

神戸大学工学部 学生員 ○諫山 信一

神戸大学大学院 学生員 牛垣 勝

神戸大学大学院 学生員 山本 和宏

神戸大学工学部 正 員 北村 泰寿

1. まえがき

環境振動の予測においては、地盤振動の距離減衰特性を簡便に把握することが必要である。この問題に対して、牛垣ら¹⁾はニューラルネットワークを用いて地盤定数を評価する方法を提案している。この方法を実用化するには、加振力の継続時間を制御できる簡易加振装置の開発が必要である。本報では、簡易加振装置を試作して、加振力および地盤応答の特性を調べた結果を示す。

2. 実験の概要

加振装置は落錘式で、その概略図を図-1に示す。バネは圧縮コイルバネ(バネ定数 10.4kgf/cm)を用いており、その一端は金具で台座に固定されている。ガイドを通して質量 7.30kg の重錘を自由落下させて、バネを介して地盤に作用する加振力をロードセルにより測定する。重錘の上面には加速度計を取付け、この加速度に重錘質量を乗じて計算される加振力(以下、換算力と略す)と、ロードセルによって直接測定した加振力(以下、ロードセル力と略す)を比較する。また、振動レベル計により、加振源から 5m 地点での鉛直方向の地盤振動の加速度を測定する。なお、ロードセルは TEAC, TU-GR10T (定格容量 10tf), 加速度計は TEAC, 606ST (Max. 5000G), 振動レベル計は RION, VM-52A である。

3. ロードセル力と換算力の加振力波形

砂質地盤において、120cm の高さから重錘を落下させたときのロードセル力、および換算力の時系列の一例を図-2に、周波数スペクトルを図-3に示す。

重錘-バネ系の固有振動数が約 5.8Hz (周期は約 170ms) であるから、半周期は約 86ms となる。これは、加振力の継続時間とほぼ一致していることが分かる。

また、図-2において、鋸波状の波形が重畳しているが、これはコイル素線に沿って伝播するサージ波であると考えられる。サージ波の伝播速度 V 、素線を一往復するのにかかるサージ時間 T は、 D をバネの平均径、 d を素線の直径とすれば、それぞれ次式で与えられる。

$$V = \sqrt{G/2\rho} / (D/d) \quad (1)$$

$$T = 2\pi N_e D / V \quad (2)$$

ここに、 G は素線のせん断弾性係数、 ρ は素線の密度、 N_e はバネの有効巻数である。本研究では、 $D=68\text{mm}$ 、 $d=8\text{mm}$ 、 $G=7.85 \times 10^8 \text{N/m}^2$ 、 $\rho=7850 \text{kg/m}^3$ 、 $N_e=12.5$ のバネである。上式より、サージ時間は $T=20\text{ms}$ (50Hz) と計算される。図-2に見られる鋸歯状波形の周期にほぼ一致しているが、図-3の周波数スペクトルには顕著には表われていない。

図-2(a)のロードセル力の波形では、0.2s以降に周期的な波形が生じているのが分かるが、図-2(b)の換算力波形では認められない。落錘が二度打ちしないように操作しているため、バネの自由振動が原因であると考えられる。また、図-3の周波数スペクトルにおいて、ロードセル力では 22Hz 付近に卓越したピーク振動数が見られるが、換算力ではそれが見られない。これより、バネ自重-バネ系の固有振動数が 22Hz 付近にあることが分かる。

4. 地盤応答の実測とシミュレーション

図-4は、図-2に示した加振力を作用させたとき、加振源から 5m 地点における地盤振動の鉛直加速度

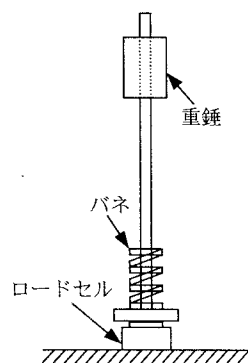


図-1 装置の概略図

の時系列変化である。地盤振動は加速度波形で示されているため、高振動数が強調されており、図-2 の加振力波形に対応した応答波形とはなっていない。

参考のため、地盤を半無限粘弾性体に模擬し、実測のロードセル力を模擬地盤に作用させたときの地盤振動の時系列を図-5 に示す。模擬地盤の地盤定数は文献 1)の地盤定数評価法を用いて推定している。また計算上、加振力波形では80Hz以上の周波数成分をカットしている。地盤定数の推定値は、せん断波速度 v_s が110.4m/s、地盤の密度 ρ_s が17.2kN/m³、減衰定数 h が0.019である。図-5 から、実地盤と半無限粘弾性体に模擬した地盤の応答は良好な対応を示していることが分かる。

5. あとがき

簡易加振装置の開発には、いくつかの問題点があることが分かった。加振力の波形および継続時間は概ね期待したものであったが、サージ波の発生、バネ自体の自由振動をいかに取り除くかが今後の問題である。サージ波対策にはバネ長、自由振動対策には何らかの治具を考えることなどが必要である。

文献 1) 牛垣・北村：ニューラルネットワークによる地盤振動予測のための地盤定数同定，第50回理論応用力学講演会，104，2001.1

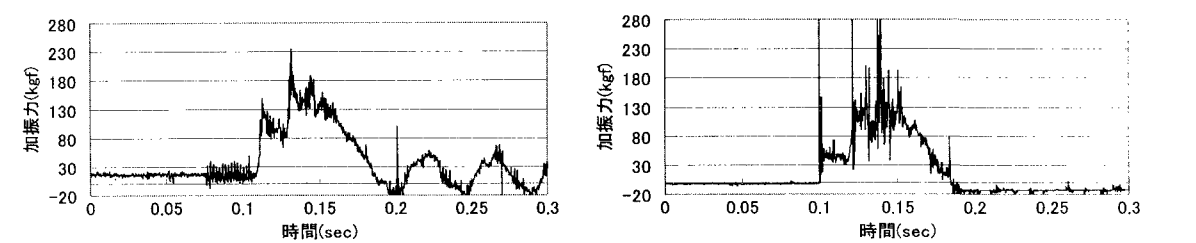


図-2(a) ロードセル力

図-2(b) 換算力

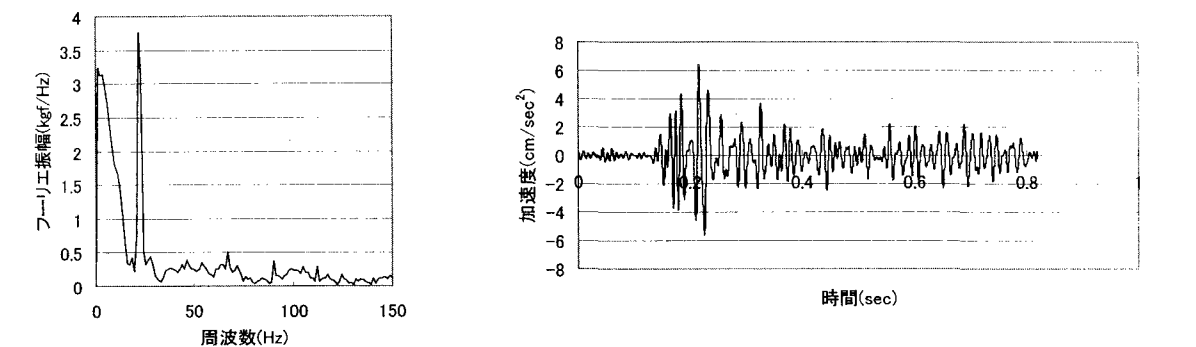


図-3(a) ロードセル力のスペクトル

図-4 実地盤の加速度応答

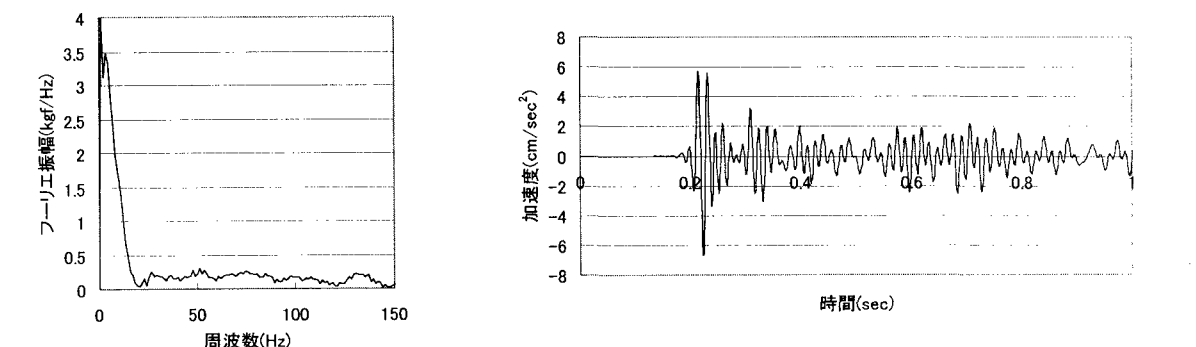


図-3(b) 換算力のスペクトル

図-5 模擬地盤の加速度応答