

## 報告 (Note)

### 道路交通振動に係る要請限度の検証

横島潤紀, 松本泰尚\*, 白石英孝\*\*, 太田篤史\*\*\*, 田村明弘\*\*\*

(環境情報部, \*埼玉大学, \*\*埼玉県環境科学国際センター, \*\*\*横浜国立大学)

Verification of request limits regarding road traffic vibration  
Shigenori YOKOSHIMA, Yasunao MATSUMOTO\*, Hidetaka SHIRAISHI\*\*,  
Atsushi OTA\*\*\* and Akihiro TAMURA\*\*\*

(Environmental Information Division, Saitama University\*,  
Center for Environmental Science in Saitama\*\*, Yokohama National University\*\*\*)

キーワード：道路交通振動, 要請限度, 社会調査, 暴露反応関係, アノイアンス

#### 1 はじめに

振動規制法(昭和51年6月10日法律第64号)第16条では、指定地域内における道路交通振動が環境省令で定める限度(要請限度)を超えていることにより、道路の周辺的生活環境が著しく損なわれていると認められる時は、道路管理者または都道府県公安委員会に対し、市町村長が要請できることを規定している。

しかしながら、道路交通振動については、沿道住民の振動感覚と測定結果との乖離が指摘されている<sup>1-3)</sup>。平成24年度の振動規制法施行状況調査<sup>4)</sup>でも、指定地域内における道路交通振動の苦情件数は234件、そのうち振動測定の件数は91件と約40%であった。測定を実施した件数のうち、要請限度を超過していたものは4件で、全体の約2%に過ぎなかった。測定を実施しなかった案件(143件)に関しては、要請限度を超過しない可能性が高いとの判断によるものとすると、道路交通振動に係る苦情の大半が要請限度以下であったと想定できる。また、平成23年度以前の調査結果からも、要請限度超過の割合はほぼ同様の数値を示していた。

この乖離の要因を検討する上では、環境に係る評価指標(環境指標)の構成項目を明確にする必要がある。環境指標は、「環境に関するある種の状態を可能な限り定量的に評価するための物差し」といえよう<sup>5)</sup>。このような環境指標を構築するための検討項目は、(1)目的の設定、(2)測定項目の選定、(3)測定技術の選定、(4)尺度の設定、そして広義に解釈すると、(5)判定基準の

設定までが含まれるであろう。ここで、振動規制法の道路交通振動に係る評価を、この検討項目に照らし合わせてみると、(1)生活環境を保全し、国民の健康を保護するために自動車からの振動を規制、(2)道路の敷地の境界線における鉛直方向の振動レベルを測定、(3)計量法第71条の条件に合格した振動レベル計を使用、(4)振動レベルの80%レンジの上端値( $L_{10}$ )を算出、(5)昼夜別の要請限度を設定となるであろう。そして測定結果と住民感覚との乖離については、恐らく項目(3)を除く4項目のいずれもが影響している可能性がある。このように複数の要因が同時に介在して発生している事象を解決するためには、一つ一つの問題を丁寧に検証していくのが最も早道であると筆者らは考えている。

本稿では、現行の振動規制法の枠組みはそのままとして、項目(5)の判定基準、特に昼間の時間帯における要請限度(第1種区域:65dB, 第2種区域:70dB)の妥当性を議論する。筆者らは、1998~2011年の期間に、幹線道路沿いの住宅地において、主に戸建住宅の居住者を対象として4回の社会調査を実施または携わってきた。これらの調査では、回答者ごとに、地盤上の道路交通振動の大きさ(振動レベルの80%レンジの上端値: $L_{v10}$ )や社会反応が得られている。これらの社会反応のうち、本稿ではアノイアンスに着目し、地盤上における振動の大きさとアノイアンスとの関係を導出するとともに、振動と同時に暴露されている騒音の影響も加味して、道路交通振動に係る要請限度の数値を検証した。

## 2 社会調査

本稿での分析データは、神奈川県内及びさいたま市内の国道、県道、市環状道路など、幹線道路の沿線住宅地域で実施した社会調査により得られたものである。各調査の概要を表1に示す。最初の3回の調査は、当センターと横浜国立大学建築環境工学研究室が共同で実施したものである。このうち、調査KN04-06は、道路交通と在来鉄道の騒音・振動が同時に暴露されている複合暴露地域を対象として実施したものである。この調査では、発生源別に騒音、振動それぞれの反応を得ている。最後の調査は、埼玉大学建設構造学研究室が、在来鉄道または幹線道路の沿線の住宅地で実施したものである。

本稿での分析には、道路交通振動に起因するアノイアンスと振動・騒音の暴露量が有効なデータ (n=1,868) を用いた。

### 2.1 道路交通振動のアノイアンス

調査KN98の質問票では、最初に振動に関する質問項目(Q5からQ10)を、続いて騒音に関する項目(Q14からQ19)を配置した。Q5では、7種類の振動源それぞれについて感じる必要があるのか、そして気になることがあるのかを質問し、それぞれの回答を得た。このうち気になるとして指摘された振動の中から、Q6で、「最も気になる振動」及び「その次に気になる振動」それぞれの回答を得た。Q7以降では、指摘された振動ごとに生活妨害の有無等を質問し、最後にQ10で、我慢の程度(「我慢できる」から「我慢できない」の4段階尺度)の回答を得た。Q6とQ10の回答結果から、道路交通振動のアノイアンスを纏めた。すなわち、Q6で「自動車の振動」を指摘した人のアノイアンスは上記の我慢感の尺度とし、指摘しなかった人は「気にならない」として整理した。

調査KN99-00では、Q1において、現在住んでおられる地域や住まいを対象に、関連する30項目について、「満足」から「不満」の5段階尺度で質問した。この30項目の一つとして「自動車の振動」が含まれており、この回答をアノイアンスとした。

調査KN04-06では、騒音・振動が複合的に暴露されている地区での調査であったが、発生源別に騒音、振動それぞれの反応を得ている。質問票では、騒音・振動に関する質問項目は、各

音源(9種類)に対する悩まされている程度(Q5)、自動車の音による妨害感(Q6)、在来鉄道の音による妨害感(Q7)、各振動源(6種類)に対する悩まされている程度(Q8)の順に配置した。Q8では、Q5の評価尺度、すなわち騒音の分野で用いられているICBENの5段階尺度<sup>9)</sup>を参考に、「まったく悩まされていない」から「非常に悩まされている」の5段階尺度で質問し、この回答をアノイアンスとして得た。

最後に、調査ST11では、幹線道路の沿線の調査結果を用いた。質問の配置については、Q6では各振動源(6種類)に対する悩まされている・不快の程度を、調査KN04-06と同様にICBEN尺度により質問をしており、この回答をアノイアンスとして得た。続いて、Q7で最も悩まされる振動について、知覚や妨害感有無を質問し、Q8では各音源(6種類)に対する悩まされている・うるさい程度を質問した。

表2には、各調査におけるアノイアンスに関する質問文と評価語を示す。

### 2.2 暴露量

原則として、調査地区単位で騒音・振動の測定を行った。原則、騒音と振動の測定は同じ位置で行った。発生源に近接した基準点(Original point)において1時間以上に渡る長時間測定(Long-term measurement)を実施するとともに、基準点とは異なる位置の移動点(Moving point)において、10分から20分間の短時間測定(Short-term measurement)を実施した。これらの地点で算出した騒音、振動それぞれの評価量を基に、各回答者への暴露量を推計した。

振動については、暴露量の基本となる評価量を、地盤上における鉛直方向の振動レベルの $L_{v10}$ (80%レンジの上端値)とした。基準点において、昼間の時間帯に1時間以上の長時間測定を行い、その評価量 $L_{v10(O-L)}$ を算出した。基準点の測定中には、移動点においても10分から20分間の測定を行い、その評価量 $L_{v10(M-S)}$ を算出するとともに、この時間帯の基準点における評価量 $L_{v10(O-S)}$ も算出した。これらの結果から、移動点における長時間の評価量 $L_{v10(M-L)}$ を次式から算出した。

$$L_{v10(M-L)} = L_{v10(O-L)} + L_{v10(M-S)} - L_{v10(O-S)}$$

本稿では、基準点における実測及び移動点における推計から算出した長時間の $L_{v10(M-L)}$ を、

昼間の時間帯での評価量  $L_{v10,day}$  とみなした。

一方、騒音についても、上記の振動と同様の手法を用いて評価量を算出した。すなわち、屋外での等価騒音レベル  $L_{Aeq}$  を基本の評価量とし、基準点と移動点での実測結果とともに、地方公共団体による測定結果等をベースとして、各測定点における 24 時間の等価騒音レベル  $L_{Aeq,24h}$  を評価量として算出した。

各測定点で推計された暴露量から、各回答者の暴露量を推計する手法を説明する。回答者宅への騒音、振動それぞれの伝搬状況を考慮して、調査地区内の基準点と移動点を組み合わせ、各

測定点における評価量  $L_{v10,day}$  と  $L_{Aeq,24h}$  を目的変数、対数距離を説明変数とした回帰式（距離減衰式）を作成した。なお、調査 KN04-06 では、基準点での  $L_{v10,day}$  に Bornitz の伝搬式<sup>7)</sup>を適用して距離減衰式を作成した。これらの式に、車道端あるいは近接車線の中心線から回答者宅までの距離を代入することにより、屋外での暴露量を整数単位で推定した。なお、 $L_{v10,day}$  が 30dB 以下の回答者についてはすべて 30dB として再整理した。以後、本稿では、暴露量をそれぞれ  $L_{v10}$ 、 $L_{Aeq}$  と簡略して記す。

表 1 社会調査の概要

調査名称	KN98	KN99-00	KN04-06	ST11
調査年度	1998	1999-2000	2004-2006	2011
実施機関	神奈川県環境科学センター・横浜国立大学			埼玉大学
調査場所	神奈川県内	神奈川県内	神奈川県内	さいたま市内
調査地区数	4 地区	42 地区	17 地区	2 地区
音源からの最大距離	97 m	48 m	143 m	117 m
サンプル数	349	645	640	200

表 2 アノイアンスに関する質問文と評価語

調査	質問文	評価語
KN98	Q 6 で記入された「最も気になる振動」と「その次に気になる振動」について、それぞれの振動を我慢できますか、それとも我慢できませんか。あなたの気持ちに最も近いものを 1 つずつ選んで、○印をつけてください。	1. 気にならない 2. 我慢できる 3. どちらかといえば我慢できる 4. どちらかといえば我慢できない 5. 我慢できない
KN99-00	現在住んでおられる地域や住まいについてお伺いします。次に示す項目について、あなたは満足ですか、それとも不満ですか。1 つ 1 つの項目について、あなたの気持ちに最も近いものを選んで○印をつけて下さい。	1. 満足 2. やや満足 3. どちらともいえない 4. やや不満 5. 不満
KN04-06	あなたが家にいるときに、次に示す振動によってあなたは悩まされていますか、それとも悩まされていませんか。1 つ 1 つの振動について、あなたの気持ちに最も近いものを 1 つだけ選んで、○印を記入してください。	1. まったく悩まされていない 2. それほど悩まされていない 3. 多少悩まされている 4. だいぶ悩まされている 5. 非常に悩まされている
ST11	最近 1 年間を振り返って、あなたが自宅にいるときに、次の振動によってどのくらい悩まされている、あるいは不快に感じていますか？それぞれの項目について、該当する数字を○で囲んでください。なお、振動そのものを感じない場合には 0、わからない場合には 9 をそれぞれ○で囲んでください。	0. 振動を感じない 1. まったく 2. それほど 3. 多少 4. だいぶ 5. 非常に 9. 分からない

### 3 分析結果

#### 3.1 振動・騒音暴露量

各調査における回答者への振動・騒音暴露量の平均値を表 3 に示す。併せて、車道端から回答者宅までの距離の平均値も示す。KN99-00 では車道端から 40m 以内の住宅を対象としていたことから、他の調査に比べて道路に近い住宅が多かったものの、振動暴露量の平均値は 40dB 未満であった。逆に KN04-06 は、道路から 50m 以上の離れている住宅が 40% を占めており、回答者の約半数が 30dB と推計されたため、振動暴露量が小さくなったと考えられる。なお、本稿で分析に用いた  $L_{v10}$  の最大値は 56dB で、第 1 種区域における昼間の要請限度 (65dB) を下回っていた。一方、 $L_{Aeq}$  については、KN04-06 以外の調査での平均値は約 60dB であった。

表 3 調査別の暴露量及び距離の平均値

調査	$L_{v10}$ (dB)	$L_{Aeq}$ (dB)	Distance (m)
KN98	41	59	34
KN99-00	38	60	20
KN04-06	34	52	48
ST11	40	59	37

車道端から回答者宅までの距離を 25m 間隔で区切り、 $L_{v10}$  と  $L_{Aeq}$  の平均値を調査別に示したものを、それぞれ図 1、図 2 に示す。なお、サンプル数が 10 未満のレンジの平均値は図示しなかった。図 1 から、Distance = “-25 m” に着目すると、ST11 が最も大きく、続いて KN98、KN04-06、KN99-00 の順となっていた。Distance  $\geq$  “26-50 m” のレンジでは、KN-98 と ST-11 は相対的に大きかったが、KN04-06 は 35dB 以下と小さかった。KN04-06 が小さかった要因は、地質等の影響により、距離減衰が大きい調査地区が含まれていたためと考えているが、暴露量の推計方法の差異による可能性も否定できない。

図 2 から、Distance = “-25 m” は、4 回の調査ともに  $L_{Aeq}$  は同程度であった。Distance  $\geq$  “26-50 m” の各レンジでは、図 1 と同様に KN04-06 が小さく、その他の調査は同程度であった。KN04-06 の距離減衰が大きかった要因としては、他の調査に比べて住宅が密集している地区が多かったためと考えている。

続いて、 $L_{v10}$  を 5dB 間隔で区切り (30dB 以下はひとつのレンジに纏め)、 $L_{Aeq}$  の平均値を調査別に

示したものが図 3 である。なお、サンプル数が 10 未満のレンジの結果は図示しなかった。KN99-00 については、 $L_{v10}$  によらず  $L_{Aeq}$  の平均値は同程度であったが、その他の調査では、 $L_{Aeq}$  と  $L_{v10}$  との間に距離を介した正の相関があることが読み取れる。

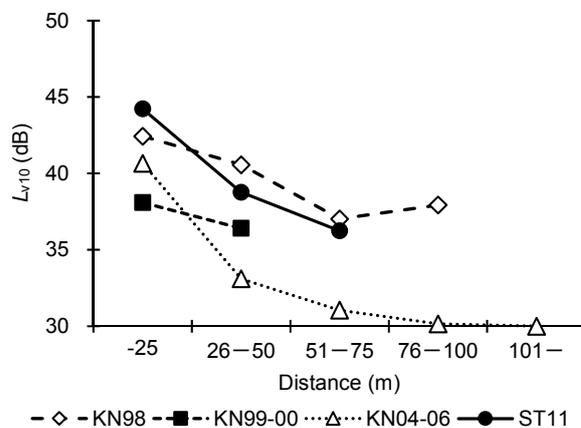


図 1 距離と  $L_{v10}$  との関係

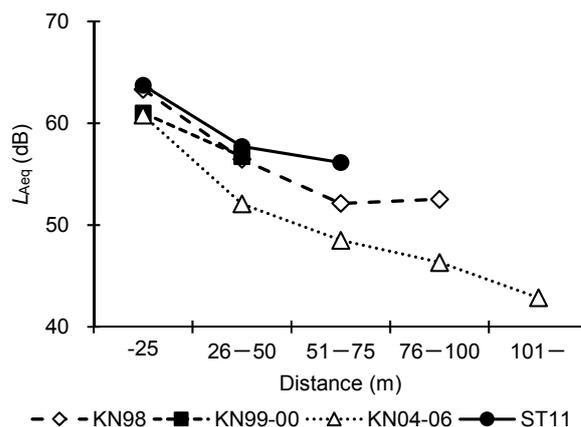


図 2 距離と  $L_{Aeq}$  との関係

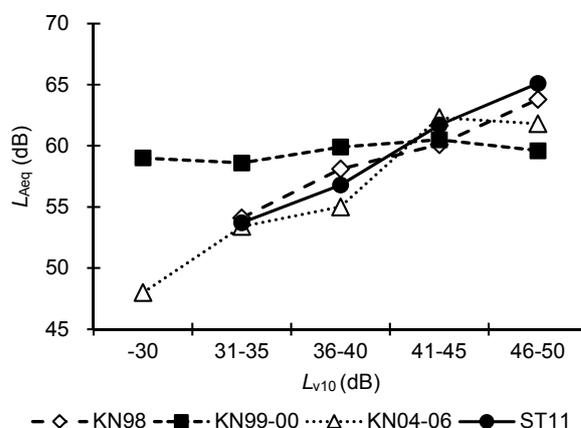


図 3  $L_{v10}$  と  $L_{Aeq}$  との関係

### 3.2 アノイアンス

振動暴露量とアノイアンスとの関係を調査間で比較した。アノイアンスについては、各調査で最上位の評価尺度（KN98：「我慢できない」、KN99-00：「不満」、KN04-06：「非常に悩まされている」、ST11：「非常に」）を回答した人を“highly annoyed person”と定義し、その回答率“percent highly annoyed”（%HA）を指標として用いた。なお、ST11の「分からない」の回答については、集計から除外した。図4は、 $L_{v10}$ を5dB間隔で区切り（30dB以下は一つに纏め）、調査別に%HAを示したものが図4である。なおサンプル数が10未満のものは図示しなかった。

同図から、ほぼ同一の尺度を用いたKN04-06とST11の暴露反応関係は類似していた。 $L_{v10} = “46-50 dB”$ では、%HAが40%弱となっていた。一方、「我慢できない」を評価語としたKN98については、ICBEN尺度の暴露反応関係よりも傾きが小さくなっており、 $L_{v10} = “46-50 dB”$ での%HAは20%弱であった。逆に、KN99-00の暴露反応関係は全体的に上方に位置しており、%HAが他の調査より高くなっていたことがわかる。この評価尺度（満足-不満）は、ある要因に特有な尺度ではなく、他の環境要因と共通した評価尺度である<sup>8)</sup>。そのため、他の住環境要因との比較により振動が評価されたと考えられ、自動車の騒音・振動が支配的な地域では不満側の反応に偏りやすくなる。加えて、最上位の尺度に「非常に」のような修飾語がないため、他の尺度に比べて「不満」に含まれる意味が広範囲であることも一因であると考えている。

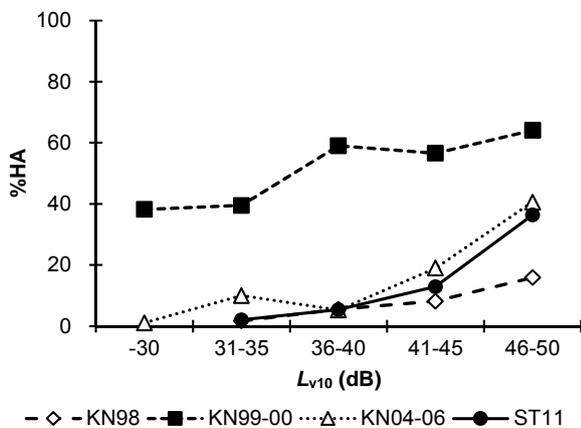


図4  $L_{v10}$ と%HAとの関係

### 3.3 騒音による増幅効果

図5は、 $L_{v10}$ と%HAとの関係を $L_{Aeq}$ の大小で比較したものである。 $L_{Aeq}$ の大小については、最初に、回答者ごとの $DL = L_{Aeq} - L_{v10}$ を算出した。これは、振動暴露量を基準とした騒音暴露量の相対的な大きさを意味する。続いて、回答者を調査と $L_{v10}$ （図4の5dB間隔で分割したレンジ）の二要因で層別し、各グループの $DL$ の平均値 $\overline{DL}$ を算出した。回答者の $DL$ が $\overline{DL}$ 以上の場合を高騒音レベル群 high-noise、未満の場合を低騒音レベル群 low-noise に分類した。なお、各群のサンプル数が10未満の場合（KN99-00とST11の $L_{v10}=46-50dB$ のレンジ）には、両群とも%HAを図示しなかった。

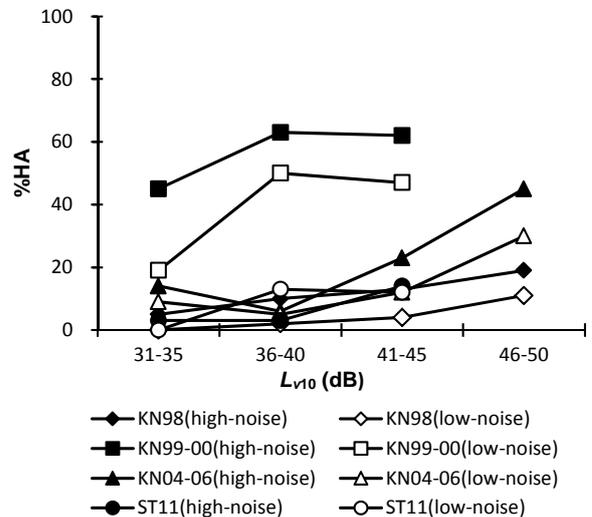


図5  $L_{v10}$ と%HAとの関係の $L_{Aeq}$ 別比較

$L_{v10} = “41-45 dB”$ のレンジに着目すると、調査KN98、KN99-00及びKN04-06については、high-noiseの%HAがlow-noiseに比べて約10%高くなっていた。しかしながら、調査ST11では、high-noiseとlow-noiseの%HAは同じ数値を示していた。同様に、 $L_{v10} = “46-50 dB”$ のレンジでも、low-noiseに比べてhigh-noiseの%HAが高い傾向を示していた。以上の結果は、相対的な騒音レベルの大小で比較した場合、騒音レベルが大きいグループでは、振動に対するアノイアンスは騒音レベルが小さいグループに比べて厳格なることを意味している。すなわち、騒音が大きくなることにより、振動に対するアノイアンスも増幅されることになる。これは振動規制法制定時の研究結果と同様である<sup>14)</sup>。

### 3. 4 ロジスティック回帰分析

前節までの分析を踏まえ、ロジスティック回帰分析を適用して、振動・騒音暴露量からアノイアンスへの影響を検証した。目的変数は highly annoyed person を 1, それ以外を 0 に割り当てた。説明変数は, Survey,  $L_{v10}$ ,  $DL$  に加えて, 交互作用項  $L_{v10} * DL$  を用いた。Survey は,  $ST11$  を基準の 0 とし, それ以外の 3 調査 (KN98, Kn99-00 及び KN04-06) をダミー変数で表される変数とした。分析結果を表 4 示す。

表 4 ロジスティック回帰分析の結果

Variables	$\beta$	S.E.	p	$e^\beta$
KN98	-0.672	0.308	0.029	0.511
KN99-00	2.419	0.254	0.000	11.231
KN04-06	0.306	0.283	0.281	1.357
$L_{v10}$	0.251	0.041	0.000	1.285
$DL$	0.243	0.076	0.001	1.275
$L_{v10} * DL$	-0.004	0.002	0.060	0.996
Constant	-14.195	1.732	0.000	0.000

KN04-06 が有意でなかったことから, ICBEN 尺度を用いた調査の KN04-06 と  $ST11$  との間に %HA の差はなかったと解釈できる。一方, KN98 のオッズ比は約 0.5 で, ICBEN 尺度を用いた KN04-06 や  $ST11$  に比べて「我慢できない」の %HA が低かったことを示している。逆に KN99-00 のオッズ比は 10 以上となり, 「不満」の %HA は非常に高かったことがわかる。 $L_{v10}$  と  $DL$  については, 共に 1%水準で有意となっており, 両者のオッズ比はほぼ同程度の数値を示していた。すなわち, 振動に対するアノイアンスに対して, 暴露されている振動の大きさのみならず, 筆者らの既報と同様に, 騒音も影響していることを意味している<sup>9-13)</sup>。一方, 両者の交互作用項は有意でなく, 振動の大きさから評価した騒音の相対的な大きさは, 振動の大小によらず一定の影響をアノイアンスに及ぼしていると考えられることができる。

最後に, 表 4 の結果から求めた道路交通振動の代表的な暴露反応曲線 ( $L_{v10}$  - %HA) を図 6 に示す。図では,  $L_{v10}$  が 30dB から 55dB の範囲で描画した。この暴露反応曲線を算出するにあたり,  $L_{v10}$  は推計値を用いたが, その他の変数には以下の条件を課した。Survey については, ICBEN 尺度での曲線を得るため, 全ケースに  $ST11$  を適用して 0 とした。 $DL$  については, その平均値 (19.7dB) を適用したケース 1 (実線) と 0 を適用したケース 2

(鎖線) の条件とした。このケース 2 の曲線は, 騒音による増幅効果を考慮していないことから, 振動規制法制定時における要請限度の設定根拠に近いものと考えている<sup>14)</sup>。図 6 から, %HA が 30% を超える  $L_{v10}$  は, ケース 1 で 48dB, ケース 2 で 54dB となり, %HA が 40% を超える  $L_{v10}$  は, ケース 1 で 51dB, ケース 2 で 55dB となった。振動規制法制定時の報告では, 道路交通振動を「よく感じる」の回答割合が 30% となる  $L_{v10}$  は 62dB<sup>15)</sup> となっており, ケース 2 と比較しても 8dB 高い。「よく感じる」と「非常に・・・」の尺度を同程度とみなすことはできないが, 前者が上位 2 番目の尺度, 後者が最上位の尺度であることを考慮すると, 要請限度設置時に比べて現在では, 小さな振動で厳しい反応が生起されていると解釈することもできる。

本研究の対象地域はほぼ第 1 種区域であることから, 以上の結果と照合すると, この区域に設定されている要請限度 65dB は高い。このように要請限度が高く設定されていることが沿道住民の振動感覚と測定結果との乖離を生じている一因であると考えている。

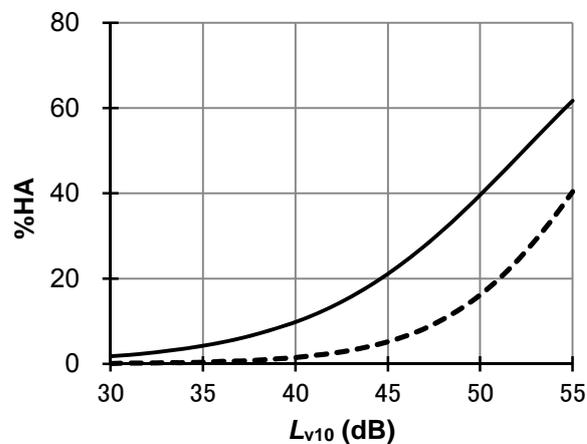


図 6 道路交通振動の代表的な暴露反応関係

### 4 まとめ

神奈川県内及びさいたま市内で実施した道路交通振動に関する社会調査の結果から, 要請限度の妥当性を検証した。振動規制法制定時の調査結果と比較して, 今回の調査では, 住民の道路交通振動に対する評価が厳しくなっている傾向が示された。振動規制法の枠組みをそのままとするのであれば, 現在の住民感覚との整合を図る上でも, 要請限度を下げることは必要ではないだろうか。

参考文献

- 1) 大野嘉章：道路交通振動評価に L10 は適切か，日本騒音制御工学会秋季研究発表会講演論文集，41-44 (2005)
- 2) 松島 貢，武田鉄生，立成隆秀，久能幸二：千葉市における道路交通振動の苦情実態と L10 評価について，日本騒音制御工学会秋季研究発表会講演論文集，253-256 (2006)
- 3) 上田浩之：振動防止行政の現状と課題”，日本騒音制御工学会春季研究発表会講演論文集，77-80 (2011)
- 4) 環境省：平成 24 年度騒音規制法施行状況調査 (2014)
- 5) 日本計画行政学会編：環境指標－その考え方と作成方法，学陽書房 (1986)
- 6) 矢野 隆，五十嵐寿一，加来治郎，神田一伸，金子哲也，桑野園子，新居洋子，佐藤哲身，莊美知子，山田一郎，吉野泰子：騒音の社会反応の測定方法に関する国際共同研究－日本語のうるささの尺度の構成，日本音響学会誌，**58**(2)，101-110 (2002)
- 7) 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 (INCE/J RTV-MODEL 2003)”，騒音制御，**28**(3)，207-216 (2004)
- 8) 堀江悟郎，桜井美政，松原斎樹，野口太郎：室内における異種環境要因がもたらす不快さの加算的表現，日本建築学会計画系論文報告集，387，1-7 (1988)
- 9) 横島潤紀，田村明弘：新幹線沿線住民の振動被害感を構成する要因に関する研究，日本建築学会計画系論文集，526，1-7 (1999)
- 10) 横島潤紀，大沢 剛，田村明弘：居住環境における騒音・振動に対する意識，環境管理，**37**(6)，539-546 (2001)
- 11) 横島潤紀，田村明弘：新幹線鉄道の騒音と振動による複合被害感，日本音響学会誌，**62**(9)，645-653 (2006)
- 12) 横島潤紀，森原 崇，太田篤史，田村明弘：新幹線鉄道騒音に関する評価指標の再検討－神奈川県，名古屋市及び福岡県における調査結果から－，日本音響学会誌，**67**(8)，321-330 (2011)
- 13) 横島潤紀，松本泰尚，白石英孝，太田篤史，田村明弘：交通騒音に対する住民反応への家屋振動の影響，日本音響学会騒音・振動研究会資料，N-2013-27 (2013)
- 14) 西宮 元：騒音・振動に関する社会反応とその特徴について，日本音響学会誌，**32**(3)，147-155 (1976)
- 15) 日本騒音制御工学会編：振動規制の手引き，技報堂出版 (2003)