

Ⅲ-A452

柱状体基礎の動的挙動に関する振動台実験

建設省土木研究所 正会員○貴志友基 正会員 福井次郎
正会員 大越盛幸 正会員 寿上隆司*

1. はじめに

ケーソン基礎に代表される深い剛体基礎および弾性体基礎（以下、柱状体基礎という）の地震時の挙動には、基礎と地盤の動的相互作用の影響など未解明な部分が多く残っており、大地震時における合理的な柱状体基礎の設計法を確立するためにはこれらを解明していく必要がある。このため、ケーソン基礎を例に模型振動台実験を行い、ケーソン基礎の動的挙動に関する検討を行った。

2. 実験概要

実験は図-1 に示すせん断土槽（4m × 4m × 2m）を三次元大型振動台（テブール寸法 8m × 8m）上に設置して行った。ケーソン模型は実構造物の 1/10 を想定して、剛体と見なせるよう板厚 32mm の鋼板を材料とした。表-1 に示すケースについて実験を実施した。試験地盤は、乾燥させた豊浦砂を用いて空中落打法により作成し、地盤の相対密度は下部 1.0m を支持地盤と想定して $D_r=80\%$ 、上部 1.0m を緩い砂地盤と想定して $D_r=50\%$ を目標として作成した。振

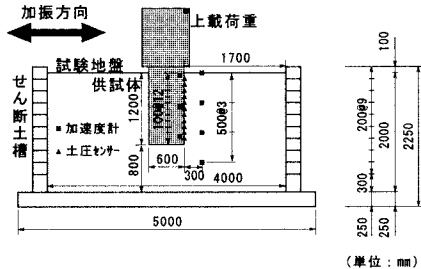


図-1 実験概要

表-1 実験ケースの諸元

ケース	CASE-1	CASE-2
供試体寸法	0.6 × 0.6 × 1.2m (根入長)	
上載荷重	12.5kN	17.2kN
上載荷重重心 (地表から)	76.2cm	87.1cm
固有振動数	19.2Hz	11.3Hz

表-2 加振計測条件一覧表

CASE	実験項目	入力加速度 (gal)	加振周波数 (Hz)	入力波形	加振時間 (秒)	計測時間 (秒)	サンプリング 周波数 (Hz)
1	共振点確認	10	1~20	正弦波	100	120	200
	周波数確認	50	1, 2, 5, 6	正弦波	10	20	200
	加振実験	50~600	2	正弦波	10~20	20~25	200
2	共振点確認	10	1~20	正弦波	100	120	200
	加振実験	50~600	2	正弦波	15	25	200

動台の加振は、水平一方向の正弦波による入力を行った。まず、試験地盤の共振点を把握するために、入力加速度 10gal、加振周波数 1 ~ 20Hz でスイープ加振を実施した。その結果、試験地盤の共振点は 11.8Hz であった。次に、加振試験で実施する加振周波数を決定するため、入力加速度 50gal で 1Hz、2Hz 及び 5.6Hz の周波数を比較した結果、応答結果の良好な 2Hz を採用することとした。加振試験は、上載荷重の異なる 2 ケースについて、最大 600gal まで加振を行った。加振・計測条件の一覧を表-2 に示す。

3. 実験結果

3. 1 履歴曲線

図-2 に CASE-2 の加速度-水平変位の履歴曲線を示す。図の縦軸は模型重心位置での応答加速度を、横軸にはケーソン基礎天端とせん断土槽天端の相対変位を表しており、各々のループは各入力加速度において基礎の振動が定常状態になったときの 1 ループを表している。この図によれば、100gal では地盤は弾性的な挙動を示し、300gal から S 字型のループ

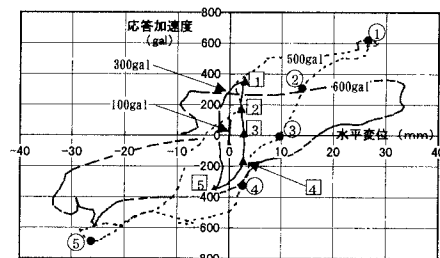


図-2 加速度-水平変位の履歴曲線 (CASE-2)

形状を呈し、非線形性が見られる。500gal では地盤が塑性化して変位が急増し、600gal に至ってさらに地盤の塑性化が進行し、応答加速度が低下していることが伺える。現行の道路橋示方書では、基礎の応答塑性率を算

キーワード：柱状体基礎、振動台実験、履歴曲線、水平地盤反力分布 ※交流研究員 (H10.4 ~ H12.3)
〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地 TEL 0298-64-4916 FAX 0298-64-0565

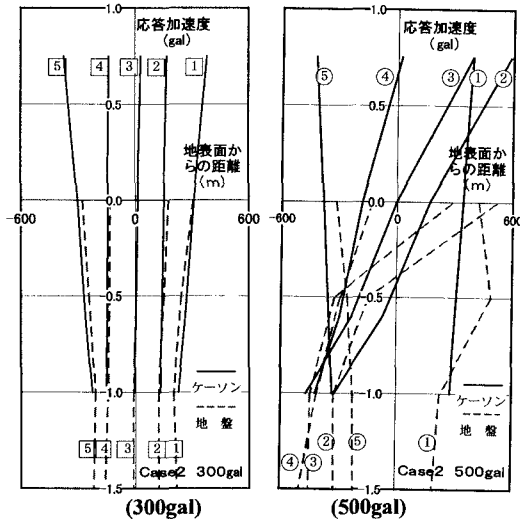


図-3 振動モード図(CASE-2)

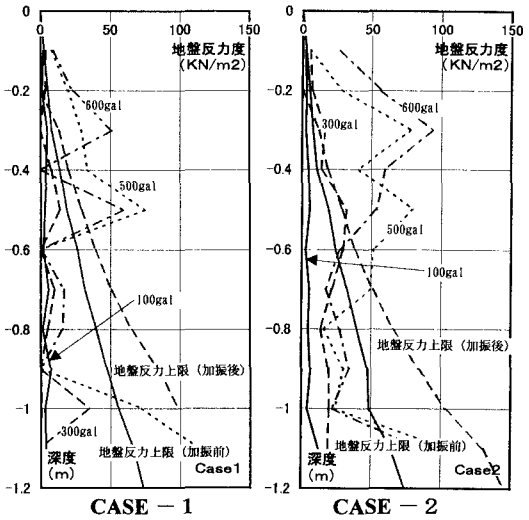


図-4 水平地盤反力分布

出する場合、設計水平震度を減衰定数別補正係数で低減することとしているが、減衰別補正係数についてはまだ十分には解明されておらず、2/3 程度としてよいこととしている。本実験の結果から、地盤の塑性化の進行に伴い、基礎の加速度の応答倍率が低下することが確認できたが、補正係数の設定については、これからも引き続き検討を進める必要がある。

3. 2 振動モード

図-3 に CASE-2 の 300gal および 500gal 加振時の振動モード図を示す。図中の番号は、図-2 中の番号の状態に対応している。300gal では、模型および試験地盤の振動は同位相に振動するモードとなっている。ケーソン基礎の応答加速度と地盤の応答加速度の加速度分布はほぼ同様で、地盤とケーソン基礎は一体となって振動している。500gal では地盤の振動は、図中の②～④にかけて上層地盤に位相の遅れが生じ、これに伴いケーソン上端と下端で位相がずれた振動となっている。特に②～③では上端と下端の加速度の符号が逆転し、ケーソン基礎が回転を起こしており、地盤の水平抵抗は、ケーソン基礎の回転中心より下側の受働抵抗によるものが大きいと考えられる。一方、④～⑤にかけてケーソン基礎の回転の方向が変わり、前面地盤を押し込む方向に回転するため、前面上層地盤の水平抵抗値が徐々に回復していると考えられる。しかし、図-2 の 500gal の履歴ループの④～⑤にかけて変位の急増していることから、実際には①～③の状態において、上層地盤に緩みが生じていたものと考えられる。

3. 3 水平地盤反力分布

図-4 に CASE-1、2 の水平地盤反力分布を示す。ここでそれぞれの反力分布は、ケーソン基礎模型の面に配置した圧力センサーより得られた地盤反力の各々の入力加速度における最大値を示したものである。この結果によると、CASE-1 では 500gal で、CASE-2 では 300gal で上層地盤の地盤反力度が道示による上限値を上回っている。また、計算モデルでは上層地盤の地盤反力度が上限値に達すると、上層地盤の地盤反力度が下層地盤に再配分されるが、そのような傾向は見られない。このため現行の道路橋示方書で考えられている抵抗土圧の3次元的な広がりやを考慮した地盤反力度の上限値の設置寸法については、動的挙動を考慮した検討を行う必要があると考えられる。

4. まとめ

せん断土槽内に作成した砂質地盤においてケーソン基礎の振動台実験を行い、その履歴特性を把握した。今後は、地盤の強度、振動特性、およびケーソンの振動特性の違いによる履歴特性の違いを明らかにするとともに、静的なくり返し载荷試験との比較を行ってきたい。