

構造物の動的応答に及ぼす砂の免震特性

鹿児島大学工学部 学生員 ○西村 学

鹿児島大学工学部 正 員 吉原 進

鹿児島大学工学部

愛甲頼和

1. まえがき

今回の兵庫県南部地震では人工島などで、砂質地盤の液状化による構造物の被害が多数報告された。しかし、人工島内の構造物が地震動によって直接受けた被害は以外と少なく、地盤が液状化したために不等沈下、側方流動が起こり、上部の構造物が破壊したというものが多かった。地盤が液状化したために構造物にはさほど衝撃的な振動が伝わらなかったのではないかと考えられる。

本研究では、上記の点に着目し、砂質地盤の免震特性を調べ、砂を免震部材として利用できないか検討したものである。

2. 実験

本研究では、砂を免震部材として用いるため、振動により砂が液状化を起した後も側方流動を起してはならず、かつ、ある程度の剛性を保っていなければならない。そのため、ゴムチューブに砂を詰めたものを供試体とし、構造物と基礎の間にそれをならべて実験を行うことにした。

実験は、砂の粒径が0.84mmと0.42mmのものについてそれぞれ、①供試体を用いない場合（非免震時）、②供試体を飽和させ液状化が起こるようにした場合（免震液状化時）、③供試体を飽和させず、液状化が起こらないようにした場合（免震非液状化時）、の3つの場合にわけ構造物モデルの応答加速度の比較を行った。

実験結果は図2-2に示すとおりであり、非免震時に比べ砂を用いた場合は、共振点でかなり応答が小さくなっているのがわかる。供試体が液状化を起したときは、剛性が小さくなるため共振点が左にずれている。

3. 解析

解析モデルは図3-1に示すように、免震部の供試体24本を平均化して一つの自由度とし、上部の一層ラーメンモデルと合わせて全体として2自由度振動モデルとした。免震部は非線形であることから、非線形を考慮した解析が必要となる。図3-2は、実験により得た免震部の履歴曲線である。解析では、この曲線をそのまま用いることが望ましいが、それは容易ではない。そこで本研究では、計算の簡略化も考え、図3-3に示すようなバイリニアモデルを用いた。ここで K_1, K_2 は、図3-2に見合う値を用いるようにした。

解析の結果、共振曲線は図3-4のようになった。これを実験の結果と比較してみると、ほぼ似通った曲線が得られた。これはバイリニアモデルでは正確な応答を得ることは難しいが、一応の目安を得ることはできるのではないと思われる。図3-5は、Elcentoro-ns波を外力として入力した場合の時刻歴応答である。これをみると加速度波形では、砂質供試体がない場合と比べて、かなり応答が小さくなっていることがわかる。変位応答は供試体のあるほうが最大値としては大きくなっているが、その分周期がゆるやかになっており、免震の効果があらわれているのではないと思われる。

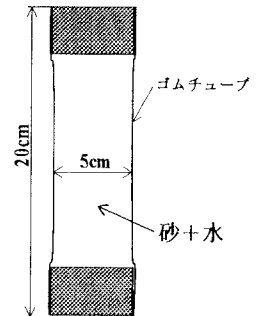


図2-1 供試体

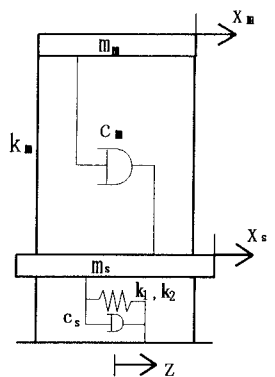


図3-1 解析モデル

4. あとがき

今回は、地盤からの外力が直接構造物に伝わる場合と供試体（砂質地盤）を通して伝わる場合について、実験と解析を行い比較した。結果は、共振点で6～7割程度の低減が見られたが、共振点以外では応答が大きくなる点も見られた。しかし、全体としては地震波入力の結果からもわかるように、免震の効果があらわれていると思われる。今回は時間等の関係で鉛直方向の効果については調べていないが、今後検討を行いたいと思っている。

今後の問題点として、振動後の供試体の変形による不等沈下や支持力の低減などを如何にして元のように戻すかということが考えられる。その他、使用する砂の粒径と含水比、支持力の関係、液状化の予測など問題点は数多くある。今後、構造・土質関係をはじめとする研究者の方々の助言をいただきたいと思う。

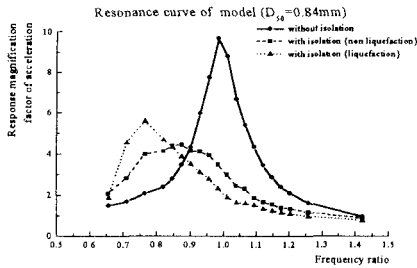


図2-2 共振曲線（実験値）

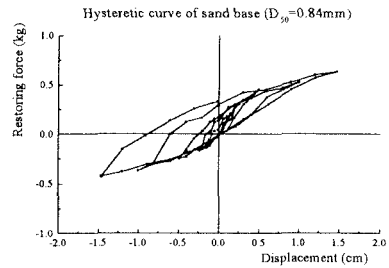


図3-2 履歴曲線（実験値）

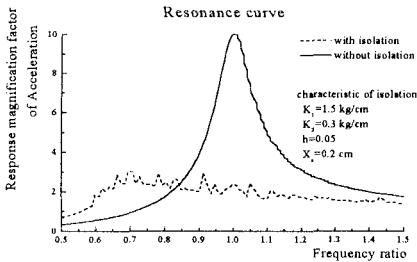


図3-4 共振曲線（計算値）

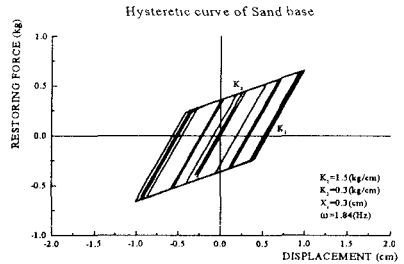


図3-3 履歴曲線（計算値）

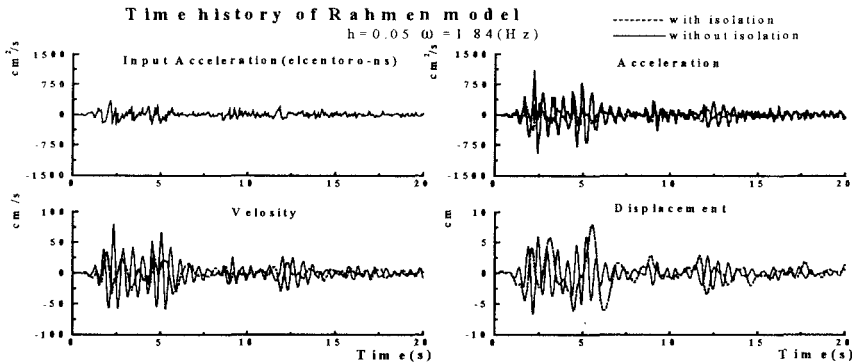


図3-5 時刻歴応答