

軸方向鉄筋の定着位置や直交梁などの柱梁接合部形状が構造性能に及ぼす影響

清水建設株式会社 正会員 吉武 謙二 小川 晃

1. はじめに ラーメン高架橋の柱梁接合部は高密度な 3 次元配筋となり、配筋の施工性向上、コンクリートの未充填リスクの低下が課題となっている。筆者らは柱梁接合部の柱や梁軸方向鉄筋の定着仕様や試験体寸法が破壊メカニズムに及ぼす影響を明らかにしてきた¹⁾。これらの検討では柱や梁の配筋仕様が接合部性能に及ぼす影響を顕著に把握するため、直交梁を考慮しなかった。本報では柱や梁の軸方向鉄筋の定着位置を接合部内からスラブ位置に変更した場合や直交梁がある場合など接合部形状が接合部性能に及ぼす影響を明らかにした。

2. 実験概要 試験体一覧を表-1に、試験体形状および配筋を図-1に示す。試験体は実構造物の 1/2 程度の縮尺率である。接合部より下側の柱仕様は全ての試験体で共通で、柱寸法は 500×500mm、柱軸方向鉄筋比は 2.7% である。柱、梁の軸方向鉄筋には SD390 を用い、柱の曲げ降伏モードで設計した。試験体 No.1 は基準試験体で、現行設計基準²⁾に基づく配筋を想定した。試験体 No.2 は柱の軸方向鉄筋を延長して上部スラブで、試験体 No.3 は柱の梁方向鉄筋を延長して側方スラブで定着した。試験体 No.4 は柱、梁両方の軸方向鉄筋をスラブに定着し、梁の軸方向鉄筋の定着には機械式定着具を用いた。試験体 No.5 は試験体 No.1 の接合部両側に幅 250mm の直交梁を配した。実構造物の接合部の応力状態を再現するため、図-2 の 3 ヒンジラーメンの柱高さ中央を載荷した。載荷は梁の変形角を制御変位として正負交番繰り返しで実施した。正側は接合部を開く方向、負側は閉じる方向である。試験時のコンクリートの圧縮強度は 35N/mm²、割裂引張強度は 2.9N/mm²、弾性係数は 30kN/mm² である。鉄筋の材料試験結果は表-2に示す。

表 1 試験体および結果一覧

試験体 名	梁軸方向鉄筋の定着仕様		柱軸方向鉄筋の 定着仕様	横梁の 有無	最大荷重		合計吸収 エネルギー (J)
	上側	下側			正側 (kN)	負側 (kN)	
No.1	1、2段目ともに 曲げ内半径 10 φ	1、2段目ともに 曲げ内半径 10 φ	半円形フック	なし	258.3	-437.7	42,161
No.2			張出部へ直筋定着 (機械式定着)		284.9 (1.10)	-447.2 (1.02)	45,564 (1.08)
No.3			半円形フック		278.5 (1.08)	-439.2 (1.00)	58,344 (1.38)
No.4			張出部へ直筋定着 (機械式定着)		294.7 (1.14)	-443.6 (1.01)	62,708 (1.49)
No.5	1、2段目ともに 曲げ内半径 10 φ	1、2段目ともに 曲げ内半径 10 φ	半円形フック	あり	298.4 (1.16)	-436.3 (1.00)	66,765 (1.58)

*) 括弧内は試験体No.1との比率

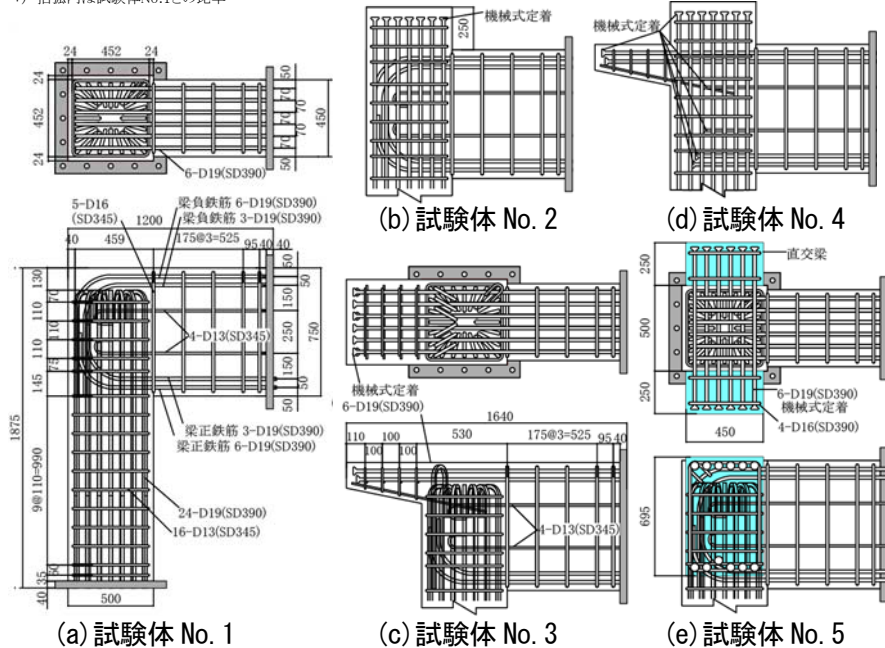


図-1 試験体の形状と配筋

3. 実験結果 試験体 No.1 と試験体 No.5 の-2% の 1 サイクル終了時の破壊状況を写真-1に、各試験体の柱のせん断力と変位の関係を図-3に、結果一覧を表-1に示す。試験体 No.1 と No.2 の正側では柱軸方向鉄筋降伏後、繰り返しとともに荷重が緩やかに低下し、負側では写真-1のように、接合部対角線上にせん

表 2 材料試験結果

鉄筋種類	適用箇所	降伏点 (N/mm ²)	弾性係数 (kN/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)
D19 (SD390)	柱・梁主鉄筋	448	186	624
D13 (SD345)	柱フープ 梁側方鉄筋	393	179	579
D16 (SD345)	梁フープ	367	181	529

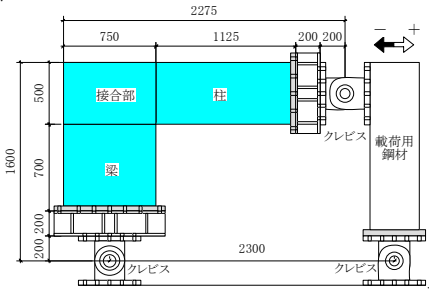


図 2 載荷装置

キーワード：接合部，定着，ラーメン高架橋，せん断破壊
連絡先：〒104-8370 東京都中央区京橋二丁目 16-1 TEL 03-3561-1260

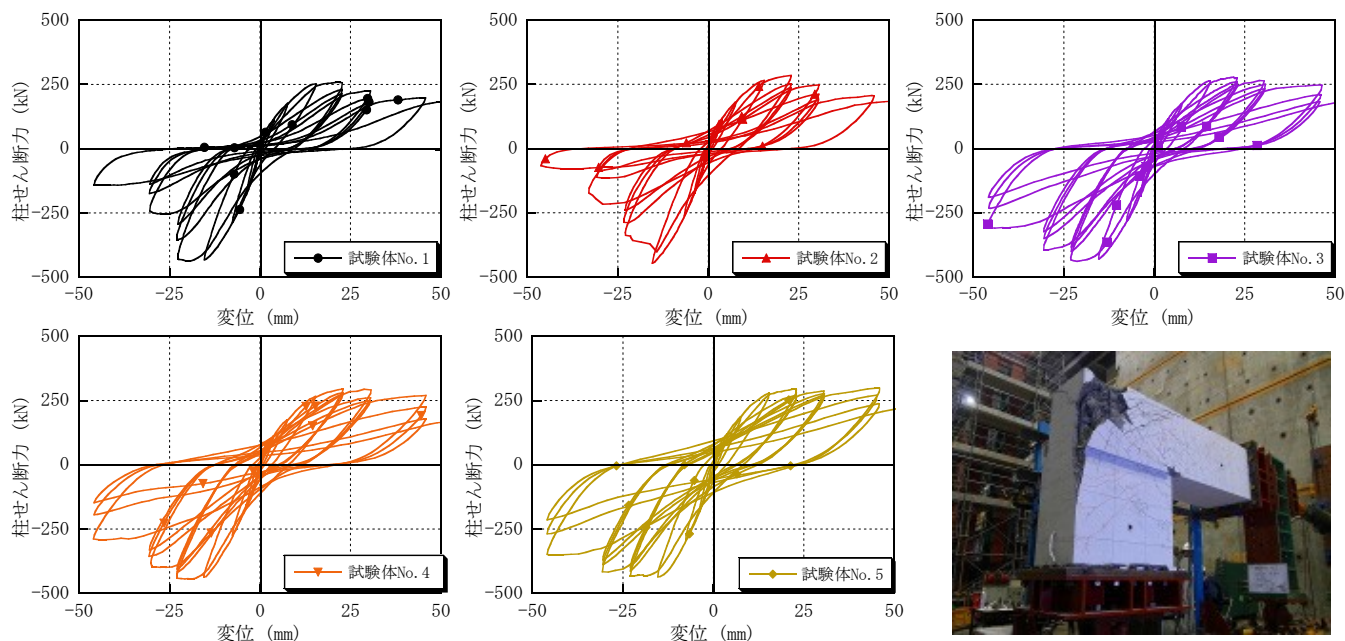
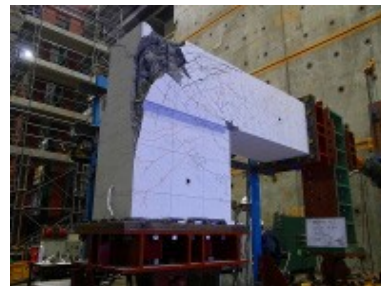


図-3 柱せん断力-変位関係



(a) 試験体 No. 1



(b) 試験体 No. 5

写真-1 試験体破壊状況

断ひび割れが拡大・進展し、荷重が急激に低下した。一方、梁軸方向鉄筋を側方スラブに定着した試験体 No.3, No.4, 直交梁を有する試験体 No.5 ではせん断ひび割れの拡大・進展が遅く、正側・負側ともに荷重低下が小さかった。柱せん断力の包絡線と履歴吸収エネルギーの比較をそれぞれ図-4, 図-5に示す。正側、負側ともにいずれの試験体も、試験体 No.1 と最大荷重はほぼ同等であったがポストピークでは大きく挙動が異なり、履歴吸収エネルギーは試験体 No.2 で 1 割程度、試験体 No.3 で 4 割程度、No.4 で 5 割程度、試験体 No.5 では 9 割程度大きくなった。これは、試験体 No.1 と比較して、試験体 No.2 では負側のせん断ひび割れに抵抗するコンクリート部およびせん断補強筋が若干多いため、また、試験体 No.3, No.4 では側方スラブ部のコンクリートが、試験体 No.5 では直交梁がせん断ひび割れの発生に対して、抵抗するためであると考えられる。以上より、柱軸方向鉄筋を上部スラブで定着する場合のよりも、梁軸方向鉄筋を側方スラブに定着する方が接合部性能の向上効果が高いこと、さらに直交梁を考慮することで接合部性能が大幅に向上することが確認できた。

4. まとめ 実構造物の 1/2 程度の試験体を用いて、ラーメン高架橋の柱や梁の軸方向鉄筋の定着位置を接合部内からスラブ位置に変更した場合や直交梁がある場合の構造実験を実施した。その結果、①柱軸方向鉄筋を上部スラブで定着するよりも、梁軸方向鉄筋を側方スラブに定着する方が接合部性能の向上効果が高いこと、②直交梁を考慮することで接合部性能が大幅に向上することが明らかになった。

【参考文献】1) 吉武謙二, 小川晃, 小倉大季, 長井宏平: 柱梁接合部の構造性能に及ぼす梁軸方向鉄筋の定着仕様および寸法効果の影響, コンクリート工学年次論文報告集, Vol. 35, No. 2, pp. 583-588, 2013. 2) 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, 丸善, 2004. 4,

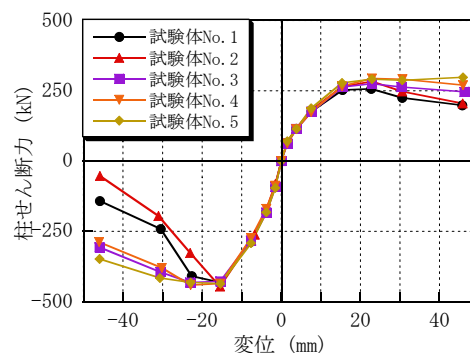


図-4 包絡線比較

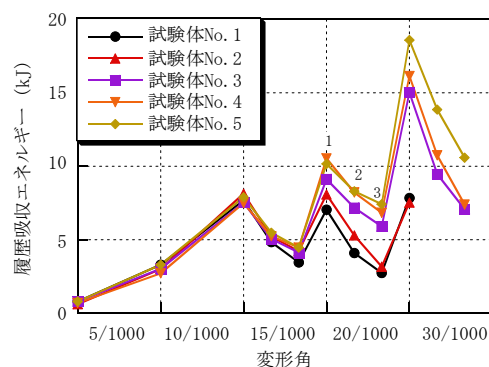


図-5 履歴吸収エネルギー比較