

V-88 曲げおよびねじりを受けるコンクリート部材の挙動に関する2,3の考察

京都大学 正員 岡田 清  
立命館大学 正員 児島 考之

1. はじめに

コンクリート部材が曲げとねじりを同時に受ける場合、その力学的挙動、破壊様式はかなり複雑なものとなる。先に著者は純ねじりを受ける場合の解析法として、有限要素法による弾塑性解析法がかなり有効な手段であることを示した<sup>1)</sup>。本研究は、曲げとねじりを同時に受ける場合のコンクリート部材の弾塑性解析を試みたものであり、矩形断面を有するコンクリート部材について種々の曲げとねじりとの比 ( $M/T$ ) に対する計算を行ない、破壊荷重、破壊形式等についての考察を行なった。またプレストレスの影響についても2,3の検討を行なった。

2. 解析に用いたコンクリートの応力ひずみ関係および破壊条件

曲げとねじりを受ける場合、一般には応力状態は平面応力状態となり、応力～ひずみの関係も平面応力状態のものを用いなければならない。この場合応力～ひずみ関係は破壊条件とも関連して複雑となるが、これらについては不明な点が少ない。

本研究ではもっとも簡単な場合として、応力～ひずみ関係は図-1に示すようにbilinear型のものを用いた。この場合、応力～ひずみ曲線の折れ曲がる点の応力  $\sigma_y$  は中間主応力を無視したMohr-Coulombの条件によった。すなわち降伏条件は図-2に示すとおりである。ここで、 $\sigma_{cy}$ 、 $\sigma_{ty}$  はそれぞれコンクリートの一軸圧縮および引張強度である。つぎに破壊条件であるが、これは図-3のようにひずみによって規定した。この場合、破壊時のひずみ  $\epsilon_u$  は応力が  $\sigma_y$  に達した場合のひずみ  $\epsilon_y$  の3倍 ( $\epsilon_u = 3\epsilon_y$ ) とした。

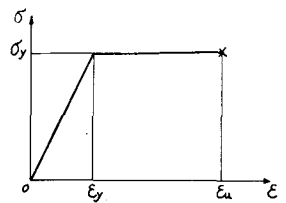


図-1 応力～ひずみ曲線

3. 解析方法

曲げモーメント  $M$  とねじりモーメント  $T$  とを同時に受ける場合 ( $M/T = \alpha$ :一定とする) のコンクリート断面の弾塑性解析は、以下のようにして行なった。

- (1) まずねじり角の増分  $\Delta\theta$  に対して弾性計算を行ない、各要素の応力、ひずみ、ねじりモーメントの増分  $\Delta T$  を計算する。
- (2) ねじりモーメントの増分  $\Delta T$  に対する曲げモーメントの増分  $\Delta M$  を求める ( $\Delta M = \alpha \cdot \Delta T$ )。
- (3) 曲げモーメントの増分  $\Delta M$  について断面の曲げ解析を行ない、各要素の応力、ひずみの増分を計算する。
- (4) ねじりモーメントと曲げモーメントの増分  $\Delta T$ 、 $\Delta M$  および

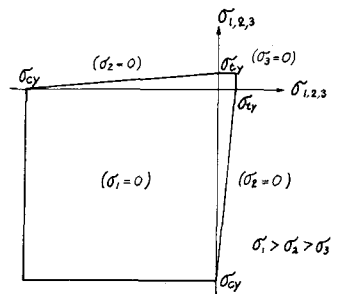


図-2 降伏条件

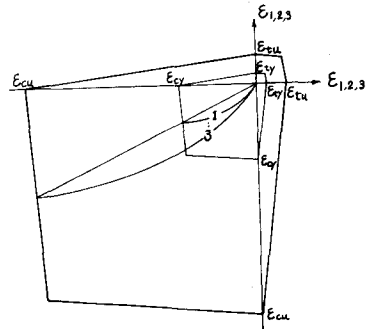


図-3 破壊条件

これらによる応力、ひずみの増分を前回までの結果に加算する。

(5)各要素について主応力を計算し、図-2の降伏条件に達したかどうかを検討する。降伏条件に達した要素については、その要素のヤング係数、せん断弾性係数を弾性状態によるものの $1/1000$ 倍程度に低減させる(本計算では $1/1000$ とした)。

(6)主応力が降伏条件にすでに達している要素については、その要素について主ひずみを計算し、図-3の破壊条件に達したかどうかを検討する。破壊条件に達する要素がなければ(1)以下の計算を繰り返す。

(7) (b)とにおいてある要素が破壊すれば計算を終了する。

上記の解析において、収縮りに対しては有限要素法による計算を行なった。曲座に対しては通常のはり理論によったが、この場合も図-4のように要素分割した断面(要素内では曲座応力を一定とする)として解析を行なった。

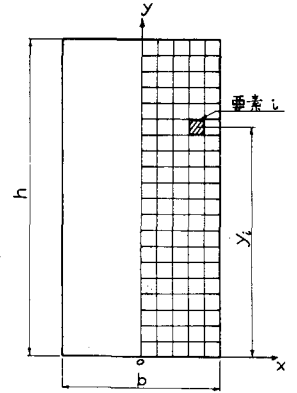


図-4 断面の要素分割

#### 4. 計算例

ここでは矩形断面(10×20cm)(図-4参照)について、上記の解析法を適用した。解析に用いたコンクリートの材料定数は表-1に示した。計算はM/Tの値を表-1に示した9caseについて実施した。またプレストレスの影響を調べるために、各M/Tについて有効引張力 $P_e$ を3とあり(表-1)について同様の計算を行なった(プレストレスは一樣プレストレスである)。図-5は破壊時(プレストレスはりでM/Tが大きいところではひびわれ時)の収縮りモーメント $T_u$ と曲座モーメント $M_u$ の相関曲線を示したものである。この図によると無筋はりでは $M/T < 1$ ではM/Tが増加しても $T_u$ はほとんど低下しないが、 $M/T > 1$ になると $T_u$ は急に低下している。この傾向はプレストレスはりの場合についても同様であるが、 $P_e$ が大きくなると $M/T=1.5$ 程度までは $T_u$ の低下は小さい。また収縮りに対するプレストレスの効果は、曲げに

表-1 計算条件

ヤング係数	$3.5 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$
ポアソン比	$1/6$
圧縮強度	$500 \text{ kg/cm}^2$
引張強度	$40 \text{ kg/cm}^2$
M/T	0, 0.4, 1, 1.5, 2, 3, 5, 10, ∞
有効引張力 $P_e$	0, 5, 10, 15 t

対するよりも小さく、 $P_e = 5t$ の場合では、無筋はりと比較して $T_u$ で1.25倍、 $M_u$ で1.45倍となっている。つぎに破壊形式であるが、これは $M/T \approx 1$ を境として側面破壊( $M/T < 1$ )、底面破壊( $M/T > 1$ )となった。この傾向はプレストレスはりでは同様の傾向である。現在偏心プレストレスの場合について計算中であり、従来までの実験データ等との比較については講演会当日発表する予定である。

#### 〔参考文献〕

1) 岡田, 児島; 「純収縮りを受けるコンクリートはりについて」, 土木学会第25回年次学術講演会講演集V-31, 1970年11月

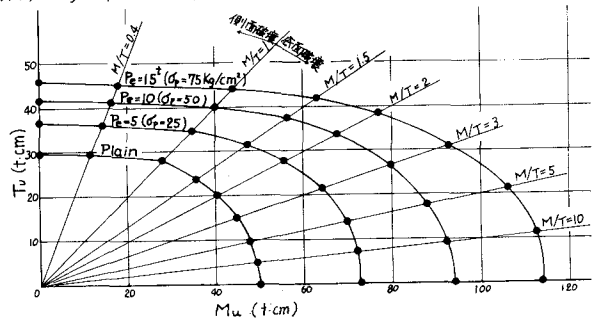


図-5  $T_u - M_u$ 相関曲線