

閉合鉄筋継手を用いた部材接合部の変形性能に与える帯鉄筋比の影響検討

鉄建建設（株） 正会員 ○伴野 由佳, 安保 知紀, 西村 知晃, 李 志鵬

1. はじめに

鉄道ラーメン高架橋をプレキャスト工法で施工する際の接合工法を考案した。本稿では、本接合部の変形性能に及ぼす帯鉄筋比の影響を確認するため載荷試験を実施したので、その結果についてまとめた。

2. 閉合鉄筋継手と工法の概要

閉合鉄筋継手は、図-1 に示すようにコの字状に折り曲げた鉄筋を重ね合せ、鉄筋の隅角部に支圧補強筋を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構造となっている。図-2 に示すように、この継手を用いることで、プレキャスト部材の製作誤差や部材の架設誤差をある程度許容でき、柱部材に予め梁受け材を取り付けておくことにより、揚重機による吊り込み作業のみで梁部材の架設が可能であることから、施工速度向上が期待できる。2)

3. 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、性能確認試験を2体実施した。試験体は、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。試験体諸元を表-1 に示す。試験体は、破壊形態は曲げ破壊型とした。また、帯鉄筋比をパラメータとした。接合部には配合 50-60-20N の高流動コンクリートを充填した。支圧補強筋は、軸方向鉄筋と同径 1 本または 1 段目の支圧補強筋は、軸方向鉄筋と同径の鉄筋を配置するのが困難であったため、軸方向鉄筋と同程度の面積となるような径の細い鉄筋を 2 本配置した。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た。

載荷方法は、鉛直上向きを正側載荷とし、2段配置した梁基部の引張鉄筋のうち、先に降伏ひずみに達した時点の載荷点位置の鉛直変位を18y-1、続いてもう一方の鉄筋が降伏ひずみに達した時点の変位を18y-2とした。鉛直方向下向きとなる負側載荷についても、同様に-18y-1と-18y-2とし、これらの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、26yと整数倍毎に変位を漸増させて、各目標変位で正負3回繰返し載荷を行った。

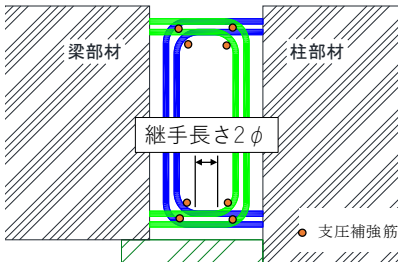


図-1 閉合鉄筋継手概要

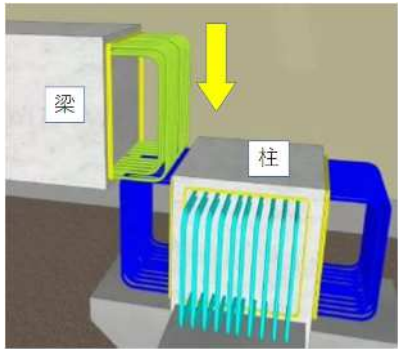


図-2 柱・梁接合構造の例

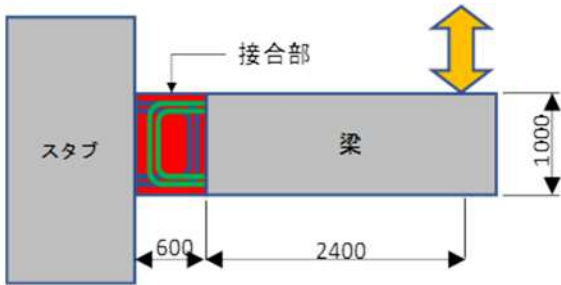


図-3 載荷概要

表-1 試験体諸元

No.	幅×高さ 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 SD345	せん断 補強鉄筋 SD345	接合部 帯鉄筋 SD345	支圧 補強筋 SD345	コンクリート 強度 (N/mm ²)	接合部 コンクリート 強度 (N/mm ²)
1	450×1000	920	3000	3.26	D25×4本×2段 Pt=0.98%	D10@75 pw=0.42%	D10@75 pw=0.42%	外:D19-2本 内:D25-1本	36.3	58.6
2	↑	↑	↑	↑	↑	D13@65 pw=0.87%	D13@65 pw=0.87%	↑	34.4	56.9

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

4. 試験結果

鉛直荷重と鉛直変位の関係を図-4に示す。図中に、最大荷重程度を維持する変位の最大値（以下、M点）を示す。試験体 No.2 の結果では、M 点は $4\delta y$ 付近であった。この時の損傷状況を写真-1に示す。 $1\delta y$ では、接合部の梁部材側のひび割れが基部に向かって進展し、くの字のひび割れが発生した。 $3\delta y$ では、梁部材の上面に軸方向鉄筋に沿ったひび割れが発生した。 $4\delta y$ では、軸方向鉄筋の鉛直部に沿ってひび割れが発生した。試験体 No.1 でも損傷箇所や順序は同様であった。両者を比較すると、負側の M 点は試験体 No.1 で $-3\delta y$ 、試験体 No.2 で $-4\delta y$ であった。帯鉄筋比を大きくしたことによって M 点の発生が遅くなった。

図-5に接合部に配置した帯鉄筋の鉛直部のひずみをグラフに示す。帯鉄筋の上側が降伏ひずみに達したのは $4\delta y$ となり、これは最大荷重を維持することができた M 点と同じタイミングである。梁の軸方向鉄筋に沿って発生したひび割れ幅が徐々に拡大して荷重が低下したことから、圧縮側の軸方向鉄筋がはらみ出しによる影響であると推察される。このことから、帯鉄筋が軸方向鉄筋の変形を拘束することで、最大荷重を保持していたことが推察される。

図-6に塑性ヒンジ部の曲げ変形から求めた塑性ヒンジ部の回転角と帯鉄筋比の関係を示す。鉄道構造物等設計標準・同解説 コンクリート構造物³⁾にしたがって算出した継手が無い場合の塑性ヒンジ回転角も併記した。ただし、引張鉄筋比は 0.98% の場合とする。M 点における塑性ヒンジ部の回転角は、式(1)で求められる。

$$\text{塑性ヒンジ回転角(rad)} = 0.0080x + 0.0087 \quad (1)$$

x：帯鉄筋比(%)

5. まとめ

閉合鉄筋継手を用いた部材接合部の変形性能について以下のことを実験により確認した。

帯鉄筋比を大きくすることで、M 点の発生が遅くなった。帯鉄筋が軸方向鉄筋の変形を拘束することで、最大荷重を保持していたことが推察される。そこで、塑性ヒンジ回転角と帯鉄筋比の関係式を提案した。

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) 三嶋ら：閉合鉄筋継手を用いたプレキャスト鉄道高架橋の実物大組立施工試験，令和3年度土木学会全国大会第76回年次学術講演会，V-521，2021。
- 3) 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，2004.4

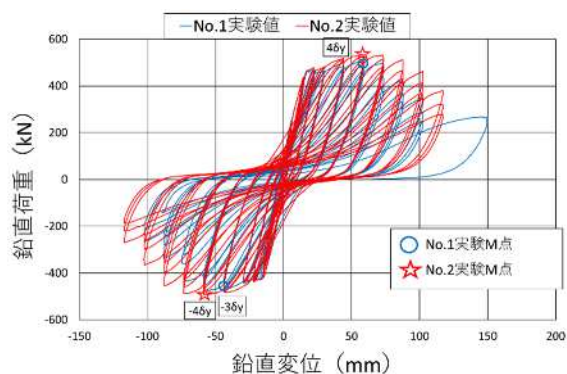


図-4 荷重－鉛直変位関係

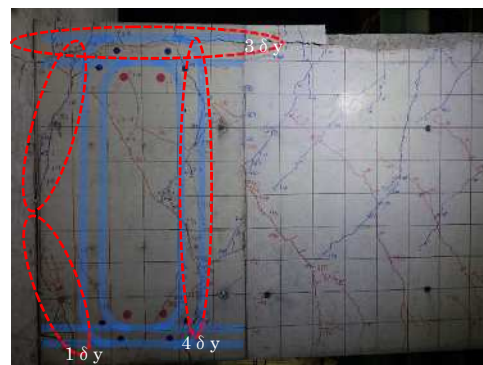


写真-1 4δy 時の損傷状況 (No. 3)

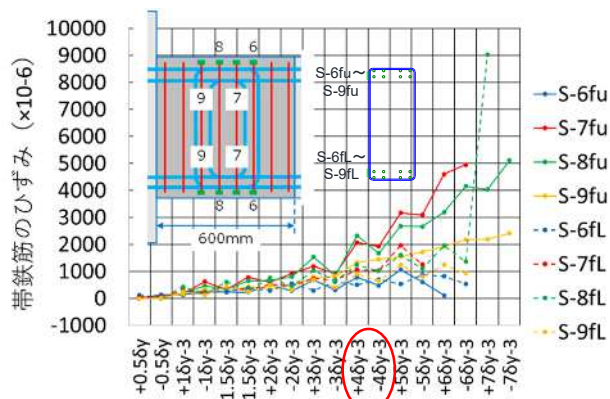


図-5 帯鉄筋上面のひずみ (No. 3)

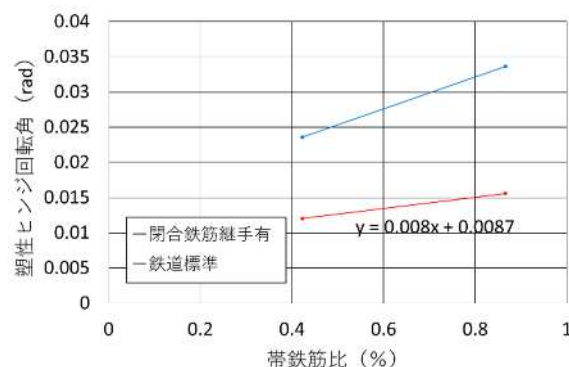


図-6 M 点における塑性ヒンジ回転角と鉄筋比の関係