

◆ 報文 ◆

インターチェンジ周辺における大気質の予測手法

松下雅行* 大城 温** 大西博文*** 並河良治****

1. はじめに

平成 11 年 6 月から環境影響評価法が全面施行され、法に基づく環境アセスメントが行われている。省令の制定に際して大気質のアセスメントについても、最新の知見に基づく予測等の環境影響評価の手法を整理する必要があり、特に道路特殊部については、その構造に即して予測を行う必要があるとの指摘があった。

そこで平成 12 年 10 月に建設省土木研究所が、最新の科学的知見に基づいて、道路事業にかかる環境アセスメント実施の際に参考となる技術的な手法をとりまとめ、「道路環境影響評価の技術手法」¹⁾(以下、「技術手法」)として公表した。

その中で、道路特殊部における大気質の予測手法についてもとりまとめており、その概要是既に本誌において報告²⁾している。本稿では、既報告では簡略な報告となっていたインターチェンジ(以下、IC)周辺における大気質の予測手法について、「技術手法」の検証を含め、その考え方を一般的な構造の場合と比較しつつ、わかりやすく解説する。

2. インターチェンジ周辺における予測手法

2.1 予測の流れ

一般的な構造の道路における、道路供用時の自動車の走行に係る大気質の予測は、道路の中央に点煙源を連続して配置し、各々の点煙源から排出される物質(窒素酸化物、浮遊粒子状物質、二酸化硫黄、一酸化炭素)の濃度を合成して求める。この場合の点煙源から排出される物質の濃度は、有風時(風速 1m/s を超える場合)については

ブルーム式を、また、弱風時(風速 1m/s 以下の場合)についてはパフ式をそれぞれ拡散式として用い予測する。

さらに、ブルーム式またはパフ式に用いる排出量の算出にあたっては、車種別の排出量を車種別の交通量及び排出係数により求め、求めた車種別の排出量を合算して求める。

道路特殊部における自動車の走行に係る大気質の予測手法としては、前出の「技術手法」の中で、IC 部、トンネル坑口部、掘削部、換気塔部の 4 つの構造についてとりまとめている。いずれも拡散計算はブルーム式またはパフ式を基本としているが、点煙源の配置方法や排出量の算出等で、それぞれの構造物の特徴を表現している。

本稿で述べる IC 周辺の予測についても同様であり、拡散計算はブルーム式又はパフ式を基本としているが、点煙源の排出量を算定するのに、加減速を考慮した排出係数比を用いるなどの特徴を有している。予測フローを図-1 に示す。

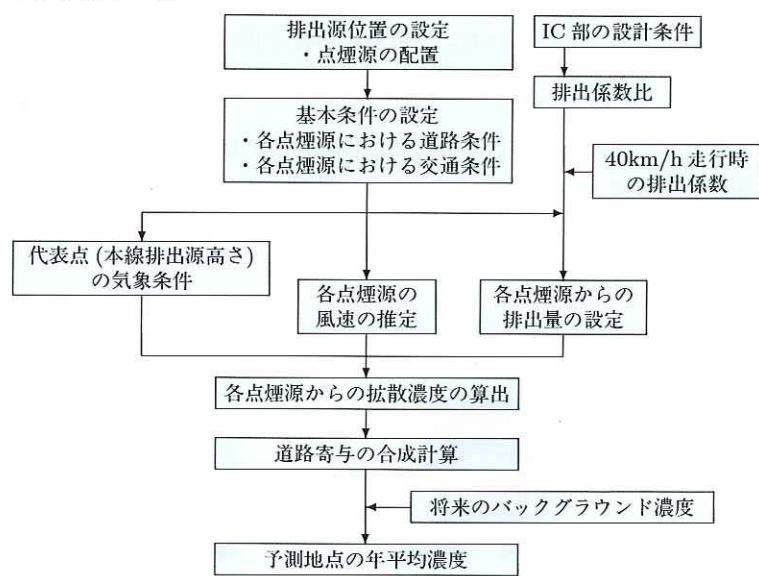


図-1 IC 周辺の大気質の予測手順

2.2 一般的な構造と異なる予測条件の設定

IC周辺の予測手法は基本的に一般的な構造での予測手法と類似しているが、予測条件の設定の際に、ICの特徴を踏まえ、異なる条件設定を行うこととした。

2.2.1 排出源(点煙源)の配置

異なる条件設定の第一は、排出源の配置である。

一般的な構造では、排出源(点煙源)を予測断面付近では密に配置(予測断面前後20m区間では2m間隔)し、遠方で粗く配置(10m間隔)するが、IC周辺においては、本線やランプが密集しており、一般的な道路構造のような配置が難しいため、排出源は一律に10mの等間隔で配置することとした。

また、点煙源配置にあたっての車線のまとめ方であるが、一般的には2車線程度を一つにまとめ、その中央に点煙源を配置する。しかし多くの車線がある場合、これを一つにまとめて予測すると、道路近傍あるいは道路平行風時の風下域の予測値に影響を与えることがある。このため、3車線以上に分岐している場合には、原則として各車線に点煙源をそれぞれ配置することが望ましい。ただし、予測点がこのような場所から遠方にあり、点煙源の配置の仕方によりほとんど影響を受けない場合には、車線をまとめができる。

2.2.2 拡散式の適用

異なる条件設定の第二は、IC周辺における代表的な本線上の排出源高さのところに基準点(代表点)を設定し、その代表点の気象条件で拡散式(ブルーム式又はパフ式)の適用を決定することである。一般的な構造の場合では、対象道路自体の排出源高さにおける気象条件で、拡散式の適用を判定しているが、IC周辺の場合、ランプ部の排出源高さではなく、近傍にある本線の排出源高さで判定を行う。これは、IC周辺の拡散場は、マクロ的には上空風に支配されること、また一般的にはICのランプ部に比べ本線部の排出量が多いこと等から、代表点として設定した本線の排出源高さにおける気象条件で、拡散式の適用を判断することとしたものである。

また、上記代表点と各点煙源の位置関係及び



図-2 IC周辺における加減速を考慮した窒素酸化物の排出係数の計算手順

代表点での気象データから、各点煙源における風速を決定する。その手順は、「3. 予測手法の検証 3.1 気象データ設定の流れ」の中で詳細に記述する。

2.2.3 排出係数

IC周辺における大気質の予測に用いる排出係数は、IC周辺の加速車線や減速車線の走行パターンが、本線部の走行パターンと異なっているため、加減速を考慮した走行パターンに対応させて適切に設定する必要がある。窒素酸化物を例にとり、加減速を考慮した排出係数の計算手順を示すと次のとおりである(図-2)。

まず設計条件に基づき、初期速度と最終速度を設定する。次に、初期速度の位置を起点として区間距離を設定する。その区間の平均勾配に基づき、「区間距離の補正率」を表-1または表-2から設定して区間距離を補正し、補正された区間距離とする。さらに設定した速度変化に基づき、「排出係数比」を表-3から設定する。この排出係数比に、平均勾配に基づいて表-1または表-2から設定した「排出係数比の補正係数」を乗じ、対象区間の平均排出係数比とする。この平均排出係数比に走行速度40km/hの大型車類の排出係数を乗じ、さらに表-4に示す「車種別換算係数」を乗じて予測に用いる車種別平均排出係数とする。これを式で表現すると次のとおりである。

表-1 IC周辺における窒素酸化物排出係数比等の勾配補正(加速車線)

勾配補正(加速車線)	平均勾配(%)	$-4 \leq i \leq 0$	$0 < i \leq 2$	$2 < i \leq 3$	$3 < i \leq 4$	$4 < i$
	区間距離の補正率	補正なし	1.00	1.20	1.30	1.40
	補正係数比の補正係数	$f = 1 + 0.079i$	$f = 1 + 0.203i$			

表-2 IC周辺における窒素酸化物排出係数比等の勾配補正(減速車線)

勾配補正(減速車線)	平均勾配(%)	$i < -4$	$-4 \leq i < -3$	$-3 \leq i < -2$	$-2 \leq i < 0$	$0 \leq i \leq 4$
	区間距離の補正率	1.30	1.20	1.10	1.00	補正なし
	補正係数比の補正係数	補正なし				

表-3 IC周辺における窒素酸化物の排出係数比等

	速度変化	窒素酸化物の排出係数比	区間距離(m)
加速車線	0→30km/h	2.75	70
	30→40	2.30	70
	40→50	1.96	90
	50→60	1.76	110
	60→70	1.71	170
	70→80	1.45	330
減速車線	80→70	0.08	70
	70→60	0.05	60
	60→50	0.03	50
	50→40	0.05	40
	40→30	0.10	30
	30→0	0.19	40

表-4 IC周辺における窒素酸化物の排出係数計算用の車種別換算係数

車種	車種別換算係数
大型車類	1.00
小型車類	0.07

(a)(補正された区間距離)

$$= (\text{区間距離}) \times (\text{区間距離の(勾配)補正係数})$$

(b)(車種別平均排出係数(E_n ; $n=1, 2$: g/km・台))

$$= (\text{排出係数比}) \times (\text{排出係数の勾配補正係数})$$

×(大型車類の40km/h.の排出係数(g/km・台))

各点煙源に対して、上述のように区間毎に求めた

車種別の平均排出係数に車種別時間別交通量を乗じて車種別の排出量を求め、大型車類、小型車類の排出量を合計して排出量(時間別平均排出量)を設定し、補正された区間距離に点煙源を配置する。これを式で表現すると以下のとおりとなる。

(c)(時間別平均排出量(Q_t ; ml/m·s))

$$= (\text{体積換算係数} (V_w; \text{ml/g})) \times \frac{1}{3600} (\text{h./s.}) \\ \times \frac{1}{1000} (\text{km/m}) \times \sum_{n=1}^2 (N_{nt} \times E_n)$$

ここで、 V_w : 窒素酸化物、20 °C、1気圧、523ml/g N_{nt} : 車種別時間別交通量(台/h.) E_n : 車種別平均排出係数($n=1, 2$: g/km·台)

なお、浮遊粒子状物質に関しては、走行パターンに対応した排出係数の設定は、その方法が解明されていないため困難である。

3. 予測手法の検証

予測手法の妥当性を検証するために、高速道路のIC周辺における実測結果を用い、NO_x及びNO₂濃度の月平均値について実測値と予測値の比較を行った。

3.1 気象データ設定の流れ

予測計算の前提として、IC周辺の気象データ

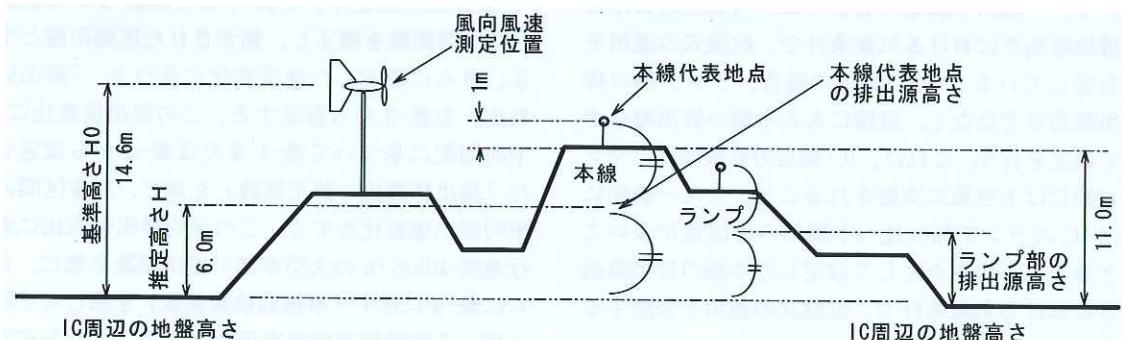


図-3 予測手法を検証した IC周辺の断面図

を推定する必要がある。

検証に用いたのは図-3に示すように、本線が盛土構造で、市街地に存在するIC周辺での実測により得られたデータである。

まず対象としたIC周辺の地盤高さを定め、次に本線上に代表点を設定する。

さらに、その代表点高さと IC 周辺での気象データ観測(風向風速測定)点高さの比のべき乗則(今回のべき指数は 1/3)を取って、本線上の代表点における時間帯別の風向別平均風速及び弱風時出現頻度を推定した。次に、推定した代表点の 1 時間毎の風向別平均風速から、時間帯別風向別に予測計算に用いる拡散式がブルーム式又はパフ式であるかを判定した。さらに、気象データ観測点高さと、点煙源を配置したランプ部の排出源高さとの比のべき乗則を取って、ランプ部の排出源高さにおける時間帯別風向別の平均風速を設定した。この気象データの設定のフローを図-4 に示す。また、用いたべき乗則の式は以下のとおりである。

$$U = U_0 (H/H_0)^\alpha \quad (1)$$

ここで、 U ：代表地点の推定風速 (m/s)

U_0 : 風速実測値 (m/s)

H ：代表地点の排出源高さ (m)

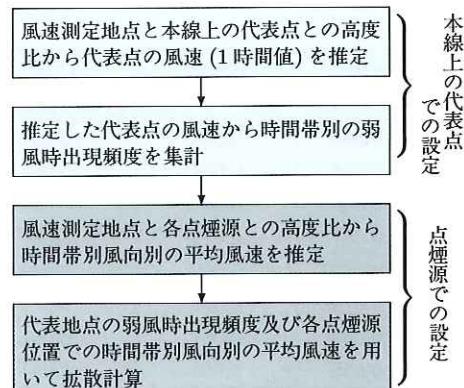


図-4 気象データ設定のフロー

H_0 : 風速測定高さ (m)

α : べき指数 (今回は 1/3)

3.2 予測計算

交通条件は実測データを用いることとし、排出係数については、気象データや交通条件を得た年次に合わせ設定した。

交通量は、概ね本線部で往復3万台/日、IC部で出入7千台/日余である。

予測計算は、IC周辺の3地点(後述するA~C地点)と近隣の本線部1地点(同D地点)に対して図-1のフローに従って行い、ランプ部の排出源高さ

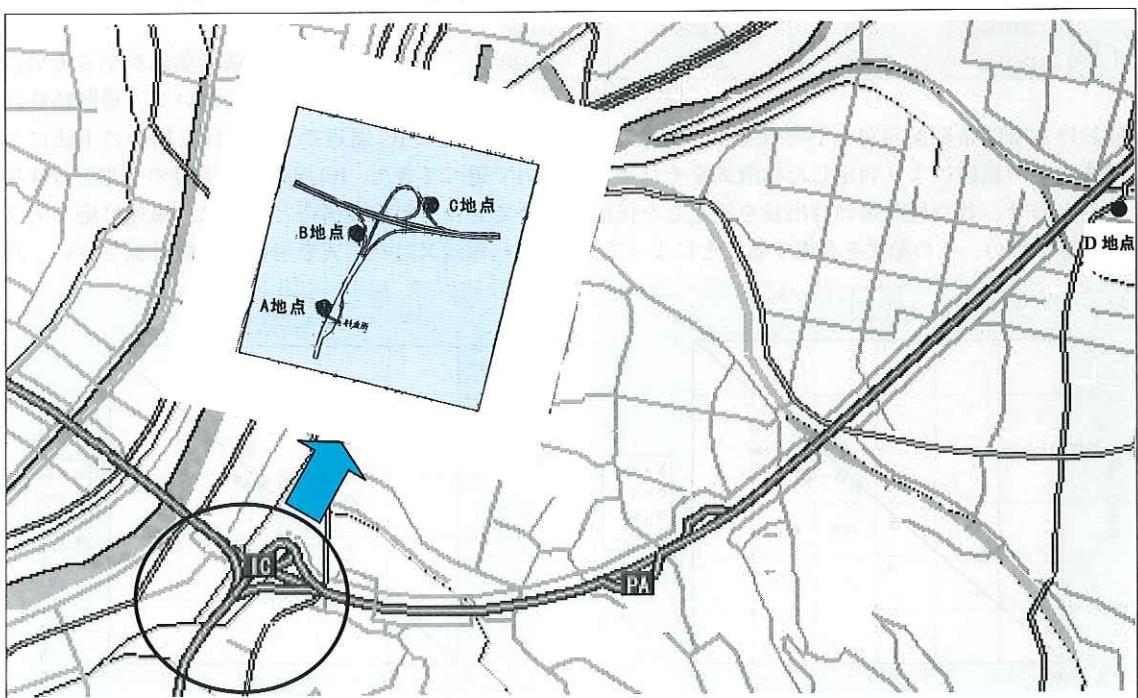


図-5 IC周辺における調査及び予測地点(A~D地点)

表-5 IC周辺でのNO_x濃度実測及び予測計算結果
(月平均値: ppm)

	A地点 (料金所横)	B地点 (加速ランプ横)	C地点 (本線合流部付近)	D地点 (本線一般部横)
a月	0.050	0.058	0.064	0.085
	0.068	0.067	0.067	0.082
b月	0.050	0.067	0.070	0.079
	0.087	0.084	0.085	0.099
c月	0.050	0.069	0.069	0.069
	0.074	0.072	0.072	0.082
d月	0.036	0.051	0.051	0.066
	0.055	0.054	0.054	0.066
e月	0.027	0.040	0.039	0.059
	0.026	0.025	0.026	0.039

※(上段が実測値、下段が予測値)

表-6 IC周辺でのNO₂濃度実測及び予測計算結果
(月平均値: ppm)

	A地点 (料金所横)	B地点 (加速ランプ横)	C地点 (本線合流部付近)	D地点 (本線一般部横)
a月	0.020	0.023	0.027	0.028
	0.026	0.025	0.025	0.028
b月	0.021	0.026	0.028	0.028
	0.028	0.028	0.028	0.031
c月	0.026	0.033	0.034	0.029
	0.030	0.030	0.030	0.032
d月	0.021	0.028	0.030	0.029
	0.026	0.025	0.025	0.028
e月	0.018	0.025	0.026	0.029
	0.015	0.015	0.015	0.020

※(上段が実測値、下段が予測値)

における時間帯別風向別の平均風速と、本線上の代表点での風速により判定した拡散式をそれぞれ組み合わせ、各点煙源毎の排出量を設定した後拡散計算を行い、その結果を合成することによって、

予測地点の濃度を求めた。

3.3 実測値と予測値の比較

予測計算を行ったのは、A 地点 (料金所横)、B 地点 (加速ランプ横)、C 地点 (本線合流部付近) 及び D 地点 (本線一般部横) の計 4 地点である。図-5 に調査地点及び予測地点となる A~D 地点計 4 地点の概略位置を示す。

実測値と予測値の比較は、5ヶ月間にわたる実測結果から、NO_x 及び NO₂ 濃度の月平均値についてそれぞれ行った。NO_x 濃度についての実測及び予測計算結果を表-5 に、NO₂ 濃度についてのものを表-6 にそれぞれ示す。

また、実測値と予測値の整合性を見るために、実測値と予測値の関係を散布図で表した。図-6 に NO_x、図-7 に NO₂ それぞれの散布図を示す。NO_x 濃度については多少ばらつきがみられるものの、最終的な大気質の評価に用いる NO₂ 濃度については実測値と予測値は概ね一致しており、予測手法は妥当であると判断した。

4 おわりに

本稿では、道路事業にかかる大気質のアセスメントにおいて、道路特殊部のうち特に IC 周辺で予測を行う場合の手法について述べてきた。IC 周辺の大気質の予測を行う場合でも、一般的な構造と同様に、風速に応じてブルーム式又はパフ式を用いて拡散計算を行い、濃

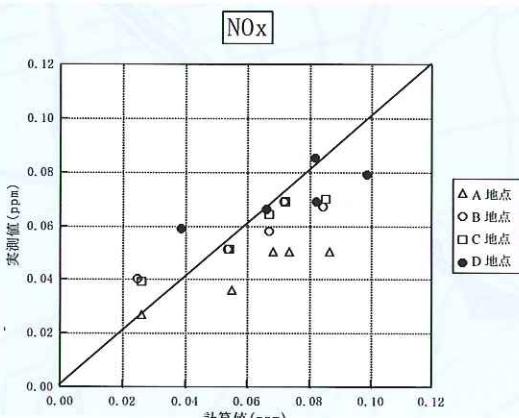


図-6 実測値と計算値の比較 (NO_x)

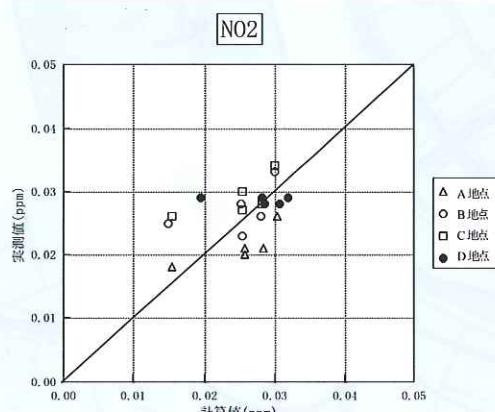


図-7 実測値と計算値の比較 (NO₂)

度予測を行うものである。この手法は前出の「技術手法」の中に掲載されている手法であるが、本稿では、この手法と一般的な構造の場合の予測手法とを比較して、その考え方の相違点を中心に、予測手法の流れ、予測手法の検証結果についても示し、分かりやすく取りまとめた。

ここに示した手法は、加減速を考慮した排出係数比を用いる等、最新の科学的知見に基づいて検討し、提案されたものである。この手法は、道路事業にかかる環境アセスメントでの大気質の予測で対象としているすべての物質に対して適用できるものであるが、本稿では、予測を行う際に必要となる排出係数の設定方法が現在得られている、窒素酸化物について紹介した。「技術手法」の中で、本手法を環境アセスメント実施の際の参考として提示しているが、今後とも、現場における実測データの予測式へのフィードバック等による科学的知見の蓄積を踏まえた予測精度の向上等、更なる充実を図っていく必要があると考えている。

最後に、本研究の実施にあたっては、全国の地方建設局(現地方整備局)及び道路関係公団の方々に測定や資料の提供など多大なご協力をいただいた。また、「道路環境アセスメントマニュアルに関する大気環境予測評価委員会(委員長 横山長之)」の中で、委員の皆様にご指導をいただいた。ここに篤く御礼申し上げます。

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, 土木研究所資料, 第3742~3745号, 平成12年10月
- 2) 山田俊哉, 大城温, 大西博文:道路特殊部における大気質の予測手法, 土木技術資料, 第42巻, 第1号, pp.64-69, 平成12年1月

松下雅行



国土交通省国土技術政策
総合研究所環境研究部道
路環境研究室研究官
Masayuki
MATSUSHITA

大城 温



同 環境研究部道路環境
研究室研究官
Nodoka OSHIRO

大西博文



同 道路研究部道路研究
官、工博
Dr.Hirofumi OHNISHI

並河良治



同 環境研究部道路環境
研究室長
Yoshiharu NAMIKAWA