

建設工事における騒音・振動の実態調査

Survey of long time Monitoring for Construction Noise and Vibration.

湯川 茂夫 Shigeo YUKAWA
沖山 文敏 Fumitoshi OKIYAMA

キーワード：建設工事騒音，建設工事振動， L_x と L_{eq} の相関

Key words：construction noise, construction vibration, correlation of L_x and L_{eq}

1 はじめに

建設現場で発生する騒音・振動は，建設工事で使用される機械類，建設用資材の運搬車，ダンプトラック，コンクリートミキサー車，コンクリートポンプ車等から，またそれらの関連作業によって発生し，そのレベルは大変大きい。そして地域住民の生活に著しい影響を与えている。このため都市における建設工事は隣接する住宅から苦情が生じないような工法が開発されているが，依然としてその苦情件数は多い。

これらのことから，その実態を把握するため集合住宅の建設工事について，長期間にわたる騒音・振動レベルの実態調査を行ったので報告する。

2 調査方法

2.1 調査期間

1995年6月21日～1996年2月15日

2.2 調査場所

川崎市高津区野川3625

2.3 測定機器

- | | |
|-----------------------------|----|
| (1) 普通騒音計 NA-20型 (リオン) | 1台 |
| (2) 振動レベル計 2030型 (電子測器) | 1台 |
| (3) 騒音振動レベル処理器 SV-73型 (リオン) | 1台 |

2.4 測定方法

騒音計と振動レベル計を騒音振動レベル処理器に接続し，サンプリング周期1秒間隔で，サンプル数500個（測定時間：8分20秒）による時間率騒音レベル及び振動レベルを15分毎に測定した。騒音計は周波数補正回路をA特性，動特性をFASTで，振動レベル計は周波数補正回路（振動感覚補正）を鉛直特性にし，動特性をVLにして測定した。

騒音レベルの大きさは L_5 ，振動レベルについては L_{10} を採用した。なお，騒音・振動の L_{eq} も合わせて測定したが，そのサンプリング周期は0.05秒である。

3 調査地点，建築物，工程表の概要

3.1 調査地点の概要

調査地点は図1に示すように，住居地域で2車線の歩道付きの道路に面し，都市計画道路の尻手黒川線と丸子中山茅ヶ崎線にはさまれた地域で，第3種高度地区である。なお，騒音計のマイクロホンと振動レベル計のピックアップは住宅の敷地境界に設置した。

3.2 建築物の概要

建築物の配置及び基礎杭（①～⑬）の設置位置は図2に示すように，敷地面積617.73m²上に高さ16.45m，建築面積298.75m²で延べ面積1093.62m²の地上5階建鉄筋コンクリート造りで，貸店舗・貸事務所付き10戸建ての賃貸共同住宅である。

3.3 工程の概要

表1に建設工事のバーチャート工程表を示した。

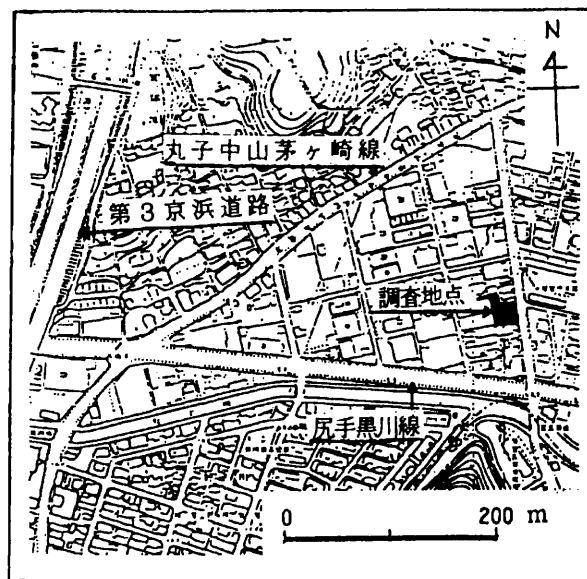


図1 調査地点周辺図

4.1.2 掘削作業及びコンクリート基礎の取り壊し作業における騒音・振動レベル

図4は油圧ショベルによる掘削作業及びコンクリート基礎の取り壊し作業の騒音・振動レベルである。油圧ショベルによる掘削作業や基礎取り壊し作業による各日の騒音レベルの最高値は75~87dB(A)で、振動レベルは53~57dBであった。また、掘削作業の振動レベルは騒音レベルと同様な時間変動を示した。油圧ショベルによる基礎取り壊し作業において、振動レベルは比較的高い値で、そのわりには騒音レベルの増加はみられなかった。

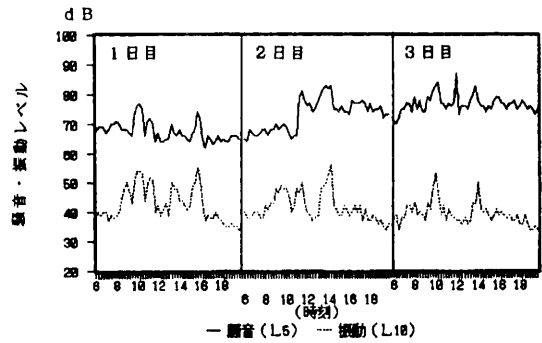


図3 油圧ショベルによる建造物の解体作業

4.2 土工事

土工事として、根伐り工事と地盤改良の作業が行われたが、敷地境界の根伐り工事を行う際に地盤改良として幅60cm深さ2mに土とセメントを混ぜたものを流し込み支持力を増す作業が行われた。

図5は地盤改良工事及び根伐り作業の騒音・振動レベルを表したものであるが、地盤改良工事各日の騒音レベルの最高値は75~82dB(A)で、根伐り工事は85dB(A)であった。作業が行われている時間帯の騒音レベルの度数分布をみると、約75dB(A)が多く、根伐り工事は77dB(A)の値が多かった。また、振動レベルについてみると地盤改良各日の最高値は60~64dBであり、根伐り工事は57dBであった。その度数分布は地盤改良各日及び根伐り工事ともに約54dBの値が多かった。

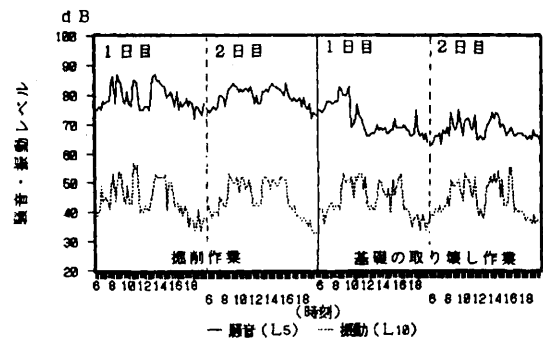


図4 油圧ショベルによる掘削作業及びコンクリート基礎の取り壊し作業

4.3 基礎工事

主たる基礎工事として杭打ち工事が行われるが、杭打ち工事は地質調査などによつて最適な工法が選択される。今回は比較的騒音・振動の小さいといわれているアースドリル工法で行われ、杭が構築された後ハンドブレーカによつて杭頭処理が行われた。

4.3.1 杭打ち工事における騒音・振動レベル

アースドリル工法による杭打ち工事は、先端に刃の付いた回転式バケットを回転して掘削し、バケット内の掘削土砂が一杯になると地上に上げて排土する。掘削後は鉄筋籠を建込み、コンクリートを打設して杭を構築する方法である。掘削作業音は変動騒音であり、バケットを回転させるためのディーゼルエンジン音と排土時におけるバケット音で、バケット音は大きい衝撃音である。

図6はアースドリル工法における杭打ち作業で作業時間内の騒音・振動レベルを表したものである。騒音レベル(L5)は約80dB(A)で、振動レベル(L10)は約60dBの高い値であった。この杭打ち作業における騒音レベルは、掘削音よりも掘削負荷時のエンジン音のほうが高い値を示していた。振動レベルは騒音レベルと同様な時間変動を示したが、振動規制法の規制基準値である75dBを超えることはなかった。

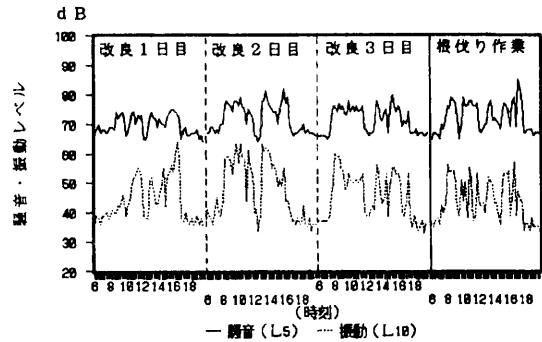


図5 地盤基礎改良及び根伐り作業

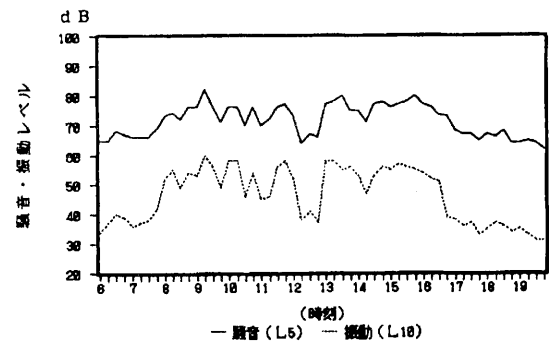


図6 アースドリル工法による杭打ち作業

4.3.2 ハンドブレーカによる騒音・振動レベル

ハンドブレーカは、一般的に空気圧縮式のものが使われピックハンマー（コールピック）と呼ばれて多く使用され、杭頭処理や他の工法の補助手段として使用されている。今回ハンドブレーカは、アースドリル工法で打設して杭を構築したものの杭頭処理に使用されていた。

図7はハンドブレーカによる杭頭処理に伴う騒音・振動レベルを表したものであるが、騒音レベルの各日の最高値は82～86dB(A)であった。昼間の休憩時間帯の騒音レベルは約70dB(A)で、作業時間帯の騒音レベルは休憩時間帯より12～16dB(A)の高い値であった。振動レベルの各日の最高値は61～64dBであり、休憩時間帯の振動レベルは約43dBで、作業時間帯の振動レベルは休憩時間帯よりも18～21dB高い値であった。また、杭頭処理を行った日の騒音レベルと振動レベルの時間変動は同様なパターンであった。

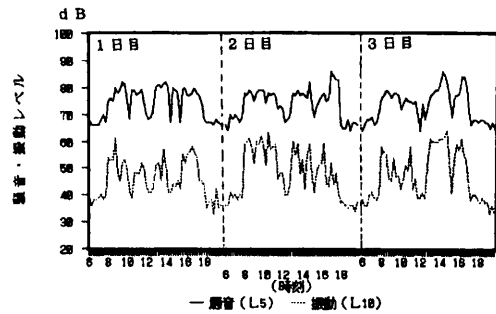


図7 ハンドブレーカによる杭頭処理に伴う騒音・振動レベル

4.4 躯体工事

躯体工事には、足場の組立を行うために鉄材等をクレーンで吊り上げる操作、柱、梁、スラブの鉄筋組立作業、ガス圧接作業、コンクリートを流し込むために型枠を組む作業等がある（以上の作業を型枠建込み等という）。型枠作業が終わると生コンクリート車、ポンプ車によってコンクリート圧送を行う作業の工程があり、騒音・振動レベルも異なるものであった。

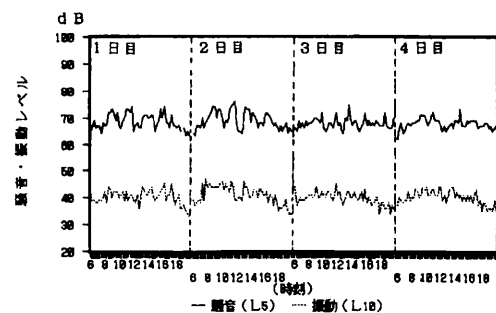


図8 地中梁型枠建込み等における騒音・振動レベル

4.4.1 型枠建込み等における騒音・振動レベル

(1) 図8は地中梁型枠建込み等における騒音・振動レベルを表したものであるが、地中梁型枠建込み等による各日の騒音レベルの最高値は72～76dB(A)で、地中での作業であったために他の作業と比べて低い値であった。また、振動レベルの各日の最高値は44～47dBで他の作業と比べてこれも低い値であった。

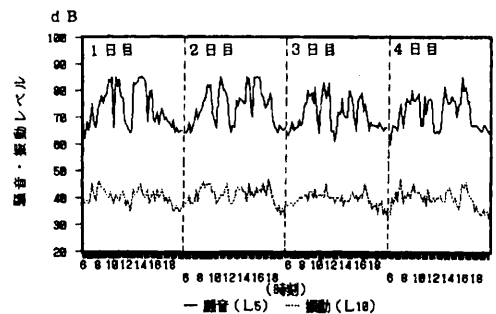


図9 1階型枠建込み等における騒音・振動レベル

(2) 図9は1階型枠建込み等における騒音・振動レベルを表したものであるが、この工程での騒音は型枠工事、梁、スラブの鉄筋工事の組立音や切断音から生じる音が多く、その周波数は高い領域の騒音を発生している。これらの工事によって生じる各日の騒音レベルの最高値は83～85dB(A)で、4日間での度数分布をみると騒音規制法の規制基準値である85dB以上の値は12個であった。また、振動レベルの各日の最高値は45～47dBで、地中梁型枠建込み等と同レベルの値であった。

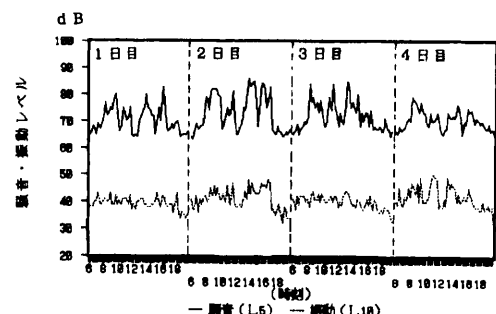


図10 2階型枠建込み等における騒音・振動レベル

(3) 図10は2階型枠建込み等における騒音・振動レベルを表したものであるが、この工程作業の内容は1階型枠建込み工事等と同様であり、図9の騒音レベルと同様なレベルパターンであった。騒音レベルの各日の最高値は79～86dB(A)で、4日間の度数分布をみると85dB(A)以上の値は3個であった。また、振動レベルの各日の最高値は43～50dBであった。

(4) 図11は3階型枠建込み等における騒音・振動レベ

ルを表したものであるが、騒音レベルの各日の最高値は85~92dB(A)で、4日間の度数分布をみると85dB(A)以上の値は14個であった。また、振動レベルの各日の最高値は49~58dBであった。

(5) 図12は4階型枠建込み等における騒音・振動レベルを表したものであるが、騒音レベルの各日の最高値は85~89dB(A)で、4日間の度数分布をみると85dB(A)以上の値は9個であった。また、振動レベルの各日の最高値は48~50dBであった。

(6) 図13は5階型枠建込み等における騒音・振動レベルを表したものであるが、騒音レベルの各日の最高値は76~85dB(A)で、4日間の度数分布をみると85dB(A)以上の値は1個であった。また、振動レベルの各日の最高値は44~45dBであった。なお、騒音・振動レベルとも1~4階の型枠建込み等の工事に比べて低いレベルの値であった。

4.4.2 コンクリート打設における騒音・振動レベル

コンクリート打設におけるコンクリートポンプ車、生コンクリート車から発生するエンジン音や各工程のコンクリート打設における騒音・振動レベルの内容を図14に示した。

- (1) 基礎コンクリート打設時における騒音レベルの最高値は78dB(A)であり、地中における打設のため、騒音の伝搬が遮蔽され低い値を示していると思われる。また、振動レベルの最高値は53dBであった。
- (2) 土間のコンクリート打設による騒音レベルの最高値は78dB(A)で、基礎コンクリート打設時と同レベルであった。振動レベルの最高値は45dBで基礎コンクリート打設よりも低い値であったが、これは基礎コンクリートによる基礎重量が大きいためと思われる。
- (3) 1階~4階のコンクリート打設による各階の騒音レベルの最高値は84~87dB(A)で、振動レベルの最高値は46~54dBであった。この騒音レベルは、基礎や土間にコンクリートを打設した時よりも高い値であったが、これは1~4階に打設する時の方がコンクリートポンプ車の移送出力を上げるためと思われる。また、振動レベルも比較的の高い値であった。

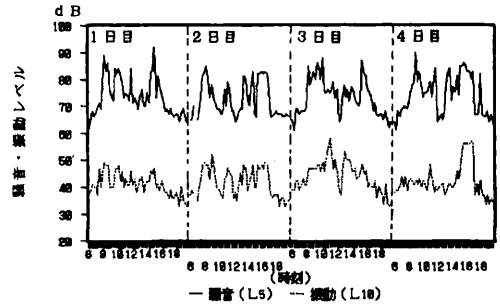


図11 3階型枠建込み等における騒音・振動レベル

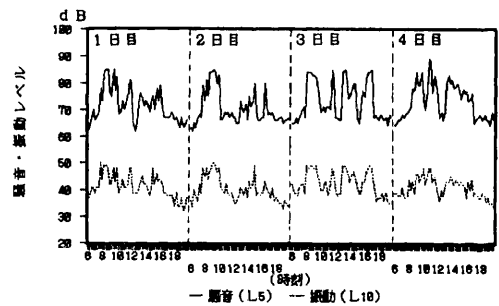


図12 4階型枠建込み等における騒音・振動レベル

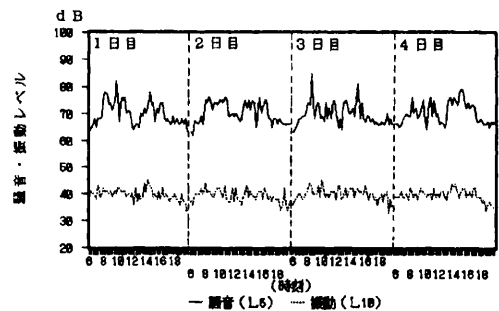


図13 5階型枠建込み等における騒音・振動レベル

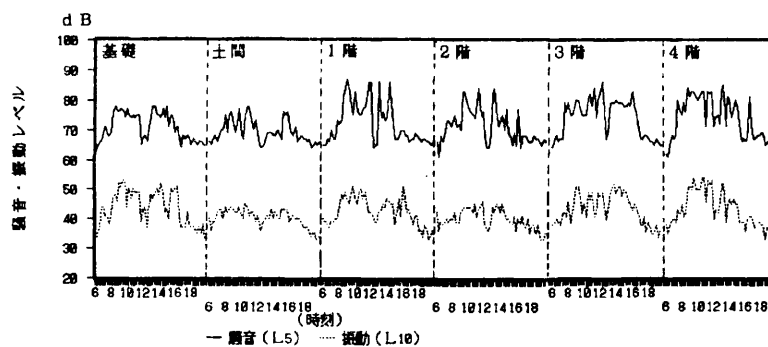


図14 コンクリート打設に伴う騒音・振動レベル

4.5 各工程における L_x (騒音 L_5 , 振動 L_{10}) と L_{Aeq} の関係

等価騒音レベル (L_{Aeq}) は国際的に多くの国や機関で採用されており、また環境庁では現在「騒音に係る環境基準」を L_{50} から L_{Aeq} に変更する作業を進めていることなどから今回 L_x と合わせて L_{Aeq} も測定した。

表2に各工程の時間率騒音レベル (L_5) と等価騒音レベル (L_{Aeq}) の関係を、また騒音レベルと同様な考え方で振動レベル (L_{10}) と等価振動レベル (L_{veq}) の関係について表した。1日のデータは、各作業が行われている午前6時から午後8時までの15分毎 (測定時間: 8分20秒) で56回測定したデータである。

(1) 時間率騒音レベル (L_5) と等価騒音レベル (L_{Aeq}) の関係についてみると解体工事、アースドリル工法、地盤改良作業、ハンドブレイカによる杭頭処理、型枠等の作業及びコンクリート打設時の各工程とも相関係数は0.95~0.99の高い値で、関係式からその傾きは0.96~1.11であった。 L_5 (算術平均値) と L_{Aeq} (パワー平均値) との差はコンクリート打設の-0.8dBを除けば0.3~1.4dBで L_5 の平均値の方がやや高い値であった。また、型枠作業については L_{Aeq} のパワー平均値の傾きがほぼ1であり、その差は0.3dBであるので L_5 と L_{Aeq} の値はほぼ一致していた。

(2) 振動レベル (L_{10}) と等価振動レベル (L_{veq}) の各工程の相関係数を見ると0.95~0.99の高い値で、関係式からその傾きは0.88~0.95であった。また、 L_{10} (算術平均値) と L_{veq} (パワー平均値) の差によると型枠等の作業は0.8dBであるのを除けば-0.2~-4.3dBで L_{veq} のほうが高い値であった。

5 まとめ

- (1) 解体工事から発生する騒音レベルは騒音規制法の規制基準値である85dB(A)を超えているのは、バックホウによる建造物の解体作業が行われた午前8時頃に測定された。基礎取り壊し作業や掘削作業もかなり高い値であった。また、振動規制法の規制基準値である75dBを超えていることはないが、基礎取り壊しによる振動レベルはかなり高い値であった。
- (2) 土工事は、根伐り作業を行うのに土の支持力を増すために地盤改良し、バックホウによる掘削作業が行われた。騒音レベルは比較的低い値であるのに対して、振動レベルは高い値を示し、バックホウによる振動の影響が大きいと考えられる。
- (3) 杭打ち工事は、先端に刃の付いた回転式バケットを持つアースドリルを回転させ掘削し、引上げて掘削土を排出して、鉄筋籠を建込む作業であり、比較的騒音・振動レベルは低い値であった。

表2 各行程における L_x (騒音 L_5 , 振動 L_{10}) と L_{Aeq} の関係

No	工程	N	相関係数(r) 騒音 (L_5) 振動 (L_{10})	関係式 (L_{eq})= $a(L_x)$ + b 騒音 (L_5) 振動 (L_{10})	L_x-L_{eq} の差 (dB) (L_{eq} : パワー平均) 騒音 (L_5) 振動 (L_{10})
1	解体工事	168	0.99 0.95	$Y=1.03X-7.23$ $Y=0.88X+1.76$	1.4 -0.2
2	アースドリル工法	56	0.97 0.99	$Y=1.03X-6.39$ $Y=0.95X-0.43$	1.2 -3.3
3	地盤改良工事	224	0.95 0.98	$Y=1.06X-8.65$ $Y=0.91X+1.47$	0.8 -4.3
4	ハンドブレイカの作業	168	0.98 0.97	$Y=1.09X-10.96$ $Y=0.92X+1.51$	0.3 -3.8
5	型枠等の作業	224	0.97 0.95	$Y=0.96X-2.03$ $Y=0.91X+1.08$	0.3 0.8
6	コンクリート打設	336	0.97 0.96	$Y=1.11X-12.10$ $Y=0.95X-0.26$	-0.8 -0.4

- (4) ハンドブレーカはアースドリル工法で杭を構築した後、杭頭処理に利用されたが、一般的に騒音レベルの高い作業であると言われている。今回の測定結果からも騒音レベルは高い値であった。また、振動レベルも他の作業と比較して高い値であり、両者の変動パターンは良く一致していた。
- (5) 躯体工事は、足場の組立、柱・梁・スラブの鉄筋組立、ガス圧接作業、コンクリートを流し込むための型枠を組む作業が行われた後、ポンプ車やミキサー車によってコンクリートを圧送する作業等の工程がある。地中梁の型枠建込み等では騒音・振動レベルは低い値で、1階～4階の型枠建込み等では騒音レベルは高い値であった。また、コンクリート打設に伴う騒音レベルは78～87dB(A)で、振動レベルは45～54dBであった。
- (6) 各工程における騒音レベルの L_5 と L_{Aeq} の相関係数は、0.95～0.99の高い値であった。また、振動レベルの L_{10} と L_{veq} の相関係数は騒音レベルと同様に0.95～0.99の値であった。

6 おわりに

今回の調査は長期にわたって建設工事の各工程の騒音・振動レベルを把握するために騒音計及び振動レベル計にレベル処理器を接続し、当該建設工事の騒音・振動レベルが不規則かつ大幅に変動するものとみなし、15分毎に1秒間隔500個のデータから騒音レベルは L_5 を、振動レベルは L_{10} について把握を行ったものである。騒音規制法及び振動規制法の規制基準値と比較する場合、作業によってはレベルのピーク値の平均と比較することが望ましいが、現状の測定機器や測定方法では今回の方法以外では困難であると考えられる。しかしながら、この方法でも各工程における騒音・振動レベルの発生状況等についてはかなり把握できたものと考えられる。この結果、今回の建設工事の施工段階で発生した騒音・振動レベルは、特に解体工事、杭打工事、コンクリート打設などに高いレベルの値を発生する工程もあり、工場等から発生する騒音・振動レベルに比べてもあきらかに高いレベルであった。なお、 L_{eq} も同時に測定を行ったが騒音レベル(L_5)及び振動レベル(L_{10})との相関が良いことなどから、今後長期にわたる建設工事の騒音・振動レベルの把握方法について、 L_{eq} も含めて十分に検討していきたいと考える。

文 献

- 1) 末松茂正, 秋山文生編: やさしい建築施行の手びき, 霞ヶ関出版社(1997)
- 2) 吉田重康, 渡辺隆一郎編: 建設工事の公害対策(騒音・振動), 理工図書株式会社(1973)