

III-151 道路交通車両の走行パターンによる振動レベルについて

立命館大学理工学部 正員 畠山直隆
立命館大学理工学部 正員 早川 清
立命館大学大学院 学生員 〇藤森茂之

I. はじめに 道路交通車両によって生起する振動は、自動車の車種、重量、走行速度、路面の平坦性、地盤の減衰定数、地質条件などによって変動するものである。しかし特に大型車の及ぼす影響が強いと思われるので、ここでは道路交通車両の走行パターン、すなわち大型車が1台だけ走行するときの振動レベル、2台走行のときの振動レベル、また3台以上同時に走行する場合、それぞれの振動レベルの変動程度を求めるために室内模型実験と実際道路上での測定を行なったのでその結果を、また振動レベルと大型車交通量、平均速度などを同時に測定したのでそれらの関係についても報告する。

II. 実験方法 (1)室内模型実験 図-1のような長さ204cm、幅104cm、高さ94cmのウレタンフォームを模擬地盤として使用し、この表面上に2W、8Ωのスピーカーを5個(A～E)、25cm間隔で設置し、これに上下方向に30～50Hzの振動数で加振したときの各測点における振動の変位振幅を測定した。加振は、Function Generator、パワーアンプ、ロータリースイッチ、スピーカーで行ない、スピーカーからの加振は先端にアルミ製の円筒を付けて、一定の圧力が加わるように調整した。ピックアップは、GSC-HC-JL 全方向型小型受振器(固有振動数14Hz)を用い、記録にはFR102型ビュグラフ(ガルバーの固有振動数30Hz)を使用した。車両の1台走行に相当するものとして、ロータリースイッチでスピーカーA→B→C→D→Eの順に1個ずつ加振し、2台走行の場合は、スピーカーAB→BC→CD→DEの順に同時に2個ずつ、3台走行の場合は、スピーカーABC→BCD→CDEの順に加振し、ピックアップも①～⑧と移動させ、スピーカーラインからの距離も変化させた。この模擬地盤の正弦波の位相伝播速度は、49 m/secであった。

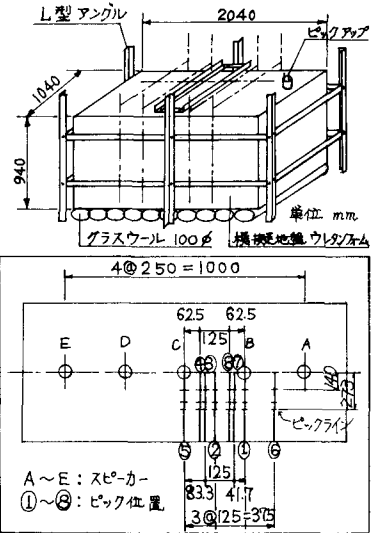


図-1

(2)野外実測道路交通振動の測定方法 測定場所は、国道1号線篠屋川バイパスの3地点で、路面状態は測定地点前後において良好な場所で路面の平坦性の影響がそれほどないと思われる。測定時間は午前9時から午後6時までで、測定は路端で行ない公害用振動計(リオンVM-12B)を使用して、鉛直振動の指示値を振動レベルで読みとった。指示計器の動特性はSLOWである。大型車の1台走行、2台走行、3台以上走行のパターンに分けて、30分間連続的に数回その指示値を読みとることと、一方道路交通振動の測定方法による5秒間隔100回測定を行ない、同時に交通量、走行速度などの測定も行なった。

III. 結果 (1)室内模型実験 各振動数による距離減衰を図-2に示す。重ね合わせの計算は、図中に示した y_n を用いて次のようになる。

$$Y = \sqrt{\sum y_n^2 + 2 \sum y_n y_m \cos\{2\pi(\lambda_i - \lambda_j)/\lambda\}} \quad (i \neq j) \quad \text{--- ①}$$

ここで λ : 波長(m) λ : 加振点から受振点までの距離(m)

また振動レベルLは、 y_n が変位振幅(mm)であるので次式で求まる。

$$L = 20 \log_{10} \{ Y \times (2\pi f)^2 \times 0.707 \times 10^{-3} / (0.125 \times f \times 10^{-5}) \} \quad f: \text{振動数} \quad \text{--- ②}$$

以上のようにして求められた計算値と実験値を比べると、例えば30Hzの同位相の場合、2B(ピックアップの位置②でBスピーカーから加振する場合)と2

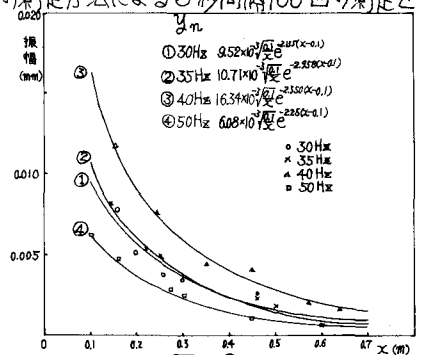


図-2

BCをみると計算上6dBの増加に対して実験では5.5dBの増加があった。ピーク値を比べると1台走行(1B)から2台走行(2BC)になると計算では5.1dBの増加、実験値は5.3dBの増加、3台走行(1ABC)の場合は、7.5dB、7.9dBと非常によく一致した。距離が変化した場合の一例を図-3に示した。加振点と受振点の距離が近い場合には、かなりよく一致している。

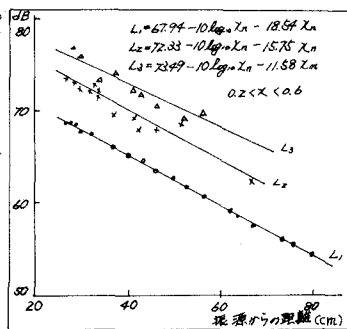


図-3

②野外測定結果 大型車の1台走行、2台走行、3台以上走行のそれぞれの振動レベルの度数分布図の一例を図-4に示した。図中の曲線は、実測値より求めた正規分布曲線である。図より明らかなように実測値の分布は正規分布にかなりよく一致している。つぎに振動レベル-累積度数図より求めた80%

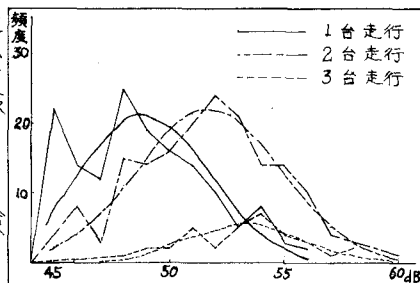


図-4

%レンジ上端値 $\hat{L}_{80}$ と中央値 $\hat{L}_{50}$ 及び平均値 $\bar{L}$ を表-1に示した。1台走行と2台走行との振動レベルの増加は、平均値で約3dBであり、2台走行と3台以上走行とのそれは約1.5dBである。 $\hat{L}_{80}$ に対してほぼ同様であるが、 $\hat{L}_{80}$ について測点No.1,2における2台走行と3台以上走行のレベル差は約0.8dBである。これは $\hat{L}_{80}$ の値が80%レンジ上端値であるから、高い振動レベルの度数が少なかったためと思われる。室内模型実験の場合と同様に、 $\hat{L}_{80}$ について計算値と実測値を3測点において比較すると、大型車1台走行時の振動レベルがほぼ等しいところでは、レベル増加もほぼ一致した。ここで距離が2倍になると3dB減衰するとし、また車頭間隔は2台走行の場合は3m、3台走行の場合は15mで、2車線のセンターを走行すると仮定した。つぎに5秒間隔100回の指示値より求めた累積度数曲線の80%レンジ上端値 $\hat{L}_{80}$ は、大型車交通量と平均速度との相関が強いと思われるので次式を仮定した。

$$\hat{L}_{80} = A Q + B V + C \quad - (3)$$

$\hat{L}_{80}$: 路端における推定振動レベル(dB)

Q: 対象車線の大型車交通量(台/時)

V: 対象車線の大型車の平均走行速度(km/h)

A, B, C: 定数

①: 大型車1台走行(dB) ②: 大型車2台走行(dB) ③: 大型車3台以上走行(dB)

実測値を用いて各係数を最小自乗法により求め、重相関係数及び単相関係数を算出したのでその結果を表-2に示した。各測定地点は、路面の平坦性が良好なのでその影響はほとんどないと思われる。No.3地点においては、反対車線の影響がみられたので大型車交通量を上下車線での測定値を用いた場合をNo.3'として示した。各測点において、大型車交通量との相関は強いが走行速度との相関はNo.3地点では強いが他の測点では明かではない。また大型車1台走行時の振動レベルの平均値 $\bar{L}$ と $\hat{L}_{80}$ の平均値がよく一致していることがわかる。

Ⅳ. まとめ ①室内模型実験では、走行パターンによる振動レベルの増加量は計算値と実験値がよく一致した。また実際の道路では、車頭間隔、距離減衰などを仮定した計算値と実測値のレベル増加量もかなりよく一致した。すなわち大型車1台走行と2台走行との振動レベルの増加量は約3dB、2台走行と3台走行との増加量は約1.5dBであった。② $\hat{L}_{80}$ は路面が平坦な場合、大型車の交通量と相関が強く、走行速度との相関は明瞭ではない。また大型車1台走行時の振動レベルの平均値とよく一致した。③路面が平坦な場合には、大型車交通量を求めることにより $\hat{L}_{80}$ が、さらに大型車が数台同時走行した場合の振動レベルは $(\hat{L}_{80} + 5)$ dBで求まる。

表-1

測定地点	No.1						No.2						No.3					
	①	②	③	2-①	③-②	③-①	①	②	③	2-①	③-②	③-①	①	②	③	2-①	③-②	③-①
$\hat{L}_{80}$	52.2	55.0	55.9	2.8	0.9	0.9	52.6	55.3	55.9	2.7	0.6	0.6	55.5	56.8	58.2	1.3	1.4	1.4
$\hat{L}_{50}$	48.4	51.1	53.0	2.7	1.9	1.9	48.1	51.3	53.0	3.2	1.7	1.7	50.5	53.8	55.0	3.3	1.2	1.2
$\bar{L}$	49.0	51.8	53.2	2.8	1.4	1.4	48.9	51.7	53.2	2.8	1.5	1.5	51.2	54.2	55.7	3.0	1.5	1.5

表-2

測定地点	No.1	No.2	No.3	No.3'
係数 A	0.0066	0.0107	0.0047	0.0039
係数 B	0.0348	-0.0385	0.4143	0.2228
係数 C	42.73	46.31	26.30	35.71
$\hat{L}_{80} - \bar{L}$	0.5	0.5	0.4	0.4
単相関係数 Q	0.791	0.912	0.487	0.755
単相関係数 V	-0.169	-0.073	0.686	0.686
重相関係数	0.801	0.914	0.846	0.813
$\hat{L}_{80}$ の平均値	48.1	49.0	51.3	51.3
大型車1台走行の平均レベル	49.0	48.9	51.2	51.2

n: 各測点での $\hat{L}_{80}$ のデータ数