

都内の道路交通振動の実態について

末岡 伸一 庄司 匡範

要 旨

我が国の振動評価には、 L_{V10} （80%レンジ上端値）が用いられているが、国際規格ではこれとは異なる手法が定められている。そこで、筆者らは振動評価の見直し調査を行っており平成15年度に実施した道路交通の振動調査について報告する。24時間振動調査によれば、交通量の減少する夜間でも振動レベルの低下は見られず、幹線道路調査によれば、同一路線でも場所により大きく振動レベルが異なっていた。また、振動予測での活用が考えられている L_{veq} （等価振動レベル）について検討を行ったところ、交通量の多い幹線道路では、 L_{V10} と L_{veq} の差は、約3dBで一定であったが、間欠的に振動が発生する道路では、この関係が成り立っていなかった。

キーワード：振動、振動レベル、ISO、80%レンジ上端値、 L_{V10} 、等価振動レベル、 L_{veq} 、道路交通振動、幹線道路、24時間調査、特大車

Road traffic vibration in Tokyo

SUEOKA Shinichi, SHOJI Masanori

Summary

L_{V10} (upper end of 80% range) is used for an evaluation of vibration in Japan, but the different technique is used internationally. So, we are considering reexamination of the evaluating technique of vibration. This report describes the investigation of road traffic vibration in 2004.

According to the 24-hour investigation in some roads, the vibration level did not fall at night when traffic decreased, and according to the investigation in main roads, the vibration level changed greatly with places in the same road.

When we examined L_{veq} (equivalent continuous vibration level), used for calculation vibration level, the difference of L_{V10} and L_{veq} was as fixed as 3dB in the main roads with heavy traffic, but this relation was not realized in the roads which vibration generators intermittently.

key word : vibration, vibration level, ISO, upper end of 80% range, L_{V10} , equivalent continuous vibration level, L_{veq} , road traffic vibration, main road, 24-hour investigation, extra-large car.

1 はじめに

振動の評価については、ISO（国際標準化機構）で精力的に検討が行われており、我が国の振動レベル計規格（JIS C 1510）や振動規制法の制定時¹⁾に参考とされた当時のISO規格案とは、根本的に異なるISO

2631が制定されている。この最新のISO規格については、国際整合化の考え方から平成16年にJIS B 7760-2として翻訳されており、従来のJIS C 1510とあわせて2つの国内規格²⁾が存在することになっている。また、デジタル技術の発展により従来は困難であ

った等価振動レベルの算出が容易になっており、予測計算への活用が始まっている。

このような背景から、筆者らは振動評価手法の見直し検討を行っており、最新の振動実態について調査した。本報は、平成15年度に実施した都内幹線道路周辺の振動調査について取りまとめたものである。

2 振動測定

① 測定法

現在の振動評価は、鉛直方向の振動に着目して、敷地境界（官民境界）で評価している。その主たる理由としては、①人の感覚は鉛直方向がより鋭敏である、②実務を担う行政機関にとって簡便である、とされてきた。しかしながら、振動公害は最終的に屋内に伝搬し、そこに居住する住民からの苦情等となるもので、敷地境界における振動は、家屋などへの伝搬の結果その方向や大きさが変化することが考えられる。

そのため、本報においては、敷地境界の鉛直及び水平方向の XYZ 3 軸について実測を行い、最近の振動実態について検討を行った。また、従来はアナログ式の振動レベル計とレベルレコーダによる測定記録が一般的であったが、最近ではデジタル式の振動レベル計が発売され、容易にデータ処理が可能となったため、等価振動レベル (L_{veq}) についても算出を行った。この等価振動レベルは、物理的意味付けが明確で予測手法構築という点から有用なものとされており、騒音制御工学会が最近報告³⁾した道路交通振動の予測式においても第一段予測量として使用されている。

なお、法令では、評価に使用する鉛直方向の周波数補正振動加速度レベルを振動レベルとしているが、本報では XYZ それぞれの方向についての周波数補正振動加速度レベルを振動レベルと記述する。

② 測定対象

今回の測定は、24時間道路環境振動調査、幹線道路振動実態調査、の2つの調査を行った。24時間調査は、幹線道路の沿道における振動の時間変化を調べるため実施したもので、この種のデータが十分に存在しないため、都内の計5か所において実施した。幹線道路調査は、より詳細に振動評価量を検討するために実施したもので、振動測定のほか、DATにデータを収録して周波数分析を行い、新たな振動評価量の検討に利用するものである。

③ 測定機器

振動測定は、デジタル型振動レベル計（リオン株製 VM-53A）によりXYZ 3 軸方向について振動加速度を測定した。ここで、Zは鉛直方向、Xは道路に平行な方向、Yは道路に直角な方向である。また、幹線道路調査では、DAT式のデータレコーダ（ソニー株 PC-204A）に収録し1/3オクターブ分析器により周波数分析を行った。測定は、原則として毎正時から10分間の測定とし、その値で1時間を代表させた。

3 24時間道路環境振動調査

測定地点は、表1に示す都内の交通量の多い幹線道路5路線で、道路境界（官民境界）で調査を行った。

表1 24時間道路環境振動調査地点

道路名	測定地点
国道 246号	世田谷区上馬
環状7号線	江戸川区大杉
目白通り	練馬区谷原
日光街道	足立区六月
環状8号線	世田谷区砧

調査結果を図1に示したが、 L_{v10} は80%レンジの上端値であり、 L_{veq} （等価振動レベル）は下記に示す式で算出される。

$$L_{veq} = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{t_1 - t_2} \int_{t_2}^{t_1} \frac{a(t)^2}{a_0^2} dt \right]$$

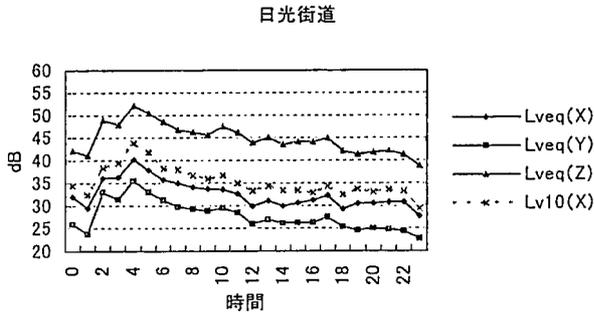
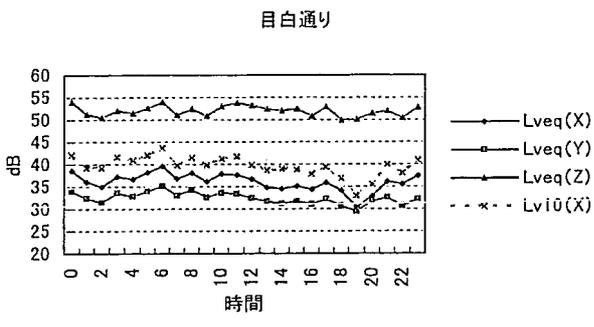
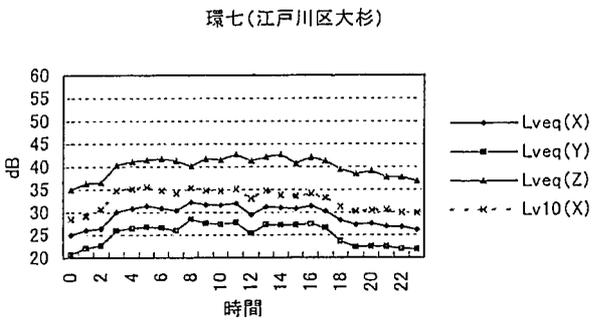
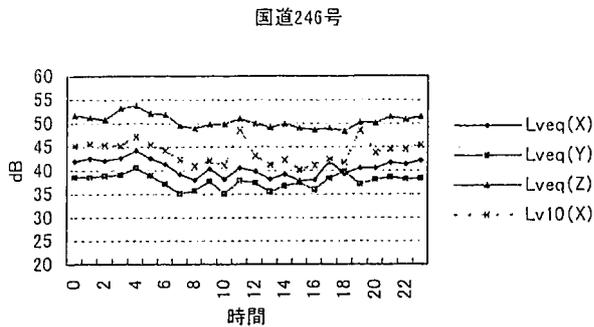
$$a_0 = 10^{-5} \text{ m/s}^2$$

① 国道246号（世田谷区上馬）

この道路は、中央に首都高速の高架がある片側2車線の主要幹線道路で環七の交差点近くで、大型車の通過が多い地点である。鉛直方向は L_{v10} で51.8～56.7dBであり、深夜の3～6時が大きくなっている。 L_{veq} でも、48.4～53.8dBと同様の傾向であり、この地点では、夜間のほうが5dB程度振動が大きくなっている。また、水平のXYそれぞれの方向で、最大の L_{veq} は、44.2dB及び40.6dBとなっており、時間的変動は鉛直方向と同様の傾向であった。また、この地点は他の地点に比べて水平方向の振動レベルが高く特徴的であった。

② 環状7号線（江戸川区大杉）

この道路は、平坦な6車線の幹線道路であり、環七としては比較的混んでない地点である。この地点の鉛直方向をみると L_{V10} で39.4~46.4dBとなっており、 L_{veq} でも、35.0~42.8dBと全般的に低いレベルとなっている。水平のXYそれぞれの方向で最大の L_{veq} は32.3dB及び28.5dBとなっており、鉛直方向と同様にレベルが低く問題は少ないと考えられる。強いて言えば午前0時前後のレベルが低くなる傾向にあった。



環八(世田谷区)

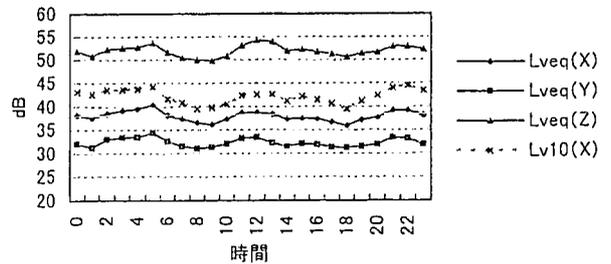


図1 24時間道路振動調査の結果

③ 目白通り（練馬区谷原）

この道路は、谷原交差点に近い6車線の幹線道路で、かなりの交通量のある地点である。この地点の鉛直方向をみると L_{V10} で52.8~58.2dB、 L_{veq} で50.0~54.0dBとなっており、時間変動としては特別な傾向は見られない。水平のXY方向における最大の L_{veq} は、それぞれ39.6dB及び35.2dBとなっていた。

④ 日光街道（足立区六月）

ここは、4車線の幹線道路であるが、幅の広い歩道が設置されている。この鉛直方向の振動は、 L_{V10} で38.8~52.1dBで、 L_{veq} でも38.8~52.1dBとレベルの時間変動が大きかった。また、水平のXY方向を L_{veq} は、それぞれ29.4~43.9dB、25.0~39.4dBとなっていた。午前0時前後の値が低く、午前2時以降に急に上昇する特異な傾向であった。

⑤ 環状8号線（世田谷区砧）

ここは6車線の環状道路で大型車の通行の多い幹線道路である。鉛直方向でみると L_{V10} で52.9~58.2dBで、 L_{veq} でも49.9~54.3dBと全般的に高く、昼前後が特に高い値を示した。また、水平方向は L_{veq} で36.0~40.4dB及び31.1~34.4dBとなっており、鉛直方向と同様の傾向であった。この地点の特徴としては、全般的にレベルが高く、7~9時が若干レベルが低くなり、正午前後に高くなっている。

4 幹線道路振動実態調査

この調査は、評価量の詳細検討のためのデータを得る目的で実施したもので、表2に示す7路線の約500m程度離れた上り下りの両側の計5箇所、昼間10分間の測定を実施した。

表2 幹線道路環境振動調査地点

道路名	測定地点
葛西橋通り	江東区冬木～江戸川区東葛西
産業道路	大田区大森東～大田区羽田
環状7号線	目黒区南～杉並区和泉
国道246号	世田谷区池尻～世田谷区新町
五日市街道	国分寺市北町～立川市上砂町
甲州街道	府中市美好町～日野市大坂上
成木街道	青梅市勝沼～青梅市成木

測定結果の一部を表3に示したが、各路線とも場所により5～10dB以上の差があった。各測定点とも同一時間帯に測定を行っており、交通量に大きな差がないことから、振動レベルの差は、地盤の地質による影響と考えられる。道路交通振動の広域的調査では、場所により大きく値が異なる点に留意して評価する必要性を示している。

また、ほとんどの地点で鉛直方向のレベルが水平方向より10～15dB程度大きくっており、一般的には、道路境界での評価に鉛直方向に着目することに理由があると言える。ただし、国道246号線などでは、水平方向の振動レベルが高くなっており、必ずしも鉛直方向のみで評価ができない地点も存在している。

① L_{veq} と L_{V10} の差の検討

騒音制御工学会の報告した道路交通振動の予測式においては、予測の第一段階では物理的な意味づけが明確な L_{veq} を予測し、この結果から現行の法令で採用されている L_{V10} を第二段階で予測するとしている。そこで、 L_{veq} から L_{V10} を推計する方法が問題となるが、騒音制御工学会の道路交通振動予測式においては、 $L_{veq}-L_{V10}=3$ としている。

そこで測定結果について、 L_{veq} と L_{V10} の鉛直方向の差について整理したものが図2である。ここで、成木街道を除くと平均3.4dBとなっており、前述の道路交通振動の予測式で推定している3dBの差を確認できた。しかし測定時に大型ダンプが時々通過し、間欠的な振動波形となっていた成木街道は、この関係が成り立っていなかった。なお、水平方向についても、成木街道を除く路線ではXYそれぞれで2.9dB及び2.8dBであり、若干小さいが鉛直方向と同様の傾向にあった。

このことから、間欠的な振動波形の場合には、 L_{veq} から L_{V10} の推計において、 $L_{veq}-L_{V10}=3$ という定数

表2 幹線道路環境振動調査地点

道路名 及び 測定地点	Z軸			X軸	Y軸	交通量	
	L_{veq}	L_{V10}	L_{vmax}	L_{veq}	L_{veq}		
葛西橋通り	A-1	43.8	46.0	61.8	34.2	31.2	7/375
	A-2	41.7	44.8	55.8	30.0	27.2	19/320
	A-3	37.9	41.1	48.0	30.6	29.7	10/404
	A-4	40.7	43.9	46.6	27.2	25.5	15/311
	A-5	43.2	46.4	52.0	28.2	25.5	13/306
産業道路	B-1	40.0	43.9	53.8	31.0	24.4	48/405
	B-2	42.2	45.2	62.5	30.2	29.1	47/390
	B-3	44.8	48.6	61.2	34.0	34.3	51/278
	B-4	43.7	48.0	58.8	26.5	25.7	64/286
	B-5	47.7	51.8	62.7	34.7	33.0	63/271
環状7号線	C-1	46.6	50.6	55.2	30.9	26.8	47/587
	C-2	50.9	54.7	57.7	34.6	28.8	39/555
	C-3	49.4	53.8	57.4	37.5	30.5	61/573
	C-4	49.8	53.9	57.8	39.6	37.6	54/556
	C-5	50.9	55.1	61.6	33.8	29.4	62/595
国道246号	D-1	51.3	54.5	64.4	44.5	38.6	30/601
	D-2	48.2	50.7	62.4	38.4	35.4	17/637
	D-3	49.7	51.3	64.0	44.1	40.1	23/493
	D-4	50.6	53.7	59.3	43.1	38.0	27/528
	D-5	42.9	46.2	47.1	38.2	33.3	36/406
五日市街道	E-1	46.1	48.8	65.0	31.4	27.8	8/135
	E-2	48.1	51.0	65.8	34.6	26.5	14/187
	E-3	36.1	39.6	52.2	33.2	27.3	4/156
	E-4	42.8	45.9	60.8	28.4	24.7	15/206
	E-5	42.5	46.7	59.1	34.4	33.6	8/162
甲州街道	F-1	41.3	44.8	56.9	29.8	25.4	23/371
	F-2	53.4	56.3	71.6	42.4	36.1	35/417
	F-3	43.7	47.8	58.0	35.2	31.5	27/373
	F-4	33.8	37.2	49.9	24.4	22.6	6/209
	F-5	43.8	45.5	63.9	33.5	32.6	11/259
成木街道	G-1	39.8	40.1	60.6	30.2	27.0	10/79
	G-2	42.8	43.4	63.0	37.9	27.8	14/100
	G-3	36.9	39.0	55.6	36.3	33.8	20/70
	G-4	35.3	38.3	55.2	24.6	22.6	28/60
	G-5	31.8	26.6	55.3	31.8	29.6	12/31

(注) 交通量の分母は10分間交通量で、分子は特大車



図2 L_{veq} と L_{V10} の差

では正確とは言えず、この換算についてはデータの積み重ねが必要と思われる。

② L_{vmax} の検討

今回は、成木街道を除き、比較的交通量が多く継続的な変動波形が得られる地点で測定を実施した。しかし10分間の最大値 L_{vmax} で見ると、表3に示すとおり、いずれの地点においても60dB以上の振動が記録された。特に53.4dBと L_{veq} が最も大きかった甲州街道のF-2地点では、 L_{vmax} が71.6dBに達していた。今後 L_{veq} を予測第一段階として計算するのは物理的に

当然のことであるが、振動の評価がそもそも「感じない」、すなわち閾値を越えないことを前提と考えられてきたことから、単にエネルギー的な平均だけで評価するのは問題が生じるおそれがあり、最大値の扱いについても考慮する必要が認められた。

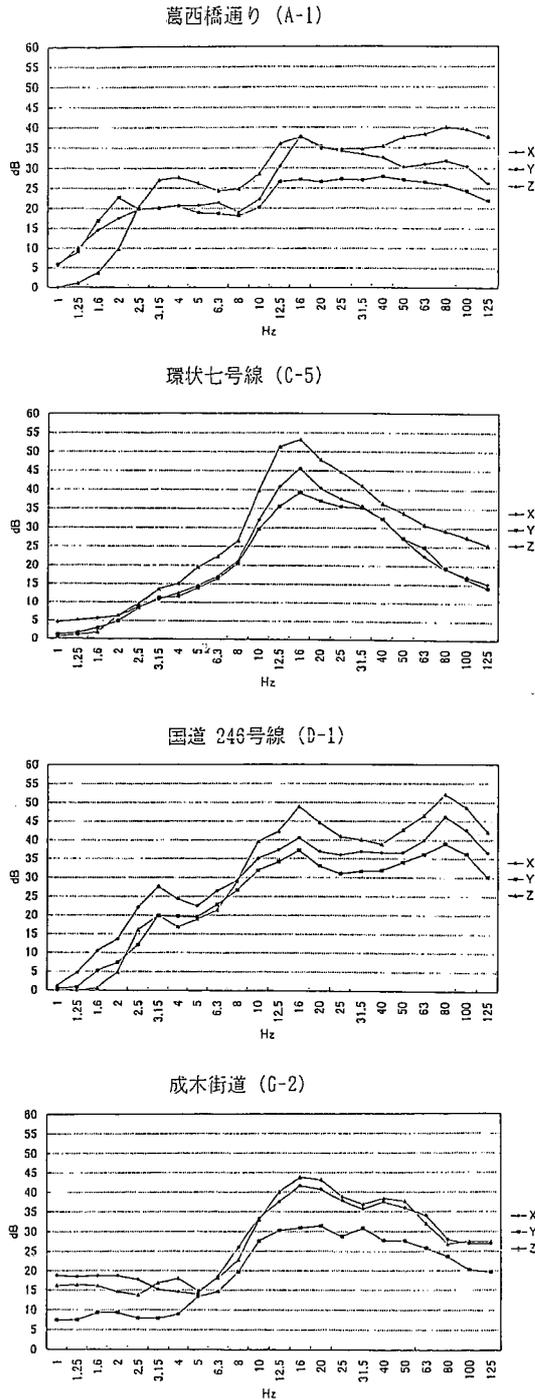


図3 1/3オクターブ分析結果の例

③ 周波数分析

今回の測定点では、 L_{veq} でも L_{v10} でも大きな差が認められなかったため、XYZ軸それぞれの L_{veq} による周波数分析結果を図3に示す。特定周波数が卓越している山形を示す地点から、比較的各周波数に分布する例まであり、同様の幹線道路でありながら類似の周波数特性を示すものにはなっていない。

また、周波数を細かくみると、おおむね16~20Hzが卓越しており、一部の地点では50Hz以上に大きな成分が存在していた。我が国が振動レベルを評価量に採用した際には8 Hz程度が卓越している²⁾としてされたが、今回の道路交通振動調査結果でみるかぎり、より高い周波数の成分が大きくなっているようである。

5 おわりに

今回の調査結果を取りまとめると次のようになる。

- ① 24時間調査によれば、時間帯による変動は交通量の変動に必ずしも追従しておらず、交通量の少ない夜間のレベルが小さくなっておらず、これは、特大車の通行量と大きく関係していると思われる。
- ② 道路交通振動における L_{veq} と L_{v10} の差は3 dB程度であり、ほぼ一定であった。ただし、間欠的な振動波形の場合は、この前提が成り立たなかった。
- ③ 鉛直方向の振動レベルに水平方向が追従している場合が多いが、水平方向が高い路線もあり、道路構造や地質に関する検討が必要なることを示唆していた。本調査は、振動評価手法の見直し検討の一環として道路交通振動の概況を測定したもので、引き続き他の発生源の実態把握やISO規格の基づく評価について検討を行いたい。

参考文献

- 1) 末岡伸一：振動規制の歴史的考察、東京都環境科学研究所年報、PP171~178 (2003)
- 2) 振動法令研究会(末岡伸一ほか)：振動規制の手引き、技報堂、平成15年5月
- 3) 道路交通振動予測式作成分科会：道路交通振動予測計算方法、騒音制御、PP207~216 (No3,2004)