

直接基礎-複合地盤の非線形相互作用と応答低減効果に関する実験研究 (その3) 遠心載荷装置を用いた砂質地盤上の建物模型の振動台実験

正会員 ○本村友一^{*1} 正会員 藤井 達^{*2}
 正会員 島村 淳^{*3} 正会員 柏 尚稔^{*4}
 正会員 田村修次^{*5} 正会員 宮本裕司^{*6}

複合地盤材料 地震応答低減 直接基礎
 非線形相互作用 遠心載荷装置 砂質地盤

1. はじめに

本報では、砂質地盤上における改良地盤も含めた基礎-地盤系の非線形相互作用効果を調べるために行った、遠心振動実験について報告する。

2. 実験方法

2.1 試験体

実験は遠心載荷装置を用いて 40G 場で行っており、プロトタイプに対する模型スケールの相似比は 1/40 である。実験モデルの平面図と断面図を図 1 に示す。実験に用いたせん断土槽は、幅 450mm、奥行き 150mm、深さ 200mm である。建物模型の平面図と立面図を図 2 に示す。以下の計測結果の長さ及び時間は、全てプロトタイプスケールで表記する。

建物模型の固有振動数はプロトタイプで 3.7Hz である。建物上部、板ばね、基礎の上から 3 分の 1 は真鍮製(密度 8.4g/cm^3)で、基礎の下 3 分の 2 の部分は超々ジュラルミン製(密度 2.8g/cm^3)である。

改良地盤は(その 1)の表 2 に示した高減衰ゴムチップと繊維材を配合した No.2 の複合地盤で、建物模型の基礎周囲を厚さ 20mm(プロトタイプで 800mm)で囲っている。周辺地盤は乾燥した豊浦砂を空中落下法で製作した。地盤の相対密度は $Dr=90\%$ に設定した。

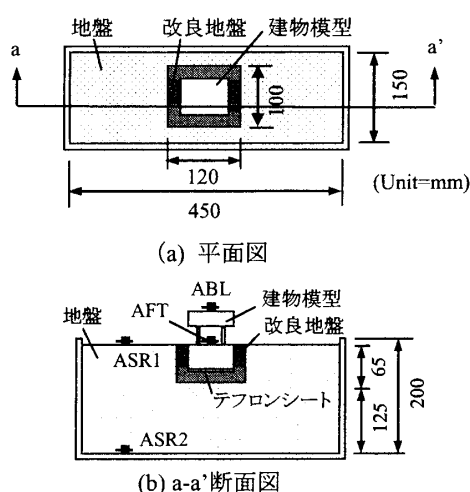


図 1 実験モデルの平面図と断面図

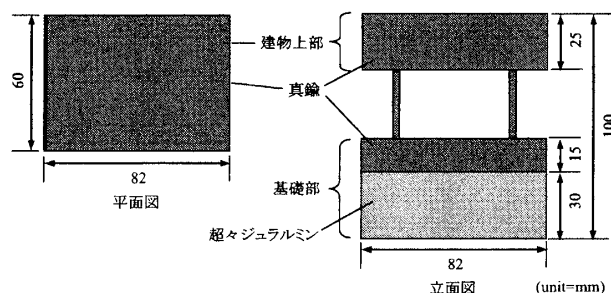


図 2 建物模型の平面図と立面図

2.2 計器配置

実験では加速度計を図 1(b)の■印で示す位置に配置した。建物模型については、建物上部に 1 点(ABL)、基礎に 1 点(AFT)を設置した。地盤は、地表面上に 1 点(ASR1)、地中に 1 点(ASR2)を設置した。地表面上の ASR1 は建物から十分に離して設置し、ASR2 は ASR1 の直下に設置した。

2.3 加振ケースと入力地震波

加振は、基礎底面位置の埋め込み深さ 45mm と 15mm (プロトタイプで 1800mm と 600mm)で、テフロンシートにより基礎底面の滑りの有り無しの場合について行った。入力波は、加速度振幅を 2 種類(大、小)に変化させた八戸波(1968 NS)と臨海波である。図 3 に加速度時刻歴波形をそれぞれ示す。小加振は大加振の約 1/8 の振幅として入力している。

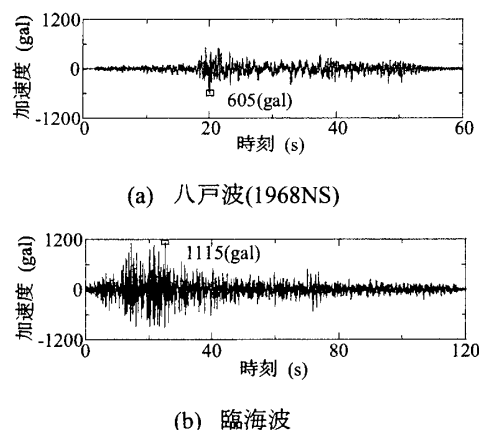


図 3 入力地震波の加速度時刻歴

3. 実験結果と考察

表 1 に、建物上部、基礎部、地表面、入力地震動の最大加速度を一覧にして示す。入力動と地表面の最大加速度を比較すると、八戸波、臨海波の小加振時には共通して地表面の方が大きくなり、地盤による地震動の増幅効果が認められる。大加振時には地表面の最大加速度の方が小さくなっている。テフロンシートの有無で比較すると、テフロンシートを底面に貼り付けた場合の方がほとんどのケースで、建物上部、基礎の加速度が小さくなる。また、この傾向は大加振入力時の方が顕著である。

表 1 最大加速度一覧

入力波	埋め込み 深さ	テフ ロン	上部 (gal)	基礎 (gal)	地表面 (gal)	入力 (gal)
八戸波 小加振	1800mm	なし	117.3	113.2	164.4	75
		あり	110.1	93.6	94.1	70
	600mm	なし	206.7	109.7	145.5	77.3
		あり	196.1	109.7	128.8	74.5
八戸波 大加振	1800mm	なし	514.8	510.1	626.3	667.5
		あり	420.4	445.8	504.4	605
	600mm	なし	863.9	529.7	794.4	661.8
		あり	683.7	430.7	663.1	615.4
臨海波 小加振	1800mm	なし	233.1	192.9	240.3	155
		あり	227.4	209.6	248.7	122.5
	600mm	なし	371	211.3	221.8	123.6
		あり	349.8	224.8	219.4	139.1
臨海波 大加振	1800mm	なし	664.9	918.2	979.3	1140
		あり	544.8	771.4	858.5	1115
	600mm	なし	1097	904.2	1058.9	1069.2
		あり	972.6	834.6	1054.2	1091.7

大加振時と小加振時を比較するため、埋め込み 1800mm の八戸波入力時の地表面に対する建物上部の伝達関数を図 4 に示す。小加振に比べ大加振の方が卓越振動数は小さくなり、応答倍率も小さい。この傾向は、埋め込み深さ、テフロンシートの有無に関わらず見られた。この原因としては、周辺地盤の塑性化が一因に挙げられる。

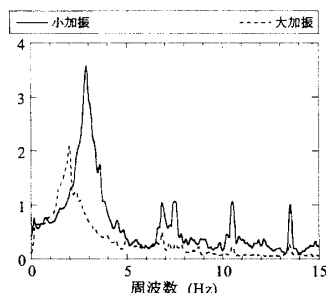
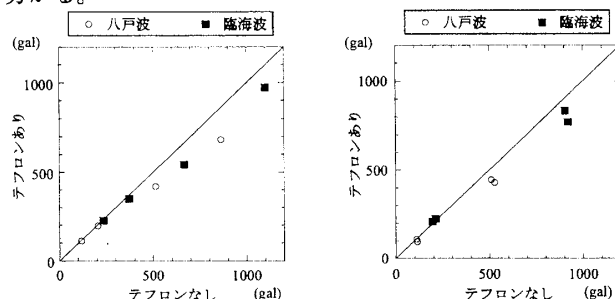


図 4 伝達関数の比較 (八戸波, テフロンあり)

テフロンシートの有無の効果について比較するため、埋め込み深さ 1800mm と 600mm の加速度最大値を建物上部と基礎部でそれぞれ比較し、図 5 に示す。小加振時にはテフロンシートの効果は見られないが、大加振時にはテフロンシートによって建物応答が低減していることが分かる。

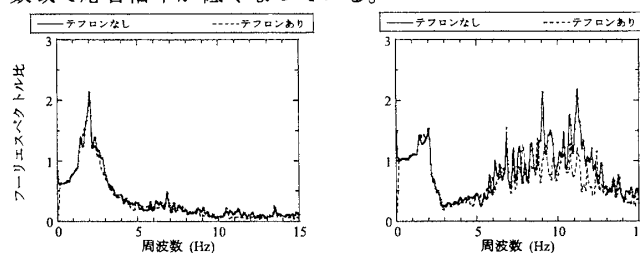


(a) 建物上部

(b) 基礎

図 5 応答最大値比較 (テフロンなし - あり)

八戸波大加振時の地表面に対する建物上部と基礎部の伝達関数をそれぞれ比較し、図 6 に示す。建物上部ではほとんど差が見られなかったが、基礎部では、テフロンシートを貼り付けた場合の方が基礎のスウェイする振動数域で応答倍率が低くなっている。



(a) 上部/地表

(b) 基礎/地表

図 6 伝達関数比較 (テフロンなし-あり)

4. まとめ

本研究では、複合地盤を用いた埋め込み基礎が入力レベルや基礎底面の接触条件の違いで建物応答にいかなる影響を及ぼすかを検討した。以下にまとめを示す。

- ①大加振により直接基礎周辺の地盤が塑性化したことによって、応答振幅が小さくなり、連成系の固有振動数は低くなることが確認できた。
- ②テフロンシートを基礎底面に貼り付けて、改良地盤と基礎底面間の摩擦を小さくし、側方の複合地盤の抵抗に期待した基礎構造は、建物応答を低減することを確認した。今後研究を進め、さらに応答低減効果を発揮する基礎構造の開発を行いたい。

*1 東京大学大学院工学系研究科 修士課程 (元: 大阪大学)

*2 大阪大学大学院工学研究科 修士課程

*3 ケミカルグラウト(株)

*4 大阪大学大学院工学研究科 助教・博士(工学)

*5 京都大学防災研究所 准教授・博士(工学)

*6 大阪大学大学院工学研究科 教授・博士(工学)

*1 Graduate Student, School of Eng., The Univ. of Tokyo

*2 Graduate Student, Graduate School of Eng., Osaka Univ.

*3 Chemical Grouting Company

*4 Assist. Prof., Graduate School of Eng., Osaka Univ., Dr. Eng.

*5 Assoc. Prof., DPRI, Kyoto Univ., Dr. Eng.

*6 Prof., Graduate School of Eng., Osaka Univ., Dr. Eng.