

道路環境影響評価における大気拡散予測手法 への適用を考えた数値解析手法の検討について

国土交通省国土技術政策総合研究所	正会員	並河	良治
同 上	正会員	○高井	嘉親
国土交通省名古屋国道事務所	正会員	大城	温

1. はじめに

現在、道路環境影響評価における大気拡散モデルはブルーム・パフモデルを標準手法としているが、複雑な道路構造や通常より拡散しにくい地形等の特殊な条件下においては、標準手法に数値解析や風洞模型実験などの手法を組み合わせる重点化手法を選定することとしている。

大気環境問題への数値解析の適用に関しては、これまでも数多くの研究者によって検討され、多くの成果が収められているが、道路近傍を対象とした標準的な方法というものが整理されていない。

そこで本稿では、道路環境影響評価において重点化手法として数値解析を用いようとする際、効率的かつ実用的に年平均値を算出する手法の提案に向け、拡散係数の設定方法について検討を行ったので紹介する。

2. 検討対象及び検討方法

本検討では、接地逆転層が生じない気象条件下で、周辺構造物や地形が複雑でなく、遮音壁が設置されていない平面、盛土、高架及び切土構造道路を対象とした。また、基礎方程式、解析ソフト及び検証データについては、表-1に示すものを用いた。

3. 解析条件

(1) 解析空間のモデル化及び境界条件の設定

解析領域の大きさは、その領域の境界内障害物等の影響が殆ど無い程度になるように設定する必要がある。一般的には、障害物の風上側及び上空はその障害物高さの約 5 倍以上、風下側には約 10 倍以上としていることから、本検討においては、表-2 に示すとおり設定した。

なお、メッシュ間隔については、道路近傍で1m程度となるよう分割を行った。また、領域境界における風や濃度の境界条件や汚染物質発生条件についても、併せて表-2に示す。

(2) 拡散係数の設定

通常、拡散係数は、Pasquill-Gifford の拡散幅から逆算して設定する方法や、実験的・経験的により設定する方法が多く用いられている。一方、道路周辺では大気安定度による影響よりも、自動車の走行や周辺条件による影響が大きいことから、技術手法¹⁾においては拡散幅を大気安定度別に設定せずに、風下方向の距離の関数として与えている。そこで、本検討では、技術手法の鉛直方向拡散幅 σ_z を用い、拡散係数と拡散幅の関係より、式-1のとおり設定した。

表-1 検討方法一覧

1.基礎方程式 ①質量保存則 ②運動量保存則 ③乱流モデル ④物質拡散式	連続の式 Navier-Stokes 式（運動方程式） k-ε モデル Fick の拡散方程式
2.解析ソフト	汎用熱流体解析ソフト（有限体積法）
3.検証データ	一般国道及び高速道路周辺での トレーサ実験（平成9年度～10年度）

表-2 解析空間及び境界条件の設定

道路構造 (路面高さ)	平面 (0 mH)	盛土 (4mH)	高架 (7mH)	切土 (-8.8mH)
道路幅 車線数	10m 2 車線	20m 4 車線	20m 4 車線	32m 6 車線
風向条件	道路風下直角風			
	WNW	NW	NNE	NNW
風速の流入条件	10m 高さの風速をべき乗にて 流入の高さに補正 (実測値より設定)			
汚染物質の発生条件	道路中心路面～1m 高さ、実測データより設定			
計算領域	道路風上 100m、風下 300m、上空 100m (約 10,000 メッシュ)			
道路端からの 濃度測定 (計算) 地点	0m,10m,20m			

キーワード 道路環境影響評価, 技術手法, 大気拡散予測手法, 数値解析, 拡散係数

連 絡 先 〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地 国土交通省国土技術政策総合研究所環境研究部道路環境研究室
(TEL:029-864-2606, FAX:029-864-7183, e-mail:takai-y92dx@nilim.go.jp)

$$K_z = (\sigma_z^2 \cdot u) / (2x) \quad \sigma_z = 0.31L^{0.83} \quad (\text{式-1})$$

ここで、 K_z ：鉛直方向拡散係数(m²/s)、 σ_z ：拡散幅(m)、 L 、 x ：発生源からの距離、同風下方向の距離(m)、 u ：風速(m/s)

上記によって設定した拡散係数は、風速が $u=3\text{m/s}$ の場合、大気安定度が A～B の拡散係数に近くなっている。道路内の拡散係数 K_{z0} については、一般的な設定方法が与えられていないこともあり、 $K_{z0}=0.1$ 、0.5 及び 1.0 でもって、二次元計算による結果と実測データ（平均値）との整合性から設定することとした。 K_{z0} の設定毎の実測値と計算値の標準誤差を図-1に示す。 $K_{z0}=0.1$ の場合、 $K_{z0}=0.5$ 及び 1.0 に比べ、何れの構造でも標準誤差が大きくなった。また、 $K_{z0}=0.5$ 及び 1.0 は実測値との相関が高く、実測値との整合が良いことが分かった。これらの結果から K_{z0} は 0.5～1.0 程度と考えられる。なお、水平方向の拡散係数については、 $K_x=K_y=K_z$ とした。

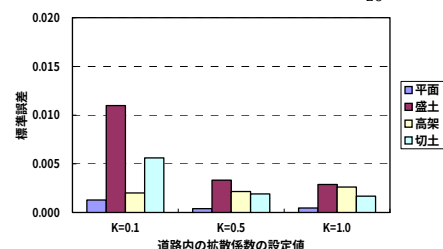


図-1 道路内拡散係数の設定毎の実測値と計算値の標準誤差

表-3 実測値（1時間値）と実測値の相関係数の比較

構造	数値解析		ブルームモデル	
	a	r	a	r
平面	0.92	0.955	0.78	0.939
盛土	1.41	0.906	1.00	0.918
うち道路端除く有風時	1.21	0.919	1.13	0.910
高架	1.61	0.829	0.53	0.535
切土	1.29	0.907	0.52	0.888

r：相関係数、a： $y = ax$ y：実測値、x：計算値

4. 検討結果

3. の結果から、道路内拡散係数として、道路端から 10m の位置での鉛直分布形状の整合性の高い $K_{z0}=1.0$ を用いて、3. にて設定した条件の下、実測値（1時間値）と計算値との整合性を二次元計算により確認した。ブルームモデルによる計算結果と併せて表-3に示す。また、解析の一例として、盛土、切土構造の道路端 10m 地点における鉛直濃度分布図を図-2に示す。

平面構造では計算値が若干高いが、相関は良い。また、数値解析結果はブルームモデルの結果より回帰線の傾きが1に近く、相関係数も大きくなっている。

盛土構造では数値解析結果は実測値より若干低くなっている。特に道路端地点でこの傾向が顕著である。ただし、バラツキの程度を見た場合、数値解析結果はブルームモデルよりも小さく、相関係数は大きくなっている。ブルームモデルでは盛土後方の地表面近くで実測値と良く合うように排出源位置を(盛土高さ+1m)/2としているのに対し、数値解析では盛土後方の風の流れを再現し、汚染物質が拡散するように計算している。そのため、分布性状はブルームモデルより実測値と整合性のある結果となって現れた。

高架構造では数値解析、ブルームモデルの結果共に相関が低い。このようになった原因は、高さ 10m での風速が 1m/s 以上となるケースが少なく、弱風時のケースが多かったことや橋脚や建物等の周辺構造物の影響により実際の濃度拡散が計算と異なっている可能性があるためと考えられる。弱風時の整合性については、別途検討する必要がある。

切土構造では数値解析結果は実測値より若干低い、相関係数及び回帰式の傾きから判断して、ブルームモデルより実測値に合った結果となっている。これは、後者の場合、法肩高さ+1m に仮想排出源を設定して、そこから直接拡散するように計算しているが、数値解析では道路空間内での濃度拡散も計算していることによる。その結果、濃度の鉛直分布、道路からの距離減衰性状ともに、実測値との整合性が向上したと考えられる。

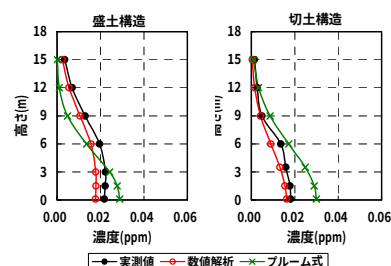


図-2 実測値と計算値の濃度鉛直分布の比較

5. まとめ

計算濃度が全体的に若干低めであるとともに、盛土道路端及び高架構造で整合性に課題が残り、引き続き拡散係数設定の考え方を整理する必要があるが、今回設定したパラメータ及び計算領域のモデル化により、年平均値算出のための基礎的な状況である道路周辺の拡散現象をほぼ再現することが可能であると考えられる。

参考文献

- 1) 建設省土木研究所 「道路環境影響評価の技術手法（その1）」,土木研究所資料第3742号,2000
- 2) 公害対策研究センター 「窒素酸化物総量規制マニュアル」,2000
- 3) 大城温他 「道路沿道の有風時拡散について」,第40回大気環境学会年会講演要旨集,p556,1999 他