

特集

在来鉄道に対する騒音指針と L_{Aeq} の導入

(財) 小林理学研究所 加 来 治 郎

はじめに

平成7年 12 月に環境庁は、在来鉄道の新設または大規模改良に際して、生活環境を保全し、騒音問題が生じることを未然に防止する上で目標となる当面の指針を発表した。本指針は、騒音の評価量に等価騒音レベル L_{Aeq} が採用されていることや騒音の評価が近接側軌道中心から 12.5m の地点で行われるなどの点で、道路や新幹線に対して制定されている環境基準とは性格が少し異なる。

ここでは、先ず、この指針の概要と設定に至るまでの背景を示し、次いで評価量として採用されている等価騒音レベル L_{Aeq} について解説する。

1 指針の概要

環境庁の提案した在来鉄道に対する騒音指針は、概ね以下のように要約できる。

- (1) 対象:在来鉄道の新線または大規模改良線における列車の走行音を対象とする。
- (2) 指針:新線に関しては、等価騒音レベル(L_{Aeq})として、昼間(7～22 時)については 60dB 以下、夜間(22～翌日7時)については 55dB 以下とする。大規模改良線に関しては、騒音レベルの状況を改良前より改善すること。
- (3) 測定方法:原則として、当該路線を通過する全列車を対象として単発騒音暴露レベル(LAE)を測定し、時間帯ごとの等価騒音レベルを算出する。
- (4) 測定点:近接側軌道中心から 12.5m の地点で、地上 1.2m の高さとする。

(1)については、在来鉄道に対する騒音苦情が津軽海峡線や本州四国連絡橋のような新設線に対して多発したこと、都市内の鉄道については多くの路線で立体交差化が計画されていること、既設の鉄道については騒音対策の実施が難しいこと、等を考慮して決定された。なお、防音壁が設置できない踏切等の区間、及びロングレール化が困難な分岐器設置区間や急カーブ区間などは指針の対象外とされている。

(2)の騒音評価量としての L_{Aeq} の採用は、在来鉄道は路線によって列車本数が大きく異なるため、新幹線の環境基準に適用されている騒音レベルのピーク平均値では適正な評価ができないと判断されたことによる。 L_{Aeq} は環境騒音の評価量として ISO(国際標準化機構)が推奨して以来、諸外国でも各種の騒音基準値の評価量として広く採用されるようになっている。

指針の検討に当たっては以下の4点が総合的に考慮され、昼間 60dB、夜間 55dB の値が設定された。

鉄道騒音に対する住民意識

WHO(世界保健機構)が示した騒音に係るクライテリア

諸外国における鉄道騒音についての指針等

技術的対応可能性

具体的な数値の設定は新線のみで、大規模改良線に対しては環境非悪化を唱えるに止まったが、これについては新設線で騒音苦情が多発したこと、及び複線化のような線路構造の変更を伴わない大規模改良では 技術的可能性の面で指針の達成が困難と考えられたためである。

(3)における単発騒音暴露レベルLAEは、個々の列車が放射した騒音の全エネルギー量に相当する値であり、積分形騒音計を用いる方法とレベル記録から一定の間隔で騒音レベルを読み取って計算する方法のいずれかの方法で求めることができる。なお、指針では、動特性 slow で測定した騒音レベルの最大値 L_{Amax} から次式を用いて LAE を推定してもよいとしている。

$$LAE = LA_{max} + 10 \times \log 10 t$$

t:列車の通過時間(秒)

通過列車ごとの LAE から時間帯別の LA_{eq} は次式によって算出する。

$$LA_{eq} = 10 \times \log 10 [(\sum_{i=1}^n 10^{LA_{eqi}/10})/T]$$

ここで、nは時間帯ごとの列車通過本数、Tは時間(秒)である。

(4)の騒音の測定点を 12.5m 点の地上 1.2m としたことは、鉄道事業者に対して騒音対策の目標を明確にするためであり、この点からも、本指針が道路や新幹線に対する現行の環境基準とは異なる排出基準的な性格を有していると考えられる。ただし、指針の中で、測定点と異なる場所において、鉄道騒音が問題となる場合には、参考のため、当該場所でも併せて測定を行うことが望ましいとしており、12.5m 以内の場所や地上 1.2m より高い場所においても鉄道事業者に対して相応の対策を期待している。

2 等価騒音レベル LA_{eq} について

今回の在来鉄道の騒音指針に評価量として採用された LA_{eq} を取り上げ、導入の背景や実際に LA_{eq} を測定する際の問題点などを述べる。

(1) LA_{eq} 導入の経緯

現在、わが国では道路、航空機、新幹線の各交通機関に対して環境基準が制定されているが、道路交通騒音については L₅₀、航空機騒音については WECPNL、新幹線騒音についてはピーク騒音レベルの平均値 L_{Amax} とそれぞれ異なった評価量が用いられている。又、騒音規制法では、工場・建設作業からの騒音に対して、間欠的な場合はピークレベルの平均値、不規則に変動する場合は 90%レンジの上端値 L₅ 等をもって評価することとしている。

これらの評価量に基づいて長年騒音行政が行われ、環境保全の上で大きな効果をあげてきたのは事実であるが、最近では、騒音源によって評価量が違うことによる問題、あるいは評価量そのものが現状の騒音を適切に評価していないという問題が指摘されるようになってきている。例えば、前者については環境アセスメントで道路と鉄道が複合する場合に総合的な評価ができないという事実、後者については東海道新幹線程度の運行本数を前提として制定された環境基準が運行本数の少ない東北や上越の新幹線にそのまま適用されているという事実をそれぞれ挙げることができる。

一方、国際的には、1950 年代の後半から ISO において騒音の評価方法に関する審議が始まり、そこでは定常騒音、不規則変動騒音、間欠騒音及び衝撃騒音を含むあらゆる騒音に対して統一された物理量で評価を行う方向で検討が進められ、結局、等価騒音レベルが環境騒音の評価量として最も望ましいという形にまとめられた。この ISO の決定を受け、欧米の国々では道路交通騒音や鉄道騒音に対する指針や基準において LA_{eq} を評価量として採用するようになった。わが国でも、1983 年の JIS Z 8731「騒音レベル測定方法」の改訂において環境騒音の評価量として LA_{eq} が新たに導入されたが、本格的な騒音評価量としての採用は今回の指針が最初である。

次に、現行の環境基準で使用されている騒音評価量(L₅₀、WECPNL、L_{Amax})についてその特質を論じてみよう。

先ず、騒音評価量として必要な条件として以下の項目を挙げることができる。

騒音に対する人間の主観的な判断と対応がよく、さらに長時間の累積効果が評価できること。

各種の騒音に対して統一的に適用できること。

単一な数字で表現できること。

標準化された測定器で測定できること。

各種条件のもとで予測可能であること。

時間率中央値 L_{50} は、道路交通騒音のような騒音レベルが時間とともに不規則に変動する騒音の評価量として考案されたものである。間欠的な騒音には適用することができず、又、統計量であるためにエネルギー的な加減算ができないといった問題点を有している。

航空機騒音の評価量である $WECPNL$ については、わが国の環境庁は次式に示すような近似式を採用している。

$$WECPNL = L_{Amax} + 10 \times \log_{10}(N_1 + 3 \times N_2 + 10 \times N_3) - 27$$

ここで、 L_{Amax} は全飛行機についてのピーク騒音レベルの平均値、 N_1 は昼間(7:00～19:00)、 N_2 は夕方(19:00～22:00)、 N_3 は夜間(22:00～翌7:00)における運行本数である。

このように $WECPNL$ の算出においては、時間帯による機数補正を行ってはいるが、運行本数の対数値を加えることはすべての飛行機の騒音のエネルギー量を合計することになり、基本的に $WECPNL$ は等価騒音レベルの一種と考えることができる。ただし、次に述べる新幹線のピーク平均値と同じく $WECPNL$ は間欠騒音の評価量であり、道路交通騒音のような不規則変動騒音には適用できない。

新幹線鉄道の環境基準では、連続して走行する20本の列車の上位10本のピーク騒音レベルのパワー平均値 L_{Amax} を評価量としている。新幹線に関しては、走行する車両や速度がほぼ等しく、又、東海道・山陽の両新幹線については将来的にも本数の大きな差異はないと考えられたことから、ピーク平均値が採用されることになった。上越新幹線の開業した現在、東海道と上越の間には運行本数で3～4倍の違いがあり、これをエネルギー量に換算すると($10 \times \log_{10} n$ で与えられる)5～6dBの差となる。在来鉄道は、走行する列車の種別、速度、運行本数等が路線によって大きく異なるため、新幹線のピーク平均値を評価量として適用することはできない。

このように現行の評価量はいずれも先にあげた5つの要件をすべて満たすものではなく、ほぼすべての要件を満足する L_{Aeq} が在来鉄道騒音の評価量として採用されることになった。それでは L_{Aeq} がどうして要件を満たすことができるのかを次に考えてみたい。

(2) 騒音評価量としての L_{Aeq} の特質

L_{Aeq} は、ある観測時間内で発生した騒音の全エネルギーを観測時間で平均した騒音レベルとして定義される。この騒音のエネルギーに対応した量であるということが評価量としての L_{Aeq} の大きな特徴の一つといえる。

先ず、要件(1)の各種騒音に対する人間の主観的判断については、実験室における心理実験や住民意識調査を含む社会調査等によって等価騒音レベルが他のいずれの評価量よりも人間の判断との対応のよいことが多くの研究者によって明らかにされている。すなわち、騒音から人間が受ける影響は騒音のエネルギー量に比例するということであり、一般に等エネルギー原理として認識されている。

騒音のエネルギーに対応した量であることから、要件(2)に示されるように定常騒音、不規則変動騒音、間欠騒音等の騒音の種別によらず騒音評価量としての統一的な適用が可能である。 L_{Aeq} を

用いることによって、評価量が違うために音源間での騒音レベルの比較や加減算ができないといったこれまでの問題は解消することができる。例えば、同一地域内に L_{50} で70dBの道路交通騒音と L_{Amax} で73dBの新幹線騒音が同時に存在する場合、両者のdB合成ができないためにこのままでは複合騒音としての評価はできないが、これが L_{Aeq} で表された値であれば合成値75dBとして環境騒音を評価することができる。

要件(5)の予測に関しては、鉄道や航空機については L_{Amax} が L_{AE} に変わるだけで予測精度に大きな変化はないが、道路交通騒音については車両の分布状態によらずに交通量と速度で決定される L_{Aeq} の方が L_{50} よりも明らかに予測の精度が上がるものと考えられる。

(3) L_{Aeq} の算出における留意事項

積分形騒音計の普及した今日において、 L_{Aeq} の計算に必要な個々の列車の単発騒音暴露レベル L_{AE} は騒音レベルの最大値と等しく容易に測定できる。測定において注意すべき点は、対象騒音以外の騒音、いわゆる暗騒音が測定値に影響しないようにすることであり、環境庁の指針にも明記されているように列車騒音と暗騒音との差が10dB以上となる範囲で積分を行う必要がある。図1に示した列車騒音のレベル変動の例においては、時刻 t_1 、 t_2 に積分形騒音計のスタート及びストップのボタンを押せばよい。記録紙上のレベル記録から読み取る場合は、サンプリングの時間間隔をできるだけ短くすることが望ましい。なお、サンプリングの時間間隔を t (秒)とすると、騒音レベルの全読み取り値のパワー合成した値に $10 \times \log_{10} t$ を加えた値が単発騒音暴露レベル L_{AE} となる。

在来鉄道騒音の L_{Aeq} の測定では、測定すべき列車本数をどのように決めればよいかが大きな問題となる。全列車を対象に測定することが最も正確ではあるが、決まった車両が一日の中で繰り返し使用されることの多い在来鉄道では効率的な測定とはいえない。いくつかの路線で得られた実測結果を基に、全測定データから算出した L_{Aeq} とデータのサンプリング数を $1/2$ 、 $1/4$ 、 $1/8$ 、 $1/16$ 、 $1/32$ と減じて推定した L_{Aeq} との差をプロットした結果を図2に示す。データのばらつき(標準偏差)が小さいほど測定本数は少なくてもよく、例えばJRのD路線ではたかだか10本程度の列車のデータから全列車(309本)を推定しても誤差は ± 1 dBの範囲内に収まっている。データのばらつきは実際に測定を行って初めて把握できるものであるが、ここに示される調査結果から判断する限り、全列車の20%(路線によっては10%)程度を測定すれば ± 1 dBの誤差で等価騒音レベルを推定することが可能である。

(かく じろう)