

砂質地盤と構造物の非線形動的相互作用について

千葉工業大学大学院 学生会員 ○涌井 優
 千葉工業大学大学院 学生会員 両角 智貴
 早稲田大学高等研究所 正会員 小玉乃理子
 千葉工業大学 正会員 小宮 一仁

1. はじめに

現在、土木・建築分野における動的耐震設計では、地盤の揺れを構造物に入力する際、地盤の振動伝達特性を地盤ばねと呼ばれる線型ばねによりモデル化している。しかし、地盤材料は引張と圧縮で全く異なる特性を有する為、地盤ばねを用いたモデルでは実際の挙動と大きく異なることが予想される。そこで、振動する地盤中における構造物の変位及び構造物に作用する土圧を測定する室内実験を行い、砂質地盤と構造物の非線形動的相互作用について基礎的な考察を行った。また、ここでは土被り及び構造物質量が動的相互作用に与える影響についても報告する。

2. 実験概要

図-1 は実験装置の概略図である。内部に地盤と構造物模型を配置した実験土槽を振動台に固定し、水平1方向の振動実験を行った。土槽の構成を図-2 に示す。土槽は奥行き 30cm、幅 120cm、高さ 80cm のアクリル製箱である。土槽の長手方向に振動台から水平加速度が加わる。中央に配置された構造物模型は奥行き 30cm、幅 40cm、高さ 70cm の鋼製箱に重りを入れ、質量 50kg または 100kg となるように調整したものであり、その両側に地盤を作製した。構造物模型の底面にはボールベアリングを配置して摩擦を低減し、振動台の振動が構造物模型には直接伝達しない構造とした。つまり、構造物模型には両側の地盤を介して振動台の振動が伝達される。地盤は奥行き 30cm、幅 40cm、高さは 40cm または 60cm となるよう作製した。

構造物模型が地盤から受ける土圧を測定するため側面 2 か所に土圧計を配置した。また、土槽にレーザー変位計を固定し、土槽と構造物模型の相対変位を測定した。ここでは、土槽に振動数 5Hz、振幅 7mm の正弦波の振動を与えた。地盤には、気乾豊浦砂（以下地盤Aとする）、含水比 10%の湿潤豊浦砂（以下地盤Bとする）、および気乾豊浦砂とカオリン粘土を質量比 1 : 0.2 で混合し、含水比 10%とした砂質土（以下地盤Cとする）の 3 種類の地盤について実験を行った。今回は、表-1 に示す実験条件の結果について報告する。

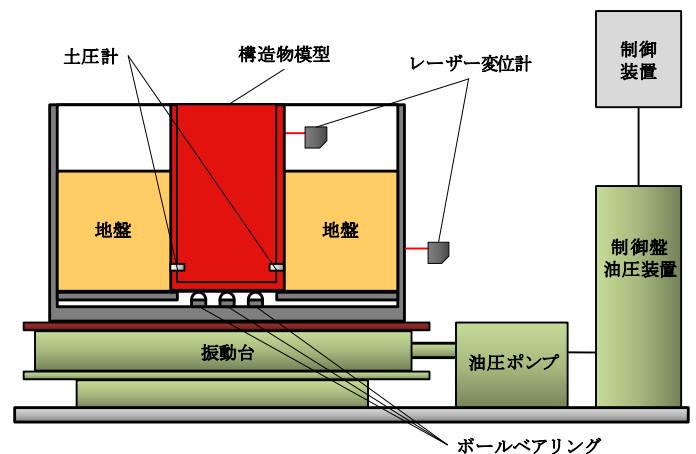


図-1 振動実験装置概略図

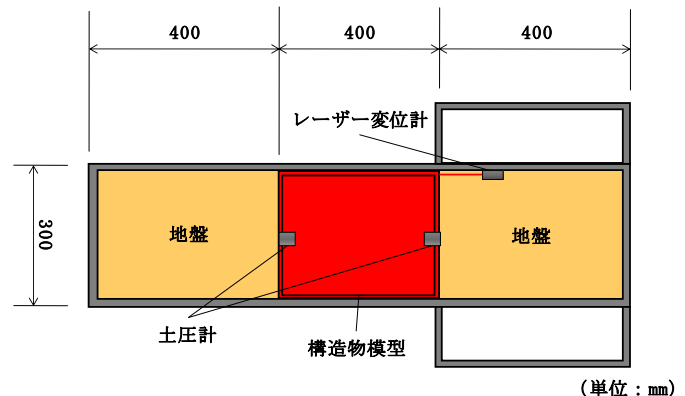
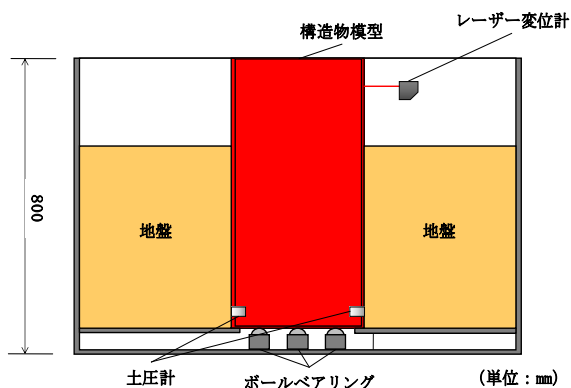


図-2 土槽の構成（左図：断面図 右図：平面図）

キーワード 動的相互作用, 地震, 模型実験

連絡先 〒275-8588 千葉県習志野市津田沼 2-17-1 千葉工業大学 TEL047(478)0449 FAX047(478)0474

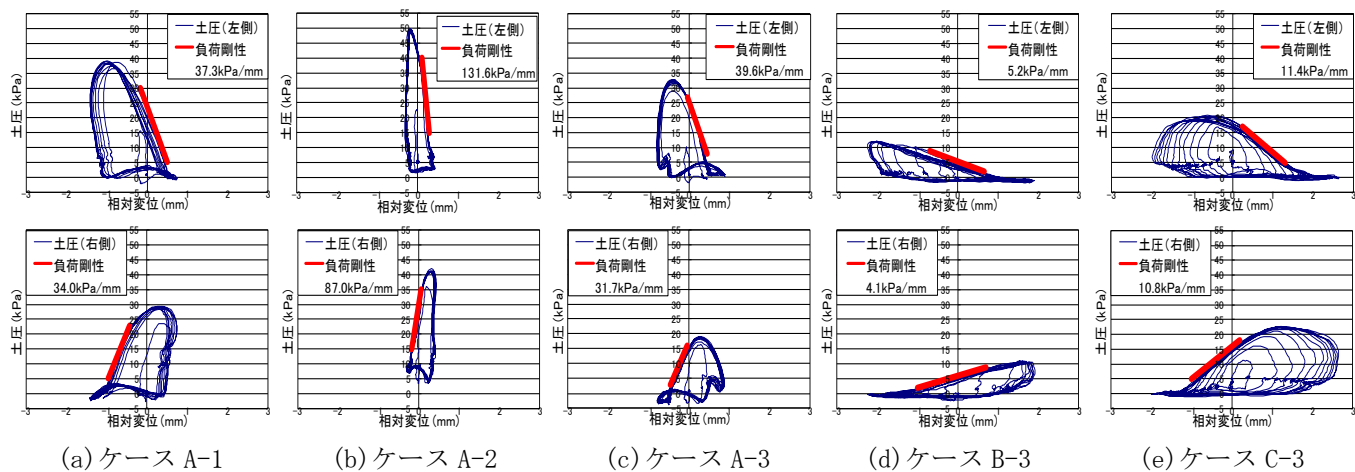


図-3 構造物模型—土槽間の相対変位と構造物模型に作用する土圧の関係（上図：左側地盤 下図：右側地盤）

表-1 実験条件

ケース	振動数 (Hz)	土槽の振幅 (mm)	土被り (cm)	構造物質量 (kg)	地盤の密度 (g/cm^3)	地盤種類
A-1	5	7	40	100	1.47	A
A-2			60	100	1.50	A
A-3			40	50	1.46	A
B-3			40	50	1.27	B
C-3			40	50	1.62	C

3. 実験結果

- 図-3(a), (b)より, 地盤の土被りが大きい地盤では土圧が大きいことが分かる. また, 地盤の密度はほぼ同じであっても, 土被りが大きくなると振動時の相対変位が小さいことが分かる. これらのことから, 土被りの増加に伴う地盤の拘束圧の増加により地盤の強度と剛性が大きくなるため, 構造物に作用する土圧が大きくなることが分かる.
- 図-3(a), (c)より, 構造物質量が 100kg で, より慣性力が大きいケース A-1 の土圧が大きいことがわかる. しかし, 左側の負荷剛性は 37.3 kPa/mm, 39.6 kPa/mm, 右側の負荷剛性は 34.0 kPa/mm, 31.7 kPa/mm となり, ほぼ同等である. このことから, 構造物質量の違いが地盤の剛性に影響を与えていないことが分かる.
- 図-3(c), (d), (e)より, 地盤条件の違いにより異なる非線形性を有する土圧—相対変位応答が得られた. 地盤 A では地盤 B, C と比較して相対変位の値が小さく土圧の値が大きい. これは, 地盤 A (乾燥砂) は繰り返し載荷による負荷剛性の変化が小さいのに対し, 地盤 B, C では負荷剛性が大きく低下したためである.

4. まとめ

- 土被りの増加に伴う地盤の拘束圧の増加により地盤の強度と剛性が大きくなるため, 構造物に作用する土圧が大きくなる.
- 構造物質量の増加に伴い慣性力が大きくなるため, 構造物に作用する土圧が大きくなる. しかし, 構造物質量の違いは地盤の剛性に影響を与えない.
- 地盤種類, 土被りおよび構造物質量により, 異なる非線形性を有する構造物と地盤の間に作用する土圧—相対変位応答が得られた.

参考文献

- 小宮一仁, 小玉乃理子: 土—構造物の動的相互作用に関する模型実験, 第 43 回地盤工学研究発表会講演集, 2008 年 7 月, pp. 1639-1640.
- K. Komiya, N. Kodama and K. Shikata: Model Experiments on Dynamic Soil-Structure Interaction, Proc. of International Geotechnical Conference on Development of Urban Areas and Geotechnical Engineering, 2008.6, pp.245-248.