

鋼管拘束型鉄筋継手で接合した柱部材の高応力繰返し性能

鉄建建設株式会社 正会員 ○デス ダニー, 安保 知紀, 土井 至朗

1. はじめに

建設工事では、生産性の向上を目的に鉄筋コンクリート構造物のプレキャスト化が増えてきている。プレキャスト工法における重要な要素は部材の接合方法であり、中でも鉄筋の継手方法はプレキャスト工法の性能や施工性に大きな影響を与える。安保ら¹⁾によって開発された鋼管で拘束された重ね継手（以降、鋼管拘束型鉄筋継手）は、施工が容易であり、ねじ節鉄筋を用いた引張試験において重ね継手長さを鉄筋径の20倍以上とすれば、鉄筋の伸びが5%程度確保できると報告されている。さらに、ねじ節鉄筋を用いた鋼管拘束型鉄筋継手で柱部材を接合し、静的1回繰返しの交番載荷試験により、高応力繰返し性能が確認されている²⁾、一方、モルタル充填継手における引張試験では、ねじ節鉄筋を用いたケースでは継手から鉄筋が抜け出したのに対し、たけ節鉄筋を用いたケースでは母材破断に至ったと報告されている³⁾。そこで、柱部材の軸方向鉄筋にたけ節鉄筋を用いた鋼管拘束型鉄筋継手で柱部材を接合し、静的3回繰返しの交番載荷試験を実施した。

2. 柱部材接合工法の継手概要

柱部材接合工法の概要を図-1に示す。まず、基礎部材を構築する際に、軸方向の定着鉄筋および継手用の鋼管を設置しておき、柱部材を建て込む直前に鋼管内へグラウト材を充填する。次に、柱部材の軸方向鉄筋を上方から鋼管内に挿入しながら、柱部材を建て込む。柱部材建て込み後の作業はほとんどがなく、現場施工の大幅な省力化が期待できる工法である。

3. 交番載荷試験

交番載荷試験の概要を図-2に示す。試験体 No.1 は、柱部材の接合に鉄筋継手を設けず、基礎部から柱部材まで通した鉄筋を配置した。一方、試験体 No.2 は柱部材の接合に鋼管拘束型鉄筋継手を使用した。柱部材の断面は700mm×700mmとし、軸方向鉄筋はD32(SD490)、帯鉄筋はD19(SD345)を配置し、全てたけ節鉄筋とした。フーチング部材に鉄筋径の20倍(L=640mm)の長さの継手用鋼管 $\phi 139.8\text{mm}$ (STK400)、板厚6.6mmを配置した。

載荷は、鉛直方向に $3.0\text{N}/\text{mm}^2$ (1470kN)の一定軸力を載荷しながら、フーチング天端より2400mmの位置で水平方向に正負交番載荷を行った。試験体は載荷方向に軸方向鉄筋を2段配置しており、正負それぞれの1段目の軸方向鉄筋が降伏した時点の水平変位と、2段目の軸方向鉄筋が降伏した時点の水平変位を平均して、 $\pm 1\delta_y$ とし、その整数倍の変位で、正負に3回繰返し載荷を行った。

4. 試験結果

写真-1に各試験体の $4\delta_y$ の1回目の損傷状況を示す。この時点では最大耐力を維持している状態であり、柱基部に多くの曲げひび割れおよびかぶりコンクリートの剥落が見られた。次に、 $6\delta_y$ の1回目の損傷状況を写真-2に示す。

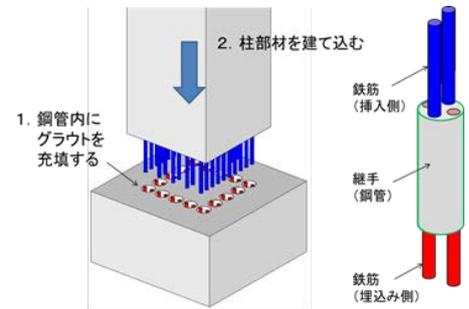


図-1 工法の概要

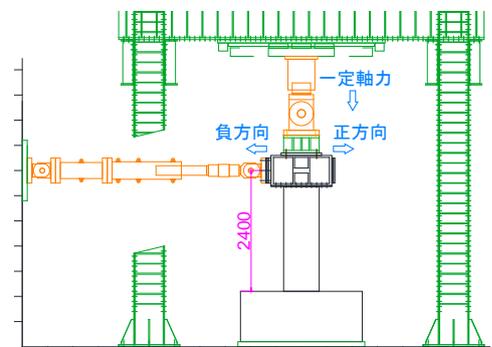


図-2 交番載荷試験概要

キーワード プレキャスト, 曲げ耐力, 変形性能, 正負交番載荷試験

連絡先 〒101-8366 千代田区神田三崎町 1-5-3 鉄建建設株式会社 土木本部 TEL 03-3221-2293

この時点では試験体 No.1, 2 はいずれも耐力が低下している状態である。柱基部に損傷が集中し、両試験体とも同様な塑性ヒンジが形成されている。柱の幅を $D(=700\text{mm})$ とすると、試験体 No.1 では柱基部のかぶりコンクリートの剥落範囲は $1.42D$ 程度、試験体 No.2 は $1.57D$ 程度であった。軸方向鉄筋の座屈範囲はいずれの試験体も $0.29D$ 程度であった。最終的に、両試験体とも最外縁軸方向鉄筋が破断した。

続いて、表-1 に各試験体における鉄筋降伏時および最大耐力の試験値と、鉄道標準⁴⁾に従って算出した曲げモーメントの計算値の比較を示す。また、図-3 に柱基部の曲げモーメントと部材角の関係を示す。ここに示す部材角は、載荷点の水平変位を 2400mm (せん断スパン) で除した値としている。柱部材は軸方向鉄筋を2段配置しているため、降伏時におけるモーメントの計算値は軸方向鉄筋を重心位置に配置したものとして算出した。図中に示した記号は、鉄道標準⁴⁾を参考に Y 点 (軸方向鉄筋の降伏点), M 点 (最大耐力点), N 点 (部材耐力が Y 点まで低下した点) を記している。両試験結果は、降伏点および最大耐力点における曲げモーメントがほぼ一致を示した。また、試験値と計算値を比較すると、部材降伏点が約 10% 程度、最大耐力点が約 5% 程度、試験値が計算値を上回る結果となった。さらに、図-3 より、試験体 No.1, 2 ともに $\pm 4\delta y$ まで曲げ耐力を維持していることから、両試験体とも同等の変形性能を有しており、計算値の M 点と比べて十分な変形性能を有していることが分かった。

まとめ

載荷試験の結果より、以下のことが分かった。

(1) 鋼管拘束型鉄筋継手を有する試験体は、継手の無い試験体と比較して、柱部材の損傷状況が同様であり、継手の影響が見られなかった。(2) 曲げモーメントの比較および $M-\theta$ 関係より、降伏点および最大耐力点や変形性能は継手の有無には依存しない。(3) 計算値との比較から、試験値は計算値を内包しており、鉄道標準⁴⁾による性能評価が可能であることが分かった。

参考文献

- 1) 安保ら：鋼管で拘束された重ね継手の引張性能に関する実験的研究，土木学会年次学術講演会講演概要集，Vol.74, V-605, 2019.
- 2) 土井ら：プレキャスト柱部材の接合部に用いる鋼管拘束型鉄筋継手の性能評価，コンクリート工学年次論文集，Vol.42, No.2, 2020.
- 3) 小曾根ら：異種の機械式継手を併用した鉄筋の引張性状，土木学会年次学術講演会講演概要集，Vol.56, V-254, 2001.
- 4) 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.

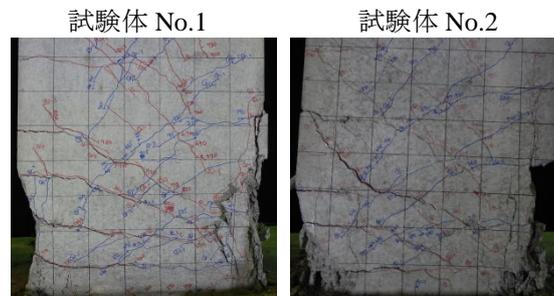


写真-1 各試験体の $4\delta y$ の1回目の損傷状況

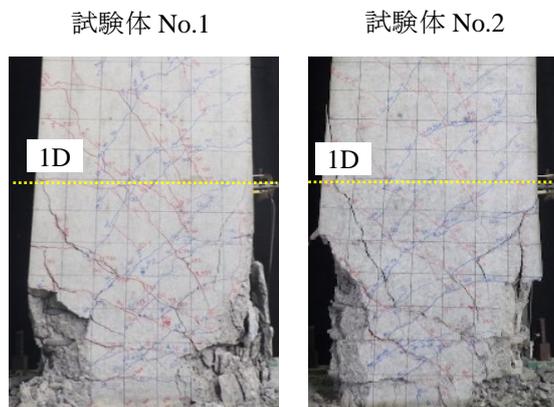


写真-2 各試験体の $6\delta y$ の1回目の損傷状況

表-1 曲げモーメントの比較

	単位	降伏点	最大耐荷点
No.1 (正側)	kN.m	1977	2195
No.2 (正側)	kN.m	1992	2189
計算値	kN.m	1807	2095
比率 (No. 2/No. 1)	%	1.008	0.997
比率 (No. 2/計算値)	%	1.102	1.045

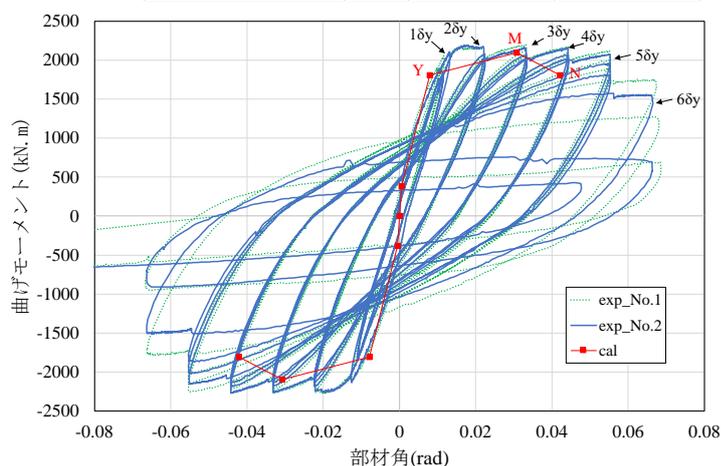


図-3 $M-\theta$ 関係