

鉄筋コンクリート造内柱・梁接合部のせん断耐力における 正会員 北山 和宏 *1 ひびわれた直交梁の影響 同 小谷 俊介 *2 同 青山 博之 *3

1. 序 鉄筋コンクリート造内柱・梁接合部のせん断耐力は、加力されない直交梁が付加されると増大する[例えば1]。しかし、実構造物では二方向地震力を受け直交梁付け根にもひびわれが生じるため、直交梁の接合部せん断耐力に対する寄与は低下するとも考えられる。そこで、付け根にひびわれが生じた直交梁およびスラブが付くことによって、接合部のせん断耐力が受ける影響を検討するため、接合部せん断破壊が先行するように入力せん断力を大きくした平面および立体柱・梁接合部試験体に繰り返し載荷する実験を行なった。

2. 実験概要 試験体は平面柱・梁接合部試験体 A1 を標準とし、スラブなし立体試験体 A2、スラブ付き立体試験体 A3 およびスラブ付き平面試験体 A4 の4体である。縮尺は実物の約 1/2 で、梁断面 20×30cm、柱断面 30×30 cm、柱芯から梁端支持点までの距離 135 cm、梁芯から上柱加力点および下柱支持点までの距離 73.5 cm は共通である。試験体諸元を表1、材料特性を表2に示す。接合部せん断破壊を先行させるため高強度の梁主筋を多量に配筋(ただし、釣り合い鉄筋比以下)し、接合部入力せん断応力度を $0.4 f'_c$ (f'_c : コンクリート圧縮強度、kgf/cm²) 程度とした。なお、本論文で用いる接合部のせん断抵抗断面積は、柱幅と梁幅との平均値に柱せいを乗じたものとした。立体試験体の直交梁の配筋は、接合部入力せん断応力度が $0.2 f'_c$ 程度になるように決定した。スラブ厚さは 70 mm で、スラブ筋は接合部のせん断耐力を調べる方向(主方向と呼ぶ)では 24-D6、直交方向では 14-D6をシングル配筋した。接合部横補強筋には丸鋼を用い、0.37% (3-φ6、三組)を配筋した。一定の柱軸力(軸応力度: 20 kgf/cm²)を保持しながら、柱頭に取り付けた水平方向のアクチュエータで正負繰り返し載荷した。平面試験体では層間部材角 1/200 を 1 サイクル、1/100 を 2 サイクル、1/75 を 1 サイクル、1/50 を 2 サイクル、1/25 を 1 サイクルのあと大変形 1/15 まで加力した。立体試験体では二方向同時加力は行なわず、はじめに直交方向に加力し直交梁付け根に曲げひびわれを発生させ、さらに直交梁主筋を降伏させたのち、主方向に対して平面試験体と同一の加力を行なった。

3. 実験結果 直交梁のない試験体 A1、A4 では、層間部材角 1/15 で接合部の主対角方向の斜めひびわれが大きく開いた。試験体 A3 では層間部材角 1/50 で直交梁付け根およびスラブ上面にねじれひびわれが発生した。各試験体とも、層間部材角 1/25 以降の大変形時に梁付け根の圧壊が顕著になった。試験体 A1、A3 の層間変位-層せん断力関係を図1に、全試験体の層間変位に占める梁、柱および接合部の変形の割合を図2に示す。直交梁のない試験体 A1、A4 では層間部材角 1/25 のときに最大耐力に達し、以降緩やかに耐力が低下した。試験体 A1 の梁主筋はほとんど降伏せず、試験体 A4 では梁上端筋が降伏しなかった。両試験体とも層間部材角 1/25 以降に接合部の変形割合が梁のそれよりも大きくなったこととあわせ、接合部のせん断破壊により耐力が決定したと判断される。

表1: 試験体諸元

Specimen	A1, A2	A3, A4
(a) Longitudinal Beam		
Top Bars	8-D13	6-D13
p_t (%)	2.05	1.54
Bottom Bars	4-D13	4-D13
p_b (%)	0.96	0.26
Stirrups	4-D6	4-D6
@(cm)	4.0	4.0
p_w (%)	1.60	1.60
(b) Transverse Beam		
	(for A2)	(for A3)
Top Bars	7-D13	4-D13
p_t (%)	1.89	1.02
Bottom Bars	4-D13	4-D13
p_b (%)	1.02	0.27
Stirrups	2-D6	2-D6
@(cm)	5.0	5.0
p_w (%)	0.64	0.64
(c) Column (common)		
Total Bars	16-D16	p_c (%) 3.54
Hoops	4-D6 @ 4.0 cm	p_w^c (%) 1.07
Load(kgf/cm ²)	20.0	
(d) Connection (common)		
Hoops	3-R6 (3 sets @ 4.5 cm)	
p_w (%)	0.37	
(e) Slab (for A3, A4)		
Longitudinal Dir.		24-D6
Transverse Dir.		14-D6

表2: 材料特性

Concrete	kgf/cm ²
Compressive Strength	312
Tensile Strength	26
	Yield Stress
Reinforcing Bars	kgf/cm ²
R6 (Lateral Reinf.)	3260
D6 (Shear Reinf.)	4300
D13(Longi. Beam Reinf.)	7950
D13(Trans. Beam Reinf.)	3460
D16(Column Reinf.)	5500

Effect of Transverse Beams on Shear Strength 2980
in Reinforced Concrete Interior Beam-Column Joints KITAYAMA Kazuhiro et al.

ひびわれた直交梁を持つ試験体 A2、A3 では耐力低下は見られず、両試験体とも梁主筋の降伏は層間部材角1/36 以降に生じた。梁の変形割合は全体の 5~6 割であり、梁の曲げ性状が試験体の挙動を支配したと考えられる。

各サイクル・ピークでの接合部入力せん断応力度を f_c で基準化して図3に示す。接合部せん断破壊を生じた試験体 A1、A4 のせん断耐力はそれぞれ $0.30 f_c$ 、 $0.33 f_c$ であり、平面接合部にスラブが付加することによって 1.1 倍 ($0.03 f_c$) 上昇した。ひびわれのある直交梁を持つ試験体 A2、A3 では接合部のせん断耐力は不明であるが、最大耐力はそれぞれ $0.36 f_c$ 、 $0.40 f_c$ であった。このことから、加力されて付け根にひびわれのある直交梁が平面接合部に付加することにより接合部せん断耐力は少なくとも 1.2 倍以上増大し、さらにスラブが付加すると合計で 1.3 倍以上増大することが示された。

ひびわれた直交梁が接合部せん断耐力を増大させた原因を調べるため、直交梁を持ちスラブのない試験体 A2 を主方向に加力したときの、直交梁の主筋ひずみ分布を図4に示す。ひずみは層間部材角 1/25 以降に急激に増加し、降伏ひずみに達する点もあった。このことから直交梁付け根にひびわれが生じていても、主方向加力により接合部パネル・コンクリートが膨張してこのひびわれを閉じさせ、さらに膨らもうとするコンクリートを両面に付く直交梁が抑制した、と考えられる。直交方向には層間部材角 1/75 での繰り返し載荷を二回行っており、実際の地震時に生じる付け根ひびわれは本実験程度（ひびわれ幅は約 0.4 mm であった）と思われるので、接合部せん断耐力に対する直交梁のコア・コンクリート拘束効果を期待できる。

4. 糸吉 言命 加力されて付け根にひびわれのある直交梁が付くことにより、接合部せん断耐力は 1.2 倍 ($0.06 f_c$) 以上増大した。これは直交梁が接合部コア・コンクリートを拘束することにより引き起こされた。接合部のせん断設計においては、直交梁の拘束によるせん断耐力の上昇を考慮してよいと考える。さらにスラブが付加することにより、接合部せん断耐力は合計で 1.3 倍 ($0.1 f_c$) 以上増大した。

5. 謝 辞 本研究は文部省科研費(研究代表者：小谷俊介)により行ない、竹中育英会より昭和63年度助成を受けた。実験は小嶋千洋君(東海興業)が宇都宮大学卒業研究として担当した。鉄筋提供を受けた(株)高周波熱錬、(株)神戸製鋼、実験実施に協力頂いた東京大学工学部建築学科青山・小谷研究室の諸氏に厚く感謝します。

6. 参考文献 [1]大和田：鉄筋コンクリート梁・柱接合部における直交梁の効果に関する実験的研究(4)、大会梗概、1980、pp.1511-2。 | *1 宇都宮大学助手 *2 東京大学助教授 *3 同 教授

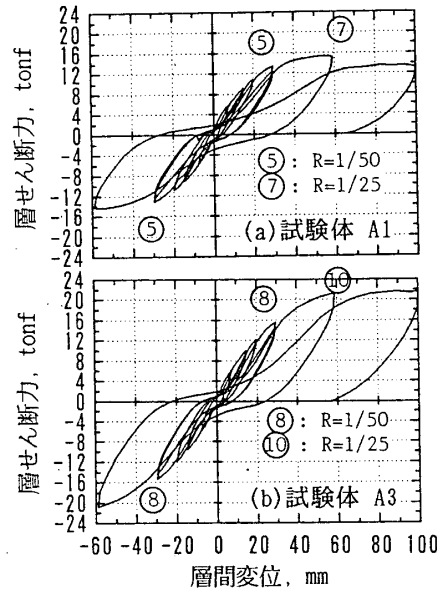


図1：層間変位－層せん断力関係

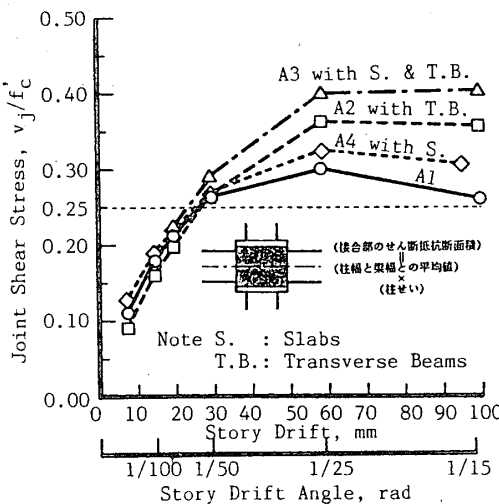


図3：接合部入力せん断力

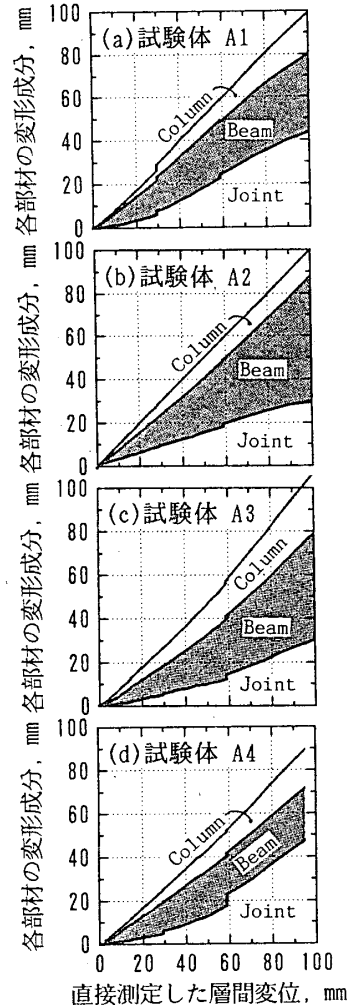


図2：各部分材の変形成分

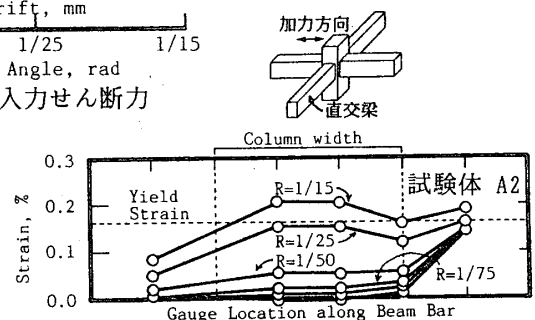


図4：直交梁主筋のひずみ分布