

日本大学 学生会員 森垣 洋輔
 日本大学 正 会 員 澤野 利章
 日本大学 正 会 員 阿部 忠
 日本大学 正 会 員 木田 哲量

1. はじめに 砂粒子のような粒状物質で構成された粒状物構造体に振動を与えたとき、その挙動は非線形振動応答となり、非連続性を有する粒状物構造体の解析をさらに困難にしている。本研究では、このような粒状物構造体の振動挙動の特徴を決定付ける要因の1つとして、粒状物構造体の質量に着目した。そこで、標準砂と直径6mmで重量0.12gと0.25gの2種類のプラスチック球を構成材料として、質量を変化させた5種類の粒状物構造体を作成する。これに水平方向の強制振動を与えた時の振動応答を解析し、粒状物構造体の質量変化が振動応答に及ぼす影響を解明する。

2. 実験概要

2-1. 供試体 粒状物質を投入する型枠は、鋼製枠で鋼球をベアリングとして26段重ねたものである。なお、内側にはゴムシートを装着させ、砂の流出を防止している。内側寸法は 300×300×410mmである。

表-1に本実験に使用する5種類の供試体の詳細を示す。混入率0%の供試体は、型枠に乾燥状態の標準砂のみを投入する。L10%、L20%は、直径6mmで重量0.12gのプラスチック球を

表-1 供試体構成材料および単位体積重量

	標準砂混入率	プラスチック球混入率	プラスチック球重量	単位体積重量
L20%	80%	20%	0.12g	1.513g/cm ³
L10%	90%	10%		1.575g/cm ³
標準砂(0%)	100%	0%	0.25g	1.637g/cm ³
H10%	90%	10%		1.696g/cm ³
H20%	80%	20%		1.755g/cm ³

標準砂中に体積比10%、20%で混ぜ合わせたものを型枠に投入する。同様にH10%、H20%は、直径6mmで重量0.25gのプラスチック球を体積比10%、20%で混ぜ合わせたものを投入する。単位体積重量はL20% < 0% < H20%の順で重くなっている。

2-2. 実験方法 供試体に一定の入力加速度（50gal、100gal、150gal）を与え、周波数を共振付近のおよそ10Hz分を0.2Hz間隔で増加、減少させた時の加速度によるデータを測定する。入力加速度は振動台に設置した加速度計で、応答加速度は供試体上部中央に設置した加速度計で測定する。

3. 結果および考察 図-1～5は標準砂とプラスチック球混入供試体の入力加速度50gal、100gal、150galそれぞれの周波数増加時、減少時の応答加速度の変化を示したグラフである。また、表-2に各入力加速度の周波数増加時減少時の共振時の周波数（共振周波数）および加速度（共振加速度）を示す。これより、すべての供試体において、粒状物構造体の非線形振動特有の現象であるスプリングソフトニング現象、ジャンピング現象を確認することができた。よって、標準砂の供試体と同様に、プラスチック球混入供試体においても、粒状物構造体特有の非線形振動応答を示すことがわかった。

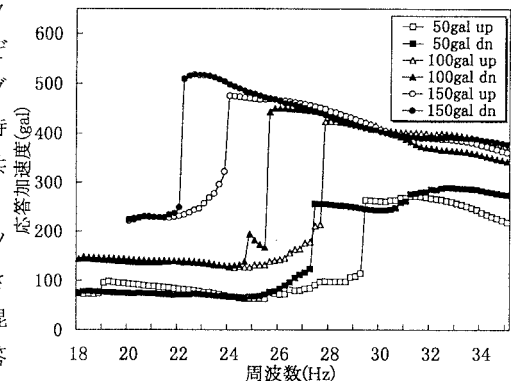


図-1 標準砂 応答加速度

キーワード：粒状物構造体、非線形振動、単位体積重量、砂粒子

連絡先：〒275-8575 千葉県習志野市泉町1-2-1 Tel.0474-74-2460

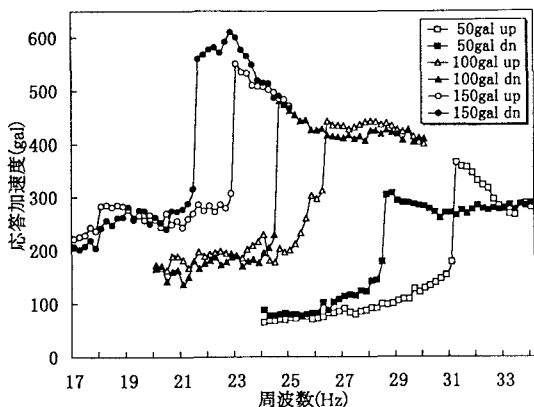


図-2 L10% 応答加速度

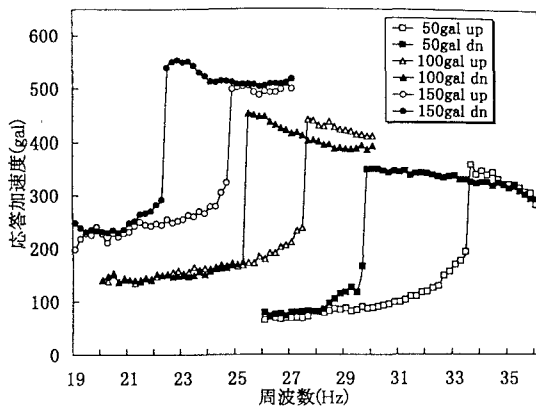


図-3 L20% 応答加速度

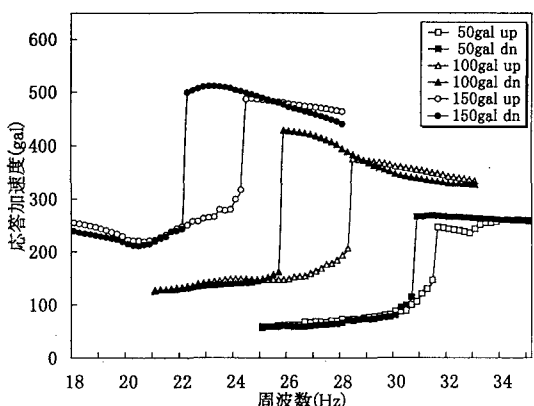


図-4 H10% 応答加速度

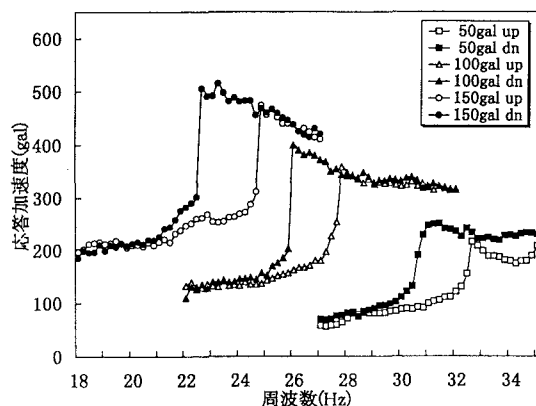


図-5 H20% 応答加速度

表-2 各供試体の共振周波数および共振加速度

		L20%		L10%		標準砂		H10%		H20%	
		周波数(Hz)	共振加速度(gal)	周波数(Hz)	共振加速度(gal)	周波数(Hz)	共振加速度(gal)	周波数(Hz)	共振加速度(gal)	周波数(Hz)	共振加速度(gal)
増加時	50gal	33.6 Hz	358 gal	31.2 Hz	365 gal	29.4 Hz	263 gal	31.6 Hz	246 gal	32.6 Hz	216 gal
	100gal	27.6 Hz	442 gal	26.4 Hz	443 gal	28.0 Hz	424 gal	28.4 Hz	375 gal	27.8 Hz	358 gal
	150gal	25.4 Hz	505 gal	23.0 Hz	550 gal	24.0 Hz	475 gal	24.6 Hz	488 gal	24.8 Hz	474 gal
減少時	50gal	29.8 Hz	348 gal	28.8 Hz	307 gal	27.4 Hz	256 gal	31.4 Hz	268 gal	31.4 Hz	251 gal
	100gal	25.4 Hz	453 gal	24.6 Hz	481 gal	25.8 Hz	450 gal	25.8 Hz	428 gal	26.0 Hz	399 gal
	150gal	22.8 Hz	553 gal	22.8 Hz	610 gal	22.6 Hz	518 gal	23.0 Hz	511 gal	23.2 Hz	515 gal

表-3 に L10%、L20%、H10%、H20% の共振周波数を標準砂の共振周波数で除した値を示す。これより、これらの値は0.94~1.15の範囲に収束し、5種類の供試体の共振周波数が比較的近い値であることがわかる。

また、表-4 に L20%、L10%、H10%、H20% の共振加速度を標準砂の共振加速度で除した値を示す。L20%において、50gal増加時で1.36、減少時で1.39と大きな値を示した。L10%において、50gal増加時で1.36、減少時で1.20と大きな値を示した。しかし、L10%、L20%ともに100gal、150galでは1.00に近い値となった。H10%、H20%においては、標準砂と比較して顕著な変化は見られなかった。

表-3 各供試体の共振周波数の比較

		L20%	L10%	H10%	H20%
		周波数(Hz)	共振加速度(gal)	周波数(Hz)	共振加速度(gal)
増加時	50gal	1.14	1.06	1.07	1.11
	100gal	0.99	0.94	1.01	0.99
	150gal	1.06	0.96	1.03	1.03
減少時	50gal	1.09	1.05	1.15	1.15
	100gal	0.98	0.95	1.00	1.01
	150gal	1.01	1.01	1.02	1.03

表-4 各供試体の共振加速度の比較

		L20%	L10%	H10%	H20%
		周波数(Hz)	共振加速度(gal)	周波数(Hz)	共振加速度(gal)
増加時	50gal	1.36	1.39	0.94	0.82
	100gal	1.04	1.04	0.88	0.84
	150gal	1.06	1.16	1.03	1.00
減少時	50gal	1.36	1.20	1.05	0.98
	100gal	1.01	1.07	0.95	0.89
	150gal	1.07	1.18	0.99	0.99