

高負荷の繰返しねじりを受ける鉄筋コンクリート部材の実験的研究

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 鉄筋コンクリート構造物に過大地震時などのように高負荷の荷重が繰返し作用した場合、予想される疲労寿命よりも耐力が低下している可能性がある。本研究では、鉄筋コンクリート部材に高負荷の両振りねじりモーメントを低回数作用させた後に、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実験面から検討した。また、横方向補強筋は、その端部の定着が堅固でないと高振幅の繰返しねじりが作用した場合、かぶりの剥落時に機能を失う可能性がある。そこで横方向補強筋の端部に鋭角フックを設けて固定した部材と、設けずに重ね継手とした部材とを作成し、横方向補強筋の加工方法による違いが破壊挙動におよぼす影響についても検討した。

2. 実験概要 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)、横方向補強筋には公称直径 10mm (3.5cm 間隔) の鉄筋を用いた。横方向筋は、端部に鋭角フックを設けた閉合型と、設けずに重ね継手型としたものの 2 種類である (図-1)。これら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、補強筋のひずみ等を測定した。荷重方法としては、あらかじめ求めた最大耐力の 80%、83%、85% を繰返し荷重に設定し、正負に 10 回繰返し荷重を行った後 11 回目で破壊させた。試験体の数は閉合型で繰返し荷重をしないもの 2 体、繰返し荷重するもの 4 体、計 6 体。重ね継手型で繰返し荷重をしないもの 2 体、繰返し荷重するもの 3 体、計 5 体である。

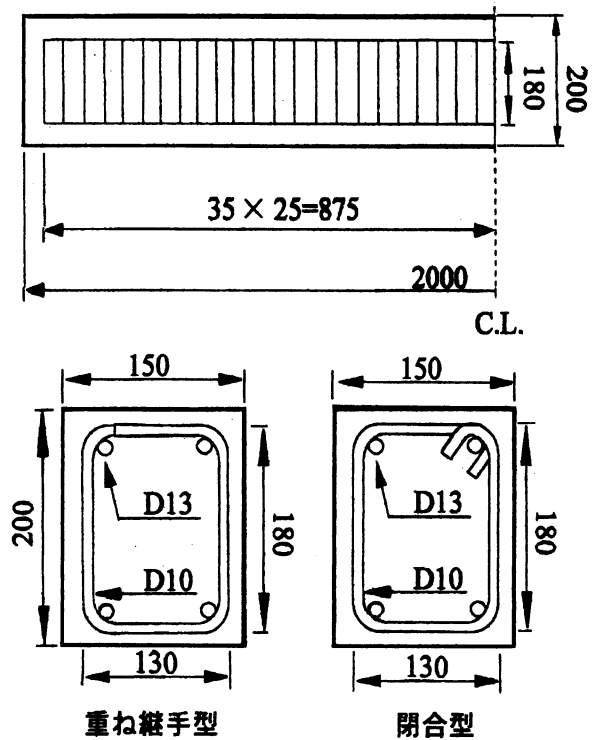


図-1. 試験体

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り角		剛性: $J = M_t / \theta$				材料の品質		
		$M_{t \max}$ kN·m	θ 10^{-6} rad/cm	$\times 10^8$ N·cm ²				N/mm ²		
				J_0	J_1	J_2	J_3	concrete	steel	
閉合型	静的 荷重	—	11.5 (6.3)	710	16.63	1.38	0.30	—	$f_c = 54.1$	$f_y = 374$
	80% 繰返	11	12.0 (4.4)	1108	—	1.45	0.57	0.18	$f_t = 3.54$	$f_u = 431$
	83% 繰返	11	10.8 (7.0)	1159	—	1.39	0.74	0.11	$E_c = 33.5$	$E_s = 167$
	85% 繰返	11	10.6 (4.3)	3136	—	0.49	0.28	0.08	$\times 10^3$	$\times 10^3$
重ね継手型	静的 荷重	—	10.9 (6.1)	726	13.14	7.65	2.50	—	$f_c = 60.4$	$f_y = 374$
	80% 繰返	6	8.5 (6.9)	778	—	—	—	—	$f_t = 3.62$	$f_u = 431$
	83% 繰返	4	8.9 (6.9)	960	—	—	—	—	$E_c = 40.0$	$E_s = 167$
	85% 繰返	2	8.8 (6.0)	705	—	—	—	—	$\times 10^3$	$\times 10^3$

() 内は、破壊後の逆方向荷重における最大耐力

キーワード: 高負荷 繰返しねじり ねじり耐力 変形性状 ねじり剛性

連絡先: 〒 154-8515 東京都世田谷区世田谷 4-28-1 国土館大学工学部土木工学科 TEL.03-5481-3259

3. 実験結果

測定結果を表-1に、閉合型と重ね継手型の、ねじりモーメントとねじれ角の関係の代表例を図-2、図-3に示した。

(1) ねじり耐力

最大耐力は閉合型の試験体では繰返し载荷した場合、繰返しレベル80%では静的载荷試験と同じ程度の値を、繰返しレベル83%と85%では10%程度低い値を示した。また、重ね継手型の試験体は、いずれも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。

横方向筋を重ね継手とした試験体は、高負荷の繰返しねじり载荷により多数のひび割れが分散発生した後に、重ね継手部分がずれながら跳ね上がり、かぶりコンクリートが剥落した。このため内部コンクリートを拘束する機能が失われ脆性的な破壊が生じた。一方、閉合型の試験体では跳ね上がりは起こらず、横方向筋で囲まれた内部コンクリートに対する拘束が有効に機能したものと考えられる。

(2) 変形状

最大耐力時のねじれ角は、閉合型の試験体の場合、繰返しレベル80%と83%では静的载荷試験のほぼ1.5倍と同じ程度であったが、繰返しレベル85%では4.5倍程度と大きく変形した。

(3) ねじり剛性

最終载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80%と83%では初期剛性の10%~1%と同じ程度の低下率を示すが、繰返しレベル85%では5%~0.5%程度となり、低下の度合いが大きい。

4. まとめ

高負荷の両振りねじりモーメントを低回数繰返し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) 静的破壊耐力に近い高負荷(80%以上)の繰返しねじりモーメントが作用した場合、最大耐力は10%程度低下する。また繰返しレベルが85%以上では剛性の低下率が大きい。
- (イ) ただし、横方向補強筋の定着が重ね継手のみのときは、繰返しの初期の段階で継手部が開口し脆性的な破壊を招く場合があり、最大耐力も20%程度低下する。
- (ウ) 横方向補強筋の端部に鋭角フックを設けて固定すれば、内部コンクリートを拘束し、ある程度有効に機能する。したがって、示方書のねじり横方向鉄筋および定着に関する規定は繰返しねじりを受ける場合でも準拠すべきである。

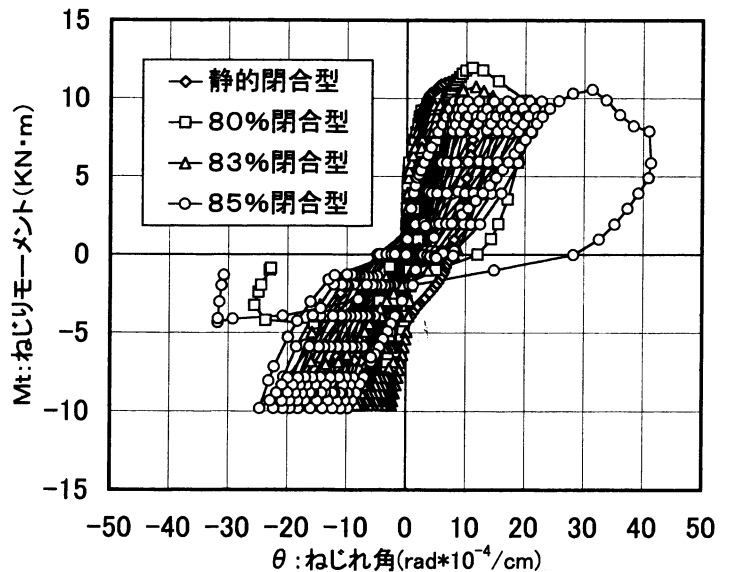


図-2. ねじりモーメント-ねじれ角
(閉合型繰返し载荷時)

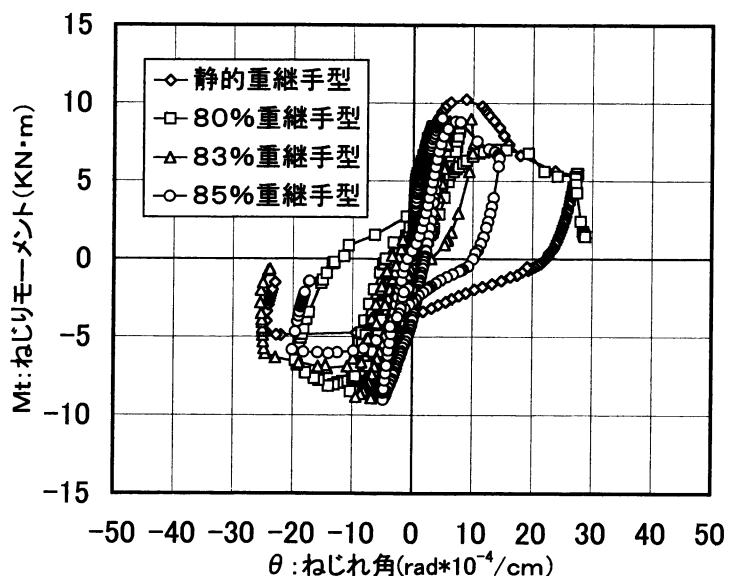


図-3. ねじりモーメント-ねじれ角
(重ね継手型繰返し载荷時)