

道路交通振動の実態に即した 評価のあり方に関する考察

徳永法夫¹・前川順道²・西村 昂³・日野泰雄⁴

¹正会員 阪神高速道路公団保全施設部(現在・神戸第二建設部/〒650-0044 神戸市中央区東川崎町1丁目3-3)

²正会員 阪神高速道路公団保全施設部(現在・湾岸管理部/〒550-0011 大阪市西区阿波座2丁目1-1)

³正会員 工博 大阪市立大学教授 工学部土木工学科(〒558-5858 大阪市住吉区杉本3丁目3-138)

⁴正会員 工博 大阪市立大学助教授 工学部土木工学科(〒558-5858 大阪市住吉区杉本3丁目3-138)

都市高速道路沿道において、振動苦情が毎年数十件発生しているため、これまで路面凹凸の平滑化、高架構造対策、伝播経路対策など各方面の研究や工事が実施されてきた。しかし、現行の振動規制法に基づく道路交通振動の測定法「官民境界のVL(L₁₀)」では、ほとんどの箇所では要請限度値を下回っているため、本格的かつ一般的な対応がなされていない。このため、市民の環境意識が向上する中で、苦情発生を抑えるには至っていない。言い替えると、振動低減対策が困難であるとともに、現行の道路交通振動の評価方法が、住民の振動感覚を的確に表現できていない可能性が高い。本稿は、高架道路沿道における交通振動の実態調査(振動計測とアンケート)結果に基づいて、住民感覚と相関の高い評価手法を検討したものである。

Key Words : traffic vibration, evaluation, vibration level

1.はじめに

都市高速道路沿道における現行の振動規制法に基づく振動測定結果¹⁾では、最大でも52dB程度と、要請限度値「官民境界地表における鉛直方向振動レベルVL(L₁₀)で表-1に示す値」をかなり下回っているにもかかわらず、振動苦情は年間20~30件ある。

苦情の主な内容は、主に次のようなものである。

- ①夜中に振動で目が覚める
- ②大型車が通る度に家が揺れてミシミシと音がする
- ③振動で本棚などの家具が揺れる

振動規制法が扱う道路交通振動は、大型車両が凹凸のある路面を走行することにより生じる上下方向の運動エネルギーが、地盤を伝播し沿道建物を振動させる地盤振動である。これに加えて、高架橋の場合には、車両振動によって励起される高架構造(桁、橋脚など)の振動が介在する。

苦情内容から読みとると、振動苦情を訴える人の多くは段差走行時の衝撃音、あるいは道路交通騒音、または、空気中を伝播する圧力の変化によって家屋のガラス窓等を振動させる低周波空気振動を同時に感じていると考えられる²⁾。

表-1 振動規制法の要請限度値

区域の区分	時間の区分	
	昼間	夜間
第1種区域	65dB	60dB
第2種区域	70dB	65dB

このため各方面で、これまで路面凹凸の平滑化³⁾、高架構造対策^{4),5),6),7)}、伝播経路対策^{8),9),10),11)}など様々な面から、道路交通振動軽減対策が検討され、種々の工事が実施されている。しかしながら、西淀川公害訴訟に見られるように、市民の環境意識が向上する中で、このような振動苦情は絶えることがない。

また、阪神高速道路沿道すべての地域で、現行の道路交通振動要請限度値を超えていないことから、振動対策への本格的な取り組みに苦慮しているのが現状である。

過去の研究^{12),13)}では、現行の振動規制法における振動測定法が住民感覚と一致しないこと、特にL₁₀値ではなく、振動レベルピーク値に着目すべきであるとの指摘がある。本稿は、これらの研究を参考に、高架道路沿道における交通振動の実態調査^{14),15),16)}(振動計測とアンケート)結果に基づいて、住民感覚と相関の高い評価手法を検討したものである。

2. 現行の交通振動に関わる基準

我が国の公害振動に関わる基準は、中央公害対策審議会に対する諮問(S48.11)に基づく答申から、道路交通振動については「振動公害に係る法規制を行うに当たっての測定方法」が振動規制法として施行され、新幹線については「環境保全上緊急を要する新幹線鉄道振動対策について当面の措置を講ずる場合のよるべき指針」が環境庁勧告として出された。

両者は、振動レベルの測定点や振動方向は同じで、かつ同時期に設定されたにもかかわらず、振動レベルの時間的統計処理方法が全く異なっている。

(1) 道路交通振動

- ① 道路と民地の境界地表面における鉛直方向振動レベルを振動レベル計により昼夜各4時間以上計測する。
- ② 1時間毎に5秒間隔100回法などにより、振動レベル瞬時値の80%レンジ上端値を求め、その振動レベルVL値(以下、VL(L₁₀)という)を1時間毎の測定値とする。
- ③ 1時間毎の測定値VL(L₁₀)を昼夜それぞれ4時間以上平均したものを評価値とする。
- ④ この評価値が表-1に示す要請限度値を上回った場合は、何らかの改善策を講じる必要が生じる。

(2) 新幹線交通振動

環境庁勧告(昭和51年3月)に基づく、新幹線公害振動の測定方法と対処方法は、下記のとおりとなっている。

- ① 鉄道敷地境界地表において、連続する20本の新幹線通過時鉛直方向振動レベルピーク値を振動レベル計により測定する。
- ② 20本の測定値のうち、上位10本の算術平均値をもって評価値とする。
- ③ この評価値が70dBを超える場合は、家屋への防振助成を含めた何らかの改善策を講じなければならない。
このように、同じ交通振動でありながら、測定方法や基準値が両者で全く異なる理由として、新幹線など鉄道の場合は、振動レベル測定値が安定していることが挙げられる。つまり、新幹線では最大レベルに近い振動が、必ず毎回発生しているのに対して、道路沿線では、路面段差と走行位置の関係や車両重量・走行速度など、ばらつく要因が多く、振動レベル瞬間最大値の変動が大きいといえる。このため、道路交通振動レベルの安定した値を得るために、統計処理が必要であったと考えられる。

また、振動レベル測定地点を両者とも、人が振動を感じる家屋内ではなく、地表面としている。これは、家屋毎

表-2 アンケート回答者の属性

項目	属性	全アンケート回答者		振動計測を実施した家屋	
		回答数	比率(%)	回答数	比率(%)
性別	男性	455	48.9	39	51.3
	女性	459	49.4	37	48.7
	無回答	16	1.7	0	0.0
	合計	930	100.0	76	100.0
年齢	～19才	32	3.4	3	3.9
	20～39才	274	29.5	24	31.6
	40～59才	349	37.5	30	39.5
	60才～	256	27.5	19	25.0
	無回答	19	2.0	0	0.0
	合計	930	100.0	76	100.0
家屋構造	木造	413	44.4	35	46.1
	鉄骨造	164	17.6	17	22.4
	RC造	77	8.3	8	10.5
	マンション・ビル	193	20.8	16	21.1
	無回答	83	8.9	0	0.0
合計	930	100.0	76	100.0	

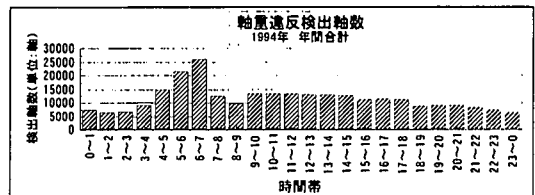


図-1 時間別にみた重量違反軸数(大阪地区)¹⁷⁾

に振動増幅量のばらつきが大きく、責任問題が複雑であるために、発振源での振動低減を主眼においたものといえる。

3. アンケートと計測結果

(1) アンケートと計測の手法

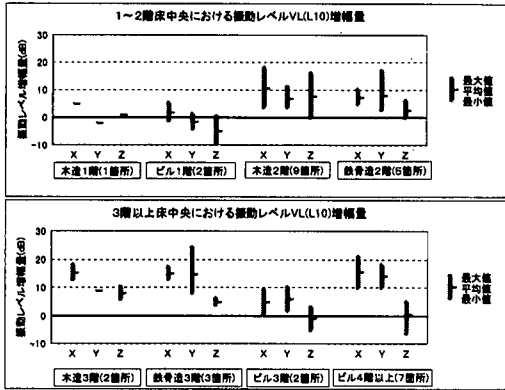
環境振動に関するアンケートは、交通振動に関する苦情が繰り返して発生している高架橋沿道の20エリアを抽出し、用紙配布・郵送による回答方式で実施した。

20エリアの691家屋それぞれにアンケート用紙を複数配布し、回収家屋数は443家屋(回収率64%)、有効回答者数は、930人であった。

全アンケート回答者930人と、振動計測を実施した家屋居住者76人の属性を表-2に示す。

アンケートの回答で「振動計測に協力しても良い」と答えた家屋の中から、主な振動要因が阪神高速道路と想定できる15エリアの代表27家屋(31部屋)を抽出し、地盤(官民境界、家屋脇)ならびに室内(柱脇、部屋中央)の振動レベル計測を実施した。振動計測は次の理由から明け方の午前4～7時に実施した。

- ① 家屋内生活振動(人の歩行で床が振動する)を排除するため
- ② 各料金所に設置してある固定式軸重計による重量違反軸数を時間帯別にみた結果、図-1のように午前4～7時に違反数が最も多い。これは住民の苦情やア



(注:増幅量は家屋のVL(L₁₀)値と地表のVL(L₁₀)値の差で表した)

図-2 実測調査における家屋の振動増幅量

アンケート結果(夜間や明け方の大型車による振動を訴えている)と一致している。つまり、阪神高速道路においては、渋滞が無く高速走行が可能な明け方の大型車両が、振動苦情の大きな要因であることが明らかである。

(2)家屋における振動増幅の問題

振動苦情は、沿道家屋内に居住する人から発せられており、人は地盤から直接ではなく、家屋を介して振動を感じている。このため、振動レベルを論ずるには、家屋における振動増幅を忘れてはならない。ただし、揺れやすい家の大きな振動増幅は、家屋所有者側の責任問題もあり、十分に議論する必要がある。

これまで、木造や軽量鉄骨造家屋における地表振動レベルに対する床面振動レベルの増幅量は、家屋ごとのばらつきが大きいものの¹⁹⁾、平均して5dB(約2倍の加速度)程度の増幅と考えるのが一般的であった。

今回の振動計測結果では、図-2に示すように地表面に対する家屋2階の振動が、木造家屋(計測9家屋)では、橋軸方向(X)水平動で平均10.8dB(標準偏差4.3dB)、橋軸直角方向(Y)水平動で平均6.9dB(標準偏差2.2dB)、床中央上下動(Z)で7.9dB(標準偏差4.5dB)増幅している。鉄骨家屋(計測5家屋)では、橋軸方向(X)水平動で平均7.6dB(標準偏差1.7dB)、橋軸直角方向(Y)水平動で平均8.0dB(標準偏差5.0dB)、床中央上下動(Z)で2.8dB(標準偏差2.1dB)増幅している。

また、3階建ての木造・鉄骨造・RC造、5～9階建てビルの室内での振動計測結果から、上層階ほど水平振動の増幅量が多い傾向があらわれたが、ビルの鉛直振動増幅は小さいものであった¹⁹⁾。

振動規制法などで、鉛直方向振動しか扱っていないのは、測定点が建物の1階や地表面の場合は、水平方向よりも鉛直方向の振動が卓越するが多いため

表-3 地表及び家屋内の振動レベル(31箇所)

計測位置と項目		平均値	標準偏差	
官民境界地表・鉛直(z)方向 (31家屋)	VL(L ₁₀)	45.0dB	3.6dB	
	VL(max)	54.1	3.5	
家屋内鉛直 方向(z)	柱脚 (31部屋)	VL(L ₁₀)	44.4	4.1
		VL(max)	52.7	4.7
	部屋中央 (31部屋)	VL(L ₁₀)	47.0	6.1
		VL(max)	55.5	5.9
家屋内水平 方向 max(XorY)	1階 (3部屋)	VL(L ₁₀)	34.7	3.9
	2階 (14部屋)	VL(L ₁₀)	44.5	5.5
	3階 (7部屋)	VL(L ₁₀)	46.9	6.4
	4～8階(7部屋)	VL(L ₁₀)	52.4	5.8

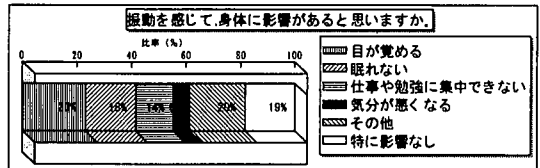


図-3 振動が人に与える影響(複数回答)

ある¹⁹⁾。しかし、今回の家屋内計測(表-3)では、家屋における水平方向の振動増幅量が大きいために、水平方向と鉛直方向の振動レベルは、3階の部屋でほぼ同等であり、4階以上では水平方向が上回ることが分かった。

また、建築基準法の改正により、過去に比べて耐震基準は厳しくなっているものの、狭小な土地での都市型3階建て住宅など、幅よりも高さが高く揺れやすい家屋構造が増えており、水平方向振動に着目する必要性が、以前に比べて大きくなっていると考えられる。

(3)振動レベルピーク値の問題

930人のアンケート調査から振動をほとんど感じない人(30%)を除いた結果(図-3)をみると、振動による影響で最も多いのが、「目が覚める」「眠れない」であり、続いて「仕事や勉強に集中できない」であった。

振動台における鉛直方向加振実験の研究²⁰⁾では、睡眠深度1度(浅睡眠)のような浅い眠りでも、60dBでは覚醒は見られないが、65dBになると71%が覚醒し、69dB以上ではすべて覚醒する傾向が見られると報告されている。

しかし、過去の定点観測や今回の計測において、地表面における振動レベルVL(L₁₀)は最大箇所でも、51～52dB程度であり、家屋内振動レベルでもVL(L₁₀)は60dBを越える箇所はほとんどみられない。それにもかかわらず、多くの人が「目が覚める」「眠れない」と回答していることを説明するには、振動レベルにおけるピークの評価手法に着目する必要があると考えられる。

今回の31部屋の測定結果(図-4)では、官民境界の振動レベルVL(L₁₀)は全て、60dB以下であるのに対し、家屋内の振動レベルVL(max)では、4部屋において、多くの人が覚醒する65dBを超えている。また、官民境界と家屋内の振動レベルの相関関係はほとんど見られない。

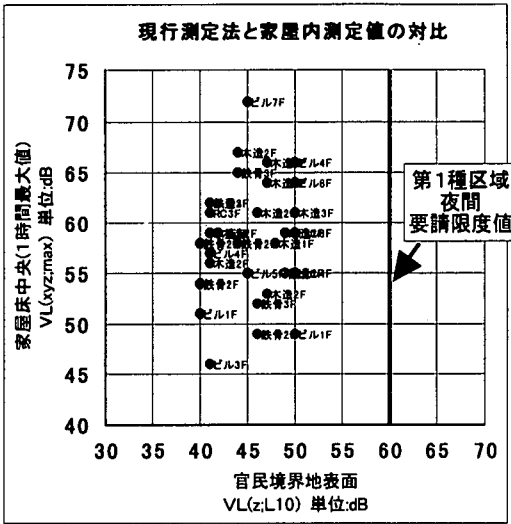


図-4 地表VL(L10)及び家屋内VL(max)の相関

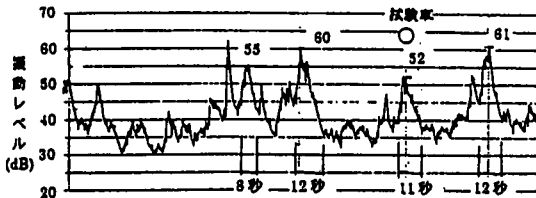


図-5 試験車と一般大型車の鉛直振動レベル(官民境界地表)

したがって、道路交通振動のような間欠振動に対して、地表面におけるVL(L10)では適切に住居感覚を評価できない可能性がある。

例えば、25t試験車走行による測定中10分間に、官民境界測点において試験車よりも大きな鉛直振動を記録した間欠振動が11回もあった(図-5)²¹⁾。つまり、住民は統計値であるL10値で表される振動より、かなり大きなピーク振動を感じていることになる。

(4)振動の知覚要因

アンケート結果(図-6)では、振動を直接からだに感じるとともに、家具や建具のがたつきを感じている人が多い。既往の研究²²⁾によると、「戸や障子のがたがた鳴っている」という反応の95%信頼下限値はおよそ52dBとされている。

今回の振動計測では、家屋内における振動レベルピーク値VL(max)が、60dBを超える箇所がかなりあることから、「窓や扉のがたつき音」「家具やテーブルの上のものが揺れる」などのアンケート結果が説明できる。

また、別のアンケート設問でも、体感振動とともに、家具などの2次音や、交通騒音、または、ジョイント部の衝撃音を訴えているケースが多いことから、視聴覚と振動体感が心理的な相乗効果を起こして、「目が覚める」「い

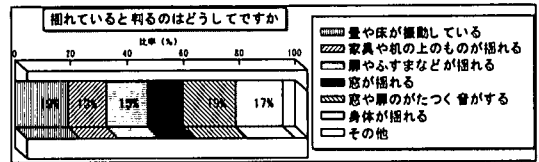


図-6 振動を感じる直接的要因

らいらする」などの苦情内容に至っていることも考えられる。

4.計測値と振動感覚の相関分析

振動計測を実施した家屋の居住者76人を対象に、アンケート回答と、振動レベル測定値との相関を分析した。まず、三者択一式のアンケート(地震以外の異常な揺れを感じたことがありますか)結果から、回答者(全76人)を振動をよく感じていグループ「①よく感じた42人」と、あまり感じていないグループ「②時々感じた27人+③ほとんど感じない+無回答7人」の2グループに分けた。分析手法として、この両グループの計測値(母平均)の差の検定ならびに判別分析的な中率(表-4)を用いるとともに、アンケート回答グループ別の振動レベル分布(図-7)によってその結果を照査することとした。

ここでいう母平均の差は、仮説(両グループの測定値母平均は等しい)をT検定における両側有意確率が十分小さいことで棄却できるか否かで検定した。また的中率(正答率とも言う)は、測定値が判別区分値以上または未満で判別したときに、正しく両グループを判別できた人数の76人に対する比率で表される。この有意確立が小さいほど、あるいは的中率が大きいほど、アンケート回答と振動レベル測定値との相関が強いと言える。

表-4を見ると、振動感覚と振動測定値の母平均の差の検定において、有意確率が最も小さい(両グループの差が明確)測定値は、家屋内XYZの最大値(鉛直・水平各振動レベルピーク値のうち最大値、以下「家屋内VL(xyz, max)」と言う)であった。また、的中率は、家屋内VL(L10)が最も高く、次いで家屋内VL(xyz, max)であった。ここで、家屋内VL(L10)の値は、50dB前後と、振動感覚閾値をかなり下回っており、この値だけでは振動を感じていることが説明できないのに対して、家屋内VL(xyz, max)の値は60dB程度の振動感覚閾値に近い値が判別区分値となっていることから、約半分の人が振動をよく感じていることを説明できる。

一方、図-7を見ると官民境界VL(L10)の分布とアンケート回答には全く相関がないのに対して、家屋内VL(xyz, max)とアンケート結果には、ある程度の比例関係が認められる。

表-4 母平均の差の検定結果と判別分析による的中率(%)

測定項目 ※1		VL ピーク	VL (L ₁₀)	L ₁₀ -L ₉₀	ピーク -L ₉₀
地表	官民境界	-	45.0-45.6	-	-
	鉛直振動Z	-	0.41 43%	-	-
家屋内	家屋脇	52.7-53.1	43.4-44.1	11.2-11.6	20.5-20.6
	鉛直振動Z	0.60 42%	0.42 49%	0.64 46%	0.89 49%
	家屋中央	57.9-54.0	48.5-45.9	10.7-10.5	20.2-18.7
家屋内	鉛直振動Z	0.01 61%	0.07 51%	0.72 57%	0.08 53%
	〃 水平振動 XYの最大値	56.5-52.8	47.3-44.2	10.9-10.4	20.0-18.9
	XYZの最大値	0.03 62%	0.09 62%	0.40 61%	0.24 50%
家屋内	家屋中央	61.0-56.9	51.6-48.1	11.5-10.8	20.9-19.6
	XYZの最大値	0.00 63%	0.02 66%	0.23 54%	0.13 58%

表中の
 上段は、(振動をよく感じているグループ) - (あまり感じていないグループ)それぞれにおけるグループ平均測定値(dB)
 中段は、T検定における両側確率で有意水準0.05を下回るとよい。
 下段は、判別分析的中率が大きいほど良い。
 ※1:計測時間帯は、明け方に振動を感じる人が多いこと、重車量が多いことから、5~6時に着目した。
 ※2:現状の振動規制法に基づく計測方法
 VLピーク :5~6時の振動レベル瞬間最大値
 VL(L₁₀) :5~6時の振動レベル80%レンジ上端値
 VL(L₉₀) :5~6時の振動レベル80%レンジ下端値
 L₁₀-L₉₀, ピーク-L₉₀:暗振動と交通振動の差を意味する値

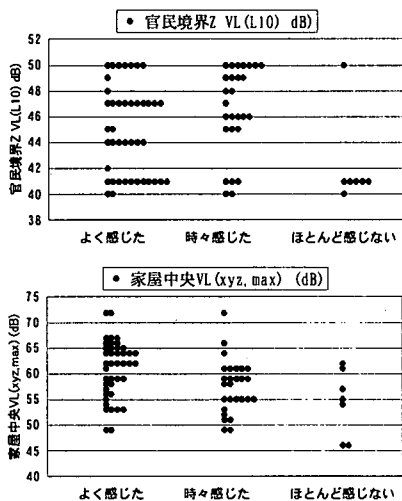


図-7 アンケート回答の振動レベル別頻度分布

5.実態に即した評価方法の考察

以上の限られたサンプル数による分析結果ではあるが、現行の振動規制法に基づく振動評価方法は、振動感覚を的確に評価するものではないことがわかった。そこで、本分析結果に基づいて、居住者等による感じ方の実態に即した道路交通振動の測定・評価のための諸条件として、以下に示す4つの項目を提案する。

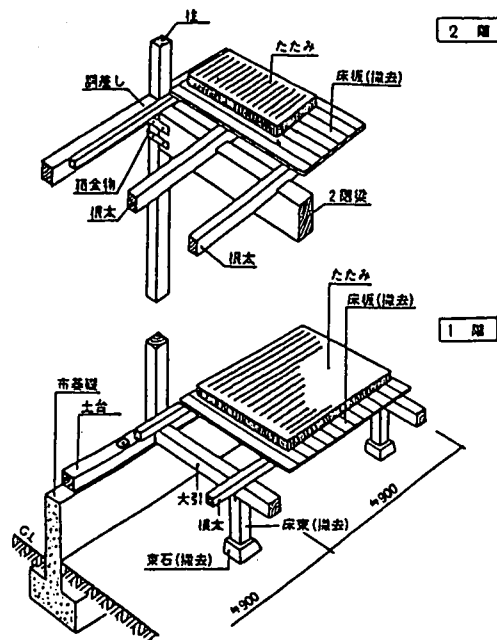


図-8 在来木造住宅の床構造²³⁾

ただし、振動発振源側(道路管理者)と受振側(家屋振動増幅が他と比べて極端に大きい場合など)の責任区分の整理が必要である。

(1)計測地点は、家屋内の居住位置(寝室・居間などの床中央)が望ましい。

現行の振動規制法では振動計測地点は、道路脇の官民境界地表面とすることになっている。これには地表に対する家屋の振動増幅を一律(5~6dB)とする仮定が含まれている。しかし、前述したように家屋の振動増幅量は、地盤振動の性質や家屋の構造に大きく左右され、家屋毎に大きな差があることがわかっている。

現実問題として家屋内で計測を行うことは困難を伴う場合が多い。しかし、居住家屋の振動レベルで評価することにより、人体感覚に与える振動の程度を直接評価できることから、家屋内の振動で評価することが妥当であると考えられる。

なお、居住家屋内に多数の測定点を設けることは難しいことが予想されることから、できるだけ少ない測定点で評価を行う必要がある。一般的に、人が生活するのは部屋の中央部である。この位置は床組の鉛直たわみ振動(振動数10~20Hz付近)で、柱脇に比べて鉛直振動が増幅する場合が多い²³⁾。一般的な木造住宅では、床構造は図-8のような構造であり、1階床よりも2階床中央の方が鉛直振動増幅が大きい。

これらの点から、計測点は地盤上ではなく、住民が振動を感じる家屋内の居住空間、すなわち「居室の部屋中央」とすることが望ましい。

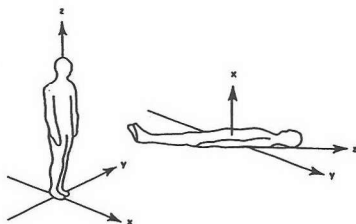


図-9 人体軸と振動方向

(2)計測方向は、水平方向と鉛直方向振動両者の厳しい方の値で代表するのが良い。

今回の測定では、家屋内の鉛直振動と水平振動は、ほぼ同程度のレベルであり、過去の調査でも同様の結果が報告されている。

水平方向の家屋固有振動数(4~6Hz付近)が地盤の固有振動数と近接していると、共振現象により20dB程度の過大な振動増幅が発生する場合がみられる¹⁹⁾。このような場合には、2階以上の床面では鉛直方向よりも、水平方向が振動レベルが大きくなる場合がある。

今回、「家屋内におけるXYZ振動(VLピーク)の最大値」が、アンケート結果と最も高い相関が得られたことから、鉛直振動と水平振動の厳しい方の値を採用することが望ましいと言える。

また、ISO2631-2:1989(全身振動暴露評価指針)では、Z軸を人の足から頭へ向かう方向に定義した考え方が示されており、人の姿勢が特定できない場合(その家屋内で人が寝起きする場合など)には、図-9に示すようなXYZそれぞれ最悪の方向を考慮することが示されている。この考え方は今回の提案手法(鉛直方向と水平方向の厳しい方の値で代表する)と一致している。

振動苦情の多くが睡眠妨害を訴えていることから、従来の鉛直(Z)方向のみでなく、睡眠姿勢の水平(XY)方向の振動レベルが大きい場合には、水平方向を採用することは、自然な考え方と言える。

(3)計測値はVL(L₁₀)値ではなく、ピーク値とするのがよい。

ISO2631-2(1989)には、次のような一節がある。「振動がわずかでも知覚レベルを超えると、住宅において建物振動に関する不満が生じるということを、多くの国において経験している」。すなわち、1日に1回でも知覚レベル(閾値)を超えた振動が発生すれば、苦情が発生する可能性があるといえる。

特に夜間で交通量が少なく、走行速度が大きい時間帯の道路交通振動は、図-5にも示したような間欠振動となる場合が多く、大型車両が通過する度に振動ピークが発生している。本計測結果の一例をみると、1時間に4回の最高振動レベルが発生していたことがわかる(図-10)。このことは、振動苦情では大型車を指摘する

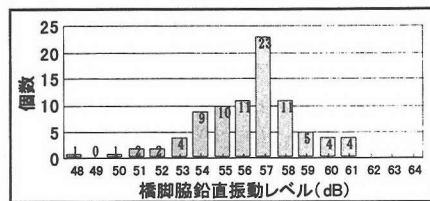


図-10 AM5:00~6:00の振動ピーク頻度分布

声が多く、VL(L₁₀)値で表現できるほど、常に揺れを感じているわけではない、という結果と一致していることがわかる。

ところで、振動レベルのピーク値を評価する方法は、過去に様々な方法が提案されてきた。

- ①単純に最大値を採用する方法
- ②ピーク上位10個のパワー平均を取る方法
- ③60dB以下を除いたパワー平均を取る方法¹²⁾

また、ISO 2631-1(1997)において道路交通振動のように不規則に変動する間欠振動について、新しく移動実効値法(Maximum Transient Vibration Value(MTVV)による評価²⁴⁾や、4乗振動ドーズ法(VDV法(Vibration Dose Value)²⁴⁾が提案されている。

移動実効値法は、短い積分時定数の使用によって、衝撃と過渡振動を考慮に入れる方法で、式(1)により定義された加速度 $a_w(t_0)$ の時間での最大値を振動の大きさとして定める方法である。

$$a_w(t_0) = \left\{ \frac{1}{\tau} \int_{t_0-\tau}^{t_0} a_w^2(t) dt \right\}^{1/2} \quad (1)$$

$$MTVV = \max(a_w(t_0))$$

4乗振動ドーズ法は、周波数加重振動加速度の瞬時値の時間履歴の2乗の代わりに4乗を用いることにより、ピーク値に対して敏感な値として、式(2)により定義されている。

$$VDV = \left[\int_0^T a_w^4(t) dt \right]^{1/4} \quad m/s^{1.75} \quad (2)$$

ここで、Tは測定の継続時間(秒)である。この方法は、MTVVのように瞬時値を求める方法ではなく、測定時間内の周波数加重振動加速度の暴露状況を評価する方法である。

①の評価方法と移動実効値法(MTVV法)はほぼ同じ考え方といえ、②及び③の評価方法は、パワー平均を取るという点で一致しており、ピーク値が特異値である場合に、それを目立たせないようにできるという利点を

持っている。ただし、4乗振動ドーズ法(VDV法)は、現段階では国内での計測事例がほとんどなく、他の評価方法と単純比較は難しい。

このように過去の研究やISO2631の内容等を考慮すると、振動の評価指標に用いる量としては、ピーク値を採用することが妥当であると判断できる。

(4)計測時間帯はAM5:00~6:00の1時間以上がよい

(ただし交通条件が異なる場合は別途設定が必要)

阪神高速道路の場合には、図-1に示したように、大型車(特に軸重違反車)の交通量はAM4:00~7:00が最も多く、7:00頃から、交通量増加のため、平均走行速度が低下を始める。

つまり、午前5~6時の時間帯には、大型車による振動影響が最も顕著に測定される可能性が高い。また、睡眠に対する悪影響を訴えるケースが多いことや、家屋内の人の活動による振動影響を受けにくいことも考慮に入れる必要があり、その意味からもこの時間帯における測定が望ましいと言える。なお、振動レベルピーク値は、ばらつきが大きいことから、データの安定性を考えると、10分毎の瞬間最大値6個の算術平均値とする方法も考えられる。

ただし、上記の時間帯は阪神高速道路沿道の一例であり、他の箇所においては高架道路だけでなく、近傍の鉄道、地下鉄、平面道路などが、交通振動の発振源になる場合も多い。その場合は、他の交通振動発生源の通行時間帯も含めて検討する必要がある。

6.まとめ

本稿では、道路交通振動の実態に即した評価方法として、新たに次に示す計測手法を考察した。

- ①振動レベルの計測地点は、地表でなく家屋内の居住位置(寝室・居間などの床中央)が望ましい。
- ②計測方向は、水平方向と鉛直方向両者の厳しい方の値で代表するのが望ましい。
- ③振動レベルはVL(L₁₀)値でなく、ピーク値を採用するのが望ましい。
- ④計測時間帯はAM5:00~6:00の1時間以上が望ましい。

振動レベルを地表面でなく、家屋内で測定することは、ISO2631にも示されているとおり、諸外国では一般的である。今後、本文での分析を踏まえて、各方面で家屋内VL(xyz,max)に着目した計測手法データを増やし、苦情に対して、住民感覚に適合した計測手法を確立してゆ

く必要がある。

今後、データが多く集まった段階で、本文で提案した内容などについての議論を広げて、より適切な道路交通振動レベルの評価方法が、策定されることを期待する。

参考文献

- 1) 阪神高速道路公団:平成3~6年度定点観測結果。
- 2) 北村豊:道路交通振動に関する実態調査報告,日本道路公団試験所報告,1975年度。
- 3) 徳永法夫,江上輝男,西村昂,刑部清次:既設単純鉄桁の主桁連結工法による超多径間化に関する一考察,橋梁と基礎,1997年4月。
- 4) 上前行孝,徳良賢一,高橋敏介,飯島啓秀:橋梁振動の制御装置開発に関する基礎的研究,橋梁と基礎,1983年1月。
- 5) 比江島慎二,藤野陽三:桁端ダンパーによる橋梁の交通振動の軽減,土木学会論文集,No.465/I-23,1993年4月。
- 6) 矢作枢,吉田和彦:高架橋における交通振動のアクティブコントロール,土木学会論文集,No.356/I-3,1985年4月。
- 7) 徳永法夫,江上輝男,讃岐康博,西村昂:主桁間隔の広い2箱桁橋の防振工事,橋梁と基礎,1996年11月。
- 8) 早川清,沢武正昭,後藤綾司,松井保:空溝およびEPS防振壁を用いた地盤振動のアクティブアインソーレションに関する現地振動実験,第37回土質工学シンポジウム発表論文集,1992年4月。
- 9) 杉谷和弘,早川清,可見幸彦:PC壁体の振動遮断特性に関する計測事例,土木学会第51回年次学術講演会,1996年9月。
- 10) 松浦康夫,森尾敏,塚本耕治:高架橋から伝播する交通振動の軽減対策について,第24回土質工学研究発表会,1989年6月。
- 11) 岩田克司,森敦,徳永法夫:道路交通振動軽減対策工の効果予測に関する解析的研究,建設コンサルタンツ協会近畿支部業務研究発表会,1997年9月。
- 12) 中野有朋:道路交通振動の測定・評価における問題点と課題,環境技術,Vol.16,No.3,1987。
- 13) 池館和江:二車線道路の交通振動公害とL₁₀値規制問題,公害と対策,Vol.17,No.6,1981。
- 14) 徳永法夫,西村昂,日野泰雄,宮原哲:道路交通振動の評価に関する一考察,第20回土木計画学研究講演集,1997年11月。
- 15) 宮原哲,徳永法夫,西村昂,松井繁之:道路交通振動の評価手法と振動対策工に関する調査・研究,第52回年次学術講演会講演概要集,1997年9月。
- 16) 徳永法夫,西村昂,日野泰雄,宮原哲:道路交通振動の評価に関する一考察,土木学会関西支部年次学術講演会概要集,1997年3月。
- 17) 阪神高速道路公団:平成6年度交通管理統計。
- 18) 倉内公嘉(環境庁大気保全局特殊公害課):公害振動の新評価指標に関する研究結果,騒音制御,Vol.14,No.4,1990年。
- 19) 徳永法夫,西村昂,谷口与史也,宮原哲:道路交通に起因する家屋振動増幅に関する一考察,第52回年次学術講演会講演概要集,1997年9月。
- 20) (社)産業公害防止協会:新訂・公害防止の技術と法規[振動編],1992年5月(監修:通産省立地公害局)。
- 21) 讃岐康博,徳永法夫,西村昂,日野泰雄:都市高速道路の交通制御と振動低減に関する一考察,第52回年次学術講演会講演概要集,1997年9月。
- 22) 庄司光,山本剛夫,畠山直隆:衛生工学ハンドブック[騒音・振動編],朝倉書店,1980年8月。
- 23) 大熊勝壽:新幹線沿線木造住宅における振動対策,音響技術,No.39/aug.1982。
- 24) 前田節雄:全身振動評価の国際動向,騒音制御,Vol.21, No.1,1997。

(1997.12.16 受付)

A STUDY ON ACTUAL EVALUATION OF ROAD TRAFFIC VIBRATION

Norio TOKUNAGA, Yorimitchi MAEKAWA, Takashi NISHIMURA
and Yasuo HINO

Because dozens of complaints are made every year alongside urban expressway, sequences of survey and constructions such as leveling the road, countermeasure at propagation course has experienced to solve this vibration problem. However, there are no real and general measures because the evaluation value $VL(L10)$ on the boundary measured according to vibration measuring method defined by vibration control act is always less than limitation of requirement, therefore numbers of complaints are not decrease. In other words countermeasure to decrease vibration is difficult and there is high possibility for present evaluation method not to the sense of residents. This paper examine the evaluation method in high correlation with the dense of residents based on the study (vibration measuring and questionnaire) of the actual traffic vibration alongside elevated road.