

交通シミュレーションによる窒素酸化物発生量推定及び大気汚染感応式信号制御の評価

○NK-EXA 正会員 菅野泰弘
 埼玉大学 正会員 久保田尚
 埼玉大学 正会員 坂本邦宏

1.はじめに

現在、自動車排出ガス発生量推定機能を持つ交通シミュレータが交通施策の評価などで利用されているが、その多くは一定区間の平均速度や旅行時間を変数として算出されており、加減速や渋滞走行といった走行モードに依存する実際の発生量を詳細に再現することは困難である。本研究ではミクロ交通シミュレータ「tiss-NET」を用いて、走行モードを考慮した発生量推定機能の開発を行った。また仮想ネットワークにおいて、EPMSの手法の1つである大気汚染感応式信号制御の有効性の検討を行った。

2.窒素酸化物発生量推定機能の組み込み

車両一台一台の加減速を表現できるミクロシミュレータでは、車種に応じたモード別の排出ガス排出係数を設定することでミクロな視点から排出量を算出可能だが、現時点では車種の違いや加減速といった走行モード別の正確な排出係数は十分に公表されていない。よって本研究では東京都環境化学研究所の公表資料から、4つの走行モード(アイドリング・加速・定速・減速)別に窒素酸化物(NO 、 NO_2)の排出係数と走行速度との関係式を推定し(表1)、関係式をtiss-NETに組み込むことで車種・速度・走行モードに依存した発生量を推定する暫定的な対応を行った。

表1 推定した走行モード別排出係数

走行モード	排出ガス	回帰係数	乗用車	バス	大型車
定速	NO ₂	α _i	2.00E-05	-8.00E-06	-4.00E-07
		β _i	-0.0002	0.079	0.0775
		γ _i	5.00E-05	0.0298	0.0299
	NO	α _i	0.0011	-5.00E-05	-4.00E-06
		β _i	-0.0143	0.4479	0.4391
		γ _i	0.0023	0.169	0.1692
加速	NO ₂	α _i	1.00E-06	-0.0002	-0.0002
		β _i	0.0001	0.056	0.0499
		γ _i	-0.0002	0.0062	0.0062
	NO	α _i	0.0002	-0.0045	-0.0038
		β _i	0.0313	1.0642	0.9479
		γ _i	-0.0454	0.1188	0.1174
減速	NO ₂	α _i	-2.00E-06	-0.0003	-0.0003
		β _i	0.0002	0.0265	0.0264
		γ _i	-6.00E-05	0.0094	0.0086
	NO	α _i	-6.00E-05	-0.0007	-0.0007
		β _i	0.005	0.0617	0.0617
		γ _i	-0.002	0.022	0.02
E _i = α _i V ² + β _i V + γ _i			E _i : 車種 i の排出係数 [ml/sec] V : 走行速度 [km/h]		

3.大気汚染感応式信号制御の評価

大気汚染感応式信号制御は大別して、専用優先オフセット制御による車速コントロールと、渋滞分散による交通量のコントロールに分けることができる。本研究ではこの二つの信号制御を仮想ネットワーク上で実施し有効性を検討する。評価指標としては、ネットワークを走行する車両からの NO_x 排出量を用いた。

3.1 優先オフセット制御シミュレーション

任意のルート(優先ルート)で複数信号による優先オフセット制御を行うことで定速度走行を促進させ、ネットワーク全体での排出量の低減を図る。その際、優先ルートへの交通量集中で局地的な大気汚染を引き起こすことを避けるため、優先ルートの汚染状況に応じた信号制御で交通量をコントロールし、局地的な大気汚染の抑制を図った。図1のシミュレーションでは、信号1～4を感応式制御として、発生点→信号1→信号2→信号4→集中点を通るAルート、発生点→信号1→信号3→信号4→集中点を通るBルートとした。優先ルートの切り替え条件は、優先ルート内での NO_x 排出量が非優先ルートでの排出量の120%以上になると優先対象ルートを変更、以降同条件で切り替えを繰り返すものとし、この信号制御を感応式制御とする。又、シミュレーション条件は、発生点での車両発生量を900(台/h)、シミュレーション時間を60[min]とした。

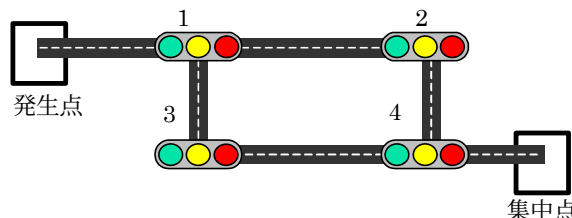


図1 優先オフセット制御シミュレーション

キーワード: 大気汚染、排出係数、交通シミュレーション、EPMS、感応式信号

連絡先: 〒338-8570 埼玉県浦和市下大久保 255 埼玉大学工学部建設工学科 TEL&FAX048-855-7833

Aルートのみ優先オフセット制御・Bルートのみ優先オフセット制御・感应式信号制御を行った結果について、ルートA・B間の総排出量の差を図2に示す。感应式制御を行うことで、ルート間の総排出量差を削減し、局地的な大気汚染を抑制できたことがわかる。図3にネットワーク内全体での総排出量の結果を示す。僅かだが全体での総排出量も削減されている結果となった。

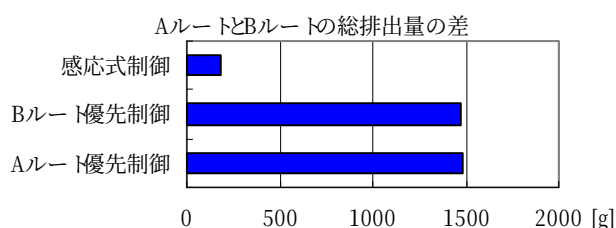


図2 発生量 900(台/h) ルート間排出量差

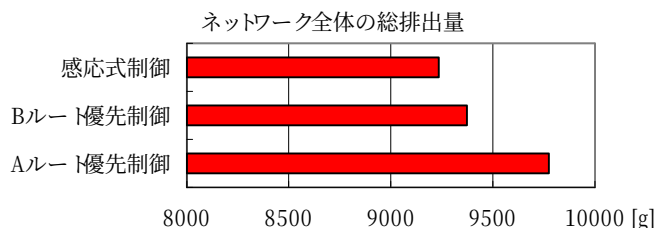


図3 発生量 900(台/h) ネットワーク内排出量

3.2 迂回路誘導制御シミュレーション

交通量が多いルート(最短経路)への進入交差点の信号を制御することにより、最短経路から迂回経路への交通の誘導を促すことで交通量を分散させ、最短経路での局地的な大気汚染を抑制する。さらに、交通量を分散させることで各ルートの交通状態を改善し、各ルート及びネットワーク全体での排出量の削減を図る。シミュレーションでは最短経路での総排出量が迂回経路での総排出量の120%を超えると信号制御を迂回誘導制御へ切り替え、両排出量が等しくなると再び通常制御へ戻す制御とした。この制御を8パターンの信号制御(SIGa~h: サイクル120[sec]、B: 青現示、R: 赤現示、+は右折青現示のスプリット時間[sec])とした。シミュレーション条件は、発生点における車両発生量が1500[台/h]、シミュレーション時間が60[min]とした。図5に迂回路誘導制御を行ったときの各信号パラメータとネットワーク全体での総排出量を示す。総排出量は青現示スプリット長に比例し、発生量が1500(台/h)のような比較的交通量が多い状況では迂回経路への誘導を促すことでネットワーク内の総排出量を削減する効果があることがわかる。

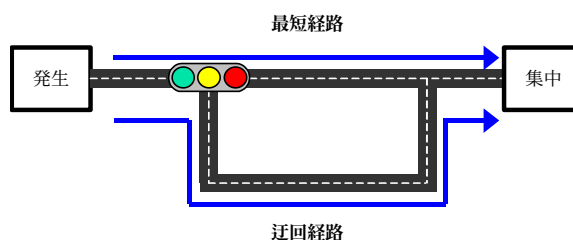


図4 迂回路誘導制御シミュレーション

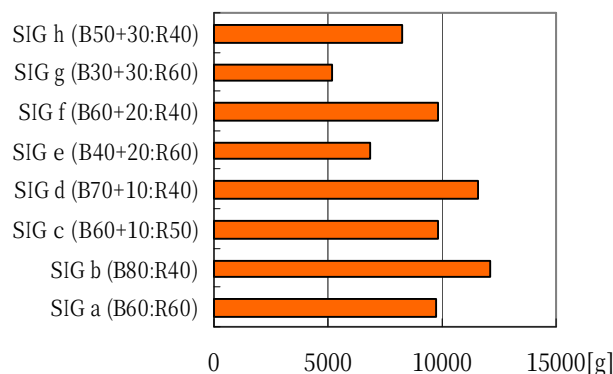


図5 迂回路誘導制御時のネットワーク総排出量

4. おわりに

本研究では、まず簡易的なモード別排出係数推定してミクロシミュレーターに導入した。その上で感应式信号制御については、交通状態に応じた適切な信号制御を行うことで大気汚染物質発生量の低減に効果がある結果を得た。しかし大気汚染物質の排出係数は速度や走行モードだけではなく、メンテナンス状況や車両重量、エンジン回転数等、車両に関する様々なパラメータに関係がある。より正確な推定のためにはこれらの影響を考慮可能な排出係数パラメータの導入や、大気拡散モデルとの連携による濃度レベルでの議論も重要となる。尚、今回のシミュレーションでは信号パラメータを変化させることでドライバーの経路選択へ影響を与えているが、実際には、信号制御だけではなく交通規制や交通標識による誘導が必要と思われる。

【参考文献】

東京都環境保全局：都内自動車走行量および自動車排気ガス量算出調査報告書、平成8年
堀口良太、岡村寛明、土田達：ハイブリッドブロック密度法を用いた交通流シミュレーション AVENUE への排気ガス発生量推定モデルの組み込み、土木学会第54回年次学術講演会第7部門概要集、1999
森健二、斎藤威：交通制御によるNOx・CO低減量推定用シミュレーションの開発、交通工学第31巻5号、pp.11-20、1996