# 機械式鉄筋定着工法を用いた横拘束鉄筋比が低い柱試験体の正負交番載荷試験

大成建設㈱　技術センター　都市基盤技術研究部　正会員　○山本　悠人
大成建設㈱　技術センター　都市基盤技術研究部　正会員　畑　明仁
ブイ・エス・エル・ジャパン㈱　大宮　正弘

## 1．目的

拘束効果を期待して配置するプレート定着型鉄筋[1)]の横拘束鉄筋への適用性を確認するために様々な実験が行われてきたが、横拘束鉄筋比が低い条件での実験は少ない。横拘束鉄筋比が低い場合、部材の耐震性能や定着部の破壊形状が異なる可能性がある。そこで本検討ではそのような条件でのプレート定着型鉄筋の横拘束鉄筋への適用性を確認するため、柱試験体にて正負交番載荷試験を実施し、終局状態までにおける構造性能を評価した。

## 2．試験概要

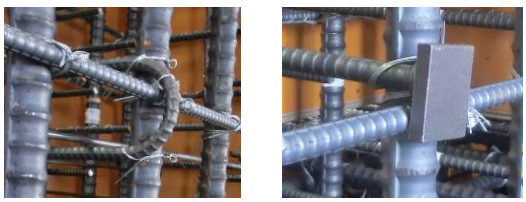
中間帯鉄筋として、半円形フック鉄筋（試験体 1），プレート定着型鉄筋（試験体 2）をそれぞれ用いた 2 体について正負交番載荷試験を行い，結果の比較を行った．試験体の諸元と形状・配筋図をそれぞれ**表-1**，**図-1** に示す．また**写真-1** に中間帯鉄筋の定着状態を示す．試験体は過去に行われた実験[2)]を参考とし、目的に対応して横拘束鉄筋比を低減させた。軸方向鉄筋比については対象とするプレート定着型せん断補強鉄筋の現時点までの施工実績に基づく最大値とし、定着部周辺の鉄筋間隔を実際の構造物と同等となるように設定した。横拘束鉄筋比に関しては最終破壊形態がせん断破壊にならない範囲で小さくなるように設計した。

載荷は，鉛直方向には基部応力が 2N/mm² となるように加力し，水平方向には変位制御により初降伏までの $P_y/3$ ずつ漸増する予備載荷 2 回と降伏変位の整数倍の強制変位を各ステップ 3 サイクルずつ与えた．終局状態までの挙動を確認するため、P-δ 効果補正前の荷重が最大時の約 40%以下（約 400kN）になるまで加力を継続した．なお試験体 2 については，正載荷をプレート側が引張を受ける方向とした。

表-1　試験体諸元

| 中間帯鉄筋の種類 | | | プレート定着型／半円形フック |
|---|---|---|---|
| 載荷方向幅(mm) | | | 600 |
| 載荷直角方向幅(mm) | | | 1050 |
| 載荷高さ(mm) | | | 1900 |
| 軸方向鉄筋 SD345 | 本数－径 | | 14-D32 |
| | 軸方向鉄筋比(%) | | 1.8 |
| 横拘束鉄筋 SD345 | 帯鉄筋 | 径@間隔(mm) | D13@150 |
| | 中間帯鉄筋 | 本数－径 | 2-D13 |
| | 体積比 ρ（%） | | 1.1 |
| コンクリート配合強度(N/mm²) | | | 21 |
| 軸力（kN）（基部応力(N/mm²)） | | | 1260（2.0） |

注意：赤文字は既往研究[2)]からの変更点



a) 試験体 1　半円形フック　　b) 試験体 2　プレート定着型鉄筋

写真－1　各試験体の中間帯鉄筋端部の設置状況

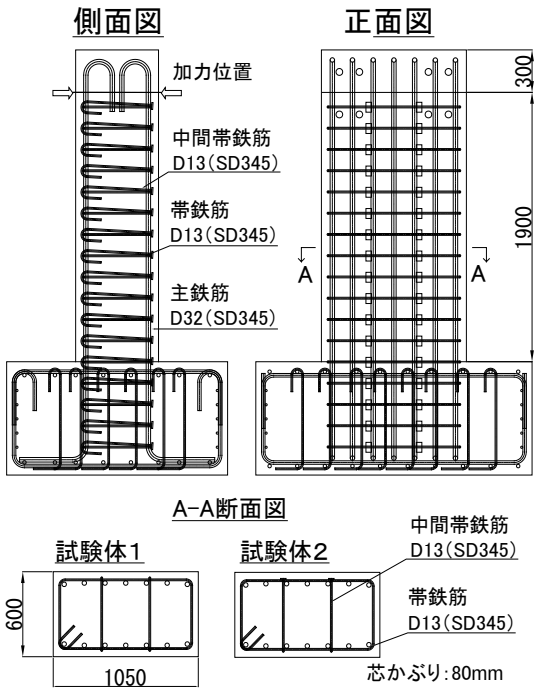
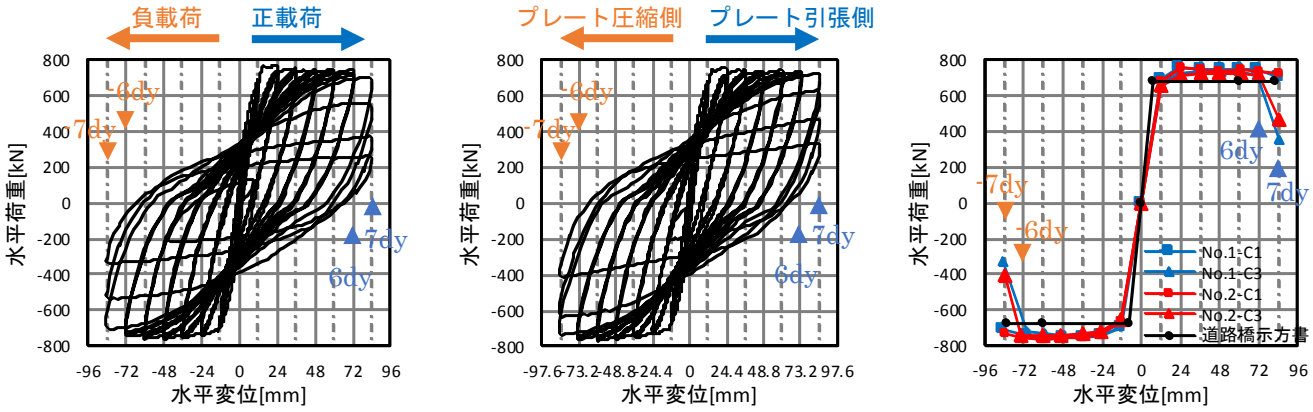



図-1　試験体の形状および配筋図

キーワード　機械式定着鉄筋，プレート定着，正負交番載荷試験，横拘束鉄筋
連絡先　〒245-0051　横浜市戸塚区名瀬町 344-1　大成建設㈱技術センター　ＴＥＬ045-814-7227




a) 試験体 1　b) 試験体 2　c) 骨格曲線の比較

図-2　各試験体の荷重 - 変位関係結果

## 3．試験結果

図-2 に各試験体の荷重 - 変位関係を示す．また c)骨格曲線の比較には各試験体 1, 3 サイクル目の骨格曲線と同時に道路橋示方書 [3]に従い計算された骨格曲線を示す．試験体 1,2 共に 7δy の 1 サイクル目で荷重低下が生じ，3 サイクル目にて終了の目安となる 400kN を下回った．道路橋示方書では耐震性能 2 の目安として「同一振幅の繰り返し載荷において，1 回目と 3 回目の載荷における水平力を比較して 3 回目の水平力が 1 回目の水平力の 85%以上」および「2 回目と 3 回目の載荷におけるエネルギー吸収量を比較して，エネルギー吸収量の低下が 10%程度以下」と規定している．図-3 に各載荷ステップの 1 サイクル目と 3 サイクル目の最大水平力の比を，図-4 に各載荷ステップの 2 サイクル目に対する 3 サイクル目の吸収エネルギー比を示す．共に 7δy にて指標以上の低下が見られた．また 7δy における低下率は両指標共に試験体 1 のほうが大きい値を示した．これらから本試験体 2 体の耐震性能 2 の目安は 6δy であることが示された．

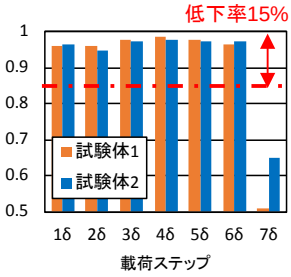



図-3　最大水平耐力比

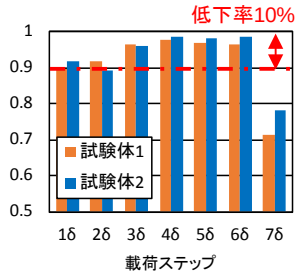
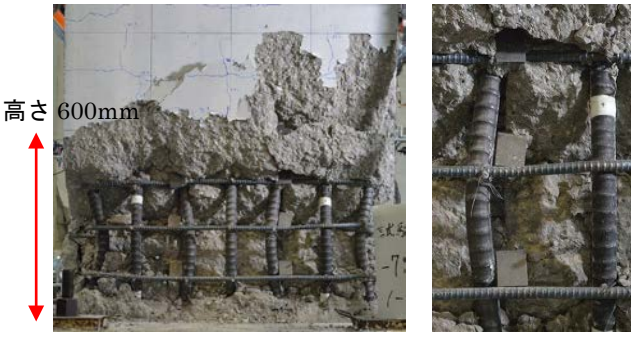



図-4　履歴吸収エネルギー比




a) 基部破壊状況全体　b) 右プレート拡大

写真-2　試験体 2 の最終破壊状況

試験体 2 のプレート側基部の最終破壊状況を**写真-2** に示す．試験体 1 では 1, 2 段目のコアコンクリートが壊れ半円形フックが大きく変形していたのに対し，試験体 2 では 1, 2 段目のプレートのかかりが外れ横拘束効果を失っていた．試験体 1, 2 は同等の最終破壊状況であり，以上から試験体 2 は耐力・変形性能・履歴吸収エネルギーの観点から半円形フックを有する試験体 1 を同等以上の横拘束性能を有することが示された．

## 4．まとめ

本実験の条件下において対象の機械式鉄筋鉄筋定着工法は，耐荷力・変形性能・エネルギー吸収能の全てにおいて半円形フックを用いた試験体と同等以上の性能を有していることが確認された．また既往研究の結果と併せ対象の工法はせん断補強鉄筋比が低い範囲（1.1%）から道路橋示方書の計算式が適用される最大値（1.8%）となる範囲において従来の半円形フックと同等以上の横拘束性能を有することが確認された．

## 参考文献

1)　（一財）土木技術センター：建設技術審査証明書　プレート定着型せん断補強鉄筋「Head-bar」，2015.11
2)　山本ら：プレート定着型せん断補強鉄筋のプレート定着状態の相違に着目した壁部材の正負交番載荷試験，コンクリート工学年次論文集，Vol.39，No.2，2017
3)　日本道路協会：道路橋示方書・同解説　Ⅴ耐震設計編　2012.3