

平坦道路の騒音伝搬特性の類型化について

九州工業大学 正員 渡辺義則
 学生員 〇村田真希
 " 上田 浩

1. まえがき

本報告で用いる騒音予測計算モデル(線形モデルと仮称)は多入力線形系の諸性質を利用したものであり、原理的には信号機などの外乱を受けて変動する道路交通流からの騒音予測、あるいはまた、普段の交通を妨害しない、で、随意的時期に、随意的道路区間の伝搬特性の把握などが可能である。現在、この線形モデルの現実への適用性を検討中²⁾であるが、本研究では、線形モデルを将来予測などに幅広く利用するため、道路区間の伝搬特性を類型化する目的で、周辺環境の類似した異なる道路区間で荷重関数を推定し、比較検討したのでその結果を報告する。

2. 騒音並びに交通特性の測定

測定は対向2車線

の国道の3つの地点(P1~P3)で行なった。現場付近の道路の線形はほぼ直線に近く、測定側は一樣に70~90cmのイネの茂る田圃が広がっており構造物はない。勾配は最も大きい地点P2で $\pm 3.85\%$ 、最も小さい地点P3で $\pm 1.64\%$ である。騒音は図1の各観測所(M1~M4)で精密騒音計でデータレコーダに収録した。なお、設置上の問題より、M4の位置は各地点で異なっている。後日、動特性fast、サンプリング時間間隔 $\Delta T = 2$ 秒で、512ヶの騒音レベルの瞬時値を読み取った。車輛走行速度は8mmカメラを用いて求めた。車種は、光感度ビームスイッチを用い、通過する車輛が図1のA点を切る時間で大型車とそれ以外に分類した。その目安はおおむね0.450秒である。この結果はナンバー

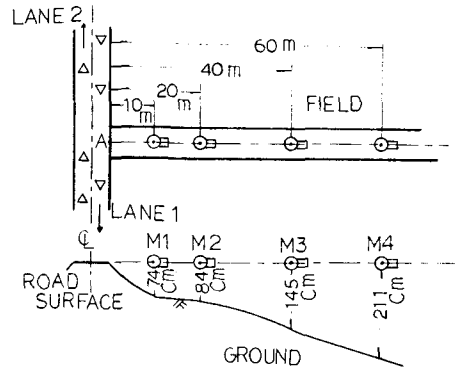


図1 地点P1の騒音測定位置

プレートによる音響学会の2車種分類に基づく分類と類似しており、大型車類は16台、それ以外は1.6台分の乗用車類と換算した。図1のA点での車輛発生時刻と騒音波形との対応はデータレコーダに騒音と車輛通過に同期した電気信号を同時収録して行なった。なお、

表1 交通特性と道路勾配

ここでは車輛の最後尾がA点を通過する時刻をもって車輛発生時刻と考えた。表1に各地点の交通特性並びに道路勾配の値を示す。本報告では、1つの観測点につきそれぞれ約6ヶずつの荷重関数の推定値をデータ長 $T=1024$ 秒、 $\Delta T=2$ 秒で求めているが、表1はこのとき使用したデータの交通特性に関する諸数値の範囲と平均値である。なお、観測点に近い車線をLANE1、遠い車線をLANE2とした。

		P1		P2		P3	
		範囲	平均	範囲	平均	範囲	平均
時間交通量(V.P.H)		520~700	634	531~650	614	475~773	635
大型車混入率	LANE1	.30~.53	.43	.33~.51	.42	.20~.36	.28
	LANE2	.30~.61	.43	.25~.56	.37	.17~.35	.27
平均速度(Km/h)	LANE1	49~52	50.7	41~44	42.6	52~56	53.9
	LANE2	48~49	48.7	42~44	43.2	51~53	51.8
道路勾配(%)		1.940		3.580		1.164	

注) データ数は、12である。

3. 伝搬特性の推定方法

荷重関数の推定手順は、次のとおりである。①対象道路区間の交通特性並びに騒音の同時測定を行なう。②前述のデータ長、サンプリング時間間隔で各時刻の騒音レベルと車線別の換算車輛台数を求め、前者から観測点の音の強さ、後者から音源の音響出力の時間変動を算出する。③両車線上を走行す

る車輛から発生する音響出力を入力、観測点の音の強さを出力とする2入力1出力の定係数線形系と考えて、各データ間のクロス、パワーの各スペクトルを求め、これを用いて周波数応答関数を算定する。④周波数応答関数を逆フーリエ変換し、車線別に時間領域の荷重関数を得る。これが対象道路区間の伝搬特性を表現する。

表2に以上の手順で得た荷重関数の推定値を時間 t について6ヶを平均した値とその変動係数を示す。なお、荷重関数は $t=0$ に对称であると仮定している。また、荷重関数が負の値をとることは物理的に不合理であるので、表には平均値が正である時間範囲の値しか示していない。

表2 地点P1における荷重関数の推定値

		$\times 10^{-6} \text{ m}^{-2}$				
		0 sec	2	4	6	8
M1	LANE1	180 (.29)	64 (.34)	5 (2.4)	—	4 (5.5)
	LANE2	257 (.19)	75 (.29)	21 (.97)	2 (13)	12 (.99)
M2	LANE1	41 (.19)	30 (.16)	3 (.73)	1 (6.4)	3 (2.4)
	LANE2	66 (.30)	43 (.22)	10 (.56)	3 (2.2)	5 (.93)
M3	LANE1	9 (.26)	11 (.24)	4 (.35)	2 (.52)	2 (1.2)
	LANE2	18 (.12)	9 (.30)	4 (.48)	1 (.93)	.8 (2.2)
M4	LANE1	3 (.33)	5 (.27)	2 (.49)	1 (.39)	.8 (.67)
	LANE2	6 (.12)	3 (.16)	2 (.25)	1 (.32)	.6 (.71)

注。()は変動係数。—は負の値を示す。

荷重関数の推定値をもとに、対象道路区間の伝搬特性を類型化する一つの方法として以下の方法があげられる。伝搬特性は荷重関数の推定値 y 、音源と観測点間の距離 r 、定数 a, b を用いて、 $y = ar^b$ の関数型で表現できると仮定する。対数をとって、 $10 \log_{10} y = 10 \log_{10} a + 10b \log_{10} r$ となり、 $10 \log_{10} y$ 、 $\log_{10} r$ を変数として直線回帰できる。半自由空間の伝搬特性では、

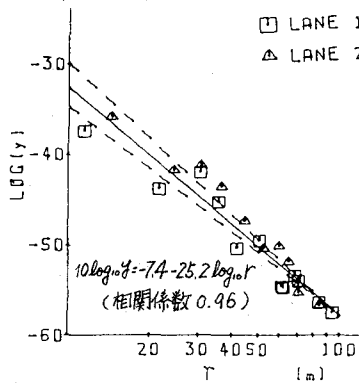


図2 地点P1の荷重関数

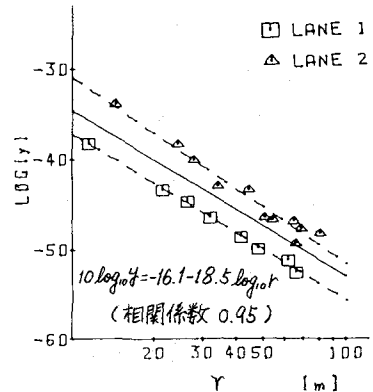


図3 地点P2の荷重関数

$a = 1/2\pi$ 、 $b = -2$ であるので $10 \log_{10} y = -8.0 + 20 \log_{10} r$ となる。なお、 r の算出において、この音源は車線中央を平均速度 v で移動し、時間 t の時には図1のA点から車線に沿って v の距離に存在すると仮定している。このように荷重関数を距離の関数で表わすことができ、その結果を図2-4に示す。図中の直線は両車線合計の回帰直線であり、その式を図中に示す。また、点線は各車線ごとに求めたものであり、その式はLANE1, LANE2の順に、

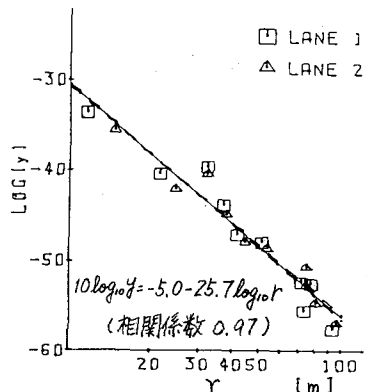


図4 地点P3の荷重関数

P1; $10 \log_{10} y = -11.6 - 23.2 \log_{10} r (0.96)$, $10 \log_{10} y = -1.9 - 28.0 \log_{10} r (0.98)$
P2; $10 \log_{10} y = -18.7 - 18.5 \log_{10} r (0.998)$, $10 \log_{10} y = -10.2 - 20.8 \log_{10} r (0.98)$
P3; $10 \log_{10} y = -4.3 - 26.2 \log_{10} r (0.97)$, $10 \log_{10} y = -5.7 - 25.2 \log_{10} r (0.97)$

となる。但し、()内は相関係数である。理論上、車線ごとに求めたこれらの直線は一致するはずであるが、勾配・大型車混入率・周辺環境などによる影響も考えられ、その原因については、現在検討中である。

参考文献

- 1) 渡辺義則; "任意に変動する道路交通流からの騒音の予測に関する一考察", 交通科学, 昭和56年
- 2) 渡辺義則, 村田真壽; "任意に変動する道路交通流を用いたの騒音伝搬特性の推定法", 交通工学, 昭和57年