

積載粒状層構造体の非線形振動応答特性

日本大学 学生員 ○安部 明裕
 日本大学 正 員 木田 哲量
 日本大学 正 員 澤野 利章
 日本大学 正 員 阿部 忠

1. はじめに

一般に、平野部の地盤の多くは沖積層で層構造を形成している。この地盤構造は層を構成している物質によっては、地震などの強制振動を受けた場合、非線形の挙動を示すことが知られている。非線形の挙動では共振振動数の特定が困難であるなどの振動応答に未知の部分が多く、問題の多い地盤といえる。

本研究では、粒状層構造体にせん断振動応答を生じさせるような供試体を用いて、水平方向に強制振動をさせた時の振動応答について考察する。特に沖積層の一部を構成する砂地盤で地震のような振動が起こったときに、砂地盤には構造物や他の地盤からの荷重が作用していると考え、供試体に荷重を載荷させることとする。これらの実験結果を解析することにより、粒状層構造体に何らかの荷重が載荷している時の入力加速度と共振振動数、最大応答加速度の関係を明らかにする。

2. 実験方法

2-1 供試体

供試体寸法を図-1に示す。型枠は厚さ 1mm、内側寸法 $300 \times 300 \times 10\text{mm}$ の鋼製枠を直径 15mm の鋼球をベアリングとして、高さ 410mm となるように 26 段に重ね、振動台の底板上に取り付ける。型枠の内側には、砂の流出防止のためにゴムシートを貼り、隙間にはシリコンを注入する。供試体型枠内には、乾燥状態の標準砂を投入し、共振付近の振動数で十分に振動させ、砂層高さ 400mm が変化しないことをあらかじめ確認する。荷重の載荷方法は、 $200 \times 200 \times 2\text{mm}$ のアルミニウム板を砂表面に設置し、その上に 0kg・4kg・8kg・12kg の荷重を載せる。0kg の荷重は無載荷とし、4kg・8kg・12kg の荷重は鋼製のおもりを使用する。また、荷重が砂と一体となって振動するようにアルミニウム板の下に 8 本のスパイクを設ける。

2-2 実験方法

実験には、油圧式二軸振動台を使用し、供試体に水平方向の強制振動を与え、応答加速度を得る。入力加速度を一定に保ちながら、入力振動数を共振付近で 0.2Hz 刻みに増加・減少させた時の応答加速度を測定する。加速度の測定には、小型ひずみゲージ式加速度計を用い、底板に固定した加速度計により入力加速度、砂層表面付近に設置した加速度計を用いて応答加速度を測定する。

3. 実験結果および考察

図-2、図-3は荷重を載荷させて入力振動数を増加させたときの各供試体の応答加速度変化を示す。振動数増加時、減少時のどちらにも共振振動数付近で応答加速度が急激に増加するジャンピング現象を確認することができた。したがって、荷重を載荷させた場合にも顕著にジャンピング現象が現れることがわかった。

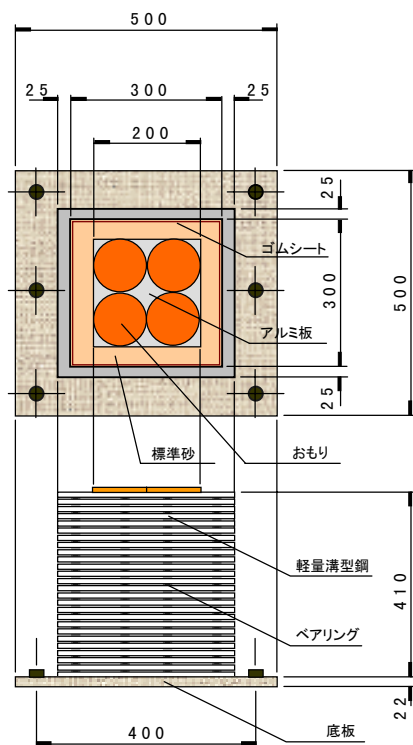


図-1 供試体

キーワード：非線形振動応答、粒状構造体、せん断振動、共振振動数

連絡先：〒275-8575 習志野市泉町1-2-1 TEL047-474-2429

また、入力加速度に着目すると、100gal の図－2 と 150gal の図－3 とを比較し、入力加速度が増加するにつれて共振振動数が低くなることから、荷重を載荷させても砂のスプリングソフニングという性質に影響を与えないことがわかった。

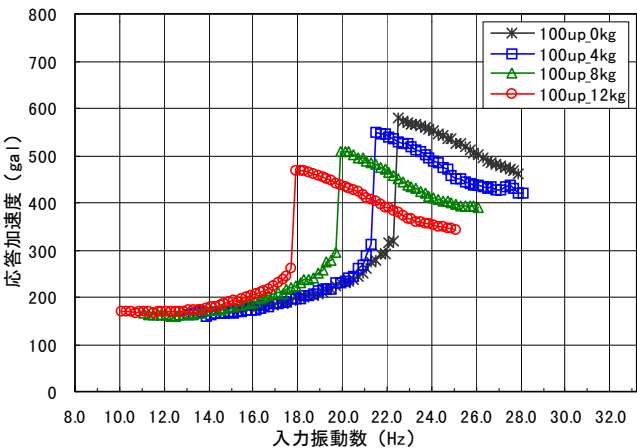
つぎに、一定の入力加速度における荷重と応答加速度の変化を図－4 に示した。共振時の応答加速度は荷重の増加と比例的に減少している。ここで、共振時応答加速度値を表－1 に示す。入力振動数 100gal で増加時の場合、荷重 0kg の共振時応答加速度と比較すると、荷重 4kg では 95%、荷重 8kg で 88%、荷重 12kg で 81%となっている。この現象の原因は、荷重の増加に伴って、砂粒子間の結合力が増加するために、振動しにくくなり、応答加速度が減少したためと考えられる。つまり、荷重の載荷によって供試体の剛性が大きくなったためである。

さらに、同じ入力加速度における荷重と共振振動数の変化を図－5 に示した。入力加速度 100gal、150gal の場合の全てにおいて、荷重が増加するにつれて共振振動数が低い方へ移行している。この原因として考えられることは、供試体上部に荷重を載荷させたことにより振動質量 m としての供試体重量が増加し、仮に剛性 k が一定、粘性減衰を無視するならば、一般的な固有振動数の式 (1) の関係から、供試体の固有振動数 ω_n が小さくなる。

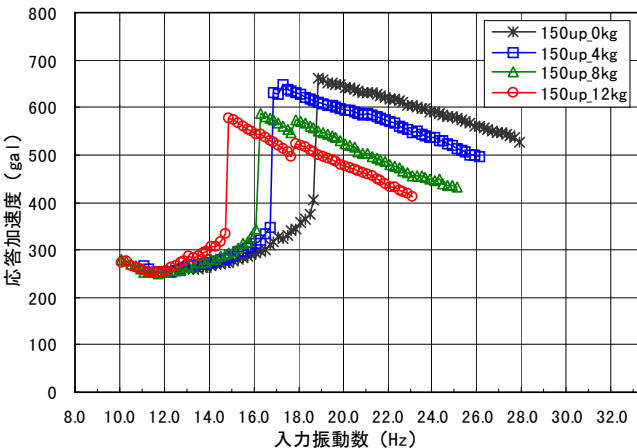
$$\omega_n = \frac{\sqrt{k/m}}{2\pi} \dots\dots\dots (1)$$

実験の結果からは、荷重が作用したために、固有振動数、つまり振動数は小さくなっているが、供試体が軟らかくなっているとは考えにくい。式 (1) より、剛性の増加率よりも、振動質量の増加率が大きいために固有振動数が小さくなり、共振振動数が低い方へ移行したものと考えられる。今後は荷重の作用方法を変えるなどして、振動質量の変化をなくしたり、振動質量の増加率より剛性の増加率を大きくした共振振動数についての実験も考えている。

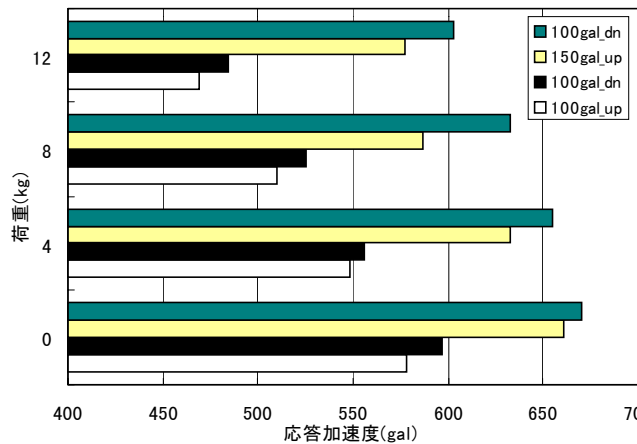
		共振時応答加速度			
		応答加速度(単位: gal)			
100gal	増加時	0kg	4kg	8kg	12kg
	減少時	578.18	547.95	509.93	468.98
150gal	増加時	596.70	555.75	525.53	484.58
	減少時	661.05	632.78	586.95	577.20
	増加時	669.83	655.20	632.78	602.55
	減少時				



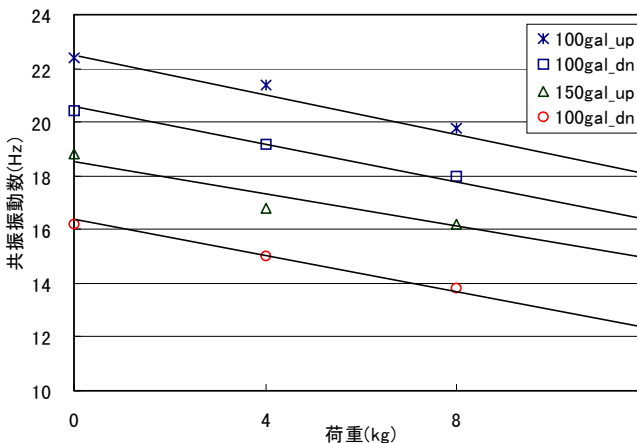
図－2 100gal 増加時の応答



図－3 150gal 増加時の応答



図－4 共振時応答加速度の変化



図－5 共振周波数の変化