

立命館大学理工学部 正員 島 山 直 隆
同 上 正員 早 川 清

1. まえがき：道路交通に関し、騒音、振動、排気ガスなどによる環境公害はいよいよ増大の傾向を示し、近年きわめて大きな社会問題として取り上げられている。このうち、自動車走行時に地盤に生じられる振動は、影響因子が車種、車重、走行速度、交通量、道路の構造様式、路面の平坦性、舗装や路床の性質、地盤の良否など非常に多数におよんでいるので、その影響解析はきわめて困難である。本報告は大阪市内の道路の構造様式、舗装や路床の性質が既知で、しかも路面の平坦性の良好な一般平面道路数ヶ所において地盤振動を測定し、主要な影響因子として路床の性質、地盤の良否、路面の平坦性、車種の相違、重量車の混入率などを選択してこれらが地盤の振動量におよぼす影響度を分散分析法によって要因分析を行ない、若干の検討を試みたものである。

2. 振動値および各要因の算定方法について： i) 振動の測定は1日の各時間帯、計10時間帯にわたり公害用振動計を使用して振動速度値を測定するとともに、同様な各時間帯における車種別交通量も測定した。車両通過時に読取った指示計のピーク値、50個～100個より累積頻度曲線を描き、振動速度の90%レンジ上限値などを求めた。さらにこの累積頻度曲線に車種別の交通量に対応させて車種の相違による振動値を算出し、主として路端の上下動について各要因との関連性を検討するものとした。 ii) 地盤の良否を示す指標として表面波の伝播速度を考慮して要因の一つとしたが、この値は豊磁オシログラフ上の各距離の振動記録より走時曲線を描いて求めた。また路床の性質を示す要因として設計CBR値を採用した。 iii) 路面の平坦指数は、振動の測定位置を中央として試験車を前後100m、約40km/hrの速度で走行させ、車体各部に固定した振動計の指示値を8mmカメラにて撮影した。次にこの現像フィルムを映写して約50個のピークを示す指示値を読み取り、これより累積頻度曲線を描き90%レンジの上限値を定めてこれを路面の平坦指数とした。

3. 要因分析方法について： 要因分析方法はくり返しのない場合の多元配置法による分散分析手法により行なうものとしたが、実験値が必ずしも実験計画法に準拠して求めたものであるないので、各要因の水準の区分は役に表-1に示すようなものに定め、要因A(設計CBR値)、要因B(平坦指数)、要因C(表面波の伝播速度)、要因D(重量車の混入率)とした場合と、要因A、B、Cに要因Eとして車種の相違を加えた場合の2つのケースについて4元配置法による分散分析を行なった。

4. 要因分析の結果および考察： i) 要因A、B、C、Dの場合：各要因の水準を満足するように振動速度の90%レンジ上限値を配置すると表-2のようになる。各項に適する振動値が複数個以上ある場合はその平均値を取った。この表の結果に関して分散分析を行なって得られた結果が表-3に示す分散分析表である。これによれば、各要因の主効果および交互作用効果の自由度はいずれも1であるので、この場合F分布の5%点および1%点における有意水準は、5%点F(1,5; 0.05) = 6.61, 1%点F(1,5; 0.01) = 16.3であるから、要因Bの主効果のみが危険率5%で有意となる。すなわち路面の平坦指数が地盤の振動に与える影響の大きい因

Table 1

S.V.		L	D.L.	
A	設計CBR値	2	3%以下 A-1	5%以上 A-2
B	平坦指数	2	2.3以下 B-1	2.3以上 B-2
C	伝播速度	2	150m/sec以下 C-1	150m/sec以上 C-2
D	重量車混入率	2	25%以下 D-1	25%以上 D-2
E	車種	3	大型車 E-1	中型車 E-2 小型車 E-3

Table 2

unit:mm/sec

S.V.			D-1	D-2
A-1	B-1	C-1	0.24	0.29
		C-2	0.22	0.29
	B-2	C-1	0.49	0.55
		C-2	0.13	0.29
A-2	B-1	C-11	0.40	0.45
		C-2	0.23	0.24
	B-2	C-1	0.47	0.60
		C-2	0.50	0.52

予であることが知られる。表中には5%点で有意のものには*印を、1%点で有意のものには**印を附した。

ii) 要因 A, B, C, E の場合; 上述の数値計算例では一要因のみにしが有意性が認められなかった。ここでは車種の相違を主要因に含めてやはり4元配置法による分散分析を行なった。車種別の振動速度値は時に測定していないので、次のような基準により各車種別の振動速度値を求めるものとした。図-1に示すように、総交通量(台/時)に対する大型車, 中型車, 小型車の混入率を求め、各時間帯別に振動速度の累積頻度曲線の縦軸上の90%レンジに対応せしめるように下から上に小型車, 中型車, 大型車の順序で混入率を累積し、各車種別の混入率の境界と振動速度の累積頻度曲線とを対比して車種別の振動速度値の変動範囲を求め、この各々の平均値を持って大型車, 中型車, 小型車それぞれ振動速度の代表値とした。実際の交通体系は各自動車単独で走行することはまれであり、走行位置, 走行速度, 交通流密度などの条件が不規則であるがこのような振動値の定め方には問題があるが、ここではそのまま数値計算に適用しようものとした。なお車種の分類は大型車

(大型トラック, ダンプトラック, バス他) 中型車(中型トラック, 大型三輪トラック) 小型車(乗用車, ライトバン, 軽四輪車)に大別した。

表-5に示した結果によ

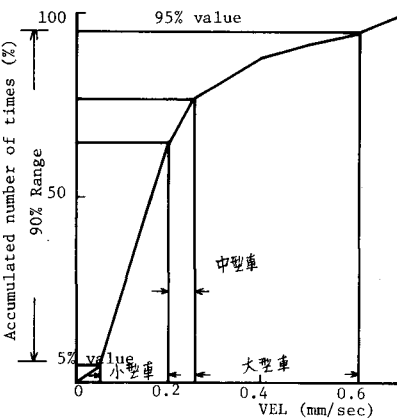


Fig. 1

Table 3

S.V.	S	D.F. ϕ	$V=S/\phi$	$F(V/VE)$
A	410.1	1	410.1	4.45
B	1040.1	1	1040.1	11.29*
C	588.1	1	588.1	6.39
D	126.6	1	126.6	1.37
A B	39.1	1	39.1	0.42
A C	7.6	1	7.6	0.08
A D	0.6	1	0.6	0.01
B C	18.1	1	18.1	0.20
B D	5.1	1	5.1	0.06
C D	10.6	1	10.6	0.12
E	460.3	1	460.3	
T	2706.3	1		

Table 4

unit:mm/sec

S.V.		E-1	E-2	E-3
A-1	B-1	C-1	0.199	0.150
		C-2	0.195	0.111
	B-2	C-1	0.474	0.338
		C-2	0.290	0.128
A-2	B-1	C-1	0.330	0.248
		C-2	0.172	0.120
	B-2	C-1	0.364	0.245
		C-2	0.405	0.269

Table 5

S.V.	S	D.E. ϕ	$V=S/\phi$	$F(V/VE)$
A	950	1	950	0.27
B	62322	1	62322	17.61**
C	18760	1	18760	5.30*
E	124439	2	62220	17.58**
A B	2430	1	2430	0.68
A C	7	1	7	0.00
A E	779	2	390	0.11
B C	18	1	18	0.01
B E	12514	2	6257	1.77
C E	1793	2	897	0.25
E	31863	9	3540	
T	255865	23		

S.V. 要因

$V=S/\phi$ 不偏分散

S 平方和

$F(V/VE)$ 分散比

D.E. ϕ 自由度

ば自由度1の下分布の5%点は $F(1, 9; 0.05) = 5.12$, 1%点は $F(1, 9; 0.01) = 10.6$, 自由度2の場合, 5%点 $F(2, 9; 0.05) = 4.26$, 1%点 $F(2, 9; 0.01) = 8.02$ であるから, 要因B, 要因Eの主効果が危険率1%で有意となり, 要因Cの主効果が危険率5%で有意水準に適合している。これらより路面の平坦性, 車種の相違が地盤振動に影響する程度の強い因子であり, 地盤の良否もかなり寄与している結果が求められた。5. まとめ: 自動車交通による地盤振動の影響要因を路床の性状, 地盤の良否, 路面の平坦性, 車種重量車混入率などとした場合の要因分析結果より, 路面の平坦性が特に大きく影響すること, 車種の相違, 地盤の良否も影響の割合が高いことなどが知られた。