

46 コンクリートの曲げ-ねじれについて

名古屋大学 正員 島田静雄
中日本建設コンサルタントKK 正員 野村正徳
名古屋大学 学生員 南川洋士雄

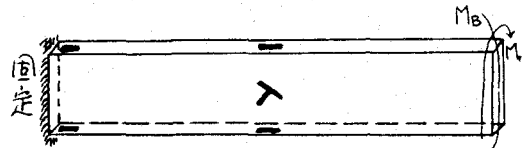
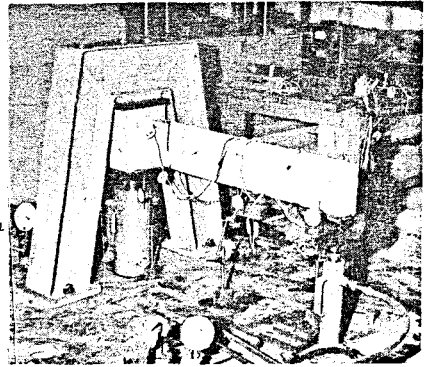
1 実験計画

近年コンクリート構造物は非常に複雑になりつつある。たとえば シェル構造、格子構造、曲線構造物などこれらコンクリート構造物をより一層合理的に設計するために、組み合わせ応力、すなわち、曲げとねじれによるきれつ発生、破壊状況を理解するとともに、コンクリートの破壊強度に因りて考察してみた。

本実験では長方形断面の鉄筋コンクリートの片もちばり（ $100 \times 16 \times 2$, $100 \times 16 \times 4$, $100 \times 16 \times 8$ cm）を製作した。使用材料は、モルタル：粗粒率 2.76 の 不普川砂、普通ポルトランドセメントを用い $w/c = 54\%$ 、単位セメント量 584 kg/m^3 、フロー値 210 とし 鉄筋：中 9, 4 mm 室内養生した材令 28 日のものを試験体とした。

右の写真に示す装置で、純曲げ、純ねじれ、曲げ-ねじれ（ $M_b/M_t = 1$, $1/2$ ）について、たわみ、ねじれ、ひずみを測定し、きれつおよび破壊状況を観察する。

なお、ひずみは抵抗線ひずみ計を右図のようにはつて求めた。



2 実験結果の概要とその検討

(i) 材料の強度

モルタル： $c_{28} \approx 430 \text{ kg/cm}^2$ 、 $t_{50} \approx 30 \text{ kg/cm}^2$ $E_c = 2.65 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$

$v_c = 1/5$, $G_c = 1.1 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$, 鉄筋： $E_s = 2.13 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$, $v_s = 1/3$

(ii) 破壊状況

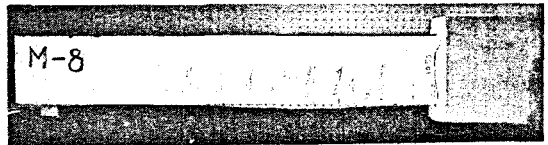
(a) 純曲げモーメントを作用させる場合

初きれつは固定端付近ではりの軸に直角に発生し次第に全体に分布していく。たわみ付着強度が十分でないと全体に分布しない。

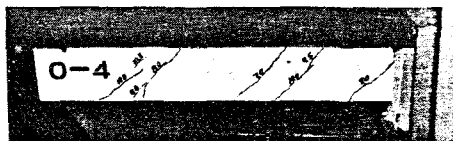
補助鉄筋によるきれつ発生、及び破壊には影響がみられず、引張り鉄筋の降伏とコンクリートの圧縮破壊による。きれつは最大主応力度説で説明される。

(b) 純ねじれモーメントを作用させる場合

長方形断面の長辺側の中央部が最大せん断応力度に達し初きれつを生じる。これははりの軸と 45°



50°の角度をなし、最終破壊時にはきれつは全体をうせん状にとりまく。補助鉄筋の入れたはりとは、細いきれつが多く入り、初期きれつから終局まで余裕があるのに反し、補助鉄筋の入れてないはりとは初きれつと同時に破壊に到り、斜めきれつは引張り鉄筋に沿ったきれつとつながり完全破壊する。



純ねじれ

(C) 曲り-ねじれを作用させる場合

曲げモーメント M_B とねじれモーメント M_T の比を $M_B/M_T = 1, 1/2$ の2つを行った。共に破壊形況はねじれ破壊で曲げの影響が顕著なものは少なく、純ねじれの場合よりも耐力は増大する傾向がみられた。



$M_B/M_T = 1/2$ 補助鉄筋有

破壊面は曲げモーメントの大きいほうは圧縮側で圧碎し引張り側で鉄筋のまわりのコンクリートは完全に付着作用を失っている。きれつの角度は45°~55°であった。補助鉄筋による影響は(6)と同様である。



$M_B/M_T = 1/2$ 補助鉄筋無

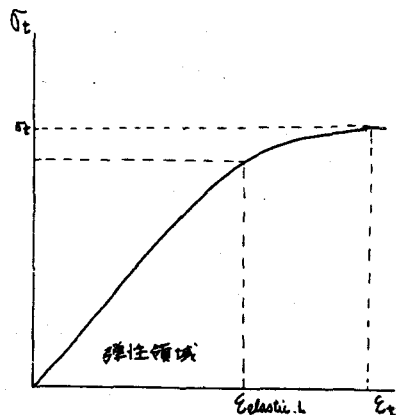
(Ⅲ) 結果

部材に作用する力が小さい間は弾性理論を適用して問題を解くことができる。

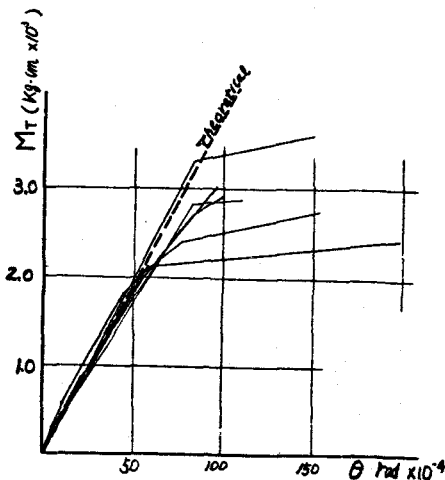
ねじれ破壊の場合主ひずみが $150 \sim 170 \times 10^{-6}$ 程度、コンクリートは弾性限界に達し、この時の応力は St. Venant の弾性解で求めるとコンクリートの引張り強度の0.85~0.90であった。

又、主ひずみが $220 \sim 250 \times 10^{-6}$ できれつ破壊を生じ、Nadai の塑性理論を用いるとコンクリートの引張り強度にはほぼ等しい値となり最大主ひずみ説によくあっていた。

ねじれに対する補強として軸方向筋とスターラップの併用は効果があることが実験からわかった。



コンクリートのストレス-ストレインカーブ



ねじれモーメント-ねじれ角 (St. Venantの式)