

信号交差点近傍における交通騒音の予測手法の検討

吉永弘志* 山本裕一郎** 並河良治***

1. はじめに

環境影響評価における道路交通騒音の予測においては日本音響学会のASJ RTN-Model 2003¹⁾(以下、ASJ Modelという)が広く採用されている。ASJ Modelでは信号交差点部の騒音予測計算方法の一例として簡便法と精密法が示されている。簡便法は、2本の直線道路が交差するとみなして各々の道路について非定常走行(加速・減速・停止により速度が一定でない走行)を仮定して等価騒音レベル L_{Aeq} (一定時間内における騒音のエネルギーを時間平均し、dB値に換算した値)を計算してそれらを合成する方法であり、精密法は交差点の信号周期と自動車の挙動を考慮した精密なダイナミックシミュレーション手法²⁾である。簡便法は簡易な計算方法であるが交差点近傍における自動車の加減速に伴う騒音レベルの変化を考慮することができない。精密法は、車両の追従計算のみならず、エンジン回転数、エンジン負荷、速度などの自動車工学的なパラメータの推定が必要になり、適用に際しては専門的な知識が必要になる。

このような背景から、国土技術政策総合研究所では、信号交差点部における実用的な騒音予測法の検討を行ってきた³⁾⁴⁾。本稿では、信号交差点近傍の騒音測定値と予測計算方法の概要を述べる。

2. 信号交差点近傍の交通騒音の測定値

交差点近傍においては図-1に示すように交差する従道路の影響による騒音レベルの上昇、減速して低速で走行することによる下降、加速による上昇の影響を受けると考えられる。

予測計算にあたり交差点近傍の騒音レベルの上昇の傾向を把握しておくことと計算の見通しをたてたり、計算結果を確認する際に有益である。

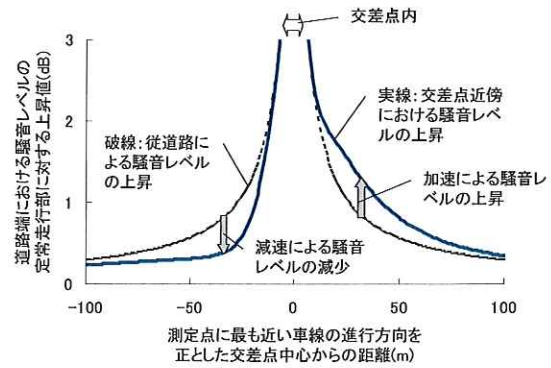


図-1 信号交差点近傍における交通騒音の上昇・下降

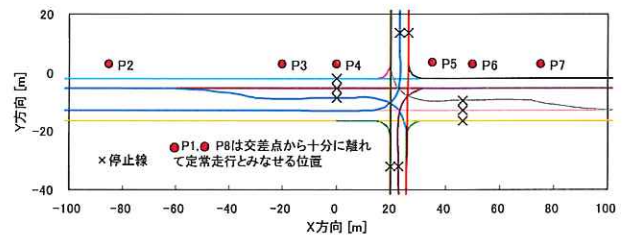


図-2 測定点の配置例



写真-1 交差点近傍における騒音測定例

ここでは表-1に示す国内の7つの交差点近傍での等価騒音レベルの測定値を示す。これら以外にも測定しているが路面の条件が一律でない交差点での測定値は除外している。測定点は図-2の例のように配置し、写真-1の例のように騒音計を設置して行った。P1点およびP8点は交差点から十分に離れて定常走行をしているとみなせる位置である。P1点とP8点の騒音レベルの平均値を0dBとした交差点近傍の騒音レベルの上昇量を図-3に示す。

表-1 測定現場の概要

No.	主道路の日交通量、規制速度、舗装の種類	従道路の交通量比*1 舗装の種類	信号のサイクル長(s)	青現示(s)	測定時刻	測定回数
1	17,799台/日、50km/h、排水性舗装	83%、密粒舗装	110	45	14:30~ 0:20	6
2	26,619台/日、50km/h、密粒舗装	77%、密粒舗装	113	41	15:00~ 0:20	6
3	21,092台/日、50km/h、密粒舗装	74%、密粒舗装	127	52	9:00~ 8:20	24
4	28,339台/日、50km/h、密粒舗装	26%、密粒舗装	116	65	14:30~ 0:20	6
5	25,518台/日、60km/h、密粒舗装	21%、密粒舗装	125	77	15:00~ 0:20	6
6	22,218台/日、50km/h、密粒舗装	7%、密粒舗装	97	47	15:00~ 0:20	6
7	61,125台/日、50km/h、排水性舗装	2%、密粒舗装	155	110	11:00~10:20	24

※1：測定時間内における交通量の主道路との比率

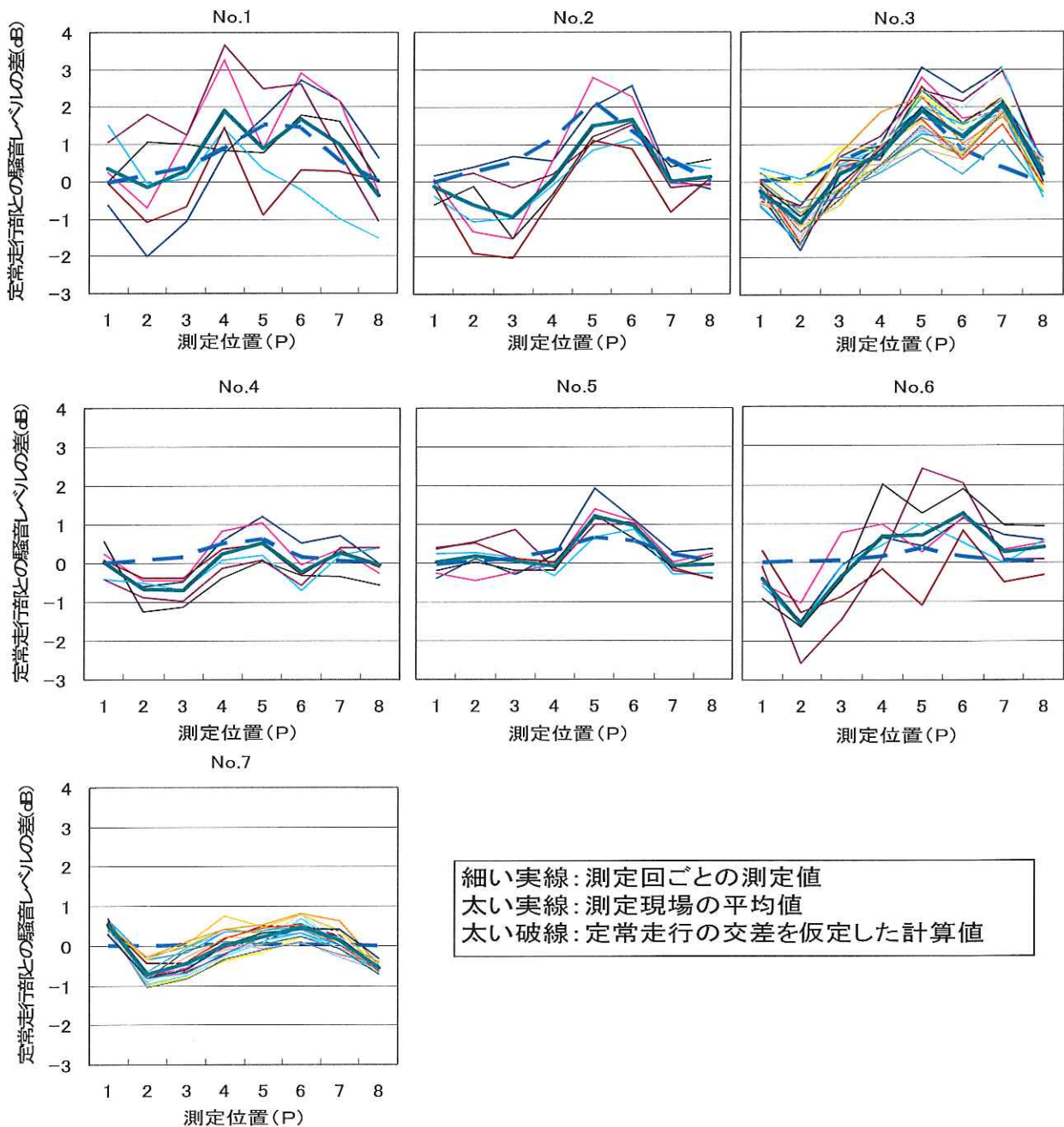


図-3 信号交差点近傍の騒音測定値

グラフの細い実線が測定時間ごとの測定値、太い実線が測定値の平均値、太い破線が定常走行の交差を仮定した計算値である。

なお、車線から測定位置までの距離が測定点、測定現場で異なっていたので騒音レベルは最も近い車線から7mに換算している。

交差点近傍における騒音レベルの上昇はおおむね図-1の傾向に合っていること、従道路の交通量の割合の高い交差点で最大2~3dBの上昇であること、従道路の交通量の割合が小さくなると交差点近傍の騒音レベルが上昇しないことなどがわかる。これらの現場は郊外で見通しのよい箇所を選定しており、建物が多い現場条件では交差する相手側の道路からの騒音は遮蔽され、交差点近傍での上昇は縮小すると考えられる。

3. 予測計算法

3.1 予測計算法の基本的な考え方

信号交差点部では、信号が青現示のときに定常状態で走行する自動車からの影響のほかに、信号の変化に伴って定常走行、減速走行、停止、発進、加速走行、定常走行とさまざまな走行状態の自動車からの影響を受ける。この状態が、主道路と従道路で交互に繰り返される。このような特徴をふまえて、交差点部における騒音予測計算方法を構築するための基本的な考え方を次のとおりとした。

(1) 計算法は次の2種類とする。

- ・ ASJ Modelで提案されている基本的な考え方に基づく方法で、加減速停止時のパワーレベル L_{WA} を用いる計算方法（以下、準精密法という）。
- ・ 準精密法を簡易化した方法で、定常・加速走行時の L_{WA} を用いる計算方法（以下、簡便法1という）。

(2) 自動車の走行状態は、定常走行、減速走行、停止、加速走行を対象とする。また、直進、右折、左折走行も考慮する。

(3) 交通特性に関するデータとして、加速時と減速時の加速度、右左折旋回時の走行速度、個々の自動車の停止位置を決めるための停止間隔を設定する。

(4) 自動車の走行状態に対応した L_{WA} は、試験車両を用いた走行実験と一般走行車両を対象とした測定調査を行い、ASJ Modelで提案されている値

と比較し設定する。

(5) 計算に用いる L_{WA} 、平均停止間隔等の条件は大型車混入率を考慮した平均的な値として設定する。

3.2 計算に使用する基礎データの設定

各種の調査結果に基づいて計算に使用する基礎データの設定を以下とした。

a. L_{WA} 計算式

交差点近傍の騒音レベルの計算では自動車走行騒音のA特性音響パワーレベル（自動車から発生する音のエネルギー/時間を人の聴覚補正（A特性補正）し、dB値に換算した値、以下「パワーレベル L_{WA} 」という）が必要とされる。交差点部では自動車が非定常な状態で走行し、発生する騒音も時々刻々変化する。このため、 L_{WA} の考え方を適用することは難しいが、走行速度の関数とし



写真-2 試験走路上におけるパワーレベル測定例



写真-3 市街地走行におけるエンジン回転数、速度、走行軌跡等の測定例

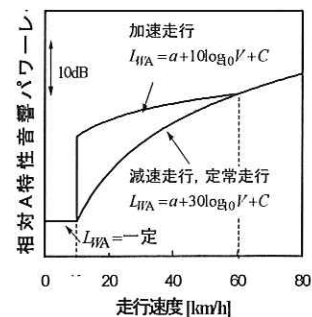


図-4 計算に用いる L_{WA} のイメージ

表-2 自動車の加減速時の加速度 [m/s²]

	小型車類	大型車類
減速時	-2.2(333)	-1.3(135)
加速時	1.5(366)	1.0(177)

注) 括弧内はデータ数。

てL_{WA}計算式を設定することとした。試験車走行実験(写真-2,3)および一般走行車両調査の結果に基づき、加速走行時にはASJ Modelで提案されている非定常走行時に用いるL_{WA}計算式、減速走行時にはASJ Modelで提案されている定常走行時に用いるL_{WA}計算式を用いることとした。計算に用いるL_{WA}のイメージを図-4に示す。

b. 自動車の加速度

一般道路での調査結果を表-2に示す。一般道路では加速度の小さい自動車の影響を受けることを考慮して、大型車類の値を用いることとした。

c. 平均停止間隔

自動車が赤現示で停止するときの間隔を測定した結果、小型車類は7.2m、大型車類は10.8mであった。この値は既往の文献⁵⁾で提案されている値(乗用車:6m、大型車:12m)と同程度であることをふまえて、文献で提案されている値を用いることとした。

d. 右左折旋回時の平均走行速度

右左折旋回時の走行速度を測定した結果、約20km/hであった。この値は文献²⁾で提案されている大型貨物車の値(右折17km/h、左折15km/h)と同程度であることをふまえて20km/hを用いて計算することとした。

3.3 準精密法

(1) 計算方法

計算の手順を図-5に示す。この計算方法では信号1サイクルの時間について青現示で通過する自動車と赤現示で減速、停止、加速走行する自動車に分離してL_{Aeq}を計算する。青現示で走行する自動車については、定常走行状態としてL_{Aeq}を計算し、赤現示で加減速を伴って走行する自動車については、個々の自動車のユニットパターンを計算した後に重合して全体としてのL_{Aeq}を計算する。これらのL_{Aeq}をエネルギー的に合計してして信号1サイクルのL_{Aeq}を計算する。

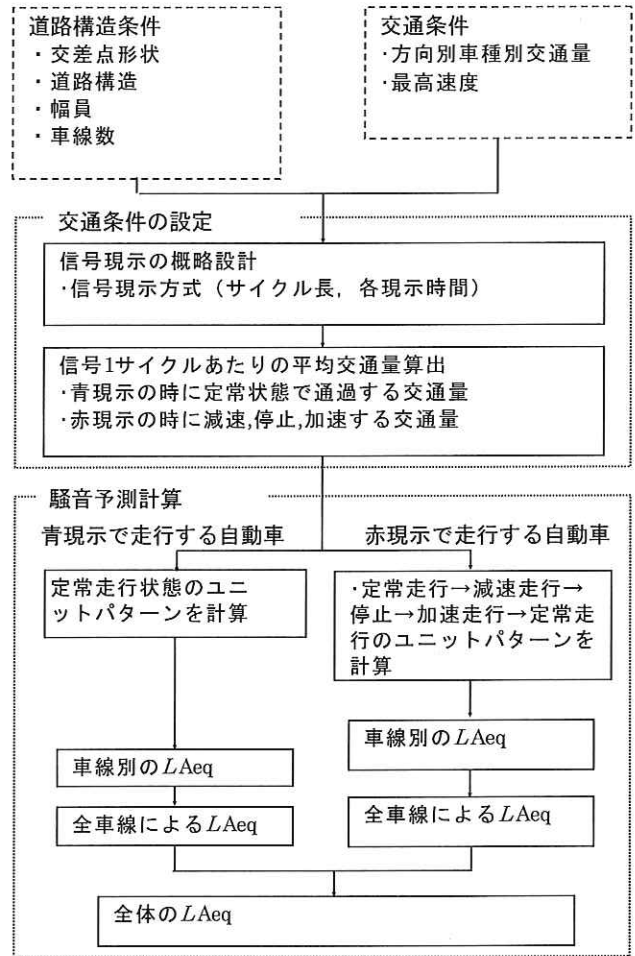


図-5 予測計算の手順(準精密法)

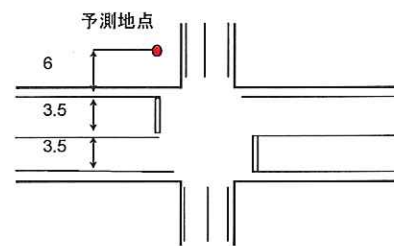


図-6 試算時の道路条件 [単位: m]

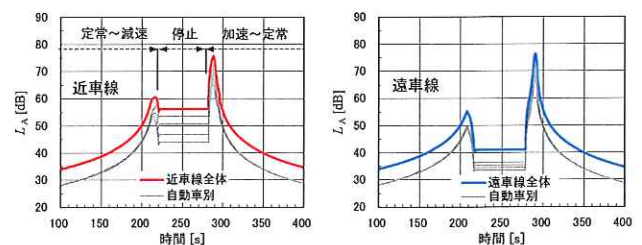


図-7 L_Aの試算結果(準精密法)

伝搬計算はASJ Modelにおいて提案されている実用計算方法によることとした。

(2) 試算例

上述した計算方法による図-6の道路条件での

騒音レベル L_A の試算例を図-7に示す。この図は赤現示で停止する4台の自動車が行くときの騒音レベル（大型車混入率25%、赤現示60sを想定）を示している。横軸は経過時間、縦軸は図-6の予測地点での騒音レベルである。時間経過とともに減速、停止、加速の順にレベルが変化する。

3.4 簡便法1

(1) 計算方法

計算の手順を図-8に示す。この計算方法は、3.3に示した準精密法を簡易化したもので、基本

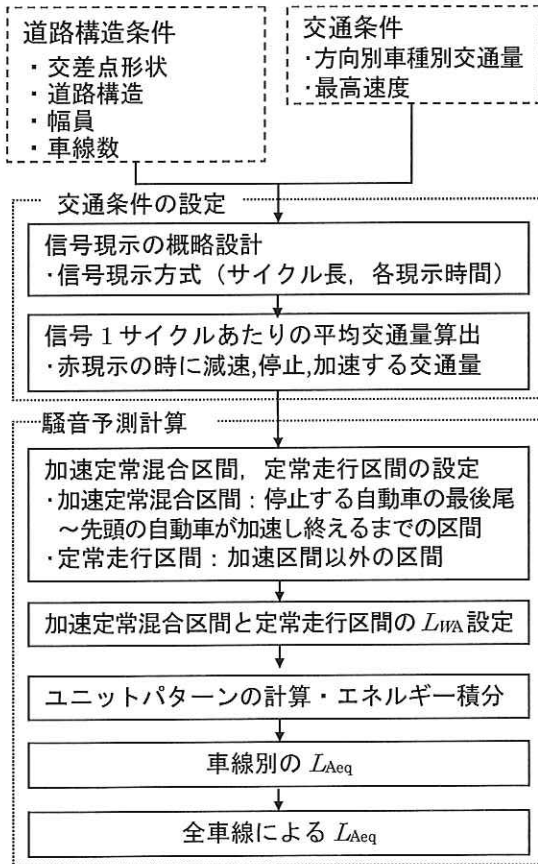


図-8 予測計算の手順（簡便法1）

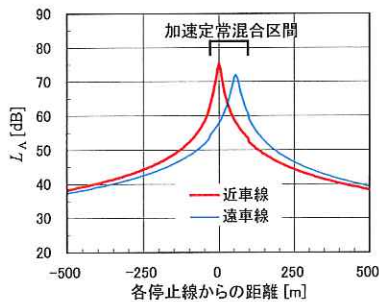


図-9 L_A の試算結果（簡便法1）

的には1台の自動車が走行するときのユニットパターンを計算して、その積分値に交通量を考慮して L_{Aeq} を計算する。ただし、以下に示す前提条件を設けた。

- ・減速走行区間は設けない。この区間は定常走行するという前提で計算する。
- ・騒音影響が比較的大きい加速走行区間を設定する。この区間は、加速走行する自動車が最低1台は存在する区間とする。
- ・自動車は青現示のときに加速走行区間を定常状態で走行する。したがって、当該区間を加速定常混合区間と称して、各走行状態を考慮した L_{WA} を設定する。

(2) 試算例

図-6と同じ条件で簡便法1によるユニットパターンを試算した結果を図-9に示す。横軸は音源の位置、縦軸は図-6の予測地点での騒音レベルである。加速定常混合区間における騒音レベルが定常走行を仮定した場合より僅かに上昇する。

3.5 計算方法の検証

交差点16箇所を対象とした計算値と測定値の関係を図-10の散布図に示す。交差点部を非定常走行区間と仮定した簡便法2（文献1)での簡便法) および交差点部を定常走行区間と仮定した計

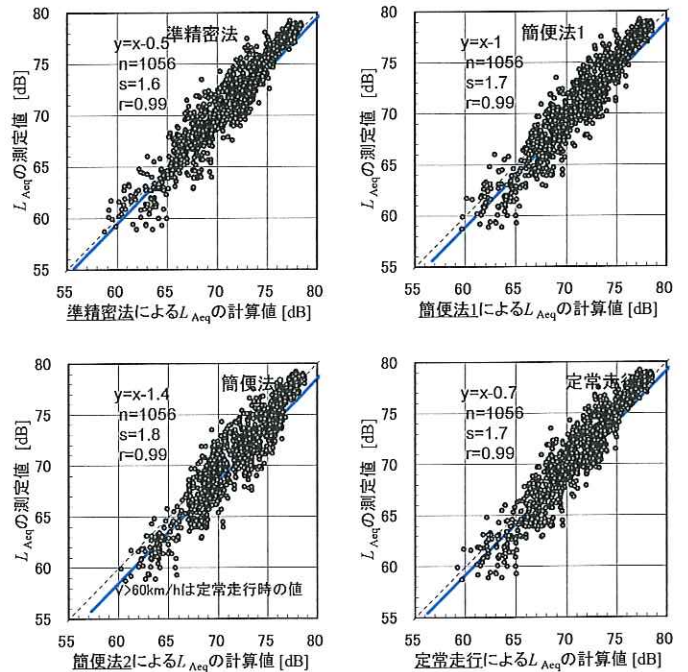


図-10 現場測定値との比較結果

表-3 交差点部騒音予測計算方法

計算方法	特徴
精密法	交差点の信号周期と自動車の挙動を考慮したダイナミックシミュレーション。車両ごとの動きをシミュレーションし騒音エネルギーを合成する。
準精密法(新規)	車両ごとの騒音エネルギーを合成する精密法を実務向けに簡易化した方法。青現示のときに定常走行する自動車からの寄与と赤現示のときに減速、停止、加速を伴い走行する自動車からの寄与を分離して計算する。
簡便法1(新規)	道路の区間ごとの騒音エネルギーを合成する方法。交差点近傍を定常走行部と非常走行部の2つの区間に分ける。簡易であるが交差点付近での加速時の騒音上昇を考慮する。
簡便法2	交差点近傍を非常走行区間と仮定する方法。非常走行区間から発生する騒音は60km/h以下では交差点からの進行方向の距離、速度、加減速によらない一定値*を仮定。計算は最も簡便。
定常走行(参考)	交差点近傍を定常走行区間と仮定する方法。交差点からの進行方向の距離、加減速によらず騒音の発生量は一定値*を仮定するが走行速度は考慮する。計算は簡便法2と同程度に簡便

※ 交差する相手側の道路の寄与分は別途加算。

算方法による結果も併記している。計算値より測定値が小さい側にずれる傾向があるのはパワーレベルの設定値と現場条件の関係に起因するため、交差点の計算方法は標準偏差(図中のs)が小さいものが優れているといえる。精緻な計算方法である準精密法が他より良い結果であるが、どの計算法も測定値とよく対応して、大差ない。しかし、準精密法および簡便法1はパラメータを最適化することで正確さが向上すると考えられる。

4. まとめ

本稿では、交差点近傍の騒音レベルの実務的な計算法を紹介した。これまでの予測計算法と新たに提案した計算法をまとめて表-3に示す。今後、学識経験者により、推奨される予測計算法が選定される見込である。

道路交通騒音は規制によりエンジン系騒音が低下し、タイヤ/路面音の寄与が大きくなってきており、交差点近傍での加速走行により騒音レベルが大きく上昇することはない。将来、車両のハイブリッド化等により加速時における電動駆動の割合が高くなると交差点近傍の方が定常走行部より騒音レベルが低くなることもあるであろう。

参考文献

- 1) 日本音響学会道路交通騒音調査研究委員会：道路交通騒音の予測モデル“ASJ RTN-Model 2003”. 音響学会誌60巻4号、pp.192-241、2004
- 2) 鈴木 忠、押野康夫、橘 秀樹：右左折車両を考慮した信号交差点周辺の騒音予測に関する検討、日本音響学会誌60巻9号、pp.526-535、2004
- 3) 並河良治、吉永弘志、田近輝俊、押野康夫、吉久光一、山本貢平：交差点部における騒音予測手法の検討：日本音響学会2007年春季研究発表会、CD-ROM
- 4) 田近輝俊、佐藤大、並河良治、山本裕一郎、筑井啓介、吉久光一、山本貢平：交差点部における騒音予測手法の検証：日本音響学会2007年春季研究発表会、CD-ROM
- 5) (社)日本道路協会：道路構造令の解説と運用 改訂版(日本道路協会、東京、2004)、468p、2004

吉永弘志*



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
Hiroshi YOSHINAGA

山本裕一郎**



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員
Yuichiro YAMAMOTO

並河良治***



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長
Yoshiharu NAMIKAWA