

V-307

繰返しねじりを受ける鉄筋コンクリート部材の残存耐力

国士舘大学 正会員 久家秀龍

国士舘大学 正会員 川口直能

1. はじめに 鉄筋コンクリート構造物は何らかの繰返し作用を受けていることが通例である。この繰返しによって、疲労寿命から予測されるよりもさらに耐力が低下している可能性がある。また、地震などで高負荷の荷重が繰返し作用した場合の部材の耐力は、未解明な点が多い。本研究では、ねじりの作用に注目し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後に、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

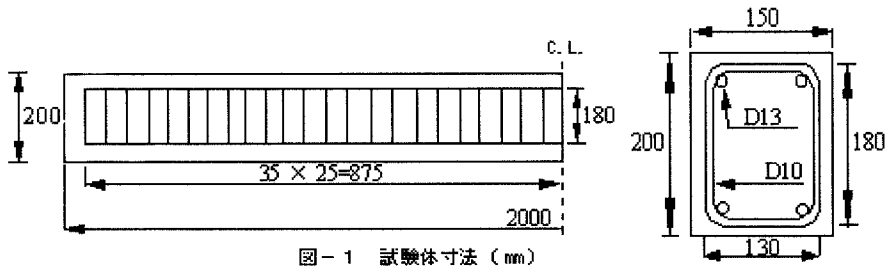


図-1 試験体寸法 (mm)

試験体は、幅15cm、高さ20cm、長さ2m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%～85%を繰返し荷重に設定し、正負に10回繰返し载荷を行った後11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、逆方向载荷に対する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2体、繰返し载荷するもの7体、計9体である。

3. 実験結果 測定結果を表-1に、最大耐力直後のひび割れ発達状況の代表例を写真-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に示した。

表-1. 測定結果

試験体	破壊時 繰返し 回数:N	最大ねじり耐力とねじれ角		剛性: $J = M_t / \theta$				材料の品質	
		M_{tmax}	θ	$\times 10^8 \text{ N} \cdot \text{cm}^2$				N/mm^2	
		kN·m	$\times 10^{-6} \text{ rad/cm}$	J_0	J_1	J_2	J_3	コンクリート	鉄筋
静的载荷	—	10.9 (6.1)	726	104.11	13.14	7.65	2.50	$f'_c=54.1$	$f_y=374$
60%繰返し	11	9.9 (6.0)	827	15.68	28.80	7.74	0.95	$f_t=3.54$	$f_u=431$
70%繰返し	11	9.8 (6.1)	852	11.91	26.60	8.74	2.35	$f_b=3.95$	$E_s=167$
80%繰返し	6	8.5 (6.9)	778	—	—	—	—	$E_c=33.5$	$\times 10^3$
83%繰返し	4	8.9 (6.9)	960	5.16	10.90	7.11	1.24	$\times 10^3$	
85%繰返し	2	8.8 (6.0)	705	7.56	17.86	4.81	2.24		

()内は、破壊後の逆方向载荷における最大耐力

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4-28-1 国士舘大学工学部土木工学科 TEL.03-5481-3259

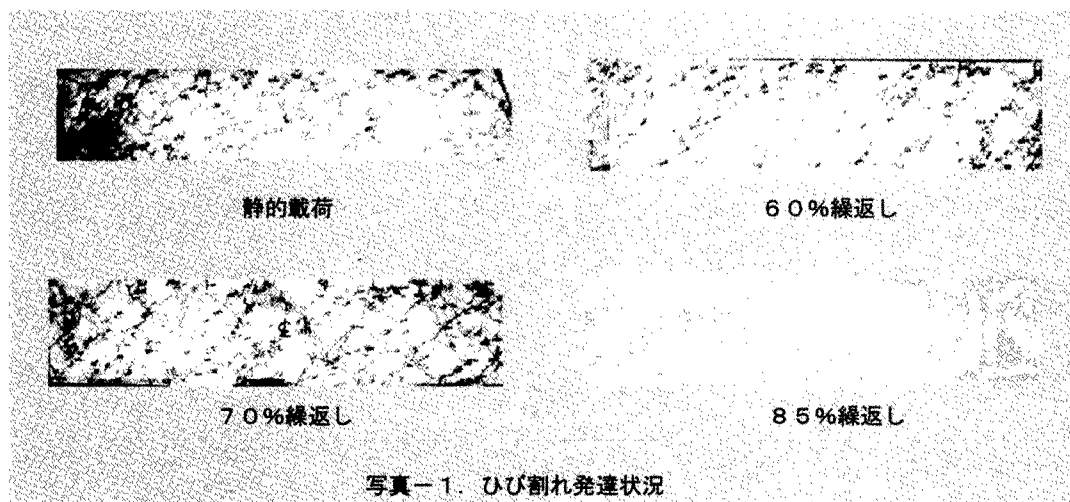


写真-1. ひび割れ発達状況

（1）ねじり耐力 最大耐力は、繰返し載荷した場合、静的載荷試験よりも、繰返しレベル60%と70%で10%程度低い値を示した。また繰返しレベルが80%以上の試験体は所定の繰返し以前に破壊が生じ、その耐力も20%程度低下した。これを破壊に至るまでの挙動から考察する。横方向補強筋は、ねじりせん断応力が小さくなる短辺側で、製作の都合により交互に重ね継ぎ手とした。高負荷（80%以上）の繰返し載荷ではひび割れが細かく密に多数分散し、大変形した後に表面のコンクリートが剥離し重ね継ぎ手部が開口した。このため、内部コンクリートに対する拘束効果が減少し、早期に破壊が生じた可能性がある。したがって示方書の規定は遵守すべきである。

（2）変形性状 最大耐力時のねじれ角は繰返し載荷レベルによる差異はほとんどないが、最大耐力に至るまでの変形は、静的載荷試験の最大耐力の8割時のねじれ角で比較すると、繰返し載荷レベル60%は1.4倍程度、レベル70%は1.6倍程度、レベル85%は繰返し載荷回数が少なくなったにもかかわらず、2倍程度となった。繰返し載荷レベルが高い程、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載荷ほど剛性が低下し変形が大きくなったと思われる。

（3）剛性 最終載荷時の最大耐力に至るまでの剛性の低下は、繰返しレベル60%では初期剛性の30%～1%程度、繰返しレベル70%では25%～2%程度、繰返しレベル80%台の平均は15%～2%程度となり繰返しレベルが高い程、低下の度合いが大きい。

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）最大耐力は繰返し載荷レベルが高い程、損傷の度合いが激しく10%～20%程度低下する。

（イ）ただし、静的破壊耐力に近い高負荷の繰返しねじりモーメントが作用した場合、横方向鉄筋の定着が重ね継ぎ手のみのときは、かぶりコンクリートが剥落したのちに継ぎ手部が開口し、ぜい性的な破壊を招くおそれがある。

（ウ）繰返し載荷レベルが高い程剛性低下の度合いが大きい。

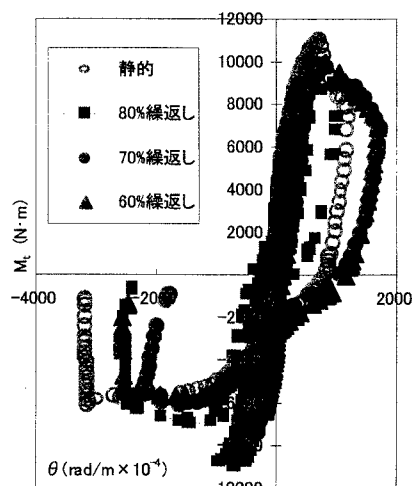


図-2 M_t - θ 曲線