

無人による鉄道騒音測定手法の検討*

鴨志田

均**

キーワード ①鉄道騒音 ②在来線鉄道 ③無人測定

要 旨

在来線鉄道に係る騒音苦情が多いことを受けて、環境省は実態の把握を目的に「在来鉄道騒音測定マニュアル」(平成22年5月)を策定した。このマニュアルでは原則として、有人により1日のうちに運行されるすべての列車を対象に測定を行うと定めており、貨物路線等では24時間の測定を実施することになる。しかし、調査を担当する地方公共団体では、さまざまな事情から対応することは困難な状況にあると考えられる。

そこで、汎用の測定機器を使用した無人による測定手法を考案して検証を行ったところ、この手法でも鉄道騒音の実態をおおむね把握できることが確認された。

1. はじめに

我が国の鉄道騒音については、新幹線鉄道について「新幹線鉄道騒音に係る環境基準」(昭和50年7月29日環境庁告示第46号)が定められ、その後も「新幹線鉄道騒音に係る環境基準の達成について」等により沿線の騒音対策が進められてきた。それに対して、在来線鉄道は「在来鉄道の施設又は大規模改良に際しての騒音対策の指針について」(平成7年12月20日環大一台174号)が定められているが、既存の在来線鉄道に関する基準等は制定されておらず、沿線住民から寄せられる騒音苦情に対して、地方公共団体の担当者はその対応に苦慮している。

新幹線鉄道は睡眠への影響がある深夜の時間帯における運行が制限されているのに対して、在来線鉄道は早朝および深夜の時間帯でも運行されており、貨物路線では24時間での運行が行われている。また、在来線鉄道は軌道に近接した沿線に住居等が存在していることもあり、住民から睡眠影

響等に関する苦情が発生している。環境省が行った平成21年度の騒音規制法施行状況調査においても、鉄道騒音苦情の88%を在来線鉄道が占めていた。

そのため、環境省は在来線鉄道騒音の実態の把握を目的に、平成22年5月に「新幹線鉄道騒音測定・評価マニュアル」に併せて「在来鉄道騒音測定マニュアル」(以下、マニュアルと称する)を策定した。このマニュアルでは、原則として1日に通過するすべての列車を測定対象としており、貨物路線では24時間の測定を実施することを定めている。しかし、地方公共団体の諸事情を考慮すると測定の実施には難しい課題がある。

このような状況を受けて、本稿では、測定業務の軽減を目的に検討した無人による鉄道騒音測定手法の検証結果について報告する。

2. 在来鉄道騒音測定マニュアルの概要

環境省が策定したマニュアルでは、評価指標に

*Examination of Unmanned Measuring Method of Railway Noise

**Hitoshi Kamoshida (川崎市公害研究所) Kawasaki Municipal Research Institute for Environmental Protection

「騒音に係る環境基準」や「在来鉄道の新設又は大規模改良に際しての騒音対策の指針について」の評価指標であり、当該路線の運行本数や列車通過時間等を反映し、住民感覚との相関がよいとされている等価騒音レベル(以下、 L_{Aeq} と称する)が採用され、昼間(7時から22時)と夜間(22時から7時)の時間帯ごとによる評価と定められた。

マニュアルで定める主な測定項目は、当該列車の通過時間、車両形式・編成車両数、列車種別、騒音レベル(単発騒音曝露レベル(以下、 L_{AE} と称する)、最大騒音レベル(以下、 L_{Amax} と称する))となっている。また、測定は原則として1日のうちに運行されるすべての列車を対象に行うとされているが、同一車両形式・編成での運行が多い場合は、附録3に基づき、当該路線における L_{AE} の標準偏差値から求めた平均的な測定結果を得るのに十分な最低必要測定本数を測定することで、測定時間を短縮してもよいとされている。しかし、車両形式・編成が一樣でない路線では、マニュアルの附録3に基づく測定時間の短縮はできず、深夜の時間帯での運行が多い貨物路線では24時間体制での測定が不可欠となる。

3. 無人測定の検討

マニュアルに基づく鉄道騒音調査は、有人による測定を原則としており、調査項目が多いため1日のうちに運行されるすべての列車の測定調査には相当数の人員が必要となる。しかし、各地方公共団体の騒音業務担当者数には限りがある。また、近年は地方公共団体の財政状況が厳しく、自動車騒音のような法律に基づく常時監視報告義務が定められていない業務に、委託業務等の新たな予算獲得も難しい状況にある。

そこで、現状の体制で鉄道騒音の状況を把握す

ることを目途に、汎用の測定機器を使用した無人による測定手法を検討した。

3.1 測定手法の概要

測定には、積分型騒音計と列車通過の識別を行うために振動レベル計およびデジタルデータレコーダを使用した。

鉄道騒音の識別に振動レベルを併用した要因としては、一般的に暗振動は暗騒音に比べて安定しており、列車通過時の特徴的な振動を認識しやすい。また、データレコーダ(DA-20)の最大収録時間が、騒音レベルの場合が5時間程度なのに対して、振動レベルでは1,066時間(2ch使用時でも533時間)と長く、24時間以上の収録が可能であることがあげられる。

また、距離において振動レベル計を2台設置することにより、2地点の列車通過時の振動レベル発生時間の差異から、列車の進行方向、さらには列車走行速度等の推測も可能と考えられる。

3.2 通勤路線での検証

この測定手法を検証するため、有人による実態調査と併せて、通勤路線(複線)に沿った比較的交通量の少ない道路で測定を行った。測定に使用した主な測定機器類は次のとおりであり、測定機器の配置は図1のとおりである。

- ・積分型騒音計：NL-22(リオン(株)製)
- ・振動レベル計：VM-53A(リオン(株)製)
- ・データレコーダ：DA-20(リオン(株)製)

測定は、手前(下り)側軌道の中心から12.5mの歩道端(基準点：測定地点1)に騒音計と振動レベル計を配置し、歩道端に平行して30mの距離をおいた位置(測定地点2)に振動レベル計のピックアップを配置した。その上で、2台の振動レベル計の出力端子をデータレコーダに接続して、測定時間内のデータをWAVEファイルとして収録

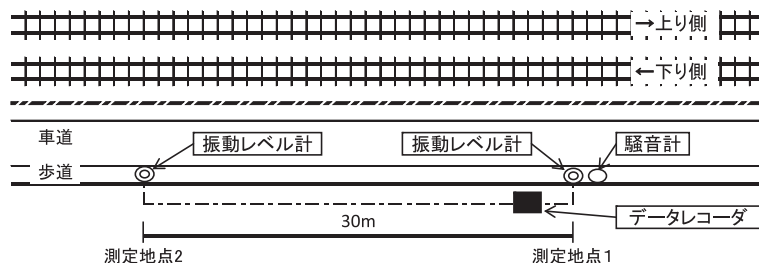


図1 測定器の配置図

した。また、測定地点1では、マニュアルに基づき騒音レベルをサンプリング間隔0.1秒で騒音計のメモリーに保存した。

振動レベルによる通過時間の解析は、波形処理ソフト(DA-20PA1またはDA-40Viewer, リオン(株)製)を使用し、時間重み特性を1秒にして波形の安定化を図ってから、2地点を併行表示して行った。波形処理ソフトによる分析画面の一例は図2のとおりである。

この画図から、測定地点1より測定地点2の方が先に振動レベルの最大値が観測されており、列車が測定地点2から測定地点1の方向に進行していたことがわかる。これから、上り側の列車が走行したことが確認できた。また、走行速度の推計は、原則として双方の波形が安定しており、かつ当該地点の状況を代表する部分で通過時間の差異を計測し、ピックアップの配置間隔の距離から算出した。

なお、当該列車通過時の騒音レベルは、マニュアルに基づき、サンプリング間隔0.1秒で保存し

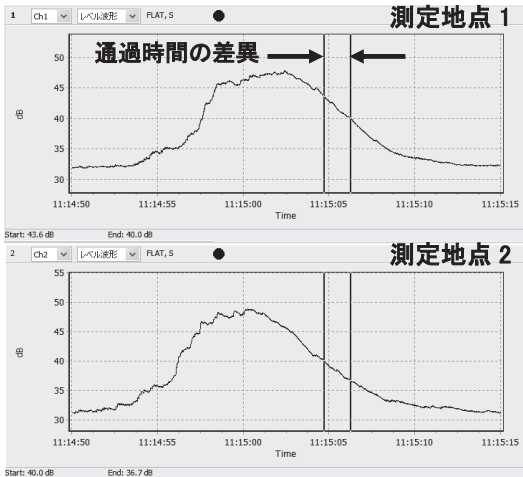


図2 振動レベル波形の例

たデータから L_{AE} および L_{Amax} をデータ処理ソフト(NL-22PA1, リオン(株)製)で導いた。

当該通勤路線で42本の列車を対象に行った検証結果は、表1のとおりである。なお、有人測定における走行速度の計測は、マニュアルで定める方法に基づき、測定者がストップウォッチで計測した列車の通過時間と当該列車の長さ(車両長および編成数)から算出した。

表1より、無人による測定手法でも、列車の通過と進行方向はすべて識別することができた。また、列車走行速度では、有人測定との差異が20 km/h以上もある列車もあったが、78.6%の列車は10 km/h未満であった。マニュアルに基づいたストップウォッチを使用した目視による計測でも、若干の人為的誤差が出るのは想定できるが、検証結果は平均の差異が1.1 km/hとわずかであり、当該路線におけるおおむねの状況は把握できたと考えられる。

3.3 貨物路線での検証

貨物路線は、通勤路線と異なり列車時刻表の入手が困難である。そのため、列車通過時間が不明なため通勤路線以上に列車の識別が難しいものとなる。

今回、この測定手法を使用して、貨物列車が主流となっている路線の軌道に面した公共施設および公園の手前側軌道の中心から12.5 mの地点に騒音計、軌道敷地境界付近に振動レベル計を配置して検証を行った。調査地点は、上下で4本の軌道があり、列車の重複通過を識別することも課題とされた。そこで、過去に同地点付近で行った調査結果から、もっとも小さかった振動レベルを参考に、列車通過時特有の波形から列車通過の識別を行った。なお、列車通過の重複を推測する方法として、次の2種類を考えた。

- ① 騒音および振動レベルの大きさの違う波形

表1 通勤路線における検証結果

列車通過の識別		進行方向の識別		平均走行速度		有人測定との走行速度の差異		
識別回数	比率	識別回数	比率	有人	無人	差異の範囲	回数	頻度
42回	100%	42回	100%	70.6 km/h	69.5 km/h	10 km/h 未満	33回	78.6%
						10 km/h 以上15 km/h 未満	3回	7.1%
						15 km/h 以上20 km/h 未満	4回	9.5%
						20 km/h 以上	2回	4.8%

が連続して現れる。

- ② 騒音および振動レベルの継続時間が大きく異なる。

図3に①の重複通過時による波形の例を示す。貨物列車通過時は、一般的に先頭の機関車のレベルが大きい特徴があるが、図3の測定地点1より、2台の機関車通過時のレベルがはっきり読み取れ、かつ大きさが異なる振動レベルが続いている。それが測定地点2になると異なる波形となり、列車が重複して通過したことが推測された。

検証結果は表2のとおりであった。ピックアップを設置した2カ所の地盤が若干異なっていたため、列車進行方向や走行速度、重複通過の推測で判断が難しいケースもあったが、列車の通過が認識された回数は186回であり、そのうちの14回は重複通過と推測された。列車の通過についてはお

おむね識別できたが、除外音の影響で列車通過時の騒音レベルを特定できなかったのが1回、速度の推測ができなかったのが2回であり、同一軌道を運行する通勤車両で進行方向の推測が時刻表と合致できなかったのが2回あった。

走行速度では、推測の範囲が106.9 km/h から20.0 km/h であり、平均は51.8 km/h であった。東京都環境科学研究所が行った貨物路線を対象とした調査結果や、測定地点が駅から約150 m の距離のために通勤列車の走行速度が遅いことを基に想定した、当該路線における走行速度の範囲である70 km/h 以下の観測回数は84.2%であった。

騒音レベルは、 L_{Amax} の上位半数のパワー平均で75 dB、すべてのパワー平均で73 dB、参考までに行った上位10本のパワー平均は81 dB であった。今年度、今回の測定地点に近く手前側軌道の中心から8 m 付近で20本の列車を対象に行った定点測定では、 L_{Amax} の上位半数のパワー平均で82 dB、すべてのパワー平均で79 dB であり、過去の測定では上位半数のパワー平均が79 dB、すべてのパワー平均で77 dB が記録されている。

また、 L_{Aeq} の評価では、昼間と夜間の時間帯の差異はわずか1 dB であり、貨物路線での夜間時間帯における鉄道騒音の影響が大きいことが確認された。

騒音レベルについては、測定状況が異なるため一概に比較はできないが、距離減衰等を考慮すると今回の騒音レベルに近い値になることが想定でき、走行速度も想定範囲内の列車が多いことから、当該路線の鉄道騒音の状況は、おおむね把握できたと考えられる。

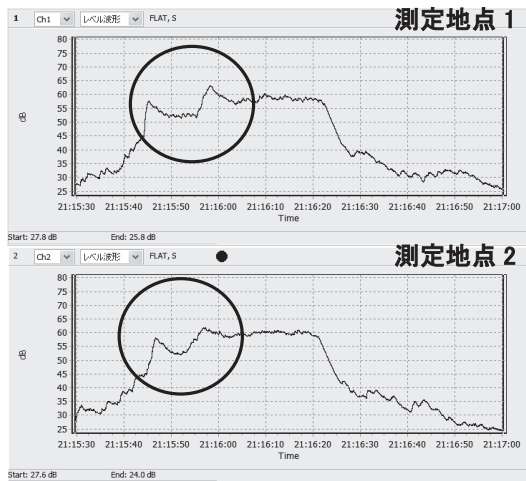


図3 列車重複通過波形の例

表2 貨物路線における検証結果

測定項目	測定結果	測定項目	測定結果
観測回数	186回	騒音レベル	
単発通過回数	172回	特定回数	171本
重複通過回数	14回	除外音による欠測本数	1本
通過列車本数	200本	L_{Amax} のパワー平均	73 dB
通勤車両	72本	L_{Amax} 上位半数のパワー平均	75 dB
貨物車両	128本	L_{AE} の平均	81.2 dB
通勤車両の進行方向識別合致数	70本 (97%)	L_{Aeq} (昼間)	55 dB
走行速度の平均	51.8 km/h	L_{Aeq} (夜間)	54 dB
走行速度の範囲	106.9~20.0 km/h		

4. おわりに

鉄道騒音において、在来線鉄道は軌道が住宅等に近接し、かつ深夜の時間帯にも運行されているため、睡眠影響等に関する苦情が多く寄せられている。環境省は実態の把握を目途に「在来鉄道騒音測定マニュアル」を策定したが、限られた地方公共団体の騒音振動担当者が長時間に及ぶ測定を行うのは困難である。そこで、汎用の測定機器を使用して無人による鉄道騒音測定手法を考案して検証を行った。

鉄道騒音を精度よく測定するためには有人による測定に勝るものはないが、通勤路線における有人測定との検証ではすべての列車で通過を識別でき、進行方向もすべて判別できた。また、走行速度の差異も平均で1.1 km/hであり、10 km/h以内が78.6%と高い確率であった。貨物路線で行った検証でもほとんどの列車が識別されたと想定され、除外音の影響で騒音レベルの特定ができなかったのは1回のみであった。このことから、こ

の測定手法でも当該路線の鉄道騒音の状況をおおむね把握できることが検証され、測定業務の負担軽減ができるものと期待できる。

しかし、測定に際しては、暗振動および暗騒音の影響が少なく24時間無人で測定器を設置できる場所の確保や測定対象路線における運行状況等の事前把握や測定機器設置場所等の確認等の課題がある。また、測定精度を向上させるために、検証を継続して騒音レベルおよび振動レベル波形の解析技術向上を図る必要がある。

—引用文献—

- 1) 環境省水・大気管理局大気生活環境室；在来鉄道騒音測定マニュアル，2010
- 2) 環境省水・大気管理局大気生活環境室；平成21年度騒音規制法施行状況調査，2010
- 3) (公益社団法人)日本騒音制御工学会；騒音規制の手引き，技報堂，東京，2006
- 4) 門屋真紀子，末岡伸一；貨物鉄道騒音の実態調査，東京都環境科学研究所年報，東京，2010