

鹿島建設(株) 正員 森口 敏美
 同上 正員 鬼木 剛一
 出光石油化学(株) 由村 英樹

1. はじめに

近年発泡スチロール(EPS)を用いた盛土工法が、その軽量性及び自立性から注目され、施工事例も増えつつある。しかし、EPSを道路盛土に使用した際の設計法は、未だ確立されていないのが現状である。そこで、EPS道路盛土の舗装構造の設計法を確立するための1ステップとして、EPS盛土上で载荷実験を行い、その変形挙動を多層弾性解析によりどの程度表現できるのかについて検討した。その結果、EPS道路盛土の変形挙動解析手法として多層弾性解析法が有効であることがわかったので報告する。

2. 実験概要

(1) EPS道路盛土の概要

今回の実験において、路床体として使用したEPSは、密度 $\rho=17\text{kg/m}^3$ 、一軸圧縮強度 $qu=0.92\text{kgf/cm}^2$ (供試体寸法 $50\times 50\times 50\text{mm}$, 5%圧縮ひずみでの値)の製品である。EPS盛土施工順序は以下の通りである。基礎地盤の上に均しコンクリート($t=5\text{cm}$)を打設し、レベリング用敷砂($t=2\text{cm}$)で不陸調整する。次に路床体としてEPSブロック($922\times 1830\times 422\text{mm}$)を4段($H=422\phi 4=1688\text{mm}$)設置し、溶接金網($\phi=6\text{mm}$, 150×150)配筋後、床版コンクリート($\sigma=28=210\text{kgf/cm}^2$, $t=10\text{cm}$)を打設する。最後に路盤として粒調砕石(M-30, $t=17.5\text{cm}$)を十分に転圧する。EPS道路盛土体の構造を図-1に示す。

(2) 実験方法

路床(床版コンクリート)上及び路盤上で平板载荷試験を行って、その時のEPS道路盛土の変形挙動を測定した。平板载荷試験は、道路の平板载荷試験方法(JIS A1215)に従って行い、 $\phi=30\text{cm}$ の载荷板を用いて、荷重を 0.35kgf/cm^2 ずつ段階的に増加させていった。また、一般の自動車走行に伴う舗装ではほぼ2mmの沈下量までの測定で支持力係数を求めれば、実用上は差し支えない¹⁾といわれているが、試験はさらに、沈下量がほぼ3mmに達するまで行った。なお、試験時には、沈下板によりEPSの圧縮量も併せて測定した。

(3) 実験結果

平板载荷試験結果をもとに整理した载荷応力 p と载荷表面の沈下量 s 及びEPSの圧縮量 δ の関係を図-2、図-3に示す。セメントコンクリート舗装において、舗装が破壊を起こす限界沈下量 s_l として慣用的に用いられている値 $s_l=0.125\text{cm}$ ¹⁾に対して、図-2、3をもとに支持力係数 K_{30} を求めると、路床上で $K_{30}=29.6\text{kgf/}$

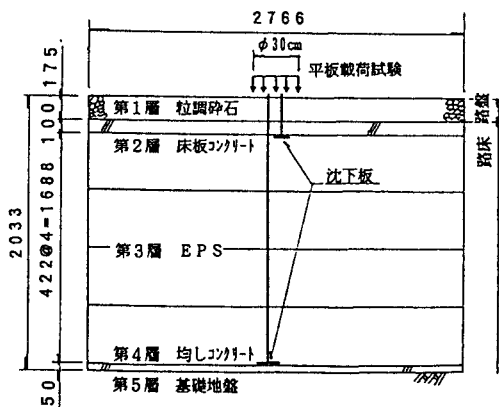


図-1 EPS道路盛土の構造図
 (B2766 X L3688 X H2033)

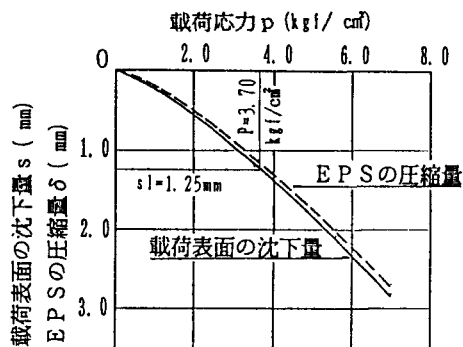


図-2 平板载荷試験結果 (路床上)

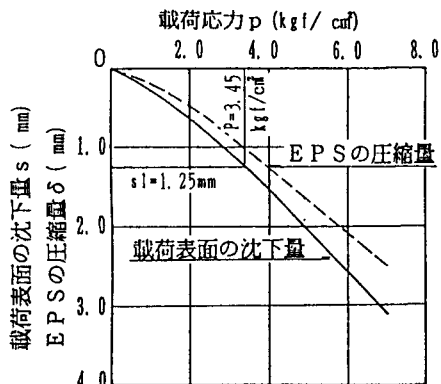


図-3 平板载荷試験結果 (路盤上)

cm³，路盤上でK30=27.2kgf/cm³であった。この値は、セメントコンクリート舗装における路盤の設計支持力係数（ $K30 \geq 20 \text{ kgf/cm}^3$ ）²⁾を満足しており、路盤として十分な支持力を有することがわかった。また、最大載荷応力 $p_{\max}=7.0 \text{ kgf/cm}^2$ 作用時の載荷表面の沈下量は、路床上載荷時で0.28cm、路盤上載荷時で0.31cmであった。同様に、最大載荷応力 $p_{\max}=7.0 \text{ kgf/cm}^2$ 作用時のEPSの圧縮量は、路床上載荷時で0.27cm（圧縮ひずみ0.16%）、路盤上載荷時で0.25cm（圧縮ひずみ0.15%）と小さい値であった。なお、試験時には、基礎地盤の沈下は全く見られなかった。

3. EPS道路盛土の変形挙動解析

(1) 解析方法

図-1に示したEPS道路盛土の断面をモデル化し（図-4参照）、その断面を用いて多層弾性解析によるEPS道路盛土の変形挙動解析を行った。当解析法は、荷重、各層の厚み、弾性係数及びポアソン比を入力することにより、任意の点での応力、歪み、変位を求める手法である。また当解析における仮定条件は、以下の通りである。①各層は水平方向に無限であり、地盤は水平及び垂直方向に無限である。②各層の物質は、線形の応力～歪み関係を有する弾性体である。

今回の解析時に用いた道路盛土構造体各層の入力物性値を表-1に示す。路盤（粒調碎石）及び基礎地盤の物性値については、室内土質試験結果をもとに設定した。EPSの弾性係数は、EPSが弾性的な挙動を示す領域は圧縮ひずみ1%以内であることを考慮して、一軸圧縮試験結果より1%ひずみ時の割線から求めた。また、ポアソン比は、既往の研究³⁾を参考にして $\nu=0.1$ とした。

(2) 実測値と解析値との比較

多層弾性解析によるEPS盛土の変形挙動解析結果の一例として、最大載荷応力 $p_{\max}=7.0 \text{ kgf/cm}^2$ のときの解析結果を実測値と併せて表-2に示す。これによると、路床上での載荷時における載荷表面の沈下量は、実測値0.28cmに対して解析値0.28cm、解析値/実測値は1.00、EPSの圧縮量は、実測値0.27cmに対して解析値0.28cm、解析値/実測値は1.04であった。路盤上での載荷時における載荷表面の沈下量は、実測値0.31cmに対して解析値0.27cm、解析値/実測値は0.87、EPSの圧縮量は、実測値0.25cmに対して解析値0.24cm、解析値/実測値は0.96であり、解析値と実測値はよく一致している。

4. おわりに

今回の検討結果から、EPS道路盛土の変形挙動解析手法として多層弾性解析が有効であることがわかった。今後は、EPS道路盛土の繰り返し荷重に対する耐久性及び、長期的な安定性評価等についての検討を加え、EPSを道路盛土に用いた際の最適な舗装構造設計法を提案したいと考えている。

【謝辞】 本実験及び解析は、出光エンジニアリング(株) 新島洋明氏、アキレス(株) 内田勝美氏、鹿島道路(株) 山崎泰生氏の御協力を得て行いました。末筆ながら感謝の意を表します。

【参考文献】1) 土質調査法 土質工学会編 PP399

2) セメントコンクリート舗装要綱 日本道路協会

3) 久楽・青山・竹内・松橋；発泡スチロールを路床に用いたときの応力変形に関する一考察 第23回土質工学会研究発表会 PP1973～1974, 1988

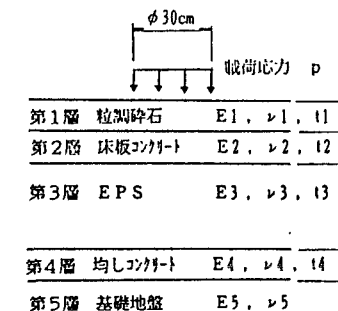


図-4 解析モデル（路盤載荷時）

表-1 入力物性値一覧表

区分	層番号	材料名	層厚 t (cm)	弾性係数 E (kgf/cm ²)	ポアソン比 ν
路盤	1	粒調碎石	17.5	3.00×10^8	0.35
路床1	2	コンクリート床板	10.0	2.00×10^8	0.25
	3	EPS	168.8	3.50×10^3	0.10
路床2	4	均しコンクリート	5.0	8.00×10^4	0.25
	5	基礎地盤	∞	6.78×10^8	0.40

表-2 解析値と実測値との比較表

試験位置	路床上 (床板コンクリート上)	路盤上 (粒調碎石上)
載荷応力 p	7.0 (kgf/cm ²)	7.0 (kgf/cm ²)
載荷表面沈下量 s		
解析値/実測値	0.28cm/0.28cm =1.00	0.27cm/0.31cm =0.87
EPSの圧縮量 δ		
解析値/実測値	0.28cm/0.27cm =1.04	0.24cm/0.25cm =0.96