

## 基礎地盤の液状化による盛土の崩壊に関する動的遠心模型実験

日本道路公団試験研究所

正員 殿垣内 正人 正員 杵山 務

基礎地盤コンサルタンツ（株）

正員 ○藤原 幸彦

後藤 政昭

鹿島技術研究所

正員 大保 直人

正員 本田 満彦

正員 鈴木 理恵

1. はじめに 大規模地震によって液状化が発生し高速道路盛土部が甚大な被害を受けた場合、走行車両の安全性が損なわれるばかりでなく、復旧期間における経済的損失は大きく、救援道路としての機能が果たせなくなる等の社会的な問題が生じる。対策工法の実施や復旧方法を検討する場合、液状化やそれによる盛土の崩壊を定量的に把握する必要がある。本論では動的遠心模型実験を用いて基礎地盤の液状化に伴う盛土の崩壊メカニズムを解明するための基礎実験として、間隙流体の粘性が液状化発生・盛土崩壊に及ぼす影響を報告する。

2. 実験概要 実験は50g（gは重力加速度）場で行った。実験モデルは東名高速道路の標準的な盛土（盛土天端幅25m、高さ8m、法勾配1:1.8）が緩い飽和砂質土地盤上にある場合を想定し、その1/5（盛土天端幅5m、盛土高さ1.6m、全盛土幅11m）に対する1/50の寸法とした。実験モデルの概要及び計測器の配置を図-1に示す。基礎地盤モデルは土槽（内寸法：B44cm、W19.5cm、H35cm）内に乾燥した豊浦標準砂を空中落下法にて層厚12cmに撒きだした後に飽和させた。盛土モデルは、カオリン粘土と豊浦標準砂を1:5の割合で混合したものを含水比9%程度に調整し、専用モールドを用いて突固め、飽和した基礎地盤モデル上に設置した。間隙流体は透水速度の違いが液状化に与える影響を見るため、水と50g場で相似則を満足する水の約50倍粘性のメチルセルロース水溶液を用いた。入

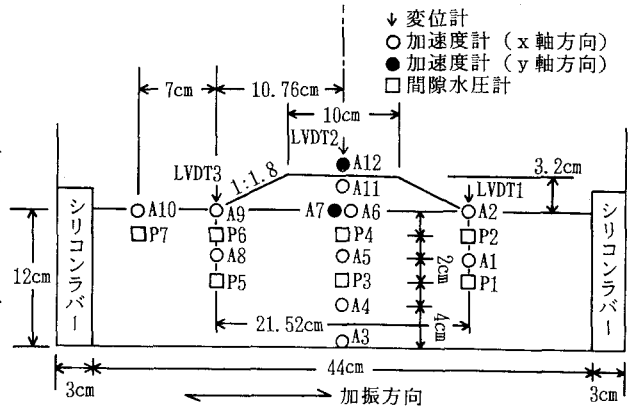


図-1 実験モデルの概要と計測器の配置

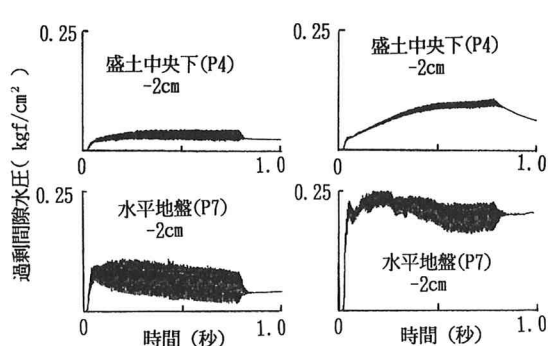
表-1 実験ケース

|       | 間隙流体     | 粘度<br>(水に対する倍率) | 基礎地盤           | 盛土（作成時） |          | 最大入力<br>加速度（g） |
|-------|----------|-----------------|----------------|---------|----------|----------------|
|       |          |                 | 相対密度 $D_r$ (%) | 含水比 (%) | 湿潤密度 (%) |                |
| ケース-1 | 水        | 1               | 53             | 9.1     | 1.86     | 7.7            |
| ケース-2 | メチルセルロース | 45              | 56             | 9.2     | 1.91     | 8.2            |

力加振波は200Hzの正弦波を0.8秒間入力した。各実験ケースの実験モデル条件及び最大入力加速度を表-1に示す。なお計測項目は、盛土及び基礎地盤モデルの応答加速度、間隙水圧及び鉛直沈下量で、図-1に示す各位置にて計測した。

## 3. 実験結果とその考察

(1) 過剰間隙水圧 図-2に両ケースの盛土中央下-2cm(P4)と水平地盤部-2cm(P7)の過剰間隙水圧の実測波形を示す。水平地盤部ではメチルセルロース水溶液を使用したケース2の場合、加振開始後すぐに大きな過剰間隙水圧が発生し加振中はほぼ一定の値を示している。一方、水を使用したケース1では、加振開始直後にある程度の過剰間隙水圧上昇が見られるがすぐに消散の現象がみられ、その値はケース2より小さい。盛土中央下の過剰間隙水圧の上昇は、両ケースとも水平地盤部の半分程度であり、加振開始直後の急激な上昇は見られないが、ケース2では加振中に増加傾向が見られ、ケース1の倍以上の値を示している。図-3に、モデル中央及び法尻付近の加振開始後0.5秒経過時の過剰間隙水圧の分布を示す。ケース2の方が全体的に大きな過剰間隙水圧が発生し、それは盛土中央下よりも法尻付近で大きいことが分かる。以上の結果は、間隙流体の透水速度が速いケース1では液状化が発生しなかったが、ケース2では盛土左右の水平地盤部で完全液状化に近い状態が発生し、盛土下部は盛土の荷重効果の影響により液状化には至らない程度の過剰間隙水圧の上昇が見られたことを示している。



ケース1（水使用） ケース2（メチルセルロース使用）  
図-2 過剰間隙水圧の実測波形

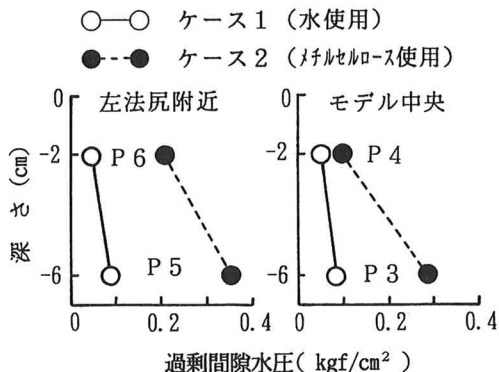
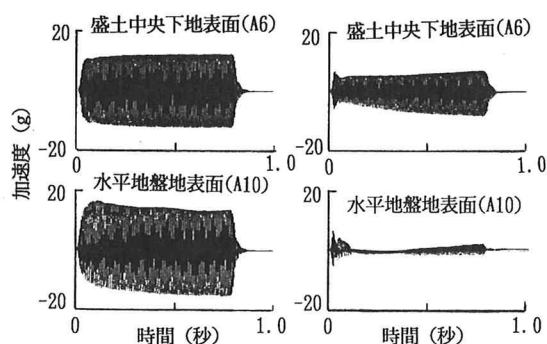


図-3 過剰間隙水圧の分布



ケース1（水使用） ケース2（メチルセルロース使用）  
図-4 応答加速度の実測波形

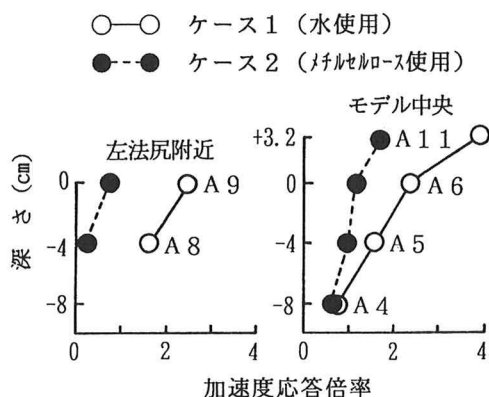


図-5 加速度応答倍率の分布

(2) 加速度応答 図-4に両ケースの盛土中央下地表面(A6)と水平地盤地表面(A10)の応答加速度の時刻歴を示す。ケース1では水平地盤部、盛土下部とも同じ応答を示している。ケース2では水平地盤地表面の加速度応答は加振開始直後に小さくなっており、盛土中央下地表面の加速度応答もケース1の半分程度となっている。図-5にモデル中央及び法尻付近の加振開始後0.5秒経過時の入力(A3)に対する加速度応答倍率の分布を示す。ケース2は基礎地盤部の応答倍率が1以下と小さいが、ケース1はある程度の応答を示していることが分かる。以上の結果は、ケース2の水平地盤部は液状化により地盤モデルのせん断剛性がほとんどなくなり、盛土中央下地表面も過剰間隙水圧上昇によるせん断剛性低下があったが、ケース1では過剰間隙水圧の上昇がさほど無くせん断剛性が保持されていたことを示している。

(3) 盛土の崩壊形状 ケース1では盛土及び地盤モデルの変状は見られなかった。図-6にケース2の崩壊形状を示す。盛土モデルは法尻付近が大きく沈下し、天端中央付近に大きなクラックが見られ、地盤モデルは左右に広がるように変形している。これは盛土モデル左右の水平地盤で液状化が発生したためと思われる。

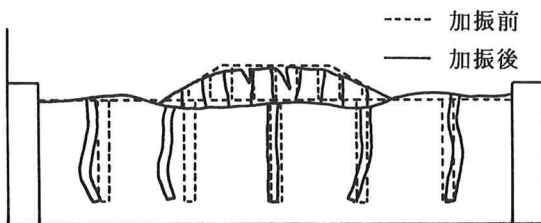


図-6 実験モデルの崩壊形状  
(ケース2, メチルセルロース使用)

4. まとめ 今回の実験で間隙流体の粘性を相似則に合わせれば、液状化が盛土モデルの左右水平地盤で発生し、実験モデルが崩壊に至ることが分かった。今後は道路盛土の液状化対策工法の開発及び有効性に関する定量的な検討を、実験・解析を用いて実施する予定である。

【参考文献】1) 鈴木, 本田他: 動的遠心模型実験における土槽の境界処理方法について, 第28回土質工学研究発表会, 1993