

模擬地盤中における杭の復元力特性

(財)鉄道総合技術研究所 正会員 ○永尾拓洋, 棚村史郎, 室野剛隆, 神田政幸, 池亀真樹
東急建設(株) 正会員 宮城敏明, 玉井真一, 黒岩俊之

1. はじめに

新しい鉄道基準¹⁾では, 構造物の耐震性能を部材の損傷レベルあるいは基礎の安定レベルにより定めている。地盤中の杭部材の損傷レベルの照査にあたっては, 曲げモーメント分布が曲線状に変化することから $M - \phi$ 関係を用いているが, これは気中のせん断スパン比 3 ~ 4 程度の片持ち部材における塑性ヒンジ部の平均曲率としてモデル化したものである。

本研究では, 地盤中の杭部材の挙動を明確にするため, 水平地盤バネをコイルバネにより模擬した載荷試験装置を開発し, 模擬地盤中における杭の復元力特性に着目した実験を行ったので報告する。

2. 実験概要

実験に使用する鉄筋コンクリート模型杭の寸法は載荷実験の実績が十分に有り, 実験データ数が多い□600mm の柱の 1/2 スケールとした。また引張鉄筋比及び帯鉄筋比は, 現行の耐震標準における RC 部材の変形性能評価式の基礎となっている実験のパラメータの範囲内に設定している。²⁾ 模型杭の諸元を図 1 に示す。

載荷パターンは, 最初に最外縁軸方向鉄筋が降伏した時の加力点変位を基準として, おおよそ $0.5 \delta_y$ ずつ加力点変位を増やしていき, 正, 負それぞれ 3 回ずつ繰り返す方法としている。

なお試験体挙動の予測として, 鉄道基準の $M - \phi$ 関係を用いた非線形骨組解析を行っている。

3. 実験結果

(1) 曲げモーメント分布

図 2 に $+1 \delta_y$ 時の曲げモーメント分布図を示す。これより実験値と解析値の曲げモーメント分布はほぼ同じであり, 載荷試験装置は, ラーメン高架橋のように特に杭頭の回転拘束が小さい杭の曲げモーメント分布, すなわち地中部で最大曲げモーメントが発生するような分布を精度良く再現することが可能である。なお載荷に伴い, 最大曲げモーメントの発生箇所が杭頭部に移行していく現象が観察された。

(2) 主筋のひずみ分布, 外観形状

離散的に設置されている歪みゲージから, $+1 \delta_y$ 時で $2.5d \sim 3d$ 程度, その後, 交番載荷が進むにつれ $3d$ を超える範囲で主筋は降伏しており, 気中での片持ち部材の載荷実験で観られた $0.8d \sim 1.6d$ より²⁾ 広い範囲で降伏していることが判明した。また載荷終了まで, かぶりコンクリートの剥落は観察されなかった。

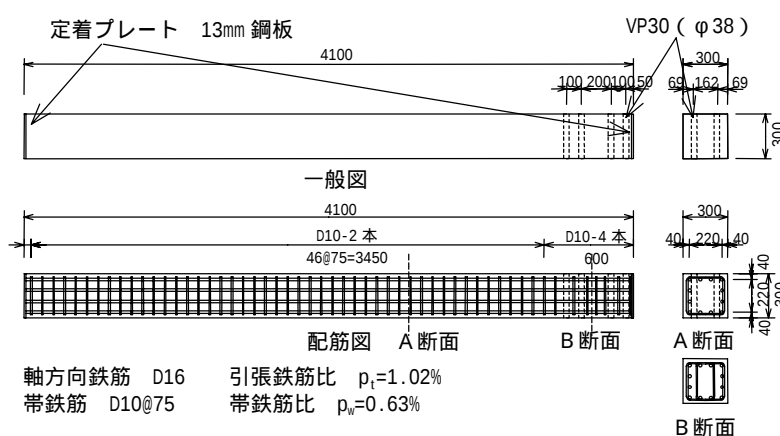


図 1 鉄筋コンクリート模型杭

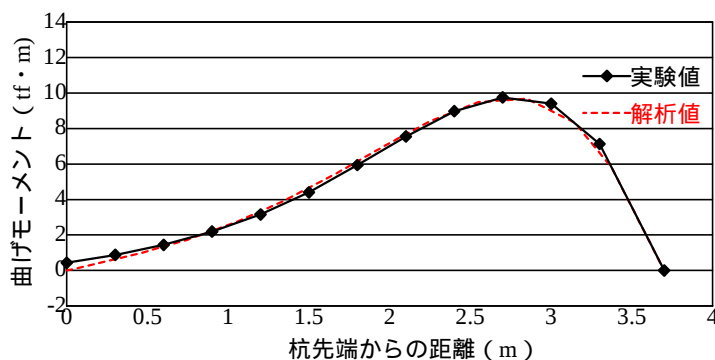


図 2 曲げモーメント分布 ($+1 \delta_y$)

Key words: 載荷実験, コイルバネ, 杭, 復元力特性, 曲率, 塑性ヒンジ

連絡先: 〒185-8540 国分寺市光町 2-8-38 (財)鉄道総合技術研究所

(2) 荷重 - 変位関係 (P - δ 関係)

図3に杭頭部のP - δ 関係を示す．杭頭部の履歴曲線はエネルギー吸収に優れた紡錘型曲線となっているが，载荷を受ける順番の影響により，正負側で若干異なる性状が表れている．最終的には解析結果と異なり，荷重低下することなく， $-3.5\delta_y$ 時の1回目には，加力点と最初のパネ支点との間でせん断破壊する傾向が観られたため，载荷を終了させている．

(3) 曲げモーメント - 曲率関係 (M - ϕ 関係)，

曲率分布【要素番号は文献3）による】

図4に 要素のM - ϕ 関係を，また図5に $+3\delta_y$ 時，図6に $-3\delta_y$ 時の曲率分布を示す．M - ϕ 関係について，要素の負側を解析結果と比較すると，杭頭部のP - δ 関係と同様，曲げモーメントの低下は生じていない．曲率の分布については，正側では要素（载荷途中で 要素から 要素に移行），負側では 要素に最大曲率が生じ， 要素で比較的大きな曲率がなだらかに発生しており，解析結果のように曲率は1要素に集中していない．

図中の ϕ_y ， ϕ_m ， ϕ_n は，鉄道基準のM - ϕ 関係における各曲げモーメントの曲率の値であり，正側の 要素で ϕ_n ，負側では 要素で ϕ_m を上回る曲率が生じている．すなわち鉄道基準で塑性ヒンジ部の平均曲率として考えている程度の曲率が，模型杭のこの箇所に発生していることが判断できる．

4. おわりに

実験結果から，模擬地盤中における杭の性状が気中と若干異なることが判明した．今後は開発した载荷装置による実験および解析等により，さらに地盤中の杭の知見の深度化を図っていく所存である．

参考文献

- 1) (財) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準同解説 耐震設計，丸善，1997
- 2) 瀧口将志，渡邊忠朋他：RC部材の変形性能の評価，鉄道総研報告，Vol.13, No.4, 1999
- 3) 棚村史郎，永尾拓洋他，第56回土木学会年次学術講演会第 部門，投稿中

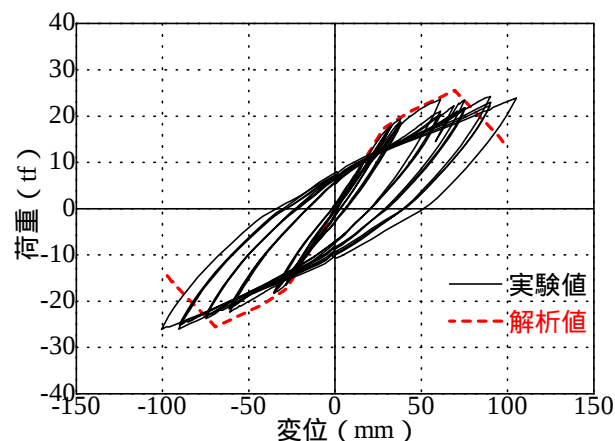


図3 P - δ 関係 (杭頭部)

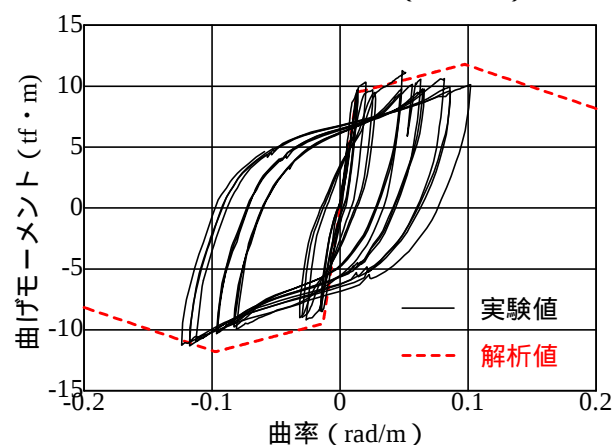


図4 M - ϕ 関係 (要素)

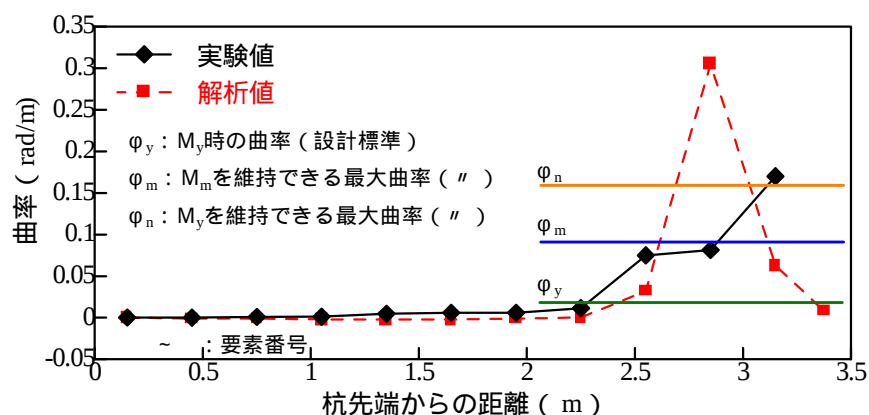


図5 曲率分布 ($+3\delta_y$)

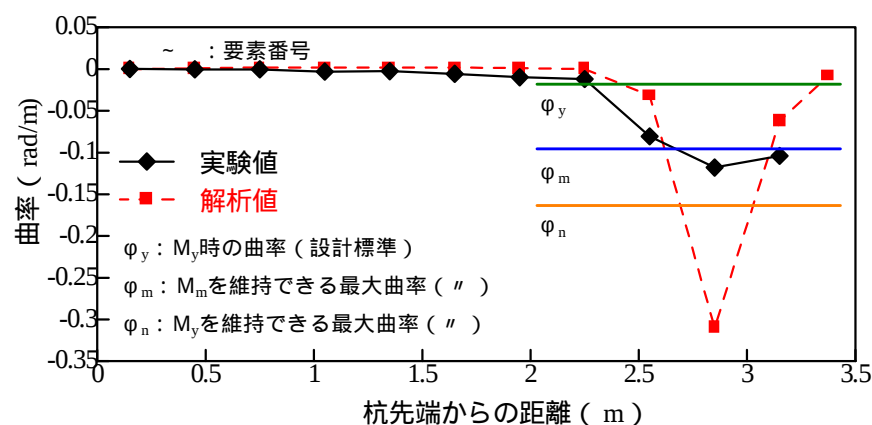


図6 曲率分布 ($-3\delta_y$)