

III-50

3次元弾性解析による 軽量盛土舗装体の応力沈下特性

長崎大学工学部 学生員 ○相良 昌男
同 上 正 員 後藤恵之輔
同 上 学生員 松村 明博
ダウ化工（株） 正 員 佐野 修

1. はじめに

軟弱地盤上に道路盛土を行う場合、軟弱層にかかる死荷重または交通荷重により、道路盛土自体の沈下および変形など大きな被害を及ぼすことが多い。その対策工法には種々のものがあるが、取り分け発泡ポリスチレン(EPS)材を用いた軽量盛土工法は、その軽量さゆえに軟弱層にかかる死荷重を減少させ、圧密沈下抑制の効果が大きいと思われる。しかし、我が国ではEPS材を土木材料として利用した例は、ほとんどない。そこで本研究では、軽量盛土舗装体の断面構成を想定し、これに三次元弾性理論解法プログラムを用いて、交通荷重がかかるときの舗装体内の応力沈下特性を調べた。また、路床のCBRの違いが舗装体内の応力や沈下に与える影響についても検討したので、以下にその一部を報告する。

2. 計算仮定

舗装構造を n 層弾性体と考える。計算に必要な仮定は次のとおりとする。

- ($n-1$)層までの各層は有限な厚さで水平方向に無限に広がっており、最下層は鉛直および水平の両方向に無限に広がっているものとする。
- 各層とも材料は等方均質の弾性体であるとする。
- 各層の材料は重さのないものとし、最下層においては無限下方で応力と変位が消失するものとする。
- 各層の層間状態は完全に粗とする。
- 輪荷重は円形等分布するものとする。

以上の仮定から後藤が開発した三次元弾性理論解法プログラムを用いて、次に示すモデルの応力沈下特性を調べた。

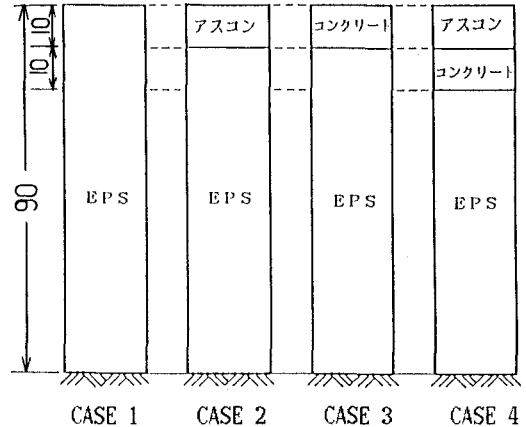


図-1 解析対象断面 単位(cm)

3. 解析対象

まず、EPS材を用いた層構造物の応力分散や変形についての基本的な性質を知るために、図-1に示すようにEPS材のみの場合(CASE 1)、EPS材の上部にアスコン層が存在する場合(CASE 2)、上部にコンクリート層が存在する場合(CASE 3)、アスコン層とコンクリート層が存在する場合(CASE 4)の4CASEについて解析を行なった。なお、ここでは比較が行ない易いようにアスコン層、コンクリート層の厚さをそれぞれ10cmに固定して、全体の高さが90cmになるようにEPS材の高さを調節した。表-1に各材質の弾性係数、ポアソン比、単位体積重量を示す。ここでアスコンの弾性係数は、車両走行速度60km/hr、気温20℃として20000kgf/cm²を採用した。また路床の弾性係数は、100・CBRとし、その違いによる影響を調べるため0.1、1、10%の3種類のCBR値を与えた。この4CASEの構造体にB交通に対応する輪荷重(接地半径17cm、接地圧5.507kgf/cm²、図-2参照)が加わるときの載荷中心における応力や沈下量を各計算条件下で求めた。

表-1 解析に用いた定数

材 質	弾性係数 (kgf/cm ²)	ポアソン比	単位体積重量 (tf/m ³)
アスコン	20 000	0.35	2.35
コンクリート	300 000	0.20	2.50
EPS	120	0.35	0.029
路床	100・CBR ¹⁾	0.40	

1) CBR=0.1, 1, 10 (%)

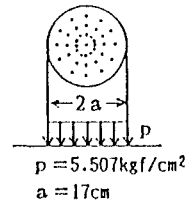


図-2 輪荷重

4. 計算結果および考察

表-2 計算結果

(1) 鉛直応力の分布状況

表-2に各CASEでの計算結果を、図-3にCBRが1%、すなわち路床の弾性係数が100kgf/cm²のときのCASE 1~4の深さ方向の鉛直応力の分布を示す。深さと鉛直応力の分布状況について各CASEを比較すると、CASE 1では鉛直応力が他に比べて深さ方向に緩やかに減少しているこれに対してCASE 2, CASE 3では、深さ10cmの位置(アスコンまたはコンクリートとEPSの境界)までに鉛直応力が急激に減少している。またその度合はCASE 3の方が大きく、どの深さにおいても鉛直応力は、CASE 3, 2, 1の順で小さくなっている。次にCASE 4の場合はCASE 2, CASE 3と違い、第二層つまり弾性係数の大きなコンクリート層において鉛直応力の減少が大きいことがわかる。またEPS材層における鉛直応力も他のCASEに比べずっと小さい。

ケース	路床の CBR(%)	表面沈下量 (mm)	路床上面 沈下量(mm)	層内の 沈下量(mm)	EPS材上面鉛直 応力(kgf/cm ²)	路床面鉛直 応力(kgf/cm ²)
1	0.1	25.38	14.30	11.08	6.5890	0.0889
	1	13.90	2.61	11.29	4.5153	0.2674
	10	11.97	0.33	11.64	4.5154	0.3869
2	0.1	12.38	9.99	2.39	0.8046	0.0474
	1	4.40	2.01	2.39	0.1699	0.0682
	10	2.85	0.27	2.58	0.8602	0.2428
3	0.1	7.76	7.15	0.61	0.1349	0.0212
	1	2.01	1.37	0.64	0.1699	0.0682
	10	0.95	0.19	0.76	0.1981	0.1109
4	0.1	6.81	6.45	0.36	0.0771	0.0167
	1	1.65	1.25	0.40	0.1123	0.0558
	10	0.69	0.18	0.51	0.1432	0.0948

以上のことから、CASE 2, 3, 4のようにEPS材の上層に弾性係数が高い材質を用いた断面構成の方が、応力の分散が良いことが分かった。逆にEPS材は弾性係数が120kgf/cm²と低いため単体では十分な応力の減少が望めないと思われる。ただし、CASE 4のようにアスコンおよびコンクリート層が厚くなる場合には、死荷重も増加することに注意する必要があると思われる。

(2) 沈下量の分布状況

次に表-2により、沈下量について各CASEを比較してみる。まず、層内の沈下について見ると、CASE 1は他のCASEに比べて非常に大きい。特に表面付近では、輪荷重の影響を強く受けかなり圧縮されていることが分かる。また深くなるにつれ圧縮される量も少なくなることから、沈下について荷重の影響が深さ方向に減少することがわかる。これに対してCASE 2, 3では、第1層を成すアスコンおよびコンクリート層は全く圧縮されず、第2層のEPS材のみが圧縮されている。さらにCASE 2の方がCASE 3より層内の沈下量が多い。これは前述のアスコン層とコンクリート層の応力分散の度合の違いによるものと考えられる。CASE 4については、他のCASEに比べ層内沈下量、路床面沈下量のいずれも小さい。つまり層内の沈下を小さくするためには、EPS材にかかる応力が小さくなるように、その上部に荷重を十分に分散させる層を設けた方が良いと思われる。これは、CASE 4のEPS材上部をアスコンとコンクリートの2層構造の場合に、応力の分散能力が高められたことから確認できる。

(3) 路床のCBRの影響

次に、路床のCBRの変化が舗装体に及ぼす影響について考察する。表-2からわかるように表面の沈下量は、路床のCBRが増加するほど減少するが、層内の沈下量は、CASE 1の場合約11.3mm, CASE 2で約2.4mm, CASE 3で約0.7mm, CASE 4で約0.4mmと路床のCBRに無関係にほとんど一定となっている。したがって路床のCBRの違いは、舗装体の層内の沈下にはあまり影響しないが、路床を含めた舗装体全体としての表面の沈下には影響すると思われる。

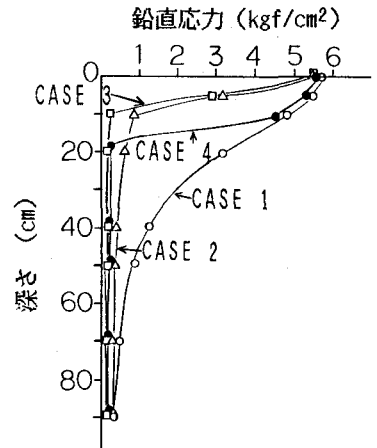


図-3 鉛直応力の分布状況

5. あとがき

EPS材を使用した軽量盛土舗装体は、自重を大幅に軽減できるので圧密沈下を抑制する効果が期待できる。しかし、EPS材の弾性係数が小さいので、断面構成によっては沈下や応力の分散について問題となることがある。そこで、他の層に高い弾性係数をもつ材質を用いるなど、上述の欠点を補う舗装構成とすることで、軟弱な路床をもつ舗装体にEPS材が使用できるとと思われる。