

小型モデルによるEPSの変形解析

九州産業大学工学部 学生員 ○藤木 誠司

九州産業大学工学部 正 員 山内 豊晴

九州産業大学工学部 正 員 白地 哲也

太洋技術開発㈱ 正 員 浜田 英治

1. はじめに

発泡スチロール (Expanded Polystyrene, EPSと略称) はノルウェーにおいて軟弱地盤上の超軽量盛土材料として使用されて以来, その軽量性が注目され, 他の国でも研究され実用化がなされている。わが国においてもEPSについてのいろいろな研究が活発に行われ, 実物大道路盛土の試験施工も行われている。また道路盛土としてだけでなく, 擁壁や橋台の裏込め材としての利用法も考えられ, EPS工法として確立しつつある。本研究ではEPSの材料としての性質及び実際に土木材料として利用された場合の変形特性を定性的に調べる目的で, 小型模型実験を行った。この実験は, 断面の一樣な半無限に長い盛土上に延長方向に一樣な帯荷重が作用した状態 (平面ひずみ状態) を想定して行ったものである。

2. 実験方法

実験には横250 mm, 縦220 mm, 単位体積重量 0.02 gf/cm^3 の表面のなめらかなEPSを延長方向に垂直に輪切りにしたもの (長さ95 mm)を使用した。EPSの前表面には変形, ひずみを調べる目的で三角形のメッシュを入れた。EPSの下面, 後面は鉄板で, 前面はアクリル板で断面に垂直な方向の変位を拘束した。断面に平行な方向の変位を拘束しないように, シリコングリースとメンブレンでEPSと壁面の間の摩擦を軽減した。また延長方向の垂直応力を調べるためにEPS後方の鉄板に土圧計を設置した。帯荷重の幅は50 mmでひずみ制御方式でかけ, 変位速度は 1.0 mm/min とした。

3. 結果と検討

3-1 荷重強さと鉛直変位量の関係

図-1に荷重強さ $q \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$ と鉛直変位量 $d \text{ (mm)}$ の関係を示す。鉛直変位量3 mmまではほぼ弾性的に沈下しており, それ以降は塑性と弾性が共存した形で沈下していることがこの図より分かる。土の場合の局部せん断破壊をしているものとみなすならば, 図上の2つの交点から降伏荷重強度 q_v が求まる。

3-2 変形状態

図-2は変形前および変形後 (鉛直変位量15 mm) の節点をプロットし直線で結んだものである。帯荷重直下では圧縮変形, 帯荷重端部近くでは圧縮変形およびせん断変形が観察される。帯荷重から離れた所では目立った変形は観察されない。

3-3 最大・最小主ひずみの方向と大きさ

節点の変位は1つの要素内では座標と線形関係にあると仮定して, 節点の変位よりそれによって構成される要素の最大・最小主ひずみ $(\varepsilon_1, \varepsilon_3)$ を求めた。図-3は鉛直変位量15 mmの時のひずみ分布を示している。帯荷重直下では大きな圧縮ひずみが生じており, 帯荷重端部近くでは比較的大きな圧縮ひずみと伸びひずみが生じている。それ以外の場所ではひずみは比較的小さい。

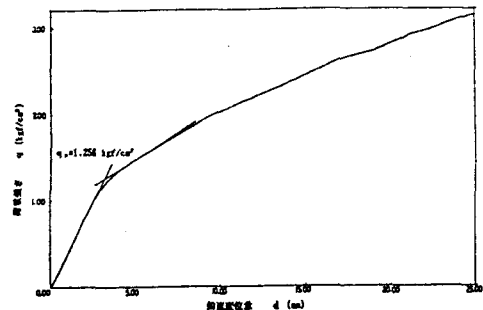


図-1 鉛直変位量と荷重強さの関係

3-4 線ひずみがゼロの面におけるせん断ひずみ

図-4は鉛直変位量15 mmの時の要素ごとの線ひずみがゼロの面におけるせん断ひずみ γ_z を示している。帯荷重端部近くで特にせん断ひずみが大きい、連続したせん断ひずみは見られず、EPSは土のようにすべり破壊をするような材料ではないことが分かる。

3-5 延長方向の垂直応力

平面ひずみ状態においては、延長方向の垂直応力はそれと直角方向の座標(x座標, y座標)だけに関係し、同一方向の座標(z座標)には無関係である。本実験ではメッシュ部分の左下の角から、水平方向に100 mm, 鉛直方向に50 mmの箇所に土圧計を取り付けて延長方向の垂直応力 σ_z (kgf/cm²)を調べたが、鉛直変位量d (mm)が増しても垂直応力 σ_z にはほとんど変化は見られなかった。平面ひずみ状態においては、延長方向の線ひずみ $\varepsilon_z=0$ とみなすことができるので、弾性領域内においては、

$$\sigma_z = \nu(\sigma_x + \sigma_y) \quad \nu: \text{ポアソン比}$$

が成り立つ。 σ_x と σ_y は荷重強さq (図-1)に比例すると思われるが、 σ_z にほとんど変化がないのは ν が低いためであると考えられる。

4. まとめ

以上の実験結果からEPSの変形特性の一部が分かった。特に帯荷重端部近くでは線ひずみがゼロの面におけるせん断ひずみがかなり大きい、せん断ひずみが集中・連続した領域が認められず破壊を起こしにくいと思われる。また実際には直接EPS上に荷重がかかるようなことは少なく、普通は舗装などを通してかかるため、そのことを考慮する必要がある。今後の方針としては、ひずみ分布を更に詳しく調べるために要素分割数を増やしたり、帯荷重の幅および位置を変えての実験が考えられる。また有限要素法を使った変形解析も理想的な変形形態を知る上で有効な手段であると思われる。

(謝辞)

本実験を共に行った昭和63年度九州産業大学山内研究室卒業生一同に感謝の意を表します。

(参考文献)

- (1) 山内: 土質力学
- (2) 山口: 弾・塑性力学
- (3) 浜田・山内: 軽量盛土材としての発泡スチロールの変形特性とひずみ分布, 1988.3

ELEMENT SCALE 0.1 (mm)

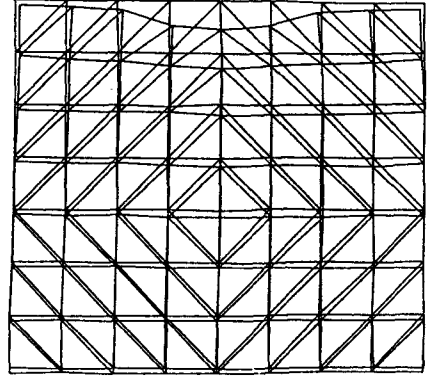


図-2 変形状態

STRAIN SCALE 0.1 (1%)

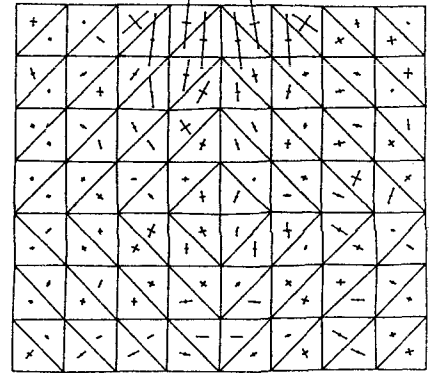


図-3 最大・最小主ひずみの方向と大きさ

STRAIN SCALE 0.1 (1%)

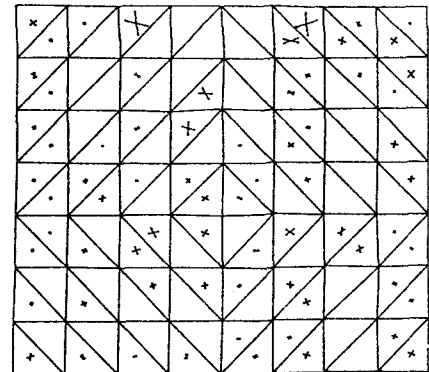


図-4 線ひずみがゼロの面におけるせん断ひずみ