

解体建設作業場における振動の発生状況調査結果

Results on the Survey of Situation of Vibration on Dissolution Constructions Work sites

鴨志田 均 Hitoshi KAMOSHIDA

要旨

建設作業場における振動の規制は、振動規制法で特に著しい振動を発生している作業を特定建設作業と定め、事前の届出と規制基準値等を定めているが、現状は複数の作業が並行して行われており、特定建設作業のみの測定及び規制は難しい状況となっている。また、苦情件数に対し、規制基準値を超過するケースが少なく、住民感覚との乖離が感じられる。

今回、特に大きな振動が発生していると想定される解体建設作業場における振動レベルの発生状況を検証したところ、特定建設作業の評価指標である時間率振動レベル (L_{v10} : 累積度数分布表における 80 パーセントレンジの上端値) では規制基準値を超過することはなかったが、最大値 (L_{vmax}) でみると規制基準値を超過する振動レベルが観測された。また、苦情の主因ともなっている L_{vmax} は、実測時間ごとの振動レベルの 46.2% が人間の振動感覚閾値を 10dB 以上超過していたが、規制基準値の評価指標である L_{v10} ではわずか 2.0% の超過であり、双方の発生状況の相関関係には大きなばらつきがあった。なお、測定方向 (水平方向 (X、Y)、鉛直方向 (Z)) 別に検証を行ったところ、規制の対象となっている鉛直 (Z) 方向以上の振動レベルが水平 (X、Y) 方向で観測されていた。

キーワード：解体建設作業振動、相関係数

key words : dissolution constructions work vibration、correlation coefficient

1 はじめに

環境省の振動規制法施行状況調査によると、2000 年度から振動に関する苦情件数は増加する傾向にあり、2004 年度においては、前年度に比べ 26.1% も増加した。苦情内容をみると、毎年約 60% を建設作業が占めており、2006 年度は 62.9% であった。建設作業場における振動の規制については、振動規制法で特に著しい振動を発生する作業を特定建設作業と定め、事前の届出と建設作業場の敷地境界における規制基準値及び作業時間等の規制を行っている。しかし、近年の工事は複数の作業が並行して行われており、特定建設作業のみを規制するのは難しい状況になっている。また、建設工法の多様化が進み、特定建設作業のみが著しい振動を発生しているとは限らず、苦情の 62.3% が規制の対象外である特定建設作業以外が対象となっていた。

本稿では、平成 18 年環境省調査受託業務「建設作業場騒音測定調査」の際に実施した振動の調査結果より、特に大きな振動が発生すると思われる解体建設作業場における振動の発生状況の推移、振動規制法の評価指標である時間率レベル (L_{v10}) と等価振動レベル (L_{veq})、最大値 (L_{vmax}) による評価手法の相関関係、並びに測定方向 (X、Y、Z) 別の振動発生状況について報告する。

2 調査方法

2.1 測定機器

- ・振動レベル計 VM-53A (リオン(株)製)

2.2 調査方法

調査は、建設作業場における 1 日の作業開始から終了

までの作業内容の推移を 10 分単位で記録するとともに、建設作業場の敷地境界付近の 1 地点で、JIS Z 8735 で定める測定手法に基づき、調査作業記録時間の実測時間 10 分による連続測定を実施した。なお、建設作業場では、作業場所が随時移動しており、敷地境界 (測定地点) からの作業場所 (発生源) までの距離は随時変動している。

評価は、実測時間内における時間率振動レベル (L_{v10} : 累積度数分布表における 80 パーセントレンジの上端値)、等価振動レベル (L_{veq})、最大値 (L_{vmax}) とした。

3 調査結果

3.1 作業と振動レベルの推移

本稿は 6 件の解体建設作業場について検証を実施した。その工事概要と 10 分単位による調査作業数、10 分単位の作業ごとの規制基準値との適合状況並びに評価項目ごとの振動レベルの最大値は表 1 のとおりであった。また、本調査における 10 分単位による作業の推移と振動レベルの発生状況の一例が図 1 (データ番号 1 の作業場) であり、複数の作業で並行して行われていた。

表 1 より、すべての調査場所における 10 分単位による調査作業数の合計が 249 であり、このうち特定建設作業を含む調査作業数は 45 (さく岩機を使用する作業) と全調査作業数の 18.1% であった。また、特定建設作業を含む 10 分単位の作業ごとの L_{v10} について、振動規制法で定める建設作業場の敷地境界における特定建設作業の規制基準値 (75dB) と比較したところ、すべての調査作業が規制基準値以下であった。参考までに、 L_{vmax} について規制基準値と比較したところ、4 (3.2%) の調査作業で

表1 工事概要と測定結果

データ番号	工事概要	主な作業工種	全作業数 (回)	特定建設作業数 (回)	と敷の地境距離 (m)	振動レベルの最大値 (実測時間10分値)			規制基準値超過作業回数			
						L _{V10}	L _{Veq}	L _{Vmax}	全作業		特定建設作業	
									L _{V10}	L _{Vmax}	L _{V10}	L _{Vmax}
1	浄化槽解体工事 (下水道配管工事)	さく岩機及び圧砕機による解体作業	37	5	5 15	72	70	88	0	5	0	3
2	学校校舎建替工事	圧砕機による建屋の解体作業	41	0	7 50	58	55	68	0	0	—	—
3	消防署庁舎建替工事	圧砕機及びさく岩機による建屋の解体作業	40	40	10 30	60	56	76	0	1	0	1
4	学校校舎建替工事	圧砕機及びバックホウによる建屋基礎の解体・掘削作業	46	0	7 50	60	57	71	0	0	—	—
5	消防署庁舎建替工事	圧砕機及びバックホウによる建屋基礎の解体・掘削作業	43	0	10 36	67	63	80	0	2	—	—
6	集合住宅解体工事	圧砕機による建屋の解体作業	42	0	7 40	61	59	74	0	0	—	—
合計			249	45					0 (0%)	8 (3.2%)	0 (0%)	4 (1.6%)

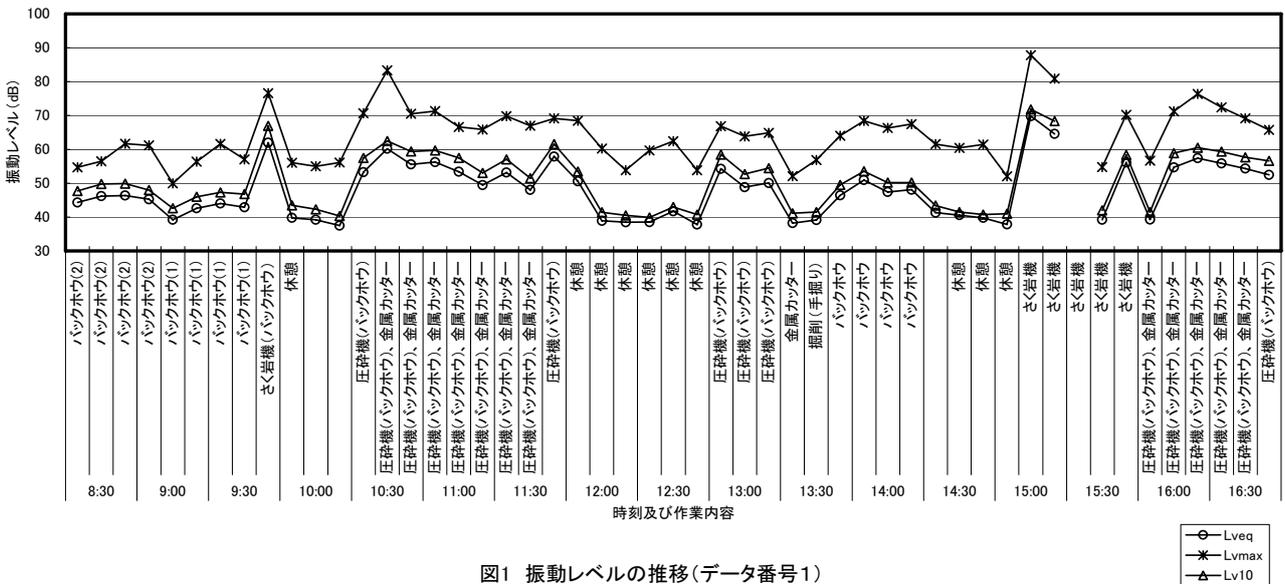


図1 振動レベルの推移(データ番号1)

規制基準値を超過していた。次に、すべての調査作業について特定建設作業の規制基準値との比較をしたところ、すべての調査作業で規制基準値以下であった。参考までに、L_{Vmax}について規制基準値と比較したところ、8 (3.2%)の調査作業が規制基準値を超過していた。なお、すべての調査作業のL_{Vmax}で、最も大きかったのがデータ番号1の作業場で、浄化槽施設をさく岩機(ジャイアントブレーカー)で解体する作業の際に記録した88dBであったが、L_{V10}による評価では72dBであった。

3.2 振動感覚閾値との関係

振動規制法で定める特定建設作業の規制基準値の評価手法は、「特定建設作業に伴って発生する振動の規制に関する基準」に定められている。振動計の指示が不規則かつ大幅に変動する場合は、測定値の80パーセントレンジの上端値(L_{V10})となっており、ほとんどの建設作業場が、

この評価手法の対象となっている。しかし、苦情等における測定でL_{V10}による評価をしても、規制基準値を超過する事例は少ない。環境省の振動規制法施行状況調査によると、2006年度の特定建設作業に係る苦情により測定を実施した192件のうち、規制基準値を超過した件数はわずかに17件(8.9%)であり、住民の被害実感と乖離があるように思われる。

人間の振動感覚閾値は一般的に55dBと言われているが、日常生活において振動感覚閾値を越えるような振動を感じることはほとんどないと思われる。しかし、今回の調査結果(表2)より、調査したすべての建設作業場の敷地境界(測定地点)において、L_{V10}は平均で51.4%の調査作業数で振動感覚閾値を超過する振動レベルを観測しており、データ5の作業場では最も多い83.7%が超過していた。これは、超過件数が最も少ない14.6%のデー

タ2の作業場が建屋地上低層階部分の解体作業が主であったのに対し、データ5の作業場では強固な建屋（消防署）の基礎部分の解体作業が主であったため、地盤への影響が大きかったためと思われる。また、 L_{Vmax} では全調査作業場の平均で96.4%の調査作業場で振動感覚閾値を超過する振動レベルが観測されており、そのうち46.2%は振動感覚閾値を10dB以上超過していた。なお、建屋内では、建屋増幅等により、規制の評価対象である地表面より更に大きな振動として感じる事が予想されることから、住民の被害実感が増大しているものと考えられる。このような状況を受け、環境省では振動の規制・評価手法に関する調査を進めている。

表2 振動感覚閾値の超過率

データ番号	55dB以上			65dB以上		
	L_{V10}	L_{Veq}	L_{Vmax}	L_{V10}	L_{Veq}	L_{Vmax}
1	45.9%	27.0%	89.2%	8.1%	2.7%	59.5%
2	14.6%	0.0%	95.1%	0.0%	0.0%	9.8%
3	72.5%	22.5%	100%	0.0%	0.0%	52.5%
4	26.1%	4.3%	93.5%	0.0%	0.0%	23.9%
5	83.7%	44.2%	100%	4.7%	0.0%	79.1%
6	66.7%	45.2%	100%	0.0%	0.0%	54.8%
平均	51.4%	23.7%	96.4%	2.0%	0.4%	46.2%

3.3 測定方向ごとの各評価指標の関係

振動規制法では、人間の感覚特性を考慮し、鉛直方向（Z方向）について評価することと定めているが、今回の調査結果より、解体建設作業場における振動の発生状況を測定方向（鉛直方向（Z）、水平方向（X、Y））別に検証を行った。測定方向別の振動レベル最大値の測定結果は、表3のとおりである。

表3より、振動規制法で定める評価指標の L_{V10} は鉛直

（Z）方向が最も大きな振動レベルを記録していたが、すべて規制基準値以下であった。なお、 L_{Vmax} では鉛直方向で調査作業数の3.2%、水平方向では調査作業数の1.4%が規制基準値より大きな振動レベルを記録しており、データ番号1とデータ番号6の作業場では水平方向が鉛直方向より最大で3dBも大きい振動レベルを記録していた。特に、データ番号1の作業場では、水平（Y）方向の最大値で規制基準値より16dBも大きい振動レベルを記録したが、これはさく岩機（ジャイアントブレーカー）の作業で、埋設施設（浄化槽）の壁面を解体する際に、水平方向に打撃力が加わったためと考えられる。

今回行った6件の解体建設作業場における実測時間10分による評価指標ごとの振動レベルの発生状況は表4及び表5のとおりであり、データ番号1と3の作業場における評価指標ごとの発生状況は図2と図3のとおりである。

表4及び表5より規制基準値の評価の対象である鉛直（Z）方向についてみると、 L_{V10} と L_{Veq} は、実測時間ごとに算出した振動レベルの差異の平均値が3.1dBであり、標準偏差の平均値が0.18、相関係数は0.957以上であった。また、実測時間ごとの振動レベルの最小値及び最大値の差異も、標準偏差は0.51と0.48であり、ばらつきは小さいものであった。これらより、両者の発生状況に相関関係が高いことが確認された。それに対し、 L_{V10} と L_{Vmax} 及び L_{Veq} と L_{Vmax} は、 L_{V10} と L_{Vmax} の標準偏差の平均値が1.23、相関係数が0.315から0.931の範囲であり、 L_{Veq} と L_{Vmax} は標準偏差の平均値が1.34、相関係数が0.414から0.945の範囲と、調査地点により相関係数に大きなばらつきがあった。特にデータ3の作業場では、 L_{V10} と L_{Veq} に対し、 L_{V10} と L_{Vmax} 並びに L_{Veq} と L_{Vmax} の相関関係は際立って

表3 測定方向別測定結果

データ番号	振動レベルの最大値(実測時間10分値)(dB)									規制基準値超過作業回数(回)								
	X方向			Y方向			Z方向			X方向			Y方向			Z方向		
	L_{V10}	L_{Veq}	L_{Vmax}	L_{V10}	L_{Veq}	L_{Vmax}	L_{V10}	L_{Veq}	L_{Vmax}	L_{V10}	L_{Veq}	L_{Vmax}	L_{V10}	L_{Veq}	L_{Vmax}	L_{V10}	L_{Veq}	L_{Vmax}
1	71	67	88	69	67	91	72	70	88	0	0	3	0	0	3	0	0	5
2	47	43	59	46	43	57	58	55	68	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	42	38	54	44	40	57	60	56	76	0	0	0	0	0	0	0	0	1
4	50	47	65	54	51	65	60	57	71	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	54	50	64	54	50	63	67	63	80	0	0	0	0	0	0	0	0	2
6	50	61	87	49	51	77	61	59	74	0	0	1	0	0	1	0	0	0
合計										0	0	4	0	0	4	0	0	8
										(0%)	(0%)	(1.6%)	(0%)	(0%)	(1.6%)	(0%)	(0%)	(3.2%)

表4 評価指標による差異の平均値と標準偏差

	X方向			Y方向			Z方向		
	項目	平均値(dB)	標準偏差	項目	平均値(dB)	標準偏差	項目	平均値(dB)	標準偏差
$L_{V10}-L_{Veq}$	最小値	-1.8	5.44	最小値	0.2	2.41	最小値	1.8	0.51
	最大値	4.4	0.39	最大値	4.4	0.53	最大値	4.5	0.48
	平均値	2.9	0.33	平均値	2.8	0.29	平均値	3.1	0.18
$L_{V10}-L_{Vmax}$	最小値	5.2	0.57	最小値	4.2	0.90	最小値	5.2	0.77
	最大値	37.0	9.17	最大値	29.8	10.27	最大値	18.5	2.04
	平均値	9.8	1.46	平均値	8.3	1.45	平均値	9.4	1.23
$L_{Veq}-L_{Vmax}$	最小値	7.9	0.71	最小値	5.9	1.38	最小値	7.6	1.01
	最大値	26.1	3.68	最大値	25.6	4.10	最大値	19.9	1.67
	平均値	12.3	1.44	平均値	10.7	1.44	平均値	12.4	1.34

低いものであった(表5、図2、図3)。これは、データ3の作業場では、中空となった建屋の高層階をロングアームの圧砕機で解体した際に、砕けた躯体が直接地表に落下し、この衝撃による振動で最大値が記録されたためと推測できる。なお、水平(X、Y)方向については、 L_{V10} と L_{Veq} では相関係数がすべて0.930以上と高い状況であり、測定方向ごとの相関係数の平均では、鉛直(Z)方向が0.987と最も高い結果となった。また、 L_{V10} と L_{Veq} における実測時間ごとの振動レベルの差異は、最小値の標準偏差がX方向で5.44、Y方向で2.41とばらつきが大きかった。

測定方向ごとに算出した L_{V10} の平均値の差異は、表6及び図4から図6のとおりであった。規制基準値の評価対象である鉛直方向と水平方向との平均値の差異が約12dBであり、標準偏差はX方向が3.7、Y方向が3.0と、鉛直方向と水平方向の関係に大きな差異はなかった。また、X方向とY方向については、標準偏差が1.7と比較的安定していた。この傾向は、 L_{Veq} と L_{Vmax} もほとんど同じであった。なお、図4から図6より作業場ごとの差異の発生状況は、鉛直(Z)方向と水平(X、Y)方向の関係では似た傾向が見られたが、水平方向のXとYの関係は、

表5 評価指標ごとの相関係数

	データ番号	X方向	Y方向	Z方向
$L_{V10}-L_{Veq}$	データ番号1	0.969	0.943	0.996
	データ番号2	0.992	0.987	0.988
	データ番号3	0.966	0.953	0.957
	データ番号4	0.992	0.993	0.995
	データ番号5	0.995	0.992	0.994
	データ番号6	0.930	0.946	0.989
	平均	0.974	0.969	0.987
$L_{V10}-L_{Vmax}$	データ番号1	0.892	0.895	0.931
	データ番号2	0.815	0.830	0.704
	データ番号3	0.327	0.402	0.315
	データ番号4	0.779	0.866	0.878
	データ番号5	0.853	0.806	0.762
	データ番号6	0.631	0.725	0.728
	平均	0.716	0.754	0.720
$L_{Veq}-L_{Vmax}$	データ番号1	0.980	0.979	0.945
	データ番号2	0.805	0.805	0.742
	データ番号3	0.386	0.525	0.414
	データ番号4	0.792	0.872	0.873
	データ番号5	0.854	0.822	0.753
	データ番号6	0.842	0.653	0.751
	平均	0.777	0.776	0.746

表6 平均値の差異

評価指標	方向	平均(dB)	標準偏差
L_{V10}	Z-X	11.9	3.7
	Z-Y	12.1	3.0
	X-Y	0.2	1.7
L_{Veq}	Z-X	12.0	3.6
	Z-Y	11.8	3.6
	X-Y	0.1	1.6
L_{Vmax}	Z-X	12.6	4.2
	Z-Y	13.2	3.7
	X-Y	0.6	2.0

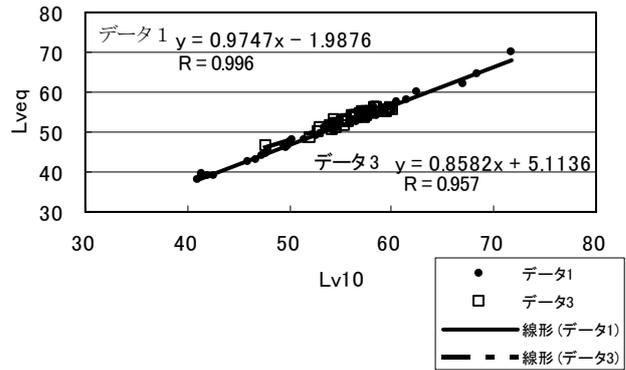


図2 Z方向($L_{V10}-L_{Veq}$)(10min)

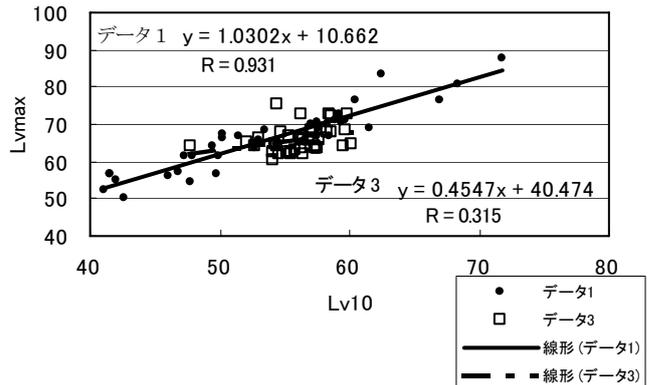


図3 Z方向($L_{V10}-L_{Vmax}$)(10min)

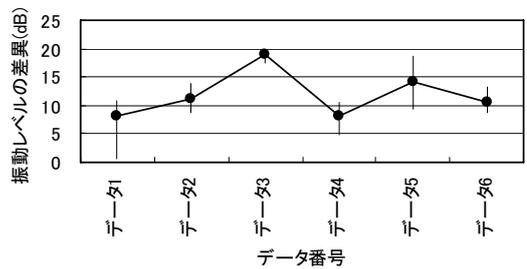


図4 L_{V10} の差異の平均(Z-X)(10min)

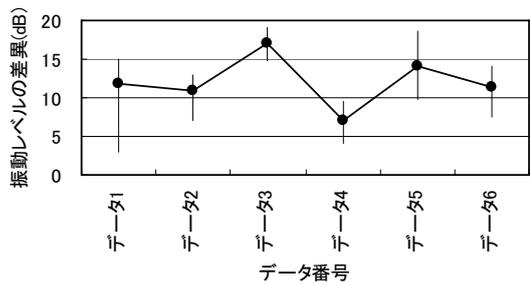


図5 L_{V10} の差異の平均(Z-Y)(10min)

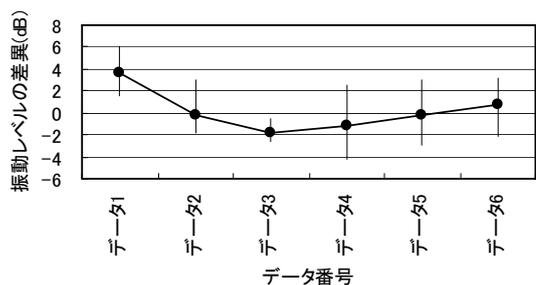


図6 L_{V10} の平均の差異(X-Y)(10min)

鉛直 (Z) 方向とまったく違う傾向であった。また、この状況は L_{Veq} と L_{Vmax} でもほとんど同様な傾向であった。

4 まとめ

- 1) 振動規制法では、特に大きな振動を発生する作業を特定建設作業と定めて規制を行っているが、平成 18 年環境省調査受託業務「建設作業場騒音測定調査」の際に行った振動測定調査より、振動規制法で定める特定建設作業を含め、複数の作業が並行して行われている実態が明らかになり、特定建設作業のみを規制するのは難しい状況であった。また、現行の規制基準値の評価指標である鉛直 (Z) 方向の L_{V10} では規制基準値を超過することはなかったが、 L_{Vmax} ではすべての調査作業数の 3.2% が規制基準値を超過しており、最大で 88dB の振動レベルが測定された。これを人間の振動感覚閾値と比較すると、平均で L_{V10} は 51.4%、 L_{Vmax} では 96.4% の調査作業数で振動感覚閾値を超過する振動レベルが観測されており、 L_{Vmax} では 46.2% の調査作業数が振動感覚閾値を 10dB 以上超過していた。日常生活において、振動感覚閾値を超過する振動が発生することは少なく、建屋内では建屋増幅等により更に大きな振動を感じる事が予想されることを考慮すると、現行の振動の規制手法と住民感覚との乖離が感じられた。
- 2) 解体建設作業場の敷地境界 (測定地点) で、実測時間 10 分により測定した振動レベルの各評価指標の関係では、規制基準値の評価指標である鉛直方向の L_{V10} と L_{Veq} は高い相関関係にあり、すべての調査地点における振動レベルの差異の平均値が 3.1dB、標準偏差値が 0.18 と安定していることが確認された。また、水平方向の L_{V10} と L_{Veq} についても同様に高い相関関係が確認された。しかし、 L_{V10} と L_{Vmax} 、 L_{Veq} と L_{Vmax} については、作業の状況により、鉛直方向と水平方向でともにばらつきが大きい結果となった。

また、振動レベルの差異の平均値は、各評価指標とも鉛直方向と水平方向の関係と水平方向間の関係に大きな違いはなかったが、発生状況では、鉛直方向と水平方向、水平方向間に違いが有ることが確認された。

騒音行政では、変動する騒音を安定的に表現でき、苦情実態との相関が良いことから L_{Aeq} による評価手法が主流となりつつあり、建設作業場から発生する L_{A5} (累積度数分布表における 90 パーセントレンジの上端値) と L_{Aeq} (等価騒音レベル) の相関が高いことが確認されているが、今回の調査の実測時間 10 分による振動レベルの測定でも L_{V10} と L_{Veq} が高い相関関係があることが確認された。しかし、建設作業場では、大きな振動が単発的に発生しており、実測時間が短い場合には L_{Veq} は L_{Vmax} の影響を受けることが推測できる。評価時間を検証するうえで、今後実測時間を変えた調査を行う必要があると考える。また、振動の評価対象とする方向についても、作業によっては、水平方向が既存の評価対象である鉛直方向より大きくなることも考慮するべ

きであると考え。

文献

- ・平成 16 年度振動規制法施行状況調査 (平成 17 年 11 月) (環境省水・大気環境局大気生活環境室)
- ・平成 18 年度振動規制法施行状況調査 (平成 19 年 12 月) (環境省水・大気環境局大気生活環境室)
- ・平成 18 年度環境省調査受託業務「建設作業場騒音測定調査報告書」(平成 19 年 2 月) (川崎市)
- ・振動規制の手引き ((社) 日本騒音制御工学会) 技報堂出版 (2003 年)
- ・騒音規制の手引き [第 2 版] ((社) 日本騒音制御工学会) 技報堂出版 (2006 年)