

既設基礎の耐震補強に関する検討（その３）

- ねじ込み杭工法 -

(株)鴻池組 正会員 ○橋立健司

建設省土木研究所 正会員 福井次郎

(株)鴻池組 正会員 吉田幸司 正会員 谷 善友

1. はじめに

本報告は、狭隘な作業用地や低空頭等の制約条件下での既設基礎の耐震補強の施工性向上やコストダウンを図ることを目的として開発中の、細径のねじ込み杭による増し杭補強を実施した場合の試設計結果について取りまとめたものである。

2. 工法概要

ねじ込み杭工法は、直径 $D_0 = \phi 114.3\text{mm} \sim 267.4\text{mm}$ の鋼管（STK400 または STK490）に、外径の異なる 4 枚の翼を一定間隔（ $L_w=1,330\text{mm}$ ）でテーパ状に取付けた下杭と、それに接続される鋼管のみの中・上杭で構成される杭（図-1 参照）を直接地中に回転埋設する工法である。ねじ込み杭工法の特徴としては、らせん状に取付けた翼の効果により、小径杭で大きな支持力を得ることができる。回転推進力により施工を行うため、無排土で施工ができる。小径杭であるので、小型の機械で施工が可能で、狭隘地での施工に適している。

3. 検討方法

検討方法は、道路橋の地震時保有水平耐力法に従って行った。既設基礎（PC 杭）および地盤条件は日本道路協会の資料¹⁾のモデルを用い、ねじ込み杭の補強を考慮した、杭～ラーメンモデルを作成し静的非線形解析を行った。検討ケースは、想定地盤が液状化した場合と液状化しない場合の 2 ケースとした。ここで、増し杭基礎の降伏基準等はその 1²⁾により説明済みなのでここでは省略する。ねじ込み杭の非線形性を示す $M \sim \phi$ について、今回は翼部の効果を考えず、軸部径に腐食しろを 1mm 考慮したバイリニア型とした。

なお、増し杭補強モデルとしては図-2 に示すように直杭による補強と斜杭による補強（打設角度 15° ）について検討した。

4. 検討結果

液状化しない場合の水平荷重～慣性力作用位置の変位の関係を各解析結果（非補強時、直杭補強時、斜杭補強時）を図-3 に併記して示す。直杭の増し杭本数は 12 本（ $\phi 267.4\text{mm}$ ）、斜杭の増し杭本数は 8 本（ ϕ キーワード：耐震補強、既設基礎、増し杭、地震時保有水平耐力法

連絡先：〒101-8316 東京都千代田区神田駿河台 2-3-11 TEL03-3296-7602，FAX03-3296-8460

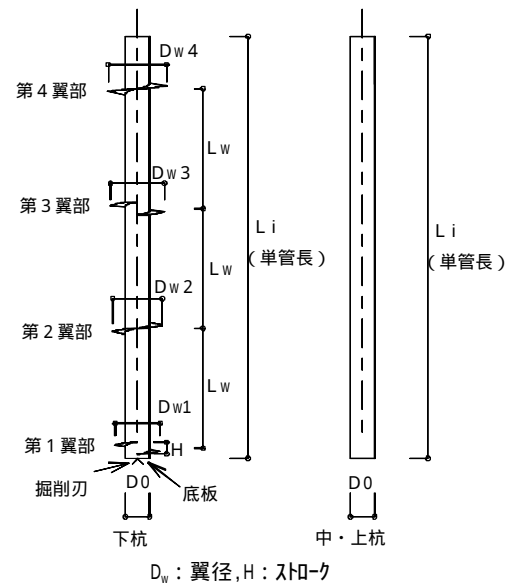


図-1 ねじ込み杭の形

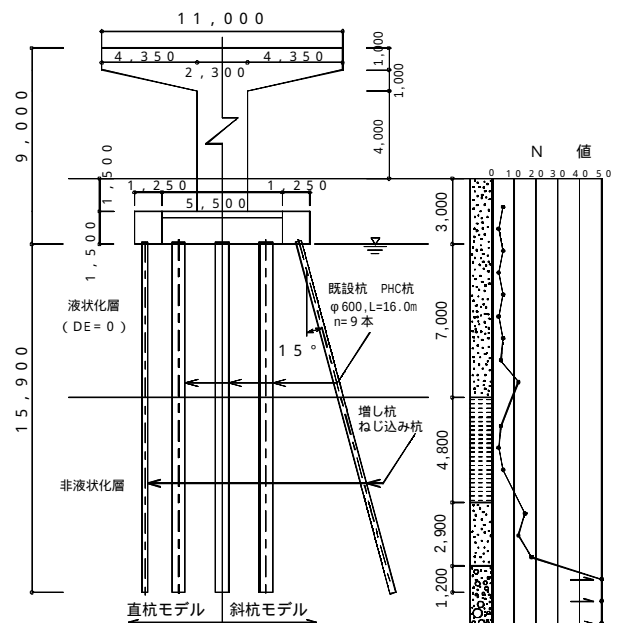


図-2 既設基礎の補強概念図

216.3mm)で十分な増し杭基礎の耐震性を示している。なお、非液状化時の解析結果は、既設 PC 杭のせん断耐力により決定され、既設杭に発生する断面力をどの程度低減できるかで増し杭の本数が決定された。解析の結果、直杭に比べ斜杭は少ない本数で、かつ小径杭で補強することができた。これは、斜杭の基礎に作用する水平力および曲げモーメントを軸抵抗が大きく受け持つ特性により、増し杭基礎の水平抵抗を増加させ、既設杭に作用する水平力を低減できたためと考えられる。

液状化時の解析結果を図-4 に示す。液状化時の検討は、非液状化時と同様のモデルを用い、フーチング下端から 7m の深度までの砂層を液状化層 ($D_E = 0$) として解析した。この結果、小さい水平力で直杭補強 (増し杭 16 本、 $\phi 267.4\text{mm}$) は降伏し、基礎降伏時の想定応答塑性率 ($\mu_{FR} = 3.0$) をクリアできなかった。この結果、直杭補強では基礎の耐震性を確保するために、さらなる増し杭が必要となることが考えられた。これに対し、斜杭補強 (増し杭 12 本、 $\phi 216.3\text{mm}$) は、想定応答塑性率をクリアすることができた。

この結果、液状化時においても斜杭の補強効果の有効性が確認され、少ない増し杭本数で、かつ小径杭で補強することが可能であることが確認できた。

5. まとめ

今回、既設基礎のねじ込み杭による増し杭補強効果の把握を行うために試設計を行った。試設計結果の一覧を表-1 に示す。非液状化時および液状化時の解析結果どちらにおいても、直杭による補強よりも、斜杭による補強の方が少本数かつ小径で補強効果が発揮され有効であることがわかった。しかし、今回の試設計において、異種杭・異径杭から構成される群杭の水平抵抗分担、ねじ込み杭の入力値、斜杭の解析モデルの仮定条件等において推定値を用いているため、今後は、モデル実験、載荷試験等によりこれらの項目について解明していく予定である。

なお、本報告は、建設省土木研究所共同研究「既設基礎の耐震補強技術の開発」、平成 11 年度の活動に基づき取りまとめたものである。

【参考文献】

- 1) (社)道路協会：既設道路橋基礎の補強に関する参考資料，平成 12 年 2 月
- 2) 市村ら：既設基礎の耐震補強に関する検討（その 1），土木学会第 56 回年次学術講演会（投稿中），2000.

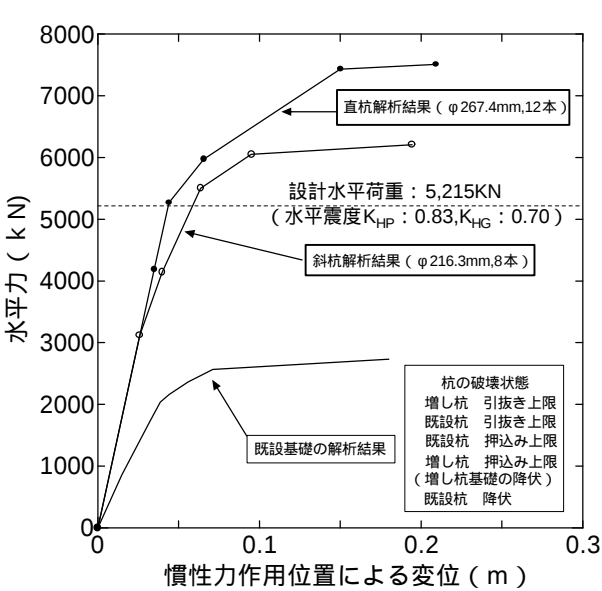


図-3 非液状化時の解析結果（橋軸方向）

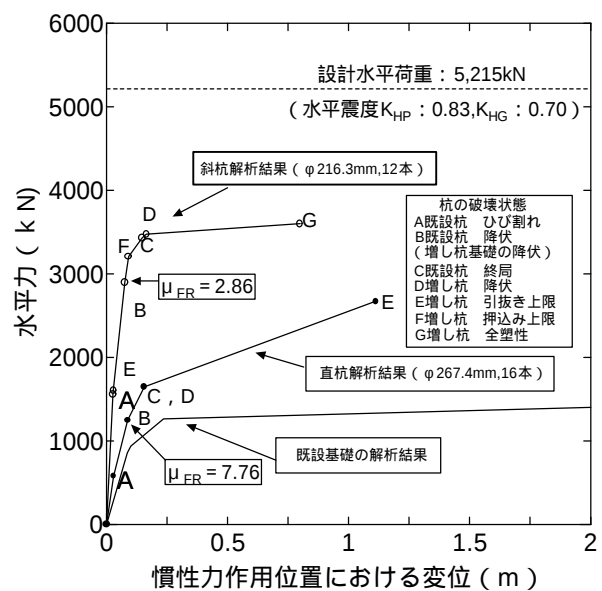


図-4 液状化時の解析結果（橋軸方向）

表-1 試設計結果のまとめ

地盤条件	増し杭諸元		増し杭 本数	基礎の降伏震度		基礎の塑性率	
	工 法	増し杭径		橋軸方向	直角方向	橋軸方向	直角方向
非液状化	直 杭	φ 267.4mm	12	0.83以上	0.90以上	-----	-----
	斜 杭	φ 216.3mm	8	0.83以上	0.90以上	-----	-----
液 状 化	直 杭	φ 267.4mm	16	0.23(0.83)	0.23(0.90)	7.76(3.0)	7.81(3.0)
	斜 杭	φ 216.3mm	12	0.54(0.83)	0.53(0.90)	2.86(3.0)	2.94(3.0)

()内は設計値