

東北大学工学部 学生員 ○後藤 仁司

同 上 正 員 村井 正規

同 上 正 員 福田 正

1. はじめに

舗装は、いくつかの層により構成されている。それらは、その力学的性質の違いにより、表層、路盤、路床と呼ばれ、基本的には層に分類される。これらの層はそれぞれ、コンクリートあるいはアスファルト、粒状材料、自然土でできている。しかし最近では重荷重交通に対処するために、表層と路盤の間に安定処理材料が用いられてきている。さらに軟弱な路床の場合には、路盤と路床の間にシャ断層の砂層を用いることもあり、多層の構造を持つ舗装が多くなってきている。そこで本研究では、5層構造によるコンピュータ・プログラムを作成し、セメント安定処理路盤を持つコンクリート舗装について、軸荷重が載荷された場合の応力状態について数値解析を行い、若干の考察を行なった。

2. 層構造理論

図-1の様な円筒座標系において、Z軸と荷重の作用中心線とを一致させた軸対称の載荷条件の場合において、弾性体内の変位と応力は、L O V E のひずみ関数で表された変位ポテンシャル関数 ϕ を用いて表される。 ϕ は重調和関数の解であり

$$\phi = \int_0^{\infty} \left\{ (A+BZ)e^{mz} + (C+DZ)e^{-mz} \right\} m J_0(mr) dm$$

A, B, C, D; 境界条件で決まる係数

したがって5層の舗装構造の場合には、各層で4個の係数が含まれるため $5 \times 4 = 20$ 個の係数を決定しなければならない。境界条件は右の通りである。境界条件(3)より18個の係数を定めることになるが、境界条件(1)、(2)により18個の方程式を立てることができる。したがって、これらの方程式を連立させて解くことにより、各層における係数A, B, C, Dが決定される。

3. 計算に用いた舗装構造モデル

計算に用いたセメント安定処理路盤を持つコンクリート舗装のモデルは図-2の通りであり、セメント安定処理路盤の力学的効果を見るために、コンクリート版厚 H_1 を20、25、28、30 cm、セメント安定処理路盤のヤング係数を5000、10000、30000、50000 kg/cm^2 とそれぞれ変えて計算を行なった。荷重は8tで接地半径を20 cm とした。

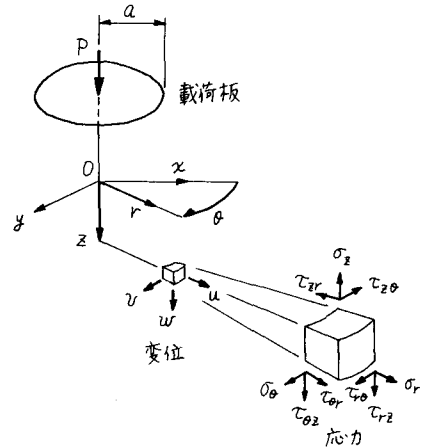


図-1 円筒座標における変位と応力

境界条件

(1) 舗装表面

$$\sigma_z = -P(r)$$

$$\tau_{rz} = 0$$

(2) 各層の境界面 $i = 1, 2, 3, 4$

$$\sigma_z(i) = \sigma_z(i+1)$$

$$\tau_{rz}(i) = \tau_{rz}(i+1)$$

$$u(i) = u(i+1)$$

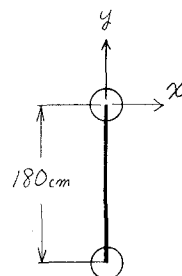
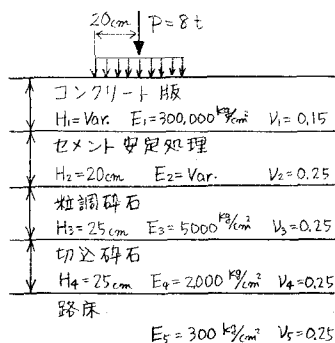
$$w(i) = w(i+1)$$

(3) 最下層 応力・変位は零に収束する

$$A_5 = B_5 = 0$$

4. 軸荷重の考慮

実際にトラック荷重を考えた場合、単輪荷重による応力だけでなく、軸荷重を考慮して応力を算定する必要があると考えられる。層構造解析による数値解は重ね合わせが可能であり、複数の車輪による応力が計算できる。そこで図-3の様に、輪距が180 cmの場合の応力を計算することにした。



5. 計算結果

図-4はy軸に沿ってコンクリート版下面の応力 σ_x を表したものであり、軸荷重による応力状態が示されている。図-5は、コンクリート版厚 H_1 を横軸にとり、各 E_2 に対する荷重直下の応力を示したものである。図で実線は単輪荷重によるコンクリート版下面応力、点線は軸荷重を考慮した場合のコンクリート版下面応力 σ_x であり、一点鎖線はその時のセメント安定処理路盤下面の応力 σ_x である。この図より、 E_2 を5,000 kg/cm²にした場合、つまり粒調碎石程度に仮定した場合、 H_1 の増加に伴う応力の減少は著しいが、 E_2 を大きくしていくと、 H_1 を増加させていくことによる応力の減少の割合はしだいに小さくなり、特に $E_2=50,000$ kg/cm²で軸荷重を考慮した場合にはその傾向が著しい。一方、セメント安定処理路盤下面に作用する応力 σ_x についてみると、 H_1 を変化させてもそれぞれの E_2 に対する応力はほぼ一定の値をとる。このような解析を進めることにより、与えられた荷重条件に対し、最適な層構造設計が可能になると思われる。

図-2 舗装構造モデル

図-3 軸荷重の寸法

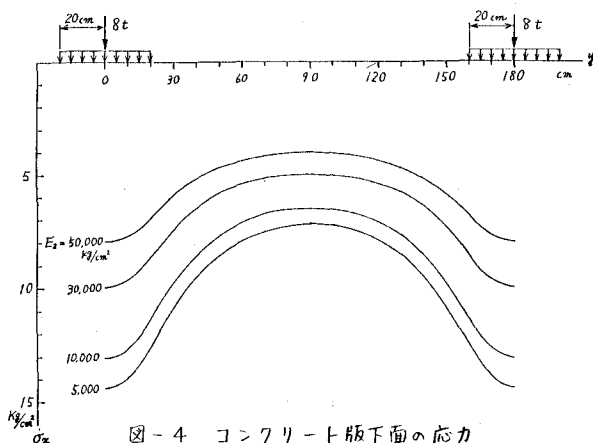


図-4 コンクリート版下面の応力

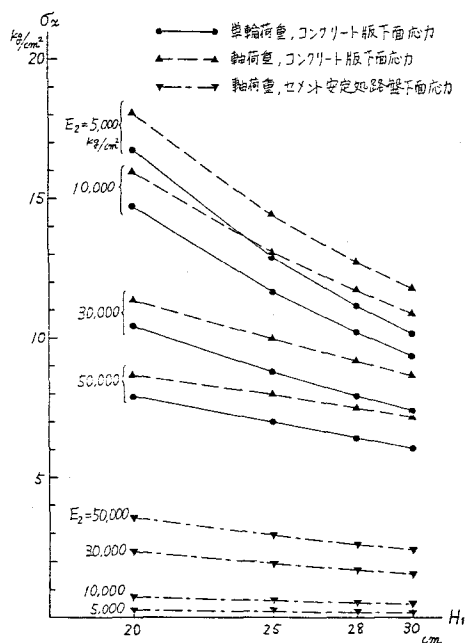


図-5 コンクリート版厚と応力の関係

参考文献

- 1) セメントコンクリート舗装要綱, 昭和59年, 日本道路協会
- 2) N. C. ヤン, 舗装新設計法