

PS V - 5 ねじり荷重を受けるRC桁の破壊パターンと耐力

北海道大学工学部 正 員 佐伯 昇

" " 高田 宣之

" " 藤田 嘉夫

1. まえがき

RC桁にねじり荷重が作用すると、ほぼ 45° の方向にひびわれが発生するが、スターラップや軸方向鉄筋の影響を受けて、ある一定の方向に伝播する。このひびわれ方向は破壊荷重あるいは変形挙動に影響を与える。本研究では立体トラス理論を基本にして、力の釣合条件およびひずみの適合条件を求め、ひびわれ方向はせん断ひずみが最小になるように伝播すると仮定して誘導した。これらを用いて破壊パターンを軸方向鉄筋、スターラップの降伏およびコンクリートの圧壊の3種に分類し、これらの最小のものを耐力の算定式とした。また Hsu, Lampert, 泉および著者らの実験値と算定値との比較を行い算定式の評価を行った。

2. ひびわれ方向の算定

前回の大会で発表したひびわれ方向にコンクリートの回転方向のせん断ひずみを加えて、追加を行いひびわれ方向角を求めた。結果的にはほとんど差異は生じなかった。

Lampert, Hsu の論文に見られるようにひずみの適合条件を求める場合、矩形エレメントを用いているが、ここではひびわれ方向と一致させた斜角エレメントを行いた。これによって任意の形状寸法を行えることができる。軸方向鉄筋によるせん断ひずみは $\epsilon_l \cot \alpha$ 、スターラップによるせん断ひずみは、 $\epsilon_v \tan \alpha$ となる。またコンクリートの圧縮変形によるせん断ひずみは、 $\epsilon_c \cot \alpha$ およびエレメントのゆがみによるせん断ひずみは、 $\epsilon_c \tan \alpha$ となる。これらを和した全せん断ひずみ (γ) は図-1 に示すようになる。

$$\gamma = \epsilon_l \cot \alpha + \epsilon_v \tan \alpha + \epsilon_c (\tan \alpha + \cot \alpha) \cdots (1)$$

立体トラスの力の釣合条件から各ひずみを求め、(1) 式に代入して、 γ を α の関係とする。

ひびわれ方向はせん断ひずみが最小となる方向に入ると仮定するとひびわれ方向は下式のようなになる。

$$\tan^4 \alpha = \left(\frac{a_0}{A_l} + \frac{n}{t_e} \right) / \left(\frac{S}{A_v} + \frac{n}{t_e} \right) = k^4 \cdots (2)$$

ここで $n = E_s / E_c$, A_l = 全軸方向鉄筋断面積, t_e = 有効厚さ, A_v = スターラップ断面積, S = スターラップ間隔, a_0 = 中面周長, A_0 = 中面の囲む面積

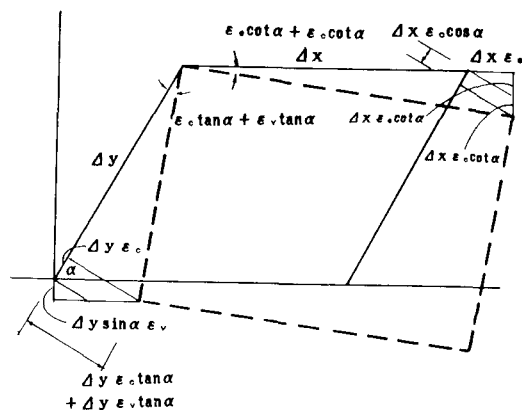


図-1 せん断ひずみ

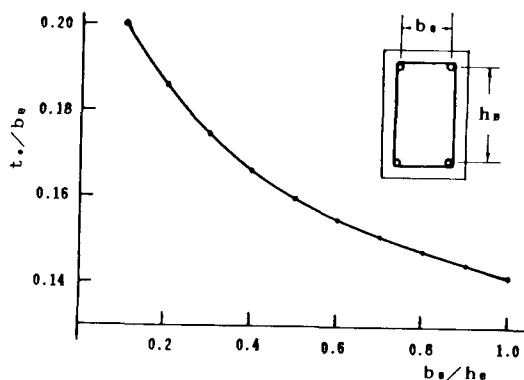


図-2 有効厚の算定

有効厚さは、St.Venantの理論により矩形の長辺中央の最大せん断応力が有効厚さに一様に流れたと仮想した時の厚さで、図-2のようになる。

3. 破壊パターン

(1) スターラップ降伏

$$k^2 \geq \beta_1 \text{かつ} \frac{1}{k^2} < \beta_2 - 1 \text{ とき } T_B = \frac{2A_0 A_v f_{vy}}{KS}$$

(2) コンクリート圧壊

$$k^2 \geq \beta_1 \beta_2 - 1 \text{かつ} \frac{1}{k^2} \geq \beta_2 - 1 \text{ とき}$$

$$T_B = \frac{2A_0 k}{k^2 + 1} t_e f_{CB}$$

(3) 軸方向鉄筋の降伏

$$k^2 \leq \beta_1 \text{かつ} k^2 \leq \beta_1 \beta_2 - 1 \text{ とき } T_B = \frac{2A_0 k A_l f_{ly}}{a_0}$$

$$\beta_1 = \frac{a_0}{S} \cdot \frac{A_v}{A_l} \cdot \frac{f_{vy}}{f_{ly}}, \beta_2 = \frac{S t_e}{A_v} \cdot \frac{f_{CB}}{f_{vy}}$$

f_{CB} = コンクリート強度, f_{vy} = スターラップの降伏点,

f_{ly} = 軸方向鉄筋の降伏点

図-3の結果は中面をスターラップの内側、すなわち軸方向鉄筋とスターラップが接する面として算定したもので、実験値とよい対応を示している。しかし、泉、Lampertの実験値は算定値より小さ目になっている。図-4、5はこれを安全側にもって行くために中面の取り方をコーナーの軸方向鉄筋断面中心を結ぶ線にしたものである。これにより算定値は実験値より小さ目に算定する傾向を示す。

まとめ

(1) 中面をコーナーの軸方向鉄筋断面の中心を結ぶ線にすることにより、破壊ねじりモーメントをほぼ安全側に算定することができる。

(2) 立体トラス理論により破壊パターンおよび耐力を比較的容易に算定することができる。

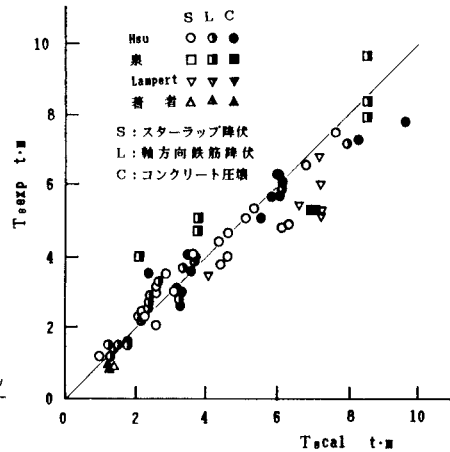


図-3 破壊ねじりモーメント
($T_{Bcal} > 1.0 \text{ t}\cdot\text{m}$)

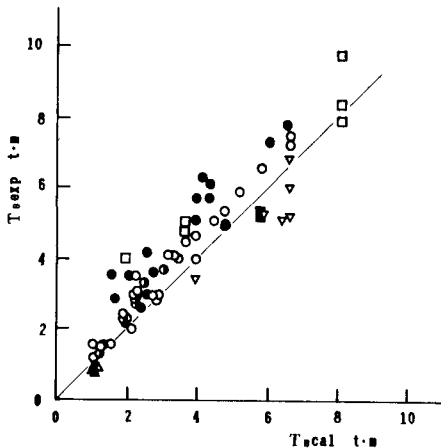


図-4 破壊ねじりモーメント
($T_{Bcal} > 1.0 \text{ t}\cdot\text{m}$)

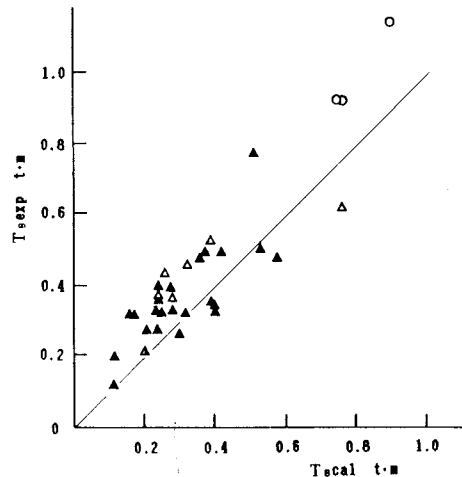


図-5 破壊ねじりモーメント
($T_{Bcal} < 1.0 \text{ t}\cdot\text{m}$)

参考文献

- 1) T.T.C.Hsu, ACI sp-18 pp.261~306
- 2) P.Lampert and P.Collins, Publication No.71-22 oct.1971, Univ. of Toronto.
- 3) 泉, 学位論文