

スパイラル鋼材で補強した引張鉄筋の重ね継手を柱基部に配置した柱部材の交番載荷実験

東日本旅客鉄道（株）正会員 ○渡部 太郎

東日本旅客鉄道（株）正会員 平山 武志

東日本旅客鉄道（株）正会員 山田 正人

1. はじめに

RC ラーメン高架橋にプレキャスト部材を適用する場合、各々のプレキャスト部材を現場で接合することが必要となる。今回、プレキャスト部材の場所打ち接合部に、施工が容易で、かつ地震時の変形性能を確保できる鉄筋の継手構造として、軸方向鉄筋の重ね継手を小径のスパイラル鋼材で補強する継手構造を考案した。

図-1に考案した継手構造を用いたプレキャスト梁部材の施工手順を示す。最初に(1)のように、プレキャスト梁部材をクレーンで落とし込んで接合するプレキャスト部材の軸方向鉄筋を重ね継手の状態に配置する。次に(2)のようにスパイラル鋼材を横移動させて重ね継手部を補強する。最後に、接合部のコンクリートを打込む。

本文では、スパイラル鋼材で補強された軸方向鉄筋の重ね継手を柱基部に一断面集中配置した柱試験体を用いて交番載荷実験を行い、考案した継手構造を有する柱部材の変形性能の確認を行ったので、その結果について報告する。

2. 実験概要

表-1に試験体諸元を示し、No.1試験体の概要を図-2に示す。柱断面の全ての軸方向鉄筋を柱基部において重ね継手とした。重ね継手1組毎にスパイラル鋼材で重ね継手の周囲を囲って補強した。スパイラル鋼材は、材質はSUS304WPBを用い、径4mmの鋼材をスパイラルの外径54mm、25mm程度の間隔に加工したものである。試験体に用いた材料の試験結果を表-2に示す。

試験体のパラメータは、重ね継手長と重ね継手区間の帯鉄筋の有無とした。実験方法は、柱天端に一定の鉛直力（軸圧縮応力度1.0N/mm²）を載荷した状態で、せん断スパン1550mmとなる柱頭部付近を正負水平方向に静的に交番載荷した。

3. 実験結果と考察

3. 1 試験体の破壊性状

各試験体の降伏荷重を下回らない最大変位で定義される終局変位付近の損傷状況を図-3～6に示す。

No.1試験体は、終局変位を少し超えた15 δ_y （正側載荷）においても、柱基部近傍のコンクリートの剥落が見られる程度で、それよりも上部の柱断面はひび割れ程度の軽微な損傷に抑制されていた。16 δ_y において、柱基部の引張鉄筋が複数本破断して荷重が低下したため、実験を終了した。柱基部から50～100mmより上部はスパイラル鋼材内部のコンクリートも詰まった状態であり、重ね継手の定着は実験終了時まで健全な状態であったと思われる。

No.2試験体は、9 δ_y において、柱基部から1.5D程度から発生した斜めひび割れが大きく開き、せん断破壊した。

キーワード プレキャスト高架橋、スパイラル鋼材、重ね継手、曲げ耐力、じん性率

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町2丁目479番地 JR 東日本研究開発センター TEL 048-651-2349

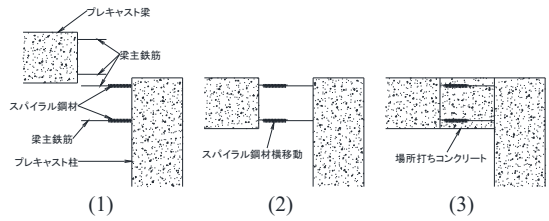


図-1 プレキャスト部材接合構造の施工手順

表-1 試験体諸元

試験体 No.	柱断面 (mm)	引張鉄筋	側鉄筋	重ね継手長 (mm)	帯鉄筋	
					重ね継手区間	重ね継手～2D区間
1	400×400	D19×6本	D19×3本 / 片側	20φ	D10ctc52mm	
2				15φ	無し	D10ctc52mm
3				10φ	D10ctc52mm	
4						

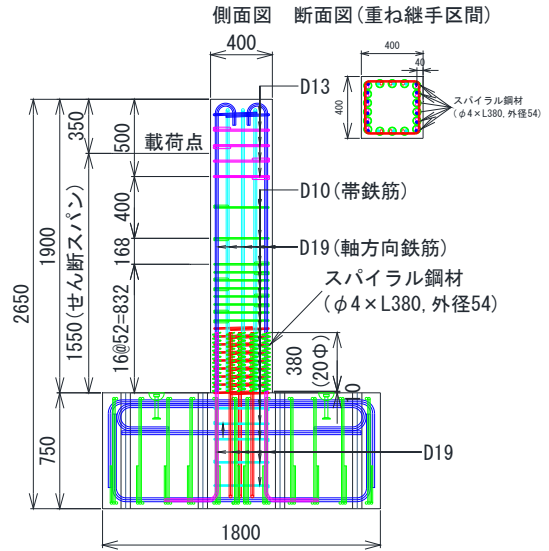


図-2 試験体概要 (No.1 試験体)

表-2 材料試験結果

試験体 No.	柱	フーチング	軸方向鉄筋 (D19)	帯鉄筋 (D10)
	コンクリート圧縮強度 f'_c (MPa)		降伏強度 f_{sy} (MPa)	降伏強度 f_{sy} (MPa)
1	39.7	37.8	355	380
2	44.7	44.2	368	377
3	44.4	43.0	356	367
4	44.6	42.5		

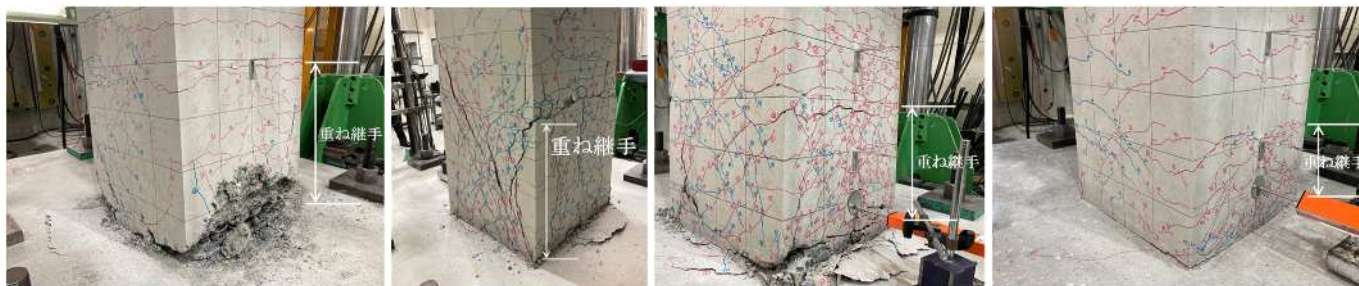


図-3 No.1 損傷状況 (15 δ_y)

図-4 No.2 損傷状況 (9 δ_y)

図-5 No.3 損傷状況 (12 δ_y)

図-6 No.4 損傷状況 (4 δ_y)

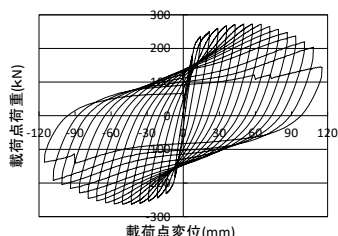


図-7 No.1 荷重－変位関係

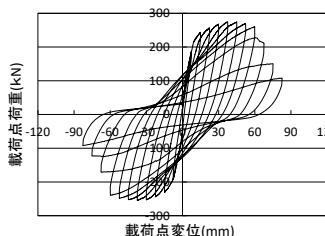


図-8 No.2 荷重－変位関係

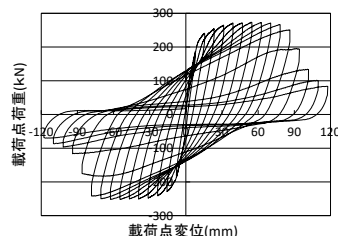


図-9 No.3 荷重－変位関係

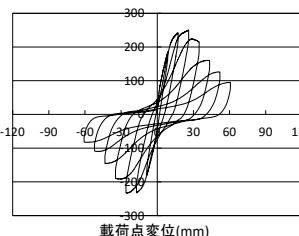


図-10 No.4 荷重－変位関係

表-3 曲げ耐力とじん性率

試験体 No.	降伏曲げ耐力			終局曲げ耐力			じん性率 μ (実験値)		
	実験値 P_{yexp} (kN)	計算値 P_{ycal} (kN)	P_{yexp}/P_{ycal}	実験値 P_{uexp} (kN)	計算値 P_{ucal} (kN)	P_{uexp}/P_{ucal}	μ (正側)	μ (負側)	μ (平均)
1	181.0	161.3	1.12	268.3	209.2	1.28	14.75	16.14	15.45
2	185.4	166.8	1.11	265.3	217.8	1.22	9.76	9.30	9.53
3	186.0	161.5	1.15	262.8	211.5	1.24	12.00	10.83	11.41
4	182.9	161.5	1.13	242.0	211.5	1.14	4.53	3.74	4.13

No.3 試験体は、12 δ_y において、基部と重ね継手上端となる基部から 300mm 付近のひび割れ幅が大きくなるとともに、引張側の載荷面の柱基部から 1D 区間の鉛直・斜め方向のひび割れの進展が顕著になった。

実験終了後にかぶりコンクリートを取り除いたところ、重ね継手部のスパイラル鋼材内部のコンクリートが損傷して、所々欠落している状況が確認された。一方、No.4 試験体においては、終局変位が 4 δ_y 付近と損傷が早期に進んだが、損傷状況は No.3 試験体と同様であり、重ね継手区間における損傷が顕著であった。

3. 2 荷重－変位関係と曲げ耐力、変形性能

各試験体の載荷点荷重と載荷点変位の関係を図-7～10 に示す。No.1 試験体は、鉄筋が破断して実験を終了した 16 δ_y まで履歴吸収エネルギーの大きな荷重－変位関係を示した。No.2 試験体においては、8 δ_y までは No.1 試験体と同様の荷重－変位関係を示していたが、斜めひび割れが開いた 9 δ_y において大きく荷重が低下した。No.3 試験体においても、荷重の低下が顕著となった 11 δ_y の負側載荷時までは、No.1 試験体と同様の荷重－変位関係を示していたが、荷重が低下し始めた後の荷重低下度合いは大きかった。No.4 試験体は、4 δ_y 載荷中から荷重の低下が顕著となった。No.2,4 試験体においては、損傷状況と荷重－変位関係から、最終的にスパイラル補強した重ね継手部周囲のコンクリートが損傷を受けて鉄筋の抜け出しが発生したことにより、荷重が低下したと考えられる。

降伏曲げ耐力と終局曲げ耐力の実験値と計算値^リを比較した結果を表-3 に示す。スパイラル補強した重ね継手を塑性ヒンジ区間の軸方向鉄筋に設けた柱部材は、計算値を上回る曲げ耐力を有していることが確認できた。

じん性率 μ の実験値を表-3 に示す。重ね継手長 20 ϕ として帯鉄筋を配置した No.1 試験体のじん性率 μ の値は 15.45 となり、大きな変形性能を有していることが分かった。これに対して重ね継手長を 15 ϕ とした No.3 試験体は、じん性率 μ の値は 11.41 と比較的大きな値を示した。重ね継手長を 10 ϕ とした No.4 試験体は、4 δ_y 載荷時に重ね継手範囲において破壊したため、じん性率 μ は 4.13 と小さくなった。

曲げ降伏後にせん断破壊した No.2 試験体は、じん性率 μ が 9.53 と 10 を少し下回る値となった。せん断ひび割れが顕著となる破壊性状やじん性率の値から、重ね継手区間の帯鉄筋は省略しない方がよいと考えられる。

4. まとめ

スパイラル鋼材で補強した重ね継手を塑性ヒンジ区間に一断面集中配置した柱部材の交番載荷実験を行った結果、本実験で用いたスパイラル鋼材で重ね継手を補強した場合、重ね継手長を鉄筋径の 15 倍以上とすることで、じん性率 11 以上の比較的大きな変形性能を有していることが確認された。

参考文献

- ・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、丸善、2004