日本大学工学部土木工学科 学生会員 中野 拓馬 正会員 仙頭紀明

1. はじめに

日本では地震が多く、住宅にも地震の揺れによる被害が発 生している。都市部や平野部、造成地の軟弱地盤に建てられ る住宅には杭基礎が施工されることがある。杭基礎は地震によ り発生する建物の慣性力が作用し曲げ破壊することが多い。積 層ゴム等の免震機構を取り入れると効果が得られるが、コストが 非常に高くなる。そこでコストを抑え、杭頭部での被害を軽減で きる滑り支承を杭頭に取り付けた杭基礎が提案されている。こ の滑り支承は杭頭固定に比べ、曲げモーメントが軽減できるが、 免震効果については明らかになっていない。本研究では PLAXIS 2Dを用いて、地震応答解析を行い、杭頭部に回転ば ねを取り付けた場合、及び、杭頭固定の場合の免震効果を上 部工の加速度応答により検証する。さらに杭頭部に生じる曲げ モーメントを比較し、杭体の安全性についても検証を行う。

2. 解析方法

解析には2次元有限要素解析プログラムPLAXIS 2Dを使用 した。解析対象断面を図-1 に示す。この断面は今後計画して いる模型振動実験を想定したものである。地盤は礫層を線形 弾性で、砂層は動的変形特性を考慮可能な HSsmall モデルと した。HSsmall モデルは土の動的変形特性 G/G₀-γ、h-γ曲線を 考慮できる双曲線型の履歴モデルである¹⁾。動的変形特性を 図-2 に示す。

HSsmall モデルと本研究で使用する硅砂 6 号の動的変形特 性を比較すると、G/G₀ 及び h はほぼ近似できている。構造物(上部工・下部工)のモデル化は以下のとおりである。下部工の 杭はプレート(梁要素)を用いてモデル化した。境界条件は杭先 端をピンとし、杭頭は固定または滑り支承(回転ばね)を用いた。 杭頭デバイスを図-3 に示す。この機構のモデル化を図-4 に示 す²⁾。上部工のフーチング・おもり・柱はプレートでモデル化し た。設定した各材料パラメータは表-1 に示す。地盤パラメータ は表-2 に示す。入力波は図-5 に示す新潟県中越地震の川口 EW 成分を最大加速度 200gal に調整した波を用いた。解析ケ ースを表-3に示す。それぞれ杭頭デバイスの摩擦係数μ、最大 加速度、入力地震波の時間軸を変化させた。



図-4 杭頭デバイスのモデル化

3. 解析結果

キーワード: 滑り支承、2次元有限要素解析プログラム PLAXIS 2D、HSsmall モデル、動的変形特性 連絡先:〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定下河原1 TEL:024-956-8710, FAX: 0.24-956-8858 ケース2の上部工頂部の加速度時刻歴を図-6に示す。図より杭頭に回転ばねを設置した場合,加速度が杭頭固定に比べて大きくなることがわかる。杭頭部の曲げモーメントの時刻歴を図-7に示す。杭頭部に回転ばねを入れた方が曲げモーメントが小さくなった。このことから、固定杭に比べると今回モデル化した杭頭デバイスでは、杭頭モーメントを軽減できても,揺れを小さくする効果は得られなかった。各ケースの上部工頂部の最大加速度について、回転ばねがある場合の最大加速度を固定杭のそれで除した倍率を図-8に示す。ケース6を除き、回転ばねがある場合の最大加速度が大きいことがわかる。上部工の最大加速度を地表面の最大加速度で除した応答倍率を図-9に示す。どのケースも倍率が1を超えており両杭は従来の免震デバイスのように地震動をアイソレートできていないことがわかる。

4. まとめ

今回の実施した地盤と構造物を考慮した 2 次元地震応答解析で以下のことがわかった。杭頭デバイスを模擬して 回転ばねを取り付けることにより、杭頭の曲げモーメントを大幅に軽減することが確認できた。ただし加速度を低減す る免震効果は認められなかった。解析結果と後に行う模型振動実験の結果を比較からさらに検討を行う予定である。

5. 参考文献

- 1) Benz,T.Small-strain stiffness of soils and its numer-ical consequences. Ph.D.Thesis. Institut fur Geotechnik, Universitat Stuttgart, 2006.
- 1 千葉新・Buntara S. Gan : 住宅の基礎と杭頭の摩擦による免震機構の定式化及び解析,第56回学術研究報告会(平成25年度)日本大学工学部 建築-2-4, pp.52-55, 2013.

3) PLAXIS 2D 2011 : PLAXIS マニュアル

6. 謝辞

本研究の一部は平成 24 から 26 年度文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業(S1203003)の研究費によって支援された. 表-3 解析ケース

表-1 材料パラメータ









表-2 地盤パラメータ 名称 礫 材料モデル 線形弾性 kN/m³ 19.6 ۷.... kN/m³ 3.20E+05 G 0.2 砂 名称 材料モデル HSsmall kN/m³ 14.21 $\mathsf{E}_{50}^{\text{ref}}$ kN/m² 4000 ref E, kN/m² 3200 ref kN/m² E., 8402 べき乗(m) 0.5 kN/m² 0 c'_{ref} φ(phi) 30 0.00035 Y 0.7 $G_0^{\ ref}$ kN/m² 24505 0.2 V'u kN/m² 21.32 $\mathsf{P}_{\mathsf{ref}}$





最大加速度

摩擦係数

図-9 上部工一地表面 最大加速度倍率

³ ケース