

環境影響評価における道路交通振動予測式の検討

土木研究所	正会員	○長屋	優子
土木研究所	正会員	村越	潤
土木研究所	正会員	麓	興一郎

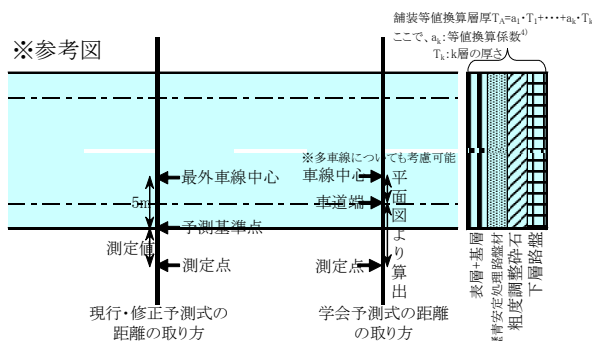
1. まえがき

道路事業の環境影響評価における自動車の走行に係る振動予測には、現在、環境影響評価法成立時に道路局長通達された振動レベルの80%上端値L₁₀を予測する式(以下、「現行予測式」という)が広く使用されている。本検討では、新しい知見として(社)日本騒音制御工学会道路交通振動予測式作成分科会より「道路交通振動予測計算法(INCE/JRTV-MODEL 2003),騒音制御,Vol.28,№3,2004」(以下、「学会予測式」という)が提案されていることから、両予測式に共通のデータを用いることにより、予測精度を中心に適用性を確認した。なお、現行予測式作成時に検討対象となった交通量の項をloglogからlogに変更した予測式(以下、「修正予測式」という)も検討対象とした。

2. 式の概要

表-1 に、各予測式の概要と適用範囲等のパラメータを示す。現行及び修正予測式が多数の実測データによる回帰手法により統計的に構築されている^{1),2)}のに対して、学会予測式は車両 1 台あたりの振動暴露量を基に予測量としての等価振動レベル L_{req} を求めることに特徴があり、具体的には①基準点振動加速度レベル $L_{\text{va,REF}}$ (統計的)を設定し、②Bornitz の振動伝搬式(理論的)により $L_{\text{va},i}$ を求め、③自動車が行ったときのある予測地点における L_{va} の時間変化のパターンと④その積分値 L_{vaeq} を求めることとなっている(理論的)。なお評価には、⑤その結果に交通量に応じたエネルギー的加算 ΔL_A (統計的)を行い、時間平均値としての等価振動レベル L_{req} を求めた後、⑥ ΔL_{I0} (統計的)を用いて L_{V10} に変換することとなっている³⁾。

表-1 予測式の概要と適用範囲等パラメータ



$L_{max,BSF}=60+23.3\log\sigma-19.1\log T_V+28.8\log V_V$ $V_V=Cv+Cg$ ここに、 $L_{max,BSF}$:基準点の振動加速度レベル σ :路面の平理性
 V_V :路盤舗装の等級係数 V :走行距離
 Cv :車種別の定数 Cg :地盤別の定数

$$L_{max,i}=\begin{cases} L_{max,BSF}-20\log r_i-8.68\sigma(r_i-1)+20\log[\theta/\theta_0] & (r_i<r_0) \\ L_{max,BSF}-20\log r_i-10\log(r_i/r_0)-8.68\sigma(r_i-1)+20\log[\theta/\theta_0] & (r_i\geq r_0) \end{cases}$$

 ここに、 $L_{max,i}$:点源距離1からの振動加速度レベル r_i :点源から予測地点までの距離
 $r_0=15m$:実体的な減衰特性と表面波の減衰特性の接点曲
 σ :内部減衰係数 θ :点源距離1と予測地点を結ぶ直線と道路直線のなす角度
 $L_{max,h,i}=10\log\sum(10^{L_{max,i}/10}+T_{r,i})+10\log(Q_h/3600)$
 ここに、 $L_{max,h,i}$:第j車線による等価振動加速度レベル Q_h :j番目の斜線の大型車交通量(小型車:添え字h-h-k)
 $T_{r,i}$:j番目の車線の1区間に自動車が存在する時間 $\Delta t=3.6\Delta V/V$
 Δt :分岐区間の長さ $\Delta L=20r_0\sqrt{1-\cos\theta}$
 $r_{i,j}$:点源距離1と予測地点を結ぶ直線と道路直線のなす角度 θ が0の場合の点源距離1から予測地点までの距離
 V_j :j番目の斜線の自動車の走行速度 ΔL :全区間
 $L_{max,j}=\sum_{i=1}^N 10\log\sum_{j=1}^N 10^{L_{max,h,i}/10}$ ここに、 $L_{max,j}$:等価振動加速度レベル M :車線数
 $L_{eq,j}=L_{max,j}+\Delta L_A$ ここに、 $L_{eq,j}$:等価振動レベル ΔL_A :振動加速度レベルから振動レベルを推定する際の補正値[dB]
 ローム地盤:5.0dB、砂礫地盤:9.1dB、沖積地盤:-(4.7-0.1)dB、
 $L_{eq,10}=L_{eq,j}+\Delta L_{10}$ ここに、 $L_{eq,10}$:振動レベルの80%レンジ上増価 ΔL_{10} :LとL₁₀とL_{eq}とを推定する際の補正値 (3dB)

		現行予測式及び修正予測式	学会予測式
式 形		$L_{10} = L_{10}^{*} - \alpha_1$ $L_{10}^{*} = \text{alog}(\log Q^*) + \text{blog}V + \text{clog}M + d + \alpha_o + \alpha_f + \alpha_s$ (現行予測式) $L_{10}^{*} = \text{alog}Q^* + \text{blog}V + \text{clog}M + d + \alpha_o + \alpha_f + \alpha_s$ (修正予測式)	
特 徴		・多数の実測データにより統計的に予測式を構築 ・交通量については、他の要因の影響を除いて回帰分析により設定 (交通振動シミュレーション結果に基づき、L_{10}との適合性が高い $\log(\log Q)$ とした) ・走行速度については、大型車の走行試験結果より設定している ・予測式が簡便で計算チェックが容易 ・厳密には L_{10} は合成できないため、複合的な予測はできない	・ユニットパターンを求めるための伝搬計算式にBornitzの式を用いていること及びユニットパターンの時間積分から等価振動レベルを求めることにより、物理的なモデルに基づいている ・基準点加速度レベルを求める式は、大型車の走行試験結果より設定している ・等価振動加速度レベルから等価振動レベル、等価振動レベルから L_{10} への換算は、実測データにより設定している ・複合予測や車線別の計算ができることにより、詳細な検討が可能 ・東京都の地盤を基に係数が設定されており、他の地域における適用性を検討する必要がある
道路構造		平面、盛土、切土、掘削、高架 (単独、平面併設)	平面のみ
交通量		等価交通量で 10～1000 台/500 秒/車線 $Q1+13Q2$ ($V \leq 100 \text{ km/h}$ 以下) 参考: 1 時間交通量は $\times 7.2$	36～930 台/時間/車線 車高の区別はない
走行速度	適用範囲	20～140 km/h	20～80 km/h
車線数		2～8 車線	1～8 車線
路面平坦性 (標準偏差)		1～8 mm	1.24～6.0 mm
地盤		砂地盤、粘土地盤	ローム、砂礫、沖積
舗装構成		—	等値層厚で 18.5～60 cm
距離の取り方		最外車線の中心から 5m の予測基準点から調査地点の距離が測定されている	車道端から測定点主までの距離及び測定点から車線中心間での距離を求める

キーワード 環境影響評価, 振動レベル, 予測式, 誤差の標準偏差

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 (独) 十木研究所構造物研究グループ橋梁構造チーム TEL029-879-6793

表-2 データ数及びデータの例

地点エリア	全データ									適用範囲内、30dB以上、かつ舗装構成が既知の抽出データ								
	地点数			データ数			地点数			データ数			地点数			データ数		
	H10	H11	計	H10	H11	計	H10	H11	計	H10	H11	計	H10	H11	計	H10	H11	計
北海道	18	19	37	72	76	148	10	13	23	38	52	90						
東北	17	21	38	68	84	152	5	3	8	18	12	30						
近畿	6	11	17	24	44	68	6	2	8	24	8	32						
九州	24	19	43	96	76	172	4	7	11	16	24	40						
計	65	70	135	260	280	540	25	25	50	96	96	192						

3. 検討方法

検討対象データは、現行及び修正予測式作成に使用したデータと同様の方法により調査された直轄国道管理調査結果とし、学会予測式に不利な比較とならないよう、現行及び修正予測式作成に使用されていない平成10及び11年度に収集されたものを選択した（表-2）。

予測値算出にあたっては、表-1の網掛け部のパラメータが学会予測式のみに必要なことから、表層地質図⁹⁾及び国交省取りまとめの舗装データベースを参考に値を仮定した。適用範囲については狭い方に合わせたが、ある程度のデータ数を確保するため若干広く捉えることとした。設定を行ったデータを使用し、それぞれの計算方法により予測値を算出し、精度把握のための統計処理を行った。

4. 結果

表-3に予測式毎の誤差の平均値及び標準偏差を、図-1にそれぞれのデータのプロットを示す。図中の破線は誤差の平均値を示し、例えば、誤差ゼロを示す実線より下側に存在すれば予測値が安全側である確率が高い等を知る目安となる。予測精度については誤差の標準偏差が指標の一つとなるが、学会予測式では現行及び修正予測式に対して、さらに学会予測式作成当時の標準偏差(3.50~6.06dB)³⁾と比較しても大きい値となった。地域的に対象範囲が広く、少なからず仮定を含む本検討の範囲では、学会予測式の予測精度が高いという結果は得られなかった。

ここで、東京都における測定データにより一部の係数を導いている学会式に有利な条件と考えられる、旧関東地建のデータ（平成4及び5年度の調査結果であり、現行及び修正予測式作成に使用されたデータの一部）を対象としたケースについても比較を行った（表-3に算出結果を併記）。前述のケースと比較すると、現行及び修正予測式については、予測式作成に用いたデータを使用した影響により旧関東地建のデータを用いたケースで予測精度が高い結果となった。学会予測式においても旧関東地建データを用いたケースで精度が高くなっており、よりの確に地盤性状（ローム地盤を考慮した）が反映された結果であると推定できる。

5. まとめ

今回使用したデータの範囲では、(社)日本騒音制御工学会提案式の適用性が予測精度の面で現行予測式を上回るという事実は確認できなかった。今後、適用範囲の拡大や扱い易さの向上が望まれるとともに、伝播経路上、振動性状が複雑となる道路交通振動予測の難しさを鑑みると、十分な精度比較が可能な実測データの蓄積も不可欠であると考えられる。

[参考文献]1) 佐藤, 井上, 二川, 間瀬: 道路交通振動の予測式に関する検討, 土木技術資料, 41-8, pp48, 1999

2) 佐藤, 井上, 二川, 間瀬: 道路交通振動の予測式, 土木技術資料, 42-1, pp14, 2000

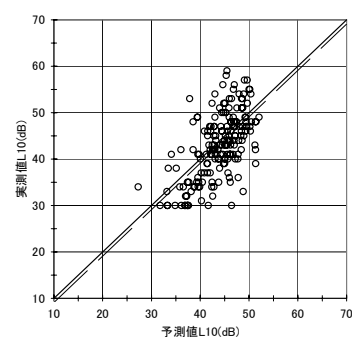
3) 成瀬他: 道路交通振動予測計算方法(INCE/J RTV-MODEL2003), 騒音制御, Vol.28, No.3, pp207-216, 2004

4) アスファルト舗装要綱, (社)日本道路協会, 平成4年12月

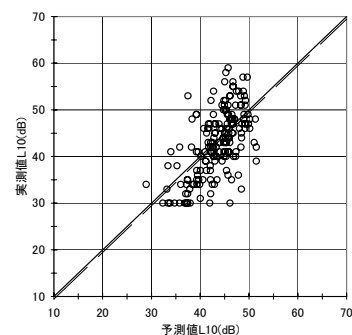
表-3 予測精度

予測式	全国のデータ			旧関東地建データ		
	データ数	誤差の平均値 (dB)	誤差の標準偏差 (dB)	データ数	誤差の平均値 (dB)	誤差の標準偏差 (dB)
現行予測式	192	0.90	5.47	143	0.74	4.76
修正予測式		0.54	5.48		0.59	4.83
学会予測式		-2.36	7.21		-1.24	5.31

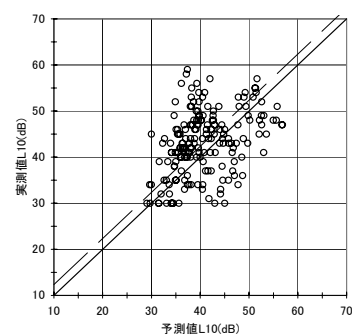
※旧関東地建データを使用したケースでは30dB未満も含む



(a) 現行予測式



(b) 修正予測式



(c) 学会予測式

図-1 予測値と実測値の関係