

地震時に基礎が受ける地盤抵抗に関する振動台実験（その１）

土木研究所 正会員 ○福井次郎、白戸真大、秋田直樹

１．はじめに

地震時において基礎が受ける地盤反力度は、その履歴特性実験や観測例が少ないことにより、未だ十分に解明されていない。そこで、基礎と地盤の動的な挙動や抵抗特性を把握して、大地震時における基礎の動的挙動を反映させた設計法を確立することを目的に、深い剛体基礎を地盤中に設置した模型振動台実験を実施した。

２．実験の概要

実験は、土木研究所所有の三次元大型振動台（テーブル寸法 8m×8m）上にせん断土槽（縦 4m×横 4m×高さ 2.1m）を固定し、せん断土槽内に作成した砂地盤中に実構造物の約 1/10 縮尺の基礎模型を設置して行った。

図 - 1 に実験の概要および各センサー位置を示す。はじめに支持地盤（下層）を作成し、その上に基礎を設置したのち上層地盤を作成した。地盤材料は豊浦標準砂（乾燥砂）であり、表 - 1 に地盤作成結果を示す。構造物の模型は、上部構造の重量は 11.47 kN で、その奥行き幅は 80cm、重心位置は地表面から 1.16m の位置である。かさあげ治具の重量は、4.992 kN で奥行き幅は 60cm、基礎の重量は、8.738 kN で、奥行き幅は 60cm である。基礎および治具は中空断面であり、剛性を確保するために、板厚 32mm の鋼板を用いて製作した。なお、道路橋示方書 耐震設計編の式より求めた模型-地盤系の固有周期は 11.75Hz である。

３．試験ケース

表 - 2 に示すように、今回の実験では入力波として、正弦波（Case1）と兵庫県南部地震における神戸海洋気象台 N-S 成分（以下、「神戸波」という）（Case2）を用いた。ここに神戸波は最大の加速度が目標加速度になるように、時間領域で加速度の振幅に一定値を乗じて調整した。なお、加振は正弦波、神戸波ともに 100gal、300gal、・・・の順番に加振を行った。加速度の加振は一定時間加振後、一旦停止したのち、その次の加速度での加振を行っている。また、（ ）内は、振動台上で計測した加速度の最大値である。

表 - 1 地盤作成結果

	Dr(%)	$\gamma(g/cm^3)$	$V_s(m/s)$
上層	60	1.55	200
下層	75	1.58	220

表 - 2 実験ケース

試験ケース	入力波
Case1-1	正弦波 100gal (94.20gal)
Case1-2	正弦波 300gal (276.51gal)
Case1-3	正弦波 500gal (525.73gal)
Case2-1	神戸波 100gal (88.18gal)
Case2-2	神戸波 300gal (257.72gal)
Case2-3	神戸波 500gal (347.13gal)
Case2-4	神戸波 800gal (900.55gal)

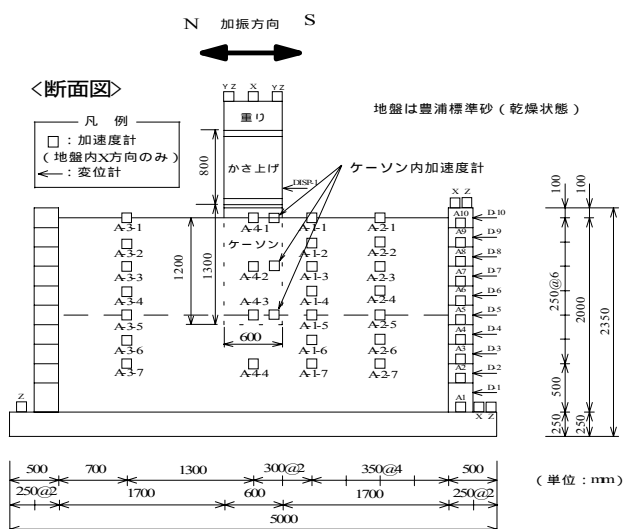


図 - 1 実験概要およびセンサー配置図

キーワード：振動台実験、基礎、地盤反力度、耐震設計

〒305-8561 茨城県つくば市南原 1-6 土木研究所

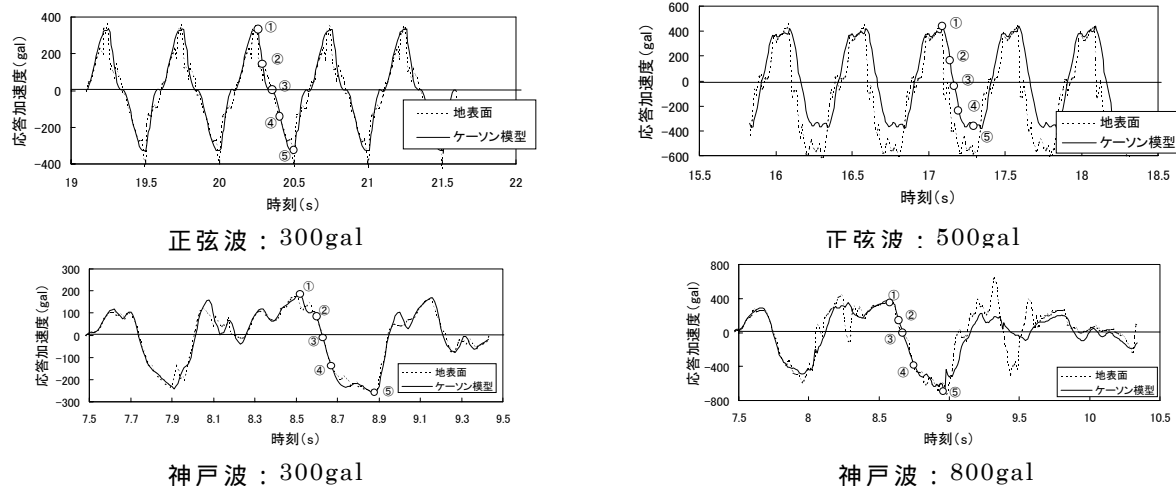


図 - 2 基礎と地盤の応答加速度

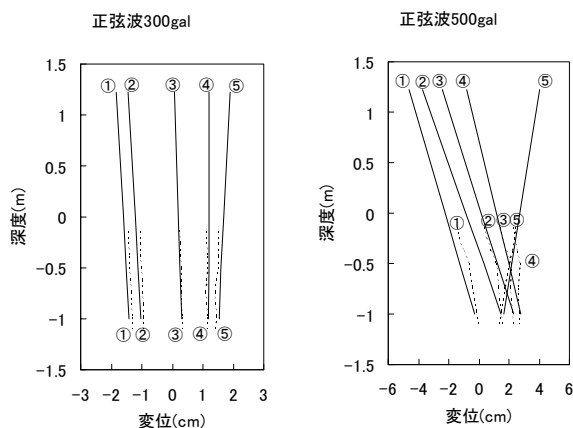


図 - 3 変位モード（正弦波）

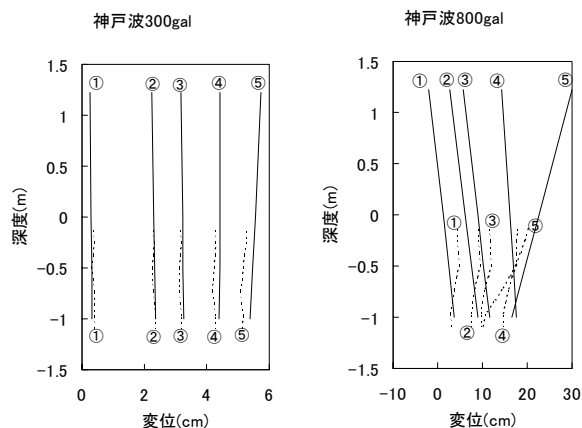


図 - 4 変位モード（神戸波）

4．実験結果

図 - 2 に正弦波 300gal、500gal および神戸波 300gal、800gal の地表面高さにおける基礎と地盤の応答加速度を示す。これより、300gal では正弦波、神戸波とも基礎と地盤の位相差はほとんどないが、加振加速度が大きくなると位相差が生じていることがわかる。

図 - 3 に正弦波 300gal および 500gal、図 - 4 に神戸波 300gal および 800gal の変位モード（実線が基礎、点線が地盤）を示す。変位モードは、図 - 2 に白丸でしめした時刻に関して算出した。ここで、変位は各加速度計で計測した加速度を 2 回積分して算出している。変位は、記録波形の卓越周期を考慮して算出するものとし、正弦波では 1.0Hz ~ 3.0Hz、神戸波では、0.2Hz ~ 20Hz の成分を抜き出して積分した。基礎に関しては、各加速度計位置での同時刻の変位分布を深さ方向に一次近似している。地盤では A-2-1 ~ A-2-7 の加速度記録より算出している。正弦波、神戸波とも 300gal 入力時では、基礎と地盤の変位の分布はほぼ同様で、同位相の振動モードを示しており、地盤と基礎は一体となって振動していることがわかる。この時、基礎の挙動は、左右へのスウェイ運動が卓越している。しかし、正弦波 500gal および神戸波 800gal 入力時では、基礎と地盤の変位分布に差が生じている。また、基礎は、スウェイモードに加え、ロッキングモードが顕著となる。

5．おわりに

今回の実験では、100gal ~ 300gal の比較的小さい地震動では基礎の挙動は地盤の挙動に近くスウェイ運動が卓越するのに対し、500gal ~ 800gal の比較的大きな地震ではスウェイ・ロッキング運動になることがわかった。

今後も実験を行い、基礎の動的解析モデルについて検討を進めていきたいと考えている。