

東京大学大学院 ○学生員 大野 浩  
東京大学大学院 学生員 石川 雄一

## 1. はじめに

近年、様々の条件から、構造物にねじりモーメントが作用することが多くなり、ねじりモーメントに関する設計の重要性が増してきた。しかし、ねじりを含む組合せ応力下での鉄筋コンクリートはりの補強方法には、多くの改善すべき点が残されている。そこで、本研究では、せん断とねじりを受ける鉄筋コンクリートはりを対象として実験を行い、スターラップの補強効果及び施工性・経済性の優れているU型スターラップの適用可能性について、検討を行った。

## 2. 実験方法

供試体の断面形状は図1に示す2通りとした。また、配筋は、腰鉄筋の降伏前に軸方向鉄筋が降伏して曲げ破壊が生じないことを考慮して決定した。図2に載荷方法を示す。アーム下の支点の位置を変えることによって、せん断力(V)とねじりモーメント(T)の比  $T/Vb$  (b: 断面の幅) を変化させ実験を行い、合せてU型スターラップを用いた供試体についても実験した。

## 3. スターラップのひずみ性状

図4は、曲げせん断によるせん断応力とねじりによるせん断応力が同符号の面における全スターラップの平均ひずみを示したものである。本研究で扱ったデータに関しては、スターラップのひずみとせん断力の関係は、ほぼ直線で近似できることが認められた。そこで、せん断だけが作用する場合と同様に、せん断とねじりが同時に作用した場合も、コンクリートの負担分とスターラップの負担分に分けて考えた。(式(1))

$$V = V_c^* + V_s \quad \text{—— (1)}$$

ここで V: 作用するせん断力

$V_c^*$ : コンクリートが負担するせん断力

$V_s$ : スターラップが負担するせん断力

次に  $V_c^*$ ,  $V_s$  それぞれに関して実験データをもとに定量化を行った。

### 3-1. コンクリートが負担するせん断力

図3は、ねじりとせん断が同時に作用した場合、コンクリートが負担するせん断力( $V_c^*$ )及びねじりモーメント( $T_c^*$ )をそれぞれ  $V_c$ ,  $T_c$  で無次元化した値を示したものである。ここで、 $V_c$  は岡村・松貝の式<sup>(4)</sup>、 $T_c$  は Hsu の式<sup>(2)</sup>を用いた。図中の曲線は、実験データを近似したものである。(式(2))

$$\left(\frac{T_c^*}{T_c}\right) + \left(\frac{V_c^*}{V_c}\right)^2 = 1 \quad \text{—— (2)}$$

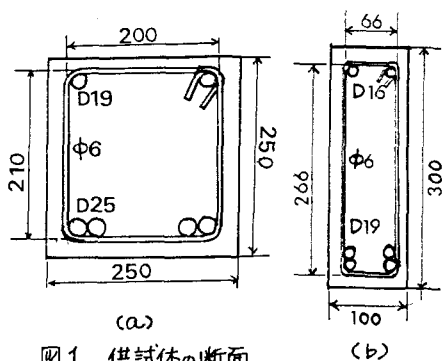


図1. 供試体の断面

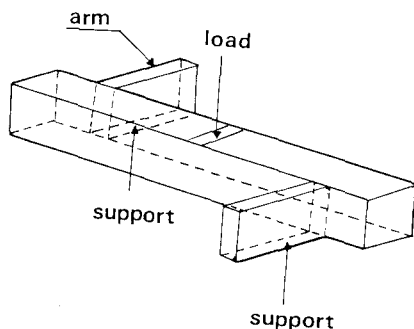


図2. 載荷方法

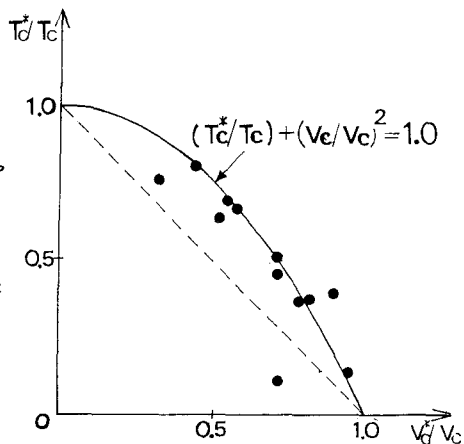


図3. コンクリートの負担せん断力

### 3-2 スターラップの負担するせん断力

トラスモデルから導びかれるスターラップの負担せん断力に、実験的な補正を行い、次式を得た。

$$V_s = \frac{1}{1 + \alpha T/Vb_o} \frac{A_w E_w z}{S} \varepsilon_w \quad (3)$$

ニニズ T: 作用するねじりモーメント

V: 作用するせん断力

b<sub>o</sub>: スターラップの短辺の長さ

d<sub>o</sub>: スターラップの長辺の長さ

A<sub>w</sub>: 1組のせん断補強鉄筋の断面積

E<sub>w</sub>: せん断補強鉄筋のヤング係数

z: 応力中心間距離

S: せん断補強鉄筋の間隔

ε<sub>w</sub>: せん断補強鉄筋のひずみ

α: 断面形状による補正係数で α = z / (0.66 b<sub>o</sub> + 0.33 d<sub>o</sub>)

表1は、式(1)~(3)から求めたスターラップの降伏荷重の計算値と実験値と比較したものである。この表を見る限り、これらの式は適合性の良いものであった。

### 4. ヲ型スターラップの適用可能な範囲

閉合スターラップを用いた供試体とヲ型スターラップを用いた供試体で、耐荷力に差が現れるのは、側面のスターラップの降伏前に上面のコンクリートにひびわれが発生する場合であった。このことから、ヲ型スターラップの適用限界は、上面のコンクリートにひびわれが発生するねじりモーメント(T<sub>c</sub>')を示す直線と、側面のスターラップの降伏を示す曲線の2本で表わされると考えられる。ニニズ、T<sub>c</sub>'は側面のコンクリートにひびわれが発生するねじりモーメントT<sub>c</sub>(T<sub>ku</sub>の式)を断面形状により補正することで求めた。

$$T_c' = T_c / \eta \quad (4)$$

$$\eta = 0.06 (h/b - 3)^2 + 0.75 \geq 0.75$$

h: 断面の高さ

図5は、(1)(4)式から求めたヲ型スターラップの適用限界と実験データとを比較したものである。この図を見ると、この式はやや安全側であるが、データ数が十分でないため、精度を評価することは難しいと思われる。今後は、さらにヲ型スターラップと有する鉄筋コンクリートはりの実験データを蓄積することが望まれる。

### 5. 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, Aug. 1980
- (2) Hsu, T. T. C.: "Torsion of Structural Concrete - Plain Concrete Rectangular Sections", ACI SP-18 1968

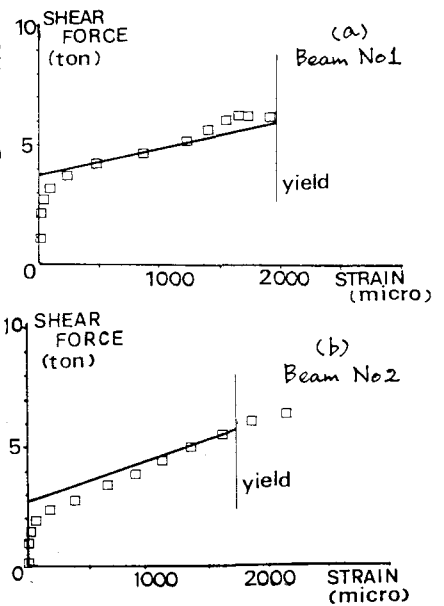


図4. スターラップのひずみ-せん断力関係

| No | T/Vb <sub>o</sub> | 実験値 | 計算値  | 実験値/計算値 |
|----|-------------------|-----|------|---------|
| 1  | 1.25              | 6.1 | 6.00 | 1.02    |
| 2  | 1.52              | 4.6 | 4.64 | 0.99    |
| 3  | 0.91              | 5.7 | 5.82 | 0.98    |
| 4  | 0.61              | 6.7 | 6.72 | 1.00    |
| 5  | 0.54              | 6.9 | 6.84 | 1.01    |
| 6  | 0.16              | 6.7 | 8.25 | 0.81    |
| 7  | 0.54              | 5.8 | 5.67 | 1.02    |
| 8  | 0.16              | 6.9 | 6.78 | 1.02    |
| 9  | 0.54              | 6.7 | 6.52 | 1.03    |
| 10 | 1.67              | 7.3 | 7.44 | 0.98    |
| 11 | 3.33              | 4.1 | 4.78 | 0.86    |

表1. スターラップの降伏せん断力 (ton)

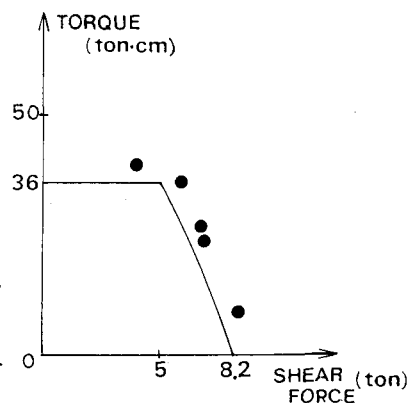


図5. ヲ型スターラップの適用限界