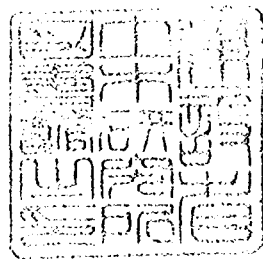


124

I S S N 0386—5878
土木研究所資料1523号
マイクロフィルム第 号

建設騒音及び振動の防止並びに排除 に関する調査試験報告書



昭和54年10月

建設省土木研究所
機 械 研 究 室

Copyright © 54年度 by P.W.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be
reproduced by any means, nor transmitted, nor
translated into a machine language without the
written permission of the Director of P.W.R.I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複写は土木研究所長の承認を得ずしてこれを行なってはならない。

要 旨

本調査試験は、建設工事の機械化施工における騒音並びに振動に関する対策技術の向上に資するため、建設機械から発生する騒音振動レベルの状況並びに対策形機械の対策効果を把握することを目的として実施したものである。

内容は、土工機械から道路維持用機械に至る建設機械のほぼ全般について、延べ470余件に及ぶ建設機械の騒音並びに振動を調査し、その結果をとりまとめ、騒音振動レベル、距離減衰、指向性、周波数特性、運転条件とレベル変化及び機械の大きさとレベル関係を明らかにし、現場における騒音振動調査または工事の施工計画等に利用し易いよう取りまとめたものである。

また、測定要領に関する問題点等についても考察を加え、改善策の提案も試みた。

建設騒音及び振動の防止並びに排除 に関する調査試験報告書

機械研究室

室 長 沢 田 茂 良

研究員 太 田 宏

境 友 昭

目 次

まえがき	1
第1編 建設騒音	3
第1章 一般事項	5
1.1 調査及びとりまとめの実施	5
1.2 測定要領及び運転状態	5
第2章 調査結果	9
2.1 ブルドーザ	9
2.2 トラクタショベル	15
2.3 油圧ショベル	18
2.4 クローラクレーン	26
2.5 基礎工事用機械	32
2.6 さく岩機	57
2.7 締固め機械	61
2.8 コンクリート取壊し機械	68
2.9 舗装機械	76
2.10 道路維持用機械	80
2.11 除雪機械	91
2.12 空気圧縮機	99
2.13 発動発電機	102
第3章 検討事項	107
3.1 騒音計の較正	107
3.2 動 特 性	107

3.3 測定データの処理方法とレベル	108
第2編 建設振動	113
第4章 一般事項	115
4.1 調査及びとりまとめの実施	115
4.2 測定要領及び運転状態	115
第5章 調査結果	117
5.1 ブルドーザ	117
5.2 トラクタショベル	119
5.3 油圧ショベル	120
5.4 クローラクレーン	122
5.5 基礎工事用機械	124
5.6 さく岩機	137
5.7 締固め機械	139
5.8 コンクリート取壊し機械	141
5.9 舗装機械	145
5.10 道路維持用機械	146
第6章 検討事項	150
6.1 ビックアップの接地面と測定レベル	150
6.2 振動の伝播	150
あとがき	152
付 録	153
付録1 建設機械の騒音振動参考レベル	155
付録2 調査対象機械一覧表	162
付録3 平均レベル等の計算式	175
付録4 参考文献	177

ま え が き

近年、環境保全の問題が大きく取り上げられるようになり、建設工事においてもその対象外ではなく、特に工事に伴ない発生する騒音並びに振動が重大な問題となっている。また、法的な規制に関しても公害対策基本法に基づいて、昭和43年に騒音規制法、さらに昭和51年に振動規制法が制定され、特に騒音または振動が著しい建設作業については、それぞれの法の中で特定建設作業として規制をうけるようになった。

しかしながら、一方では建設機械に関する騒音並びに振動を正確に把握する測定技術等については、研究が進められてきてはいるが、現在のところ十分確立されているとはいえず、また測定データについても満足できる蓄積量があるとはいえない現状にある。

本調査試験は、建設工事の機械化施工における騒音並びに振動に関する対策技術の向上に資するため、昭和50年度から昭和53年度までの4年間にわたり(項)建設機械整備費(目)建設機械開発調査費によって、各地方建設局の技術事務所にて土工機械から道路維持用機械に至る建設機械のほぼ全般にわたり延べ470余件に及ぶ建設機械の騒音並びに振動を調査し、その結果を土木研究所にてとりまとめたものである。

とりまとめにあたっては、現場における利便を考慮して、特に騒音振動の測定要領についての考察及び各々の建設機械の騒音、振動レベルの現状並びに対策形機械の対策効果の把握に重点をおいた。とりまとめは、騒音編と振動編とに大別し、騒音に関しては詳細にわたる解析も試みたが、振動に関しては、現在のところ伝播のメカニズムが十分解明されていない、データ数の不足、測定法の未確立等の理由から、本調査ではデータの整理にとどめた。

また、この報告書のとりまとめ作業にあたっては、各々の建設機械を担当した各地方建設局の技術事務所の協力を得て実施した。

第1編 建設騒音

第 1 章 一般事項

1.1 調査及びとりまとめの実施

調査試験は、機種別に担当の技術事務所を定め調査及びデータ整理並びに解析を行なった。また、機種によっては、担当した技術事務所管内に適当な機械が稼動していないなどの理由から、調査のみを他地建に依頼したものもある。

とりまとめについては、調査を担当した技術事務所がとりまとめ作業を行うことを原則とした。

表 1.1 は、各技術事務所における調査及びとりまとめの内訳を示したものである。

表 1.1 騒音調査及びとりまとめ内訳

技 術 事務所 年度	関 東	北 陸	中 部	近 畿	中 国	九 州
5 0	空 気 圧 縮 機		発 動 発 電 機	小形さく岩機		
5 1	基礎工事用機械		Co取壊し機械	土 工 機 械 大形さく岩機	締 固 め 機 械 道 路 維 持 用 機 械	基礎工事用機械
5 2	基礎工事用機械 ブ ル ド ー ザ	除雪機械	Co取壊し機械	土 工 機 械	締 固 め 機 械 道 路 維 持 用 機 械	基礎工事用機械
5 3	基礎工事用機械	除雪機械	Co取壊し機械	土 工 機 械	舗 装 機 械 締 固 め 機 械	基礎工事用機械
とりまとめ	空 気 圧 縮 機 (20件) 基礎工事用機械 (28件)	除雪機械 (9件)	発 動 発 電 機 (12件) Co取壊し機械 (22件)	さ く 岩 機 (19件) ブ ル ド ー ザ (13件) トラクタショベル (2件) 油圧ショベル (34件) クローラークレーン (14件)	締 固 め 機 械 (38件) 舗 装 機 械 (5件) 道 路 維 持 用 機 械 (22件)	基礎工事用機械 (39件)

1.2 測定要領及び運転状態

(1) 測定要領

建設機械の騒音測定は、表 1.2 に示した測定要領にしたがって実施した。この測定要領は、昭和 51 年 11 月「建設機械の騒音振動測定要領(案)」(建設大臣官房建設機械課)として定められ

ているものである。

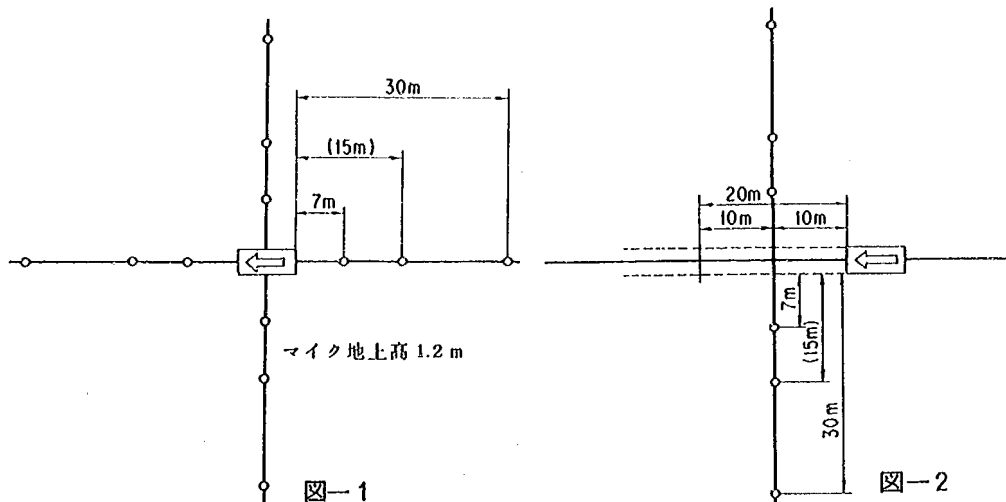
表 1.2 騒音測定要領

1. 使用計器

IEC Pup. 179に定める精密騒音計を使用する。なお聴感補正回路は、A特性とする。動特性は当分の間Slow, Fastの両方とする。

2. 測定地点

- (i) 停止状態の機械に対しては、下図に示すように、車体の前後左右方向に、車体の外側表面より7 m, 15 m, 30 mの地点とする。



ただし、15 m地点は、計器その他の都合がつかない場合は省略することができる（図-1）。

- (ii) 走行する機械に対しては、図-2に示すように直線20 mの走行区間を設け、その中央から走行中心線に直角に機械の外側表面から、左右に7 m, 15 m, 30 mの点にマイクを設置する。

- (iii) 運転員耳元での騒音を停止時、走行時とも測定する。

マイクの設置位置は、座って運転する機械は、座席中心から右に200 mm ± 20 mm, 高さ790 mm ± 50 mmで座席の接点から150 mm ± 20 mm前方とする。

立って運転する機械は、運転員がかぶったヘルメットに設置し、運転員の目の高さで頭部の中心から右に200 mm ± 20 mmの点にマイクを設置する。この場合、運転員の身長は1.62 m ~ 1.87 mの間であること。

3. 測定条件

- (i) 定置式機械は、2-(i)に示した地点の騒音を測定する。
- (ii) 自走式機械は、2-(i)及び(ii)に示した地点での騒音を測定する。
- (iii) 測定時における機械の状態は、各機種について、それぞれ別途定めるものとする。

4. 記録方法

次の2通りの方法により記録する。

- (i) 騒音の最も高いと思われる方向を探し、その方向に設置された騒音計は、データレコーダに録音する。

なお、録音時間は、次の(ii)の方法により直読測定と同時に行うことが望ましい。

- (ii) 各測定の記録は、測定者によるノート直読とする。

5. データ整理方法

5.1 停止状態での測定

- (i) 騒音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。
- (ii) 騒音計の指示値が、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を10回読みとり、その平均値とする。
- (iii) 騒音計の指示値が不規則かつ大幅に変動する場合は、5秒毎に、50回の読み取りを行い、その数値の90%レンジ上端値を測定値とする。

5.2 走行状態での測定

(i) 機械の走行運転

機械の運転は、中間ギアを使用し、無負荷、フルスロットルで走行させる。中間ギアとは、3速又は4速の車両では第2速、5速又は6速の車両では第3速の速度段を指す。又油圧又は電気で駆動される機械は、最大車速の1/2で走行させる。

(ii) 騒音計の読みとり

測定は車両の一部でも測定区間に入っている間行い、測定区間を車両が通過する間の最大値を記録する。

各測定は2回の測定値の差が2 dB(A)以下になるまで行い、この2つの測定値の平均を記録する。これらの測定値についてオクターブバンド音圧値を決定する。

6. 組合せ作業の測定

(i) 測定位置

杭打作業など、2台以上の機械が同時に稼働している場合については、作業の主体となる機械とその他でもっとも大きな騒音を発生する機械を結んだ線を一つの測線とする。また、主機械を中心として、これに直角な線をもう一つの測線とする。そして、主機械の外側表面から測線上に7 m, 15 m, 30 m, 離れた点を測定点とする。

なお、測定点が組合せ機械と同位置になったり、著しい影響を受ける場合は、測定位置を

変更してもよい(図-3)。

(ii) 各組合せ機械の稼働

各組合せ機械は通常の作業の状態となるようそれぞれ稼働させて測定を行う。

又、可能であるならば、各機械ごとの騒音の影響を調査するため1台あるいは、数台だけを単独に稼働させた時の騒音を測定し、通常作業状態との比較を行うことが望ましい。

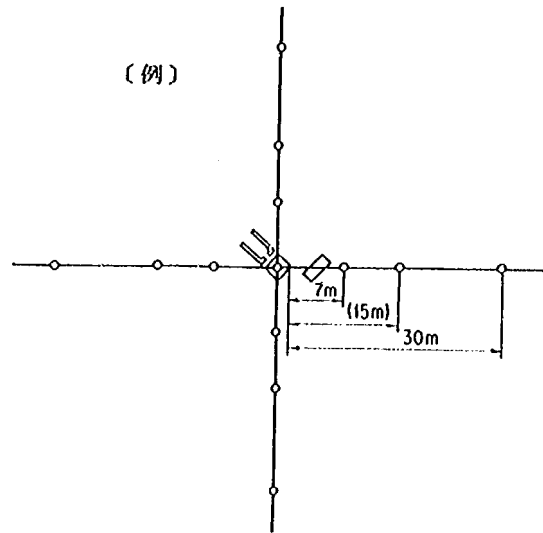


図-3

(2) 運転状態

調査時における建設機械の運転状態は、以下の3つの状態を標準とした。

i) 車両停止(ハイドル状態)

ii) 走行状態

iii) 作業状態

ただし、機械によっては、上記3状態が実現できない場合もあるので、適宜、機械毎に測定可能な運転状態において調査を実施した。

(3) 測定データの表示

測定データは、聴感補正回路をA特性、動特性Slowで得られたものを標準として示したが、動特性Slowにおける測定値のないものは動特性Fastで表わし、その旨を明示した。

第2章 調査結果

2.1 ブルドーザ

1. 測定条件

1.1 運転条件

- a) 燃料は規定量の $1/2$ 以下、各油量および水量は規定量とした。
- b) エンジン、変速機、油圧機器などの油温、水温は通常の運転温度とした。
- c) ボンネットカバーは閉塞状態とした。

1.2 運転状態

a) ハイアイドル（定置状態）

無負荷で、エンジン回転数を最高回転数安定状態とした。

b) 作業機操作（定置状態）

ハイアイドル状態で、作業機を最低位置（地上）から最高位置まで安全な範囲ですみやかに操作した。

c) 走行

中間速度段、無負荷、フルスロットルで走行した。

b) 作業

速度段第1速、フルスロットルで行う掘削押土状態とした。

1.3 測定方法

表 1.2 騒音測定要領に準じた。

2. 測定データの処理方法

2.1 ハイアイドル及び作業機操作

指示値の変動が小さい（ 2dB(A) 以内）ので、指示振れ幅の中間を測定値とした。

2.2 走行及び作業

図 2.1 に示すように指示値が変化するので、その指示値の最大値を測定値とした。

3. 騒音の距離減衰と音響指向性

3.1 距離減衰

作業騒音の距離減衰を図 2.2 に示す。なお、測定は左右両側で行い、測定値の平均を騒音レベルとした。距離減衰の値は、 $5\sim 6\text{dB(A)}/\text{DD}$ （DD, Double distance, 倍距離）で、点音源の理論減衰値 $6\text{dB(A)}/\text{DD}$ に近い値であり、ブルドーザの騒音は点音源とみなしてよい。

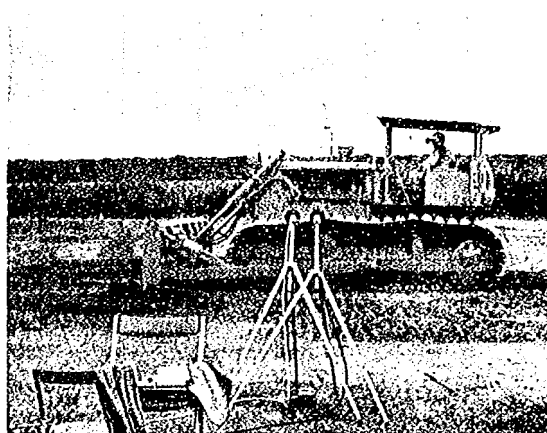


写真 2.1 ブルドーザの騒音調査

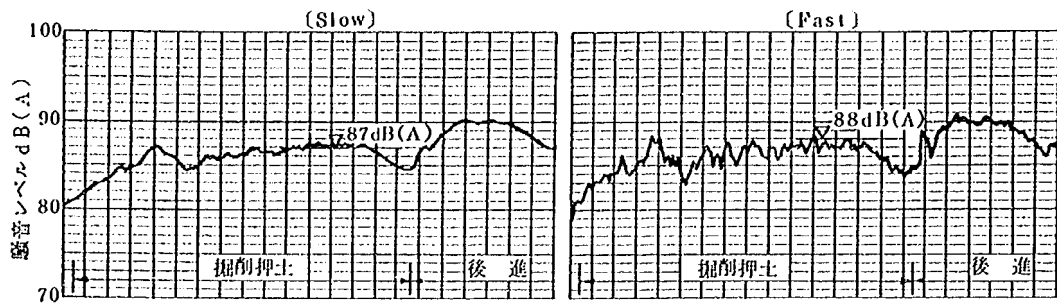


図 2.1 ブルドーザの騒音波形の例
(規格 21 t, 7 m 地点)

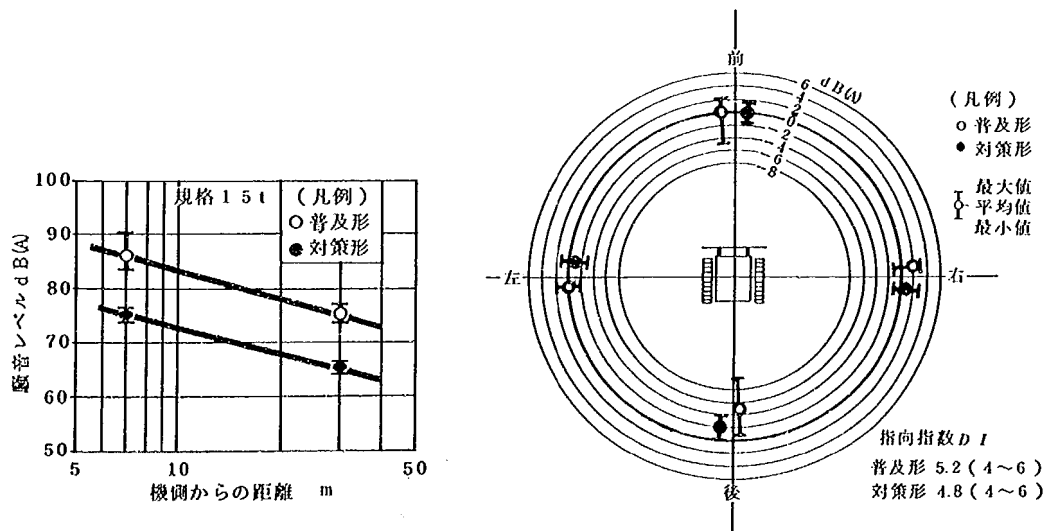


図 2.2 ブルドーザ騒音の距離減衰

図 2.3 ブルドーザ騒音の指向性
(ハイアイドル)

3.2 音響指向性

指向性は、周囲 4 方向での測定値を有するハイアイドルについて求めた。

図 2.3 は、ブルドーザの騒音対策形および普及形の音響指向性を示すもので、全方向の平均レベルと各方向別の測定値の差をその範囲の最大値と最小値のレンジ並びに平均値で示している。

普及形の場合、後方の測定値が最も小さいが（平均レベルより 5 dB(A) 程度小さい）、これは、ブルドーザの場合、定置状態の主音源であるエンジンが車体の前方に位置し、車体が後方への騒音伝播の障害となっているためと考えられる。また、左側では、平均値とほぼ同じ値となっているが、右側はエンジン排気口の影響により平均値より 2 dB(A) 程度大きな値を示している。

騒音対策形の場合、後方の測定レベルが、平均より2dB(A)低いほかは、ほぼ平均レベルに近く、普及形と比較して、指向性はやや小さくなっている。

4. 動特性

図2.4は、ブルドーザの各運転条件における騒音を、騒音計の動特性Fastで測定した時とSlowで測定した時のレベル差を示したものである。

各条件において、両者のレベル差の平均値は、1dB(A)以内で、動特性の相違による測定値の差は無視してよい。

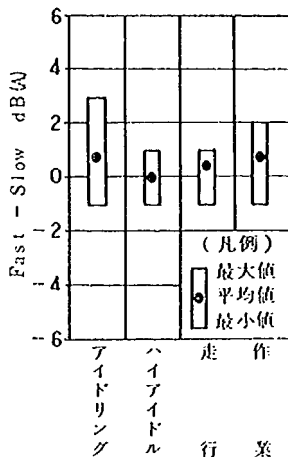


図2.4 ブルドーザ騒音の動特性の違いによるレベル差

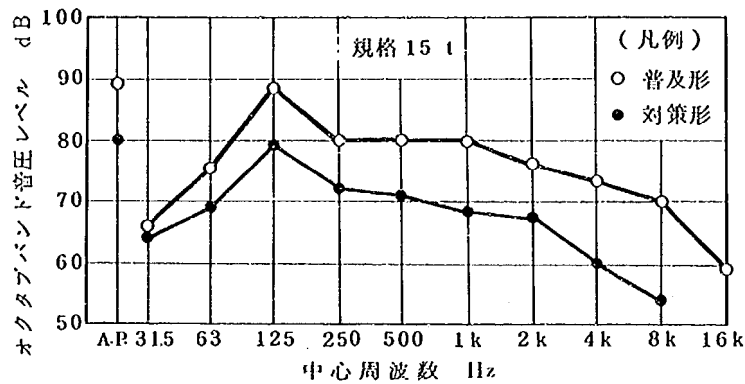


図2.5 ブルドーザ騒音の周波数特性 (ハイアイドル)

5. 周波数特性

図2.5は、ブルドーザ(15t級)騒音の周波数特性を、普及形と対策形について比較したものである。

普及形の場合は、63～4,000 Hzの広い帯域にわたるスペクトルが観察されるが、対策形では、周波数が高くなるに従ってスペクトルが減少する傾向にある。また、全周波数帯域において、対策形の方が音圧レベルが低く、特に高周波数帯域における騒音対策効果が観測される。

6. 運転条件と騒音レベル

図2.6は、各運転条件における7m地点の騒音レベルを比較したものである。ハイアイドルは、周囲4方向の測定値の平均レベル、走行及び作業は、左右2測定値の平均レベルで示している。

図より明らかな通り、3者の運転条件の中では、走行騒音レベルが最も高い。走行騒音が大きいのは、エンジンがフルスロットルである上、走行速度に関係する履帯等の足廻り走行騒音が付加されるためと考えられる。

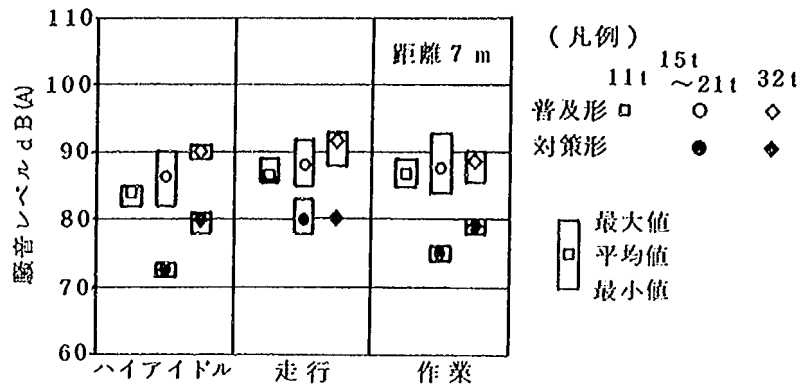


図 2.6 運転条件と騒音レベル

7. 機械の大きさと騒音レベル

図 2.7 はブルドーザの全装備重量と、作業騒音レベルとの関係を、普及形および対策形について示したものである。

対策形の場合、全装備重量と騒音レベルの間には図中に示した関係式が得られたが、普及形では、測定値のバラツキが大きく本調査においては相関係数 r^2 が 0.08 となり、相関の有意性は認められなかった。

一方、図 2.8 は、運転条件をハイアイドルとした場合の両者の関係を示したものである。

ハイアイドルの場合、普及形、対策形とも両者の間に相関関係が認められ、関係式を図中に示す。

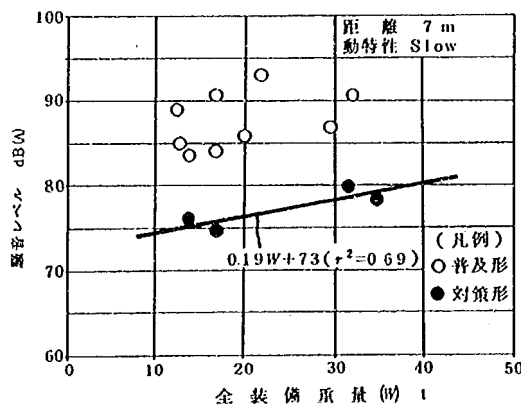


図 2.7 全装備重量と騒音レベルの関係(作業)

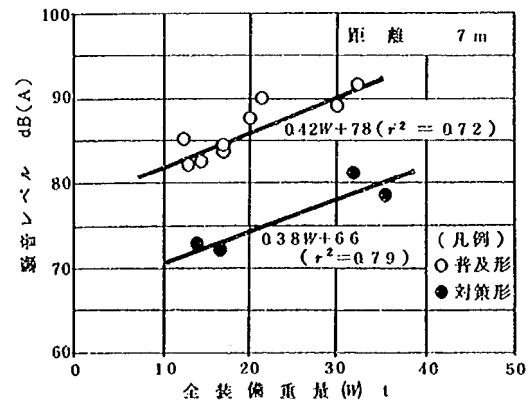


図 2.8 全装備重量と騒音レベルの関係(ハイアイドル)

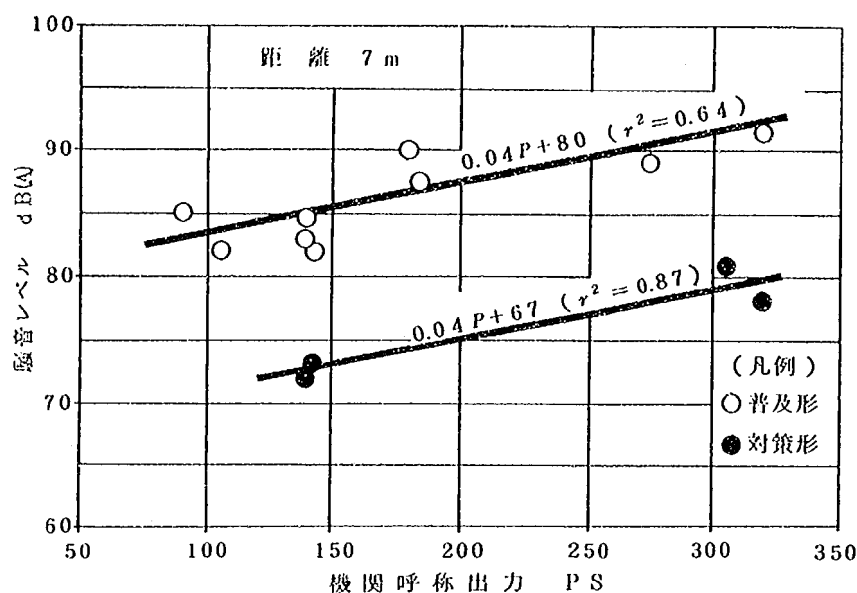


図2.9 機関出力と騒音レベルの関係（ハイアイドル）

図2.9は、運転条件をハイアイドルとした場合のブルドーザの機関呼称出力と騒音レベルの関係を示すものである。普及形及び対策形とも相関は有意であり図中に示した関係式が得られた。これから、機関出力が10PS増加するとブルドーザの騒音レベルは約0.4 dB (A)高くなることわかる。

8. 騒音パワーレベル

表2.1は、ブルドーザの規格と7m地点の測定値から推定した騒音パワーレベルの関係を示す。測定した騒音レベルからパワーレベルへの換算は、ブルドーザを点音源とみなし、点音源騒音の距離減衰として逆算したものである。

表2.1 ブルドーザのパワーレベル算出式

(単位: dB(A))

運 転 条 件		作 業	ハイアイドル
普 及 形	全 装 備 重 量 W (t)	111 ~ 114	$0.42W + 103$
	機 関 出 力 P (PS)		$0.04P + 105$
対 策 形	全 装 備 重 量 W (t)	$0.19W + 98$	$0.38W + 91$
	機 関 出 力 P (PS)	$0.02P + 98$	$0.04P + 92$

図 2.10 は、7 m 地点および 30 m 地点の測定値から推定したパワーレベルの差の分布を示すものである。横軸における 0 は、両者の推定値が等しかったことを示し、正の場合は、7 m 地点における推定値が 30 m 地点における推定値より大きく、また負の場合は、その逆の関係を示している。図より明らかなとおり、分布は多少負側に偏位しているものの、ほぼ $\pm 2\text{dB(A)}$ の範囲内にあり、両者の推定値は大きな差はないものと考えられる。

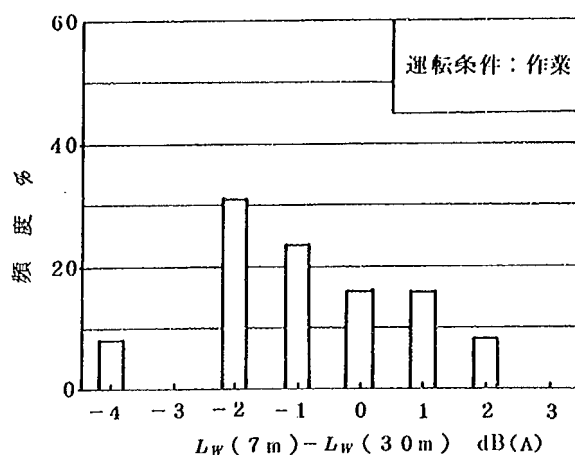


図 2.10 パワーレベル推定値の相違

9. 騒音対策と対策効果

表 2.2 に、本調査の対象となった、騒音対策形ブルドーザの騒音対策箇所と対策内容を示す。

表 2.2 ブルドーザの主な騒音対策内容

項目	対 策 箇 所	対 策 内 容
エ ン ジ ン 関 係	エンジンマウント	フロートマウント式として防振支持した。
	エンジンルーム	グラスウール等の吸音材を張付け、サイドカバーを密閉式とした。
	マ フ ラ ー	吸音材付マフラーを採用した。
	ラジエータカバー	a) 排気ダクトを設け、上方への吹出し方式とした。 b) キルホン等の吸音材の張付けたブレードを設け、前方への吹出し方式とした。
	アンダーガード及びフロア切欠部	a) ラバーで密閉した。 b) アンダーガード表面にウレタンホームを張付けた。 c) 操作ペダルをつりリンク機構とした。
	空気摩擦音対策	冷却空気取り入れ口として、ボンネット上部にバンチングを行ない、ファン回転数を 10 % 下げた。
走 行 関 係	起動輪・誘導輪	a) 起動輪・誘導輪に緩衝用ゴムを張付けた。 b) オイル封入履帯を採用した。
	P・T・O ギア音	歯形加工精度を向上させた。
そ の 他	キャビン	完全密閉キャビンを採用した。
	リッパ装置	リッパガタツキ防止リングを採用した。

図 2.11 は、騒音対策効果を各運転条件ごとに示したものである。図の縦軸は、同規格の対策形と普及形の騒音レベルの差を示すもので、負数が大きくなるにつれて、対策効果が大きいことを示している。

図より明らかな通り、防音対策によって、8～12 dB(A) 程度減音できるが、走行装置に防音対策を施さない場合は、作業時（走行時も同様）において、1～4 dB(A) の防音効果しか期待できない。

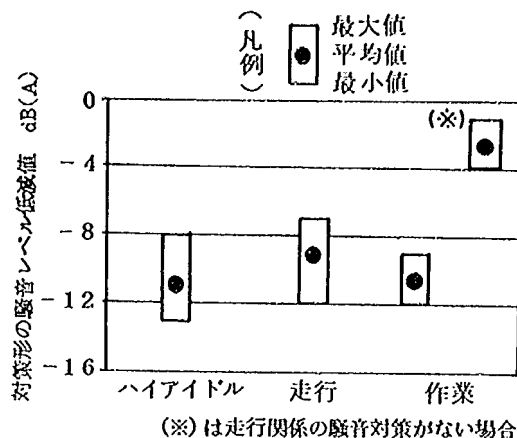


図 2.11 運転条件と騒音対策効果

10. 特記事項

ブルドーザの主音源となるのは、エンジン音と走行時の足廻り装置からの音である。前者は、定置状態での騒音、後者は、走行騒音に大きな影響を与える。一般に、騒音レベルはエンジン出力、エンジン回転数、走行速度によって影響され、後進走行と作業騒音を比較すると、速度の高い後進時の方が高くなる場合が多い。

2.2 トラクタショベル

1. 測定条件

1.1 運転条件

- 燃料は、規定量の 1/2 以下、各油量及び水量は、規定量とした。
- エンジン、変速機、油圧機器などの油温、水温は通常の運転温度とした。
- ボンネットカバーは閉塞状態とした。

1.2 運転状態

- ハイアイドル（定置状態）
無負荷で、エンジン回転数を最高回転数安定状態とした。
- 作業機操作（定置状態）
ハイアイドル状態で、作業機を最低位置（地上）から最高位置まで安全な範囲ですみやかに操作した。
- 走行
中間速度段、無負荷、フルスロットルで走行した。
- 作業
速度段第 1 速、フルスロットルでバケットに規定量を載荷し、バケット位置はキャリー状態とした。

1.3 測定方法

表 1.2 騒音測定要領に準じた。

2. 測定データの処理方法

2.1 ハイアイドル及び作業機操作

指示値の変動が小さい(2 dB(A)以内)ので、指示振幅の中間を測定値とした。

2.2 走行及び作業

図 2.12 に示すようにトラクタショベルの作業騒音の指示値が変化するので、その指示値の最大を測定値とした。

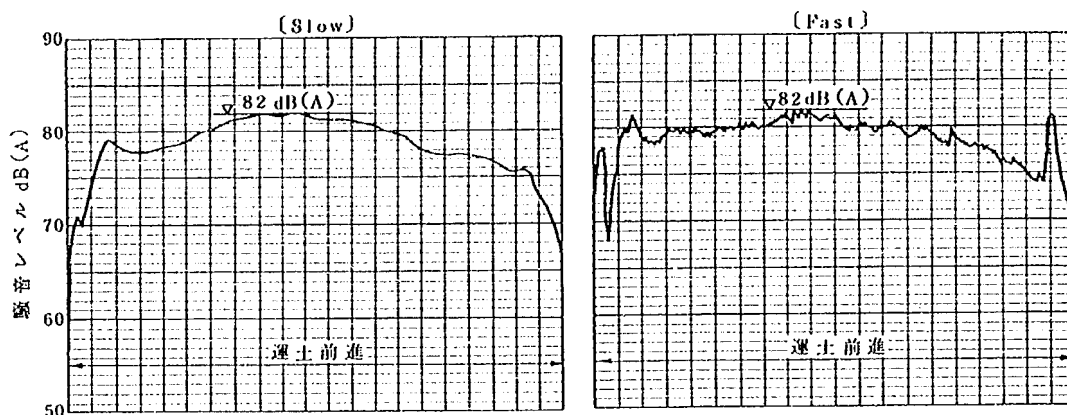


図 2.12 トラクタショベルの騒音波形の例(作業)
(規格 クローラ 1.3 m³ , 7 m地点)

3. 騒音の距離減衰と音響指向性

3.1 距離減衰

作業騒音の距離減衰を図 2.13 に示す。測定値は左右両側における平均値である。距離減衰は、5 ~ 6 dB(A)/DD(倍距離)で、点音源の理論減衰値 6 dB(A)/DD に近い値となっており、トラクタショベルの騒音は、点音源とみなし得る。

3.2 音響指向性

指向性は、ハイアイドルにおける周囲 4 方向について検討した。

図 2.14 は、ホイールとクローラの音響指向性を表わしたもので、全方向について、平均レベルに対する各方向の測定値との差で表したものである。指向性は、エンジンの位置による影響が現われており、クローラでは右及び前方向、ホイールでは右及び後方向が他方向に比較してやや高い。特に右方向に指向性が強く出ているのは、マフラ位置の影響によるものと考えられる。

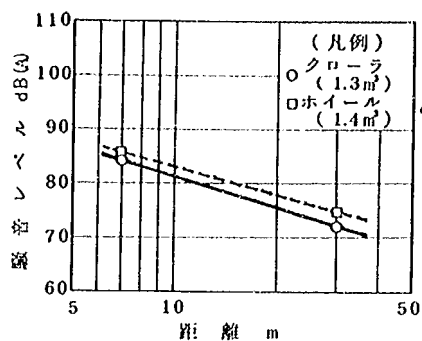


図 2.13 トラクタシヨベル騒音の距離減衰

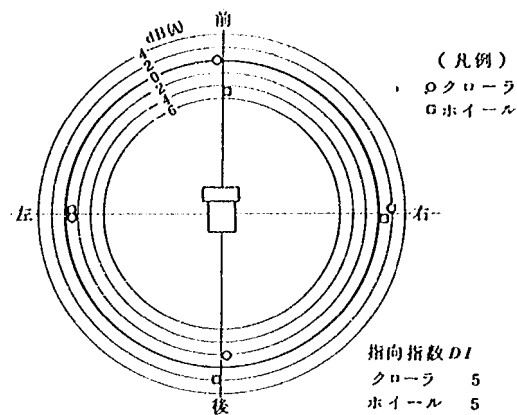


図 2.14 トラクタシヨベル騒音の指向性 (ハイアイドル)

4. 動 特 性

図 2.15 は、トラクタシヨベルの各運転条件における騒音を騒音計の動特性を Fast で測定した場合と、Slow で測定した場合のレベル差を示したものである。

各条件において、両者のレベル差の平均値は 1dB(A) 以内であり、レベル差の表われない場合が大半であるため、動特性の相違による測定値の差は、無視してよい。

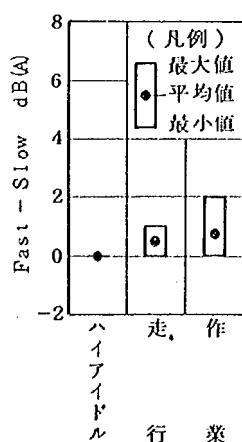


図 2.15 トラクタシヨベル騒音の動特性の相違によるレベル差

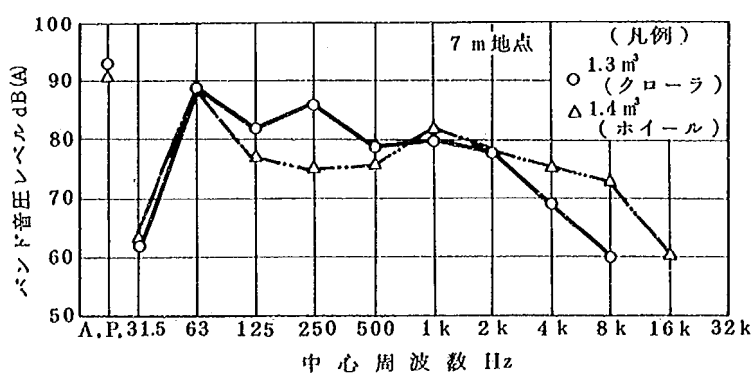


図 2.16 トラクタシヨベル騒音の周波数特性 (作業)

5. 周波数特性

図2.16は、トラクタショベル騒音の周波数特性をクローラ式とホイール式について比較したものである。

クローラ式とホイール式に関する周波数特性は、ほぼ同じ傾向のスペクトルが観察できるが、クローラの場合には250 Hz付近にやや卓越したスペクトルがみられる。

6. 運転条件と騒音レベル

図2.17は、各運転条件（ハイアイドル、走行、作業）における7 m地点の騒音レベルを比較したものである。

ハイアイドルは、周囲4方向の測定値の平均レベル、走行、作業は左右2方向の平均レベルで示している。

図より、ブルドーザと同様に走行騒音レベルが最も高く、ハイアイドルがやや低いレベルを示す。クローラ式、ホイール式とも同じ傾向を示しており、両者について大きな相違点はみられない。

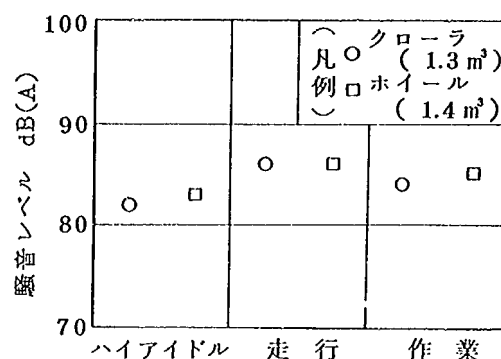


図2.17 トラクタショベルの運転条件と騒音レベル

2.3 油圧ショベル

1. 測定条件

1.1. 運転条件

- 燃料は規定量の1/2以下、各油量および水量は規定量とした。
- エンジン、油圧機器などの油温、水温は、通常の運転温度とした。
- ボンネットおよびサイドカバーは閉塞状態とした。

1.2. 運転状態

a) ハイアイドル（定置状態）

無負荷で、エンジン回転数を最高回転数安定状態とした。

b) 作業機操作（定置状態）

ハイアイドル状態で、アタッチメントを掘削、積込み、旋回（前方より左右45°ずつ）の模擬操作を安全な範囲ですみやかに操作した。

c) 走行

無負荷、フルスロットルで走行した。

d) 作業

作業機操作状態に準じて行う掘削作業とした。

1.3 測定方法

表 1.2 騒音測定要領に準じた。

2. 測定データの処理方法

2.1 ハイアイドル及び作業操作

指示値の変動が小さい(2 dB(A)以内)ので、指示振れ幅の中間位置を測定値とした。

2.2 走行及び作業

作業騒音は図 2.18 に示すように掘削、旋回等の作業工程によって変化するが、ピークレベルはほぼ一定となるので、その最大値を測定値とした。

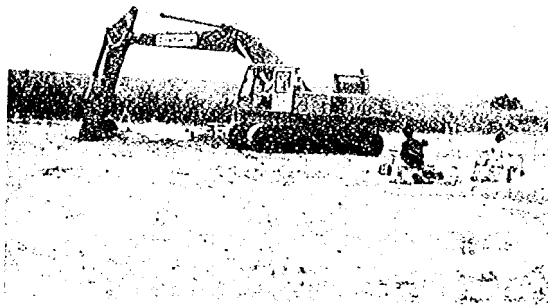


写真 2.2 油圧ショベルの騒音調査

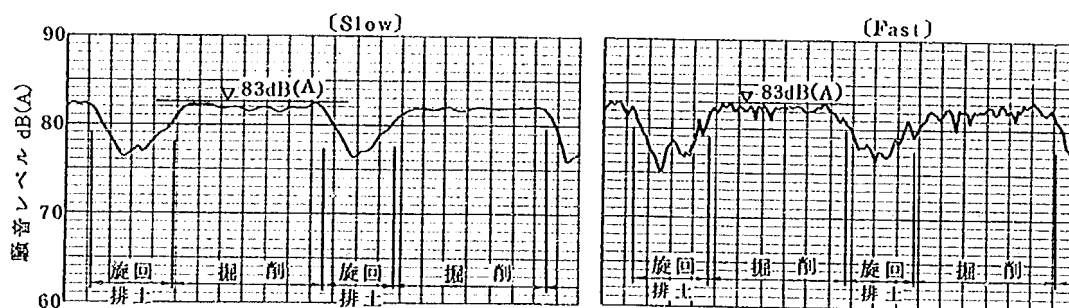


図 2.18 油圧ショベルの騒音波形の例
(規格 0.4 m³, 7 m地点)

3. 騒音の距離減衰と音響指向性

3.1 距離減衰

図 2.19 は、作業騒音の距離減衰を示すものである。周囲 4 方向における測定値の平均レベルの最大値と最小値の幅とその平均値で示した。距離減衰の値は、大形機では 7 dB(A)/DD 程度、小形機では 6 dB(A)/DD 程度であり、これは点音源の理論減衰値 6 dB(A)/DD にほぼ近い値であるため、油圧ショベル(バックホウ)の騒音は点音源とみなし得る。

3.2 音響指向性

図 2.20 は、普及形と対策形について、作業騒音の指向性を比較したものである。図には、4 方向の平均レベルと各方向別の測定値の差をその平均値並びに最大値と最小値の範囲で示している。

周囲 4 測点の測定値を比較すると、前方が 2 dB(A)程度と最も低く、また、右側は 1 dB(A)程度高く、

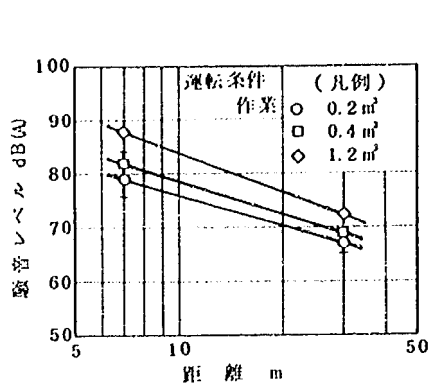


図 2.19 油圧シ、ベル騒音の距離減衰

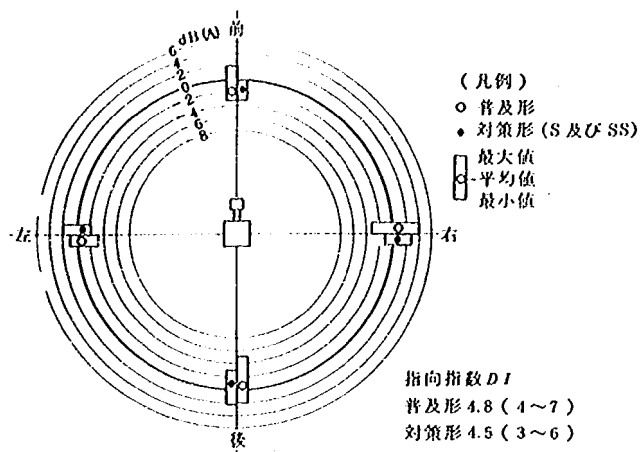


図 2.20 油圧シ、ベル騒音の指向性 (作業)

後方および左方は、ほぼ、平均レベルと同じ程度となっている。

一方、対策形は、普及形と同様な傾向を示しているが、普及形と比較して指向性が弱くなっている。

図 2.21 は、ハイアイドルの場合の指向性を示したものがあるが、普及形では、前方向が 4 dB(A)程度と極端に低くなっている。これは、ハイアイドル時の主音源となるエンジンが車体の後方にあり、ブーム、キャビン等によって、前方向への騒音の伝播が阻害されるためと考えられる。

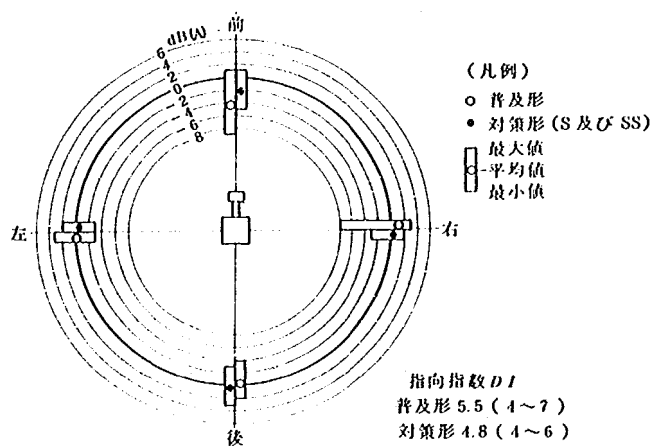


図 2.21 油圧シ、ベル騒音の指向性 (ハイアイドル)

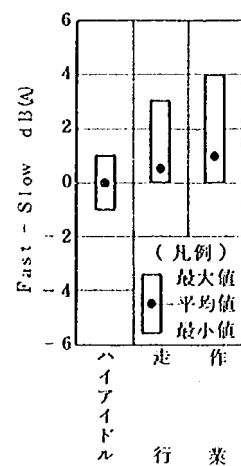


図 2.22 油圧シ、ベル騒音の動特性の違いによるレベル差

対策形の場合、普及形と同様に、前方向の測定値は低い、その値は2~3 dB(A)程度と普及形より低くなって、指向性は弱い。

また、両者とも、その他の方向については、平均レベルとはほぼ等しい値である。

4. 動特性

図2.22は油圧ショベル（バックホウ）の各運転条件の騒音を、騒音計の動特性Fastで測定したレベルと、Slowで測定したレベルの差を示したものである。

ハイアイドルの条件において、両者のレベル差は平均値では0であり、（アイドリングの条件において負数となっているものは、測定上の誤差によるものと考えられる。）動特性による測定値の差はないものと思われる。

一方、走行・作業については、1dB(A)程度の差が観測され、両者のレベル差のパラツキも大きい。これは、定常音源であるエンジンからの騒音より、むしろ、作業時のブーム、アーム並びにバケットの運動等に伴う騒音が卓越しているためと考えられる。

5. 周波数特性

図2.23は、油圧ショベル（バックホウ0.35 m³級）について、騒音の周波数特性を、普及形と対策形について比較したものである。

普及形の場合は、125 Hz帯域に明瞭なピークがあり、250~4,000 Hzの広い帯域にわたって、ピークより15 dB(A)前後低いスペクトルが観測されるが、対策形（S形）では、63~250 Hz帯域に低減効果が現われ、500 Hz以上は普及形と同様なだらかに減衰する傾向がある。超低騒音形（SS形）では全周波数領域について普及形より10~25 dB(A)低い低減効果が現われている。この傾向はブルドーザの場合（図2.5参照）と似た傾向となっている。

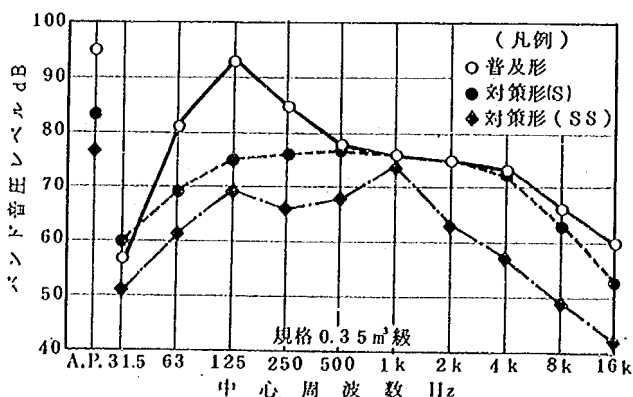


図2.23 油圧ショベル騒音の周波数特性（作業）

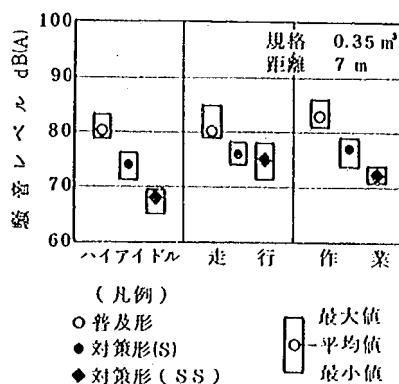


図2.24 油圧ショベルの運転条件と騒音レベル

6. 運転条件と騒音レベル

図2.24は、油圧ショベルの各運転条件による7m地点の騒音レベルを比較したものである。

同図より普及形、対策形とも、走行と作業騒音レベルはほぼ同じ値となっている。また、ハイアイドルとの差も小さいことから、油圧ショベルの騒音はエンジン騒音の影響が大きいものと考えられる。対策形と普及形とについて比較すると、ハイアイドル状態においては、両者の騒音レベルの差は大きい。他の条件においては、その差が小さくなり、特に走行ではS形とSS形がほぼ同じレベルであることから、現在の騒音対策が主にエンジンに関する騒音対策であるのがわかる。

7. 機械の大きさと騒音レベル

図2.25は、油圧ショベル(バックホウ)の標準バケット容量と7m地点の騒音レベルの関係を、普及形と対策形(低騒音形(S)・超低騒音形(SS))について示したものである。

普及形の場合、相関は強く図中に標準バケット容量と騒音レベルの関係式を示した。

対策形の場合、相関係数 r^2 は、低騒音形0.47、超低騒音形0.12と低かった。この原因は各社の対策技術レベルの差による騒音レベルのバラツキと、調査対象機械が中、小形機に集中しているため測定値の小さなバラツキが計算上大きく影響したものと考えられる。

図2.26は、運転条件をハイアイドルとした場合の両者の関係を示したものである。ハイアイドルの場合、作業よりも相関が多少高くなり、対策形(S形)の場合も相関に有意性が認められた。図中に両者の関係式を示す。

図2.27は、運転条件を作業とした場合の油圧ショベルの機関呼称出力と騒音レベルの関係を示す

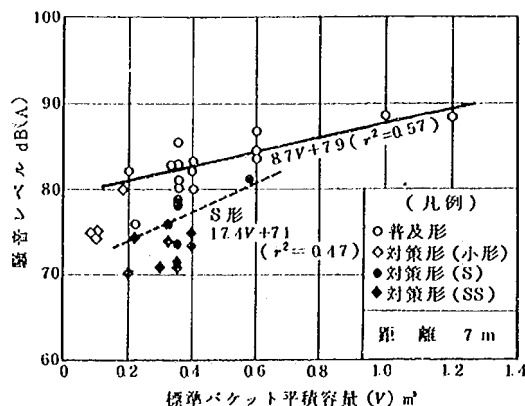


図2.25 平積容量と騒音レベルの関係(作業)

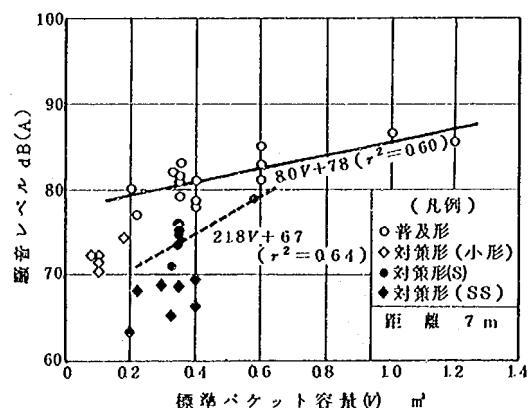


図2.26 平積容量と騒音レベルの関係(ハイアイドル)

ものである。

普及形、対策形とも図2.26と同様の関係を示すが、相関係数はむしろ小さく、ブルドーザの場合と逆の関係になっている。

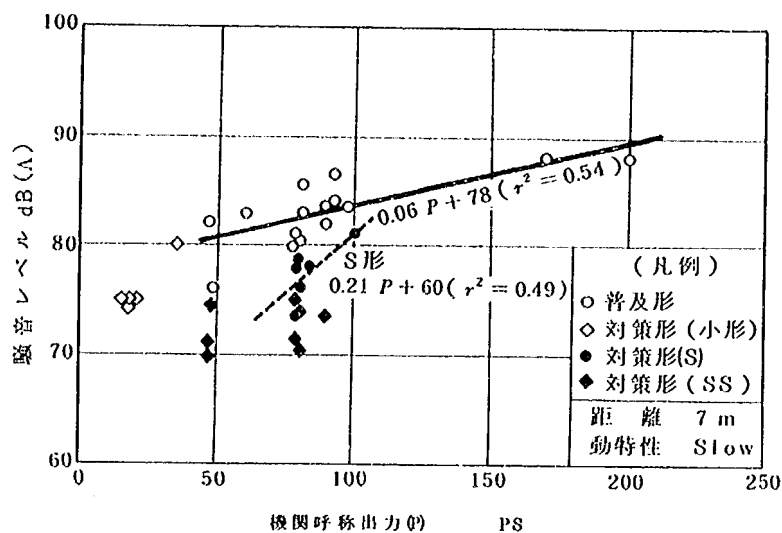


図 2.27 機関呼称出力と騒音レベルの関係(作業)

8. 騒音パワーレベル

表 2.3 は、油圧ショベルの規格と7m地点の測定値から求めた騒音パワーレベルとの関係を示すものである。ただし、測定した騒音レベルからパワーレベルへの換算は、油圧ショベルを点音源とみなし、点音源騒音の距離減衰によって逆算したものである。

表 2.3 油圧ショベルのパワーレベル算出式

(単位 dB(A))

分 類		運 転 条 件	作 業	ハイアイドル
普 及 形	バケット容量(平積) V (m³)		8.7V + 104	8.0V + 103
	機 関 出 力 P (PS)		0.06P + 103	0.05P + 102
対 策 形 (S)	バケット容量(平積) V (m³)		14.7V + 96	21.8V + 92
	機 関 出 力 P (PS)		0.21P + 85	0.24P + 80
対 策 形 (SS)			96 ~ 99	91 ~ 94
小 形 バ ッ ク ホ ウ			100 ~ 105	93 ~ 100

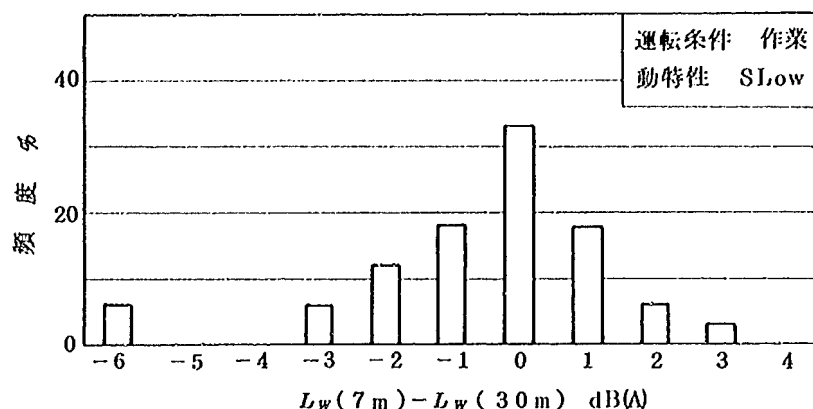


図 2.28 パワーレベル推定値の相違

図 2.28 は、7 m 地点および 30 m 地点の測定値から推定したパワーレベルの差の分布を示すものである。図の解釈は図 2.10 と同じで、0 を中心として ± 3 dB(A) の間に分布しており、両者の推定値はほぼ同値と考えてもよく、油圧シリンダの騒音の伝播は点音源からの伝播とみなしてよい。

9. 騒音対策と対策効果

表 2.4 に、本調査の対象となった騒音対策形油圧シリンダ（バックホウ）の騒音対策箇所と内容の概略を示す。

騒音対策内容は、小形バックホウと S（低騒音）形、SS（超低騒音）形とでは異なっており、小形バックホウでは簡易な対策しかなされていない。

図 2.29 は、騒音対策効果を各運転条件ごとに示したものである。図より明らかとなり、ハイアイドルが最も効果が高く、また走行騒音に対する効果は小さい。これは、油圧シリンダの騒音対策が、エンジンに集中しており、エンジン音のみが騒音源となるハイアイドル時には 10～17 dB(A) (SS 形) の防音効果があるが、騒音対策がなされていない作業装置、足廻り等の騒音がともなう場合には、対策効果が相対的に減少している。

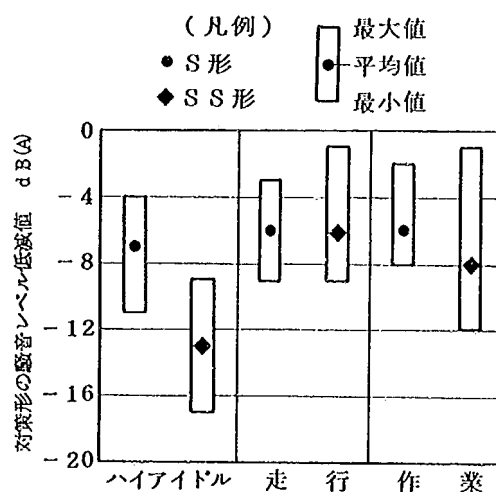


図 2.29 油圧シリンダの騒音対策効果

表 2.4 油圧シリンパルの主な騒音対策内容

対 策 箇 所		対 策 内 容		
		低騒音形 (S 形)	超低騒音形 (S S 形)	小形バックホウ
エ ン ジ ン	本 体		○ 大形ラジエータ, 大形ファンの採用	○ 冷却ファンに合成樹脂製を採用
	エンジンマウント	○ エンジンを防振支持	○ 同 左	○ 同 左
	エンジンルーム 及 び ラジエータカバー	○ エンジン下部を密閉二重壁構造とする。 ○ エンジンルーム及びラジエータ前方等に吸音材を貼付した鋼板でカバーし, 密閉する。 ○ エアは吸込式とする。	○ 同 左 ○ 同 左 ○ 同 左	○ エアクリーナをボンネット内部に内蔵 ○ 開口部の少ないボンネット構造を採用
	マ フ ラ	○ 大形マフラの採用	○ 同 左 ○ 油圧サイレンサを取付ける。 ○ 外装板の厚さを厚くする。 ○ エンジンとエアクリーナの間に吸気サイレンサを装着し, エンジンルーム内に収納する。	
	空気摩擦音対策	○ 大形マフラの採用	○ 断熱仕様マフラと大形マフラの 2 段構造の採用 ○ 断熱仕様マフラをエンジンルーム内に収納	○ 低騒音形マフラの採用
キ ャ ビ ン		○ 吸排気ダクトを密閉式エンジンルームに装置し, ダクト内面に吸音材を貼付した。	○ 同 左	
		○ キャビン内面に吸音材を貼付する。	○ 同 左	
			○ キャビン床面を二重構造とし, 内面に吸音材を貼付する。	○ キャビン床面にビラミッドマットを採用 ○ キャビン取付面に防振ゴムを採用

10. 特記事項

実掘削作業時には、①ブーム関係、②油圧装置、③駆動および旋回装置などから衝撃的な騒音が発生することがあり、この衝撃音は、定常的な作業騒音と比較して、動特性 Fast で 3～8 dB(A)、Slow で 2～5 dB(A) 程度高くなるが本調査では、これらの衝撃音は調査対象とはしなかった。

2.4 クローラクレーン

1. 測定条件

1.1 運転条件

- a) 燃料は規定量の 1/2 以下で、各油量および水量は規定量とした。
- b) エンジン、油圧機器などの油温、水温は通常の運転温度とした。
- c) ボンネットおよびサイドカバーは閉塞状態とした。

1.2 運転状態

a) ハイアイドル（定置状態）

無負荷で、エンジン回転数を最高回転数安定状態とした。

b) 作業（定置状態）

ハイアイドル状態で、作業機を最低位置から最高位置まで、安全な範囲ですみやかに操作した。

この時、エンジンに負荷をかけるために、油圧ポンプのリリーフバルブを作動させた。また、走行は、安全を考慮して省略した。

1.3 測定方法

表 1.2 騒音測定要領に準じた。

2. 測定データの処理方法

図 2.30 は、作業時の 7 m 地点における騒音波形を示すものであるが、他の運転条件と同じく、波形の変動が小さい (2dB(A) 以内) ので、指示振幅幅の中間位置を測定値とした。

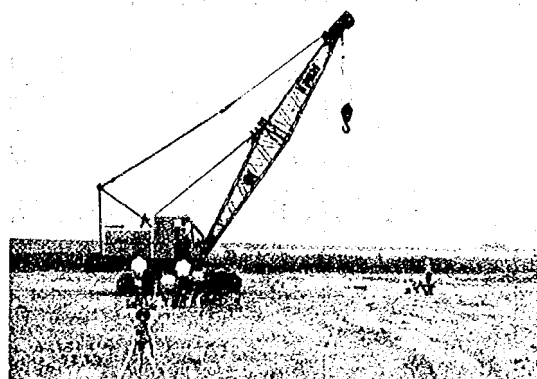


写真 2.3 クローラクレーンの騒音調査

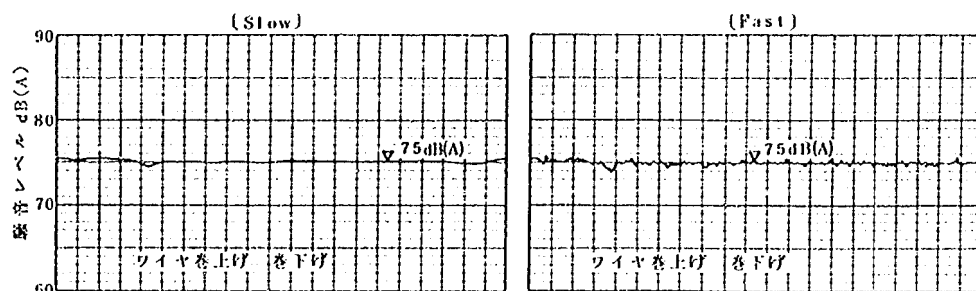


図2.30 クローラクレーンの騒音波形の例
(規格 油圧ロープ式50t, 7m地点)

3. 騒音の距離減衰と音響指向性

3.1 距離減衰

図2.31は、作業騒音の距離減衰を示すものである。測定は周囲4方向で行い、これらの平均を測定レベルとした。距離減衰の値は、普及形及び対策形共5 dB(A)/DD程度であり、ほぼ点音源からの騒音の減衰とみなし得る。

3.2 音響指向性

図2.32は、普及形及び対策形クローラクレーンのハイアイドル騒音の指向性を示すものである。

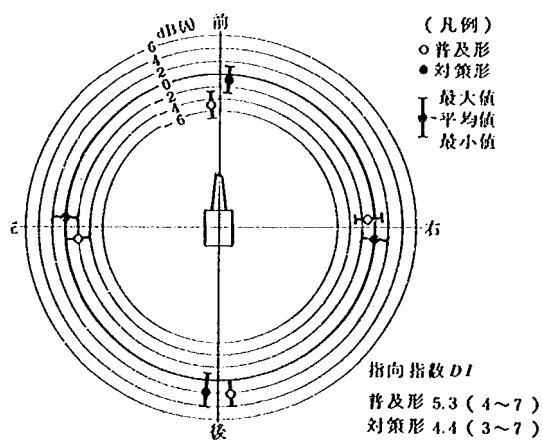


図2.31 クローラクレーン騒音の
距離減衰(作業)

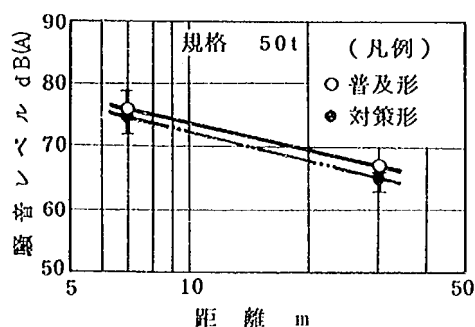


図2.32 クローラクレーン騒音の
指向性(ハイアイドル)

普及形の周囲4測定の測定値を比較すると、前方向が著しく低く、後方向の測定値が高い。
これは、クローラクレーンのハイアイドル時の主音源となるエンジンが車体の後方に位置し、前方へ伝播してくる騒音が車体あるいは作業装置によって遮音されるためと考えられる。

対策形クローラクレーンでは、周囲4測定の測定値を比較すると、前方が1~2 dB(A)低く、また後方が2 dB(A)高いものの、いずれも平均値に対して ± 2 dB(A)の範囲にあり、普及形の場合よりは指向性が小さく、防音対策により指向性が小さくなったものと思われる。

4. 動特性

図2.33は、クローラクレーンの各運転条件における騒音について、騒音計の動特性Fastで測定した時のレベルと、Slowで測定した時のレベルの差を示したものである。各運転条件で、両者に差はみられず、動特性による測定値の差は無視できるものと判断される。

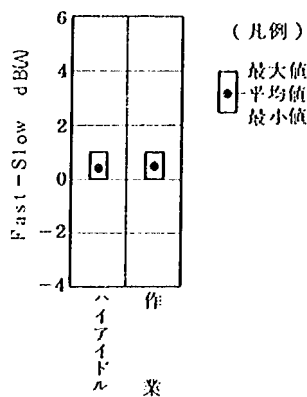


図2.33 クローラクレーン騒音の動特性の違いによるレベル差

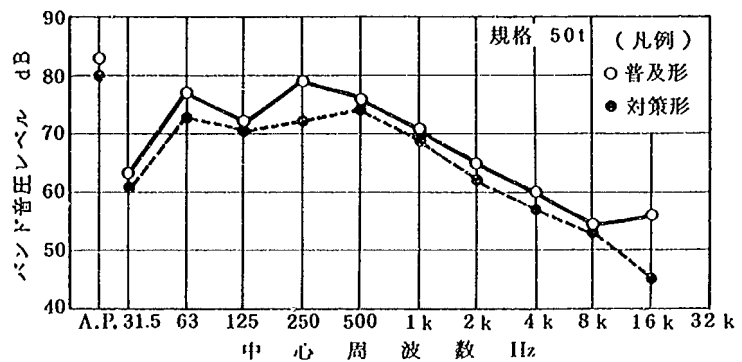


図2.34 クローラクレーン騒音の周波数特性(作業)

5. 周波数特性

図2.34は、クローラクレーン(50t級)の騒音の周波数特性を、普及形と対策形について比較したものである。

普及形、対策形とも、スペクトルのパターンは、ディーゼルエンジンを主音源とする騒音の周波数スペクトルが現われており、63~250 Hz帯域に、エンジンの回転数に依存するスペクトルが観測される。騒音対策によって、250~500 Hz以上の周波数帯域全般にわたってスペクトルの減少が認められ、対策効果は、ほぼ3 dB(A)前後の値を示しており、騒音対策効果としては、あまり大きくはない。

6. 運転条件と騒音レベル

図2.35は、クローラクレーンの各運転条件による7m地点の騒音レベルを比較したもので、普及

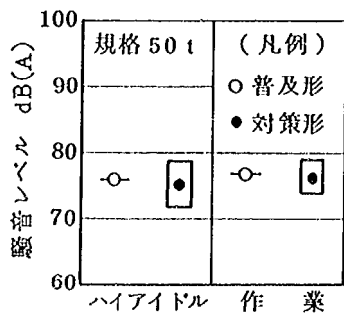


図 2.35 クローラクレーンの運
転条件と騒音レベル

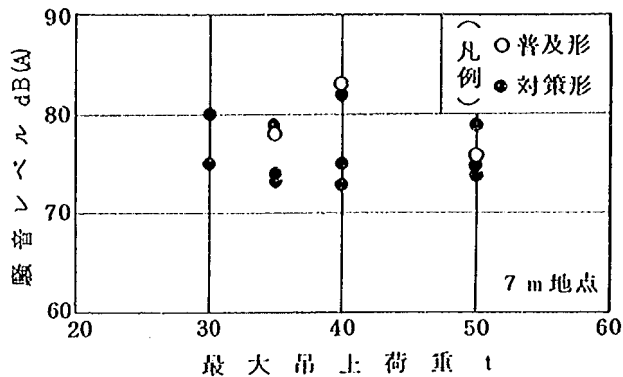


図 2.36 クローラクレーンの容量と
騒音レベル(ハイアイドル)

形、対策形とも、ハイアイドルと作業は、ほぼ同じ騒音レベルを示している。

7. 機械の大きさと騒音レベル

図 2.36 は、クローラクレーンの最大吊上荷重と 7 m 地点の騒音の関係を、普及形と対策形について示したものである。

両者の関係は、ブルドーザあるいは油圧ショベルの場合と異なって負の相関関係がみられ、(回帰係数は、普及形 -0.21 、対策形 -0.12)、しかも相関に有意性は認められない(普及形 $r^2 = 0.21$ 、対策形 $r^2 = 0.08$)。したがって、クローラクレーンの場合、規格との関連は低く、むしろ大型機種の方が騒音が低い傾向がみられた。

一方、図 2.37 は、7 m 地点の騒音レベルと、クローラクレーンの機関呼称出力の関係を示したもので、図 3.36 の場合と同様の傾向がみられ、両者の間に、相関の有意性は認められない。

8. 騒音パワーレベル

表 2.5 はクローラクレーンの騒音パワーレベルの関係を示すものである。

図 2.38 は、7 m 地点および 30 m 地点の測定値から推定したパワーレベルの差の分布を示すものである。図の解釈は図 2.10 と同じである。図より明らかなお

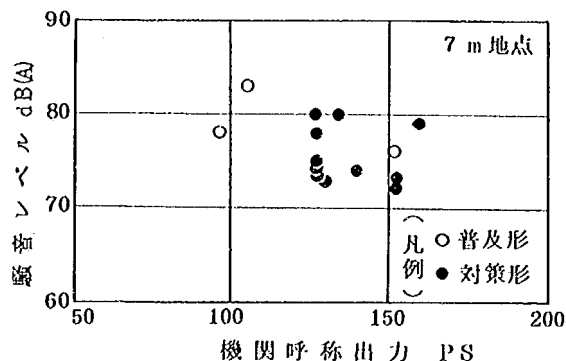


図 2.37 クローラクレーンの機関出力と
騒音レベル(ハイアイドル)

表 2.5 クローラクレーンのパワーレベル

(単位 dB(A))

運 転 条 件	作 業	ハ イ ア イ ド ル
普 及 形	—	101 ~ 108
対 策 形	101 ~ 102	100 ~ 101

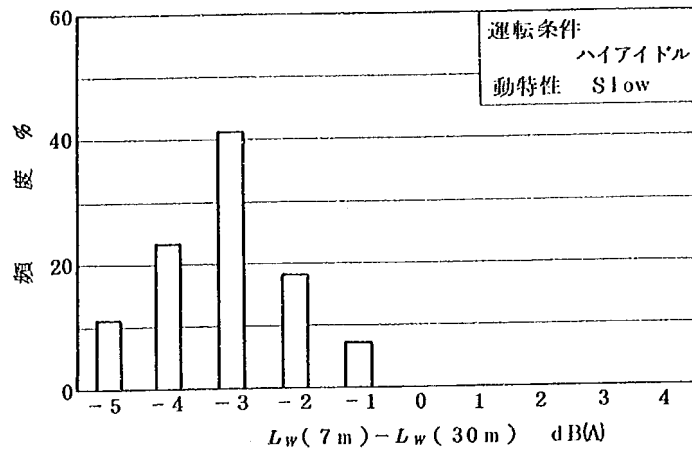


図 2.38 パワーレベル推定値の相違

り、分布は、負側に偏位しており、点音源とみなした場合、7 m点からの推定値が、30 m点からの推定値と比較して、 -3 ± 2 dB(A)程度低くなることを意味している。

9. 騒音対策と対策効果

表 2.6 に、本調査の対象となった騒音対策形クローラクレーンの騒音対策箇所とその内容を示す。

図 2.39 は、騒音対策効果を各運転条件ごとに示したものである。

図の解釈は、図 2.11 と同じである。測定例が少ないため明らかな傾向は認められないが、油圧ショベルと比較して、対策効果は小さく、特に作業時騒音においては、ほとんど対策効果が見られない。

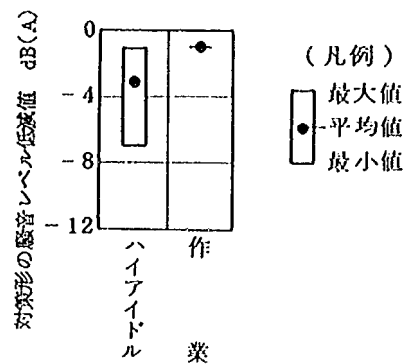


図2.39 クローラクレーンの騒音対策効果

表 2.6 クローラクレーンの主な騒音対策内容

項目	対 策 箇 所	対 策 内 容
エ ン ジ ン 関 係	エンジンマウント	○ エンジン防振支持
	エンジンルーム 及 び ラジエータカバー	○ エンジン下部を密閉，二重壁構造とする。 ○ エンジン・ラジエータ・ファン等を吸音材を貼付した鋼板でカバーし密閉する。 ○ エンジンとエアクリーナの間に吸気サイレンサを装着し，密閉式エンジンルーム内に収納する。 ○ 冷却効果を高めるため大型ファンの採用および吸込式とする。
	マ フ ラ 空気摩擦音対策	○ 標準マフラと大型マフラの2段構造断熱仕様の大型マフラを密閉式エンジンルーム内に収納 ○ 吸排気ダクトを密閉式エンジンルームに装置し，ダクト内面に吸音材を貼付した。
そ の 他	キ ャ ビ ン	○ キャビン床面を2重構造とする。 ○ キャビン内面に吸音材を貼付する。
	そ の 他	

2.5 基礎工事用機械

2.5.1 ディーゼルパイルハンマ

1. 測定条件

1.1 機械の運転条件

運転条件は、工事現場における通常の作業状態とした。

1.2 測定方法

表 1.2 騒音測定要領に準じた。なお、測点は杭中心を基準にして定めた。

2. 測定データの処理方法

図 2.40 は、ディーゼルパイルハンマの作業騒音の変動波形を示すものである。騒音レベルは間欠的、周期的に変動するので各極大値の平均を測定値とした。

3. 騒音の距離減衰と音響指向性

3.1 騒音の距離減衰

図 2.41 は、杭打作業における騒音の距離減衰を示すものである。距離減衰の値は、約 $6\sim7\text{ dB(A)}/\text{DD}$ で、点音源からの音の理論減衰と同じである。

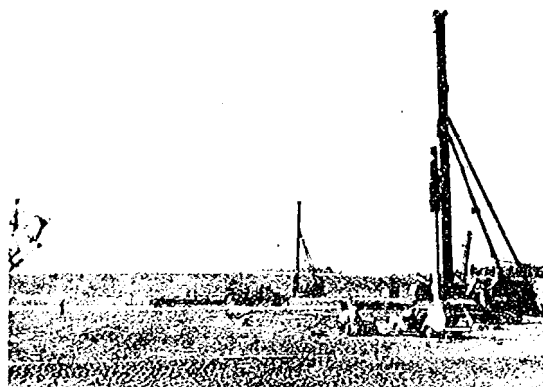


写真 2.4 ディーゼルパイルハンマ

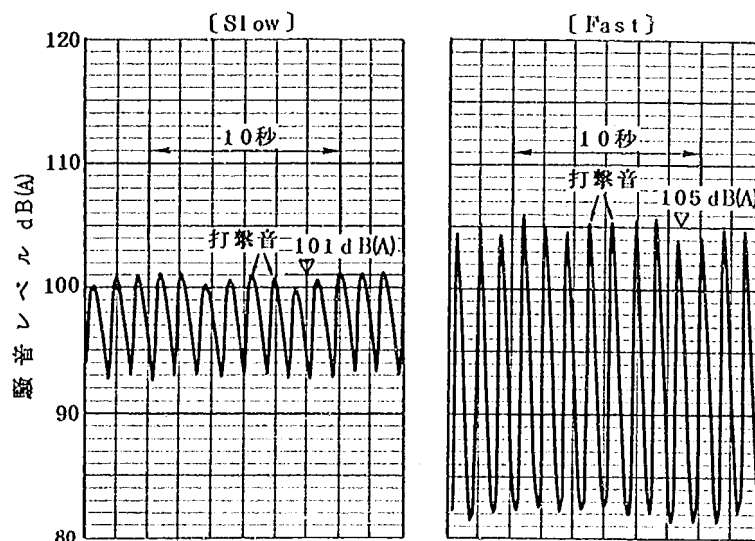


図 2.40 ディーゼルパイルハンマの騒音波形の例
(規格 3.5 t, 7 m地点)

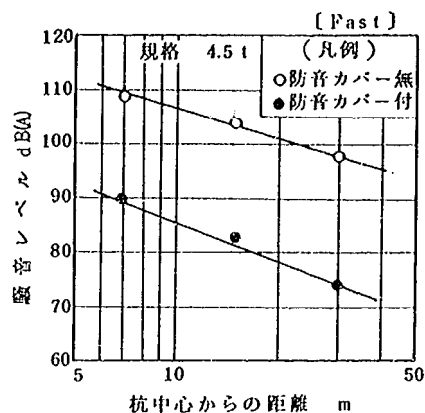


図 2.41 ディーゼルパイルハンマ騒音の距離減衰

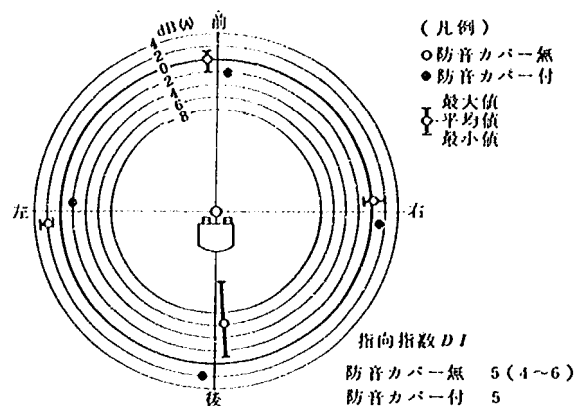


図 2.42 ディーゼルパイルハンマ騒音の指向性

3.2 音響指向性

図 2.42 は、ディーゼルパイルハンマの騒音の指向性を示すものである。

周囲 4 測点の側定値を比較すると、前方および左右方向は、ほぼ同じレベルを示すものの、後方は著しく低い。これは、リーダおよび本体の遮音による影響を大きく受けているためと考えられる。また、防音カバー付の場合は、打撃音が遮蔽され、平均レベルそのものが低減されるため、指向性は小さくなる。

4. 動特性

図 2.43 は、騒音計の動特性 Fast と Slow で測定したレベル差を示すものである。ディーゼルパイルハンマの作業騒音は、図 2.40 でも明らかとなっており、間欠的に変動し、しかも衝撃的な騒音であるため、動特性の違いによるレベル差が大きく、その差は、5~7 dB(A) であるが、7 m 地点の方が 30 m 地点に比べてレベル差が小さくあらわれている。

5. 周波数特性

図 2.44 は、ディーゼルパイルハンマ騒音の周波数特性を、4.5 t 級について示したものである。

主体となるスペクトルは、いずれも 500~4,000 Hz の帯域にあり、打撃音、爆発音と考えられる。なお、全体カバーで騒音対策を行った場合、高周波数領域ほど、レベル差が大きくなっているのがわかる。

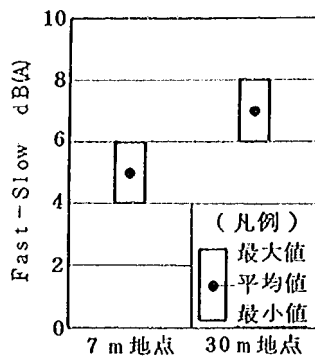


図 2.43 ディーゼルパイルハンマ騒音の動特性の違いによるレベル差

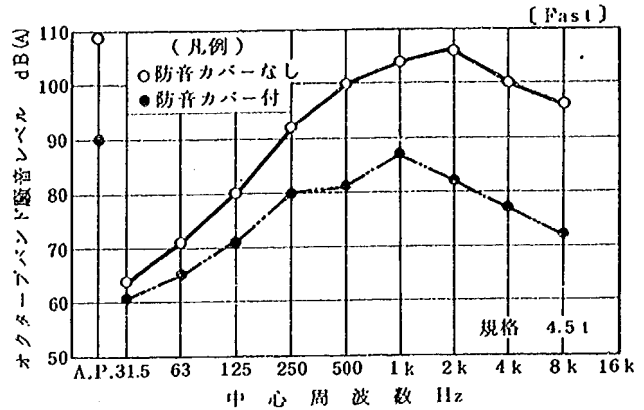


図 2.44 ディーゼルパイルハンマ騒音の周波数特性

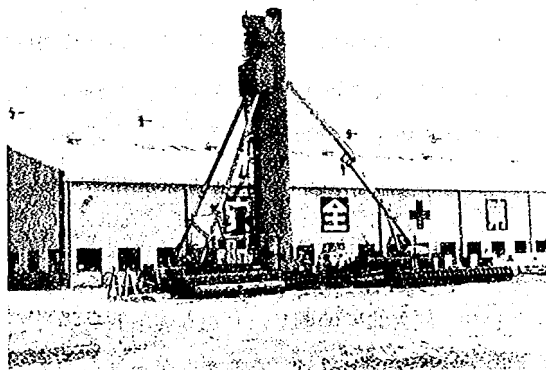


写真 2.5 ディーゼルパイルハンマの防音全体カバー

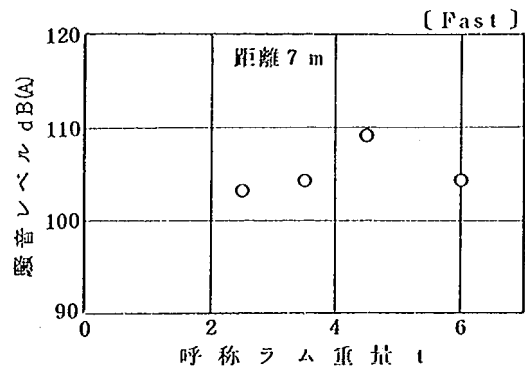


図 2.45 ラム重量と騒音レベルの関係

6. 機械の大きさと騒音レベル

図 2.45 は、ディーゼルパイルハンマの呼称ラム重量と 7 m 地点の騒音の関係を示したものである。本調査では、両者の間にはデータ数の不足等もあって相関関係が認められなかったが、ラム重量が増加するとやや騒音レベルが上昇する傾向が認められる。

7. 騒音パワーレベル

全測定値から、点音源の理論減衰式を用いて、ディーゼルパイルハンマの騒音パワーレベルを推定すると、128~134dB(A) (Fast) となる。

2.5.2 振動パイルドライバ

1. 測定条件

2.5.1 ディーゼルパイルハンマと同様とした。

2. 測定データの処理方法

図2.46 は、振動パイルドライバ（以下、パイロハンマと称する）の作業騒音の変動波形を示すものである。変動は小さい（4 dB(A)以内）ので、指示値変動幅の中間位置を測定値とした。

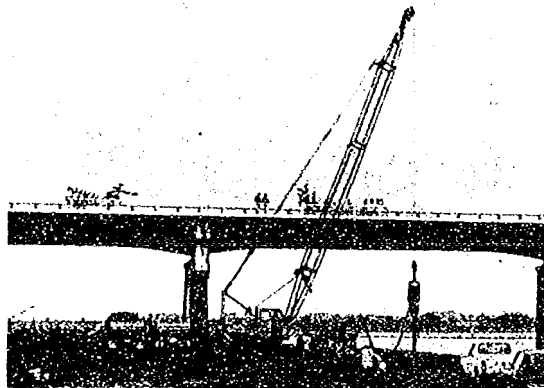


写真2.6 振動パイルドライバ

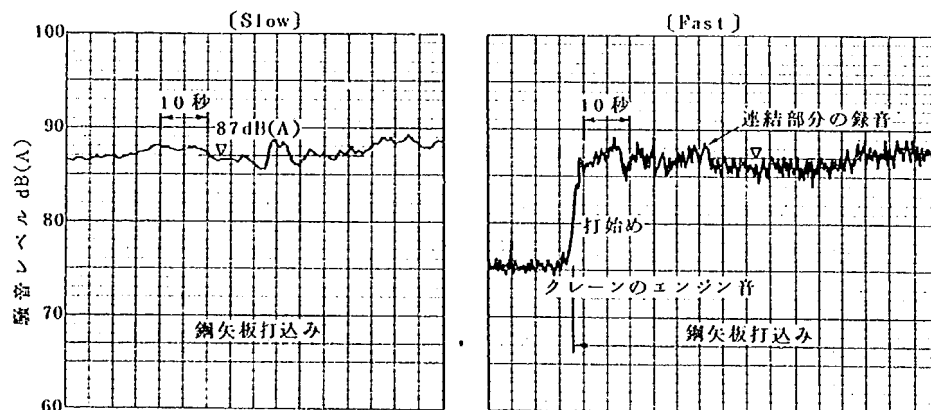


図2.46 振動パイルドライバの騒音波形の例
（規格40kW，7m地点）

3. 騒音の距離減衰と音響指向性

3.1 距離減衰

図2.47 は、鋼矢板打込作業における騒音の距離減衰を示すものである。距離減衰の値は、ほぼ5～7 dB(A)/DDであり、ほぼ点音源騒音の距離減衰とみなし得るが、組合わせ機械（商用電源に依らない場合の発動発電機）の設置場所により、相違がみられる。

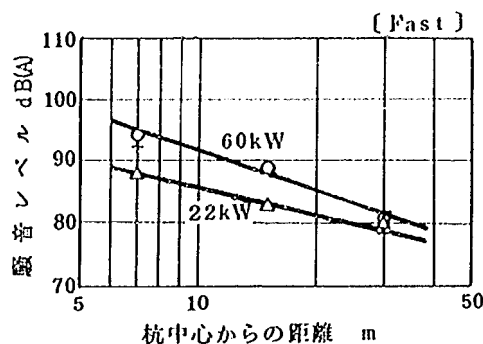


図 2.47 振動パイルドライバ騒音の距離減衰

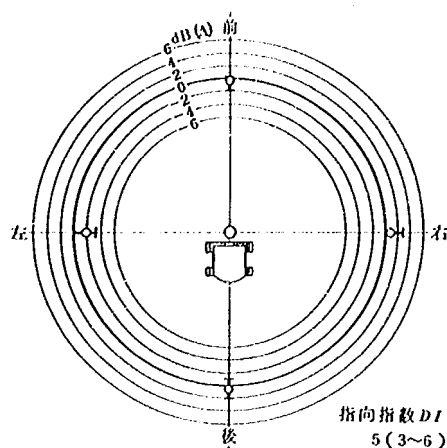


図 2.48 振動パイルドライバ騒音の指向性

3.2 音響指向性

図 2.48 は、バイプロハンマ騒音の指向性を示すものである。

杭打込み作業中の指向性は比較的小さく、全測定点とも、平均レベルとの差は $\pm 1 \sim 2$ dB(A)であり特筆すべき指向性は認められない。これは、杭中心に位置する起振機等から発生する騒音が主要なものとなっているためと思われる。

4. 動特性

図 2.49 は、バイプロハンマの騒音について、騒音計の動特性 Fast と Slow で測定した時のレベル差を示すものである。作業騒音は、バイプロハンマの場合、主な騒音源が起振機の騒音で定常音のため、その差は 1 dB(A)以内である。ただし、負荷の変化に伴って生じる過渡振動の場合、金属打撃音を生じることがあり、この時のレベル差は、 $2 \sim 3$ dB(A) となることもあるが、全般的にみて動特性によるレベル差は小さく、したがってバイプロハンマの場合、動特性の影響は受けないものと思われる。

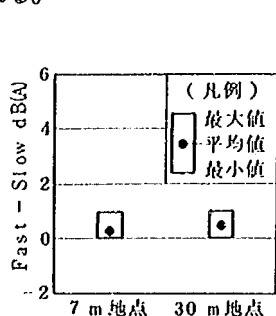


図 2.49 振動パイルドライバ騒音の動特性の違いによるレベル差

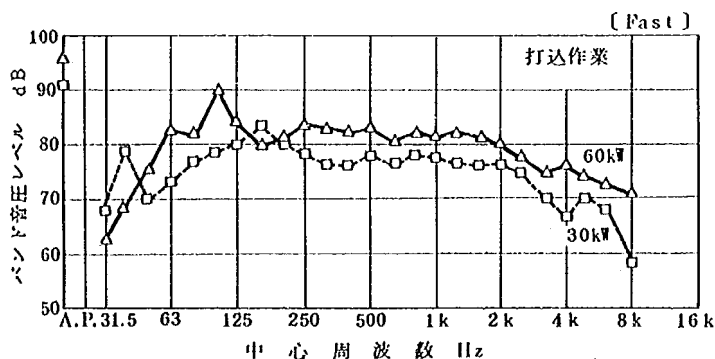


図 2.50 振動パイルドライバ騒音の周波数特性

5. 周波数特性

図2.50 は、バイプロハンマ騒音の周波数特性を呼称出力30kW，および60kW のものについて示したものである。

スペクトルは、40Hz～4 kHz の広い帯域にわたって分布しており、規格による著しい差異は観測されない。100～150Hz 帯域に発生するピークは、起振機および鋼矢板の振動に起因するもので500Hz 以上の帯域のそれは、連結部の接触等による金属音と考えられる。

6. 機械の大きさと騒音レベル

図2.51 は、バイプロハンマの呼称出力と7m地点の騒音レベルの関係を示すものである。出力が増加するにつれて、騒音レベルも高くなる傾向がみられ、相関はやや低いが両者の関係式を図中に示す。

7. 騒音パワーレベル

全測定値から、点音源の理論減衰式を用いて、バイプロハンマの騒音パワーレベルを計算すると推定式は次式で与えられる。

$$L_w = 109 + 0.15P \quad \text{dB(A)}$$

P ：電動機呼称出力 kW

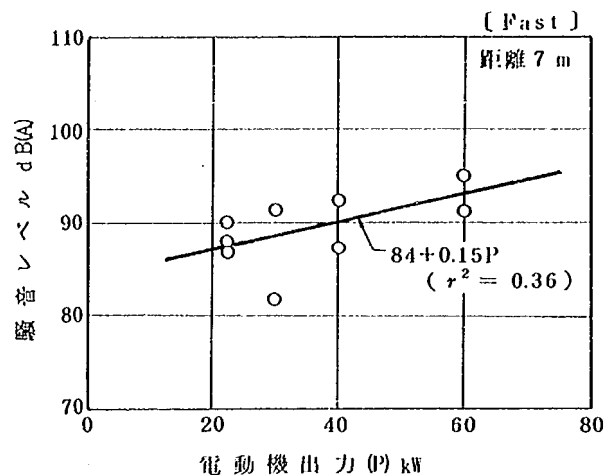


図2.51 振動パイルドライバの出力と騒音レベルの関係

2.5.3 オールケーシング掘削機（場所杭打工法）

1. 測定条件

2.5.1 ディーゼルパイルハンマと同様とした。

2. 測定データの処理方法

図2.52 は、オールケーシング掘削機の作業騒音の変動波形を示すものである。主たる騒音は、掘削面への落下衝撃音、ハンマクラブとクラウンおよびフロントダンプとの接触時の衝撃音である。ベースマシンのエンジン音は、これらの衝撃音と比較して6～10dB(A)程度低い。騒音の変動は不規則、大幅変動とみなせるので、ここでは5秒間隔サンプリングの L_{05} (90% レンジ上端値) を測定値とした。

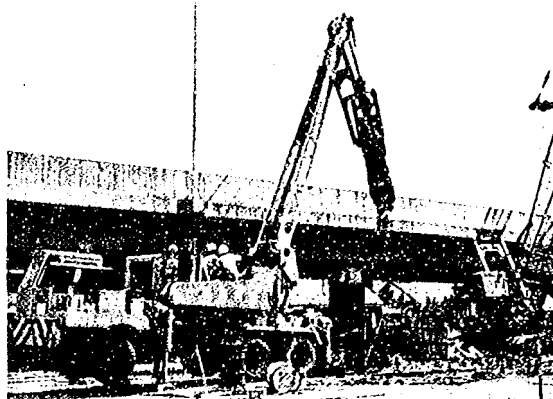


写真2.7 オールケーシング掘削機

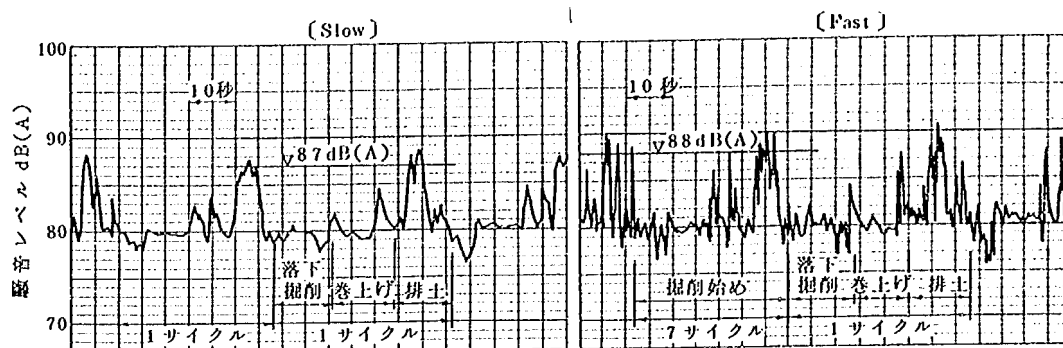


図2.52 オールケーシング掘削機の騒音波形の例
(規格 1,200mm ϕ 15m地点)

3. 騒音の距離減衰と音響指向性

3.1 距離減衰

図2.53 は、オールケーシング掘削機の作業騒音の距離減衰を示すものである。距離減衰の値は 6 dB(A)/DD程度であり、点音源騒音の理論減衰とみなしてよい。

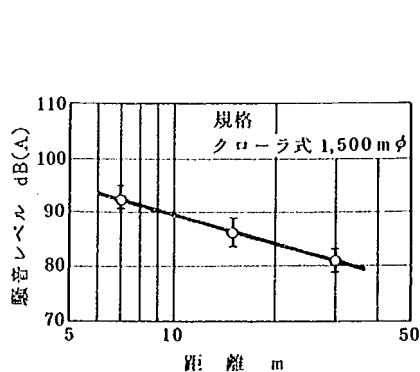


図2.53 オールケーシング掘削機騒音の距離減衰

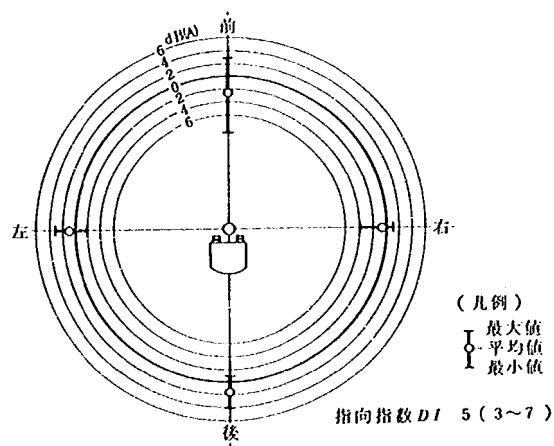


図2.54 オールケーシング掘削機騒音の指向性

3.2 音響指向性

図2.54 は、オールケーシング掘削機の作業騒音の指向性を示すもので、前方向に指向性のばらつきが大きい。

後方の指向性が強く出るのは、杭中心から後方7mの測定点が、本体ベースマシンのエンジンから約1mの位置となり、エンジン音の影響を強く受けるためである。また、機械によっては、衝撃的な

金属音が大きいものと、エンジン音が主体となるものもあって、指向性の一般的傾向は把握し難い。

4. 動特性

図2.55 は、オールケーシング掘削機の作業騒音について、騒音計の動特性Fast と Slow で測定した時のレベルの差を示すものである。オールケーシング掘削機の作業騒音は、エンジン騒音とハンマグラブ操作によるケーシングやクラウンとの金属接触音とからなり、後者の場合には、動特性の違いによるレベルの差が大きく、7 m地点で最高6 dB(A)程度に達する。全体を含めた作業騒音の場合は、平均値で2 dB(A)の差が生じ、また30m 地点についても同様の傾向である。

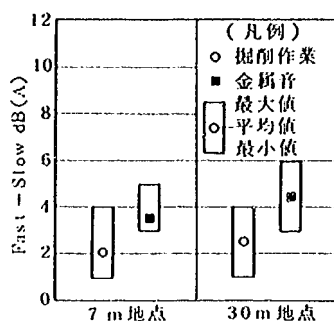


図2.55 動特性の違いによるレベル差

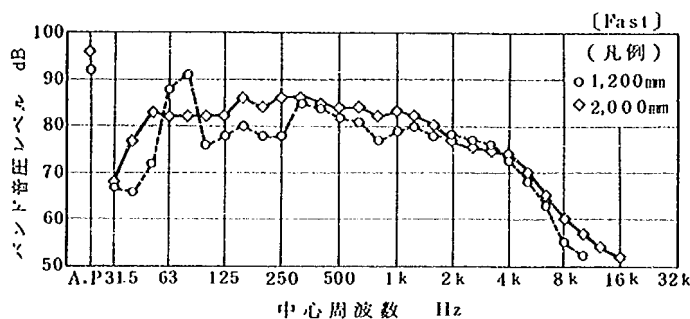


図2.56 オールケーシング掘削機騒音の周波数特性 (作業)

5. 周波数特性

図2.56 は、オールケーシング掘削機騒音の周波数特性を掘削口径1,200mm 級及び2,000mm 級とについて示したものである。スペクトルは、40~4,000Hz の広い帯域にわたっており、規格による大きな差異は観測されない。80Hz帯域のピークは、エンジン音に負うもので、図2.5に示す土工機械のハイドル時のスペクトルと類似している。ハンマグラブの接触による金属音は、500Hz以上の帯域にみられる。

6. 機械の大きさと騒音レベル

図2.57 は、オールケーシング掘削機の全重量と7 m地点の騒音の関係を示す。両者の間には、相関関係の有意性が認められず、騒音レベルは86~97 dB(A) に分布している。

7. 騒音パワーレベル

全測定値から、点音源の理論減衰式を用いて推定したオールケーシング掘削機の騒音パワーレベルは、114~117 dB(A)とみなせる。

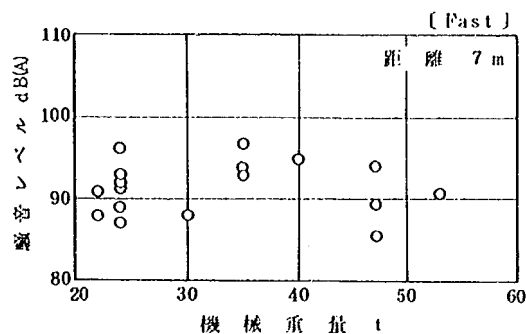


図2.57 オールケーシング掘削機の機械重量と騒音レベル

2.5.4 リバースサーキュレーションドリル掘削機

1. 測定条件

2.5.1 ディーゼルパイルハンマと同様とした。

2. 測定データの処理方法

図2.58は、リバースサーキュレーションドリル掘削機（以下リバース掘削機と称する）の掘削作業騒音の変動波形を示すものである。波形から明らかなとおり、負荷の変化に伴って多少（3 dB(A)以内）の変動はあるが、定常騒音とみなすことができ、指示振れ幅の中間位置を測定値とした。

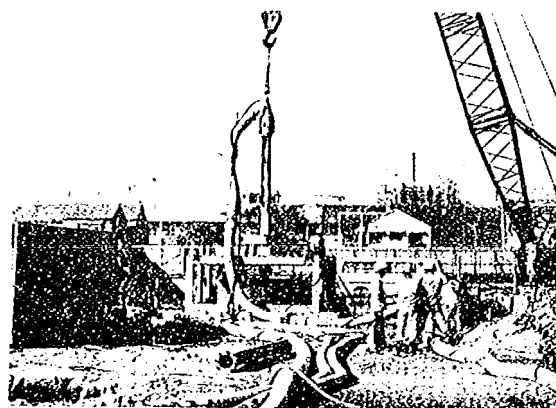


写真2.8 リバースサーキュレーションドリル

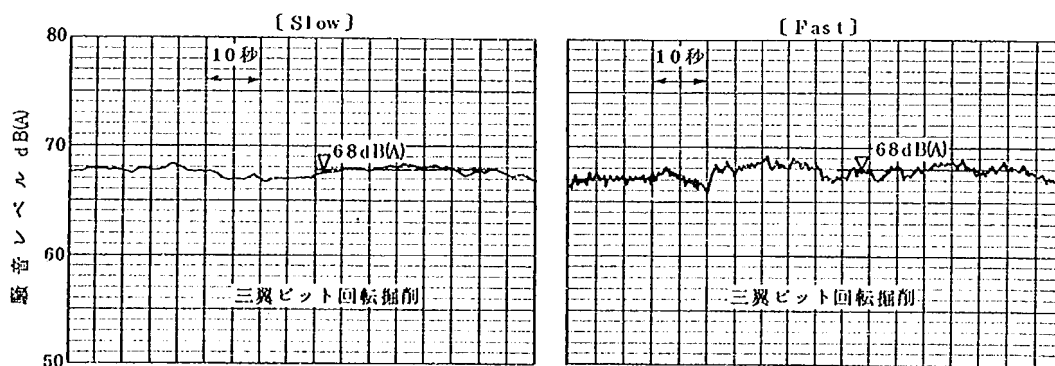


図2.58 リバースサーキュレーションドリルの騒音波形の例
（規格 1,500mm ϕ , 7 m地点）

3. 騒音の距離減衰と音響指向性

図2.59および図2.60は、リバース掘削機の作業騒音の距離減衰および指向性をそれぞれ示すものである。測定点の距離を杭中心からの距離として与えた場合、7 mあるいは15 m の位置では、リバース本体、組合せ機械の配置による影響が大きいため、指向性は30 m 地点の測定値を用いている。

一般に、リバース工法では、リバース本体の斜め後方に組合せ機械が配置されてあるため、後方の指向性が強くなる。左右方向は、発動発電機などの位置にもよるが、ここでは顕著な差は認められなかった。

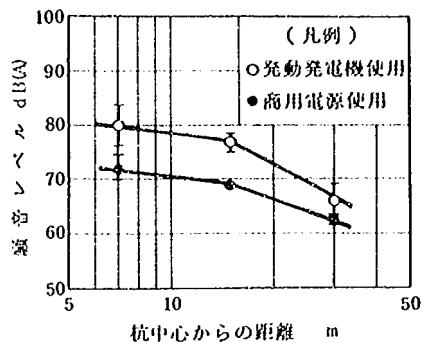


図2.59 リバースサーキュレーションドリル
騒音の距離減衰

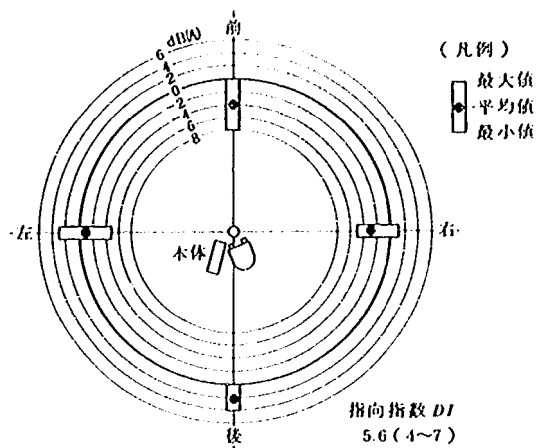


図2.60 リバースサーキュレーションドリル
騒音の指向性

4. 動特性

図2.58で示されるとおりリバース掘削機の作業騒音は、ほぼ定常音とみなせ、したがって、動特性によるレベルの差は1dB(A)以内と小さく、また規格による相違も認められなかった。

5. 周波数特性

図2.61は、リバース掘削機の騒音の周波数特性を呼称出力75kWと110kWのものについて示したものである。75kWのものは、商用電源を用いた場合の測定例で、使用する動力源によってスペクトルが大きく異なることがわかる。発動発電機使用の場合、周波数のスペクトルは、ブルドーザあるいは油圧ショベルのハイアイドル騒音にみられるようなディーゼルエンジンのスペクトルと似ている。一方商用電源を用いた場合、リバース本体の電動機及び揚泥ポンプの音が主体となり、騒音レベルは、発動発電機使用時に比較して小さい。

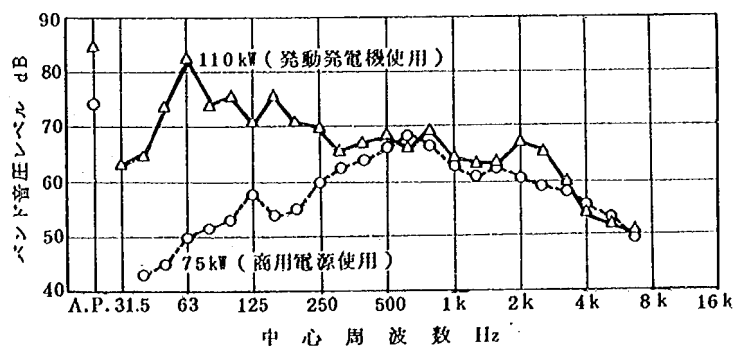


図2.61 リバースサーキュレーションドリル騒音の周波数特性

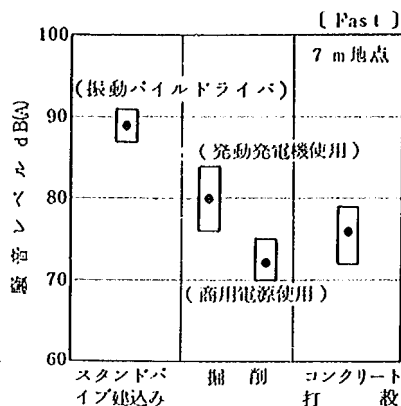


図2.62 リバースサーキュレーションドリルの杭打工程と騒音レベル

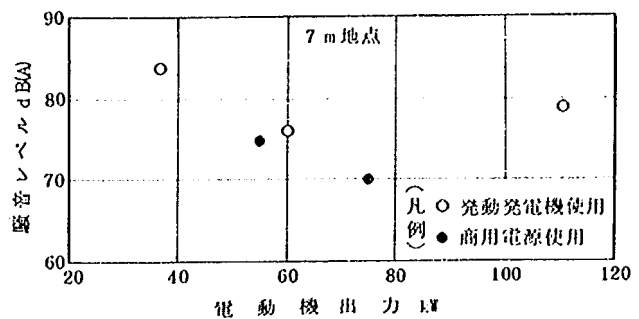


図2.63 リバースサーキュレーションドリルの原動機出力と騒音レベル

6. 作業工程と騒音レベル

図2.62 は、リバース工法の作業工程による7m地点の騒音レベルの比較を示すものである。

リバース工法は、スタンドパイプ建込み、回転掘削、コンクリート打設の工程で施工されるが、その大部分の時間は、定常音の発生する回転掘削時である。掘削の動力を商用電源化することによって約8dB(A) 騒音が低くなっている。

7. 機械の大きさと騒音レベル

図2.63 は、リバース掘削機の電動機出力と7m地点における騒音レベルの関係を示したものであるが、規格による騒音の差異は認められず、70~84dB(A)、(7m地点)に分布している。その主たる原因は、組合せ機械の種類、配置によって発生する騒音の影響が大きく、測定場所によっては、リバース掘削機より組合せ機械の騒音が上廻る場合があるためと考えられる。

8. 騒音パワーレベル

リバースとしての騒音は前述のように、組合せ機械によって騒音が異なるため、呼称出力に対する騒音パワーレベルの変化は小さく、騒音パワーレベル(L_w)については、規格によらず $L_w=95\sim109$ dB(A)とするのが妥当と思われる。

2.5.5 アースドリル掘削機

1. 測定条件

2.5.1のディーゼルバイルハンマに同じ。

2. 測定データの処理方法

図2.64 は、アースドリル掘削機の作業騒音の変動波形を示すものである。主な騒音は掘削中のエンジン音、油圧ポンプ音およびバケット開閉時の打撃音である。バケット吊上

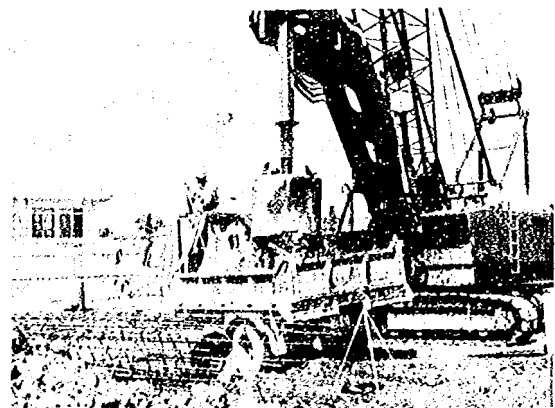


写真2.9 アースドリル掘削機

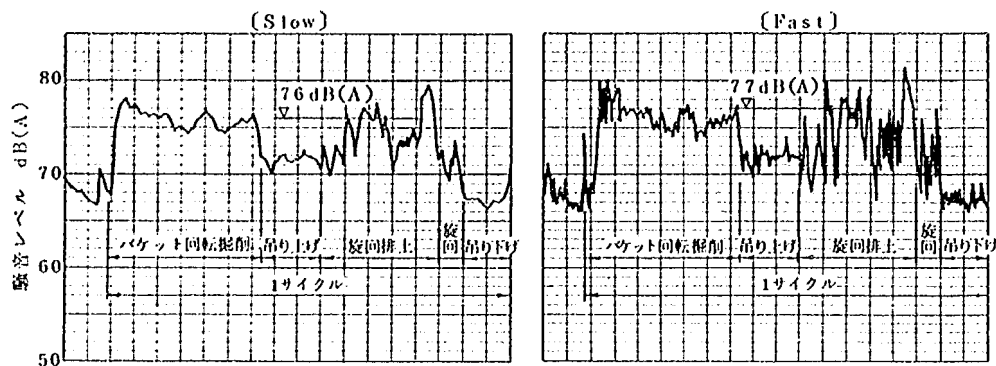


図2.64 アースドリルの騒音波形の例
(規格 1,500mm ϕ , 15m地点)

げと吊下げの騒音レベルとは6～10 dB(A)の差があり、しかも大幅に変動する騒音であるため、5秒間隔サンプリングの L_{05} を測定値とした。

3. 騒音の距離減衰と音響指向性

3.1 距離減衰

図2.65 は、アースドリル掘削機の作業騒音の距離減衰を示すものである。距離減衰の値は、約6 dB(A)/DDであり、点音源の理論減衰と同じである。

3.2 音響指向性

図2.66 は、アースドリル掘削機の作業騒音の指向性を示すものである。図では、後方に偏位した指向性がみられるが、これは距離測定の原因を杭中心としたため、後方7mの測定点が、本体のエン

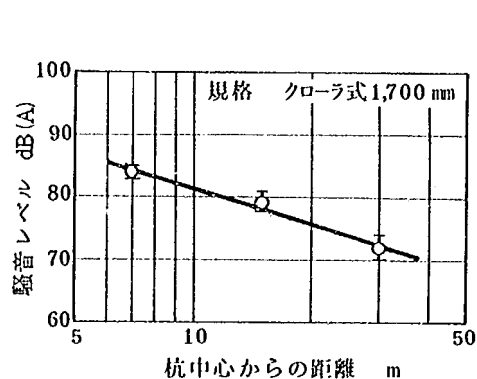


図2.65 アースドリル騒音の距離減衰

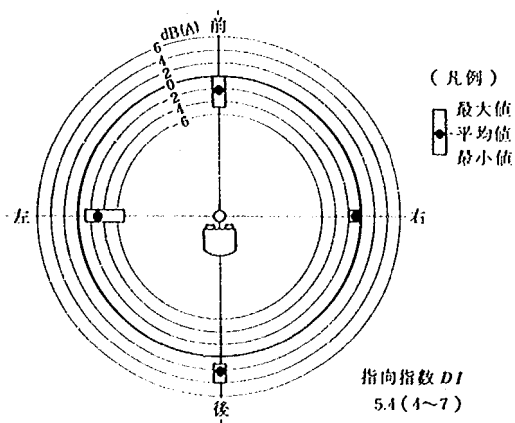


図2.66 アースドリル騒音の指向性

ジンから約1 mの位置となり、杭附近から発生する音よりもエンジン音の影響が大きく観測された原因による。左右方向は、排土のために本体が旋回して、エンジン部が近づくことがあり、その影響によって、変動が大きく出る傾向がある。

4. 動特性

バケット回転掘削時の騒音は、変動幅の少ない定常音であるが、1サイクルの掘削作業全体としてみれば、大幅に変動する騒音である。しかし、騒音の衝撃性は小さく、Fast と Slowの動特性で測定した時のレベルの差は1～2 dB(A)以内である。

5. 周波数特性

図2.67 は、アースドリル掘削機の騒音の周波数特性を示したものである。主要周波数スペクトルは50～500Hzの帯域にあり、80Hz附近の卓越スペクトルは、エンジン音の影響と考えられる。また、250～315Hzの周波数帯域は、ドリリングバケットの回転接触音あるいは油圧装置音と考えられる。

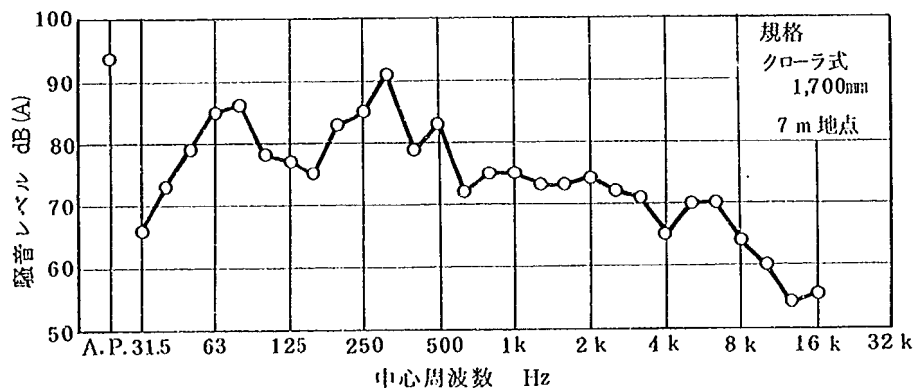


図2.67 アースドリル騒音の周波数特性

6. 騒音パワーレベル

アースドリル掘削機の騒音は、規格、掘削口径などの違いによる騒音レベルの差異は認められず騒音パワーレベルは、規格によらず、全ての測定値から、点音源の距離減衰によって推定した騒音パワーレベルは108～112 dB(A)とみなせる。

2.5.6 プレボーリング工法

1. 測定条件

1.1 機械の運転条件

運転条件は、工事現場における通常の作業状態とした。また測定に際しては、対象機械の運転に必要な補助機械以外は全て停止させた。

1.2 測定方法

表 1.2 騒音測定要領に準じた。各測定点は、杭とベースマシンのエンジンとの中間の位置を基点として、それぞれ測定点をとった。また、杭打機の周囲における最も騒音レベルの高い方向およびこれと直角をなす方向、また補助機械の影響が最も少ないと思われる方向を測定方向とした。

2. 測定データの処理方法

図 2.68 は、ブレボーリング工法（ブレボーリング、セメントミルク圧入工法）のオーガ掘削作業の 7 m 地点における騒音のレベル変動波形を示すものである。騒音レベルは変動の小さい（5 dB(A) 以内）定常波形であるので、指示値振れ幅の上端を測定値とした。

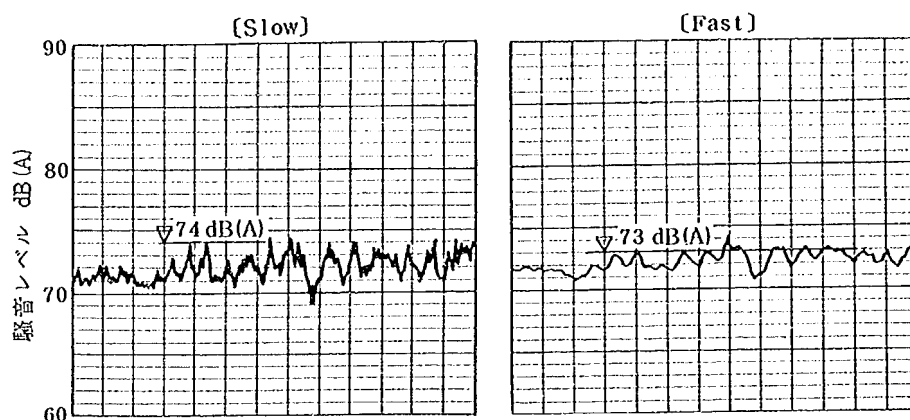


図 2.68 ブレボーリング工法の騒音の波形（7 m 点，オーガ掘削作業）

3. 騒音の距離減衰と音響指向性

3.1 距離減衰

図 2.69 は、ブレボーリング工法の作業騒音の距離減衰を示すものである。減衰の値は、7 m から 15 m は約 3 dB(A)/DD, 15 m から 30 m は約 5 dB(A)/DD の減衰となっている。この現象は 7 m から 15 m の間では発動発電機など補助機械の騒音の影響を受けているためと考えられる。

3.2 音響指向性

図 2.70 は、ブレボーリング工法の騒音の指向性を示すものである。指向性はほとんど認められず、各方向とも平均レベルとの差は 1 dB(A) 以内である。

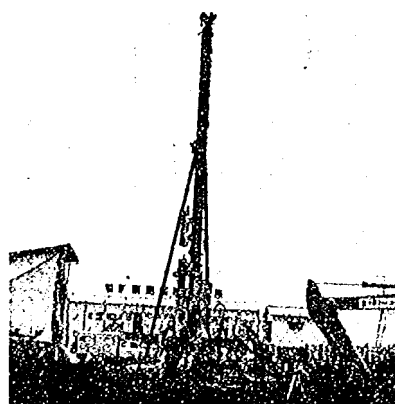


写真 2.10 セメントミルク圧入工法

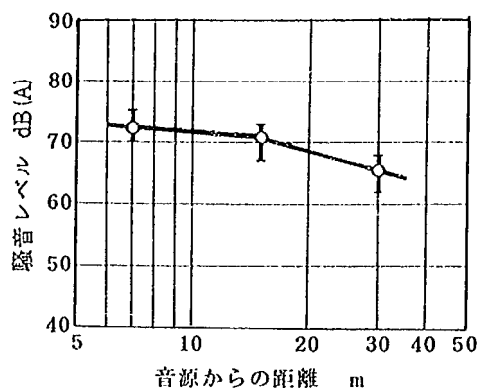


図2.69 プレポーリング工法騒音の距離減衰

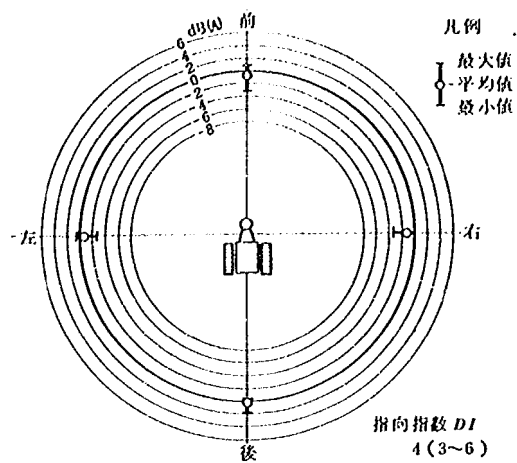


図2.70 プレポーリング工法騒音の指向性

4. 動特性

図2.71 は、騒音計の動特性Fast と Slow で測定した時の指示レベルの差を示すものである。プレポーリング工法の騒音は、図2.68にも示されるとおり変動が小さく、したがって動特性によるレベルの差も、一部1～2 dB(A)の差が見られるが、ほとんどが0であり、動特性の相違による指示値の差はないものと思われる。

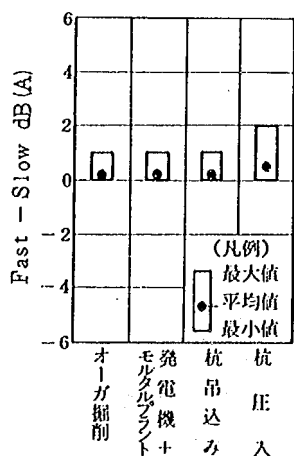


図2.71 プレポーリング工法騒音の動特性によるレベルの差

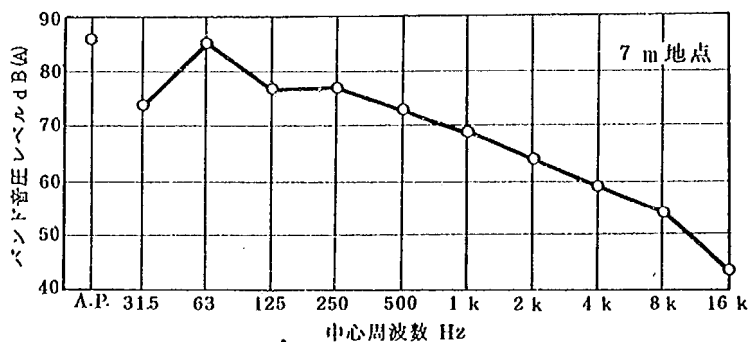


図2.72 プレポーリング工法騒音の周波数特性

5. 周波数特性

図2.72は、ブレボーリング工法のオーガ掘削時の周波数特性を示すものである。図より明らかな通り、63Hz帯域にピークが認められるが、これは発動発電機のディーゼルエンジンの回転に依存する周波数帯域である。また周波数が高くなるに従って、バンド音圧レベルは漸減する傾向にあることから防音型発動発電機の周波数スペクトルパターンと同様と考えられる。

6. 運転条件と騒音レベル

図2.73は、ブレボーリング工法の各作業工程の騒音レベルを示すものである。この工法では、補助機械として用いられている発動発電機がオーガ掘削、杭圧入時には稼動状態となるため、これらの工程における騒音レベルはほぼ等しい。

7. 騒音パワーレベル

ブレボーリング工法の作業条件における騒音パワーレベルは、掘削工法及び圧入工法では、96～99dB(A)である。

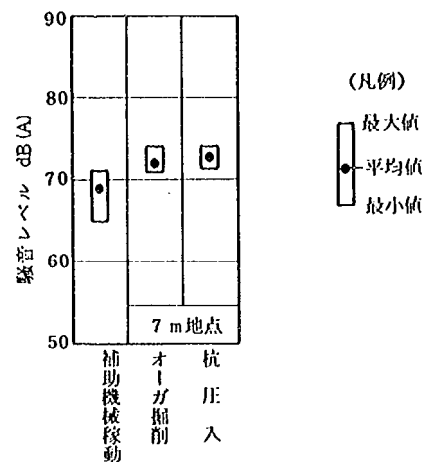


図2.73 ブレボーリング工法の各作業工程の騒音

2.5.7 中掘工法（既製杭対策工法）

1. 測定条件

2.5.6ブレボーリング工法に同じ。

2. 測定データの処理方法

図2.74は、中掘工法のオーガ掘削時の騒音レベルの変動を7m地点について示したものである。レベルの変動は小さく(4dB(A)以内)、最大値はほぼ等しいので、指示振幅の上端値の平均を測定値とした。

一方、図2.75は、中掘工法のうち、杭の支持力確保のため打止めをドロップハンマで行なった場合の7m地点における騒音レベルの変動波形を示したものである。ドロップハンマによる打止め作業騒音は間欠的でしかも衝撃的な騒音であるため、最大値の平均を測定値とした。

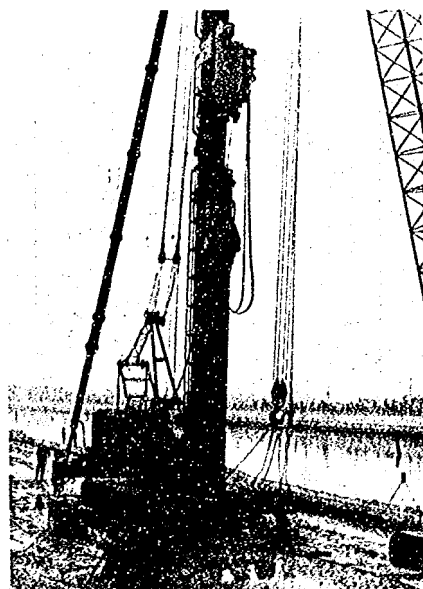


写真2.11 中掘工法

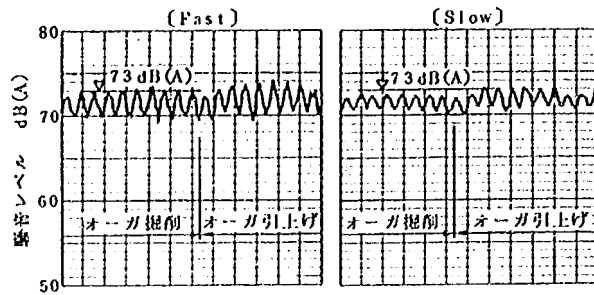


図 2.74 中掘工法騒音のレベル波形
(7m点オーガ掘削)

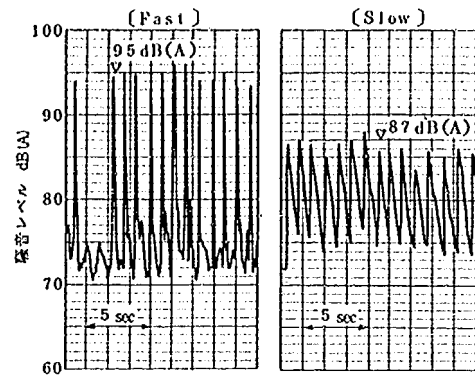


図 2.75 中掘工法騒音のレベル波形
(7m点, 打止めモンケン打ち)

3. 騒音の距離減衰と音響指向性

3.1 距離減衰

図 2.76 は、中掘工法のオーガ掘削騒音の距離減衰を示す。各測定距離における騒音レベルは機械によってばらついており、その範囲は約10dB(A)もある。一方平均値における距離減衰の値は、7mから15mまでは約3dB(A)/DD, 15mから30mまでは約6dB(A)/DDとなって、7mから15mの間では発動発電機などの補助機械の影響を受けているものと考えられる。

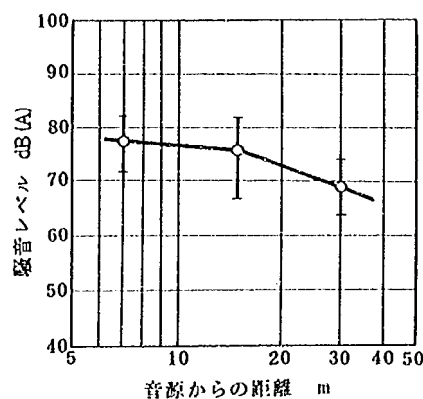


図 2.76 中掘工法騒音の距離減衰

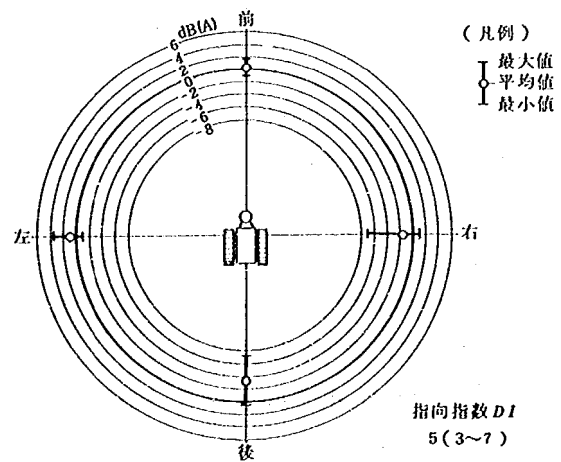


図 2.77 中掘工法騒音の指向性

3.2 音響指向性

図2.77は、中掘工法のオーガ掘削騒音の指向性を示すものである。平均値における指向性は、左前方に強く、後方に小さいという傾向が一応認められるが、前方を除いては、同一中掘工法においてもばらつきが大きい。

4. 動特性

図2.78は、中掘工法の各作業工程における騒音を、騒音計の動特性FastとSlowで測定した時の指示レベルの差を示したものである。補助機械（発動発電機）稼動時0~1 dB(A)、オーガ掘削時0~2 dB(A)と動特性の相違による指示レベルの差は小さく、無視できると考えられるのに対して、ドロップハンマによる打止め作業では、6~8 dB(A)と差が大きい。これは、図2.75に示すように、ドロップハンマの作業騒音はきわめて衝撃性が強く、したがって差が大きく観測されるからである。

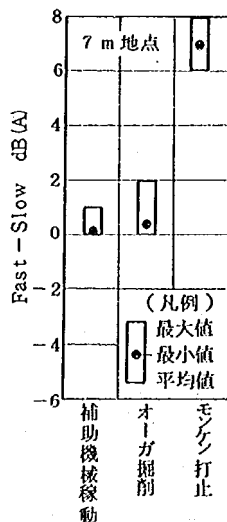


図2.78 中掘工法騒音の動特性によるレベル差

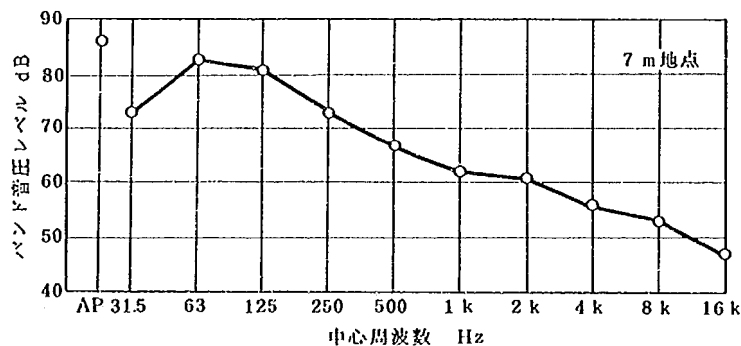


図2.79 中掘工法騒音の周波数特性

5. 周波数特性

図2.79は、中掘工法のオーガ掘削作業の7m地点における騒音の周波数特性を示すものである。周波数スペクトルパターンは、図2.72に示すブローリング工法のそれと良く似ておりまた、スペクトルレベルもほぼ同様である。これはブローリング工法の場合も、中掘工法の場合もともにオーガで掘削を行い、しかも、その動力源として発動発電機が用いられているためであり、これらの工法の作業騒音が発動発電機の騒音で代表されることを示している。

6. 機械の運転条件と騒音レベル

図2.80は、中掘工法の各作業状態における騒音レベルを示したものである。補助機械稼動あるいは、オーガ掘削の騒音レベルは広範囲に分布しているが、これは各工事現場において、補助機械の設

置場所が異なっていることから生じたものであろう。打止め作業騒音は、オーガ掘削より約10dB(A)程度高い値を示し、補助機械稼動の場合とオーガ掘削作業の場合とでも約10dB(A)程度異なっている。

7. 騒音パワーレベル

中掘工法の各作業状態における騒音パワーレベルは、オーガ掘削では、97~108dB(A) ドロップハンマ打止めは、112~114dB(A)である。

2.5.8 アースオーガ併用鋼矢板対策工法

アースオーガ併用鋼板対策工法は、鋼矢板に沿わせたアースオーガの掘削により、土をゆるめ、静圧力を加えながら鋼矢板を打込む工法で、本調査では、HAS工法、MAP工法、miniMAP工法、アースオーガ工法、NIT工法、SSS工法、NISP工法について調査した。

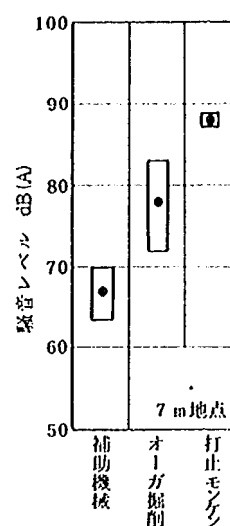


図2.80 中掘工法の作業状態と騒音レベル

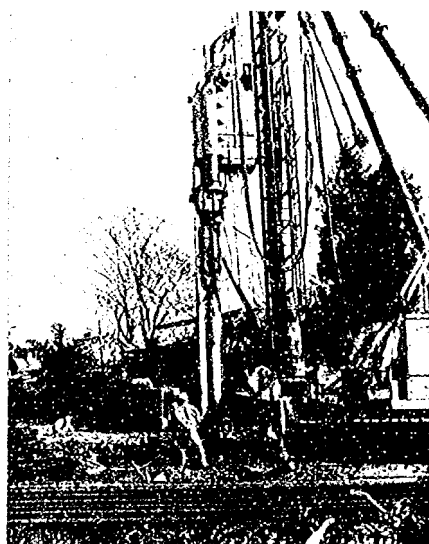


写真2.12 HAS工法

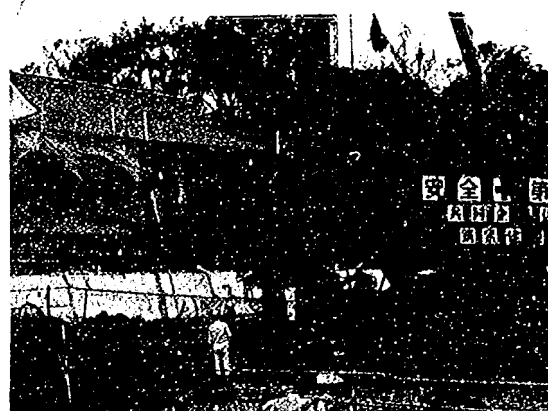


写真2.13 SSS工法

1. 測定条件

2.5.6 プレボーリング工法と同様とした。

2. 測定データの処理方法

図2.81は、アースオーガ併用鋼矢板対策工法の騒音レベルの変動波形を示すものである。レベル変動は、図に示すような、定常変動波形であるので再現性を有する極大値の平均を測定値とした。

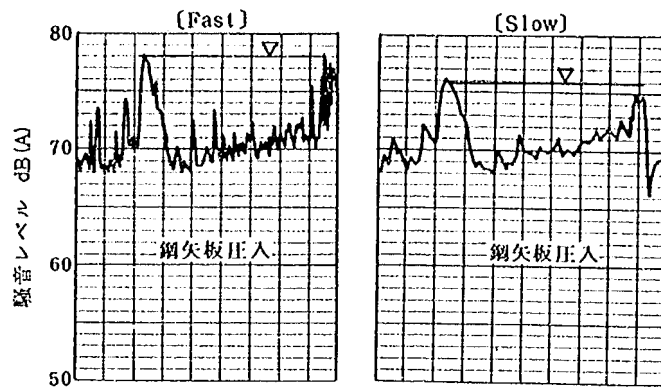


図 2.81 アースオーガ併用鋼矢板対策工法の騒音レベルの波形の例

3. 騒音の距離減衰と音響指向性

3.1 騒音の距離減衰

図 2.82 は、アースオーガ併用鋼矢板対策工法の騒音の距離減衰を示す。各測定距離における騒音レベルは、夫々の機械によってばらついた値を示すが、その平均値における距離減衰の値は $6 \sim 7$ dB(A)/DD の値を示し、ほぼ点音源とみなし得る。

3.2 機械の音響指向性

図 2.83 は、アースオーガ併用鋼矢板対策工法騒音の指向性を示す。レベルは後方においてやや低く、右方にやや高い値を示しているが、大きな差はなく指向性は小さい。また、左方及び後方にお

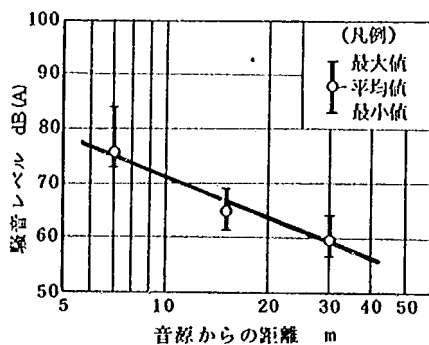


図 2.82 アースオーガ併用鋼矢板対策工法騒音の距離減衰

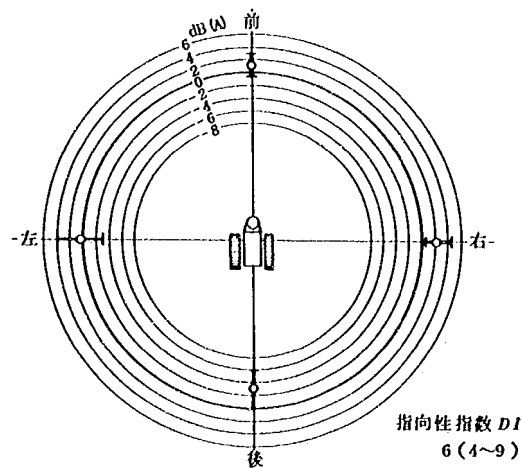


図 2.83 アースオーガ併用鋼矢板対策工法騒音の指向性

いては、指向性の範囲が広く、機械によって指向性が必ずしも同一でないことを示している。

4. 動特性

図2.84 は、アースオーガ併用鋼矢板対策工法の騒音を騒音計の動特性Fast と Slow で測定した場合のレベル差を示したものである。動特性による差は0~3 dB(A)の範囲にあるが、レベル差のない場合が多く、平均値は、1dB(A)以下であり、したがって動特性による指示値の差は無視できる。

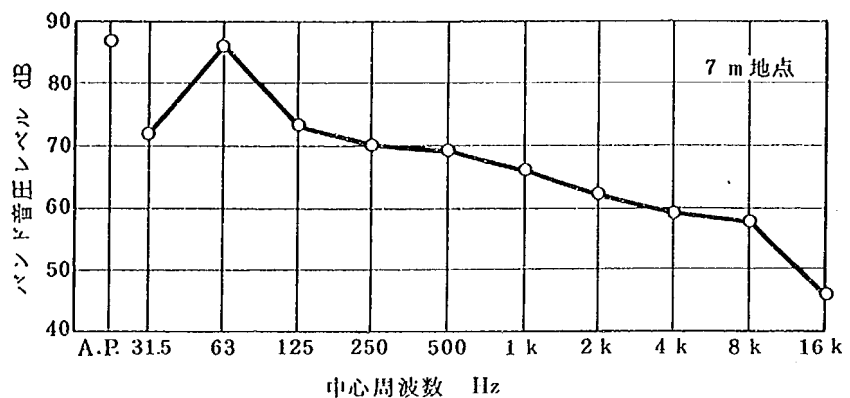
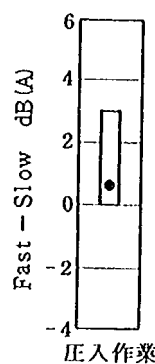


図2.84 アースオーガ併用鋼矢板対策工法
騒音の動特性によるレベル差

図2.85 アースオーガ併用鋼矢板対策工法
騒音の周波数特性

5. 周波数特性

図2.85 は、アースオーガ併用鋼矢板対策工法の周波数特性を示す。同図より明らかな通り、63 Hz 帯域にピークがあり、周波数が高くなるにしたがって、バンド音圧レベルが漸減する傾向にありブレボーリング工法、中掘工法と同様の傾向を示している。

2. 5. 9 鋼矢板圧入工法（鋼矢板対策工法）

鋼矢板圧入工法は、静油圧力あるいはウインチ力などの荷重を鋼矢板に作用させ、土中へ鋼矢板を打込む工法であり、本調査では、トランキー工法、SMP工法、HS工法、マルス、スラスト & プラスト工法、パイプブロー工法について調査した。

1. 測定条件

2. 5. 6 ブレボーリング工法と同様とした。

2. 測定データの処理方法

図2.86 は、鋼矢板圧入工法の騒音レベルの波形を示す。騒音レベルは、ほぼ周期的なレベルの変動を伴う定常波形が認められ、その最大値が一定となることから、最大値の平均を測定値とした。

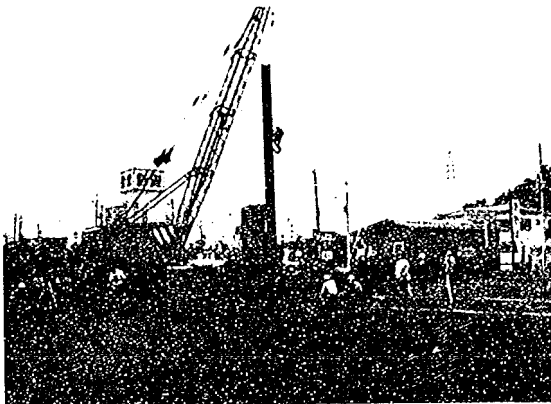


写真2.14 SMP工法

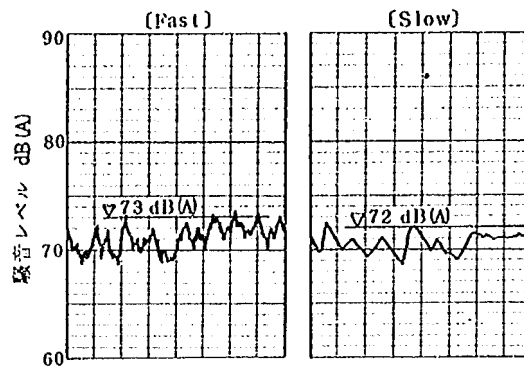


図2.86 鋼矢板圧入工法の騒音レベルの波形 (7m; 圧入作業)

3. 騒音の距離減衰と音響指向性

3.1 距離減衰

図2.87 は、鋼矢板圧入工法の騒音レベルの距離減衰を示す。各測定距離における騒音レベルは、近距離ほどばらつきが大きい傾向を示している。平均値における距離減衰の値は、 4.5dB(A)/DD と、点音源の場合よりやや小さい。

3.2 音響指向性

図2.88 は、鋼矢板圧入工法の騒音の指向性を示す。平均値における各方向の測定レベルは $0 \sim 2\text{dB(A)}$ 間にあり、平均値での指向性はあまり現われてはいない。しかし、前方向および後方向における指向性のばらつきは大きく各々の工法の差がみられる。また図から明らかな通り、後方に著しく大

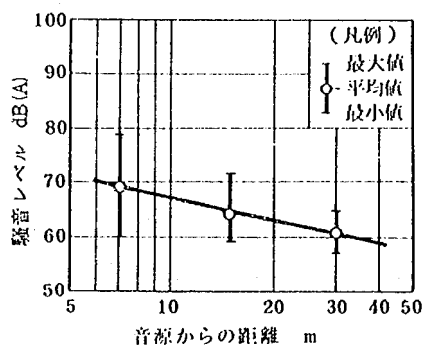


図2.87 鋼矢板圧入工法の騒音レベルの距離減衰

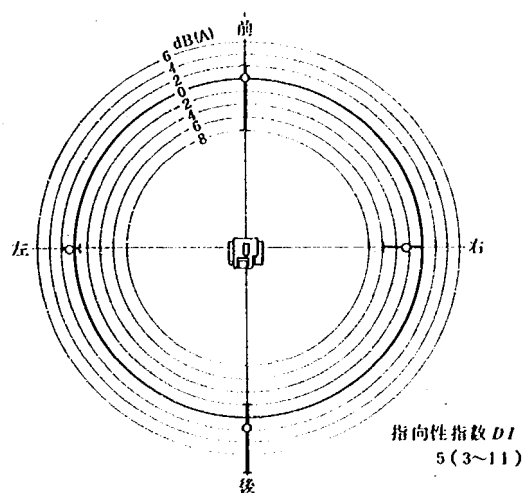


図2.88 鋼矢板圧入工法の騒音の指向性

きな指向性を有する機械もある。

4. 動特性

図2.89は、鋼矢板圧入工法の騒音を騒音計の動特性FastとSlowで測定した時のレベルの差を各作業工程について示したものである。図2.86からも明らかな通り、鋼矢板圧入工法の騒音レベルの変動はほぼ定常であり、変動もゆるやかであるため、動特性によるレベルの差は小さい。補助作業及び標準作業においては0~2 dB(A)の差があるが、平均値では1dB(A)以下であり、動特性による差は無視できる。

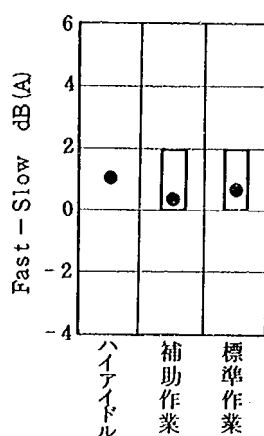


図2.89 鋼矢板圧入工法の騒音レベルの動特性による差

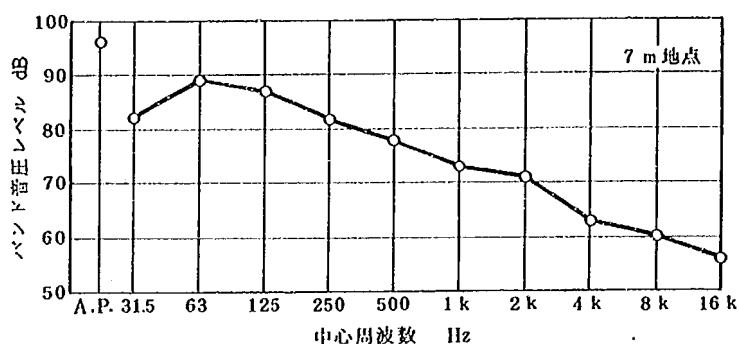


図2.90 鋼矢板圧入工法騒音の周波数特性

5. 周波数特性

図2.90は、鋼矢板圧入工法の圧入作業騒音の周波数特性を示すものである。スペクトルのピークは、アースオーガ併用鋼矢板対策工法の場合と同様63Hz帯域にあり、しかも周波数が高くなるにしたがって、スペクトルレベルが漸減している。これは、発動発電機のスペクトルパターンに同じで、鋼矢板圧入工法の騒音も、補助機械である発電機の騒音に依存するものと思っていよい。

2.5.10 ウォータジェット工法（鋼矢板対策工法）

ウォータジェット工法は、アースオーガ工法、圧入工法、および振動工法にさらに鋼矢板の先端にウォータジェットを併用して土をほぐし、打込みを容易にして作業を行う工法であり、本調査では、WJ工法について調査した。

1. 測定条件

2.5.6 プレボーリング工法と同様とした。

2. 測定データの処理方法

図2.91は、ウォータジェット工法の標準作業時の騒音レベルの波形を示すものである。図より明

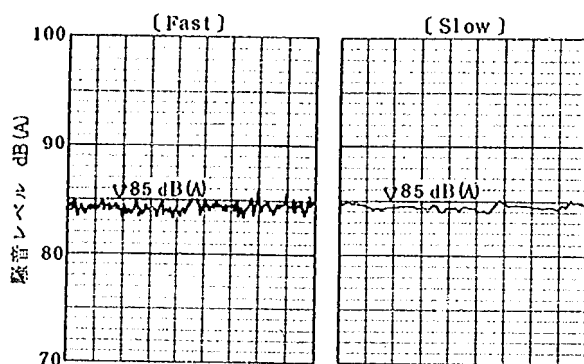


図 2.91 ウォータジェット工法の騒音レベルの波形（標準作業 7 m 地点）

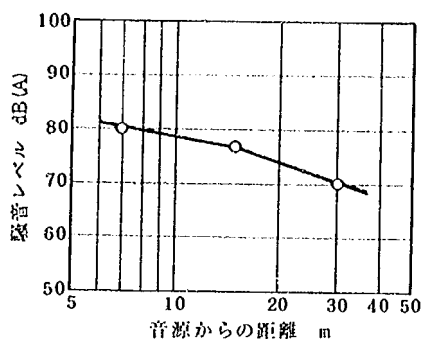


図 2.92 ウォータジェット工法騒音の距離減衰

らかなように騒音レベルの変動は小さい（2dB(A) 以内）ので、指示振れ幅の中間位置を測定値とした。

3. 騒音の距離減衰

図 2.92 は、ウォータジェット工法の標準作業時の騒音の距離減衰を示す。距離減衰の値は、7 m から 15 m までは約 3dB(A)/DD, 15 m から 30 m までは約 7dB(A)/DD となっており、7 m から 15 m までの測定値には補助機械の騒音の影響を受けているものと考えられる。

4. 動特性

図 2.93 は、ウォータジェット工法の標準作業騒音を騒音計の動特性 Fast と Slow で測定した時の測定値の差を示すものである。両者のレベルの差は、1dB(A) 以内であり、動特性による測定値の差は無視できる。

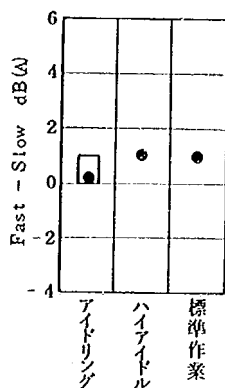


図 2.93 ウォータジェット工法騒音の動特性による差

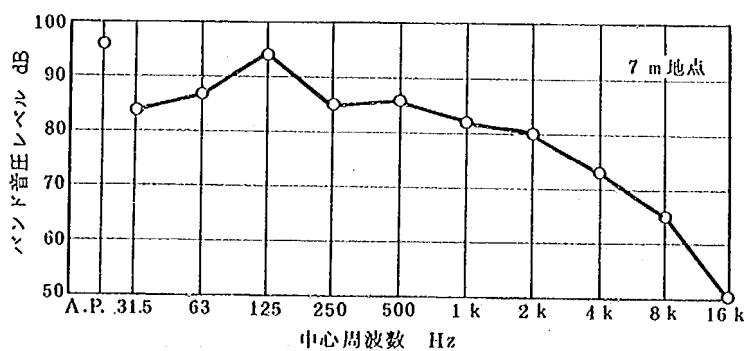


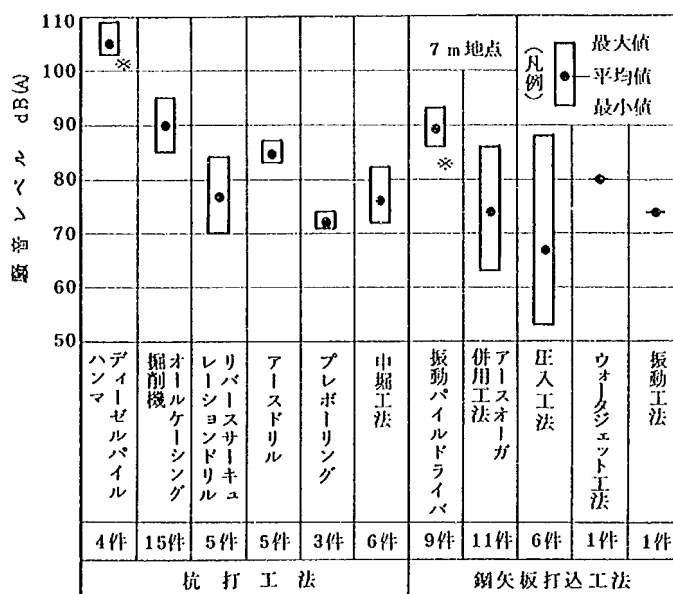
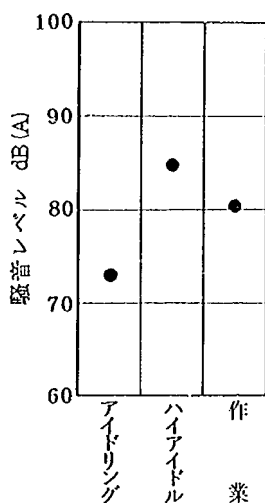
図 2.94 ウォータジェット工法騒音の周波数特性（7 m）

5. 周波数特性

図2.94 は、ウォータージェット工法の標準作業騒音の周波数特性を示すものである。スペクトルは125Hz帯域にピークを有し、周波数が高くなるに従って、スペクトルレベルが漸減する傾向が認められ、他の基礎工事に用いる騒音振動対策機械の場合と同様のスペクトルパターンを示す。これはウォータージェット工法の騒音が補助機械あるいは、本体ベースマシンのエンジン騒音で支配されることを示している。

6. 運転条件と騒音レベル

図2.95 は、ウォータージェット工法の各運転条件における7m地点の騒音レベルを示したものである。前項でも述べた通り、ウォータージェット工法の騒音レベルは、ディーゼルエンジンの騒音に支配されるものと考えられ、各運転条件におけるエンジン回転数による騒音レベルの差が、図中に表われているものと考えられる。



※印は動特性 Fast

図2.95 ウォータージェット工法の各運転条件による騒音レベル

図2.96 各基礎工事に用いる機械の騒音レベルの比較

2.5.11 特記事項

1. 補助機械騒音の影響

図2.96 は、本調査における各基礎工事に用いる機械または工法の作業騒音を比較したものである。図は同じ機械または同じ規格のものについてはその平均レベルで代表させた。リバース工法をはじめ、鋼矢板打込工法のアースオーガ併用工法などのように騒音レベルに大きなバラツキがみられるのは、個々の工法自体の騒音レベルの違いのほか、発動発電機、クレーン、ポンプなど作業に用いられる補助機械から発生する騒音の影響によるバラツキがかなり大きなものと考えられる。

一方、距離減衰、指向性、周波数特性の所でも記述したように、種々の組合せ機械によって施工

する工法の騒音レベルを調査する場合、補助機械の騒音の影響を無視することができないので、組合せ機械を含めた全体の騒音をその工法の騒音として把握できる測定要領を別途検討することが今後の課題と考えられる。

2. 作業工程と騒音レベル

調査対象機械のうち、中掘工法、プレボーリング工法など一連の作業工程の中で異なった工程が存在するような機械では、前述のとおり、その騒音レベルが異なる場合が多い。本調査では、主作業である掘削騒音をその工法の騒音レベルとして表示しているが、将来の問題としてこれら他工程の騒音レベルをも含め、工程全体の騒音レベルの把握が可能なような測定方法の検討が必要と考えられる。

2.6 さく岩機

1. 測定条件

1.1 運転条件

圧縮強度 143 kg/cm^2 (平均)、単位体積重量 2.2 t/m^3 のコンクリートブロックを破砕する作業とした。

1.2 運転状態

a) ハンドブレーカの場合、空気圧縮機には、吐出圧 7 kg/cm^2 、吐出量 $3.9 \text{ m}^3/\text{min}$ のものを使用し、暗騒音に影響を与えないよう、受音点より 70 m 離れた屋内に格納した。

b) 大形ブレーカの場合、ベースマシンとしては、油圧ショベル（日立 UH06）を使用し、動力源は空気式ではサイレントエアコンプレッサ、油圧式ではショベル本体の油圧を用いた。

c) ベースマシンのエンジン回転数は、アタッチメントの作動可能な範囲、およびブレーカの作動可能な範囲とした。

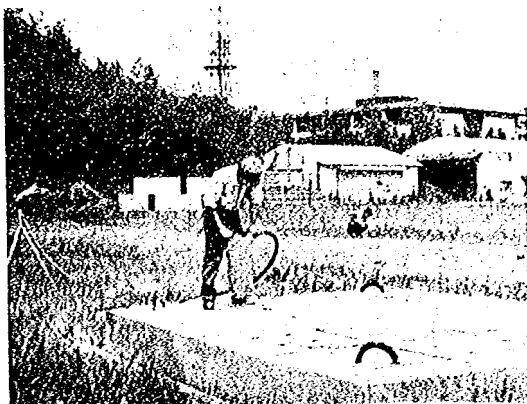


写真2.15 ハンドブレーカ（対策形）
の騒音調査

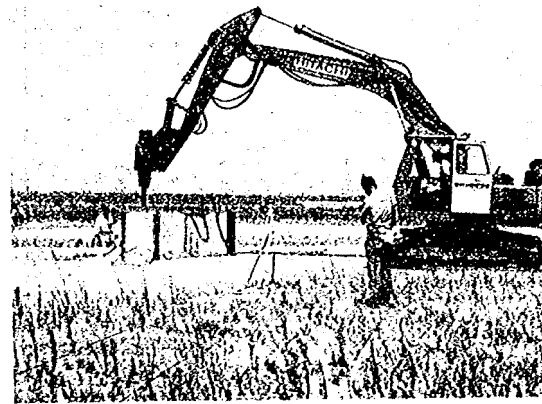


写真2.16 大形ブレーカ
の騒音調査

1.3 測定方法

表 1.2 騒音測定要領に準じた。なお、各測定点は、コンクリート破砕点を基準にして、それぞれ測定距離をとった。

2. 測定データの処理方法

図 2.97 は、さく岩機（以下ブレーカと称す。）の作業騒音の変動波形を示すものである。レベル波形は、間欠的に変動するが、その最大値はほぼ一定となるので、その最大値の平均を測定値とした。

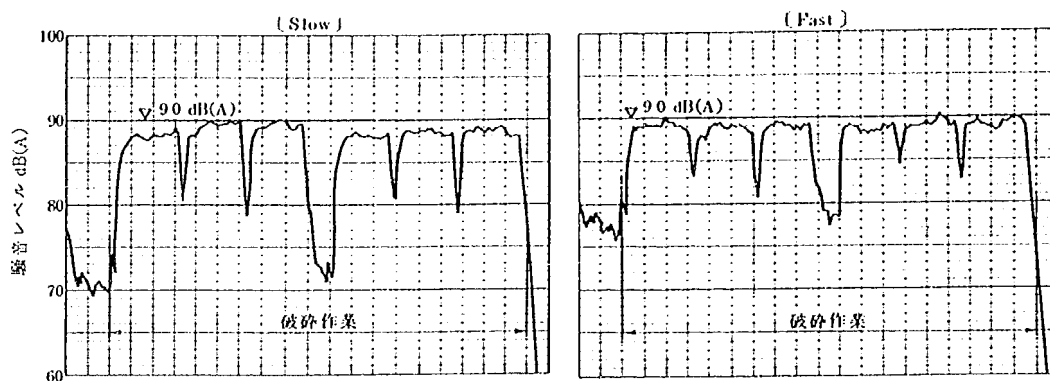


図 2.97 ブレーカ騒音のレベル波形例
(規格 450 kg, 7m地点)

3. 騒音の距離減衰と音響指向性

図 2.98 および図 2.99 に、ハンドブレーカ及び大形ブレーカの作業騒音の距離減衰を普及形と対策形について示した。大形ブレーカの場合は前後左右 4 方向の平均値、ハンドブレーカの場合は、7 m 地点が 4 方向の平均値、30 m 地点は前方向のみのデータである。

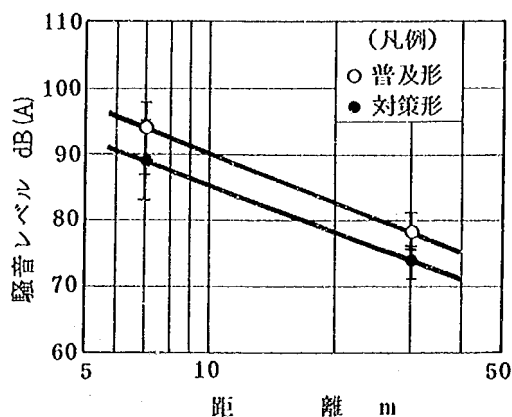


図 2.98 ハンドブレーカ騒音の距離減衰

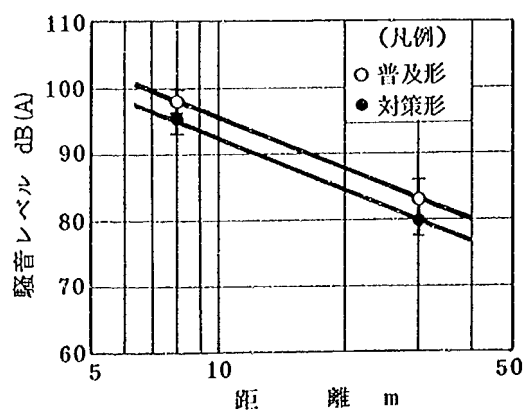


図 2.99 大形ブレーカ騒音の距離減衰

いずれの場合においても、減衰値は約6 dB(A)/DD程度の値を示しており、点音源からの理論減衰値にほぼ等しく、ブレーカ騒音は点音源とみなして良い。

3.2 音響指向性

図2.100および図2.101は、ブレーカの作業騒音の指向性をハンドブレーカ、大形ブレーカについて示すものである。周囲4測定点の騒音レベルを比較すると、規格あるいは騒音対策の有無にかかわらず、前方が1～3 dB(A)高く、後方が逆に低く、また左右方向はほぼ平均値に等しい値となっている。これは、破碎時の衝撃音よりも、排気音（排気口の方を前方向としている）が高いためと考えられる。

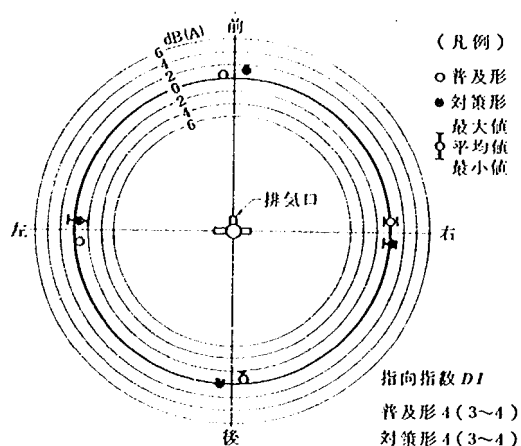


図2.100 ハンドブレーカ騒音の指向性

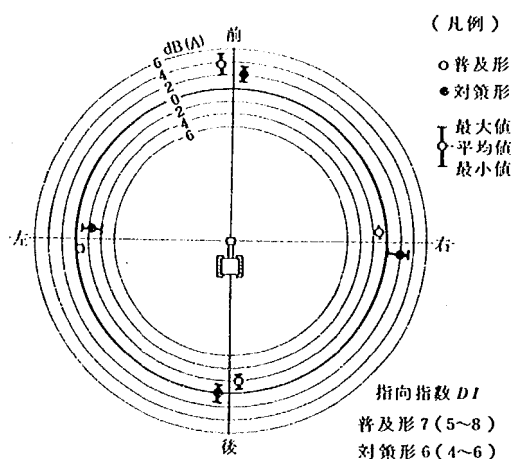


図2.101 大形ブレーカ騒音の指向性

4. 周波数特性

図2.102および図2.103は、ブレーカの作業騒音の周波数特性を、ハンドブレーカ、大形ブレーカの各々普及形、対策形について示したもので両者とも63～125Hz帯域、および2k～4kHz帯域にスペクトルのピークを有する。

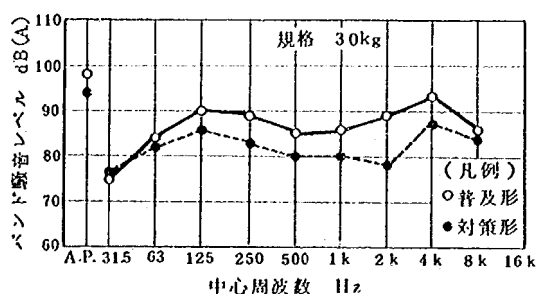


図2.102 ハンドブレーカ騒音の周波数特性

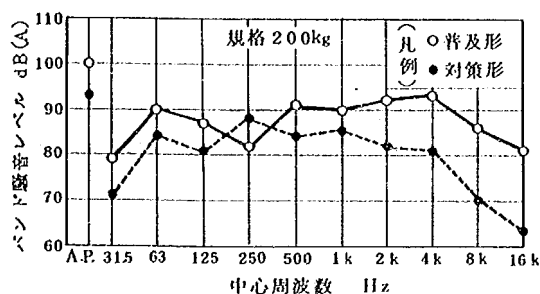


図2.103 大形ブレーカ騒音の周波数特性

ハンドブレーカの場合は、普及形、対策形ともほぼ相似のスペクトルパターンを示しているが大形ブレーカでは、高周波域になるに従って、対策効果が大きく現われている。低周波域のピークは、排気音あるいは本体のエンジン音で、高周波のピークは、ピストン打撃またはコンクリート破砕の衝撃音と思われる。

5. 運転条件と騒音レベル

図2.104 は、大形ブレーカの騒音について、補助機械および破砕作業騒音を、普及形の場合と対策形の場合について比較したものである。コンプレッサおよびベースマシンは共通であるため騒音レベルに差はなく、ブレーカ作業時において約3 dB(A)程度の対策効果が現われている。また、作業時の騒音は、他の騒音と比較して20 dB(A)以上も高い。

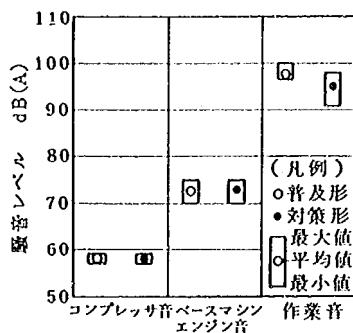


図2.104 大形ブレーカと補助機械の騒音レベル (7m地点)

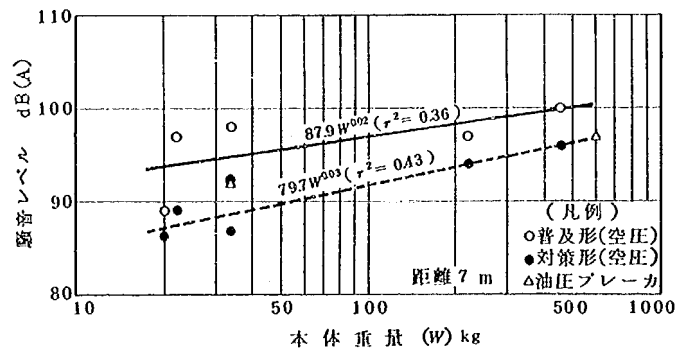


図2.105 ブレーカ本体重量と騒音レベルの関係

6. 機械の大きさと騒音レベル

図2.105 は、ブレーカの本体重量と作業騒音の関係を普及形および対策形について示したものである。騒音レベルは7m地点4方向の平均値で表している。測定値にばらつきはあるものの、総体的に本体重量が重くなる程騒音レベルが大きくなるという傾向にあり、最小自乗法で求めた回帰式を図中に示すが相関係数 r^2 は普及形で0.36、対策形で0.43とあまり高くない。

7. 騒音パワーレベル

表2.7 は、7m地点の騒音レベルから推定した騒音パワーレベルと機械の大きさとの関係を示すものである。

表2.7 ブレーカのパワーレベル (単位dB(A))

種別	ハンドブレーカ	大形ブレーカ
空圧 普及形	$87.9 W^{0.02} + 25$	
空圧 対策形	$79.7 W^{0.03} + 25$	
油圧	92	97~99

W: 本体重量 kg

8. 騒音対策と対策効果

表2.8は、本調査の対象となった騒音対策形ブレーカの主な対策内容を示すものである。図2.106は、騒音対策の効果を騒音レベルの差で示したものである。対策による騒音レベルの低減効果は、マフラの材料、構造によって異なるが、平均4～6 dB(A)程度であり、ブルドーザあるいは油圧ショベルの8～12 dB(A)と比べると小さい。これは表2.8にも示すとおり、騒音対策が排気系に限られているためであり、今後の対策が期待される。

表2.8 ブレーカ騒音防止の主な対策内容

機 種	
ハンドブレーカ	大形ブレーカ
- ブレーカの排気孔の部分を下記の材料で囲う構造である。 - 鋼製マフラ - 布マフラ - 鋼製＋布マフラ - 樹脂マフラ	- ブラケットマフラは、排気孔をブラケット側にセットする。ブラケット内にはグラスウールを詰め込み、排気は内部を通過したのち放出される。 - 全体マフラは、スイベルニッブル、ブラケット、排気孔、エキゾストバルブ、チゼル部分をポリウレタン製の特別製のカバーでつつみ込む。

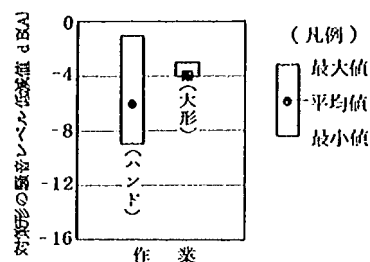


図2.106 ブレーカの騒音防止対策効果

2.7 締固め機械

1. 測定条件

1.1 運転条件

- 燃料は規定量の1/2以下で、各油量及び水量は規定量とした。
- エンジン、変速機、油圧機器などの油温、水温は通常の運転温度とした。
- ボンネットカバーは閉塞状態とした。

1.2 運転状態

a) ハイアイドル（定置状態）

無負荷で、エンジン回転数を最高回転数安定状態とした。

b) 走行

中間速度段、無負荷、フルスロットルでの走行とした。

c) 作業

工事現場における通常の作業状態を原則とした。

1.3 測定方法

表 1.2 騒音測定要領に準じた。

2. 測定データの処理方法

2.1 ハイアイドル

指示値の変動が小さい（2dB(A)以内）ので指示幅の中間位置を測定値とした。

2.2 走行・作業

作業騒音の指示値は、図 2.107 に示すように変化するのでその指示値の最大を測定値とした。

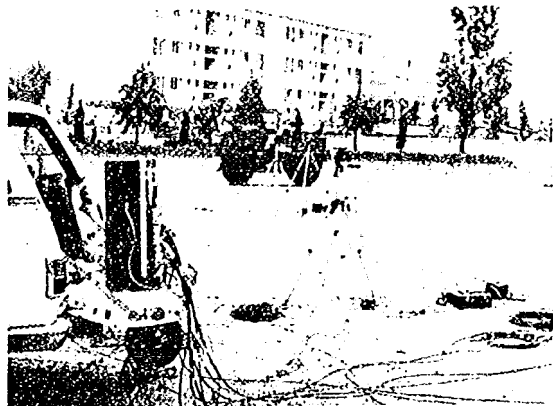


写真 2.17 振動ローラの騒音調査

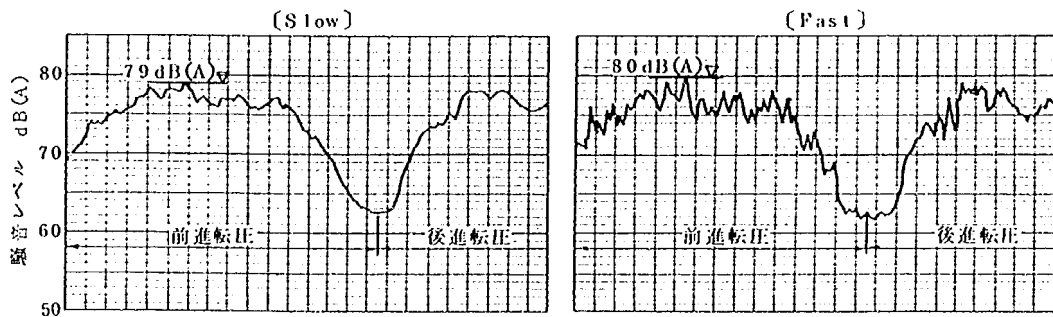


図 2.107 ロードローラの騒音波形の例
(規格 10~12t, 7m地点)

3. 騒音の距離減衰

図 2.108 ~ 図 2.112 は、締固め機械の作業騒音の距離減衰を示すものである。距離減衰の値は、すべての機械について 5 ~ 7 dB(A)/DD であり、ほぼ点音源の減衰とみなしてよい。

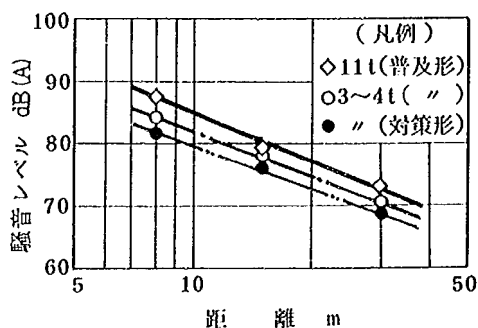


図 2.108 振動ローラ騒音の距離減衰（作業）

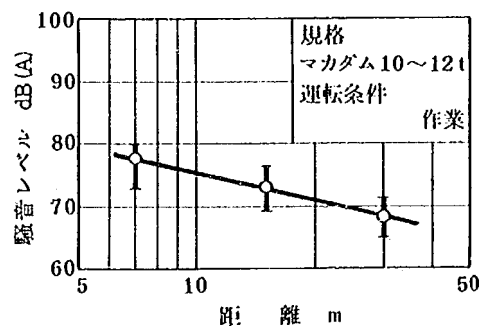


図 2.109 ロードローラ騒音の距離減衰（作業）

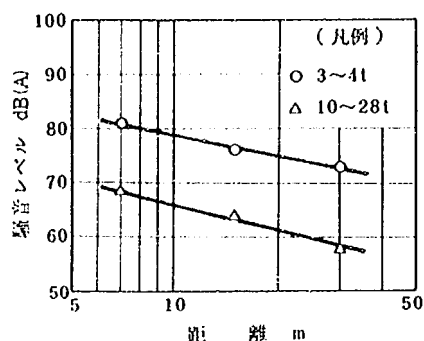


図2.110 タイヤローラ騒音の距離減衰（作業）

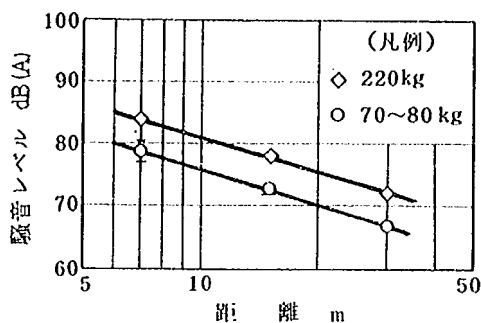


図2.111 振動コンパクタ騒音の距離減衰（作業）

3.2 音響指向性

図2.113, 図2.114 は, 締固め機械の音響指向性を示すものである。振動コンパクタおよびタンバは, エンジンをハイアイドルにすると自動的に起振機が作動し, 作業状態と同様となるので, 振動ローラ, ロードローラ, タイヤローラ類とは別図とした。

図より明らかとなおり, 各機種とも指向性についての特徴ある傾向は認められず, 指向性は小さいか, または無視できるものと考えてよい。

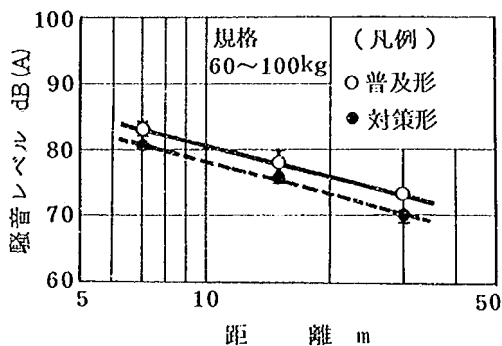


図2.112 タンバ騒音の距離減衰（作業）

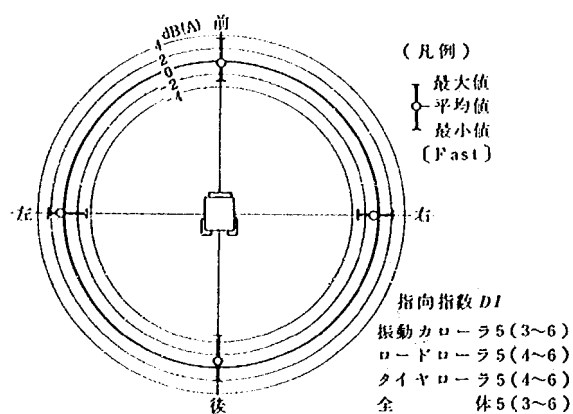


図2.113 ローラ（振動，ロード及びタイヤ）騒音の指向性（ハイアイドル）

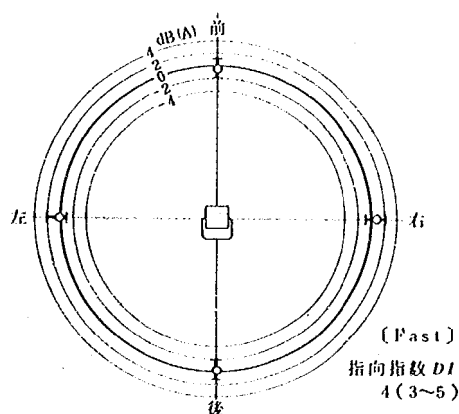


図2.114 振動コンパクタ及びタンバ騒音の指向性（作業）

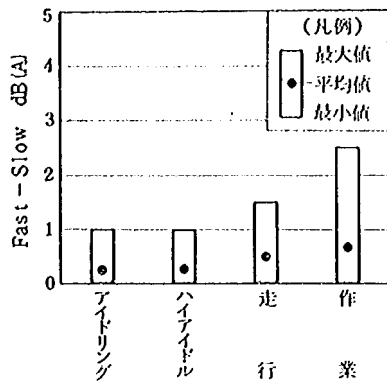


図2.115 ローラ（振動、ロード及びタイヤ）騒音の動特性の相違によるレベル差

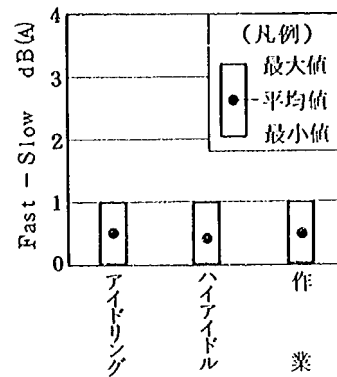


図2.116 平板締め機械騒音の動特性の相違によるレベル差

4. 動特性

図2.115及び図2.116は、締め機械の各運転条件での騒音を、騒音計の動特性Fastで測定した時のレベルと、Slowで測定した時のレベルの差を示したものである。

各々の運転条件で、レベル差は3 dB(A)を超えず、平均値ではいずれも1 dB(A)以内であるため、動特性による差は無視できると考えてよい。

5. 周波数特性

図2.117～図2.121は、締め機械の作業騒音の周波数特性を示したものである。

振動ローラ、ロードローラおよびタイヤローラの周波数スペクトルでは、ほぼ共通して、40～100 Hz帯域にディーゼルエンジンに依存するピークスペクトルが存在し、またそのスペクトルパターンは、ブルドーザあるいは油圧ショベルのそれと類似しており、これらの機械の騒音がエンジンの騒音に依存していることを示している。

振動コンパクタあるいはタンバの場合は、上記のような特徴が見られず、50～4 kHzの広い帯域にわたってスペクトルを持っている。

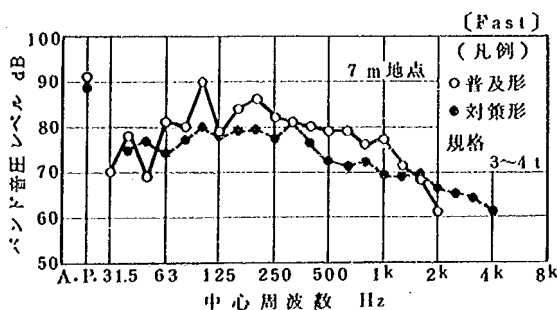


図2.117 振動ローラ騒音の周波数特性（作業）

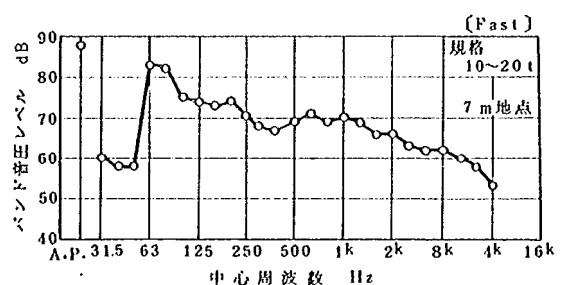


図2.118 ロードローラ騒音の周波数特性（作業）

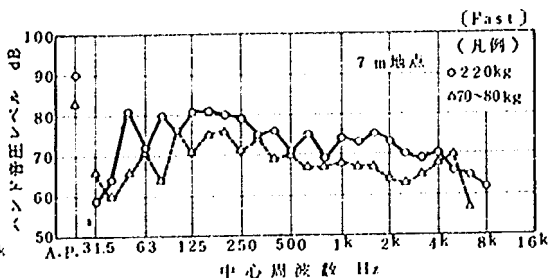
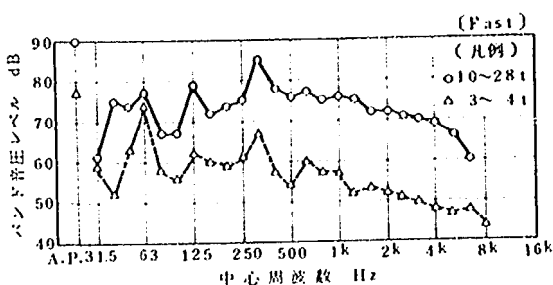


図2.119 タイヤローラ騒音の周波数特性（作業） 図2.120 振動コンパクタ騒音の周波数特性（作業）

6. 運転条件と騒音レベル

図2.122は、運転条件による7 m地点の騒音レベルを比較したものである。振動コンパクタおよびタンバの場合、エンジン回転数を上昇させると、遠心クラッチの作用によって起振機が作動し、作業状態と同じ状態となる。したがって、ここでいうハイアイドルは、クラッチが継がらない最高の回転状態を意味している。

図より明らかな通り、振動ローラなど振動を伴って作業する機械の場合、いずれも作業状態が最も高いレベルを示し、またロードローラなど作業に振動に振動を伴わない機械においては、作業状態と走行状態はほぼ同じ騒音である。

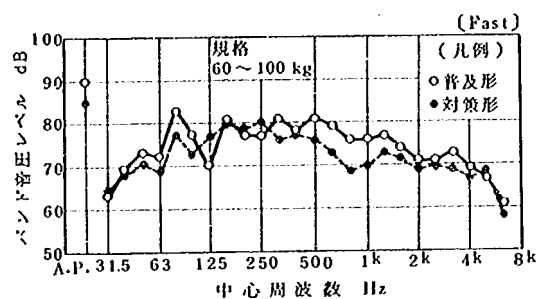


図2.121 タンバ騒音の周波数特性（作業）

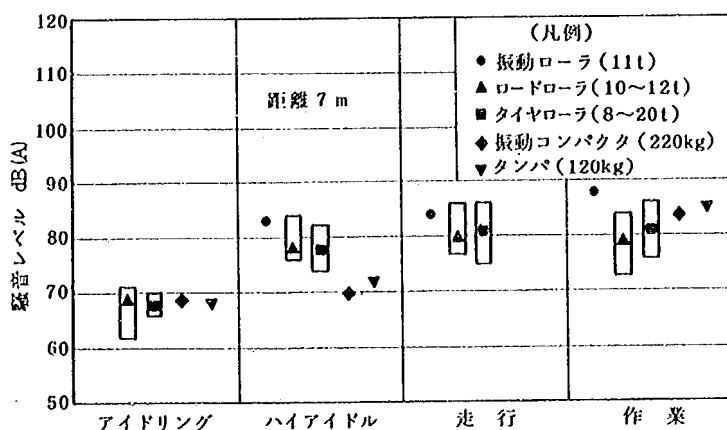


図2.122 締固め機械の運転条件と騒音レベルの関係

7. 機械の大きさと騒音レベル

図2.123及び図2.124は、締固め機械各機種の呼称重量と7m地点の作業騒音の関係を示したもので、図中に最小自乗法により求めた回帰式を示す。

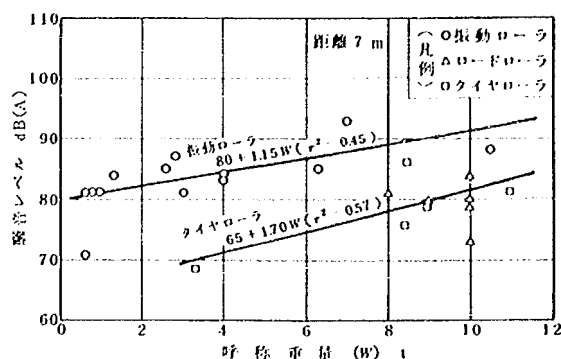


図2.123 ローラ（振動、ロード及びタイヤ）の呼称重量と騒音レベルの関係

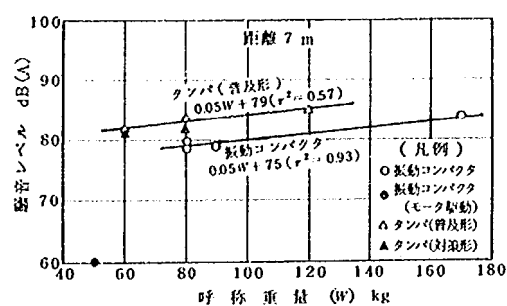


図2.124 平面締固め機械の呼称重量と騒音レベル

ローラ類の場合、重量差による騒音レベルの差は小さく、タイヤローラ、振動ローラを除いて、重量差による騒音レベルの相関は認め難く、ロードローラの場合は、調査件数の関係もあって相関が得られなかった。また平面締固め機械では、図2.124より重量が10kg増加すると0.5dB(A)だけ騒音レベルが高くなる。

8. 騒音パワーレベル

表2.9は、7m地点の測定値から求めた締固め機械の騒音パワーレベルを示すものである。呼称重量との相関を有する場合は、呼称重量をパラメータで示し、相関のない機種については範囲で示した。

図2.125は、締固め機械各機種をローラ類とコンパクタ類にグループ化し、そのパワーレベルについて7m、15m、30m地点の測定値から推定した場合の差を、7m地点の推定値を基準にして示したものである。これは7m地点の騒音レベルから推定したパワーレベルで、他の地点の騒音レベルを予測する場合に生じる誤差を示すものであり、機種によって若干異なるが、ほぼ±2dB(A)の範囲に含まれる。

表2.9 締固め機械のパワーレベル (単位dB(A))

機 械 名	パワーレベル (L_W) (作業時)
振 動 ロ ー ラ	$105 + 1.15W$
ロ ー ド ロ ー ラ	103~106
タ イ ヤ ロ ー ラ	$90 + 1.70W$
振動コンパクタ	$100 + 0.05W$
タ ン パ	$104 + 0.05W$

W: 本体重量 t または kg

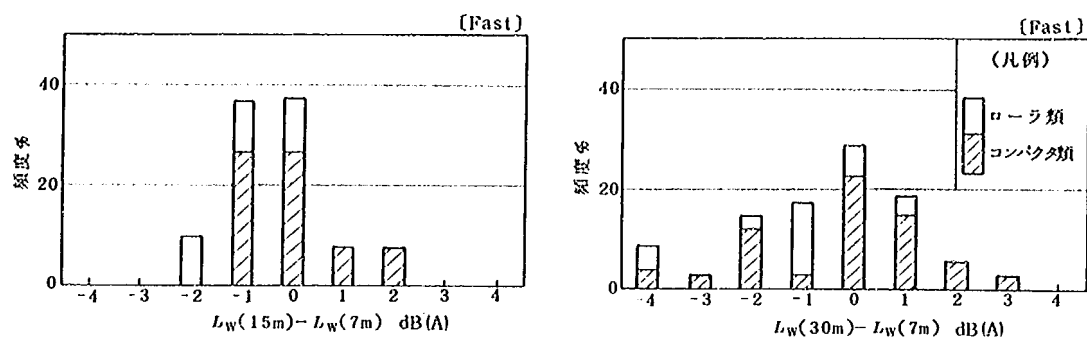


図2.125 測定距離によるパワーレベルの差

9. 騒音対策と対策効果

表2.10 は、振動ローラの騒音対策の内容を示すものである。振動ローラの場合、騒音対策を徹密に比較し得る非対策形の機種がなかったため、同クラスの機種と比較してみると、3～4thのもので約2 dB(A) の効果が認められる。

表2.10 振動ローラの主な騒音対策内容

項 目	箇 所	対 策 内 容
エ ン ジ ン 関 係	エンジンマウント	ラバーマウントで防振支持をした。
	エンジンルーム	吸音材を張付け燃焼音等を吸収すると同時にエンジンサイドには遮へい板を設けた。
	マフラ	大形特殊マフラの採用
そ の 他	起振機	偏心軸振動軸箱式からフライウエイト式に変更した。また、起振機と終減速機の軸受を全てころがり軸受けとし、オイルバス式からグリース封入式に変えた。
	その他	フレーム及びスクレーパ等の改良により共振音を少なくした。

表2.11 は、タンバの騒音対策の内容を示すものである。図2.126 は、各運転条件による対策効果を示したものであるが、サイレントマフラを取付けることによって、作業状態で約2 dB(A) の効果が現われている。

表 2.11 タンバの主な騒音対策内容

項 目	箇 所	対 策 内 容
エンジン関係	マフラ	サイレントマフラの採用
	エア クリーナ	サイクロンクリーナ（旋風形 空気清浄器）の採用

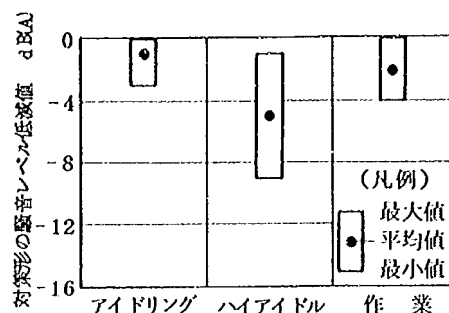


図 2.126 タンバの騒音対策効果

2.8 コンクリート取壊し機械

2.8.1 スチールボール

1. 測定条件

1.1 機械の運転条件

運転条件は、工事現場における通常の作業状態とした。

1.2 測定方法

表 1.2 騒音測定要領による。なお測定点は、スチールボール落下地点を基準にそれぞれの測定距離をとった。

2. 測定データの処理方法

スチールボールの作業騒音は、間欠的かつ衝撃的に変動するのでスチールボール落下時の極大値の平均を測定値とした。

3. 騒音の距離減衰と音響指向性

3.1 騒音の距離減衰

図 2.127 は、コンクリート構造物取り壊し作業における距離減衰を示すものである。騒音レベルは、コンクリートの硬さ、スチールボールの重量及び落下高さなどによってバラツキは大きい、距離減衰の平均値は、約 6dB(A)/DD 程度であり、点音源からの音の理論減衰値と同じである。

3.2 音響指向性

図 2.128 は、スチールボール騒音の 7 m 地点における周囲 4 方向の測定値の平均レベルとの差を示したものである。一般にスチールボールの作業騒音がコンクリート破壊音であれば指向性はあまり考えられないが、図によれば後方の指向性が 3dB(A) 程度高くなっている。これは、スチールボール作業の性格上、ブームをある程度伸ばしているため 7 m 地点の測定点がちょうどベスマシンの直前にくるため、ベスマシンのエンジン音の影響を受けているためと考えられる。

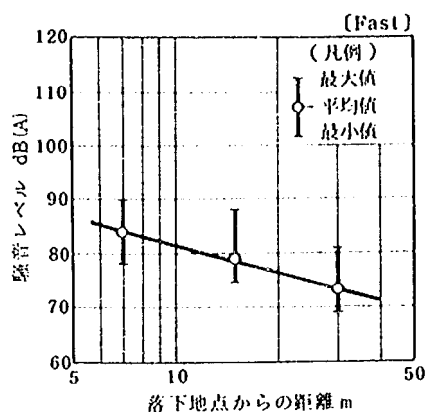


図2.127 スチールボール騒音の距離減衰

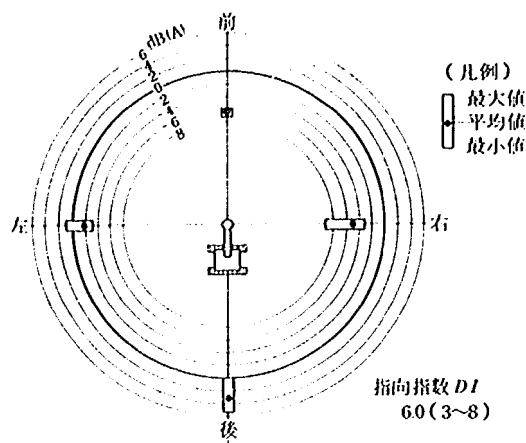


図2.128 スチールボール騒音の指向性

4. 動特性

図2.129 は、騒音計の動特性FastとSlowで測定した場合のレベル差を表わしたものである。スチールボールの作業騒音は、スチールボールの落下による衝撃音であるため、動特性の違いによるレベル差が4～5 dB(A)程度あり、7 m地点の方が15 m、30 m地点に比べてレベル差が多少小さめに表われている。

5. 周波数特性

図2.130 は、スチールボール騒音の周波数特性を示したものである。

スペクトルの周波数特性は全体として、高周波領域にいくほど漸減する傾向を示しており、31.5、63及び250Hz 付近に多少の卓越部分が見られる。ここで63Hz付近の卓越は、ベースマシンのエンジン音と推定される。

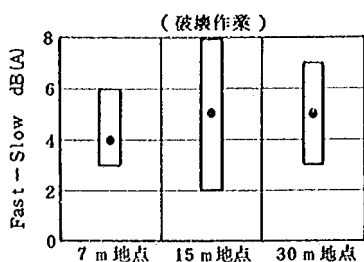


図2.129 スチールボール騒音の動特性の相違によるレベル差

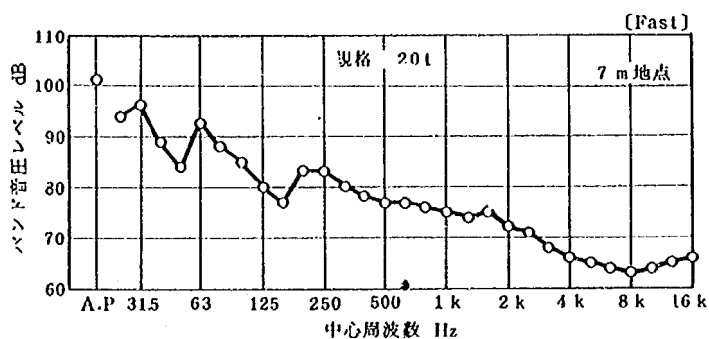


図2.130 スチールボール騒音の周波数特性

6. 機械の大きさと騒音レベル

機械の大きさと騒音レベルの関係は調査件数及び規格等の関係もあり、本調査では相関は得られず 7 m地点における騒音レベルは平均値で動特性 Fast では 84~86 dB(A), Slowでは約 81 dB(A)である。

2.8.2 油圧ジャッキ式及び油圧圧縮式機械

油圧ジャッキ式コンクリート取壊し機械は、大きな油圧ジャッキを建物のはり、床版などの間に押しつけ、ジャッキアームを拡張することにより、コンクリートを曲げ破壊させるものである。油圧圧縮式コンクリート取壊し機械は、いわゆる鋼鉄製の大きなベンチもしくはヤットコ状の刃先でコンクリートを圧縮破壊するもので、鉄筋を同時に切断できるものもある。



写真 2.18 油圧ジャッキ式コンクリート取壊し機械



写真 2.19 油圧圧縮式コンクリート取壊し機械

1. 測定条件

1.1 機械の運転条件

運転条件は、工事現場における通常の作業状態とした。

1.2 測定方法

表 1.2 騒音測定要領による。なお、測定点はコンクリート取壊し箇所を基準にしてそれぞれの測定距離をとった。

2. 測定データの処理方法

図 2.131 及び図 2.132 は、それぞれ油圧ジャッキ式及び油圧圧縮式コンクリート取壊し騒音の騒音波形を示す。波形は図に示すような間欠的な変動波形であるがその極大値に大きな差は見られないため、卓越した極大値の平均を測定値とした。

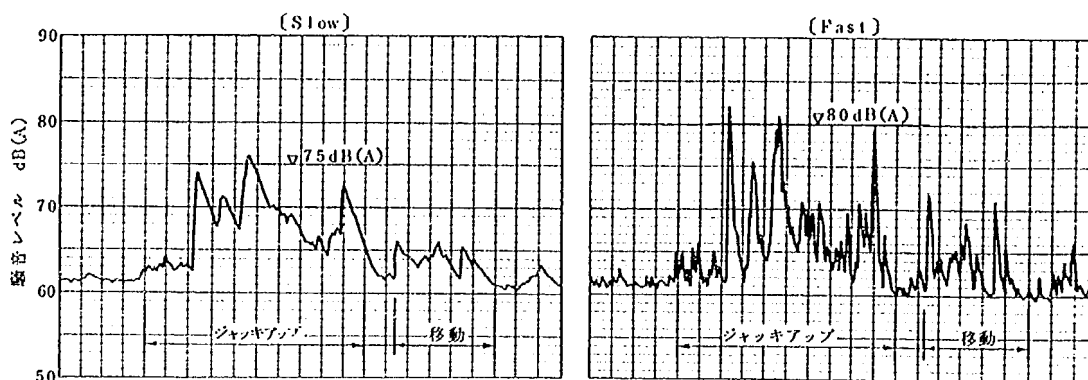


図2.131 油圧ジャッキ式コンクリート取壊し騒音の波形例（破壊力160t, 7m地点）

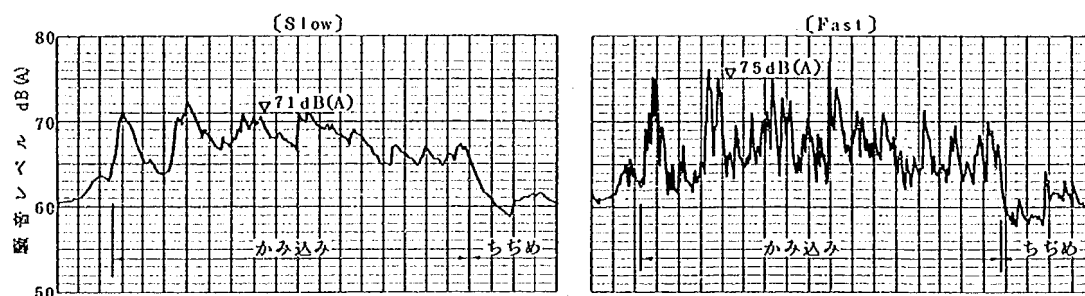


図2.132 油圧圧縮式コンクリート取壊し騒音の波形例（破壊力150t, 7m地点）

3. 騒音の距離減衰と音響指向性

3.1 距離減衰

図2.133 は、油圧ジャッキ式及び油圧圧縮式コンクリート取壊し騒音の距離減衰を示す。コンクリートの破壊状態で騒音レベルは異なるためバラツキはみられるが、平均値では5～6 dB(A)/DDの距離減衰があらわれており、点音源からの音の理論減衰と同じとみなしてよい。

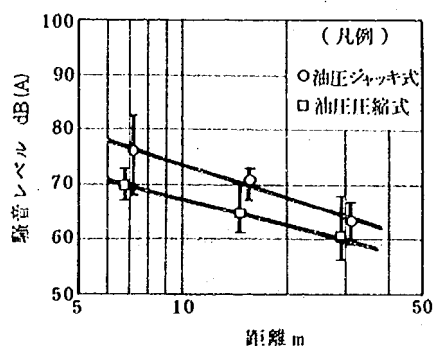


図2.133 コンクリート取壊し騒音の距離減衰(1)

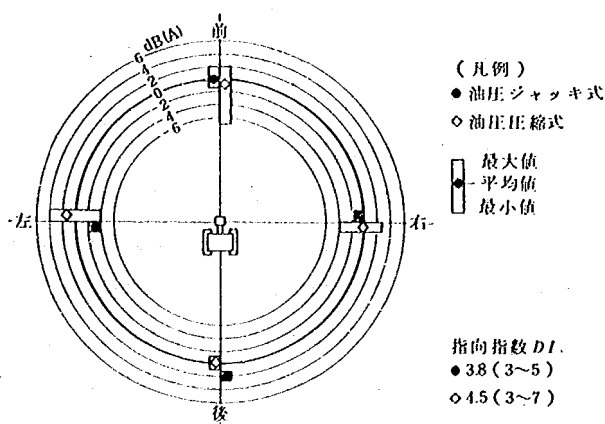


図2.134 コンクリート取壊し騒音の指向性(1)

3.2 音響指向性

図2.134 は、油圧ジャッキ式及び油圧圧縮式コンクリート取壊し騒音の指向性を示したもので、図より指向性はあまり大きくなく最大でも2 dB(A)である。

4. 動特性

図2.135 は、コンクリート取壊し騒音を騒音計の動特性FastとSlowで測定した場合のレベル差を表わしたものである。油圧ジャッキ式及び油圧圧縮式コンクリート取壊し騒音のピーク値は、主にコンクリートの落下音や鉄筋の切断音など衝撃的な性格の音であるため、動特性の違いにより平均して2～3 dB(A)程度のレベル差が生じている。

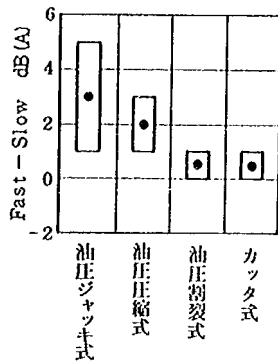


図2.135 動特性の相違による騒音レベルの差

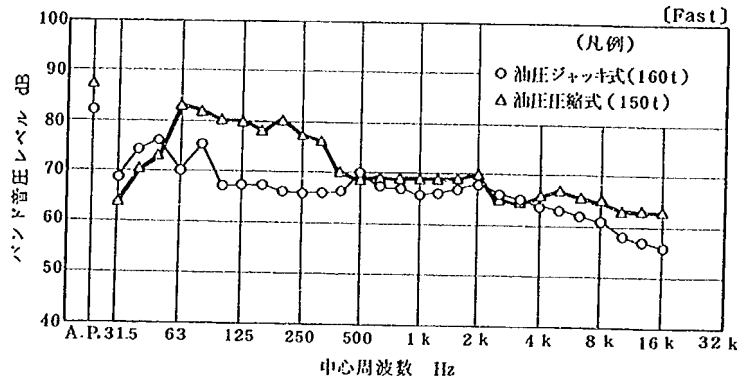


図2.136 コンクリート取壊し騒音の周波数特性(1)

5. 周波数特性

図2.136 は、油圧ジャッキ式及び油圧圧縮式コンクリート取壊し騒音の周波数特性を示したものである。両者とも高周波領域まで伸びたスペクトルがみられるが、卓越周波数が油圧ジャッキ式では40～80Hzの帯域に広くみられる。ここで80Hz前後のものは本体のディーゼルエンジンに依存するピークスペクトルと考えられる。

6. 機械の大きさと騒音レベル

図2.137 は、油圧ジャッキ式及び油圧圧縮式コンクリート取壊し機械の破壊力と7 m地点における騒音レベルの関係を示したものである。両者の相関関係を求めたところ相関係数 r^2 は油圧ジャッキ式が0.01、油圧圧縮式は0.21となり、高い相関関係は得られなかった。従って、7 m地点における騒音レベルは、同じ機械の騒音レベルを平均すると、機械の大きさには関係なく、油圧ジャッキ式は、76～77 dB(A)で、油圧圧縮式は、67～73 dB(A)の範囲とみなせる。

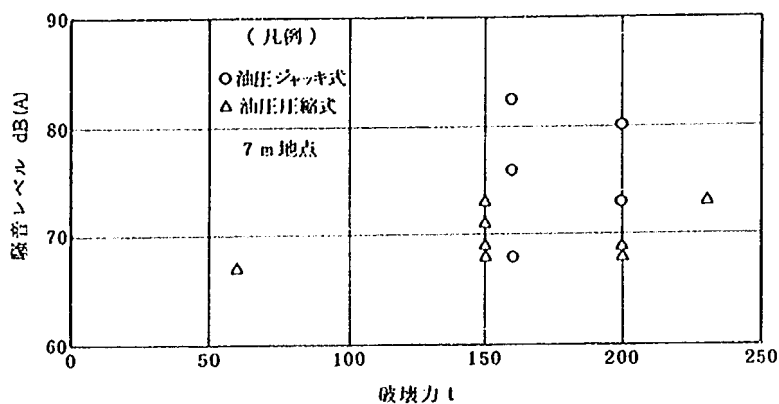


図2.137 コンクリート取壊し機械の破壊力と騒音レベル

2.8.3 油圧割裂式及びカッタ式機械

油圧割裂式コンクリート取壊し機械は、あらかじめせん孔機等により、せん孔した穴に拡張ロッドを挿入し、油圧によりそのロッドを拡張することでコンクリートに亀裂破壊を起こさせるものである。カッタ式コンクリート取壊し機械は、機械のアームに取り付けたコンクリートカッタにより、コンクリート壁、床版などを切断するものである。

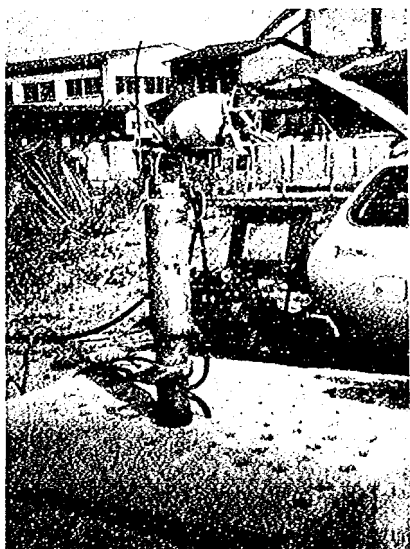


写真2.20 油圧割裂式コンクリート取壊し機械

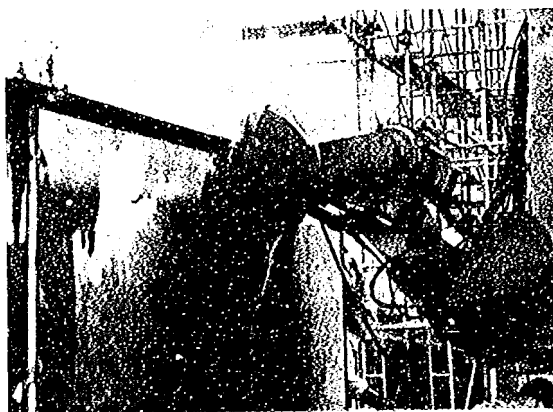


写真2.21 カッタ式コンクリート取壊し機械

1. 測定条件

1.1 機械の運転条件

運転条件は、工事現場における通常のコンクリート取壊し作業状態とした。

1.2 測定方法

表 1.2 騒音測定要領に準じた。なお測定点は、コンクリート取壊し箇所を基準にしてそれぞれの測定距離をとった。

2. データの処理方法

図 2.138 は、油圧割裂式コンクリート取壊し作業の騒音波形を示すものである。騒音波形は図のように変動の少ない (2dB(A) 以内) 定常騒音であるため、変動幅の中間位置を測定値とした。カタ式コンクリート取壊し作業についても油圧割裂式と同様の騒音波形であるため、同様の方法で測定値を得た。

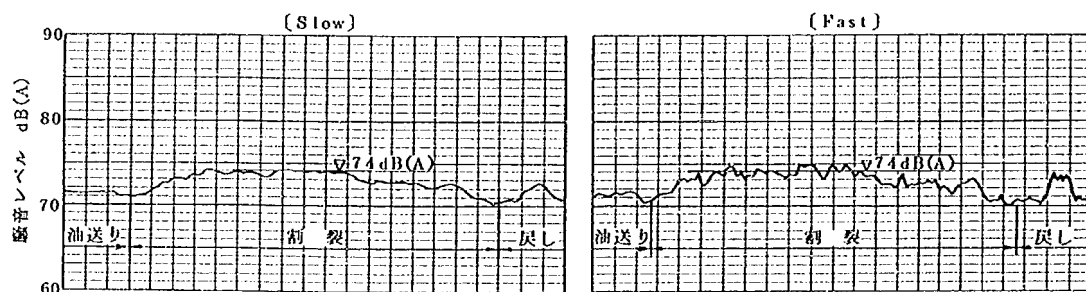


図 2.138 油圧割裂式コンクリート取壊し騒音の波形例
(破壊力 320 t, 7 m 地点)

3. 騒音の距離減衰と音響指向性

3.1 距離減衰

図 2.139 は、油圧割裂式及びカタ式コンクリート取壊し騒音の距離減衰を示すものである。距離減衰値は図より、両者とも $6\sim 7\text{dB(A)}/\text{DD}$ 程度であり、点音源からの理論距離減衰にほぼ一致しているため、これらの騒音は点音源とみなしてよい。

3.2 音響指向性

図 2.140 は、油圧割裂式及びカタ式コンクリート取壊し騒音の指向性を示すものである。前方の指向性が小さいのは、作業内容及び補助機械の配置により指向性は異なり、例えば、カタ式で垂直壁切断の場合、前方はこの壁の陰になり騒音レベルが小さい。油圧割裂式の場合は、その騒音の主成分が油圧ユニットであったことを考えると後方におかれた油圧ユニット騒音が作業員の陰となったものと推定される。これらを考えると、両者共大きな指向性はみられず、むしろベースマシンまたは補助機械の騒音により指向性は、左右される。

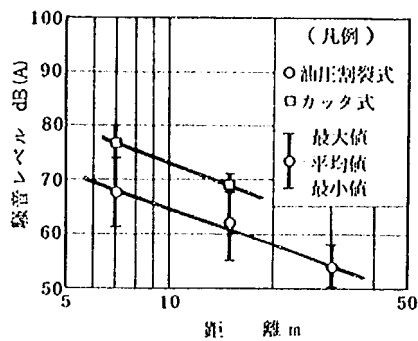


図2.139 コンクリート取壊し騒音の距離減衰(2)

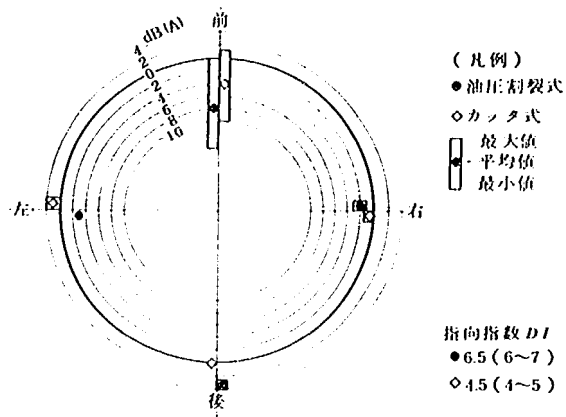


図2.140 コンクリート取壊し騒音の指向性(2)

4. 動特性

油圧割裂式及びカッタ式コンクリート取壊し騒音は定常音であるため、図2.135 に示すよう騒音計の動特性FastとSlowで計測したレベル差は最大でも1dB(A)以内であり、両者の相違はないものと考えてよい。

5. 周波数特性

図2.141 は、油圧割裂式及びカッタ式コンクリート取壊し騒音の周波数特性を示すものである。油圧割裂式では低周波領域の50, 125, 250Hz付近が卓越しており、2 kHz 以上高周波領域の音圧レベルは非常に低いのにに対し、カッタ式では、やや63Hz付近が卓越しているが、3.15~8kHzまで高いスペクトルを示している。この理由は、油圧割裂式の騒音は主に油圧ユニットから発生する音が主なのに対し、カッタ式では、本体エンジン音及びコンクリート切断音であるためと考えられる。

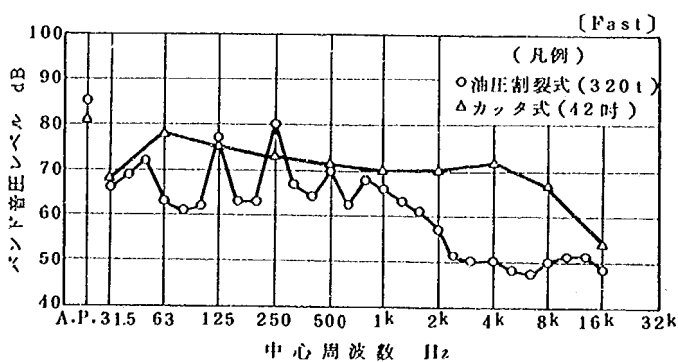


図2.141 コンクリート取壊し騒音の周波数特性(2)

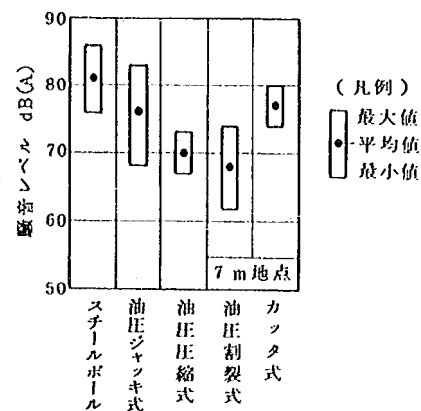


図2.142 コンクリート取壊し方法と騒音レベル

2.8.4 コンクリート取壊し方法と騒音レベル

図2.142 は、各種のコンクリート取壊し方法とその騒音レベルの関係を示したものである。在来工法のスチールボールに対し、いわゆる対策工法である油圧ジャッキ式、油圧圧縮式、油圧割裂式、カット式の4工法は7m地点における騒音の平均値が80dB(A)未満であり、特に油圧圧縮式及び油圧割裂式は70dB(A)以下で対策の効果は、十分認められる。

2.8.5 特記事項

1. 測定地点

本調査では、騒音の地点を、コンクリートの破壊地点を基準にして、それぞれ測定距離をとって計測した。この場合、破壊以外の騒音、すなわちベースマシンのエンジン音及び補助機械から発生する騒音に関しては、測定点がかかり偏ることとなり、正しく騒音レベルを把握しているとはいえない。

したがって、今後は、基礎工事用機械の対策工法と同様、ベースマシン、補助機械の全体を発音源とみなした測定方法等の改善策を検討する必要がある。

2. 作業工程と測定レベル

本調査の対象機械で、油圧割裂式コンクリート取壊し機械は、他の機械と異なり、一連の作業のなかで異なる工程が存在する。すなわち、破壊工程の前に、コンクリートに拡張ロッドを挿入するためせん孔機によるせん孔作業を行なわなければならない。本調査では拡張ロッドによるコンクリート破壊時の騒音を騒音レベルとしたが、実際は、せん孔時の騒音の方が大きく、また、その時間も無視できるほど短くないため、今後、各工程が組合わせて作業する工法については、工程全体の騒音レベルを把握するための測定方法を検討する必要がある。

2.9 舗装機械（アスファルトフィニッシャー）

1. 測定条件

1.1 機械の運転条件

- a) 燃料は規定量の1/2以下で、各油量および水量は規定量とした。
- b) エンジン、変速機、油圧機器などの油温、水量は通常の運転温度とした。

1.2 運転状態

- a) ハイアイドル（定置状態）

無負荷で、エンジン回転数を最高回転数安定状態とした。

- b) 走行

中間速度段、無負荷、フルスロットルでの走行とした。

- c) 作業

工事現場におけるフルスロットルでの通常の作業とした。

1.3 測定方法

表 1.2 騒音測定要領に準じた。

2. 測定データの処理方法

2.1 ハイアイドル

指示値の変動が小さい(2dB(A)以内)ので、指示振れ幅の中間位置を測定値とした。

2.2 作業・走行

アスファルトフィニッシャの作業騒音の変動波形は図 2.143 に示すように変化するので、その指示値の最大を測定値とした。

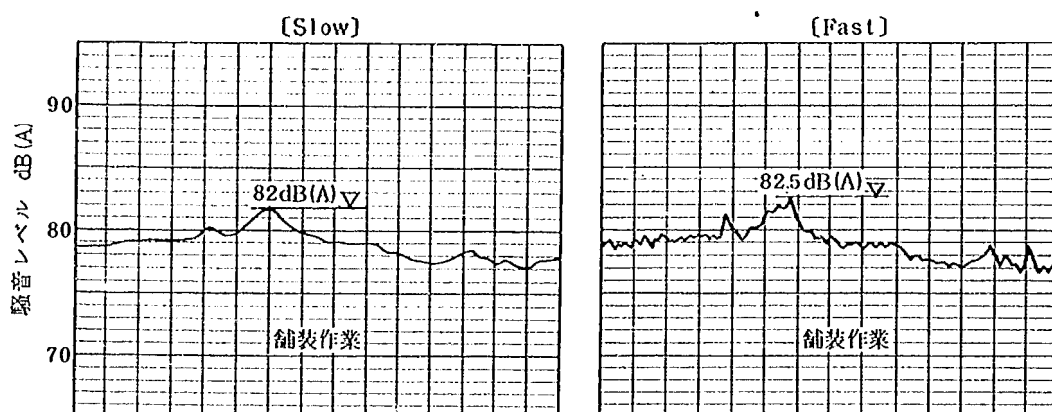


図 2.143 アスファルトフィニッシャの騒音波形の例
(規格 24~50 m, 7 m地点)

3. 騒音の距離減衰と音響指向性

3.1 距離減衰

図 2.144 は、アスファルトフィニッシャの作業騒音の距離減衰を示す。距離減衰値は、5~6 dB(A)/DD 程度であり、点音源からの音の理論減衰とはほぼ一致している。

3.2 音響指向性

図 2.145 は、アスファルトフィニッシャのハイアイドル騒音の指向性を示すものである。周囲 4 測定の測定値を比較すると機械の左右方向に比べて、前後方向のレベルが多少低い傾向を示しており、特に前方のレベルが低い。これは、測定対象としたアスファルトフィニッシャの前後方向には各作業装置が位置してエンジン音の伝播を遮断しているためと思われる。

4. 動特性

図 2.146 は、騒音計の動特性 Fast と Slow で測定したレベル差を示したものである。図 2.143 にも見られる通り、アスファルトフィニッシャの騒音は、ほぼ定常騒音であるため、動特性による指示値の差は、1 dB(A)以下とほとんどない。

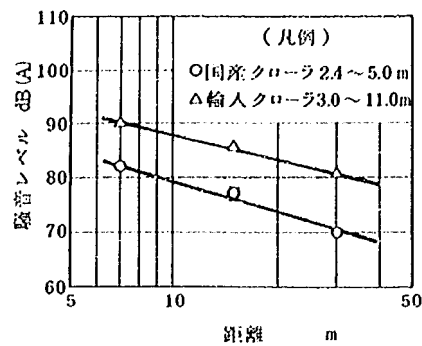


図 2.144 アスファルトフィニッシャ騒音の距離減衰（作業）

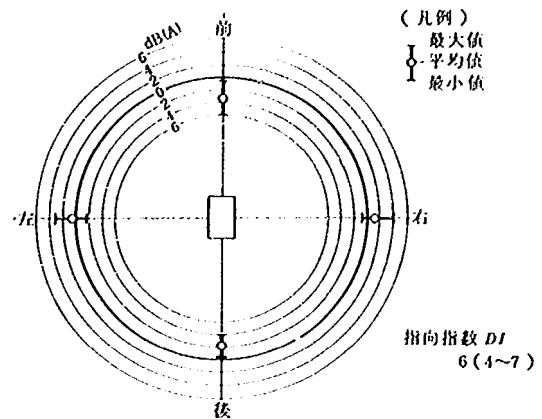


図 2.145 アスファルトフィニッシャ騒音の指向性（ハイアイドル）

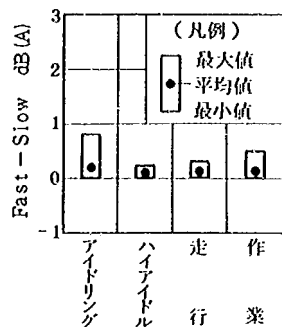


図 2.146 アスファルトフィニッシャ騒音の動特性の相違によるレベル差

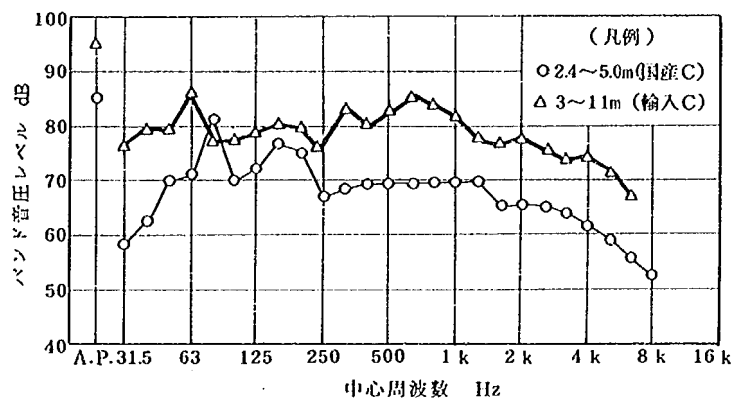


図 2.147 アスファルトフィニッシャ騒音の周波数特性（作業）

5. 周波数特性

図 2.147 は、アスファルトフィニッシャの作業騒音の周波数特性を示すものである。スペクトルのパターンは規格によって若干異なるが、いずれも、エンジの回転数に依存する 63~80 Hz 帯域にピークがあり、また 500~1,000 Hz 帯域前後にもピークがみられる。このスペクトルパターンは、ブルドーザあるいは油圧ショベルの定置騒音のそれとよく似ており、アスファルトフィニッシャの騒音もエンジン音の影響が大きいことがわかる。

6. 運転条件と騒音レベル

図 2.148 は、各運転条件における 7 m 地点の騒音レベルを比較したものである。図より作業騒音が最も高く、次いで走行、ハイアイドルの順となっている。作業騒音が高いのは、アスファルトの敷き均し、一次締固め等の各作業装置から発生する騒音が付加されるためである。また、走行とハイアイ

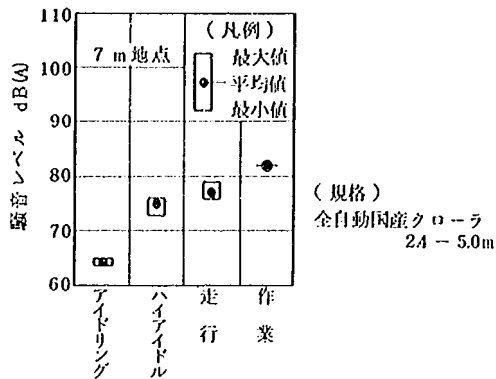


図 2. 148 アスファルトフィニッシャの
運転条件と騒音レベル

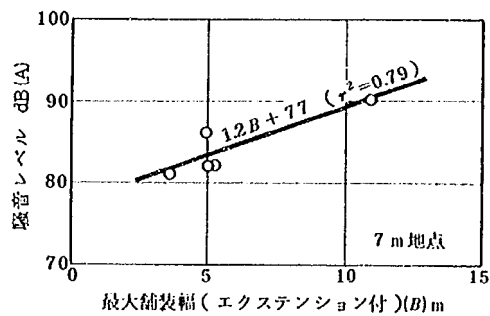


図 2. 149 最大舗装幅と騒音レベル(作業)

ドルのレベル差がそれほどないのは、走行速度が遅く、走行装置から発生する騒音が、あまり高くないためと思われる。

7. 機械の大きさと騒音レベル

図 2. 149 は、アスファルトフィニッシャの舗装幅と 7 m 地点における作業騒音の関係を示すものである。両者の間には、正の相関関係があり、両者の関係は、図中の関係式によって示される。

8. 騒音パワーレベル

アスファルトフィニッシャ騒音のパワーレベルは、舗装幅 B との関係において

$$PWL = 102 + 1.2 B \quad \text{dB(A)}$$

但し B : 最大舗装幅 m

で示される。

一方、図 2. 150 は、15 m または 30 m 地点の測定値から推定したパワーレベルと、7 m 地点から推定したパワーレベルの差の分布を示すものであるが、分布は、+2, -3 dB(A) の範囲内にほとんどが含まれており、平均レベルは

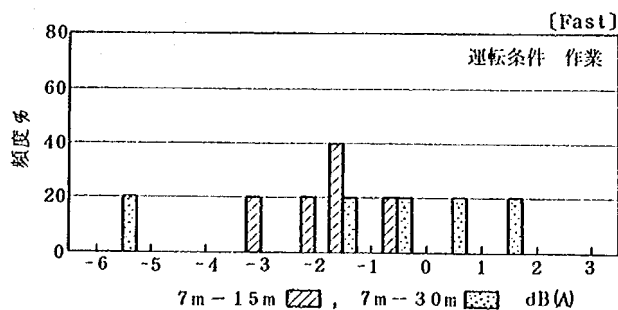


図 2. 150 アスファルトフィニッシャの測定距離によるパワーレベルの差

$$L_p = 94 + 1.2 B - 20 \log D$$

によって示され、任意の距離 D における騒音の予測誤差は、 $\pm 3 \text{ dB(A)}$ 以内である。

2.10 道路維持用機械

2.10.1 舗装版破砕機

1. 測定条件

1.1 機械の運転条件

運転条件は、工事現場における通常の舗装版破砕作業状態とした。

1.2 測定方法

表 1.2 騒音測定要領に準じた。

2. 測定データの処理方法

舗装版破砕作業騒音の波形は、間欠的に発生する衝撃的な波形で、その最大値がほぼ一定な値であるので、これらの極大値の平均を測定値とした。

3. 騒音の距離減衰

図 2.151 は、舗装版破砕騒音の距離減衰を示すものである。距離減衰の値は、約 $5 \text{ dB(A)}/\text{DD}$ 程度であり、舗装版破砕騒音は、点音源からの理論減衰にほぼ等しい。

4. 動特性

図 2.152 は、舗装版破砕騒音を騒音計の動特性 Fast と Slow で測定した時のレベル差を示す。図の通り、 $2 \sim 4 \text{ dB(A)}$ のレベル差が現われているが、ディーゼルバイルハンマ等と比較するとその差は小さく、衝撃性はあまり大きくない。

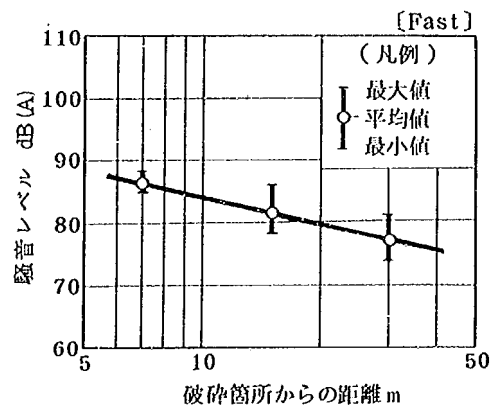


図 2.151 舗装版破砕騒音の距離減衰

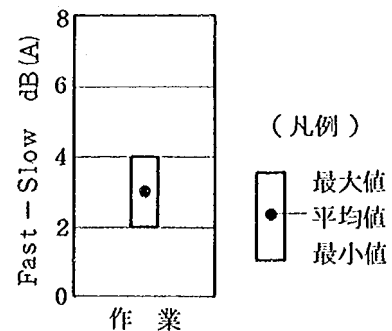


図 2.152 舗装版破砕騒音の動特性の相違によるレベル差

5. 周波数特性

図 2.153 は、舗装版破砕騒音の周波数特性を示す。周波数数スペクトルパターンは、1 kHz 付近までは、ほぼ等しいレベルで、それから高周波領域につれてレベルは漸減している。また、50, 125, 400 Hz 付近にわずかではあるが卓越スペクトルが見られる。50 Hz 付近のスペクトルは、本体のディーゼルエンジン、その他はコンクリート舗装への打撃音のスペクトルと考えられる。

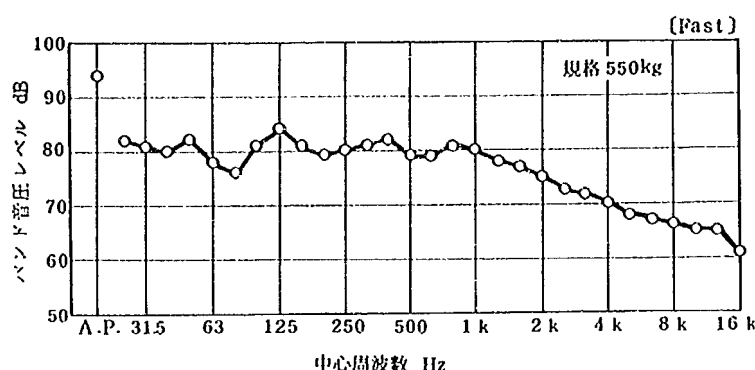


図 2.153 舗装版破砕機騒音の周波数特性

2.10.2 路面切削機・路面整正機

1. 測定条件

1.1 運転条件

- 燃料は規定量の 1/2 以下、各油量および水量は規定量とした。
- エンジン、変速機、油圧機器などの油温、水温は通常の運転温度とした。
- ボンネットカバーは閉塞状態とした。

1.2 運転状態

- ハイアイドル（定置状態）

無負荷で、エンジン回転数を最高回転数安定状態とした。

- 走行

中間速度段、無負荷、フルスロットルでの走行とした。

- 作業

工事現場における一般的な作業状態を原則とした。

1.3 測定方法

表 1.2 騒音測定要領に準じた。

2. 測定データの処理方法

図 2.154 は、路面切削機の作業騒音を示すものであるが、指示値の変動が小さい（2dB(A)以内）ので、指示振幅幅の中間位置を測定値とした。また、ハイアイドル、作業についてもこの傾向は同様であったので、同一の処理方法にて整理した。

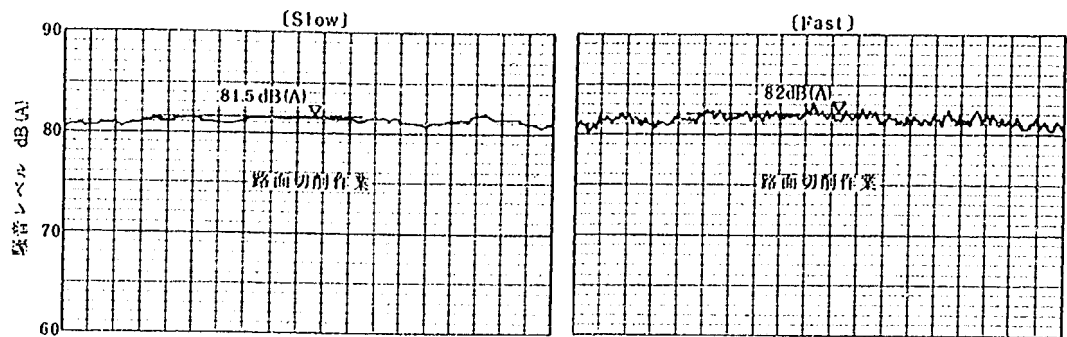


図 2.154 路面整正機の騒音波形の例
(ボイール式 1.3 m, 7 m の地点)

3. 騒音の距離減衰と音響指向性

3.1 距離減衰

図 2.155 は、路面整正機（切削機を含む）の作業騒音の距離減衰を示す。距離減衰の値は、約 6 dB(A)/DD であり、点音源からの幾何学的理論減衰に同じである。

3.2 音響指向性

図 2.156 は、路面整正機の音響指向性を示す。

路面整正機には、ヒータブレーナ式とカットによる切削方式とがあり、構造面では、ホイール式がグレーダ形、クローラ式がアスファルトフィニッシャー形となっている。

指向性のうち、前方向がやや低いレベルを示しているのは、エンジンを後部に有するグレーダ形の影響によるもので、他の方向については特筆すべき傾向は見られない。

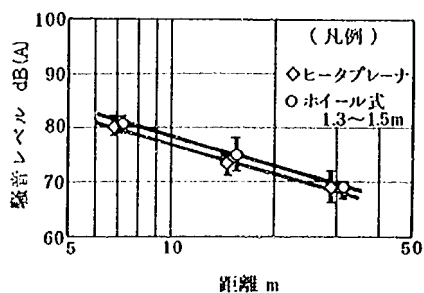


図 2.155 路面整正機騒音の距離減衰（作業）

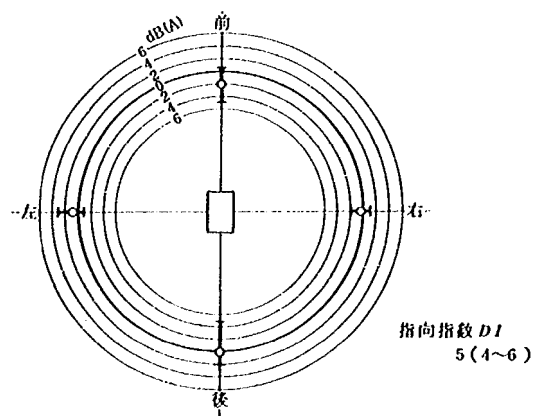


図 2.156 路面整正機騒音の指向性
(ハイアイドル)

4. 動特性

図2.157は、路面整正機の騒音を、騒音計の動特性FastとSlowで測定した時のレベル差を各運転条件について示したものである。

走行の足廻り音、あるいは切削騒音は、やや衝撃的な音が混入するため、走行及び作業は、定置状態と比較して、レベル差が多少大きくなる傾向を示す。しかし、図2.154に見られる通り、定常騒音としての性格が強く、その変化は小さく平均で1dB(A)以内である。

5. 周波数特性

図2.158は、路面切削機の作業騒音の周波数特性を示す。周波数スペクトルパターンは各機種とも類似しており、また、ブルドーザおよびショベルのそれともほぼ同じである。これは、路面切削機の騒音が主にディーゼルエンジン音に依ることを示しており、125Hz～200Hz及び1kHz付近の帯域にややピークが見られるのは、切削音の影響と思われる。

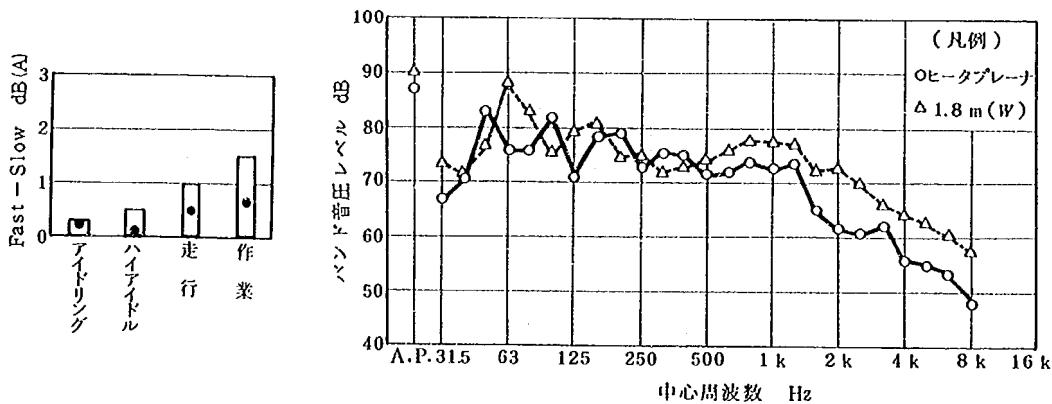


図2.157 路面整正機騒音の動特性によるレベル差

図2.158 路面整正機騒音の周波数特性

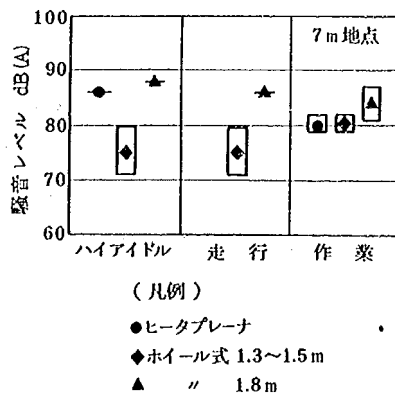


図2.159 路面整正機の運転条件と騒音レベル

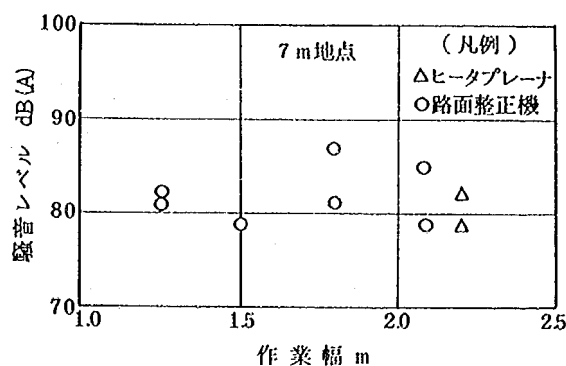


図2.160 路面整正機の作業幅と騒音レベル

6. 運転条件と騒音レベル

図2.159は、路面整正機の各運転条件における7m地点の騒音レベルを比較したものである。作業騒音は、各機種とも、ほぼ同じレベルを示すが、ハイアイドル、走行状態では、機械によってかなり違ったレベルを示す。

7. 機械の大きさと騒音レベル

図2.160は、路面整正機の切削幅と作業時における7m地点の騒音レベルの関係を示すものである。図のとおり騒音レベルは、作業幅との相関関係が見られず($r^2=0.05$)、79～84dB(A)であり、平均値は82dB(A)である。

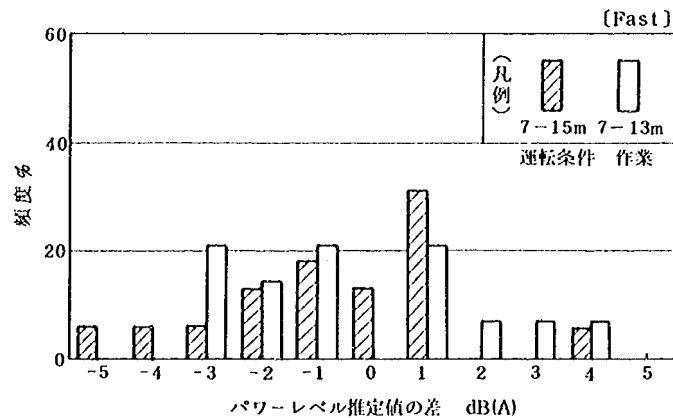


図2.161 路面整正機の測定距離によるパワーレベルの差

8. 騒音パワーレベル

7m地点の測定値から、点音源騒音の理論減衰によってパワーレベルを推定すると、104～109dB(A)となる。図2.161は、15mおよび30m地点の測定値から推定したパワーレベルと、7m地点からの推定値の差を示すものである。分布は、主に±4dB(A)の範囲に分布している。

9. 特記事項

本調査で測定したヒータブレーナ以外の路面整正機は、表2.12に示す騒音対策がなされているが、調査結果からみれば、対策効果は十分現われているとはいえず、作業時の騒音レベル、周波数特性などを見てもその特徴は顕著でない。ただし、ハイアイドル、走行についてみると機械によっては一部効果が現われているものも見られるが、いずれにしても作業騒音の低減には今だ不十分な状態で、今後の騒音対策に対する努力が望まれる。

表 2.12 路面整正機の主な騒音対策内容

項目	箇 所	対 策 内 容
エンジン関係	エンジンルーム	○ボンネット及びカバーは吸音材を内張りした鋼板で、下面を除き密閉型とした。 ○エンジンルーム後部の遮へい板に吸音材を内張りした。 ○エンジン及びオイルクーラの排風ダクト（吸音材を内張りしたもの）を取付けた。
	マ フ ラ	○容量及び消音効果の大きいものに変更し、ボンネットには防振ゴムを介して取付けた。（共振の防止）
その他	切削装置	○アップカットドラムカッタ及び二重ヘリカル配列を採用し、切削時の共振音を低減させた。

2.10.3 コンクリートカッタ

1. 測定条件

2.10.2 路面切削機・路面整正機に同じ。

2. 測定データの処理方法

図 2.162 は、コンクリートカッタの作業騒音波形を示すものであるが、指示値は、変動が小さい（2dB(A)以内）ので、指示振幅幅の中心位置を測定値とした。

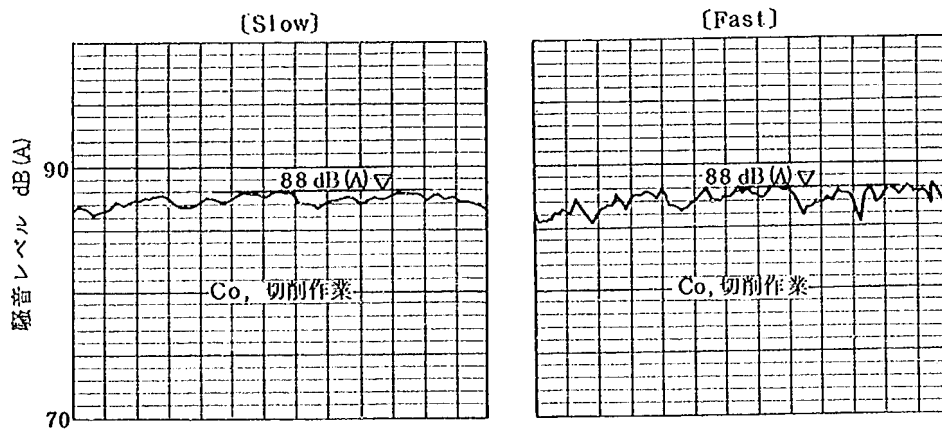


図 2.162 コンクリートカッタ騒音のレベル波形例
（規格 自定式 80 cm, 7 m 地点）

3. 騒音の距離減衰と音響指向性

3.1 騒音の距離減衰

図 2.163 は、コンクリートカッタの作業騒音の距離減衰を示すものである。距離減衰の値は、約 6 dB(A)/DDで、点音源からの幾何学的理論減衰にほぼ等しい。

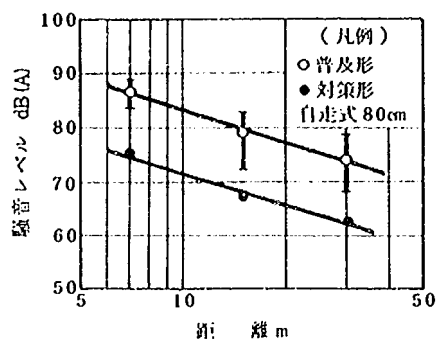


図 2.163 コンクリートカッタ騒音の距離減衰

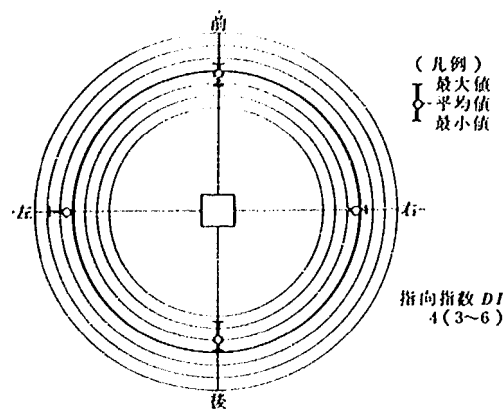


図 2.164 コンクリートカッタ騒音の指向性

3.2 音響指向性

図 2.164 は、コンクリートカッタの作業騒音の指向性を示すものである。やや後方向のレベルが低い、平均値で比較する限り、その差は 1～2 dB(A) であり指向性は小さいものと思われる。

4. 動特性

図 2.165 は、コンクリートカッタの騒音を騒音計の動特性 Fast と Slow で測定したレベルの差を示すものである。コンクリートカッタの騒音は、定常騒音でありしたがって、Fast の測定値と Slow の測定値の差は 1 dB(A) 以下と小さい。

5. 周波数特性

図 2.166 は、コンクリートカッタの作業騒音の周波数特性を示すものである。周波数スペクトルは、普及形では、4 kHz 帯域を中心とした高い周波数帯域にピークを有し、金属音として特徴づけられる。対策形では、この高周波領域の騒音が防音カバーによって遮音されているのが分る。

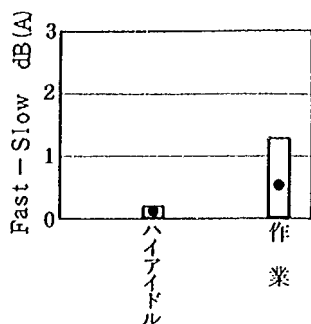


図 2.165 コンクリートカッタ騒音の動特性によるレベル差

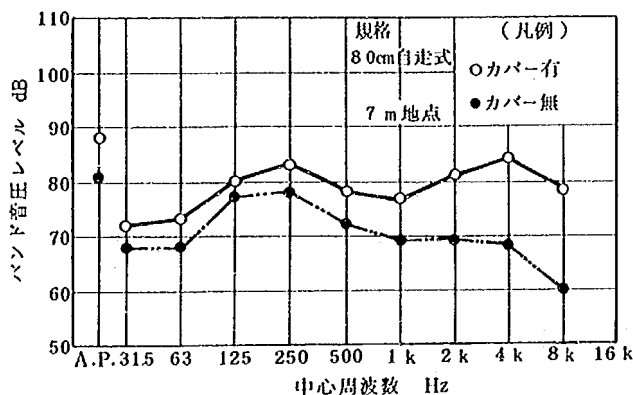


図 2.166 コンクリートカッタ騒音の周波数特性

6. 運転条件と騒音レベル

図2.167は、コンクリートカッタの各運転条件による7m地点の騒音レベルを比較したものである。ハイアイドルでは、機械の大きさによる騒音レベルに差がみられるが作業騒音レベルではあまり差はない。作業騒音とハイアイドル騒音では、差の大きいもので約10dB(A)作業の方が高く、上述のことと考え合わせるとコンクリートカッタ騒音は、切削音が主であるといえる。

7. 機械の大きさと騒音レベル

図2.168は、コンクリートカッタの規格（カッタ直径）と、7m地点の騒音レベルの関係を示す。図より、コンクリートカッタ騒音は、カッタの直径並びに被切削材料及び切削深さにはあまり関係せず、ほぼ85～91dB(A)に分布しており、機械の大きさとの相関はみられない。

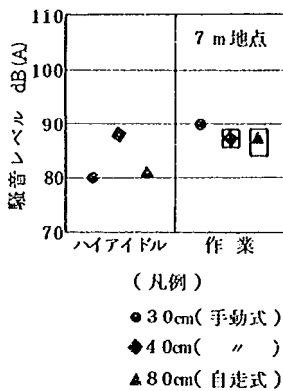


図2.167 コンクリートカッタの運転条件と騒音レベル

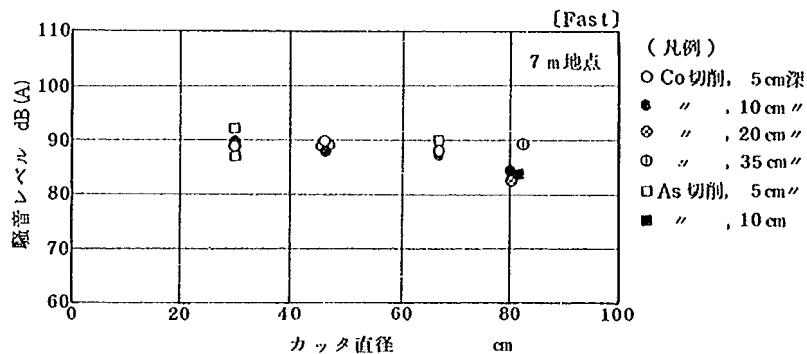


図2.168 コンクリートカッタのカッタ直径と騒音レベル

8. 騒音パワーレベル

7m地点の測定値から、点音源の理論減衰によって騒音パワーレベルを推定すると、112～115 dB(A)である。図2.169は、15mまたは30m地点の測定値から推定したパワーレベルと7m地点からの推

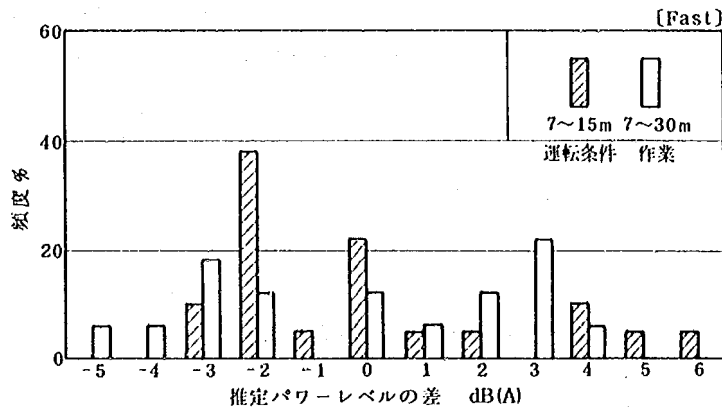


図2.169 コンクリートカッタ騒音の測定距離により推定パワーレベル差

定値との差を示すものである。分布は、主に ± 4 dB(A)の範囲にあり、逆にパワーレベルから任意の距離の騒音レベルを推定した場合の誤差は ± 4 dB(A)程度に及ぶ。

9. 騒音対策と対策効果

表 2.13 は、コンクリートカッタの騒音対策の内容を示す。コンクリートカッタの作業騒音は主に、カッタブレードから発生するが、対策形では、この部分に対して近接エンクロージャの手法が採用されている。対策効果は、図 2.166 にも見られる通り、 $9 \sim 14$ dB(A)の低減効果がある。これを周波数でみると、図 2.166 に示される通り、 250 Hz を超える周波数帯域において十分な効果が認められ、特に

表 2.13 コンクリートカッタの主な騒音対策内容

項目	箇 所	対 策 内 容
エンジン係	エンジンルーム	前面、左右側面および上部にグラスウール (20mm厚) の内張りを行っている。
その他	切削装置	切削作業時にカッタ部分を全面カバーできるようにしている。

$1,000$ Hz帯域以上では、近接エンクロージャカバーの防音効果が有効に現われている。

2.10.4 路面清掃車

1. 測定条件

1.1 運転条件

- 調査前に十分暖機運転を行い、通常の運転状態とする。
- 運転室の扉、窓は全閉の状態とした。
- 燃料はタンク容量の $1/2$ 以上、各部油量、冷却水量はメーカー指定の範囲内とする。

1.2 運転状態

a) ハイアイドル

無負荷で、エンジン回転数を最高回転数安定状態とした。

b) 走行

中間速度段、無負荷、フルスロットルの状態で走行した。この時、作業エンジンは停止状態とした。



写真 2.22 防音カバー付コンクリートカッタ

c) 作 業

道路における通常の路面清掃作業状態とした。この時の作業用エンジンは定格回転数の状態とした。

1.3 測定方法

表 1.2 騒音測定要領に準じた。

2. 測定データの処理方法

2.1 ハイアイドル

指示値の変動が小さい (2dB(A)以内) ので、指示振幅の中間位置を測定値とした。

2.2 走行・作業

路面清掃車の作業騒音の波形は図 2. 170 に示すように変化するので、その指示値の最大を測定値とした。走行についても同様な方法でデータを整理した。

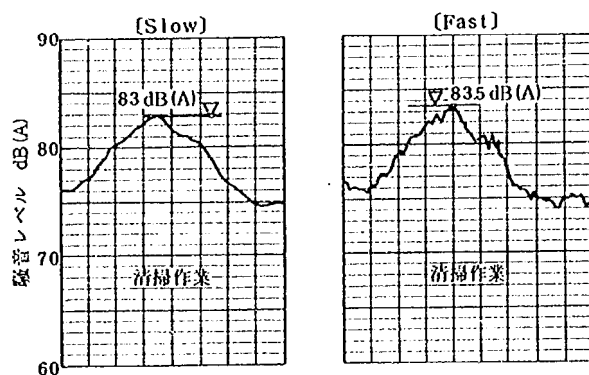


図 2. 170 路面清掃車の騒音レベル波形例
(規格 真空式, 7 m地点)

3. 騒音の距離減衰と音響指向性

3.1 距離減衰

図 2. 171 は、路面清掃車騒音の距離減衰を示すものである。図より、距離減衰値は約 5dB(A)/DD であり、点音源からの音の理論減衰とよく一致している。

3.2 音響指向性

図 2. 172 は、路面清掃車のハイアイドル騒音の指向性を示す。周囲 4 測点の測定値を比較すると後方が極端に小さく、前、右方向が 1 dB(A)程度高くなっている。しかしながら、ハイアイドルは作業用エンジンを停止しているので、作業用エンジンを運転した場合は右側の騒音レベルが高くなり、作業騒音の調査結果をみると、右方向は左方向に対して、4～5 dB(A)高くなっている。

4. 動特性

図 2. 173 は、騒音計の動特性 Fast と SLow で測定した時のレベル差を示すものである。図より、アイドリング等エンジン音だけの運転状態では動特性の違いによるレベル差はほとんど見られず、ブラシ音が付加される作業音でも 1dB(A)とその差は小さく無視できる。

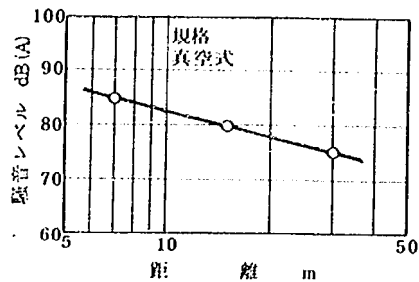


図 2. 171 路面清掃車騒音の距離減衰
(作業)

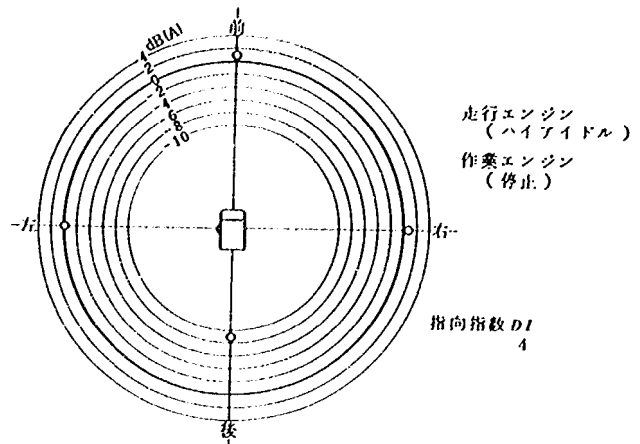


図 2. 172 路面清掃車騒音の指向性
(ハイアイドル)

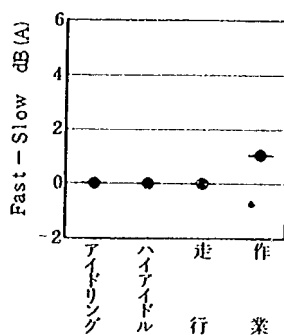


図 2. 173 路面清掃車騒音の動特性の
相速によるレベル差

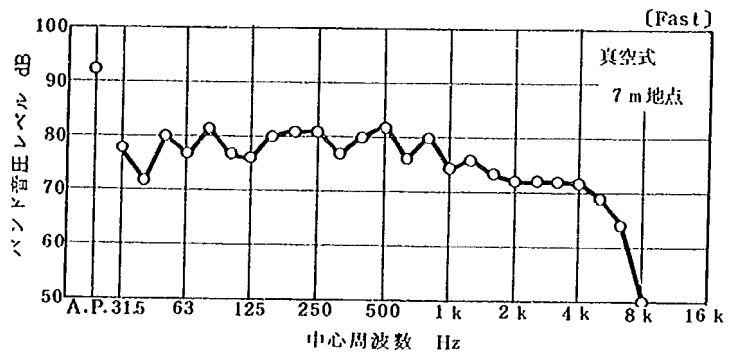


図 2. 174 路面清掃車騒音の周波数
特性 (作業)

5. 周波数特性

図 2. 174 は、路面清掃車の作業騒音についての周波数特性を示す。図より周波数スペクトルは、4 kHz までの広い周波数領域にわたってほぼ一様なスペクトルパターンを示しており、低音から高音までの騒音が含まれていることがわかる。このことから路面清掃車の作業騒音は、低周波帯域のエンジン及びプロパ騒音と高周波帯域の清掃ブラシの路面との接触音より成り立っているものと考えられる。

6. 運転条件と騒音レベル

図 2. 175 は、路面清掃車の各運転条件と 7 m 地点における騒音レベルの関係を示すものである。図より騒音レベルは、

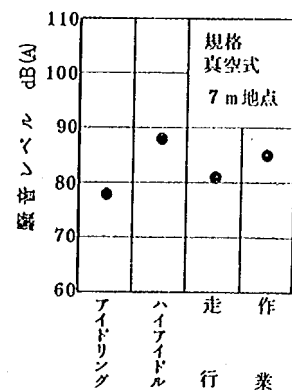


図 2. 175 路面清掃車の運転
条件と騒音レベル

ハイアイドルが最も高く、ついで作業、走行の順となっており、ハイアイドルと作業状態では、4 dBA程度の差が見られる。

2.11. 除雪機械

2.11.1 除雪グレーダ

1. 測定条件

1.1. 運転条件

1.1.1 測定対象機械の装備はすべて除雪作業状態とし、タイヤチェーンは当該機械の標準形式のものを使用した。

1.1.2 燃料は、タンク容量の1/2以上、各部油量、冷却水量は標準状態とした。

1.2 運転状態

表 2.14 除雪機械の運転条件によった。

表 2.14 除雪機械の運転条件

車両停止状態	(1) エンジンは無負荷でフルスロットルの場合と、規定アイドリング回転数の場合の2方法で測定する。 (2) 除雪装置（ロータリ装置、ブレード、ブラウ等）は作動せず、着地させ格納時と同一状態とする。
走行状態	(1) エンジンは無負荷、フルスロットルで走行させる。 (2) 車両速度段は、中間ギアを使用する。中間ギアとは2速、3速又は4速の車両では第2速、5速又は6速の車両では第3速の速度段を指し、無段変速の変速機をもつ車両にあっては最高速の1/2で走行させる。 (3) 除雪装置は作動せず、吊り上げ移動状態とする。 (4) タイヤチェーン装着、無装着の双方について行う。
作業状態	(1) エンジンはフルスロットルで走行させる。 (2) 車両速度段は、機種別に下記のとおりとする。 除雪グレーダ 中間ギア 圧雪除去車 " $\left(\begin{array}{l} \text{但し、圧雪除去装置、ブレードを併用} \\ \text{した圧雪除去作業の場合は最低速度段} \\ \text{を用いる。} \end{array} \right)$ ロータリ除雪車 最低速度段 (3) 除雪装置は、ブラウ、ブレード、ロータリ装置のシュアを着地し、実作業状態とする。圧雪除去車については、圧雪除去装置、ブレードを併用した圧雪除去作業及びブレードのみによる整正作業の双方について測定する。ロータリ除雪車については、ブラウ、オーガ速度は最低速度段、フルスロットルとする。

(注) 作業状態の測定は、負荷による差異があるので、雪質、除雪断面等必要事項を記録しておく。

1.3 測定方法

表 1.2 騒音測定要領によった。

2 測定データの処理方法

2.1 定置状態

指示値の変動が小さい(2 dB(A)以内)ので、指示振れ幅の中間位置を測定値とした。

2.2 走行・作業

除雪グレーダの作業騒音波形は、図 2.176 に示すような変化をするので、その指示値の最大を測定値とした。

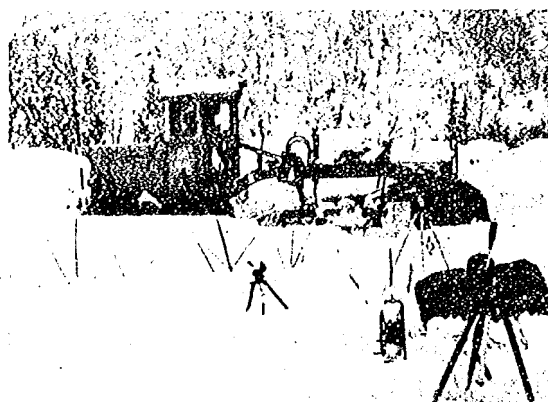


写真 2.23 除雪グレーダの騒音調査

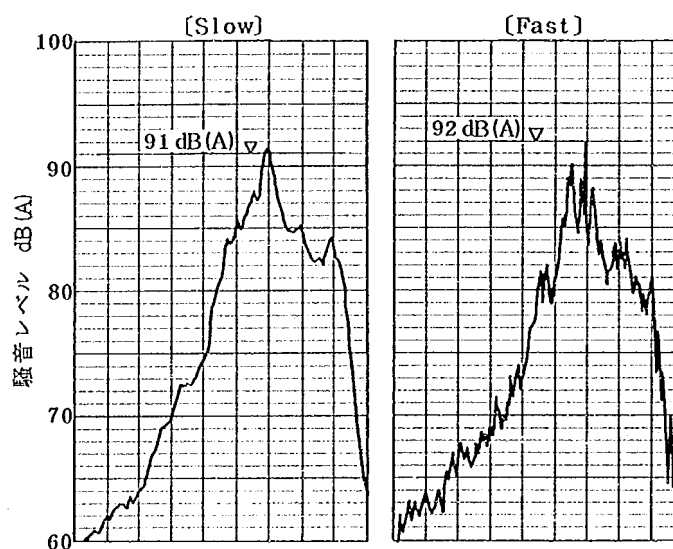


図 2.176 除雪グレーダの騒音レベル波形の例
(規格 40m, 7m地点)

3. 騒音の距離減衰と音響指向性

3.1 距離減衰

図 2.177 に除雪グレーダの作業騒音の距離減衰を示す。なお、測定は、左右両方向で行い、図に示すレベルは、左右の測定値を平均した。3.7 m 級(騒音対策形)の距離減衰がやや大きい(約 8 dB/DD)が、他はほぼ 5~6 dB(A)/DD の減衰を示しており、全体として除雪グレーダの騒音は、点音源の距離減衰による。

3.2 音響指向性

指向性は、周囲 4 方向の測定値を有する定置ハイドロについて検討した。

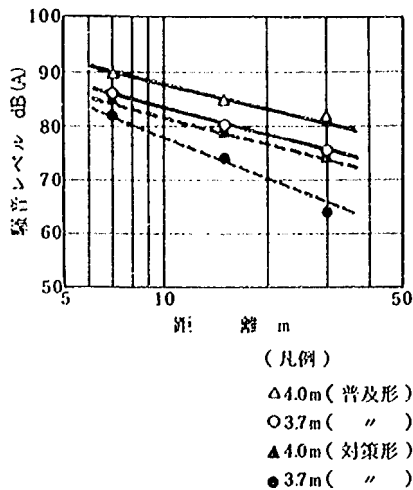


図 2.177 除雪グレーダ騒音の距離減衰(作業)

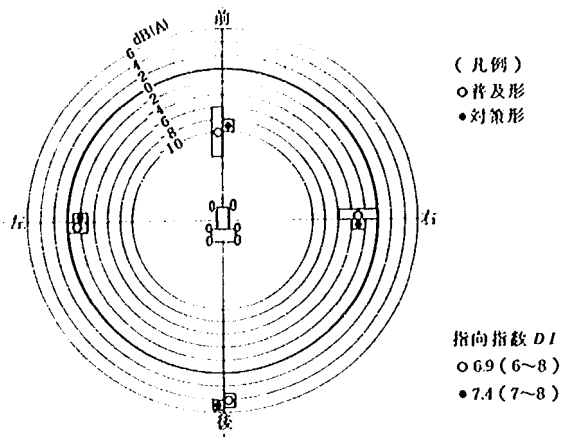


図 2.178 除雪グレーダ騒音の指向性 (ハイアイドル)

図 2.178 は、除雪グレーダの各機種種の指向性を示すもので、いずれの機種においても、後方が4～5dB(A)程度高く、強い指向性を有する傾向を示している。これは、除雪グレーダの主音源であるエンジンが測定基点である機械の中心より後方に偏位するためである。また、普及形、対策形いずれも指向性については大きな違いは見られない。

4. 動特性

図 2.179 は、除雪グレーダの各運転状態における騒音を、騒音計の動特性 Fast と Slow で測定したレベル差で示したものである。タイヤチェーン装着時の走行音は、タイヤチェーンが路面を打つ衝撃音が入り、レベル差はやや大きくなるが、両者の差は、ほぼ1dB(A)以内にあり、有意差はない。

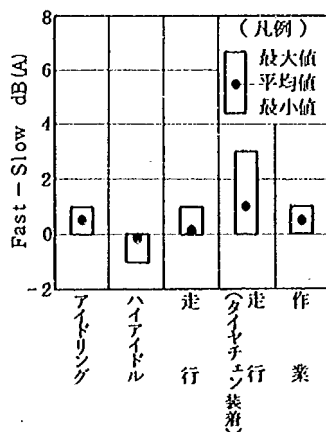


図 2.179 除雪グレーダ騒音の動特性の相違によるレベル差

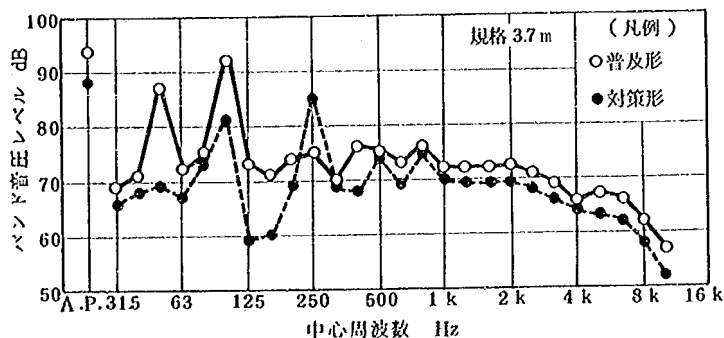


図 2.180 除雪グレーダ騒音の周波数特性(作業)

5. 周波数特性

図2.180は、除雪グレーダの作業騒音の周波数分析の結果を示すものである。普及形の場合、50 Hz、100 Hzでエンジンの回転数に依存していると思われるピークが見られるが、周波数スペクトルのパターンは、ディーゼルエンジンの周波数スペクトルパターンにほぼ等しい。騒音対策形の場合、250 Hz帯域では普及形を7 dB(A)越えるスペクトルレベルが観測されたが、250 Hz未満の周波数帯域におけるエンジン音に対する対策効果が認められている。315 Hz帯域以上の周波数領域では、普及形と比較して、ほぼ3～5 dB(A)低いレベルを示している。

6. 運転条件と騒音レベル

図2.181は、除雪グレーダの運転条件と騒音レベルとの関係を、普及形と対策形とについて示したものである。図より明らかな通り、アイドリング時の騒音が低いものの、ハイアイドルおよび走行騒音には相対的な差はない。また、走行騒音に対するタイヤチェーンの影響は観測されていない。

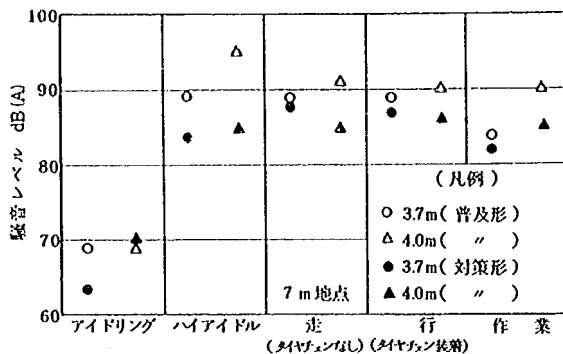


図2.181 除雪グレーダの運転条件と騒音レベル

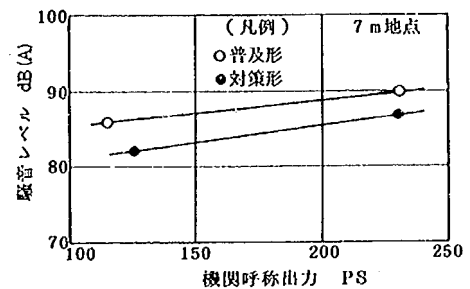


図2.182 除雪グレーダの機関呼称出力と騒音レベル（作業）

7. 機械の大きさと騒音レベル

図2.182は、除雪グレーダのエンジン出力と、作業騒音レベルの関係を、普及形、対策形について示したもので、機関出力の大きい機種の方が、約4 dB(A)/100 PSとやや大きいレベルが認められるものの、その差は小さい。

8. 騒音パワーレベル

表2.15は、7 m地点の測定値から推定した騒音パワーレベルを、作業時について示すものである。図2.183は、7 m地点の測定値からの推定値と、15 m、30 m地点からの推定値の差の分布を示すものである。図より明らかな通り、推定値は+6～-4

表2.15 除雪機械の騒音パワーレベル

機 種		騒音パワーレベル dB (A)
除雪グレーダ	普及形	111～115
	対策形	107～110
ロータリ除雪車	普及形	0.02P+101
	対策形	102 (260PS級)

P：機関呼称出力（PS）

dB(A)の間に分布しているが、 ± 2 dB(A)内の分布が最も多く、平均パワーレベルによって、任意の点での騒音を予測した場合の誤差は、ほぼ ± 2 dB(A)に収まる。

9. 騒音対策と対策効果

表2.16に、除雪グレーダの騒音対策の内容を示す。除雪グレーダの騒音対策は、外部騒音と、運転室騒音の二者に対して施されており、外部騒音に対しては、エンジンルームのエンクロージャに重点が置かれ、ブルドーザに対する騒音対策とほぼ類似した対策がとられている。

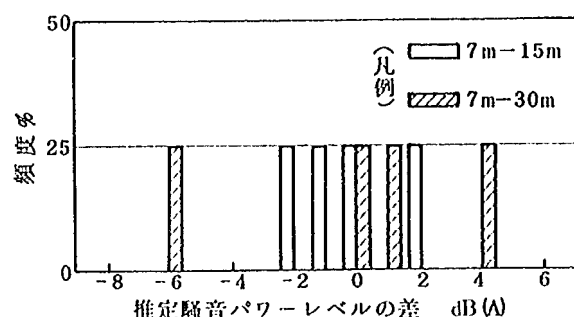


図2.183 測定距離と推定騒音パワーレベルの差（作業）

表2.16 除雪グレーダの騒音対策例

箇 所	対 策 内 容
エンジンルーム	○エンジンルーム両サイドパネル内側及びボンネット内側に吸音材（グラスウール）を貼付する。 ○エアクリーナをエンジンルーム内に装着する。 ○マフラを車体下部に装着する。 ○エンジンルームの下にアンダーカバーを取付ける。
エ ン ジ ン	○エンジンファン径を大きくし、ファン回転速度を低下する。
キ ャ プ	○ペダル、レバー、配管、ロッド類の貫通部分の穴をふさぐ。 ○キャブ窓ガラスを二重にする。 ○エンジンルームとキャブの接合部に吸音材（グラスウール）を貼付する。

図2.184に、各運転条件における対策効果を示す。対策効果は、作業状態で約5 dB(A)程度低減されている。

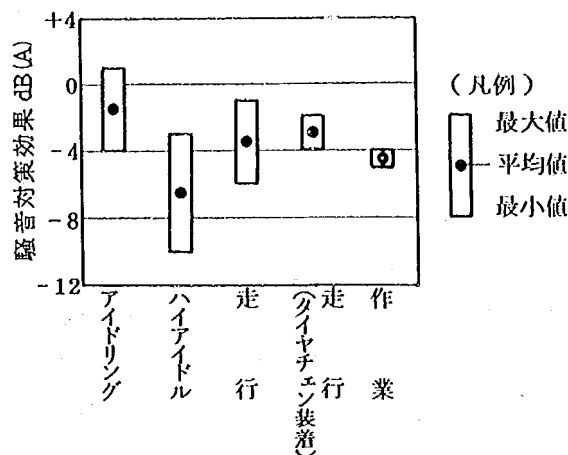


図2.184 除雪グレーダの騒音対策効果

2.11.2 ロータリ除雪車

1. 測定条件

2.11.1 除雪グレーダに同じ。

2. 測定データの処理方法

2.1 定置状態

指示値の変動が小さい(2dB(A)以内)ので、指示振れ幅の中間位置を測定値とした。

2.2 走行・作業

ロータリ除雪車の作業騒音は図 2.185 に示するうに变化するので、その指示値の最大を測定値とした。



写真 2.24 ロータリ除雪車の騒音調査

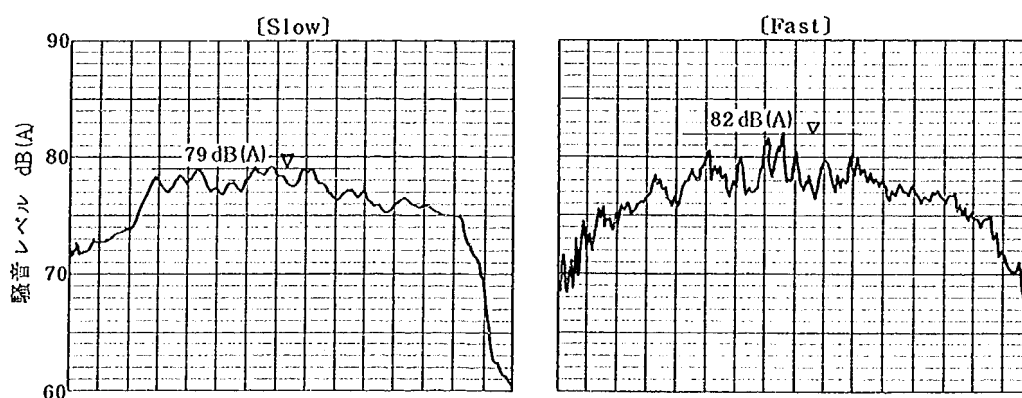


図 2.185 ロータリ除雪車の騒音レベル波形例(作業)
(ホイール式 260 PS, 7 m地点)

3. 騒音の距離減衰と音響指向性

3.1 距離減衰

図 2.186 は、ロータリ除雪車の作業騒音の距離減衰を示すものである。距離減衰の値は、4~5 dB(A)/DD を示し点音源の減衰と比較してやや小さい。

3.2 音響指向性

図 2.187 は、ロータリ除雪車のハイアイドル騒音の指向性を示すものである。いずれの機種においても左右方向は平均レベルにほぼ等しいが、前方に低い指向性を有しており、この傾向は除雪グレーダの場合と同様である。これは、機械中心と比較して、主音源となるディーゼルエンジンが後方に偏位しているために生じる傾向である。

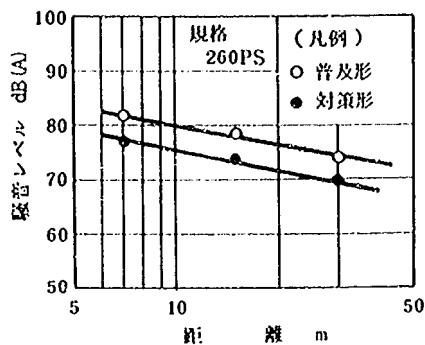


図 2. 186 ロータリ除雪車騒音の距離減衰（作業）

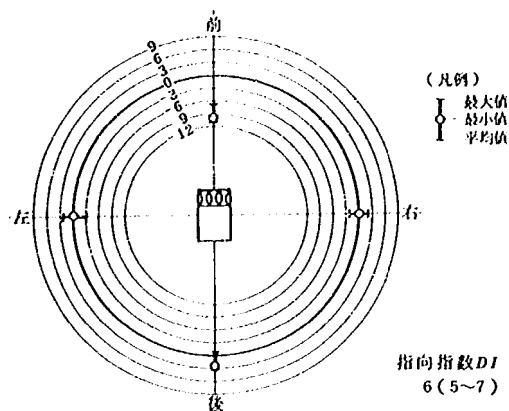


図 2. 187 ロータリ除雪車騒音の指向性（ハイアイドル）

4. 動特性

図 2. 188 は、ロータリ除雪車の各運転条件での騒音を騒音計の動特性 Fast と SLow で測定したレベルの差を示したものである。定置状態と、作業あるいは走行状態とを比較すると、後者の方がレベル差が多少大きめな傾向を示しているが、いずれの場合においても、レベル差の平均では、2 dB(A) 以内であり、動特性による有意差はないものと思われる。

5. 周波数特性

図 2. 189 は、ロータリ除雪車の騒音の周波数特性を、普及形と対策形について示したものである。対策形は、普及形と比較して、400Hz 帯を越える周波数領域で、6~20dB(A)の減音効果がみられ

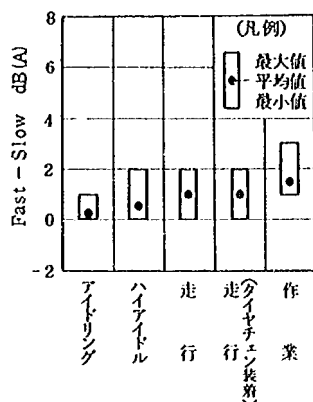


図 2. 188 ロータリ除雪車騒音の動特性の相違によるレベル差

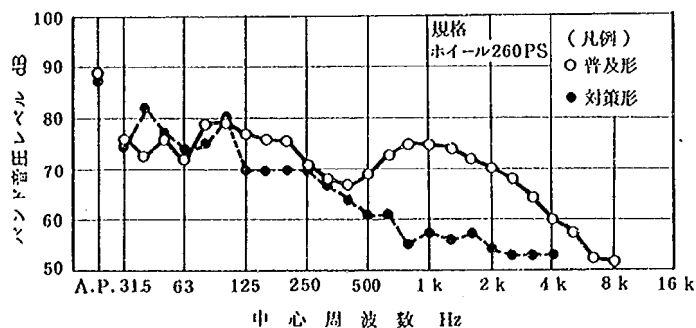


図 2. 189 ロータリ除雪車騒音の周波数特性（作業）

る。また、周波数スペクトルのパターンは、40 Hz 付近のディーゼルエンジンの卓越スペクトルと、1 kHz 帯域を中心とした第2のピークスペクトルがみられ、対策形では、この第2のピークが大幅に低減されている。

6. 運転条件と騒音レベル

図2.190は、ロータリ除雪車の各運転条件と7m地点の騒音レベルの関係を示す。定置状態では、周囲4方向、走行および作業状態では、左右2方向の測定値の平均で示している。図より明らかな通り、走行状態での騒音レベルが最も高く、ハイアイドルと作業状態では、ほぼ等しい騒音レベルを示している。走行騒音が最も大きいのは、ロータリ除雪車の走行速度が高く（最大29 km/hで測定されている）、走行装置からの騒音が、エンジン騒音を越えているためと思われる。作業時は、走行速度が0.8～1.0 km/hと極めて遅く、走行騒音の影響を受けておらず、ハイアイドル騒音とほぼ同じ値になっている。また、タイヤチェーンを装着すると騒音レベルは1 dB(A)程度増加するのが認められる。

7. 機械の大きさと騒音レベル

図2.191は、ロータリ除雪車の機関呼称出力と、7m地点の騒音レベルの関係を示すものである。機械の大きさの違いによる騒音レベルの違いは、2 dB(A)/100 PSであった。図中に最小自乗法で求めた両者の相関関係式を示す。

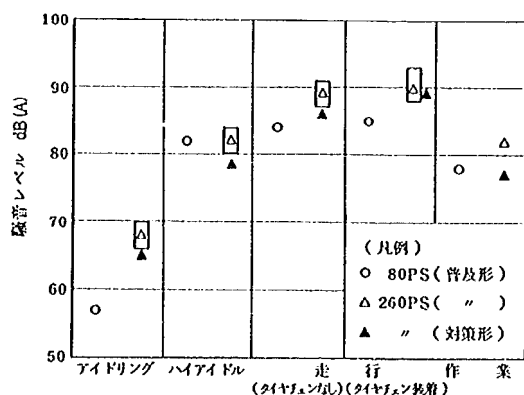


図2.190 ロータリ除雪車の運転条件と騒音レベル

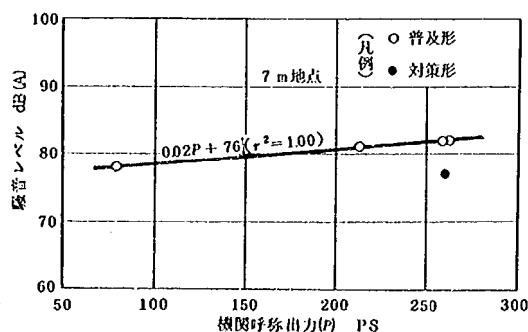


図2.191 ロータリ除雪車の出力と騒音レベル（作業）

8. 騒音パワーレベル

騒音レベルから推定したロータリ除雪車の騒音パワーレベルを、表2.15に示す。

9. 騒音対策と対策効果

表2.17に、ロータリ除雪車の騒音対策の内容を示す。対策は主に運転室騒音に対して施されており、外部騒音に対しては、エンジンルームの吸音処理のみである。図2.192は、ロータリ除雪車の騒音の対策効果について示すもので、作業状態において約5 dB(A)の減音効果があらわれている。

表 2.17 ロータリ除雪車の騒音対策内容

装置名	対策箇所	対策内容
運転室内	1. 床面	t20 モルトブレーンを接着
	2. シート下面	
	3. 前妻	
	4. 計器および操作盤側面	第1層 t20モルトブレーンを接着
	5. 後部ベット上面	第2層 t20グラスウールを接着 第3層 t5 シーリングボードを接着
機関室内	1. 機関室内全面	t50 グラスウールを接着およびスピンドルピンにて取付

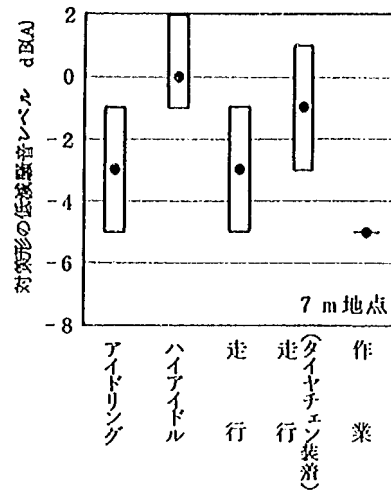


図 2.192 ロータリ除雪車の騒音対策効果

2.12 空気圧縮機

1. 測定条件

1.1 運転条件

- 燃料は規定量の 1/2 以上、各油量および水量は規定量とした。
- エンジン、変速機、油圧機器などの油温、水温は通常の運転温度とした。
- 調査対象機械は騒音対策形のものを用い、サイドカバーを開放した状態を普及形とみなして調査した。

1.2 運転状態

負荷に変動がなく、エンジンが定格回転数で作動している状態を作業状態とし、参考として、無負荷状態から、エンジン回転を急上昇させる過程での騒音を変化音としてとらえた。

1.3 測定方法

表 1.2 騒音測定要領に準じた。ただし、機械上面から上方 7 m 地点の騒音も測定した。

2. 測定データの処理方法

図 2.193 は、空気圧縮機騒音のレベル変化を示すものである。図は、エアタンク内の空気を放出しながらエンジン停止に至り、再びエンジンを駆動して圧縮空気を備蓄し、一定負荷に至る過程を示すものである。変化音は、急速にハイアイドル騒音まで立ち上る過程で発生する騒音であり、変動過程での騒音であることから、最大値を測定値とした。また、作業騒音はこれらの過渡現象を経て、負荷が一定に至った状態の騒音であり、定常音となるので、指示値振れ幅の中間位置を測定値とした。

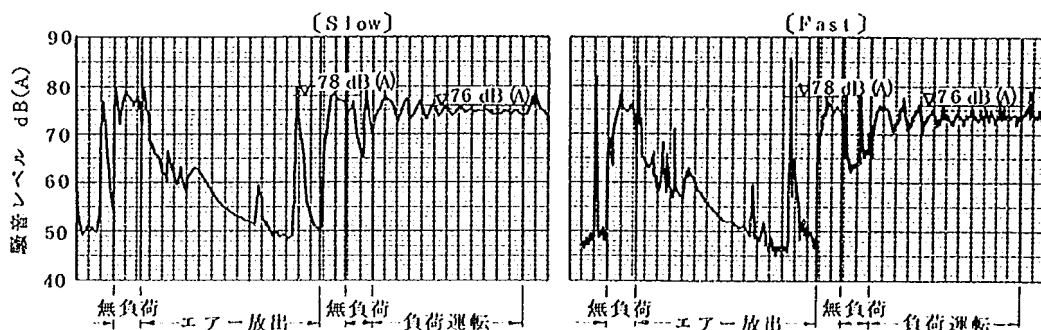


図 2.193 空気圧縮機の騒音レベル波形例

3. 音響指向性

図 2.194 は、普及形及び対策形の音響指向性を示すものである。空気圧縮機の騒音は、左右方向に指向性があり、前後方向では小さい。これは、メンテナンス用のサイドカバー（開閉可能）からの漏音によるものと思われる。また、普及形と対策形の大きな違いは、上方向にあらわれる。普及形では平均レベルと比較して、 -5dB(A) 程度にあるのに対し、対策形では逆に $+2\text{dB(A)}$ 程度と大きくなっている。すなわち対策形では騒音の一部を上方へ逃がしていることがわかる。

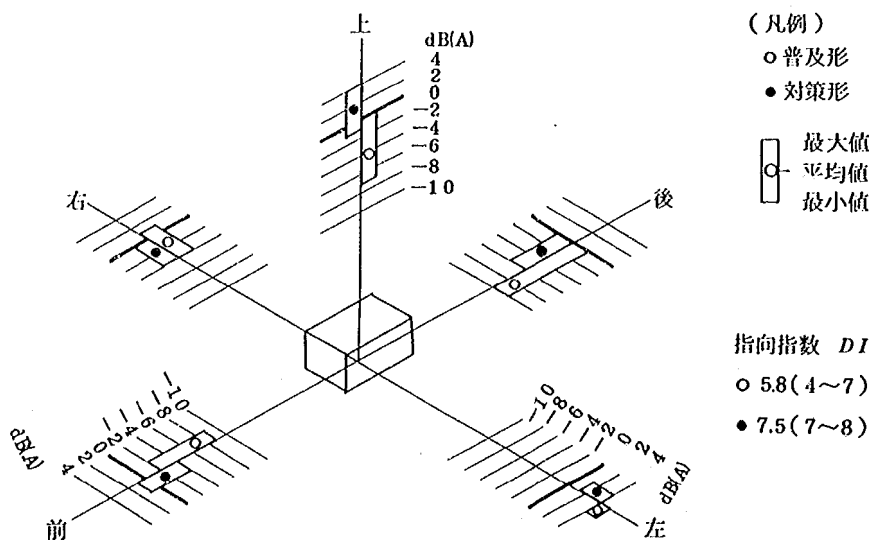


図 2.194 空気圧縮機騒音の指向性（定負荷運転）

4. 動特性

空気圧縮機の騒音を、騒音計の動特性 Fast と Slow で測定した時のレベル差は、定常音であることから、両者の差は無視してよい。

5. 周波数特性

図 2.195 は、空気圧縮機の作業騒音の周波数特性を示すものである。スペクトルパターンは、機械の規格にかかわらず、ほぼ同じような形を示しており、63～125Hz 及び 2～4 kHz の2つの帯域に卓越スペクトルがみられる。対策形では、普及形に対して特に高周波領域にて 10dB (A) 前後低減している。

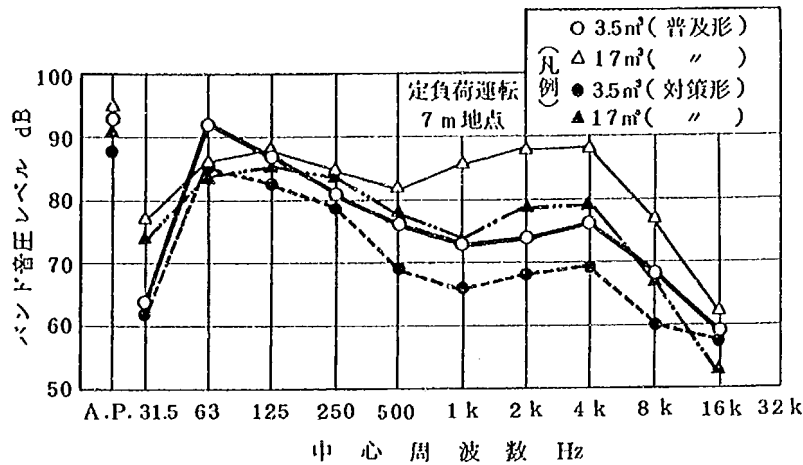


図 2.195 空気圧縮機騒音の周波数特性

6. 機械の大きさと騒音レベル

図 2.196 は、空気圧縮機の呼称吐出量と 7m 地点の騒音レベルの関係を普及形及び対策形について示したものである。吐出量が多いほど、騒音レベルが高くなる傾向を示し、両者の間には、図中に示した相関関係式の関係が得られた。

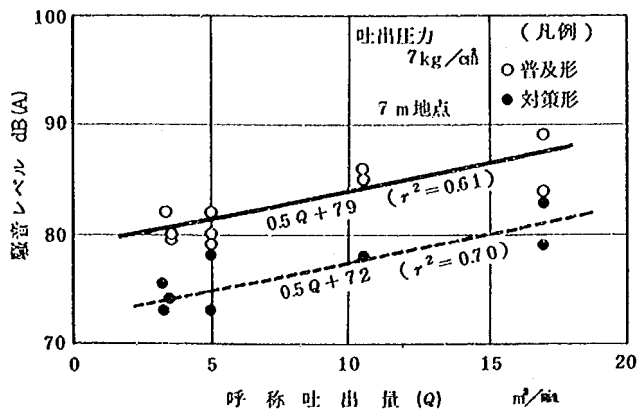


図 2.196 呼称吐出量と騒音レベル

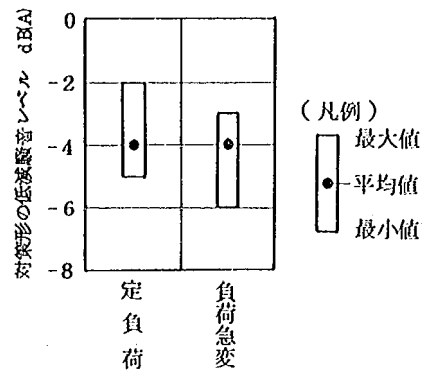


図 2.197 空気圧縮機の騒音対策効果

7. 騒音パワーレベル

7 m地点の騒音レベルから、点音源騒音の理論減衰によって推定した空気圧縮機の騒音パワーレベル(L_w)は、

$$L_w = 0.5Q + 104 - 7 \cdot u \quad \text{dB(A)}$$

ただし Q = 呼称吐出量 m^3/min

$u = 1$ (対策形の場合)

又は 0 (普及形の場合)

で示される。

8. 騒音対策と対策効果

表 2. 18 は、空気圧縮機の主な騒音対策を示したものである。対策はエンクロージャを主体として、内部騒音を吸音処理するのが一般的である。

図 2. 197 は、騒音対策の効果を調査するために、防音サイドカバーを取外した場合と、取付けた場合の 7 m地点の騒音レベルの違いをプロットしたものである。防音サイドカバーによる減音効果は、ほぼ $4 \pm 2 \text{ dB(A)}$ の範囲に分布している。

表 2. 18 空気圧縮機の主な騒音対策内容

箇 所	対 策 内 容
本 体	○ 遮音ダクトを設ける。 ○ 排気を上方に放出する。 ○ 天井をタール塗装もしくはスポンジ張りとする。 ○ サイドカバーにスポンジ (20mm) もしくはウレタン (15 ~ 20mm) 張りとする。 ○ 床部分にウレタンフォームを張る。
エアタンク	○ エアタンクカバーを設ける (鉄, ウレタンフォーム張りなど) 。

2. 13 発動発電機

1. 測定条件

1. 1 運転条件

運転中のサイドカバーは、機械が通常使用されている状態、即ち対策形は閉、普及形は開の状態で行った。負荷の設定は、水抵抗器を用いた。

1. 2 運転状態

1.2.1 定負荷運転（作業状態）

負荷を 100 % とし、50 Hz および 60 Hz での安定した運転状態とした。

1.2.3 負荷の変動

無負荷状態から急激に 100 % 負荷、あるいはその逆の繰返し状態とした。なおこの調査は 60 Hz で実施した。

1.3 測定方法

表 1.2 騒音測定要領に準じた。但し、機械上面から 7 m 地点における騒音も併せて測定した。

2. 測定データの処理方法

図 2.198 は、発動発電機の定常負荷運転騒音の変化を示すものであるが、ほとんど変動がないので指示振れ幅の中間位置を測定値とした。

負荷急変時には、 $\pm 2 \text{ dB(A)}$ 程度の騒音レベルの変動が生じるので、再現性の確認がとれるまで繰返し、その最大値の平均を測定値とした（図 2.201 参照）。

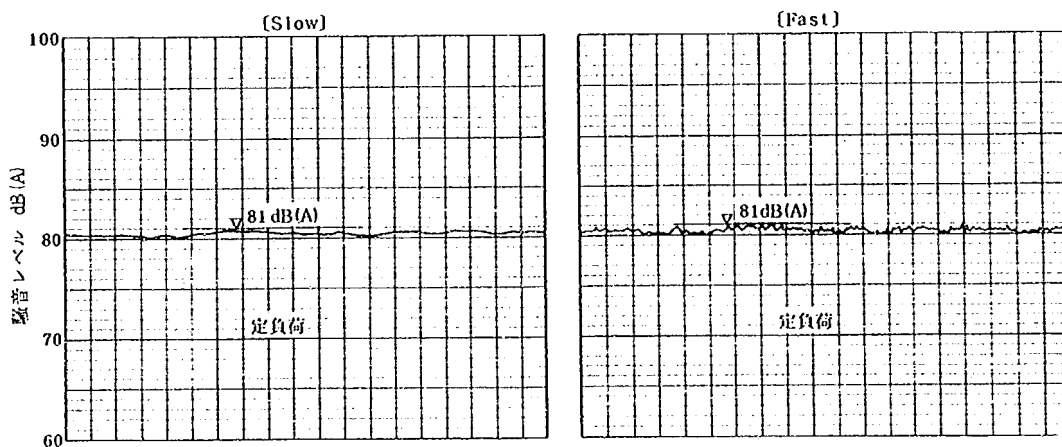


図 2.198 発動発電機の騒音波形例（定負荷）
（規格 6.5 kVA（普及形），7 m 地点）

3. 機械の音響指向性

図 2.199 は、発動発電機の普及形と対策形の音響指向性を示すものである。位置は排気口開口部を前方としている。普及形の場合は、サイドカバーが開放されているところから、前後方向に比べて左右方向にやや指向性が見られるが、それほど強い指向性はない。対策形の場合、平面に関する指向性は無視できるほどであるが、空気圧縮機の場合と同様、平均レベルとの差が上方向で普及形の -2 dB(A) 程度に対し、対策形は $+3 \text{ dB(A)}$ とかなり高く、上方に関する指向性が強い。

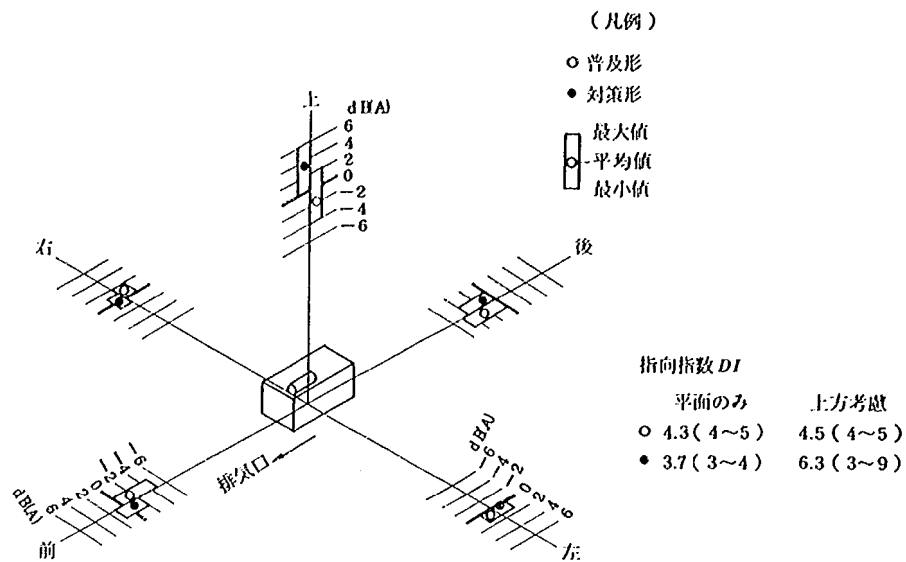


図 2.199 発動発電機騒音の指向性(定負荷)

4. 周波数特性

図 2.200 は、発動発電機 65kVA 級の 7 m 地点における騒音の周波数スペクトルを、対策形および普及形について示したものである。両者とも、同じような周波数スペクトルパターンを示しており、主たる音源であるディーゼルエンジンの騒音スペクトルを示しているものと思われる。63 ~ 125 Hz 帯域のピークは、ディーゼルエンジンの回転数に依存する呼吸騒音であり、対策形では 1 kHz を越える周波数帯域で、15 ~ 18 dB (A) の低減効果が見われている。

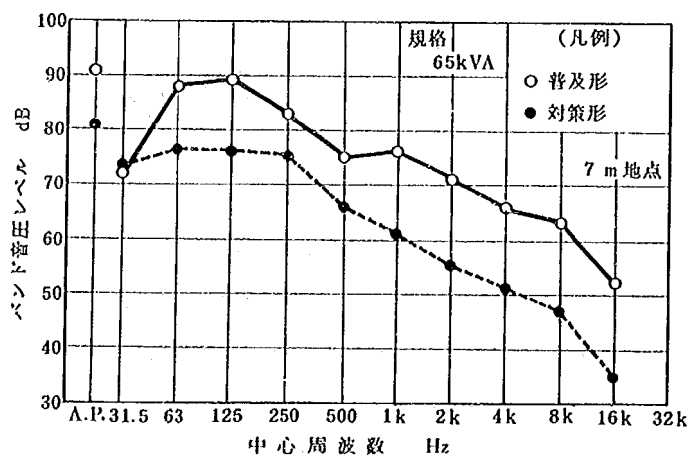


図 2.200 発動発電機騒音の周波数特性(定負荷)

5. 運転条件と騒音レベル

図2.201は、負荷の急変時における騒音波形の例を示すもので、変動負荷の場合、定置騒音レベルに対し $+2 \sim -1 \text{ dB(A)}$ の範囲で変化している。作業機械が急激に運転に入り、発動発電機に急激な負荷が作用した時は定常音より約 2 dB(A) 程度騒音レベルが高くなる。

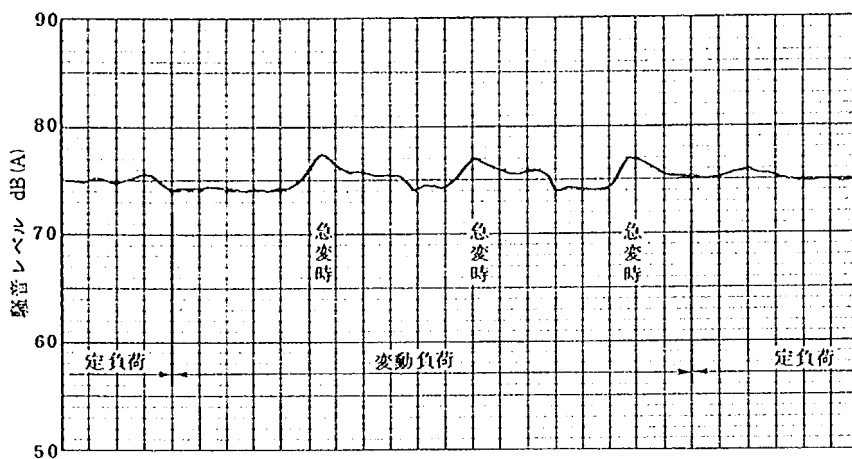


図2.201 発動発電機の変動負荷による騒音レベル波形の変化例
(規格 175kVA (対策形), 7m地点)

6. 機械の大きさと騒音レベル

図2.202は、発動発電機の出力(kVA)と7m地点における騒音の関係を示したものである。図より明らかな通り、出力が増加するに従って、騒音レベルも上昇し、その関係は図中に示した関係式で表わされ、発動発電機の騒音レベルは発電出力と相関関係がある。

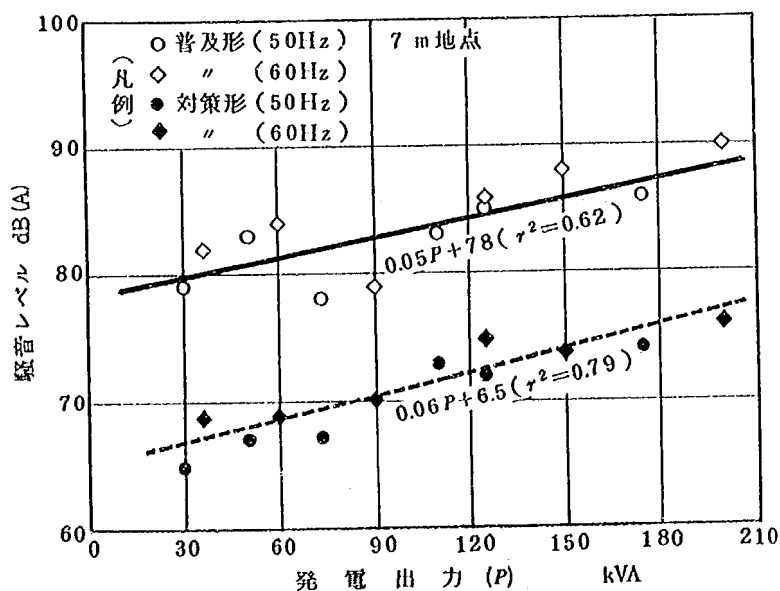


図2.202 発電出力と騒音レベル(定負荷)

7. 騒音パワーレベル

7 m地点の定負荷時の測定値から、点音源の距離減衰によって平均騒音パワーレベル (L_W) を求めると、

$$L_W = 0.05P + 103 \quad \text{dB(A) (普及形)}$$

$$L_W = 0.06P + 90 \quad \text{dB(A) (対策形)}$$

ただし P = 発電出力 (kW)

が得られる。

8. 騒音対策と対策効果

表 2.19 に、本調査の対象とした騒音対策形発動発電機の騒音対策の内容を示す。

騒音対策の効果は、図 2.203 にも示されるとおり、約 11 ~ 13 dB(A) である。

表 2.19 発動発電機の主な騒音対策内容

箇 所	対 策 内 容
本 体	○ 機器周囲を鋼板と吸音材（グラスウールなど）で囲う。 ○ 吸気、排気ダクトとも直角曲り構造とし、遮音、吸音材の内張りを行う。 ○ マフラは、拡大室による音の干渉、減音効果を狙った構造を採用。

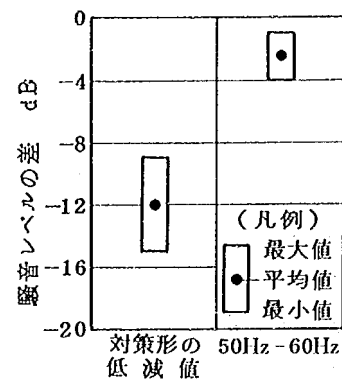


図 2.203 対策効果及び周波数による騒音レベルの差

9. 特記事項

発動発電機の場合、周波数が 50 Hz と 60 Hz では出力が異なるため、主エンジンの回転数も異なるところから、同一の機械でも定負荷の時の騒音は、図 2.203 より 60 Hz の方が 1 ~ 4 dB(A) (平均 2.5 dB(A)) 高くなる。

第3章 検討事項

3.1 騒音計の較正

表3.1は、外国のA社製と日本のB社製の精密騒音計を用いて、フォークリフトのエンジン騒音を同時測定した結果を示したものである。表から分るよう両者の指示値には2～4dBの差がみられる。このように指示値の差が現われる原因には、まず測定前の騒音計の較正方法によるものが考えられる。

表3.1 精密騒音計の指示値の比較

聴感補正	動特性	A社製 (A) dB	B社製 (B) dB	(A)-(B)dB	運転条件
C	Slow	77	73	4	アイドリング
"	Fast	77	73	4	"
A	Slow	73	71	2	"
"	Fast	73	71	2	"
C	Slow	96	92	4	ハイアイドル
"	Fast	96	92	4	"
A	Slow	89	87	2	"
"	Fast	90	88	2	"

騒音調査の前には、騒音計の較正を行うが、較正は、測定の基礎となるので慎重に行うことが必要であり、騒音計の内部較正機構によるよりもピストンホンによる較正が望ましく、マイクロホン測定位置にセットし、データレコーダ等の配線も完了した後の測定直前に行う。

また、騒音計は、精密計測器であるため、定期的にメーカー等による精度検定を行うことが必要で、法令では、3年に1回の検定が定められている。長期間検定を行わず、精度の低下した騒音計の場合、正しい較正を行っても、正確な測定値は得られず数dBの誤差が生じる。

このような原因で、表3.1のような指示値の差が現われたものと考えられる。現場において、数台の騒音計をチェックするには、種々の音を各騒音計にて同時測定を行い、指示値に差のないことを確認するなど簡便にチェックする方法の一つといえる。

3.2 動特性

現在、騒音測定における騒音計の動特性は、JISではFastを原則としており、また、ISOではSlowで測定するよう規定されており両者で違いが見られる。

本調査の測定結果から、騒音計の動特性をFastとSlowで測定した場合の騒音レベル差は、多くの建設機械騒音では、1～2dB(A)程度と大きな相違は見られず、計測誤差及びデータの処理等の観点か

ら考えた場合、動特性はSlowの方が、有利ではないかと考えられる。

しかしながら、ディーゼルバイルハンマ、スチールボール、舗装版破砕機など間欠的かつ衝撃的に騒音を発する機械については、FastとSlowとのレベル差が平均値でみても3~5dB(A)程度生じており、この差は無視できない。今後、これらの機械に関する衝撃騒音の測定はFast、Slowのどちらの測定値が人間の感覚に合致しているかの検討を踏まえた上で決める必要がある。

3.3 測定データの処理方法とレベル

1. 目視読取りの測定誤差

JIS Z-8731、あるいは騒音規制法では、建設騒音を測定する場合、目視により騒音計のメータを読み取るように規定されているが、この方法で変動騒音を測定すると大きな測定誤差が生ずる可能性がある。

土木研究所にて騒音計の目視読取り誤差に関する調査の結果、人間による特有な測定誤差として①読み落としによる誤差②設定レベルレンジの間違いによる誤差③でたらめ読みによる誤差の存在が推定された。

図3.1は、被検者30名を対象として実施した調査の結果で、交通騒音の5秒間隔に100個のデータを目視読み取りした時の読み落とし回数と、人数の関係を示すものである。読み落とし率 r （読み取るべきデータ数に対する読み落したデータ数の比）は、0.97%となり、100個のデータにつき約1個は読み落すことになる。

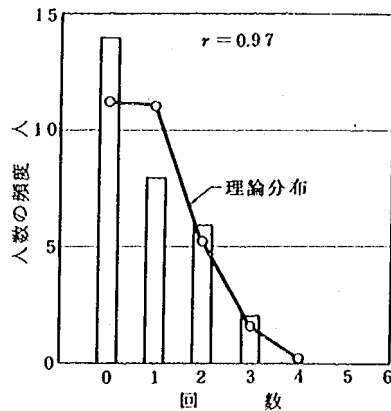


図3.1 読み落とし回数の分布

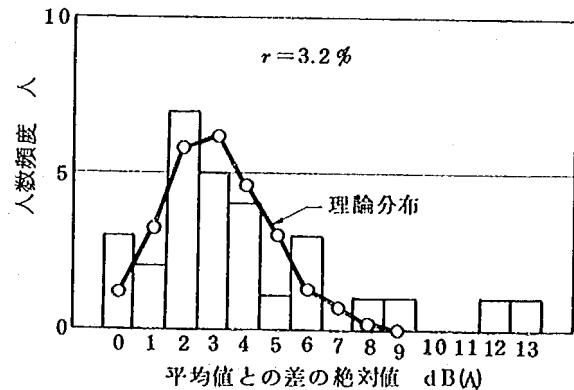


図3.2 でたらめ読みの分布

また、図3.2は、でたらめ読みの分布を示すものである。でたらめの定義は、同一時刻に読み取られたデータは、正規分布に従うとみなし、この正規分布からサンプリングされた標本分布から推定した真値の存在範囲を有意水準5%で推定し、この範囲から外れたデータをでたらめに読み取られたデータとした。したがって、これには設定レベルレンジの間違いによる誤差も含まれることになる。

図よりこの誤差は3.2%にも達し、平均の離別距離は3dB(A)で、最大は13dB(A)にも及んでいる。

また、設定レベルレンジの間違いによる誤差を想定したのが図3.3である。レベルコーダに記録された波形を読んだ時の設定レベルレンジの間違い回数を示したもので、5dB(A)間隔で読み誤りを検出したものである。

図から、レベルレンジの間違いは0.37%で、
でたらめ読み誤りに対し $\frac{1}{10}$ 程度である。

これら3様の誤差は、相互に独立して発生すると、何らかの誤差が発生する可能性は、5.5%と計算され、目視読み取りデータの100個のうち、5~6個のデータについては、信頼性がないことになる。

一方、目視測定の場合、測定値の偏りがどうなるか調査した結果が図3.4で、データ統計機によって求めた L_{05} (90%レンジ上端値) に対し、目視読み取り、手処理した測定値を比較したものである。

測定値は、データ統計機の測定値に比べ高い方に偏っており、平均2dB(A)、最大では6dB(A)の偏差がみられる。図3.5は、 L_{50} の場合で比較したものであるが、これは L_{05} よりも偏差が小さく、バラツキも少ない。

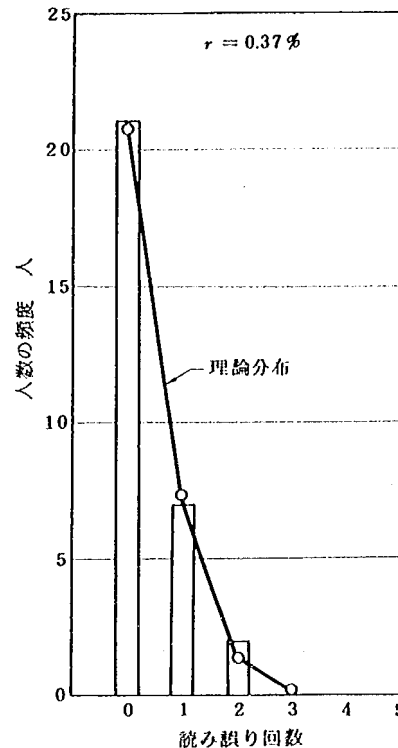


図3.3 設定レベルの読み誤り回数の分布

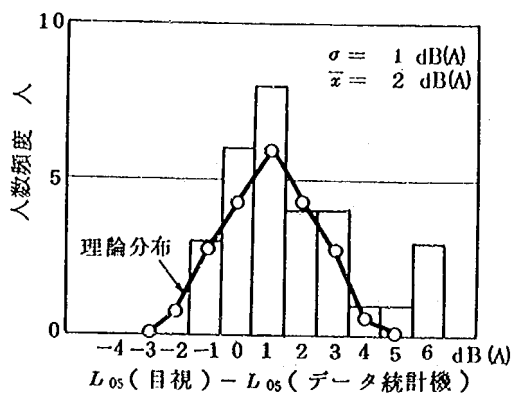


図3.4 入力読取りによる L_{05} の分布

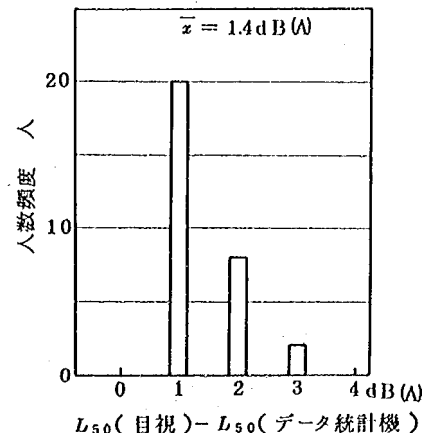


図3.5 入力読取りによる L_{50} の分布

以上のことから、騒音計のメータを人間が目視計測する場合、「高いレベルに読み取る傾向がある」と言える。

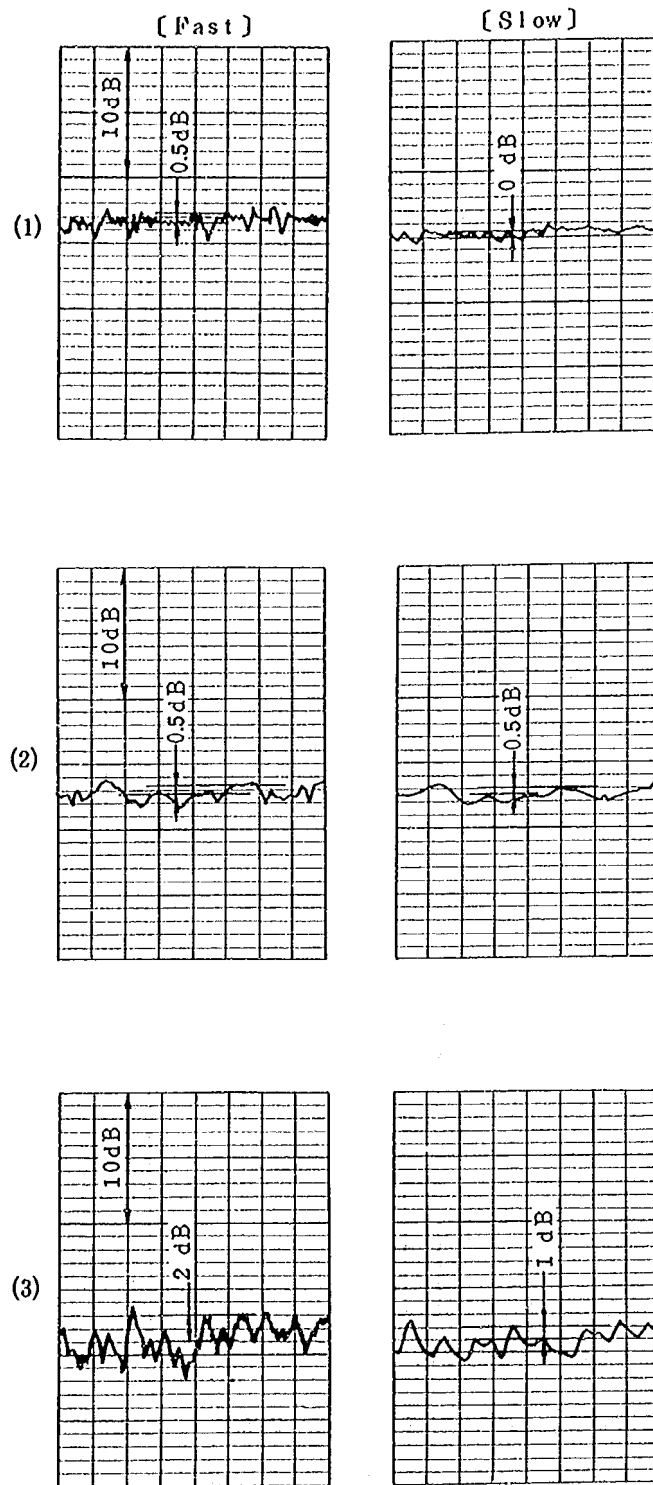


図 3.6 定常的な変動波形の例

建設機械の騒音振動の調査の場合、測定データの保存の観点からも考えると、測定はデータレコーダ、レベルレコーダ等に記録した後、データ処理を行う方が望ましいと言える。

2. 定常的な変動レベルのデータ処理

図3.6は、種々の定常的な変動レベルの波形を示したもので、建設機械の騒音では、ハイアイドルや多くの機械にみられる作業波形である。本調査では、このようなレベルに波形の処理について、各技術事務所によって

1. 変動幅の中間位置を測定値とする
2. 変動幅の上端位置を測定値とする

の2通りの処理方法によっているため、変動幅が図中(3)のように3～4dBに及ぶと測定値に1～2dB程度の相違を生じてしまう。この傾向は動特性がFastの方が顕著に表われる。

周期的に変動する場合のデータ処理については最大値の平均、また不規則変動は90%レンジ上端値を測定値とするとしているところから、定常的に変動する騒音波形は、変動の上端値(再現性のあるもの)を測定値に統一した方がよいと考える。

第2編 建設振動

第4章 一般事項

4.1 調査及びとりまとめの実施

調査試験は、機種別に騒音調査を担当した技術事務所が騒音と併せて振動の調査及びデータ整理並びに解析を行った。また、機械によっては、担当した技術事務所管内に適当な機械が稼動していないなどの理由から、調査のみ他地建の技術事務所に依頼したものもある。

とりまとめについては、調査を担当した技術事務所がとりまとめ作業を行うことを原則とした。

表4.1は、各技術事務所における調査及びとりまとめの内訳を示したものである。

表4.1 振動調査及びとりまとめ内訳

技術事務所 年度	関 東	北 陸	中 部	近 畿	中 国	九 州
5 1	基礎工事用 機械		Co 取壊し機械	土工機械 大形さく岩 機	締固め機械 道路維持用 機械	基礎工事用 機械
5 2	基礎工事用 機械		Co 取壊し機械	土工機械	締固め機械 道路維持用 機械	基礎工事用 機械
5 3	基礎工事用 機械		Co 取壊し機械	土工機械	舗装機械 締固め機械	基礎工事用 機械
とりまとめ	基礎工事用 機械 (22件)		Co 取壊し機械 (17件)	ブルドーザ (9件) トラクタショ ベル (2件) 油圧ショベル (32件) クローラーク レーン (12件) 大形さく岩 機 (7件)	締固め機械 (34件) 舗装機械 (5件) 道路維持用 機械 (18件)	基礎工事用 機械 (37件)

4.2 測定要領及び運転状態

(1) 測定要領

建設機械の振動測定は、表4.2に示した測定要領に従って実施した。この測定要領は、昭和51年11月に「建設機械の騒音振動測定要領(案)」(建設大臣官房建設機械課)として定められているものである。

(2) 運転状態

調査時における建設機械の運転状態としては、以下の2状態を標準とした。

i) 走行状態

ii) 作業状態

ただし、機械によっては、作業状態だけを調査したものもある。

表 4.2 振動測定要領

1. 使用計器

公害用振動計 JIS 案に準拠した公害用振動レベル計を使用する。なお、振動感覚補正回路 (VL) を用い、動特性は、緩 (Slow) とする。

2. 測定地点

騒音測定と同地点を原則とする。しかし、杭打機、ブレーカなどについては、杭中心、削孔中心より 7 m, 15 m, 30 m の地点とする。各地点とも上下方向の振動を測定するが、特殊な振動を発生すると思われる場合は、7 m 点で、水平方向の測定も追加する。

3. 測定条件

騒音測定と同様

4. 記録方法

騒音測定と同様

5. データ整理方法

(i) 振動計の指示値が変動しないか、又は変動が少ない場合は、その指示値とする。

(ii) 振動計の指示値が周期的、あるいは間欠的に変動し、その指示値の最大値がおおむね一定である場合は、その変動ごとの指示値の最大値 10 個の平均値とする。

(iii) 振動計の指示値が不規則かつ大幅に変動し、その指示値の最大値が一定でない場合は、5 秒間隔に 100 回読み取り、累積度曲線の 10% (L_{10}) とする。

(L_{10} は従来の 80% レンジの上端値にあたる)

第5章 調査結果

5.1 ブルドーザ

1. 測定条件

1.1 機械の運転条件

ブルドーザの騒音測定に準じた。

1.2 測定要領

表4.2 振動測定要領に準じた。

2. 測定データの処理方法

2.1 ハイアイドル

指示値の変動が小さい（3dB以内）ので、指示振幅の中間位置を測定値とした。

2.2 作業機操作

振動計の指示値は間欠的に変動し、その指示値の最大値がおおむね一定であるので、その変動ごとの指示値の最大値を読み取り、平均を測定値とした。

2.3 走行・作業

ブルドーザの作業時の7m地点における振動レベルは、図5.1に示すように波形が変化するので、その指示値の最大を測定値とした。

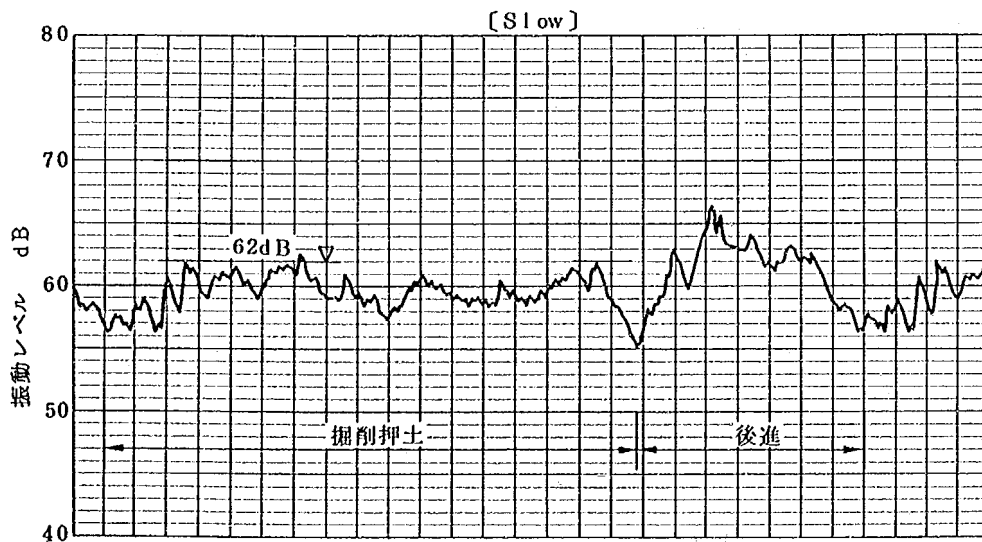


図5.1 ブルドーザのレベル波形の例
(規格21t, 7m地点)

3. 振動の距離減衰

図5.2に、ブルドーザの振動の距離減衰を示す。振動の伝播は、発生した振動の周波数、媒質となる土の性質などの影響を大きく受け、必ずしも、機械の特性に依存するとは限らない。図より明らかな通り、11t級、32t級における振動の減衰は、特に規格に関する特徴はみられない。前者は、砂質土、後者は、粘土質シルト地盤で測定されたものであり、振動の距離減衰は、機械の特性よりむしろ地盤の特性の影響を受けているものと考えられる。

4. 周波数特性

図5.3は、ブルドーザの7m地点の振動の周波数スペクトルを示すものである。砂質土で測定したスペクトルパターンと粘土質シルトで測定したスペクトルパターンは異なっており、粘土質シルトのスペクトルは砂質土に比べて、やや低い周波数帯域にピークがみられる。

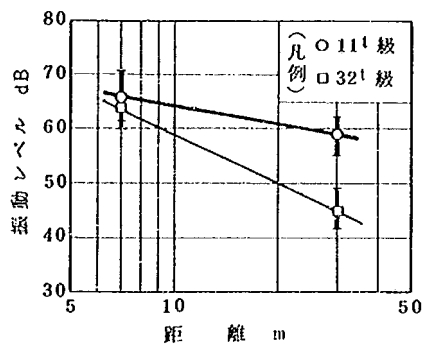


図5.2 ブルドーザ振動の距離減衰（作業）

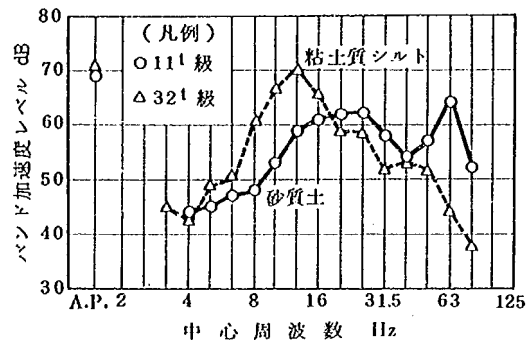


図5.3 ブルドーザ振動の周波数特性（作業）

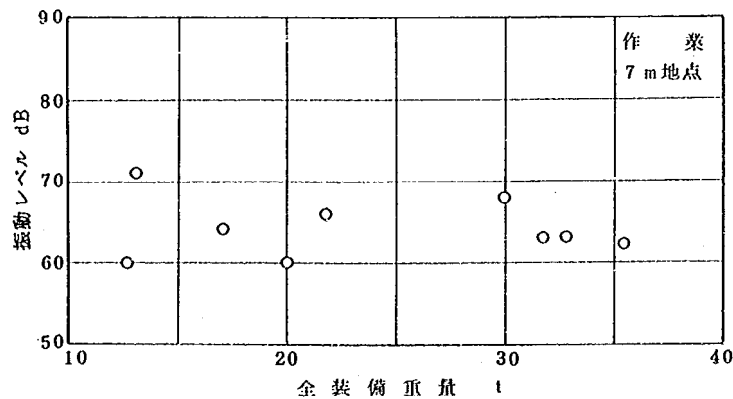


図5.4 ブルドーザの重量と振動レベル

5. 機械の大きさと振動レベル

図 5.4 は、ブルドーザの重量と振動レベルの関係を示したもので、図のように両者の間に相関はなく(相関係数 $r^2 = 0.02$)、振動レベルはむしろ作業条件によって異なるものと考えられる。

5.2 トラクタショベル

1. 測定条件

1.1 機械の運転条件

トラクタショベルの騒音測定に同じ。

1.2 測定要領

表 4.2、振動測定要領に準じた。

2. 測定データの処理方法

2.1 ハイアイドル (定置状態)

振動レベルの指示値の変動が小さいので、指示振幅幅の中間位置を測定値とした。

2.2 走行・作業

図 5.5 は、トラクタショベル (クローラ式) の作業振動のレベル変動を示すものであるが、レベル波形は周期的に大幅変動し、極大値はほぼ一定であるので、極大値の平均をとり、測定値とした。

3. 振動の距離減衰

図 5.6 は、トラクタショベルの作業振動の距離減衰を示すものである。測定点が、7 m と 30 m の 2 点のみであるため減衰傾向は明確に把握できなかった。また、図より明らかな通り、クローラ式とホイール式では、約 15 ~ 20 dB の振動レベル差があり、ホイール式の場合、30 m 以遠では略振動レベル以下になる。

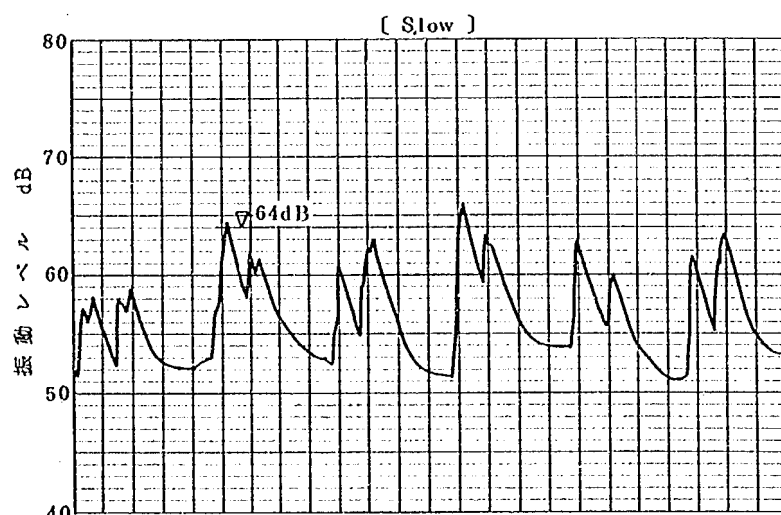


図 5.5 トラクタショベルの作業振動レベル波形の例
(規格クローラ 1.3m³, 7 m 地点)

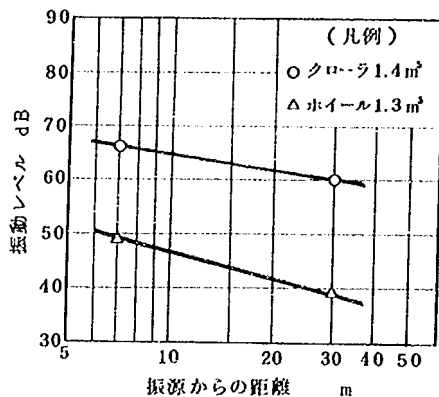


図 5.6 トラクタショベルの作業振動の距離減衰

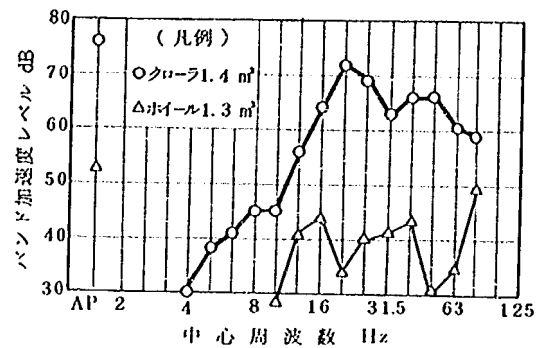


図 5.7 トラクタショベルの作業振動の周波数特性

4. 周波数特性

図 5.7 は、トラクタショベルの作業振動の周波数特性を示すものである。クローラ式の場合、低周波域では次第にスペクトルレベルは増加し20Hz帯域にピークがある。これは、ブルドーザのスペクトルと類似のスペクトルパターンである。

5. 運転条件と振動レベル

図 5.8 は、トラクタショベルの運転条件と7 m地点の振動レベルの関係を示したものである。

定置状態（ハイアイドル）と走行及び作業状態とでは、ホイール式で、約13dB、クローラ式で約20dBの振動レベル差があり、トラクタショベルの振動は、ほとんど機械の走行に伴って発生する。

また、走行状態と作業状態とでは、振動レベルはほぼ等しい値を示しており、クローラ式では、作業時の方が3dB低く観測されているところから、振動レベルは速度に比例して大きくなるといえる。

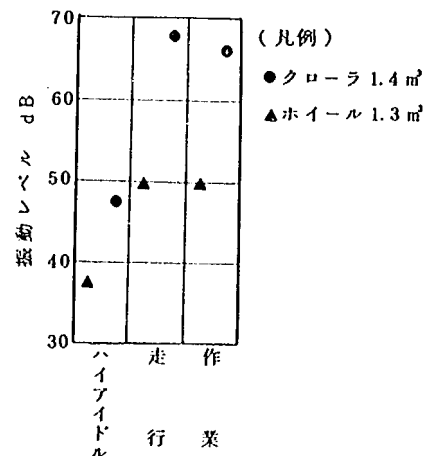


図 5.8 運転条件と振動レベル (7 m)

5.3 油圧ショベル（バックホウ）

1. 測定条件

1.1 機械の運転条件

油圧ショベルの騒音測定に準じた。

1.2 測定要領

表 4.2 振動測定要領に準じた。

2. 測定データの処理方法

2.1 ハイアイドル

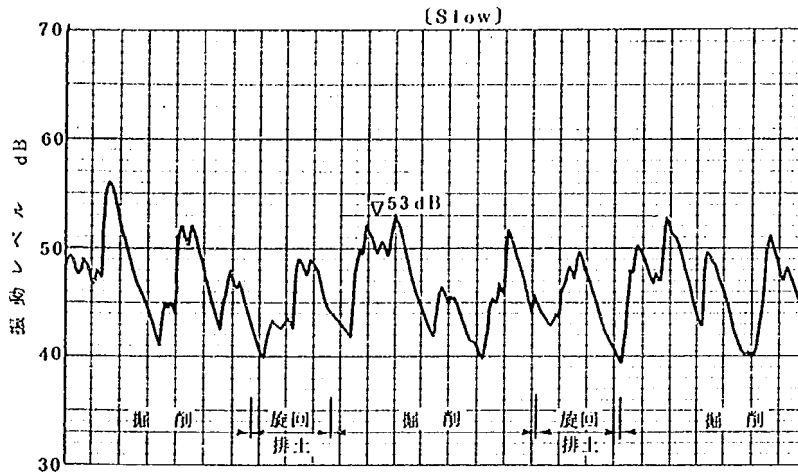


図 5.9 油圧ショベルの振動波形の例
(規格 0.4 m³, 7 m 地点)

指示値の変動が小さい (2 dB 以内) ので指示振れ幅の中間位置を測定値とした。

2.2 走行・作業機操作・作業

図 5.9 は、油圧ショベルの 7 m 地点における作業振動の変動波形を示す。図より明らかな通り、振動レベルは大幅に変動するが、最大値がおおむね一定となるので、その変動ごとの指示値の最大値の平均を測定値とした。

3. 測定値の距離減衰

図 5.10 は、油圧ショベル (バックホウ) の作業振動の距離減衰を示す。振動測定を実施したフィールドの地盤は、砂質土であり、図より明らかな通り、距離減衰の傾向は、機械の大きさの影響を受けていない。減衰の値は、7 m から 30 m の距離間において、6 ～ 9 dB であり、これは倍距離当りに換算すると、3 ～ 4 dB/DD となる。

4. 周波数特性

図 5.11 は、普及形ショベル (バックホウ) の作業時の 7 m 地点における周波数スペクトルを示す。スペクトルパターンは、ブルドーザの場合とよく似ており、およそ 25 Hz 付近以下の周波数帯域では、単調に周波数に依存してレベルが低下している。

一般に、これら土工機械の振動の周波数は、主機関たるエンジンの回転数に依存するスペクトルと、作業機あるいは走行装置等によって生じる、ややインパルス的な振動によって構成される。前者は、16 ～ 30 Hz (1,000 rpm ～ 1,800 rpm) の間にピークを有し、後者は、媒質となる土の性質に応じて卓越周波数を有するものである。一般的な傾向としては、この卓越周波数は、地盤が硬くなる程、高周波側に移行していく性質があり、図 5.3 の場合のように、粘土質シルトの場合、砂質土と比較して高周波成分が大きく減衰して観測されるというのは、この性質を示しているものと思われる。

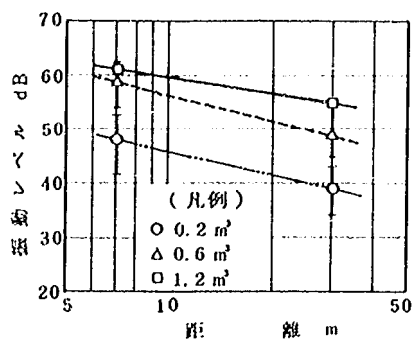


図 5.10 油圧ショック振動の距離減衰 (作業)

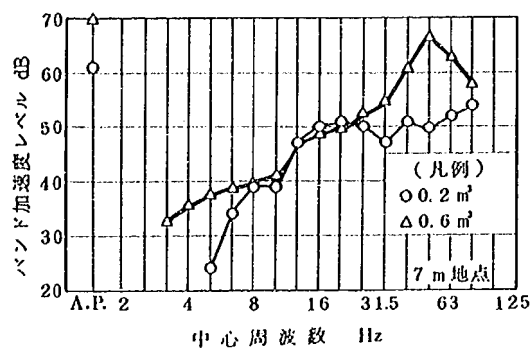


図 5.11 油圧ショック振動の周波数特性 (作業)

5.4 クローラクレーン

1. 測定条件

1.1 機械の運転条件

クローラクレーンの騒音測定に準じた。

1.2 測定要領

表 4.2 振動測定要領に準じた。

2. 測定データの処理方法

2.1 ハイアイドル

指示値の変動が小さい (2dB以内) ので、指示振れ幅の中間位置を測定値とした。

2.2 作業機操作・作業

図 5.12 は、クローラクレーンの作業時の 7 m 地点の振動レベルの変化を示すものである。図より明らかな通り、振動レベルは定常変動であるため、指示振れ幅の中間位置を測定値とした。

3. 振動レベルの距離減衰

図 5.13 は、クローラクレーン (30 t および 40 t 吊) のハイアイドル状態の振動レベルの距離減衰を示すものである。図に示す通り、倍距離当り 4~6 dB/DD の減衰を示している。この値は、油圧ショックの場合の 3~4 dB/DD と比べ、やや減衰が大きい。なお、50 t 吊のデータは、7 m 地点においてすでに暗振動レベル (約 30 dB) 以下として観測され、距離減衰の記述に適さないので除外した。

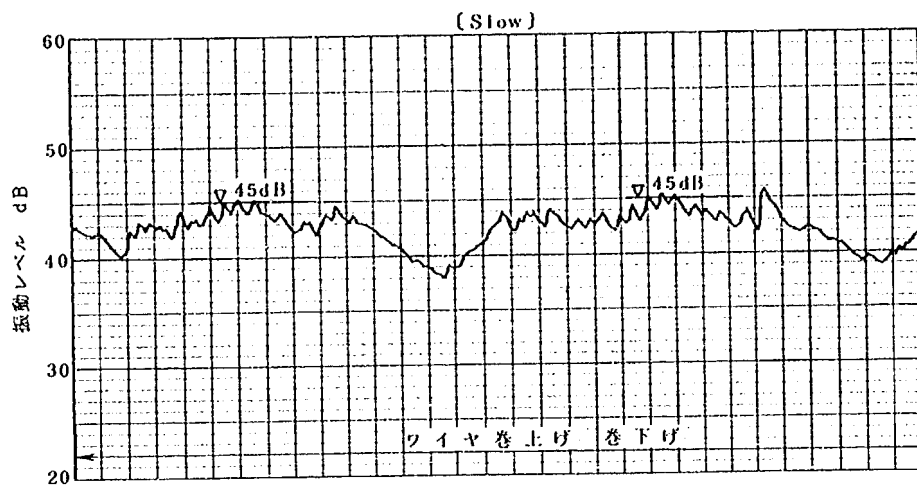


図 5.12 クローラクレーンの振動波形例
(規格 機械ロープ式35 t, 7 m地点)

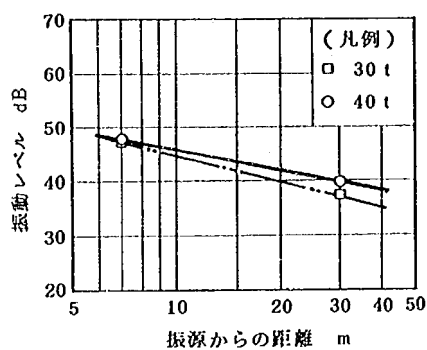


図 5.13 クローラクレーンの振動の
距離減衰 (ハイアイドル)

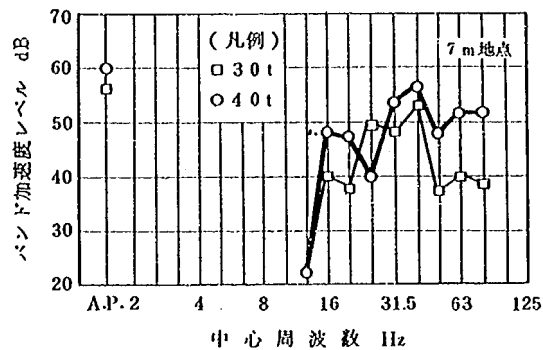


図 5.14 クローラクレーン作業振動の
周波数特性

4. 周波数特性

図 5.14 は、クローラクレーンのハイアイドル振動の周波数特性を示すものである。スペクトルパターンは、ブルドーザあるいは油圧ショベルの場合とよく似ている。10 Hz以下のスペクトルは、20 dB以下であり、機械の運転によって生じた振動よりむしろ暗振動あるいは測定系のノイズ等によるものと思われる。

5.5 基礎工事用機械

5.5.1 ディーゼルパイルハンマ

1. 測定条件

1.1 機械の運転条件

ディーゼルパイルハンマの騒音測定に準じた。

1.2 測定要領

表 4.2 振動測定要領に準じた。ただし、測定点のとり方は、騒音の場合と同様とした。

2. 測定データの処理方法

図 5.15 は、ディーゼルパイルハンマの作業振動レベルの変化を示すものである。図より明らかな通り、振動は間欠的に変動し、その極大値はほぼ一定であるので、これらの極大値を10回読み取り、その平均を測定値とした。

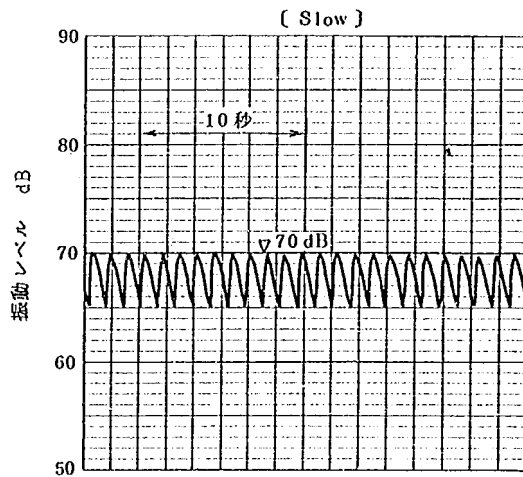


図 5.15 ディーゼルパイルハンマの振動波形の例
(規格 2.5 t, 7 m 地点)

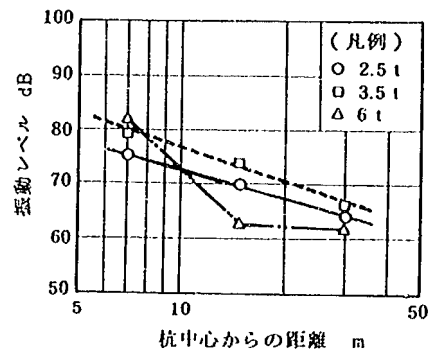


図 5.16 ディーゼルパイルハンマ振動の距離減衰

3. 振動の距離減衰

図 5.16 は、ディーゼルパイルハンマの作業振動の距離減衰を示すものである。実測値は、地盤条件等の相違によって必ずしも同じ傾向を示さない。一般に地盤振動の伝播減衰は、エネルギーの拡散による距離減衰と、地盤の粘性による内部損失による減衰とから成り立っているが、図より明らかな通り、ラム重量 6 t の場合のように地盤の影響を受け一様に減衰しない。一般的には、図中の減衰傾向を示しており、その値は 5 ~ 7 dB/DD である。

4. 周波数特性

図 5.17 に、ディーゼルパイルハンマの作業振動の周波数特性を示す。卓越周波数は 8 ~ 31.5 Hz

帯域にある。ディーゼルパイルハンマの場合、打撃周期以外には振動の固有周期を持っておらず、振動の発生は、杭重―地盤支持力系の振動系により、杭の種類、地盤条件によって周波数のスペクトルは異なるものと考えられる。

5. 機械の大きさと振動レベル

図 5.18 は、ディーゼルパイルハンマの作業振動について、ラム重量と 7 m 地点の振動レベルとの関係を示したものである。図より明らかな通り、ラム重量が増加するにしたがって、発生する振動レベルも増加する傾向があり、この増分は、おおむね $2\text{dB}/1\text{ton}$ である。調査件数は少ないが、一応図中に最小自乗法によって計算した関係式を示す。

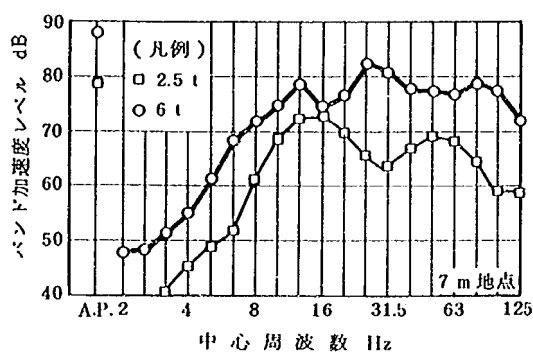


図 5.17 ディーゼルパイルハンマの振動の周波数特性

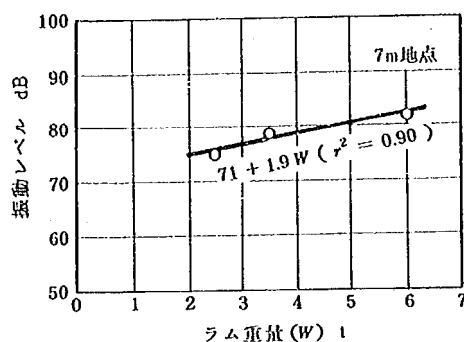


図 5.18 ディーゼルパイルハンマのラム重量と振動レベル

5.5.2 振動パイルドライバ

1. 測定条件

1.1 機械の運転条件

振動パイルドライバの騒音測定に準じた。

1.2 測定要領

表 4.2 振動測定要領に準じた。ただし、測定点のとり方は騒音の場合と同様とした。

2. 測定データの処理方法

図 5.19 は、振動パイルドライバの作業振動レベルの経時変化を示すものである。図のように、振動レベルの変動は極めて小さいので、指示値振れ幅の中間位置を測定値とした。

3. 振動の距離減衰

図 5.20 に振動パイルドライバの振動伝播の距離減衰を示す。規格に依らず全体的な傾向でみると、各距離における測定値の範囲はおおむね 5dB 以内にあり、距離減衰の値は $6 \sim 7\text{dB/DD}$ である。

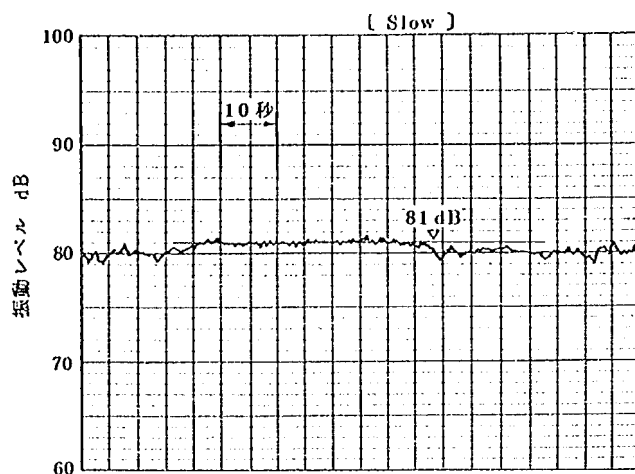


図 5.19 振動パイルドライバ振動
レベル波形の例
(規格 60 kW, 7 m 地点)

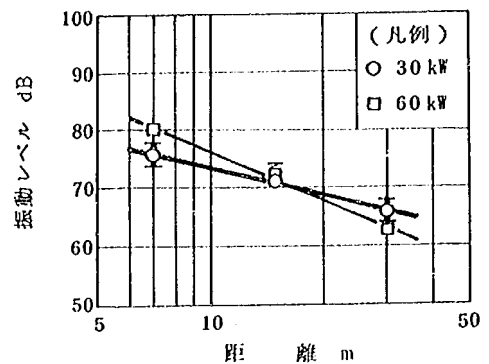


図 5.20 振動パイルドライバ振動
の距離減衰

4. 周波数特性

図 5.21 は、振動パイルドライバの作業振動の周波数特性を示す。一般に振動パイルドライバの固有振動数は 17~20 Hz (1,000~2,000 rpm) にあり、図より明らかな通り、20 Hz 帯域に鋭いピークがみられる。また、40 Hz 帯域に 2 次高調波スペクトルが観測される。

5. 機械の大きさと測定レベル

図 5.22 は、振動パイルドライバの作業振動について、電動機出力と振動レベルとの関係を示したものである。図より明らかな通り、電動機出力が大きくなるにしたがって、7 m 地点の振動は増大する傾向にあり、図中に示す関係式が得られた。この結果、振動パイルドライバの電動機出力が 10 kW 増加すると振動レベルは約 1.2 dB 程度増加する。

5.5.3 オールケーシング掘削機

1. 測定条件

1.1 機械の運転条件

オールケーシング掘削機の騒音測定に準じた。

1.2 測定要領

表 4.2 振動測定要領に準じた。測定点のとり方は、騒音の場合と同様とした。

2. 測定データの処理方法

図 5.23 は、オールケーシング掘削機（ハンマグラブ）の作業振動のレベル変動を示す。主な振動は、ハンマグラブの掘削面への衝突、および排土の際の掘削土落下、本体揺動などによって発生し、

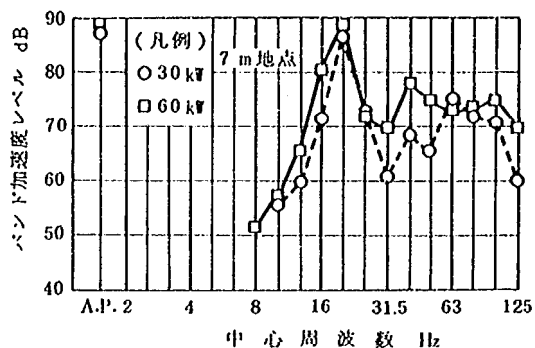


図 5.21 振動パイルドライバの振動の周波数特性

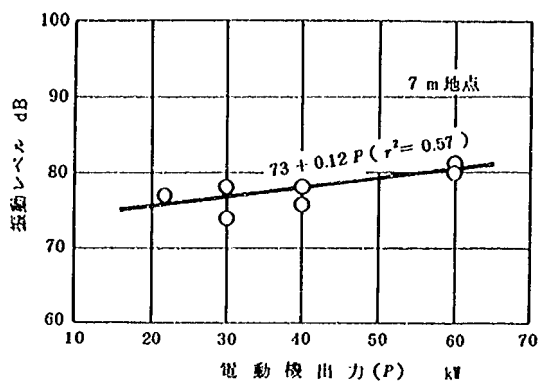


図 5.22 振動パイルドライバの出力と振動レベル

不規則に大きく変動する。またハンマグラブの衝突及び排土時はハンマグラブ巻上時の定常的な振動と比較して、約 20 dB 前後も変動するので、大幅不規則変動とみなし、5 秒間隔サンプリングの L_{10} (80% レンジ上端値) を測定値とした。

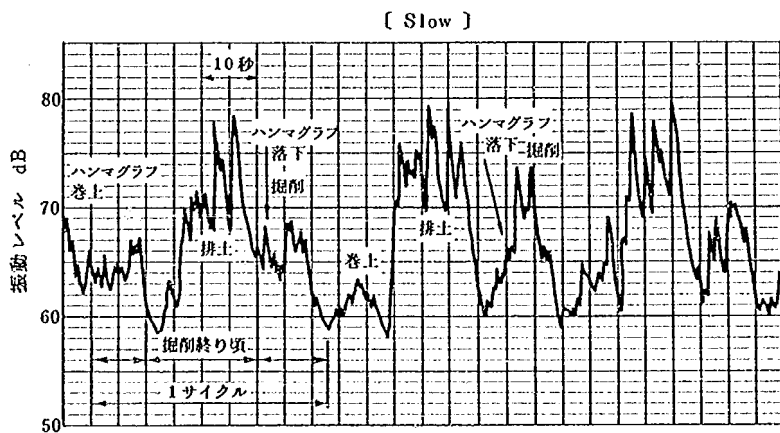


図 5.23 オールケーシング掘削機の振動レベルの波形例 (規格 1.500 mm, 7 m 地点)

3. 振動の距離減衰

図 5.24 は、オールケーシング掘削機の作業振動の距離減衰を示す。各測定距離における振動レベルは、広い範囲でバラツキ、また個々の機械によって減衰の傾向も異なっている。機械の大きさによる相違も明確でない。

4. 周波数特性

図 5.25 は、オールケーシング掘削機の作業振動の周波数スペクトルを示すものである。周波数のスペクトルパターンは、周波数に依存してレベルが上昇する傾向を示しており、規格の違いによる差はあまりみられない。

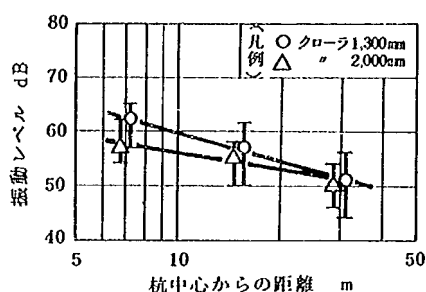


図 5.24 オールケーシング掘削機振動の距離減衰

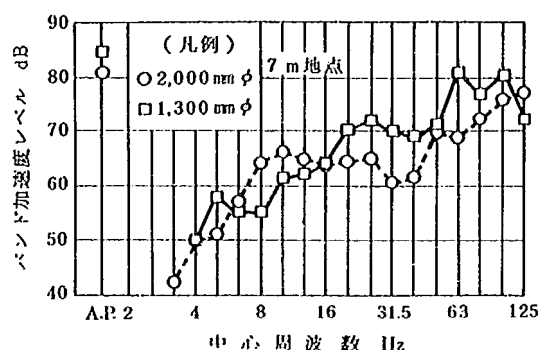


図 5.25 オールケーシング掘削機振動の周波数特性

5.5.4 リバースサーキュレーションドリル掘削機

1. 測定条件

1.1 機械の運転条件

リバースサーキュレーションドリルの騒音測定に準じた。

1.2 測定要領

表 4.2 振動測定要領に準じた。ただし、測定点のとり方は、騒音調査の場合と同様とした。

2. 測定データの処理方法

図 5.26 は、リバースサーキュレーションドリルの掘削中頃の振動レベルの変化を示すものである。変動は定常的で、しかもその範囲が ± 2 dB 以内であるところから、定常振動とみなし、指示振れ幅の中間位置を測定値とした。

3. 振動の距離減衰

図 5.27 は、リバースサーキュレーションドリルの作業振動レベルの距離減衰を示すものである。図より明らかな通り、機械の大きさによる振動レベルの相違よりむしろ電源に発動発電機を用いた場合

と、商用電源を用いた場合とに差があらわれており、このことからリバースサーキュレシヨンドリルの振動は、電源用の発動発電機あるいは、ベースマシンからの振動に依存しているものと思われる。一方、振動レベルの距離減衰値は、平均値でみるとほぼ6 dB/DDである。

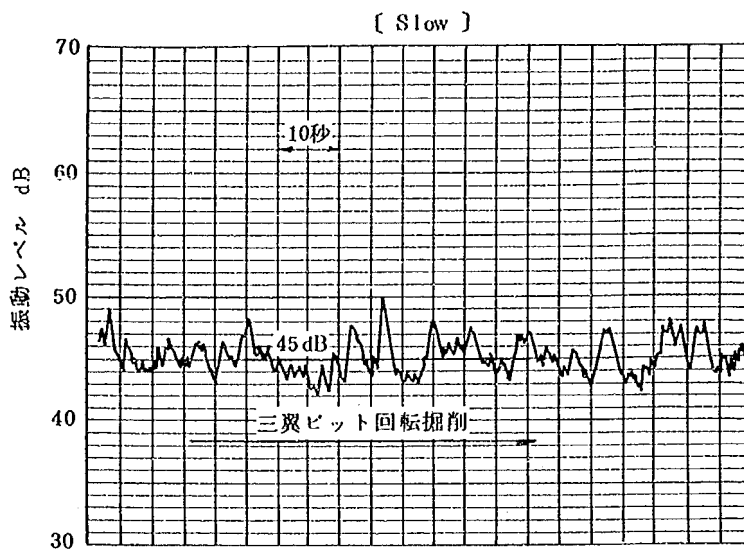
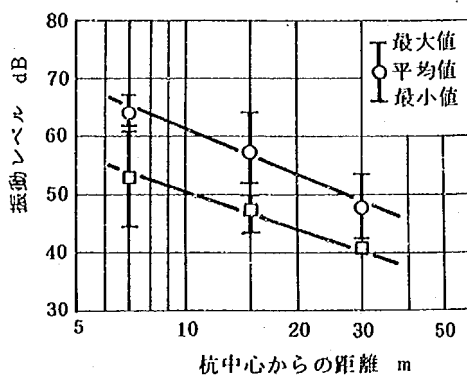
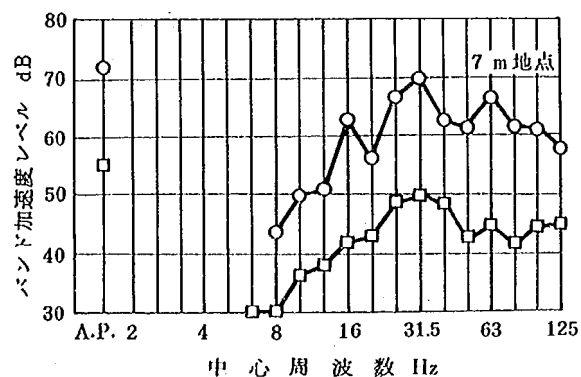


図 5.26 リバースサーキュレシヨンドリルの振動レベル波形の例
(規格 3,200 mm, 7 m地点)



- 発動発電機使用
(1,500 ~ 4,000 mm)
- 商用電源使用
(3,000 ~ 3,200 mm)

図 5.27 リバースサーキュレシヨンドリル振動の距離減衰



- (凡例)
- 4,000 mm
(発動発電機使用)
 - 3,200 mm
(商用電源使用)

図 5.28 リバースサーキュレシヨンドリル振動の周波数特性

4. 周波数特性

図 5.28 は、リバースサーキュレーションドリル工法の作業振動の周波数特性を示すものである。この場合も、発動発電機使用と商用電源使用を比較すると、両者の違いから、発動発電機使用の場合は、発動発電機の周波数特性が現われている。16, 31.5 及び 63 Hz 帯域の振動スペクトルは、発電機のエンジン回転数に依存するスペクトルと思われる。

5.5.5 アースドリル

1. 測定条件

1.1 機械の運転条件

アースドリルの騒音測定に同じ。

1.2 測定要領

表 4.2 振動測定要領に準じた。測定点のとり方は、騒音調査の場合と同様とした。

2. 測定データの処理方法

図 5.29 は、アースドリルの作業時の 7 m 地点における振動レベルの変動を示す。主な振動は、回転掘削及び旋回、排土の際の本体揺動で、間欠的に変動し、そのレベル差は約 10 dB 程度あり、大幅不規則変動とみなし得るので 5 秒間隔サンプリングの L_{10} を測定値とした。

3. 振動の距離減衰

図 5.30 は、アースドリルの振動レベルの距離減衰を示すものである。アースドリルの振動レベルは、7 m 地点の平均値で 60~63 dB の範囲にあって、油圧駆動式より機械式が約 3 dB 程度高い。距離減衰の値は、ほぼ 6 dB/DD であり、減衰の傾向は機種に依らない。

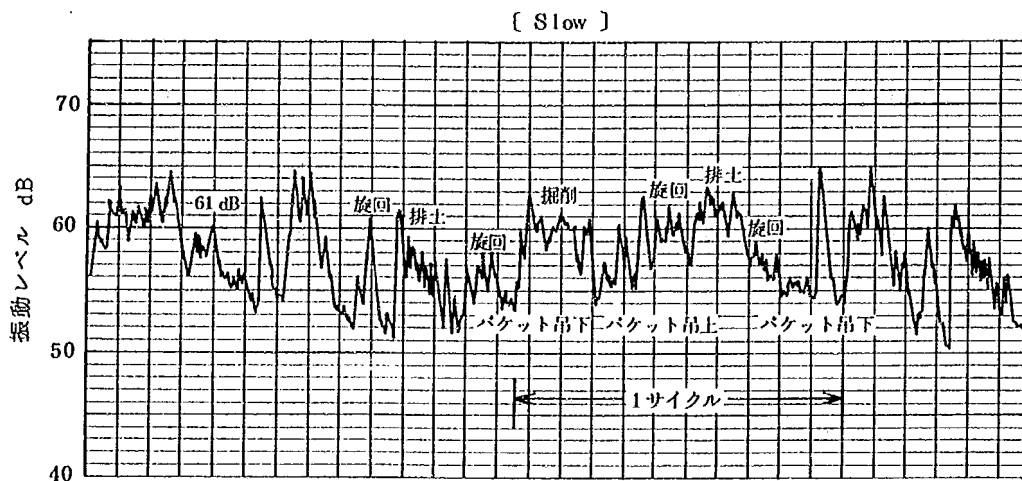


図 5.29 アースドリルの振動レベル波形例
(規格 1,500 mm, 7 m 地点)

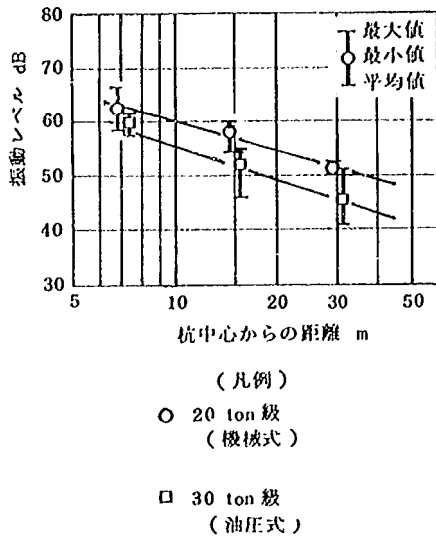


図 5.30 アースドリル振動の距離減衰

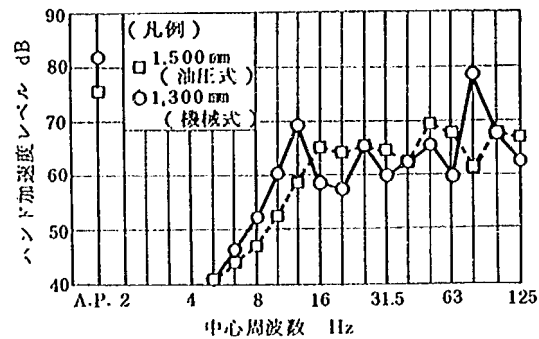


図 5.31 アースドリル振動の周波数特性

4. 周波数特性

図 5.31 は、アースドリル振動の 7 m 地点における周波数特性を、油圧式と機械式について示したものである。スペクトルパターンの相違は小さいが、機械式の場合、12.5 Hz, あるいは 80 Hz 帯域に鋭いピークがみられ、油圧式では、これらの鋭いピークは存在しない。

5. 機械の大きさと振動レベル

図 5.32 は、掘削バケットの回転駆動方式の異なる油圧式と機械式とについて、各測定距離における振動レベルを示したものである。油圧式の方が本体重量が重いにもかかわらず、機械式と比較して 3～6 dB 低い値を示しており、油圧化による低振動の実現が認められる。

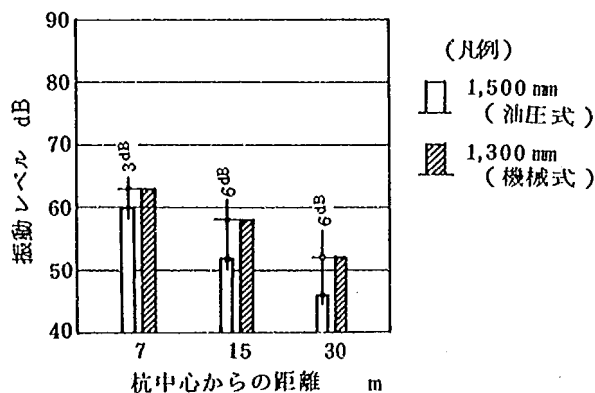


図 5.32 アースドリルの駆動方式別の振動レベル

5.5.6 プレボーリング工法（既製杭対策工法）

1. 測定条件

1.1 機械の運転条件

プレボーリング工法の騒音の測定に同じ。

1.2 測定要領

表 4.2 振動測定要領に準じた。ただし、測定点のとり方は、騒音調査の場合と同様とした。

2. 測定データの処理方法

図 5.33 は、プレボーリング工法（ドーナツオーガ工法）の作業振動の変動を示すものである。指示値は間欠的に変動し、最大値はほぼ一定であるので、最大値の平均を測定値とした。

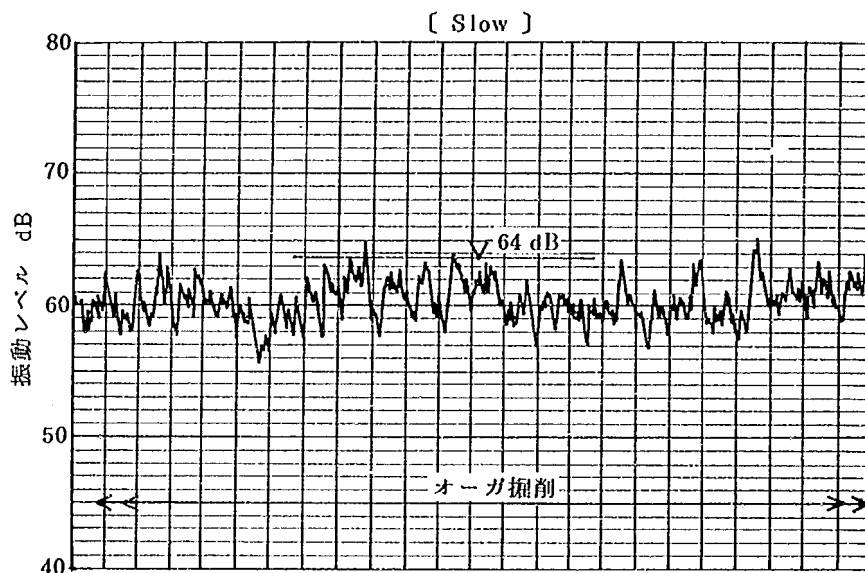


図 5.33 プレボーリング工法の振動レベル波形例（7 m 地点）

3. 振動の距離減衰

図 5.34 は、プレボーリング工法の作業振動の距離減衰を示すものである。各測定距離における振動レベルのばらつきは大きいですが、平均値で、約 5dB/DD の距離減衰が認められる。

4. 周波数特性

図 5.35 は、プレボーリング工法の作業振動の周波数特性を示すものである。このスペクトルパターンは、図 5.31 に示すアースドリルの機械式の振動スペクトルパターンとよく似ており、地中に対するドリリング作業の周波数特性として同一範疇に含め得る。

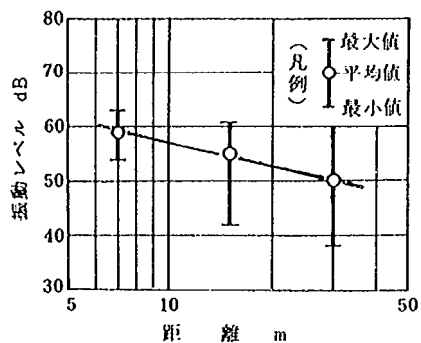


図 5.34 プレボーリング工法の作業振動の距離減衰

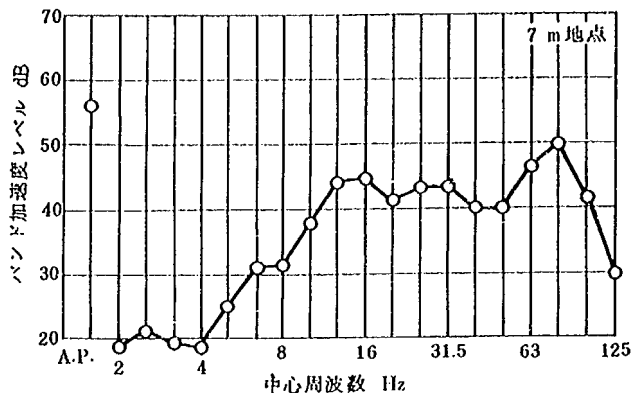


図 5.35 プレボーリング工法振動の周波数特性

5.5.7 中掘工法（既製杭対策工法）

1. 測定条件

1.1 機械の運転条件

中掘工法の騒音の測定に準じた。

1.2 測定要領

表 4.2 振動測定要領に準じた。ただし、測定点のとり方は騒音調査の場合と同様とした。

2. 測定データの処理方法

図 5.36 は、中掘工法の作業時における 7 地点の振動レベルの変化を示す。この工法においては、杭の最終処理を打撃力で行う場合とセメントミルクで固める場合があり、図中(a)はアースオーガによる掘削時、(b)はドロップハンマによる打止め処理時の振動レベルを示したものである。掘削中の振動は間欠的ではあるが振動レベルの変動は小さく、打止め時は、間欠的かつ衝撃的な振動である。したがって、短時間による変動を除外した再現性のある最大値についての平均を測定値とした。

3. 振動の距離減衰

図 5.37 は、中掘工法の振動レベルの距離減衰を示すものである。個々の測定距離における振動レベルは、機種によって大きく異なり、約 20 dB もの範囲にわたって分布しているが、減衰の傾向はいずれも大差なく、全体の平均値での振動レベルの距離減衰の値は、約 5 dB/DD であり、プレボーリング工法の場合とほぼ等しい。

4. 周波数特性

図 5.38 は、中掘工法の作業振動の 7 m 地点における周波数特性を示すものである。図 5.35 のプレボーリング工法の場合と同様 80 Hz 帯域に鋭いピークがあり、12.5 Hz 以下の低い周波数帯域では、

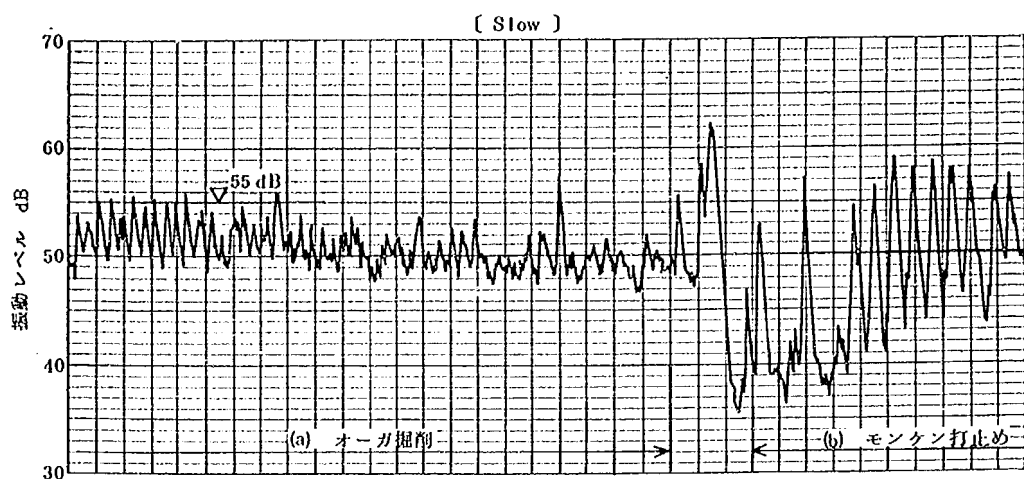


図 5.36 中掘工法の振動波形例
(NDスパイラルオーガ工法, 7 m地点)

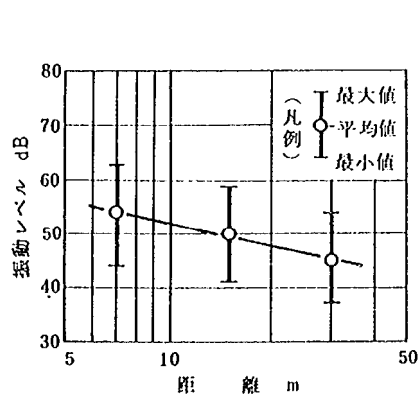


図 5.37 中掘工法の作業振動の距離減衰

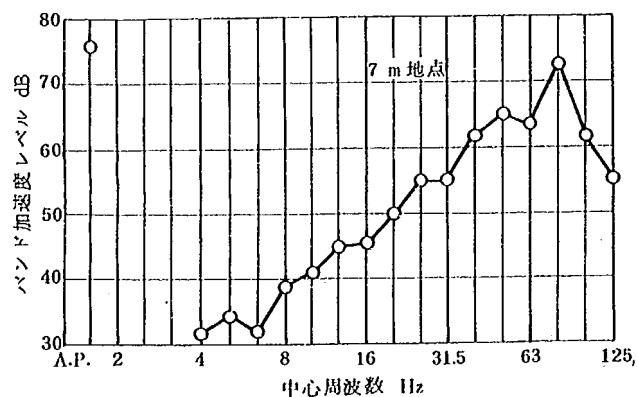


図 5.38 中掘工法の作業振動の周波数特性

トルが20 dB程度高く出ているが、振動レベルで測定する場合、これらの高周波帯域では、振動計の振動感覚補正回路による減衰が大きく、したがって振動レベルでは、そのレベルに大きな差が現われない。

5.5.8 鋼矢板対策工法

1. 測定条件

1.1 機械の運転条件

鋼矢板対策工法の騒音の測定に同じ。

1.2 測定要領

表 4.2 振動測定要領に準じた。ただし、測定点のとり方は騒音調査の場合と同様とした。

2. 測定データの処理方法

鋼矢板対策工法には、(1)アースドリルを用いて鋼矢板背面を掘削しつつ鋼矢板を打込むもの、(2)反力を既に施工した鋼矢板等にとり、油圧力を用いて圧入するもの、(3)ウォータージェットを用いて先進掘削しながら鋼矢板を打込むもの、(4)高周波振動で鋼矢板を打込むもの、の4種の工法が開発されている。これらの工法は、その施工法の違いから振動の発生も異なるが、振動の発生を極力抑えた工法である。

図 5.39～41 は、これらの3種の対策型工種のうち、代表的な工法の振動レベルの7m地点における変動波形を示したものである。図 5.39 における衝撃的な振動は、自動車による外乱であり、33～34dBに暗振動レベルが観測される。振動レベルの変動は約10dBの幅を有し、やや衝撃的な発生形態を有しているところから最大値の平均を測定値とした。図 5.40 においても、衝撃的な振動レベルは外乱によるもので、この場合測定地点が駅構内であるところから、外乱は列車等によって発生している。アースドリル併用工法の場合と同じく、レベルの変動幅は約10dBあり、したがって最大値の平均を測定値とした。図 5.41 に示すウォータージェット工法の振動は、定常過程とみなすことが可能であり、したがって最大レベルを示す近傍での指示値の振れ幅の中間位置を測定値とした。

3. 振動の距離減衰

図 5.42～44 は、鋼矢板対策工法について、振動の距離減衰を示す。ウォータージェット工法は1機種種の測定データであるので、作業条件ごとの距離減衰を示しているが、他の2工法はいずれも標準的な作業条件での振動について示したものである。図 5.42, 43 より明らかな通り、同一工法に分類される機械にあっても、作業現場の条件、あるいは組合せ補助機械の選定によって、発生する振動のレベルは異なり、10～15dBもの範囲に分布している。アースオーガ併用工法あるいは圧入工法の振動の距離減衰の値は小さく、2～3dB/DDである。一方、ウォータージェット工法では、いずれの作業条件においても5～6dB/DDの減衰を示している。

4. 周波数特性

図 5.45 は、鋼矢板対策工法（アースオーガ併用工法）の作業振動の周波数特性を示す。スペクトルパターンは、その他の騒音対策形基礎工の場合とほぼ同様で、16 Hz以下の減衰が著しい。

5.5.9 基礎工事用機械の振動に関する特記事項

基礎工事用機械のうち、騒音振動対策形機械は、打設杭の最終処理において様々の工夫がなされている。セメントミルク、モルタル注入等による打止め処理の場合は、杭打設時の振動とかわるところはないが、打止めをドロップハンマあるいはディーゼルパイルハンマ等で行う場合は、在来工法と同様に高い騒音振動が発生する。また、リバーササーキュレーションドリル工法において、一般にケーシングの立込みに振動パイルドライバを使用するが、この時の振動は、在来型の非対策工法のそれと変

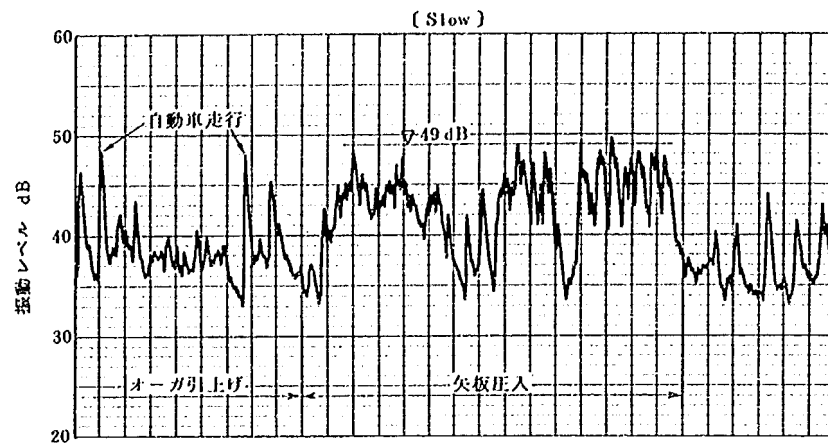


図 5.39 鋼矢板打込対策工法の振動波形例
(HAS工法, 7 m地点)

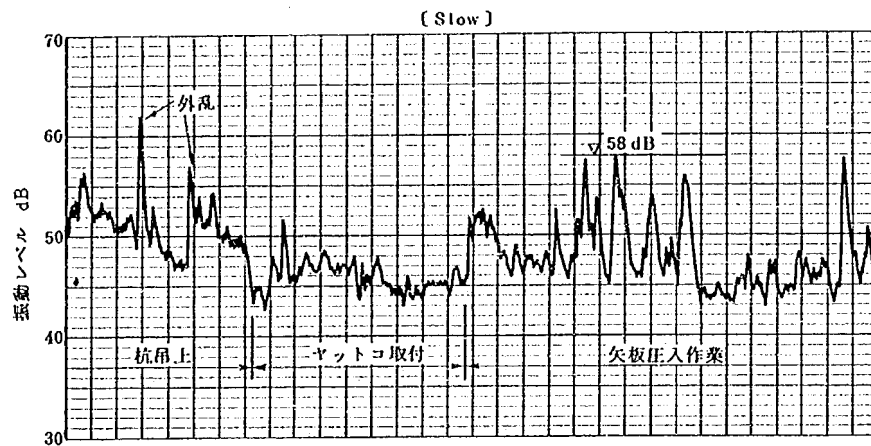


図 5.40 鋼矢板打込対策工法の振動波形例
(トランキー工法, 7 m地点)

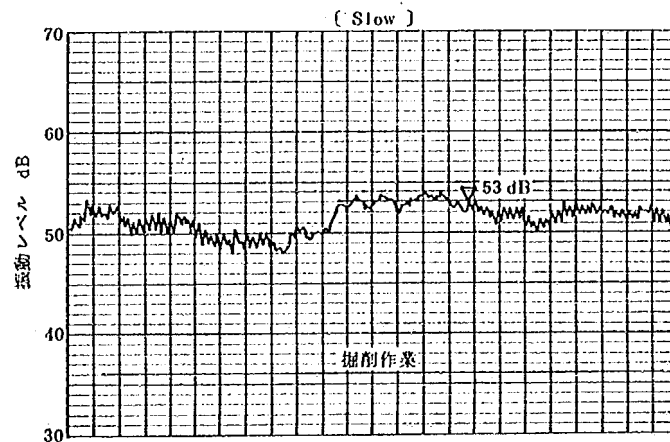


図 5.41 鋼矢板打込対策工法の振動波形例
(WJ工法, 7 m地点)

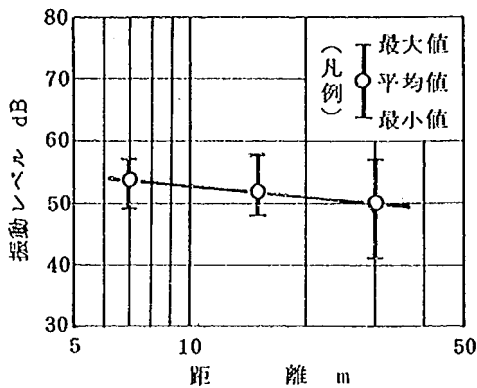


図 5.42 鋼矢板打込対策工法（アースオーガ併用工法）振動の距離減衰

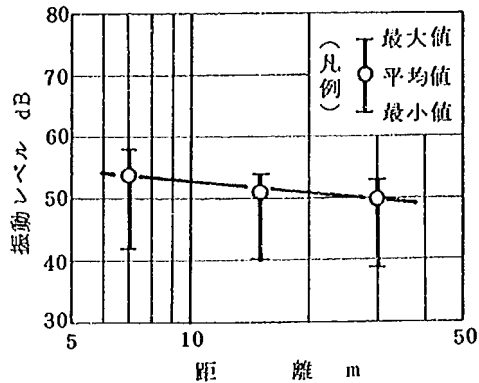


図 5.43 鋼矢板打込対策工法（圧入工法）振動の距離減衰

るところはない。

本調査で示した振動レベルは、通常の杭打設あるいは矢板打設時の振動であって、施工法の一部に在来型の工法を用いる場合の最高レベルは、ディーゼルパイルハンマあるいは振動パイルドライバの作業振動レベルと同じことになる。

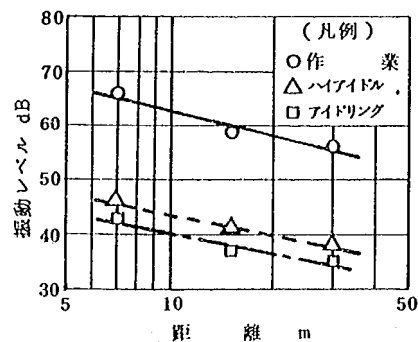


図 5.44 鋼矢板打込対策工法（ウォータージェット工法）振動の距離減衰

5.6 さく岩機

1. 測定条件

1.1 機械の運転条件

さく岩機の騒音測定に同じ。

1.2 測定要領

表 4.2 振動測定要領に準じた。

ただし、測定点のとり方は、騒音調査の場合と同様とした。

2. 測定データの処理方法

図 5.46 は、ブレーカ作業の 7 m 地点における振動レベルの変動を示したものである。ブレーキング振動は、図のよう

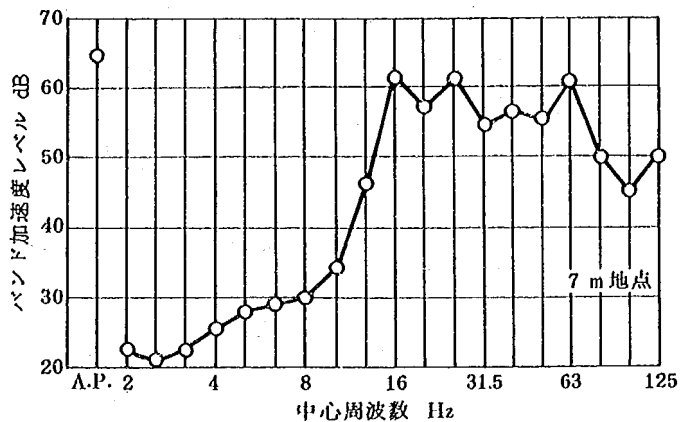


図 5.45 鋼矢板対策工法（アースオーガ併用）振動の周波数特性

にほぼ定常であるが、ブレーキングポイントの変更頻度（位置変え）が高いため、図では間欠的な波形となっている。図より明らかな通り変動振動とみなしても、その最大値はほぼ一定値となるので、最大値の平均を測定値とした。

3. 振動の距離

図5.47 は、大形ブレーカの作業振動の距離減衰を示したものである。200 kg の7 m 地点の測定値はやや低い値を示しているが、これを30 m 地点でみると、3種の振動レベルは、ほぼ同じ値

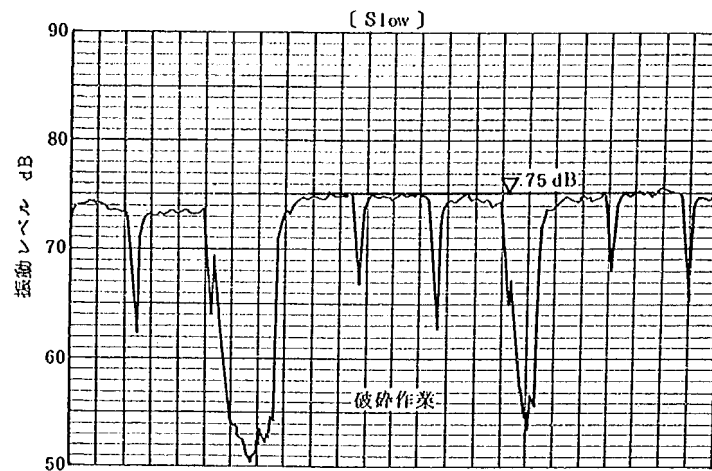


図5.46 大形ブレーカの振動レベル波形例（規格400 kg, 7 m地点）

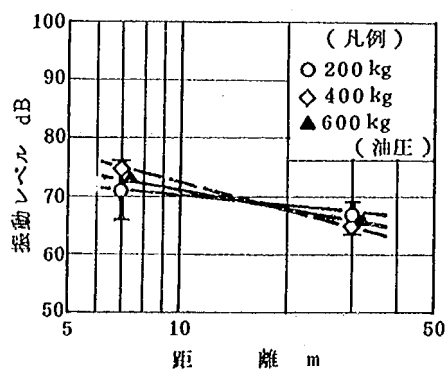


図5.47 大形ブレーカの作業振動の距離減衰

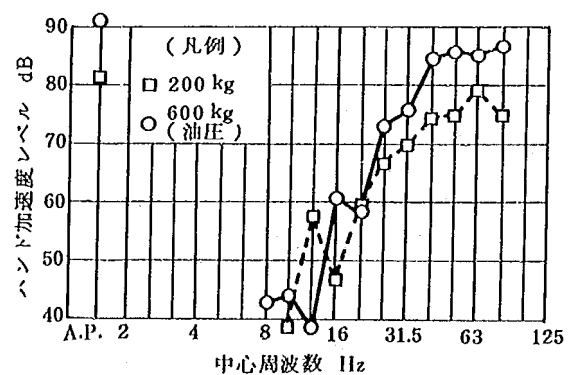


図5.48 コンクリートブレーカ作業の周波数特性

を示しており、ブレーカの振動は、この規格の範囲では、機械の重量に左右されない。

4. 周波数特性

図5.48は、ブレーカの作業振動の周波数スペクトルについて示すものである。スペクトルパターンは、機械に依らず、ほぼ同様のパターンを示し、周波数が高くなるに従って、スペクトルレベルが漸増する傾向にある。200kg級では、12.5Hzに突出したピークが認められ、600kg級では、8~10Hz、および16Hz帯域に、ピークがあり、ブレーカを特徴づける周波数成分と思われる。

5.7 締固め機械

1. 測定条件

1.1 機械の運転条件

締固め機械の騒音測定と同じ。

1.2 測定方法

表4.2 振動測定要領に準じた。

2. 測定データの処理方法

2.1 ハイアイドル（定置状態）

指示値の変動が小さい（2dB以内）ので、指示値振れ幅の中間位置を測定値とした。

2.2 走行・作業

図5.49は、締固め機械（ロードローラ8~10t）の作業時における振動レベルの変動波形を示す。

図のように、機械の移動に伴って指示値は変動するので、その最大値を測定値とした。

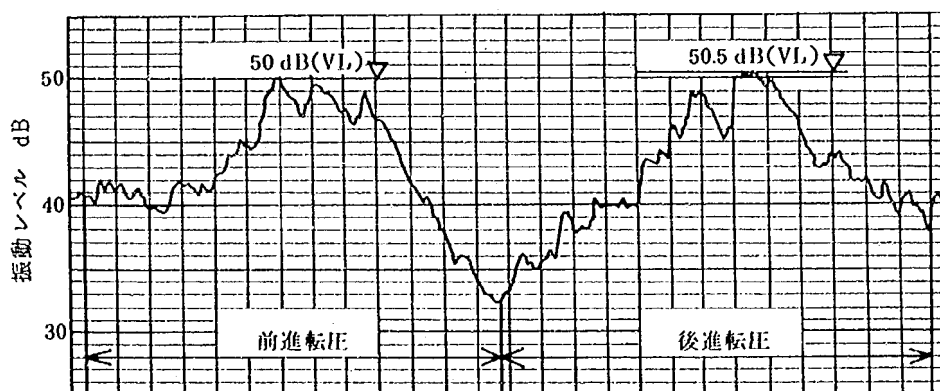


図5.49 ロードローラ作業の振動レベル波形例（規格タンデム8~10t，7m地点）

3. 振動の距離減衰

3.1 振動ローラ

図5.50は、振動ローラの作業振動の距離減衰を示すものである。この場合も距離減衰は、地盤条件等により異なっており、図より6～10dB/DD程度である。また、振動ローラは機械自身が振動を発生するため、振動レベルも高い値を示している。

3.2 ロードローラ

図5.51は、ロードローラの作業振動の距離減衰を示すものである。ロードローラは、機械による振動レベルのばらつきが大きく、同じ規格のものでも10dB前後もの範囲にわたっている。減衰値はおよそ5dB/DD程度とみられる。15m以遠では、機械によっては、暗振動レベル（約30～35dB）以下になる場合もある。

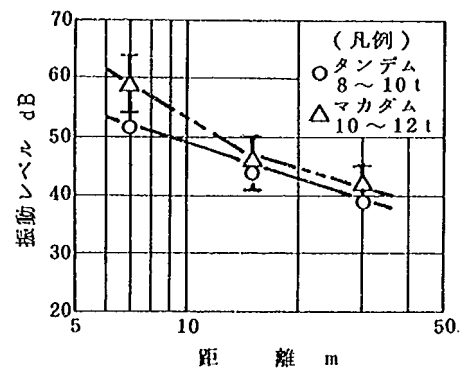
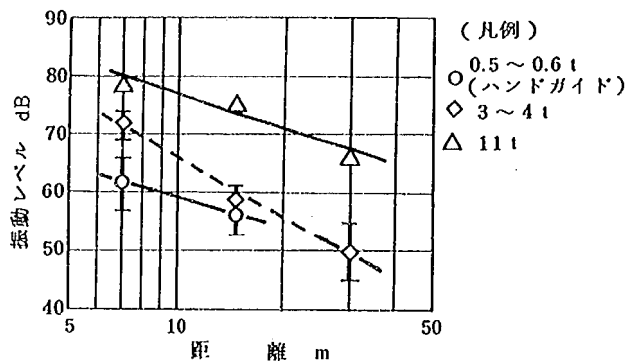


図5.50 振動ローラの作業振動の距離減衰 図5.51 ロードローラの作業振動の距離減衰

3.3 タイヤローラ、振動コンパクタ、ランマ

これらの機種振動レベルは、7m地点でも、40dB前後の値であり、15m以遠の測定点では、暗振動レベル以下となる場合があり、距離減衰の傾向は判断できない。

4. 周波数特性

4.1 振動ローラ

図5.52は、振動ローラの7m地点における作業振動の周波数特性を示す。図より明らかな通り、個々のスペクトルには顕著なピークがあり、これは、振動ローラ自体の振動数と一致する。

4.2 ロードローラ

図5.53は、ロードローラの作業振動の周波数特性を示すものである。63Hz帯域に卓越したピークが認められるが、他の周波数帯域では、特筆すべきスペクトルは観察されない。

4.3 振動コンパクタ、タンバ

図5.54は、振動コンパクタ、タンバの作業振動の周波数特性を示すものである。両者は共に、

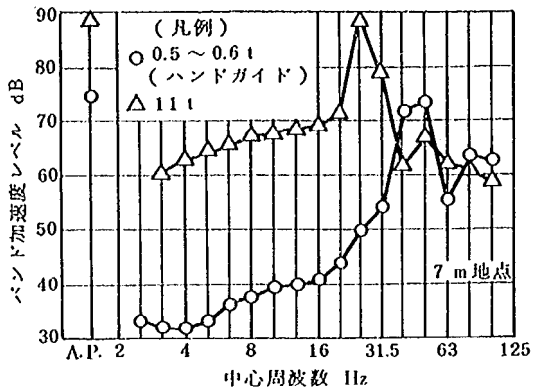


図 5.52 振動ローラの作業抗動の周波数特性

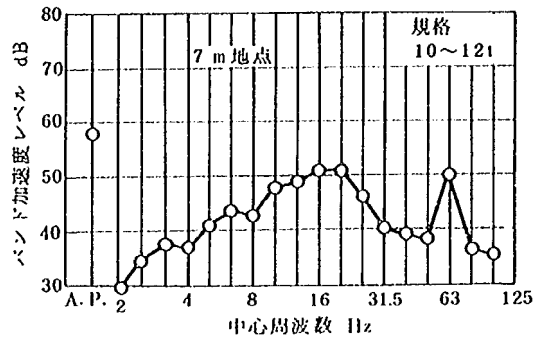


図 5.53 ロードローラの作業振動の周波数特性

振動，あるいは周期的な衝撃力をもって作業する機械であるため，機械固有の振動数が現われたのと思われる。振動コンパクタの振動は，周波数が高くなるに従って，スペクトルレベルが漸増する傾向にあり，タンバの場合，10，20，40Hzの調和的周波数帯域にピークが認められ，タンピング周波数に相当するスペクトルと思われる。

5. 機械の大きさと振動レベル

図 5.55 は，振動ローラの機械重量と，7m地点の作業時の振動レベルとの関係を示したものである。両者の間には，図中に示した相関関係があり，重量が 1t 増すごとに振動レベルは，約 1.6dB 上昇する。

しかし，振動ローラを除いた，他の締固め用機械では機械の大きさと振動レベルの間に有意な関係は見出し得ない。

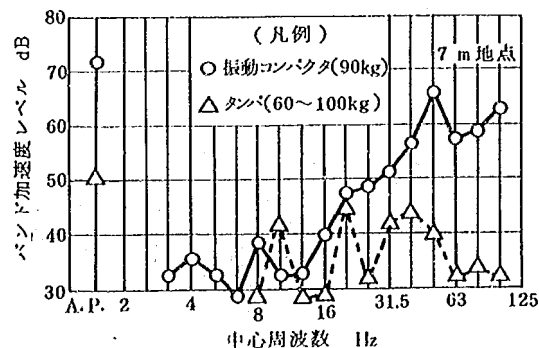


図 5.54 振動コンパクタ，タンバの作業振動の周波数特性

5.8 コンクリート取壊し機械

5.8.1 スチールボール

1. 測定条件

1.1 機械の運転条件

運転条件は，工事現場における通常の作業状態とした。

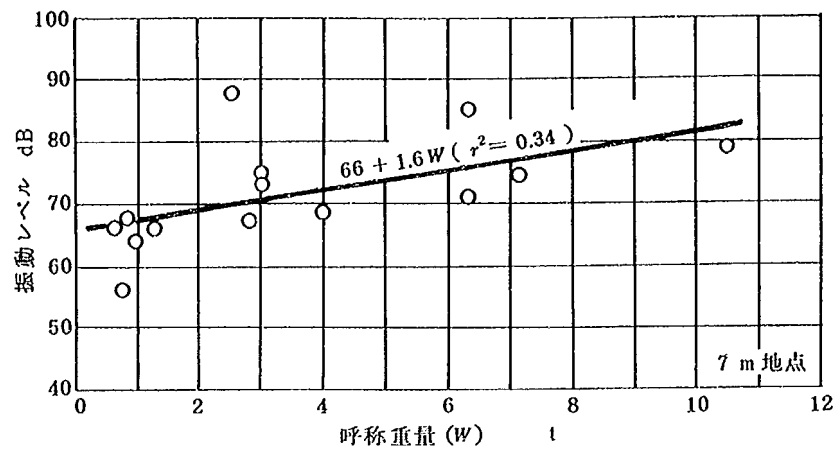


図 5.55 振動ローラの呼称重量と振動レベル (作業)

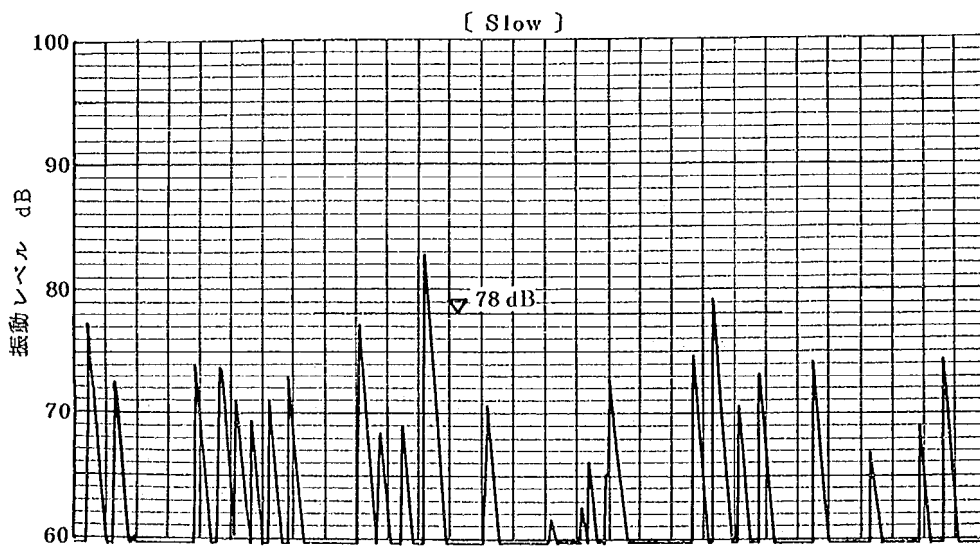


図 5.56 スチールボール作業振動のレベル波形例 (7 m 地点)

1.2 測定方法

表 4.2 振動測定要領によった。なお測定点は、スチールボールの落下地点を中心に、それぞれの測定距離をとった。

2. 測定データの処理方法

図 5.56 は、スチールボール作業における 7 m 地点の振動レベルの変動を示すものである。スチー

ルボールの作業振動は、間欠的かつ衝撃的に変動するので、スチールボール落下時における極大値の平均を測定値とした。

3. 振動の距離減衰

図5.57は、スチールボール作業振動の距離減衰を示すものである。各測定距離における振動レベルのばらつきは大きいが、距離減衰の値はほぼ6 dB/DDである。

4. 周波数特性

図5.58は、7 m地点のスチールボール作業振動の周波数特性を示すものである。スチールボールの場合は、特に固有の振動を有しないため、特筆すべき周波数スペクトルが観察されない。

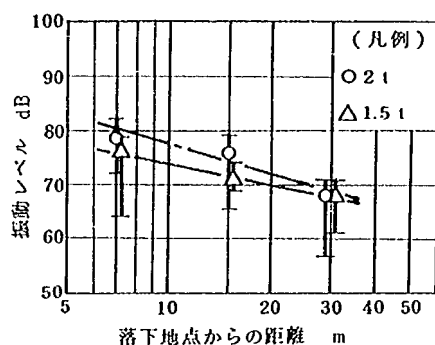


図5.57 スチールボールの作業振動の距離減衰

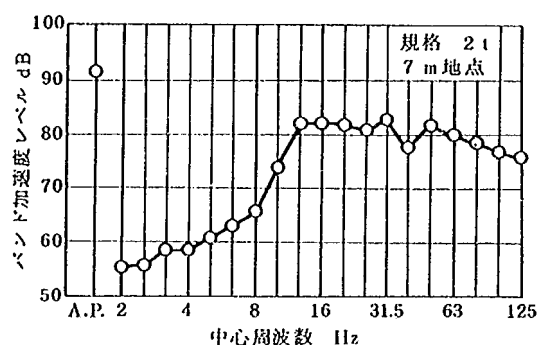


図5.58 スチールボールの作業振動の周波数特性

5.8.2 油圧ジャッキ式及び油圧圧縮式コンクリート取壊し機械

1. 測定条件

1.1 機械の運転条件

油圧ジャッキ式及び油圧圧縮式コンクリート取壊し機械の騒音測定に準じた。

1.2 測定要領

表4.2 振動測定要領に準じた。なお測定点のとり方は、騒音調査の場合と同様とした。

2. 測定データの処理方法

振動レベル計の指示値の変動が小さいので、測定回数ごとの指示値を読み取り、その平均を測定値とした。

3. 振動レベルの距離減衰

図5.59は、油圧ジャッキ式及び油圧圧縮式コンクリート取壊し機械の振動レベルの距離減衰を示す。機種によって、振動レベルは異なり、30 m地点において暗振動レベル以下となる機種もみられる。各測

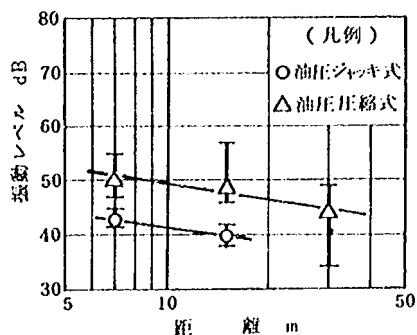


図 5.59 コンクリート取壊し機械の作業振動の距離減衰

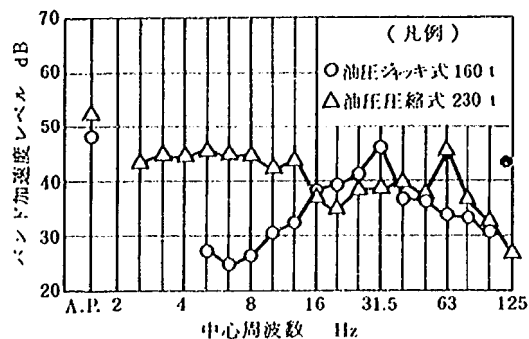


図 5.60 コンクリート取壊し機械の作業振動の周波数特性

定距離における距離減衰が小さく、7m地点より15m地点の振動レベルが逆に高く観測されたものもあり、明確な距離減衰の傾向が現われていない。

4. 周波数特性

図 5.60 は、油圧ジャッキ及び油圧圧縮式コンクリート取壊し機械の作業振動の周波数特性を示す。図より、特筆すべきスペクトルはなく、ほぼ全周波数帯域にわたって、スペクトルがある。これは、3項でも触れた通り機械から有意な振動が発生しておらず、暗振動レベルと拮抗しているためと思われる。

5.8.3 油圧割裂式コンクリート取壊し機械

油圧式割裂式コンクリート取壊し機械の振動は、7、15、30mのいずれの測定距離においても暗振動以下であり、有意な測定値は得られなかった。

5.8.4 機械に関する特記事項

図 5.61 は、油圧ジャッキ式コンクリート取壊し機械の作業振動と、圧壊コンクリートの落下によって生じた振動を距離減衰グラフ上で比較したものである。図より明らかな通り、作業時と比較して、落下時の振動の方が約 4 dB 高く観測されており、測定及びデータ処理の時注意を要する。

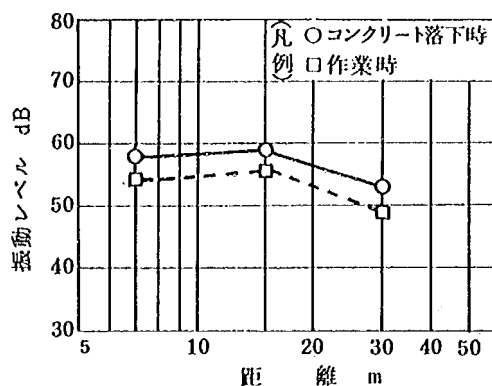


図 5.61 油圧ジャッキ作業振動の距離減衰

5.9 舗装機械（アスファルトフィニッシャー）

1. 測定条件

1.1 機械の運転条件

舗装機械の騒音測定と同様とした。

1.2 測定方法

表 4.2 振動測定要領に準じた。

2. 測定データの処理方法

2.1 ハイアイドル

指示値の変動が小さい（2dB以内）ので、指示振幅幅の中間位置を測定値とした。

2.2 走行・作業

アスファルトフィニッシャーの作業振動レベルは図 5.62 に示すように変化するので、指示値の最大値を測定値とした。

3. 振動の距離減衰

図 5.63 は、アスファルトフィニッシャーの作業振動の距離減衰を示すものである。減衰の値は 8～10 dB/DD と大きな値を示している。また、アスファルトフィニッシャーの機械の大きさによる振動レベル差は小さい。

アスファルトフィニッシャーの振動は減衰が大きく、しかも、30 m 以遠においては、暗振動レベル以下になる機種も多い。

4. 周波数特性

図 5.64 は、アスファルトフィニッシャーの作業振動の周波数特性を示すものである。スペクトルのパターンは、規格に依らず同じような傾向を示し、50～80Hz の高い周波数帯域にピークを有し、また、16Hz 帯域にピークを有するが、それ以下の周波数帯域では、暗振動に埋没してしまう。これは、アスファルトフィニッシャーのエンジン回転数に依存する周波数が主体となるため、高周波スペクトルが観測されるもので、この傾向は、ロードローラ等の場合と同様である。

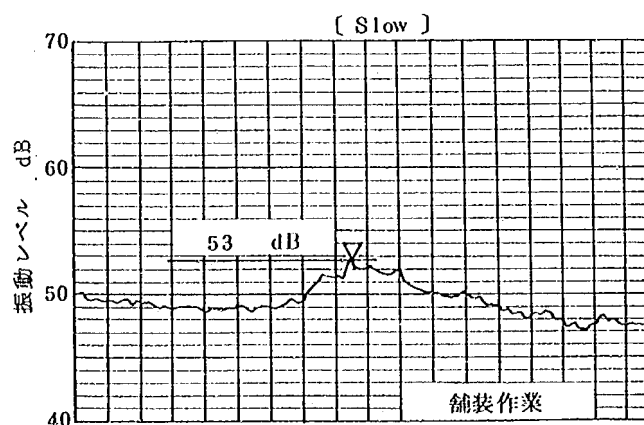


図 5.62 アスファルトフィニッシャーの作業時の振動レベルの波形例（7 m 地点）

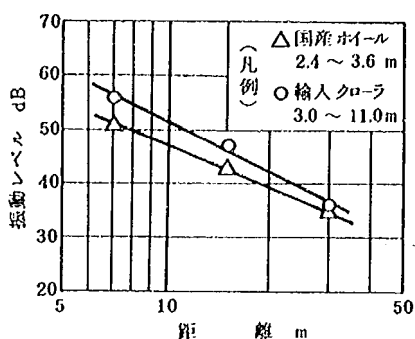


図 5.63 アスファルトフィニッシャの作業振動の距離減衰

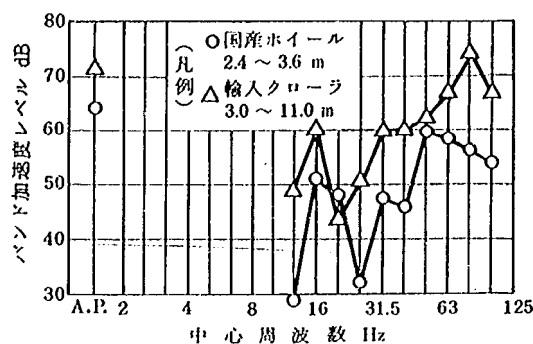


図 5.64 アスファルトフィニッシャの作業振動の周波数特性

5.10 道路維持用機械

5.10.1 舗装版破砕機

1. 測定条件

1.1 機械の運転条件

舗装版破砕機の騒音測定と同様とした。

1.2 測定方法

表 4.2 振動測定要領に準じた。なお、測定点のとり方は、騒音調査の場合と同様とした。

2. 測定データの処理方法

舗装版破砕機は、重錘落下によって舗装版の破砕を行うため、振動は間欠的かつ衝撃的に発生するが、重錘の落下に伴う振動レベルの極大値はほぼ一定となるので、極大値の平均をとり測定値とした。

3. 振動の距離減衰

図 5.65 は、舗装版破砕機の振動レベルの距離減衰を示したものである。各測定距離における測定値のばらつきは、約10dBの範囲を示しており、距離減衰の値は、約7dB/DDである。

4. 周波数特性

図 5.66 は、舗装版破砕機の作業振動の周波数特性を示す。スペクトルは、25Hz、50Hz帯域にピークを有し、周波数が低くなるにしたがって、スペクトルレベルが漸減し、10Hz以下は暗振動に近くなっている。

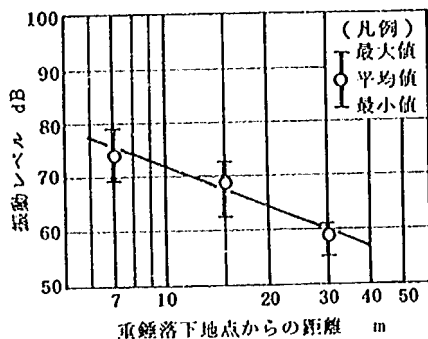


図 5.65 舗装版破砕機の作業振動の距離減衰

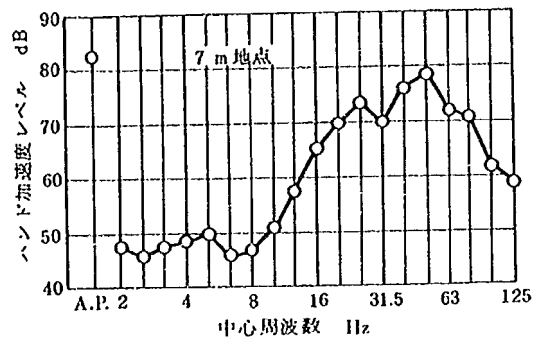


図 5.66 舗装版破砕機の作業振動の周波数特性

5.10.2 路面整正機

1. 測定条件

1.1 機械の運転条件

路面整正機の騒音測定に準じた。

1.2 測定方法

表 4.2 振動測定要領に準じた。

2. 測定データの処理方法

2.1 ハイアイドル(定置状態)

振動レベルの指示値の変動は小さい(2dB以内)ので指示振れ幅の中間位置を測定値とした。

2.2 作業

図 5.67 は、路面整正機の作業時の 7 m 地点での振動レベルの変化を示すものであるが、指示値の振れ幅が小さいので、その中間位置を測定値とした。

3. 振動の距離減衰

図 5.68 は、路面整正機の作業振動の距離減衰を示すものである。路面切削機とヒータブレーナとは、約30dBも振動レベルが異なり、ヒータブレーナの場合は、7 m 地点においても、減衰が小さいことも考えるとすでに暗振動に近い振動レベルとなっており、むしろ振動がないと考えてよい。路面切削機の場合、各測定距離における機械ごとの振動レベルのばらつきもみられるが、距離減衰は

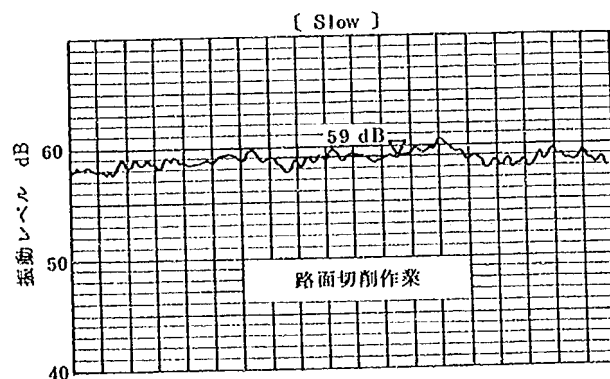


図 5.67 路面切削機の作業振動のレベル波形例 (7 m 地点)

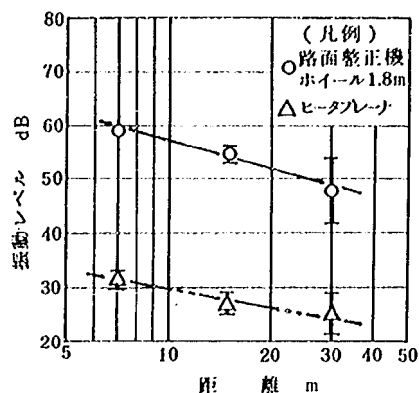


図 5.68 路面整正機の振動レベルの距離減衰

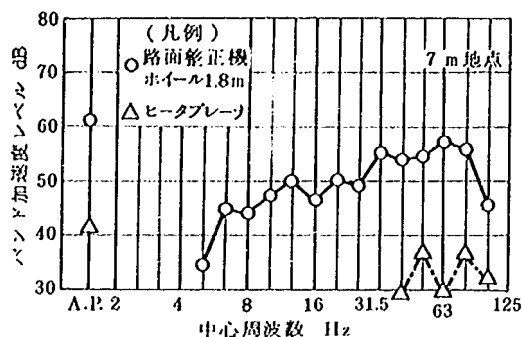


図 5.69 路面整正機の作業振動の周波数特性

約5dB/DD程度である。

4. 周波数特性

図 5.69 は、路面整正機の作業振動の周波数特性を示す。路面切削機は、各規格によって若干のスペクトルの違いがみられるが、ほぼ同じ傾向を示しているので、ここでは 1.8 m 級の場合について示した。ヒータブレーナの振動のスペクトルは、50 Hz、80 Hz の帯域においてのみ、30 dB を越えるスペクトルレベルが観測されたが、他の周波数帯域では 30 dB 以下で、これらの周波数帯域では暗振動の中に埋没しているものと思われる。路面切削機の周波数は、31.5 Hz ～ 80 Hz 帯域に主なスペクトルがあり、それ以外では漸減する傾向が認められる。

5.10.3 コンクリートカッタ

1. 測定条件

1.1 機械の運転条件

コンクリートカッタの騒音測定に同じ。

1.2 測定要領

表 4.2 振動測定要領に準じた。

2. 測定データの処理方法

図 5.70 にコンクリートカッタの作業時の振動レベルの波形を示す。

振動計の指示値の変動が小さいので、振れ幅の中間位置を測定値とした。

3. 振動の距離減衰

図 5.71 は、コンクリートカッタの作業振動の距離減衰を示すものである。各測定距離の振動レベルは、いずれも低く、7 m 地点においても 47 dB であり、有感閾値以下である。減衰の値は、3 dB/DD と小さいが、30 m 以遠では、振動レベルは 40 dB 以下となり、暗振動の影響を受けているものと思われる。

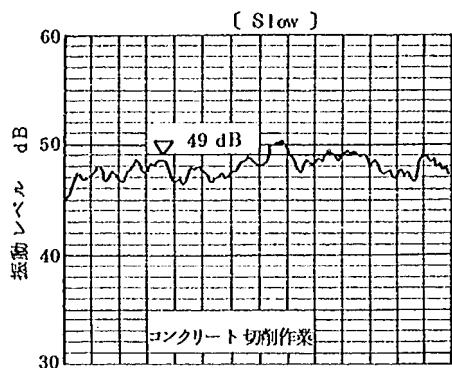


図 5.70 コンクリートカッタの振動レベル波形例
(規格 自走式 80 cm, 7 m 地点)

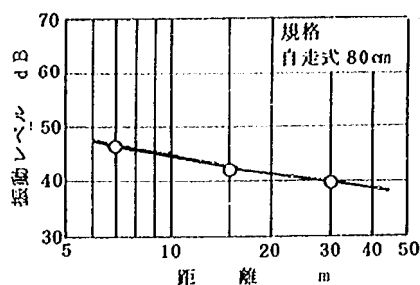


図 5.71 コンクリートカッタの作業
振動の距離減衰

4. 周波数特性

図 5.72 は、コンクリートカッタの作業振動の周波数特性を示す。スペクトルは、25~31.5Hz, 50~63Hz 帯域にピークを有している。

5. 作業条件と振動レベル

図 5.73 は、コンクリートカッタの切削深さと 7 m 地点の振動レベルの関係を示す。図より明らかな通り、切削深さが深くなるに従って、振動レベルが上昇する傾向にあり、相関関係は有意である。上昇率は、3 dB/10 cm である。

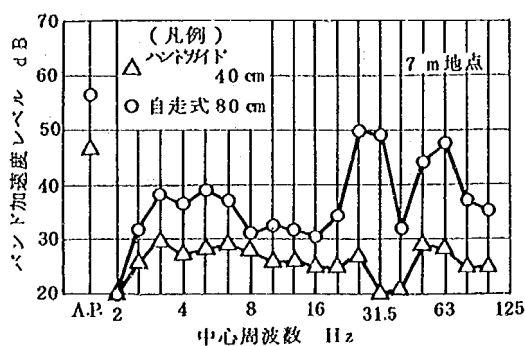


図 5.72 コンクリートカッタの作業振動
の周波数特性

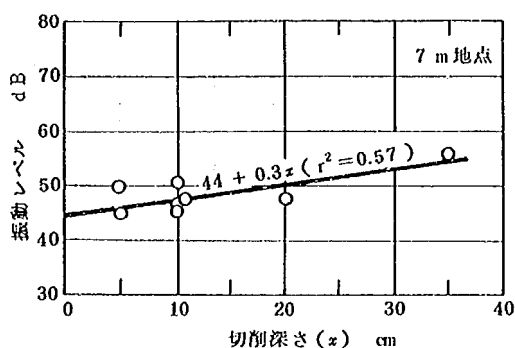


図 5.73 コンクリートカッタの切削
深さと振動レベル

第6章 検討事項

6.1 ピックアップの接地面と測定レベル

図6.1,図6.2は、振動測定時の振動ピックアップ接地面の状況が異なる場合の測定値を示すものである。ピックアップは、製造メーカーの異なる二種類のものを用い、振動源としたトラクタショベル（クローラ式）のハイアイドル振動を測定した。図6.2に示すように接地面の状況が固くなるに従って両振動計の指示値は近くなっていく傾向にあり、鉄板上で測定した場合両振動計の指示値の差は、1 dB 以内で平均レベルと0.5 dB 以内の差しかない。反面、ほぐした地面上に置いた場合は、4.5 dB の差が生じ、振動測定では、ピックアップ接地面の状況によって、測定値が大きく異なることがわかる。これらの4条件での測定点は同一地点であり、実験は、図の左側の条件から順次実施していった。

測定値から、真値を推定すると、ほぐした地面上の測定値は、信頼限界を超えている。なお、ここで用いた鉄板のサイズは、250 mm×250 mm×6.0 mm のプレートに、20 ϕ ×300 mm の杭を中央部に取付けたものであら。振動測定の場合、ピックアップの設置には十分な注意が必要で、特に軟弱な地面においては、ピックアップの設置に慎重でなければならない。

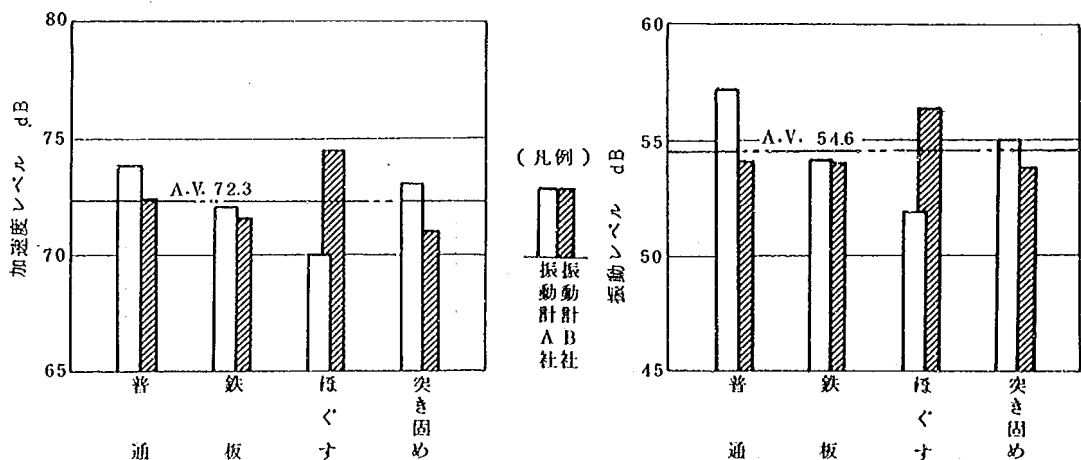


図 6.1 接地面の状況による測定値の比較(a) 図 6.2 接地面の状況による測定値の比較(b)

6.2 振動の伝播

図 6.3 は、トラクタショベルの振動を 1/3 オクターブの各周波数帯域別における振動の距離減衰を示したものである。図から分るように、周波数が高くなるに従って、振動加速度レベルの距離減衰の値が大きくなっているのがわかる。図 6.3 の場合、5 m 地点では、63Hz 帯域が卓越し、20 m 地点で

は、20Hz帯域が卓越しており、距離によって周波数スペクトルが異なって観測される。このような理由が、機械によって振動レベルの距離減衰が異なる大きな原因となる。

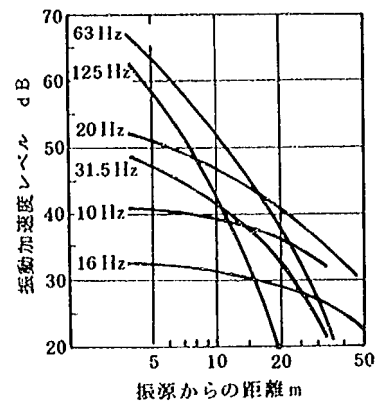


図 6.3 トラクタショベル振動の周波数別の距離減衰

あ と が き

昭和50年度から昭和53年度まで各技術事務所において調査した建設機械の騒音及び振動測定の結果をとりまとめ、測定技術の検討をはじめ、建設機械の騒音、及び振動レベル、騒音対策技術や対策効果の状況について、一応把握することができた。

しかしながら、まだ今後の調査並びに検討課題も残されている。これらを列記すると

1. トラッククレーン、コンクリートポンプ車をはじめ、骨材生産機械、アスファルトプラント等の定置機械については未調査で、また、調査対象機種でも一部の規格しか調査済でないなど、今後も調査データの補充の必要がある。
2. 組合せ機械における騒音、振動測定方法についての検討が必要である。
3. 一つの施工法が複数の工程から成り立つ場合、適切な表示レベルを把握する測定方法を検討する。

などであるが、これらは、今後の調査研究を通じて解決してゆきたい。

末尾ながら、各建設機械の騒音及び振動の調査並びにとりまとめにあたって、担当技術事務所の多大な協力及び建設大臣官房建設機械課の助言を頂きましたことに感謝いたします。

付 録

付録 1 建設機械の騒音振動参考レベル

注意点

1. 本表は、調査対象機械の 7 m 地点における測定レベルを各規格毎に単純平均して計算した値を表示したものである。
2. 規格の区分は、原則として「建設機械等損料算定表」によった。
3. 騒音対策の有無は、メーカーの表示によって区分した。
4. 騒音、振動の測定要領については、本文を参照のこと。
5. () は、動特性 Fast の値である。

建設機械の騒音振動参考レベル（7 m 地点）

機 械 名	規 格		騒 音 対 策 の有無	騒音レベル dB(A)		調査 件数	振動レ ベル(作 業) dB	調査 件数	備 考
				ハイアイドル	作 業				
ブルドーザ	クローラ	11t	無	84	87	2	66	2	
		15t	〃	83	86	3	64	1	
		〃	有	(72)	(75)	2			
		21t	無	88	89	2	63	2	
		32t	〃	90	89	2	66	2	
		〃	有	80	79	2	63	2	
トラクタ ショベル	(山積) クローラ 1.3m ³	無	82	84	1	66	1		
	ホイール 1.4m ³	無	83	85	1	49	1		
バックホウ	(平積) クローラ 0.2m ³	無	79	79	2	51	2	SS形	
		〃	有	66	73	2	34		2
		0.35m ³	無	80	83	5	54		5
		〃	有	74	77	5	52		5
		〃	〃	68	72	3	53		3
		0.4m ³	無	79	82	3	49		3
		〃	有	68	74	2	57		2
		0.6m ³	無	83	85	3	57		3
		〃	有	79	81	1	63		1
		1.0m ³	無	87	88	1	58		1
		1.2m ³	〃	86	88	1	61		1
	ホイール 0.3m ³	有	69	71	1	42	1	S形	
小形バック ホウ	(山積) クローラ 0.08m ³	有	72	75	1				
	0.1m ³	〃	71	75	3	54	2		
	0.18m ³	〃	75	80	1	52	1		

機 械 名	規 格	騒 音 対 策 の有無	騒音レベル dB(A)		調査 件数	振動レ ベル(作 業) dB	調査 件数	備 考
			ハイトル	作 業				
クローラ クレーン	機械 ロープ式	35~37t	無	78	1			
		40t	〃	83	1			
	油圧 ロープ式	30t	有	76	5	40	5	
		40t	〃	76	3	35	3	
		50t	無	76	1	33	1	
		〃	有	75	3	33	3	
ディーゼル パイルハンマ		25t	無		98(103)	1	75	1
		35t	〃		99(104)	1	79	1
		45t	〃		(109)	1		
		〃	有		(90)	1		全体カバー
		60t	無		99(104)	1	82	1
振動パイル ドライバ		22kW	無		(88)	3	77	3
		30kW	〃		86(86)	2	76	2
		40kW	〃		89(90)	2	77	2
		60kW	〃		(93)	2	80	2
オールケーシ ング掘削機	トラクタ マシント	1200mm			89	2	64	2
		クローラ式 1300mm			89	5	63	5
		1500mm			92	4	68	4
		2000mm			89	4	57	4
アースドリル	クローラ式	1300mm			85	2	62	2
		1700mm			84	3	59	3
リバースサー キュレーショ ンドリル		1500mm			84	1	63	1
		3000mm			75	2	61	2
		3200mm			70	1	45	1
		4000mm			79	1	67	1
中掘工法					76	6	54	6

機 械 名	規 格	騒 音 策 対 の 有 無	騒音レベルdB(A)		調査 件数	振動レ ベル(作 業)dB	調査 件数	備 考
			ハイアイドル	作 業				
フレボ リング工法				72	3	59	3	
鋼矢板打込 対策工法	オーガ併用式			74	11	55	7	
	振動工法			74	1			
	押込工法			67	6	48	5	
	ウォータージェット併用式			80	1	76	1	
コンクリー ドブレーカ	空圧式 20kg	無		93	2			
	"	有		88	6			
	30kg	無		98	1			
	"	有		82	2			
	油圧式 30kg			92	1			
大型ブレーカ	空圧式 200~400kg	無		99	2	71	2	
	"	有		95	4	74	4	
	油圧式 600kg			97	1	73	1	
ロードローラ	タンデム 8~10t	無	79	81	1	52	1	
	マカダム 全輪駆動 10~12t	"	77	79	3	48	2	
	マカダム 10~12t	"	78	78	4	59	2	
タイヤローラ	3~4t	無	71	69	1	43	1	
	8~20t	"	78	81	3	48	3	
	10~28t	"		81	1	34	1	
振動ローラ	バンドガ イト式 0.5~0.6t	無	70	76	2	62	2	
	0.8~1.1t	"	74	81	2	65	2	
	自走式 1.2~14t	"	78	84	1	64	1	
	2.5~28t	"	80	84	3	76	3	
	3~4t	"	82	84	2	69	1	
	"	有	80	82	1	74	1	
	6~7t	無	84	89	2	77	3	

機 械 名	規 格	騒 音 対 策 有無	騒音レベルdB(A)		調査 件数	振動レ ベル(作 業)dB	調査 件数	備 考
			ハイトル	作 業				
振動ローラ	11t	無	83	88	1	79	1	
振動コンパ クタ	50kg	無		60	1			
	70~80kg	"	65	79	2	52	2	
	90kg	"	66	79	1	58	1	
	220kg	"	70	84	1	58	1	
タ ン パ	60~100kg	無	71	83	2	55	2	
	"	有	66	81	3	57	3	
	120kg	無	72	85	1	59	1	
スチールポ ール	15t			81(86)	2	72	2	
	2t			81(84)	3	78	3	
コンクリ ート取壊し 対策機械	油圧ジャッキ式			76	5	43	3	
	" 圧縮式			70	8	50	7	
	" 割裂式			68	2	43	2	
	カッタ式			77	2			
アスファ ルト フィニッ シャ	国産 ホイール 2.4~3.6m	無	78	81	1	51	1	
	全自動 固定クローラ 2.4~5.0m	"	75	82	2	64	2	
	全自動輸 入クローラ 3.0~4.9m	"		86	1	56	1	
	3.0~11m	"		90	1	56	1	
コンクリ ートカッタ	手動式 30cm	無	80	90	1			
	40cm	"	88	87	2	50	1	
	自走式 80cm	"	81	87	3	57	1	
	"	有	75	75	1	47	1	
舗装版破 砕機	550kg	無		83(86)	5	73	5	

機 械 名	規 格	騒 音 策 対 の 有 無	騒音レベル dB(A)		調査 件数	振動レ ベル(作 業) dB	調査 件数	備 考
			ノイズ	作 業				
路面整正機	ピータブレーナ	無	86	80	2	32	2	
	ホイール 13~15m	有	75	81	3	50	3	
	" 1.8m	"	88	83	2	59	2	
	クローラ 2.1m	"	77	82	2	64	2	
路面清掃車	真空式	有	88	85	1	54	1	
除雪グレーダ	37m	無	89	86	1			
	"	有	86	82	1			
	40m	無	95	90	1			
	"	有	85	85	1			
ロータリ 除雪車	ホイール ワンステージ 80PS	無	82	78	1			
	ホイール ツーステージ 200PS	"	84	81	1			
	" 260PS	"	82	82	2			
	" "	有	82	77	1			
空気圧縮機	可搬式 35m³	無		81	3			
	"	有		74	3			
	5m³	無		80	3			
	"	有		75	3			
	105m³	無		85	2			
	"	有		78	2			
	17m³	無		86	2			
	"	有		81	2			
発動発電機				(50Hz)(60Hz)				
	可搬式 30kVA	無		79 82	1			
	"	有		65 69	1			
	50kVA	無		83 84	1			
	"	有		67 69	1			

機 械 名	規 格	騒 音 策 対 策 の有無	騒音レベル dB(A)		調査 件数	振動レ ベル(作 業) dB	調査 件数	備 考
			ハイアイドル	作 業				
発動発電機	可搬式 65kVA	無		(50Hz)(60Hz) 78 79	1			
	"	有		67 70	1			
	125kVA	無		84 87	2			
	"	有		73 75	2			
	175kVA	無		86 90	1			
	"	有		74 76	1			
合 計					277		195	

付録 2 調査対象機械一覧表

ブルドーザ

規 格	モデル名	騒音 対策 の有無	全装備重量 (kg)	機関出 力(PS)	製作会社名	備 考
11t	D50P	無	12,650	90	小 松 製 作 所	
	D5LGP	//	13,000	106	キャタビラー三菱	
15t	D60P	無	17,000	140	小 松 製 作 所	
	D6C-90B	//	14,150	142	キャタビラー三菱	
	D60P-6	//	17,140	140	小 松 製 作 所	
	D6C-90B	有	15,900	142	キャタビラー三菱	
	D60P-6	//	17,500	140	小 松 製 作 所	
21t	D85A	無	21,740	180	小 松 製 作 所	
	D7F	//	20,000	183	キャタビラー三菱	
32t	D155A	無	32,710	320	小 松 製 作 所	
	D8H	//	29,850	274	キャタビラー三菱	
	D8K	有	31,700	304	//	
	D155A-1	//	35,430	320	小 松 製 作 所	

トラクタショベル

規 格	モデル名	騒音 対策 の有無	全装備重量 (kg)	機関出 力(PS)	製作会社名	備 考
1.3m ³	951C	無	11,450	76	キャビタラー三菱	クローラ式
1.4m ³	920	無	8,500	82	キャビタラー三菱	ホイール式

油圧バックホウ

規 格	モデル名	騒音 対策 の有無	標準バケット容 量(平積)(m^3)	機関出 力(PS)	製作会社名	備 考
(平積) $0.2m^3$	MS062	無	0.2	47	三菱重工業	
	UH 02	"	0.22	48	日立建機	
	MS062-SS	有	0.2	47	三菱重工業	SS形
	UH02-SS	有	0.22	48	日立建機	"
(平積) $0.35m^3$	MS110	無	0.35	79	三菱重工業	
	UH04	"	0.33	81	日立建機	
	12HT	"	0.35	80	小松製作所	
	LS2600J	"	0.35	82	住友重機	
	40C	"	0.35	60	油谷重工	
	MS110-S	有	0.35	79	三菱重工業	S形
	UH04-S	"	0.33	81	日立建機	"
	12HT-S	"	0.35	80	小松製作所	"
	LS2600AJ	"	0.35	82	住友重機	"
	MS110WS	"	0.35	79	三菱重工業	"
	MS110SS	"	0.35	79	"	SS形
	UH04-SS	"	0.33	81	日立建機	"
	12HT-SS	"	0.35	80	小松製作所	"
(平積) $0.4m^3$	R904A	無	0.4	79	神戸製鋼所	
	R904B	"	0.4	90	"	
	UH045	"	0.4	90	日立建機	
	R904A-SS	有	0.4	79	神戸製鋼所	SS形
	R904B-SS	"	0.4	90	"	"
(平積) $0.6m^3$	UH07	無	0.6	93	日立建機	2件調査
	MS180	"	0.6	98	三菱重工業	
	90CK	有	0.58	100	油谷重工	S形
(平積) $1.0m^3$	MS270	無	1.0	170	三菱重工業	
(平積) $1.2m^3$	UH14	無	1.2	200	日立建機	
(平積) $0.3m^3$	TY45A	有	0.3	48	油谷重工	SS形,ホイール

小形バックホウ

規 格	モデル名	騒 音 対 策 の有無	標準バケット容 量(山積)(m ³)	機関出 力(PS)	製作会社名	備 考
(山積) 0.08m ³	KH-8	有	0.08	15	久 保 田 鉄 工	
(山積) 0.1m ³	KH-1D	"	0.1	18	久 保 田 鉄 工	
	KH-10	"	0.1	18	"	
	YB1200S	"	0.1	20	ヤンマーディーゼル	
(山積) 0.18m ³	KH-18	"	0.18	35	久 保 田 鉄 工	

クローラクレーン

規 格	モデル名	騒 音 対 策 の有無	最大吊上荷重 (t)	機関出 力(PS)	製作会社名	備 考
油圧ロープ式 30t	DH300	有	30	127	日 本 車 輻	
	KH100S	"	30	127	日 立 建 機	
	KH125	"	35	127	"	
	PD7	"	35	127	"	
	DH350	"	35	127	日 本 車 輻	
機械ロープ式 35~37t	335A	無	35	96	神 戸 製 鋼 所	
機械ロープ式 40t	440S	無	40	105	神 戸 製 鋼 所	
油圧ロープ式 40t	540S	有	40	130	神 戸 製 鋼 所	
	DH400	"	40	134	日 本 車 輻	
	KH150S	"	40	140	日 立 建 機	
油圧ロープ式 50t	550S	無	50	152	神 戸 製 鋼 所	
	550S	有	50	152	"	
	KH180S	"	50	152	日 立 建 機	
	LS118RH	"	50	160	住 友 重 機	

ディーゼルパイルハンマ

規 格	モデル名	騒音 対策 の有無	ラム重量(kg)	製作会社名	備 考
2.5 t	K25	無	2,500	神戸製鋼所	
3.5 t	K35	無	3,500	神戸製鋼所	
4.5 t	K45	無	4,500	神戸製鋼所	全体カバー(JASPP型)
	K45	有	4,500	"	
6 t	KB60	無	6,000	神戸製鋼所	

振動パイルドライバ

規 格	モデル名	騒音 対策 の有無	電動機出力 (kW)	製作会社名	備 考
22kW	不 明	無	22	ト ー メ ン	3件調査
30kW	TP-NNRY	無	30	明 電 舎	
	NVA40SS	"	30	日 平 産 業	
40kW	不 明	無	40	不 明	
	KM2-2000E	"	40	建設機械調査	
60kW	不 明	無	60	不 明	
	VM2-4000E	"	60	建設機械調査	

オールケーシング掘削機

規 格	モデル名	全出力 (PS)	全装備重量 (t)	製作会社名	備 考
トラックマウント式 1,200mm	BT2S	250	21.8	三菱重工業	2件調査
クローラ式 1,300mm	20THC	144	24.0	加藤製作所	3件調査
	20THD	144	24.0	"	
	MT130	155	30.0	三菱重工業	
クローラ式 1,500mm	30THC	240	35.0	加藤製作所	3件調査
	MT150	275	40.0	三菱重工業	
クローラ式 2,000mm	MT200	275	47.0	三菱重工業	3件調査
	50TH	260	53.0	加藤製製所	

アースドリル

規 格	モデル名	全出力(PS)	全装備重量 (t)	製作会社名	備 考
クローラ式 1300mm	U106AW	100	23.2	日立建機	2件調査
クローラ式 1500mm	KH100	127	36.8	日立建機	3件調査

リバースサーキュレーションドリル

規 格	モデル名	全出力(kW)	全装備重量 (約t)	製作会社名	備 考
1,500mm	S200	37	5	日立建機	
3,000mm	S300	55	12	日立建機	商用電源使用
	RRC30	60	18	利根ボーリング	
3,200mm	S320	75	12	日立建機	商用電源使用
4,000mm	S400	110	15	日立建機	

中掘工法

工 法 名	機関出力(PS)	全装備重量(t)	製作会社名	備 考
中掘工法	106	48.4	三和機材	
	100	48.0	前田製管	
TAIP工法	137	52.0	武智工務所	
	102	65.0	〃	
ND式スパイラルオーガ工法	100	65.0	日本コンクリート工業	
KSパイリング工法	106	75.0	川鉄鋼管工事	

プレボーリング工法

工 法 名	機関出力(PS)	全装備重量(t)	製作会社名	備 考
圧入式セメントミルク工法	100	42.0	日本コンクリート工業	
日東式ドーナツオーガ工法	96	70.0	日東工業	
日東式ミルク注入オーガ工法	102	68.0	日東工業	

鋼矢板打込対策工法

分 類	工 法 名	機関出力 (PS)	全装備重量 (t)	製作会社名	備 考
オーガ工法	HAS工法	106	70.0	坂南基礎工事	2件調査
	〃	115	58.7	〃	
	〃	106	73.7	〃	
	MAP工法	100	70.7	川鉄商事	
	mini MAP工法	82	16.5	住友重機械	
	アースオーガ	76	10.2	石川島播磨重工業	
	NIT工法		(11.0)	日平産業	
	SSS工法	106	80.5	三和機材	
	〃	120	80.5	〃	
	NISP工法	102	41.0	新日本製鉄	
押込工法	トランキー工法	153	44.4	代々木重機	
	SMP工法		(8.5)	高知技研	
	HS工法		(24.0)	千代田製作所	
	マルス		(4.3)	〃	
	スラスト&ブラウト工法	200	20.0	近藤組	
	バイルブラー工法	220	19.8	平林製作所	
振動工法	LSV工法		(2.9)	トーマン建機	
ウオータージェット工法	WJ工法	127	29.3	組谷組	

()はベースマシン単体の重量

コンクリートブレーカ

規 格	モデル名	騒音対策 の有無	本体重量(kg)	製作会社名	備 考
空気式 20kg	CB-20A	無	20	日本ニューマチック	4件調査 2件 //
	TYAB-20	//	22	東洋 さく 岩 機	
	CB-20A	有	20	日本ニューマチック	
	TYAB-20	//	22	東洋 さく 岩 機	
空気式 30kg	B33	無	34	古河 さく 岩 機	
	//	有	34	//	
	SB-8	//	36	デ ン ヨ ー	
油圧式 30kg			34	RACINE	輸入機械

大型ブレーカ

規 格	モデル名	騒音対策 の有無	本体重量(kg)	製作会社名	備 考
空気式 200~400kg	IPH-200	無	218	日本ニューマチック	2件調査 2件 //
	BB55	//	450	帝国 さく 岩 機	
	IPH-200	有	218	日本ニューマチック	
	BB55	//	450	帝国 さく 岩 機	
油圧式 600kg	H-6X		600	日本ニューマチック	

ロードローラ

規 格	モデル名	騒 音 対 策 の有無	自重(kg)	機関出力 (PS)	製作会社名	備 考
ダンデム8~10t	SH1508	無	8,000	32	酒 井 重 工 業	
マカダム全輪駆動 10~12t	R 2	無	9,000	58	酒 井 重 工 業	2件調査
	WMOLA10	//	10,800	56	渡辺機械工業	
マカダム 10~12t	WN10	無	10,000	67	渡辺機械工業	
	KMRM10Z	//	10,300	85	川 崎 重 工 業	
	KD7610	//	10,000	87	酒 井 重 工 業	
	KMRH12	//	9,750	93	川 崎 重 工 業	

タイヤローラ

規 格	モデル名	騒音 対策 の有無	自重(kg)	機関出力 (PS)	製作会社名	備 考
3~4t	TR33	無	3,300	16	ダイハツ工業	
8~20t	MR20	無	8,400	90	三菱重工業	
	KR20C	〃	8,500	102	川崎重工業	
	TS7409	〃	9,000	95	酒井重工業	
10~28t	TA7510	無	11,000	95	酒井重工業	

振動ローラ

規 格	モデル名	騒音 対策 の有無	自重(kg)	機関出力 (PS)	製作会社名	備 考
ハンドガイド式 0.5~0.6t	MRA-65	無	600	6.5	明和製作所	
	SV6	〃	665	5	酒井重工業	
ハンドガイド式 0.8~1.1t	TWR750	無	750	5.5	大旭建機	輸入機械
	BW75S	〃	950	8.2	BOMAG	
自走式1.2~1.4t	JV16-1	無	1,270	8.1	小松製作所	
自走式 2.5~2.8t	T44D	無	2,550	12×2	油谷重工	
	VR30A	〃	2,770	13	ダイハツ工業	
	MV30	〃	3,000	10	明和製作所	
自走式3~4t	SV40	無	4,000	16	酒井重工業	コンパクト形
	TV40	〃	4,000	16	〃	
	JV32W	有	3,000	14	小松製作所	
自走式6~7t	KVR7T	無	6,300	47	川崎重工業	輸入機械
	BW200	〃	7,000	56	BOMAG	
自走式11t	KVR11T	無	10,500	80	川崎重工業	コンパクト形

振動コンパクタ

規 格	モデル名	騒 音 対 策 の有無	自重(kg)	機関出力 (PS(kW))	製作会社名	備 考
50kg	PL-50M	無	50	[0.75]	特殊電機工業	モータ騒動
70~80kg	TP80	無	80	3	大 旭 建 機	
	PL-75	//	80	3.5	特殊電機工業	
90kg	BVPN2000	無	90	2.7	WACKER	輸入機械
220kg	DVPN75	無	170	6	WACKER	輸入機械

タ ン パ

規 格	モデル名	騒 音 対 策 の有無	自重 (kg)	機関出力 (PS)	製作会社名	備 考
60~100kg	TV808	無	80	3	大 旭 建 機	
	ST80	//	80	3	特殊電機工業	
	VRA-60	有	60	3	明 和 製 作 所	
	VRA-80	//	80	3	//	
	ST-80S	//	80	3	特殊電機工業	
120kg	VRA-120	無	120	5	明 和 製 作 所	

スチールボール

規 格	ボール重量(t)	ベースマシン モ デ ル 名	備 考
1.5 t	1.5	U-106A	
	//	K-333	
2 t	2.0	U-106A	
	//	320H	
	//	不 明	

コンクリート取壊し対策機械

分 類	モデル名	破壊力 (t)	機関出力 (PS〔kW〕)	製作会社名	備 考
油圧ジャッキ式	アサヒジャッカー160	160	40	旭化成工業	3件調査
	COW-T	200	〔3.7〕	大林組	2件調査
油圧圧裂式	COW-Y	60	〔7.5〕	大林組	4件調査
	COW-C	150	〔7.5〕	〃	
	T.S.B	200	〔3.7〕	竹中工務店	
	KBBブレーカ	200	〔15〕	徳谷組	
	COW-H	230	〔7.5〕	三和機材	
油圧割裂式	C 3	230	3	ダ ル ダ	
	C 5	320	3	〃	
カッタ式	TAC-S		〔11〕	安全自工	
	TC-V		20	東京製作所	

アスファルトフィニッシャ

規 格	モデル名	騒音 対策 の有無	自重(標準) (kg)	機関出力 (PS)	製作会社名	備 考
ホイール 2.4~3.6m	HA36A	無	6,935	38	住友重機械	
全自動クローラ 2.4~5.0m	MF45II	〃	10,100	53	三菱重工業	
全自動クローラ 3.0~4.9m	BSF-2	〃	約11,000	88	セガラビット社	輸入機械
全自動クローラ 3.0~11m	Super 2000	〃	約18,000	203	フェーグル社	輸入機械

コンクリートカッタ

規 格	モデル名	騒 音 対 策 の有無	カッタ直径 (mmφ)	機関出力 (PS)	製作会社名	備 考
手動式 30cm	MC12	無	300	8	明 和 製 作 所	
手動式 40cm	シルバー	無	300	15	施工業者自家製	
	SK1	//	460	10	//	
自走式 80cm	DCC-8S	無	660	18	東京フレキシブル シャフト製作所	
	SK-3	//	817	15	豊田機械工業	
	DEEP-40	無, 有	800	80	日本ダイヤモンド サービス	カバーの開閉 により騒音 対策の区別

コンクリート破砕機

規 格	モデル名	騒 音 対 策 の有無	重錘重量 (kg)	機関出力 (PS)	製作会社名	備 考
550kg	AH05	無	550	62	小松フォークリフト	5件調査

路面整正機

規 格	モデル名	騒 音 対 策 の有無	整正幅 (mm)	機関出力 (PS)	製作会社名	備 考
ヒータブレーナ	LG-2	無	2,200	115	中 瀬 工 作 所	2件調査
ホイール 1.3~1.5m	MT46-12	有	1,250	75	三 井 造 船	2件調査
	HP150	//	1,500	144	酒 井 重 工 業	
ホイール 1.8m	ER160	有	1,800	209	酒 井 重 工 業	2件調査
クローラ 2.1m	MT-RP200	有	2,080	202	東 京 工 機	2件調査

路面清掃車

規 格	モデル名	騒 音 対 策 の有無	自重 (kg)	機関出力 (PS)	製作会社名	備 考
真空式	HS60(改)	有	10,300	107+160	加 藤 製 作 所	

除雪ゲレーダ

規 格	モデル名	騒 音 対 策 の有無	全装備重量 (kg)	機関出力 (PS)	製作会社名	備 考
3.7m	LG2-H	無	11,610	125	三菱重工業	
	〃	有	11,850	115	〃	
4.0m	GD40HTS-2A	無	18,780	230	小松製作所	
	〃	有	19,210	230	〃	

ロータリ除雪車

規 格	モデル名	騒 音 対 策 の有無	全装備重量 (kg)	機関出力 (PS)	製作会社名	備 考
ホイールワンステージ 80PS	NR-311A	無	3,245	80	新潟鉄工所	
ホイールツーステージ 200PS	HTR200	無	11,480	213	日本除雪機	
ホイールツーステージ 260PS	NR652	無	12,690	260	新潟鉄工所	
	NR653	〃	13,480	260	〃	
	NR652(改)	有	12,690	260	〃	

空気圧縮機

規 格	モデル名	騒 音 対 策 の有無	空気の吐出量 (7kg/cm ²) (m ³ /min)	機関出力 (PS)	製作会社名	備 考
3.5m ³	PDR-125S	有	3.5	36	北越工業	
	SRV-35	〃	3.3	34	三井精機	
	DPV-125S	〃	3.3	34	デンヨー	
5.0m ³	PDR-175S	有	5.0	50	北越工業	
	SRV-50	〃	5.0	53	三井精機	
	DPV-175S	〃	5.0	53	デンヨー	
10.5m ³	PDR-370S	有	10.5	110	北越工業	
	SRV-105	〃	10.5	106	三井精機	
17m ³	PDR-600S	有	17.0	187	北越工業	
	SRV-170	〃	17.0	170	三井精機	

(注) 非対策形は、カバーの開いた状態で調査した。

発 動 発 電 機

規 格	モデル名	騒 音 対 策 の 有 無	出 力 (kVA)	機関出力 (PS)	製作会社名	備 考
30kVA	DCA-35S	無	30/35	42/50	デ ン ヨ ー	
	DCA-35SB	有	30/35	42/50	"	
50kVA	YPG-60	無	50/60	65/75	ヤンマーディーゼル	
	YPG-60B	有	50/60	65/75	"	
65kVA	PDG-90	無	73/90	90/109	北 越 工 業	
	PDG-90S	有	73/90	90/109	"	
125kVA	ZX-125A	無	110/125	140/160	明 電 舎	
	ZX-125SS	有	110/125	140/160	"	
	DG-125	無	125/150	155/180	日 本 車 輜	
	DG-125SN	有	125/150	155/180	"	
175kVA	DG175	無	175/200	210/240	日 本 車 輜	
	DG-175SN	有	175/200	210/240	"	

付録3 平均レベル等の計算式

3.1 平均レベル（エネルギー等価レベル）の計算

騒音レベルは、定義により、単位面積を垂直に通過する音響エネルギー W の常用対数で示される。

$$L_{Pi} = 10 \log W/W_0 \quad \dots\dots\dots(1)$$

W_i ; 測定点の音のエネルギー watt/m²

W_0 ; 基準となる音のエネルギー 10^{-12} watt/m², at 1,000 Hz

個々の測定値は、(1)式によって計算された後の値であり、今、 W_i のエネルギーに対して、 L_{Pi} が測定された場合、測定値 L_{Pi} の平均値 L_P は、

$$L_P = 10 \log \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{W_i}{W_0} \right) \dots\dots\dots(2)$$

で与えられる。(1)式より、 W_i/W_0 は

$$W_i/W_0 = 10^{\frac{L_{Pi}}{10}} \quad \dots\dots\dots(3)$$

であるから、したがって、(2)式は、

$$L_P = 10 \log \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_{Pi}}{10}} \right) \dots\dots\dots(4)$$

となり、これが、エネルギーを基準にした平均騒音レベルである。

また、測定値 L_{Pi} が、ヒストグラムで与えられる時、 i 番目の階級の代表値を L_{Pi} とし、この時の度数を f_i とすれば(4)式は、

$$L_P = 10 \log \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^n f_i \times 10^{\frac{L_{Pi}}{10}} \right) \dots\dots\dots(5)$$

$$N ; \text{測定値の個数} \quad N = \sum_{i=1}^n f_i$$

n ; 階級の数

と書き換えることができる。

3.2 騒音パワーレベル

点音源から発せられた音のエネルギーは、球面空間に伝播しながら拡散していくことにより距離減衰が生ずる。建設機械のように、ほぼ地面上に存在するような場合、音は半球空間に伝播し、音源の音響出力を W_i とすると、音源から R_i m 離れた位置における通過エネルギーは、

$$W_i = W_i / 2\pi R_i^2 \quad \dots\dots\dots(6)$$

として与えられる。音源のエネルギーは、一般に測定が不可能であり、したがって W_i の方から推定する方法が採られる。即ち、

$$W_i = W_0 \cdot 2\pi R_i^2 \dots\dots\dots (7)$$

これより、音源の騒音パワーレベルは、

$$L_w = 10 \log \frac{W_i}{W_0}$$

$$= 10 \log \frac{W_i}{W_0} \cdot 2\pi R_i^2 \dots\dots\dots (8)$$

W_0 ; 基準エネルギー 10^{-12} Watt

また、(8)式は、

$$L_w = 10 \log \frac{W_i}{W_0} + 20 \log R + 8$$

と式の変換ができ、ここで右辺第1項は、(1)式に等しく、したがって

$$L_w = L_{P_i} + 20 \log R_i + 8$$

として騒音のパワーレベルが得られる。また第1項によって L_{P_i} の代わりに、平均レベル L_P を用いれば、

$$L_w = L_P + 20 \log R + 8 \dots\dots\dots (9)$$

として、建設機械の騒音パワーレベルを推定することが可能である。

3.3 指向性指数

指向性指数は、(10)式によって求めた。

$$DI = L_{P \max} - L_P + 3 \dots\dots\dots (10)$$

$L_{P \max}$; 最大音圧レベル

L_P ; 平均音圧レベル

ここで、 L_P は、(4)式あるいは(5)式で求めることが可能である。ただし、 L_{P_i} の差が3 dB(A) 以下の場合は、 L_P の計算を算術平均で求めても計算誤差は小さい。即ち、

$$L_P = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n L_{P_i} \dots\dots\dots (11)$$

$$\therefore (L_{P \max} - L_{P \min}) \leq 3.0 \text{ dB}$$

である。

付録 4 参考文献

1. ブルドーザ

- 昭和51年度 建設機械の騒音振動の調査並びに排除に関する調査試験報告書 (昭和52年3月)
(土工機械・大型ブレーカ)
建設省近畿地方建設局近畿技術事務所
- 昭和52年度 建設機械の騒音振動の調査並びに排除に関する調査試験報告書 (昭和53年3月)
(土木機械・クローラクレーン)
建設機械の騒音振動の調査並びに排除に関する調査試験報告書
- 昭和52年度 建設機械の騒音振動調査報告書 (昭和53年3月)
(騒音対策型ブルドーザの騒音調査)
建設省関東地方建設局関東技術事務所

2. トラクタショベル

- 昭和52年度 建設機械の騒音振動の調査並びに排除に関する調査試験報告書 (昭和53年3月)
(土木機械・クローラクレーン)
建設省近畿地方建設局近畿技術事務所

3. バックホウ

- 昭和51年度 建設機械の騒音振動の調査並びに排除に関する調査試験報告書 (昭和52年3月)
(土工機械・大型ブレーカ)
建設省近畿地方建設局近畿技術事務所
- 昭和52年度 建設機械の騒音振動の調査並びに排除に関する調査試験報告書 (昭和53年3月)
(土木機械・クローラクレーン)
建設省近畿地方建設局近畿技術事務所
- 昭和53年度 建設機械の騒音振動の調査並びに排除に関する調査試験報告書 (昭和54年3月)
建設省近畿地方建設局近畿技術事務所

4. クローラクレーン

- 昭和52年度 建設機械の騒音振動の調査並びに排除に関する調査試験報告書 (昭和53年3月)
(土木機械・クローラクレーン)
建設省近畿地方建設局近畿技術事務所
- 昭和53年度 建設機械の騒音振動の調査並びに排除に関する調査試験報告書 (昭和54年3月)
建設省近畿地方建設局近畿技術事務所

5. 基礎工事用機械

- 昭和51年度 建設機械の騒音振動調査報告書 (昭和52年3月)
(基礎工事用機械)
建設省関東地方建設局関東技術事務所
- 昭和51年度 建設騒音及び振動調査並びに排除に関する調査報告書 (昭和52年3月)
建設省九州地方建設局九州技術事務所
- 昭和52年度 建設機械の騒音振動調査報告書 (昭和53年3月)
(既製杭・鋼矢板施工用機械)
建設省関東地方建設局関東技術事務所
- 昭和52年度 建設騒音及び振動の防止並びに排除に関する調査試験 (昭和53年3月)
(基礎工事における低振動形建設機械の信頼性試験)
建設省九州地方建設局九州技術事務所
- 昭和53年度 建設機械の騒音振動調査報告書 (昭和54年3月)
(既製杭・鋼矢板施工用対策形機械)
建設省関東地方建設局関東技術事務所
- 昭和53年度 建設騒音及び振動の防止並びに排除に関する調査試験 (昭和54年3月)
(基礎工事における低振動形建設機械の信頼性試験)
建設省九州地方建設局九州技術事務所

6. プレーカ

- 昭和50年度 防音形建設機械の防音効果調査試験報告書 (昭和50年11月)
近畿地方建設局近畿技術事務所
- 昭和51年度 建設機械の騒音振動の調査並びに排除に関する調査試験報告書 (昭和52年3月)
建設省近畿地方建設局近畿技術事務所

7. コンクリート取壊し機械

- 昭和51年度 コンクリート構造物取壊しに関する調査試験報告書 (昭和52年4月)
建設省中部地方建設局中部技術事務所
- 昭和52年度 建設騒音及び振動の防止並びに排除に関する調査試験報告書 (昭和53年5月)
建設省中部地方建設局中部技術事務所
- 昭和53年度 建設騒音及び振動の防止並びに排除に関する調査試験報告書 (昭和54年3月)
建設省中部地方建設局中部技術事務所

8. 締め付け機械

- 昭和51年度 公害防止安全確保に関する調査試験報告書（昭和52年3月）
（建設騒音、振動の調査並びに排除に関する調査試験報告書）
建設省中国地方建設局中国技術事務所
- 昭和52年度 建設騒音、振動の調査並びに排除に関する調査試験報告書（昭和53年3月）
建設省中国地方建設局中国技術事務所
- 昭和53年度 建設騒音、振動の調査並びに排除に関する調査試験報告書（昭和54年3月）
建設省中国地方建設局中国技術事務所

9. 舗装機械

- 昭和53年度 建設騒音、振動の調査並びに排除に関する調査試験報告書（昭和54年3月）
建設省中国地方建設局中国技術事務所

10. 道路維持用機械

- 昭和51年度 コンクリート構造物取壊しに関する調査試験報告書（昭和52年4月）
建設省中部地方建設局中部技術事務所
- 昭和51年度 公害防止安全確保に関する調査試験報告書（昭和52年3月）
（建設騒音、振動の調査並びに排除に関する調査試験報告書）
建設省中国地方建設局中国技術事務所
- 昭和52年度 建設騒音及び振動の防止並びに排除に関する調査試験報告書（昭和53年5月）
建設省中部地方建設局中部技術事務所
- 昭和52年度 建設騒音、振動の調査並びに排除に関する調査試験報告書（昭和53年3月）
建設省中国地方建設局中国技術事務所

11. 除雪機械

- 昭和52年度 建設機械の公害防止に関する調査試験報告書（昭和53年3月）
（除雪機械の騒音及び振動に関する調査試験）
建設省北陸地方建設局北陸技術事務所
- 昭和53年度 建設機械の公害防止に関する調査試験報告書（昭和54年3月）
（除雪機械の騒音及び振動に関する調査試験）
建設省北陸地方建設局北陸技術事務所

12. 空気圧縮機

- 昭和50年度 公害防止型機械に関する調査試験報告書（昭和51年1月）

(防音型コンプレッサの騒音測定)

関東地方建設局関東技術事務所

13. 発動発電機

昭和50年度 建設騒音及振動の調査並びに排除に関する調査試験報告書 (昭和50年10月)

(公害対策形建設機械の開発に関する調査試験)

中部地方建設局中部技術事務所

14. その他

昭和52年度 国立機関公害防止等試験研究費等報告 (昭和53年5月)

建設省土木研究所

昭和53年度 国立機関公害防止等試験研究費等報告 (昭和54年5月)

建設省土木研究所

建設騒音及び振動の防止並びに
排除に関する調査試験報告書

ISSN 0386-5878
主研資料第1523号
昭和54年10月(1979年)

建設省土木研究所機械研究室
沢田茂良, 太田 宏, 境 友昭

キーワード: 建設機械, 騒音, 振動

要 旨

建設工事の機械化施工における騒音並びに振動に関する対策技術
の向上に資するため, 建設機械から発生する騒音及び振動レベルの
状況並びに対策形機械の対策効果を把握した。



郵便はがき

3 0 5 - □ □

20円切手
をはいて
下さい

建設省土木研究所

機械研究室

御中

茨城県筑波郡豊里町大字旭一番地

No. 124

配布先氏名
配布先住所



No. 124



土木研究所資料第 1523 号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名

印

