

サンドイッチ垂直軽量盛土の地震時安定性に関する遠心模型実験

九州工業大学大学院 学生会員 ○田淵博史
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んで垂直盛土を築造するサンドイッチ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 EPS 版の厚さや使用量を変化させ、盛土全体の重量をコントロールすることで、荷重軽減や圧密沈下減少などを実現させることができる。また、現場材料や EPS 廃材等を利用した安全、安価な軽量盛土工法である。

本研究では、振動台を搭載した遠心力载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共に、その地震時安定性について検討した。

2. 実験概要

表 1 に実験ケースを示す。Case-A(基本ケース)とそれに対し、EPS 版の厚さを 50% 増加、減少させた場合の 3 ケースの実験を行った。用いた遠心力载荷装置は東洋建設株式会社所有のものである。

図-1 に実験の概略図を示す。ただし、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、3 つのケースにおいて形状が多少異なる。遠心加速度は 40G とし、模型の縮尺は 1/40 とした。模型地盤を構成する土材料には豊浦砂を用い、基礎地盤、背後地盤、サンドイッチ土のすべてにおいて、 $Dr=75\%$ 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。模型の作製については、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(Acc1~3)は振動台上、盛土地表面、盛土 6 層目の EPS 版上の 3 箇所に 1 つずつ設置した。土圧計(EP-1~6)は、鉛直土圧計として最下部土層内に 2 つ、水平土圧計として 3 層目背後に 1 つ、7 層目に 3 つ設置した。変位計は、盛土地表面に 2 つ、外壁面に 3 つ設置した。加振については、正弦波を用い、水平加速度 α と重力加速度 G の比 $\alpha/G=0.3$ の条件で行った。载荷周波数は、遠心加速度が 40G であるので、 $40 \times 1\text{Hz}=40\text{Hz}$ とした。

表1 実験ケース

ケース	盛土高さ(mm)	1層当りのEPSの厚さ(mm)	1層当りの土層の厚さ(mm)
Case-A	300	10	15
Case-B	300	15	10
Case-C	300	5	20

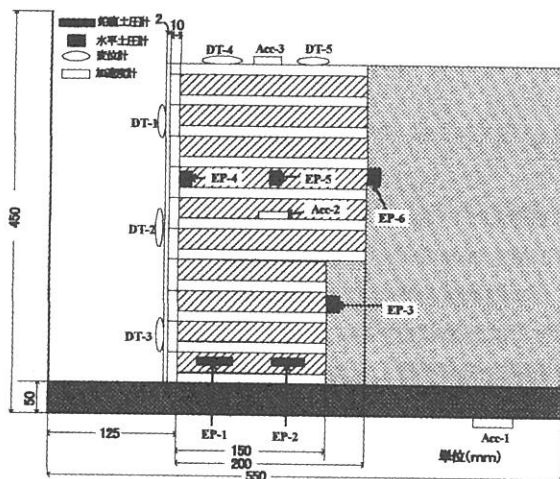


図-1 遠心模型図

3. 結果および考察

図-2 は Case-A の振動台上における加速度時刻歴である。加振加速度は両振幅平均で 300gal を想定したもので、他の 2 ケースも同様の入力波において実験を行った。本報告では、紙面に制限があるので、主に振動時の変位の計測結果について述べる。

図-3 に Case-A(DT-1)により計測された 40G 到達時までの水平変位の時刻歴を示す。遠心加速度の上昇に従って水平変位も大きくなっていることが分かる。その大きさはどのケースも約 1~2mm 程度であり、実規模では 4cm~8cm 程度であった。鉛直変位についても同程度の変位が見られた。これらは土層内部での圧密およびせん断変形により発生したものと考えられる。この程度の変形であれば、静的な安定は問題ないと考えられる。なお、この時盛土内部に大きくすべるようなせん断変形は観測されていない。

図-4 に Case-A(DT-1)により計測された振動時の水平変位の時刻歴を示す。この図より地震波の第 1 波が作用した時に大きく変位し、その後、変位はほとんど戻ることなくそのまま残留していることが分かる。比較的大きい加速度の正弦波により加振しても、変位に対しては第 1 波目の影響が大きいものと考えられる。

図-5 には振動時での水平変位を示している。これは、図-4 における振動時変位の最大値をプロットしたものである。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。図-5 より、EPS 版が薄いほど変位が大きくなっているのが分かる。これは、EPS 版が厚くなると盛土自重が小さくなること、それにより土の量が少なくなること等によるものと考えられるが、その原因の詳細までは明らかになっていない。

図-6 は振動終了時の鉛直変位を示している。どのケースも盛土前面と背後で 1mm~2mm 程度変位していることが分かる。盛土前面では 3 ケース共に同程度の変位で、背後では大きさがそれぞれ異なっている。ただし、Case-B の変位が最も小さいのは、変位計の位置から EPS 版の端部までの距離が 3 ケース中で最も長いこと、背後地盤に生じた沈下の影響が最も小さかったことによるもので、測定上の問題から生じたと考えられる。

以上の振動時における変位計測結果より、水平変位は実規模で 10 cm 程度、鉛直変位は同様に 4~8 cm で、それらの値はどちらも 12m の盛土に対して安定性を損なうほどの大きいものではないと判断される。

4. まとめ

遠心力場においてサンドイッチ垂直軽量盛土の地震時安定性を調べた結果、レベル 2 地震動に対しても変形は生じるが破壊は起こさない状態で、ある程度安定性を確保できる可能性があることが明らかになった。

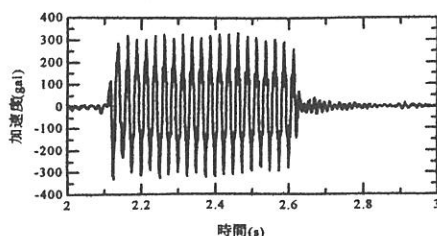


図-2 Case-A 振動台加速度時刻歴

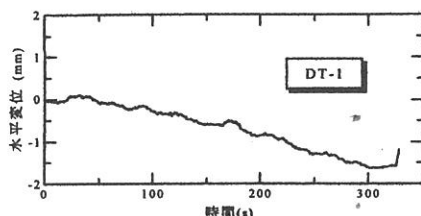


図-3 Case-A 天端水平変位時刻歴

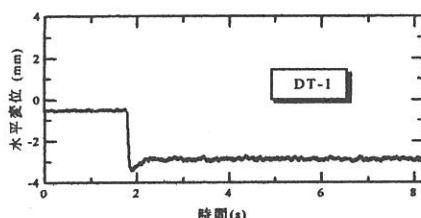


図-4 Case-A 振動時天端水平変位時刻歴

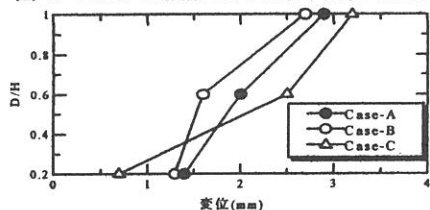


図-5 振動時水平変位比較図

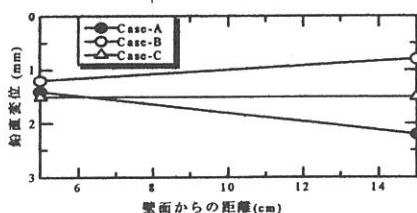


図-6 振動時鉛直変位比較図