

IV-197 走行荷重によるアスファルト舗装の変形

電力中央研究所 正員 ○ 遠藤 孝夫
東北大学工学部 正員 福田 正

1. まえがき

本研究は舗装をその材料が線形粘弾性体よりなる2層構造とみなし、交通荷重による舗装表面におけるたわみ変形を弾性-粘弾性対応の原理を用いて解析を行ない、フィールドデータとの比較を行なったものである。

2. 解析方法

アスファルト舗装を図-1に示すように第1層がVoigtモデルによる粘弾性体、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場合を考える。これは近似的に準静的問題として取り扱われ、応力とひずみの関係式は“弾性-粘弾性対応の原理”より求められる。この関係

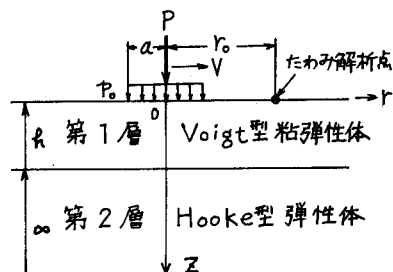


図-1

式は応力とひずみの関係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わされる。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。

2層構造に関するBurmister理論解の第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示される。

$$w = \frac{P_0 \cdot a}{2} \int_0^\infty \frac{J_1(ma) \cdot J_0(mr)}{m} V_0 \cdot dm$$

ここで

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

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

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、走行荷重を受けるときの r は次式で表わされる。

$$r = |r_0 - Vt|$$

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。

$$\bar{w}(s) = \frac{P_0 \cdot a}{2} \int_0^\infty \left\{ \frac{J_1(ma) J_0[m(r_0 - Vt)]}{m} \right\} \bar{V}_0(s) \cdot dm$$

$$\bar{V}_0(s) = \frac{3}{\bar{E}_1(s)} \frac{1 + 4\bar{N}(s)m\hbar e^{-2m\hbar} - \bar{N}^2(s)e^{-4m\hbar}}{1 - 2\bar{N}(s)(1 + 2m^2\hbar^2)e^{-2m\hbar} + \bar{N}^2(s)e^{-4m\hbar}}$$

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

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。

数値解析に用いた諸数値は、室内実験結果を参考に次のような数値を用いた。

$$G_1 = 15,000 \text{ kg/cm}^2, G_2 = 1,000 \text{ kg/cm}^2, P = 8,000 \text{ Kg}, a = 20 \text{ cm}, r_0 = 500 \text{ cm}$$

いま $V = 36 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ 、 $72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ とすると、舗装表面のたわみは第1層の材料のリターテーションタイム ($\tau = \eta/G_1$) を変えて計算すると、図-2の通りである。また実験結果によれば、アスファルト材料は $\tau = 0.1 \text{ sec}$ であったので、この場合の舗装表面のたわみを走行速度を変えて計算すると図-3の通りである。すなわち、舗装表面のたわみは走行速度が増すほどに減少し、例えば走行速度 $60 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ においては静止荷重の場合の約60%になる。これを本計算の対象とした舗装構造にほぼ似た舗装構造で行なわれたAASHO 道路試験の結果では約55%であり、ほぼ一致する。

3. 結果

以上の検討の結果、次のように結論される。

舗装材料の力学的挙動にVoigt モデルによって時間依存性を考慮した解析により、実際の走行荷重による舗装構造のたわみ変形挙動を説明することができる。

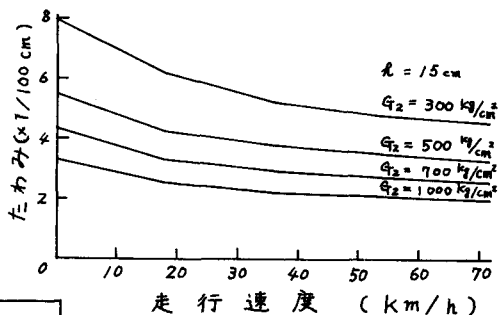


図-3

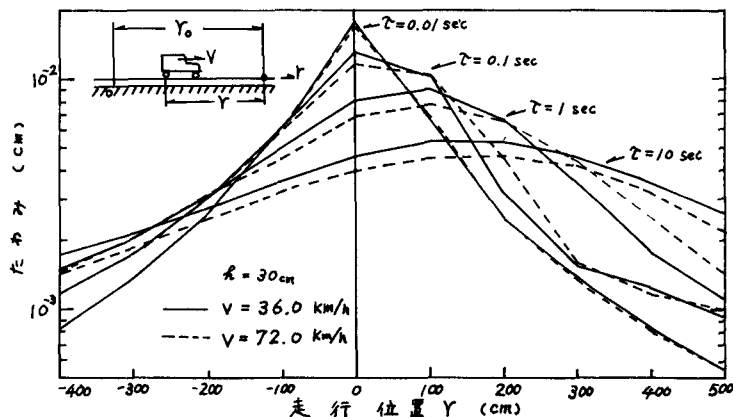


図-2