

I-516 発泡スチロールブロック積層構造の動的挙動に関する基礎的研究

東京大学生産技術研究所 正員 田村重四郎
東京大学生産技術研究所 正員 小長井一男
三菱重工業 正員 馬場 某行

1. はじめに

近年、軟弱地盤上の盛土工法として、発泡スチロール(EPS)ブロック盛土工法が注目され、我国でも1975年以来各地で施工が行われている。EPS盛土工法はその歴史が浅く、土木材料としてのEPSブロック積層構造模型の研究も緒についたばかりである。特に、地震が多い日本においてはその動的特性の解明が 待たれている。本研究では、EPSブロック積層構造の動的特性を調べるため、EPS供試体、EPSブロック積層構造模型について実験、数値解析を行い、EPS単体としての物性とEPSブロック積層構造としての性状の比較検討を行った。

2. EPS供試体の1軸圧縮試験

本研究ではEPSブロック積層構造模型についての実験に先立ち、EPS供試体について1軸圧縮試験を行った。EPSブロック積層構造模型に用いるEPSブロックと同種の製品から、15cm×15cm×30cmの供試体を切り出し、整形後オルゼン型万能試験機を用いて実験を行った。直方体試験体の両端には2枚重ねのテフロンシートを敷き、摩擦による端面拘束の影響を極力低減している。本実験によって得られた荷重変形曲線を図1に示す。この図から、今回実験を行ったEPS供試体の弾性係数が95~110kgf/cm²であること、EPSがほぼ弾塑性材料であること、降伏荷重の1/2以下の荷重域では荷重変形曲線はほぼ線形であること等がわかった。

3. EPSブロック積層構造模型

EPSブロック積層構造の動的特性を把握するため、図2の3ケースのEPSブロック積層構造模型を作製した。ケース1に用いたEPSブロックは実際に施工で用いられている製品であり、ケース2ではその半分の厚さの製品を用いた。ケース3は、ケース2に用いたEPSブロックを切断して、細かくしたブロックで構成したものである。これらの模型の上面・底面はそれぞれ、酢酸ビニル系接着剤を用いて杉製剛板に完全に接着してあるが、EPSブロックどうしは接着されていない。盛土として施工された場合、EPSブロックにはアスファルト層などの上載荷重がかかる。本研究ではこうした上載荷重として鉛の散弾を代用し、模型に0.62ton/m²もしくは0.93ton/m²の上載荷重がかかった場合について実験を行った。

4. EPSブロック積層構造模型の静的試験

図2に示したEPSブロック積層構造模型の頂部に、油圧ジャッキで水平方向に荷重を加え、そのときの変位を測定した。これによってEPSブロック積層構造模型の復原力特性を調べることを試みた。

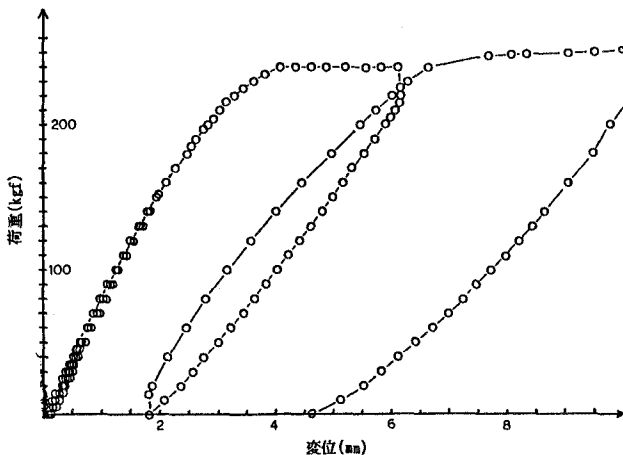


図1 1軸圧縮試験結果

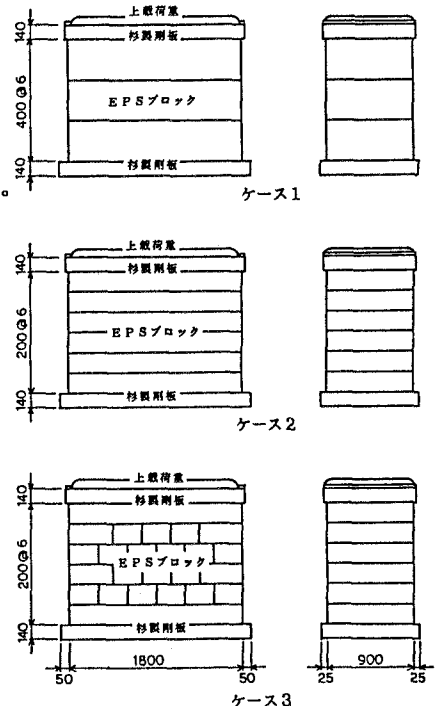


図2 EPSブロック積層構造模型

この実験によって得られた荷重変位曲線を図3に示す。全てのケースにおいて荷重変位曲線は非線形性を示しているが、載荷の経路と除荷の経路が接近し、ほぼ平行していることが分かる。EPSブロック積層構造模型を構成しているEPSブロックのサイズが小さく、その数が多いほど、また上載荷重が軽いほど非線形性が強く現れており、変位の増加とともに剛性が減少する軟化型パネと呼ばれる復原力特性を示している。

EPSブロック積層構造模型において、隣接するEPSブロックは互いに接着していない為、ブロック接触面に引っ張り応力が生じた場合、隣接するブロック間に剥離が生じることが観察されている。この結果、EPSブロック接触部において相対的な変位が生じ、EPSブロックが互いに独立に変形するため、ブロック接触部において大きな変形が生じ、EPSブロック積層構造模型の復原力は幾何学的非線形性を有する^{1,2)}。

5. EPSブロック積層構造模型の動的試験

図2に示したEPSブロック積層構造模型について、振動台を用いた加振実験を行った。各ケースとも、上載荷重 0.62ton/m^2 , 0.93ton/m^2 の場合について、基盤部に入力する加速度の大きさを30gal, 40gal, 50galと変化させた。

本実験により得られた周波数応答曲線のいくつかを図4に示す。これらの図から上載荷重が軽くなるにつれて基本振動数が上昇し、共振時の応答倍率が低下することがわかる。また、基盤部に入力される加速度が大きくなるにつれて共振時の応答倍率が低下する。図4に示したケース3の実験では、振動数を上げていく際に低い応答倍率から高い応答倍率へ急に跳躍した。また振動数を下げていく際には、振動数を上げていった時よりも低い振動数で、高い応答倍率から低い応答倍率へ急に跳躍した。こうした応答倍率の変化は、その復原力が非線形性を有する振動系に特徴的なもので、4.で述べた静的試験と符合するものである。

本研究では、実験を行った3ケースのEPSブロック積層構造模型に対し、RBSM（剛体・ばねモデル）を用いて動的解析を行った^{2,3)}。この結果、上載荷重が軽くなるにつれて基本振動数が上昇し、共振時の応答倍率が低下すること、基盤部に入力される加速度が大きくなるにつれて共振時の応答倍率が低下すること等の、実験で観測された挙動を表現し得ることができた。

6. まとめ

本研究により、EPSブロック積層構造の動特性について、EPSブロック間の接触の状態が大きな影響を与えることが分かった。

参考文献

- 1.) O.C.Zienkiewicz: THE FINITE ELEMENT METHOD IN ENGINEERING SCIENCE, McGraw-Hill Publishing Company Limited, 1971
- 2.) 都井 他: 発泡スチロールブロック集合体の動的安定性に関する基礎的研究 (その2)、生産研究 Vol.41 No.9, 1989.9

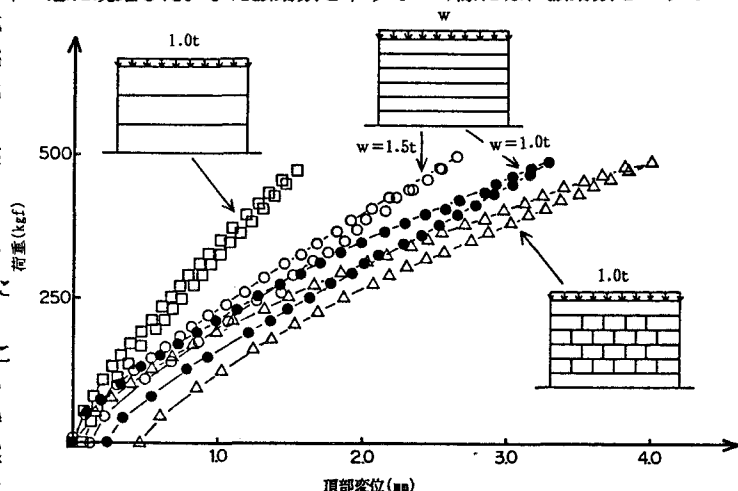


図3 静的試験結果

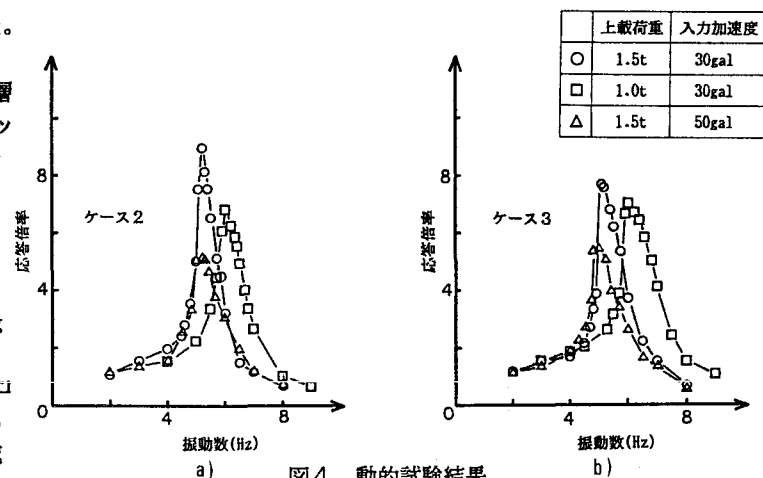


図4 動的試験結果