

V-67

正負交番大変形を受けるRCはりのせん断挙動に関する一実験

鳥取大学 正員 ○矢村 潔

鳥取大学 学員 河田 英明

1. まえがき

正負交番大変形を受けるコンクリート構造部材の挙動を把握することは、耐震設計を行う上で最も基本的かつ重要なことである。従来の研究によれば、鉄筋コンクリート部材のいわゆるせん断破壊現象は、動的载荷状態で、正負交番荷重を受ける場合にとくに問題のあることが指摘されている。本研究は、このような観点から、鉄筋コンクリートはりについて降伏点をはるかに越える大変形の正負交番繰返し载荷試験を行い、主として、せん断スパン内の力学的挙動について検討し、併せて、せん断補強鉄筋としてのスターラップの挙動についても考察を加えたものである。

2. 実験概要

実験計画を表-1に示す。本実験においては、腹鉄筋比を試験要因に選り、主鉄筋比、せん断スパン比、载荷条件は一定とした。なお、本実験の供試体について、土木学会RC標準示方書によって求めた腹鉄筋比は、0.85%~0.75%となる。供試体は、図-1に示すような断面寸法のはりで、せん断スパンに所定の腹鉄筋比となるようにスターラップを配し、せん断スパン中央のスターラップには、

電気抵抗線ひずみゲージを一對づつ計4か所に貼付した。正負交番载荷試験における繰返し振幅は、降伏荷重時のスパン中央変位の実測値(δy)を基準にし、 $\pm 1\delta y, \pm 2\delta y, \dots, \pm n\delta y$ を各変位水準ごとに5サイクルづつ载荷し、耐力が著しく低下するまで順次変位を増加させる方法を採用した。

3. 実験結果および考察

本実験で用いた全てのはりは、最終的には斜めひびわれの進展によるせん断破壊を生じた。

図-2に腹鉄筋比(q)ごとの繰返し回数に伴う斜めひびわれ幅と曲げひびわれ幅の推移の例を示す。図より、繰返し回数に伴うひびわれ幅の増加は、変位水準 $2\delta y$ までは、斜めひびわれよりも曲げひびわれの方が大きい。変位水準が $3\delta y$ になると、斜めひびわれ幅のみが急激に増加する傾向のあることがわかる。これは、破壊の進行が曲げ領域からせん断スパン領域に移行したためと考えられる。腹鉄筋比の違いによる曲げおよび斜めひびわれ幅の相違についてみると、 $q=1.0\%$ の供試体は、 $q=0.75\%$ のそれに比べてせん断耐力が大きいため、変位水準 $1\delta y$ までは、曲げひびわれ幅の値が大きくなるが、その後の繰返し回数の増加に伴うひびわれ幅の増加は少なく、さらに、斜めひびわれ幅の増加も $q=0.75\%$ の場合よりも穏やかである。このことより、腹鉄筋比は、せん断破壊の抑制に大きく関与していると言える。

表-1 実験計画

要 因	水 準
主鉄筋比 $P(=P')$ (%)	1.93
腹鉄筋比 q (%)	0.75, 1.0
せん断スパン比 (a/d)	2.4
载荷方法	繰返し両振り試験

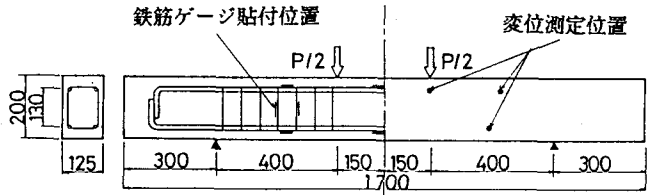


図-1 はりの断面寸法

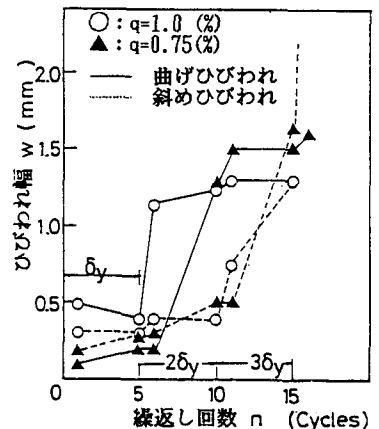


図-2 斜めひびわれ幅の変化

図-3に、斜めひびわれをはさむ鉛直方向ずれの変化を供試体の左右のせん断スパンについて示す。変位水準 $1\delta_y$ の段階では、せん断スパン左右の値に大差は見られない。しかし、変位水準 $2\delta_y$ 以降、繰返し回数が増加すると、左右いずれか一方のずれが他方のずれより大きくなり、ずれの大きい側でせん断破壊している。このことより、地震時において $2\delta_y$ を越えるような正負交番大変形を伴う場合に、繰返し回数とともにせん断破壊が進行していくものと思われる。

図-4に、荷重～スターラップひずみ関係の例を示す。図より、初載荷の正方向においては、斜めひびわれ発生 ($q=0.75\%$: 7ton, $q=1.0\%$: 5ton) 後、スターラップのひずみは急激に増加している。初載荷の負方向においては、スターラップひずみは、一旦、減少している。これは、正方向の荷重によって生じた斜めひびわれが逆載荷によって閉合する際に、ひびわれ開口によって拘束されていたスターラップが元の状態に戻ろうとしたためと考えられる。負方向の斜めひびわれ発生後は、正方向と同様に急激な増加を示している。2回目

以後の荷重においては、スターラップは荷重とともに直線的に変化し、除荷時のスターラップひずみ(残留ひずみ)は、繰返し回数ごとに増加する傾向にある。残留ひずみの増加傾向を見ると、 $q=0.75\%$ では、初載荷時から繰返し回数とともに増加しているのに対し、 $q=1.0\%$ では、変位水準 $1\delta_y$ まではほぼ一定値となり変位水準 $2\delta_y$ 以降、繰返し回数とともに増加している。このことより、せん断破壊の進行は、 $q=0.75\%$ の方が早いと言えよう。

図-5に、各サイクルの最大変位時のスターラップのせん断力分担率(スターラップひずみより算定したスターラップの受け持つせん断力 V_{sv} / 全せん断力 V) と繰返し回数との関係の例を示す。

図より、スターラップの分担率は、繰返し回数に伴って徐々に増加している。これは、コンクリート圧縮部の劣化や損傷によってコンクリートのせん断力分担率が低下したため、スターラップのせん断力分担率が増加したと考えられる。変位水準の増加による分担率の変化は、正方向においては、若干の変化が見られるが、負方向においては、ほとんど変化が見られない。また、スターラップのせん断力分担率は、約20~40%であった。

以上の結果より、耐震設計を行う上で、腹鉄筋比は、土木学会RC標準示方書による腹鉄筋比と同程度である $q=0.75\%$ よりも、やや多めの $q=1.0\%$ の方が望ましい。

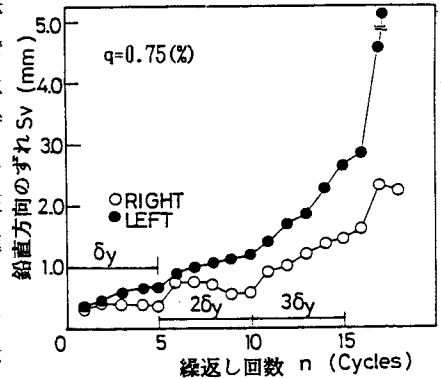


図-3 鉛直方向のずれの変化

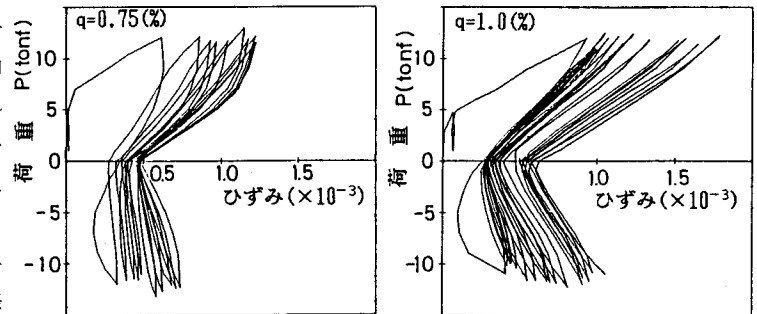


図-4 荷重～スターラップひずみ関係

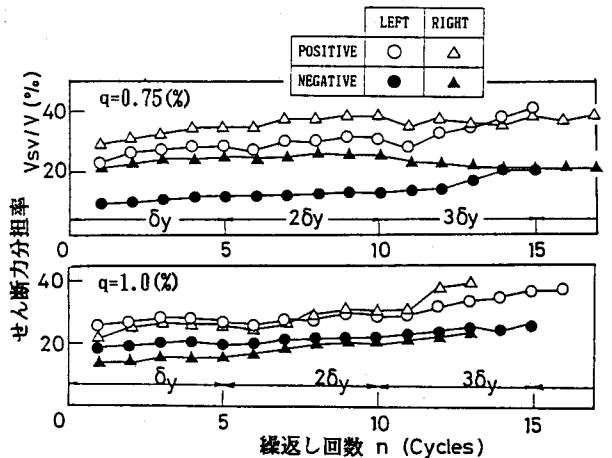


図-5 スターラップのせん断力分担率の変化