

九州工業大学 正員 の渡辺義則  
 学生 村田真斎  
 東京大学 正員 角 知憲

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の予測、あるいはまた、普段の交通を妨害しないで、晴急の時期に、晴急の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であるが、ここでは①同一道路区間での荷重関数の推定値のばらつき、および、騒音予測値と実測値の差のばらつきの程度、②線形モデルを将来予測などに幅広く利用するための道路区間の伝搬特性の類型化の方法、について検討した結果を報告する。

2. 騒音並びに交通特性の測定 測定は郊外の対向2車線の国道で行った。現場付近の道路の線形は直線に近く、測点側は刈り入れのすんだ田圃で構造物はなく、LANE1は1.2%のユリ勾配である。騒音は図-1の箇所にて精密騒音計でデータレコーダに収録し、後日、動特性fast, サンプリング時間 $\Delta T=2$ 秒で5/12の騒音レベルの瞬時値を読み取った。車輻走行速度は8mmカメラを用いて求め、車種はナンバープレートから音響学会の方法に従って3種に分類した。図-1のA地点での車輻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輻通過に同期した電気信号を同時収録して行なった。なお、ここでは車輻の最後尾がA地点を通過する時刻をもって車輻発生時刻と考えた。表-1に交通特性を示す。本報告では、M1~M4の各観測点につき約6ヶ月の荷重関数の推定値と騒音予測値をデータ長 $T=1024$ 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。

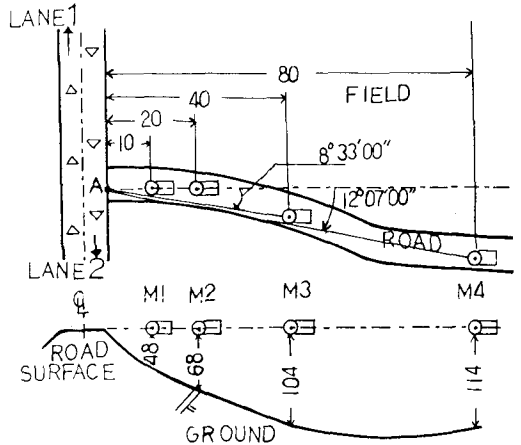


図-1 騒音測定位置

表-1 交通特性

|              | 範囲      | 平均値   |
|--------------|---------|-------|
| 時間交通量(V.P.H) | 628~896 | 742   |
| 大型車混入率       | .13~.36 | .24   |
| 平均速度         | LANE1   | 43~48 |
| (km/h)       | LANE2   | 46~52 |
|              |         | 49    |

3. 検討結果 荷重関数を推定する手順は①対象道路区間の交通特性並びに騒音の同時測定を行う。②前述のデータ長、サンプリング時間 $\Delta T$ で各時刻の騒音レベルと車輻列の換算車輻台数を求め、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輻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ると、各データ間のクロス、パワーの右スペクトルを求め、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、車輻列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 $t$ について平均した値とその変動係数を示す(M1~M3は6ヶ月、M4は4ヶ月の平均)。なお、荷重関数は $t=0$ に関して対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。

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方法として以下の方法があげられる。

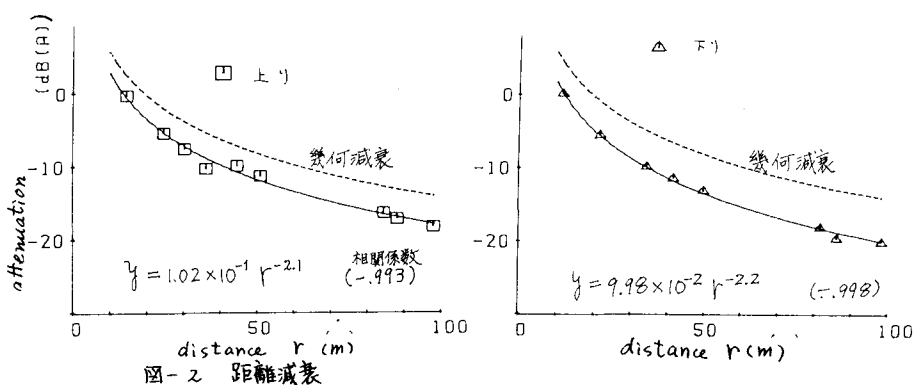
伝搬特性を荷重関数の推定値 $\gamma$ 、音源と観測点間の距離 $r$ 、定数 $a$ 、 $b$ を用いて、 $\gamma = a \cdot r^b$ の関数型で表現できると仮定する。 $a = 1/2\pi$ 、 $b = -2$ が半自由空間の幾何学的伝搬特性に相当する。いま、

表-2 荷重関数の推定値(平均値)  $\times 10^{-6} \text{ m}^{-2}$

| 観測点 | 時間 Lane | 0         | 2         | 4         | 6         | 8         |
|-----|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| M1  | 1       | 394 (.18) | 74 (.94)  | 3 (.93)   | —         | —         |
|     | 2       | 435 (.19) | 25 (1.19) | 80 (1.06) | 13 (2.20) | 4 (13.08) |
| M2  | 1       | 123 (.27) | 40 (.35)  | 12 (2.43) | —         | —         |
|     | 2       | 118 (.25) | 44 (.45)  | 22 (1.36) | 4 (2.29)  | 7 (3.91)  |
| M3  | 1       | 44 (.27)  | 31 (.51)  | 9 (1.02)  | 6 (1.04)  | 6 (1.74)  |
|     | 2       | 30 (.29)  | 21 (.33)  | 13 (1.02) | 6 (1.99)  | —         |
| M4  | 1       | 10 (.44)  | 8 (.66)   | 6 (.66)   | 3 (.54)   | 2 (.40)   |
|     | 2       | 7 (.26)   | 5 (.14)   | 4 (.76)   | 1 (.95)   | 1 (1.42)  |

注) ( ) は変動係数、— は負の値であることを示す

車線 $i$ の音源は車線中央を平均速度 $V_i$ で移動し、時間 $t$ の時には図-1のA点から車線に沿って $V_i \cdot t$ の距離に存在すると仮定して $t$ を算出し表-2の推定値(但し、変動係数1



以下、 $r \leq 100 \text{ m}$  の条件を満たす(この)と対応させる。図-2は表-2のM1・Lane2、 $t=0$ の推定値を基準にしてdB単位で表現した $\gamma$ と $r$ の関係を示す。回帰分析結果から両者の相関はかなりよい。

次に、推定した荷重関数を使って騒音を予測し、実測値と比較して図-3に示す。なお、荷重関数推定時に使用したデータは比較の対象から除いている。また①荷重関数は $t=0$ から正の値をとる時間範囲の値を用い、それ以外の荷重関数の値は零とする。②騒音レベルの瞬時値の最低値を騒音レベルと考える。図-3から各種騒音計量とも±3 dB以内で殆んど予測されている。

今後、類似の道路環境と思われる区間において安定した関数表現が可能か否か、道路の縦断公配の影響などを検討しつつ、道路区間の伝搬特性を数種類の関数で表現することを試みる予定である。

最後に、本研究の実施に御協力いただいた福岡市 西田昭典氏に感謝します。

