

I - B 55 粒径の異なる物質で形成された層状構造体の非線形振動応答実験

日本大学生産工学部(院) 学生会員 ○吉川 祐介

日本大学生産工学部 正 会 員 澤野 利章

日本大学生産工学部 正 会 員 木田 哲量

日本大学生産工学部 正 会 員 阿部 忠

1. はじめに

層状構造を成す地盤に水平振動が加わると、その地盤はせん断振動を呈し、振幅が増幅されたり、共振点において特異な挙動を示すことがある。地盤上の土木構造物が受ける振動応答を考える際には、これら地盤の振動特性を明らかにする必要がある。

そこで、本研究においては異なる粒径の物質が層状構造体を形成する砂質土層を想定し、標準砂および標準砂とは粒径の異なる物質を混入させた供試体を作製し、水平方向の強制振動を与えて、入力加速度を一定に保ちつつ入力周波数を変化させたときの応答加速度を測定し、混入する物質の粒径の違いによる挙動の変化を考察することによって、砂層振動解析に必要なパラメーターを定めるための基礎資料を得ることとする。

2. 実験方法

1) 合板上に厚さ1mmの軽量溝型鋼を内側30×30cmの正方形に組み上げた型枠をネジで固定する。その上に直径15mmの鋼球をベアリングとして配置し、1層を16mmとする。同様の型枠を層状に縦方向に積み上げ、26段41cmのせん断振動箱を製作して、供試体型枠とする。

2) 供試体型枠内に山口県豊浦産の標準砂(A供試体)および標準砂に直径3mmガラス球を混入したもの(B供試体)、標準砂に直径6mmプラスチック球を混入したもの(C供試体)を投入する。

表-1 供試体への混入率と単位体積重量

	混入物	混入物の 単位体積重量	混入率	供試体の 単位体積重量
A供試体	(標準砂)	(1.637g/cm ³)	—	1.637g/cm ³
B供試体	3mmガラス球	2.360g/cm ³	40.0%	1.926g/cm ³
C供試体	6mmプラスチック球	2.252g/cm ³	47.0%	1.926g/cm ³

表-1に各供試体への混入率と単位体積重量を示す。B供試体には3mmガラス球を体積比40.0%で、C供試体には6mmプラスチック球を体積比47.0%で混入し、B供試体とC供試体では単位体積重量が同一になるようにした。両供試体の単位体積重量は1.926g/cm³である。供試体底部、砂層表面中央、砂層中にはひずみゲージ式加速度計(許容加速度2G、重量38g)を設置する。型枠内に所定の高さまで砂を投入した後、十分に加振して締め固め、砂層高さが40cmから変化しないことを確認した後に実験を行う。

3) 振動台を水平振動させて、供試体にせん断振動を与える。入力加速度を一定に保ち、共振点付近の約20Hzを0.2Hz刻みで入力周波数を増加、減少させたときの応答加速度をデータレコーダに収録する。入力する振動の加速度は50gal、100gal、150galの3種類とする。

4) 収録したデータの中から任意の0.5秒間をA/D変換器を通して、2ms間隔でA/D変換を行う。

3. 結果および考察

図-1～3にそれぞれの供試体に50gal、100gal、150galで水平振動を与え、入力周波数を増加、減少させたときの供試体表面での加速度応答倍率(応答加速

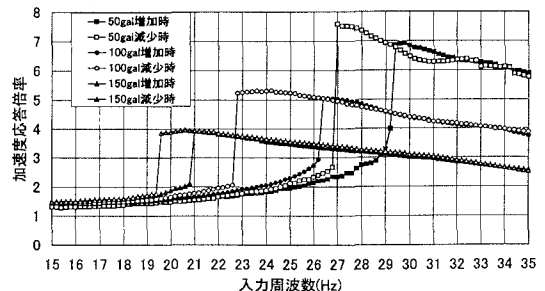


図-1 A 供試体 加速度応答倍率

キーワード：非線形振動，層状構造体，粒状物質

連絡先：(住所：〒275-8575 千葉県習志野市泉町1-2-1 電話：0474-74-2460)

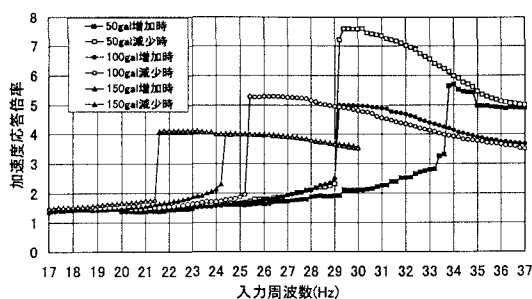


図-2 B 供試体 加速度応答倍率

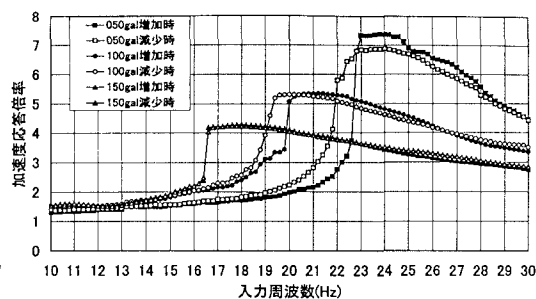


図-3 C 供試体 加速度応答倍率

度を入力加速度で除したもの)を示す。すべての供試体と入力加速度において、入力周波数増加時においては入力周波数がある周波数に達すると応答加速度倍率が急激に増加している。また、入力周波数減少時においてはC供試体の50gal、100galを除き、入力周波数がある周波数に達すると応答加速度倍率が急激に減少している。入力周波数を変化させている時に周波数が一定の値を超えると応答加速度倍率が急激に変化するのは非線形振動特有のジャンピング現象であり、C供試体の50gal、100galの周波数減少時を除いて、ジャンピング現象が現れていることが確認できる。

表-2 周波数と加速度応答倍率

			A供試体		B供試体		C供試体	
			周波数	加速度 応答倍率	周波数	加速度 応答倍率	周波数	加速度 応答倍率
ジャンピング 発生周波数	50gal	増加時	29.4Hz	6.85	33.8Hz	5.64	22.8Hz	6.80
		減少時	27.0Hz	7.58	29.2Hz	7.21	—	—
	100gal	増加時	26.4Hz	5.05	29.2Hz	5.00	20.0Hz	5.08
		減少時	22.8Hz	5.23	25.4Hz	5.29	—	—
	150gal	増加時	21.0Hz	3.92	24.4Hz	4.03	16.6Hz	4.19
		減少時	19.6Hz	3.86	21.6Hz	4.09	16.6Hz	4.04
最大加速度 応答倍率	50gal	増加時	29.8Hz	6.91	34.0Hz	5.70	23.8Hz	7.38
		減少時	27.0Hz	7.58	32.0Hz	7.60	24.0Hz	6.88
	100gal	増加時	26.4Hz	5.05	29.2Hz	5.00	21.2Hz	5.35
		減少時	23.6Hz	5.30	26.0Hz	5.29	20.0Hz	5.31
	150gal	増加時	21.0Hz	3.92	24.6Hz	4.03	18.0Hz	4.29
		減少時	20.6Hz	3.96	22.4Hz	4.13	17.8Hz	4.23

表-2に加速度応答倍率が急激に変化したとき、および加速度応答倍率が最大値を示したときの周波数、加速度応答倍率を示す。すべての供試体において入力加速度が大きな場合のほうが共振周波数が低周波領域に移行している。この現象は非線形振動特有のスプリングソフトニング現象であり、すべての供試体においてスプリングソフトニング現象を確認できる。表-2より、ジャンピング現象が発生する周波数を比較すると、A供試体と比較してB供試体では2.0～4.4Hz高周波領域に移行し、C供試体では3.0～6.6Hz低周波領域に移行している。また、各供試体の最大加速度応答倍率を比較すると、入力加速度ごとにほぼ同じ値を示しており、顕著な差は見られない。

表-3に入力周波数増加時と減少時のジャンピング現象が発生する周波数の差を示す。A供試体と比較してB供試体では周波数差が大きくなっているが、C供試体では50gal、100galでは入力周波数減少時にジャンピング現象が発生しておらず、150galでは周波数差が0.0Hzとなっている。

表-3 ジャンピング点の周波数差

	A供試体	B供試体	C供試体
50gal	2.4Hz	4.6Hz	—
100gal	3.6Hz	3.8Hz	—
150gal	1.4Hz	2.8Hz	0.0Hz

単位体積重量が同一であるB供試体とC供試体において、ジャンピング現象が発生する周波数と入力周波数増加時と減少時の周波数差に異なった挙動が見られたが、この原因としては混入する粒状物質の粒径や混入率の違いが考えられる。