

模型基礎の振動特性に及ぼす地盤堆積構造の影響

北海道大学 ○ 学生会員 藤田真吉
フェロー会員 三浦清一

1. まえがき

近年、FEM 等の数値解析をパソコン上で行うシミュレーションは、最も有効な地震被害予測法の 1 つであると考えられている。しかしながら、このような数値解析では用いられるパラメータが正確に定量化されていることが必須である。このようなモデル化では、特に地盤と構造物の境界面の挙動をどのように評価するかが極めて重要となるが、地盤材料の示す複雑な力学的特性がその評価を困難にしているのが現状である。

そこで、ここでは地盤と構造物の境界面の挙動を実験的に明らかにすることを試みた。具体的には、模型基礎の振動特性に及ぼす地盤の堆積構造の影響、地盤材料の動的特性と基礎の振動特性の関係を調べる。

2. 試験概要

本研究では、地盤の構造特性の影響を調べるために模型振動試験を行い、さらに地盤材料の動的特性と基礎の振動特性の相関を調べるために模型振動試験と繰返し三軸試験との比較も行っている。なお、模型振動試験での地盤材料と繰返し三軸試験の試料には珪砂 7 号を用いている。表 1 に珪砂 7 号に物理特性値を示す。

表 1 珪砂 7 号の物理特性値

土粒子の比重：G _s	2.717
最大乾燥密度：ρ _{dmax} (g/cm ³)	1.610
最小乾燥密度：ρ _{dmin} (g/cm ³)	1.255

2. 1. 要素試験(繰返し三軸試験)

要素試験で用いた三軸試験機はひずみ制御式¹⁾であり、供試体(直径 70mm、高さ 170mm)は MSP 法により作成したものと、空中落下法(AP)で作成した試料を凍結させ、堆積方向が供試体軸方向となる V 供試体、半径方向となる H 供試体を用いている。拘束圧 98kPa で圧密後、非排水条件で試験を行い、目標せん断ひずみ振幅は供試体の 0.0001%～1%である。

2. 2. 模型振動試験

模型振動試験では土槽内に砂地盤を作成した後、加速度計と模型基礎を所定の位置に設置する。その後、基礎に振子を直接衝突させて自由振動を発生させ、その振動特性を調べる。図 1 に試験装置全体図と模型振

動試験の方法を示す。

砂地盤は基本的に空中落下法で作製されるが、タンピング・ロッキングを加えて構造特性を変化させたケースについても試験を行っている。さらに、地盤表面を水平にならすために地盤に振動を加える必要があるが、この振動の最大加速度を最大振動履歴(Maximum Vibration History：以下 MVH と称する)として、振動履歴が基礎の振動特性に及ぼす影響を調べる。

また、模型振動試験では基礎の振動特性を評価するために角振幅(Rotational Amplitude)を用いているが、この値は基礎の傾きの程度を表すパラメータである。

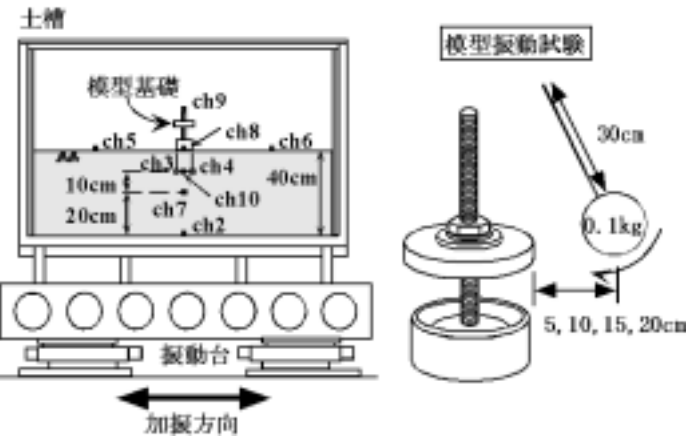


図 1 試験装置全体図と試験方法

3. 試験結果

3. 1. 地盤の密度・堆積構造特性の影響

図 2 に空中落下法(AP)で作成した珪砂地盤の相対密度が異なる場合の試験結果を示す。この結果から、基礎の振動周期は相対密度が大きいほど短くなることが確認できる。

図 3 と図 4 には、地盤の構造特性が異なる場合の試験結果を示す。図から、基礎の振動周期は AP 法のみで作製した地盤 > タンピングを加えた地盤 > ロッキングを加えた地盤 となり、MVH=300gal > MVH=500gal となることがわかる。

以上の結果から、地盤の密度・構造特性は明らかに基礎の振動特性に影響を及ぼすと言える。これは地盤の動的な特性が、粒子配列構造の違いにより変化したのが原因であると考えられる。

キーワード 基礎の振動，地盤の動的特性，堆積構造

連絡先 〒060-8628 札幌市北区北 13 条西 8 丁目 北海道大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻地盤工学講座

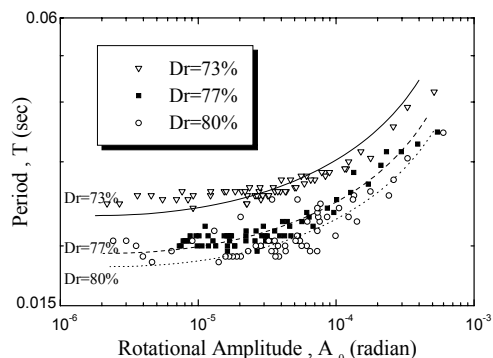


図2 模型振動試験の試験結果(Dr=73,77,80%)

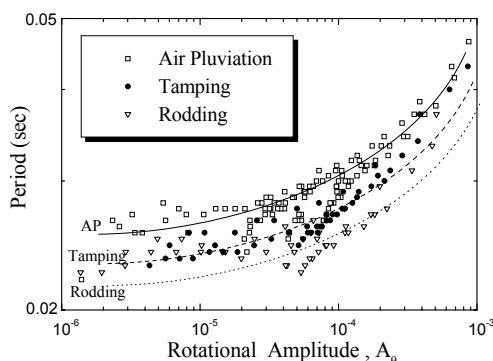


図3 模型振動試験の試験結果(堆積方法が異なる場合)

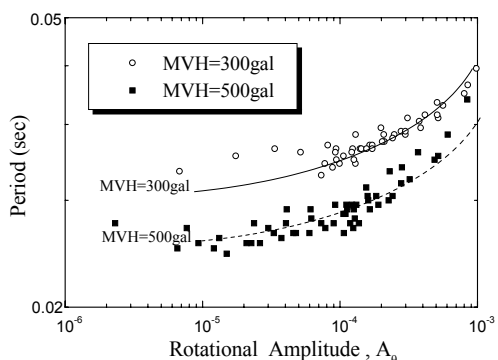


図4 模型振動試験の試験結果(MVH が異なる場合)

3. 2. 地盤の動的特性と基礎の振動特性の相関

次に基礎の振動周期の違いが、地盤の動的特性に起因しているかを具体的に調べるために、模型振動試験と繰返し三軸試験の結果の比較を行う。

図5は、相対密度が異なる場合の繰返し三軸試験の結果である。地盤材料のせん断剛性率は相対密度に依存していることが確認できるが、このことは基礎の振動周期についても同様である。ここで、地盤と構造物をばねモデルとした場合、せん断剛性率 G の地盤上にある質量 m の構造物の振動周期は、 $T = 2\pi\sqrt{m/G}$ となるので、振動周期は地盤のせん断剛性率の $1/2$ 乗に比例すると言える。このことを考慮して、せん断ひずみとせん断剛性率の関係、角振幅と振動周期の関係を正規化して比較したところ、非常に良く似た挙動を示すことが確認できた(図6参照)。つまり、地盤の動的特性と基礎の振動特性の間にはある相関が存在すると言える。

図7には、堆積構造の異なるV供試体とH供試体の繰返し三軸試験の結果を示す。相対密度がほぼ等しい

にも関わらず、地盤のせん断剛性率、 G_{eq} はV供試体<H供試体となるが、これは砂粒子の長軸の卓越する方向の違いが原因である(図8参照)。このように、模型振動試験における地盤の構造特性は、基礎の振動特性に強い影響を及ぼすことを考慮する必要がある。

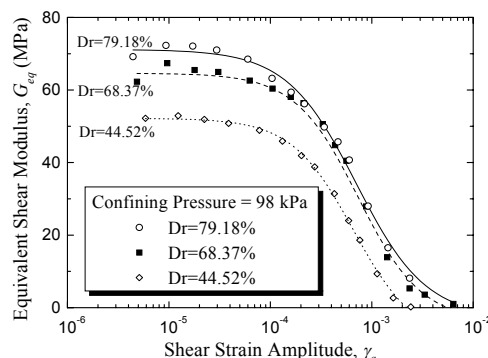


図5 繰返し三軸試験の試験結果(相対密度が異なる場合)

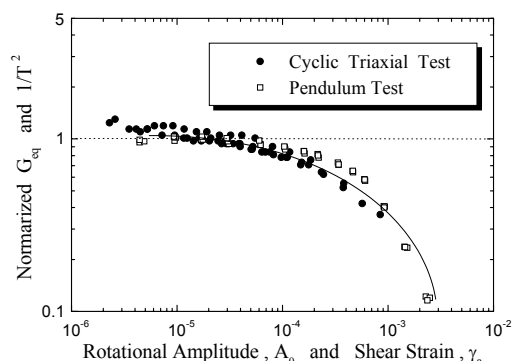


図6 要素試験と模型振動試験の試験結果の比較

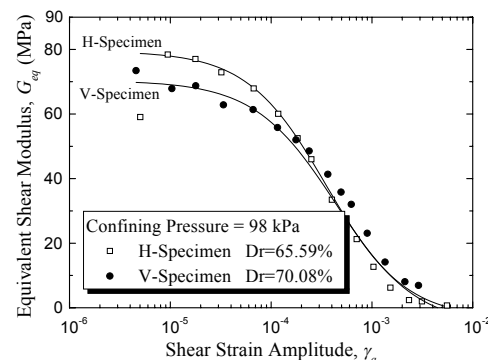


図7 H供試体とV供試体の要素試験結果の比較

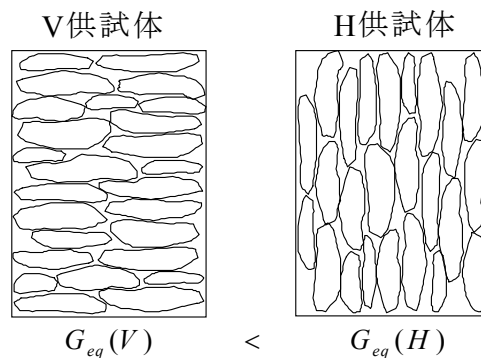


図8 H供試体とV供試体の粒子構造の違い

参考文献

- 1)阿曾沼剛:原位置および室内試験より求めた火山灰土の動的変形定数, 地盤工学会北海道支部技術報告集第41号, pp21