

遠心載荷実験における地盤と直接基礎建物の動的相互作用 Seismic soil-structure interaction based on centrifuge tests

○ 田村修次・足立圭佑（京都大学）・時松孝次（東工大）
○ Shuji Tamura, Keisuke Adachi and Kohji Tokimatsu

Dynamic centrifuge tests were performed on a superstructure-footing model that was placed on a dry sand surface and subjected to two different input motions having peak accelerations of 60 cm/s^2 and 249 cm/s^2 . Two simple analyses, equivalent linear analysis (SHAKE) and dynamic response of a structure using a sway-rocking model (SR-model) were performed. The following conclusions were drawn: (1) SHAKE and SR-model analyses can simulate the recorded response of the soil and superstructure. However, the shear wave velocity of the ground that can simulate the superstructure response by an SR-model for $a_{\max}=249 \text{ cm/s}^2$ is much smaller than that of the free field estimated using SHAKE. (2) The observed relation of the base friction force with relative displacement between the footing base and the ground surface shows strong nonlinearity when $a_{\max}=249 \text{ cm/s}^2$, which probably results from the large shear deformation of the thin layer beneath the footing.

1. はじめに

近年の大地震では、 $1g$ を超える加速度、 100cm/s^2 を超える速度が観測されている。一方、大加速度、大速度にもよらず、建物の被害は比較的小さい。その要因の一つとして、地盤と構造物の動的相互作用が考えられる。しかし、大地震時における地盤と構造物の動的相互作用は、依然として不明な点が多い。そこで、本研究では、直接基礎建物に対し動的遠心載荷実験を行うとともに、SHAKE および SR モデルを用いた数値解析を行い、地震時における直接基礎建物の応答を検討する。

2. 実験概要および結果

図 1 に示す地盤-直接基礎モデルに対し、遠心載荷実験 ($40g$) を行った。地盤は相対密度 90% の豊浦乾燥砂で、層厚は 148mm である。直接基礎建物モデルは地表面上に設置した。上部構造物の固有周期は 105Hz である。上部構造物モデルの質量は 2kg 、基礎部の質量は 1kg である。入力波は臨海波を用い、その最大加速度は、小加振で 60cm/s^2 （実大スケール）、大加振で 249cm/s^2 である。以下、実大スケールで示す。

遠心載荷実験における地表面の最大加速度は、小加振で 100cm/s^2 、大加振で 422cm/s^2 であった。また、上部構造物の最大加速度は、小加振で 151cm/s^2 、大加振で 514cm/s^2 であった。入力波に対し、地盤の G/G_0 - γ 曲線は拘束圧依存を考慮して SHAKE で地盤応答を算定した。次に得られ

た地表面加速度に対して、SR モデルで上部構造物の応答を検討した。地盤バネは、Dynamical Ground Compliance (Kobori et al., 1967)を用いた。主な結果を以下に示す。

- (1) SHAKE および SR モデルで、実験で計測された地盤応答および上部構造物の応答を概ね再現することができる。ただし、SR モデルで上部構造物の応答を再現できる地盤の S 波速度は、SHAKE で得られる自由地盤の S 波速度より小さい。
- (2) 大加振時の実験で観測された地盤と基礎部の相対変位と基礎部底面の摩擦力の関係は、強非線形性を示した。これから、基礎部直下地盤の非線形性が直接基礎建物の応答に、大きな影響を与えたと考えられる。

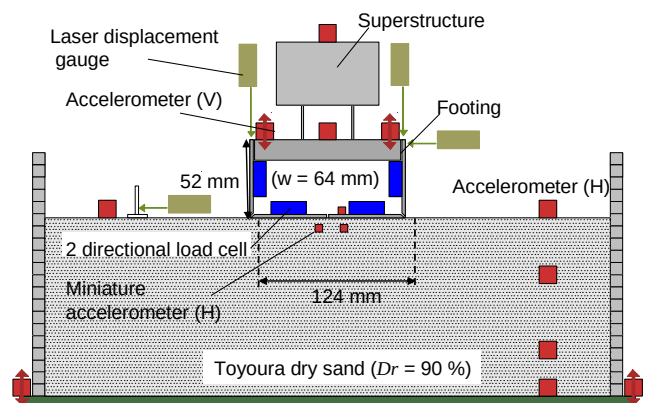


Fig. 1. Setup for centrifuge tests on footing-superstructure model.