

東京都立大学 正会員 池田尚治
同上 大学院 学生員 信田佳延
鹿島建設(株) 正会員 ○青野豊彦

1. はじめに

鉄筋コンクリートばりのせん断補強方法として、折曲げ鉄筋とスターラップとの併用配筋法が用いられる場合、折曲げ鉄筋とスターラップの両者はせん断力に対して累加的に抵抗するとされている。しかしながら既述の研究から、必ずしも両者が累加的に抵抗するとは言いえない事例も見られたのであり、せん断挙動を基礎的に考え直す必要が生じてきた。そこで本研究では、折曲げ鉄筋とスターラップによるせん断補強を行なう場合のばりの腹部での力学的挙動を解明し、より一般的なせん断機構に関する概念を見出そうとするものである。

2. 実験概要

実験に用いた供試体の寸法の概要を図-1に示す。この供試体の特徴は、(1)折曲げ鉄筋とスターラップの配筋方法を変化させる事によりせん断補強としての効果の相違を比較する、(2)スパン片側にあらかじめスリットを挿入する事によりひびわれを制御し、折曲げ鉄筋とスターラップ両者のせん断抵抗の分担を明確にする、等である。せん断補強鉄筋量は、従来の腹鉄筋計算手法に基づき、折曲げ鉄筋及びスターラップともに同程度のせん断抵抗を持つように決定した。なお折曲げ鉄筋は、引張鉄筋を曲げ上げたものではなく、45°の傾きを持つ沿え筋を使用した。コンクリート圧縮強度は載荷時 230 kg/cm^2 であった。載荷はせん断支間けた高比 a/d を 3.4 として 2 点、載荷により、0→設計荷重→0→設計荷重 $\times 1.5$ →0→終局荷重→0 という荷重段階を取る事とした。

3. 実験結果

折曲げ鉄筋とスターラップにはワイヤーストレインゲージを貼付け各荷重段階ごとのひずみを測定して荷重-ひずみ曲線を求めた。(図-2～図-5) また以下の方法により計算値を求め、合せて示した。すなわち、せん断応力度を折曲げ鉄筋とスターラップで負担する割合を以下の3通りに仮定し、その負担率によってこれを分担して式-(1)に代入してそのひずみを求めた。

- ①スターラップ及び折曲げ鉄筋ともに有効に働くと考えた場合(負担率各々 41.6%, 58.4%)
- ②供試体 No.1 の場合、スターラップのうち折曲げ鉄筋と交差するもののみ有効に働くと考えた場合
(負担率 スターラップ 26.2%, 折曲げ鉄筋 73.8%)
- ③供試体 No.2 の場合、折曲げ鉄筋のみ有効に働くと考えた場合(負担率 スターラップ 0%, 折曲げ鉄筋 100%)

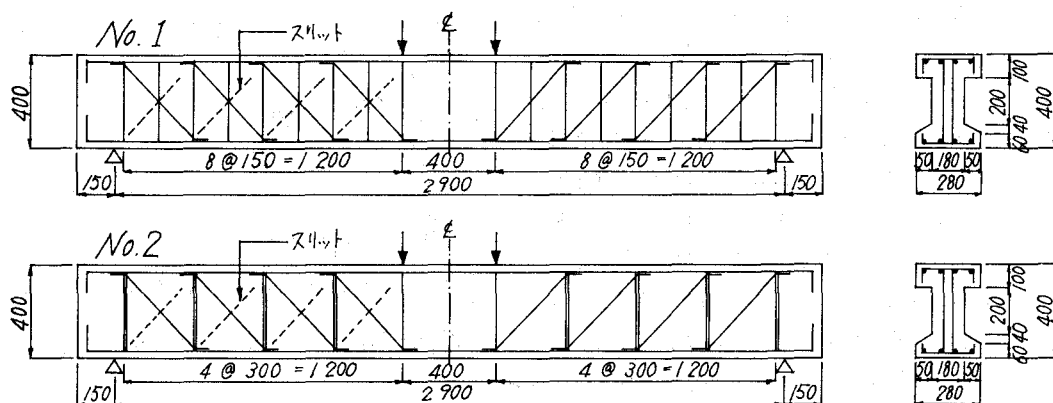


図-1 供試体概要図

$$E_s = b \cdot d \cdot \sigma / a_w \cdot (\sin \theta + \cos \theta) \cdot E_s \quad (1)$$

b : web の幅、 θ : 部材軸と腹鉄筋のなす角

d : 腹鉄筋の間隔、 a_w : 腹鉄筋断面積

供試体 No.1 については図-3 より折曲げ鉄筋のひずみは②の仮定に近い挙動を示している。また図-3、図-4 よりスターラップのひずみは②の仮定で近似される事が明らかとなり、折曲げ鉄筋と交差していないスターラップでは引張ひずみはほとんど見られず、場合によっては圧縮ひずみも見られた。一方供試体 No.2 においては、図-3 及び図-5 よりスターラップを無視した場合に近い挙動を示す事が明らかである。またいずれの供試体においてもひびわれ制御の有無にかかわらず荷重-ひずみの関係は類似している。

4. 考察

はり腹部に生じる斜めひびわれは折曲げ鉄筋と交差するように発生した。また折曲げ鉄筋と交差しないスターラップでの引張ひずみは小さく有効に働かなかった。以上の事から圧縮側コンクリート及び圧縮鉄筋を上弦材、引張鉄筋を下弦材、折曲げ鉄筋を引張斜材とするようなトラスを形成したと考えられ、圧縮材としてはコンクリートが負担するが、これは折曲げ鉄筋の配置によっては圧縮斜材や圧縮鉛直材となるものと考えられる。本供試体ではダブルワレントラスを形成したと考えられ、折曲げ鉄筋と交差しないスターラップはトラスのつり合いに寄与しない部分となりほとんど働かなかったものと考えられる。従来の設計法では折曲げ鉄筋はワレントラスの引張斜材、スターラップはハウトラスの引張鉛直材と考え、各々のせん断抵抗を累加的に求めてはり全体のせん断抵抗としている。従って折曲げ鉄筋とスターラップの相互の位置関係にかかわらず累加的にせん断力に抵抗するものと考えているが、本研究の結果、必ずしもそうではなく折曲げ鉄筋とスターラップの相互の位置関係に応じて腹部の挙動は変化するものと考えられる。つまり折曲げ鉄筋とスターラップの配筋方法・鉄筋量の割合に応じて斜めひびわれの入る位置が決まり、その結果、作用している荷重が再分配されトラスを形成していくものと考えられるのである。なお実験と平行して、ひびわれを考慮できる FEM プログラム Composite-III¹²⁾ により、腹鉄筋及び主鉄筋の解析を行なった結果、あらかじめ折曲げ鉄筋を横切るようなひびわれを与えた要素分割をする事により、実験結果とおおむね一致した傾向が得られた。

参考文献 (1) 池田安田・加島: 鉄骨鉄筋コンクリート部材のせん断定着に関する研究 年次講演集 No.31, V/102

(2) 岡分・山田: 複合材料特性解析プログラム Composite-III, 特定研究「複合材料」1976.3.

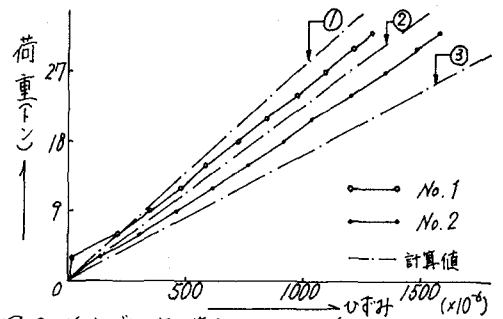


図-2 折曲げ鉄筋の荷重-ひずみ曲線(スリット側の平均値)

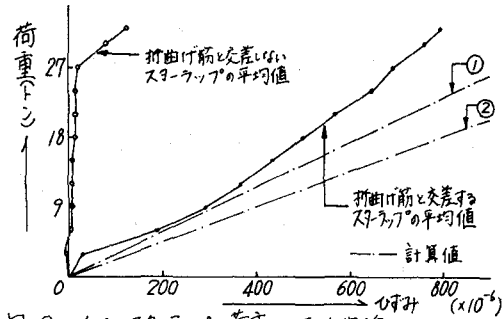


図-3 No.1のスターラップの荷重-ひずみ曲線(スリットのある側)

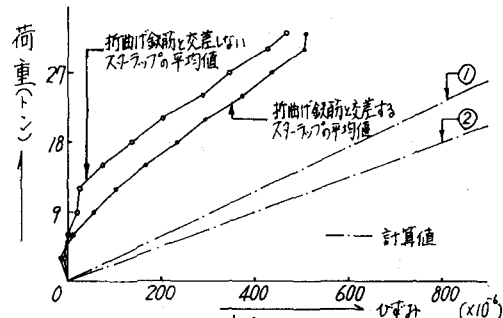


図-4 No.1のスターラップの荷重-ひずみ曲線(スリットのない側)

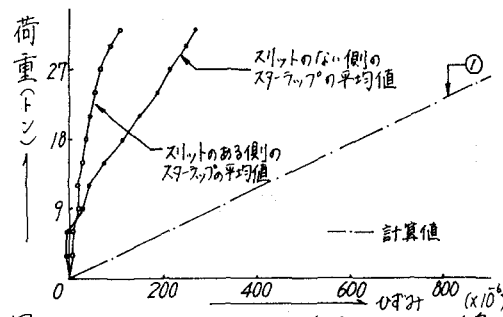


図-5 No.2のスターラップの荷重-ひずみ曲線