

鉄筋コンクリート造内柱・梁接合部の横補強筋機能の実験的検討

正会員 ○ 北山 和宏 #1 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・梁接合部に配筋される横補強筋は、接合部内梁主筋付着が良好に維持される場合にはトラス機構形成によってせん断抵抗に寄与するが、梁降伏型骨組では梁主筋付着劣化は避けられず、接合部コア・コンクリートの拘束が主になると考えられる。そこで梁主筋の接合部内付着性状に着目した平面柱・梁接合部試験体に正負交番載荷する実験を行ない、梁主筋付着と横補強筋のせん断抵抗に対する効果との関係および拘束筋として必要な接合部横補強筋量を調べた。なお、地震によって骨組に生じる最大変形を層間部材角 1/50 として実験結果を検討した。

2. 実験概要 試験体は実物の約 1/2 スケールを持つ梁降伏先行型の平面内柱・梁接合部 3 体(試験体B1、B2およびB3)で、形状は同一であり梁断面 20 cm×30 cm、柱断面 30 cm×30 cm、柱芯から梁端支持点までが 135 cm、梁芯から上柱加力点および下柱支持点までがそれぞれ 73.5 cm である。二基のアクチュエータにより柱頭に一定の柱軸力および繰り返し水平荷重を加えた。梁主筋は接合部内を通し配筋し、上下等量、二段配筋とした。試験体B1、B2の梁主筋には D13(SD35)、試験体B3には細径低強度の D10(SD24) を用い、試験体B1、B2では接合部内付着劣化が生じ、試験体B3では付着が良好に維持されると予想した。接合部横補強筋には、試験体B2では通常のフープ筋を使用し、試験体B1、B3では図 1 に示すような単筋を用い、拘束効果とせん断抵抗効果とを分離することを試みた。横補強筋量は試験体B1、B2では 0.35 %、試験体B3ではトラス機構が形成されることを予想し 0.88 % とかなり多く配筋した。試験体B1、B2は横補強筋のディテールが異なるだけで他の配筋は同一である。試験体諸元を表 1、材料特性を表 2 に示す。加力は層間部材角 1/400、1/200 を 1 サイクルずつ、1/100 (試験体B3では 1/109) を 2 サイクル、1/75 を 4 サイクル、1/50 を 2 サイクル、1/25 を 1 サイクル行なった後最大変形に至らしめた。

3. 実験結果 各試験体とも層間部材角 1/50 の範囲で接合部未破壊と判断した。接合部入力せん断力は筆者らが提案している許容せん断力 $0.25f'_c[1]$ を上回り、試験体B1、B2で $0.31f'_c$ 、試験体B3で $0.28f'_c$ であった。このため層間変位に占める接合部せん断変形成分比は 40 % と大きく梁変形成分比と同等であった。接合部せん断変形成分比が大きいため、梁降伏の生じる層間変形が大きくなり、試験体B1、B2では層間部材角 1/50、試験体B3では 1/75 のときに梁曲げ降伏が生じた。試験体B1、B2の挙動は接合部横補強筋ひずみ状況を除いてほぼ同じであった。試験体B1、B3の層せん断力-層間変位関係を図 2 に示す。両試験体とも著しいピンチ性状を呈し、接合部せん断劣化と接合部内梁主筋の付着劣化とがその原因と考えられる。

接合部内梁主筋の平均的な付着性状を調べるため、梁主筋付着によって接合部内に入力されるせん断力 F_b と梁付け根圧縮域から接合部に入力されるせん断力 C_c との比を図 3 に示す。 F_b は危険断面位置のひずみ

表 1 試験体諸元

Specimen	B1・B2	B3
(a) Beam		
Top Bars	8-D13	12-D10
p_t (%)	2.05	1.68
Stirrups	2-R6	2-R6
@ (cm)	5.0	5.0
p_w (%)	0.56	0.56
(b) Column		
Total Bars	16-D16	16-D13
p_c (%)	3.54	2.26
Hoops	4-R6	2-R6
@ (cm)	5.0	5.0
p_w (%)	0.75	0.37
Load(kgf/cm ²)	20.0	20.0
(c) Connection(Loading Dir.)		
Hoops	2-R6	3-R6
sets	4	7
p_w (%)	0.35	0.88

表 2 材料特性

Concrete	kgf/cm ²
Compressive Strength	250
Tensile Strength	26
Reinforcing Bars	Yield Stress, kgf/cm ²
R6 (Shear Reinforcement)	4980
R6 (Lateral Reinf.in Joint)	2400
D10(Beam Reinforcement)	3170
D13(Beam and Column Reinf.)	3780
D16(Column Reinforcement)	3580

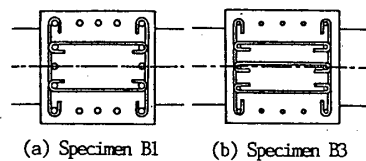


図 1 接合部横補強筋詳細

Research on Role of Lateral Reinforcement within R/C Interior Beam-Column Connections

をRamberg-Osgood modelによって応力に変換することにより求め、 C_c は(接合部入力せん断力 V_p)+(層せん断力 V_{col})-(梁主筋付着力 F_b)として求めた。両試験体とも、変形とともに梁主筋付着力による負担割合がわずかず減少し、付着劣化が生じていることを示す。層間部材角 1/50 では 3~4 割に低下した。試験体B1、B3の平均的な梁主筋付着性状に、層間部材角 1/50 の範囲では差が見られなかったのは、試験体B3での梁主筋降伏変形が 1/50 に近く、降伏域の接合部内進展による著しい付着劣化が生じる以前であったためと思われる。

このような梁主筋付着性状のもとでの接合部横補強筋のはたらきを調べる。加力方向に平行な接合部横補強筋のひずみ分布を図4に、ひずみを応力に変換して求めた引張り力の総和を図5にそれぞれ示す。両試験体の横補強筋とも層間部材角 1/50 でも降伏せず(降伏ひずみを0.2%とする)、ひずみ分布は類似している。負担力は層間部材角 1/100 以降ほぼ一定となり、試験体B1で 3.5 tonf、試験体B3で 9.3 tonf であった。この

ことから、この程度の梁主筋付着状態(接合部入力せん断力に寄与する割合が 3~4 割程度)においては梁主筋付着力に依存するトラス機構は一意的に定まらないと思われる。それゆえ横補強筋に、確定したせん断抵抗能力を期待することはできない。両試験体でひずみがほぼ同じであったことから、加力方向横補強筋はせん断ひびわれ幅を抑えるはたらきをしていると考えられる。梁主筋からの付着力はコンクリートの引張り力や柱中段筋からの付着力によって向きを変え、直接に柱・梁付け根の圧縮領域に向かうと考える。

試験体B1、B2の加力方向に直交する接合部横補強筋のひずみ分布を図6に示す。降伏は生じておらず、拘束筋量としては本試験体程度で十分である。

4. 系言論 実構造物に生じ得る本試験体程度の梁主筋付着性状下では明確なトラス機構が形成されず、接合部横補強筋に確定したせん断抵抗能力を期待できない。そのはたらきはコア・コンクリートの一体性を保つことであり、拘束筋としての接合部横補強筋は 0.4% 配筋すれば十分である。

5. 謝辞 卒業研究として実験を担当された東京大学大学院生朝倉英博君、試験体作製・実験実施に御協力いただいた鶴シヨックベトンジャパン、東京大学工学部建築学科青山研究室の諸氏に厚く感謝いたします。

6. 参考文献 [1]北山、青山：“鉄筋コンクリート造骨組接合部の耐震性”、第7回日本地震工学シンポジウム講演集、1986、pp.1687-1692。

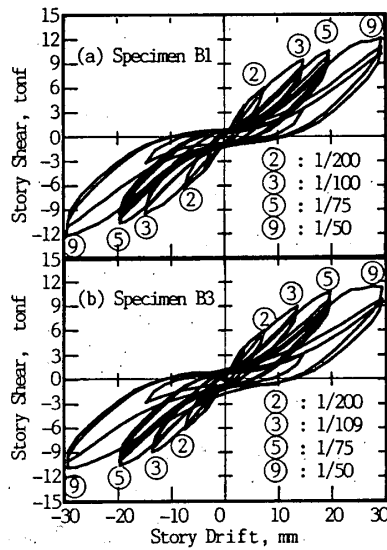


図2 層せん断力-層間変位関係

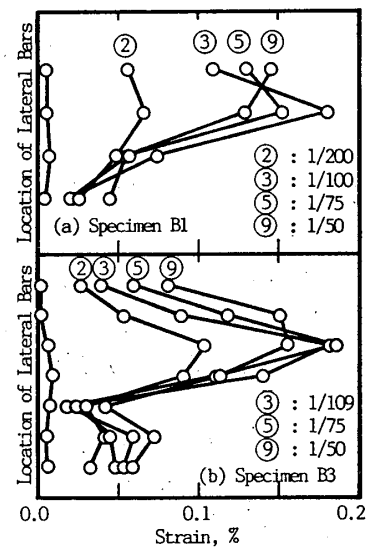


図4 接合部横補強筋ひずみ(加力方向)

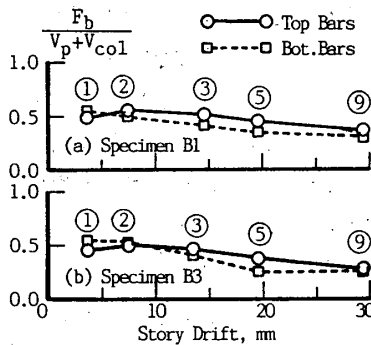


図3 梁主筋付着力の割合

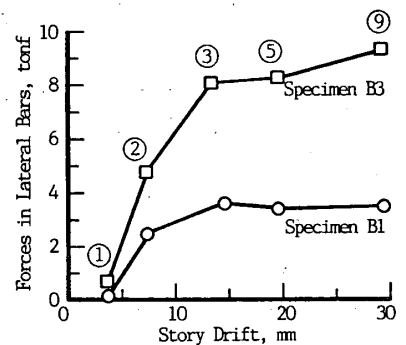


図5 接合部横補強筋引張り力(加力方向)

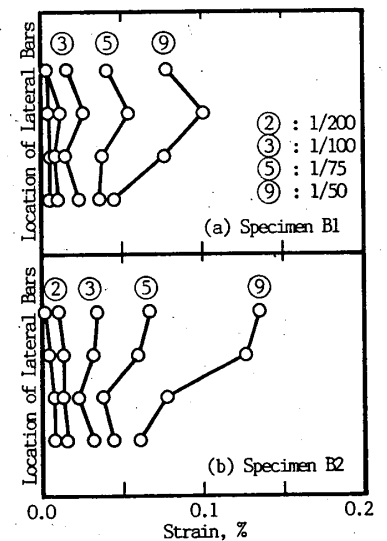


図6 接合部横補強筋ひずみ(直交方向)