

## V-539

## 繰返しねじりを受ける鉄筋コンクリート部材の耐力および剛性低下

国土館大学 正会員 久家秀龍

国土館大学 正会員 川口直能

1. はじめに 本研究は、鉄筋コンクリート部材に低数回の繰返し両振りねじりモーメントを作用させたのちに、最終的に破壊に至らせた場合のねじり耐力や変形性状、ねじり剛性の変化等を明らかにし、損傷部材の残存耐力、剛性の低下等に関して実験面から検討したものである。

2. 実験概要 試験体は、幅11.5cm、高さ15.0cm、長さ2.0mである。軸方向筋には公称直径13mm（4本）、横方向筋には公称直径10mm（3.5cm間隔）の鉄筋を用いた（図-1）。この試験体に一端が固定、他端を円周方向に可動とした油圧式ねじり試験機を用いて正負方向にねじりモーメントを加え、ねじれ角、補強筋のひずみなどを測定した。試験方法としては、あらかじめ求めた最大耐力の60%と85%を繰返し荷重に設定し、正負に5回繰返し载荷を行った後6回目で破壊させた。また、正方向载荷で破壊した部材に再び負方向のねじりモーメントを加え、耐力低下の程度も調べた。試験体の数は、繰返し载荷をしないもの3体、繰返し载荷をするもの各3体、無筋部材2体、計11体である。

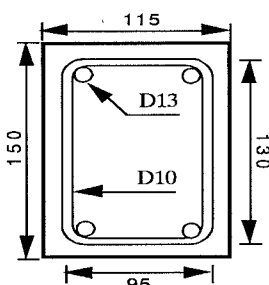


図-1：試験体

3. 実験結果 測定結果を表-1に、ねじりモーメントとねじれ角の関係の代表例を図-2に、最大耐力近傍のひび割れ発達状況の代表例を写真-1に示した。

表-1. 測定結果

| 試験体    | 最大耐力とねじれ角                                      |                                          |                                                |                                          | J：剛性 ( $\times 10^8 \text{ N} \cdot \text{cm}^2$ ) |       |       |        |        |        | 材料の品質 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )                                |                                                 |
|--------|------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------|-------|--------|--------|--------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
|        | 正方向载荷                                          |                                          | 負方向载荷                                          |                                          | 正方向载荷                                              |       |       | 負方向载荷  |        |        | コンクリート                                                          | 鉄筋                                              |
|        | $M_{\text{max}}$ ( $\text{N} \cdot \text{m}$ ) | $\theta (\times 10^{-6} \text{ rad/cm})$ | $M_{\text{max}}$ ( $\text{N} \cdot \text{m}$ ) | $\theta (\times 10^{-6} \text{ rad/cm})$ | $J_0$                                              | $J_1$ | $J_2$ | $J'_0$ | $J'_1$ | $J'_2$ | $f'_c=62.9$<br>$f_t=3.2$<br>$f_b=3.4$<br>$E_c=31.0 \times 10^3$ | $f_y=374$<br>$f_u=431$<br>$E_s=167 \times 10^3$ |
| 静的载荷   | 3530                                           | 496                                      | 2930                                           | 2070                                     | 26.3                                               | 6.16  | 0.32  | 2.27   | 1.18   | 0.13   |                                                                 |                                                 |
| 繰返し60% | 3650                                           | 908                                      | 2810                                           | 1260                                     | 15.3<br>(6回目)                                      | 4.60  | 0.28  | 1.89   | 2.65   | 0.5    |                                                                 |                                                 |
| 繰返し85% | 3970                                           | 1589                                     | 2220                                           | 3150                                     | 11.7<br>(6回目)                                      | 5.34  | 0.13  | 0.51   | 0.71   | 0.15   |                                                                 |                                                 |

(1) ねじり耐力 最大耐力は、繰返し载荷した場合の方が静的载荷試験よりも5%～10%程度高い値を示した。これをひび割れ挙動および鉄筋のひずみ値から考察する。静的载荷した場合は繰返し载荷と比べて、ひび割れの分散が少なく部分的に集中して最大耐力に至るが、繰返し载荷をした場合、ひび割れが全面に多数分散し、部材全体で応力を分担して最大耐力に至る。この傾向は、繰返しレベル85%の方が顕著である。また、最大耐力時での軸方向筋のひずみは大差がないが、横方向筋のひずみは、繰返しレベル85%、60%、静的载荷の順で、10%程度づつ大きくなり鉄筋の応力分担の増加が認められる。このため繰返し载荷をした場合の方が、静的载荷をした場合よりも内部コンクリートに対する拘束効果が生じ、最大耐力がわずかながら大きくなったと思われる。一方負方向载荷の耐力は静的载荷試験で10%程度、繰返しレベル60%において20%程度、繰返し载荷レベル85%では40%程度低下した。これは、正方向载荷における破壊時の損傷の度合いが繰返し载荷

キーワード：繰返しねじり ねじり耐力 変形性状 ねじり剛性 残存耐力

連絡先：〒154-8515 東京都世田谷区世田谷4-28 国土館大学工学部土木工学科・☎03-5481-3259

レベルが高いほど激しく、ねじりに有効な断面が小さくなったためと思われる。

## (2)最大耐力近傍の変形性状

最大耐力時のねじれ角は静的荷重試験体のそれぞれ荷重レベル60%は2倍程度、レベル85%は3倍程度となった。繰返し荷重レベルが高い程、ひび割れの発生数や拡幅の度合いが大きい。このため高レベルの繰返し荷重ほど剛性が低下し、変形が大きくなったと思われる。

(3) ねじり剛性 最終荷重時の剛性は、繰返しレベル60%では初期剛性の60%程度、繰返しレベル85%では40%程度となり繰返しレベルが高い方が低下の度合いが大きい。しかし、その後の破壊に至るまでの剛性低下は繰返しの有

無、繰返しレベルの違いにかかわらずほぼ等しい傾向を示す。本実験で実施された比較的高レベルの繰返し荷重では、主要なひび割れは出尽くし、ひび割れ幅の拡幅のみで変形が進行するので剛性は低下するが、最大耐力近傍では新たなひび割れも発生するため、この間の剛性の変化の度合いは、いずれの部材もほぼ同様になったと思われる。

4. まとめ 低数回の繰返し両振りねじりモーメントを加えた後に破壊に至らせた部材について本実験の範囲内で得られた特徴を列挙すれば以下の通りである。

(ア) 繰返し荷重を受けても横方向補強筋量や配置間隔などが適当であれば最大耐力は低下しない。

(イ) 一方、負方向荷重では繰返し荷重レベルが高いほど損傷の度合いが激しく、耐力は20～40%程度低下する。

(ウ) 最大耐力時の変形は繰返し荷重レベルが高い部材ほど大きい。

(エ) 最終荷重時の剛性も、繰返しレベルが高いほど低下の度合いが大きい。

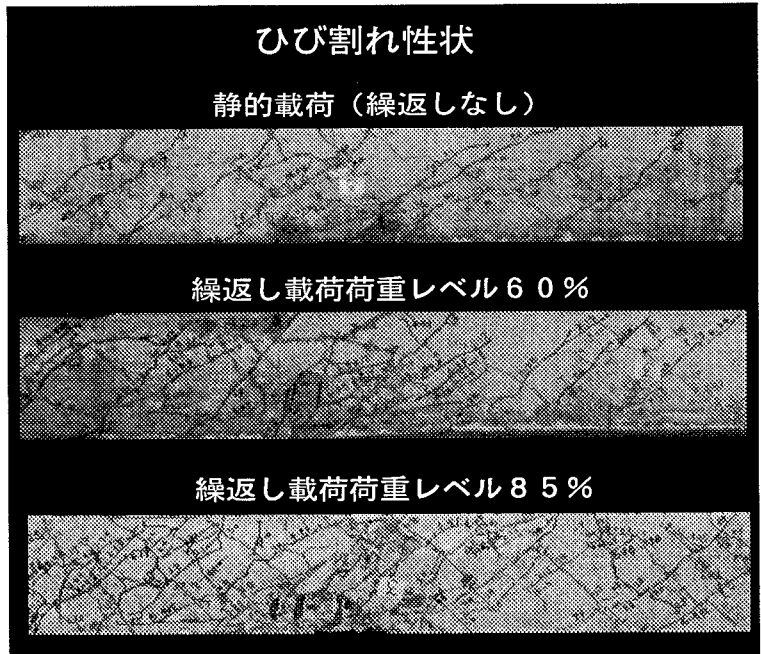


写真-1

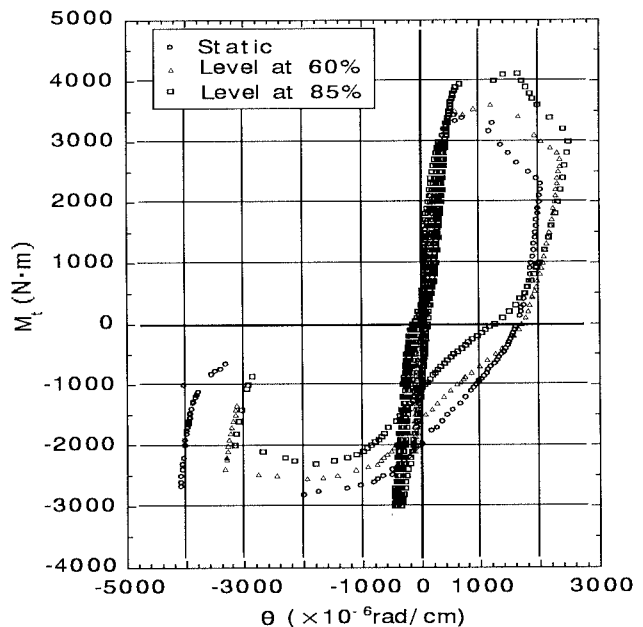


図-2.  $M_t - \theta$