

サンドイッチ型垂直軽量盛土の地震時内部応力・変形に関する遠心模型実験

九州工業大学大学院 学生会員 ○別府直人

九州工業大学工学部 正会員 永瀬英生 清水恵助 廣岡明彦

1. はじめに

発泡スチロールを用いた EPS 工法がわが国に導入されて以来、多くの実績を残している。しかし一方で、高価である、軽量過ぎるなどの問題が指摘されている。そこで、現地で発生する建設発生土と孔空きの発泡スチロール版(以下、EPS 版と称す)をサンドイッチ状に挟み込み垂直盛土を築造するサンドイッチ型垂直軽量盛土工法が開発された。本工法は、現場の地盤条件に合わせて盛土全体の重量を適切にコントロールでき、圧密沈下減少などを実現できる特徴を有する。

本研究では、振動台を搭載した遠心力載荷装置を用いて模型振動実験を行い、本工法において築造された盛土に地震荷重が作用した場合の内部応力・変形状態を調べるとともに、EPS 版の孔の効果について検討した。

2. 実験方法

図 1 に遠心模型図を示す。この断面は設計で実施される安定計算により静的安定性が確保されたもので、EPS 版と土の厚さの比を 2:3 とした。模型の縮尺は 1/40 で、遠心加速度は 40G とした。模型地盤を構成する土材料には豊浦砂を用い、模型作製において、基礎地盤を $Dr=80\%$ 、背後地盤およびサンドイッチ土を $Dr=75\%$ を目標に最適含水比で締め固めた。EPS 版は実際の施工でも使用されている D-20~D-45 版をそれぞれの深さに敷設した。壁面にも EPS 版(D-20)を用い、それを敷設した EPS 版と接着して L 型に成形し、重量調節のためアルミ板をその外側に貼付した。模型作製については、実際の施工同様、

EPS 版の敷設、サンドイッチ土の転圧を所定の高さまで繰返し行った。計測器の配置については、以下のとおりである。すなわち、加速度計(Acc-1~4)は盛土地表面に 1 つ、盛土 6 層目に 2 つ、振動台上に 1 つ設置した。土圧計(EP-1~5.5)は水平土圧計として 7 層目に 4 つ、背後に 5 つ設置した。変位計(DT-1~4)は盛土地表面に 2 つ、外壁面に 2 つ設置した。加振については、水平加速度 α と重力加速度 G の比 $\alpha/G=0.5$ とし、正弦波を 20 波与えた。載荷周波数は、 $1\text{Hz} \times 40 = 40\text{Hz}$ とした。実験ケースについては、EPS 版の開孔率、計測器の配置の違いにより分類した。表 1 に実験ケースを示す。以下には、主に加速度と水平変位の実験結果について考察する。

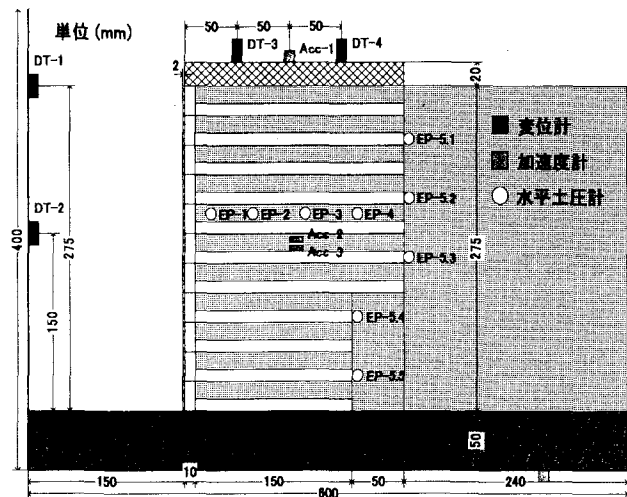


図 1 遠心模型図

表 1 実験ケース

	開孔率 (%)	加速度計 Acc-1~4	変位計 DT-1~4	土圧計						
				EP-1	EP-2~4	EP-5.1	EP-5.2	EP-5.3	EP-5.4	EP-5.5
Case 0	0	○	○	○	○	×	○	×	×	×
Case 1-2	12.6	○	○	○	×	○	○	○	×	×
Case 1-3	12.6	○	○	×	×	○	○	○	○	○
Case 1-4	12.6	○	○	×	×	○	○	○	○	○

3. 結果および考察

図2には、入力加速度(Acc-4)の振幅に対する天端での加速度(Acc-1)および6層目での加速度(Acc-3)の振幅の比、すなわち応答倍率について示す。ただし、振幅は平均値とし、 A/H は盛土下端からの加速度計取付位置Aを盛土高さHで除して無次元化したものである。この図より、Case 0の応答倍率がCase 1に比べて大きいことから、EPS版の孔は盛土内を伝達する応答加速度を抑制する効果があると考えられる。

図3、4には、入力波のn波目での水平変位を20波目の水平変位で除した値の経時変化を示す。これらの図より、DT-1、DT-2共にCase 1に比べてCase 0の方がより早い段階で変形が進行していることが分かる。図5に水平変位の最大値を示す。ただし、 D/H は盛土下端からの変位計取付位置Dを盛土高さHで除して無次元化したものである。変形性状を検討してみると、Case 1では盛土の下端から天端にかけて直線的な変形であるのに対し、Case 0では盛土の天端と中間部の変位にあまり差がなく、盛土上部の変形が小さいことが分かる。図6に加速度と水平変位の位相差について示す。この図より、Case 1では位相差がほぼ一定であるのに対し、Case 0では位相差に大きな変動が見られ、繰返し回数11回の位相差が最も小さい値となった。以上の結果より、Case 1についてはEPS版の孔の影響、すなわち孔に充填された砂杭のせん断抵抗により一定の割合で変位が生じ蓄積され、直線的な変形形態になったものと考えられる。また、Case 0については、土とEPS版の間での摩擦抵抗の影響により、振動と盛土変形の間での位相差が不規則的に変動し、盛土内部では繰返し回数10回程度のより早い段階で大きな変位が生じたのではないかと考えられる。

4. まとめ

本研究により得られた知見を以下に示す。

- (1) EPS版の孔によって、盛土内を伝達する応答加速度が抑制されることが確認できた。
- (2) EPS版の孔の有無によって、変形性状に違いが見られた。

なお、盛土内部の挙動、特に土層内および土とEPS版の間で発揮されるせん断抵抗について今後検討する予定である。

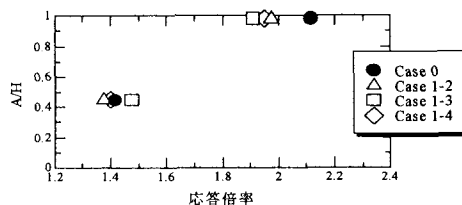


図2 応答加速度

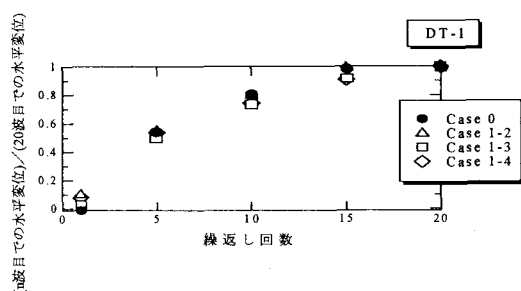


図3 水平変位の経時変化(DT-1)

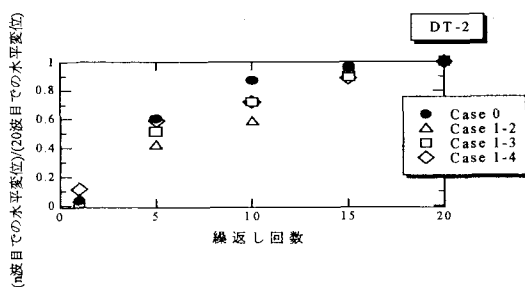


図4 水平変位の経時変化(DT-2)

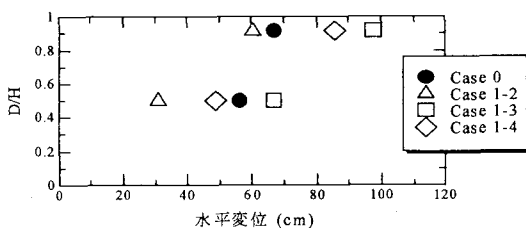


図5 最大水平変位

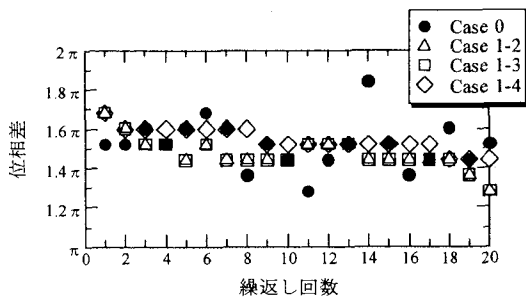


図6 加速度と水平変位の位相差