

街路交通流モデルによる自動車排気ガス量の算定について

北海道大学 正員 ○ 藤原 隆
 “ “ 辻 信三
 “ “ 加来 照俊

1. まえがき

排気ガスの算定には、車両走行モードが大きな決定要素となっており、これによって1台当りの排出量が決められている。この走行モードは、大別すると2つの方法によって決定されることが多く、その1つは、車の走行を加速、定速、減速、アイドリングの組合せであるとして、4~10程度のモードによって表現するものであり、車はそのモードを繰り返して行いつつ走行すると考えるものである。それに対してもう1つの方法は、路線に沿って、車の流れに突駈車をのせ、平均的な走行モードを求める方法であり、この結果求められた走行モードは、加速、減速、定速、停止がその路線に対応して不規則に連なって表現されるものである。後者の方が、沿道の各区分における状況を表現出来る点で優れていると思われるが、信号や右折規制等の改良をした場合の効果を予測することが困難である。そこで本論では、交通量、信号制御、右左折率等を入力とする交通流シミュレーションをもとに、それぞれの交差点での車の停止台数、停止時間長、通過台数を求め、これによって走行モードを決定する方法を用い、路線の各区分、もしくは各交差点での排気ガス量の予測を試みた。

2. 走行モードと排気ガス量について

シミュレーション対象区間として、図1に示すように札幌市中央区北1条西2丁目～西11丁目(距離約1160m, 交差点数9)の区間とした。

車は、流入する交差点、信号機間隔、信号現示により個々の動きが異なっている。そこで、すべての車が加速、定速、減速、アイドリングを繰り返すとし、信号が緑であれば、定速走行し(通過パターン)、赤であれば減速、停止、アイドリング(停止パターン)をすることをモデル化する。

図1は、車の種々の走行パターンの例を示すが、たとえば9丁目交差点に着目すると、A, Bは減速、停止、加速、Cは定速走行をしている。A, Bは全体の走行パターンは異なるが①の区間に注目すると同じパターンを示しており、これから、区間を加速、定速、減速に細分することで、走行を通過と停止の2つのパターンに分けることができることがわかる。

次に排気ガス量を算定するための基本モードとして、1966年に制定された4モードを用いた。表1は、算定に用いた排出係数である。基本モードは、1サイクル走行距離約500m, 時間80.5秒、平均速度22.5 km/hであるが、本論で対象とした区間では交差点間隔130~240mと短いため、加減速の傾きを変えず、定速区間を縮めてあてはめることとした。加減速の傾きは、個々の運転者についてあまり差がないとし、交差点間隔の多少の違いにもよらないとした。

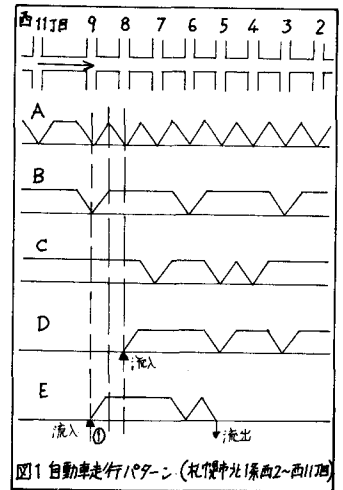


図1 自動車走行パターン(札幌市中央区北1条西2丁目～西11丁目)

	排出量 (g/sec)			4モード 1サイクル 時間(sec)
	HC	CO	NO _x	
アイドリング	0.003	0.089	0.001	20.0
加速	0.040	0.519	0.009	11.5
定速	0.009	0.026	0.064	30.0
減速	0.017	0.058	0.005	19.0
4モード平均	0.014	0.120	0.038	80.5

表1 自動車排気ガス排出量
 1600ccガソリン車1台使用による。4モードテスト時の汚染物質排出濃度とエンジン吸入空気量とから試算したもの。質量算出にあて) HC→ヘキサン(C₆H₁₄)、NO_x→NO+NO₂換算

3. 交通流モデルについて

前述の走行モードの仮定から、走行モデルでは、通過台数、停止台数、停止時間長を求めればよいことになる。モデルは個々の車の挙動に注目したミクロなモデルを用いる。このモデルでは、モデルの簡単化のために交差点での停止時間長に加減速時の遅れ時間をも含んでいるので、減速後、停止しないうちに再び加速する状態をも含んでいる。この様な状態は主に前方に停止があるため、信号が緑であるにもかかわらず遅れを生ずる場合が多い。また、この時の加速度、減速度とも車が停止する場合の値と同一には考えられず、当然その値は小さいはずである。本論では一般に車がエンジンブレーキ、または軽いブレーキ操作により減速し、さらに加速した場合、つまり、速度を約5km/h減じ、またもとの速度にもどる状態を想定し、その間の遅れ時間が5秒程度であることから、遅れ時間5秒以下の車は、そのまま通過するものと仮定した。

次に車の発生方法について述べる。(i)車頭間隔については、交通量の多い市街地街路を対象としているので、直進車について2種類、対象路線に交差する道路から右左折により流入する車について一定間隔として、交通量、信号現示率から次式により求める： $H_1 = T_1 / \alpha_1 = T_1 \times (\alpha_1 \times \frac{3600}{\alpha_1})$, $H_2 = T_2 \times (\alpha_2 \times \frac{3600}{\alpha_2})$, $H_A = 3600 / \alpha_A$ ここで H_1, H_2, H_A はそれぞれ、緑時間、赤時間、右左折により流入する車の平均車頭間隔(秒), Q_1, Q_2, T_1, T_2 はそれぞれ最初の交差点の一つ前の交差点からの直進通過台数(台/時), 同交差点における右左折流入車台数(台/時), 同交差点信号緑時間長(秒), 同交差点信号赤時間長(秒), α_1, α_A はそれぞれ、直進車について信号周期1サイクル当りの通過台数, 交差点Aに右左折流入する車の台数(台/時)である。

(ii)信号条件については、①車線数は片側1車線とし、追越し・追抜きは共に行わないものとする。②信号現示は、緑、赤の二現示とし、黄時間は半分ずつ緑、赤時間に振り分ける。③全赤信号時間は赤時間と考える。

(iii)直進車の挙動については、①車種は普通車、大型車の2種類とし、各々の速度、発進遅れ時間、走行時の車頭間隔があらかじめ与えられる。②信号交差点以外では車は流入しない。③遅れ時間を求めるため、定速走行と停止の2通りを考える。

(iv)右左折車については、①右折、左折は同等に扱う。②右左折により交差点から流出してゆく車は、直進車の中から各交差点にあらかじめ与えた右左折率により乱数を用いてランダムに抽出する。③右左折流出車は、交差点通過と同時に本線直進車の中から消滅し、他の車に何らの影響も与えないものとする。④右左折流入車の発進遅れは、直進車のもと同じとする。

4. 入力データについて

以下のようなものとする。

(i)信号については、①信号交差点数 ②各交差点の赤、黄、緑の現示時間長(秒) ③全赤信号現示時間(秒)

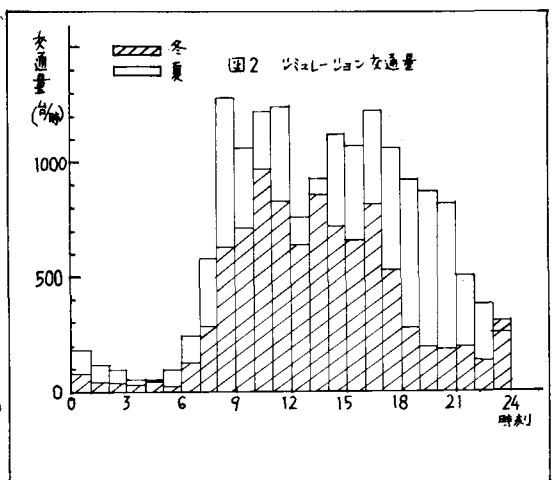
④オフセット(秒)

(ii)交差点については、①交差点間距離、②直進、右左折流入車台数(台/時) ③大型車混入率(%) ④右左折流出率(%)

(iii)車については、①定常走行速度(m/秒) ②先頭車の発進時遅れ(秒) ③走行時車頭間隔(秒) ④シミュレーション時間(秒)

(iv)その他 初期乱数

交通量は、冬(昭和50年2月6日、木)、夏(昭和50年7月31日、木)の各々24時間についての時間交通量を道警より提供して頂き用いた。それは感知器により得



られたもので、本論では西3、西4、西9丁目の両側、西6、西7丁目の片側、及び東5、西15丁目の両側を参考に合計12個からのデータを用いた。データは感知器のある区間はそのデータを、ない区間は隣接する感知器によるデータを比例配分した。また2区間以上にわたり、感知器のない場合は、交差する道路の事情を考慮して配分するものとした。図2は、西4丁目における交通量を一例として示したものである。

次に大型車混入率は、道庁で用いている式により求めた。それは、平均車長 $a(m)$ を、大型車平均車長 $a_1(m)$ 、大型車台数 $n_1(台)$ 、小中型車平均車長 $a_2(m)$ 、小中型車台数 $n_2(台)$ から求め、それから大型車混入率 r を求める。 $a = n_1 a_1 / (n_1 + n_2) + n_2 a_2 / (n_1 + n_2)$ 、 $r = n_1 / (n_1 + n_2)$ であるから、前式から $a = r a_1 + (1-r) a_2$ 。これを r について解くと次式を得る。 $r = (a - a_2) / (a_1 - a_2)$ ここで $a_1 = 8m$ 、 $a_2 = 4m$ とすると、次式 $r = (0.25 a - 1) \times 100 (\%)$ となり、これから各区間における大型車混入率を算出した。

その他の入力データについて述べる。(i) 左右折率は、以前に行なった調査の結果等から 15% を標準として、各区間毎に仮定した。(ii) 定常走行速度は、4モードでは 40 km/h である。(iii) 先頭車の発進遅れは、普通車 3.53秒、大型車 3.39秒とした。(iv) 最小車頭間隔は、普通車 1.7秒、大型車 2.1秒とした。(v) 信号現示時間は、実際には管制センターで交通量の変化に対応して変えているが、本論では、全信号とも同時に作動するとして、オフセット 0秒、緑現示時間 52.0秒、黄現示時間 4.0秒、赤現示時間 38.0秒、全赤現示時間 1.0秒とした。

5. 結果と考察

シミュレーションの結果を整理して、(i) 車の交差点における通過台数(これは停止せずにその交差点を通過した車の台数をさす。)、停止台数、停止時間長を、夏・冬別、9ヶ所の交差点別、24時間分、上下車線別にそれぞれ求めた。(ii) 停止台数には、左右折により本線に流入する車も含まれているため、それを差し引く。(iii) 停止時間をアイドリング時間とし、停止台数を乗じて、アイドリング総時間を算出した。(iv) 通過台数、アイドリング総時間について交差点別、時間別に合計を算出した。

(v) 車の挙動が各交差点間で、すべて同じ4モード走行をすると仮定したときの各種汚染物質排出量を算出するため計算表を作成した。これは東行き、西行きといった方向が異なると、加速区間、減速区間が一致しないため、それぞれの区間をさらに細分し、それぞれの距離に応じて車の台数を配分した。

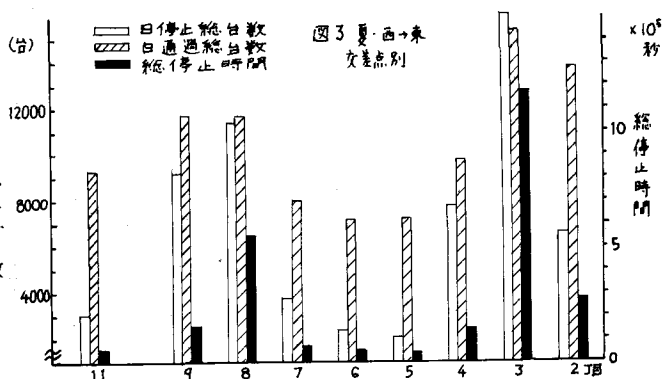


図3、図4は、それぞれ夏及び冬における西から東方向へ向う車の一当りの通過台数、停止台数、停止時間長を交差点別に示したものである。これらから、通過台数の変動に比べて、停止時間、停止台数の変動が大きいことがわかる。これは、通過台数には、信号現示率が大きな影響をもっているのに対し、停止時間、停止台数は交通量が多くなると特に影響を受ける特性をもっているためである。

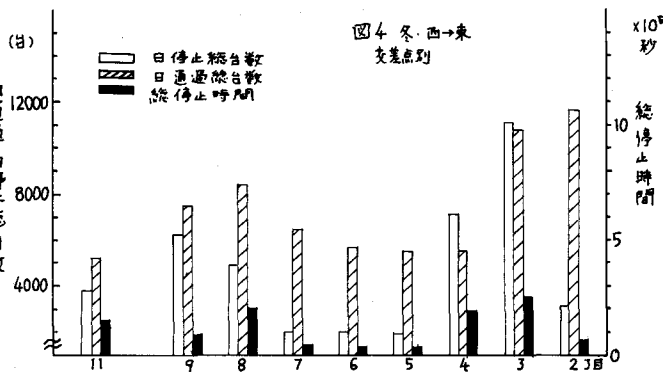


図5, 図6は、それぞれ夏及び冬における街路の区間別のCO, HC, NO_x排出量を、g/m/日で示したものである。これは、加速、定速、減速のそれぞれの区間を西2丁目から西11丁目方向と、その逆方向について求めそれぞれを合計したものである。この図によると各交差点の西側、図では各交差点の左側にピークがあらわれていることがわかる。これは西方向へ流れる交通量が多いため、上述したように停止台数が多く、それに伴う交差点からの加速区間の影響があらわれたものである。単路部では、CO, HC, NO_xのいずれも減少している。特にCOの値は交差点部に比較して、その差が著しい。これは表1でも明らかのように定速時の排出量が他のモードに比べて極端に少ないためである。

図7, 図8は、それぞれ夏及び冬における交差点別のアイドリングによる排出量を両方向合計で示したものである。これらの結果からの値を実測値と比較検討すると、ほぼ妥当と考えられる値であった。

6. あとがき

以上、シミュレーションを用いて一応大まかに沿道の区間別に排気が又総量を求めることができた。今後の問題として現実の沿道における排気が又の影響予測のためには拡散についての考慮が必要であり、交通量などの入力の精度も十分検討する必要があること等である。最後に中山範一氏(鉄建公団)に感謝する。

参考文献

札幌市「札幌市の公害の現状と対策」1975
 札幌市環境局公害部
 「大気汚染物質排出負荷量算出調査」1975.3
 中山範一「交通流と交通公害との関係についての基礎的研究」1976.3卒業論文

