

(1) まえがき 静的、くり返しおよび持続したねじりを受ける鉄筋コンクリート部材の剛度変化と実験的に検討し、さらに、ねじりにおける限界状態に対する剛度比とひびく幅について一つの関係を示した。

実験は、正方形断面(20×20 cm)と長方形断面(20×30 cm)の鉄筋コンクリート部材で、純ねじりを静的に、くり返して($M_t/M_{tu} = 0.55 \sim 1.00$, これは $M_t/M_{tu} = 0.30 \sim 0.55$ に当る)または持続して(210日まで)加えた。部材は静的ねじりに対して設計し、軸鉄筋とこれに直交する閉じたスターラップで補強した。 $\sigma_{ck} = 400 \text{ kg/cm}^2$, $\sigma_{tu} = 30 \sim 35 \text{ kg/cm}^2$ であった。

ねじりを受ける鉄筋コンクリート部材は図-1のように変形性状が変化しながら破壊に至るが、これは次のように内部釣合状態が変化するからである。

1 : ひびくみ発生

2—3 : トラス型釣合状態。軸鉄筋とスターラップ及びその中の内部のコンクリートで立体トラスを構成し、比較的安定している。

4—5 : 斜め曲げ型釣合状態。不安定で破壊に近い。

条件によっては、4—5の状態を経ないで破壊することがある。

(2) 荷重条件と剛度

静的、くり返し及び持続したねじりにおける剛度の変化を図-2に示す。これによれば、

a) 部材損傷の進み方の遅いもの程、大きい変形を生じた状態で安定した釣合状態を保つ。

b) トラス型釣合状態についてみれば、静的ねじり-----その間の剛度低下は比較的大きく、破壊までの余裕は少ない。

くり返し及び持続ねじり-----その間の剛度低下は小さく、この釣合状態が破壊に至る迄の大部分を占める。

疲労試験で耐力を失ったと思われる試験体に静的ねじりを加えた。静的ねじりの方向がくり返しねじりの方向と一致するときと逆方向のときの M_t — θ 曲線を図-3に示した。なお、荷重履歴のない部材のものも同時に示し、これを基準にして剛度と比較した。

a) ねじり方向が逆のときは、変曲点以前はかぶりコンクリートが効いていて変形を拘束している。2—3状態の剛度にほぼ同じである。変曲点以後は鉄筋とコア・コンクリートのみで抵抗するが、コンクリートの圧壊が進んでいるので、3—4の釣合状態移行時の剛度に近い。

b) ねじり方向が一致するときは全期間を通じて3—4のものに近い。

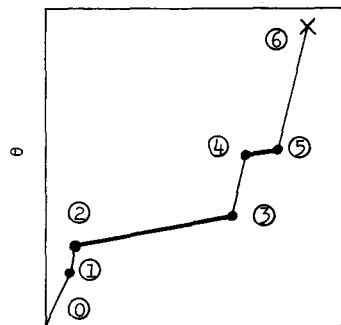


Fig. - 1 M_t , N , t

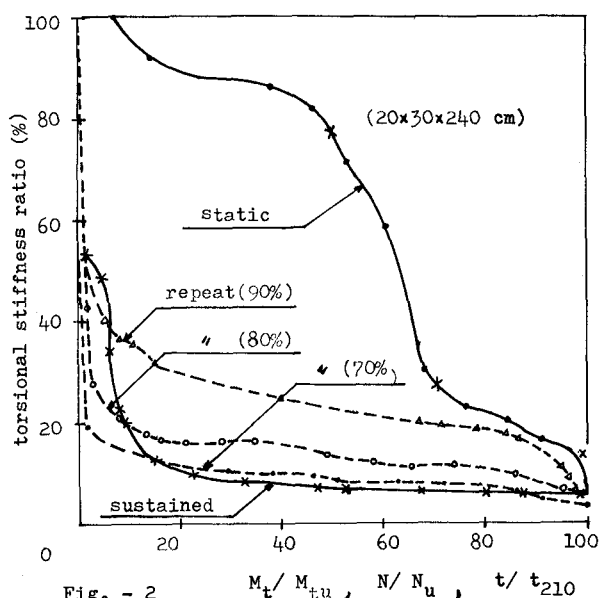


Fig. - 2 M_t/M_{tu} , N/N_u , t/t_{210}

いづれの場合も最終強度は荷重履歴のないものの約60%であった。

(3) 限界状態と剛度

くり返しねじりの場合について最大C/G小ひねりとの関係で剛度を考える。

a) 断面破壊の終局限界状態は、斜め曲げ型釣合状態が形成されたときはその圧縮域の plastic-hinge 終了時と定義されるが、近似的にはこの釣合状態の末期すなわち変曲点5としてよい。又、過大変形の終局限界状態は、過大変形とねじり剛度比(初期剛度に対する)が10%以下となったときと定義すれば変曲点4である。

ねじり剛度比と最大C/G小ひねりとの関係を図-4に示すが、これによれば上記のいづれの場合も最大C/G小ひねりは0.5mmであった。

b) 使用限界状態 ねじりモーメントによつて常に斜め引張応力が発生しているので、C/G小ひねりを許すときは、最大C/G小ひねりと変形の両面から使用限界状態をきりの各変曲点に定めるのが適当であらう。

$w_{max.} = 0.1 \text{ mm}$	1~2の間
剛度比 = 35 %	
$w_{max.} = 0.2 \text{ mm}$	2の状態
剛度比 = 20 %	
$w_{max.} = 0.3 \text{ mm}$	3の状態
剛度比 = 14 %	

しかし、ねじりC/G小ひねりに伴う剛度低下が著しいことを考えれば、使用限界状態でC/G小ひねりを許すかどうかは慎重に決定すべき問題である。

(4) まとめ

a) 荷重やくり返し回数の増加または載荷持続時間の経過とともに部材の損傷が進むが、その経過が緩やかな程C/G小ひねりは分散しC/G小ひねりも平均化される。そして部材は大きい変形能力をもつ、剛度が著しく低下した状態や安定した釣合状態を保っている。

b) かぶりコンクリートはC/G小ひねりの発達後も剛度の低下を防ぐが、最終強度に対してはスターラップを密に配置してコア・コンクリートを十分に機能させる方が効果的である。

c) C/G小ひねり発生後の剛度低下は曲げの場合に比べて著しいので、設計荷重作用時にはなるべくC/G小ひねりを許さない方がよい。もし許すときでも、使用限界状態をトラス型釣合状態開始までに定めるべきであらう。

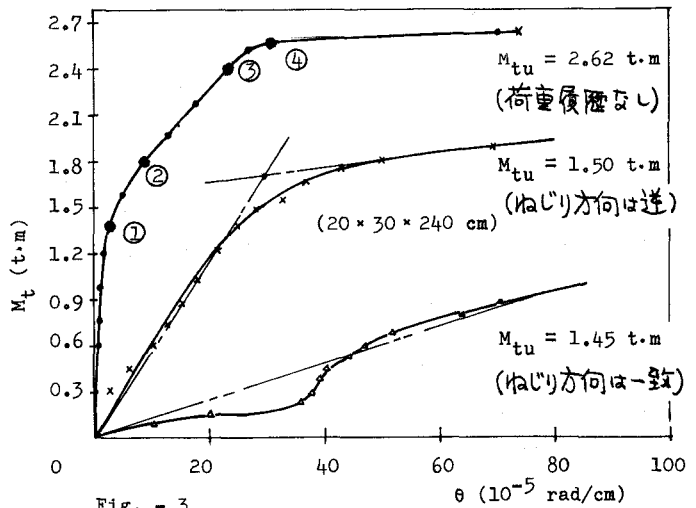


Fig. - 3

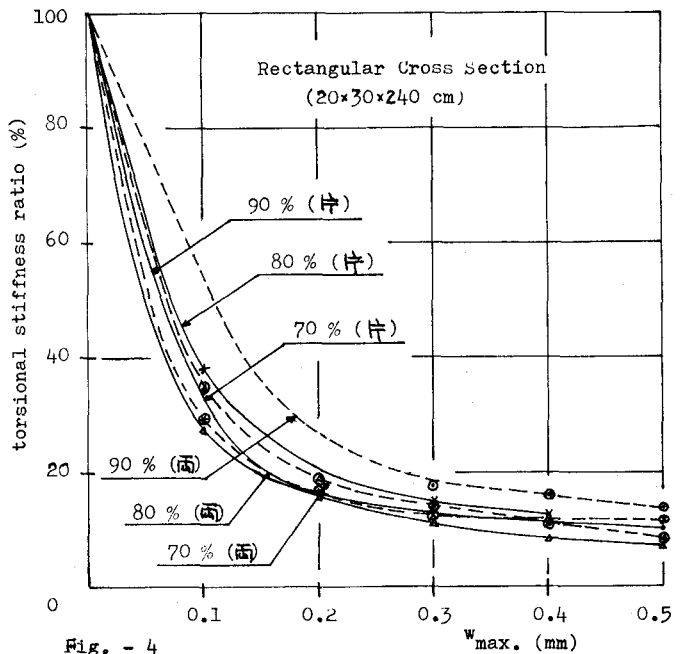


Fig. - 4