

道路環境影響評価の技術手法における最新の自動車の排出係数等を踏まえた大気質・騒音・振動の予測手法の改定

土肥 学* 吉永弘志** 角湯克典***

1. はじめに

今回の「道路環境影響評価の技術手法」(以下、「技術手法」という。)の改定¹⁾のうち、自動車の走行に係る大気質については、1) 窒素酸化物(以下、「NO_x」という。)・浮遊粒子状物質(以下、「SPM」という。)の排出係数^{*}および縦断勾配による補正係数の更新、2) NO_x変換式および年間98%値換算式の更新、並びに3) 沿道大気調査結果等に基づく解説の追記を行った。また、建設機械の稼働に係る騒音・振動・粉じん等については、予測に使用する工種別のデータを追加した。本稿では、これらの概要について述べる。

2. 最新の排出係数等を踏まえた自動車走行に係る大気質の予測手法の改定

2.1 NO_x・SPMの排出係数および縦断勾配による補正係数の更新

改定前のNO_x・SPMの排出係数は、2005年の自動車排出ガス規制・新長期規制を見越して2003年に算定したものであった。その後、いわゆる「ポスト新長期規制」としてディーゼル車のNO_xを40~65%、PMを53~64%低減し、ガソリン車と同レベルとする排出ガス規制が2009年から適用され、さらに規制値を1/3にする「重量車の挑戦目標値」が2016年以降の可能な限り早い時期に適用されることとなった。一方、近年、自動車の平均使用年数が伸びてきている。

NO_x・SPMの排出係数は上記に対応した更新が必要となったため、国土技術政策総合研究所(以下、国総研という)では、自動車からの排出ガス量および実道路上での車種構成比・車齢比をシャシダイナモ台上試験およびナンバープレート調査で把握し、新たな排出係数を算定した^{2),3)}。調査結果は今回の改定¹⁾にも反映させた。

排出ガス規制の車種は8車種に区分されているが、排出係数の車種分類は、道路事業等での活用を考慮して小型車類・大型車類の2車種とした。

2車種別の排出係数の算出にあたっては、8車種別および車両年式別に算定した排出係数原単位を実道路上での車種構成比、平均半積載重量、および年式別車両構成比で加重平均した。将来の排ガス規制に適合した自動車の普及も見込んで算定した結果を表-1に示す。小型・大型車類とも旅行速度60km/h前後でNO_xおよびSPMの排出量は最も小さくなる傾向がある。更新前後の排出係数の比較図を図-1に示す。NO_xは小型車類で約40%、大型車類で約74%、SPMは小型車類で約81%、大型車類で約90%減少している。

また、上り坂等では、NO_xおよびSPMの排出量が勾配0%時より多くなるため排出係数を補正する。補正係数は、シャシダイナモ試験に基づき算定した(表-2)。補正係数は、勾配*i*が大きくなると排出量が大きくなる式とし、60km/h未満・以上の速度で区分し、一般道路と自動車専用道路で異なる式とした。

2.2 NO_x変換式および年間98%値換算式の更新

NO_x変換式は、予測したNO_xの濃度を二酸化窒素(以下、「NO₂」という。)の濃度に変換する式であり、年間98%値換算式は、年平均値を環境基準の評価量とされている年間98%値(又は年間2%除外値)にさらに換算する式である。式のパラメータは自排局^{*}の値と一般局^{*}(自排局と同一市町村内)の平均値の差から道路の影響と考えられる濃度を計算し、最小二乗法で算定する。算定

表-1 NO_x・SPMの旅行速度別自動車排出係数(2車種別)

平均旅行速度 [km/h]	NO _x 排出係数 [g/km・台]		SPM排出係数 [mg/km・台]	
	小型車類	大型車類	小型車類	大型車類
20	0.073	0.594	1.461	11.240
30	0.059	0.450	0.893	8.435
40	0.048	0.353	0.540	6.663
45	0.044	0.319	0.433	6.037
50	0.041	0.295	0.369	5.557
60	0.037	0.274	0.370	4.995
70	0.037	0.289	0.537	4.925
80	0.040	0.340	0.868	5.321
90	0.048	0.425	1.362	6.167
100	0.059	—	2.018	—
110	0.075	—	2.836	—

※大型車類の90km/h長は、重量貨物車(車両総重量8t以上)が速度抑制装置の装着義務を有するため算定対象から除外。

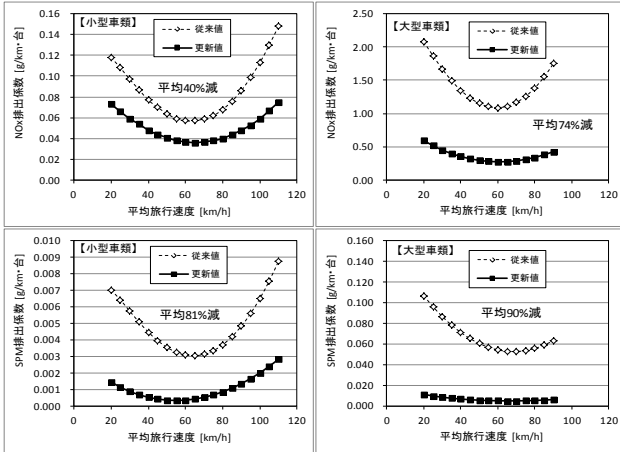


図-1 NOx・SPMの旅行速度別自動車排出係数の新旧比較

表-2 排出係数の縦断勾配による補正係数

車種	速度区分	勾配の適用範囲[°]	勾配補正係数	
			NOx	SPM
小型車類	低～中速 (60km/h未満)	0 < i ≤ +4	1+0.40i	1+0.50i
		-4 ≤ i < 0	1+0.08i	1+0.08i
	中～高速 (60km/h以上)	0 < i ≤ +4	1+0.31i	1+0.76i
		-4 ≤ i < 0	1+0.16i	1+0.13i
大型車類	低～中速 (60km/h未満)	0 < i ≤ +4	1+0.52i	1+0.25i
		-4 ≤ i < 0	1+0.15i	1+0.11i
	中～高速 (60km/h以上)	0 < i ≤ +4	1+0.49i	1+0.39i
		-4 ≤ i < 0	1+0.20i	1+0.12i

に使用したデータの測定時期は、改定前の1995年～2004年から改定後は2001年～2010年に更新した。更新にあたっては、式形の変更を含めて検討したが、検討の結果、式形は変更しないこととした。パラメータ更新後のNOx変換式および年間98%値換算式を表-3および表-4に示す。

なお、これらの式は全国で標準的に用いられる前提で作成したが、当該地域の気象濃度データを用いて固有の式を作成することもできる。

2.3 沿道大気調査結果等に基づく解説の追記

今回の改定で追記したいいくつかの解説のなかから、ここでは**大気安定***発生頻度に関するものを紹介する。現在の自動車走行に係る大気質予測における大気安定静穏時の取扱いは表-5⁴⁾のとおりであり、基本的には必要な考慮がなされている。しかし、大気安定の発生頻度と沿道大気質濃度との関連性は十分に確認されてはいなかったことから、国総研では高度別気温差を大気安定の指標とした通年気象観測およびその関連性分析を2007～2010年度にかけて実施した⁴⁾。沿道大気質予測への大気安定影響を確認したところ、図-2のとおり、NO₂濃度の1時間値は大気安定によるバックグラウンド濃度の上昇により増加するも

*土木用語解説：大気安定

表-3 パラメータ更新後のNOx変換式

一般的な道路構造等におけるNOx変換式：
 $[NO_2]_R = 0.0714 [NO_x]_R^{0.438} (1 - [NO_x]_{BG} / [NO_x]_T)^{0.801}$
 換気塔におけるNOx変換式：
 $[NO_2]_T = 0.318 [NO_x]_T^{0.801}$
 ここで、
 [NO_x]_R：窒素酸化物の対象道路の寄与濃度 (ppm)
 [NO₂]_R：二酸化窒素の対象道路の寄与濃度 (ppm)
 [NO_x]_{BG}：窒素酸化物のバックグラウンド濃度 (ppm)
 [NO_x]_T：窒素酸化物のバックグラウンド濃度と対象道路の寄与道路の合計値 (ppm)
 [NO₂]_T：二酸化窒素のバックグラウンド濃度と対象道路の寄与道路の合計値 (ppm)

表-4 パラメータ更新後の年平均値から年間98%値・年間2%除外値への換算式

二酸化窒素：
 [年間98%値] = a ([NO₂]_{BG} + [NO₂]_R) + b
 a = 1.34 + 0.11·exp(-[NO₂]_R / [NO₂]_{BG})
 b = 0.0070 + 0.0012·exp(-[NO₂]_R / [NO₂]_{BG})
 浮遊粒子状物質：
 [年間2%除外値] = a ([SPM]_{BG} + [SPM]_R) + b
 a = 1.71 + 0.37·exp(-[SPM]_R / [SPM]_{BG})
 b = 0.0063 + 0.0014·exp(-[SPM]_R / [SPM]_{BG})
 ここで、
 [NO₂]_R：二酸化窒素の道路寄与濃度の年平均値 (ppm)
 [NO₂]_{BG}：二酸化窒素のバックグラウンド濃度の年平均値 (ppm)
 [SPM]_R：浮遊粒子状物質の道路寄与濃度の年平均値 (ppm)
 [SPM]_{BG}：浮遊粒子状物質のバックグラウンド濃度の年平均値 (ppm)

表-5 自動車走行に係る大気質予測における大気安定静穏時の取扱い⁴⁾

－これまでの沿道拡散実験結果より、道路近傍における大気安定度の拡散幅への影響は全体的に小さかったことから、道路寄与濃度の年平均値を算出する際に用いるブルーム式・パフ式の拡散幅は大気安定度別に設定する必要はない。ただし、弱風時における鉛直方向の拡散幅については昼夜で有意な差が認められることから、夜間において小さい(すなわち、拡散しにくい)値を用いる。
 ー年間98%値換算式及びNOx変換式は、様々な地形性を有する箇所における大気濃度データから作成されていることから、大気安定静穏時の影響も包括的に含まれている。

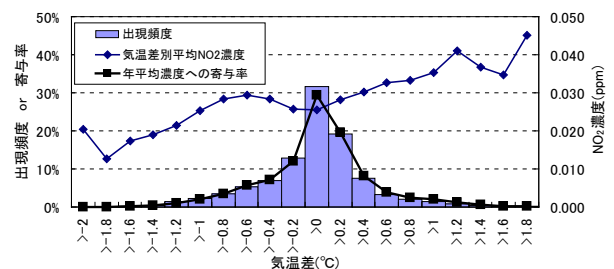


図-2 大気安定状況別NO₂濃度と年平均濃度への寄与率 (寄与率は出現頻度×濃度/年平均濃度)

の、大気安定の出現頻度は年間では中立状態に比べ圧倒的に少ないことから、NO₂濃度の年平均値への影響はほとんど見られなかった。解説では、「沿道および道路から約200～300m離れた背後地における大気安定の発生頻度やその状況を、鉛直方向の気温差を指標として通年の現地観測により確認したところ、強安定の発生頻度は、背後地に比べて、沿道周辺では少ない状況であった。」と追記した。

3. 建設機械稼働に係る騒音・振動・粉じん等の予測に用いる工種別データの追加

環境影響評価において予測・評価する環境要素のなかで、建設機械の稼働に係る騒音・振動・粉じん等^{*1}については、設定した工事の種別(以下、「工種」という)に応じて予測することが必要である。このため、技術手法においては、予測に必要なパラメータを現場での測定値に基づいて掲載している。今回の改定では施工実績が多い表-6の工種・環境要素を追記した。以下、現地調査から記載値の設定までの概要を述べる。

3.1 工事の現地調査

①工種・環境要素および数量

現地調査の工種、環境要素および数量を表-7に

表-6 追記する工種・環境要素

工種	環境要素
基礎・裏込め砕石工	騒音、振動、降下ばいじん ^{*1}
路盤工	降下ばいじん ^{*1}

^{*1}: 技術手法において粉じん等としている項目で予測評価しているのは、降下ばいじん。



バックホウで材料投入



ランマで締固め

図-3 基礎・裏込め砕石工(裏込め砕石)



モータグレーダで敷均し



タイヤローラで締固め

図-4 路盤工(上層・下層路盤)

示す。調査対象工事の施工場所は、関東管内とした。基礎・裏込め砕石工および路盤工の基本的な施工手順は、材料投入→敷均し(不陸整正)→締固め(転圧)であり、この一連の作業が繰り返される。使用された主たる建設機械の施工状況を図-3 および図-4に示す。

②測定方法

騒音および振動は計量法に基づく検定に合格した精密騒音計および振動計で測定した。降下ばいじんは、ホーローバットに降下した量を測定した。測定では微風向風速計および温湿度計を併用した。測定点の数は、騒音、振動、および降下ばいじんでは5～7点、8点、および11点を基本とした。

3.2 騒音の測定値

騒音の予測式を表-8の上段とし、現場で測定した変数から予測用のパラメータを解析した。今回の改定では現場ごとの解析値を平均した値(表-9のゴシック)を追記した。

表-7 現地調査の工種・環境要素

工種	ユニット	騒音	振動	降下ばいじん
基礎・裏込め砕石工	裏込め砕石 基礎砕石	2	2	4
路盤工	上層・下層路盤			3

表-8 騒音の予測式とパラメータ

予測式	$L = L_{WAeff} - 20 \log_{10} r - 8 + \Delta L$
変数	L : 騒音レベルの計算値(dB) r : 距離(m)
パラメータ ^{*2}	L_{WAeff} : 工種別の実効騒音レベル(dB) ΔL : 実効騒音レベルを時間率騒音レベルに換算する補正量(dB)

^{*2}: 技術手法では、ユニット別の値を掲載している。

表-9 騒音の測定値

種別	ユニット		L_{WAeff}	ΔL ($L_{A5} - L_{WAeff}$)
基礎・裏込め砕石工	基礎・裏込め砕石工	現場1	105.9	5.9
		現場2	100.3	3.0
		平均 ^{*3}	103	4

^{*3}: dB値相加平均

表-10 振動の予測式とパラメータ

予測式	$L_v = L_0 - 15 \log_{10} r / r_0 - 8.68 \alpha (r - r_0)$
変数、定数	L_v : 振動レベルの計算値(dB) r : 距離(m), 基準距離 $r_0=5m$ α : 内部減衰係数, $\alpha=0.01$ dB/m
パラメータ ^{*2}	L_0 : 工種別の基準点振動レベル(dB)

^{*2}: 技術手法では、ユニット別の値を掲載している。

表-11 振動の測定値

種別	ユニット		L_{r0}
基礎・裏込め砕石工	基礎・裏込め砕石工	現場 1	64
		現場 2	61
		平均*3	63

*3: dB 値相加平均

表-12 降下ばいじんの予測式とパラメータ

予測式	$C = \sum_d \iint_R a \cdot (u/u_0)^{-1} \cdot (r/r_1)^{-2} dS$
変数、定数	<p>C: 降下ばいじん量(t/km²・8h) u: 風速(m/s), 基準風速 $u_0=1$ m/s r: 距離(m), 基準距離 $r_1=1$ m d: 風向 R: 発生源領域 dS: 発生源の微小領域</p>
パラメータ ²	a: 工種別の降下ばいじん量発生に関するパラメータ(t/km ² ・8h)

*2: 技術手法では、ユニット別の値を掲載している。

表-13 降下ばいじんの測定値

種別	ユニット	基準降下ばいじん量a	
基礎・裏込め砕石工	基礎・裏込め砕石工	現場 1	951
		現場 2	8,213
		現場 3	6,927
		平均	5,400
アスファルト舗装工・コンクリート舗装工	路盤工(上層・下層路盤)	現場 1	27,877
		現場 2	1,230
		現場 3	10,123
		平均	13,000

3.3 振動の測定値

振動の予測式を表-10の上段とし、現場で測定した変数から予測用のパラメータを解析した。今回の改定では現場ごとの解析値を平均した値(表-11のゴシック)を追記した。

3.4 降下ばいじんの測定値

降下ばいじんの予測式を表-12の上段とし、現場で測定した変数から予測用のパラメータを解析した。今回の改定では現場ごとの解析値を平均し

た値(表-13のゴシック)を追記した。

4. おわりに

技術手法における自動車の排出係数および建設機械稼働に係る騒音・振動・粉じん等の予測に用いる工種別データを改定した。NO_xの排出係数は、小型車類で約40%、大型車類で約74%減少し、SPMの排出係数は小型車類で約81%、大型車類で約90%減少した。建設機械の工種別データは、騒音で1工種、振動で1工種、および降下ばいじん2工種追加した。今後も知見の進展をふまえて技術手法を改定する。

謝辞

今回の道路環境影響評価の技術手法の改定にあたっては、東京情報大学総合情報学部 岡本眞一教授、(独)交通安全環境研究所環境研究領域 後藤雄一領域長、東京大学生産技術研究所 坂本慎一准教授、各々から貴重なご意見をいただいた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 国土技術政策総合研究所資料：道路環境影響評価の技術手法(平成24年度版)、No.714、2013.3.
<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryoutnn/tnn0714.htm>
- 2) 国土技術政策総合研究所資料：道路環境影響評価等に用いる自動車排出係数の算定根拠(平成22年度版)、No.671、2012.2.
<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryoutnn/tnn0671.htm>
- 3) 土肥学、曾根真理、瀧本真理：沿道大気質予測に用いるNO_x・PM等自動車排出係数の更新について、土木技術資料、第54巻、第4号、pp.34~39、2012.
- 4) 国土技術政策総合研究所資料：大気安定静穏発生による沿道大気質濃度および沿道大気質予測への影響に関する検証、No.672、2012.3.
<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryoutnn/tnn0672.htm>

土肥 学*



国土交通省総合政策局公共事業企画調整課環境・リサイクル企画室 調整官(前 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主任研究官)
 Manabu DOHI

吉永弘志**



国土交通省国土技術政策総合研究所道路研究部道路環境研究室主任研究官、博士(工学)
 Dr. Hiroshi YOSHINAGA

角湯克典***



国土交通省国土技術政策総合研究所道路研究部道路環境研究室長
 Katsunori KADOYU