

## III-13

## 粘性土地盤上の盛土の水平加振による永久変形

建設省 土木研究所 正員 近藤 益央  
 建設省 土木研究所 正員 佐々木 康  
 日本道路公団 正員 和佐勇次郎  
 建設省 土木研究所 正員 松本 秀應

## 1. まえがき

粘性土地盤上に築造した盛土の地震時挙動について検討するため大型模型振動実験を行った。加振にともなう、盛土を支持する地盤に変形を生じ、盛土の天端が沈下した。本報告は、盛土天端の沈下量と加振加速度の関係について述べるものである。

## 2. 模型の概要

実験模型の概要を図-1に示す。長さ6m、高さ2m、奥行き3mの鋼製の土槽内に、練り返した粘土(含水比93%)を入れ、 $0.11\text{kgf/cm}^2$ の荷重で約20日間圧密し、粘性土地盤を作製した。圧密後、地盤表面を整形し高さ60cm、天端幅2m、法面勾配1:2.5の盛土を作製した。粘性土地盤に用いた粘土は、埼玉県流山市付近から採取した粘土で、 $LL=65$ 、 $PL=35$ である。盛土に用いた砂は千葉県浅間山産の山砂である。

約20日間の圧密によって、粘性土地盤は含水比71%程度まで圧密されており、一軸圧縮強度は $q_u=0.040\text{kgf/cm}^2$ である。

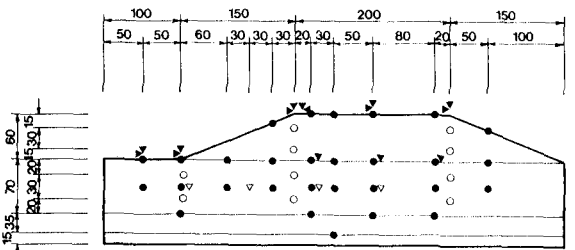
表-1に模型の諸元を示す。また計測項目、計測位置を図-1中に示す。

## 3. 加振実験

正弦波(加速度10gal, 周波数3Hz~30Hz, 0.2Hzきざみ)による共振試験を行った後、実地震波による加振試験ならびに正弦波による加振試験を行った。加振方向はいずれも水平方向である。実地震波としては、1978年宮城県沖地震に際して得られた開北橋周辺地盤上の記録の最大加速度を50, 100, 200, 400 galに調整したもの、ならびに1972年八丈島東方沖の地震により浮島公園記録の最大加速度を50, 100, 200, 400 galに調整した2種類の波形(gal)を用いている。これらの地震記録は時間軸を7分の1に縮めてある。また、正弦波による加振では周波数3Hz, 加振時間40秒とし、最大加速度を100gal, 200gal, 300galの3段階に調整して用いた。図-2に実地震波の加速度記録を示す。

## 4. 模型の変状

地震波加振による模型の変状はほとんどなく、(gal)地震波加振終了時の盛土天端の沈下量は3mm程度であった。

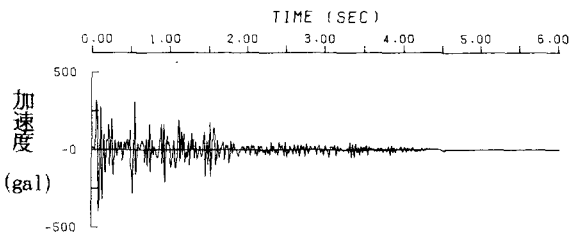


● 加速度計 ▼ 変位計 単位: cm  
 ○ 傾斜計 ▽ 沈下計

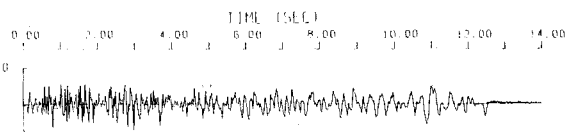
図-1 実験模型概要

表-1 実験模型諸元

|      | $\gamma_t$<br>( $\text{tf/m}^2$ ) | $\gamma_d$<br>( $\text{tf/m}^2$ ) | $q_c$<br>( $\text{kgf/cm}^2$ ) | $V_s$<br>( $\text{m/sec}$ ) | $D_r$<br>(%) | $C$<br>( $\text{tf/m}^2$ ) |
|------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|--------------|----------------------------|
| 盛土模型 | 1.61                              | 1.45                              | 2.0                            | 62                          | 48.9         | —                          |
| 粘土地盤 | 1.54                              | 0.90                              | 0.15                           | 14                          | —            | 0.15                       |



(a) 開北橋記録にもとづく入力波形



(b) 浮島公園記録にもとづく入力波形

図-2 入力地震波(時間軸1/7)

これに対して、正弦波加振では、100gal加振の段階では盛土の沈下は微小であるが、200gal加振の段階から盛土天端や法面に亀裂を生じはじめ、加振終了後に盛土天端に生じた沈下量は51mm程度に達した。図-3に300galの正弦波加振終了時の模型各部の変状を示す。

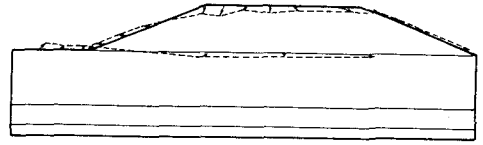
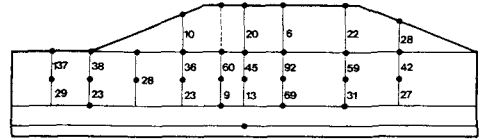


図-3 模型変状図（正弦波300gal）



( $\times 10^{-4}$ )

図-4 地盤内のひずみ分布（浮島公園記録400gal）

盛土天端、法面および法尻部地盤等模型表面の矢印は、これらの位置に設置した標点の移動量によって求め、ベクトルで示したものである。また、地盤内部に示したベクトルは、地盤中に設置した水圧式沈下計で測定した鉛直方向の変位量をベクトル表示したものである。図-4に、地盤内および盛土部に設置した加速度計により計測した水平加速度を2回積分して水平変位量を求め、これを2点間の距離で除して求めた動的な最大せん断ひずみの分布を示した。

これらの図から、盛土天端に生じた沈下量の大部分は、盛土法肩部付近の地盤の変形に起因していることがわかる。

#### 5. 盛土の沈下量と累積有効時間の関係

図-5に正弦波加振により生じた盛土天端の沈下量、加振加速度の関係を示す。一方、前述したように実地震波加振により生じた天端沈下量は3mm程度であった。これらの加振における最大加速度は200gal程度であるにもかかわらず、図-5に示した結果と比較するとその値は極めて小さい。これは、実地震波では最大加速度は大きくても、ある大きさ以上の加速度は正弦波加振の場合のように繰返して作用していないためと考えられる。

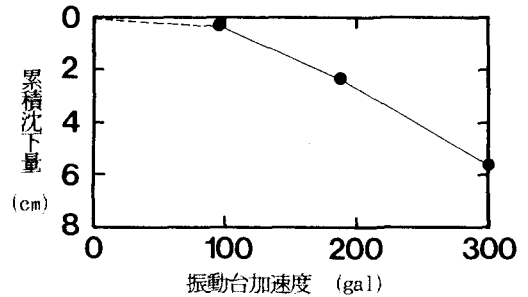


図-5 累積沈下量と入力加速度の関係

模型に永久変形を生じる作用加速度の繰返し回数（作用時間）が適切に評価できれば、これら2種類の加振による沈下量は統一的に説明できることになる。

図-6に正弦波加振を行ったときの加振中の沈下量に対して、累積有効時間をプロットした結果を示す。ここに累積有効時間とは、ある加速度レベル以上の加速度が作用している時間の総和をいう。図-6では、この加速度レベルを種々変えて試算した累積有効時間と沈下量の関係が何本かの線で示されている。図-6に示したようにこの模型ではこのような加速度レベルの値（限界加速度と呼ぶ）が100gal程度のときに累積有効時間と沈下量が線形関係にある。したがって、この模型では限界加速度の値は100galと考えられる。各加振段階における累積有効時間をこの値（100gal）に対して求め、各加振段階の最終沈下量に対してプロットすると図-7を得る。図中に2つの点で示したように実地震波による実測値もほぼこの線上にあり、このような考え方の妥当性が示されていると考えられる。

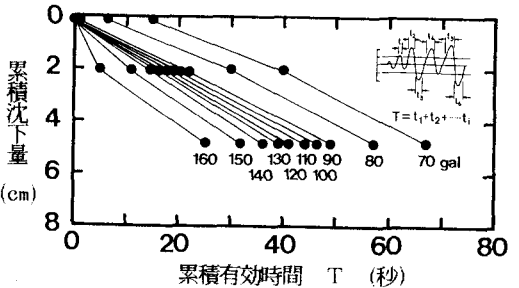


図-6 累積有効時間と累積沈下量の関係

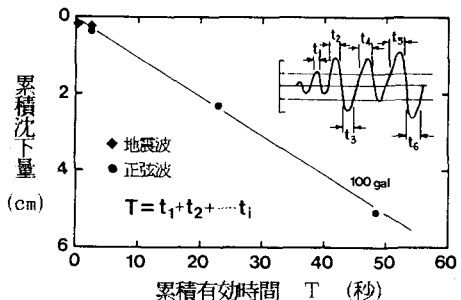


図-7 限界加速度と盛土天端の累積沈下量の関係