

サンドイッチ型垂直軽量盛土の沈下・変形に関する解析的検討

九州工業大学大学院 学生会員 ○田端尚子 別府直人
 九州工業大学工学部 正会員 永瀬英生 廣岡明彦
 九州工業大学工学部 迫田哲彌

1.はじめに

サンドイッチ型垂直軽量盛土工法は、発泡スチロール（Expanded Poly-Styrol, 略称：EPS）製のホールイン・ブロックを従来建設残土となる現地発生土とサンドイッチ状の互層に施工し、盛土を築造する工法である。超軽量の EPS 版を使用することで基礎地盤の沈下量を軽減でき、自立性により盛土の安定を確保し、垂直の壁面を持った盛土を構築できる。また、EPS 版とサンドイッチ土の比率を変更することで盛土自重がある程度調整可能となる。

本研究では、サンドイッチ軽量盛土の動的挙動およびサンドイッチ軽量盛土の軟弱地盤上における安定性の検討を行った。前者の項目については、動的解析によりサンドイッチ軽量盛土の地震時挙動について検討するとともに、既往の研究(別府ら, 2004)¹⁾で実施された遠心模型実験の結果との比較検討を行った。

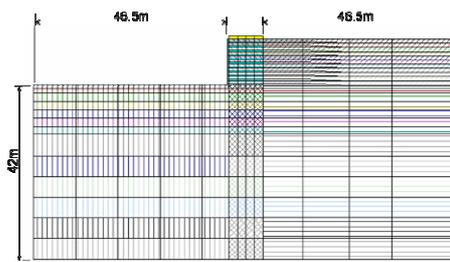


図-1 解析モデル図

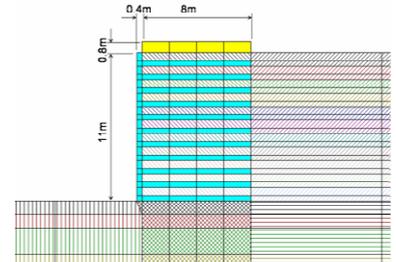


図-2 解析モデル盛土部拡大図

表-1 材料定数

土要素	γ_t (kN/m^3)	G_0 (kN/m^2)	m	ν	c (kN/m^2)	ϕ ($^\circ$)	R_f
土要素	16.66	50000	0.5	0.33	8.8	32.9	1.05
EPS要素	γ_t (kN/m^3)	ϕ ($^\circ$)	ψ ($^\circ$)	E (kN/m^2)	ν	c (kN/m^2)	
EPS要素	0.294	25	0	9000	0.34	45	
アルミ要素	γ_t (kN/m^3)	E (kN/m^2)	ν				
アルミ要素	26.36	7.03×10^7	0.34				

2.サンドイッチ型垂直軽量盛土の動的解析

2-1.解析条件

本解析では、有限要素法（FEM）を用いた地盤の動的有効応力解析コード UWLC を使用し、動的解析を行った。解析条件は、遠心模型実験と対応させた。図-1 に解析モデル図、図-2 に解析モデルの盛土部拡大図を示す。実験では 1/40 の模型を 40G 場において加振させているので、解析では遠心模型を 40 倍にしたものに背後地盤および基礎地盤を付加したモデルとした。入力加速度は、実験の振動台上と想定される位置での加速度が実験値に近づくように設定した。盛土は、EPS を 0.4m、サンドイッチ土を 0.6m 交互に層にし、天端には上載荷重としてアルミ板を設置した。ただし、解析では EPS 版に孔はないものとしている。材料構成モデルは土要素に Hardin-Drnevich モデル、EPS 要素に弾・完全塑性モデル、アルミ要素に線形弾性モデルを用いた。主な材料定数を表-1 に示す。

2-2.解析結果および考察

EPS 版の敷設長を 8m, 6m, 4m とした 3 ケースについて解析を行った。図-3 は解析における敷設長 8m のケースと、実験における EPS 版に孔のない敷設長 8m のケースでの盛土壁面の変位形状を示したものである。これより、盛土下端から盛土中間部にかけては直線的に増加しているの

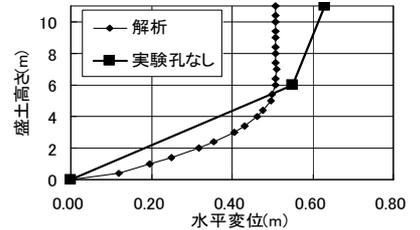


図-3 盛土壁面の変形形状

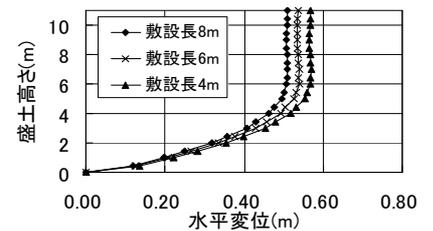


図-4 盛土壁面の変形形状

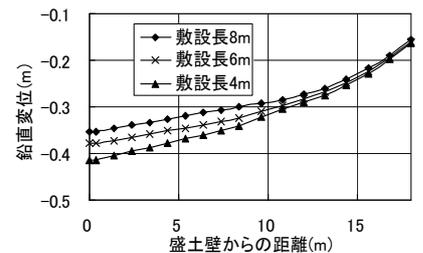


図-5 盛土上端の鉛直変位

キーワード：軽量土、動的解析、変形、沈下、擁壁

連絡先：〒804-8550 北九州市戸畑区仙水町 1-1 Tel 093-884-3111 Fax 093-884-3100

に対し、盛土中間部と盛土天端の変位にあまり差がなく、盛土上部では変形が小さいことが実験結果、解析結果ともに見てとれる。この結果より、解析による水平変位については再現性が良いといえる。また、実験結果に比べ、解析結果の最大水平変位の方が小さい値を示している。この原因として、実験においては、EPS版とサンドイッチ土の境界面がずれによりせん断変位するが、解析においてはそのせん断変位を考慮していないことが考えられる。

図-4は解析による盛土下端を基準とした盛土壁面の水平変位、図-5は盛土天端アルミ下および背後地盤上の鉛直変位をそれぞれ示したものである。これらより、敷設長が大きくなるほど水平方向・鉛直方向ともに変位が小さくなっていることがわかる。この傾向は遠心模型実験¹⁾でも同様に見られている。このことから、EPS版の敷設長は、盛土壁面の水平変位および天端の鉛直変位を抑制する効果があると考えられる。

3. サンドイッチ軽量盛土の軟弱地盤上における解析

3-1. 解析条件

本解析では、有限要素法を用いたコードUWLCを使用し、静的解析を行った。図-6に地盤構成を示す。地盤構成は、有明沿岸地域の軟弱地盤を想定した。盛土の施工については土のみ、EPS：土=2:3、3:2の3種類とした。サンドイッチ軽量盛土は1m毎にEPS：土の比率で盛土高さHまで互層状に積み上げた。実験ケースは、盛土高さH=6m、4mおよび2m、盛土の施工法および交通荷重の有無の18ケース行った。ケース番号は、左から、盛土高さ、EPSの比率（1-土のみ、2-EPS：土=2:3、3-EPS：土=3:2）を表わし、wは交通荷重ありを意味する。交通荷重については、交通荷重の影響を盛土荷重に置き換えた値（交通相当荷重）を参考文献²⁾より決定し、天端に分布荷重として載荷した。表-2に載荷した交通相当荷重を示す。また、主な材料定数を表-3に示す。

3-2. 解析結果および考察

表-4に盛土高さ6m、2mにおける最大沈下量および交通相当荷重による沈下量の差を示す。この表より、EPS層の厚さが増加するほど沈下量は減少している。このことから、EPS版の超軽量性の効果により沈下量が抑制されることが考えられる。また、交通相当荷重による沈下量の差を見ると、EPS層の厚さが増加するほど沈下量の差は減少している。このことから、EPS版の効果により交通荷重による沈下量が抑制されることが考えられる。また、盛土高さが高いほど交通荷重の影響が少ないことがわかる。

3. まとめ

本研究で得られた結論は以下のとおりである。

- (1) 解析における盛土壁面の変位形状は、遠心模型実験の結果に比較的近い形状を示した。
- (2) EPS版の敷設長の効果により盛土壁面の水平変位および天端アルミ板上の鉛直変位が抑制された。
- (3) サンドイッチ軽量盛土によって盛土自重による沈下量は抑制され、交通荷重による沈下量も抑制された。

参考文献

- 1) 別府直人、永瀬英生、廣岡明彦ら：サンドイッチ型垂直軽量盛土の耐震性能に関する研究，2004
- 2) 社団法人日本道路協会：道路土工—軟弱地盤対策施工指針，1986

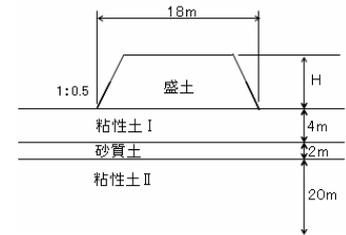


図-6 地盤構成

表-2 交通相当荷重

	6m	4m	2m
交通相当荷重 kN/m ²	4.90	6.86	21.56

表-3 材料定数

	γ_t (kN/m ³)	G_0 (kN/m ²)	m	ν	c (kN/m ²)	ϕ (°)	R_f
盛土	16.66	35286	0.5	0.43	15	25	1
粘性土 I	15	7693	0.5	0.3	13.9+1.18Z	0	1
砂質土	18	38124	0.5	0.4	15	25	1
粘性土 II	15	7693	0.5	0.3	5.7+1.16Z	0	1
	γ_t (kN/m ³)	ϕ (°)	ψ (°)	E (kN/m ²)	ν	c (kN/m ²)	
EPS要素	0.245	22	0	7000	0.34	35	

表-4 最大沈下量および交通相当荷重による沈下量の差
(盛土高さ 6m)

	最大沈下量 (cm)	交通相当荷重の有無 による沈下量の差(cm)
Case6-1	26.12	1.97
Case6-1w	28.09	
Case6-2	12.57	1.22
Case6-2w	13.79	
Case6-3	7.56	0.93
Case6-3w	8.49	

(盛土高さ 2m)

	最大沈下量 (cm)	交通相当荷重の有無 による沈下量の差(cm)
Case2-1	7.69	6.08
Case2-1w	13.77	
Case2-2	4.08	5.27
Case2-2w	9.35	
Case2-3	2.6	4.92
Case2-3w	7.52	