

§ 1 まえがき

現行の常用配筋ばりに関するせん断破壊機構がいまだに不明であり、かつ配筋上多くの問題点があることは周知のことである。鉄筋コンクリートが開発されてより約1世紀以上経過したが、せん断補強に対する腹部配筋法については何ら変わつておらず、現行の配筋法、すなわち、折曲鉄筋と垂直スターラップとを併用する限り、これが問題の解決は出来ないものと思考される。

著者は傾斜スターラップ（以下せん断鉄筋と呼称す）のWeb stressに関する一連の実験的研究において、現行の腹部配筋法の効果について検討し、腹部せん断補強法として、最も合理的と考えられる最大主応力（斜め引張応力）に対応した長方形多変傾斜スターラップばりについて、a/dを変化させて、2点静的荷重ならびに2点繰速くり返し荷重によつて、そのせん断破壊状況、たわみ剛性、変形、ひびわれ性状ならびにWeb stressの状況などについて検討したものである。

§ 2 実験方法

実験ばりは、図-1の如く標準ばりとして、せん断鉄筋の間隔は桁高の1/2で等間隔とし、支点より順次5°づつ角度を変化させた。載荷方法は、図-2の如く同一標準ばりに対し、a/dを10,15,20,25,と変化させ、2点静的荷重（実験-1）ならびに2点繰速くり返し繰速荷重（実験-2）を加えた。2点繰速くり返し荷重は実験-1で行われた各実験ばりの静的破壊荷重 P_{us} の30%,40%,50%,60%,70%,80%の各段階において、載荷と解放とを交互に行つたものである。尚、実験ばりの弾性理論ならびに終局強度理論によるそれぞれの計算上の荷重は

$P_e = 3.9 t$, $P_u = 6.8 t$ である。ここに P_{ur} は P_{us} の各段階における繰速くり返し荷重を示し、くり返しの間隔は測定時間を考慮して出来るだけ一定に保つて行つた。

§ 3 多変傾斜スターラップばりの算定式

現行の常用配筋ばりを主体としたせん断破壊理論式については、半経験式を始めとしていろいろな式が発表されているが、いまだに決定的なものがない。著者は、ここに多変傾斜スターラップばりを提案するに当たり、終局強度理論によるせん断強度の算定式として、つぎのように考えたものである。

すなわち、はりのせん断破壊はせん断圧縮部の終局

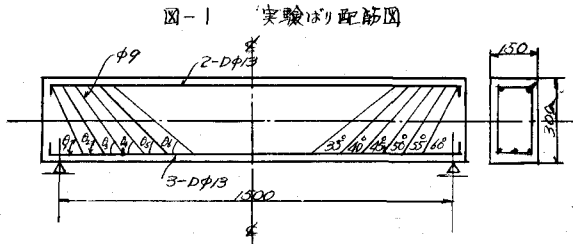


図-1 実験ばり配筋図

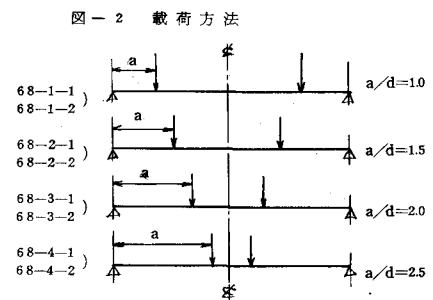
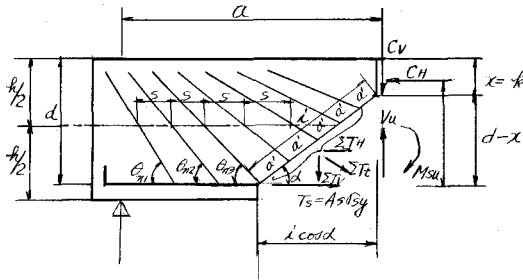


図-2 載荷方法

- (1) $P_{ru} = 0.3 P_{su}$
- (2) $= 0.4 P_{su}$
- (3) $= 0.5 P_{su}$
- (4) $= 0.6 P_{su}$
- (5) $= 0.7 P_{su}$
- (6) $= 0.8 P_{su}$

強度が危険なせん断ひびわれの形成とせん断回転の結果として生ずるものとし、すべてのせん断鉄筋が降伏点に達する終局強度をせん断破壊モーメントより求めたものである。



(a) せん断鉄筋係数 η

斜めひびわれと横切る傾斜スターラップの係数 η は

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{i}{d} \\ &= \frac{i \cos \alpha}{s} (1 + \cot \theta_{mean} \tan \alpha) \\ &= \frac{d(1-k)}{s \sin \alpha} \cdot \frac{\sin(\alpha + \theta_{mean})}{s \sin \theta_{mean}} \end{aligned}$$

降伏点に達するときの全スターラップ力は

$$\sum T_t = \frac{d(1-k)}{s \sin \alpha} \cdot \frac{\sin(\alpha + \theta_{mean})}{s \sin \theta_{mean}} \sum A_s w \cdot \sigma_{sy}$$

$$\therefore \eta = \frac{\sum T_t}{V_u} = \frac{\sum T_t \cos \alpha}{V_u} = \frac{\sum A_s w \cdot \sigma_{sy}}{s} \cdot \frac{d(1-k)}{V_u} \cdot \frac{\sin(\alpha + \theta_{mean})}{\sin \theta_{mean}}$$

(b) せん断破壊モーメント M_{su}

$$V_u = C_v + \sum T_v$$

$$C_H = T_s + \sum T_H$$

$$M_{su} = C_H \frac{x}{2} + \sum T_H \frac{d-x}{2} + \sum T_v \frac{d-x}{2} \cot \alpha + T(d-x)$$

しかるに

$$\frac{\bar{\sigma}_{cm}}{\sigma_{cm}} = \frac{M_{su}}{V_u(1-\eta)(1-\frac{1}{2})d} - \frac{\eta}{1-\eta} \frac{(1-k)}{2(1-\frac{1}{2})} (\cot \alpha - \tan \alpha)$$

$$\therefore M_{su} = \left\{ \frac{\bar{\sigma}_{cm}}{\sigma_{cm}} + \frac{\eta}{1-\eta} \frac{(1-k)}{2(1-\frac{1}{2})} (\cot \alpha - \tan \alpha) \right\} V_u d (1-\eta) (1-\frac{1}{2})$$

$$\therefore \frac{\bar{\sigma}_{cm}}{\sigma_{cm}} = \frac{C_v}{\bar{\sigma}_x} = \frac{V_u(1-\eta)}{\bar{\sigma}_x} \quad \bar{\sigma}_{cm} = \frac{C_H}{\bar{\sigma}_x} = \frac{M_{su}}{\bar{\sigma}_x(d-\frac{1}{2})} - \frac{\eta(d-x)V_u}{2\bar{\sigma}_x(d-\frac{1}{2})} (\cot \alpha - \tan \alpha)$$

§ 4 むすび

今回の実験においては、最も最大主応力に対応するものと考えられる多変傾斜スターラップばかりについて行ったものであるが、静的載荷ならびに繰速くり返し載荷とも、ひびわれがはり全体に分布しており、スターラップ応力の配分が極めてよいことを示している。このことはせん断鉄筋としての傾斜スターラップが多変していることによつて極めて有効に働いて居り、常用配筋ばりのような必要以上のせん断破壊安全率ではなく、合理的に曲げ破壊安全率に近づけることができるものと考えられる。詳細については発表の時にゆずるが、本実験の範囲内においてはつぎのようである。(1) 破壊性としては、斜め引張破壊、せん断圧縮破壊と斜め引張破壊の傾向を示している。(2) せん断鉄筋としての多変傾斜スターラップはそれぞれ有効に働いて合理的である。(3) せん断破壊モーメント理論は実験と比較的よく一致している。(4) たわみ剛性は前年度実施の常用配筋ばりと比較してよい。(5) ひびわれ性状も好ましい。尚、現在、横浜市において長方形傾斜スターラップを使用した合成桁橋について施行中で実橋についてあらゆる角度から検討中であり、また、応力測定の一部として反射弾性についても検討した。最後に本実験に当り御指導を受けた小野竹之助博士に感謝する次第である。