

## ASJ Model 1998 の修正と補足

### 1. 修正

#### ○ ASJ Model 1998 の正誤表

「日本音響学会誌 55 巻 4 号 小特集 道路交通騒音の予測モデル“ASJ Model 1998”日本音響学会道路交通騒音調査研究委員会編」には記述の誤りがありました。一部は日本音響学会誌 55 巻 6 号で報告しましたが、これも含めた正誤表を以下に示します。ここにお詫びし訂正いたします。

頁	誤	正
p. 297 の式(1)の下3行目	$k = \omega c$	$k = \omega / c$
p. 312 の右上1行目	$a + b > c + b$	$a + b > c + d$
p. 312 の右上2~3行目	$a + b < c + b$	$a + b < c + d$
p. 322 の(6)式	$\Delta L_{d,upper} = \begin{cases} \text{①鉛直平面 SP が建物と交差する場合} \\ \Delta L_{SXYP} \\ \text{② ①以外の場合} \\ -\infty \end{cases}$	$\Delta L_{d,upper} = \begin{cases} \text{①鉛直平面 SP が建物と交差する場合} \\ \Delta L_{SXYP} \\ \text{② ①以外の場合} \\ 0 \end{cases}$
p. 322 の(7)式	$L_{pA,i} = \begin{cases} \text{① S, P とも, 建物側壁面 } i \text{ と対向する側にあり, 鉛直平面 } SP_i \text{ が, 建物側壁面 } i \text{ と交差する場合} \\ L_{WA} - 8 - 20 \log_{10} r_i + \Delta L_{d,sh,i} \\ \quad + \Delta L_{g,i} \\ \text{② ①以外の場合} \\ 0 \end{cases}$	$L_{pA,i} = \begin{cases} \text{① S, P とも, 建物側壁面 } i \text{ と対向する側にあり, 鉛直平面 } SP_i \text{ が, 建物側壁面 } i \text{ と交差する場合} \\ L_{WA} - 8 - 20 \log_{10} r_i + \Delta L_{d,sh,i} \\ \quad + \Delta L_{g,i} \\ \text{② ①以外の場合} \\ -\infty \end{cases}$

## ○車種の分類と各車種に属する自動車の種別、諸元の修正

法令で用いられている用語、定義に基づいて、以下のとおり修正します。

頁	修正前	修正後																														
p. 289 の表-1	<p>表-1 車種の分類</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>4車種分類</th> <th>2車種分類</th> <th>分類番号の頭1文字</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>大型車</td> <td rowspan="2">大型車類</td> <td>1*, 2*, 9, 0</td> </tr> <tr> <td>中型車</td> <td>1, 2</td> </tr> <tr> <td>小型貨物車</td> <td rowspan="2">小型車類</td> <td>4 (バンを除く), 6</td> </tr> <tr> <td>乗用車</td> <td>3, 5, 7, 4 (バン)</td> </tr> </tbody> </table> <p>注1) 分類番号8の特殊自動車は、実態により区分する。  注2) *は大型プレートを意味する。  注3) 分類番号4及び5には、軽自動車も含まれる。  注4) 二輪車は小型貨物車に含まれる。</p>	4車種分類	2車種分類	分類番号の頭1文字	大型車	大型車類	1*, 2*, 9, 0	中型車	1, 2	小型貨物車	小型車類	4 (バンを除く), 6	乗用車	3, 5, 7, 4 (バン)	<p>表-1 車種の分類</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>4車種分類</th> <th>2車種分類</th> <th>分類番号の頭一文字</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>大型車</td> <td rowspan="2">大型車類</td> <td>1*, 2*, 9, 0</td> </tr> <tr> <td>中型車</td> <td>1, 2</td> </tr> <tr> <td>小型貨物車</td> <td rowspan="2">小型車類</td> <td>4 (バンを除く), 6</td> </tr> <tr> <td>乗用車</td> <td>3, 5, 7, 4 (バン)</td> </tr> </tbody> </table> <p>注1) 分類番号の頭一文字8の特種用途自動車は、実態によって区分する。  注2) *は大型プレートを意味する。  注3) 分類番号の頭一文字4及び5の中には、軽自動車も含まれる。  注4) 二輪車は小型貨物車に含まれる。</p>	4車種分類	2車種分類	分類番号の頭一文字	大型車	大型車類	1*, 2*, 9, 0	中型車	1, 2	小型貨物車	小型車類	4 (バンを除く), 6	乗用車	3, 5, 7, 4 (バン)				
4車種分類	2車種分類	分類番号の頭1文字																														
大型車	大型車類	1*, 2*, 9, 0																														
中型車		1, 2																														
小型貨物車	小型車類	4 (バンを除く), 6																														
乗用車		3, 5, 7, 4 (バン)																														
4車種分類	2車種分類	分類番号の頭一文字																														
大型車	大型車類	1*, 2*, 9, 0																														
中型車		1, 2																														
小型貨物車	小型車類	4 (バンを除く), 6																														
乗用車		3, 5, 7, 4 (バン)																														
p. 289 の表-2	<p>表-2 各車種に属する自動車の種別、諸元等</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>車種分類</th> <th>自動車の種別、諸元等</th> <th>参考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>大型車</td> <td>大型貨物自動車 (車両総重量8トン以上又は最大積載量が5トン以上) 大型バス (乗車定員：30人以上) 大型特殊自動車</td> <td>大型貨物自動車には、速度表示灯の装備が義務付けられており、その大部分は3軸車である。</td> </tr> <tr> <td>中型車</td> <td>貨物自動車 (排気量が2000ccを超え、大型車を除く) 中型バス (乗車定員：11人～29人)</td> <td>大部分は2軸車である。</td> </tr> <tr> <td>小型貨物車</td> <td>貨物自動車 (排気量が50ccを超え、2000cc以下)</td> <td>バンを除く。</td> </tr> <tr> <td>乗用車</td> <td>乗用車 (乗車定員：10人以下)</td> <td>バンを含む。</td> </tr> </tbody> </table>	車種分類	自動車の種別、諸元等	参考	大型車	大型貨物自動車 (車両総重量8トン以上又は最大積載量が5トン以上) 大型バス (乗車定員：30人以上) 大型特殊自動車	大型貨物自動車には、速度表示灯の装備が義務付けられており、その大部分は3軸車である。	中型車	貨物自動車 (排気量が2000ccを超え、大型車を除く) 中型バス (乗車定員：11人～29人)	大部分は2軸車である。	小型貨物車	貨物自動車 (排気量が50ccを超え、2000cc以下)	バンを除く。	乗用車	乗用車 (乗車定員：10人以下)	バンを含む。	<p>表-2 各車種に属する自動車の種別、諸元等</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>車種分類</th> <th>自動車の種別、諸元等</th> <th>参考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>大型車</td> <td>大型貨物自動車 (車両総重量8トン以上又は最大積載量が5トン以上) 大型バス (乗車定員：30人以上) 大型特殊自動車</td> <td>大型貨物自動車には、速度表示灯の装備が義務付けられており、その大部分は3軸車である。</td> </tr> <tr> <td>中型車</td> <td>貨物自動車 (長さが4.7mを超え、大型車を除く) 中型バス (乗車定員：11人～29人)</td> <td>大部分は2軸車である。</td> </tr> <tr> <td>小型貨物車</td> <td>貨物自動車 (排気量が50ccを超え、長さ4.7m以下)</td> <td>バンを除く。</td> </tr> <tr> <td>乗用車</td> <td>乗用車 (乗車定員：10人以下)</td> <td>バンを含む。</td> </tr> </tbody> </table>	車種分類	自動車の種別、諸元等	参考	大型車	大型貨物自動車 (車両総重量8トン以上又は最大積載量が5トン以上) 大型バス (乗車定員：30人以上) 大型特殊自動車	大型貨物自動車には、速度表示灯の装備が義務付けられており、その大部分は3軸車である。	中型車	貨物自動車 (長さが4.7mを超え、大型車を除く) 中型バス (乗車定員：11人～29人)	大部分は2軸車である。	小型貨物車	貨物自動車 (排気量が50ccを超え、長さ4.7m以下)	バンを除く。	乗用車	乗用車 (乗車定員：10人以下)	バンを含む。
車種分類	自動車の種別、諸元等	参考																														
大型車	大型貨物自動車 (車両総重量8トン以上又は最大積載量が5トン以上) 大型バス (乗車定員：30人以上) 大型特殊自動車	大型貨物自動車には、速度表示灯の装備が義務付けられており、その大部分は3軸車である。																														
中型車	貨物自動車 (排気量が2000ccを超え、大型車を除く) 中型バス (乗車定員：11人～29人)	大部分は2軸車である。																														
小型貨物車	貨物自動車 (排気量が50ccを超え、2000cc以下)	バンを除く。																														
乗用車	乗用車 (乗車定員：10人以下)	バンを含む。																														
車種分類	自動車の種別、諸元等	参考																														
大型車	大型貨物自動車 (車両総重量8トン以上又は最大積載量が5トン以上) 大型バス (乗車定員：30人以上) 大型特殊自動車	大型貨物自動車には、速度表示灯の装備が義務付けられており、その大部分は3軸車である。																														
中型車	貨物自動車 (長さが4.7mを超え、大型車を除く) 中型バス (乗車定員：11人～29人)	大部分は2軸車である。																														
小型貨物車	貨物自動車 (排気量が50ccを超え、長さ4.7m以下)	バンを除く。																														
乗用車	乗用車 (乗車定員：10人以下)	バンを含む。																														

※修正箇所をゴシックで表現しております。

## ○伝搬計算 A 法の修正

「付属資料-2 伝搬計算方法 (A 法, B 法) 3.A 法による伝搬の計算方法 3.1 A 法におけるユニットパターン計算の基本式」を以下のとおり修正します。

(xii)

### 3.1 A 法におけるユニットパターン計算の基本式

図-1 に示すように、半自由音場 ( $2\pi$  空間) の境界面に置かれた点音源 (音響パワー  $P$ ) から距離  $R$  だけ離れた点  $P$  における音の強さ  $I_g(R)$  は、次式で表される。

$$I_g(R) = \frac{P}{2\pi R^2} \quad (1)$$

遠距離音場では、音の強さ  $I$  と音圧  $p$  の間に次式の関係がある。

$$I = \frac{p_{\text{eff}}^2}{\rho c} \quad (2)$$

ただし、 $\rho$ : 空気密度、 $c$ : 音速。添字 eff は実効値を表す。

従って、

$$p_{g,\text{eff}}^2(R) = \frac{\rho c P}{2\pi R^2} \quad (3)$$

$$p_g(R) = \sqrt{2} \cdot p_{g,\text{eff}} \cdot e^{ikR} = \sqrt{\frac{\rho c P}{\pi}} \frac{e^{ikR}}{R} = A \cdot \phi(R) \quad (4)$$

$$A = \sqrt{\frac{\rho c P}{\pi}}, \quad \phi(R) = \frac{e^{ikR}}{R}$$

ただし、 $k$ : 波長定数。ここで、音圧の時間項 ( $e^{-i\omega t}$ ,  $\omega$ : 角周波数) は省略している。

注) 波動の伝搬を表す複素指数表示として、ここでは  $e^{-i(\omega t - kR)}$  の形を採用している。

次に、図-2, 3 に例示するように、伝搬過程に回折や反射などが含まれる場合には、それぞれの伝搬経路の幾何学的最短距離を  $R_n$  とすれば、各伝搬経路 ( $n$ ) ごとに点  $P$  に到達する音の音圧  $p_n(R_n)$  は次のように表すことができる。

$$p_n(R_n) = D_n \cdot Q_n \cdot p_g(R_n) = A \cdot D_n \cdot Q_n \cdot \phi(R_n) \quad (5)$$

ただし、 $D_n$ : 回折係数、 $Q_n$ : 地表面や遮音壁などの境界面の複素音圧反射係数 (反射が含まれない経路については、 $Q_n = 1$ )。上式で、 $D_n \cdot Q_n \cdot \phi(R_n)$  を相対複素音圧と呼ぶ。

音源から点  $P$  に至る複数の伝搬経路について、上式によってそれぞれの音圧を計算し、それらの和をとることによって、点  $P$  における音圧が求められる。

$$p = \sum_n p_n(R_n) = A \cdot \sum_n D_n \cdot Q_n \cdot \phi(R_n) \quad (6)$$

上式を音圧レベル  $L_p$  の形にすれば、以下のとおりである。

$$\begin{aligned} L_p &= 10 \log_{10} \frac{p_{\text{eff}}^2}{p_0^2} = 10 \log_{10} \frac{|p|^2}{2p_0^2} = 10 \log_{10} \left( \left| A \cdot \sum_n D_n \cdot Q_n \cdot \phi(R_n) \right|^2 / 2p_0^2 \right) \\ &= 10 \log_{10} \left( \frac{P}{(p_0^2/\rho c)} \cdot \frac{1}{2\pi} \cdot \left| \sum_n D_n \cdot Q_n \cdot \phi(R_n) \right|^2 \right) = L_w - 8 + 10 \log_{10} \left| \sum_n D_n \cdot Q_n \cdot \phi(R_n) \right|^2 \end{aligned} \quad (7)$$

ただし、 $L_w$ : 音源の音響パワーレベル。

A 特性音圧レベル (騒音レベル)  $L_{pA}$  を求めるためには、式(8)によって周波数帯域 ( $i$ ) ごとに A 特性の重みづけをしたバンド音圧レベル  $L_{pA,i}$  を求め、それらを式(9)によって合成すればよい。

$$L_{pA,i} = L_{wA,i} - 8 + 10 \log_{10} \left| \sum_n D_n \cdot Q_n \cdot \phi(R_n) \right|^2 \quad (8)$$

$$L_{pA} = 10 \log_{10} \sum_i 10^{L_{pA,i}/10} \quad (9)$$

ただし、 $L_{wA,i}$ :  $i$  番目の周波数帯域における A 特性バンドパワーレベル。

以上の周波数別の計算は、63 Hz ~ 4 kHz のオクターブバンド中心周波数について行えばよい。

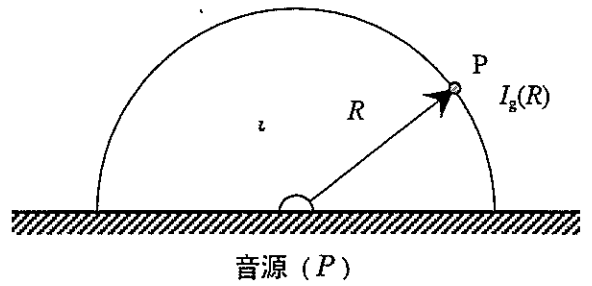


図-1 半自由音場における点音源からの音の伝搬

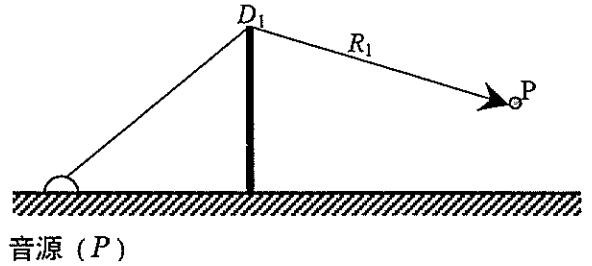


図-2 回折を含む伝搬経路の例

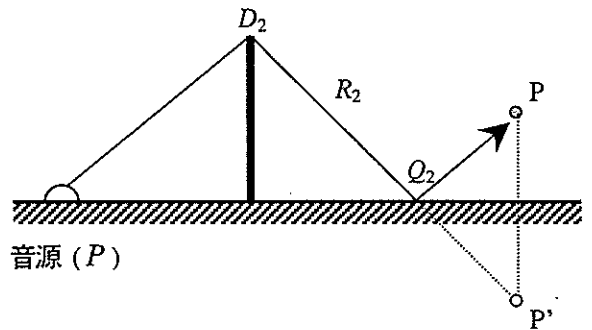


図-3 回折と地面の反射を含む伝搬経路の例

2. 補足事項

○伝搬計算 A 法の補足

「付属資料-2 伝搬計算方法 (A 法, B 法) 3.A 法による伝搬の計算方法 3.2 地表面と回折を考慮した音場の基本式」は、以下のように伝搬経路を簡略化して表現することもできます。

なお、以下の説明は、1.修正事項における「3.1 A 法におけるユニットパターン計算の基本式」を受けた記述となっています。

3.2 回折と地表面反射を含む伝搬経路の取り扱い方

一般的な道路構造として図-4 を対象とした場合、表-1 に示すような伝搬経路を考える (原文ではこれ以外に二つの経路を考慮している)。これらの伝搬経路ごとに、回折係数  $D_n$ 、地表面や遮音壁などの複素音圧反射係数  $Q_n$ 、幾何学的最短距離  $R_n$  を与えれば、伝搬経路ごとの相対複素音圧が得られる。それらの結果を式(6)によって複素数の形で加算すれば、予測地点における音圧が求められる。

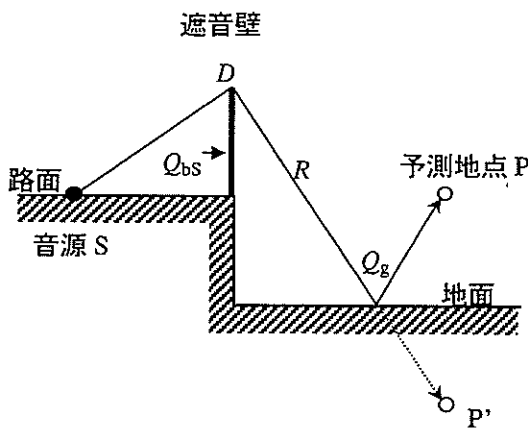


図-4 音の伝搬と回折・反射の関係

表-1 複数の伝搬経路と相対複素音圧の計算式

伝搬経路	相対複素音圧の式
(1) S→P 	$\phi_1 = D_1 \cdot \frac{e^{ikR_1}}{R_1}$
(2) S→P' 	$\phi_2 = Q_g \cdot D_2 \cdot \frac{e^{ikR_2}}{R_2}$
(3) S'→P 	$\phi_3 = Q_{bs} \cdot D_3 \cdot \frac{e^{ikR_3}}{R_3}$
(4) S'→P' 	$\phi_4 = Q_{bs} \cdot Q_g \cdot D_4 \cdot \frac{e^{ikR_4}}{R_4}$

$Q$  : 境界面 (地表面, 遮音壁表面) の複素音圧反射係数  
 $D$  : 回折係数  
 $R$  : 音の伝搬距離 (幾何学的最短距離)

○伝搬計算 B 法の補足

「付属資料-2 伝搬計算方法 (A 法, B 法) 4.B 法による伝搬の計算方法 4.2 回折効果による補正量の計算方法」の計算式は、以下のように定数などを簡略化して表現することもできます。

$$\Delta L_d = \begin{cases} -20 - 10 \log_{10} \delta & \delta \geq 1 \\ -5 \pm 17 \sinh^{-1}(|\delta|^{0.414}) & -0.053 \leq \delta < 1 \\ 0 & \delta < -0.053 \end{cases} \quad (30)$$

(±符号の+は  $\delta < 0$ , -は  $\delta > 0$  のとき)

式(30)中の  $\sinh^{-1} x$  は

$\sinh^{-1} x = \ln(x + (x^2 + 1)^{1/2})$  の関係を用いて計算できる ( $\ln$ : 自然対数)。

ただし、 $\delta=1$  のところでチャートは不連続となりますが、その程度は 0.02 dB 以下であり、実用上問題にはなりません。