

立命館大学理工学部 正員 ○早 川 清
同 上 正員 島 山 道 隆

1. まえがき

近年、環境アセスメントの必要性に関連して、道路の新設計画に際しては計画道路の諸条件に応じて、自動車の走行による発生振動の予測をすることが必要となってきた。使用中の道路においては、自動車交通による地盤振動は、特に路面の凹凸状態の影響が大きい。新設道路については自動車の種類、重量、走行速度などの交通条件や道路の構造条件の影響に加えて、地盤条件による影響が重要な因子になってくるものと考えられる。

自動車交通による地盤振動の予測手法に関しては、これまでいくつかの報告があるが、本報告では特に地盤の弾性的性質の相違による影響に着目し、道路の支持系をモデル化して求めらる舗装版の動的たわみ量と、路面の平坦性が良好な大阪市内の12ヶ所で実測した振動量との関連性を知り、振動の予測手法の適合性について若干の考察を行った。

2. 舗装版の動的たわみ量の算定

舗装の支持系をFig-1に示すような単純化したフット要素で示し、この質点系に自動車荷重に相当する強さ一様の外力荷重関数 $P(t)$ が作用するものとする。この系の動的たわみを $y(t)$ とし、 $h < 1$ 、 $t < t_1$ なる条件における運動方程式の解は、Milton により次のように与えられている。¹⁾

$$y(t) = \Delta st \left[1 + \frac{e^{-h\omega t}}{\sqrt{1-h^2}} \sin(\omega t \sqrt{1-h^2} - \phi) \right] \quad (1)$$

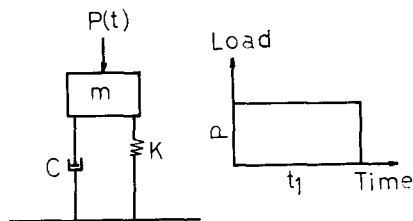


Fig-1 道路の力学的モデルと荷重関数

ここに、 $\Delta st = P/k$: 静的たわみ、 $\omega = \sqrt{k/m}$: 非減衰固有円振動数、 $h = C/2m\omega$: 減衰定数、 $\phi = \tan^{-1} \sqrt{1-h^2}/h$ である。

(1)式において、外力荷重 P は大型重量車による影響が大きいことを考慮して、大型車の後軸荷重で代表できるものとした。しかし、積載重量の差及び自動車の構造上の相違により、軸重のばらつきがかなりあるものと考えられるが、ここでは平均的な数値として 30 ton と設定した。地盤のばね定数は、加振力、影響を及ぼす質量の大きさやその接地部分の面積などに関連して変動するものと思われ、極めて複雑であり一義的には定められると考えられる。ここでは簡単のために、舗装体・表層と路盤を一体として考えよりの単位面積当たりの質量と、大型車が単独で走行した時に実測された、最大振幅に相当する波形の周期より円振数を換算して求め、これらを用いてばね定数 k を計算した。また、地盤の内部減衰定数は、地盤特性、周期、振動源の近傍が遠方かなどの条件により相違するものと考えられるが、ここには次の関係式を使用して求めた数値を適用した。

$$h = \alpha V / 2\pi f \quad (2)$$

ここに、 α : 地盤の減衰係数、 V : 波の伝播速度 (m/sec)、 f : 波の振動数 (Hz) である。

減衰係数は特に求めているので 0.02 m^{-1} と設定し、実測より求めた表面波の伝播速度と波の振動数を代入し、減衰定数を算出した。さらに自動車の通過時間に関する荷重作用時間 t_1 は、ここでは実測して求めた最大振幅の周期に関してその半周期の算術平均値 0.05 を適用した。以下、振動の振幅については上下方向変位振幅について考えよものとした。Table-1 は舗装の単位面積 (1 m^2 当り) 当りの質量、表面波の伝播速度、地盤のばね定数および減衰定数、最大たわみ、最大変位振幅の諸値を示したものである。なお、地盤の土質状態については既報であるので、ここには省略した。²⁾

Table-1

測定地点番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
舗装の質量 (1m ²)	0.168	0.099	0.117	0.168	0.180	0.072	0.072	0.141	0.097	0.120	0.086	0.107
表面波速度 (m/sec)	138	120	125	200	110	190	242	220	136	202	289	363
ばね定数 (t/m)	166	68	54	230	363	580	789	77	126	897	801	106
減衰定数	0.088	0.092	0.117	0.108	0.049	0.042	0.046	0.189	0.076	0.048	0.060	0.231
最大たわみ	0.106	0.287	0.315	0.0746	0.0512	0.0324	0.0237	0.204	0.143	0.0207	0.0228	0.142
最大振幅 (μ)	35	22.5	45	7.5	15.5	4.3	16.5	16.5	40	3.6	1.6	19.4

3. 結果および考察

(a) 振幅比の距離減衰について；Fig-2は路端の測定値とこれより各測点における振幅との比を求め、その距離減衰を示したものである。横軸の距離は片側一車線の平均的な車線幅を4mとし、これを基準として路端および各測点に加えて表示した。同図より全体的な減衰傾向は2つに大別されるように思われる。すなわち、測定地点1, 3, 6, 7は更迭の距離減衰に相当する $-6\text{dB}/2d$ に近く、測定地点2, 4, 5, 8, 9, 10, 11は表面波の距離減衰特性に近接した $-3\text{dB}/2d$ の傾向を示している。振動乗車感での測定を行っている中で全体的な減衰係数は求めているが、この図よりは減衰係数は0に近いものと考えられる。

(b) 動的たわみと振幅の関係について；Fig-3に(1)式より計算した舗装版の動的たわみ最大値 $y(t)_{\text{max}}$ と路端における変位振幅との関係を示した。測定地点5, 9の結果は大きくかけ離れているが、これを除外して考えれば動的たわみ最大値と振幅値はかなり良好な対応性を示すことが知られる。上述の2点を除いて両者の比例定数を求めると、振幅をAとすれば次のような変換式が求められる。

$$A = 63 y(t)_{\text{max}} \quad (3)$$

4. まとめ

自動車荷重が路面に作用した場合の動的たわみを、いくつかの大胆な仮定を設けて計算し求めた変位振幅の値と比較した結果、両者は(3)式のような関係式で表わされることが知られた。振動予測に利用できそうである。しかしながら、自動車荷重の作用位置、影響する舗装版の質量範囲、荷重の走行速度などの条件を考慮しておらずこれらについて検討する必要がある。また、舗装版のたわみ量との関連を知るために振動値は変位振幅で検討したが、振動公害の事前予測の面からは振動レベルとの対応を考えた必要があると思われる。

5. 参考文献

1) Milton E. Harr, Influence of Vehicle Speed on Pavement Deflections

2) 島山, 芥生, 自動車による地盤の振動と土質の関係, 第30回土木学会年次学術講演会概要 II-50

