

I - 699

不整形軟弱模型地盤の振動台実験とその動的応答性状

鉄道総合技術研究所 正会員 ○蔣 建群

同上 奥村文直

同上 西村昭彦

同上 澤田 亮

1 まえがき

最近の地震破壊の結果から局所的な地盤条件が地表面応答性状をかなり影響していることが分かる。構造物耐震設計の観点からは地盤－基礎－構造物の相互作用を考慮する必要があることも認識されている。本報ではそれらの要素を解明するための模型実験のうち、不整形地盤震動の波動伝播特性を把握することを目的として行った部分について述べる。不整形な境界面の存在は地震入射に対して波動の散乱現象を生じ、一様地盤の応答とは大きく異なると予想され、長大橋梁等の線形構造物では、破壊につながる大変位を生ずる危険性がある。本報の検討は列車の速度向上にともない、地震時の列車の走行安全性の確保にとっては、重要な意義を持つ。以下に、振動台実験の概要を述べると共に、数値解析の結果との比較で考察する。

2 実験概要

不整形軟弱地盤の模型形状を図1に示す。模型は、基盤の谷斜面は 45° の傾斜角を持つ台形地盤とし、長さの縮尺率を $1/40$ と設定した。この場合模型諸量の縮尺率は表1のようになる。模型地盤の作成にあたり、まず模型型枠（基盤用）に発砲スチロールを付けた補助版を設置して、石膏を流し込む。次に補助版を外し、軟弱層厚の半分の厚さまでシリコンを流し込む。それから所定の位置に加速度計を設置して、シリコンを流し込み、実験用の軟弱層を作成する。実験に使用した計器については、模型地盤地表面と地中に軽量小型圧電型加速度センサを埋設したほか、基盤の上にもサーボ型加速度計を設置した。

振動実験は基本的には、X軸方向（面内方向）とX軸直角方向（面外方向）にそれぞれ水平加振し（周期波入力）、振動台加速度を 10 (gal) 程度として加振周波数 30 (Hz) 付近までの範囲で $0.1 - 1.0\text{ (Hz)}$ ピッチに変えさせ、設置したピックアップにより水平と鉛直加速度を測定して行ったものである。これらの測定記録を再生する時、振動台油圧ポンプ等から伝達される高周波数ノイズを除くため、ローパスフィルターを使用した。実験結果は次の数値解析と一緒に考察する。

3 数値解析

文献2）で既開発の地盤－基礎－構造物の動的相互作用を考慮できるプログラムを用いて地震応答解析を実施した。但し、本実験では軟弱地盤にはシリコンゴム、基盤層には石膏を使っているため（両者の弾性

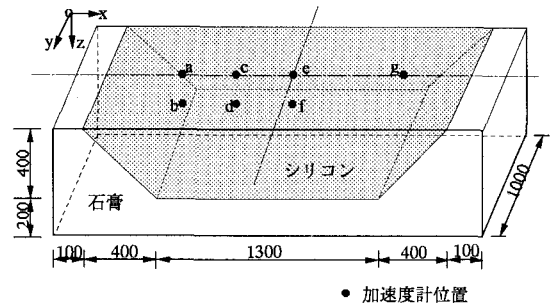


図1 振動台実験模型

表1 模型の縮尺率

長さ	時間	密度	速度	加速度	振動数	弾性係数
0.025	0.158	0.7	0.158	1.0	6.33	0.018

表2 模型地盤の物性値

単位体積質量 $\rho\text{ (t/m}^3\text{)}$	ポアソン比 ν	減衰定数 $\beta\text{ (%)}$	せん断波速度 $v_s\text{ (m/s)}$
0.97	0.49	15	5.0

係数がかなり違う）、基盤と軟弱地盤との相互作用を無視できると考える。軟弱層はFEMでモデル化し、動的応答性状を鉛直地震入射に対して面内2次元と面外一次元の振動数応答解析によって把握する。実験と解析による伝達関数は図2～図5で示した。明らかに、一樣地盤とは異なる応答性状が表われている。特に、地盤の中央部ではかなりの増幅をみられる。また、面内では共振振動数($f=4\text{Hz}$)は水平地盤の($f=3.125\text{Hz}$)よりやや大きくなっている。これらは不整形な境界面の存在で、地盤層内の波動散乱によるものと考えられる。面外の場合の解析と実験の結果は面内の場合と比べるとあまり一致していないことは面外の三次元効果と考えられる（解析上では $\sigma_y=0$, $\varepsilon_y=0$ と仮定する）。

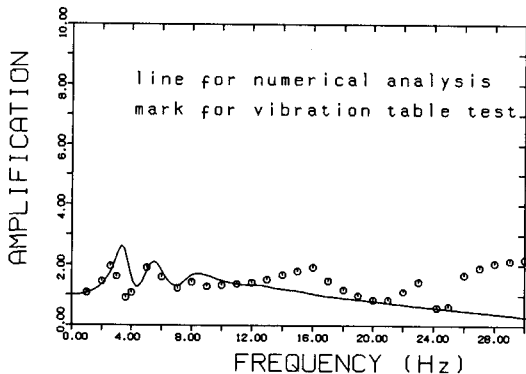


図2地表面サイド(a)の水平応答倍率(面外)

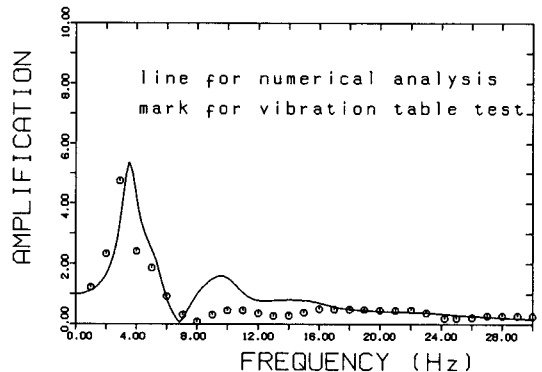


図3地表面中央(e)の水平応答倍率(面外)

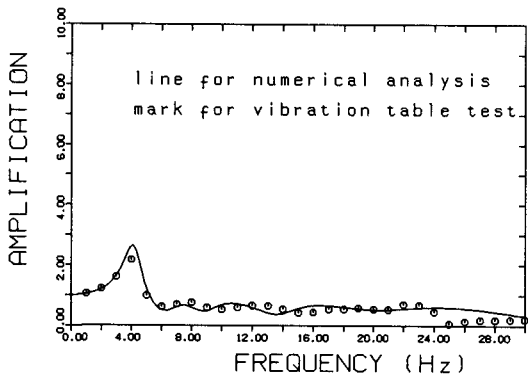


図4地表面サイド(a)の水平応答倍率(面内)

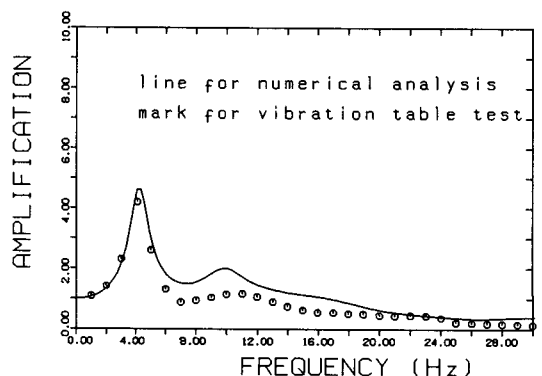


図5地表面中央(e)の水平応答倍率(面内)

4 あとがき

本文では、模型実験と数値解析の比較から、軟弱不整形地盤の動的応答性状が判明した。結果の一致からは既開発した解析システムの合理性の検証にもなっている。これから、不整形軟弱地盤上における長大橋梁の耐震設計法を確立するため、引き続き、地盤・基礎・構造全体系の模型実験と数値解析を行う予定である。これは地表層応答評価のほか、それに応じて多点入力系の構造解析、基礎との相互作用等の影響を中心にして、検討していく。

5 参考文献

- 1) 深井直光その他：シールドトンネルの模型振動実験に用いた地盤の挙動について，土木学会第47回年次学術講演会講演概要集，1992年9月。
- 2) 蔣建群その他：不整形軟弱地盤上における連続高架橋の地震応答性状，土木学会第47回年次学術講演会講演概要集，1992年9月。