

在来線多線地点の鉄道騒音評価方法の考察

—鉄道騒音評価方法の研究 第二報—

今泉 信夫 中村 信一 上原 幸雄

1 はじめに

これまで進めてきた東北新幹線騒音の予測研究においては、計画路線自体の騒音に加えてこれと平行する在来線騒音についても若干の考察を試みた。^{1), 2)} 特に国電京浜東北線、東北上越線の客車、貨物線と重なり走行している地区にあっては、その騒音の発生頻度も多いことから都内の鉄道沿線のなかでは相当のやかましさにあるといえる。

これらの在来線鉄道騒音の測定、評価方法については、新幹線鉄道騒音に準じ、連続して20本通過時のピークレベルの上位半数の算術平均値による方法などが考えられ、実務上ではその都度測定方法を設定して測定が行われている。しかし、特にこのような運行頻度のはげしい地区のデータの整理を手がけてみると、在来線鉄道騒音の適正な評価方法についてあらためて検討してみる必要性が考えられる。本報では今後在来線鉄道騒音の評価方法の研究を進めていくうえでのケーススタディとして収集した在来線騒音測定データを用い、評価方法について二三の検討を行ったのでその結果を報告する。

2 研究計画

(1) 在来線騒音の測定

騒音測定場所は北区岸町2丁目11番付近で、路線構造は平坦、バラスト軌道の箇所であり、測定地点は路線の西側、最寄り線路中心から4.4m点と25m点の2点である。測定点と路線との関係は測定点に近い側から、貨物下り、上り、客車下り、上り、国電下り、上りの順である。測定器は、精密騒音計(リオンNA60)、レベルレコーダ(リオンLR-04)を用い測定時間中すべての通過列車の騒音レベルを記録するとともにデータレコーダ(NAGRA IV-SJ)を用い録音も行った。

また同時にそれぞれの列車速度の計測も行った。

(2) 供試データによる検討計画

レベルレコーダによる騒音レベルの記録はペンスピードSL slow, ペーパースピード3mm/sで行い、これより各通過列車ごとにつぎの値を求めてみる。

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を読みとる。

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秒間隔で離散的に読みとり、パワー平均値を求める。

③ 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-20dBの間を5/3秒間隔で離散的に読みとり、パワー平均値を求める。

④ 評価騒音レベル³⁾ L_R : レベルレコーダの記録のピーク値 L_M とピーク値-5dBの継続時間 T_5 秒を読みとり(1)式により求める。

$$L_R = L_M + 10 \log T_5 \quad \text{dB(A)} \dots \dots \dots (1)$$

⑤ 評価指数 N ^{4), 5)}: レベルレコーダの記録のピーク値 L_M とピーク値-10dBの継続時間 T_{10} 秒から(2)式により求める。

$$N = L_M + \frac{L_M - 20}{10} \log T_{10} \dots \dots \dots (2)$$

⑥ 単発騒音暴露レベル (sound exposure level)

L_{AE} : レベルレコーダの記録よりピーク値-10dBの間を5/3秒間隔で離散的に瞬時レベル L_i をよみとり(3)式により求める。

$$L_{AE} = 10 \log \left(\frac{\Delta T}{T_0} \sum 10^{L_i/10} \right) \quad \text{dB(A)} \dots (3)$$

△T : よみとり時間間隔 (5 / 3 秒)

T₀ : 1 秒

これら各列車の評価値の算出にあたり、2列車の通過が重なった場合でも、レベルレコーダの記録が明らかに二山をなし、ピークレベルが別々によみとれるものについては、継続時間についても分割してよみとり、 L_E, L'_E もこれに合わせて求め、各評価値のデータ数は揃えることとした。

このようにして各列車別に L_M, L_E, L'_E, L_R, N などを求めたあと、各評価値相互の関係、測定点の代表値を求める場合の測定本数と平均値との関係、測定時間長を0.5, 1, 1.5時間とした場合の L_{eq} の試算などについて比較検討を行った。

供試データは測定時間1時間30分の間に収録された通過列車の全データであり計70例で、これらの騒音レベルの分布を L_M で示すと図1のとおりである。4.4 m点、25 m点ともバラツキはほぼ20 dB にわたっており、これは走行路線の違いによる測定点からの距離の相違、走行速度の違いに加えて、列車自体の構造、メンテナンスなども関係しているとみられる。

3. 試算評価値の比較

(1) ピーク値、エネルギー平均値の差および相関

表1はピーク値 L_M とエネルギー平均値 L_E の差の度数分布を示したものであるが、おおむね2~3 dBとなっている。表2はエネルギー平均値について、ピーク-10 dBの間を計算した L_E とピーク-20 dBの間を

計算した L'_E の差の度数分布で、その差はほぼ1~2 dBであり、 L'_E の方が山型の記録の裾の部分を計算に入れてパワー平均を求めているのでやや低めの値になっている。

表3はピーク-5 dBの継続時間を入れて評価した値 L_R とエネルギー平均値 L_E の比較で、 L_R の方がかなり高めの値となり、両者の差は平均13 dB 程度になっている。

表4は L_M と L_E というように評価値間の回帰式と相関係数を求め一覧表で示したものである。継続時間要素の入っている L_R, L_{AE} などを除けば、ピーク値 L_M との相関はかなりよい。また L_R, L_{AE} との相関もかなりよい結果となった。図2, 3にその一例として L_M と N との対応を示した。

表1 $L_M - L_E$ の度数分布と平均

測定点	~1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	平均 (σ)
4.4 m点	1	22	27	13	6	1	2.6 (1.0)
25 m点	2	17	24	20	6	1	2.7 (4.9)

表2 $L_E - L'_E$ の度数分布と平均

測定点	~0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	平均 (σ)
4.4 m点	8	23	22	12	3	2	1.5 (1.5)
25 m点	13	23	14	16	1	3	1.6 (2.5)

表3 $L_R - L_E$ の度数分布と平均

測定点	-5.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0	19.0	20.0	平均 (σ)
4.4 点	0	9	1	4	14	30	6	2	2	2	0	00	12.8 (2.4)
25 点	0	7	0	1	22	20	13	1	2	3	1	00	13.2 (2.1)

表4 各評価値相互の関係

	項目	回帰式	相関係数
4.4 m点	L_M, L_E	$L_E = 0.963 L_M + 2.872$	0.982
	L_M, L'_E	$L'_E = 0.929 L_M + 2.295$	0.969
	L_M, L_R	$L_R = 0.823 L_M + 25.570$	0.872
	L_M, N	$N = 1.068 L_M + 1.966$	0.983
	L_M, L_{AE}	$L_{AE} = 0.781 L_M + 27.702$	0.875
	L_E, L_R	$L_R = 0.894 L_E + 21.790$	0.903
25 m点	L_E, L'_E	$L'_E = 1.000 L_E + 1.202$	0.994
	L_R, L_{AE}	$L_{AE} = 0.914 L_R + 6.784$	0.966
	L_M, L_E	$L_E = 0.957 L_M + 0.406$	0.961
	L_M, L'_E	$L'_E = 1.002 L_M - 4.083$	0.943
	L_M, L_R	$L_R = 0.898 L_M + 16.048$	0.831
	L_M, N	$N = 1.073 L_M + 1.010$	0.981
	L_M, L_{AE}	$L_{AE} = 0.867 L_M + 18.917$	0.839
	L_E, L_R	$L_R = 0.901 L_E + 20.331$	0.830
	L_E, L'_E	$L'_E = 1.053 L_E - 4.954$	0.986
	L_R, L_{AE}	$L_{AE} = 0.937 L_R + 3.889$	0.979

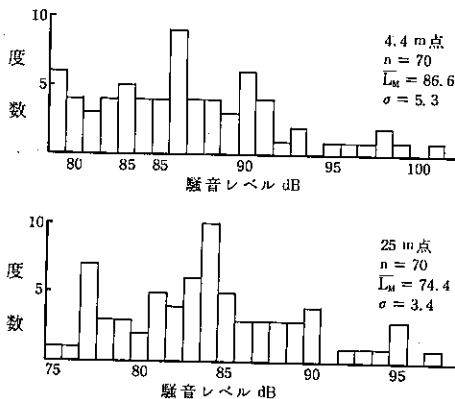


図1 供試データの分布 (L_M)

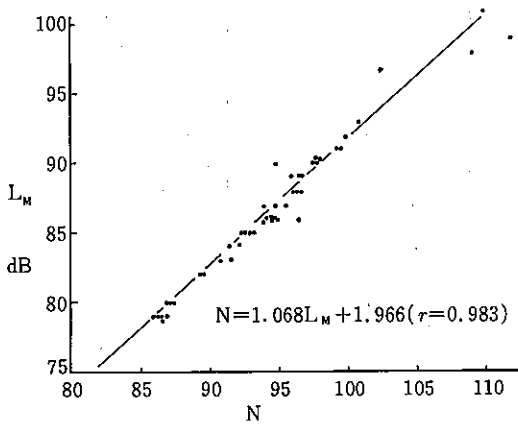


図2 L_MとNとの対応(4.4 m点)

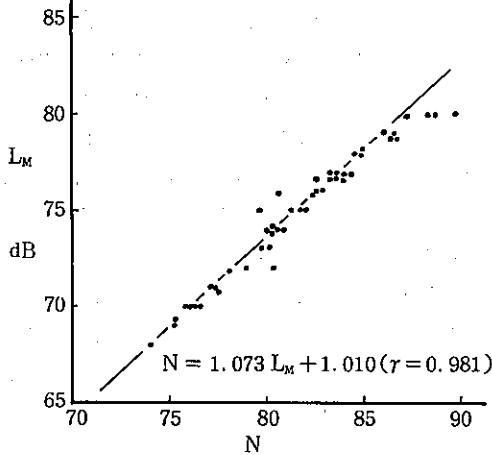


図3 L_MとNとの対応(25 m点)

図5では3dB程度となっている。上位半数の算術平均値は、4.4 m点では全数のパワー平均値に近いが、25 m点では上位半数のパワー平均値に近い傾向となっている。線路近傍の測定点ではレベルの変動幅が広いいため、上位半数でもパワー平均の方が算術平均より2dB程度高めとなったが、25 m点では0.5 dB程度の差にすぎない。

表5はL_M算出方法のうち算術平均を求めたときの標準偏差について測定地点の事例別に6, 10, 20, 30本のときのそれぞれのσの値を一覧表で示したものである。これを見ると標準偏差は各例とも、全数より当然のことながら上位半数の方が小さめになっている。測定本数との関係では20本, 30本と多くてもあまり変化していない。4.4 m点では全数の場合5~6dB

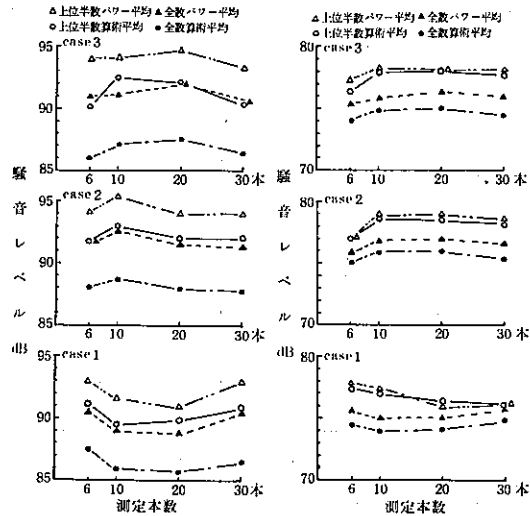


図4 L_M算出方法の比較(4.4 m点)

図5 L_M算出方法の比較(25 m点)

(2) 代表値算出方法の比較

各観測点における測定値の代表値として、測定列車本数の全数算術平均、全数パワー平均、上位半数算術平均、上位半数パワー平均の考え方があるので、測定本数を6本, 10本, 20本, 30本とした場合について比較してみる。

図4, 5はピーク平均値L_Mについて示したもので、測定本数については10本以上とれば各評価値ともほぼ安定した値に落ち着くとみられる。4種の平均のうちでは、上位半数のパワー平均が最も高く、全数の算術平均が最も低い値となり、その差は図4では6~7dB,

表5 L_M(算術平均)標準偏差の比較

		6本		10本		20本		30本	
		全数	上位半数	全数	上位半数	全数	上位半数	全数	上位半数
4.4 m点	case 1	4.9	4.1	4.8	3.9	4.7	3.3	5.4	4.0
	case 2	5.1	4.6	5.9	4.7	5.5	4.0	5.6	4.0
	case 3	6.0	5.8	6.0	4.0	5.8	4.3	5.4	4.3
25 m点	case 1	3.1	1.9	3.0	1.5	3.0	1.6	3.2	1.7
	case 2	2.3	1.6	3.2	1.4	3.3	1.4	3.3	1.6
	case 3	3.2	2.9	3.4	1.8	3.7	1.8	3.7	1.5

上位半数の場合約4~4.5dB, 25m点では全数の場合3.0~3.7dB, 上位半数の場合1.5~1.9dBというようにほぼ一定値にあるとみることができる。すなわち測定本数が変わっても, その測定点におけるレベル変動のパターンはあまり変わらないとみられる。

図6, 7は各列車のエネルギー平均値 L_E 及び L'_E について同様に測定本数を6, 10, 20, 30本とした場合の全数パワー平均値および上位半数パワー平均値を求めた例である。

図6は近接点でレベル変動幅が広いため測定値の区分によって傾向が異なり10本以上で安定する場合の外, 測定本数をふやした場合やや低めになる場合と逆に高めになる場合などの結果となった。図7の25m点の方はいずれも10本以上のそれぞれの平均値は安定した値になるとみてよい。この場合 L_E , L'_E ともに上位半数パワー平均値の方が全数パワー平均値より2dB程度高めになった。

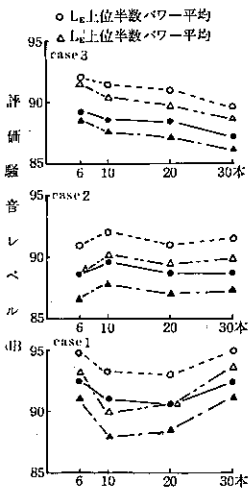


図6 L_E, L'_E 算出方法比較(4.4m点)

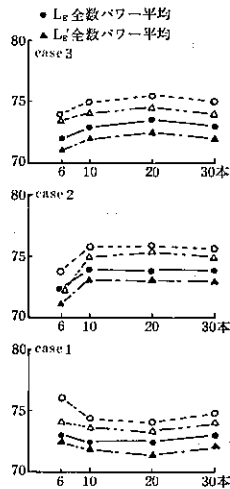


図7 L_E, L'_E 算出方法比較(25m点)

図8, 9はピーク値-5dBの継続時間を加味した L_R について, 同じく測定本数を6, 10, 20, 30本とした場合の全数パワー平均値および上位半数パワー平均値を示した。この場合も L_E , L'_E の例とほぼ同様な傾向とみられ, 25m点では10本以上で両平均値とも安定した値が得られている。

(3) 測定時間長によるパワー平均値, L_{eq} の試算

表6は測定時間長を0.5, 1.0, 1.5時間とした場

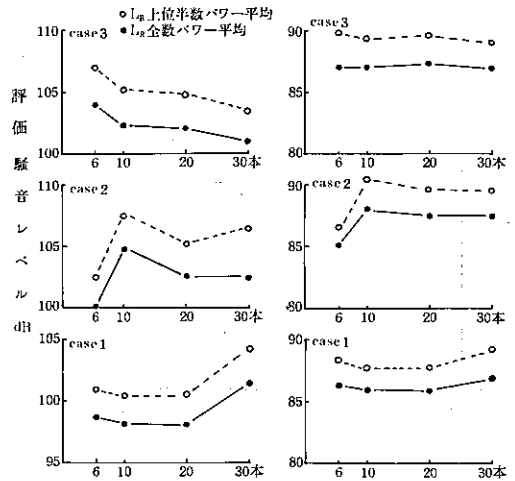


図8 L_R 算出方法の比較(4.4m)

図9 L_R 算出方法の比較(25m)

合, その時間内の全測定値のパワー平均値を L_E, L'_E について計算したものである。測定時間長が3区分しかとれなかったのでこの範囲内での比較にしかならないが, 1.5時間値に対し0.5時間値でも1~2dBの違い程度とみられる。また L_E と L'_E との差は1dB程度であるから, エネルギー平均値を用いる場合はピーク-10dBをとって求めてよい。

表7は測定時間を0.5, 1.0, 1.5時間にとって, その間のパワー平均値 L_E, L'_E とその間の全列車の継続時間(T_{10}, T_{20})とから L_{eq} (L_E と T_{10} による)および L'_{eq} (L'_E と T_{10}, T_{20} による)を試算した結果である。この場合も $L_{eq 1.5}$ に対し $L_{eq 1.0}$ は3例しかないが, 1~2dB程度の相連で, $L_{eq 0.5}, L_{eq 1.0}, L_{eq 1.5}$ は比較的近似した値となった。また L_{eq} と L'_{eq} との差は少なく, L_{eq} すなわちピーク-10dBまでをとって等価騒音レベルを計算すればよいということがあらためて計算例にて確認された。

表6 L_E と L'_E の比較

No.	測定時間	4.4m点			25m点		
		L_E	L'_E	$L_E - L'_E$	L_E	L'_E	$L_E - L'_E$
1	0.5 11.00-11.30	85.4	84.2	1.2	72.4	71.5	0.9
2	0.5 11.30-12.00	89.3	88.1	1.2	74.0	73.2	0.8
3	0.5 12.00-12.30	86.4	84.9	1.5	73.1	72.0	1.1
4	1.0 11.00-12.00	87.8	86.7	1.1	73.3	72.5	0.8
5	1.0 11.30-12.30	88.0	86.8	1.2	73.6	72.7	0.9
6	1.5 11.00-12.30	87.4	86.1	1.3	73.2	72.3	0.9

表7 Leq と Leq 試算

No	測定時間	4.4 m 点			25 m 点		
		Leq	Leq	Leq-Leq	Leq	Leq	Leq-Leq
1	0.5 11.00-11.30	78.3	78.2	0.1	65.4	65.7	-0.3
2	0.5 11.30-12.00	82.0	82.0	0	68.9	67.3	-0.1
3	0.5 12.00-12.30	79.5	79.3	0.2	66.4	66.5	0.1
4	1.0 11.00-12.00	80.6	80.6	0	66.3	66.6	-0.3
5	1.0 11.30-12.30	80.9	81.0	-0.1	66.7	67.0	-0.3
6	1.5 11.00-12.30	80.3	80.2	-0.1	66.3	66.6	-0.3

(4) LeqT の算出方法別の比較

表8, 9は車種を走行路線別に国電上り, 国電下り, 列車上り, 列車下り, 貨物上り, 貨物下りの6種に分けて, レベルレコーダの記録から単独に通過したデータのみ抽出し, LM, LE, LE', LR, N, LAE の車種別平均値を一覧で示したものである。これらの値と車種別通過回数とから LeqT を計算することができるので表10に LeqT の算出方法別に試算値を一覧表で示した。測定時間長は0.5, 1.0, 1.5時間である。a は測定時間内の全エネルギー平均値と継続時間(ピーク-10dB)合計からの試算値, b は車種別の LAE 平均値と車種別回数からの試算値, c は車種別エネルギー平均値 LE' と車種別継続時間平均値(ピーク-10dB)および車種別回数からの試算値である。いずれも略算の Leq にすぎないがかなり近似した値がえられている。なおこの計算に用いた車種別運行回数は表11のとおりである。

表8 列車種類別騒音評価値一覧 (4.4 m点)

種別	速度	LM	LE	LE'	LR	N	LAE	継続時間 (s)			回数
								-5dB	-10dB	-20dB	
国電上り	53.4	70.9	77.2	75.6	80.8	87.5	89.2	12.4	17.0	25.0	10
国電下り	—	60.1	71.4	75.8	80.9	87.4	89.4	—	—	—	—
国電下り	82.0	84.4	82.9	81.7	85.3	83.3	84.4	11.9	16.2	20.2	10
列車上り	—	85.6	83.0	81.5	86.5	82.6	84.6	—	—	—	—
列車下り	72.2	88.8	86.9	85.0	89.7	86.8	88.5	12.6	14.7	16.8	10
列車上り	—	89.3	87.4	85.5	100.1	97.3	98.8	—	—	—	—
列車下り	74.8	88.2	84.6	83.7	94.5	85.9	87.2	9.7	14.6	17.8	9
貨物上り	—	89.1	85.1	84.2	97.9	96.8	96.5	—	—	—	—
貨物下り	46.8	87.3	84.5	83.4	96.7	95.6	96.7	18.3	20.8	26.7	4
貨物上り	—	87.6	84.6	83.4	99.2	95.4	97.4	—	—	—	—
貨物下り	52.5	88.8	85.2	84.2	110.2	108.0	108.9	14.7	17.0	22.9	4
下り	—	90.0	85.4	84.2	113.7	108.9	108.2	—	—	—	—

(注) 上段: 算出平均, 下段: パワー平均

表9 列車種類別騒音評価値一覧 (25 m点)

種別	速度	LM	LE	LE'	LR	N	LAE	継続時間 (s)			回数
								-5dB	-10dB	-15dB	
国電上り	53.4	70.0	67.1	65.5	80.8	78.1	79.4	12.1	17.0	25.8	10
国電下り	—	70.1	67.3	65.7	80.9	76.3	79.6	—	—	—	—
国電下り	62.0	75.8	73.0	71.8	85.3	82.2	85.7	11.5	14.3	20.0	10
列車上り	—	76.0	73.1	72.0	86.4	82.4	84.8	—	—	—	—
列車下り	72.2	77.8	75.6	75.0	96.6	84.6	88.4	12.3	15.5	18.0	10
列車上り	—	78.2	76.1	75.5	88.9	85.0	87.6	—	—	—	—
列車下り	74.8	75.8	72.2	71.1	86.0	81.9	83.8	11.4	14.2	18.9	9
貨物上り	—	76.2	72.9	71.8	88.4	82.7	84.3	—	—	—	—
貨物下り	46.8	73	70.5	69.4	84.5	79.7	83.1	18.8	21.7	27.1	4
貨物上り	—	73.2	70.5	69.4	85.1	79.7	82.5	—	—	—	—
貨物下り	52.5	78	75.6	74.6	90.2	88.3	87.9	16.5	20.8	26.7	4
下り	—	78.3	75.9	75.0	92.0	87.3	89.5	—	—	—	—

(注) 上段: 算出平均, 下段: パワー平均

表12はこの測定点における Leq 24 の試算結果と計算条件とした1日の車種別運行回数である。上段は国鉄の資料による運行ダイヤによるもの, 下段は北区の調査報告⁷⁾の実測時の記録によるもので, Leq の試算は前述のbの方法すなわち車種別 LAE の平均値 LAE と回数によった。試算値の Leq 24 は表10の Leq 1.5 にほぼ近い値となったが, これは Leq 1.5 の測定時間帯が正午前後で丁度日間の平均的運行回数ときであったためかと考えられる。

表13は航空機騒音環境基準に用いられている WEC PNL と同様の算出方法で測定点の WEC PNL を試

表10 LeqT の算出方法別試算値の比較

No	Leq	測定時間	4.4 m 点			25 m 点		
			a	b	c	a	b	c
1	Leq 0.5	11.00-11.30	78.3	80.5	80.4	65.4	64.5	65.7
2	Leq 0.5	11.30-12.00	82.0	82.8	82.6	66.9	67.1	67.2
3	Leq 0.5	12.00-12.30	79.5	81.0	81.0	66.4	66.9	66.9
4	Leq 1.0	11.00-12.00	80.6	81.8	81.7	66.3	66.6	66.8
5	Leq 1.0	11.30-12.30	80.9	82.0	81.9	66.7	66.3	67.0
6	Leq 1.5	11.00-12.30	80.3	81.6	81.4	66.3	66.7	66.6

a: 測定時間内の全エネルギー平均値, 継続時間(-10dB)合計から算出
b: 車種別 LAE, 車種別回数から算出
c: 車種別エネルギー平均値, 車種別継続時間平均値(ピーク-10dB), 車種別回数より算出

表11 LeqT 算出の車種別運行回数

	国電上	国電下	列車上	列車下	貨物上	貨物下	計
11.00 ~ 11.30	4	6	2	5	2		221
11.30 ~ 12.00	5	4	5	4	1		423
12.00 ~ 12.30	4	5	5	5	3		224

表12 Leq 24 の試算

	4.4 m 点	25 m 点	計算条件(本数/日)						
			国電上り	国電下り	列車上り	列車下り	貨物上	貨物下	計
Leq 1.5	78.8	66.6	232	249	249	38	38	38	1038
Leq 2.4	79.3	66.3	257	230	230	50	50	50	1106

表13 WEC PNL 試算値の計算方法別比較

	WEC PNL		時間帯	備考(計算条件)						
	a	b		国電上	国電下	列車上	列車下	貨物上	貨物下	計
4.4 m 点	95.4	95.9	7-9時	43	43	20	20	2	2	150
(95.2)	(95.6)		9-19時	111	111	37	37	20	20	406
			(143)	(143)	(124)	(124)	(22)	(22)	(22)	(579)
25 m 点	81.8	81.7	17-22時	73	73	67	67	8	8	297
(81.6)	(81.4)		(149)	(141)	(140)	(141)	(42)	(42)	(7)	(1278)
			22-7時	40	40	42	42	20	19	203

算した結果である。この場合計算条件としては前記の実測資料⁷⁾より車種別、時間帯別の運行回数を備考欄のような区分で設けた。計算方法aは車種別に表8、表9の L_E を用い、運行回数を加重して求めた後その総和としたものであり、計算方法bは表6の通過全列車の平均 \bar{L}_E （測定時間1.5h）を用い、運行回数は時間帯ごとに総数を加重して単純に求めたものである。時間区分別運行回数の加重は $N=N_1+N_2+3N_3+10N_4$ で、この時間区分運行回数とり方は鉄道騒音の発生態様から N_1 :7~9時、 N_2 :9~17時、 N_3 :17~22時、 N_4 :22~7時の運行回数とした場合を示した。なお()内は航空機騒音の区分と同じに N_1 , N_2 :7~19時、 N_3 :19~22時、 N_4 :22~7時の運行回数とした場合のWECPNLである。昼と夕の区分が2時間異なることによるWECPNLの差はごくわずかで、またWECPNLの求め方としては先づ車種別に求めていった方が望ましいと考えられるが、全平均のレベルと総回数とで算出しても割合に近い値が得られている。

4 ま と め

在来線多線地点の鉄道騒音評価方法検討の試みとして都内北区の東北線列車、国電、貨物線併行箇所における測定値（最寄線中心から4.4m点、25m点）について各種評価値の試算、比較を行ったところ、ピーク値 L_M と継続時間長 t の測定でも簡便に合理的な評価値に近づけることができるといえるが、要点はつぎのとおりである。

① ピーク値とエネルギー平均値（slow特性5/3秒間隔での離散的よみとり値のパワー平均）との差はおおむね2~3dBであった。またエネルギー平均値をピーク-10dBおよびピーク-20dBの間で求めた値の差はほぼ1~2dBであった。

② ピーク値と今回求めた他の種類の評価値との相関はかなりよく、継続時間長を入れた評価値でも相関係数は0.8以上であった。

③ 測定地点の代表値としては、測定列車の上位半数のパワー平均値が、上位半数の算術平均値、全数のパワー平均値、全数の算術平均値より高い値となり、6、10、20、30本の比較では10本以上で安定した値とみられる。

④ パワー平均値および列車通過音のみの Leq （暗騒音を含めない Leq ）について、実測時間を0.5、1.0、1.5時間とした比較では、実測時間長による差は1~2dB程度の相違にすぎなかった。

⑤ 25m地点の各種評価値相互の比較例を示すと、ピークレベル \bar{L}_M 76dB(A)に対し、エネルギー平均値 \bar{L}_E 73dB(A)、評価騒音レベル \bar{L}_R 86dB(A)、評価指数 \bar{N} 83、等価騒音レベル $Leq_{1.5h}$ 66dB(A)のような値となった。

以上はいずれもエネルギー平均値、 Leq の算出はslow特性測定によるサンプリング間隔5/3秒のみについて行ったものである。今後、基本になるサンプリング間隔、暗騒音との関係など対象路線をかえ発生態様の異なる事例についてさらに多角的な検討の必要が考えられる。

参 考 文 献

- 1) 上原幸雄, 中村信一: 東北新幹線沿線の環境騒音について, 東京都公害研究所年報 (1981) p.218.
- 2) 中村信一ほか: 東北上越新幹線騒音予測結果, 東京都公害研究所年報 (1982).
- 3) Spencer, R.: Noise Assessment of the Greater Cleveland Regional Transit Authority Heavy Rail Transit System, (1978).
- 4) 曾根敏夫, 香野俊一: 鉄道騒音の評価, 電子通信学会技術研究報告 (1980) p.12.
- 5) 香野俊一ほか: 鉄道騒音のうるささに関する考察, 日本音響学会誌, vol 29, No 4 (1973).
- 6) 橋 秀樹: 等価騒音レベル (Leq) の測定, 騒音制御, vol. 4, No 5 (1980) p. 4
- 7) 東京都北区: 在来線鉄道騒音・振動調査結果報告書 (1981).