

東北学院大学	正会員	遠藤孝夫
東北大学	正会員	福田 正

1. はじめに

近年、トライデム（３）軸車が用いられるようになってきたが、舗装構造に対する影響についての検討は少ないように思われる。そこで、ここではアスファルト舗装を念頭に、舗装構造を粘弾性層構造（Voigt固体）とした場合について、トライデム軸車の影響を数値解析により検討する。

2. 解析方法

舗装構造を図-1に示すように、第1層がVoigt固体による粘弾性体、第2層が弾性体で構成され、その第1層の表面に円形等分布走行荷重が載荷されるものとする。これは近似的に準静的問題として扱うもので慣性力の影響は考えていない。また、構造体内の応力とひずみの関係式は、“弾性-粘弾性対応の原理”により求めるものとする。この関係式は、応力とひずみの関係式を線形微分演算子を用いて、偏差応力と偏差ひずみの関係および平均応力と体積ひずみの関係として一般に表される。ただし、ここでは後者の関係については舗装材料のポアソン比を0.5、すなわち体積ひずみ係数を無限大に仮定することにした。

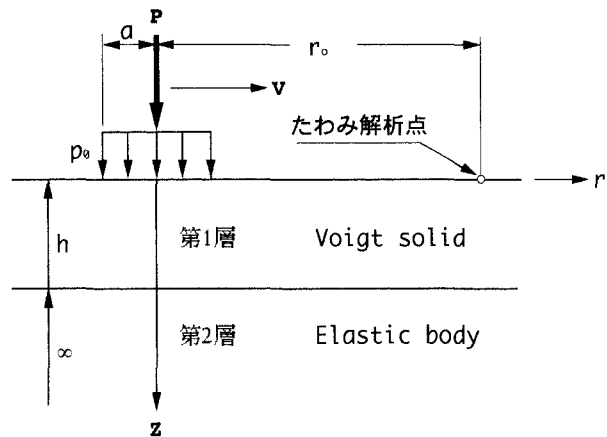


図-1 解析で考えた層構造

2 層構造に関する Burmister の理論解で第 1 層と第 2 層のポアソン比を 0.5 と仮定すると、表層のたわみは次式で表される。

$$w = \frac{p_0 a}{2} \int_0^\infty \frac{J_1(ma) J_0(mr)}{m} V_0 dm$$

$$V_0 = \frac{3}{E_1} \cdot \frac{1 + 4 N m h e^{-2mh} - N^2 e^{-4mh}}{1 - 2 N (1 + 2 m^2 h^2) e^{-2mh} + N^2 e^{-4mh}}$$

$$N = \frac{E_1 - E_2}{E_1 + E_2}$$

上式で、 m はパラメーター、 J_0 と J_1 はそれぞれ0次、1次の第1種ベッセル関数、 E_1 と E_2 はそれぞれ第1層と第2層の弾性係数である。

いま、走行荷重を考えたときの r は次式で表される。ここで V は荷重の走行速度、 t は時間を表している。

$$r = |r_0 - V t|$$

対応の原理に基づき、変換領域におけるたわみ $\bar{W}$ は次式で示される。

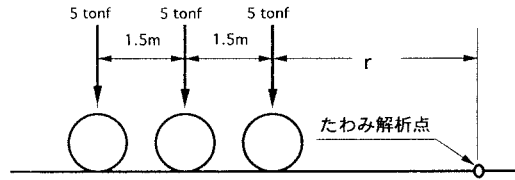


図-2 トライデム軸荷重

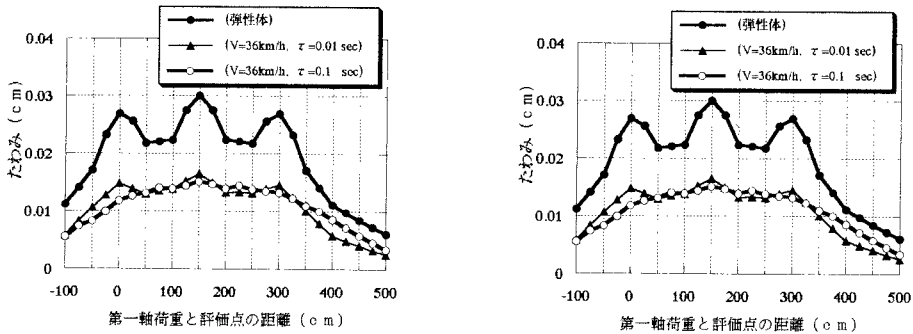


図-3 たわみの解析値

$$\bar{w}(s) = \frac{p_0 a}{2} \int_0^\infty \left\{ \frac{J_1(ma) J_0[m(r_0 - Vt)]}{m} \right\} V_0(s) dm$$

$$\bar{V}_0(s) = \frac{3}{E_1(s)} \frac{1 + 4 \bar{N}(s) m h e^{-2mh} - \bar{N}^2(s) e^{-4mh}}{1 - 2 \bar{N}(s) (1 + 2 m^2 h^2) e^{-2mh} + \bar{N}^2(s) e^{-4mh}}$$

$$\bar{N}(s) = \frac{\bar{E}_1(s) - \bar{E}_2(s)}{\bar{E}_1(s) + \bar{E}_2(s)}$$

ここで， $\bar{E}_1(s)$ ， $\bar{E}_2(s)$ は弾性係数 E_1 ， E_2 の変換値を示している．これにたたみこみ積分を適用して2層構造のたわみ w の解を得る．

3. 結果

解析には次の数値を用いた．ただし、 G_1 と G_2 は第1層と第2層のせん断弾性係数である．

$G_1=15,000 \text{ kgf/cm}^2$ ， $G_2=1,000 \text{ kgf/cm}^2$ ， $a=20 \text{ cm}$ ， $r_0=500 \text{ cm}$ ．

トライデム荷重については、図-2のように仮定した．いま、 $V=36 \text{ km/h}$ ， 72 km/h とし、舗装第1層のリタデーションタイム（ $\tau=\eta/G_1$ ）を0.01および0.1にとって表面のたわみを求めると図-3のようになる．すなわち、舗装表面のたわみは弾性層構造に比べて一般に小さくなるが、リタデーションタイムが大きくなるほど一軸荷重に比べてたわみが蓄積される傾向がみられた．

4. まとめ

トライデム（3）軸車の舗装構造に対する影響を調べるために、舗装構造を粘弾性層構造（Voigt固体）とした場合について、トライデム軸車の影響を数値解析により検討した．その結果、ベアスファルト舗装のような粘弾性構造の場合には、たわみが累積されて大きくなる傾向が示された．

[参考文献]

- 1) Burmister, D.M.: The General Theory of Stresses and Displacements in Layered Systems, Jour. of Applied Physics, Feb., Mar., and May, 1945
- 2) W. Flugge : 粘弾性学, 培風館, 1973