

( V - 1 ) あらかじめ曲げひびわれを有するRCはりのせん断強度

山梨大学工学部 正会員 二羽淳一郎  
山梨大学工学部 正会員 岡村 雄樹  
山梨大学工学部 正会員 檜貝 勇

# 1. はじめに

せん断補強鉄筋を有しないRCはりが斜め引張破壊する際のせん断強度については、従来より内外において活発に研究が進められており、わが国においても、1981年に岡村・檜貝式<sup>1)</sup>が、また1986年には、これを修正し、いわゆる寸法効果の影響を直接取り入れた式<sup>2)</sup>が提案されている。また、昨年改訂された土木学会標準示方書にも、その成果として、せん断補強鉄筋を用いない棒部材のせん断強度設計式が規定されている。

これらの式は、いずれもひびわれの発生していない無垢な状態でのRCはりに単調増加荷重が作用した場合のせん断強度を算定するものである。しかし、現実には、乾燥収縮や温度変化等により、RCはりにあらかじめひびわれが発生している場合があり、その際には、せん断強度が低下するおそれもある。そこで、今回、あらかじめ曲げひびわれを発生させておいたRCはりを用いて、そのせん断強度がどのように変化するかに着目し、実験を行った。その結果を取りまとめて報告する。

# 2. 実験方法

実験に使用した供試体を図1に示す。供試体はいずれも、全長  $L=120\text{cm}$ 、幅  $b=10\text{cm}$ 、桁高  $h=20\text{cm}$  で有効高さ  $d=16\text{cm}$  である。主鉄筋には D13 (SD35,  $f_y=3800\text{kgf/cm}^2$ ) を2本使用した。支点外に定着補強用のスターラップを3組配置した以外、せん断補強は行っていない。 $f_c'$  は  $252\sim 427\text{ kgf/cm}^2$  まで変化させてある。これを長さ  $r=8\text{ cm}$  の支圧板を介して、スパン  $\ell=96\text{cm}$ 、せん断スパン  $a=9\text{ cm}$  で対称2点载荷して、等モーメント区間に曲げひびわれを発生させた。曲げひびわれを誘起するため、はり下縁には、高さ  $15\text{mm}$ 、厚さ  $1.2\text{ mm}$  の鋼片を  $4\text{ cm}$  ピッチで配置してある。この後、スパンを変えず、せん断スパンのみ  $a=48\text{cm}$  とした中央1点载荷により、せん断破壊させた。

あらかじめ導入する曲げひびわれの高さ  $h_c$  は桁高に対して  $0/3, 1/3, 2/3, 3/3$  を目標とした。しかし、実際には、ひびわれ高さの精密な制御が困難であったため、 $1/3$  の場合で  $h_c/h=0.3$ 、 $2/3$  の場合で約  $0.55$  程度となった。なお、 $3/3$  のものは、桁高の半分以上曲げひびわれを導入したのち、上下逆にして曲げひびわれを貫通させた。このため、 $3/3$  にのみ、圧縮側に D10 (SD35,  $f_y=3900\text{kgf/cm}^2$ ) を  $d'$

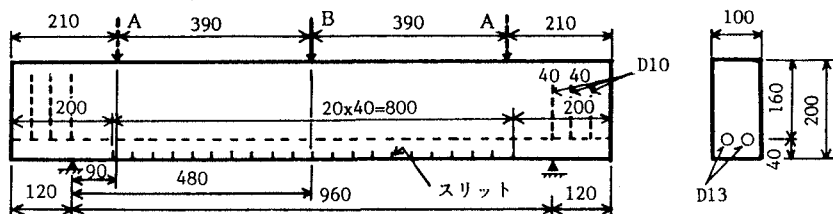
$=4\text{cm}$  で2本配置してある。以上より、スパン全体に対して導入された一定の高さの曲げひびわれによるせん断強度の変化を検討した。

# 3. 実験結果の概要

主な実験結果を表1

表1 主な実験結果

| 供試体<br>番号 | $f_c'$<br>$\text{kgf/cm}^2$ | $h_c/h$ | $x/d$ | $V_o$<br>$t f$ | $V_c$<br>$t f$ | $V_{cal}$<br>$t f$ | $V_c/V_{cal}$ |
|-----------|-----------------------------|---------|-------|----------------|----------------|--------------------|---------------|
| 0/3 -2    | 252                         | 0       | 1.38  | 0              | 2.15           | 2.12               | 1.01          |
| 0/3 -3    | 391                         | 0       | 1.47  | 0              | 2.21           | 2.46               | 0.90          |
| 1/3 -1    | 427                         | 0.31    | 1.88  | 5.15           | 2.44           | 2.53               | 0.96          |
| 1/3 -2    | 252                         | 0.33    | 1.90  | 4.00           | 2.49           | 2.12               | 1.17          |
| 1/3 -3    | 391                         | 0.38    | 1.31  | 4.00           | 2.60           | 2.46               | 1.06          |
| 2/3 -1    | 427                         | 0.58    | 2.09  | 6.50           | 3.29           | 2.53               | 1.30          |
| 2/3 -2    | 252                         | 0.49    | 2.13  | 7.00           | 2.81           | 2.12               | 1.32          |
| 2/3 -3    | 391                         | 0.61    | 2.30  | 7.00           | 3.15           | 2.46               | 1.28          |
| 3/3 -1    | 427                         | 1.00    | 1.91  | 8.00           | 3.15           | 2.53               | 1.25          |
| 3/3 -2    | 252                         | 1.00    | 1.83  | 8.50           | 3.01           | 2.12               | 1.41          |
| 3/3 -3    | 391                         | 1.00    | 2.14  | 6.50           | 3.10           | 2.46               | 1.26          |



A : 曲げひびわれ導入時の荷重位置, B : せん断破壊時の荷重位置

図1 供試体の形状および載荷方法

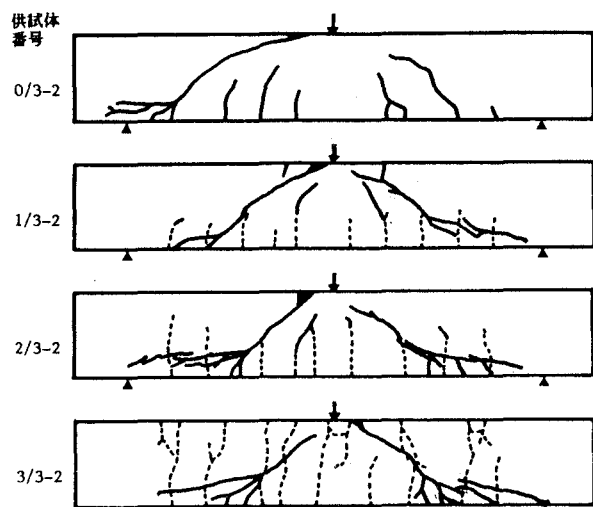


図2 破壊後のひびわれ状況 ( $f_c' = 25.2 \text{ kgf/cm}^2$ )

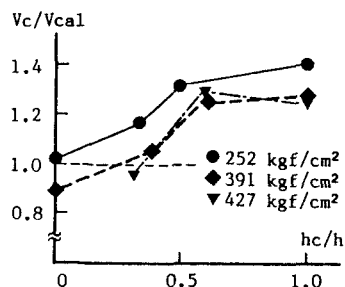


図3 曲げひびわれ高さに伴うせん断耐力の変化

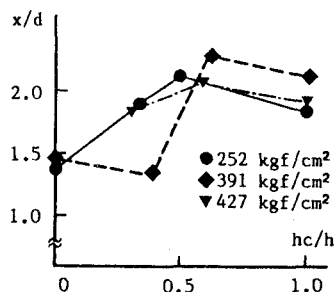


図4 曲げひびわれ高さに伴う斜めひびわれ位置の変化

に示す。Voは曲げひびわれ導入時の作用せん断力である。また、 $f_c' = 25.2 \text{ kgf/cm}^2$ の場合の各供試体の破壊後のひびわれ状況を図2に示す。せん断強度の変化をひびわれ高さに応じてプロットしたものが、図3である。縦軸の $V_c$ はせん断耐力、 $V_{cal}$ はせん断耐力の予測値<sup>2)</sup>である。図3によれば、せん断強度は、曲げひびわれの高さが増加しても減少せず、むしろ増加する傾向にあることがわかる。せん断破壊をもたらす斜めひびわれが有効高さの1/2点を横切った点の支点からの水平距離を $x$ とし、これと有効高さの比 $x/d$ とひびわれ高さの関係を表したものが図4である。これによれば、最終的な破壊に至るひびわれの位置は、一定ではなく、あらかじめ発生している曲げひびわれに影響されることが認められる。曲げひびわれのない場合は、 $x/d$ は1.4程度であるが、曲げひびわれを導入すると、これが2.0前後に増加し、せん断破壊をもたらす斜めひびわれの位置が、載荷点よりに移動していく状況が認められる。これは、破壊後のひびわれ状況からも明らかである。

#### 4. 考察および結論

一連の実験の結果、あらかじめ発生している曲げひびわれは、せん断強度を低下させる原因とはならないことが認められた。この理由としては、①あらかじめ曲げひびわれが発生しているために、曲げひびわれ近傍のコンクリートには、ひびわれと直交する方向の引張応力が発生せず、したがって斜め引張破壊を誘発する斜めひびわれが発生しにくいこと、②せん断破壊を誘発する斜めひびわれの発生位置が、曲げひびわれの影響を受けて限定されること、③載荷点付近ではRCはりの潜在的なせん断強度が大きいこと等が考えられる。

したがって、せん断力に対する検討の結果、コンクリートのみでせん断力を受け持つことができるRC部材においては、曲げモーメントに対する補強のみを行えばよく、たとえ、曲げひびわれが発生していたとしても、せん断補強鉄筋を追加する必要はないと考えられる。つまり、示方書に規定されているせん断に対する検討方法で十分であると言える。

〔参考文献〕1) Okamura, H. and Higai, T.: Proposed design equation for shear strength of reinforced concrete beams without web reinforcement, Proc. of JSCE, No.300, 1980.8

2) 二羽・山田・横沢・岡村: せん断補強鉄筋を用いないRCはりのせん断強度式の再評価, 土木学会論文集, 第372号/V-5, 1986.8