

杭頭に滑り支承を有する杭基礎の地震動減衰機構

日本大学工学部 学生会員 ○吉川 翔太
日本大学工学部 正会員 仙頭 紀明

1. はじめに

日本では多くの地震が発生し、地震の揺れによる住宅被害が深刻化している。一方、埋立地などの人工地盤や軟弱な盛土上に建てられる構造物の基礎として杭基礎が施工されている。従来の杭基礎では地震による建物の慣性力が杭頭部に作用することで曲げ破壊が生じることが多い。そこで、杭頭部に滑り支承（デバイス）を設置することで杭頭部の曲げモーメントを軽減するとともに、地震の揺れを軽減する鋼管杭基礎が提案されている。さらに、その効果を確認するための模型振動実験が平成26年2月に株式会社大林組技術研究所で実施された。実験では、デバイス設置による上部工の地震動減衰効果が認められた。本研究では、この実験データを用いて、特に上部工とフーチング部の変形（鉛直変位、水平変位）に着目し、滑り支承設置による減衰効果のメカニズムを明らかにすることを目的とした。

2. 検討概要

模型実験の概要を図-1に示す。左はデバイス無し、右はデバイスを設置したものである。構造物はおもり（上部工）、柱、フーチング、杭からなる。フーチング幅は500mm、フーチング上端からおもり（上部工）までの高さは434mmである。地盤は砂および礫とした。砂は締固めにより、相対密度は平均 82.2(%) と密な状態で作製した。加振ケースを表-1に示す。ケース1は地震波、ケース2~4は上部工の共振周波数で加振した sin 波である。ケース1,2は上部工の固有周期 0.2 秒、3は 0.3 秒である。ケース4はフーチングのみである。計測項目は図-1に示す鉛直・水平変位である。鉛直変位は各フーチングに2箇所、水平変位はフーチングとおもり（上部工）に設置した。

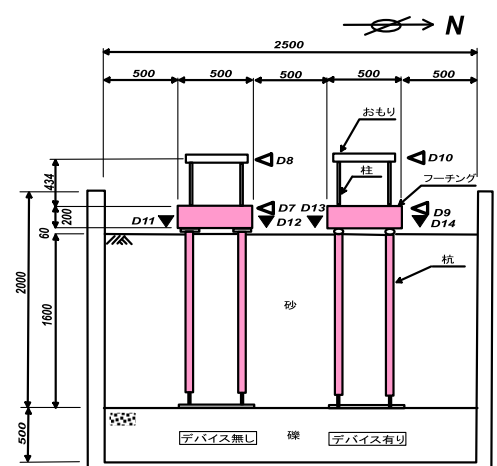


図 -1 模型振動実験の概要

3. 検討結果

ケース1~4の上部工の水平変位を図-2に示す。

ただし、(d)はフーチングの水平変位である。

(a)~(c)より、水平変位の最大応答値に大きな差は見られなかった。しかし、デバイス有りの場合は

デバイス無しより水平変位が速やかに減衰している。詳しくみると、(a)ではデバイス有りはデバイス無しの最大振幅を前から減衰が生じている。(b),(c)より、固有周期の違いにより短周期のケース2のほうが速やかに減衰している。(d)では、デバイス無し、有りによらず応答に変化が見られない。これらの結果を説明するために、図-3にフーチングの水平・鉛直変位と上部工の水平変位の関係から求めたある時刻の変形状況を示す。また、対象とした時刻はデバイス無しの上部工が南側で最大水平変位を示した時刻とした。なお、(d)はフーチングの鉛直変位を示した。(b),(c)より、デバイス無しはフーチングがほとんど回転していないがデバイス有りは回転している。具体的には、上部工が南側に動いたとき (b)は時計回りに (c)は反時計回りに回転している。(a)では、フーチングの回転が小さく水平変位もそれに伴い小さくなっている。(d)に

表 -1 検討ケース

ケース	上部工	固有周期 (秒)	加振波	加振加速度 (Gal)	備考
1	A	0.2	JMA神戸	569	NS成分
2	A	0.2	sin波	65	30波、振動数: 6Hz
3	B	0.3	sin波	114	30波、振動数: 4Hz
4	D1 (フーチングのみ)	-	sin波	61	30波、振動数: 10Hz

キーワード 振動台実験 杭基礎 滑り支承

〒 963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原 1 番地 ,TEL024-956-8710FAX024-956-8858

においては、デバイスの有無に関わらずフーチングの回転はごくわずかとなった。ここで、減衰のメカニズムについて考察する。一般的に構造物の振動エネルギーの消散の要因¹⁾として、1)構造物基礎から地盤への波動エネルギーの逸散、2)構造部材支点部の摩擦損失、3)構造部材の応力ひずみ関係のヒステリシスによる損失エネルギー等がある。今回の結果は1)および2)が要因と考えられるが、2)は杭頭デバイスの摩擦を考慮した既往の解析²⁾で減衰効果は認められていないことからその影響は限定的である。今回の実験結果の分析から、フーチングの回転に伴いデバイスを介して上部工の振動が杭に伝達され、さらに地盤にエネルギーが逸散したものと考えられ、1)の減衰メカニズムが働いたものと推定される。

4. まとめ

滑り支承を設置した杭の減衰メカニズムを模型振動実験結果から推定した。その結果、フーチング回転に伴う地盤への振動エネルギーの逸散が主な要因と考えられた。今後は、フーチングの回転をモデル化した構造物について地震応答解析を実施してこのメカニズムの妥当性を確認する予定である。

5. 参考文献

- 1)小坪清眞 (1996):3・1 振動エネルギーの逸散, 入門建設振動学, 森北出版, p.25
- 2)中野拓馬・仙頭紀明 (2014): 地盤の非線形性を考慮した構造物 - 地盤系の地震応答解析, 土木学会東北支部技術研究発表会 (平成25年度) 講演概要集, III -26

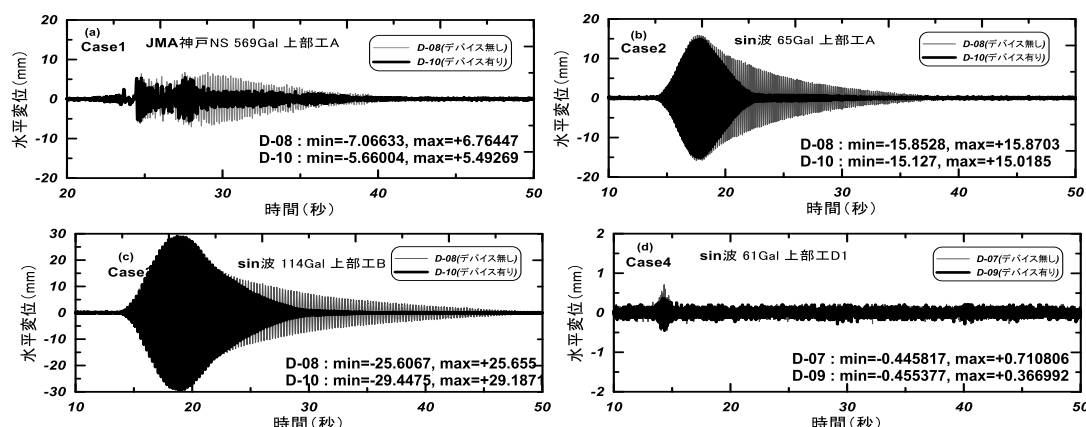


図 -2 フーチングと上部工の水平変位

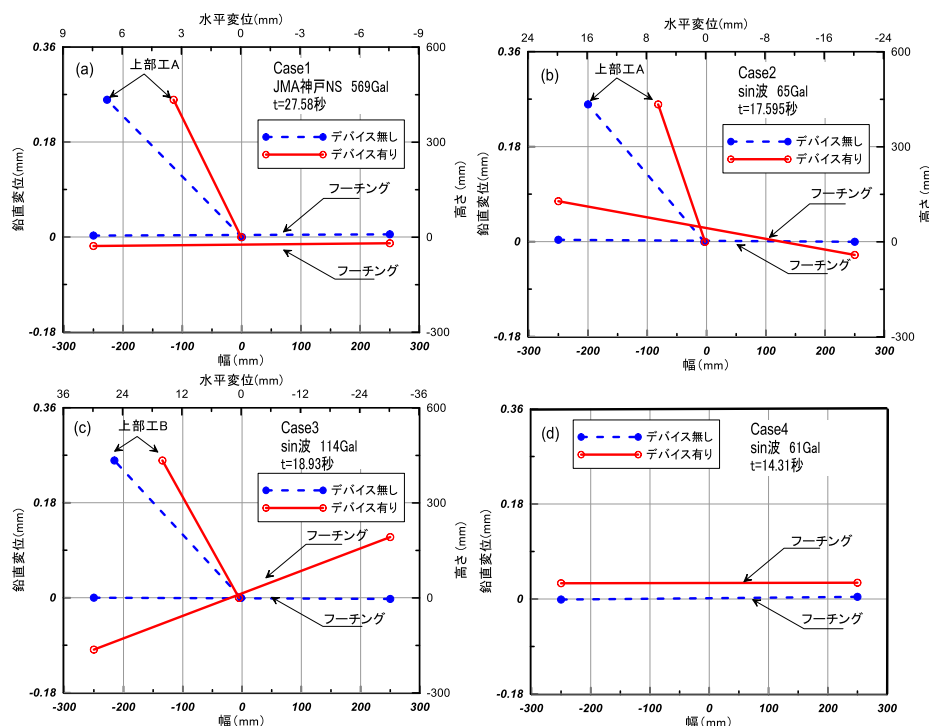


図 -3 フーチングおよび上部工の加振時の変形