

# 鉄道騒音の単発騒音暴露レベルと $L_{eq}$ 測定の考察

## —鉄道騒音評価方法の研究 第三報—

今泉 信夫 上原 幸雄 中村 信一

### 1 はじめに

在来線鉄道騒音の評価に際し実務的に使われているピークレベルの平均値による評価に代え、等価騒音レベルによる評価を行うのが行政上適切かについては多くの面から実態に即した検討を行って見る必要がある。鉄道騒音は間欠騒音の部類に入るものとして扱われることが多いがJIS騒音レベル測定方法の改正案ではこのような特定騒音の測定方法として騒音レベルの最大値を読みとる方法と単発騒音暴露レベルから等価騒音レベルを求める方法をあげている。鉄道騒音のみに着目した $L_{eq}$ を求める場合、騒音計とレベルレコーダの組合せによる記録から鉄道音のみを選別して整理するのが一般的である。一方、 $L_{eq}$ 計測のため一箇所に長時間測定員の配置を要する実測やデータの整理、集計に多大の労力、時間を必要とするのも実際のでない。そこで本稿では極力実務的な鉄道騒音 $L_{eq}$ の求め方について二三の測定例を用い考察を行った。

### 2 研究計画

都内において在来線鉄道騒音測定を行政レベルで行う場合、1測定点に器材、測定員を配置し、通過列車、暗騒音の状況をモニターしながら継続測定できるのは現地への往復の交通状況等の制約から正味2、3時間程度が限度と考えられる。さらに運行回数によっては短時間で必要量のサンプリングも難しい。そこで都内では比較的運行回数の少ないとみられる郊外、私鉄沿線に測定点を選び、2時間の実測時間内で、測定本数、実測時間長による等価騒音レベル算出値の比較を試みることにした。

測定箇所は京王線相模原線の永山-多摩センター間で、軌道構造は高架、バラスト区間である。測定点は近接側(下り)線路直下から12.5、25、50m点に配

置した。なお、この箇所には小田急多摩線も並行しているが、データ整理にあたっては測定点に近い側の京王線のみにしぼって評価値を試算することとし、通過列車ごとにつぎの値を求めた。

① 騒音レベルピーク値  $L_M$ : レベルレコーダの記録の最大値。

② 騒音レベルエネルギー平均値  $L_E$ : レベルレコーダの記録よりピーク値-10dBの間を5/3秒間隔で離散的によみとった値のパワー平均値。

③ 単発騒音暴露レベル  $L_{AE}$ : レベルレコーダの記録よりピーク-10dBの間を5/3秒間隔で離散的に瞬時レベル $L_i$ をよみとり(1)式による値。

$$L_{AE} = \log_{10} \frac{\Delta T}{T_0} \sum 10^{L_i/10} / 10 \quad \dots\dots (1)$$

$\Delta T$ : よみとり時間間隔

$T_0$ : 1秒

つぎに測定本数6、10、15、20、25本とした場合の平均値 $L_M^-$ 、 $L_E^-$ 、 $L_{AE}^-$ を求めるとともに、それぞれに含まれる時間長 $T$ の $L_{eqT}$ を試算し、本数(時間長)による比較を行った。 $L_{eqT}$ の算出には $T$ 時間内の発生音ごとの $L_{AEi}$ から(2)式により求める場合、 $L_{AEi}$ のパワー平均から(2)'式による場合および $L_{AE}$ と標準偏差 $\sigma$ から(3)式により求める場合との比較も併せて行った。

$$\left[ L_{eqT} = 10 \log_{10} \frac{T_0}{T} (10^{L_{AE1}/10} + 10^{L_{AE2}/10} + \dots + 10^{L_{AE1}/10}) \right] \quad \dots\dots (2)$$

$$(L_{eqT} = L_{AE1} \text{ のパワー平均} + 10 \log N - 10 \log T) \quad \dots\dots (2)'$$

$$L_{eqT} = L_{AE} + 0.115\sigma + 10 \log N - 10 \log T \quad \dots\dots (3)$$

この中でLeq算出のための実測、データ整理、計算上実際的な方式の一つ決め、これを用いてこれまで得られている他の箇所の測定データを使って、測定場所、運行状況等条件の異なるケースで評価値相互の比較、考察を加えることにした。この場合通過列車ごとのエネルギー平均値  $L_E$ 、単発騒音暴露レベル  $L_{AE}$  はピーク-10dB の間を1.5秒間隔で離散的によみとった瞬時レベル  $L_i$  から同様に求めた。

3 測定本数, 実測時間, 算出式による Leq

(1) 測定本数, 実測時間, 算出式による Leq

表1は京王線永山付近において実測時間2時間のデータの列車本数6, 10, 15, 20, 25本である場合、発生ごとの単発騒音暴露レベル  $L_{AEi}$  のエネルギー和から(2)式により求めた  $Leq_T$ 、 $L_{AEi}$  のパワー平均から(2)

式により求めた ( $Leq_T$ ) および  $L_{AEi}$  の算術平均  $\bar{L}_{AE}$  と標準偏差  $\sigma$  から(3)式により求めた  $Leq_T$  とを示したものである。12.5m点と25m点で  $Leq_T$  と  $Leq_T$  とは極めて近い値となっている。実測時間内のすべての  $L_{AEi}$  が得られれば(2)式による計算がよいが測定点周囲の自動車の通行や暗騒音との関係で測定が一部欠落することがある。この場合その地点の代表値とみなせる  $L_{AEi}$  のパワー平均値又は算術平均値と標準偏差が求められれば、(2)又は(3)式を用いて  $Leq_T$  を算出することができる。50m点では測定中工事音の影響があり一部欠測があったが、(3)式を用いて算出した  $Leq_T$  を示した。この事例では測定本数10本以上とれば本数(実測時間)を増しても  $Leq_T$  の差は1dB 以内とみることができる。しかし測定継続中の周囲の状況によっては若干の欠測事例がでる場合があることを

表1 鉄道騒音  $Leq_T$  の算出方法による比較(1)

測定点 高架, 路地(京王 永山)

測点 No	本数 N	評価 時間 T	12.5 m			25 m			50 m	
			$Leq_T$	$Leq_T$	$L_{AE}(\sigma)$	$Leq_T$	$Leq_T$	$L_{AE}(\sigma)$	$Leq_T$	$L_{AE}(\sigma)$
1	6本	21分	59.4 (59.4)	59.4	82.3 (1.76)	55.2 (55.2)	55.2	78.2 (1.44)	50.9	73.8 (1.72)
2	10	41	59.0 (59.0)	59.1	82.7 (1.55)	54.5 (54.5)	54.5	78.2 (1.25)	49.4	73.1 (1.23)
3	15	66	59.1 (59.1)	59.0	82.9 (1.76)	54.2 (54.3)	54.2	78.2 (1.51)	49.0	73.1 (1.00)
4	20	95	58.4 (58.4)	58.4	82.6 (1.73)	53.9 (53.9)	53.9	78.1 (1.76)	48.6	72.9 (1.36)
5	25	120	58.1 (58.1)	58.1	82.4 (1.67)	53.7 (53.7)	53.7	77.9 (1.77)	48.1	72.5 (1.40)

注)  $Leq_T$ : JIS案による算出値

$$Leq_T = 10 \log_{10} \left[ \frac{T_0}{T} (10^{L_{AE1}/10} + 10^{L_{AE2}/10} + \dots + 10^{L_{AEn}/10}) \right]$$

$L_{AE1}, L_{AE2}, \dots, L_{AEn}$  : 発生ごとの単発騒音暴露レベル

$T_0$ : 規準化時間1秒

( ) は  $L_{AE}$  のパワー平均による算出値

$$(Leq_T) = L_{AE} \text{ パワー平均} + 10 \log N - 10 \log T$$

$Leq_T$ :  $\bar{L}_{AE}$  と標準偏差  $\sigma$  による算出値

$$Leq_T = \bar{L}_{AE} + 0.115 \sigma^2 + 10 \log N - 10 \log T$$

N T時間の間に通過する本数

表2 鉄道騒音 LeqT の算出方法による比較(2)

測定点：近接側線路中心より25m点

測定場所	実測時間T	LeqT	本数N	L <sub>AE</sub> <sup>-</sup> (σ)	実測時間	LeqT	本数
平坦・開放(西武・中井)	40分	67.9	20	88.1 (2.28)	92分	67.9	47本
平坦・開放(西武・小平)	65	63.6	20	85.7 (2.71)	124	62.9	35
平坦・開放(京王・給田)	37	61.9	20	81.5 (2.68)	123	61.6	65
低盛土・路地(小田急・経堂)	25	63.8	20	81.4 (3.12)	121	63.1	77
高架・開放(常盤・綾瀬)	36	61.6	20	80.5 (3.48)	122	59.6	59
高架・路地(中央・吉祥寺)	24	59.7	20	77.0 (3.28)	119	58.0	92
高架・路地(総武・市川)	30	59.3	20	77.3 (3.90)	115	58.1	78
堀割・路地(井の頭・久我山)	49	57.2	20	78.6 (1.63)	122	57.4	51

注 LeqT : L<sub>AE</sub><sup>-</sup> と σ, 実測時間T, 本数Nによる算出値

$$LeqT = L_{AE}^- + 0.115 \sigma^2 + 10 \log N - 10 \log T$$

LeqT : (鉄道騒音+暗騒音)のLeq - (暗騒音のみ)のLeqによる計算値

考慮すると20本程度はサンプル数として予定した方が望ましいと考えられる。

(2) 単発騒音暴露レベル平均値による LeqT 算出の実際

表2は都内の在来線測定データについてサンプル数を20本とることにして、25m点の20本通過時間中のLeqTを(3)式により求めたものを示した。表の右欄には実測時間を2時間程度とった場合の等価騒音レベルをLeqTとして示した。このLeqTは中村ら<sup>1)</sup>が2時間に互る全実測間を1.5秒間隔でレベルをよみとり、鉄道音と暗騒音を含めたLeqおよび暗騒音のみのLeqを求めているので、前者から後者を差引いて鉄道音のみのLeqとした値である。LeqTはLeqTと比べると1~2dBの差のある例もあるが比較的LeqTに近い値が得られているといえよう。

4 L<sub>M</sub><sup>-</sup>, L<sub>E</sub><sup>-</sup>, L<sub>AE</sub><sup>-</sup>, LeqTの距離減衰傾向

図1は前項の検討の際求めた京王線永山付近の測定におけるL<sub>M</sub><sup>-</sup>, L<sub>E</sub><sup>-</sup>, L<sub>AE</sub><sup>-</sup> およびLeq<sub>2</sub>の距離減衰傾向を示したものである。なおLeq<sub>24</sub>は同線の運行時刻表による運行回数を用い、2時間実測で得たL<sub>AE</sub><sup>-</sup>, σを用いて試算したものであわせて示した。12.5m点から25m点までと50m点までとはL<sub>M</sub><sup>-</sup>の減衰とLeqの減衰は全く同じではないが概略的には相似した傾向とみられる。

図2, 3は同様に前項の検討の際(3)式により求めた20本データによるL<sub>M</sub><sup>-</sup>, L<sub>E</sub><sup>-</sup>, L<sub>AE</sub><sup>-</sup>, LeqT (Tは20本の通過時間)の距離減衰傾向を各測定箇所ごとに示したものである。L<sub>M</sub><sup>-</sup>とLeqTの関係は、路線構造、

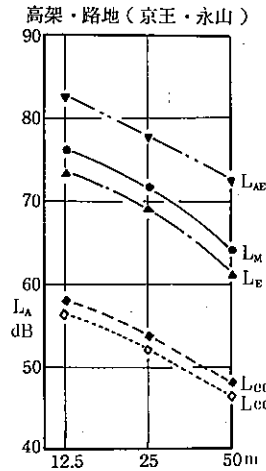


図1 鉄道騒音評価値の距離減衰例

運行条件の違いから測定箇所ごとに異なるが、同一箇所の測定点相互間では同じ程度の差をもって相似した減衰傾向にあるとみることができる。ただし、50m以遠については測定値がないので別途検討してみる必要があろう。Leq<sub>24</sub>の計算値を示したものもあるが、これも同様とみられる。

従ってある基準点例えば25m点でのL<sub>M</sub><sup>-</sup>と実測時間中のLeqTあるいはLeq<sub>24</sub>との関係がえられれば、L<sub>M</sub><sup>-</sup>の距離減衰線からLeq<sub>24</sub>のおおよその距離減衰傾向を推測することは可能といえよう。表3は今回現場への適用例の計算値よりL<sub>M</sub><sup>-</sup>とL<sub>E</sub><sup>-</sup>, L<sub>AE</sub><sup>-</sup>, LeqTそれぞれとの差を各測定箇所ごとに一覧で示したものである。L<sub>M</sub><sup>-</sup>とL<sub>E</sub><sup>-</sup>の差はレベル波形の差によるもの、L<sub>AE</sub><sup>-</sup>とL<sub>E</sub><sup>-</sup>の差は継続時間の差によるものである。

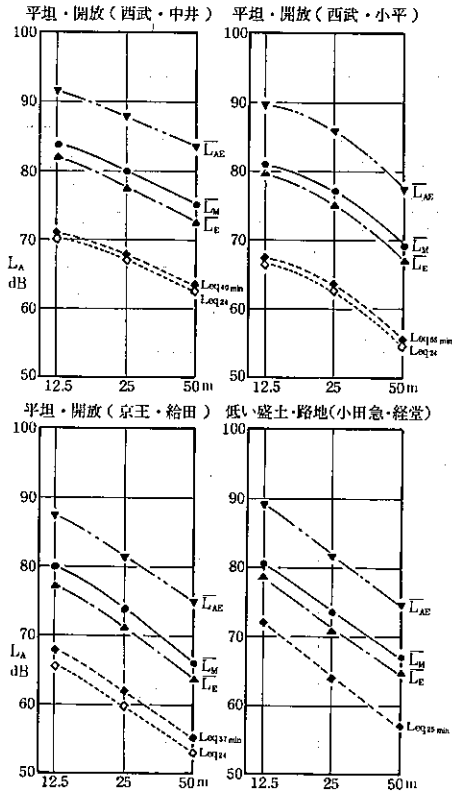


図2 鉄道騒音評価値の距離減衰の比較(1)

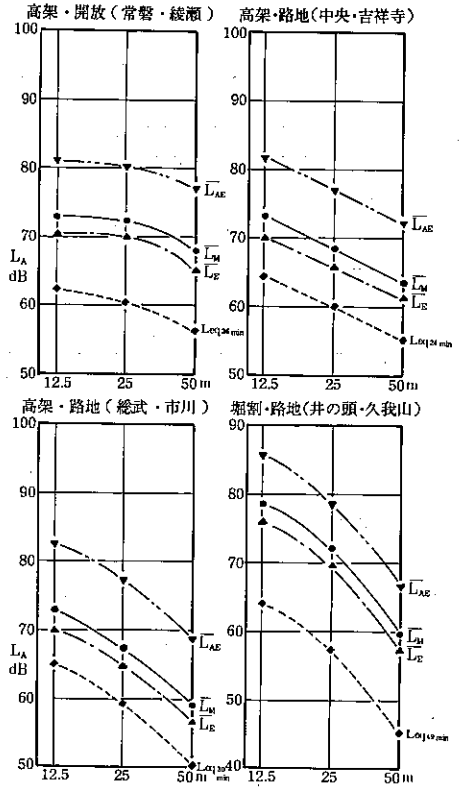


図3 鉄道騒音評価値の距離減衰の比較(2)

表3  $L_M$  と他の評価値との差

No	測定場所	$L_M - L_E$			$L_M - L_{AE}$			$L_M - L_{e,q}$		
		12.5m	25m	50m	12.5m	25m	50m	12.5m	25m	50m
1	平坦・開放 西武・中井	2.2 (-0.3)	2.5 (0)	2.5 (0)	-7.6 (0.4)	-8.0 (0)	-8.6 (-0.6)	12.6 (0.4)	12.2 (0)	11.6 (-0.6)
2	" 西武・小平	1.3 (-0.5)	1.8 (0)	2.1 (0.3)	-8.6 (-0.1)	-8.5 (0)	-0.1 (-0.1)	13.4 (-0.2)	13.6 (0)	13.4 (-0.2)
3	" 京王・給田	2.8 (0.3)	2.5 (0)	2.6 (0.1)	-7.2 (0.6)	-7.8 (0)	-8.6 (-0.8)	12.3 (0.5)	11.8 (0)	11.1 (-0.7)
4	低い盛土・路地 小田急・経堂	1.8 (0.5)	2.3 (0)	2.2 (-0.1)	-8.6 (-0.6)	-8.0 (0)	-7.4 (0.6)	8.4 (-1.2)	9.6 (0)	10.2 (0.6)
5	高架・開放 常磐・綾瀬	2.7 (-0.3)	3.0 (0)	2.6 (-0.4)	-8.1 (-0.2)	-7.9 (0)	-9.3 (-1.4)	10.8 (-0.2)	11.0 (0)	11.5 (0.5)
6	高架・路地 中央・吉祥寺	3.1 (0.4)	2.7 (0)	2.3 (-0.4)	-8.3 (0.3)	-8.6 (0)	-8.6 (0)	8.8 (0.1)	8.7 (0)	8.3 (-0.4)
7	高架・路地 総武・市川	2.6 (0.2)	2.4 (0)	2.7 (0.3)	-9.7 (0.5)	-10.2 (0)	-9.7 (0.5)	7.9 (0.1)	7.8 (0)	8.9 (1.1)
8	高架・路地 京王・永山	2.5 (-0.1)	2.6 (0)	2.9 (0.3)	-6.6 (-0.4)	-6.6 (0)	-8.6 (-2.4)	17.7 (-0.3)	18.0 (0)	15.8 (-2.2)
9	掘削・路地 井の頭・久我山	2.2 (-0.1)	2.3 (0)	2.5 (0.2)	-7.0 (-0.2)	-6.8 (0)	-6.9 (-0.1)	14.3 (-0.3)	14.6 (0)	14.4 (-0.2)

注) ( )内は25m点の差に対する相対値

$L_M^-$  と  $L_{eqT}$  の差は例えば平坦開放地の例で12~13dB程度、高架路地の例で8~9 dB 程度の値となっている。( ) 内には25m点の差を基準にして、12.5, 50m点の相対値を示した。これより25m点の  $L_M^-$  と  $L_{eq}$  の差をそのまま他へあてはめても1~2 dB 程度の相違ですむと考えられる。いずれにしても  $L_M^-$  なり  $L_{AE}^-$  の距離減衰傾向を一つ把握する必要があり、それには20本程度の  $L_M$  を少なくとも3~4点で実測する必要がある。折角実測を行うのであれば、多少測定の手間、データ整理の労力に加わるにしても  $L_M$  とあわせ  $L_{AE}$  も求め、  $L_{AE}^-$  から  $L_{eq}$  を計算した方が望ましい。しかし  $L_{eq24}$  となると、距離減衰を示せるような数点同時の24時間実測は難しく、推定に頼らざるをえない。なお事例を積重ねての検討を要するにしてもその示唆はえられたものと考えられる。

### 5 ま と め

鉄道騒音の  $L_{eq}$  評価の検討を進めるため、鉄道音のみに着目した  $L_{eq}$  を単発騒音暴露レベルから計算するより実務的な方法について考察したが、その要点をまとめるとつぎのとおりである。

①  $L_{eq}$  は通過列車ごとの単発騒音暴露レベル  $L_{AEi}$  のエネルギー和と実測時間長から求めるのが正しいが、

実務的には20本程度の測定から比較的計算の容易な  $L_{AEi}$  の算術平均値と標準偏差を用いて計算すれば測定継続中若干の欠測本数があっても支障ないと考えられる。

② ピークレベル平均値  $L_M$ 、単発騒音暴露レベル平均値  $L_{AE}$ 、および  $L_{eqT}$  の距離減衰は、50m点までの実測例による検討であるが、ほぼ相似の傾向とみられるので、基準点における  $L_M^-$  と  $L_{AE}^-$ 、 $L_{eqT}$  の関係が把握できれば、 $L_M^-$  の距離減衰線から  $L_{eqT}$  の距離減衰傾向を概略的に推測することが可能と考えられる。

以上は、鉄道騒音のみに着目した  $L_{eq}$  の求め方の実際的な方法ということで、サンプリング間隔は現場でのレベルレコーダ記録(動特性slow)からよみとりうる5/3秒(一部1.5秒)間隔のデータでの検討結果であり、さらにサンプリング間隔を短くした場合、あるいは長時間実測の場合等との比較検討も必要と考えられる。

### 参 考 文 献

- 1) 中村信一ほか：等価騒音レベルによる鉄道騒音の測定，東京都公害研究年報1983。