

航空機騒音の L_{AE} 算出方法及び $WECPNL$ と L_{den} の関係について

A L_{AE} Calculation Method of the Aircraft Noise and Relations of $WECPNL$ and L_{den}

菊地 英男 星川 大介 木戸 一博

Hideo KIKUCHI, Daisuke HOSHIKAWA, Kazuhiro KIDO

新たな航空機騒音に係る環境基準が平成 25 年 4 月から施行されるにあたり、環境基準の類型指定見直しのための新たな評価指標である時間帯補正等価騒音レベル (L_{den}) による実態把握と、これまで常時監視により蓄積された膨大なデータの継続性を確保する必要が生じた。そこで、防衛施設の飛行場周辺地域を対象として、 L_{den} を算出するために必要な航空機 1 機ごとの単発騒音暴露レベル (L_{AE}) を、既存の測定で得られている航空機騒音の最大騒音レベル ($L_{A,Smax}$) と継続時間を用いて推計式を作成し、その有効性を確認した。また、航空機騒音に係る環境基準の範囲である $WECPNL$ 70~75 と L_{den} の関係は、 $WECPNL \div L_{den} + 15$ であることが判明した。この関係は、飛行場の形態や使用機材等によって異なることが示唆されることから、新たな環境基準に係る類型指定を行う場合には、航空機騒音の実態を調査し、実情に合わせた類型あてはめを行う必要がある。

キーワード：航空機騒音；環境基準；加重等価継続感覚騒音レベル；時間帯補正等価騒音レベル；
単発騒音暴露レベル

Key words : Aircraft Noise ; Environmental Quality Standards ; $WECPNL$; L_{den} ; L_{AE}

1 はじめに

航空機騒音に係る環境基準の一部が改正（平成 19 年 12 月 17 日環告第 114 号）され、平成 25 年 4 月 1 日から施行されることになった。この改正においては、騒音の評価指標が $WECPNL$ （以下「 W 値」と言う。）から時間帯補正等価騒音レベル (L_{den}) に改正された。

また、新たな評価指標に改正するあたり、従来から使用されてきた W 値と L_{den} の関係が比較検討され、その差が 13 であることが明らかとなったことから、基準値はこの値をもって改定された。しかし、この差は飛行場の運行形態や周辺地域の環境条件によって異なることが考えられるため、今回は L_{AE} に対する積分範囲の影響及び L_{AE} 推計式について理論的考察を行い、防衛施設の飛行場を対象に L_{AE} 推定式の有効性と L_{den} と W 値の関係について検討を行った結果を報告する。

2 測定地点等

今回対象とした飛行場は、戦闘機等の訓練が主体の防衛施設であり、飛行場周辺の状況と測定地点を図 1 に示す。A から D 地点までは通年測定地点であり、環境騒音観測装置（リオン株式会社 NA-36）に航空機騒音処理プログラムカードを装備し航空機騒音の常時監視を行っている。航空機騒音として識別するための設定条件は、プリセットレベルを 70dB~76dB、継続時間を 3 秒として、周波数重み特性を A、時間重み特性を S（緩）に設定し、航空機 1 機ごとに発生時刻、最大騒音レベル（以下「 $L_{A,Smax}$ 」と言う。）、継続時間（最大騒音レベル-10dB）、単発騒音暴露レベル（サンプル周期 0.1sec、以下「 L_{AE} 」と言う。）、暗騒音 ($L_{90,10min}$) の 5 項目を測定してい

る。これらの結果を用いて 1 日単位の L_{den} 及び W 値を算出した。

また、今回実測調査を行った No.1~No.5 地点は、普通騒音計等（リオン株式会社 NL-21, 32）を用い、周波数重み特性及び時間重み特性は通年測定地点と同じ設定にし、4~7 日間の騒音レベルを 0.1sec 間隔でメモリーに連続記録し、後日ソフトを用いて航空機 1 機ごとに発生時刻、 $L_{A,Smax}$ 、継続時間、 L_{AE} を求め、更に 1 日単位の L_{den} 及び W 値を算出した。

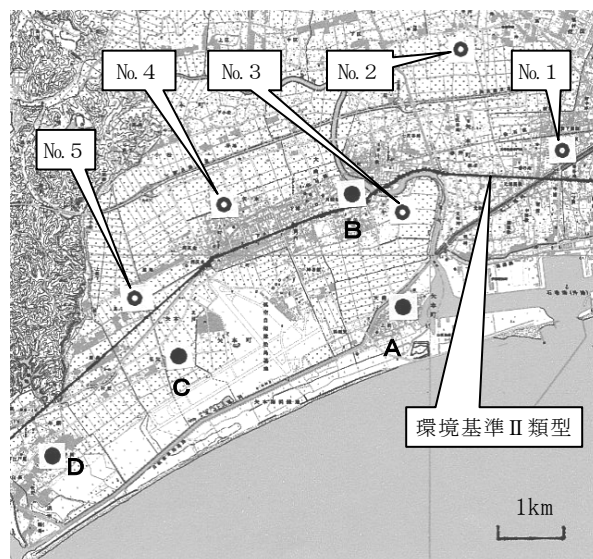


図 1 飛行場周辺の状況と測定地点の配置

3 L_{AE} に対する積分範囲の影響

初めに、航空機 1 機毎の L_{AE} を求めるには航空機騒音が暗騒音から 10dB を超えている時間全てについて積分を行う必要がある。

しかし、この値とほぼ同じ L_{AE} を算出できれば、積分の対象とする時間を短縮することが出来ることから、 $L_{A,Smax}$ からの積分範囲を変化させた場合に L_{AE} に与える影響について検討した。検討にあたり、航空機騒音レベルの時間変化を三角近似と仮定し、影響を受ける積分区間を -100dB までと仮定した総エネルギー量を基準として、継続時間を 5, 10, 20sec の 3 パターン、 $L_{A,Smax}$ からの積分範囲のレベル差を $-5\sim-60\text{dB}$ まで変化させて、それぞれの総エネルギー量を算出し、エネルギー比をレベル換算した結果を図 2 に示す。

この図より、 L_{AE} に対する影響は、積分区間が同じであれば継続時間の変化による影響は小さいが、 $L_{A,Smax}$ からの積分区間が広がるほど L_{AE} に対する影響が増大し、積分区間が $L_{A,Smax}$ から -5dB の場合は $1.5\sim 1.6\text{dB}$ 、 -10dB の場合で約 0.5dB 、 -20dB 以上では 0.1dB 以下であった。この結果、 -10dB の積分範囲で 0.5dB の影響があることは、既往の調査¹⁾と等しい結果であった。

これらのことから、 $L_{A,Smax}$ から -10dB の区間を積分範囲とすれば実用的には充分であると思われる。

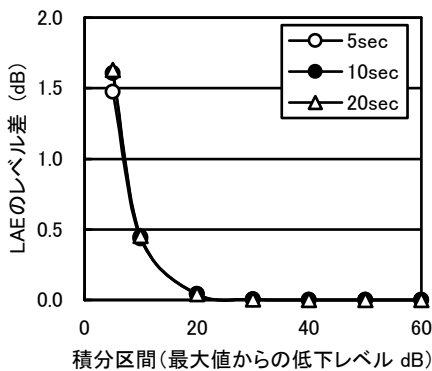


図 2 積分区間が L_{AE} に与える影響

4 L_{AE} 推計式の検討

L_{AE} を $L_{A,Smax}$ と継続時間を用いて算出する方法は、騒音レベルの時間変化を三角近似できると仮定した以下の推計式が導かれ、実測値との差が -0.7dB であった¹⁾としている。

$$L_{AE} = L_{A,Smax} + 10\log(T_{dur}/2) = L_{A,Smax} + 10\log(T_{dur}/20) + 10 \dots \dots \dots (1)$$

T_{dur} : 航空機騒音の継続時間 ($L_{A,Smax} - 10\text{dB}$)

この結果によると、航空機騒音を実際よりも低く推計することになるため、より実態に近づくような推計式について、音圧を対数変換したレベル波形、いわゆるレベルレコーダに記録される波形を三角近似に仮定して検討した。継続時間を $5\sim 80\text{sec}$ に設定し、 $L_{A,Smax}$ が継続時間中一定であるとした場合の総エネルギー量に対する、三角近似したレベル変化を 0.1sec 間隔でエネルギーに変換して算出したエネルギー量の比を求めた結果を図 3

に示す。

この図から、継続時間が長くなるほどエネルギー比が大きくなり、継続時間 5sec で 0.385、20sec で 0.389、80sec で 0.391 であることが判明した。このことから、実用的には継続時間が 10sec 以上であればエネルギー比を 0.39 とほぼ一定に見なすことができる。

このことから、既往の調査と同じように L_{AE} の推定式を作成した結果 2 式が得られた。

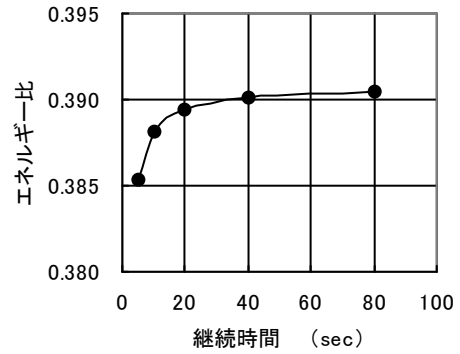


図 3 継続時間に対するエネルギー比

$$L_{AE} = 10\log(10^{(L_{A,Smax}/10)} \times 0.39 \times T_{dur}) = L_{A,Smax} + 10\log(T_{dur}) - 4.09 \dots \dots \dots (2)$$

一方、1 式を更に展開すると 3 式が得られる。

$$L_{AE} = L_{A,Smax} + 10\log(T_{dur}) - 3.01 \dots \dots \dots (3)$$

2 式と 3 式の定数項の差が約 1dB となっているのは、推定式を作成時に 1 式は騒音の音圧波形そのものから導いた L_{AE} であるためにエネルギーそのものの比率として 0.5 (50%) を使い、2 式は前述したようにレベル波形のエネルギー比から算出した 0.39 (39%) を用いて推定式を作成したことに由来しているものと推察される。

ここで、A~D 地点について L_{AE} の実測値と 1 式及び 2 式から推定した L_{AE} を比較した結果を表 1 に示す。

平均値の欄の実測は A~D 地点における 1 年間に飛行した航空機 1 機毎の L_{AE} を算術平均したものである。1 式及び 2 式はそれぞれの推計式から算出した航空機 1 機

表 1 L_{AE} の実測値に対する推定値の差

項目		A	B	C	D
平均値	実測	90.3	90.1	94.6	93.0
	1 式	+0.6	+1.0	+0.9	+0.6
	2 式	-0.4	±0.0	-0.1	-0.3
σ	実測	8.6	5.4	6.7	8.1
	1 式	±0.0	+0.1	+0.1	-0.1
	2 式	±0.0	+0.1	+0.1	-0.1
n		11,924	5,292	11,967	9,078

注 1: 平均値及び σ (標準偏差) の単位は dB である。
注 2: 1 式, 2 式の欄は実測値からのレベル差を表す。

毎の L_{AE} と実測値との差の平均値を示している。これによると、実測値と平均値の差は、1式で $0.6 \sim 1.0\text{dB}$ 高く、2式は $0.0 \sim 0.4\text{dB}$ 低い結果であった。1式よりも2式の差が小さいのは、測定機器（リオン(株)NA-36）がレベル波形からサンプリング方式により L_{AE} を算出しているためであり、このような場合には2式が有効と思われる。

5 WECPNL と L_{den} の関係

測定地点 A~D 及び No.1~5（以下「実測 5 地点」と言う。）の計 9 地点において測定した結果の例示として、D 地点における W 値と L_{den} 実測値の関係を図 4 に示す。これらの関係は各地点（実測 5 地点はデータ数が少ないため一括処理）とも同じで、相関係数は 0.98 以上と強い相関があることから、各地点について最小二乗法により回帰式を作成し、 W 値に対する L_{den} の差を集計した結果を表 2 に示す。 W 値と L_{den} の関係を見ると、航空機騒音に係る環境基準である $70 \sim 75 W$ の範囲にあつては、 W 値と L_{den} の関係はほぼ 15 の差であり、特に、離陸の影響が大きい D 地点の差が最も大きかった。

また、この差については、A~D 地点では W 値が大きい地域、すなわち離着陸コース下で飛行場に近いほど L_{den} との差が大きくなっている。一方、飛行場から遠く離れている地点は、 W 値が小さいほど L_{den} との差が小さ

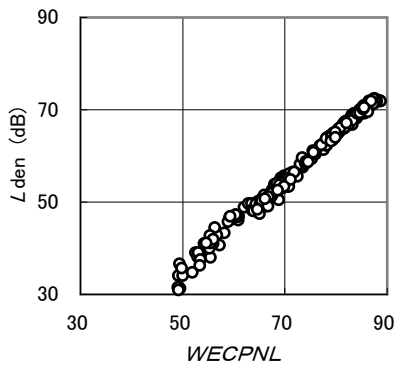


図 4 WECPNL と L_{den} の関係 (D 地点)

表 2 WECPNL に対する L_{den} のレベル差

地点	$WECPNL$ と L_{den} の差 (dB)					n
	50	60	70	75	80	
A	14.5	14.6	14.6	14.6	14.6	255
B	13.6	13.9	14.4	14.6	14.8	211
C	13.3	13.8	14.3	14.5	14.7	262
D	15.0	15.1	15.2	15.3	15.3	265
他	12.6	13.6	14.5	15.0	15.5	29

注：表中の単位は dB である。

くなる傾向がある。

なお、 W 値と L_{den} の差が大きくなる原因について考察すると、継続時間に対する W 値と L_{den} の差を図 5-1 及び 5-2 に例示するが、継続時間が長くなるにつれて両者の差も小さくなり、継続時間が 20 秒程度であれば、その差もほぼ 13 になることが読み取れる。今回対象とした飛行場は戦闘機の訓練が主体であることから継続時間が短い場合が多く、そのために W 値と L_{den} の差が大きくなったものと考えられる。

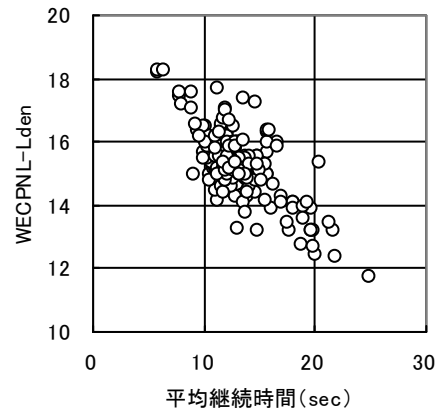


図 5-1 平均継続時間と $WECPNL-L_{den}$ の関係 (D 地点)

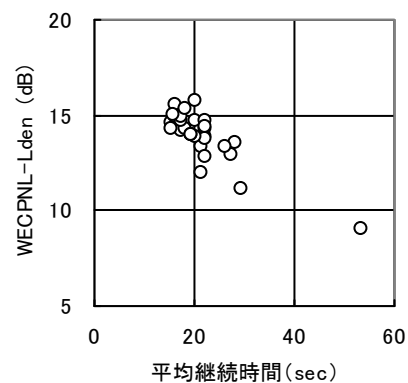


図 5-2 平均継続時間と $WECPNL-L_{den}$ の関係 (実測 5 地点)

6 まとめ

新たな航空機騒音に係る環境基準が平成 25 年 4 月から施行されるにあたり、評価指標である L_{den} による環境基準の類型指定見直しのための実態把握と、これまで常時監視により蓄積された膨大なデータの継続性を確保する必要が生じる。このため、既存のデータを用いた新しい L_{AE} の推計式を作成し、その有効性を確認した。これにより、航空機 1 機ごとの $L_{A,Smax}$ と継続時間を用いて L_{AE} を推定することにより、更に精度の良い L_{den} を算出することが可能になった。

また、今回の調査では航空機騒音に係る環境基準の範囲である $70 \sim 75 W$ と L_{den} の関係は

$$WECPNL \cong L_{den} + 15$$

であることが判明した。しかし、この関係は W 値が大きいほど第2項の定数が大きくなる傾向にあった。

この差については、航空機騒音の継続時間が短い飛行場、すなわち、防衛施設の飛行場のうち戦闘機を中心に飛行している飛行場については W 値と L_{den} の差が大きくなり、反対に継続時間の長いヘリコプターを中心に飛行している場合や飛行場から遠く離れている地点ではその差が小さくなることが想定される。従って、飛行場の形態や使用機材等によって W 値と L_{den} の差が異なることが示唆されることから、新たな環境基準に係る類型指定を行う場合には、航空機騒音の実態を調査し、実情に

合わせた類型あてはめを行う必要があると思われる。

7 謝 辞

本検討を行うにあたり、通年測定地点の常時監視データの提供を受けた東松島市に対し、ここに感謝の意を表します。

8 参考文献

- 1) 環境省：“平成17年度航空機騒音に関する評価方法検討業務報告書”平成18年2月