

粒状体層構造の層厚変化による振動応答特性に関する実験研究

日本大学 学生員 磯谷 卓洋 日本大学 正員 木田 哲量
日本大学 正員 阿部 忠 日本大学 正員 澤野 利章

1. はじめに

砂、砂利、レキなどが堆積した沖積層における上層部は層状構造を成している場合が多い。このような層状構造体に、地震などの水平外力が作用してせん断振動が生じると、その振動応答は特異な挙動を示し、入力加速度の大きさによって共振振動数の関係が変化する非線形振動応答となる。

本研究では、比較的多くの地盤を構成している砂質土層に着目し、その厚さが違う場合を想定して高さの異なる供試体を作製し、強制水平振動による応答加速度を測定する。この実験結果より、非線形の振動応答特有の現象であるジャンピング現象や、入力加速度の増加に伴う共振振動数の低振動数領域への移行現象および供試体高さとの関係について考察することとする。

2. 実験方法

(1) 供試体

砂質土層を想定した図 - 1 に示すような供試体を作製する。振動台に供試体を固定するために $500 \times 500 \times 20\text{mm}$ の合板上に、内側寸法 $300 \times 300\text{mm}$ の軽量溝型鋼を積み上げ、その間に直径 15mm の鋼球をベアリングとして設置する。供試体内の砂が流出しないように内面にゴムシートを張り、各所の隙間はシリコンを注入して隙間を埋める。このような型枠内に所定の高さとなるように標準砂を投入し、本実験の最大入力加速度とした 150gal で十分締め固めを行い、供試体の砂層高さが変化しないことを確認する。本実験では、供試体の砂層高さを 41cm から 34cm まで 1cm ずつ変化させた 8 種類の供試体により比較考察を行う。

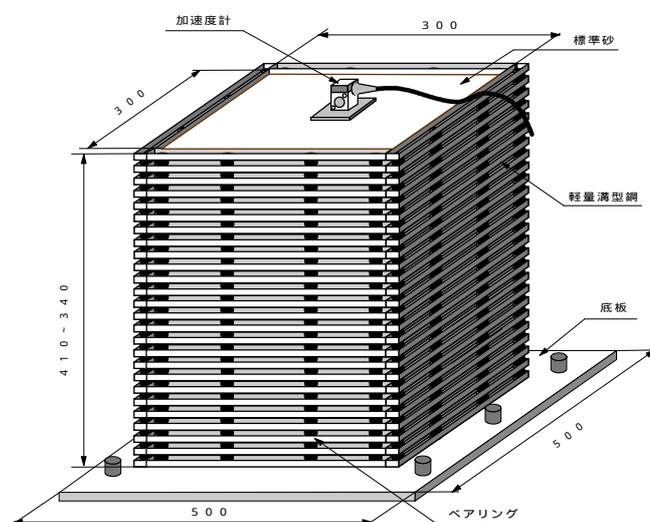


図 - 1 供試体

(2) 実験手順

本実験は、油圧式二軸振動台に供試体を固定し、水平方向の強制力を与え、せん断振動を生じさせ、そ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使用し、入力加速度は底板中央に固定した加速度計で測定をする。また、応答加速度は砂と加速度計が一体となって振動するように、スパイク付のアルミ板に固定した加速度計を鋼製枠中央部分に設置して測定する。

3. 実験結果および考察

図 - 2 ~ 5 は、入力加速度をそれぞれ 150gal と 100gal で一定に保ち、入力振動数を増加、減少させたときの供試体高さ変化と応答加速度の関係を示している。これらの図より、入力振動数を徐々に変えていくと、ある振動数において応答加速度が急激に変化す

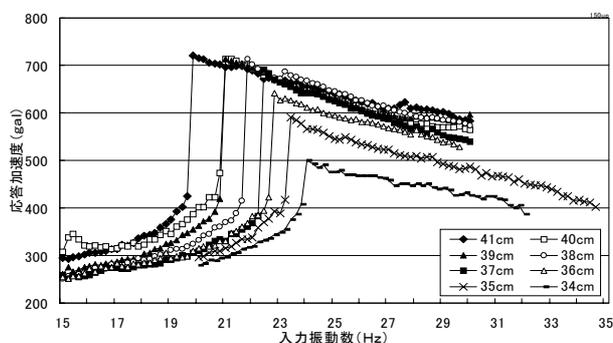


図 - 2 150gal 増加時

キーワード：せん断振動、非線形振動応答、粒状体、層構造

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

るジャンピング現象が各々の高さの供試体において確認できる。また、図 - 2 ~ 5 より入力加速度 150gal の方が 100gal の場合より共振振動数が平均 4.4Hz 低くなった。これは砂の材料特性であるスプリングソフニングにより生じる現象である。表 - 1 は、共振時における共振振動数と応答加速度を供試体高さ別に比較したものである。この表より、供試体の砂層高さが低くなるにつれ、共振時の応答加速度は、41cm から 34cm まで徐々に減少していくことが確認できる。

図 - 6 は、同じ砂層高さで入力加速度の異なる場合の共振振動数を比較したものであり、この図と表 - 1 の数値より、供試体高さとの関係式を求めた。

150gal 増加時 $y_1 = -0.56x + 43.75$
 150gal 減少時 $y_1 = -0.83x + 50.44$
 100gal 増加時 $y_1 = -0.81x + 57.47$
 100gal 減少時 $y_1 = -0.83x + 54.88$

ここで、x:供試体高さ(34cm x 41cm)

y₁:共振振動数

この式より、高さとの関係の傾きは 150gal 減少時、100gal 増加時、100gal 減少時で、ほぼ同じになることがわかる。この式から任意の高さにおける共振振動数をある程度推測できると考えられる。

図 - 7 は、供試体高さとの関係を示したものである。この図より 100gal 増・減と 150gal 増・減を 3 次式によりほぼ近似することができた。この近似式より高さ 32cm 以下では、すべての供試体において共振曲線に変化が見られなくなると推定される。また、この高さ 32cm における共振振動数を推定すると 100gal では 29 ~ 31Hz、150gal では 23 ~ 25Hz に収束すると考えられる。

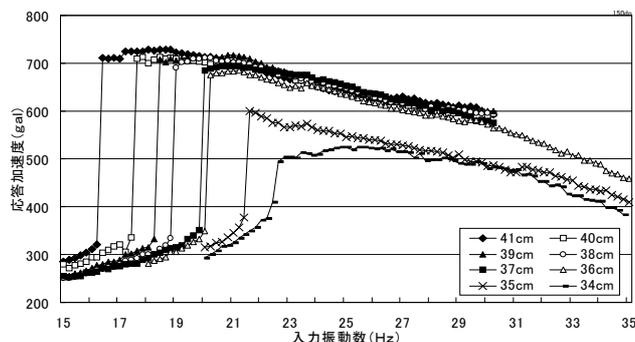


図 - 3 150gal 減少時

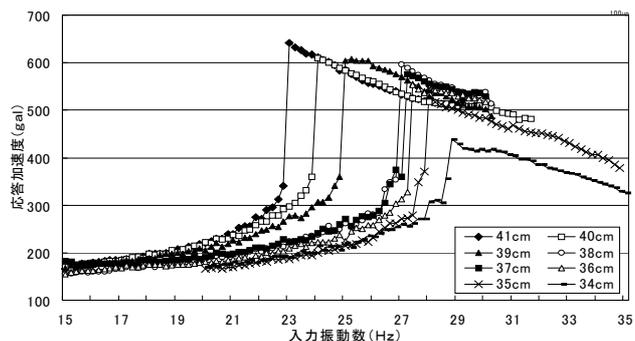


図 - 4 100gal 増加時

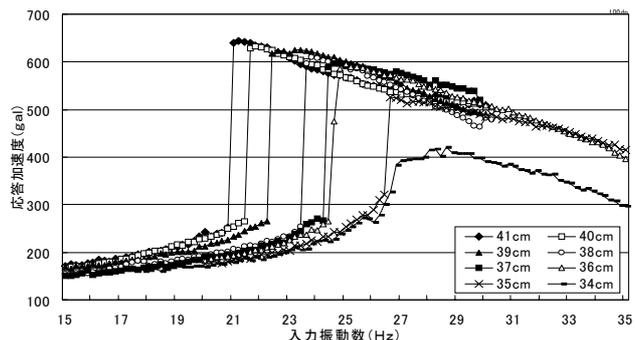


図 - 5 100gal 減少時

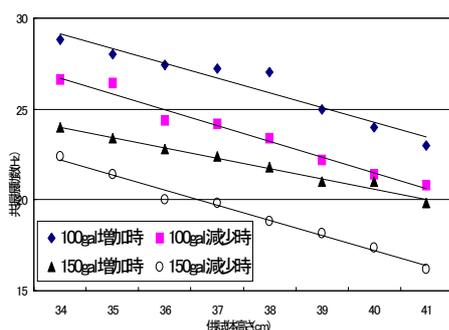


図 - 6 高さとの共振振動数

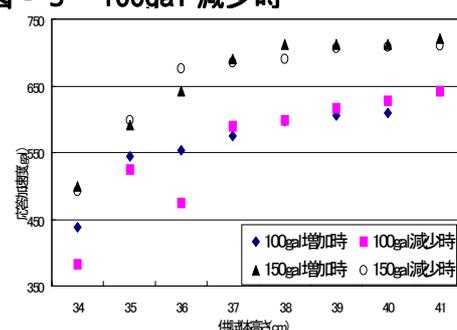


図 - 7 高さとの共振加速度

表 - 1 共振振動数との共振加速度

			41cm	40cm	39cm	38cm	37cm	36cm	35cm	34cm
100gal	増加時	共振振動数(Hz)	23.0	24.0	25.0	27.0	27.2	27.4	28.0	28.8
		共振加速度(gal)	642	610	605	596	575	554	545	438
	減少時	共振振動数(Hz)	20.8	21.4	22.2	23.4	24.2	24.4	26.4	26.6
		共振加速度(gal)	641	628	617	598	589	475	525	382
150gal	増加時	共振振動数(Hz)	19.8	21.0	21.0	21.8	22.4	22.8	23.4	24.0
		共振加速度(gal)	721	713	712	712	690	641	591	500
	減少時	共振振動数(Hz)	16.2	17.4	18.2	18.8	19.8	20.0	21.4	22.4
		共振加速度(gal)	711	709	707	690	685	676	599	493