# L型RC柱梁接合部の配筋仕様が破壊性状に及ぼす影響

(公財)鉄道総合技術研究所 正会員 〇草野浩之 正会員 中田裕喜 正会員 田所敏弥 正会員 幸良淳志 正会員 角野拓真

# 1. 目的

鉄道におけるラーメン構造物の柱と梁の接合部は、配筋の仕様<sup>1)</sup>を満足することで設計され、具体的な照査は省略されているが、軸方向鉄筋に高強度鉄筋を用いた場合などでは接合部の縮小が可能となり、このような場合、接合部の安全性の検証やそれに伴う接合部の照査法の整備が必要と考えられる.そこで、本研究では、柱と梁のL形接合部を対象に、配筋の仕様が破壊性状に及ぼす影響について、実験的に検討した.

### 2. 実験概要

表1に実験に用いた供試体の諸元を、図1に載荷装置図を示す.供試体は、柱 と梁を模擬した約1/2倍の縮小L形供試体とし、実験パラメータは、接合部内の 補強鉄筋の有無と外側軸方向鉄筋の曲げ内半径とした.部材断面は 500mm×500mmとし、部材基部から支点または載荷点までの高さは1800mmとし た.支点はともにピン構造とした.載荷は変位制御で実施し、正、負載荷ともに、 接合部にひび割れが発生した時点で1回繰返しを行い、その後、±1 $\delta_y$ の整数倍で 回繰返し載荷した.なお、基準となる $\delta_y$ は、No.1の実験において軸方向鉄筋が降 伏した正、負載荷時のそれぞれ変位で設定し、No.2、No.3 でも同じ $\delta_y$ を用いた.



表1 供試体の諸元

	3	コンクリー	$ \mathbb{P} $		軸方	向鉄筋			せん断補引	歯鉄筋		接	合部
試験体名	$f_{\rm c}$	$f_{\rm t}$	Ec	17	$f_{\rm sy}$	Es	p <sub>t</sub>		$f_{\rm wy}$	Es	$p_{w}$	曲げ内	補強鉄筋
	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(kN/mm <sup>2</sup> )	佺	(N/mm <sup>2</sup> )	(kN/mm <sup>2</sup> )	(%)	住・间隔	(N/mm <sup>2</sup> )	(kN/mm <sup>2</sup> )	(%)	半径**1	の有無
No.1	26.1	2.49	24.5					D10				10φ	有 <sup>※2</sup>
No.2	27.0	2.60	25.9	D19	530	189	0.89	ctc50	367	179	0.57	10φ	無
No.3	23.9	2.12	24.5					0050				3φ	無

 $f_{cr}f_{f}$ :コンクリートの圧縮強度,引張強度, $f_{sy}$ , $f_{wy}$ :軸方向鉄筋およびせん断補強鉄筋の降伏強度 $E_{cr}E_{s}$ :コンクリートおよび鉄筋のヤング係数, $p_{tr}p_{w}$ :部材の軸方向鉄筋比およびせん断補強鉄筋の径,  $\times 2$ :部材のせん断補強鉄筋を接合部内にも同量を配置

## 3. 実験結果

(1) 破壊性状:図2に実験で得られた各供試体の載荷点における水平荷重 と水平変位の関係を,表2に実験結果の一覧を示す.また,図3に各供試体 の-1*δ*,の1回繰返し後の接合部の損傷状況を示す.なお,図3中の赤線は正 載荷時,青線は負載荷時で発生したひび割れである.

No.1 では、ひび割れ①の発生により 1 回繰返しを行った.  $+1\delta_y$ 時は、正 載荷のひび割れ発生荷重  $V_{er}$ を超えた直後に接合部内の補強鉄筋が降伏した.  $+2\delta_y$ 時は、荷重低下は見られなかったが、 $-2\delta_y$ 時は、載荷の繰返しに伴い ひび割れ①、②が進展、ひび割れ幅の増加に伴って荷重が徐々に低下した. また、2 回繰返し時には、赤枠で囲む範囲がはく落し、 $\pm 3\delta_y$ 時は、はく落範 囲の拡大により水平荷重が大きく低下した.



補強鉄筋を配置していない No.2 では、ひび割れ①の発生により1回繰返

しを行った. +1  $\delta_y$ 時は、載荷途中でひび割れ②の発生、進展に伴う荷重低下が生じ、軸方向鉄筋は降伏しなかった. -1  $\delta_y$ 時は、載荷途中でひび割れ②が発生したものの、荷重低下は生じず、軸方向鉄筋が降伏した. +2 $\delta_y$ 時では、+1 $\delta_y$ を超えた直後にひび割れ①、②の進展や赤枠で囲む範囲のはく離により荷重は緩やかに低下した. -2 $\delta_y$ 時では、

キーワード RC ラーメン高架橋,接合部,補強鉄筋,曲げ内半径
連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (公財)鉄道総合技術研究所 TEL:042-573-7281

-556

	表 2	実験結果	(荷重	,変位	)	
<u>損傷状況</u> Ver(kN) Vwy (kN) Vmax (kN) ±1δy(mm)	載荷方向	No.1	No.2	No.3		
	V (I-NI)	正載荷	151	157	157	
	Vcr(KIN)	負載荷	-164	-144	-137	
	V (I-NI)	正載荷	158	_	-	
	V <sub>Wy</sub> (KIN)	負載荷	-97 <sup>1)</sup>	_	-	
	V (I-N)	正載荷	247	238	215	
	Vmax (KIN)	負載荷	-379	-365	-245	
	15 (mm)	正載荷	39.5 <sup>2)</sup>			
	$\pm 10 \text{ y(mm)}$	負載荷		$-38.5^{2}$		

Vcr: 斜めひび割れ発生荷重, Vwy: 接合部内の補強鉄筋降 伏荷重, Vmax: 最大荷重

1)-28の1回目の繰返しに至る途中で降伏

2) No.1の実験により設定

衣う 建築の昇正法による試昇結果							
		No.1	No.2	No.3			
	$V_{j}(kN)$	698.8	553.9	503.1			
$+1\delta$ 時	$V_{ju}(kN)$	667.0	683.1	627.2			
	$V_{\rm j}/V_{\rm ju}$	1.048	0.811	0.802			
	$V_{j}(kN)$	615.6	614.3	254.0			
$-1\delta$ 時	$V_{ju}(kN)$	667.0	683.1	627.2			
	$V_{\rm j}/V_{\rm ju}$	0.923	0.899	0.405			
・表の値は設計用せん断力Vi/設計用せん断耐力Vin							

・算定には材料試験値や実験値を用いた



ひび割れ①,②の進展に伴い荷重が低下した.なお、赤枠で囲む範囲は- $2\delta_y$ の載荷によりはく落するとともに、接合部内へはく落範囲が拡大した.

曲げ内半径の小さい No.3 では、ひび割れ①の発生により 1 回繰返しを行った. +1 $\delta_y$ 時には、載荷途中でひび割 れ②の発生、進展に伴う荷重低下が生じた. -1 $\delta_y$ 時には、 $V_{cr}$ を超えた直後にひび割れ③が発生、進展し急激な荷重 低下が生じるとともに、以降は緩やかに荷重が低下し-1 $\delta_y$ に至った. また、正、負載荷ともに軸方向鉄筋は降伏し なかった. なお、2 回目の繰返し時には、赤枠で囲まれる範囲にはく離が生じた. ±2 $\delta_y$ 時では、正載荷時はひび割 れ①、②のひび割れ幅の増加に伴い、負載荷時はひび割れ③のひび割れ幅の増加により荷重が低下した.

No.1 と No.2 の比較より、補強鉄筋を配置することで、変形性能が向上する結果となった.また、No.2 と No.3 の 比較より、外側軸方向鉄筋の曲げ内半径を小さくすると、負載荷時において、ひび割れ③の進展に伴い-1 $\delta_y$ に至る 前に荷重低下が生じたことから、外側軸方向鉄筋の引張力により、接合部内のコンクリートに作用する応力が大き くなり、接合部の耐力が低下したと考えられる.

(2) 軸方向鉄筋のひずみ分布:図4に鉛直部材の軸方向鉄筋のひずみ分布を示す. No.1, No.2 では、ひび割れ発 生から1*δ*,にかけて接合部内に配置された軸方向鉄筋のひずみが大きく増加している.これは、鉛直部材が受ける 曲げモーメントによる引張力に加えて、接合部に発生するせん断力により軸方向鉄筋の引張力の増加や接合部内で の引張力が作用するモーメントシフトの影響と考えられる.なお、負載荷時は、接合部内の軸方向鉄筋のひずみの 増加量が大きいことから、柱や梁部材による拘束の有無により付着力に違いが生じていると考えられる.

(3) 建築の指針による試算:表3に,鉄筋コンクリート構造物の靱性保証型耐震設計指針・同解説<sup>2)</sup>に示される接合部の照査方法に基づき試算を行った結果を示す.その結果,No.1 は概ね再現できているものの,接合部コアコン クリートの拘束効果を高めるための建築の指針で示されている接合部の横補強筋量(横補強鉄筋比 p<sub>jw</sub>=0.3%以上<sup>2</sup>) を下回っている No.2, No.3 の場合,計算値は過大に評価する結果となった.

## 4. おわりに

本検討から、補強鉄筋を配置すると変形性能が向上すること、接合部内の外側軸方向鉄筋の曲げ内半径を小さく すると負載荷時において耐力が減少することがわかった.また、軸方向鉄筋が引張力を受ける場合はモーメントシ フトの影響があること、横補強筋を配置しない場合、建築の指針による計算値は過大評価することを確認した.

#### 参考文献

1)(財)鉄道総合技術研究所:鉄道構造物等設計標準・同解説 コンクリート構造物,平成16年4月

2) (一社) 日本建築学会:鉄筋コンクリート造建物の靭性保証型耐震設計指針・同解説,平成11年8月