

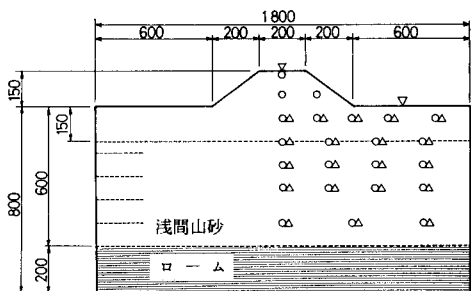
建設省 土木研究所 正員 松本 秀應
 “ 佐々木 康
 “ 近藤 益央

1. はじめに 日本海中部地震等既往の地震により数多くの道路盛土など、盛土形式の構造物に甚大な被害を受けた。これらの被害の多くは地盤の液状化によるものであり、砂質地盤上の盛土の耐震性を検討するにあたり、液状化の影響を無視することはできない。液状化する地盤上の盛土の地震による変形量は、地震力の大きさ、液状化の程度、液状化する層厚などの影響を受けることが知られている。本稿は、このうち液状化する層厚の影響に着目して行った振動台実験について報告するものである。

2. 実験の概要 振動台上に観測窓を有する土槽を設置し、土槽内にロームを用い液状化を起こしにくい層を作成した後、その上部に水中塔下法により浅間山砂を用いて液状化を起こしうる地盤模型を作成した。地盤模型が完成した後に、気乾状態の浅間山砂を用いて盛土模型を作成した。模型の形状は図-1に示すとおり、左右対称の全断面模型であり、側面には着色した砂により10cm間隔のメッシュを作成し、地下水位は地盤表面と一致させた。模型条件としては、盛土および地盤の締固め条件は同一とし、浅間山砂を用いた液状化を起こしやすい層の厚さのみを15cmから60cmまで変化させることを目標としたが、実際の模型は表-1に示すとおり盛土の相対密度が25~40%、地盤の相対密度が61~80%の模型となった。加振条件は、加振振動数5Hzの正弦波により一定加速度で8秒間(40液)継続した。一度加振した後は、間隙水圧が消散したことを確認の後に、加速度を増加し盛土の変状が十分大きくなるまで加振を繰り返した。各模型の加振実験における各加振段階と振動台の実用最大加速度の関係を表-2に示す。加振中は側面の観測窓よりステールカメラにより模型の変形状況を記録した。また、盛土天端には変位計を設置し盛土天端の沈下量を計測した。

3. 実験結果 模型完成後、本実験に先立って行った共振実験の結果の例を図-2に示す。縦軸の増幅率は、盛土天端中央における応答加速度振幅を振動台の加速度振幅に対する比で表わしたものである。これより、盛土模型の共振振動数は17~18Hz程度であり、液状化を起こしやすい層厚の大小にかかわらずほぼ等しい振動特性を有していることがわかる。

振動台加速度と盛土天端の累積沈下量の関係を図-3に示す。これより、液状化層厚が60cmのA-6の場合を除くと、同一振動台加速度に対する盛土天端の累積沈下量は、液状化層厚が30cmまでの模型では層厚に比例して増加する傾向にあり、層厚が



○ 加速度計
 △ 間隙水圧計
 ▽ 変位計

図-1 実験模型概要

表-1 実験模型の物理特性

模 型 No.	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6
液状化層厚 [cm]	15	20	30	40	50	60
乾燥単位体積重量 γ_d [t/m ³]	盛土 1.39 地盤 1.49	盛土 1.38 地盤 1.50	盛土 1.41 地盤 1.54	盛土 1.41 地盤 1.48	盛土 1.42 地盤 1.49	盛土 1.38 地盤 1.49
間 隙 比 e	盛土 0.905 地盤 0.769	盛土 0.915 地盤 0.762	盛土 0.877 地盤 0.718	盛土 0.878 地盤 0.786	盛土 0.861 地盤 0.778	盛土 0.917 地盤 0.768
相 対 密 度 D_r [%]	盛土 28.2 地盤 66.0	盛土 25.4 地盤 67.8	盛土 36.0 地盤 80.2	盛土 35.7 地盤 61.3	盛土 40.4 地盤 63.5	盛土 24.9 地盤 66.3

表-2 振動台の実用最大加速度

模 型 No.	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6
液状化層厚 [cm]	15	20	30	40	50	60
加振段階 1	36	37	36	32	38	36
加振段階 2	71	74	68	60	68	68
加振段階 3	103	103	103	100	100	100
加振段階 4	139	133	134	132	132	128
加振段階 5	171	164	163	159	161	167
加振段階 6	204	197	—	—	—	195

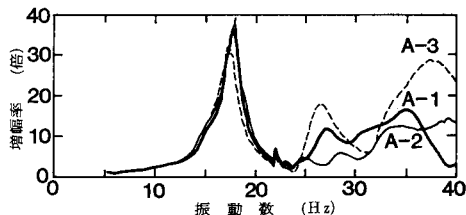


図-2 共振曲線 (盛土天端中央)

30cmを越える模型では層厚によらずほぼ等しい沈下量を示す。

地盤および盛土の変形状況を見るために、側面の観測窓より撮影した写真から、加振段階3（振動台加速度約100gal）、4（約130gal）、5（約160gal）終了時におけるメッシュの変位を重ね書きしたものが図-4である。液状化層厚が5cmと薄いA-1の場合には、液状化層の下端近くまで地盤に水平変位が認められ、地盤の水平変位は地表面において最大となっている。液状化層厚が50cmと厚いA-5の場合には、地盤の水平変位が認められる領域が地表面より30~40cmの深度まで広がり、地盤の水平変位は地表面で最大とはならず、地表面より20~30cmの深度において最大となる。また、A-1の場合には盛土の底下が盛土法面が法尻に向って広がることにより生じているのに対し、A-5の場合には盛土全体が地盤内にめり込む形で沈下を生じている。

加振段階5（振動台加速度約160gal）の加振終了直後における過剰間隙水圧比の分布の例を図-5に示す。間隙水圧は実測値を用い、有効土載重はFEM解析により求めた値を用いている。A-1（液状化層厚15cm）およびA-5（50cm）の場合には、盛土直下地盤では過剰間隙水圧比が0.5~0.7程度、盛土周辺の地盤では0.7~1.0と高く、特に周辺地盤においては完全液状化の状態に近いことがわかる。図-3に示したとおり、沈下量の小さいA-6（60cm）の場合には、盛土周辺の地盤においては0.7~1.0程度と高い過剰間隙水圧比を示しているが盛土直下地盤では0.2~0.5程度と他の模型より小さな値を示しており、盛土直下地盤が十分に軟化していないことが考えられ、これが沈下量を小さくした要因と考えられる。

4. まとめ 同一入力加速度に対し盛土天端の沈下量は、液状化層厚が厚いほど大きくなる傾向にある。しかし、液状化層厚がある層厚を越えると層厚の違いが沈下量に与える影響は著しいものではなく、この限界の層厚は、液状化層厚が厚い場合に地盤の水平変位が認められる領域の深度とほぼ一致する。

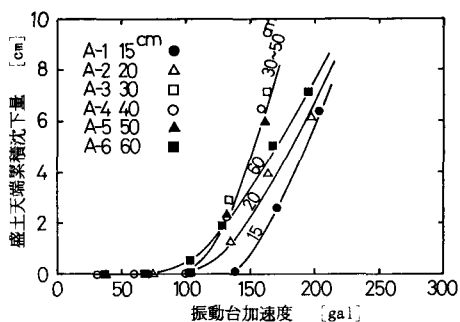


図 3 盛土沈下量と振動台加速度の関係

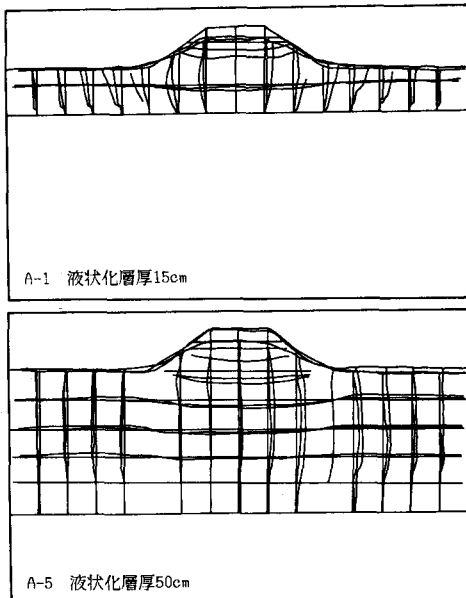


図-4 メッシュの変位図

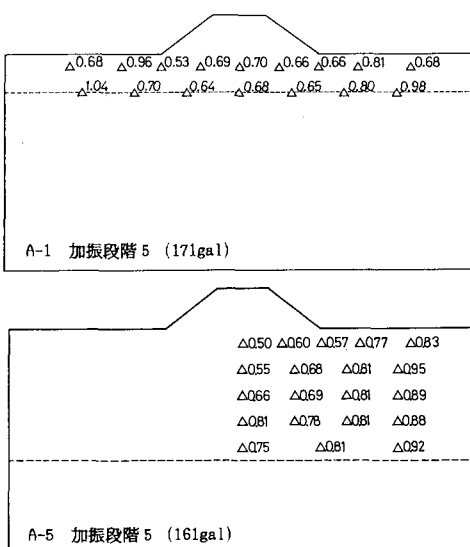


図-5 過剰間隙水圧比の分布図