

密帯鉄筋 RC 杭頭接合構造の変形性能のモデル化

（財）鉄道総合技術研究所 正員 ○神田 政幸* 濱田 吉貞*

（独）鉄道建設運輸支援機構 正員 山東 徹生** 青木一二三**

1. はじめに

筆者らは、これまで合理的な杭および杭頭接合構造を目的とした場所打ち RC 杭の杭頭接合構造の水平載荷実験を実施してきた^{1), 2), 3)}。これらの検討の基本的な考え方は、杭頭接合部において帯鉄筋を密配筋にすることで変形性能が向上し、これに伴って杭径を縮小させる可能性を有するものである。本論文では、これまで実施した場所打ち RC 杭等に関する密帯鉄筋・縮小杭頭構造の水平載荷実験結果を基に密帯鉄筋 RC 杭頭接合構造の変形性能のモデル化を実施した。

2. 杭頭接合部の変形性能のモデル化

図1に参考文献より^{1), 2), 3)}得られた密帯鉄筋 RC 杭頭接合構造の変形性能のイメージを示した。鉄道構造物等設計標準・同解説（耐震設計）⁴⁾では、部材の変形性能の評価方法が記載され、同様な考え方を基本とした杭部材に関する研究も実施されている⁵⁾。これらの評価方法のイメージを図1にあわせて示した。帯鉄筋を密に配置することで帯鉄筋の拘束効果、これに付随して生じる主鉄筋の座屈発生の遅延が要因と考えられる Y 点（主鉄筋降伏発生）、M 点（主鉄筋座屈発生）の上昇（向上）が観察された。本研究では、これらの要因による現象を評価することに主眼をおいた。

(1) コンクリート強度の評価

M_y 、 M_m の向上は帯鉄筋の拘束効果により見かけ上コンクリート強度が上昇するとし、式(1)により評価する⁶⁾。ここで、 f'_{ck} :帯鉄筋による拘束効果を考慮したコンクリートの設計基準強度(N/mm²)、 f'_{ck} :コンクリートの設計基準強度(N/mm²)、 f_l :コンクリートの有効横拘束圧(N/mm²)、 f'_{syd} :帯鉄筋の設計降伏強度(N/mm²)、 A_s :帯鉄筋の公称断面積(N/mm²)、 s :帯鉄筋間隔(mm)、 D :帯鉄筋リング径(mm)、 t :仮想鋼管肉厚(mm)である。図2に式(1)から得られるコンクリート強度 f'_{ck} と実験から得られた f'_{cktest} との比較を示す。これより式(1)より算定されるコンクリートの設計基準強度の60%程度が妥当であることがわかる。

$$f'_{ck} = f'_{ck} (2.254 \sqrt{1 - 7.94 f_l / f'_{ck}} - 2 f_l / f'_{ck} - 1.254) \quad (1)$$

$$f_l = 2 f_{syd} A_s / Ds = 2 f_{syd} t / D$$

(2) 鉄筋抜け出しによる回転角

$$\theta_{m1} = [(2.7 K_{w0} p_w + 0.22)(1 - N/N_b) + 1] \theta_{y1} \quad (2)$$

$$\text{参考文献 7)では、帯鉄筋比 } p_w = 0.25 \sim 1.25\% \text{ ま } \theta_{pm} = (0.021 K_{w0} p_w + 0.013) / (0.79 p_t + 0.153) \quad (3)$$

での実験結果から M 点におけるフーチングから抜け出しによる回転角の関係を求めているが、本研究の p_w

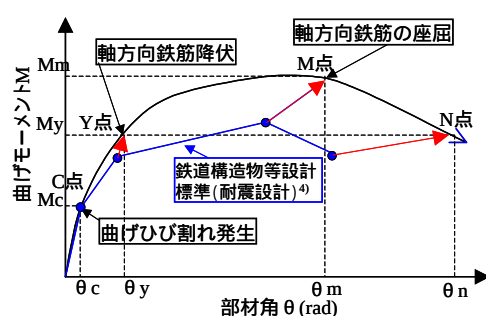


図1 密帯鉄筋 RC 杭頭構造の変形性能のイメージ

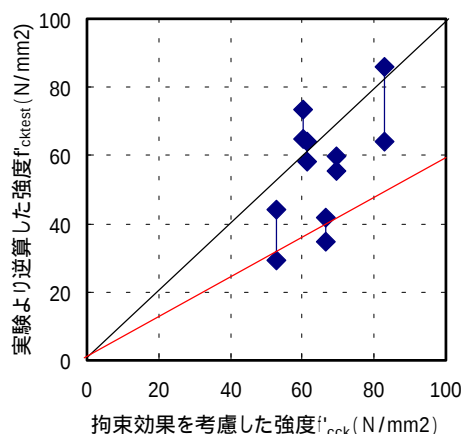


図2 コンクリートの設計基準強度の評価

Key Word：場所打ち RC 杭，耐震設計，杭頭接合部，帯鉄筋

*〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38

TEL 042-573-7261 FAX 042-573-7248

**〒231-8315 横浜市中区本町 6-50-1 横浜アイランドタワー27F

TEL 045-222-9083 FAX 045-222-9102

は 1.08 ~ 2.25% にある。したがって、帯鉄筋・強度に関する上限値を削除し、式(3)のみを用いることとした。ここで、 θ_{m1} : M 点でのフーチング内からの軸方向鉄筋抜け出しによる回転角、 θ_{y1} : Y 点時のフーチング内からの軸方向鉄筋抜けだしによる回転角、 K_{w0} : 帯鉄筋強度を考慮した係数、 N/N_b : 釣合軸力比で N は作用軸力、 N_b は釣合軸力である。

(3) 塑性ヒンジ回転角

塑性ヒンジ回転角 θ_{pm} についても同様に、式(3)を用い、帯鉄筋・強度に関する上限値を削除した。

3. 実験結果との比較

図 3 に載荷実験から得られた曲げモーメントと回転角の関係 (M - θ 関係) を載荷実験毎に示した。図中には、参考文献^{4), 5), 7)}を基に算定した M - θ 関係の他に、上述した評価方法を取り入れた M - θ 関係も示した。これより本提案法(緑色)はほぼ妥当で合理的な評価方法であると考えられる。

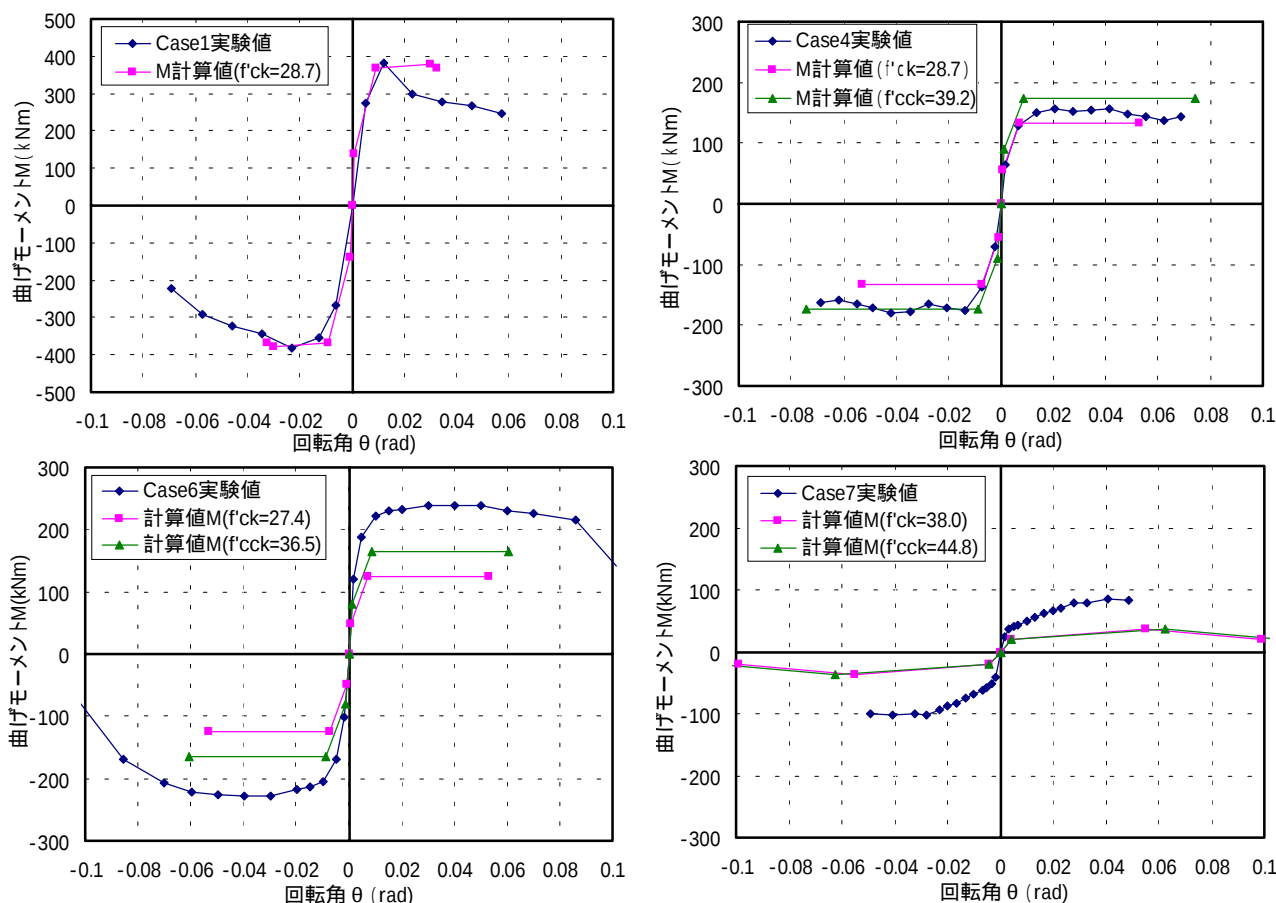


図 3 M - θ 関係

4. 結論

本研究では、密帯筋 RC 杭頭接合構造の変形性能のモデル化を目的として、帯鉄筋の拘束効果による耐力向上および変形性能向上の評価方法を鉄道構造物等設計標準・同解説(耐震設計)の考え方をベースに提案した。提案した評価方法は実験結果の帯鉄筋比の範囲では、載荷実験結果と比較して過大な耐力・変形性能を有するものではないことが判明した。今後、鉄道技術基準に導入すべく、試設計・マニュアルの整備を進めていく予定である。

【参考文献】1) 濱田吉貞, 神田政幸, 山東徹生, 青木一二三: 塑性ヒンジ化を許容する場所打ち杭の杭頭接合部の実験, 第 59 回年次学術講演会概要集, 土木学会, V 部門, pp.849-850, 2004.9. 2) 神田政幸, 濱田吉貞, 青木一二三, 山東徹生: 大地震時対応の杭頭接合構造に関する水平交番載荷実験, 鉄道総研報告, Vol.19, No.3, pp.35-40, 2005.3. 2) 青木一二三, 山東徹生, 神田政幸, 濱田吉貞: 杭頭接合部を改良した場所打ち杭の模型水平載荷実験, 第 60 回年次学術講演会概要集, 土木学会, 2005(投稿中). 4) 国土交通省監修・(財)鉄道総合技術研究所編: 鉄道構造物等設計標準・同解説(耐震設計), 1999. 5) 谷村幸裕, 渡邊忠朋, 滝口将志, 佐藤勉: 場所打ち鉄筋コンクリート杭部材の変形性能評価に関する研究, 土木学会論文集, No.711, V-56, pp.173-190, 2002.8. 6) Mander, J.B., M.J.N. Priestly and R. Park: Technical stress-strain model for confined concrete, Journal of Structural Division, ASCE, Vol.114, No.8, pp.1804-1826, 1988.8. 7) 渡邊忠朋, 谷村幸裕, 滝口将志, 佐藤勉: 鉄筋コンクリート部材の損傷状況を考慮した変形性能算定手法, 土木学会論文集, No.683, V-52, pp.31-45, 2001.8.