

剛な模型柱状基礎の動的水平試験

九州共立大学 学生員○宮原 健 (株) 白石 正会員 大石 雅彦
九州共立大学 正会員 鳥野 清 九州共立大学 正会員 前田 良刀

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計6種類の模型ケーソンを振動台上のせん断土槽に設置し、基礎と地盤の振動特性の検討を行った。

2. 試験概要

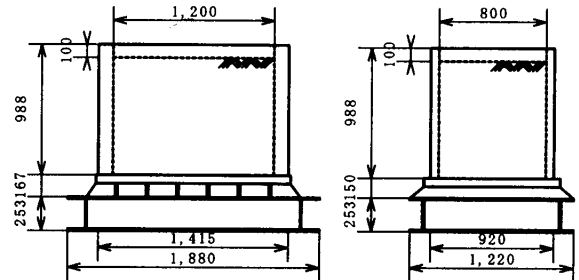
試験装置を図・1に示す。試験に用いたせん断土槽は、図・2に示すように幅120cm、奥行き80cm、高さ90cmの内容部を有し、側壁内側には、せん断変形により生ずる地盤との摩擦損失を低減するためにゴムシートが貼り付けてある。

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。本試験では地盤の単位体積重量が $\gamma_d=15.7\text{kN/m}^3$ となり、過去に実施した岡垣砂における力学的特性から、試験地盤の力学定数は内部摩擦角 $\phi=42^\circ$ 、変形係数 $E_{50}=30000\text{kN/m}^2$ となっている。

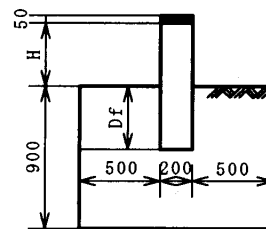
模型柱状基礎の平面寸法は $20\times 20\text{cm}$ の正方形とし、表・1に示すように根入長 D_f を30, 40, 50cm、突出長 H を40, 70cmとし、それぞれの組合せから合計6CASEに対する動的水平振動試験を行った。土槽の中央部に各CASEの模型柱状基礎を鉛直に設置し、振動台の加振振動数を5Hzから0.5Hz刻みで共振曲線を測定した。測点としては、ひずみ式加速計(最大加速度1G)を振動台上、模型から25cm離れた位置の地表、模型柱状基礎の上部、中部、下部の計5カ所とした。また、振動台の入力加速度はせん断土槽の慣性力の影響を受けることから、一定加速度になるように、各加振振動数ごとに補正をかけている。これにより、各ケースの入力加速度一定の共振曲線から、固有振動数(Hz)と応答加速度が得られることになる。

3. 試験結果

各CASEの振動試験を実施する前に、せん断土槽の動的特性を知



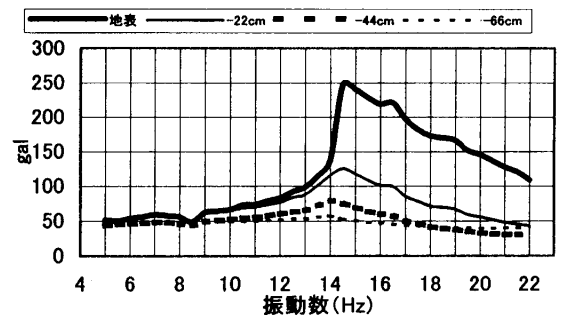
図・1 試験装置 (mm)



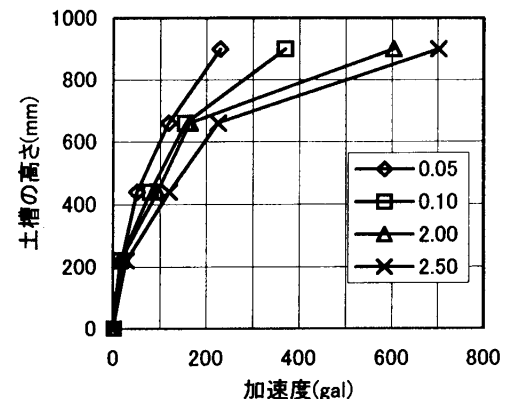
図・2 せん断土槽 (mm)

表・1 根入長と突出長

	H (mm)	D _r (mm)
CASE - 1	400	400
2	700	400
3	400	300
4	700	300
5	400	500
6	700	500



図・3 せん断土槽の共振曲線 (入力 0.05G)



図・4 地盤振動モード

キーワード：柱状体基礎，耐震設計，振動台実験，固有振動数

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 Tel.093-693-3226, 093-693-3225

る目的で共振曲線を求めた。図-3 に入力加速度 0.05G で加振した時のせん断土槽の共振曲線を示す。測点はせん断土槽中央部における地表、地表から深さ-22cm, -44cm, -66cm の位置および振動台となっている。図より、せん断土槽の1次の共振点は14.5Hzと考えられる。次に、この共振振動数14.5Hzで入力加速度を0.05G, 0.10G, 0.20G, 0.25Gと大きくした時の地盤の応答加速度を計測した。図-4 は地表が最大値になった時刻の各測点の加速度値を求め、入力加速度をゼロとした時の相対加速度を示したものである。図より入力加速度が大きくなった場合、地盤加速度の応答倍率が小さくなっている。また、地表から深さ20cmの範囲が大きく振動していることがわかる。

入力加速度0.05Gとした時の模型の代表的な共振曲線を図-5に示す。CASE-4では突出長が高いため、模型ケーソンの固有振動数が地盤の固有振動数よりもかなり小さくなっており、模型ケーソンの固有振動数である9Hzで応答加速度が大きくなっている。しかし、地盤の固有振動数である14.5Hzでは免振領域となり共振していない。CASE-6では模型と固有振動数12.5Hzと地盤の固有振動数14.5Hzが近接しているため大きく振動し、応答加速度が他のCASEに比べて大きくなっている。一方、CASE-1では模型の固有振動数が高いため、地盤の固有振動数14.5Hz近傍から応答加速度が大きくなっている。

図-6はCASE-6に対して、固有振動数12.5Hzで入力加速度を大きくした場合の振動モードを相対加速度で示したものである。入力加速度が大きくなると模型下端が逆位相になる傾向が見られる。これは、ロッキング振動にスウェイ(横揺れ)が加わったものと考えられる。

4. 固有値解析結果

表-2にTDAP-Ⅲを用いて求めた固有値解析結果と実験値を比較して示す。解析値に用いた地盤ばね定数は、道路橋示方書による式および動的載荷試験のCASE-2の固有振動数が一致するように、道示式×2.05から求めたものである。CASE-4およびCASE-6の固有振動数も動的載荷試験より求めた地盤ばね定数の解析結果が実験値に近くなっている。しかし、根入長Df=30cmでは、模型の固有振動数が実験値に比べて小さく、逆にDf=50cmの時、大きくなっていることから、深さ方向に地盤ばね定数が大きくなっていることを示している。動的載荷試験結果より、道示式はかなり地盤ばね定数を小さく見積っているものと考えられる。

5. まとめ

- (1) 地盤の固有振動数により高い固有振動数を有する柱状基礎は地盤振動で大きく共振する。また、地盤と基礎との間にかなりの相互作用が見られる。
- (2) 地盤の固有振動数に比べて、柱状基礎の固有振動数がかなり小さい場合は、柱状基礎の固有振動数において大きく振動する。また、地盤の共振点では逆に免振領域となり応答値が小さい。

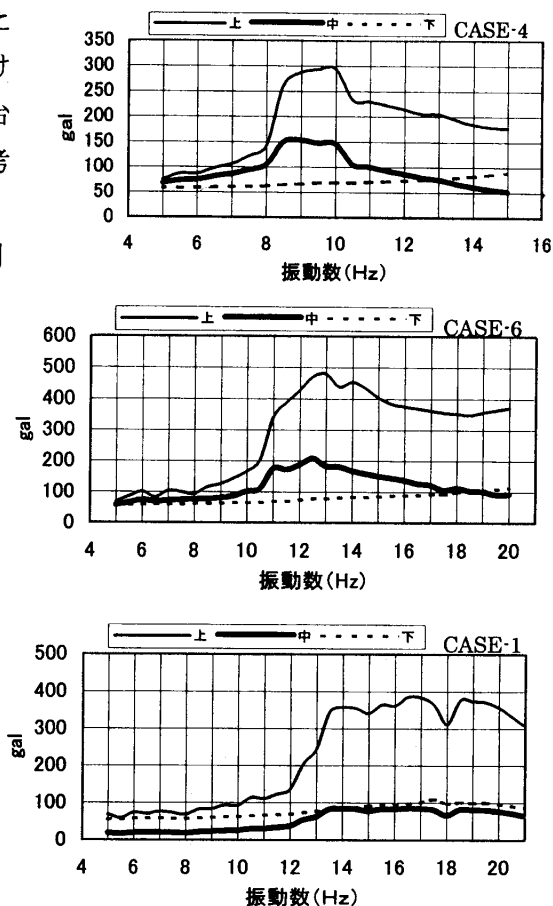


図-5 模型の共振曲線

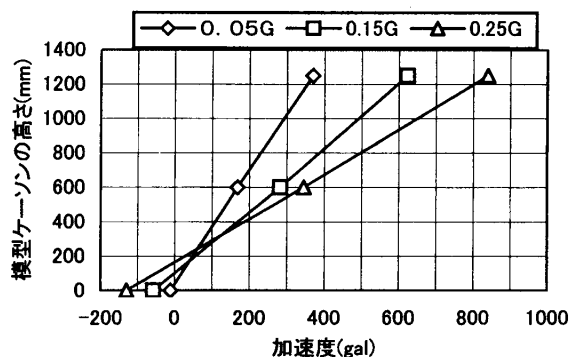


図-6 模型の振動モード(CASE-6)

表-2 模型固有振動数(Hz)

模型	実験値	解析値	
		道示	動的載荷
CASE1	-	12.7	18.2
2	11.5	8.0	11.5
3	-	9.8	14.0
4	9.0	6.0	8.5
5	-	15.6	22.3
6	12.5	10.2	14.5