

閉合鉄筋継手を用いた部材接合部の変形性能に与える引張鉄筋比の影響検討

鉄建建設（株） 正会員 ○西村 知晃，安保 知紀，土井 至朗，李 志鵬

1. はじめに

鉄道ラーメン高架橋工事で従来の場所打ち施工に対して生産性向上を目的にプレキャスト工法の開発を進めており、柱梁接合部に閉合鉄筋継手を用いる方法を考案した。この継手は、図-1 に示すように引張鉄筋をコの字状に折り曲げてその内側に支圧補強筋を直角方向に配置することで支圧耐力が向上し、短い継手長さで十分な耐力が発揮できる。この継手を鉄道ラーメン高架橋の柱と梁の接合に用いることで、図-2 に示すように、梁部材を上方から架設することが可能となる工法である。筆者らは本接合部の変形性能を把握するために実験的研究を進めており、これまで接合部をモルタルで充填したケースについて報告した²⁾。本稿では接合部を普通コンクリートで充填した試験体を用いて載荷試験を実施したので、その結果を報告する。

2. 試験概要

閉合鉄筋継手を用いた柱梁接合部の変形性能を確認するために、引張鉄筋比をパラメータとして交番載荷試験を2体実施した。試験は、図-3に示すように、高架橋の柱を模擬したスタブに閉合鉄筋継手を用いて梁部材を水平に接合した試験体を用いて、梁先端を上下に交番載荷した。試験体諸元を表-1に示す。試験体No.1は引張鉄筋比0.98%，試験体No.2は0.55%とし、帯鉄筋比はどちらも0.42%とした。支圧補強筋は引張鉄筋と同径で1本とし、試験体No.1の1段目引張鉄筋には鉄筋の空きの制約から径を小さくして2本で同面積程度とした。試験体の製作は、スタブと梁部材を所定の位置に配置したのち、接合部に高流動コンクリートを打設して一体化した。プレキャスト部材の接合面は、ワイヤーブラシによって目粗しを施している。

載荷方法は、鉛直上向きを正側載荷として、梁には軸方向力を作用させていない。2段配置した引張鉄筋がそれぞれ降伏ひずみに達した時点の載荷点鉛直変位の絶対値の平均を降伏変位と定義して18yとした。その後は18y毎に変位を漸増させて、各目標変位で正負3回繰返し載荷をおこなった。

3. 試験結果

図-4に載荷点の鉛直変位と荷重の関係を、写真-1に試験体No.2の最大荷重程度を維持する変位の最大値（M点）付近の試験体接合部の損傷状況を示す。試験体No.2の損傷順序は、18yで写真-1に緑色で示した支圧補強筋付近から発生した曲げひび割れ（矢印

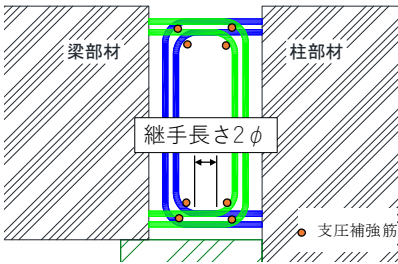


図-1 閉合鉄筋継手概要

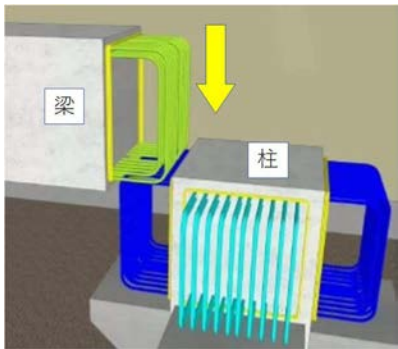


図-2 柱・梁接合構造の例

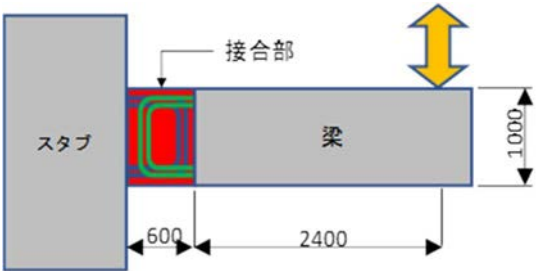


図-3 載荷概要

表-1 試験ケース

No.	B×H (mm)	有効 高さ (mm)	せん断 スパン (mm)	せん断 スパン比	引張鉄筋 鉄筋比	帯鉄筋 帯鉄筋比	支圧 補強筋	コンクリート強度 上:プレキャスト 下:接合部	鉄筋降伏強度 上:引張鉄筋 下:帯鉄筋
1	450× 1000	920	3000	3.26	8本-D25 0.98%	D10@75 0.42%	外側:2-D19 内側:1-D25	36.3 N/mm ² 58.6 //	382 N/mm ² 387 //
2	↑	↑	↑	↑	8本-D19 0.55%	↑	外側:1-D19 内側:1-D19	35.3 N/mm ² 55.5 //	399 N/mm ² 403 //

キーワード プレキャスト，地震，高架橋，施工性向上，生産性向上，交番載荷試験

連絡先 〒286-0825 千葉県成田市新泉 9-1 鉄建建設（株）建設技術総合センター TEL 0476-36-2334

1,2,3) やスタブ側と梁側の両接合面での目開きが徐々に進行し、46yでは圧縮側の軸方向鉄筋に沿ったひび割れ(矢印4)が発生し、56yで圧縮側コンクリートが圧壊(矢印5)した。試験体No.1もNo.2と比べると損傷の進行は多少早かったが、損傷箇所や順序は同様であった。降伏荷重と最大荷重は、鉄道構造物等設計標準・同解説 コンクリート構造物(以下、鉄道標準)に準拠して閉合鉄筋継手の無いRC部材として算出した計算値と同等であった。一方、M点変位は鉄道標準に準拠した算出値より小さかった。

図-5に試験体No.2の正側載荷時における1段目引張鉄筋のひずみの推移を示す。M点で引張鉄筋が降伏した範囲はスタブ端面から900mm(≒有効高)で、特に接合部範囲の鉄筋のひずみが顕著に増加していた。これは2段目引張鉄筋でも同じで、負側載荷および試験体No.1でも同様であった。

図-6にM点付近における部材中心位置での帯鉄筋のひずみを示す。両試験体とも、帯鉄筋は降伏ひずみ(No.1:2008×10⁻⁶, No.2:2079×10⁻⁶)に達することはない、特に閉合鉄筋に囲まれた区間の帯鉄筋のひずみは最大でも300×10⁻⁶程度と小さかった。写真-1から、部材内部に帯鉄筋と交差するような斜めひび割れが発生しなかったためと考えられる。

図-7に試験結果から求めたM点における塑性ヒンジ回転角と引張鉄筋比の関係を示す。塑性ヒンジ回転角は、鉄道標準に倣って実験のM点変位から引張鉄筋の拔出しによる変位と梁の塑性ヒンジ部以外の曲げ変形を控除して求めた。引張鉄筋比が0.98%から0.55%の間は、鉄道標準に倣って、引張鉄筋比に逆比例するとした。参考に鉄道標準にしたがって算出した塑性ヒンジ回転角を併記した。これまでに述べたように、接合部に損傷が集中していること、引張鉄筋のひずみの増加が接合部の範囲で顕著であること、一般的な塑性ヒンジ部に発生するような斜めひび割れが少ないことから、塑性ヒンジ長を接合部の長さとして塑性ヒンジ回転角を整理した。

4. まとめ

コンクリートで充填された閉合鉄筋継手を用いたプレキャスト部材接合部は、継手のない鉄筋コンクリート部材と比較して、特徴的なひび割れの発生と進展を示した。本実験の範囲において、塑性ヒンジ回転角と引張鉄筋比の関係を定量的に評価した。

参考文献

- 1) 渡邊ら：補強鉄筋を有する閉合形状に曲げ加工した重ね継手に関する実験的研究，土木学会論文集，No.791/VI-67，pp.11-18，2005
- 2) 西村ら：閉合鉄筋継手を用いたプレキャスト梁柱接合部の高応力繰返し性能に関する検討，コンクリート工学年次論文集，Vol.44，No.2，pp.625-630，2022

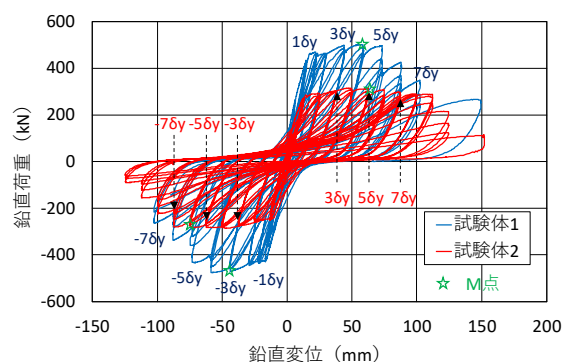


図-4 荷重-鉛直変位関係

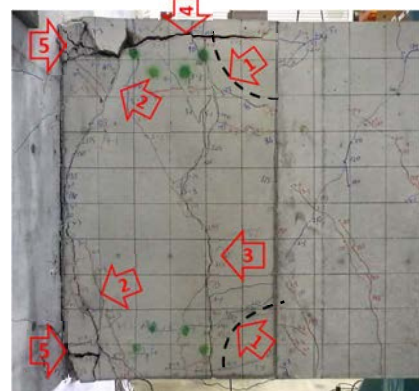


写真-1 6 δy 時の損傷状況 (No. 2)

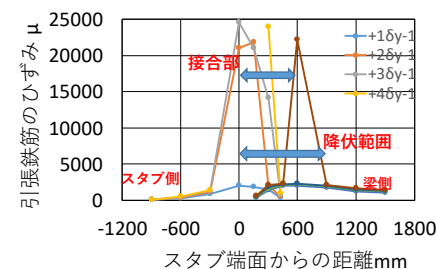


図-5 引張鉄筋のひずみ分布 (No. 2)

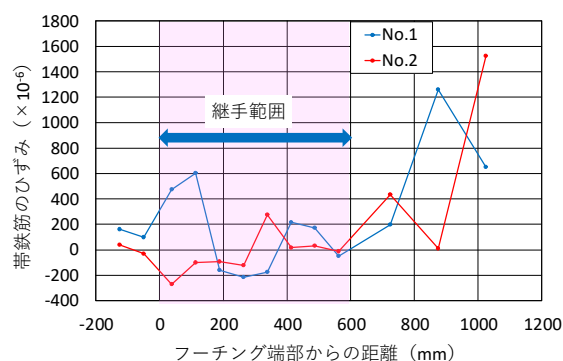


図-6 帯鉄筋のひずみ分布

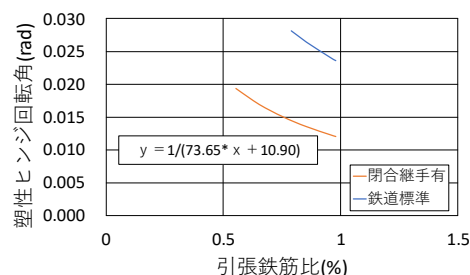


図-7 M点塑性ヒンジ角と引張鉄筋比の関係