

(株) 熊谷組 技術研究所 正会員 角田 素男

1. まえがき

近年、高速道路をはじめ自動車専用道路や多車線道路の建設にあたり、騒音対策として防音壁の設置がいたる処になされ、またさらには高層の防音壁あるいは防音シェルター等による対策も行なわれている。しかし、これらの設備さえも周辺住民の完全な満足は得難く、その上日照問題・電波障害等の環境要素にも悪影響を及ぼす恐れもある。特に上記道路が住宅地を通過する場合には大きな問題となるが、この住宅地を通過する道路の建設計画にあたり、完全な騒音対策として道路をボックス化し地下に埋め込む案が考えられる。本報告は、道路をトンネル化したとき唯一騒音の影響が考えられる坑口付近による騒音の分布を予測するシミュレート手法について述べるものである。尚、本シミュレートに用いたモデルは、交通量1420台/時・1方向、計画速度80km/時、トンネル延長500mとした。

2 トンネル内部の騒音

計画速度80km/時における平均速度 V は、時間交通量 Q 、大型車混入率 R_T 、大型車の乗用車換算係数

E_T との関係式(1)より求め

ると $V=75$ km/時となり、このときの平均車等間隔 $d=52.7$ m、トンネル内の自動車台数 $n=10$ 台/500mとなる。

$$V = 88 - \frac{0.94}{12} \cdot Q \cdot (1 - R_T + R_T \cdot E_T), \quad d = 1000V/Q, \quad n = 500/d + 1 \quad \text{----- (1)}$$

トンネル内を走行する自動車1台の騒音レベル SPL_i は式(2)で表わされる。ここに、 PWL :パワーレベル、 ϕ :音源方向係数、 r :音源から坑口(出口)迄の距離、 R :室定数、 A :吸音力、 $\bar{\alpha}$:平均吸音率を示す。

$$SPL_i = PWL + 10 \log_{10} \left(\frac{\phi}{4\pi r^2} + \frac{4}{R} \right) \\ R = \frac{A}{1 - \bar{\alpha}}, \quad A = \sum S_i \alpha_i, \quad \bar{\alpha} = \frac{\sum S_i \alpha_i}{\sum S_i} \quad \text{----- (2)}$$

トンネル内を走行する n 台の自動車騒音レベルをそれぞれ計算し、 n 台合成することによってトンネル坑口の騒音レベルが求まる。また、図-1でトンネル坑口(出口)と最初の音源 S_1 との距離を L とすると $L=0$ のとき騒音レベル SPL_n は最大となり、 $L=d$ のとき最小となり、 $L=\frac{d}{2}$ のとき中央値となる。

トンネル内壁の吸音率を表-1とすると、坑口での騒音レベルは表-2となる。

表-1 トンネル内壁の吸音率

Hz	63	125	250	500	1K	2K	4K
コンクリート壁	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03
吸音材処理壁	0.35	0.35	0.89	0.98	0.88	0.78	0.73

表-2 トンネル坑口における騒音レベル

Hz	63	125	250	500	1K	2K	4K
dB(A)	1						1
内壁コンクリート	97.3	102.8	99.8	97.2	94.8	91.8	81.0
内壁吸音材処理	82.6	89.2	86.2	80.3	79.8	77.3	67.1

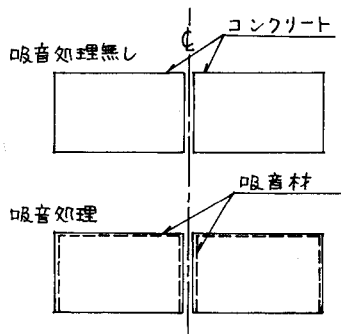


図-2 吸音材処理断面

3 トンネル坑口周辺の騒音

明り部における自動車騒音については音源を線とみなし、そのパワー-PWLは日本音響学会式(3)を用いて算出した。

$$PWL = 87 + Q_2 V + 10 \log_{10} (Q_1 + 10 Q_2) \text{ ----- (3)}$$

Q_1 : 小型車混入率, Q_2 : 大型車混入率

自動車音源からの騒音の広域伝搬は、3年前に熊谷組技術研究所で開発したKNET systemによって3次元解析で行ない、線音源の微少部分を点におきかえることによって解析したが、その点数は数百点にも及んだ。またトンネル坑口の騒音は、先に計算された坑口での騒音レベルをパワーレベルとする面音源とみなし、その微少面を点音源とおきかえることによって3次元定常解析で行なった。電算結果は、明り部のみの道路騒音分布、トンネル坑口よりの騒音分布、両者を合成した騒音分布に分け、それぞれにコンターを描いた(図-5 ~ 図-7)。

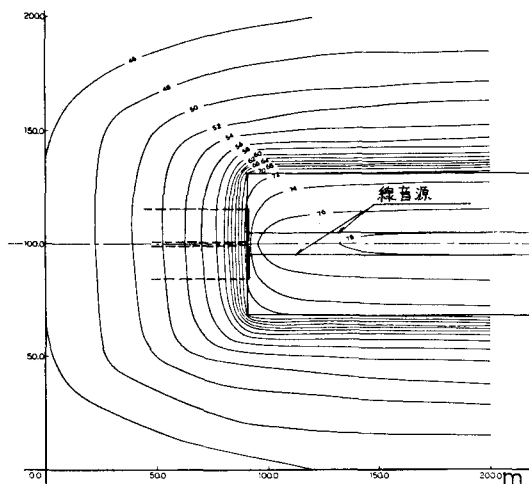


図-5 明り部道路の騒音分布

4. 今後の課題

今後の研究課題として、よりシミュレート精度を高めるため、トンネル形状の差による坑口の音圧分布の違い、線・面・立体音源等のより適確なモデル化、広域伝搬上の問題として風、超過距離減衰の影響、遮へいエッジの取り扱い方等未知要因について、早急な解明を望むものである。

参考文献

- 1) 足立義雄他(1979): 道路トンネル坑口周辺の騒音に関する実験, 「土木技術資料」 21-2
- 2) 野中 宏他(1978): トンネル部の騒音に関する実験, 「日本音響学会論文集」

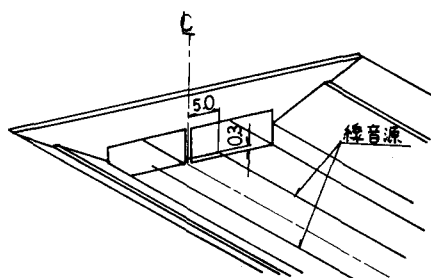


図-3 トンネル見取図

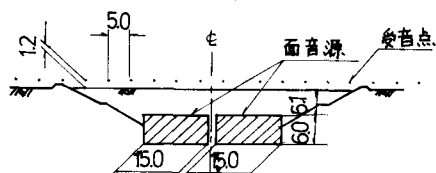


図-4 トンネル坑口断面モデル

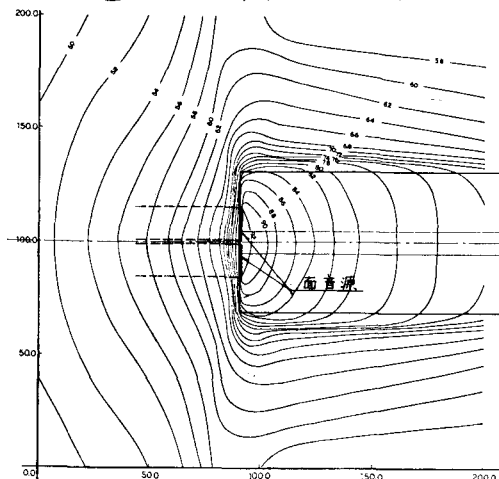


図-6 トンネル坑口よりの騒音分布

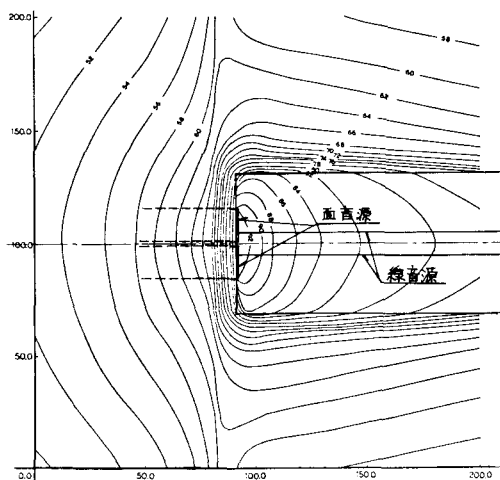


図-7 トンネル坑口の騒音レベル(合成)