

建設工事における振動の実態について

宮本 俊二 榊原 正法 望月 富雄
(首都整備局土地利用課)

1 はじめに

建設工事の振動は、周辺の住民にさまざまな障害を及ぼし、苦情問題をひきおこしている。しかし、振動の発生状況や障害の実態は十分に解明されておらず、行政施策を展開するうえで支障をきたしている現状にある。

この調査は、各種の工事に伴って、どのような振動がどの程度の大きさで発生し、周辺の住民にどのような影響を与えているか、さらに、その影響範囲はどの程度とみられるか等を解明して、行政施策の基礎資料とするために実施したものである。調査の内容は、工事機械別の振動実測調査と、工事現場別の苦情状況に関するアンケート調査に大別することができるが、ここでは、これらの調査の概要を紹介し、調査結果とその検討した結果について要約して述べる。なお、この調査は、当所と当所の依頼により日本音響学会とが協力して実施したものである。

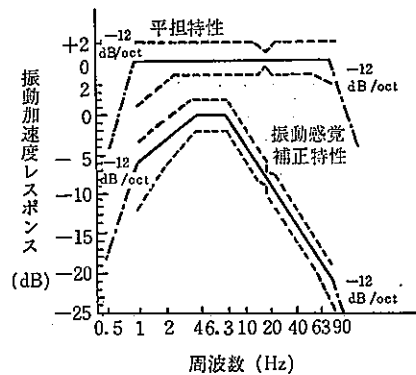
2 実測調査

(1) 測定方針

建設工事における振動は、主として工事機械の作動に伴って発生するとされ、工事機械の作動に伴って発生する振動が、ある距離はなれたところではどの程度の大きさになっているか、さらに、距離によってどの程度減衰するか等を調べ、この結果を累積することによって、その実態をほぼ知ることができるものと考えられる。

この観点に立って、この調査では、測定量をX方向、Y方向、Z方向の振動レベルとし、対象工事機械としてディーゼルバイルハンマ、振動くい打機、コンクリートブレーカ、ブルドーザ、コンプレッサ、振動ローラ、鋼球、コンクリート破砕薬を選定して、これらの工事機械がさまざまな条件で作動している各種の工事現場で、距離別に測定点を設定して測定することにした。

図1 振動感覚補正特性



註1) 振動レベル = $20 \log_{10} \frac{A_n}{A_0}$ (dB)

ここで

A_n : 図1の振動感覚補正特性で補正した振動加速度実効値。

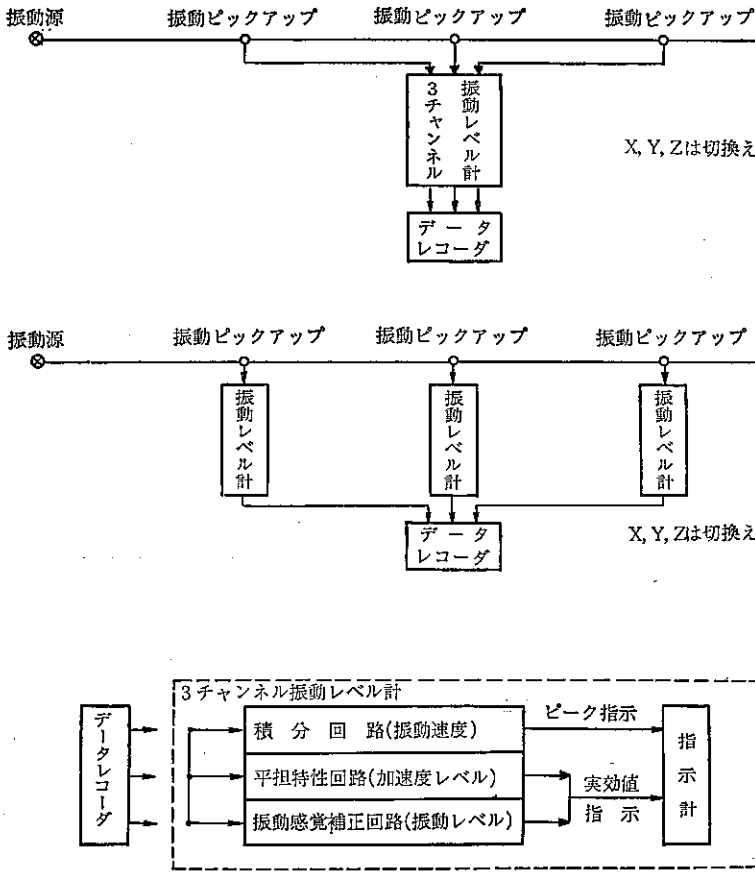
A_0 : 5 Hz, 10^{-5}m/s^2 実効値。

(2) 測定内容と測定方法

各工事現場では、原則として振動源からの距離が5m, 10m, 20mまたは10m, 20m, 40mの地点におけるX方向、Y方向、Z方向の振動レベルを測定したが、工事機械別に測定した工事現場数を示すと次のとおりである。

- (1) ディーゼルバイルハンマによるくい打ち 8現場
- (2) 振動くい打機によるくい打ち・くい抜き 各4現場 計8現場
- (3) コンクリートブレーカによるRC造構造物および舗装版の取りこわし作業 6現場
- (4) ブルドーザによる整地作業 5現場
- (5) コンプレッサ 3現場
- (6) 振動ローラによるアスファルト舗装および路盤の締め固め作業 4現場
- (7) 鋼球によるRC造建築物の取りこわし作業 7現場

図2 測定系の構成



カのような定常振動および振動くい打機や振動ローラのような準定常振動はレベル記録計（記録速度は100dB/s）の記録結果から行なった。この場合、振動レベルの決定は次の方法によった。

- (1) コンプレッサやコンクリートブレーカのような変動の小さい場合は平均値を読みとる。
- (2) ブルドーザ、振動くい打機、振動ローラのようにレベル変動の大きい場合は変動ごとの最大値を数回以上読みとり、その平均値をとる。
- (3) ディーゼルパイルハンマ、コマンド、鋼球、コンクリート破砕薬のような衝撃振動は、最大値を数回以上読みとり、その平均値をとる。

図2は測定系の構成を示したものであるが、使用した測定器の仕様の概要は次のとおりである。

- (1) 3チャンネル振動レベル計 VM-08A リオンK. K.

1~90Hz, 加速度レベル60~120dB, 振動レベル60~120dB, 振動速度（ピーク値）0.1~100 mm/s, 3方向(X, Y, Z) 振動加速度検出用振動ピックアップ3個

- (2) 振動レベル計 VM-12 リオンK. K.

1~90Hz, 加速度レベル60~120dB, 振動レベル60~120dB, 振動速度（ピーク値）0.1~100 mm/s, 3方向(X, Y, Z) 振動加速度検出用振動ピックアップ1個

- (3) データレコーダ PFM-15 ソニーK. K.

4チャンネル, FM, DC~2 KHz, S/N 43dB以上

- (4) データレコーダ R-70 ティアックK. K.

4チャンネル, FM, DC~500Hz, S/N 35dB以上

- (5) レベル記録計 LR-01E リオンK. K.

記録レンジ 50dB, 25dB, 記録速度 300 mm/s,

- (8) コンクリート破砕薬によるRC造構造物の取りこわし作業 5現場

- (9) コマンドによる舗装版の取りこわし作業 4現場
合計 50現場である。

測定は、距離別の測定に同時性をもたせ、X方向、Y方向、Z方向の振動の方向別は順次に行なうことを基本方針として、次の方法で行なった。

振動レベル計（東京都告示第388号に規定する仕様に適合する。）3台または3チャンネル振動レベル計1台、4チャンネルデータレコーダ1台を用い、距離別に設定した測定点における振動加速度を検出し、これをデータレコーダに収録し、のちに、これを再生して振動レベル計に導入し、振動レベルを読みとった。読みとりは、ディーゼルパイルハンマ、鋼球、コマンドのような衝撃振動は指示計器から、コンプレッサやコンクリートブレー

表1 工事機械別振動レベルの測定結果

(単位: dB)

工事 機械名	振動の方向と 距離 (m)															
	X					Y					Z					
	5	10	20	30	40	5	10	20	30	40	5	10	20	30	40	
ディーゼルバイルハ ンマ	—	78 (71~90)	75 (68~84)	—	70 (65~76)	—	74 (65~80)	70 (62~76)	—	64 (58~68)	—	—	78 (71~85)	72 (65~78)	—	65 (58~75)
振動くい打機	—	73 (65~79)	64 (52~76)	—	57 (48~68)	—	70 (58~78)	66 (54~76)	—	59 (48~72)	—	—	77 (67~86)	69 (60~79)	—	58 (43~70)
コン マ ン ド	82 (81~83)	76 (72~79)	69 (66~72)	—	—	—	77 (75~78)	64 (62~65)	—	—	—	87 (80~95)	75 (68~86)	—	—	—
ブル ド ー ザ	79 (75~85)	67 (60~76)	61 (53~69)	—	—	—	77 (76~77)	66 (66~66)	—	—	—	72 (65~81)	54 (45~64)	—	—	—
振動 ロ ー ラ	—	73 (68~78)	66 (63~71)	—	—	—	—	60 (58~63)	—	—	—	—	60 (57~62)	—	—	—
鋼 球	—	66 (63~72)	61 (57~65)	59 (53~63)	—	—	—	59 (55~65)	56 (52~60)	—	—	—	71 (65~80)	67 (62~76)	—	—
コンクリートブレ ー カ	48 (42~60)	42 (35~53)	38 (35~42)	—	—	—	49 (43~57)	38 (36~43)	—	—	—	56 (50~68)	40 (37~47)	—	—	—
コン ブ レ ッ サ	67 (65~69)	61 (60~62)	50 (43~57)	—	—	—	66 (65~66)	49 (41~57)	—	—	—	62 (61~63)	48 (45~52)	—	—	—
コンクリート破砕機	—	74 (54~93)	64 (44~82)	—	—	—	—	62 (44~83)	—	—	—	—	65 (48~86)	—	—	—

平均値

(最小値~最大値)

図3 振動レベルと距離の関係
(ディーゼルパイルハンマのくい打)

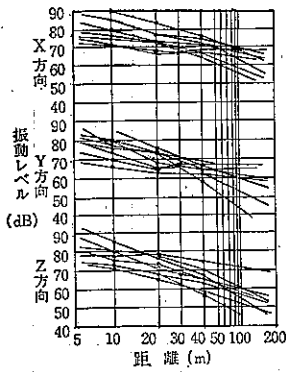


図4 振動レベルと距離の関係
(振動くい打機によるくい打ち・くい抜き)

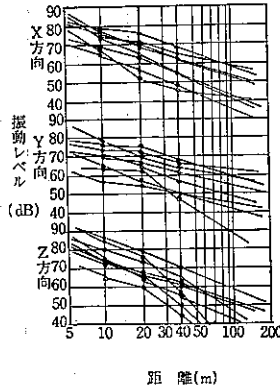


図5 振動レベルと距離の関係
(振動ローラによる締固め作業)

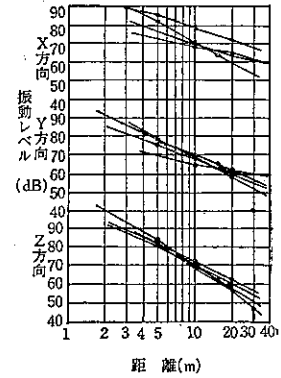


図6 振動レベルと距離の関係
(鋼球によるこわし作業)

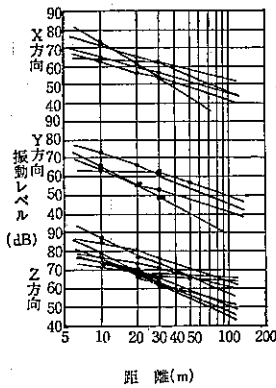


図7 振動レベルと距離の関係
(コンクリート破砕薬によるこわし作業)

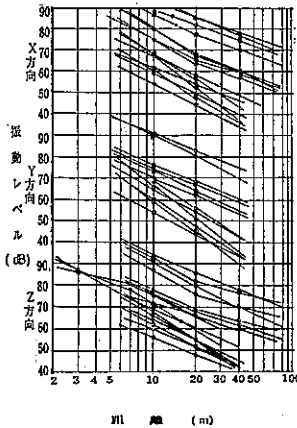
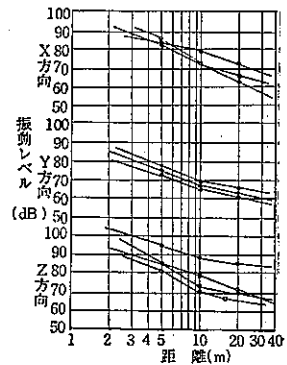


図8 振動レベルと距離の関係
(コマンドによる舗装版のこわし作業)



200 mm/s, 32mm/s, 精度±0.5dB 記録幅100mm

る。

(3) 測定結果とその考察

表1は、各工事現場で測定した結果を、工事機械別、距離別、振動の方向別にまとめたものである。表中のデータは平均(最小~最大)で、最大は最も高いレベルを示した工事現場での測定結果である。

(1) 各工事機械の振動レベルの比較

工事機械別に、表1の最大と最小の差をみると、大半の工事機械は、距離別、振動方向別の振動レベルが10dB以上のレベル差を示しており、工事現場によって振動の発生状況が大きく違ってくることを示しているが、これは、工事現場によって機械の容量、作業条件、地質の状況などの条件が異なっていることによるものと考え

各工事機械の振動の程度の違いを、10m地点の測定結果と比較すると、次のようになる。Z方向では、ディーゼルパイルハンマ、振動くい打機、鋼球、コンクリート破砕薬、コマンドがレベルが高く、いずれも平均が75dB以上のレベルを示しており、振動ローラは平均が70dB、コンプレッサとブルドーザは平均が約60dBとなっている。コンクリートブレーカは最もレベルが低く、平均が49dBである。X方向とY方向では、ディーゼルパイルハンマ、コンクリート破砕薬、コマンドは平均が75dB以上となっており、振動くい打機、振動ローラ、ブルドーザは平均が約72dB、鋼球は平均が66dB、コンプレッサは平均が61dBとなっている。この場合も、コンクリートブレーカが最もレベルが低く、平均が42dB

である。

以上の検討結果を総合すると、強い振動を発生する工事機械として、ディーゼルパイルハンマ、振動くい打機、鋼球、コンクリート破砕薬、コマンドがあげられ、これに次ぐ機械としては振動ローラをあげることができる。ブルドーザは、振動ローラと同等のレベルを示すこともあるが、コンプレッサよりやや大きい程度とみられる。コンプレッサは、タイヤ式または防振ずみを対象とすれば、10m程度離れると60dB以下になるとみられ、コンクリートブレーカは、5m前後離れると60dB以下になるものとおもわれる。

(2) 距離による減衰特性

図3, 4, 5, 6, 7, 8は、振動レベルと距離の関係を示したものであるが、図に示すように、距離による減衰特性は、同種の工事機械であっても工事現場によって異なってくる場合もあるほか、同一工事機械、同一工事現場であっても距離によって異なってくる場合もあるなど、個別にみると複雑である。しかし、これを平均化して、総括的にみると次のようになる。

ディーゼルパイルハンマ、鋼球、コマンドはX方向、Y方向、Z方向のいずれもが倍距離で約6dBの割合で減衰し、振動くい打機、ブルドーザ、振動ローラ、コンプレッサはX方向、Y方向、Z方向のいずれもが倍距離で約8dBの割合で減衰するとみられ、コンクリート破砕薬は最も減衰が大きく、X方向、Y方向、Z方向のいずれもが倍距離で約10dBの割合で減衰するとみることができる。

(3) 振動レベルが垂直方向60dBまたは水平方向70dBとなるに要する距離

振動レベルの垂直方向60dBおよび水平方向70dBは、一般に地面振動ではほぼ感覚のいき値に相当することとされている。

各工事機械による振動がどの程度の距離をとるときに垂直方向(Z方向)の振動レベルが60dB、または水平方向(X方向とY方向)の振動レベルが70dBになるかについて調べることにする。

各工事機械の振動の距離による減衰特性は、最遠測定点の2倍距離程度までは前項で得られた特性を示すものとして、表1および図3, 4, 5, 6, 7, 8から、工事機械別にこの距離を求めると表2のような。平

表2 垂直方向60dBまたは水平方向70dBとなるに要する距離

工 事 機 械	距 離 (m)
ディーゼルパイルハンマ	80 (32~80以上)
振動くい打機	32 (20~80以上)
コンクリートブレーカ	5 以下
ブルドーザ	10 (7~25)
コンプレッサ	6 (5~12)
振動ローラ	20 (8~22)
鋼 球	64 (34~80以上)
コンクリート破砕薬	28 (7~80以上)
コマンド	80以上

均でみると、ディーゼルパイルハンマ、コマンド、鋼球は60m以上の距離を必要とし、振動くい打機、コンクリート破砕薬は30m前後、振動ローラは20m、ブルドーザは10m、コンプレッサは6m、コンクリートブレーカは5m以下となっている。ディーゼルパイルハンマ、コマンド、鋼球、コンクリート破砕薬では、80m離れた地点で垂直方向が70dB前後と推定される場合もあり、最大距離が87mと推定された振動くい打機とともに影響範囲の広い機種であることを示している。

(4) 指示計器の動特性を速(Fast, 0.2s)、および緩(Slow, 1s)としたときの振動レベルの比較

振動レベル計には、指示計器の動特性として速と緩¹⁾があり、切替えて使用できるようになっており、どちらの動特性を使用するかを明確にしておくことが必要である。指示計器の動特性を速および緩としたときの振動レベルの違いをみるために、ディーゼルパイルハンマ、ブルドーザ、振動ローラ、鋼球、コマンドについて測定したが、この結果を距離別、振動の方向別にまとめて示したものが表3である。表3によると、ディーゼルパイルハンマ、鋼球、コマンドの衝撃振動では、速と緩の振動レベルの差は2~6dB程度で、平均では速の振動レベルが約4dB大きくなっている。ブルドーザと振動ローラの準定常振動では、速と緩の振動レベルの差は0~2dB程度で、平均的にはほぼ同じ数値となるとしてよいと考えられる。また、コンクリートブレーカやコンプレッサのような定常振動では、この差はあらわれな

表3 指示計器の動特性を速と緩としたときの振動レベルの差

(単位: dB)

工事 機械名	X				Y				Z			
	5	10	20	40	5	10	20	40	5	10	20	40
ディーゼルパイ ルハンマ	—	4 (3~5)	5 (4~6)	4 (3~6)	—	4 (3~5)	4 (2~5)	3 (2~5)	—	4 (1~5)	4 (3~5)	3 (1~4)
ブルドーザ	2 (2~3)	—	2 (1~3)	—	2 (1~2)	2 (1~2)	3 (2~4)	—	1 (0~1)	1 (0~2)	0 (0~2)	—
振動ローラ	0	0 (0~1)	0 (0~1)	—	0 (0~1)	0 (0~1)	0 (0~1)	—	0 (0~1)	0	0 (0~1)	—
鋼球	—	5 (4~7)	2	—	—	5 (4~6)	3	—	—	4 (4~5)	6	—
コマンド	5 (4~6)	5 (4~6)	4 (3~5)	4 (3~7)	5 (3~6)	5 (4~7)	3 (2~4)	—	6 (4~7)	6 (4~7)	4 (3~6)	—

平均値
(最小値~最大値)

い。
この結果をみると、ブルドーザや振動ローラのような準定常振動、コンクリートブレーカやコンプレッサのような定常振動では、指示計器の動特性を速・緩のいずれとしてもよいことになるが、ディーゼルパイルハンマ、鋼球、コマンドのような衝撃振動では、測定結果に開きが出てくるために問題となる。現在、工場等に対する振動規制においては、衝撃振動については指示計器の動特性を速とすることになっており、建設工事の場合もこれに準じて、衝撃振動は指示計器の動特性を速として測定することがよいと考えられる。

(5) 垂直振動感覚補正特性と水平振動感覚補正特性による振動レベルの比較

振動レベル計に内蔵する振動感覚補正回路の補正特性には図9の(1)の特性が採用されており、垂直振動と水平振動のいずれの場合も、この補正特性を用いて振動レベルを測定している。図9の(1)の補正特性は、本来垂直振動に適用される特性であり、水平振動には図9の(2)の補正特性を用いるべきであるとされている。このために、今回測定対象とした工事機械のうちからディーゼルパイルハンマ、振動くい打機、振動ローラ、コマンドを選びこれらの水平振動について、図9の(1)と(2)の補正特性による振動レベルを求め、両者の違いをみることにした。

図10は、この結果を示したものであるが、衝撃振動および準定常振動のいずれの場合も両者の対応はよく、水平振動感覚補正特性による振動レベルは垂直振動感覚補正特性による振動レベルより約10dB低い数値となることを示している。この結果から、現在の振動レベル計で水平振動を評価する場合には、垂直振動より10dB程度ゆるやかにすることが必要であると考えられる。しかし、この考え方は、対象とする振動の主成分が9~90Hzの周波数範囲にある場合に成り立つものであり、8Hz以下の周波数範囲に主成分を有する振動については、別途の方法で評価することが必要となる。このことを考慮すると、今後は、振動レベル計に図9の(2)に示す補正特性の水平振動感覚補正回路を内蔵させ、水平振動の振動レベルはこの回路を用いて測定するようにすべきであると考ええる。

(6) 振動レベルと振動速度(ピーク値)との関係

この調査では、振動レベルを測定量としたが、振動速度(ピーク値)を測定量としている既発表資料も多い。これらの既発表資料の測定結果との関連づけを行なうために、ディーゼルパイルハンマ、振動くい打機、振動ローラ、鋼球、コンクリート破砕薬、コマンドについて距離別、振動の方向別に振動速度(ピーク値)を併せて測定し、振動レベルと振動速度(ピーク値)の関係をみる

図9 垂直・水平振動感覚補正特性

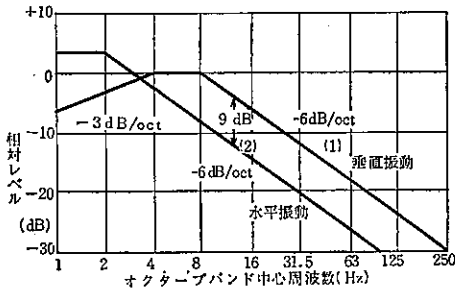


図11 振動レベルと振動速度との関係

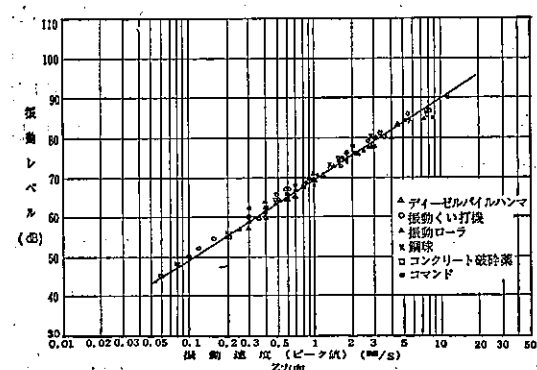
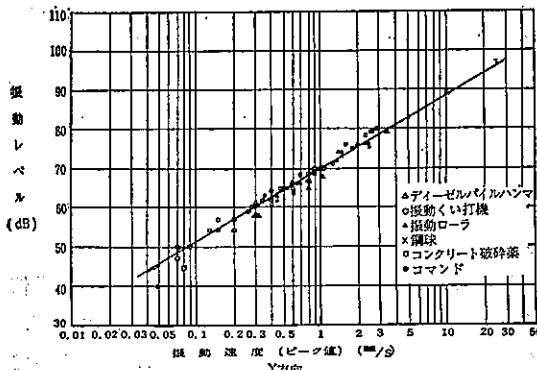
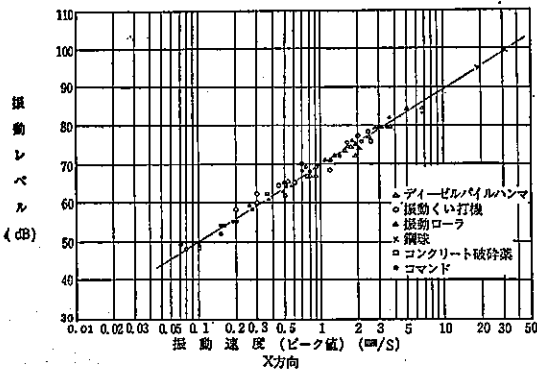
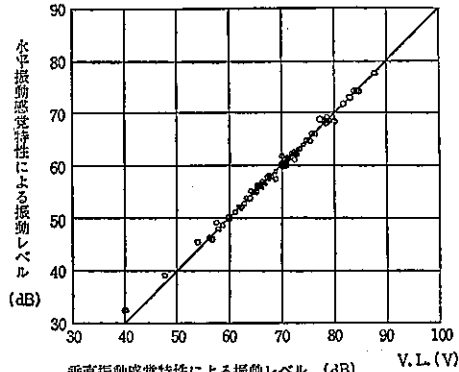


図10 垂直および水平振動感覚補正特性による振動レベルの関係



ことにした。図11は、振動レベル (dB) と振動速度 (mm/s) の関係を示したものである。ここで、振動レベルは指示計器の動特性を速 (0.2 s) としたときの数値で、振動速度 (ピーク値) は 0.2 s に近い動特性の指示計器から求めた数値である。衝撃振動と準定常振動について検討したことになるが、図11には、振動レベルと振動速度 (ピーク値) は、X方向、Y方向、Z方向のいずれの場合もよく対応していることが示されている。これによるとX方向、Y方向、Z方向のいずれの場合も、振動レベル60dBはほぼ振動速度 (ピーク値) 0.3mm/sに、70dBはほぼ1.0mm/sに、80dBは3.0mm/sに相当することがわかる。

3 苦情に関するアンケート調査

(1) 調査方針

- アンケート調査は工事現場を単位として実施したが、調査にあたっては、
- (1) 東京都内における工事による振動の苦情の実態を解明することを目的としている。
 - (2) 各種の工事を対象とし、なるべく多数の工事現場について実施し、調査結果の客観性をそこなわないようにする。
 - (3) 工事の実勢および苦情の発生の年次による差を平滑する。

などの諸点を考慮して、過去3か年間に、東京都内で施工された事務所・店舗・集合住宅などの建築工事、地下鉄・道路・鉄道などの土木工事のうちから、少なくとも1,000現場以上を抽出し、各工事における全工程を対象として調査を実施することにした。また、調査先として

は、工事現場周辺の住民とする場合と工事担当者とする場合とがあるが、過去3カ年間にさかのぼって調査すること、および苦情の全容を網羅的にかつ能率よく把握できるなどの理由から、この調査では工事担当者を調査先とした。

(2) 調査の内容と方法

どのような工事が、どのような地域で、どの程度行なわれ、工事の実施に伴って、どのような振動による苦情問題が提起され、どのような対処策がとられているか、また、その苦情はどのような工事機械の作業を原因としているかを解明するために、

- (1) 工事の種類、工事現場の用途地域、工事現場周辺の実利用状況
- (2) 苦情発生の有無、苦情の距離の分布
- (3) 苦情の内容、苦情者の要求事項、対処策の内容
- (4) 苦情の原因となった工事機械の種類

などを主たる調査内容として、質問事項を設定した。

調査は建設業者31社に協力を求め、各会社を通じて各工事担当者に調査用紙を配布し、各工事担当者が記入する方法で行ない、回収された調査用紙からのデータの抽出および集計は電子計算機を使用して行なった。

(3) 調査結果とその考察

(1) 調査用紙の回収数

調査用紙の回収数は1,241枚である。したがって、この調査での基本現場数は1,241現場となり、調査前に期待した対象工事現場数1,000現場を十分に確保することができた。

(2) 工事の種類

各工事現場の工事の内容をみると、図12に示すように事務所と共同住宅が圧倒的に多く、両者で全体の44%を占めており、店舗、上下水道、学校病院、地下鉄がこれに次いでいる。建築工事が全体の3/4を占めており、土木工事の3倍となっている。対象とした工事現場の工事内容は上記のとおりであるが、だいたいこの比率で工事が行なわれているとしてよいようにおもわれる。

(3) 苦情の発生率

図13に示すように、建築工事では65.3%、土木工事では71.8%の割合で苦情問題がおきており、土木工事の方がやや比率が高くなっている。また、これを全体でみ

ると、全工事現場の64.2%の工事現場で振動による苦情問題が発生していることになる。

(4) 用途地域と苦情発生率

工事現場を用途地域に分類してみると、図14に示すように商業地域が最も多く、住居地域（住居専用地域を含む。以下同じ）、準工業地域の順となっているが、商業地域と住居地域における工事が全体の80%を占めている。苦情の発生率は、商業地域は75.3%と最も高く、住居地域も67.9%と高い。準工業地域・工業地域でも約半数の工事現場で苦情が発生していることを示している。

(5) 周辺の状況と苦情発生率

周辺の建物の状況は、図15に示すように、木造建物が多い場合が約半数を占めており、RC造建物と木造建物が半々の場合とRC造建物が多い場合がほぼ同数となっている。苦情の発生率は、木造建物が多い場合と木造建物とRC造建物が半々の場合はいずれも71.5%と高い発生率を示しており、RC造建物が多い場合でも約半数が苦情を発生していることを示している。

周辺の建物利用状況は、図16に示すように、住宅が多い場合は46.4%と最も多く、商店が多い場合は26.6%とこれに次いでおり、事務所が多い場合、工場が多い場合の順となっている。苦情発生率は、商店が多い場合は80.7%と最も多く、住宅が多い場合は71.4%とこれに次いで高い。最も低い発生率の工場が多い場合でも、44%の割合で苦情問題をひきおこしていることを示している。

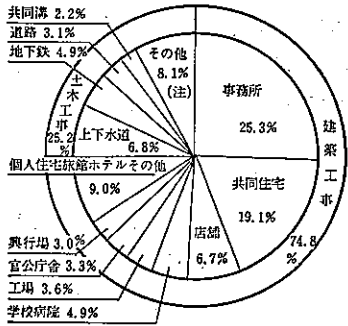
(6) 苦情者と工事現場の距離と苦情発生率

図17に示すように、10m以内で発生した苦情は、苦情全体の43%で半数近くを占めている。10~20mでは26.6%、20~50mでは22.8%、50m以上では7.6%となっており、50m以上離れても苦情が発生していることを示している。20m以内という見方をすると69.6%となり、50m以内では92.4%となる。苦情者の半数近くは10m以内に居住し、7割が20m以内に、大半が50m以内に居住していることになる。

(7) 苦情の内容

図18に示すように、とくに高い比率を示すものはないが、睡眠・休養妨害が29.5%と他よりやや高く、日常生活妨害と建物の損害がいずれも23%程度、営業妨害が20.6%となっている。建物の損傷が2割強あり、振動の

図12 現場の工事の種類別



(注) その他 高架道路 1.8% 河川護岸 1.8% 高架鉄道 1.1% ゴミ汚水の処理場 0.5% その他 2.9%

図13 工事現場での苦情発生率

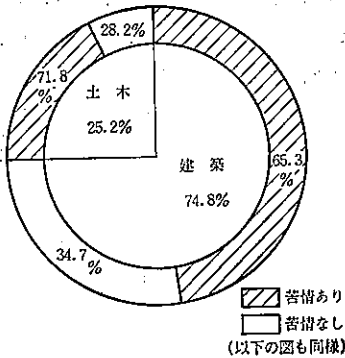


図14 用途地域別の苦情発生率

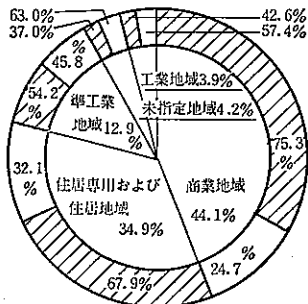


図15 近隣の建物の構造と苦情発生率

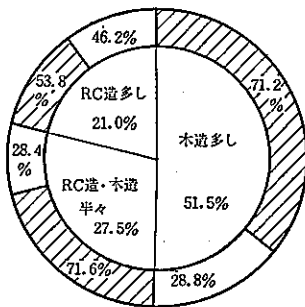


図16 近隣の建物の利用状況と苦情発生率

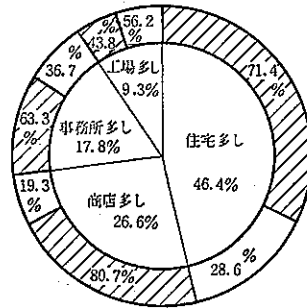


図17 苦情者と現場との距離

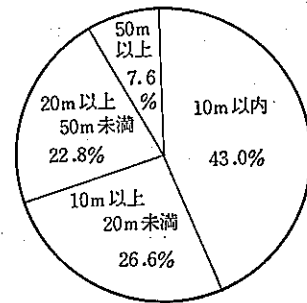


図18 苦情の内容

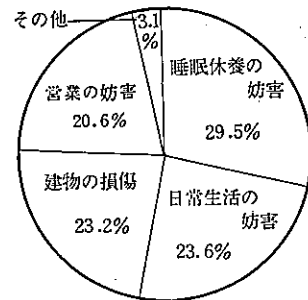


図19 苦情者の要求

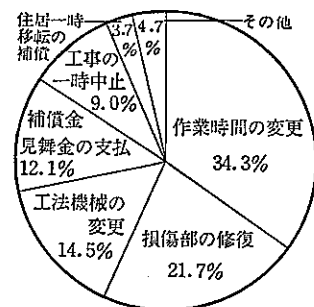
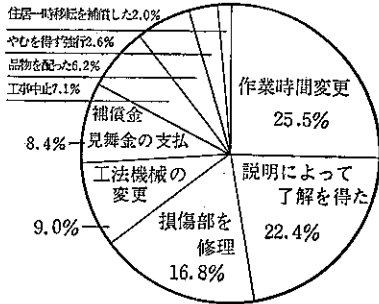


図20 苦情処理の内容



場合は精神的・心理的障害のみならず、物的障害も多いことを示している。

(8) 苦情者の要求

振動対策としての苦情者の要求は図19に示すとおりで、作業時間の変更が34.3%と最も高い比率を示しており、損傷部の補修が21.7%とこれに次いでいる。工法・機械の変更、工事の一時中止、住居の一時移転の補償は、いずれも現在の工法・機械を不可とする立場とみられ、これらを一括すると27.2%となり、高い比率を示している。

(9) 苦情処理の内容

苦情者の要求に対して工事現場側のとった処置の内容は図20に示すとおりで、作業時間変更が25.5%、説明による了解が22.4%と高い割合を示しており、損傷部の補修が16.8%でこれに次いでいる。工事の中止が7.1%、やむをえず強行したのが2.6%となっており、問題のむずかしさを物語っている。

前項の住民の要求と工事現場側の処置を対比してみると表4のようである。これによると、作業時間の変更、

表4 苦情者の要求と工事現場側の処置

項	目	住民の要求 (件)	工事現場の処置 (件)	比率 (%)
①	作業時間の変更	435	377	86.6
②	損傷部の補修	274	247	90.1
③	工法、機械の変更	184	132	71.7
④	補償金、見舞金の支払	153	123	80.4
⑤	工事の一時中止	114	104	91.2
⑥	住居一時移転の補償	47	29	61.7
⑦	説明による了解		329	
⑧	品物を配った		91	
⑨	やむをえず強行した		38	
⑩	その他	59		

損傷部の補修、工事の一時中止は9割前後の割合で要求を受け入れており、補償金・見舞金の支払は8割受け入れている。住居の一時移転の補償は6割強を受け入れており、概して高い比率で受け入れていると見てもよいとおもわれる。

(10) 苦情発生の原因となった工事機械

各工事現場において使用された工事機械は29種で、総累計10,533件にのぼっている。図21は工事機械別の使用件数、苦情の原因となった件数、苦情発生率を示したものである。苦情発生率が40%を超えた工事機械を苦情発生率の高い順に記すと、

- 1 鋼球
- 2 ディーゼルパイルハンマ
- 3 ドロップハンマ
- 4 バイブロンマ
- 5 バイプロエキストラクタ
- 6 コマンド

となる。また、苦情発生率30%台でみると、

- 1 コンクリートブレーカ
- 2 発破
- 3 その他の杭掘削機

などがある。

(11) 苦情が出なかった理由

図22に示すように事前の了解が34.6%と最も高く、工事を実施するうえで、事前の了解という手続きが苦情処理上有効であることを示している。近くに苦情の出る建物がなしと、振動が出る機械の使用なしの合計が半数近くを占めている。振動が出る機械を使用した苦情なしが17.1%となっているが、事前の了解が高い比率であったと同様に、精神的心理的要素の大きい振動公害の一面を示しているものと考えられる。

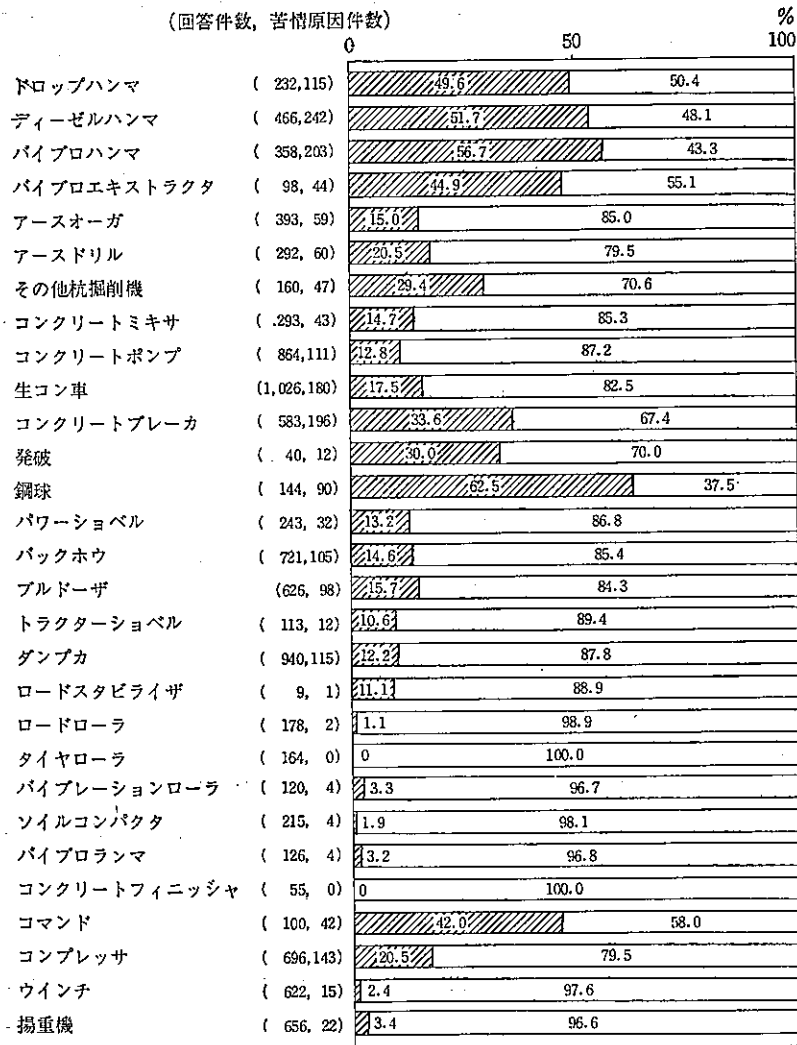
4 総合考察

実測調査と苦情に関するアンケート調査について検討した結果をまとめると、次のようになる。

(1) アンケート調査で対象とした工事現場は、建築工事が全体の3/4で、土木工事が1/4であるが、建築工事では事務所と共同住宅が圧倒的に多く、両者で全体の約45%となっており、次いで店舗(約7%)が多いが、土木工事では上下水道(約7%)、地下鉄(約5%)、道路(約3%)が多い。また、これは都内における工事の現況をほぼ示すものとしてよいと考えられる。

(2) 苦情発生率は約65%と高く、土木工事の方が建設工事よりやや高い発生率を示している。

図21 現場で使用した機械で苦情の発生原因になった比率



合計 (10533, 2001)



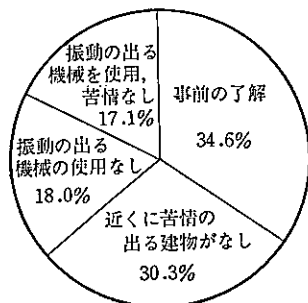
 苦情の原因となったもの
  苦情の出なかったもの

図22 苦情が出なかった理由



(3) 商業地域と住居地域(住居専用地域を含む。)での工事が全体の約8割を占めており、苦情発生率は約7割と高い。準工業地域と工業地域でも約半数が苦情問題をひきおこしている。

(4) 工事の7割強は住宅の多い地域と商店の多い地域とで行なわれており、苦情発生率も7割強と高い。

(5) 苦情発生範囲は、10m以内では4割強、10~20mは3割強、20~50mは2割強、50m以上は1割弱である。10m地点で60dB以上のレベルを示す工事機械には、ディーゼルパイルハンマ、振動くい打機、ブルドーザ、振動ローラ、鋼球、コンクリート破砕薬、コマンドがある。20m地点でみると、ディーゼルパイルハンマ、振動くい打機、鋼球、コンクリート破砕薬、コマンドがあり、40m地点でみると、ディーゼルパイルハンマ、鋼球、コマンドがある。

(6) 苦情の内容は、睡眠・休養妨害が3割で、建物の損傷が2割強となっている。

(7) 苦情者の要求に対して、工事現場側は他の方法で対処していることもあるが、8割強の割合で受け入れている。

(8) 問題となる工事機械は、実測調査とアンケート調査の結果はほぼ一致しており、ディーゼルパイルハンマ、ドロップハンマ、振動くい打機、パイルエキストラクタ、鋼球、発破、コマンドなどがあげられ、振動ローラ、ベントなどのくい掘削機などでも問題となることがあると考えられる。

(9) 振動レベル計の指示計器の動特性の使い方は、コンプレッサやコンクリートブレーカのような定常振動、

および振動くい打機や振動ローラのような準定常振動では速および緩のどちらを使用してもほぼ同等の指示が得られるが、ディーゼルパイルハンマや鋼球やコマンドのような衝撃振動では、速と緩の指示は約4dBの差があり、速を使用した方がよいと考えられる。

(10) 工事機械による地面振動の水平方向の振動レベルは、振動レベル計で測定してよく、測定値に-10dBの補正をするか、もしくは許容値を垂直振動より10dBゆるやかにすることで十分であるという結果が得られた。しかし、建家内の振動などでは、この方法を適用できない場合もあり、今後は、振動レベル計に水平振動感覚補正回路を内蔵することが望ましいと考えられる。

(11) 工事機械による地面振動では、X方向、Y方向、Z方向のいずれの場合も、振動レベルと振動速度（ピーク値）はよく対応しており、在来の測定資料との比較対照は可能である。

5 おわりに

主要工事機械の振動実測調査および苦情に関するアンケート調査を実施して、振動の発生状況と伝搬状況、測定と評価についての二、三の問題点、苦情の発生状況と対処の実態などについて検討を行なった結果、建設工事における振動の実態をほぼ解明することができ、さらに測定と評価について二、三の提案を行なうことができた。

ここで、問題とされる点に振動防止方法がある。この調査で判明したように、基礎工事、解体工事、道路工事では大きな振動を伴う工事機械が使用され、苦情問題をひきおこしている事例が多い。基礎工事関係では、現行工法の見返しや開発研究が進められた結果、ディーゼルパイルハンマ、ドロップハンマなどのくい工法に代わる工法として、プレボーリング工法、中掘工法、ジェット工法、圧入工法、アースドリル工法、ベント工法、リバーサーキュレーション工法、深礎工法⁴⁾などをケースバイケースで選択し、振動の小さい状態で施工する事例も多くなってきている。しかし、これらの工法は、付属機

械設備の設置、泥水とスライムの管理などの面から工事敷地がある程度広いことが必要とされ、小規模の工事には適用しがたいとされている⁴⁾。解体工事関係では、油圧力を応用する方法、火災による方法、コンクリート破砕薬による方法、電気エネルギーを応用する方法などの局所破壊方法が開発または提案されているが、鋼球による解体工法に代わる工法とするためには、これらの局所破壊方法を組み合わせて体系づけることが必要とされ、この研究が進められている段階にある⁶⁾。道路工事関係では、ほとんど研究が進められていない現状にあるものとみられる。

以上のように、振動の防止または低減は、基礎くい工事ではかなり進展しているが、小規模の工事で問題が残されており、他の工事ではほとんど進展していないとみられ、現時点において振動問題を解決するにはかなりのむずかしさがあると考えられる。今後の研究開発に期待される。

おわりに、この調査を実施するにあたって、協力を頂いた建築業協会、建設業各会社の関係の方々々に謝意を表します。

参考文献

- 1) 日本音響学会 “振動レベル計規格” 日本音響学会誌 Vol. 26 No. 10 1970
- 2) 日本音響学会 “振動レベル測定方法” 日本音響学会誌 Vol. 27 No. 10 1971
- 3) ISO DIS 2631, “Guide For THE EVALUATION OF HUMAN EXPOSURE TO WHOLE-BODY VIBRATION” 28. August 1972
- 4) 無音無振動基礎工法研究会 “無音無振動基礎工法” 鹿島出版会
- 5) 笠井芳夫 “コンクリート構造物の解体工法” 日刊工業新聞社
- 6) RC 破壊工法委員会 “鉄筋コンクリート構造物の無公害破壊工法の開発に関する研究” 建築業協会