

閉合鉄筋継手で接合した梁部材のせん断破壊に関する実験的検討

鉄建建設（株） 正会員 ○安保 知紀，土井 至朗，田口 隆治，三嶋 武典

1. はじめに

工期短縮を主な目的としてプレキャスト工法の適用が検討されることが増え，最近では鉄道ラーメン高架橋にフルプレキャスト工法¹⁾が適用された事例も報告されている．部材の接合には，鉄筋を機械式継手で接続する工法が多く，部材を接合する際には接続する鉄筋の通りを合わせる必要があり，部材の製作精度や施工精度が要求される．そこで，施工誤差をある程度吸収できる継手構造として開発された閉合鉄筋継手²⁾を用い，プレキャスト梁部材の接合工法の開発を行っている．本稿では，閉合鉄筋継手を用いた接合部がせん断破壊に及ぼす影響を確認するため載荷試験を実施したので，その結果について報告する．

2. 閉合鉄筋継手の概要と構造物への適用

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，鉄筋の隅角部に補強鉄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²⁾．この継手を用いて，図-2 に示すように鉄道ラーメン高架橋の柱と梁の接合工法の開発を行っている．閉合鉄筋継手を用いることで，梁部材を上方から架設することが可能となり，継手区間で施工誤差が吸収できる工法である．

3. 試験概要

載荷試験は，図-3 に示すような4点曲げ載荷試験を実施した．試験ケースは，せん断補強鉄筋量と接合位置をパラメータとして表-1 に示す3 ケースとした．各ケースの接合位置は，図-3 に示す位置に左右対称で配置した．試験体の製作は，接合部以外の梁部材にコンクリートを打込み，脱枠後に接合面をワイヤーブラシで目粗しした後，接合部を無収縮モルタルで充てんした．接合部にはせん断補強鉄筋を配置せず，閉合鉄筋継手の曲げ内半径を75mm（約2.6φ，φ：軸方向鉄筋公称直径）とし，継手長さを111mm（約3.8φ）とした．コンクリートの圧縮強度は28.4～30.9N/mm²，無収縮モルタルの圧縮強度は73.2～79.0N/mm²の範囲であった．

載荷方法は，100kN まで載荷をして曲げひび割れの発生を確認した後，一度除荷を行い，その後連続的に載荷を行った．

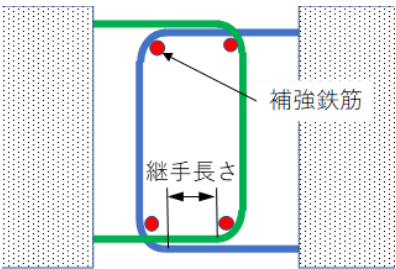


図-1 閉合鉄筋継手概要

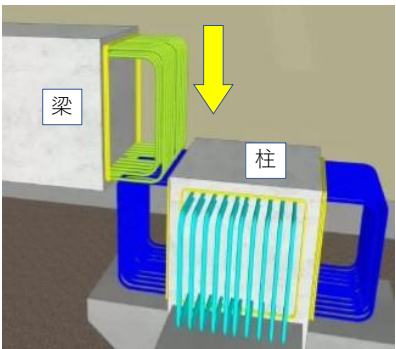


図-2 柱・梁接合構造の例

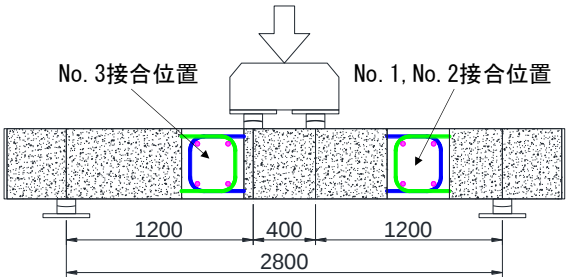


図-3 載荷概要

表-1 試験ケース

ケース	B×H (mm)	d (mm)	La (mm)	La/d	軸方向鉄筋	せん断補強 鉄筋	Vu (kN)	Vmu (kN)	Vu/Vmu	接合位置
No.1	300×450	400	1200	3.0	D29(SD490) ×3 本	D6(SD345) @100	221	310	0.71	せん断スパン中央
No.2	↑	↑	↑	↑	↑	D13(SD345) @100	462	310	1.49	↑
No.3	↑	↑	↑	↑	↑	D6(SD345) @100	224	310	0.72	載荷点脇

※ B：部材幅，H：部材高，d：有効高，La：せん断スパン，Vu：せん断耐力，Vmu：曲げ耐力に達するときのせん断力
キーワード プレキャスト，接合部，鉄道高架橋，曲げ耐力，せん断耐力

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

せん断力（支点荷重）と鉛直変位（載荷点下）の関係を図-4に示す．せん断破壊型を想定した No.3 のみが最大耐力以降に脆性的な破壊をしていることが分かる．次に，最大耐力時の試験値と計算値の比較を表-2 に示す．なお，計算値はコンクリート標準示方書〔設計編〕に従って算出したが，せん断補強鋼材を用いない棒部材のせん断耐力は，既往の研究成果³⁾を参考に算出した．試験値は，破壊に至ったせん断スパン側の結果を示しており，試験値と計算値は同等の結果となった．

最大耐力時の損傷状況を写真-1 に示す．●印は，閉合鉄筋継手の補強鉄筋の位置を示す．いずれも，閉合鉄筋の下側隅角部から載荷点に向かうひび割れが発生した．No.1 は，このひび割れが載荷点に到達した時点で概ね最大耐力となり，その後は最大耐力を保持し続けた．これに対し No.2 は，このひび割れが載荷点に向けて伸展したが，最大耐力に達する前に載荷板周辺のコンクリートが局所的に圧縮破壊した．また No.3 では，閉合鉄筋の上側を通るひび割れが載荷点まで伸展し，最大耐力以降は急激に荷重が低下した．ここで，いずれのケースも，ひび割れは接合面を跨いで連続的に伸展し，接合面での顕著なずれ変位は認められなかった．

次に，鉄筋のひずみの発生状況を比較する．No.1 と No.3 は，せん断スパン内の多くのせん断補強鉄筋のひずみが降伏ひずみに達したが，軸方向鉄筋のひずみは降伏ひずみに達しなかった．これに対し No.2 は，接合部直近のせん断補強鉄筋および載荷点直下の軸方向鉄筋のひずみが降伏ひずみに達した．

以上から，No.1 と No.3 は，閉合鉄筋外周に発生した斜めひび割れが破壊面となるせん断破壊と考えられ，部材の最大耐力はせん断耐力の計算値で評価できると考えられる．一方 No.2 の最大耐力は曲げ耐力の計算値と同等であったが，コンクリートの損傷状況等を見ると想定していた曲げ破壊とは異なると考え，今後の課題としたい．

5. まとめ

梁部材を閉合鉄筋継手で接合した場合，閉合鉄筋内部には明確な損傷は認められず，梁部材の耐力に影響を与える可能性は小さいと考えられる．また，接合位置によって，最大耐力以降の荷重の低下傾向が異なることが分かった．特に，梁部材を柱前面で接合する場合には，梁部材がせん断破壊すると No.3 のように脆性的な破壊となることが想定されるため，部材の破壊形態は曲げ破壊型とすることが良いと考える．さらに，閉合鉄筋の隅角部がひび割れの起点となることから，ひび割れ幅やひび割れの伸展を抑制するためには，閉合鉄筋の周囲に十分なせん断補強鉄筋を配置する必要がある．

参考文献

1) 久保ら：北陸新幹線における鉄道初のフルプレキャストラーメン高架橋の建設工事，コンクリート工学，Vol.59，No.3，pp.261-266，2021．
2) 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．
3) 二羽ら：せん断補強鉄筋を用いない RC はりのせん断強度式の再評価，土木学会論文集，第 372 号／V-5，pp.167-175，1986．

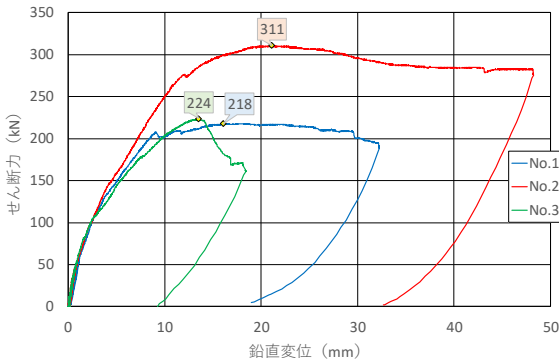


図-4 せん断力-鉛直変位関係

表-2 最大耐力の比較

ケース	試験値 (kN)	計算値*) (kN)	試験値 ／計算値
No.1	218	221	0.986
No.2	311	310	1.00
No.3	224	224	1.00

*) No.1 と No.3 はせん断耐力の計算値，No.2 は曲げ耐力に達するときのせん断力の計算値

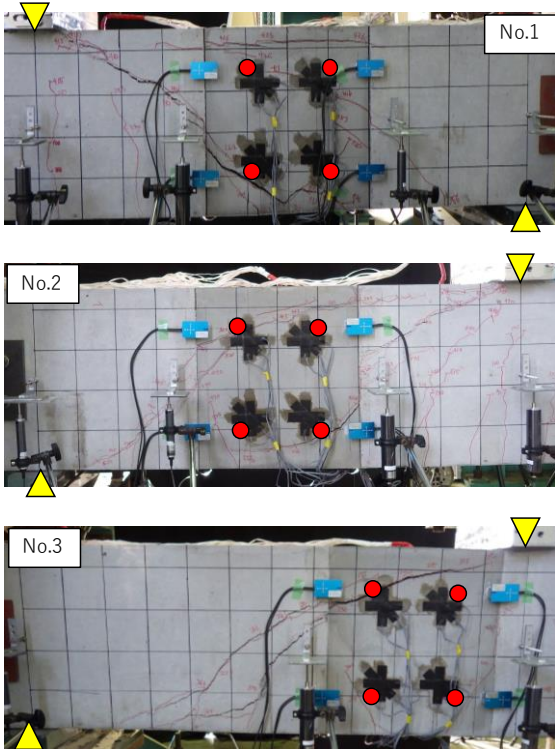


写真-1 最大耐力時の損傷状況