

杭頭部の半剛結化による合理的な杭基礎構造の検討

東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○伊藤 太郎 正会員 岩田 秀治 正会員 鈴木 亨
公益財団法人 鉄道総合技術研究所 正会員 西岡 英俊

1. はじめに

杭とフーチングの境界は、剛結合とするものが一般的である。剛結合による杭頭形式は、地震時に大きな杭頭モーメントが作用するため、必ずしも合理的な設計とは限らない。また、2012年には鉄道構造物に適用する設計地震動が見直され、杭および基礎構造物の断面、鉄筋量が増大する傾向となる。

今回構造物の要求性能は変えず、接合部の帯鉄筋量を密にし、変形性能を向上させた半剛結杭と、従来の剛結杭との比較により、合理的な構造諸元および低コスト化について検討を行った^{1), 2)}。

2. 比較検討

比較を行った杭の断面諸元を表1、地盤条件を表2、杭断面を図1、検討構造を図2に示す。検討地盤の表層地盤固有周期は0.72(sec)である。杭構造は許容支持力より、フーチング1箇所につき4本の杭を設定した。コンクリートは $f_{ck}=28.0(\text{N/mm}^2)$ 、杭径は剛結杭が1800mm、半剛結杭を1200mmである。半剛結杭は杭頭部の上部と下部で帯鉄筋の配置間隔を変えた。これは帯鉄筋量を増加させることで、降伏以降の塑性領域における杭頭部の変形性能を向上させるものである(図3)。杭頭部以深の地中部では主鉄筋量・帯筋の配置間隔・配置形状を同一とした。半剛結部のかぶり厚は、鉄筋まわりにシート材を配置することを想定し0mmに設定し、それ以外の箇所のかぶり厚は140mmに設定した。また剛結杭のかぶり厚も同様に140mmとした。解析には静的非線形解析プロ

表1 杭の断面諸元

	杭径 (mm)	主鉄筋 (SD390)	帯鉄筋(SD390)		
			半剛結部	杭頭部	地中部
剛結杭	1800	D38-56本		D22@100	D22@150
半剛結杭	1200	D38-32本	D29@100	D22@100	D22@150

表2 検討地盤および表層地盤固有周期

	層厚 (m)	N値	地盤種別	せん断弾性波速度 (m/sec)	T _g (sec)
第1層	5.0	2	粘性土	125.99	0.16
第2層	5.0	5	粘性土	171.00	0.12
第3層	24.0	20	砂質土	217.15	0.44
第4層	-	50	砂質土	-	-
表層地盤固有周期T _g (sec)					0.72

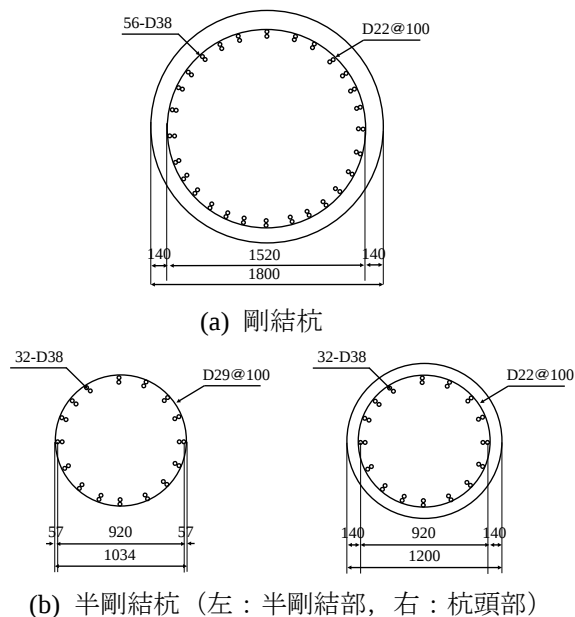


図1 杭頭部配筋図

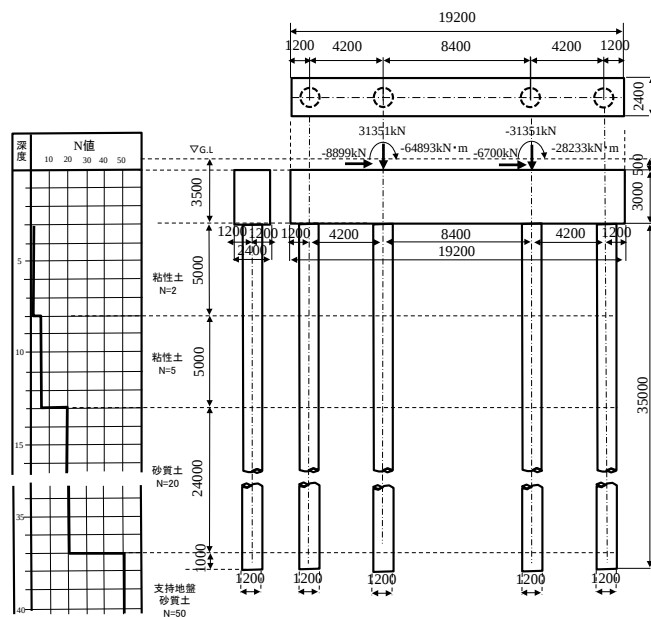


図2 検討構造図（半剛結）

キーワード
連絡先

半剛結杭、杭基礎、耐震設計、変形性能、低コスト化、非線形解析
〒485-0801 愛知県小牧市大山 1545-33 総合技術本部技術開発部 Tel.(0568)47-5375

グラムを使用し、上部構造物に設計地震動の L2 地震動スペクトルⅡを入力し得られた橋脚反力を用いて、線路直角方向について解析を行った。なお、半剛結杭はその特徴を最大限発揮できるように、基礎先行降伏とした³⁾。

3. 解析結果

損傷レベルに関する検討結果を表3に、剛結杭と半剛結杭のモーメント分布図を図4に示す。表3の照査結果より杭径を小さくした半剛結杭においても剛結杭同様損傷レベル2を満足することができ、杭頭部を半剛結化することの優位性を確認することができた。また図4のモーメント図からわかるように、杭頭部の固定度を下げることで、杭頭部および地中部にかかるモーメントを小さくすることが可能であることを確認した。半剛結杭は、杭頭に作用するモーメントと地中部に作用するモーメントを近づけることで、杭径の縮小、コンクリート体積および鉄筋量の削減を図ることができる。今回の検討事例においては、杭頭形式を剛結から半剛結とすることで橋脚一か所あたりのコンクリートの数量を約55%、主筋を約43%削減可能である結果を得た。

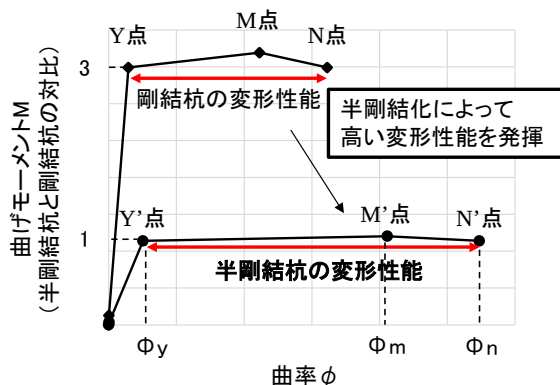


図3 剛結杭と半剛結杭の M-φ 関係

表3 L2地震時における杭の照査結果

杭径	φ1800		φ1200	
杭種別	剛結		半剛結	
箇所	杭頭部	地中部	杭頭部	地中部
降伏震度	0.838		0.442	
応答値 φ _d	0.0231	-0.010	0.0289	-0.0068
照査値 φ _m , φ _{cu}	0.0233	-0.0159	0.0499	-0.0229
φ _d /φ _m , φ _{cu}	0.992	0.606	0.578	0.296
損傷レベル	2	2	2	2

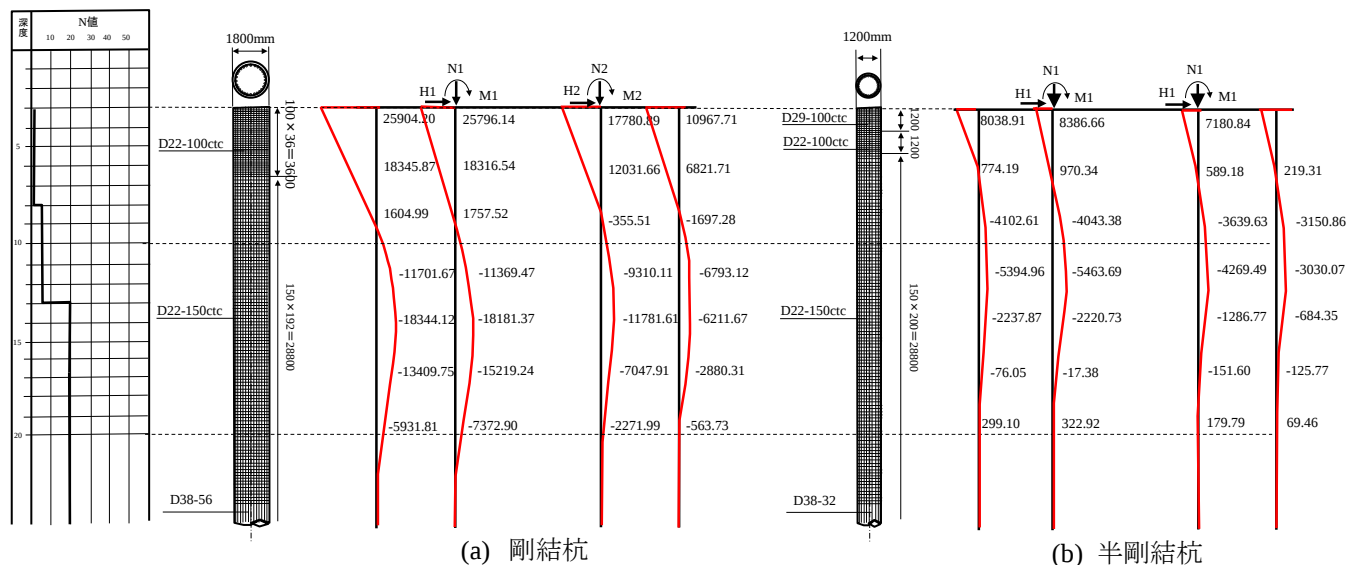


図4 L2地震動スペクトルⅡの最大モーメント図

4. まとめ

杭頭部におけるモーメントが大きい杭基礎において従来の剛結杭から半剛結杭とすることで、要求性能を変えずに構造の合理化を図ることが可能であることが明らかになった。しかし今回の検討内容は一事例に過ぎず、他の地盤条件での適用検討を行っていく必要がある。また、半剛結杭のデメリットとしては相対的に変位が大きくなることが懸念されることにも留意する必要がある。今後は半剛結杭の適用範囲を拡大し、種々の地盤、上部工での展開を行っていく予定である。

参考文献

- 1) 神田政幸, 濱田吉貞, 山東徹生, 青木一二三: 密帯鉄筋 RC 杭頭部構造の変形性能のモデル化, 土木学会第60回年次学術講演会 2005.9.
- 2) 西岡英俊, 青木一二三, 神田政幸, 浜田吉貞: 杭頭接合部の塑性変形を許容した鉄道橋脚の試設計, 土木学会第60回年次学術講演会 2005.9.
- 3) 鉄道構造物等設計標準・同解説(耐震設計) 2012.9.