

剛体柱状基礎の振動特性に関する模型実験

九州共立大学 学生員○平田 進二 正会員 鳥野 清 正会員 前田 良刀
(株)白石 正会員 佐々木 智 正会員 大石 雅彦

1．はじめに

本研究は、柱状基礎と地盤の動的な挙動や抵抗特性を把握し、大地震時における最適な柱状基礎の設計法を確立することを目的としたものである。そこで、基礎データを得る目的で、根入長および突出長を変えた模型ケーソンを振動台上のせん断土槽中に設置し、地盤の入力加速度を変えた時の振動特性の検討を行った。

2．試験概要

試験装置を図-1 に示す。試験に用いたせん断土槽は、図-2 に示すように幅 120 cm、奥行き 80 cm、高さ 90 cm の内容部を有し、側壁内側には、せん断変形により生ずる地盤との摩擦損失を低減するためにゴムシートが貼り付けてある。試験地盤は土槽にホッパーを使い、岡垣砂を空中落下方式で模型柱状基礎の根入れ上部付近まで入れる。その後、振動台上に設置し、密度を一定にするため、入力加速度 0.4G、振動数 4Hz で 1 分間加振し、試験地盤を作成した。

表- 1 に示すように根入長 D_f 、突出長 H とし、3 CASE に対する動的水平振動試験を行った。土槽の中央部に各 CASE の模型柱状基礎を鉛直に設置し、振動台の加振振動数を 5Hz から 0.5Hz 刻みで共振曲線を測定した。測点としては、ひずみ式加速計(最大加速度 2 G)を振動台上、模型から 25cm 離れた位置の地表、模型柱状基礎の上部、中部、下部の計 5 カ所とした。また、振動台の入力加速度はせん断土槽の慣性力の影響を受けることから、一定加速度になるように、各加振振動数ごとに補正をかけている。入力加速度としては 0.05G、0.15G、0.25G の 3 通りとした。

さらに、兵庫県南部地震時に観測された神戸海洋気象台地震波の最大加速度(818gal)を 20%、40%、60% で加振した場合の応答加速度を測定した。

3．試験結果

入力加速度が変化した時のせん断土槽の地表面における共振曲線を図-3 に示す。入力加速度 0.05G、0.15G、0.25G の試験終了時の地表面は 12.3cm、13.8cm、14.8cm 程度沈下しており、密度が変

キーワード：せん断土槽、振動試験、柱状基礎、非線形応答

連絡先：〒807-8585 北九州市八幡西区自由ヶ丘 1-8 九州共立大学 TEL093-693-3226,093-693-3225

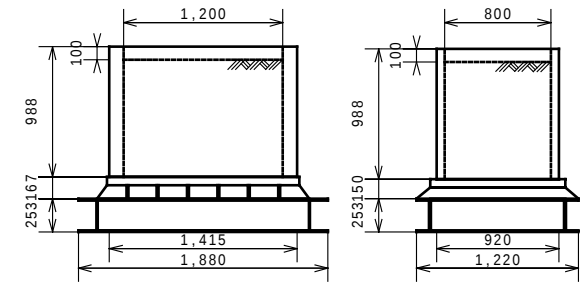


図-1 試験装置 (mm)

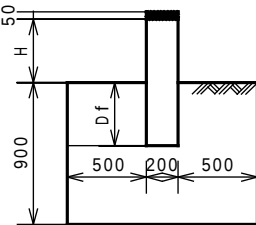


図-2 せん断土槽 (mm)

表-1 根入長と突出長

	H(mm)	Df(mm)	H/Df
CASE-A	400	400	1.00
CASE-B	700	300	2.33
CASE-C	700	500	1.40

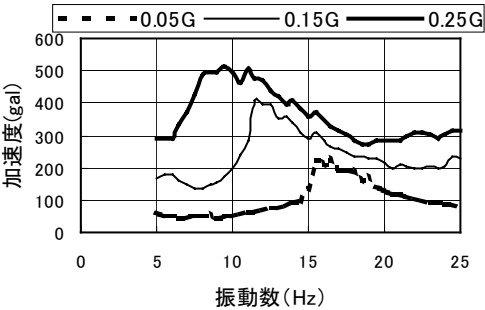


図-3 せん断土槽の共振曲線

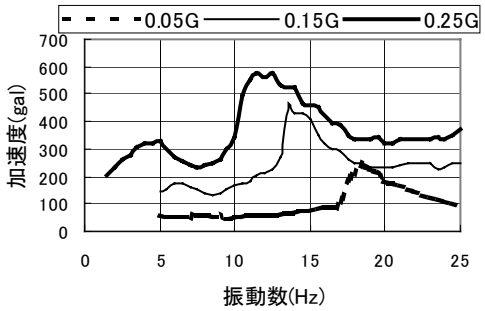


図-4 地表面の共振曲線(CASE-B)

化していた。図より、入力加速度が大きくなるほど、せん断土槽の1次の共振振動数は小さくなり、共振点近傍の周波数領域が広いことから、減衰定数は増加していることが判る。

図-4はH/D_fの最も大きいCASE-Bにおける地盤表面上の共振曲線を入力加速度レベル毎に示したものである。図-3と比較すると、模型の共振点と思われるピークが明確に現われており、模型の慣性力による影響を受けていることがわかる。

図-5はCASE-Bにおける模型頭部の共振曲線を入力加速度レベル毎に示したものである。H/D_fの最も大きいCASE-Bの共振曲線は、図-3に示すせん断土槽の形状と明らかに異なっており、模型本体の固有振動数で振動していることがわかる。図-6に各CASEを代表して、CASE-Bの2次振動における模型の振動モードを示す。応答に位相差があることから、模型上端の最大応答加速度発生時刻における相対加速度で示している。図より、模型下端を回転中心としたロッキング振動をしていることがわかる。

表-2は各CASEの1次と2次の固有振動数を入力加速度ごとに示したものである。表より1次と2次とも、H/D_fが大きいほど、あるいは入力加速度が大きいほど固有振動数が小さくなっている。

表-3に各CASEにおける模型と地盤の固有振動数比と1次振動の応答倍率を示す。H/D_fが大きいCASE-Bにおいては免振領域に近いため、他のCASEより応答倍率がかなり小さくなっている。

図-7に神戸海洋気象台で観測された地震波を最大加速度60%レベルで入力した時のCASE-Bにおける模型上端および振動台のフーリエスペクトルを示す。両者を比較すると、模型上端が11Hzにおいて多少大きく振動している以外はほぼ同じスペクトル形状を示している。これは、せん断土槽が入力と一体となって振動していたため、地盤振動による影響が小さかったためと思われる。

4．まとめ

- (1)入力加速度が大きくなった場合の模型および地盤の固有振動数の低下率はほぼ同じであった。
- (2)模型の固有振動数が地盤の固有振動数よりかなり小さい場合、免振効果が見られた。
- (3)入力加速度が大きくなると模型の振動は位相差の影響を受け、複雑な振動モードとなっている。
- (4)実地震波入力に対する模型の応答特性は、模型の固有振動数と地震波の卓越振動成分がかならずしも一致していないこともあり、明確に把握できなかった。

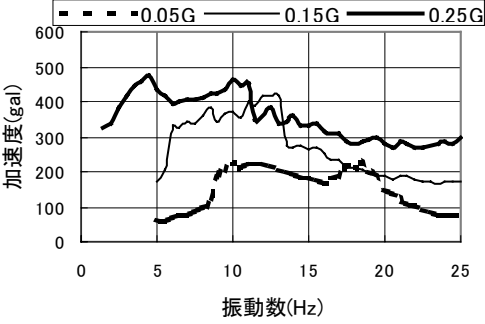


図-5 模型頭部の共振曲線(CASE-B)

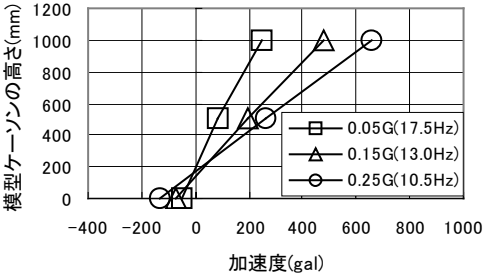


図-6 模型の振動モード(CASE-B)

表-2 固有振動数 (Hz)

	H/D _f	1次			2次		
		0.05G	0.15G	0.25G	0.05G	0.15G	0.25G
CASE-A	1.00	14.0	11.0	7.5	—	24.0	22.0
CASE-B	2.33	10.0	6.0	4.5	17.5	13.0	10.5
CASE-C	1.40	12.5	8.5	5.5	21.5	15.5	13.0
地盤	—	15.5	11.5	8.0	—	—	—

表-3 模型と地盤の固有振動数比と応答倍率

模型の1次固有振動数/地盤の固有振動数				1次振動の応答倍率		
入力加速度	0.05G	0.15G	0.25G	0.05G	0.15G	0.25G
CASE-A	0.90	0.95	0.94	7.60	4.40	3.20
CASE-B	0.64	0.52	0.56	4.40	2.20	1.88
CASE-C	0.81	0.74	0.69	6.40	3.50	3.00
地盤	1.00	1.00	1.00	4.40	2.67	2.00

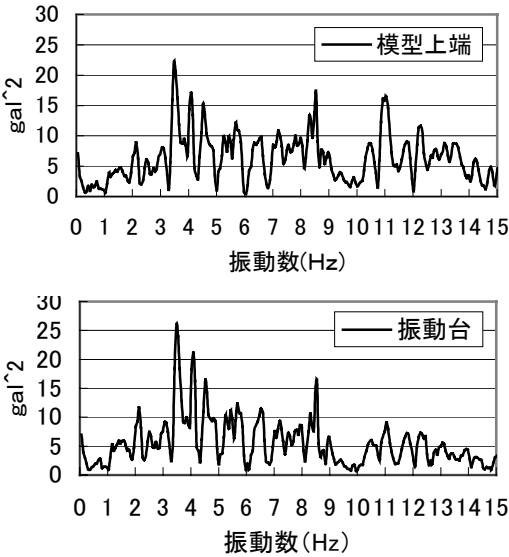


図-7 地震波入力