

振動に関する住民意識調査結果

Results on the Survey of the Social Response Investigation for Vibration

鴨志田 均 Hitoshi KAMOSHIDA

要旨

振動に関する苦情では、振動規制法等で定める規制基準等を超過する例は少なく、住民感覚との相違が課題となっていた。そのため、環境省では振動の住民アノイアンスに関する基礎資料の蓄積を目途に、振動の評価手法の在り方について調査することとなり、本市では環境省の平成 20 年度地方委託業務である「振動に関する住民意識調査」を受託した。当調査では、道路沿道と鉄道沿線の計 6 地点でアンケート調査と測定調査を行い、振動の住民アノイアンスに関するドーズ・レスポンス図を作成した。その結果、振動規制法で定める工場等、建設作業及び道路交通における振動の評価指標である鉛直 (Z) 方向における時間率振動レベルの 80%レンジの上端値 (L_{V10}) では、規制基準等より小さい 40dB~45dB の振動レベルを観測した地域で 75%の住民が振動を感じていると回答していた。そこで、規制基準等の振動レベルを最大値 (L_{Vmax}) で評価すると、住民アノイアンスとの関係は良好となった。また、鉄道振動についても、「環境保全上緊急を要する新幹線鉄道振動対策について」で定める指針値より小さく、最大値 (L_{Vmax}) で 55dB~60dB の振動レベルを観測した地域では約 43%の住民が振動を強く感じていると回答していた。

キーワード：振動レベル、住民意識調査、量-反応関係

key words : vibration level, social response investigation questionnaire, relation of level and annoyance

1 はじめに

騒音に比べて振動は日常的に感じるものではないため、僅かな振動でも苦情の対象となることが多い。環境省の振動規制法施行状況調査によると、近年 10 年間の振動に関する苦情は、図 1 のとおり増加傾向にあるが、苦情に際しての測定調査においては、表 1 に示すように騒音に比べて振動の測定結果が規制基準等を超過する例は極めて少ない。特に道路交通振動に至っては、5 年間における要請限度値の超過率の平均が、騒音で 18%だったのに対して振動は僅か 1%であった。このような評価結果は苦情者の理解を得られないことが多く、地方公共団体では対応に苦慮している。

このような状況を踏まえ、環境省では振動の住民アノイアンスに関する基礎資料を蓄積し、振動の評価手法の

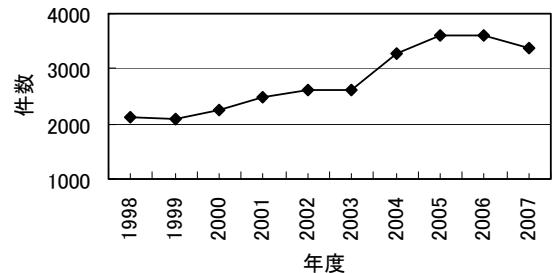


図 1 振動苦情総件数の推移

在り方について検討するため、振動の発生が明らかな場所を対象とした住民へのアンケート調査と振動暴露実態調査を行うことにした。

本市ではこの調査の一翼を担い、環境省の平成 20 年度地方委託業務である「振動に関する住民意識調査」を行った。本稿では、その調査結果について報告する。

表 1 振動の苦情件数と基準等超過率の推移

	年度	工場・事業場					建設工事					道路(自動車)				
		苦情総件数	特定工場等				苦情総件数	特定建設作業				苦情総件数	指定地域内			
			苦情件数	測定件数	超過件数	超過率		苦情件数	測定件数	超過件数	超過率		苦情件数	測定件数	超過件数	超過率
振動	2003	672	190	84	21	25%	1492	496	108	8	7%	293	282	163	2	1%
	2004	769	214	99	34	34%	1932	723	141	7	5%	304	277	109	1	1%
	2005	782	211	77	19	25%	2184	792	179	10	6%	316	288	130	2	2%
	2006	733	189	83	18	22%	2273	826	192	17	9%	331	292	121	3	2%
	2007	751	212	83	10	12%	2092	730	164	8	5%	266	225	90	0	0%
	平均	741	203	85	20	24%	1995	713	157	10	6%	302	273	123	2	1%
騒音	2003	5341	1077	460	288	63%	4302	1466	355	77	22%	399	353	193	30	16%
	2004	5650	1267	464	302	65%	4653	1605	354	91	26%	379	331	111	26	23%
	2005	5574	1219	436	266	61%	5109	1812	372	84	23%	369	314	115	22	19%
	2006	5619	1297	528	331	63%	5450	2062	460	114	25%	411	322	106	19	18%
	2007	5430	1201	436	269	62%	5165	1924	411	94	23%	370	307	89	11	12%
	平均	5523	1212	465	291	63%	4936	1774	390	92	24%	386	325	123	22	18%

2 振動規制の概要

1976年12月に施行された振動規制法は、工場等や建設作業に伴って発生する振動の規制、道路交通振動に係る要請等を定めることにより、住民の生活環境を保全し、健康の保護に資することを目的としている。

同法では、工場等において著しい振動を発生する施設を特定施設と定め、特定施設を設置した特定工場等について総体的な規制を行っている。また、建設工事は、特に著しい振動を発生する作業を特定建設作業と定め、工場等や建設作業場の敷地境界における規制基準値を定めている。更に、道路交通振動は、道路の官民境界における昼間及び夜間の時間区分による振動の大きさの限度を定め、超過した場合は対策について公安委員会や道路管理者に要請するとしている。なお、鉄道振動に関しては、新幹線鉄道には「環境保全上緊急を要する新幹線鉄道振動対策について(勧告)」(昭和51年3月12日環大特第32号)で指針値が定められているが、在来鉄道には基準値等が定められていない。

振動規制法等における振動レベルの評価は、図2の人間の振動感覚特性から判るように、通常公害振動として問題となる7~8Hzの周波数領域で、人間の感知する値が水平振動(X、Y方向)より鉛直方向(Z方向)の方が敏感であることを受け、鉛直方向のみを対象として規制している。

また、工場等及び特定建設作業における振動の大きさの決定は、次の3つの波形による分類とされており、道路交通振動は(3)の80%レンジの上端値(L_{V10})による評価となっている。なお、一般的に工場等や建設作業場では複数の施設及び作業が併合して行われており、振動も不規則に発生していることが多い。また、積分型振動レ

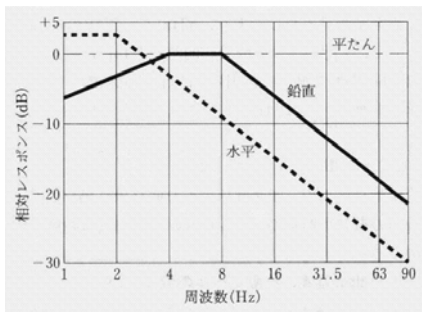


図2 振動感覚特性

ベル計が普及していることもあり、近年は(3)のL_{V10}による評価方法が主流となっている。

- (1) 測定器の指示値が変動せず、又は変動が少ない場合は、その指示値とする。
- (2) 測定器の指示値が周期的又は間欠的に変動する場合は、原則としてその変動値ごとの指示値の最大値10個の平均値とする。
- (3) 測定器の指示値が不規則かつ大幅に変動する場合は、5秒間隔、100個又はこれに準ずる間隔、個数の測定値の80%レンジの上端値(L_{V10})の値とする。

なお、新幹線鉄道は、原則として連続して通過する20本の列車について、当該列車通過ごとのピークレベル(L_{Vmax})を測定し、上位10本について算術平均すると定めている。

3 調査内容

本調査は、振動の発生が明らかな場所ということから、比較的大型車両の通行が多い幹線道路沿道2地点と平面軌道の鉄道沿線4地点の計6地点で行った。調査地点の概要は表2のとおりである。

アンケート調査は、発生源から80mの範囲の木造戸建て住宅の住民を対象に、1地点15名以上を目途とした計105名について対面方式により行った。

振動測定調査場所は、発生源近傍(道路は車道端、鉄道は手前側軌道の中心から12.5m地点)と距離帯ごとの地点及びアンケートを行った住居前とし、水平2方向および鉛直方向について振動レベルの測定を行った。測定データは、データレコーダにWAVE形式のファイルとして収録して解析作業を行った。これらの測定結果と住民アンケート結果から、振動の住民アノイアンスに関するドーズ・レスポンス図(量-反応関係)を作成した。

振動レベルの評価項目は、道路は、最大値(L_{Vmax})、80%レンジの上端値(L_{V10})、等価振動レベル(L_{Veq})とし、鉄道は、最大値(L_{Vmax})、単発振動暴露レベル(L_{VE})とした。なお、発生源近傍では、参考までに、騒音の状況も確認するための騒音レベルの測定も併せて行った。

調査に使用した測定機器類は次のとおりである。

- ・振動レベル計 VM-53A、VM-53 (リオン株)
- ・レベルレコーダ LR-07、LR-20 (リオン株)
- ・データレコーダ DA-20 (リオン株)

表2 調査地点の概要

調査対象	調査路線名	調査場所	アンケート回収数	車線又は軌道数	1日の交通量又は列車通過本数		
					小型車	大型車	大型車混入率
道路	東京大師横浜線	川崎区昭和町2-16付近	19	6車線	20690台	18822台	47.6%
	幸多摩線	多摩区堰1-1付近	18	2車線	14933台	5146台	25.6%
鉄道	京浜急行本線	川崎区池田1-4付近	17	複線	627本		
	JR東日本南武線	幸区塚越1-60付近	17	複線	360本		
	JR東日本横須賀線	中原区中丸子252付近	17	複線	362本		
	小田急本線	多摩区枳形3-10付近	17	複線	703本		

※・道路における1日の交通量は、2005年度交通センサスのデータによる。

・鉄道における列車通過本数は、時刻表より算出した。

・騒音計 NL-21 (リオン(株))

4 アンケート調査結果

アンケート調査は、幅広い年齢層等を対象とするため主に土曜日や休日に行った。その結果は図3から図5のとおりであった。性別構成では、回答者の61%が女性であり、職業別構成では専業主婦が29%と最も多く、次が無職の24%であった。しかし、年齢構成では64%が50歳以上であり、20歳代以下の若年層は僅か2%であった。

騒音・振動などの環境問題への関心度は図6のとおり

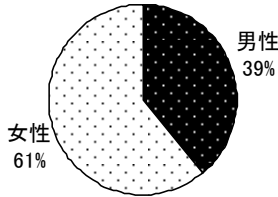


図3 性別構成

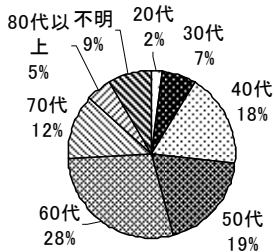


図4 年齢構成

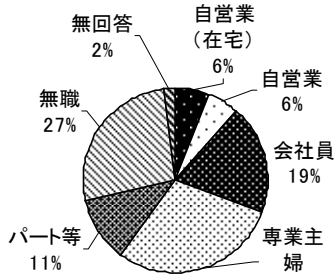


図5 職業構成

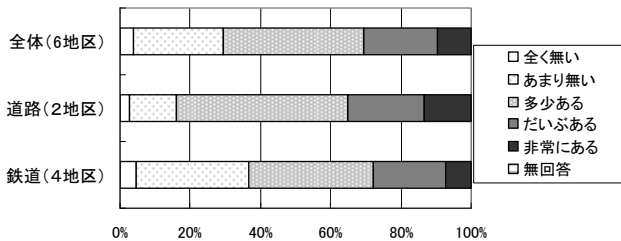


図6 振動や騒音などの環境問題への関心

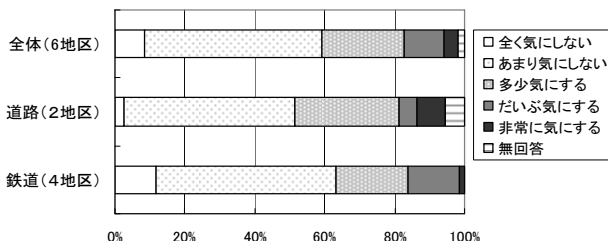


図7 振動に対する感受性

であり、全体で約70%の住民が関心を持っていた。そこで、振動に対する感受性について調べたところ、図7のとおり調査地点全体で39%の住民が振動を感じており、道路沿道では14%の住民が強く感じていた。

また、最も悩まされている問題について聞いた結果が図8と図9のとおりであり、道路沿道の住民は、道路からの振動が44%と最も多く、道路からの騒音は40%であった。また、鉄道沿線の住民では、鉄道からの騒音が32%で最も多く、鉄道からの振動は23%であった。

更に振動による迷惑を受けている時間帯を聞いたところ、図10及び図11で示すとおり、深夜と早朝の占める割合が道路沿道の住民で40%、鉄道沿線の住民で24%であった。これは、図12及び図13の振動による迷惑の内容から、深夜に走行する車両から発生した振動による睡眠への影響であることが判った。なお、鉄道については、原則として深夜の運行時間は限られているため、睡眠への影響を訴える住民は17%と道路沿道の住民より少なかったが、一般的に道路交通振動よりも鉄道振動の振動レベルが大きいこともあり、1日中迷惑を受けていると応える住民が多かった。

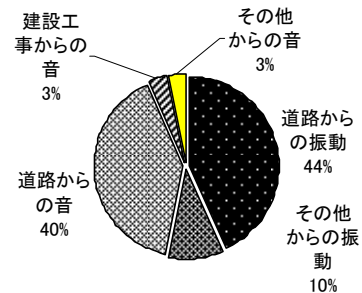


図8 最も悩まされている問題(道路(2地区))(複数回答可)

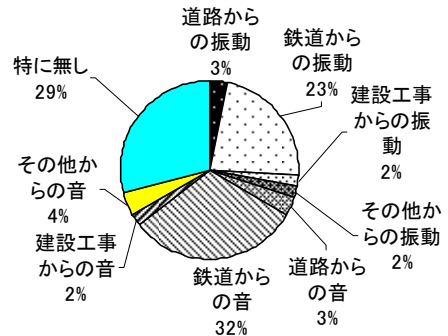


図9 最も悩まされている問題(鉄道(4地区))(複数回答可)

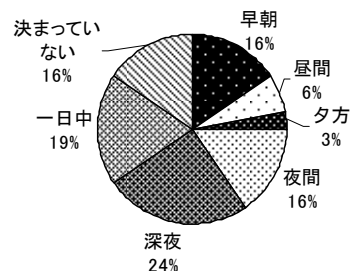


図10 振動の迷惑を受ける時間帯(道路(2地区))(複数回答可)

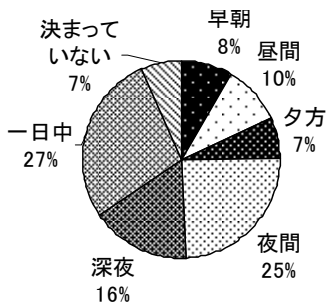


図11 振動の迷惑を受ける時間帯 (鉄道(4地区))(複数回答可)

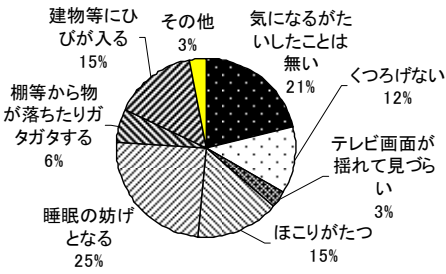


図12 振動で受けている影響 (道路(2地区))(複数回答可)

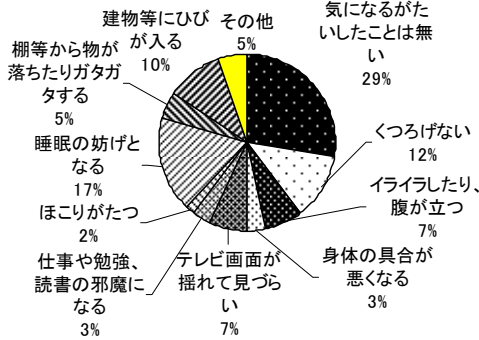


図13 振動で受けている影響 (鉄道(4地区))(複数回答可)

5 測定結果

今回行った道路沿道2地点と鉄道沿線4地点における測定結果は表3及び表4のとおりであった。表3及び表4より、発生源近傍における振動レベルは、道路沿道及び鉄道沿線のほとんどの地点で、各評価指標とも鉛直(Z)方向が水平(X、Y)方向より10dB以上大きい結果となっていた。特に京浜急行線では、すべての評価指標で20dB以上大きい結果であった。これより、振動感覚特性補正を加えた測定では、道路沿道及び鉄道沿線とともに鉛直方向の振動レベルが大きいことが確認された。

また、発生源から離れるにつれて振動レベルは、鉛直方向及び水平方向とともに距離減衰により減少しており、距離帯別の迷惑比率でも、図14及び図15のとおり、道路振動及び鉄道振動とも発生源から離れるにしたがって迷惑を受けていると回答した比率は低くなっていった。

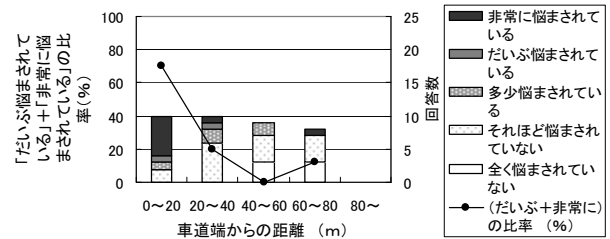


図14 距離帯別の迷惑比率(道路振動)

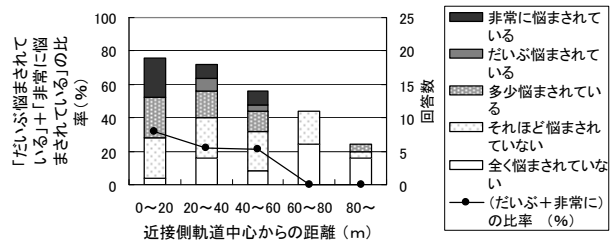


図15 距離帯別迷惑比率(鉄道振動)

表3 振動測定結果(道路2地点)

測定軸方向	評価指標	東京大師横浜線										幸多摩線				
		測定地点										測定地点				
		車道端	10m	20m	30m	40m	50m	車道端	10m	20m	30m	40m	50m			
X	L _{V10}	38.0	37.8	40.4	40.4	38.3	39.9	28.9	28.9	29.3	26.3	23.1	25.8			
	L _{Veq}	34.7	34.8	37.4	37.8	35.4	36.9	26.0	26.0	26.4	24.2	21.4	23.6			
	L _{Vmax}	44.4	42.8	44.8	48.8	44.3	44.3	40.6	33.9	33.8	37.4	31.4	31.5			
Y	L _{V10}	39.6	37.3	37.4	37.0	35.3	35.4	29.3	24.9	24.6	24.9	24.2	23.3			
	L _{Veq}	36.3	34.5	34.8	34.3	32.7	32.9	26.7	22.7	22.4	22.9	22.2	21.3			
	L _{Vmax}	47.2	45.2	44.3	42.7	41.3	39.5	40.5	31.2	30.0	30.8	31.3	29.3			
Z	L _{V10}	51.3	51.1	49.8	48.4	46.1	46.8	45.0	38.1	36.6	35.4	33.8	33.4			
	L _{Veq}	47.8	47.7	46.5	45.4	43.5	43.9	41.0	34.9	33.6	32.2	30.9	31.0			
	L _{Vmax}	59.0	58.6	57.0	56.7	55.0	51.3	56.4	50.4	48.0	39.7	40.0	40.4			

表4 振動測定結果(鉄道4地点)

測定軸方向	評価指標	京浜急行本線				南武線				横須賀線				小田急本線			
		近接側軌道中心からの距離(m)				近接側軌道中心からの距離(m)				近接側軌道中心からの距離(m)				近接側軌道中心からの距離(m)			
		12.5	25	37.5	50	12.5	25	37.5	50	12.5	25	37.5	50	12.5	25	37.5	50
X	L _{Vmax}	37.2	32.8	32.7	35.5	44.4	39.6	41.3	37.5	45.7	44.5	43.8	38.7	46.7	42.6	31.7	32.6
	L _{VF}	46.2	40.7	42.9	44.1	51.8	47.1	48.3	44.5	56.5	53.0	52.4	47.8	55.0	51.0	39.9	40.8
Y	L _{Vmax}	39.4	37.5	35.3	34.4	44.6	37.5	36.0	36.9	44.9	42.7	39.8	38.6	44.9	40.0	33.6	32.8
	L _{VF}	47.8	45.5	43.8	42.8	51.5	44.6	43.5	44.2	54.7	51.1	48.7	46.9	53.9	48.9	41.7	41.5
Z	L _{Vmax}	60.6	56.1	54.1	57.6	54.6	53.4	50.7	53.9	58.8	55.4	52.8	53.4	59.1	52.1	38.1	42.6
	L _{VF}	68.5	63.0	62.6	62.5	61.6	59.8	56.8	60.5	67.6	63.1	61.3	60.8	67.2	59.9	46.5	50.7

なお、図 14 で道路から 60m以上離れた地点の住民が振動に非常に悩まされているとの答えが 1 件あったが、調査対象道路以外の振動によるものと考えられる。

6 測定結果と住民反応の関係

(1) 道路交通振動における評価指標と住民反応の関係

振動規制法の道路交通振動における要請限度値の評価は、振動規制法施行規則第 12 条別表第 2 で、鉛直(Z)方向における時間帯ごとの 80%レンジの上端値 (L_{v10}) と定められている。そこで、今回の調査結果から、鉛直(Z)方向における評価指標ごとの測定結果と住民反応との関係を調べたところ図 16 のとおりであった。

住宅地域の昼間の時間帯での振動規制法の道路交通振動における要請限度値は 65dB と定められているが、図

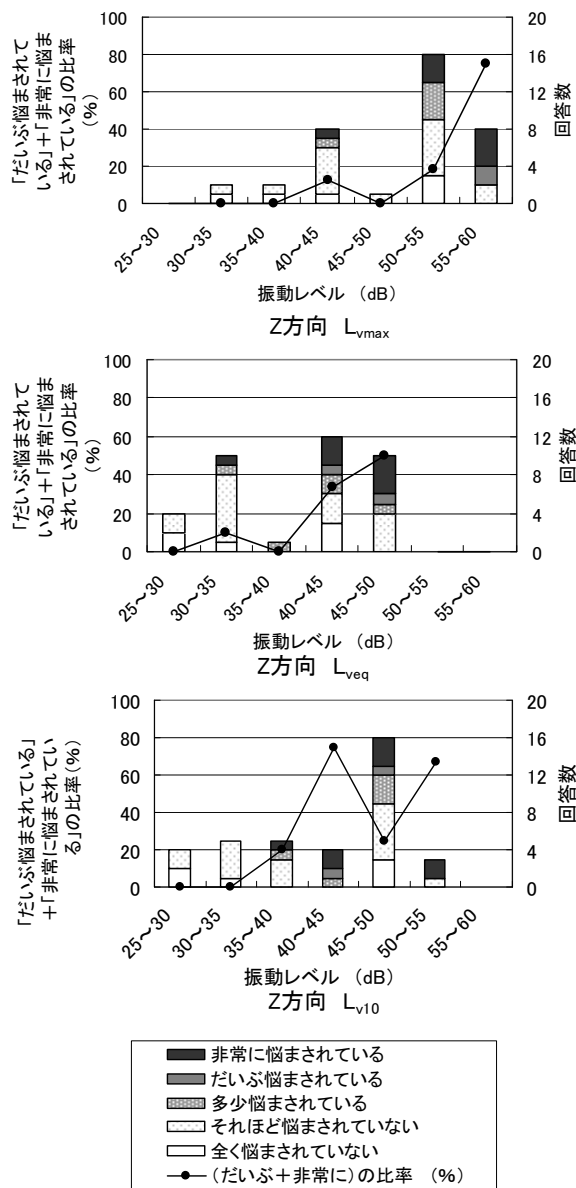


図 16 道路交通振動における量-反応 (Z 方向)

16 の L_{v10} の関係図から、65dB より小さい 40~45dB の振音レベルを観測した地域の住民の 75%が「だいぶ悩ま

れている」以上と感じていた。これを最大値 (L_{vmax}) でみると、「だいぶ悩まされている」以上の回答する住民の比率が 50dB~55dB を観測した地域から増え始め、55dB~60dB の振動レベルを観測した地域では 75%の比率で「だいぶ悩まされている」以上と回答していた。一般的に、人間の振動に対する感覚閾値は 55dB とされている。それに一般的に 5 dB 程度とされる建屋による振動増幅を除くと、地表面で 50dB 以上の振動レベルは建屋内における感覚閾値に匹敵しており、道路交通振動に関する苦情は最大値 (L_{vmax}) が影響していると考えられる。

なお、等価振動レベル (L_{veq}) との関係も調べたところ、45dB~50dB の振動レベルを観測した地域の住民の 50%が「だいぶ悩まされている」以上と感じていた。

また、 L_{v10} を水平方向について調べた結果が図 17 のとおりである。図 17 より、25dB~30dB の振動レベルを観測した地域の住民のうち、X 方向で 40%、Y 方向で 50%の住民が「だいぶ悩まされている」以上と感じていた。

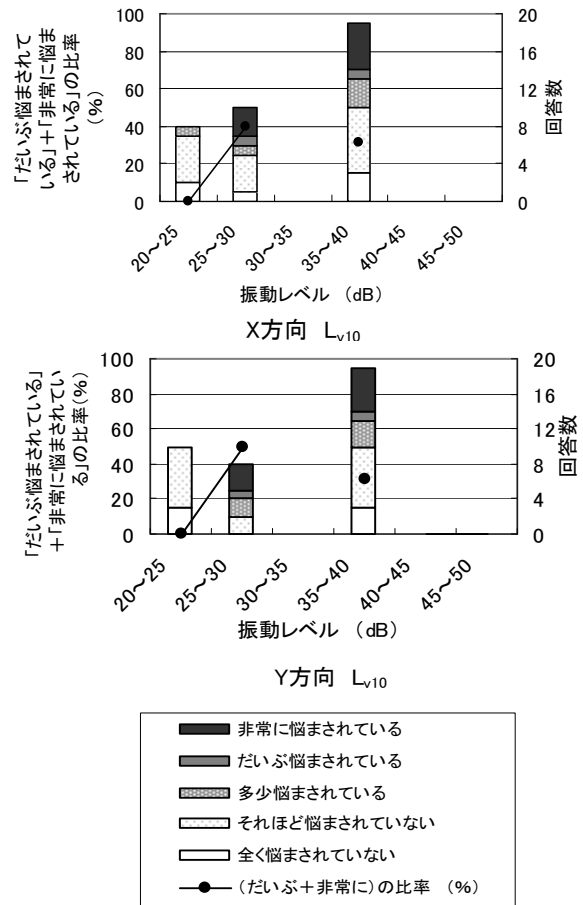


図 17 道路交通振動における量-反応 (X, Y 方向)

(2) 鉄道振動における評価指標と住民反応の関係

鉄道振動については、新幹線において、鉛直 (Z) 方向の振動を対象に、連続して通過する列車 20 本の最大値 (L_{vmax}) のうち、上位 10 本について算術平均して評価すると定められている。そこで、今回の調査結果から、鉛直(Z)方向における評価指標ごとの測定結果と住民反応との関係を調べたところ図 18 のとおりであった。

図18より、最大値 (L_{vmax}) では、建屋内において、一般的に振動の感覚閾値と考えられる 50dB~55dB の振動レベルを観測した地域で住民の28%が「だいぶ悩まされている」以上と感じており、「多少悩まされている」も加えると44%となった。更に55dB~60dBの振動レベルを観測した地域では住民の43%が「だいぶ悩まされている」以上と感じており、「多少悩まされている」も加えると100%となった。

「環境保全上緊急を要する新幹線鉄道振動対策について(勧告)」で定める住宅地域における鉄道振動の指針値は地表面で70dBであるが、アンケート結果から指針値より20dB小さい振動レベルでも、多くの住民が鉄道振動に悩んでいる結果となった。

なお、単発振動暴露レベル (L_{VE}) による評価では、60dB~65dBを観測した住民が「だいぶ悩まされている」以上と感じている比率が最も多く26%であった。

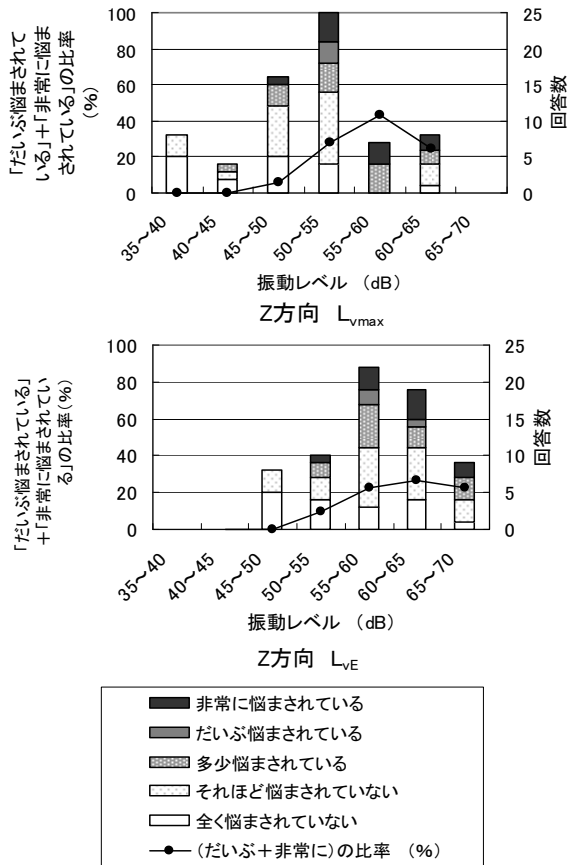


図18 鉄道振動における量一反応 (Z方向)

ちなみに、水平 (X、Y) 方向の最大値 (L_{vmax}) については、図19のとおり、双方とも45dB~50dBの振動レベルを観測した地域で「だいぶ悩まされている」以上と感じている住民の比率が40%と最も多かった。JIS C 1510 振動レベル計で定める振動感覚特性では、8Hz以上の周波数帯域で概ね9dB鉛直 (Z) 方向の振動が大きくなるとされており、JIS Z 8735で定める振動レベルの測定では、この感覚補正を加えて行っている。

東京都環境科学研究所が在来鉄道を対象に行った振

動調査⁹⁾によると、鉄道振動では10Hz~20Hz帯の周波数での卓越がみられていた。これより、在来鉄道における水平 (X、Y) 方向の振動レベルは鉛直 (Z) 方向より9dB小さい振動レベルに反応すると考えられる。

今回の調査で、「だいぶ悩まされている」以上と感じて住民の比率が最も多いのが、鉛直 (Z) 方向で55dB~60dBの振動レベルを観測した住民であり、水平 (X、Y) 方向では10dB小さい45dB~50dBの振動レベルを観測した住民であった。この調査結果は、鉛直 (Z) 方向と水平 (X、Y) 方向における振動感覚特性と類似する結果であった。

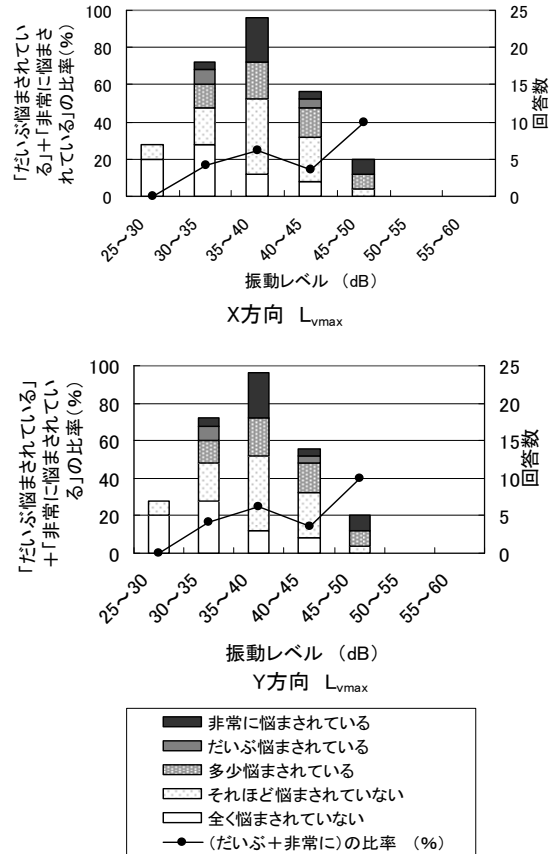


図19 鉄道振動における量一反応 (X、Y方向)

7 まとめ

振動行政において、振動苦情における測定結果が規制基準等を超過する例は少なく、振動に関する規制手法及び評価手法と住民感覚に乖離があるとの意見があった。そこで、今回平成20年度環境省地方委託業務により「振動に関する住民意識調査」を行ったところ、次のような結果となった。

- (1) 一般的な工場等や建設作業、道路交通振動は80%レンジの上端値 (L_{v10}) により評価されているが、道路交通振動では振動規制法で定める要請限度値より約20dB小さい振動レベルを観測した地域の住民の75%が「だいぶ悩まされている」以上と感じていた。これを最大値 (L_{vmax}) でみると50dB~55dBの振動レベルを観測した地域から「だいぶ悩まされている」以上と回答する住民の比率が増加しており、55dB~60dBの振動

レベルを観測した地域では75%の比率で回答していた。これに、一般的な建屋増幅を考慮すると、室内では人間の感覚閾値とされる55dB以上の振動で悩まされていることとなる。

騒音と異なり、振動は一般的な生活では存在しないものであることも考慮すると、振動に関する苦情は、人間の感覚閾値以上の最大値 (L_{vmax}) との相関が良いと考えられた。

- (2) 鉄道振動については、「環境保全上緊急を要する新幹線鉄道振動対策について(勧告)」による指針値が定められており、最大値 (L_{vmax}) による評価とされている。しかし、今回在来線を対象とした調査では、この指針値より約10dB小さい振動レベルを観測した住民の43%が「だいぶ悩まされている」以上と回答しており、「多少悩まされている」も加えると100%となった。

現在、在来鉄道を対象とした鉄道振動に関する苦情等では、在来鉄道に基準等は定められていないため、参考までに、新幹線鉄道の指針値との評価をする場合がある。しかし、今回の調査結果から、鉄道振動に関する苦情の実体は、この指針値より10dB小さい振動レベルに起因するものと推測できた。

- (3) 鉄道振動を例に、振動規制法等の規制方向である鉛直(Z)方向と水平(X、Y)方向の関係をみると、水平方向は鉛直方向より約10dB小さい振動レベルを観測した地域での「だいぶ悩まされている」以上と回答する住民の比率が最も多くなっており、これはJIS C 1510 振動レベル計で定める振動感覚特性に類似する結果となった。

文献

- 1) 振動規制の手引き ((社) 日本騒音制御工学会) 技報堂出版 (2003)
- 2) 振動規制法施行状況調査(平成16年度～平成20年度) (環境省水・大気管理局大気生活環境室)
- 3) 平成20年度環境省地方委託業務: 振動に関する住民意識調査報告書 (2001. 2)
- 4) 平成17年度全国道路街路交通情勢調査(交通センサス) 結果(国土交通省道路局)
- 5) 公害防止の技術と法規(振動編)((社) 産業環境管理協会) 丸善株 (1999)
- 6) 鉄道振動の測定結果について(東京都環境科学研究所年報) (2005)
- 7) 在来鉄道振動に対する住民意識調査(東京都環境科学研究所年報) (2008)