することが報告されているものの、ひび割れ幅算定式は繰返しの影響が明確には含まれていない。また、小型供試体を用いた研究<sup>1)</sup>においては繰返し載荷によりRC部材のひび割れ幅が増加する結果は得られているものの、そのメカニズムは必ずしも明らかとはなっていない。

そこで本研究では、実用的な寸法にてRCはり供試体を作製し、詳細にひび割れ幅を計測することにより繰返しによりひび割れ幅が増加することを確認し、そのメカニズムの検討を行った。

## 2. 実験概要

図-1に示すように供試体の断面は150×300mmとし、引張鉄筋は有効高さを250mmとしD16を2本配置した（主鉄筋比1.06%）。圧縮鉄筋は50mmの位置にD10を2本配置した。供試体の全長は3600mm、スパンを3000mmとし、載荷点間の距離を1200mmとした。せん断スパンにはD10のスラップを100mm間隔で配置し十分なせん断補強を行った。コンクリートの粗骨材の最大寸法は20mmとし早強ポルトランドセメントを用いた。スランプ8.0cm、空気量2.9%であり、打設後は湿布養生し9日目に脱型し、材齢は載荷開始時で15日、載荷終了時で23日であった。載荷実験中の平均の圧縮強度は37.8MPaで、載荷期間中の圧縮強度の増加は7%であった。養生、載荷期間を通じての平均気温は8℃、平均湿度は47%であった。

計測項目は荷重、変位、コンクリートの上縁ひずみ、ひび割れ幅とした。主鉄筋には付着性状やひび割れに影響を与える恐れがあったためひずみゲージは貼付していない。図-1のとおり曲げモーメント一定区間（以下、曲げ区間）において、下縁では標点距離100mmのパイ型変位計を連続的に設置した。はり供試体の側面において、主鉄筋位置と下縁位置に標点距離100mmのコンタクトチップを貼付けコンタクトゲージによって軸方向の変位を計測した。

また、発生した曲げひび割れについて主鉄筋位置において、CCD式マイクروسコープ（倍率175倍）を用いて、ひび割れ幅の計測を行った。マイクروسコープによる曲げひび割れ幅の測定については、はりの軸方向の変位を測定したため必ずしもひび割れに対する直角方向とはなっていない。

繰返しの上限荷重は既往の研究<sup>1)</sup>を参考にし、弾性係数比を8としたRC計算において主鉄筋の応力が200MPaとなる時の荷重（39.1kN）とし、下限荷重は載荷装置の安定性および死荷重を想定して20MPaとなる時の荷重（3.91kN）とした。

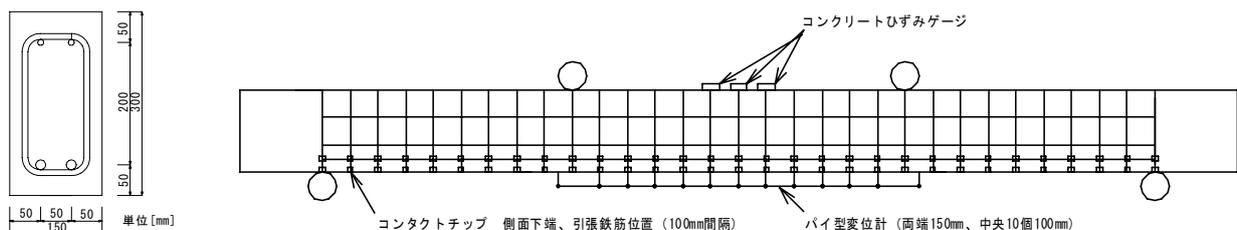


図-1 断面図および計測状況

キーワード 繰返し載荷, ひび割れ幅

連絡先 〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5 横浜国立大学 土木工学棟 TEL045-339-4045

荷重には油圧サーボ式アクチュエーターを用い、荷重制御で sin 波を 5Hz で与えた。計測時には上限荷重で荷重を停止し静的に測定を行った。

荷重期間中の乾燥収縮による影響を把握するために、同じ断面で鉄筋を配置した供試体も作製し、収縮ひずみを計測した結果、200 万回時で  $78\mu$  であった。

### 3. 実験結果および考察

1 回目の荷重によって曲げひび割れが生じ、曲げ区間でのひび割れ間隔の平均値は 127mm であった。曲げ区間にはそれ以後ひび割れ本数の増加はなく、せん断スパンにおいては  $10^2$  回時で 1 本、 $2 \times 10^6$  回時で 3 本の曲げひび割れ本数の増加を確認した。

供試体のたわみおよびコンクリート上縁の圧縮ひずみは、繰返し回数に応じて連続的に増加した。

パイ型変位計により計測された下縁の変位を図-2 に示す。データはそれぞれ区間長 100mm の変位計の変位の変化を示すが、繰返し回数の増加に伴い、ほとんどの区間で変位が増加しているものの、ひび割れが発生しなかった区間では、変位の減少が見られた。

図-3 は、主鉄筋位置におけるコンクリート側面に現れたひび割れの幅をマイクロSCOPEで計測したものである。各々のひび割れは、繰返し回数に応じて単調に増加している。

主鉄筋位置において、曲げ区間をマイクロSCOPEでひび割れ 1 本ずつ計測した全てのひび割れ幅の合計と、コンタクトゲージで計測した曲げ区間長さの増加の合計を図-4 に示す。荷重 1 回目では曲げ区間長さの増加量の方が大きく、これは中立軸より下方でのひずみ増加を表している。繰返し回数の増加に応じて両者の値は増加しているが、ひび割れ幅の合計が大きく増加し、荷重 1000 回以降に曲げ区間長さの増加を上回っている。乾燥収縮による影響は、 $1200\text{mm} \times 78\mu = 0.09\text{mm}$  であり、主要因ではないといえる。これらのことは、ひび割れ幅の増加により相対的にひび割れ以外のコンクリート部分が収縮することを示しており、ひび割れ近傍において鉄筋とコンクリートの付着作用の劣化による鉄筋の伸び出しが計測されたものと推察される。

### 4. まとめ

繰返し荷重により、ひび割れ幅が増加することを確認した。ひび割れ 1 本ずつのひび割れ幅と梁の長さを測定した結果から、その増加メカニズムは主鉄筋の伸び出しによる影響によるものが大きいと推察された。

### 参考文献

1) 林和彦, 椿龍哉, 森竹巧: 疲労荷重を受ける鉄筋コンクリート部材のひび割れ幅増加と耐久性, 土木学会第 60 回年次学術講演会 講演概要集 (CD-ROM), 5-304, 2005 年 9 月, pp. 607-608

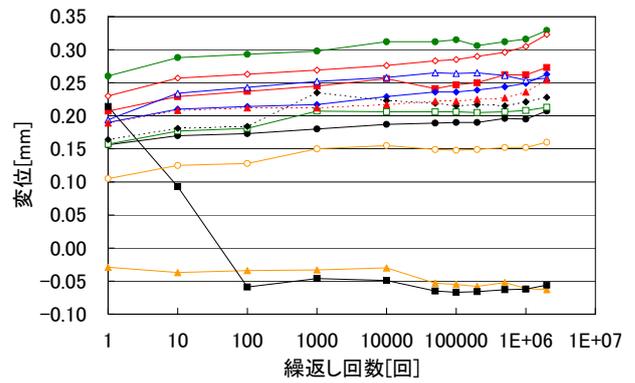


図-2 パイ型変位計による下縁の変位の推移

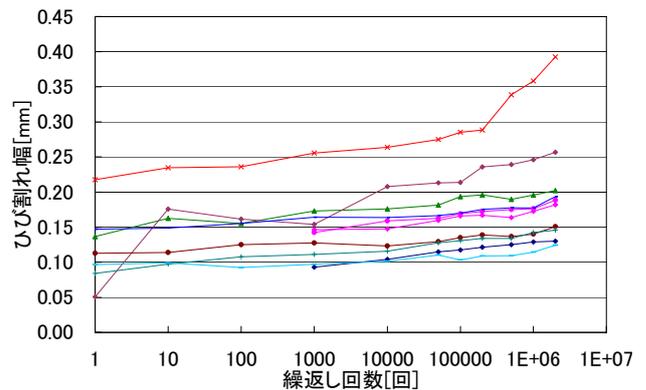


図-3 主鉄筋位置のひび割れ 1 本のひび割れ幅

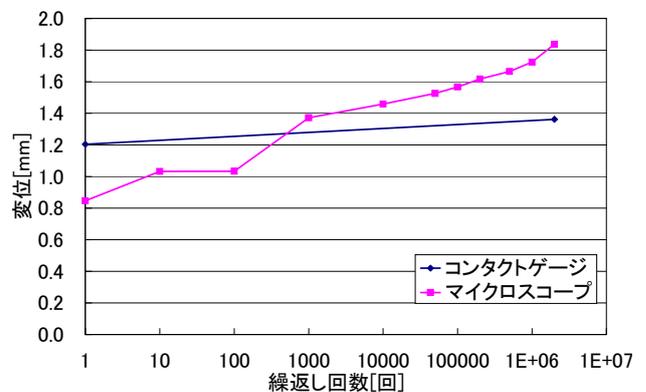


図-4 主鉄筋位置の軸方向変位の増加量