

建設工事の環境対策要領

(振動対策編)

(社)大阪建設業協会

環 境 委 員 会

振動対策編目次

- 1．建設工事振動の実態
 - 1 - 1 公害苦情件数の状況
 - 1 - 2 典型7 公害苦情件数の経年推移
 - 1 - 3 振動公害問題の概要
 - 1 - 4 大阪府下における振動公害苦情件数
 - 1 - 5 建設工事振動公害の特殊性
 - 1 - 6 建設工事振動の考え方
 - 1 - 7 建設工事振動発生源への対応
 - 1 - 8 振動伝播経路での対策
 - 1 - 9 受振点での対策

- 2．建設工事振動の法規制
 - 2 - 1 規制の仕組み
 - 2 - 2 規制の内容
 - 2 - 3 規制の基準
 - 2 - 3 - 1 規制の基準(特定建設作業関係)
 - 2 - 3 - 2 規制の基準(深夜作業の禁止等)
 - 2 - 4 届出
 - 2 - 5 改善勧告及び改善命令
 - 2 - 5 - 1 改善勧告
 - 2 - 5 - 2 改善命令
 - 2 - 5 - 3 特例措置
 - 2 - 6 報告及び検査
 - 2 - 7 罰則

- 3．振動対策の考え方
 - 3 - 1 振動対策に必要な知識
 - 3 - 1 - 1 振動レベル
 - 3 - 1 - 2 dB(デシベル)についての計算
 - 3 - 1 - 3 振動の距離による減衰
 - 3 - 2 建設工事現場周辺の振動レベルの推定
 - 3 - 2 - 1 等振動レベル分布図
 - 3 - 2 - 2 建設工事から発生する振動の大きさ
 - 3 - 2 - 3 発破振動の予測

- 3 - 3 建設振動の防止対策
 - 3 - 3 - 1 防止対策の基本的考え方
 - 3 - 3 - 2 主な工種別の対策
- 3 - 4 建設工事振動の機器に対する影響
 - 3 - 4 - 1 機器に対する影響の基本的な考え方
 - 3 - 4 - 2 実測例に対する加速度レベル
 - 3 - 4 - 3 振動加速度(gal)を振動加速度レベルに換算
- 4 . 振動測定の方法
 - 4 - 1 測定の概要
 - 4 - 2 測定方法の分類
 - 4 - 2 - 1 評価手法による種別
 - 4 - 2 - 2 測定目的による種別
 - 4 - 3 測定機器
 - 4 - 4 レベルの読み取り及び整理方法
- 5 . 住民説明会用資料の作成
 - 5 - 1 資料の作成順序
 - 5 - 1 - 1 情報収集
 - 5 - 1 - 2 周辺環境調査
 - 5 - 1 - 3 説明会用資料の内容
 - 5 - 1 - 4 資料の提出にあつたての留意事項
 - 5 - 2 住民説明会の準備
- 6 . Q & A
 - 6 - 1 振動一般
 - 6 - 2 振動規制法
 - 6 - 3 振動対策
- 7 . 振動対策編の取りまとめにあたり参考にした文献及び編集幹事
- 8 . 環境委員会委員名簿(平成 14 年 2 月現在)

1. 建設工事振動の実態

1-1 公害苦情件数の状況

平成13年度版 公害紛争処理白書によると、平成11年度に全国の地方公共団体の公害苦情相談窓口寄せられた公害苦情総件数は、図-1の通り、76,080件であり、平成7年以降増加傾向にある。その中、典型7公害の苦情件数は、昭和47年の79,727件をピークに平成7年度の42,701件まで漸次減少傾向で推移してきた。しかし、平成8年度から、増加傾向に転じ、平成9年度から急増し、平成10年度は64,928件で、昭和53年以来の6万件代を再び記録したが、11年度は前年度に比べて、6,058件減少し58,915件となった。

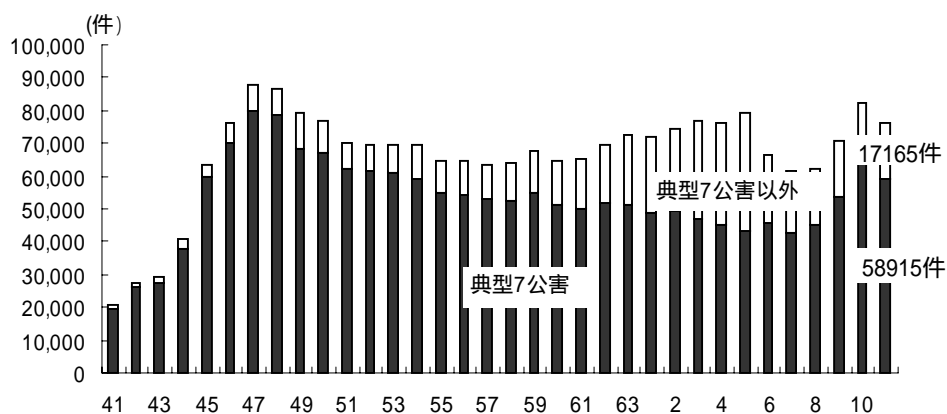


図-1 公害苦情件数の経年推移

1-2 典型7公害苦情件数の経年推移

典型7公害苦情件数の種類別経年推移は、図2の通りである。平成6年度から、大気汚染に関わる苦情件数が増加傾向にあり、平成9年度、10年度と大幅に増加したが、11年度では一旦減少したが継続して1位を占めている。

平成11年度の典型7公害の構成比率は、図3の通り、大気汚染(44.4%)、騒音(20.5%)、悪臭(19.9%)、水質汚濁(11.9%)、振動(2.6%)、土壌汚染(0.5%)、地盤沈下(0.1%)の順となっている。

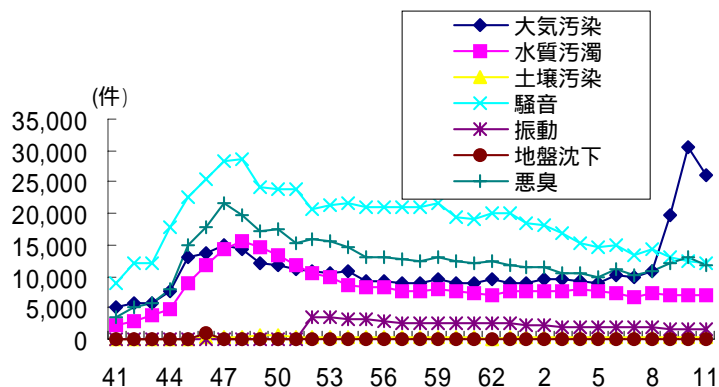


図-2 典型7公害苦情件数経年推移

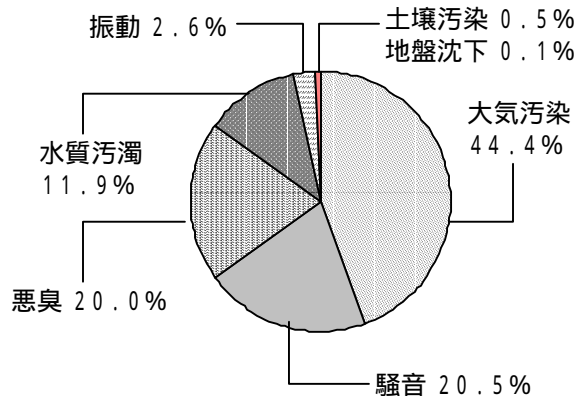


図-3 H11年度典型7公害構成比率

1 - 3 振動公害問題の概要

(1) 振動公害苦情件数の発生原因別経年推移と発生原因構成比率

振動の苦情件数は(図4)の通り、平成6年度、平成7年度と増加傾向にあったが、平成8年以降から減少傾向に転じ平成11年度まで継続している。振動苦情件数の発生原因の構成内訳を見ると、(図5)のように、建設作業振動に関する苦情件数が最も多く、振動に関わる苦情総件数2,084件中、1,115件が発生しており約54(%)と半数以上を占める。

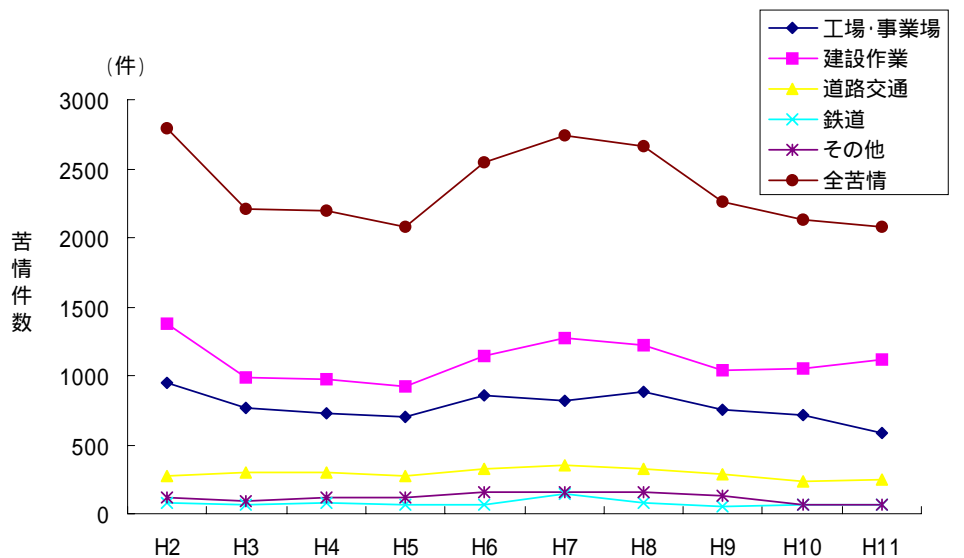


図-4 振動苦情件数の経年推移

資料:環境庁

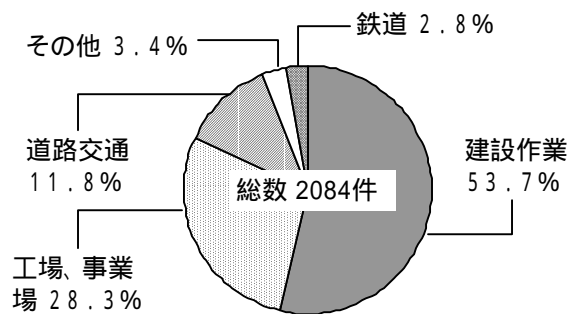


図-5 全国振動公害原因別構成比率

1 - 4 大阪府下における振動公害苦情件数

平成 13 年度版 公害紛争処理白書によると、大阪府下における、平成 11 年度の典型 7 公害の苦情総件数は図 6 の通り、4,137 件である。この中、振動に関わる苦情件数は 235 件であり、典型 7 公害苦情総件数の約 5.7 (%) であり、1.2 項の全国レベルの比率を約 2 ポイント上回った状況にある。

また、振動に係わる苦情の内訳は図 6 の通り、建設作業に対する苦情が約 50% を占めており、図 4 の全国レベルを約 4 ポイント下回る状況にある。

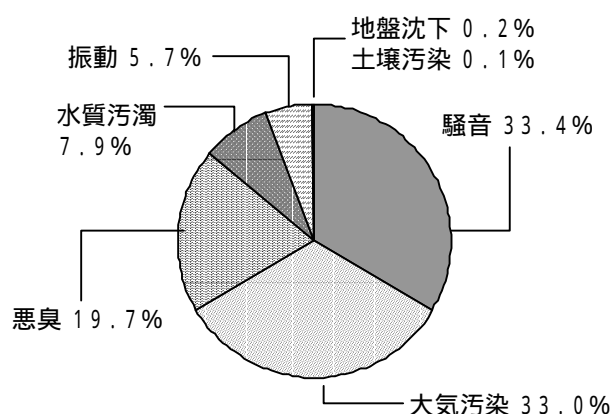
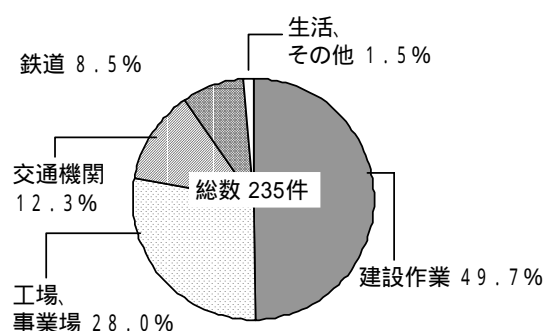


図-6 H11年度大阪府典型7公害発生比率



-7 H11年度 大阪府振動公害件数原因別構成比率

1 - 5 建設工事振動公害の特殊性

建設工事に伴う振動公害は、工事期間中に限られた問題であって、工事場所周辺の環境に恒久的に影響を及ぼすものではない。また、その影響範囲も比較的限られた区域であることが多い。しかし、建設振動の大きさは、地盤や工法によって大きく左右され、その代替性に乏しく正確に予測することは困難である。建設振動公害の主な特殊性として次のことが言える。

- ・ 地盤によって影響程度が異なり、広範囲に振動伝播が及ぶ場合もある。
- ・ 工事用建設機械に起因することが多く、騒音、振動、及び排ガスを伴うことが多い。
- ・ 解体工事及び、山留留め工事、基礎杭工事、掘削工事等の地下工事期間中に発生することが多い。
- ・ 作業所敷地に近接する施設の医療機器、OA 機器等の電子機器への影響がある場合もある。

1 - 6 建設工事振動対策の考え方

建設振動防止・低減対策は、工事着手前の暗振動の調査、及び期中での建設工事振動の診断を実施して、振動の実態を把握し下記の項目に従って実施する必要が有る。

振動発生源の対策

振動伝播経路の対策

受振点での対策

振動対策の基本は、の発生源対策であり、
、は次善の策である。特にについては有効な方法は殆ど無いと言える。

1 - 7 建設工事振動発生源への対応

一般に同じ工種を施工する場合でも、工法や工事用機械が異なると、発生する振動の大きさが変わる。

例えば、低振動型パイプロハンマーのように、機械として性能に差は無く小さい振動の機械が有る。このように、振動の小さい機械や工法の採用を考慮しなければならない。

建設工事用機械の選定に当たって振動防止対策上考慮すべき事項を下記に示す。

低振動・低騒音型の公害対策建設機械を採用する。

電気を動力とする場合にディーゼル発電機を採用するが多いが、振動対策の視点から、可能な限り商用電力駆動型を用いる。

機械は老朽化が進展するにつれ、弛み、摩耗が増大し振動が大きくなる傾向があるので適正整備を行なう。

一般的に振動が小さい空気式よりも油圧式、履带式よりも車輪式及び、小型機を採用する。

1 - 8 振動伝播経路での対策

振動発生源からの距離が遠くなるほど観測される振動の大きさは、一般的に小さくなる。振動の大きさを決定する要因のうち、最も大きいのは発生源であるが、その次の要因は距離減衰である。従って、振動対策を考える時、できる限り発生源を遠ざけることを考えなければならない。また、振動伝播経路途中に防振溝を設ける方法もある。防振溝の効果は溝の深さに関係がある。振動周波数から防溝深さを計算すると、3 mから5 mの溝の深さを必要とする場合等があり実用的でなく、実際の防振対策として実施されることは少ない。

1 - 9 受振点での対策

1.7の振動発生源の対策を十分に講じ、さらに、近隣生活者に対する事前の説明を実施するとともに、建設工事振動を低減させるための作業内容の改善、住民の生活時間帯を考慮した作業時間の調整等、住民の立場に立って綿密な防振対策を実施する必要がある。

2. 建設工事振動の法規制

振動規制法(以下「法」という。)は、昭和42年(1967年)に施行された公害対策基本法(平成5年に環境基本法が継承)の理念に従い昭和51年(1976年)に制定された。

同法の主な目的は

工場・事業所における事業活動に伴う振動についての規制

建設工事に伴う振動についての規制

道路交通振動に係る要請の措置

を定めることにより、以下の事項を図ることである。(法第1条)

生活環境の保全

国民の健康保護

2 - 1 規制の仕組み

前項の振動のうち、建設工事に関係する規制としては、建設作業に関するものと、資材等保管場所における深夜作業に関するものがある。

(1) 特定建設作業振動

都道府県知事の定める「指定地域」内の「一定の区域」において、「特定建設作業」を伴う建設工事を施工しようとする者に対して、当該作業の「実施の届出」をさせる。(法第14条)

その届出に係る特定建設作業に伴って発生する振動が、「一定の基準」に適合しないことにより、その周辺の生活環境が損なわれる場合には、市町村長はその事態の除去に必要な振動防止の方法等について「改善勧告」を行う。(法第15条)

その勧告に従わない場合には、「改善命令」さらに「罰則による担保」を行う。(法第15条及び法第26条)

(2) 資材等保管場所における深夜作業振動

都道府県知事が住民の生活環境保全のため必要があると認めたととき、地域の自然的、社会的条件に応じて作業時間等を制限する。

規制に従わないときは、「罰則による担保」等を行う。

2 - 2 規制の内容

(1) 特定建設作業

「敷地境界線における振動の大きさ」、「作業時間」、「一日における延べ作業時間」、「同一作業場所における連続作業期間」、「日曜・休日における作業」について次ページの表2-1のとおり規制している。(法施行令第2条)

(2) 資材等保管場所における深夜作業

近畿2府4県(大阪府、兵庫県、京都府、滋賀県、奈良県、和歌山県)のうち、条例で資材等保管場所における深夜作業を規制しているのは、大阪府のみである。

大阪府は一定地域での深夜作業を禁止している。(大阪府条例第98条)

「大阪府条例」は「大阪府生活環境の保全等に関する条例」の略称

2 - 3 規制の基準

2 - 3 - 1 規制の基準(特定建設作業関係)

次ページの表2-1のとおりである。

振動規制法では、建設省(現国土交通省)が指定する低振動型建設機械は除外されているが、大阪府条例では一部除外されていないので注意のこと。

他に兵庫県、京都府、滋賀県、奈良県、和歌山県に条例があるが、特定建設作業振動に関する国の法律への上乗せ規制はない。

表 2 - 1 振動の規制基準（特定建設作業）

特定建設作業の種類		種類に対応する規制に関する基準			
		振動の大きさ (dB)	夜間又は深夜作業の禁止	1日の連続作業時間の制限	作業期間の制限
1. 杭打機、杭抜機、杭打・杭抜機を使用する作業	もんけん及び圧入式杭打機、油圧式杭抜機、圧入式杭打杭抜機を除く。	75	第1号区域：午後7時～翌日の午前7時 第2号区域：午後10時～翌日の午前6時まで	第1号区域：1日につき10時間 第2号区域：1日につき14時間	同一場所において連続6日間[日曜日、その他の休日の作業禁止]
2. 鋼球を使用して建築物その他の工作物を破壊する作業					
3. 舗装版破砕機を使用する作業	作業地点が連続的に移動する作業にあつては、1日における当該作業に係る2地点間の最大距離が50mを超えない作業に限る。				
4. ブレーカー（手持式のものを除く）を使用する作業	作業地点が連続的に移動する作業にあつては、1日における当該作業に係る2地点間の最大距離が50mを超えない作業に限る。				
5. ブルドーザー、トラクターショベル又はショベル系掘削機械を使用する作業	大阪府条例による。原動機の定格出力が20kWを超えるものに限る。				

法 施 行 令 第 2 条 及 び 別 表 第 2
法 施 行 規 則 第 11 条 及 び 別 表 第 1
大 阪 府 施 行 規 則 第 52 条 及 び 別 表 第 20

- (注) 1. 作業がその作業を開始した日に終わるものは除く。(法施行令第2条)
2. 基準値は特定建設作業の場所の敷地の境界線での値とする。(法施行規則別表第1第1号)
3. 第1号区域とは、指定地域のうち次に該当する区域である。(法施行規則別表第1付表第1号)
- 良好な住居の環境を保全するため、とくに静穏の保持を必要とする区域
住居の用に供されているため、静穏の保持を必要とする区域
住居の用に併せて商業、工業等の用に供されている区域であつて、相当数の住居が集合しているため、騒音の発生を防止する必要がある区域
学校、保育所、病院、患者の収容施設を有する診療所、図書館及び特別養護老人ホームの敷地の周囲おおむね80mの区域内
4. 第2号区域とは、指定地域のうち、上記に掲げる区域以外の区域。(法施行規則別表第1付表第2号)

2 - 3 - 2 規制の基準（深夜作業の禁止等）

（１）「大阪府生活環境の保全等に関する条例」による「深夜作業の禁止」の内容は、下記のとおりである。

作業内容；屋外保管場所において材料、原料、土砂等の搬出入を行う作業（大阪府条例施行規則第 73 条）

規制時間；午後 11 時（特例の場合午前零時）～午前 6 時（大阪府条例第 98 条）

制限地域；第 1～2 種低層住居専用地域、第 1～2 種中高層住居専用地域、第 1～2 種住居地域（大阪府条例第 71 条）

特例条件；鉄道の正常な運行を確保するための作業、道路工事許可条件が夜間と指定された作業（大阪府条例施行規則第 74 条）

摘要除外；第 1～2 種中高層住居専用地域及び第 1～2 種住居地域で出入口が指定道路（知事が指定）に面しているときは摘要しない。（大阪府条例施行規則第 73 条）

摘要除外の指定道路（平成 6 年大阪府告示第 1666 号）は下表のとおり。

表 2 - 2 指 定 道 路 一 覧

道路の種類	路 線 名
一般国道	1号、2号、25号、26号、43号、163号、165号、166号、168号、170～173号、176号、307～310号、371号、423号、477号、479～481号
大阪府道	伊丹豊中線、大阪和泉南線、堺羽曳野線、泉佐野打田線、泉佐野岩出線、大阪国際空港線、大阪生駒線、大阪池田線、富田林泉大津線、豊中亀岡線、枚方茨木線（府道京都守口線との交差点から一般国道1号との交差点までの区間に限る。）大阪牧岡奈良線、富田林太子線、枚方亀岡線、茨木亀岡線、大阪高槻京都線、堺大和高田線、堺富田林線、八尾平方線、枚方富田林泉佐野線、大阪中央環状線、茨木寝屋川線、大阪高槻線、枚方交野寝屋川線、大阪高石線、大阪臨海線、住吉八尾線、大阪伊丹線、京都守口線、堺阪南線、大阪八尾線
大阪市道	福町浜町線、福島桜島線、難波境川線、大阪環状線、天神橋天王寺線、中津太子橋線、恵美須城東線、阿倍野木津川線、難波足代線、浜口南港線
都市計画道路	豊里矢田線、淀川北岸線

2 - 4 届 出

特定建設作業の7日前（届出日及び作業開始日は除く）までに市町村長へ下記事項を届け出る。（届出義務者は元請業者）（法第14条及び法施行規則第10条）

ただし、災害その他非常事態の発生により、緊急に特定建設作業をしなければならない場合は速やかに届け出る。（法第14条）

なお、連続する作業で、市町村により一定期間毎に更新しなければならない場合があるが、届出の際に確認すること。

氏名又は名称及び住所並びに法人にあっては代表者名（代表権が無い場合、委任状添付）

建設工事の目的に係る施設又は工作物の種類

特定建設作業の種類、場所（附近の見取図を添付する。）実施期間及び作業時間

振動防止の方法

建設工事の名称並びに発注者の氏名又は名称及び住所並びに法人にあっては代表者名

特定建設作業に使用される機械の名称、型式及び仕様

下請負人が特定建設作業を実施する場合は、下請負人の氏名又は名称及び住所並びに法人にあってはその代表者の氏名

届出者の現場責任者の氏名及び連絡場所並びに下請負人が特定建設作業を実施する場合は、下請負人の現場責任者の氏名及び連絡場所

特定建設作業を伴う建設工事の工程の概要を示した工事工程表で特定建設作業の工程を明示したものを添付する。

道路占用又は道路使用に関する許可等の書類（許可等を受けた場合のみ）

2 - 5 改善勧告及び改善命令

2 - 5 - 1 改善勧告

市町村長は、規制基準に適合しないことにより周辺生活環境が著しく損なわれると認めるときは、特定建設作業を伴う建設工事施工者に対し、期限付きで、振動防止方法の改善、又は作業時間の変更を勧告することができる。（法第15条第1項）

2 - 5 - 2 改善命令

前項の勧告に従わず作業を続行している場合、期限を定めて、その勧告に従うべきことを命ずることができる。（法第15条第2項）

2 - 5 - 3 特例措置

工期が遅延することによって公共の福祉に著しい障害を及ぼすおそれのあるとき、上記勧告又は命令を行うに当たっては、生活環境の保全に十分留意しつつ、当該建設工事の実施に著しい支障を生じないように配慮しなければならない。（法第15条第3項）

2 - 6 報告及び検査

市町村長は、法施行に必要な限度で、特定建設作業を伴う建設工事施工者に対し、作業状況その他必要な事項の報告を求め、又はその職員に、工事場所に立入り、特定建設作業に使用される機械及び振動防止施設並びに関係帳簿書類を検査させることができる。

ただし、立入検査員は身分証明書を携帯し、関係人に提示しなければならない。（法第17条及び法施行令第4条）

2 - 7 罰 則

法、各府県条例の罰則は、表2 - 3、表2 - 4に示す。

表2 - 3 「振動規制法」の罰則

法	違反行為		罰則
第26条	改善命令違反 (特定建設作業)	規制基準に適合せず、生活環境を著しく損なわれると認められるときに勧告する振動防止の方法の改善又は作業時間の変更の改善命令に違反した場合	30万円以下の罰金
第27条	届出義務違反 (特定建設作業)	指定地域内における特定建設作業を伴う建設工事の届出をしなかった場合、又は虚偽の届出をした場合	10万円以下の罰金
	報告義務違反 (特定建設作業)	特定建設作業の状況その他必要な事項について市長村長より求められた報告をしなかった場合、又は著しく虚偽の報告をした場合	
	立入検査忌避妨害 (特定建設作業)	市町村の担当職員の検査を拒み、妨げ、又は忌避した場合	
第28条	法人等に対する両罰規定 (特定建設作業)	法人の代表者又は法人若しくは代理人、使用人その他の従業員が、その法人又は人の業務に関し、上記の違反行為をしたときは、行為者を罰するほか、その法人又は人に対して各本条の罰金刑を科する	法人に対しても各条の罰金刑
第29条	災害時の届出義務違反 (特定建設作業)	指定地域内における災害、その他非常事態時の特定建設作業に伴う建設工事の届出を速やかにしなかった場合、又は虚偽の届出をした場合	3万円以下の過料

表2 - 4 各府県条例の罰則

条例	違反行為		罰則
大阪府第114条	措置命令違反 (深夜作業)	制限区域にある屋外資材置場への深夜時の搬出入作業に対し、生活環境を著しく損なわれると認められるときに命ずる違反行為の停止その他必要な措置命令に違反した場合	3月以下の懲役又は20万円以下の罰金
大阪府第115条 兵庫県第163条 奈良県第67条 和歌山県第61条	改善命令違反 (特定建設作業)	規制基準に適合せず、生活環境を著しく損なわれると認められるときに勧告する振動防止の方法の改善又は作業時間の変更の改善命令に違反した場合	20万円以下の罰金
大阪府第116条 兵庫県第164条 奈良県第67条 及び第68条 和歌山県第62条	届出義務違反 (特定建設作業)	指定地域内における特定建設作業を伴う建設工事の届出をしなかった場合、又は虚偽の届出をした場合	10万円以下の罰金 (奈良県の報告義務違反及び立入検査忌避妨害は20万円以下の罰金)
	報告義務違反 (特定建設作業)	特定建設作業の状況その他必要な事項について市町村長より求められた報告をしなかった場合、又は著しく虚偽の報告をした場合	
	立入検査忌避妨害 (特定建設作業) (深夜作業)	市町村の担当職員の検査を拒み、妨げ、又は忌避した場合	
(ただし、深夜作業に関する事項は兵庫県には適用しない。)			
大阪府第117条 兵庫県第166条 奈良県第69条 和歌山県第64条	法人等に対する両罰規定 (特定建設作業) (深夜作業)	法人の代表者又は法人若しくは代理人、使用人その他の従業員が、その法人又は人の業務に関し上記の違反行為をしたときは、行為者を罰する他その法人又は人に対して各本条の罰金刑を科す	法人に対しても各条の罰金刑

各府県条例は次のとおり

大阪府：大阪府生活環境の保全等に関する条例

兵庫県：環境の保全と創造に関する条例

奈良県：奈良県生活環境保全条例

和歌山県：和歌山県公害防止条例

3. 振動対策の考え方

3-1 振動対策に必要な知識

3-1-1 振動レベル

(1) 振幅、振動数、周期

振動の大きさを表す場合、一般的には振動の変位、振動の速度、振動の加速度が用いられている。

振動規制法では、dB（デシベル）を用いることになっている。

振動レベルとはどのような意味を持つものかを理解するには、振動についての基本的な知識を知る必要がある。

今、ある質点が最も基本的な振動である単振動をしていると考える。

この質点の変位と時間の関係を、縦軸に変位、横軸に時間をとって表わすと図3-1の様な正弦曲線となる。

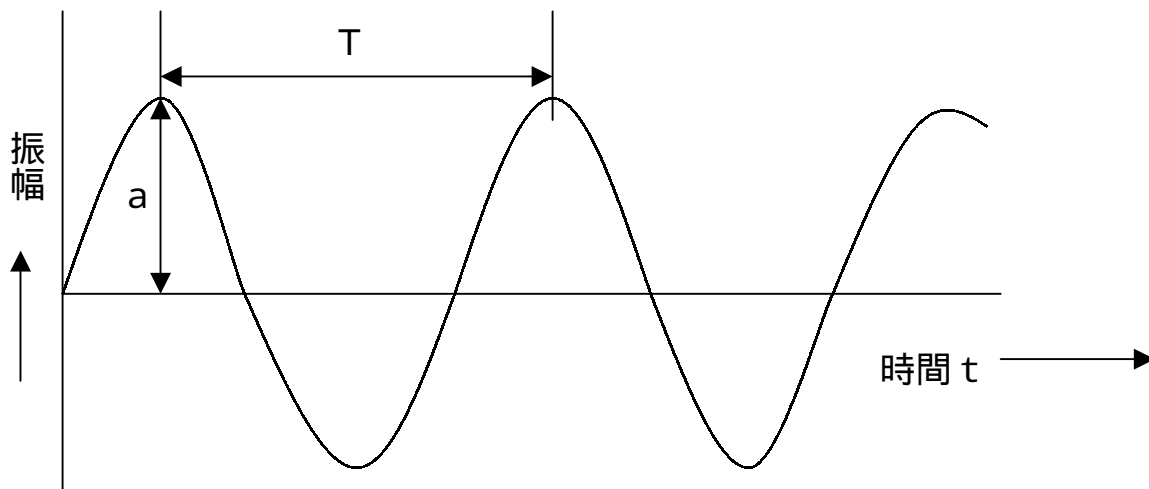


図3-1 単振動の波形

正弦曲線式 $= a \sin t$

: 変位振動

a : 変位振幅の最大値

: 角振動数

: $2\pi f$

f : 振動数

t : 時間

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{2\pi f} = \frac{1}{f}$$

T : 周期

従って通常、振幅というのは変位振幅の最大値 a を表し、振動数とは 1 秒間にくり返される回数、周期とは 1 回のくり返しに要する時間となる。

(2) 主な用語の定義

用語	定義	単位
振動速度	単位時間当りの変位を示したもの	cm/sec(カイン)
振動加速度	単位時間当りの速度変化量を示したもの	cm/sec ² (ガル)
振動加速度レベル	振動加速度の実効値を dB で示したもの	dB(デシベル)
振動レベル	振動加速度レベルに人体感覚補正を加えたもので dB 表示する	dB(デシベル)

(3) 振動の速度、振動の加速度

次に振動の速度とは変位の式 $x = a \sin \omega t$ を時間 t について微分したもので $\dot{x} = a \omega \cos \omega t$ となる。
速度の最大値は $a \omega$ である。

同様に加速度は速度 \dot{x} を時間 t について微分したもので $\ddot{x} = -a \omega^2 \sin \omega t$ となり、加速度の最大値は $a \omega^2$ となる。

この関係をまとめたものを表 3 - 1 に示す。

表 3 - 1 . 変位、速度、加速度の最大値

変位	最大値 a	cm	センチメートル
速度	最大値 $2\pi f a$	cm / sec	カイン
加速度	最大値 $(2\pi f)^2 a$	cm / sec ²	ガル

[例題]

変位振幅の最大値 0.01cm、振動数 10Hz の単振動の速度及び加速度の最大値を求めよ。

[計算]

速度の最大値 $a \omega = 2\pi f a = 2 \times 3.14 \times 10 \times 0.01 = 0.628 \text{ cm / sec (カイン)}$

加速度の最大値 $a \omega^2 = (2\pi f)^2 a = (2 \times 3.14 \times 10)^2 \times 0.01 = 39.48 \text{ cm / sec}^2 \text{ (ガル)}$

(4) 振動の大きさと人体感覚

振動の大きさと人体感覚の関係は、振動数によって異なり、概略的には低い振動数では大きい振幅にならないと感じないが、高い振動数では小さい振幅で感じるという特性をもっている。

通常感覚的に問題となる振動の振動数は数 Hz から数十 Hz の範囲であって、30Hz 程度以上の高い振動数では、音としても感じるようになる。

振動レベルとは、ある基準の加速度値と、振動数ごとに人体の感覚に対応させた補正加速度値の比を求め、これを対数で表わしたものである。

鉛直振動の場合、振動数が 4 ~ 8Hz の間では人体の感覚は、ある一定の加速度値に対して振動数に関係なく同じ大きさとして感じられるが、4Hz 以下あるいは 8Hz 以上の振動数では、同じ加速度値であっても感じ方は弱くなっている。

この関係を図 3 - 2 及び 3 - 3 に示す。

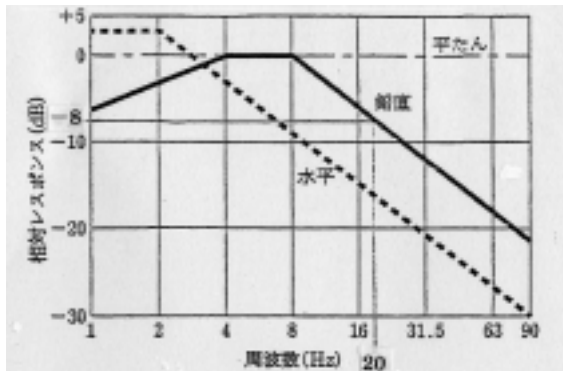


図 3 - 2 振動レベルの基本的レスポンス

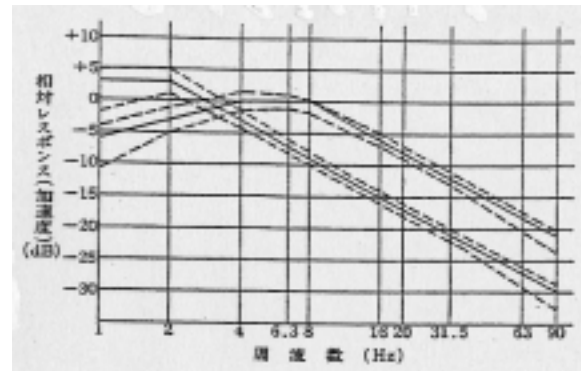


図 3 - 3 振動レベル計の標準特性

この図では、鉛直振動において 4Hz 以下、8Hz 以上で特性値（相対レスポンス）が低くなっているが、この低くなっているレベルが、ある一定の加速度値に対し、人体の感覚がその振動数においてそれだけ低く感じることを示している。

これらのことを具体例で説明すると、例えば一般の加速度振動計を用いて加速度の測定をする場合を考えてみる。

この場合測定器の測定可能な振動数範囲であれば 10cm/sec^2 の加速度は振動数に関係なく 10cm/sec^2 と指示される。

しかし振動レベル計では鉛直振動の場合、同じ 10cm/sec^2 の加速度値であっても振動数が 4~8Hz では 80dB を指示するが、他の振動数では特性曲線に応じて低い dB 値を示すことになる。

振動数が 20Hz ならば図 3 - 2 又は図 3 - 3 より 8dB であるから $80 - 8\text{dB} = 72\text{dB}$ を指示する。

〔計算根拠〕

- ・ 加速度値 10cm/sec^2 を振動加速度レベルに変換すると、

$$\text{振動加速度レベル} = 20 \log \frac{a}{a_0} \text{ [dB]}$$

$$a : \text{振動加速度 [m/sec}^2\text{]} = 10 \text{ [cm/sec}^2\text{]} \div 100 = 10^{-1} \text{ [m/sec}^2\text{]}$$

$$a_0 : \text{基準の加速度 } 10^{-5} \text{ m/sec}^2$$

$$\text{故に振動加速度レベル} = 20 \log \frac{10^{-1}}{10^{-5}} = 20 \log 10^4 = 80\text{dB}$$

- ・ 振動数 20Hz の時の鉛直振動時の補正值を求める。

図 3 - 2 より補正值は 8dB

故に振動レベル = $80 - 8 = 72\text{dB}$

(5) 実効値

振動レベルにおける加速度値は、最大値ではなく、実効値という値を用いている。

実効値とは正弦波の場合、最大値の $\frac{1}{\sqrt{2}}$ 倍である。

従って加速度実効値 $10\text{cm}/\text{sec}^2$ の最大値を求めると、最大値 = $10 \times \sqrt{2} = 14.14\text{cm}/\text{sec}^2$ となる。

(6) 振動加速度レベルと振動レベルの定義

・振動加速度レベルの定義 (JISC1510 より)

「振動加速度の実効値を基準の振動加速度 ($10^{-5}\text{m}/\text{s}^2$) で除した値の常用対数の 20 倍、単位はデシベル単位、記号は dB とする。」

$$\text{式で表示すると、} L_a = 20 \log \frac{a}{a_0} \text{ [dB]}$$

L_a : 振動加速度レベル

a_0 : 基準の振動加速度 $10^{-5}\text{m}/\text{sec}$

・振動レベルの定義 (JISC1510 より)

「付表 1 に示す鉛直特性又は水平特性で重み付けられた振動加速度の実効値を基準の振動加速度 ($10^{-5}\text{m}/\text{s}^2$) で除した値の常用対数の 20 倍。単位はデシベル。単位記号は dB とする。」

$$\text{式で表示すると、} L_v = 20 \log \frac{a}{a_0} \text{ [dB]}$$

L_v : 振動レベル

a_0 : 基準の振動加速度 $10^{-5}\text{m}/\text{s}^2$

$$a = \left(\sum a_n^2 \times 10^{\text{cm}/10} \right)^{1/2}$$

C_n : 周波数 n (Hz) における補正值

$C_n = 0$ の場合は、振動加速度レベルという

付表1 基準レスポンスと許容差

周波数 (Hz)	基準レスポンス			許容差
	鉛直特性	水平特性	平たん特性	
1	5.9	+ 3.3	0	±2
1.25	5.2	+ 3.2	0	±1.5
1.6	4.3	+ 2.9	0	±1
2	3.2	+ 2.1	0	±1
2.5	2.0	+ 0.9	0	±1
3.15	0.8	0.8	0	±1
4	+ 0.1	2.8	0	±1
5	+ 0.5	4.8	0	±1
6.3	+ 0.2	6.8	0	±1
8	0.9	8.9	0	±1
10	2.4	10.9	0	±1
12.5	4.2	13.0	0	±1
16	6.1	15.0	0	±1
20	8.0	17.0	0	±1
25	10.0	19.0	0	±1
31.5	12.0	21.0	0	±1
40	14.0	23.0	0	±1
50	16.0	25.0	0	±1
63	18.0	27.0	0	±1.5
80	20.0	29.0	0	±2

(7) 振動加速度レベルと振動レベルの計算例

[例題]

2台の機械を別々に作動させて、その振動をある1点ではかって、加速度実効値 2.68Gal と 3.62Gal を得た。2台同時に作動させた時の振動加速度レベルを求めよ。(1Gal は 10^{-2}m/s^2 である。)

[計算]

加速度実効値 2.68Gal より振動加速度レベル L_1 を求める。

$$L_1 = 20 \log \frac{a}{a_0} \text{ [dB] より}$$

$$a = 2.68 \times 10^{-2} \text{ [m/s}^2 \text{]}$$

$$a_0 = 10^{-5} \text{ [m/s}^2 \text{]}$$

$$L_1 = 20 \log \frac{2.68 \times 10^{-2}}{10^{-5}} = 20 \log (2.68 \times 10^3) = 20 \log 2.68 + 20 \log 10^3$$

$$8.6 + 60 = 68.6 \text{ [dB]}$$

加速度実効値 3.62Gal より振動加速度レベル L₂ を求める。

$$L_2 = 20 \log \frac{a}{a_0} \text{ [dB] より}$$

$$a = 3.62 \times 10^{-2} \text{ [m / s}^2 \text{]}$$

$$a_0 = 10^{-5} \text{ [m / s}^2 \text{]}$$

$$L_2 = 20 \log \frac{3.62 \times 10^{-2}}{10^{-5}} = 20 \log (3.62 \times 10^3) = 20 \log 3.62 + 20 \log 10^3$$

$$11.2 + 60 = 71.2 \text{ [dB]}$$

2台を同時に作動させた時の振動加速度レベルを求める。

$$L = 10 \log (10^{\frac{L_1}{10}} + 10^{\frac{L_2}{10}}) \text{ より}$$

$$L_1 = 68.6 \text{ [dB]}$$

$$L_2 = 71.2 \text{ [dB]}$$

$$L = 10 \log (10^{\frac{68.6}{10}} + 10^{\frac{71.2}{10}}) = 10 \log (10^{6.86} + 10^{7.12}) = 73.1 \text{ [dB]}$$

〔例題 2〕

周波数が 2Hz と 8Hz と 31.5Hz の三つの振動で、鉛直、水平いずれも 10^{-2} m / s^2 (= 1Gal) の加速度実効値を持つ振動において、鉛直及び水平におけるそれぞれの振動レベルを求める。又、三つの振動が同時に作動した時の振動レベルも求める。

〔計算〕

- 鉛直及び水平におけるそれぞれの振動レベルを求める。

鉛直、水平の加速度実効値 10^{-2} m / s^2 より振動加速度レベルを求める。

$$L = 20 \log \frac{a}{a_0} \text{ [dB]}$$

$$a = 10^{-2} \text{ [m / s}^2 \text{]} \quad a_0 = 10^{-5} \text{ [m / s}^2 \text{]}$$

$$L = 20 \log \frac{10^{-2}}{10^{-5}} = 20 \log 10^3 = 60 \text{ dB}$$

- 振動加速度レベル 60dB において 2Hz、8Hz 及び 31.5Hz の振動レベルを求める。

(付表 1 基準レスポンスと許容差を参照)

周波数 [Hz]	鉛直振動			水平振動		
	振動加速度 レベル [dB]	補正值 [dB]	振動レベル [dB]	振動加速度 レベル [dB]	補正值 [dB]	振動レベル [dB]
2	60	-3.2	56.8	60	+2.1	62.1
8	60	-0.9	59.1	60	-8.9	51.1
31.5	60	-12.0	48.0	60	-21.0	39.0
計			61.3			64.9

- ・ 三つの振動が同時に作動した時の振動レベルを求める。（上記表の計の欄）

鉛直方向の振動レベル L_1

$$L_1 = 10 \log \left(10^{\frac{56.8}{10}} + 10^{\frac{59.1}{10}} + 10^{\frac{48.0}{10}} \right) = 61.3 \text{ dB}$$

水平方向の振動レベル L_2

$$L_2 = 10 \log \left(10^{\frac{62.1}{10}} + 10^{\frac{51.1}{10}} + 10^{\frac{39.0}{10}} \right) = 64.9 \text{ dB}$$

〔注〕JISC1510「振動レベル計」では、鉛直と水平特性を規定しているが、計量法では振動規制法で使う鉛直特性しか規定していない点は注意を要する

（８）振動レベルと地震震度

一般に振動の大きさを説明する場合、地震の震度では……という事を質問されることがある。本来人間が生活している大地は振動を感じないものであり、通常我々が最も多く経験する振動としては、交通機関を利用している場合がある。

しかしこれらの振動はいわゆる公害振動とは異なった概念で人々に受け入れられている。

特定の目的を伴わずしかも望ましくないもので、多くの人々が経験的に知っている振動が地震ということになるのであろう。

建設工事から発生する振動と地震震度の比較は、同じ振動といってもその内容は異なるので実態をある程度理解しておくことが必要である。

気象庁の震度階は振動加速度の大きさによって定義されているが、特に振動数を定めていない。通常我々が経験する地震の振動数は、2～8Hz 程度のものが多い。建設工事から発生する振動は一般に鉛直成分が大きいですが、地震の場合、震源からある程度離れると水平成分が鉛直成分より大きく、その割合は2～3倍程度とされている。

さらにディーゼルハンマーによる杭打時のような衝撃的な振動やパイプロハンマーによる連続的な振動等振動成分や振動数、実態の差などがあり、単に加速度の大きさのみで比較をしても実際の感覚とはそぐわないことになる。従って実際の感覚というよりも、あくまで数値の上での比較として考えることが必要であらう。

なお、地震のマグニチュードというのは、地震の「規模の大きさ」を数量的に表したものであり、震度は、「ある特定の場所の地震動の大きさ」を表すものである。

気象庁震度階と鉛直振動レベルを参考に表3-2に示す。

表3 2 気象庁震度階（1949年）

震度階	事象	振動加速度	振動レベル (鉛直)
0 無感	人体に感じないで地震計に記録される程度	0.8gal 以下	55dB 以下
微震	静止している人や、特に地震に注意深い人だけに感ずる程度の地震	0.8 ~ 2.5gal	55 ~ 65dB
軽震	大勢の人に感ずる程度のもので、戸、障子がわずかに動くのがわかるぐらいの地震	2.5 ~ 8.0gal	65 ~ 75dB
弱震	家屋がゆれ障子がガタガタと鳴動し、電灯のようなつり下げ物は相当ゆれ器内の水面の動くのがわかる程度の地震	8.0 ~ 25.0gal	75 ~ 85dB
中震	家屋の振動が激しく、すわりの悪い花瓶などは倒れ、器内の水はあふれ出る。 また歩いている人にも感じられ、多くの人々は戸外に飛び出す程度の地震	25.0 ~ 80.0gal	85 ~ 95dB
強震	壁に割目がいり、墓石、石どうろうが倒れたり、煙突、石垣などが破損する程度の地震	80.0 ~ 250.0gal	95 ~ 105dB
裂震	家屋の倒壊は 30%以下で山崩れが起き地割れを生じ、多くの人々は立っていることができない程度の地震	250.0 ~ 400.0gal	105 ~ 110dB
激震	家屋の倒壊が 30%以上におよび山崩れ地割れ、断層などを生ずる	400.0gal 以上	110dB 以上

(注) 加速度 (gal) と振動レベル (dB) の換算は鉛直振動は振動数 4 ~ 8Hz とし計算により求めた。

3 - 1 - 2 dB (デシベル) についての計算

振動レベルや、加速度レベルを取り扱う場合、dB についてのいろいろな計算が必要である。

幾つかの振動源からのレベルの和、振動測定における暗振動の補正など、いずれも dB の計算となるのである。

(1) dB の和の計算

n 個の振動があり各振動を一つずつ運転させた時のある地点における振動加速度レベルが分かっているものとし、全部の振動を同時に運転させたときのこの地点における n 個の振動の和の振動加速度レベルを求める。

L_1 dB、 L_2 dB、 L_3 dB、 \dots 、 L_n dB の和を求める式は、次のようになる

$$L = 10 \log \left(10^{\frac{L_1}{10}} + 10^{\frac{L_2}{10}} + 10^{\frac{L_3}{10}} + \dots + 10^{\frac{L_n}{10}} \right) \text{ [dB]}$$

計算例 80dB と 70dB の和を求める。

$$L = 10 \log \left(10^{\frac{80}{10}} + 10^{\frac{70}{10}} \right) = 10 \log (10^8 + 10^7) = 80.4 \text{ dB}$$

(2) dB の差の計算

dB の差の計算は、振動測定において暗振動補正を行うときに使用される。

暗振動とは、ある場所で特定の振動を対象とする場合に、対象とする振動がないときの、その場所での振動を対象の振動に対して暗振動という。

暗振動の補正というのは対象振動と暗振動の和 L_1 [dB] とし、暗振動を L_2 [dB] としてその差としての対象振動 L [dB] を求める。

$$L = 10 \log \left(10^{\frac{L_1}{10}} - 10^{\frac{L_2}{10}} \right) \text{ [dB]}$$

計算例 80dB と 70dB の差を求める。

$$L = 10 \log \left(10^{\frac{80}{10}} - 10^{\frac{70}{10}} \right) = 10 \log (10^8 - 10^7) = 79.5 \text{ dB}$$

3 - 1 - 3 振動の距離による減衰

振動は距離が離れるにつれて減衰するが、この減衰の割合は一般には距離 2 倍で 6dB 程度になる。

従ってある地点の測定値があれば他の地点の概略の予測ができる。

ただしこの場合同じ地盤上であることが必要で、ある点は地盤上、ある点は建物内というような場合はその場所の条件ごとに判断しなければならない。

[参考：地面の振動について距離減衰をはかってみると、振動源に極めて接近した場所を除いて、大体数十 m までの範囲では距離の自乗に逆比例する程度、すなわち倍距離で 6dB ぐらいの減衰になることが多い、50m ぐらいを超えると一般に急激に減少することが多いものである。]

[例題]

距離 10m における振動レベルが 80dB の時、距離 20m では何 dB になるか

[計算]

$$\chi = 80 - 20 \log \frac{20}{10} = 80 - 6 = 74 \text{ dB}$$

3 - 2 建設工事現場周辺の振動レベルの推定

3 - 2 - 1 等振動レベル分布図

工事計画時あるいは工事着工前に実施する地域住民に対する説明会において、通常求められるのが建設騒音と同様に工事に伴って発生する建設振動に対する周辺住宅地での振動レベルの予測である。

これに対応するための「等振動レベル予測分布図」は、工事周辺の地域住民に対する建設工事振動の影響が簡単にわかるので、住民や役所への説明資料としては重要である。

「等振動レベル予測分布図」は、環境測定機関及び環境コンサルタント機関等で対応している。

「等振動レベル予測分布図」の一例を図3 - 4 に示す。

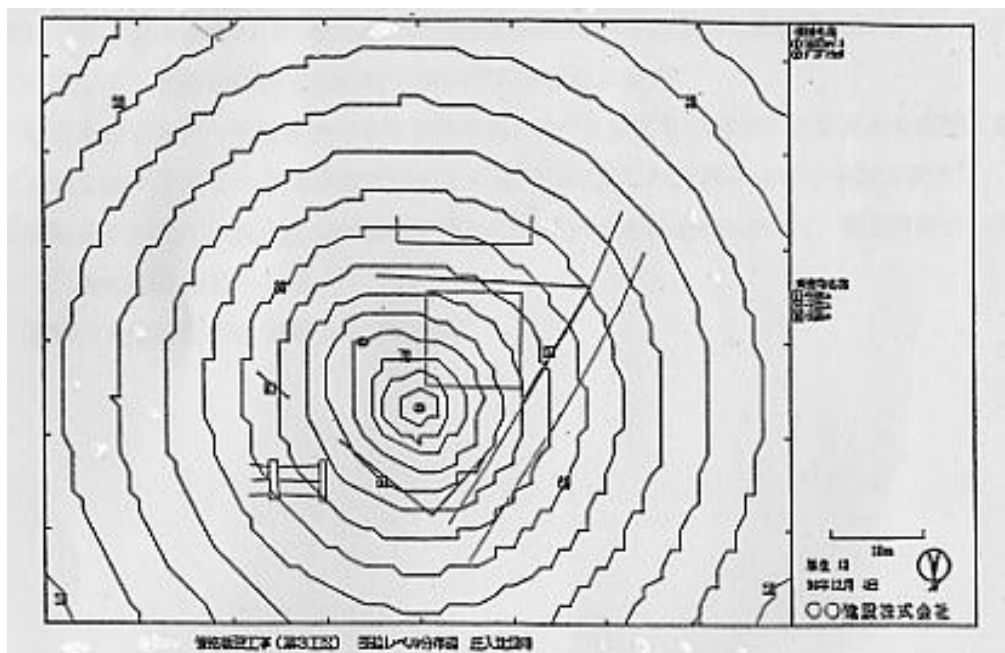


図3 - 4 等振動レベル予測分布図の一例

3 - 2 - 2 建設工事から発生する振動の大きさ

建設工事から発生する振動は、どのような機械を用いてどのような工法で行うかということではほぼ決ってしまうので、工事の施工に当り計画段階での事前の検討が重要である。

この場合作業によってどの程度の振動が発生するかという概略を把握しなければならない。

数値の予測は地盤や機械の種類、稼動状態等多くの複雑な要素があるための確に予測を行うのは困難であるが、これまでの実測例を参考にしてある程度の大きさの範囲で経験的に予測を行うことになる。

建設作業から発生する振動の実測例を表3-3に示す。

表3-3 主要な建設作業による振動レベル（鉛直方向、単位 dB）

工種	建設作業		建設作業機器からの距離（m）						
			5	7	10	15	20	30	40
土 工	ブルドーザ	9 ~ 21 t	64~85		63~77		63~78		53~73
		60, 40 t	64~74	63~73					
	トラクタショベル		56~77		53~69		43~63		
	油圧ショベル		72~83		64~78		58~69		54~59
			69~73	66~72	64~66	58~62		43~58	
	スクレープドーザ		88		77		67		58
	振動ローラ			52~90		44~75		43~68	
振動コンパクタ			46~54		40~44		43		
ダンブトラック			42~69		41~68	67	34~63	62	
基礎工・土留工	ディーゼパイルハンマ	~ 2 t		75~80		61~74		52~68	
		2~3 t		72~84		70~81		56~72	
		3~4 t		76~89		73~85		89~73	
		4 t ~		70~91		63~72		61~72	
	ドロップハンマ			63~89		54~80		65~83	
	油圧ハンマ	6.5 t		85~88		70~83		61~81	
		8~8.5 t		85~91		67~88		59~79	
	バイプロハンマ	~ 30kW		71~77		61~71		51~58	
		30~40kW				70~75		60~69	
	アースオーガ			72~92		69~88		53~79	
	アースドリル	20 t 級機械式		50~61		44~57		40~47	
		30 t 級機械式		59~67		54~60		50~52	
	オールケーシング掘削機	1300mm クローラ式		58~61		45~55		40~51	
		2000mm クローラ式		57~68		49~67		43~59	
	リバースサーキュレーションドリル	1500~4000mm 発動発電機		53~68		50~63		46~58	
3000~3500mm 発動発電機			61~68		51~64		41~54		
ブレボーリング工法			44~60		43~50		40~42		
中掘工法			50~64		41~61		38~59		
軟弱地盤処理工	サイドドレーンパイプロ	50~120kW	75~91		62~87		65~78		57~71
	サイドコンパクションパイプロ	60kW		70~81	84	65~75	83	65~74	69
	サイドレンドロップハンマ	2 t	65~88		81		59~69		
	DJM工法	2軸			82		69		
	重錘落下締固め				72~104	71~98	71~97	72~91	77~87
破壊し工	大型ブレーカ	200~400kg		66~77				62~70	
		600kg		63~75		55~60		46~50	
	大型油圧ブレーカ				69~82		56~65		53~56
	コンクリート圧砕機	油圧圧縮式		48~55		46~58		34~49	
	コンクリート圧砕機	油圧ジャッキ式		41~46		38~42			
コンクリートカッタ	自走式 80cm		42~48		40~44		40~41		

表 3 - 4 各種矢板工法と振動レベル例

工法区分	工 法 名	振動レベル (dB)					
		5m	10m	20m	30m	40m	50m
圧入工法	スラスト & グラウト工法	59	51	49			
プレボーリング 工法	ドーナツオーガ工法		72				アースドリル 工法適用
	拡大シュール工法	61	55	51		45	
	NNP工法				45 (78~80)		
	ONS工法		56				
	ASP工法			47	45	43	
	ホールインセット工法					46~53	
中掘り工法	TOS工法	45~49 (64~66)					()内にピーク値
	Taip工法	40(61)	40(56)	43(50)			
	TN工法		55	48		43	
	MAP工法	06	0.3mm/sec				
	KSパイリング工法	63	57	54		48	
	PHK工法	74	71	65			
高圧水ジェット 工法	JJパイル工法		0.05mm/sec(15m)				50
	HWJ工法						
場所打ち杭工法	ベノト工法	63	57	54		48	
	アースドリル工法	61	55	51		45	
	リバーヌ工法	57	51	45		38	
打撃工法	MK工法		75	65	落高0.5m		
	防音カバー工法	82	77	73		65	
	インパクトドライバ工法				0.4mm/sec		
	ディーゼルパイルハンマ工法	82	77	73		65	
振動工法	振動パイルドライバ工法	84~92	82~89	76~62		68~80	

3 - 2 - 3 発破振動の予測

(1) 発破振動の予測手法の基本的な考え方

発破振動の測定には多くの場合、振動速度振幅あるいは振動レベルで行われることが多い。

薬量、距離を主な入力条件とした発破振動の予測手法では、振動速度振幅を算出し、その後、振動レベルへ換算する方法を用いることが一般的である。

発破から発生した振動を測定する場合、次に示す測定値が一般的に使われる。

構造物に対する影響：最大速度振幅〔単位：cm/s 又は kine〕

人体に対する影響：振動レベル〔単位：dB〕

(2) 発破振動の予測計算式

発破振動を予測する方法としては、距離、薬量を主な入力条件とした予測式を紹介する。しかし、この計算式で得られた結果は影響する振動の大きさの目安を得る程度のもと考えた方が良く、精度の良い予測値を得るためには予測対象地において少量の火薬による試験発破を実施し、その結果から実験式を求めて適用する方法が一般的に用いられる。

発破源から伝搬する振動速度振幅は、式 (3 - 2 - 3) によって求められる。

$$p p v = K \times W^m \times D^n \dots \dots \dots (3 \ 2 \ 3)$$

ここに、 $p p v$: 振動速度振幅の最大値 (cm / s 又は $kine$)

W : 薬量 (kg)

D : 発破源からの距離 (m)

K : 発破係数

m : 薬量に関する係数

n : 距離減衰に関する係数

予測に必要な各入力値

- ・ 発破係数 : K

使用する火薬類の種類・填塞状況・穿孔パターン等の発破条件及び波動の伝搬経路、地盤の特性、成層状況等の要因により異なる。各研究者により発破係数の幅が大きく、ここではベンチ発破及びトンネル発破について示す。

- ・ 薬量に関する係数 : m

一般的に $m = \frac{2}{3} \sim \frac{3}{4}$ の範囲

- ・ 幾何減衰係数 : n

一般的に $n = 2$ 前後が実験から得られている

- ・ 各入力値について

これらの測定結果は実験条件が異なっている。例えばベンチ発破の場合、研究者により K 値は 100 ~ 300 としている場合もあれば、あるいは 200 ~ 500 としている場合もあり、幅がある。ここではこれら研究者の計測結果を基にベンチ発破の場合とトンネル発破の場合に分けて各諸定数の参考値を表 3 5 に示す。

表 3 5 諸定数の参考値

方式	定数	K^*	m	n
ベンチ発破		100 ~ 500	2 / 3	2
トンネル発破		450 ~ 1000		

* ; 安全側をとる場合は、最も大きな値をとる。

計算例

- ・ 距離 100m の場合

振動速度振幅の最大値 $p p v$

$$p p v = K \times W^m \times D^n = 500 \times 300^{2/3} \times 100^2 = 2.24 \text{ cm / s (又は kine)}$$

振動レベルへの変換

$$\begin{aligned} L_{vs} &= 20 \log (p p v) + 85 + 10 \log (1 e^{T d / 0.63}) \\ &= 20 \log (2.24) + 85 + 10 \log (1 e^{0.3 / 0.63}) \\ &= 7 + 85 + 4 = 88 \text{ dB} \end{aligned}$$

- ・ 距離 1000m の場合

振動速度振幅の最大値 $p p v$

$$p p v = K \times W^m \times D^n = 500 \times 300^{2/3} \times 1000^2 = 0.022 \text{ cm / s (又は kine)}$$

振動レベルへの変換

$$\begin{aligned} L_{vs} &= 20 \log (p p v) + 85 + 10 \log (1 e^{T d / 0.63}) \\ &= 20 \log (0.022) + 85 + 10 \log (1 e^{0.3 / 0.63}) \\ &= 33.2 + 85 + 4 = 48 \text{ dB} \end{aligned}$$

3 - 3 建設振動の防止対策

3 - 3 - 1 防止対策の基本的考え方

振動の基本的防止対策としては、発生源・伝播経路、受振側における対策が考えられるが、建設工事から発生する振動の場合、伝播経路、あるいは受振側での対策は困難であることから、主として発生源対策を考えなければならない。

発生源対策といっても工場等の定置機械に対する防振材の使用や配置上の選択等の対策は建設工事の場合その特性上からほとんど期待できない。従ってこの場合の発生源対策は工法や機械の選択(低振動型建設機械)ということになり、施工中苦情の発生によって工事の中断や、工法の変更等が起らないよう計画時に十分に検討を行うことが望まれる。

加えて基礎杭工事におけるアースオーガの併用等振動発生時間の短縮、作業時間帯や工期の配慮、機械の操作上の注意、又振動は騒音と同時に発生することが多いので、その心理的相乗効果を低減するための騒音対策の実施が必要である。更に騒音や振動は心理的問題が多いことから、その不安感をなくし、感情を和らげる意味において施工前、施工中に十分誠意のある説明を行うことも大切である。

3 - 3 - 2 主な工種別の対策

(1) 基礎工事における振動対策

杭基礎における振動対策は、既製杭工法における打撃工法、振動工法に比べ、場所打杭工法、埋込杭工法は、振動が少ないといえる。

但し、埋込杭工法は支持力確保のために打止め時に圧入でなく打撃・振動を使用する場合があるので、振動に対する注意が必要である。

場所打杭は既製杭工法に比べ、施工における振動は軽減している。
具体的な対策工法を下記に示す。

- ・アースオーガ工法
- ・アースドリル工法
- ・圧入工法
- ・オールケーシング工法
- ・プレボーリング工法
- ・地中連続壁工法

しかし、施工時には重機械が稼働し、様々な機械との組合せで作業（泥水処理機、油圧装置等）を行うので、その取扱い、機械の配置によっては、予想しない振動が発生する可能性があるため、施工計画時に周辺環境等の検討が必要となる。

施工計画時にやむを得ず打撃・振動工法を使用若しくはそれ以外の工法で振動の問題となる工法を使用する場合については、建設機械の選定に低振動型建設機械、例えば超高周波杭打機のような杭打機を使用するか、作業時間を集中したり、短期間化する、適正な機械の配置にするなど、また、過度に振動が伝播しないような対策を考えることも必要である。

参考として基礎工法に用いられている機械装置と環境保全を表 3 - 6 に示す。

表 3-6 基礎工法に用いられる機械・装置と環境保全

基礎工法		機械・装置	騒音	振動	汚泥	大気
既製杭工法	打撃工法	ドロップハンマ、 ディーゼルパイルハンマ 油圧ハンマ				
	振動工法	バイブロハンマ（電気式） 超高周波杭打機				
場所杭打工法	アースドリル工法	アースドリル掘削機、エアコンプレッサ、生コン車				
	リバーシ工法 （RCD工法）	リバーシ掘削機、サクショポンプ、クレーン、生コン車、排土処理プラント				
	オールケーシング工法 （ベノト工法）	ハンマグラブ掘削機、穿孔機、生コン車、ダンプトラック				
	アースオーガ工法	アースオーガ掘削機、生コン車				
	深礎工法	揺動圧入機、ハンマグラブ、専用クラムシェル、クレーン、コンクリートプラント				
	地中連続壁工法	リバーシ掘削機、専用クラムシェル、クレーン、生コン車、コンクリートプラント				
埋設工法	圧入工法	ジャッキ、トランキ、載荷による圧入				
	プレボーリング工法 （セメントミルク）	アースオーガ掘削機、ドロップハンマ 2~8tf、圧入装置、残土処理用ブルドーザ、グラウトプラント、給水装置、発電機、排土処理プラント				
	中掘工法	アースオーガ掘削機、油圧ハンマ、圧入装置、残土処理用ブルドーザ、グラウトプラント、給水装置、発電機、排土処理プラント				

注) ; 検討を要する。 ; 必要に応じて検討を要する。 ; 大きな問題はない。

(2) 土工事における振動対策

車輪式は覆帯式に比べて一般に振動のレベルが小さいので、特に振動対策としては車輪式機械の使用が望まれる。しかし、土工機械では強力な牽引が必要な場合、軟弱な地盤上での作業など車輪式の使用が困難なことも多いので、比較検討が必要である。

必ずしも機械の選定によるだけでは、効果的な低振動化が得られない場合もあるので、丁寧な運転操作及び現場の整備により、無用な振動の発生を防止することが必要である。

また、次のことを注意するとともに運転者にも必要な指導を行う。

- ・覆帯式の機械では、走行速度が速くなると振動が大きくなるので、不必要な高速走行は避ける。
- ・土工板、バケットなどの衝撃的な操作は避け、また、粘性土がバケットに付着する場合は、できるだけある落とし操作は避け、必要であれば付着した土砂を落とす補助作業員を配慮する。

運搬路は、ブルドーザ又はモータグレーダで常に平坦に整備する。また切土及び盛土現場ではできるだけ平坦に保つように心がける。また、粉じん防止のためにも適宜、路面に散水することも必要である。

一般に広い作業範囲と長い工期を要するものであるから、現場周辺の人家などの配慮を調査して振動の距離減衰と時間的、季節的な影響度を考慮して施工計画及び施行段取を決める必要がある。すなわち、人家に近い場所では、夜間の作業は極力避けるべきで、やむを得ず行う場合は、十分振動の影響が小さくなるように配慮すべきである。

また、大きな振動を発生する作業は、できるだけ人家への影響を小さくするように季節、時間帯、場所を選定できるよう作業段取を計画するなど配慮が必要である。現場内に固定的な運搬路を造る場合、人家からできるだけ離して設けることが望まれる。

参考として、土工事に用いられる機械と環境保全を表3-7に示す

表3 7 土工事に用いられる機械と環境保全

工 種	適 用	機 械	振 動	騒 音
掘 削	<p>1) リッパを装着したブルドーザは軟岩、土丹などの掘削に使用する。</p> <p>2) 発破の必要な岩の掘削において、発破の使用が許されない場合にロックブレーカが用いられる。</p> <p>3) ショベル系掘削機はフロントアタッチメントによって、クラムシェルバケットとして使われる。</p> <p>4) ショベルは掘削箇所が地盤より高い場合に、その他のものは地盤より低い場合に能率的である。</p>	<p>ブルドーザ</p> <p>スクレーパ</p> <p>油圧ショベル</p> <p>ロックブレーカ</p> <p>クラムシェルバケット</p>		
積込み	<p>1) ホッパなどを利用すればブルドーザも積込みに使用できる。</p> <p>2) トラクタショベルは硬い地山の掘削は困難で、ほぐされた土などの積込みに使用する。</p>	<p>油圧ショベル</p> <p>トラクタショベル</p> <p>ホイールローダ</p>		
運 搬	<p>運搬機械の経済性は主として搬土距離によって定まる。</p> <p>スクレーパ類には被牽引式スクレーパ、モータスクレーパなどがある。また、スクレーブドーザというクローラタイプのももある。これはトラフィカビリティー不足の軟弱土質では有効である。</p>	<p>ブルドーザ</p> <p>スクレーパ</p> <p>ダンプトラック</p> <p>不整地運搬車</p>		
敷均し	<p>1) 土工仕上り面などきれいな仕上げが必要なところには、モータグレーダが使用される。</p> <p>2) 工事用道路などの補修にもモータグレーダがよく使用される。</p>	<p>ブルドーザ</p> <p>モータグレーダ</p>		
締固め	締固め機械	<p>ロードローラ</p> <p>タイヤローラ</p> <p>振動ローラ</p> <p>振動コンパクタ</p>		

(注) 1 . : 検討を要する : 必要に応じて検討を要する : 大きな問題はない

2 . 走行する建設機械には交通安全、また粉じんも注意する必要がある

(3) 構造物解体工事における振動対策

解体工事用機器・工法のうちから、解体対象構造物の規模、形状、発生材の処理搬出条件、環境条件、工期及び経済性等の諸条件を考慮して、複数の機器・工法を効果的に組合わせて解体工事を行う。つまり、各種解体工事用機器・工法の能力に合った解体方法を選択し、それぞれの長所を十分に生かし、短所を補うように効果的に組合わせて、さらに高効率で無公害な解体工事ができるようにする。

ここでは、この組合わせの例として選択上の諸条件を加えて紹介する。

圧碎機と大型ブレーカ（又はハンドブレーカ）の組合せ

この組合せは、圧碎機が静的な破砕力で解体部材を噛み砕くので、圧縮破砕の能力に限界があるため、大断面部材や鉄骨鉄筋コンクリート構造物（SRC 部材）の解体、圧碎機使用の事前の破砕や二次破砕に大型ブレーカ（又はハンドブレーカ）を併用するものであり、お互いの長所を生かした解体工法である。それぞれ階上での作業となり、大型ブレーカ（又はハンドブレーカ）の使用には作業安全の面で十分に注意する必要がある。

圧碎機と転倒工法の組合せ

この組合せは、破砕力が大きく解体対象の範囲の広い圧碎機で建物の内部を解体し、外部への飛散物を防ぐため外周部材を内部へ転倒させて小割りをしたり、圧碎機は転倒工法の補助に利用したりするものである。しかし、この工法では振動や粉じんの発生があるので、この養生対象が必要である。

膨張破砕剤と大型ブレーカの組合せ

この組合せは、膨張破砕剤でひびわれを発生させた後に、大型ブレーカ等で二次破砕するもので、建物の基礎や機械台等の断面の大きなマスコンクリート構造物等の解体に適している。膨張破砕剤を使用する場合は、その装薬量や破壊力をよく把握し、適切な作業手順で取扱い、様々な制約による破壊力の減少を大型ブレーカにより補助すれば有効な解体工法である。

各種切断工法と大型ブレーカの組合せ

ディスクカッタ、ワイヤソーイング、アブレイシブ水ジェットなどの切断工法と大型ブレーカの組合せは、前者によって部材の縁切りや大きくした部材解体を行い、後者でその部材を小割り・二次破砕などの補助作業を行う。

参考としてコンクリート構造物の解体工事用機器・工法の分類と環境保全を表 3 - 8 に示す。

表 3 - 8 コンクリート構造物の解体工用機器・工法の分類と環境保全

工 法	破 壊 原 理	機 器	振 動	騒 音	粉 塵	施 工 能 力
コンクリートを砕く 工法	コンクリートをノミで繰返し打撃して、 ひびわれを進展させ破壊	・ブレーカ				大
	大型で強固な万力・鉄で押し砕く、力学的には主として引張破壊	・圧砕機（油圧破碎機）				大
	火薬の爆発の際の衝撃波の干渉作用により破壊	・火薬				大
コンクリートに孔を あける	ピットの打撃によって粉末状にすりへらしながらさく孔	・さく孔機				中
	ダイヤモンドを金属マトリックスに練り込んだ円筒状ピットで切断	・コアピット				中
	鉄合金棒の燃焼：1100 程度の高温で溶解	・テルミットランス				小
コンクリートを切断 する工法	ダイヤモンドをマトリックス金属に複合した円盤の刃で切断	・ディスクカッタ				大
	ダイヤモンドをマトリックス金属に複合した小円筒状刃をワイヤに結合した円環で切断	・ワイヤソーイング				大
	ケロシンと酸素の火炎ジェット 3500 程度の高温で溶解	・火炎ジェット				小
	炭酸ガスCO ₂ レーザの熱で溶解	・CO ₂ レーザ				小
	電極間で発生したアークにプラズマ発生ガスを導入して溶解	・プラズマジェット				小
	水圧 2000kgf / c m ² の水ジェットに研磨剤を混入したアブレイシブジェットで切断、剥離等	・水ジェット ・アブレイシブ水ジェット				大 大
コンクリートを剥離 する工法	高水圧ジェットを回転させて切断する	・カームジェット				中
	コンクリート中の鉄筋を電氣的に加熱してひびわれを発生させる	・直接通電加熱機 ・誘電加熱機				小 小
	周波数 300MHz の電磁波を照射してコンクリート中の水の分子間運動による発生発熱の熱膨張で破砕	・電磁波照射機				小
転倒工法	部材の端部を縁切りしておきワイヤ等で引き倒す	・ワイヤ、ブルドーザ				大
コンクリートにひび を入れる工法	あらかじめさく孔機又はコアドリル等に直径 36 ~ 90mm の孔をあけ、その孔に拡大ヘッド：クサビを挿入し、油圧によって拡大してひびを入れる	・パワースプリッタ ・ハイドロスプリッタ				中 中
	あらかじめさく孔機又はコアドリル等にて直径 45 ~ 100mm の孔をあけ、その孔にウレタンゴムあるいは油圧チューブを挿入し、油圧又は水圧によって孔を拡大しコンクリートにひびを入れる	・ラバースプリッタ ・油圧チューブ				中 中
	生石炭系物質の水和膨張によりひびを入れる	・膨張破碎剤				中

注) : 振動、騒音、粉塵に対して検討を要する

: 同上 必要に応じて検討を要する

: 同上 大きな問題はない

3 - 4 建設工事振動の機器に対する影響

3 - 4 - 1 機器に対する影響の基本的な考え方

機器に対する影響は、機器によっては許容値が与えられているものもあるが、ほとんどの機器は許容値が明らかでない。そして機器自体の使用状態や条件によって許容値が異なってくることもある。

従って機器類に対しては、これまでの実測結果から経験的に許容値を推測するか、実際に振動を発生させてみて障害を検討することになる。

機器類の中でも許容値の示されているものは、そのほとんどが加速度の大きさを表されていることから、実測資料も加速度によるものが多い。振動レベルはこれまで述べてきたように人体感覚に対応させたものであるから、機器類に対する影響を検討する場合、振動レベル計を用いるならば、感覚補正を行わない加速度レベルで測定を行ったほうがよい。

3 - 4 - 2 実測例に対する加速度レベル

これまでの実測例を加速度レベルで表すと

- ・ 工作機械（7～8gal で障害あり） = 74～75dB
- ・ 光学機械、電子顕微鏡（許容値 1gal） = 57dB
- ・ テレビカメラ（5～7gal で障害あり） = 71～74dB
- ・ 電子計算機（許容値 100gal） = 97dB

但し機種によっては許容値が変位振幅で示されているものがあり、このような場合は変位振動計を用いたほうがよい。

- ・ 精密天秤（2～5gal で障害あり） = 65～70dB
- ・ 計量器〔1～2ton〕（20～30gal で多少障害あり） 85dB

等となり他に機器類一般の許容限として 15gal（ 80dB）程度という資料もある。

3 - 4 - 3 振動加速度（gal）を振動加速度レベルに換算

〔例題〕

8gal を振動加速度レベル〔dB〕で表す。

〔計算〕

条件

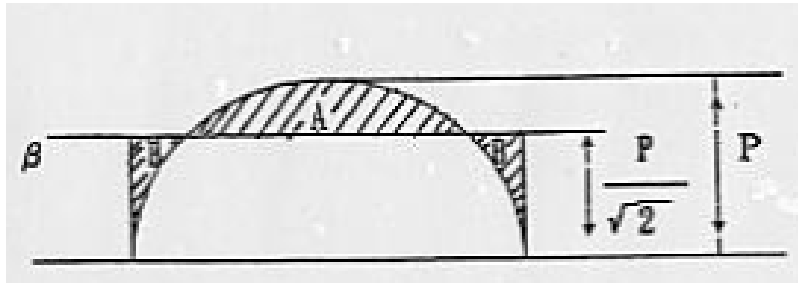
$$\cdot 1 \text{ gal (ガル)} = 10^{-2} \text{ [m / s}^2 \text{]}$$

$$\cdot \text{振動加速度レベル [dB]} = 20 \log \frac{a}{a_0}$$

a : 実効値の振動加速度 [m / s²]

$$a_0 (\text{定数}) = 10^{-5} \text{ m / s}^2$$

・実効値



の線の位置は、Aの面積と(B + B)の面積が同じ位置の線を表し、その実効値は $\frac{P}{\sqrt{2}}$ である。

計算根拠

・8galを実効値で表すと $\frac{8}{\sqrt{2}}$ 5.66 gal

・実効値表示のgalを振動加速度で表すと 5.66×10^{-2} [m / s²]

・振動加速度レベルを求める

$$20 \log \frac{a}{a_0} = 20 \log \frac{5.66 \times 10^{-2}}{10^{-5}} = 20 \log (5.66 \times 10^3) \quad 75 \text{ dB}$$

4 . 振動測定の方法

4 - 1 測定の概要

振動公害に対する住民からの苦情内容としては、「気分がいらいらする」「戸、障子や物が揺れて気になる」「不快に感じる」「睡眠の妨げになる」などの生活妨害を訴えることが主である。大きな振動源に近接している場合には、壁、タイル、などのひびわれ、戸、障子の建付けの狂いなどの物的被害を訴える例がある。

振動規制法では、鉛直方向(Z方向)の振動だけを規制の対象とすることになっている。その理由は、一般に地表振動では、鉛直振動の方が水平振動より大きいものも多く、また公害の対象となる振動の周波数帯では、人体が鉛直振動をより強く感じるとされていることによる。

振動レベル計によって測定された量を振動レベルとする。単位はデシベル(dB)であらわす。

4 - 2 測定方法の分類

測定方法については評価手法による種別と測定目的による種別と2つの分け方がある。

4 - 2 - 1 評価手法による種別

(1) 振動規制法に基づく測定

著しい振動を発生する施設である特定施設を設置している工場又は事業所にある施設、特定建設作業及び道路交通を主要な振動源とする振動を対象とした測定項目である。

振動規制法では以下のように定めている。

<測定条件> 測定条件として、振動計は、計量法第71条の条件(検定の合格条件)に合格した振動レベル計を用いて行うものとする。この場合において振動感覚(周波数)補正回路は、鉛直振動(鉛直)特性を、動特性は、JIS C 1510に定めてあるものを用いることとする。

<測定場所> 振動レベルの測定場所をまとめると、次のとおりである。

(ア)工場、事業所：原則として工場、事業所の敷地の境界線

(イ)建設作業：原則として建設作業の場所の敷地の境界線

(ウ)道路交通：原則として道路の敷地の境界線

<暗振動と対象振動との関係> 測定の対象とする振動に係る指示値と暗振動の指示値の差が10dB未満の場合は、測定の対象とする振動に係る指示値から暗振動に対する指示の補正により指示値の差ごとに補正値を減ずるものとする。

<周辺環境の影響> 振動ピックアップは形式により温度、風、電気、磁気などの外周条件の影響を受けやすいので適当な遮へい、測定点の変更などに留意する必要がある。

<振動ピックアップの設置> ピックアップの設置は、次のことに留意して設置する。

- (ア) 緩衝物がなく、かつ、十分踏み固め等の行われている堅い場所
- (イ) 傾斜及びおうとつがない水平面を確保できる場所
- (ウ) 温度、電気、磁気等の外囲条件の影響を受けない場所

(2) 振動レベル測定方法 (JIS Z 8735) に基づく測定

公害、作業環境 (人間の作業能力低下をもたらす振動) に関連する振動、自動車や電車などの交通車両に乗っている乗務員や乗客が受ける振動などを対象とした測定項目である。

振動レベルを測定する場合には、JIS C 1510 “振動レベル計” に定める振動レベル計を用いて、主として公害に関連する地面などの振動レベルを測定する方法について規定している。振動の評価を行う測定の限度は、公害に関連する振動評価を行う場合に適用し、測定は地面に設置した地面振動で評価する。

JIS Z 8735 では以下のように定めている。

<測定条件>

外囲条件 温度及び湿度については、測定に用いる振動レベル計の使用温度範囲及び使用湿度範囲に留意する。

振動ピックアップの形式によっては、風・電界・磁界などの影響を受ける場合がある。そのようなときには適当なしゃへい、測定点の変更などを配慮する。

暗振動 ある振動源から出る振動だけの振動レベルを測定する場合には、対象の振動があるときと、ないときの振動レベル計の指示値の差は 10dB 以上であることが望ましい。ただし、暗振動が定常的な振動のような場合には、上記の指示値の差が 10dB 未満であっても表 1 によって指示値を補正して、振動レベルを推定することができる。

表1 暗振動に対する指示値の補正

	単位 dB						
対象の振動があるときとないときとの指示値の差	3	4	5	6	7	8	9
補正值	-3	-2				-1	

例えば、暗振動が 65dB の場所で、ある機械を運転して 70dB の指示値を得たとすれば、指示値の差が 5dB であるから、その機械だけの振動レベルは表 1 により補正值 - 2dB を 70dB に加え 68dB とする。

指示値の差が 3dB 未満のときは、測定条件の変更などを配慮する。

<測定点の選定> 測定の目的に応じて、測定点の位置及び数を選定する。

<測定器の使い方>

振動ピックアップの設置方法 振動ピックアップは、原則として平坦な堅い地面など（例えば、踏み固められた土、コンクリート、アスファルトなど）に設置する。やむを得ず砂地、田畑などの軟らかい場所を選定する場合はその旨を付記する。

また、振動ピックアップは、水平な面に設置することが望ましい。

測定方法 測定時における振動ピックアップの受感軸方向を、原則として鉛直及び互いに直角な水平 2 方向の 3 方向に合わせ、鉛直方向を Z、水平方向を X、Y とし、X、Y の方向を明示する。

振動感覚補正回路の使い方 振動レベルの測定は、Z 方向は鉛直振動特性を、X、Y 方向は水平振動特性を用いて行う。

測定レンジの選び方 衝撃的な振動については、振動レベル計が過負荷状態にならないように測定レンジを選定する。

記録機器の選定 記録機器などを用いて振動レベルを測定する場合のその特性は、おおむね JIS C 1510 の諸規定に適合するものを選定する。

(3) 防振対策のための測定

(1) 及び (2) の振動発生源を対象とした振動であって、防振対策を行う必要がある振動源の振動を対象とした測定項目である。

防振対策のための測定は、振動発生源、伝搬系、被害を受ける部分を一連の振動系と考えて、個々の特性ばかりでなくこれらの相互関係を定量的に明らかにするように努める。したがって、拘束された条件などというものはなく、測定項目により一連の振動系としてとらえられるように測定項目を検討して選定する必要がある。

防振対策を目的とした振動測定は、単にある点の振動レベルを計測するだけでは不十分で、振動を発生する機械、またその基礎の周辺で物理量を計測することから得られる情報が有効である。

4 - 2 - 2 測定目的による種別

(1) 振動源の特性を把握する振動測定

既存の固定発生源の場合は、一般に加振力の測定が大掛かりとなるので基礎や周辺地面の振動測定から推定する方法がとられる。移動発生源の場合は、振動源の移動と運転条件が一定でないので加振力と周波数成分の情報を容易に得ることは難しい。

(2) 振動伝搬経路における振動測定

伝搬経路における測定は、振動発生機械の振動特性と波動が地中層の反射、屈折、回折を繰り返しながら伝搬する地盤の振動特性とが混入した振動波形として計測される。したがって公害振動の場合規定された地点の測定が基本であるので、その地点での測定は地面の振動特性が混入した振動の測定であり、また振動の距離減衰や振動発生源周辺の振動分布図を必要な振動測定でもある。

(3) 受信点の振動測定

住民が公害振動として苦情を訴える場合の振動は、家屋の障子、窓ガラス、台所の食器などがたつき音により感知するのが一般的で、地震の感知とは大きく異なる。一般に家屋の振動増幅はおおよそ 5dB 程度増幅すると考えて、受信点での測定位置は一般的に住宅用地の地面やコンクリート面の位置で測定することが多い。しかし家屋内で測定しなければならないこともある。そのときは畳や、じゅうたん等のやわらかい物の上での測定はできるだけ避けて、板の間や根太（又は敷居）などの比較的かたい場所での測定を心掛けるようにし、地盤を伝搬してきた振動の振動入力に対する構造物の応答特性を明らかにすることが大切である。

4 - 3 測定機器

種 類	性能規格	周波数範囲	周波数特性(レスポンス)
振動レベル計	JIS C 1510 ISO 8041	1 ~ 80Hz	1.6 ~ 50Hzで ± 1.0dB
騒音レベル, 振動レベル 記録用レベルレコーダ	JIS C 1512	1 ~ 8000Hz	± 0.5dB (1Hzでは ± 1.0dB)
オクターブ及び1/3オクターブ バンド分析器	JIS C 1513 IEC Pub 225 ISO 226	40dB以上	± 1.0dB

4 - 4 レベルの読み取り及び整理方法

ここでは、工事振動の測定の実例（振動規制法で用いられている方法）にて、実際の振動計のレベルの読み取り及び整理方法について説明する。

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の備考には、以下のように記述されている。

1. デシベルとは、計量法（平成4年法律第51号）別表第2に定める振動加速度レベルの計量単位を言う。
2. 振動の測定は、計量法第71条の条件に合格した振動レベル計を用い、鉛直方向について行うものとする。
3. 振動の測定方法は、次の通りとする。

振動ピックアップの設置場所は、次の通りとする。

イ. 緩衝物がなく、かつ、十分踏み固め等の行われている堅い場所

ロ. 傾斜及びおうとつがない水平面を確保できる場所

ハ. 温度、電気、磁気等の外囲条件の影響を受けない場所

暗振動の影響の補正は、次の通りとする。

測定の対象とする振動に係る指示値と暗振動（当該測定場所において発生する振動で当該測定の対象とする振動以外のものを言う）の指示値の差が10デシベル未満の場合は、測定の対象とする振動に係る指示値から次の表の左欄に掲げる指示値のの差ごとに同表の右欄に掲げる補正値を減ずるものとする。

指示値の差	補正値
3デシベル	3デシベル
4デシベル	2デシベル
5デシベル	
6デシベル	1デシベル
7デシベル	
8デシベル	
9デシベル	

4. 振動レベルの決定は、次の通りとする。

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。

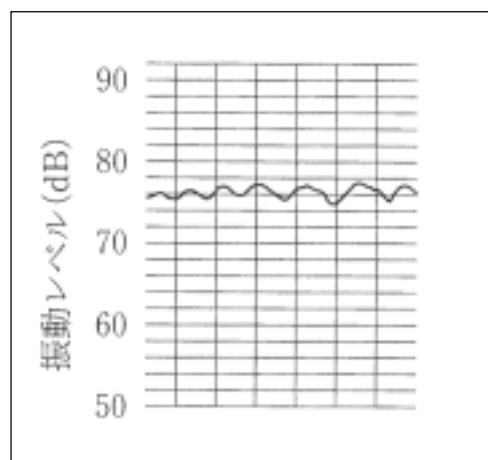
測定器の指示値が周期的又は、間欠的に変動する場合は、その変動ごとの指示値の最大値の平均値とする。

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パーセントレンジの上端の数値とする。

この基準を考慮して、実例にて説明すると以下のようになる。

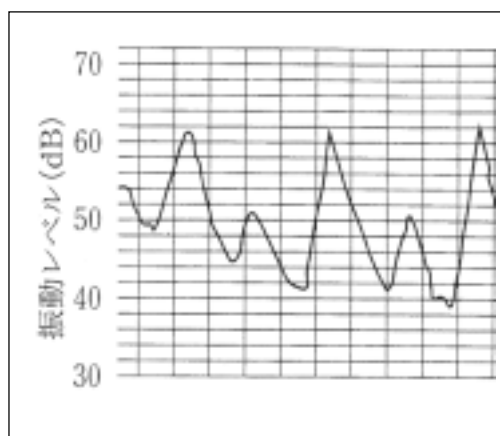
例 1 振動計の指示値が変動せず、又は、変動が少ない場合は、その指示値とする。

メーターの針はちょうど目盛の線と一致するとは限らない。正確に見ると、小数点以下を指していることが多いが、振動計の読みというもの自体それほどの精度を要求されていないので、通常 4 捨 5 入して小数点以下は読まない。

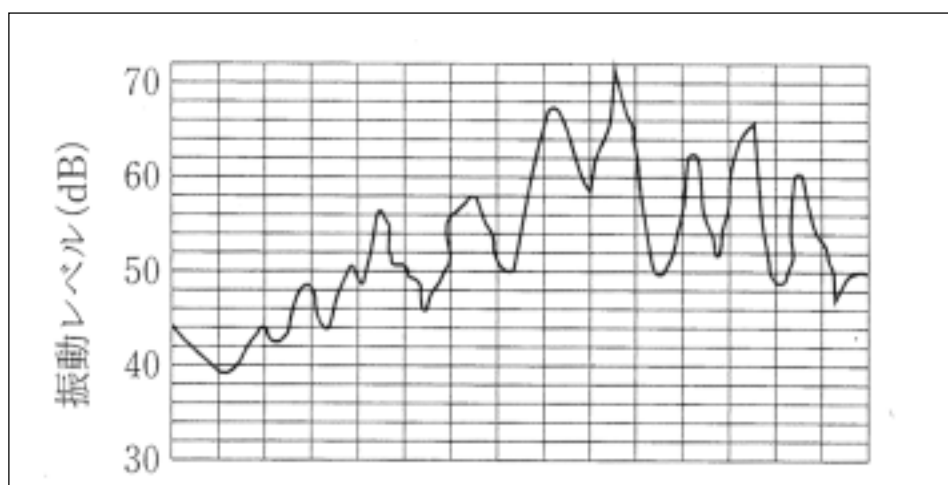


例 2 振動計の指示値が周期的又は間欠的に変動し、その指示値の最大値がおおむね一定の場合は、その変動ごとの指示値の最大値の平均値とする。

対象振動の例としては、ハンマーによる作業振動等が考えられるが、下図のように指示値の最大値を少なくとも 10 個以上読み取り、その平均値とする。



例 3 振動計の指示値が不規則かつ大幅に変動する場合は、5 秒間隔で 100 回の瞬時値測定を行い、その変動幅の 80%レンジの上端の数値を評価値としている。



5 . 住民説明会用資料の作成

工事に伴う振動、騒音や粉じんの飛散はさけることができないので現地調査の結果を基に必要な対策を講じる必要がある。自治体の行政指導では近隣住民に対して建設計画や近隣に与える影響と対策などについて十分に説明し理解を求めるとしており、例えば、大阪市“建設作業に係る指導方針”では工事計画段階での自主管理として建設作業を実施するまでに周辺住民に対し次の事項を十分説明し理解を得るよう努めることとしている。

工事の目的

作業工程、作業時間帯

工法、機械の選定理由及び具体的な公害防止対策内容

現場責任者及び苦情発生時の連絡体制等

5 - 1 資料の作成順序

振動対策を中心にした住民説明会用資料は次に示す順序で進めるとよい。

5 - 1- 1 情報収集

(1) 居住者の状況

町内会役員などへの挨拶時や近隣への挨拶時に確認しておく。

地域居住者の意向

その他（病人、妊婦、幼児、老人、受験生、夜間勤務者等）

(2) 近隣事業所

喫茶店、映画館、時計修理工、筆工、歯科医師等業務上で工事の影響があると思われる事業所の有無と配置

(3) 振動規制法関連地域指定、特定建設作業の調査

5 - 1 - 2 周辺環境調査

(1) 学校、保育所、病院、療養所、図書館、老人ホーム等の所在

振動規制法により規制されるので作業所の境界線よりおおむね80mの範囲内に学校、保育所、病院、診療所、老人ホーム、図書館の所在確認調査が必要である。

(2) 魚や動物の飼育所等の所在

(3) 近隣家屋の現況調査

近隣の建物調査を行い、現況を写真に撮ったり、図面化しておく。工事完了時に工事によって損傷が進んだり、新たに発生したか等因果関係の判断資料にする。

(4) その他工事の調査

作業所付近で他の工事が行われているかどうかを調査する。

(5) 周辺交通事情と運搬経路の調査

工所用車両の通行の検討が必要になる大型車の通行禁止や一方通行等の交通規制について調査する。

(6) 暗振動の測定

苦情発生が予想される場合は施工に先立って建設地で暗振動をあらかじめ測定しておく。なお、この段階の調査では近隣者に不審感を与えないように進めることが大切で、近隣者の立会のもとで行うなど慎重な気配りが必要である。

5 - 1 - 3 説明会用資料の内容

(1) 工事概要

発注者・工事場所・工事期間・工事内容を説明するための下記資料
付近見取図、配置図、平面図、側面図、断面図、工程表等
道路交通図等

(2) 作業時間、休日

(3) 現場管理について

工事による近隣者、通行者への災害を防止するための方法と工事用車両の通行についての安全対策等の資料

(4) 振動を伴う作業と対策の概要

作業時間、休日、振動作業の時間、工事に起因した近隣家屋の損傷の修復、その他工事の実施に際して実行が可能な約束事項等

振動発生作業（作業の内容、作業時期・時間、振動の発生程度）

工事用車両（車両の台数・時期、車両の運行経路、待機場所）

振動発生の予測と防止対策の概要

施工にあたっての約束事項

(5) 苦情対策

施工に際しては作業に伴って騒音、粉じんの飛散などとともに振動について近隣者から様々な苦情がでるが、施工者は法遵守はもちろんのことその他についても誠意を持って迅速に対処、解決しなければならない。苦情を受け付けてから対処すると話し合いや解決策の実施に至る時間的・経済的損失があるほかに、近隣者との間に感情的な問題が生じる。そのためには施工計画の段階で近隣者を配慮した施工方法を検討するとともに、万一苦情が発生した場合の対応について十分に検討し、住民に次のような事項を説明しておく必要がある。

地域住民への広報

苦情の受付責任者

(6) 近隣家屋等の補償

工事完了後に発生が予想される近隣家屋の損傷等に対して協議と補償方法を説明する。

5 - 1 - 4 資料の提出にあたっての留意事項

説明事項の理解を深めるために必要な資料は提出するが、検討中で結論のはっきりしないものや正確なデータでないものは後日資料の食い違いで問題が起こらないようにその旨を

注釈する。また資料の記載内容は反対運動に利用されないように慎重にチェックすることが必要である。

5 - 2 住民説明会の準備

説明には個別に説明する方法と説明会を開いて行う方法とがある。周辺住民の範囲は発注者等と協議し適切に設定する。なお、付近（敷地境界から80mを目安）に学校、病院、保育所等がある場合にはそれぞれの庶務担当責任者へ工事説明を行う。

説明会を開いて行う方法の場合には次の事項を検討し準備する必要がある。

説明者の分担と説明内容の決定

近隣住民の参加者と連絡方法の決定

場所と時間の設定

説明資料

6 . Q & A

6 - 1 「振動一般」

Q 1 建設工事から発生する振動苦情の動向及び国の対策はどのようなか

A 1 . 典型 7 公害の苦情件数の内で振動は 2 ~ 4 % と少ない (図 - 2 典型 7 公害の種類別苦情件数及び振動に係わる苦情件数の経年推移参照) 。しかし振動に関する苦情件数のうち、建設工事に起因するものが約 1 / 4 (1 9 9 8 年度は 2 5 %) となっている。しかし、大阪府においては振動に係わる苦情の内訳で建設作業によるものが 5 0 % を占めている (図 - 6 振動に係わる苦情の内訳参照) 。

昭和 5 1 年 (1 9 7 6 年) に制定された振動規制法では建設工事として行われる作業のうち著しい振動を発生する作業の中で、発生する振動の大きさ、苦情発生件数、地方公共団体の要望等を勘案して 4 種類の建設作業を特定建設作業と特定している。

国土交通省では昭和 5 1 年 (1 9 7 6 年) に「建設工事に伴う騒音振動対策技術指針」を策定し、建設工事の計画、設計、施工の各段階において発注者及び施工者が考慮すべき技術的対策の基本方針を示した。

Q 2 振動レベルとはなにか

A 2 . 振動レベルとは振動レベル計に備えている振動感覚補正を行った鉛直振動の加速度実効値を表したもの。単位はデシベル (d B) (3 - 1 - 1 振動レベルの定義参照) 。

Q 3 主な建設作業の発生振動レベルはどの程度か

A 3 . 建設作業に使用する機械から発生する振動レベルは表 3 - 3 主要な建設作業による振動レベル参照のこと。

Q 4 暗振動とはなにか

A 4 . ある場所において特定の振動を対象として考える場合に、対象の振動がないときの場所における振動を対象のものに対して、暗振動という。すなわち、環境振動のうちで、特定の振動に着目した場合、それ以外の振動である (4 - 2 - 1 (2) 振動レベル測定方法 (JIS Z 8735 に基づく測定参照)) 。

6 - 2 「振動規制法について」

Q 5 振動規制法による規制の対象となるのはどのような建設作業か。

A 5 . 振動規制法の規制の対象となる建設作業は、建設作業一般ではなく、指定地域内において建設工事として行われる作業のうち著しい振動を発生する作業であつて政令で定める「特定建設作業」 (法第 2 条第 3 項) だけである。

建設作業振動の規制の対象を「作業」としたのは、一時的でしかも場所的に移動するものが多いことから建設機械の「設置」の概念でとらえられないからである。また、振動を発生する原因となるのは個々の建設作業にあるので、それぞれの著しい振動を発生する作業を把握して規制すれば十分であり、あまり振動を発生しない建設作業まで含めて建設工事で規制する必要はないので建設工事として扱っていない。

特定建設作業は、この振動の大きさのほか苦情発生件数、都道府県の意見等を勘案して定められたものである（表2 - 1 振動の規制基準（特定建設作業）参照）。

Q 6 指定地域内で特定建設作業を実施するがどのような届出が必要か。

A 6 . 指定地域内において特定建設作業を伴う建設工事を施工しようとする者は当該特定建設作業の開始の日の7日前までに、その旨を市町村長に届け出なければならない。ただし、災害その他非常の事態の発生により、特定建設作業を緊急に行う必要がある場合には、すみやかに届け出なければならないとしている（以上法第14条第1項及び第2項）。届出は所定の様式により届け出ることとされている（2 - 4 届出参照）。

また、届出には、当該特定建設作業場所の付近の見取図及び特定建設作業を伴う建設工事の工程の概要を示した工事工程表で特定建設作業の工程を明示したものを添付しなければならない（法第14条第3項）。なお、届出の義務者は当該建設工事の元請業者である。

Q 7 特定建設作業の施工者に対する改善勧告及び改善命令はどのようなものか。

A 7 . 法第15条では、市町村長は、指定地域内において行なわれる特定建設作業に伴って発生する振動が総理府令で定める基準に適合しないことによりその特定建設作業の場所の周辺の生活環境が著しく損なわれると認めるときは、当該建設工事を施工する者に対し、期限を定めて、その当事態を除去するために必要な限度において、振動の防止の方法を改善し、又は特定建設作業の作業時間を変更すべきことを勧告することができ、（第1項）この勧告に従わないで特定建設作業を行っているときは、改善命令を行うことができることを定めている（第2項）（2 - 5 改善勧告及び改善命令参照）。

特定建設作業の規制に関する基準は施行規則において表2 - 1のように定められている。この基準は、周辺住民の生活環境の悪化や生理的な影響を与えないことに留意して振動の大きさについて75dBを超える大きさのものでないこととするとともに、夜間における作業、1日当たりの作業時間及び同一場所における作業期間等について、騒音規制法と同様な制限を加えることにより、生活環境の保全を図ることとしている。また、振動の大きさの基準を超える場合に、改善勧告の内容を振動の防止の方法に限定せず、振動が住民に与える影響を軽減する手段の1つとして、1日当たりの作業時間を4時間までに短縮することができるものとしている。

本条第1項の改善勧告の要件としては、特定建設作業に伴って発生する振動が基準に適合しないことのみではなく、それによつて、周辺的生活環境が著しく損なわれると市町村

長が認めることが必要であり、周辺の生活環境が著しく損なわれるかどうかは特定建設作業の周辺の生活環境の実態、空地、道路等の存在、暗振動などの状況に即して判断されることとなる。

勧告を行うに当たっては、その事態を除去するために必要な限度においてするものとし、過剰な規制とならないようにする必要がある。また、その内容は、その目的達成のため技術的経済的に最も合理的なものとし、場合によっては事業者を選択の余地を認めるようにすることも考えられる。なお、勧告又は命令の内容には、工法の変更及び特定建設作業の中止は含まれない。

学校、上下水道の建設のような場合に勧告又は命令を行うに当たっては、生活環境の保全に十分留意しつつ、当該建設工事の実施に著しい支障を生じないよう配慮しなければならないとしている（第3項）。

Q 8 振動規制法とは別に条例で振動の規制ができるか。

A 8 . 振動規制法第24条第2項では、指定地域内において建設工事として行われる作業であつて特定建設作業以外のものについて、発生する振動に関し、条例で必要な規制を行うことを妨げるものでない旨を定めている。国の法規制は全国的な観点から行われるので、特定建設作業以外の建設作業であつても、例えば地域的な産業において使用される機器等の施設であつて著しい振動を発生するものがあることも想定されることから、地方公共団体が、地域住民の生活環境保全のために、それらについて規制する場合がある。なお、条例による規制の方法、内容等については、法に定める規制と同程度である（表 2 - 1 参照）。

Q 9 振動規制法の罰則について、簡単に説明して下さい。

A 9 . 振動規制法第25条から第29条までは、罰則に関する規定である。一般に、行政法上の義務違反に対して料せられる制裁は、通常、行政罰といわれ、刑法上に刑名のある罰を制裁とする行政刑罰と、過料といわれる金銭罰を制裁とする行政上の秩序罰との2種類がある。本法においては、第25条から第28条までが行政刑罰に関する規定であり、第29条が行政上の秩序罰に関する規定である。建設作業振動に係る本法の各規定と罰則との関係については表 2 - 3、表 2 - 4 参照のこと。

6 - 3 「振動対策」

Q 1 0 振動対策の方法を簡単に説明してください

A 1 0 . 3 - 3 建設振動の防止対策参照。

Q11 振動測定の方法を簡単に説明してください

A 1 1 . 4 振動測定の方法参照。

Q 1 2 低振動型建設機械はどのようなものか

A 1 2 . 国土交通省では機種毎、出力毎に騒音または振動の基準値を定め、基準値を満足した建設機械を「低騒音型建設機械」(昭和58年指定開始)または「低振動型建設機械」(平成8年指定開始)として型式指定を行い、生活環境を保全すべき地域で行う工事で使用を推進している。平成13年3月現在、低振動型建設機械として2機種20型式が指定されている(2-3-1規制の基準(特定建設作業関連)参照)。

Q 1 3 振動レベルの距離による減衰はどの程度か

A 1 3 . 振動エネルギーが距離とともに広がっていくことによる単位面積あたりのエネルギーの減少によるもの(幾何減衰)と地盤粒子の動きによる減衰(内部減衰)である。

地面の振動について距離減衰を測ってみると振動源に極めて接近した場所を除いて大体数十mまでの範囲では距離の2乗に逆比例する程度、すなわち倍距離で6dBくらいの減衰になる事が多く、50mくらいを超えると一般に急激に減少することが多い。(3-1-3 振動の距離による減衰 参照)。

振動対策編の取りまとめにあたり参考にした文献

平成 13 年度公害紛争処理白書（公害等調整委員会）
建設工事に伴う騒音振動対策ハンドブック第 3 版（(社)日本建設機械化協会）
建設公害対策シリーズ コミュニケーション（振動対策編）（大成建設）
建設作業振動対策マニュアル（(社)日本建設機械化協会）
公害防止の技術と法規（振動編）（通商産業省環境立地局監修）
建設工事における近隣対策の上手なすすめ方 望月輝夫（清文社）
環境保全関係法令質疑応答集（第一法規出版）

振動対策編編集幹事

脇田勝彦（大林組）
高野晴男（奥村組）
森 郁雄（大成建設）
松浦哲男（大鉄工業）
谷口 惺（竹中工務店）

平成 14 年 2 月 25 日発行
(社)大阪建設業協会
環境委員会

(社)大阪建設業協会環境委員会委員(平成 14 年 2 月現在)

委員長	島田 護	鴻池組
委員	脇田勝彦	大林組
	高野晴男	奥村組
	山岸勝也	鹿島建設
	小川次郎	鴻池組
	中野久司	清水建設
	初岡鏡一	錢高組
	森 郁雄	大成建設
	松浦哲男	大鉄工業
	北浦正一	竹中工務店
	谷口 惺	竹中工務店
	明知惣一	長谷工コ ^ポ レシ ^ョ ン
	和美隆男	松村組
	村田憲昭	森本組

事務局

540-0031 大阪市中央区北浜東 1-30

Tel 06-6941-4822 Fax 06-6941-3499

E-mail : business@o-wave.or.jp

URL : <http://www.o-wave.or.jp/>