

短い杭の水平耐力に及ぼす要因に関する研究

(株)構造技術センター 福岡支社 正員 ○岩上 憲一
九州大学大学院工学研究院 教授 フェロー 大塚 久哲
九州大学大学院工学府 修士課程 学生員 竹村 太佐

1. まえがき

筆者らは、杭基礎の巨大地震時の研究を行い、短い杭の領域では急激に基礎の耐力が落ちることを指摘^{1),2)}した。短い杭においては、周面地盤との相対関係にもよるが、杭が剛体に近くなっており曲げ変形により荷重方向に傾斜するのではなく、曲げ変形をせず（または小さく）杭が傾く傾向にある。また、杭が短いため鉛直方向の抵抗も弱く（周面摩擦力が小さいため）、水平方向とほぼ同時に鉛直方向の荷重が杭先端まで作用する傾向にある。このような杭基礎の場合、水平方向の支持力が受動土圧よりも大きくなることが坂田ら^{3),4)}の研究で解明されている。水平支持力が大きくなれば基礎としての耐力が向上することは予想されるが、杭基礎は鉛直方向の支持力の要因も合わせもっているため、水平支持力を大きくするだけで耐力が向上するかどうかは明確になっていない。

そこで、本研究では、どの要因が基礎の耐力に及ぼす影響が大きいのか？また耐震解析において水平支持力を大きくすることにより本当に基礎としての耐力が向上するのか？を確かめるため、2次元骨組みモデルを用い、数種の杭基礎において基礎と地盤の関係を示すバネ値の初期勾配や上限値を変化させて杭基礎の耐力の推移を検討することとした。

2. 検討条件

対象とする構造物は道路橋の橋脚であり、図-1に示すような場所打ち杭を有する鉄筋コンクリートの張り出し式橋脚である。杭長は、これまでの研究^{1),2)}をもとに、短い杭の挙動を示すと思われる表-1に示すケースBとCを選定し、比較のため一般的な地盤におけるケースAを加えている。

設計モデルは図-2に示すような2次元バネ系モデルを用い、荷重の載荷は、プッシュオーバー式⁵⁾とし橋脚柱下端の降伏震度に対応する荷重を最大として漸増載荷している。

検討においては、図-2に示す、 k_1 、 k_2 、 k_3 のバネに

おいて、図-3に示すように初期勾配と上限値を個々に変化（ここでは、初期勾配、上限値とも2倍としている。）させ、杭頭に作用する荷重（実際は換算震度）と水平変位の関係でまとめ、その曲線の挙動を比較し考察を加えている。（解析番号は表-2参照）

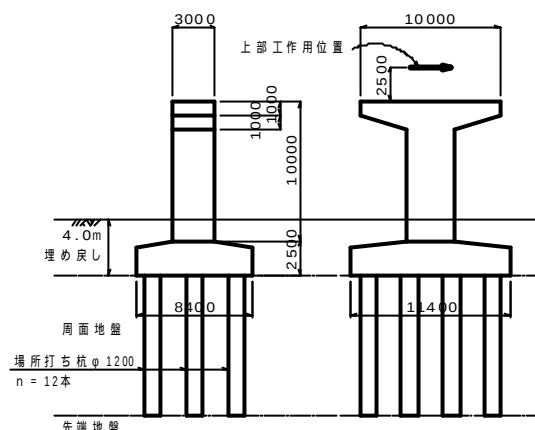


図-1 橋脚形状概略図

表-1 検討ケース諸元

	杭 長	L/D	周面地盤	摘 要
ケース A	18m	15	N=15	一般杭
ケース B	12m	10	N=2	短い杭 1
ケース C	18m	15	N=2	短い杭 2

注) いずれも先端地盤は N 値 30 以上の砂質地盤である。

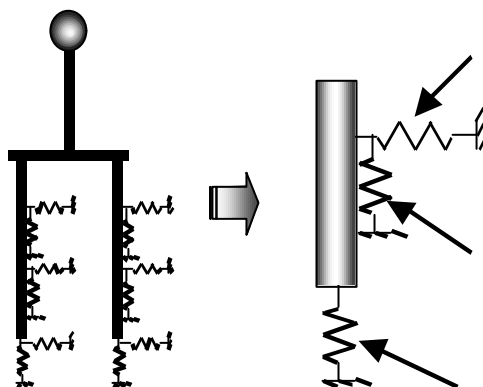


図-2 バネモデル

Key Word: 杭基礎, 短い杭, 耐震設計

連絡先: 〒812-0011 福岡県福岡市博多区博多駅前 3-5-7 博多センタービル TEL:092-471-1655, FAX:092-471-4099

表—2 検討ケースの解析番号

バネ番号	初期勾配 2 倍	上限値 2 倍
	(a)	(d)
	(b)	(e)
	(c)	(f)
基本ケース	(g)	

3. 検討結果

図-4,5 に代表してケース A,B (ケース B と C はほぼ同傾向のため、紙面の都合上ケース C を省略する。)の押し込み側杭の杭頭における換算震度と水平変位の関係を示している。これによれば、いずれの場合も、初期勾配よりも上限値に依存している傾向にあり、上限値を大きくするのが効果的であることが判る。

図-6,7 には短い杭 (ケース B の(d)) と一般杭 (ケース A の(d)) の検討結果の詳細を示している。一般杭が水平方向のバネの降伏が生じた後、鉛直方向の降伏がずれて生じるのに対し、短い杭では同時に生じているのが特徴である。これは、杭長が長い場合、杭が曲げ変形を起こすことと、杭周面の摩擦抵抗が大きいことため杭先端への鉛直荷重伝達の遅れが原因と考えられる。

4. まとめ

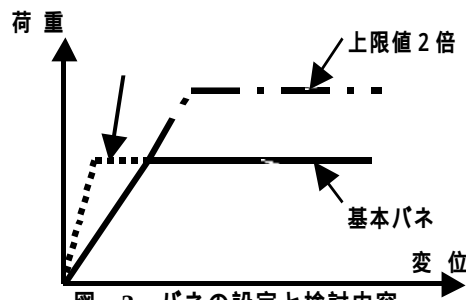
検討結果より、以下のことが明確になった。

- (1)短い杭の場合、水平方向、鉛直方向とも初期の剛性(ここではバネの勾配)よりも上限値に依存しており、基礎としての耐力が向上することが明確になった。
- (2)基礎の破壊形態から、短い杭では水平方向と鉛直方向が同時に挙動していることが明らかになったため、水平支持力の上限值については受動土圧より向上させることが可能であることが明確になった。

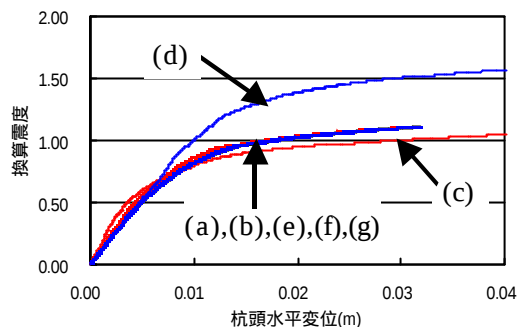
今後、本ケースにおいて、坂田らの研究を実際に当てはめた水平支持力による解析を行うこととしている。

参考文献

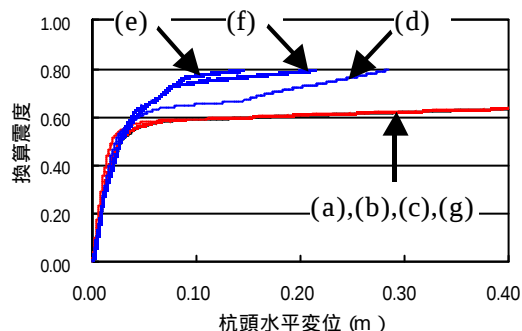
- 1) 岩上,大塚,竹村:大地震時における短杭基礎の耐震設計に対する基礎的研究 構造工学論文集 Vol.47A, pp1545-1556,2001.3
- 2) 岩上,大塚,竹村:杭基礎の耐震設計に対する基礎的研究,第55回年次学術講演会概要集, -B451, 2000.9
- 3) 坂田,前田,除,落合,安福:傾斜荷重を受ける杭の支持力特性に関する実験的研究,構造工学論文集, Vol.44A, pp1667-1674, 1998.3
- 4) 坂田,前田,落合,安福,横田:傾斜荷重を受ける柱状体基礎の水平方向塑性地盤反力,土木学会論文集 No.610/ -45, pp69-82, 1998.12)
- 5) (社)日本道路協会:道路橋の耐震設計に関する資料,平成9年3月



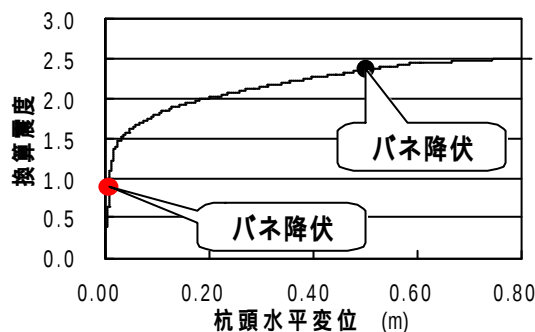
図—3 バネの設定と検討内容



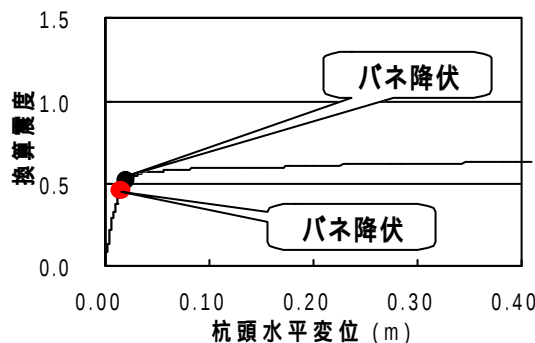
図—4 換算震度—杭頭水平変位 (ケース A)



図—5 換算震度—杭頭水平変位 (ケース B)



図—6 換算震度—杭頭水平変位 (ケース A (d))



図—7 換算震度—杭頭水平変位 (ケース B (d))