

柱梁主鉄筋を梁端部の鋼板にナット締め定着した L 形試験体に関する実験的検討

東日本旅客鉄道株式会社 東京工事事務所 正会員 ○國井 道浩
東日本旅客鉄道株式会社 東京工事事務所 正会員 佐々木 尚美

1. はじめに

鉄道 RC ラーメン高架橋の設計において、柱梁接合部（以下、接合部という.）は、桁下空頭の制約やレールレベルが既設合わせとなる場合、梁の断面高さが制限され、接合部断面が小さい設計となる場合がある. このような構造計画を行った場合、柱主鉄筋の定着長が確保できないだけでなく、接合部の耐力が小さくなり、接合部が柱や梁よりも先行して破壊することが懸念される. そこで、柱主鉄筋を梁天端に設置した鋼板にナット締め定着（以下、鋼板定着という.）する構造を提案し、接合部を模擬した T 形試験体により、その構造特性を確認してきた¹⁾. 本稿では、鋼板定着する構造について、高架橋端部を模擬した L 形試験体を対象に接合部の耐荷性能に及ぼす影響を交番載荷実験で確認したので、その結果について報告する.

2. 実験の概要

試験体概要を図-1に、試験体諸元を表-1に示す. 試験体は RC ラーメン高架橋端部を模擬した L 形状とした. 接合部の断面高さを抑えるため、柱梁の断面寸法は同一とし、鉛直ハンチは設けていない. 柱及び梁の主鉄筋は、接合部内に貫通して配置し、主鉄筋先端をネジ加工し、梁端部に設置した鋼板にナット締め定着する構造とした. 今回、試験体は L 形状のため、梁主鉄筋の定着についても鋼板定着としている. 試験体は、接合部の破壊性状を確認するため、接合部、柱、梁の順に耐力を小さく設定した. 載荷装置における梁の載荷点部及び柱の支点部は、ピン結合とし、荷重は梁中心に水平荷重を載荷し、水平変位を計測した. 柱に軸力は載荷していない. 載荷ステップは柱の変形角で制御し、0.1~10%まで繰り返し回数 1 回の正負交番載荷を実施した.

3. 実験結果

(1) 破壊進展状況

試験体の特徴的な段階での損傷状況を写真-1に示す. 損傷過程として、正側 0.1%載荷で接合部隅角部から斜めひび割れが発生し、正側・負側 0.25%載荷で梁の鉛直方向、柱の水平方向に曲げひび割れが多数発生した. 正側は 4.0%載荷の途中、負側は 3.0%載荷終了時にほぼ同じ荷重で柱主鉄筋が降伏した. 正側・負側とも柱主鉄筋の降伏以降は、接合部の対角線上のひび割れが顕著となり、かぶりコンクリートの浮きが生じている状況となった. 正側は 5.0%載荷で最大荷重となり、接合部中央付近でかぶりコンクリートが剥落した. 7.0%載荷以降、かぶりコンクリートの剥落範囲が大きくなり荷重が低下し始めたが、急激な荷重低下とはならなかった. 載荷終了時の 10.0%載荷では、接合部のかぶりコンクリートの剥落範

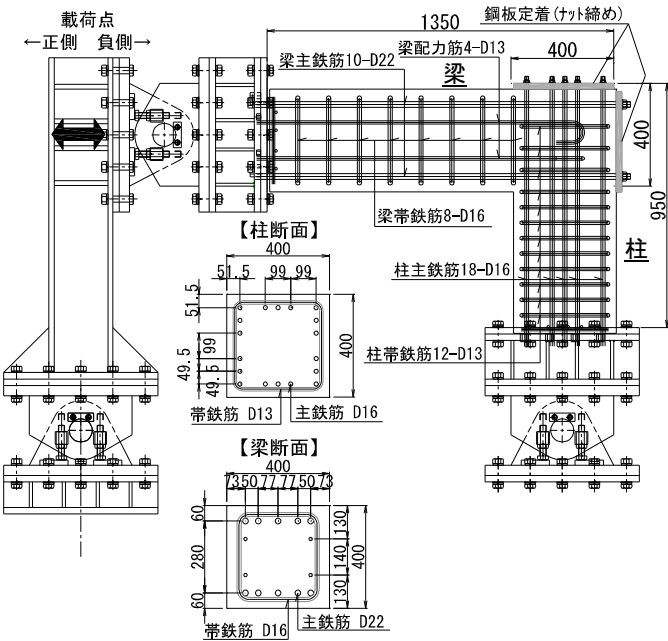


図-1 試験体概要

表-1 試験体諸元

No	柱			梁			コンクリート強度 (N/mm ²)	主鉄筋の定着方法
	断面寸法 b×h (mm)	主鉄筋	帯鉄筋	断面寸法 b×h (mm)	主鉄筋	帯鉄筋		
1	400×400	18-D16(SD490)	D13@60 (SD345)	400×400	10-D22(SD490)	D16@120 (SD345)	15.8	鋼板定着 SS400 (400×400×t22)

キーワード RC ラーメン高架橋 柱梁接合部 定着
連絡先 〒151-0053 東京都渋谷区代々木 2-2-6 東日本旅客鉄道株式会社 東京工事事務所 TEL.03-3379-4353

囲は接合部のほぼ全域に達した。また、接合部の損傷範囲の拡大とともに鋼板が接合部を面で抑えることで、鋼板端部で折れ曲がった変形形状となった。接合部は損傷するものの接合部形状は維持した状態での破壊形状となった。接合部下の柱部は、曲げひび割れ進展以降、主鉄筋に沿ったひび割れが生じた。

(2) 載荷荷重－変形角関係

載荷荷重と変形角の関係を図－2 に示す。図中の計算値 P_y 、 P_u は、鉄道構造物等設計標準 コンクリート構造物²⁾により算出した柱の降伏・終局耐力を示している。実験における降伏値は、正側・負側載荷とも計算値を上回った。また、最大荷重の実験値についても、正側・負側載荷とも曲げ耐力の計算値を上回った。荷重履歴について、正側は降伏時の荷重を 9.0% 載荷まで維持しており、負側は 5.0% 載荷まで維持した。負側は 4.0% 載荷で最大荷重となり、その後、正側と同様に接合部の損傷が進展したが、正側より荷重の低下が大きくなった。これは、柱前面側の柱主鉄筋に沿ったひび割れによる損傷が影響したと考える。

(3) 接合部耐力の検討

最大荷重（実験値）と接合部耐力荷重（計算値）の関係を表－2 に示す。接合部耐力は、土木に基準がないため、建築基準である鉄筋コンクリート造建物の靱性保証型耐震設計指針³⁾により算定した。なお、計算パラメーターとなる接合部の形状は L 形と十字形について算出した。実験値と計算値の比率より、L 形ではなく十字形と考えた場合、計算値と実験値が概ね合っている。これは、梁の外側で鋼板定着することで、接合部での応力状態、配筋状況が十字形と同様となっていることが考えられる（図－3）。

4. まとめ

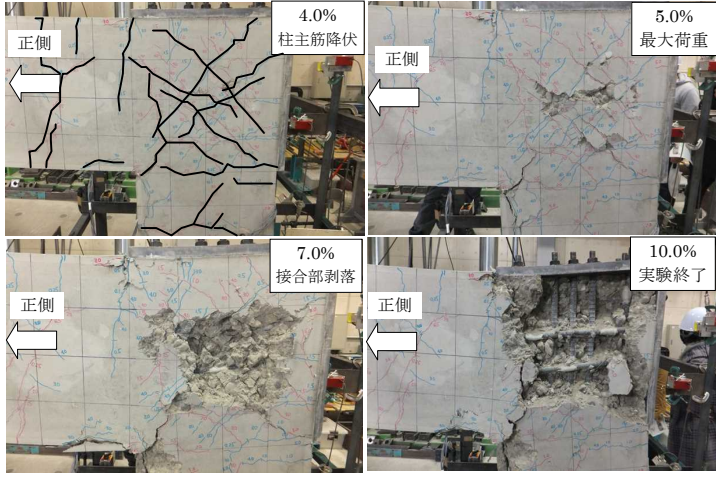
- ・高架橋端部の柱梁接合部を模擬した L 形試験体において、柱梁主鉄筋を鋼板定着することで、柱主鉄筋が降伏後、接合部の損傷範囲が大きくなっても荷重は急激に低下しなかった。
- ・破壊性状として、接合部は損傷するものの接合部形状は維持した状態での破壊形状となり、鋼板が接合部を面で抑え、梁上部の破壊進展を抑制することで鋼板端部から折れ曲がる変形となった。
- ・柱梁主鉄筋を鋼板定着することで最大荷重（実験値）は、L 形ではなく十字形の計算に近い結果となった。

参考文献

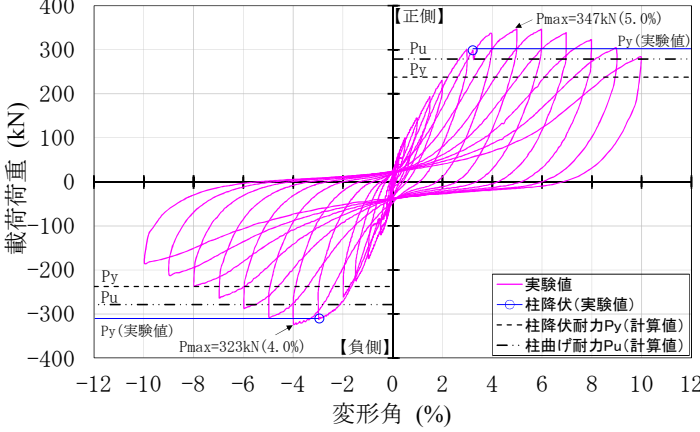
1) 國井道浩, 渡部太一郎, 佐々木尚美: 柱主鉄筋を梁上面の鋼板にナット締め定着した柱梁接合部構造に関する実験的検討, 第 72 回土木学会年次学術講演会, V-189, pp. 377-378, 2017. 9

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, 1999.10

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, 丸善, pp244, 245, 1999.8



写真－1 損傷状況

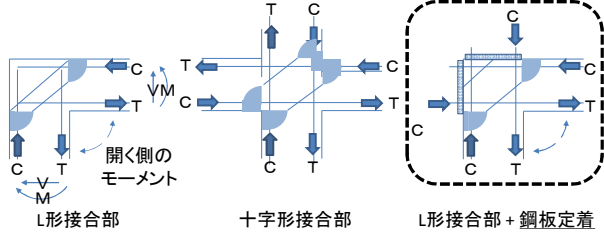


図－2 載荷荷重－変形角

表－2 接合部耐力の検討

	最大荷重 (実験値) Pmax	接合部耐力荷重 (計算値) P _{vju} ※		比率 P _{max} / P _{vju}	
		L形	十字形	L形	十字形
正側載荷	347.0	126.5	316.3	274%	110%
負側載荷	323.4	126.5	316.3	256%	102%

※接合部水平せん断強度 $V_{ju} = \kappa \cdot \phi \cdot F_j \cdot B_j \cdot D$ 文献³⁾
 κ : 接合部の形状による係数 (L 形: 0.4, 十字形: 1.0)
接合部耐力荷重 $P_{vju} = V_{ju} \times h_b$ (梁高) / a_h (せん断深さ)



図－3 接合部の力の伝達機構