

建設省土木研究所 正員 沢田 健吉
" " 〇 谷 口 栄 一

1. まえがき

道路交通振動の問題を解決するために各方面で精力的な研究が続けられているが、振動を伝える媒体が地盤であり、その土質条件・層構造は一般に複雑であり不均一なことが多いために、現在まだ未解決の問題が数多く残されている。特に道路交通振動の距離減衰については系統的な研究論文も少なく、地盤条件あるいは振動特性との関連等、不明な点が多い。ここでは昭和51年度に建設省が実施した道路交通振動調査のデータに基づいて振動の距離減衰の実態について述べ、さらに地盤振動の振動数、基準点（外側車線中央から5m地点）の振動レベルと距離減衰の関連について考察を加える。

2. 調査方法

全国の118地点において、実交通による地盤振動調査を行った。⁽¹⁾ 測定は30分毎に10分間連続して12あるいは24時間実施した。測定には公常用振動計を用い、道路直角方向に側線を設け、図1に示すように外側車線中央より5, 10, 15, 20mおよび官民境界において、加速度の鉛直成分を測定した。また同時に交通量、路面凹凸等の調査も実施した。測定値は全てV_LslowのL₁₀（累積度数曲線の80%レンジ上端値）でまとめた。

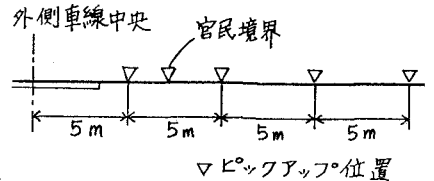


図1 振動測定位置

3. 解析方法

上記の測定データのうち、2車線平面道路におけるデータ（41地点）を解析対象とした。試験車による地盤振動調査⁽¹⁾の結果を参考にして、地盤振動の振動数および基準点（外側車線中央から5m地点）のL₁₀と距離減衰の関係を求めた。

まず基準点のL₁₀は大体35~65dBの範囲にあるので、これを5dBきざみに6つのクラスに分類した。1地点の測定は12~24時間にわたって30分毎に行われているが、これらのデータの中から10分間の大型車交通量がなるべく50台に近いものを選び、上記の各クラスに3つずつのデータを任意に抽出した。その理由は大型車交通量の影響を少なくするためであり、50台としたのはその付近のデータが比較的多かったためである。

4. 調査結果

図2に距離減衰の一例を示す。図2に示すように実測値を直線で近似した。直線で近似した理由は、データが4~5個だけであり、曲線で近似することが困難なためである。

一般に距離減衰は幾何減衰（伝播距離の増大と共に振動エネルギーの密度が薄くなるためにおこる）と内部減衰（媒体粒子の摩擦等のために起る）より成っており、半無限弾性体も点振源より発生したRayleigh波が伝わる時の幾何減衰は、-3dB/倍距離になることが理論的に確かめられている。⁽²⁾

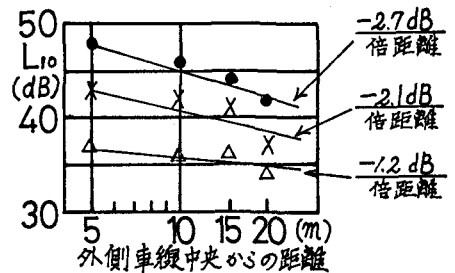


図2 距離減衰の一例

道路交通振動ではRayleigh波等の表面波が主体になっているが、今回の実測データによると、-3dB/倍距離よりも距離減衰が小さい場合が多く見られた。この理由としては次のことが考えられる。図3(a)に示すように、半無限弾性体上の点振源から発生するRayleigh波の幾何減衰は-3dB/倍距離であるが、図3(c)に示すように無限長の線振源から発生するRayleigh波の幾何減衰は0である。実交通のように車が連なって走っている場合は

図3(b)のようになり、Rayleigh 波の幾何減衰は0と-3dB/倍距離の中間の値となる。また実際の地盤は層構造をもっており、波の反射等によって必ずしもきれいな距離減衰にならないことも考えられる。

表1に振動数と基準点のL10で分類した距離減衰を示す。振動数としては基準点の振動波形より読みとった値を用いている。表1より次のことがほぼ成り立っていると言える。

- a)振動数が高い程、距離減衰は大きい。
- b)基準点の振動レベルが大きい程、距離減衰は大きい。

表1を4つのグループにまとめたものが表2である。表2では高振動数の領域で若干安全側の値になっている。

次に振動数が高い程、距離減衰が大きい理由を述べる。繰り返し荷重を受ける場合の土の応力-歪関係は図4のようなヒステリシスループになる。このループが存在することによって履歴減衰が発生するが、土の履歴減衰は速度非依存型である（即ち載荷速度によって減衰の値が変化しない）ことが実験的に確かめられている。⁽³⁾ 今無限に続く均一地盤の表面を図5に示すような、振動数は異なっているがA点の振動振幅の等しい2つの波動が伝播する場合を考える。図5の点A、B間の距離に含まれる波の数は振動数の高い①の方が多い。一周期の間に失われるエネルギーは上述のように①②共に同じであるから、AからBまで伝わる間に失われるエネルギーは波数の多い①の方が大きい。即ち振動数の高い①の方が距離減衰が大きいのである。

図6は今回用いたデータの振動数の分布であるが、10~20Hzのところは全体の63%が集中している。
(参考文献)

- (1)建設省土研「道路交通振動の対策に関する研究」第31回建設省技術研究会、1977
- (2)H.Lamb "On the Propagation of Tremore over the Surface of an Elastic Solid," Phil. Trans. Roy. Soc. London, Series A 203, 1904
- (3)B.O.Hardin, "The Nature of Damping in Sands," Proc. of ASCE, SM1, 1965



図3 半無限弾性体上を伝わるRayleigh波の幾何減衰

振動数 表-2 距離減衰 $\frac{\Delta VL}{\text{倍距離}}$ (平面道路)

基準点の 振動数 (Hz)	35~40 L10(dB)	40~45	45~50	50~55	55~60	60~65
0-10	0.83	1.20	1.47	2.33	1.90	-
10-20	1.17	1.84	1.92	2.09	2.11	2.18
20-30	2.77	2.55	1.70	4.00	5.22	6.87
30-40	1.97	-	-	-	-	-
40-50	-	-	1.50	1.10	2.50	-
50-60	5.07	6.17	16.2	-	-	-

左肩の数字はデータ数 データ総数312(41地点)

表2 距離減衰
(ΔVL /倍距離)

基準点の 振動数 (Hz)	35-50 L10(dB)	50-65
0-10	1	2
10-30	2	2

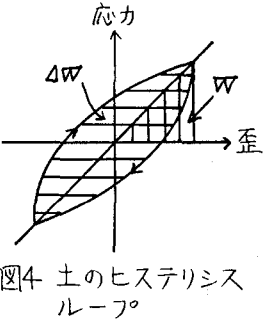


図4 土のヒステリシスループ

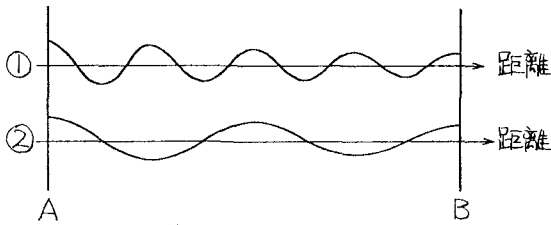


図5 模式的な振動波形

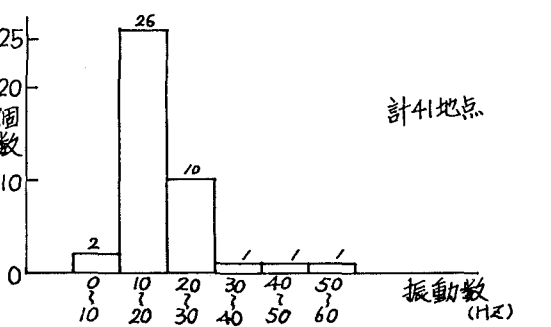


図6 全国における交通振動の振動数分布