

杭頭絶縁基礎の地震時挙動（その1：地震観測による検討）

清水建設(株) フェロー会員 ○木全宏之

正会員

西村晋一 河田雅也 坂井康伸 福武毅芳 田地陽一

千葉大学

中井正一 関口 徹 山本 実

1. はじめに

地盤・基礎に着目した免震技術として、基礎杭の頭部と構造物を結合しない「杭頭絶縁免震」に着目し、2008年4月から千葉大学と共同で開発を行ってきた。従来の杭頭結合基礎に比べ、本技術では杭と構造物を結合しないことにより、構造物に作用する加速度と杭に発生する応力を低減することができる。また、杭の応力低減によりコストダウンも可能となる。

杭頭絶縁基礎の免震効果を確認するため、千葉大学構内に模型を設置し、地震観測を実施している¹⁾⁴⁾。本論文では、杭頭絶縁基礎の地震観測結果について報告する。

2. 地震観測の概要

地震時挙動を比較するため、杭頭絶縁基礎、杭基礎および直接基礎の三体の1/10スケールの模型を設置し、地震観測を実施している（写真1参照）。

上部工はいずれの基礎も寸法 $820 \times 820 \times 820 \text{ mm}$ で、重量約13kNの立方体の鉄筋コンクリートブロックである。杭基礎および杭頭絶縁基礎の杭は、いずれも杭径 $D=101.6 \text{ mm}$ 、肉厚 $t=5.7 \text{ mm}$ 、杭長 $L=10 \text{ m}$ の鋼管杭（SGP400）で、2列×2列配置の4本杭である。杭頭絶縁基礎は、杭頭とブロック間を約 $0.5D$ の50mm離間し、杭頭レベルに沈下抑制効果のあるジオテキスタイル

（ $1220 \text{ mm} \times 1220 \text{ mm}$ ）を敷設した上に敷砂（硅砂6号）を設けた。敷砂は多重ふりい落下法により相対密度 $D_r=80\%$ となるように作製し、表面から飛砂防止剤を散布した。直接基礎のブロック直下にも杭頭絶縁基礎と同様に敷砂を設けている。また、杭基礎は地盤との摩擦による影響を排除するため、ブロックを地表面から20mm程度浮揚させている。地盤構造は、図1に示すとおりである。

地震計として、図2に示すように地表面、地中（GL-10m）、各ブロック頂部中央に3成分の加速度センサーを計5台（15ch）設置した。また、ロッキング動を把握するため、直接基礎および杭頭絶縁基礎のブロック頂部二隅に鉛直1成分のみの加速度センサー計4台（4ch）を地震観測開始後に増設した。その他、杭のひずみゲージ16枚（16ch）と、直接基礎ならびに杭頭絶縁基礎のブロック底面に土圧計2台ずつ計4台（4ch）を設置した。地震観測は、交通振動等による誤トリガを防ぐため、生活ノイズの影響を受けにくい地中のセンサーを共通トリガとし、トリガレベルによらずサンプリング周波数200Hzで一律180秒間記録した。また、加速度記録にはノイズレベルを抑えるため30Hzのローパスフィルタをかけている。



写真1 千葉大構内での地震観測

3. 地震観測結果

2012年1月から地震観測を開始した。これまで50を超える地震観測記録が得られているが、いずれの記録においても杭頭絶縁基礎の免震効果を示す結果が得られている。

一例として、2013年9月20日、福島県浜通りで発生した地震(M5.8、震源深さ D=20km、震央距離 Δ =154km、観測地点の震度3)の観測記録を図3に示す。各基礎のブロック頂部の時刻歴水平加速度波形と、地表に対するブロック頂部の水平加速度記録の周波数伝達関数すなわち応答倍率を示したものである。

これより、杭頭絶縁基礎では杭基礎や直接基礎に比べて最大水平加速度が30%近く低減しており、また、1次ピーク周波数においても応答倍率が低減しており、杭頭絶縁基礎の免震効果が確認される。ただし、1次ピーク周波数が杭頭絶縁基礎では杭基礎や直接基礎に比べて高周波側に移行しており、従来の免震化とは逆の傾向を示す結果となっている。

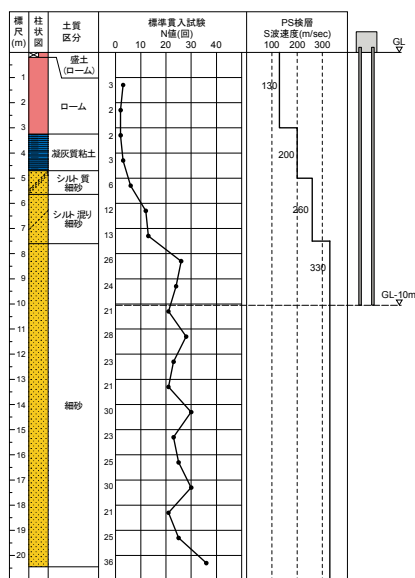
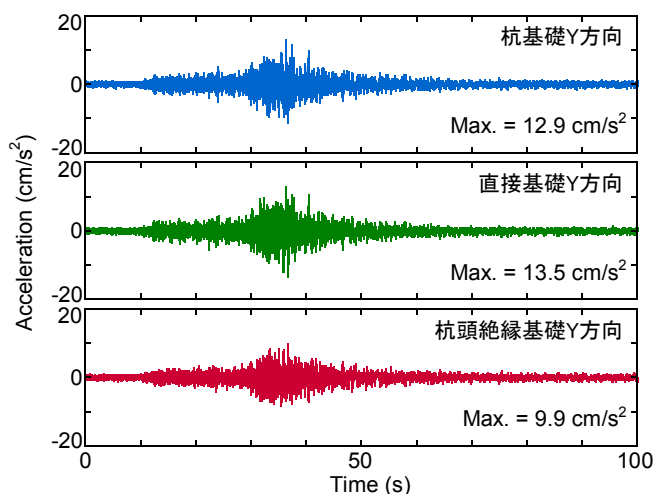


図1 地盤構造



(a) ブロック頂部の時刻歴水平加速度波形

図3 地震観測記録の一例

今後は、地震観測を継続して特に大規模地震の観測記録の集積を図るとともに、実構造物への適用に向けて本技術の確立を目指していく予定である。

参考文献

- 1) 木全宏之他：地震力を半減する「杭頭絶縁基礎」の開発，建設物価，9月号，pp.記事18-23，2012.
- 2) 西村晋一他：杭頭と構造物底盤を絶縁・分離する杭頭絶縁基礎の開発，建設の施工企画，No.751，pp.19-24，2012.
- 3) 坂井康伸他：杭頭絶縁免震工法の開発，土木建設技術発表会 2013，土木学会建設技術研究委員会，pp.275-280，2013.
- 4) 中井正一他：現場模型実験に基づく杭頭絶縁基礎の地震時挙動に関する研究（その1）地震観測，日本建築学会大会学術講演会，2013.

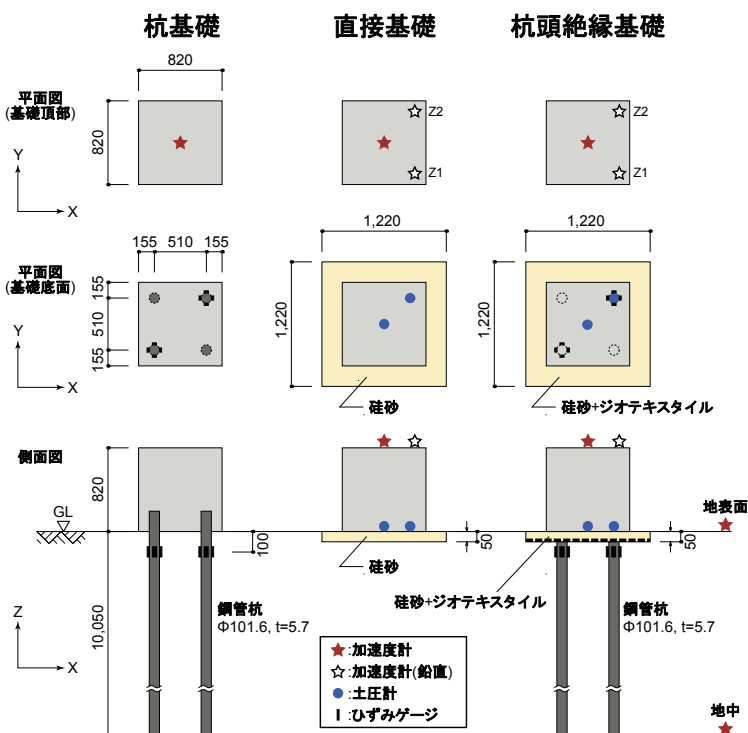
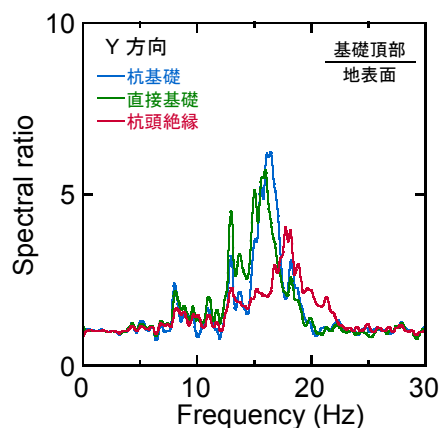


図2 地震計配置



(b) 水平方向の応答倍率（ブロック頂部/地表面）