

主筋付着性能の向上がRC造内柱・梁接合部のせん断性状に与える影響

(その1 実験計画及び実験結果)

鉄筋コンクリート 柱・梁接合部 主筋付着
せん断破壊 単調載荷 層せん断力

正会員 ○岸田慎司*1
同 森田真司*2
同 北山和宏*3
同 西川孝夫*4

1. はじめに

鉄筋コンクリート造柱・梁接合部のせん断性状は主筋の付着性状により変化すると考えられるため、これまでに柱・梁主筋の付着を絶縁した試験体を作成し実験的検討を行い、既報^{[1],[2]}で報告した。本研究では、柱・梁主筋付着性能の向上を主な実験因子とし、更に接合部横補強筋量、接合部入力せん断力及び加力方法等が、鉄筋コンクリート造内柱・梁接合部のせん断性状に与える影響を把握するために実施した実験の結果について報告する。

2. 実験概要

2.1 試験体の概要 各試験体諸元一覧を表-1に、試験体概要を図-1に示す。試験体は縮尺およそ1/2とした柱幅と梁幅の等しい平面十字型部分架構6体である。試験体形状(柱断面300mm×350mm, 梁断面300mm×400mm)及びコンクリート設計基準強度(18N/mm²)は共通とした。試験体M1を基準試験体とし、試験体M2~4は、接合部内の梁主筋の付着性能を向上させるために、通し梁主筋を挟む形で上下に柱せいと同長のD25鉄筋を溶接して抱合せ、主筋表面積を増大させた。試験体M2及びM3は同一配筋の試験体で、試験体M2は正負交番載荷、試験体M3は単調載荷とした。試験体M4は接合部横補強筋量を増大させるため4-D13を4組配筋した。試験体M5は通し梁主筋とは別に片側4本のD25鉄筋を接合部に配し、東西柱フェイスから400mm位置に市販のプレート付ナットを用いて定着させた(梁内定着筋:図-2参照)。梁内定着筋を含んだ梁主筋表面積は、抱合せをした梁主筋と同一であり、接合部の水平方向拘束効果がある。試験体M6は接合部内の柱主筋の付着性能を向上させるために、通し柱主筋を挟む形で東西に梁せいと同長のD22鉄筋を溶接して抱合せした。使用鉄筋及びコンクリートの材料特性を表-2, 3に示す。

2.2 実験方法 柱頭・柱脚をピン支持、梁端をピン・ローラー支持とした試験体の柱頭に水平力のみを与えた。水平力は層間変形

表-1 試験体諸元

試験体名	M1	M2	M3	M4	M5	M6
柱軸力	ゼロ					
柱の配筋	主筋: 16-D22, 帯筋: 4-D10@60					
梁の配筋	主筋: 上・下端とも4-D25, 肋筋: 4-D10@60					
接合部横補強筋(p _{wj} :接合部横補強筋比)	2-D6@80, 2sets p _{wj} =0.16%		4-D13@40 4sets p _{wj} =2.51%		2-D6@80 2sets p _{wj} =0.16%	
梁内定着筋	-				○	-
主筋抱合せ	-	梁主筋			-	柱主筋
載荷履歴	繰り返し	単調	繰り返し			

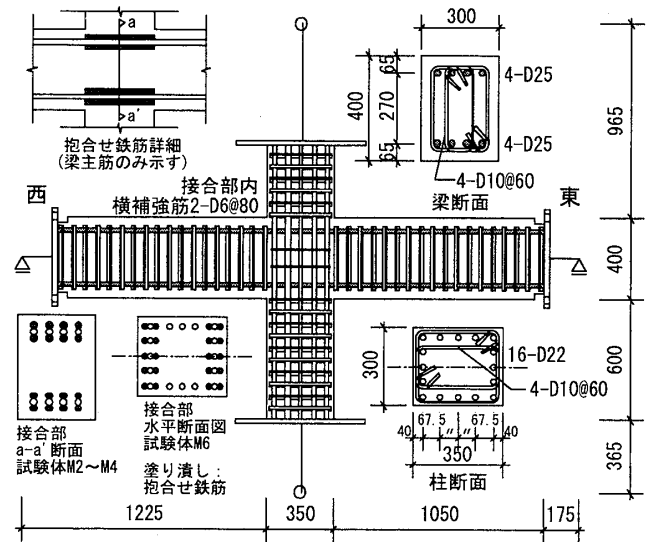


図-1 試験体概要 (基準試験体M1)

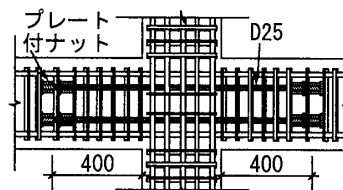


図-2 梁内定着筋

角θにより制御した。正負交番載荷する試験体では、1/400radを1サイクル、1/200, 1/100, 1/50radをそれぞれ2サイクル、1/33radを1サイクル、1/25radを2サイクル行った後、正方向加力を押切りとした。

3. 実験結果概要

3.1 破壊経過概要

層間変形角 1/25rad. 終了時のひび割れ状況を図-3に示す。いずれの試験体も接合部せん断ひび割れの発生が目立った。試験体M1及びM5は接合部中央に破壊が集中したが、梁主筋を抱合せした試験体M2では抱合せ鉄筋より内側の接合部域が広く破壊

表-2 鉄筋材料特性

径	降伏点 σ _y N/mm ²	引張り 強度σ _t N/mm ²	伸び ε _u %	ヤング 係数E _s kN/mm ²
D6	344	485	27.3	186
D10	424	569	13.6	166
D13	429	593	13.7	184
D22	520	683	21.6	193
D25	520	674	14.2	192

E_s:引張り試験による見かけの値

表-3 コンクリート材料特性

試験体	圧縮 強度σ _B N/mm ²	引張り 強度σ _t N/mm ²	ヤング 係数E _c kN/mm ²
M1	17.1	1.60	22.3
M2	18.2	1.76	23.6
M3	18.8	1.88	20.6
M4	20.6	1.55	22.3
M5	19.7	1.97	23.0
M6	19.4	1.93	23.5

E_c:1/4σ_B時割線剛性

Effects of Good Bond along Beam and Column Bars on Shear Performance in Reinforced Concrete Interior Beam-Column Joints
(Part1 Test Plan and Test Result)

KISHIDA Shinji, MORITA Shinji, KITAYAMA Kazuhiro and NISHIKAWA Takao

した。単調載荷した試験体 M3 では柱・梁域まで斜めひび割れが伸展した。試験体 M4 では細かい斜めひび割れが多数発生し、最終的に横補強筋に沿ってコンクリートが剥落した。柱主筋を抱合せした試験体 M6 では上下柱域まで斜めひび割れが伸展し、最終的に接合部隅角部を結ぶひび割れが拡幅して破壊した。いずれの試験体でも柱主筋は降伏しなかった。梁主筋は試験体 M3 において 1/25rad. 以降、数箇所降伏したが、他の試験体では降伏しなかった。以上より、柱・梁とも曲げ降伏しなかったと判定した。ここで曲げ降伏とは、危険断面位置における引張り側鉄筋の半数以上が降伏歪みに達している状態とした。最終的な破壊形式は、接合部ひび割れ状況、鉄筋降伏状況及び層間変形角に占める接合部せん断変形の割合から判断し、接合部せん断破壊と判断した。

3.2 層せん断力-層間変形角関係 層せん断力

一層間変形角関係を図-4 に示す。図中の一点破線は接合部せん断耐力の計算値で靱性指針^[3]によって求めたが、層せん断力に変換する際、梁断面応力中心間距離を梁断面有効せい^の7/8倍(一定値)とした。試験体 M4, M5 及び M6 は包絡線で示した。また図中には接合部横補強筋降伏時及び最大層せん断力時を示した。接合部せん断耐力の計算値は、実験での最大層せん断力値の 81~90%となり、安全側の評価となった。いずれの試験体でも最大層せん断力以前に接合部横補強筋が降伏歪みに達した。梁内定着筋を配した試験体 M5 の最大層せん断力は試験体 M1 より 7.6%、柱主筋を抱合せした試験体 M6 では 14%高くなった。試験体 M2 と M4 の最大層せん断力に大きな違いは見られなかったが、試験体 M4 の方が大きい層間変形 ($\theta=1/33\text{rad.}$) で最大層せん断力に達し、その後の負勾配も緩やかであった。また、単調載荷した試験体 M3 の最大層せん断力は正負交番載荷した試験体 M2 と同程度であったが、その後の負勾配は緩やかであった。

4. まとめ

- (1) 実験因子の違いにより接合部パネルのひび割れ状況に差が見られたが、全ての試験体で接合部せん断破壊が起こった。
- (2) 柱及び梁主筋付着性能を向上させることで最大層せん断力の上昇が見られた。また梁主筋付着性能を向上させた状態における接合部横補強筋量の増大は最大層せん断力の向上に寄与しなかったが、層せん断力低下後の挙動に影響を与えた。

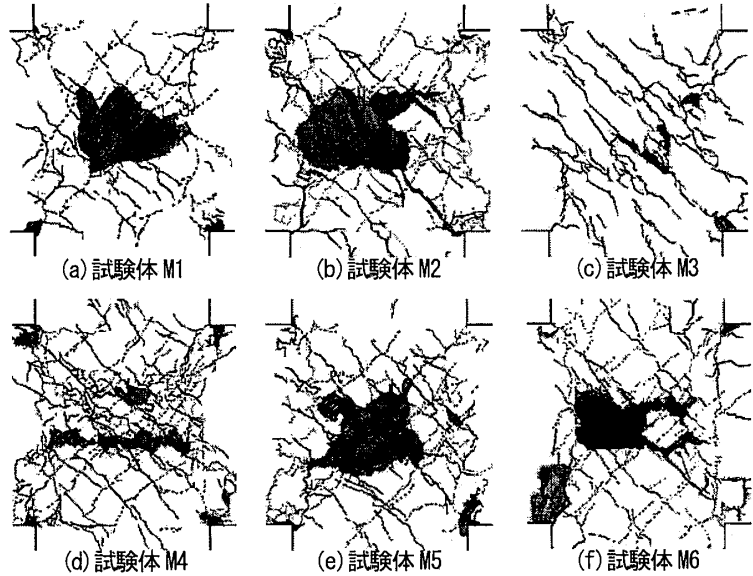


図-3 ひび割れ状況 (層間変形 $\theta=1/25\text{rad.}$)

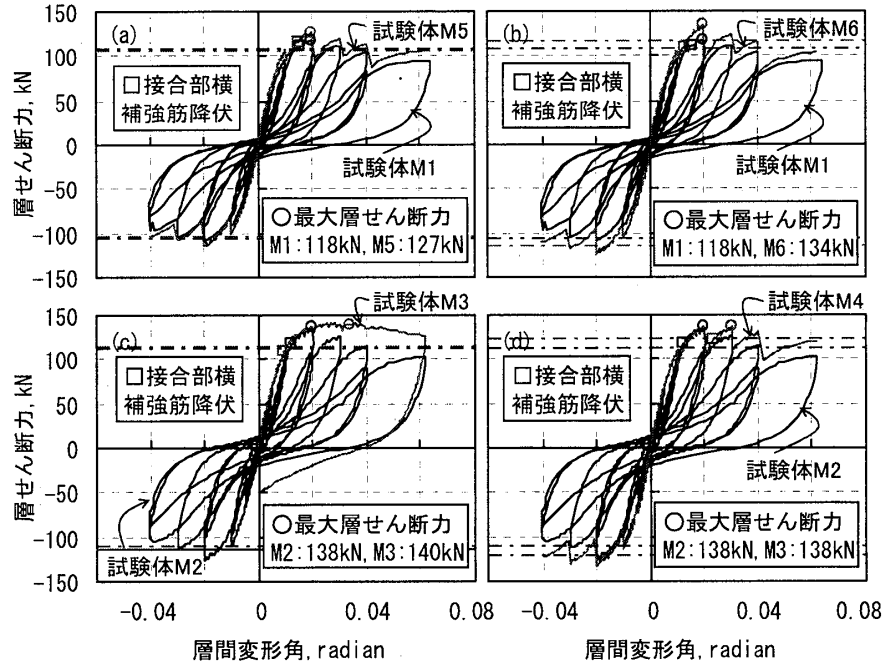


図-4 層せん断力-層間変形角関係

【参考文献】

- [1] 田島, 北山, 奥田, 岸田: RC 内柱・梁接合部の破壊と柱・梁通し筋の付着性状との関係, コンクリート工学年次論文集, Vol.22, pp.697-702, 2000.
- [2] 森田, 北山, 岸田: RC 造柱・梁接合部の変形性状と入力せん断力に関する研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.23, pp.361-366, 2001.
- [3] 日本建築学会: 鉄筋コンクリート造建物の靱性保証型耐震設計指針・同解説, 1999

*1 東京都立大学大学院工学研究科建築学専攻 助手・博士 (工学)
 *2 東京都立大学大学院工学研究科建築学専攻 博士課程 修士 (工学)
 *2 東京都立大学大学院工学研究科建築学専攻 助教授・工博
 *3 東京都立大学大学院工学研究科建築学専攻 教授・工博

*1 Research Assoc., Graduate School of Engineering, Tokyo Metropolitan Univ., Dr. Eng.
 *2 Graduate School of Engineering, Tokyo Metropolitan Univ., M. Eng.
 *3 Assoc. Prof., Graduate School of Engineering, Tokyo Metropolitan Univ., Dr. Eng.
 *4 Prof., Graduate School of Engineering, Tokyo Metropolitan Univ., Dr. Eng.