

# OSフープクリップ工法

## 梁の曲げせん断載荷実験

キーワード: 鉄筋コンクリート梁 繰返し 曲げせん断 せん断補強筋 鉄筋継手 機械式 スリーブ

実験場所: 千葉工業大学 工学部 建築学科 石橋研究室

### 1.はじめに

本報は、鉄筋コンクリート部材(以下RC部材)におけるせん断抵抗部分の補強筋に、機械式重ね継手(以下OSフープクリップ)を有するものと一本物を用いた場合のせん断抵抗性能を、実験によって確認したものである。

### 2.実験概要

#### 2.1 試験体

表-1 に試験体及び材料試験結果、図-1 に試験体の形状及び配筋の一例を示す。断面は 400mm×400mm、クリアスパン 850mmとした。鉄筋は、主筋に D22 (SD345)、せん断補強筋に D10(SD295A)を用い、コンクリートの設計基準強度は  $F_c=24\text{N/mm}^2$ とした。

試験体は、OS フープクリップと一本物を比較するために両側面に OS フープクリップにより接合した試験体と上下面にフレア溶接して接合した閉鎖型せん断補強筋の試験体で、4 体をせん断破壊型 (No.1~No.4)、3 体を曲げ破壊型 (No.5~No.7)として設計し、計 7 体を作製した。

表-1 試験体及び材料試験結果

試験体	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7
破壊型式	せん断破壊型				曲げ破壊型		
継手配置	OS1対	閉鎖型	OS1対	閉鎖型	OS1対	OS2対	閉鎖型
主筋	5-D22(SD345) $\rho_t=1.38\%$				3-D22(SD345) $\rho_t=0.83\%$		
補強筋	D10@180(SD295A) $\rho_w=0.2\%$				D10@90(SD295A) $\rho_w=0.4\%$		
コンクリート	$\sigma_B$	26.0	24.9	23.4	22.7	24.0	26.7
	$E_c$	2.70	2.84	2.37	2.35	2.59	2.64
							2.60

共通事項:  $Q/Md=1.21$  クリアスパン  $L=850\text{mm}$  有効せい  $d=350\text{mm}$   
 [D22]降伏点  $\sigma_y=390.4\text{N/mm}^2$  弾性係数  $E_s=1.90 \times 10^5\text{N/mm}^2$   
 [D10]降伏点  $\sigma_y=374.7\text{N/mm}^2$  弾性係数  $E_s=1.85 \times 10^5\text{N/mm}^2$   
 $\sigma_B$ :コンクリート強度  $[\text{N/mm}^2]$ ,  $E_c$ :コンクリート弾性係数  $[\times 10^4\text{N/mm}^2]$

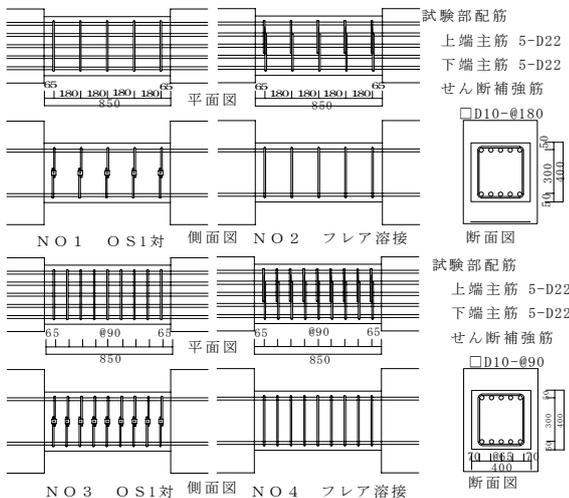


図-1 試験体及び配筋図

### 2.2 実験方法

図-2 に載荷装置図を示す。載荷は大野式逆対称加力による正負交番繰返し載荷で、変形角  $R$  を制御して行った。載荷スケジュールは、 $R=0.001, 0.005$  (3 回),  $0.01$  (3 回),  $0.02$  (3 回)において正負の繰返しとし、最終サイクルは  $R=0.04$  までの正方向載荷とした。

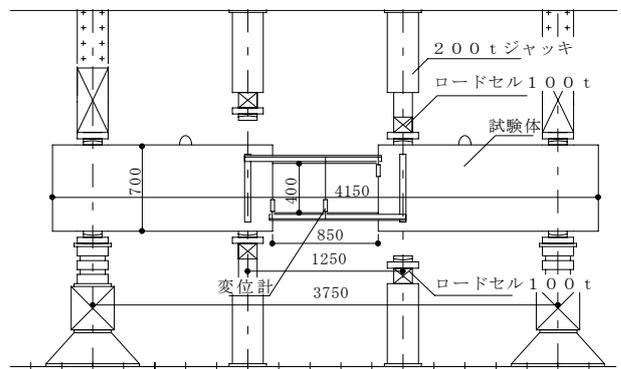


図-2 載荷装置図

### 3.実験結果

#### 3.1 破壊状況及び耐力

図-3 に最終破壊状況を示す。せん断破壊型の試験体は、初期ひび割れの発生後、それが進行してせん断ひび割れとなった。その後、 $R=0.005\text{rad}$  になると上端筋及び下端筋に沿った付着割裂ひび割れが確認された。全体変形角が増大するに従って、両端部のせん断ひび割れと主筋に沿ったせん断ひび割れが進行し、付着割裂ひび割れと繋がり、破壊が進んだ。 $R=0.04\text{rad}$  において、試験区間の中央を通るせん断ひび割れが発生した。

終局耐力は No.1 及び No.2 において荒川 min.式より 10%程度小さい値となり、No.3 及び No.4 では荒川 min.式に近い値となった。鉄筋のひずみは、主筋では降伏に至らず、せん断補強筋では試験体 No.1 及び No.3 で 1 点が降伏に至った。

実験終了後、試験体 No.3 及び No.4 の側面のかぶりコンクリートを剥がすと、OS フープクリップに若干の回転が見られた。観察する際に、かぶりコンクリートを容易に剥がすことができたことから、既にかぶりコンクリートが剥落していたと考えられる。

曲げ破壊型の試験体 No.5, No.6 及び No.7 では、せん断破壊型と同様にせん断ひび割れと付着割裂ひび割れが発生したが、曲げ破壊も相当進行した。

終局耐力は曲げ耐力計算値にほぼ近く、主筋の降伏後せん断破壊が生じた。

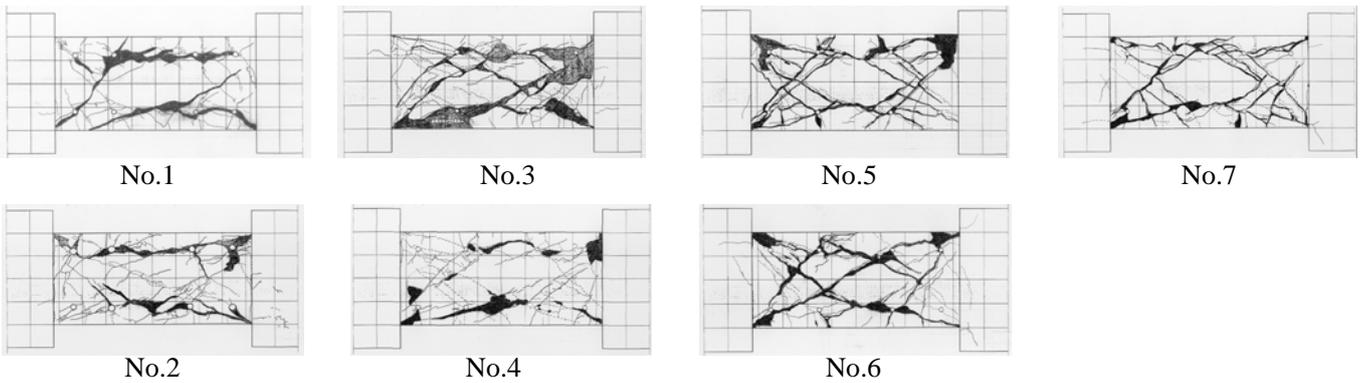


図-3 最終破壊状況

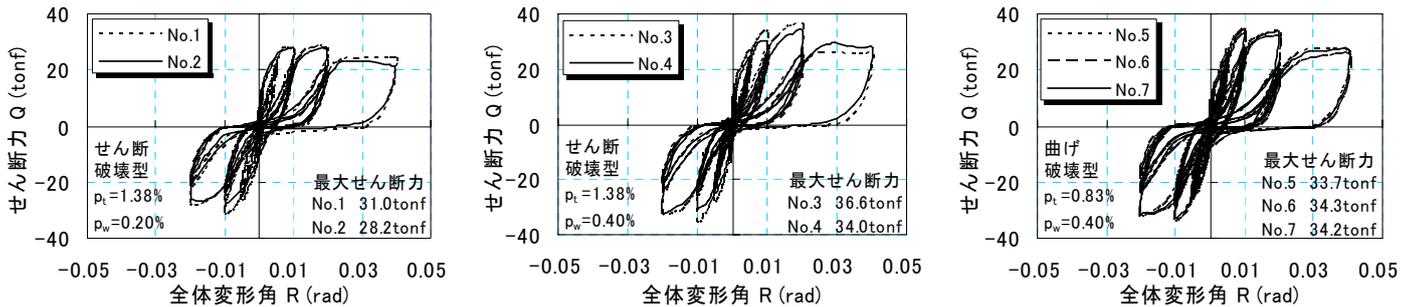


図-4 せん断力と変形角の関係

表-2 実験結果(正荷重)

試験体	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7
継手	OS1対	閉鎖型	OS1対	閉鎖型	OS1対	OS2対	閉鎖型
引張鉄筋比(%)	1.21	1.21	1.21	1.21	0.73	0.73	0.73
補強筋比(%)	0.20	0.20	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39
実験値 $eQ_{max}$ (tonf)	28.4	28.2	36.6	34.0	33.7	34.3	34.2
計算値 $Q_{bu}$ (tonf)	57.1	57.1	57.1	57.1	34.3	34.3	34.3
計算値 $Q_{su1}$ (tonf)	33.5	32.9	35.8	35.4	33.6	34.9	33.9
計算値 $Q_{su2}$ (tonf)	38.3	37.4	47.6	46.9	48.1	50.2	48.7
$eQ_{max}/Q_{bu}$	0.50	0.49	0.64	0.60	0.98	1.00	1.00
$eQ_{max}/Q_{su1}$	0.85	0.86	1.02	0.96	1.00	0.98	1.01
$eQ_{max}/Q_{su2}$	0.74	0.75	0.77	0.72	0.70	0.68	0.70
$Q_{bu}$ : 曲げ耐力	$Q_{su1}$ : 荒川min式		$Q_{su2}$ : A法				

表-3 実験結果(負荷重)

試験体	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7
継手	OS1対	閉鎖型	OS1対	閉鎖型	OS1対	OS2対	閉鎖型
引張鉄筋比(%)	1.21	1.21	1.21	1.21	0.73	0.73	0.73
補強筋比(%)	0.20	0.20	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39
実験値 $eQ_{max}$ (tonf)	31.0	27.5	34.9	32.0	32.6	33.2	32.8
計算値 $Q_{bu}$ (tonf)	57.1	57.1	57.1	57.1	34.3	34.3	34.3
計算値 $Q_{su1}$ (tonf)	33.5	32.9	35.8	35.4	33.6	34.9	33.9
計算値 $Q_{su2}$ (tonf)	38.3	37.4	47.6	46.9	48.1	50.2	48.7
$eQ_{max}/Q_{bu}$	0.54	0.48	0.61	0.56	0.95	0.97	0.96
$eQ_{max}/Q_{su1}$	0.93	0.84	0.97	0.90	0.97	0.95	0.97
$eQ_{max}/Q_{su2}$	0.81	0.74	0.73	0.68	0.68	0.66	0.67
$Q_{bu}$ : 曲げ耐力	$Q_{su1}$ : 荒川min式		$Q_{su2}$ : A法				

表-2 及び表-3 に実験結果を示す。実験値を同一配筋量の試験体と比較すると、試験体 No.1 及び No.2 は正荷重時の最大荷重でほぼ等しくなり、負荷重時では No.1 が若干 No.2 を超えた。試験体 No.3 及び No.4 では、No.3 が No.4 をやや上回った。試験体 No.5, No.6 及び No.7 では、3 体とも最大荷重に差が生じなかった。

### 3.2 変形角

図-4 にせん断力と変形角の関係を示す。なお、比較のため  $Q$ - $R$  曲線は同一配筋量の試験体ごとに示してある。試験体 No.1 及び No.2、試験体 No.3 及び No.4 は、 $R=0.01\text{rad}$  で OS フープクリップを使用した試験体においてせん断補強筋が 1 点降伏したが、耐力及び剛性に違いは見られなかった。また、試験体 No.3 及び No.4 においては、 $R=0.04\text{rad}$  で若干の耐力低下が見られた。

試験体 No.5, No.6 及び No.7 は、主筋及びせん断補強筋が降伏したが、耐力及び剛性に違いは見られなかった。 $R=0.04\text{rad}$  においても耐力及び剛性に違いは見られなかった。

### 4.まとめ

耐力、変形、せん断補強筋のひずみ等を比較した結果、せん断補強筋が降伏する応力状態においても、OS フープクリップはひび割れを誘発せず、かぶりコンクリートを剥落させない。ただし、全体変形角  $R=0.04\text{rad}$  を経験した OS フープクリップはわずかに回転した。

せん断破壊型の試験体では、主筋は降伏せず、補強筋は OS フープクリップを用いた試験体において降伏したが、耐力・変形・ひび割れ状況は閉鎖型と同等であった。破壊形式は試験体 No.1 及び No.2 で付着割裂破壊と判断したが、既往の計算耐力式では説明することができなかった。試験体 No.3 及び No.4 では荒川 min.式と同程度となった。

曲げ破壊型の試験体では、いずれも主筋及び補強筋が降伏し、耐力・変形・ひび割れ状況は同等となった。せん断耐力は荒川 min.式・曲げ耐力略算値・A法靱性考慮( $R_p$ - $V_u$ 関係)と同程度となった。

以上より、OS フープクリップは閉鎖型フープと全体変形角  $R=0.01\text{rad}$  までは同等、 $R=0.04\text{rad}$  においてもほぼ同等の構造性能を有していると評価できた。