

柱梁接合部の構造性能に及ぼす梁主鉄筋の曲げ内半径および寸法効果の影響

清水建設 技術研究所 正会員 ○吉武謙二 小倉大季 土木技術本部 小川 晃
 東京大学 生産技術研究所 正会員 長井宏平 林 大輔

1. はじめに ラーメン高架橋の柱梁接合部では, 昭和6年以来変更のない10φ(φは鉄筋の呼び径)という梁主鉄筋の大きな曲げ内半径のため, 配筋が3次元的になり, 配筋の施工性が低下している. 著者らは前報¹⁾において, 実物の1/4程度の小型試験体により, 梁主鉄筋の曲げ内半径が3φと10φの場合では接合部性能に顕著な差異は見られないことを確認した. 本報では実物の1/2程度の大型試験体を用いて柱梁接合部性能に及ぼす梁主鉄筋の曲げ内半径および寸法効果の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試験体L-10φ, S-10φを例として図-1に示す. 試験対象は横梁と柱の接合部であり, 縦梁の拘束効果は考慮していない. 大型のLシリーズおよび小型のSシリーズの柱寸法はそれぞれ500×500mm, 250×250mm, 柱軸方向鉄筋比は2.7%, 2.3%である. 柱, 梁の主鉄筋にはSD390を用い, 柱の曲げ降伏モードで設計した. 梁主鉄筋の曲げ内半径が10φの試験体は現行設計基準²⁾に基づく配筋を想定したものである. 写真-1のように配筋の施工性低下は曲げ内半径の大きさに起因しているため3φのものも実施した. Lシリーズでは荷重装置の制約により柱と梁の位置を入れ替え, 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荷重した. 荷重は梁の変形角を制御変位として正負交番繰返しで実施した. 正側は接合部を開く方向, 負側は閉じる方向である. Lシリーズの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. Sシリーズの実験概要は前報¹⁾を参照されたい.

3. 実験結果 Lシリーズの-2%の1サイクル終了時の破壊状況を写真-2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. 実験ではいずれのシリーズにおいても正側で



写真-1 配筋状況

表-1 試験体および結果一覧

試験体名	柱寸法(mm)	梁主鉄筋の曲げ内半径	最大荷重		合計吸収エネルギー(kJ)
			正側(kN)	負側(kN)	
L-10φ	500×500	10φ	258.3	-437.7	42.16
L-3φ		3φ	282.7 (1.09)*	-430.3 (0.98)	41.38 (0.98)
S-10φ	250×250	10φ	48.9	-76.9	5.98
S-3φ		3φ	50.8 (1.04)	-77.0 (1.00)	5.67 (0.95)

*) 括弧内は曲げ内半径10φの試験体との比率

表-2 鉄筋引張試験結果(Lシリーズ)

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

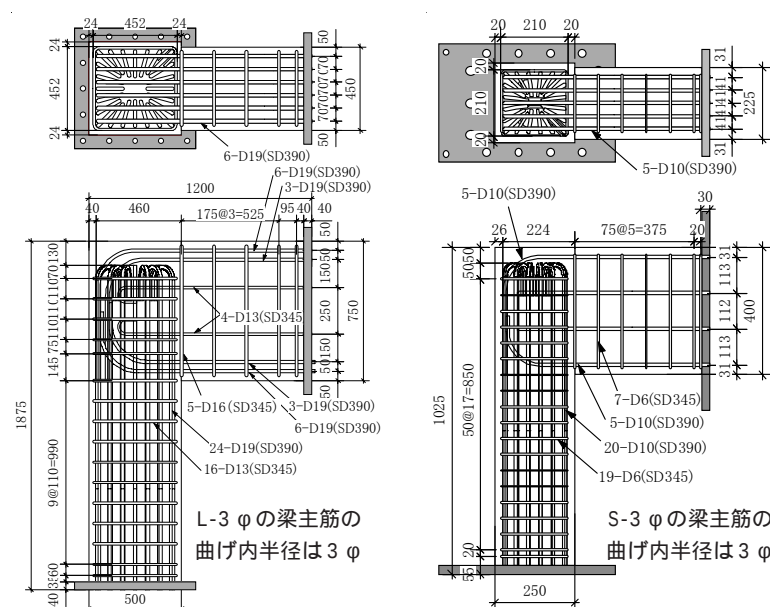


図-1 試験体の形状・寸法(左: L-10φ, 右: S-10φ)

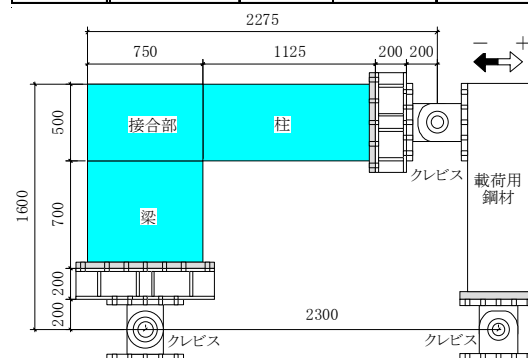
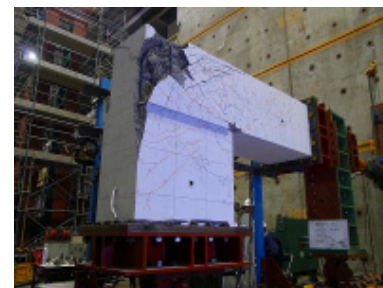
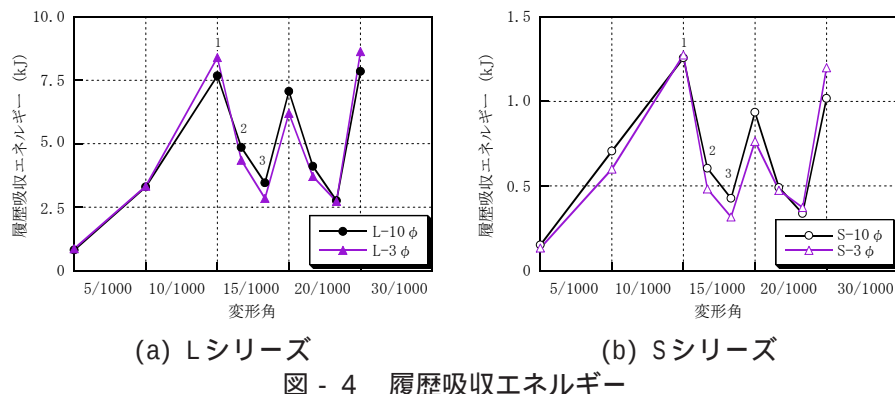
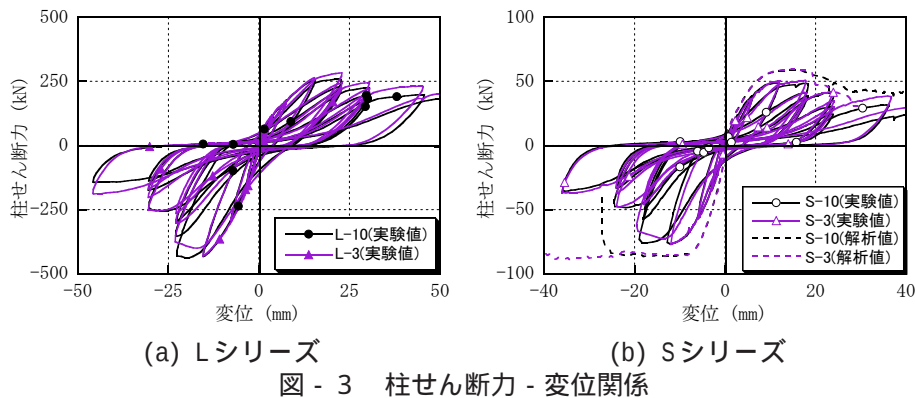


図-2 荷重装置(Lシリーズ)

キーワード: 接合部, 曲げ内半径, せん断破壊, 定着, 寸法効果

〒135-8530 東京都江東区越中島3-4-17 TEL 03-3820-6974 FAX 03-3820-5959



(a) L-10 φ (-2% 終了時)



(b) L-3 φ (-2% 終了時)

写真 - 2 試験体破壊状況

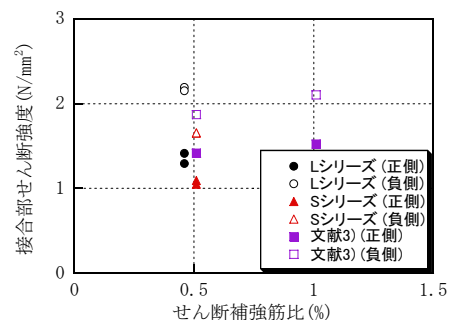


図 - 5 接合部せん断強度

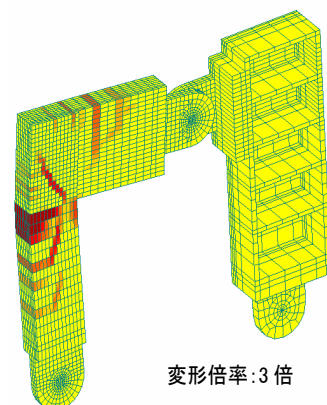


図 - 6 最大主応力図(S-10 φ)

は柱主筋降伏後に徐々に荷重が低下し、負側では接合部対角線上にせん断ひび割れが拡大・進展し、繰返しとともに荷重が急激に低下した。曲げ内半径が10φの試験体では曲げ下げられた梁上主鉄筋への圧縮力や引張力により、梁上主鉄筋に沿ったひび割れが拡大・進展し、最終的な被り剥落領域は3φのものより大きかった。最大荷重はLシリーズ、Sシリーズともに正側で曲げ内半径が3φのものが4～9%高く、負側は2%以内とほぼ同等であった。

履歴吸収エネルギーと変形角の関係を図 - 4 に示す。曲げ内半径が3φの試験体の10φの試験体に対する合計履歴吸収エネルギーの比率はLシリーズで98%、Sシリーズで95%とほぼ同等であった。载荷過程における各サイクルによる履歴吸収エネルギーもLシリーズとSシリーズともに曲げ内半径が10φと3φの試験体では顕著な差異は見られなかった。また、試験体寸法が異なる場合においても曲げ内半径の違いが破壊性状や柱のせん断応答に及ぼす影響は非常に似た傾向を示した。接合部のせん断強度とせん断補強筋比関係を図 - 5 に示す。接合部のせん断強度は最大荷重時のせん断応力である。図内には文献3)の結果も併記した。試験体寸法が大きいLシリーズの方がSシリーズと比較してせん断強度が高かったが、この原因は今後の課題である。

ATENA3D(ver4.2.7)による応答値を図 - 3 (b)に併記した。解析により正側は実験を概ね再現できたが負側は過大評価した。これは図 - 6 に示すように実験とは異なり接合部ではなく柱上部に損傷が集中したためであると考えられる。

4. まとめ 実験データの極めて少ないラーメン高架橋の柱梁接合部性能を明らかにするため梁主鉄筋の曲げ内半径および試験体寸法に着目して実験を実施した。その結果、梁の曲げ内半径が3φと10φの場合では顕著な差異が見られないこと、試験体寸法が破壊性状に及ぼす影響は非常に小さいが、試験体寸法が大きいほうが接合部せん断強度は高いこと、解析では負側の損傷領域が実験とは異なり接合部性能を過大評価すること、が明らかになった。

参考文献 1)吉武謙二ら：はり主鉄筋の定着仕様が柱はり接合部の構造性能に及ぼす影響,土木学会第66回年次学術講演会講演概要集V-47, pp.947-948, 2011.9, 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, 3)渡辺忠朋ら：鉄道ラーメン式高架橋における柱・はり接合部が部材じん性に及ぼす影響に関する実験的研究,コンクリート工学年次論文報告集, Vol.13, No.2, pp.525-530, 1991.