

閉合重ね継手を用いたプレキャスト高架橋柱梁接合部の変形性能に関する実験的検討

東日本旅客鉄道(株)東京建設PMO 正会員 ○服部 敬太郎 伊藤 隼人 松本 浩一

1. はじめに

工期短縮や環境負荷低減、さらには将来的な労働人口減少等への対応を目的に、RC ラーメン高架橋についてプレキャスト(以下、PCa)構造の導入検討を行っており、柱と梁の接合構造については図-1 に示す閉合重ね継手¹⁾の適用を検討している。この構造は、PCa 部材架設時に高い施工精度を求められる機械式継手の接合構造と比較すると、軸方向鉄筋を突き合わせる必要が無いため、ある程度の製作誤差や施工誤差を吸収でき、図-2 のようにクレーンでPCa 梁を吊り下ろすのみで配置が完了する。閉合重ね継手に関する既往の実験²⁾(以下、No.1 試験体)では、部材接合構造を2段の閉合重ね継手とし、加えて閉合鉄筋の隅角部に支圧補強鉄筋を配置した場合、部材接合部において降伏耐力までは確認できたものの、継手のない部材の変形性能に達しない結果となった。そこで本実験では、No.1 試験体と比較して接合部の変形性能をより向上させることを目的に、No.1 試験体の継手構造の一部を見直した試験体(以下、No.2 試験体)を製作し、実験を行ったので報告する。

2. 実験概要

No.1,2 試験体の試験体諸元を表-1、試験体概要を図-3 に示す。試験体は実際の高架橋の1/2 スケール程度とし、柱部とフーチング部はそれぞれ実際の高架橋の梁部材と柱部材を模擬している。No.2 試験体について、No.1 試験体からの変更箇所は、①コの字型閉合鉄筋の直線部の重ね継手長を軸方向鉄筋の5倍の長さ、②接合部に帯鉄筋を配置とした。②については、軸方向鉄筋のはらみだし抑制と接合部コンクリートのせん断ひび割れの進展防止を期待している。なお、その他の材料強度や断面寸法はNo.1 試験体と同様である。各鉄筋のひずみ測定位置は図-3 より、Aがフーチング部からの軸方向鉄筋、Bが柱部からの軸方向鉄筋、Cが柱部と接合部の帯鉄筋の各ひずみである。なお、試験体製作は、実際の施工ステップと同様に先行して柱部とフーチング部にを製作し、コンクリート硬化後に接合部コンクリートを打設した。

3. 荷重試験

柱に 1N/mm^2 の一定軸力を加えて、正負交番荷重試験を行った。荷重は閉合鉄筋が降伏ひずみに達した変位を降伏変位($1\delta_y$)とし、以降、その整数倍ごとの変位制御とした。

4. 実験結果

No.2 試験体の荷重と変位の関係を図-4 に示す。なお、引側と押側で顕著な違いが見受けられなかったことか

表-1 試験体諸元

試験体種別	NO.1	NO.2	
重ね継手長(mm)	38mm	95mm	
柱断面(mm)	900×400		
せん断スパン(mm)	2260		
コンクリート強度(N/mm ²)	柱・フーチング 29.9	30.4	
	接合部 32.5	28	
軸方向鉄筋	材質	SD390	
	鉄筋径	D19	
	降伏強度(N/mm ²)	425	429
柱帯筋	降伏ひずみ(μ)	2127	2128
	材質	SD345	
	鉄筋径・ピッチ	D13・70mm	
せん断補強鉄筋	材質	SD345	
	鉄筋径・ピッチ	D13・70mm	
	降伏強度(N/mm ²)	362	1874
支圧補強鉄筋	降伏ひずみ(μ)	362	1874
	材質	SD390	
支圧補強鉄筋	鉄筋径・ピッチ	D16	
	せん断耐力比 Vu/Vmu	2.16	2.49

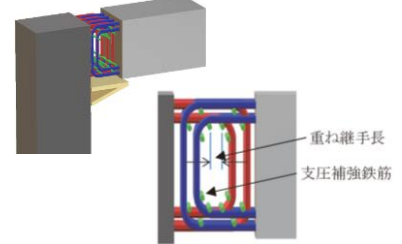


図-1 閉合重ね継手概要

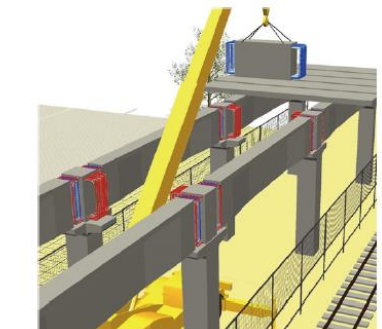


図-2 PCa 高架橋施工イメージ

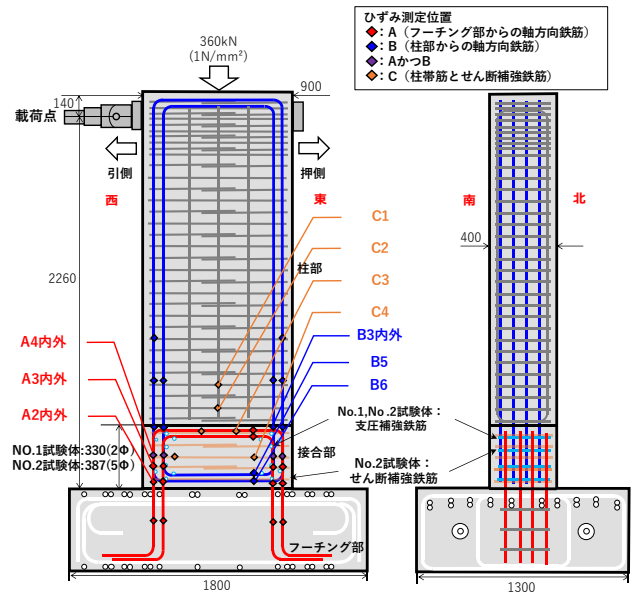


図-3 試験体概要とひずみ測定位置

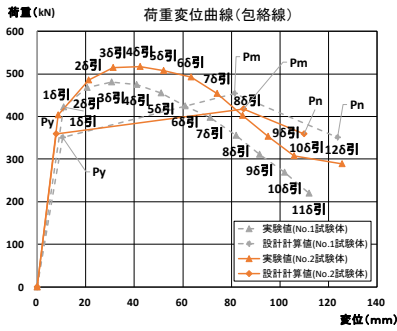


図-4 荷重と変位の関係(引側)

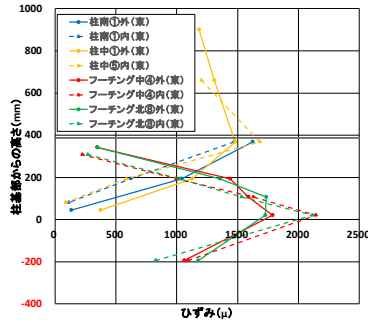


図-5 降伏時のひずみ分布

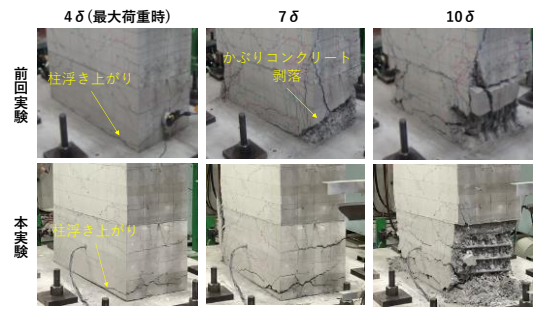


図-6 破壊状況

ら、引側の結果のみを示している。No.2 試験体の降伏荷重は、引側で 403.9kN、押側で 402.2kN となり、No.1 試験体と同じ位置である柱基部の内側鉄筋(A2 内側鉄筋)が初めに降伏し、その荷重は計算値の 1.12 倍であった。降伏変位は引側で 8.6 mm、押側で 12.6mm となり、押側が引側より 4mm 大きくなった。図-5 に No.2 試験体の降伏時の軸方向鉄筋ひずみ分布を示す。局所的に A2 内側鉄筋のひずみが A2 外側鉄筋よりも大きくなっていることが確認された。

最大荷重時の破壊状況を図-6 に示す。降伏以降は接合部コンクリートにひび割れが集中し、最大荷重は 516.8kN(4 δ)、最大荷重時変位は 42.3mm であった。その後、接合部コンクリートのひび割れがさらに進展し、8 δ以降にかぶりコンクリートの剥落が顕著になるとともに、接合部内部のコンクリートが損傷し荷重が低下した。図-4 より、No.1 試験体は最大荷重(3 δ)以降に荷重が低下したが、No.2 試験体では No.1 試験体と比較すると最大荷重以降は緩やかに荷重が低下している。これは、接合部コンクリートのひび割れ、剥離が No.1 試験体と比べ遅く、かぶりコンクリートならびに軸方向鉄筋の内部コンクリートの破壊速度が緩やかであったためと考えられる。

南面の接合部コンクリートひび割れ状況を図-7 に、帯鉄筋のひずみ分布を図-8 に示す。最大荷重時の 4 δ 時点では接合部コンクリートに斜めひび割れはあまり進展していないが、6 δ~8 δにかけて斜めひび割れと縦ひび割れが顕著になっている。その時点でのひずみ分布を見ると、最大荷重以降に帯鉄筋のひずみが増大し、終局荷重付近で帯鉄筋が降伏している。また、载荷終了後の帯鉄筋は、東西方向の外側に大きく変形していた。これは軸方向鉄筋の柱基部の外側への変形に対して、帯鉄筋が拘束していたと推察される。

5. まとめ

2段閉合重ね継手構造を用いたプレキャスト高架橋の柱-梁接合部について、本実験で得られた結果を以下に示す。

- ・重ね継手長の延長(2Φ⇒5Φ)と帯鉄筋の追加をすることにより、最大荷重と最大荷重時の変位は No.1 試験体より 12%程度向上することが確認されたが、計算上の最大荷重時を満足することはできなかった。
- ・軸方向鉄筋の外側への変形に対して、帯鉄筋がその変形を拘束する効果があると考えられる。

参考文献

- 1) 築島大輔・杉田清隆: 閉合重ね継手を有する鉄筋コンクリート部材の交番載荷試験, 土木学会第 60 回年次学術講演会, 2005.
- 2) ターケルバルガヴィ・鈴木雄大・鈴木裕隆: 2 段の閉合重ね継手により接合されたプレキャスト部材の変形性能に関する実験的検討, 土木学会第 76 回年次学術講演会, 2021
- 3) 国土交通省鉄道局 監修 (財)鉄道総合技術研究所 編: 鉄道構造物等設計標準・同解説 コンクリート構造物, 2004.

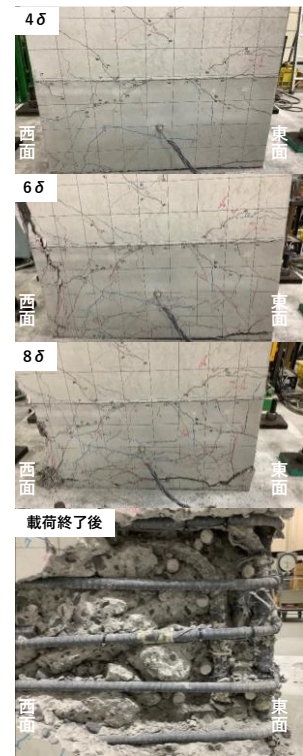


図-7 接合部コンクリートのひび割れ状況

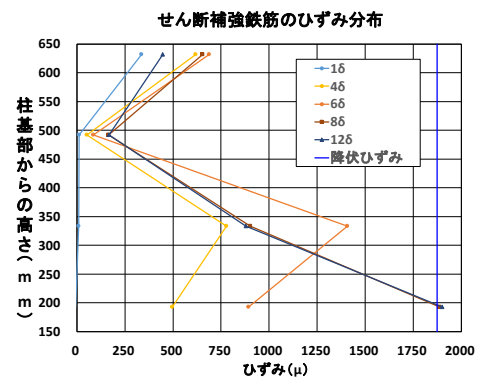


図-8 帯鉄筋のひずみ分布