

岐阜大学工学部 正員 加藤 晃
岐阜大学工学部 正員 O宮城俊彦

1. はじめに

この小論の目的は、環境問題を考慮した将来道路網計画の評価を行うのに必要な道路の環境容量関数設定の一手法を提案することである。本論でとらえたアプローチの基本となる前提は次のようである。i) 道路を通行する自動車によってもたらされる道路周辺地域の環境悪化を許容基準内に抑えようとする交通流状態を推定したい。ii) 騒音レベル、汚染物質排出量は従来提案されているモデルで十分予測しうるとし、また影響要因はそちらのモデルに反映されているものとする。iii) どの因子を改善することによって環境容量はどれだけ増加するのといった情報を得たい。iv) 環境政策を実施した場合、道路利用者はどの程度のサービスを享受できるのか、その結果道路交通需要はどう変化するのかといった代替交通機関分析に役立つものでなければならぬ。

以上のことを踏まえて騒音と大気汚染を考慮したモデルの設定を考えてみよう。

2. 自動車による騒音レベル、汚染物質排出量予測式

a) 騒音レベル予測式

現在、「騒音規制法」あるいは「騒音に係る環境基準」では、騒音について原則として中央値を採用するものとしているので、本稿で考察している各式もすべて中央値についてのものである。

ところで、道路交通騒音推計の理論モデルの代表的なモデル式は一般に次のように表わされる。

$L/d > 1/4$ のとき

$$L_m = PWL - 33 + 10 \log_{10} \frac{Q}{Vd} \quad (1)$$

$L/d < 1/10$ のとき

$$L_m = PWL - 55 + 20 \log_{10} \frac{Q}{V} \quad (2)$$

d : 車頭間隔(m), L : 音源より観測点までの距離(m)

Q : 交通量(台/h), V : 走行速度(km/h)

PWLについて、日本音響学会は普通車の速度が60km/hの時のA特性により補正したパワーレベルを基準とし、音の強さは速度の4乗に比例するとして求めたもので

大型車混入率が $\alpha\%$ のとき次式で与えられる。

$$PWL = PWL(60) + 10 \log_{10} \left(\frac{V}{60} \right)^4 + 10 \log_{10} (1 + \alpha \alpha SA) \quad (3)$$

以上は1車線に関する式である。多車線については、車線数 n 、全交通量を Q とし、各通量は各車線に等分布すると仮定するならば、全車線からの合計した騒音レベル L_t は次式で与えられる。

$$L/d > 1/4 \text{ のとき} \\ L_t = 10 \log_{10} \frac{QV^3}{n} (1 + \alpha \alpha SA) \cdot 10^{\frac{PWL(60) - 109}{10}} \cdot \left(\frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_2} + \dots + \frac{1}{d_n} \right) \quad (4)$$

$L/d < 1/10$ のとき

$$L_t = 10 \log_{10} \frac{(QV)^2}{n} (1 + \alpha \alpha SA) \cdot 10^{\frac{PWL(60) - 126}{10}} \quad (5)$$

ここに、 d_i : i 番目車線中央から受音点までの距離

b) 汚染物質量予測式

今、沿道地域の問題点とあり大気の流れの方向の地表上に X 軸を想定する。この X 軸上の道路端の位置を原点とすると、風下方向に X_m 離れた場所の汚染物質の地表濃度 $C(X)$ は次式で求められる。

$$C(X) = W \phi(X) / U + C_0 \quad (2/m^3) \quad (6)$$

W : 風向が道路に垂直方向である場合の単位幅当りの道路交通によって発生する汚染物質の発生強度 ($mg/sec \cdot m$)

$\phi(X)$: X 軸上のある場所における鉛直方向の濃度分布によって定まる係数

C_0 : 風上側の地域の大気中に含まれている汚染物質の濃度 (mg/m^3)

U : 風速 (m/sec)

ところで、ある汚染物質の走行距離1km当りの排出量を E (g/km)とすると、 $W = EQ/3600$ が成立する。 E は走行速度 V との関係で求められるものと、 $E = aV^b$ ($a>0, b<0$) で与えられるとする。また、風向と道路中心線がなす角を θ 、道路端での鉛直濃度分布係数を ϕ とし、 C, C_0 をP.P.M.単位に換算すると

$$C = k(a'QV^b\phi \cos \theta + C_0) \quad (P.P.M) \quad (7)$$

となる。 a', b, k : $P \times M \times T$, k : 換算係数

3. 路側環境基準を考慮した最大許容交通量および制御関数について

道路はその物理的特性として固有のパフォーマンス特性をもつ。パフォーマンス関数の代表的なものが速度-交通流量関係式である。ところで、2.で述べた予測式を変形することにより、環境基準を満足するQ-V式を得ることができ、これは道路の物理的特性によって定まるQ-V式とは大きく異なった形をしている。すなわち、環境基準の達成は道路のパフォーマンス特性によっては不可能であり、何らかの制御が必要であることを示している。この意味で以下に得られるQ-V式を制御関数と呼ぶことにする。

a) 騒音制御関数

道路が通過する地域の騒音基準値と道路端値に換算したものを L_N とし、(4)、(5)式を変形すると次式を得る。

$$L/d > 1/4 \text{ のとき} \quad Q \leq L N / V^3 \quad (8)$$

$$L/d < 1/10 \text{ のとき} \quad Q \leq 12.589 \sqrt{N} / V \quad (9)$$

$$\text{ここに、} L = 1 / \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} + \dots + \frac{1}{a_n} \right)$$

$$N = n \left(\frac{1}{1 + 0.05a} \right) 10^{\frac{I_{TN} - PWL(60) + 10\beta}{10}} \quad (10)$$

(10)式は車線数、大型車混入率等の交通政策上制御可能なパラメータを含んでおり、これを N 値と呼ぶ。 N 値が増加すれば許容交通量が増加することより式より明らかである。ところで、道路のパフォーマンス特性を無視して許容交通量 Q を決めた場合、図-1に示すように騒音基準を満足しない交通流状態が出現する可能性がある。基準達成のためには速度 V にまで規制するか N 値を増加させることにより環境交通容量を増加させる必要がある。 N 値を増加させるためには、車線数の増加、大型車混入率の低減、自動車のパワー

レベルの低下、 L_N の増加が考えられる。ここで注意すべき点は L_N が路側換算値として考えられている点で、したがって、宅地線が道路から離れるにしたがい L_N は増加する。同様に植樹、遮音壁、建築物の構造等による減音効果が考えられる場合には L_N は基準値にその減音分だけ上乗せしたものが用いられる。

b) 汚染物質排出量の許容値と満足するQ-V式

排出ガスについてもその許容値が与えられると(7)式のCに代入することによって、許容値を満足するQ-V式を得ることができ、

$$Q \leq K V^{-b}, \quad b < 0 \quad (11)$$

c) 最大許容交通量

騒音基準、排出ガス濃度基準を満足するQ-V曲線を各々曲線①、②として、Q-V軸上に描くと図-2のようになる。図中の陰影部が各許容値を満足する交通流状態を表わしている。したがって、最大許容交通量はその端点Aで与えられる。

4. 制御関数を用いた交通配分

制御関数を用いて交通配分を行うことによって、基準値を満足する交通流状態をシミュレートすることができ、一般に騒音基準を満足する交通流は排出ガス基準値をも満足する α で(但し、COの場合)、環境基準を満足する交通流のシミュレーションには騒音制御関数を用いれば十分である。このとき、図-3に示すような一般のQ-V式と制御曲線を合成した曲線を用いるのが妥当であろう。ところで、交通配分において、大型車混入による時間遅れを表現するため、大型車当量を考えなければならないが、その際、(4)、(5)式における Q が実際より大きくなるため、これを補正する必要がある。このとき、 N 値は(10)式に $[1 + \alpha \cdot 10 \cdot (0.1 - 1)]$ と乗じた値になることに注意する。ここに、 β は大型車当量である。

5. おわりに

ここで提案されたモデルを供給曲線とし、需要-供給分析を適用することによって、統合的な交通制御体制がとられた場合の自動車需要を予測することができよう。

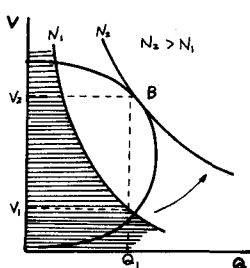


図-1

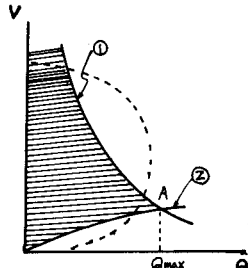


図-2

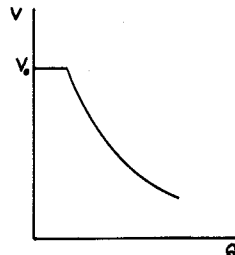


図-3