

名古屋大学 正員 河上省吾
 豊田高専 シン・荻野 弘
 名古屋大学 シン・青島 裕次郎

1. まえがき

近年の自動車交通の激増、高速化により道路交通騒音が重大な関心事となってきた。半路部における交通騒音に関する研究はすでになされているが、信号制御された場合においては、いまだ不十分である。本研究は信号制御されている交差点周辺の騒音の状態をシミュレーションにより求めた場合と、道路沿いの任意点における騒音の状態を数値計算によって求める方法とについて検討したものである。

2. シミュレーションによるサイクル長と交差点周辺の騒音との関係

(1) シミュレーションモデルの概要

- (a) 道路は4車線で各車線 400 車/時の交通量である。
- (b) 道路への流入は交差点の手前 400 m からポアソン分布で行なう。
- (c) 信号サイクル長は 80 秒, 100 秒, 120 秒, の 3 種類で、スプリットは黄 5 秒で青赤の比率は同じとする。
- (d) 自由走行速度は 65 ~ 45 km/時で、乱数処理により一様分布させる。
- (e) 前車が遅い場合で車線変更可能な時は、車線変更による追越をさせる。
- (f) 車種は普通車のみとし、加速度は 2 m/s^2 であり、減速は安全車頭時間間隔を維持できるような形で行なう。

- (g) 音響パワー W_i は路側での騒音レベル (SPL) を 65 ~ 90 dB(A) の一様分布で与え、(f) 式より逆算して求めた。 $\text{SPL}_i = 10 \log_{10} \{ W_i / (4\pi r^2 I_0) \}$ ----- (1)
- (h) 停止時は 7.9 dB 減で、自由走行時に与えられた SPL_i となるように速度変化を考えた。

- (i) 受音点は交差点周辺を図 1 のように 20 m の網目に区切った点とした。

スキミングタイムは走行状態については 1 秒、騒音については 2 秒である。許された計算時間の関係でシミュレーション開始 100 秒後から 120 秒間のサンプルで評価している。

- (2) 計算結果 計算結果を図 2.3 に示す。

図 2 から、交差点および路側での騒音レベルは広く分布しており、常時高騒音にさらされていることが判る。図 3 から、路側から 20 m 離れるとかなり減衰していることが判る。サイクル長が長いほど騒音レベルは高く分布しているが、サンプル数が少なく結論づけはできないが、サイクル長が長いと高速で交差点を通過する比率が

図 1 交差点周辺図

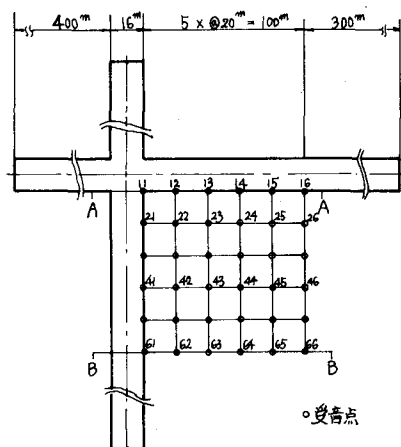
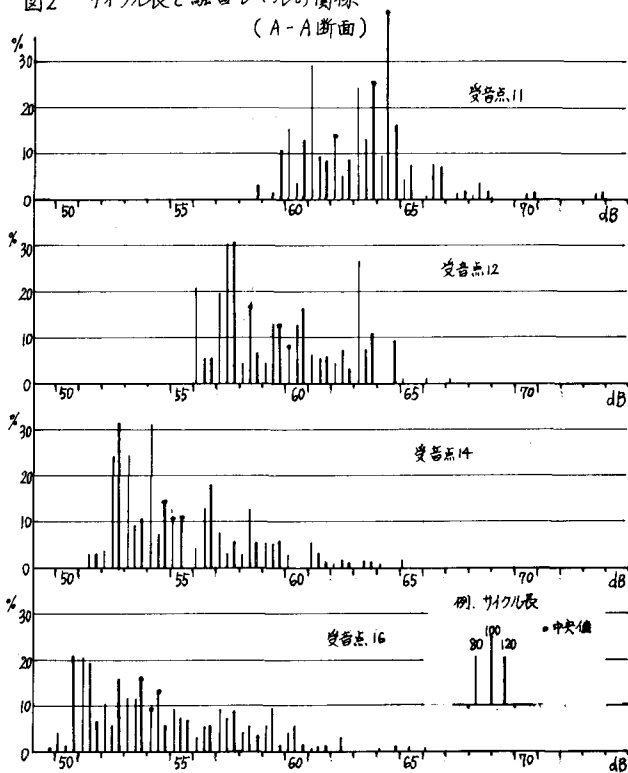


図 2 サイクル長と騒音レベルの関係 (A-A断面)



高くなるためと考えられる。

3. 道路網における騒音の予測

道路上の車を点音源と考えた場合の受音点 N の騒音レベル SPL は $SPL = 10 \log_{10} \frac{1}{4\pi I_0} \left(\sum_i \frac{W_i}{d_i^2} \right) \dots \dots (2)$

いま全車が同一の音響パワー W を持っている場合で、 d_i という距離に q_i という交通量がある場合、(2)式は

$$SPL = 10 \log_{10} \frac{W}{4\pi I_0} \times \left\{ \sum_i \frac{q_i}{d_i^2} \right\} \dots \dots (3)$$

道路上の交通密度が $f(x, t)$ である場合、交通量は

$$q = \int_{-\infty}^{\infty} f(x, t) dx \dots \dots (4) \quad \text{受音点 N からの距離 } l \text{ は}$$

$$l^2 = z^2 + (x - x_0)^2 \dots \dots (5) \quad \text{図4で } i \text{ と } j \text{ の場合、}$$

(3)式に(4),(5)式の関係を代入すればよい。

$$SPL_N = 10 \log_{10} \frac{W}{4\pi I_0} \left\{ \int_{-\infty}^{\infty} \frac{f(x, t)}{z^2 + (x - x_0)^2} dx + \int_{-\infty}^{\infty} \frac{f(y, t)}{z^2 + (y - y_0)^2} dy \right\} \dots (6)$$

$f(x, t)$, $f(y, t)$ についても同様であり、(6)式の $\{ \}$ に加え込むことにより図4の場合における受音点 N の騒音レベルが求められる。 $f(x, t)$ については図4より、初期条件 $t=0$ で、 $f(x, 0) = g(x) \dots \dots (7)$ である場合を考えると、時間 t での x の位置にいる速度 v の車は $t=0$ では $x-vt$ の位置にいたことになる。空間平均速度の確率密度を $f(v)$ とすると、その車が v と $v+dv$ にある確率は $f(v)dv$ であり、交通密度 $f(x, t)$ は $f(x, t) = \int_{-\infty}^{\infty} f(v)g(x-vt)dv \dots \dots (8)$

いま $f(v)$ が平均値 $\bar{v}$ 、標準偏差 σ の正規分布の場合で、停止行列長を a 、停止時の密度を K とすると $g(x) = K, -a \leq x \leq 0, g(x) = 0, -a < x, x > 0 \dots \dots (9)$

$$f(x, t) = \frac{K}{\sqrt{2\pi}\sigma} \int_{-\infty}^{\infty} \exp\left\{-\frac{(v-\bar{v})^2}{2\sigma^2}\right\} dv \dots \dots (10) \quad \text{ここで}$$

$$u_1 = (x/\sigma - t)/(\sqrt{2}\sigma/\bar{v}), \quad u_2 = (x+a)/\sigma - t/(\sqrt{2}\sigma/\bar{v}) \dots \dots (11)$$

$$\text{とおくと(10)式は } f(x, t) = \frac{K}{2} [\text{erf}(u_1)]_{u_2}^{\infty} \dots \dots (12) \quad \{\text{erf}(u) = \int_0^u e^{-t^2} dt\}$$

また $f(y, t)$ については j のオフセットを O_{ij} (秒) とすると(10)式の t を $t - O_{ij}$ とすればよい。空間平均速度は発進時には距離の関数になるので、図5の I, II, III で $\bar{v}$ を変えることにより発進時を考慮しうる。

また(10)式は追越が自由という仮定で導かれているので、多車線の場合は問題ないが2車線道路では完全に追従することになり、(9)式のままでは適用できない。しかし先頭車の時間 t での空間分布 $P(x, t)$ と、車団中の車頭間隔 $P(d)$ とをたまたみ込むことにより2台目の空間分布 $P(x, t)$ が、以下順次求めて全体では $f(x, t) = [P_1(x, t) + P_2(x, t) + \dots + P_n(x, t)]/n \dots \dots (13)$

で追従関係にある場合の密度も求まる。右左折流入車についてはオフセットの場合と同様に $\frac{L}{v}$ の時間遅れを考える。

4. あとがき サイクル長と騒音レベルの関係は、交通量が車線あたり 400 台/秒では明確な差違は認められなかったが、サイクル長が長いと高く分布することが判った。また(6)式を数値計算すればサイクル長、オフセット、スプアット、さらには右左折についての影響も知ることができ、騒音レベルの予測に使える。計算は名大大型計算機センター FACOM 230-60 によった。参考文献 ①河田, 山本他 モンテカルロ法による交通騒音の推定 工学会論文集 No.154 昭和44年10月

図3 サイクル長と騒音レベルの関係 (B-B断面)

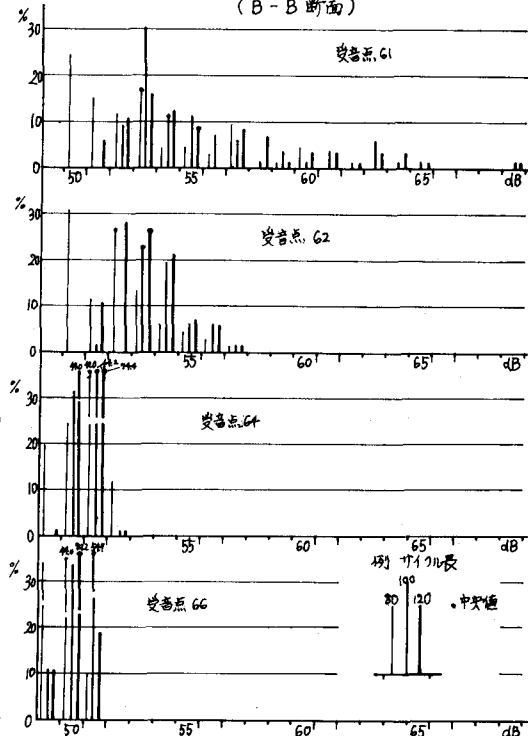


図4 道路網と受音点との関係

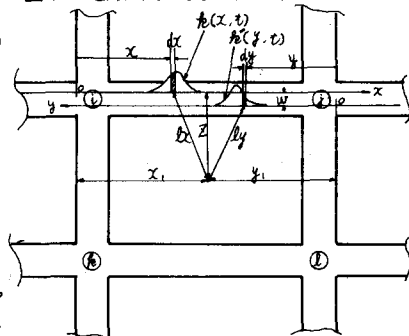
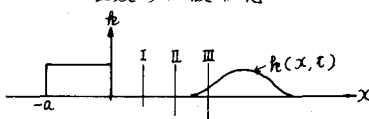


図5 密度の拡散状態



②金友, 金集 道路交通騒音の予測に関する考察 道路 昭和44年2月 ③米谷, 渡辺, 毛利 交通工学 P120 国民科学社
Progress of a Bunch of Vehicle Released from a Traffic Signal ④Pacey Road-Research Laboratory England Report, No. RLY664 (1956) ⑤飯野 車団の拡がりに関する確率的考察 豊田商研研究報告 昭和44年10月