

# 建設の機械化

1976 10

日本建設機械化協会

建設機械騒音振動対策特集



コマツ D 155 A  
低騒音ブルドーザ  
—株式会社 小松製作所—



住友・LINK-BELT油圧式クローラクレーン

LS-118RH

最大吊上荷重

50t

稼働が

すぐれた性能が  
いま現場で人気上昇中です。

- ロワー完全無給油式でメンテナンスフリー。
- 作業能率25%アップのS-O-Mコントロール。
- オペレーター本位の伸縮式操作レバー。
- エンジン室から独立した快適な運転室。
- 安全な過負荷自動停止装置を装備。(オプション)
- チョイ巻、チョイ下げ作業は自由自在。
- レバー位置一定の速度でなめらか旋回。



“建設機械騒音振動対策特集”

目次

□巻頭言 振動規制法の制定にあたって……………橋 本 道 夫／1  
 建設工事に伴う騒音・振動の法規制……………北川原 徹／3  
 最近の建設工事の公害対策技術の趨勢……………鈴 木 敏 夫  
 馬 場 直 俊／13  
 小 室 日 出 男  
 ブルドーザの騒音対策<その1>キャタピラー三菱……………瀬 田 幸 敏／24  
 ブルドーザの騒音対策<その2>小松製作所……………豊 田 禎 二／28  
 油圧ショベルの騒音対策<その1>日立建機……………佐 藤 征 之／33  
 油圧ショベルの騒音対策<その2>三菱重工業……………伊 川 悦 男  
 長 尾 活 雄／39  
 定置式スクリーコンプレッサの騒音振動対策……………松 隈 正 樹／45  
 定置式往復動型圧縮機の振動対策……………小 幡 博 康／50  
 可搬式コンプレッサの騒音対策……………白 井 敏 雄／53  
 ブレーカの騒音対策……………藤 田 録 朗／57  
 ディーゼルハンマの防音カバーの現状……………千 田 昌 平／61  
 □随 想 私と建設機械の出逢い……………石 川 正 夫／68

グラビヤ——中国縦貫自動車道の建設現況

中国縦貫自動車道の建設現況……………柴 山 吉 晴／71

□統 計

建設工事受注額・建設機械受注額・建設機械卸売価格の推移

……………調 査 部 会／78

行事一覧……………／79

編集後記……………(宮田・福来)／80

◀表紙写真説明▶

コマツ D155 A

低騒音ブルドーザ

株式会社 小松製作所

住宅地に隣接する堺市近くの東金剛団地造成工事に活躍するコマツ D155 A 低騒音ブルドーザは、ブルドーザの性能はいささかもそこなうことなく、国内規制値を約 10 ホンも下回る騒音値 (65 ホン/30 m) を達成した低騒音車である。さらに、オペレータへの配慮にも万全を期した、時代の要請に応じた新鋭機である。なお、詳細については本誌 28 頁を参照下さい。

## 機 関 誌 編 集 委 員 会

### 編 集 顧 問

加藤三重次	本協会専務理事	寺島 旭	八千代エンジニアリング(株) 取締役
長尾 満	国際協力事業団理事	石川 正夫	佐藤工業(株) 土木営業部
坪 質	本協会常務理事	神部 節男	(株) 間組 常務取締役
浅井新一郎	建設省道路局	伊丹 康夫	日本国土開発(株) 専務取締役
上東 広民	建設省土木研究所千葉支所	小竹 秀雄	本協会顧問
中野 俊次	建設省計画局建設振興課	斉藤 二郎	(株) 大林組 技術研究所

編集委員長 新 開 節 治 本州四国連絡橋公団設計第二部設備課

編集幹事 田 中 康 之 建設省大臣官房建設機械課

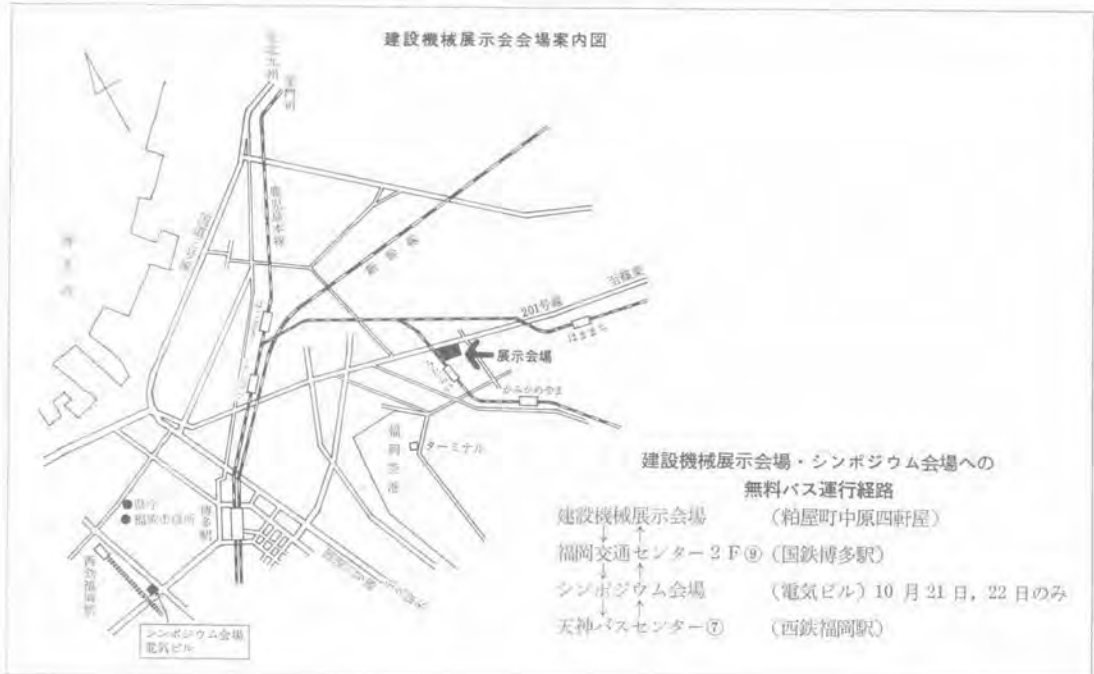
### 編 集 委 員

酒井 孝	建設省道路局有料道路課	高橋 九郎	キャクピラー三菱(株) 販売企画部
西出 定雄	農林省構造改善局建設部設計課	堀部 澄夫	(株) 神戸製鋼所 建設機械事業部技術開発本部
合田 昌満	通商産業省資源エネルギー庁 公益事業部水力課	戸田 良一	(株) 間組 機材部
奥出 律	運輸省港湾局機材課	兼子 功	(株) 大林組 東京本社 機械部計画課
星野 鐘雄	日本国有鉄道建設局線増課	大蝶 堅	東亜建設工業(株) 船舶機械部
桂木 定夫	日本鉄道建設公団 工務第一部機械課	寺沢 研穎	鹿島建設(株) 土木工務部
宮田 誠	日本道路公団東京第一建設局 建設第二部特殊設計課	鈴木 康一	日本舗道(株) 技術部
鈴木貫太郎	首都高速道路公団 第一建設部工務課	福来 治	大成建設(株) 機械部計画課
大宮 武男	水資源開発公団第一工務部機械課	水野 一明	(株) 熊谷組 営業本部土木部
塚原 重美	電源開発(株) 水力建設部	中尾 秀也	清水建設(株) 相模機械工場
牧 宏	日立建機(株) クレーン技術部第一課	三浦 満雄	(株) 竹中工務店 技術研究所
鈴木 満明	(株) 小松製作所 研究開発本部開発管理部	林 茂樹	日本国土開発(株) 研究部
中田 武	三菱重工業(株) 建設機械事業部		



## 昭和 51 年度 建設機械展示会の開催

主催	社団法人 日本建設機械化協会		
会期	昭和 51 年 10 月 20 日 (水) ~ 10 月 25 日 (月)	入場無料	
開場時間	午前 9 時 ~ 午後 4 時 30 分 (初日は午前 10 時より)		
場所	福岡県粕屋郡粕屋町中原四軒屋 (下図参照)		
交通機関	天神バスセンター④篠栗行き又は二瀬川行きに乘車、四軒屋にて下車 1 分		



## 昭和 51 年度 建設機械と施工法シンポジウムの開催

建設機械とその施工は、経済性はもちろん、環境、安全、省力、省資源など社会の新しい要求をうけて多様化が進むと共に多くの問題を抱えるに至っております。このシンポジウムをこれら問題点の整理、解決に役立つものとするために有識者多数の御参加を期待します。

開催日 昭和 51 年 10 月 21 日 (木) ~ 10 月 22 日 (金) …… 2 日間

開催場所 「電気ビル」 8 号会議室 (上図参照)

福岡市中央区渡辺通 2 丁目 1 番 82 号 電話 092 (781) 0685

交通機関 国鉄博多駅前市内電車乗場より天神回りに乗車、渡辺通 1 丁目下車 2 分

発表内容 次頁プログラム参照

\* 入場無料・ただし テキスト代 2,000 円\*

▶ 10 月 21 日 (木) 10:00~10:20 開会式 (あいさつ)

▶ 10 月 21 日 (木) 10:20~12:00

コンクリート・アスファルト機械と施工法

座長 建設省 鈴木 敏夫

- |  |         |                               |  |
|--|---------|-------------------------------|--|
| 1. HP-24 ミックスペーパー (常温混合舗設機) について ..... | 住友重機工業  | 代 財 幸 夫                       |  |
| 2. 法面コンクリート打設機の開発について .....            | 建設省中国地建 | 皇 野 日 吉<br>益 本 輝 昭<br>佐 々 木 夫 |  |
| 3. ダムにおけるコンクリート運搬系の自動化, 省力化 .....      | 鹿島建設    | * 松 本 義 巳<br>石 川 義 巳          |  |

泥水処理・ヘドロ処理用機械と施工法

座長 建設省 鈴木 敏夫

- |                            |         |                        |  |
|----------------------------|---------|------------------------|--|
| 4. 真名川ダムの濁水処理について .....    | 建設省近畿地建 | * 竹 林 征 三<br>岸 田 田 宏 志 |  |
| 5. 浚渫汚泥の覆土工法における1次処理 ..... | 東亜道路工業  | 村 田 治 治                |  |

▶ 10 月 21 日 (木) 13:00~16:00

軟弱地盤処理機械と施工法

座長 建設省九州地建 蔵田 正夫

- |   |        |                          |  |
|---|--------|--------------------------|--|
| 6. 有明干拓軟弱地盤に関する工事報告 .....                       | 日本舗道   | 神 崎 季 司 男                |  |
| 7. 表層固化処理機械 .....                               | 東亜建設工業 | 西 川 豊                    |  |
| 8. ホリゾンタル・ケミカル・インジェクション工法 (H.C.I 工法) について ..... | 不動建設   | * 岸 田 孝 輝 人<br>江 岩 崎 博 定 |  |
| 9. JST 工法とその施工例 .....                           | 日本国有鉄道 | 高 岡 博                    |  |

基礎工専用機械と施工法等

座長 日本国有鉄道 高岡 博

- |   |               |                                     |  |
|---|---------------|-------------------------------------|--|
| 10. 基礎工における発生振動の実態について .....            | 建設省九州地建       | 蔵 田 正 夫<br>* 城 崎 夫 甫                |  |
| 11. 大型振動機 V-300 の開発 .....               | 不動建設<br>三菱重工業 | 小 原 元 昭<br>* 川 上 高 弘<br>金 子 勝       |  |
| 12. 振動くい打ち作業がクレーンブームに及ぼす影響 .....        | 建設省関東地建       | 塩 野 久 夫<br>* 鎌 田 政 憲 也<br>小 佐 部 憲 也 |  |
| 13. 油圧式アースドリルの施工実績について .....            | 日立建機          | 小 平 善 也                             |  |
| 14. 低騒音・低振動工法によるコンクリート橋の取りこわし試験調査 ..... | 建設省中部地建       | * 稲 田 弘 康<br>上 坂 森                  |  |

(\*印は口述発表者)

# シンポジウムプログラム (予定)

## ▶ 10月22日(金) 10:00~12:00

### トンネル工事用機械と施工法等

座長 日本道路公団 島 常 信

- |                               |         |      |     |    |     |
|-------------------------------|---------|------|-----|----|-----|
| 15. 地下発電所工事における省力機械と安全工法      | 鹿島建設    | *川新  | 島野  | 一義 | 夫仁  |
| 16. トンネル工事高速化への試行             | 建設省東北地建 | *栗原  | 宗恒  | 雄夫 |     |
| 17. 軟弱層に適応した土圧式シールド工法の開発と施工   | 日本国土開発  | 玉野井  | 峻   |    |     |
| 18. 深礎孔を利用した O.M. ホリゾンタルオーガ工法 | 大林組     | 斎平   | 藤間  | 二邦 | 郎興世 |
| 19. シールドトンネル内の掘削土砂の流体輸送について   | 三井建設    | *羽生田 | 中井  | 栄  |     |
| 20. 改良テニコンとのり面施工              | 日本国有鉄道  | *岸長成 | 木野田 | 敏嘉 | 哲己衛 |

## ▶ 10月22日(金) 13:00~16:00

### 土 工 機 械

座長 日立建機 大 井 章

- |                                     |          |     |    |     |  |
|-------------------------------------|----------|-----|----|-----|--|
| 21. コクド 15 SBW 湿地用スクレーパの作業性能について    | 国土開発工業   | 野村  | 昌弘 |     |  |
| 22. CAT D7G 湿地ブルドーザについて             | キャタピラー三菱 | 長谷川 | 保裕 |     |  |
| 23. ROPS の静載荷試験                     | 建設機械化研究所 | *本郷 | 慎正 | 一信  |  |
| 24. 土工機械転落時運転員保護構造 (ROPS) の転落実験について | 建設省土木研究所 | *後小 | 藤案 | 日出男 |  |

### 建設機械一般

座長 建設省九州地建 東 原 豊

- |                          |              |     |    |     |    |
|--------------------------|--------------|-----|----|-----|----|
| 25. 建設機械運転員の疲労度について      | 建設省九州地建      | 満境  | 田己 | 一郎  | 昭昭 |
| 26. 性能試験結果より見た建設機械の運転席視界 | 建設機械化研究所     | *本郷 | 慎正 | 一信  |    |
| 27. 高性能油圧作動油の開発          | 日立建機<br>出光興産 | *佐藤 | 藤川 | 弥之助 | 哲司 |
| 28. 建設機械による廃棄物処理について     | キャタピラー三菱     | *平吉 | 島野 | 正裕  | 毅之 |
| 29. 三井リビットエレベータについて      | 三井三池製作所      | 三吉野 | 積男 |     |    |

(\*印は口述発表者)

\*なお、プログラムには多少の変更がある場合があります\*

# 建設工事の騒音振動に関する講習会の開催

1. 主催 社団法人 日本建設機械化協会  
四国支部・北海道支部・東北支部・中国支部・九州支部

2. 内容

① 挨拶 (15分)

② 騒音振動の法規制について (60分)

建設工事に関連の深い騒音および振動の法規制について説明するものである。騒音規制法は昭和43年制定され、建設工事については特定建設作業が規制の対象となっている。また、振動規制法は前第77通常国会で成立し、昭和51年6月10日公布され、本年中に施行される予定である。これらの経過、内容について講義するものである。

休憩 (15分)

③ 建設工事に伴う騒音振動対策技術指針の解説について (60分)

建設省では昭和51年3月に「建設工事に伴う騒音振動対策技術指針」を作成し、省内、都道府県、建設業団体等へ通達している。内容は建設工事の騒音振動について技術的対応の基本方針を示しており、今後はこの指針にそって建設工事の関係者が環境の保全と円滑な工事の推進を図っていくものとしている。今回はこの指針の目的と内容について講義するものである。

④ 建設工事の騒音振動対策について (60分)

法規制の整備・強化および住民の苦情等によりますます建設工事の騒音振動対策が必要となってきたが、今回は建設工事の騒音振動の基本的事項や対策方法および工法、建設機械の開発、改良の現状等について講義するものである。

3. 場所および開催日

- |       |             |             |               |
|-------|-------------|-------------|---------------|
| 1) 高松 | ……10月26日(火) | 13:00~16:30 | 高松市「市民文化センター」 |
| 2) 札幌 | ……10月29日(金) | 13:00~16:30 | 札幌市「日生ビル」     |
| 3) 仙台 | ……11月4日(木)  | 13:00~16:30 | 仙台市「福祉会館」     |
| 4) 広島 | ……12月14日(火) | 13:00~16:30 | 広島市「広島労働会館」   |
| 5) 福岡 | ……12月15日(水) | 13:00~16:30 | 福岡市「福岡商工会館」   |

4. 講師 (都合により変更する場合があります)

開催場所……高松	法規制	環境庁大気保全局特殊公害課振動係長	山名 良
	指針の解説	建設省四国地方建設局道路部機械課長	黒田 満徳
	騒音振動対策	建設省官房建設機械課直轄係長	大城 忠士
開催場所……札幌	法規制	環境庁大気保全局特殊公害課課長補佐	佐田 泰業
	指針の解説	建設省官房建設機械課調査第2係長	馬場 直俊
	騒音振動対策	北海道開発庁北海道開発局官房機械課開発専門官	和田 清高
開催場所……仙台	法規制	環境庁大気保全局特殊公害課調査官	渡辺 章俊
	指針の解説	建設省官房建設機械課調査第2係長	馬場 直俊
	騒音振動対策	建設省東北地方建設局道路部機械課長	相沢 実
開催場所……広島	法規制	環境庁大気保全局特殊公害課騒音専門官	山田 隆二
	指針の解説	建設省中国地方建設局道路部機械課長	福永 典次
	騒音振動対策	建設省官房建設機械課課長補佐	鈴木 敏夫
開催場所……福岡	法規制	環境庁大気保全局特殊公害課騒音専門官	山田 隆二
	指針の解説	建設省官房建設機械課建設専門官	田中 康之
	騒音振動対策	建設省九州地方建設局道路部機械課長	東原 豊

第 77 国会で振動規制法が成立し、去る 6 月 10 日公布された。この法律は公布後 6 カ月後に施行されることになるので、今年 12 月には施行のはこびとなるが、その後、都道府県知事による地域指定や、規制基準の設定等の手順を考えると、この法律が実際に動き出して適用されるのは 52 年度以降になるだろう。

振動公害は既に昭和 42 年の公害対策基本法によって典型七公害の一つとして規定されたが、その後、9 年余の間、国による規制法はなく、25 の地方自治体でそれぞれ独特の条例により規制や指導が行なわれていたものである。振動公害規制についての基本的な施策については、昭和 47 年末にすでに中央公害対策審議会に諮問して答申を得ていたところであったが、その後、規制を実施に移すための測定方法、規制基準、及びその基礎となる振動の計測単位の設定等について、2 年余にわたる審議会の専門委員会による調査検討の結果、ようやく 51 年 3 月に答申を得て今回の法制化が行なわれたものである。その間、建設作業に関しては、建設省をはじめ研究所や業界の方々からいろいろの御意見と御協力を給わっ

## 振動規制法の 制定にあたって

橋 本 道 夫



たことに対し厚くお礼を申し上げたい。

建設作業による振動公害は、本来、局地的なものであるが、地方自治体の条例による規制においては、振動公害の計測単位の差異があったり、又、規制基準にもいろいろな違いもみられたので、国の法律として一元的な規制体系と地方自治体ごとによる差異はあるとしても、その基本的な条件やワク組みについては国として一定のものを設ける必要にせまられ、今回の法制定となった次第である。騒音については既に昭和 43 年に騒音規制法が制定され、工場騒音、建設作業騒音、自動車交通騒音がその規制対象としてとり上げられ、施行されて来たが、振動においては、今回工場振動、建設作業振動、道路交通振動の三つをその規制法の対象としてとり上げるとともに、法規制にはいたらないが、新幹線振動公害のため緊急に講ずべき措置についての環境庁長官の勧告が運輸大臣に対して行なわれたところである。振動公害に対する法規制は世界にも殆んど例をみないが、日本のような国土の 2% の面積に 1 億 1,000 万人の人口の 50% 以上が集中して住み、土地利用の規制や住居の建築構造等に騒音振動公害に対する弱点をもつ国



## 巻頭言

にとっては、国民の生活環境の保全という見地からやはり法規制を必要とする特異な条件があることも認めなければなるまい。

建設作業にとって騒音や振動はたしかにさけられない現象ではあるが、住民の日常生活にとっても甚だしい生活妨害となるような騒音や振動を出来るだけ少なくするというのも、これ又、不可欠な条件であり、特に1970年代の世界的な関心事である良好な住居環境の確保や、人間生活の質的向上という趣旨からみると、規制法はやや遅きに失したというきらいも否定出来ない。私は先に厚生省公害課長として騒音規制法の制定にあたったが、その後、今日にいたるまで最も効果があったのは建設作業の騒音公害の改善であると思っている。これは規制法によって低騒音工法が非常に急速に開発され、普及されたことによるものと考えている。これは建設の機械化にたずさわる方々の並々ならぬ御努力の結果である。

道路、空港、新幹線公害は別として、一般の騒音の苦情件数は、ここ2年近い間、明らかに減少傾向となっている。今日の規制法により、75dBを超える大きさの振動をひきおこす建設作業は、地域の区分に従って作業の時間帯や、1日当りの作業時間、同一場所における作業連続日数、日曜・休日の作業禁止等の規制をうけることになるが、これは必然的に工事日数、工法、工事費用に変化をもたらすことになる。振動の少ない工具や工法を開発すれば有力な作業条件も勝ち取れよう。費用効果を踏まえた技術開発の躍進を切に期待したい。

—環境庁大気保全局長—

## 建設工事に伴う騒音, 振動の法規制

北川原 徹\*

なされており、この改正は翌年6月24日から施行)。

本法で規制の対象としている騒音は、工場・事業場騒音、建設作業騒音および自動車騒音であり、これら騒音についての規制の概略を図-2の騒音規制法体系図に示す。この体系図からもわかるように、建設作業騒音に関する規制の仕組みは以下のとおりである。

### 1. ま え が き

昭和49年中に全国で発生した騒音、振動の苦情は約25,000件あり、このうち、建設工事に伴う苦情件数は3,600件であり、全体の14%を占めている。また、この3,600件について騒音と振動の割合をみると騒音の方が圧倒的に多く、その比率は約3:1となっている(図-1参照)。

これら騒音、振動問題に対処するため国においては騒音規制法および振動規制法が定められており、この法律の中で建設作業騒音についてはすでに規制が行われており、振動についても近く規制が行われようとしている。このため、これら騒音規制法および振動規制法における建設作業騒音、振動の規制内容等を説明するとともに、東京都、大阪府、愛知県等の公害防止条例における建設作業騒音の規制状況を紹介します、あわせて諸外国の規制概要についても少しふれてみたい。

### 2. 騒音規制法について

騒音規制法は昭和43年6月10日に公布され、同年12月1日から施行されている(昭和45年に一部改正が

#### (1) 特定建設作業の実施の届出(法第14条関係)

くい打ち機、くい打ち・くい抜き機等を使用する作業、びょう打ち機を使用する作業、さく岩機を使用する作業、空気圧縮機を使用する作業およびコンクリートプラント、アスファルトプラントを使用する作業の5種類の著しい騒音を発生する作業が特定建設作業として政令で定められており、この特定建設作業を指定地域内(騒音規制法では生活環境を保全する観点から住居が集合している地域、病院、または学校の周辺地域その他住民の生活環境を保全する必要がある地域について規制が行われることとされており、地域の指定は都道府県知事が行う。なお、昭和49年12月現在における地域の指定状況は514市321町40村23特別区である)で施工する者(元請業者)は、特定建設作業の開始日の7日前までに都道府県知事(事務の委任により市町村長、以下同じ)に表-1に示す特定建設作業実施届出書および工事工程表、特定建設作業を行う現場付近の見取図等を届出しなければならない。

ただし、災害その他非常の事態の発生により特定建設作業を緊急に実施しなければならない事態においては、届出を行い得る状態になった時点でできるだけすみやかに届出を行わなければならない。

#### (2) 改善勧告および改善命令(法第15条関係)

##### (a) 改善勧告

都道府県知事は指定地域内で行われる特定建設作業に伴って発生する騒音が表-2に示す基準に適合せず、かつ、周辺住民の生活環境が著しく損なわれると認めるときは、施工者に対し期限を定め、その事態を除去するために必要な限度において騒音防止の方法の改善または特定建設作業の作業時間の変更すべきことを勧告することができる。

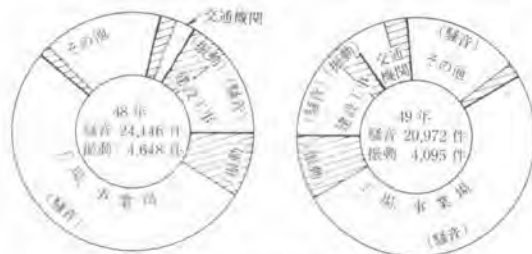


図-1 全国における騒音振動の苦情件数

\* 建設省土木研究所千葉支所機械研究室

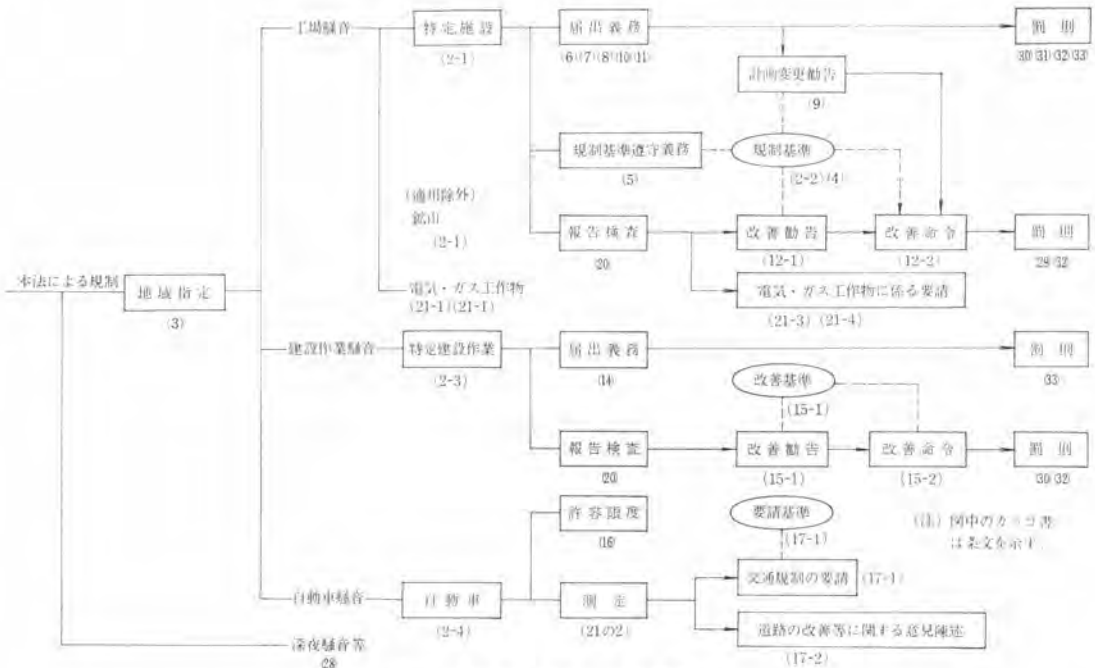


図-2 騒音規制法の体系図

表-1 特定建設作業実施届出書

様式第9

### 特定建設作業実施届出書

年 月 日

市町村長 殿

届出者 氏名又は名称及び住所並びに法人にあってはその代表者の氏名 印  
電話番号

特定建設作業を実施するので、騒音規制法第14条第1項（第2項）の規定により、次のとおり届け出ます。

建設工事の名称				
建設工事の目的に係る施設又は工作物の種類				
特定建設作業の種類				
特定建設作業に使用される騒音規制法施行令別表第2に規定する機械の名称、型式及び仕様				
特定建設作業の場所				
特定建設作業の実施の期間	自	年	月	日
	至	年	月	日
	日間			
特定建設作業の開始及び終了の時刻	作業開始	作業終了	作業日	実働時間
	自	時	至	時
				時間
騒音の防止の方法				
発注者の氏名又は名称及び住所並びに法人にあってはその代表者の氏名				電話番号
届出者の現場責任者の氏名及び連絡場所				電話番号
下請負人が特定建設作業を実施する場合は、当該下請負人の氏名又は名称及び住所並びに法人にあってはその代表者の氏名				電話番号
下請負人が特定建設作業を実施する場合は、当該下請負人の現場責任者の氏名及び連絡場所				電話番号
※ 受 理 年 月 日				
※ 審 査 結 果				

備考

- この届出書は、騒音規制法施行令別表第2に掲げる特定建設作業の種類ごとに提出すること。
- 特定建設作業の種類欄には、騒音規制法施行令別表第2に掲げる作業の種類を記載すること。
- 特定建設作業の実施の期間の欄には、その期間中作業をしないこととしている日がある場合は、作業をしない日を明示すること。
- 特定建設作業の開始及び終了の時刻の欄の記載にあたっては、作業の開始時刻及び終了時刻並びに実働時間が同じである日ごとにまとめてきつつかえない。
- ※印の欄には、記載しないこと。
- 用紙の大きさは、日本工業規格B4とすること。

表-2

(1) 特定建設作業騒音の規制基準

特定建設作業の種類		種類に対応する規制に関する基準				
		騒音の大きさ ホン(A)	夜間または深夜 作業の禁止	1日の作業 時間の制限	作業期間の制限	日曜日、その 他の休日の 作業禁止
1. くい打ち機、くい 抜き機、くい打ち ・くい抜き機を使用 する作業	モンケン、圧入式くい打ち・くい抜 き機またはくい打ち機をアースオー ガと併用する作業を除く。	85	アの区域：午 後7時から 翌日の午前 7時まで	アの区域：1 日につき10 時間  アの区域：午 後9時から 翌日の午前 6時まで  アの区域：午 後10時から 翌日の午前 6時まで	同一場所において連続 6日間	日曜日、そ 他の休日
2. びょう打ち機を使用 する作業		80	イの区域：午 後10時から 翌日の午前 6時まで			
3. さく岩機を使用す る作業	作業地点が連続的に移動する作業に あっては、1日における当該作業に おける2地点間の最大距離が50mを 越えない作業に限る。	75	アの区域：午 後9時から 翌日の午前 6時まで			
4. 空気圧縮機を使用 する作業	電動機以外の原動機を用いるもので あって、その定格出力が15kW以上 に限る（さく岩機の動力として使用 する作業を除く）。	75	イの区域：午 後10時から 翌日の午前 6時まで			
5. コンクリートプラ ントまたはアスフ ァルトプラントを 設けて行う作業	混練機の混練量がコンクリートプラ ントは0.45m <sup>3</sup> 以上、アスファルト プラントは200kg以上のものに限る （モルタル製造のためにコンクリート プラントを設けて行う作業を除く）。	75				

〔備考〕① 区域の区分は、騒音規制法に基づき都道府県知事が指定する指定地域を2分し、次のようにきめている。  
 アの区域：第1種区域、第2種区域、第3種区域の全域ならびに第4種区域で（ア）学校、（イ）保育所、（ウ）病院、患者を収容  
 する施設を有する診療所、（エ）図書館、（オ）特別養護老人ホームの敷地の周囲おおむね80m以内の区域  
 イの区域：指定区域のうち、アの区域以外の区域  
 ② 騒音の大きさは特定建設作業の場所の敷地の境界線から30mの地点において測定する。  
 ③ この規制に関する基準には適用除外が定められており、それは下記(2)のとおりである。  
 ④ ホン(A)とは計量法に定める騒音の大きさの計量単位である。

(2) 規制に関する基準の対象外となる特定建設作業

作業の種類	規制の内容	騒音の大きさ	夜間または 深夜作業の禁止	1日の作業 時間の制限	作業期間の制限	日曜日その他の 休日の作業禁止
作業を開始した日に終わる特定建設作業		×	×	×	×	×
災害その他非常の事態の発生により緊急に行 う必要のある特定建設作業		○	×	×	×	×
人の生命または身体に対する危険を防止する ため特に行う必要のある特定建設作業		○	×	×	×	×
鉄道または軌道の正常な運行を確保するため 特に行う必要のある特定建設作業		○	×	○	○	×
道路法第34条により道路の占用の許可条件 によって夜間または休日に行うこととされた 特定建設作業		○	×	○	○	×
道路法第35条により協議において、夜間ま たは休日に行うこととされた特定建設作業		○	×	○	○	×
道路交通法第77条により道路の使用許可条 件によって夜間または休日に行うこととされ た特定建設作業(同法第80条によるものを 含む)		○	×	○	○	×
電気事業法による変電所の変更工事で、近接 の電気工作物の機能を停止させないと作業員 の生命または身体の安全が確保できないため 日曜、休日に行う必要のある特定建設作業		○	○	○	○	×

(注) ○：基準の適用をうけるもの  
 ×：基準の適用をうけないもの

### （b）改善命令

都道府県知事は、前述の改善勧告を受けた者がその勧告に従わないで特定建設作業を行なっているときは、期限を定めてその事態を除去するために必要な限度において、騒音の防止の方法の改善または特定建設作業の作業時間の変更を命ずることができる。

### （c）公共性のある施設等に係る建設工事の配慮

都道府県知事は、公共性のある施設または工作物に係る建設工事（例えば道路工事、下水道工事、地下鉄工事等）として行われる特定建設作業について改善勧告または改善命令を行うにあたっては、当該建設工事の円滑な実施について特に配慮しなければならない。

## （3）報告および検査（法第 20 条関係）

① 都道府県知事は、本法の施行に必要な限度において、特定建設作業を伴う建設工事を施工する者に対して特定建設作業の状況、その他必要な事項の報告を求め、または、その職員に特定建設作業の建設工事の現場に立入り検査させることができる。

② 立入り検査をする職員は身分を示す証明書を携帯し、関係人に提示しなければならない。

## （4）罰 則（法第 30 条～第 33 条関係）

- ① 改善命令に違反した者は 5 万円以下の罰金
- ② 届出違反または報告および検査の拒み、妨げ等をした者は 3 万円以下の罰金
- ③ 災害その他非常の場合のただし書規定の届出違反等をした者は 1 万円以下の罰金

以上、特に建設作業に関係する規制の内容を説明したが、直接建設工事に関係される方は、後述するように具体的な規制の内容等は都道府県によって異なる点が多いので、工事を行う関係都道府県等における公害防止条例の規制内容を一度調べられることが必要と思われる。

## 3. 騒音規制法に基づく

### 特定建設作業実施の届出件数等

指定地域内で特定建設作業を実施する場合には、市町村長に特定建設作業の開始日の 7 日前までに所定の届出

表-3 特定建設作業実施の届出件数

作 業 の 種 類	届 出 件 数	
	48 年	49 年
1. くい打ち機等を使用する作業	14,853	11,259
2. びょう打ち機を使用する作業	302	141
3. さく岩機を使用する作業	7,703	7,727
4. 空気圧縮機を使用する作業	2,216	2,025
5. コンクリートプレキャスト等を受け行う作業	100	199
計	25,074	21,352

表-4 特定建設作業に係る改善勧告の実施件数

特定建設作業の種類	昭和 48 年	昭和 49 年
くい打ち機等を使用する作業	11 件	5 件
びょう打ち機を使用する作業	1	0
さく岩機を使用する作業	2	0
空気圧縮機を使用する作業	1	1
コンクリートプレキャスト等を使用する作業	0	0
計	15 件	6 件

をしなければならないこと等を説明したが、この特定建設作業実施の届出件数は昭和 48 年が 25,074 件、49 年が 21,352 件となっている。また、このうち、改善勧告を発動されたものはそれぞれ 15 件および 6 件となっており、改善命令に及んだものは皆無であり、多くの場合は単なる行政指導の段階で問題の解決が図られているものと思われる（表-3、表-4 参照）。

## 4. 都道府県公害防止条例における規制状況

騒音規制法第 27 条 2 項には、地方公共団体が指定地域内において建設工事として行われる作業であって、特定建設作業以外のものについて、その作業に伴って発生する騒音に関し、条例で必要な規制を定めることを妨げるものでないという趣旨の規定がなされており、多くの都道府県等においては、前述のくい打ち、くい打ち・くい抜き作業等の 5 種類の特定建設作業以外の作業（例えば、ブルドーザ、トラクタショベル、バックホウ、コンクリートカッタ等）についても表-5 に示すように規制が行われている。

このため、前述の騒音規制法のところでも述べたように、関係する都道府県等（一部市町段階で横出ししているところもある）の公害防止条例等についても良く把握されることが必要である。

## 5. 振動規制法について

振動公害については、騒音、大気汚染、水質汚濁、悪臭等と並んで公害対策基本法（昭和 42 年公布）の中で典型 7 公害の一つとされており、早くからその法規制について検討がなされていたが、振動の測定・評価技術の遅れ等の理由により唯一の未規制公害として取り残されていた。このため、環境庁の附属機関である中央公害対策審議会では、すでに環境庁長官の諮問に対し昭和 48 年 12 月に「振動公害に係る法規制の基本的考え方等について」答申を行い、引続き騒音振動部会振動専門委員会において「振動規制を行うに当たっての規制基準値、測定方法等」についての審議が行われ、今年 3 月 6 日に答申がなされた次第である。

これを受けて政府は今年 3 月 13 日に前国会（第 77 回通常国会）に法律案を提出し、国会において熱心な討



表-5 都道府県における特定建設作業以外の建設騒音の規制状況(昭和50年3月現在)

	規制基準[ホン(A)]								備 考
	A	B	C	D	E	F	G	H	
北海道									規制作業なし
青森									〃
岩手									〃
宮城									〃
秋田									〃
山形	75	75	75						A: 試すい機, さく井機を使用する作業 B: 路面切断機を使用する作業 C: ディーゼル機関またはガソリン機関(3.75kW以上)を使用する作業
福島									
茨城	75								A: ブルドーザなど掘削機を用いる作業
栃木									規制作業なし
群馬									〃
千葉県	75	75	75	75	70	75	80	85	(下記注参照)
東京都									規制作業なし
神奈川県	75	75							A: ブルドーザなど掘削作業 B: コンクリートカット作業
新潟県									
山梨県									規制作業なし
長野県									〃
富山県									〃
石川県									〃
岐阜県									〃
静岡県	85	75	75	75	70				A: 建造物の解体破壊作業 B: コンクリートミキサ車を使用する作業 C: コンクリートカットを使用する作業 D: ブルドーザなど整地・掘削作業 E: 転圧機を用いる作業
愛知県									
三重県									規制作業なし
福井県									〃
滋賀県									〃
京都府									A: ブルドーザなど掘削作業 B: コンクリートカットを用いる作業
大阪府	75	75	75						C: 鉄球を用いる作業
兵庫県	75	75							A: ブルドーザなど掘削作業 B: 建造物の破壊解体作業
奈良県									規制作業なし
和歌山県									〃
鳥取県									〃
島根県									〃
広島県									A: 鋼球解体作業 B: ビックハンマを使用する作業 C: コンクリートバイブレータを使用する作業 D: コンクリートカットまたはアスファルトカット作業
山口県	85	85	80	75					規制作業なし
徳島県									〃
香川県	75								A: ブルドーザなど(22.5kW以上)を使用する作業
愛媛県									規制作業なし
高知県									〃
福岡県									〃
佐賀県									〃
長門県									〃
熊本県									〃
大分県									〃
宮崎県									〃
鹿児島県									〃

(注) A: せん孔機を使用するくい打ち作業 E: 締固め作業  
 B: インパクトレンチを使用する作業 F: コンクリートミキサ車を用いる作業  
 C: コンクリートカット作業 G: 電動工具によるはつりおよびコンクリート仕上げ作業  
 D: ブルドーザなど掘削作業 H: 建造物破壊解体作業

議、質疑がくり返されたすえ、一部修正のうえ、付帯決議が付されて5月24日可決、成立し、6月10日に法律第64号として公布された。

なお、振動規制法の施行は本年12月頃の予定であり、現在、施行令、施行規則等についての作成作業が進められており、規制基準および特定建設作業の種類等については後述の中央公害対策審議会の答申等が基本となって定められるものと思われる。

次に、振動規制法の法体系は図-3に示すとおりであり、騒音規制法とはほぼ同じであるが、建設作業振動に関

する規制の仕組みについて概略を説明する。

(1) 特定建設作業の実施の届出(法第14条関係)  
 指定地域内において特定建設作業(くい打ち作業等が予定されている)を伴う建設工事を施工しようとする者は、特定建設作業の開始の日の7日前までに所定の事項を騒音規制法の場合と同様に都道府県知事(事務の委任により市町村長、以下同じ)に届出なければならない。

(2) 改善勧告および改善命令(法第15条関係)

(a) 改善勧告

都道府県知事は、指定地域内で行われる特定建設作業に伴って発生する振動が総理府令で定める基準（後述の答申において説明する）に適合しないことにより周辺住民の生活環境が著しく損われると認めるときは、施工者に対して期限を定めてその事態を除去するために必要な限度において振動の防止の方法を改善し、または特定建設作業の作業時間を変更すべきことを勧告することができる。

(b) 改善命令

都道府県知事は、前述(a)の改善勧告を受けた者がその勧告に従わないで特定建設作業を行なっているときは、期限を定めてその勧告に従うべきことを命ずることができる。

(c) 公共性のある施設等に係る特定建設工事の配慮

都道府県知事は、当該施設または工作物に係る建設工事の工期が遅延することによって公共の福祉に著しい障害を及ぼすおそれのあるときは、改善勧告、命令を行うにあたっては、生活環境の保全に留意しつつ、当該建設工事の実施に著しい支障を生じないように配慮しなければならない。

この配慮規定は、当初政府提案案では騒音規制法第15条第3項と同規定で提案されたが、衆議院において、当該施設または工作物に係る建設工事の工期が遅延することにより公共の福祉に著しい障害を及ぼすおそれのある場合にのみ限定して配慮するとともに、勧告、命令を行うにあたっては、生活環境の保全に十分留意しつつ、当該建設工事の実施に著しい支障を生じないように配慮しなければならないという趣旨から、このように修正されている。

(3) 報告および検査（法第17条関係）ならびに罰則（法第26条～第29条関係）

報告、検査、および罰則についても、騒音規制法と基本的には同様の内容が規定されている。

6. 答申について

中央公害対策審議会より環境庁長官に本年3月6日に答申された主な内容は、

- ① 測定単位
- ② 工場振動の規制にあたっての基準値、測定方法等
- ③ 建設作業の規制にあたっての基準値、測定方法等
- ④ 道路交通振動について、道路管理者または公安委員会に対し要請する場合の限度値、測定方法等
- ⑤ 新幹線鉄道振動についての対策指針値、測定方法等

であり、このうち、特に建設作業振動に係る①および③についての答申内容と答申に付されている振動専門委員会報告（工場、建設作業、道路交通、新幹線鉄道の振動に係る基準の根拠等（以下解説と略称））について説明する。

(1) 単位および振動計

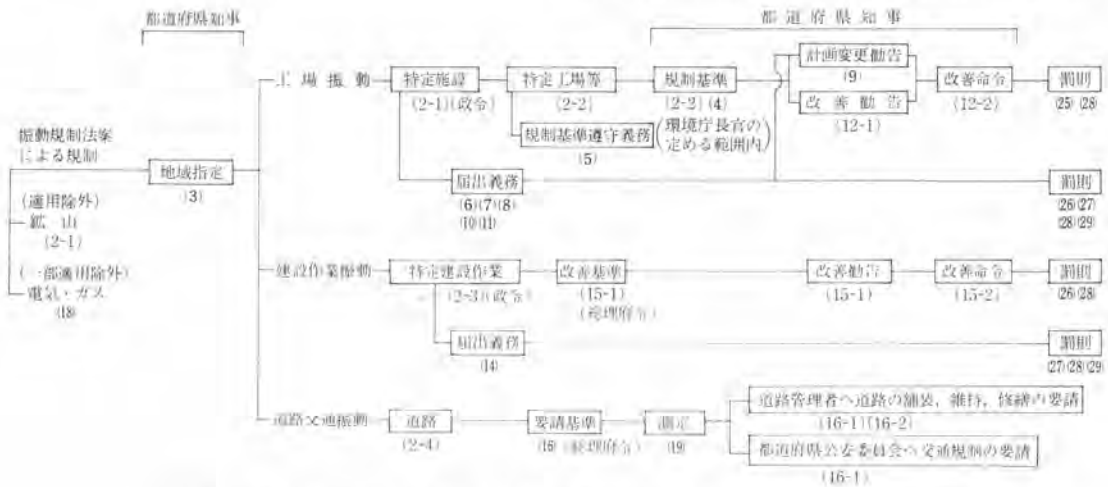
(a) 単位

単位には鉛直振動補正加速度レベル [dB]（以下補正加速度レベルと略称）を用いる。補正加速度レベルとは、ISOによって提案された人体の鉛直振動に対する振動暴露基準の考えを準用して、鉛直振動の振動数を  $f$  [Hz] 及び加速度実効値を  $A$  [ $m/s^2$ ] とするときの下記に示す基準値  $A_0$  [ $m/s^2$ ]

$$A_0 = 2 \times 10^{-6} f^{-1/3} \quad (1 \leq f \leq 4), \quad A_0 = 10^{-5} (4 \leq f \leq 8)$$

$$A_0 = 0.125 \times 10^{-5} f (8 \leq f \leq 90)$$

に対する比の常用対数の 20 倍、すなわち、 $20 \log(A/A_0)$  [dB]



(1) 1. 図に掲げた項目以外に、報告徴収・立入検査(7)、事務の委任(23)、条例との関係(24)等について定めがある。  
 2. 図中の( )内は条文である。例えば(2-1)は法第2条第1項を示す。

図-3 振動規制法案の体系図

で表わしたものをいう。

……………以上答申の原文とされており、解説では、単位として補正加速度レベル（従来、振動レベルといわれていたものである）を採用した主な理由として、

① わが国において補正加速度レベルを表示する振動計が公害振動測定用としてかなり普及してきており、これが標準化（JIS）されようとしている現状にあること。

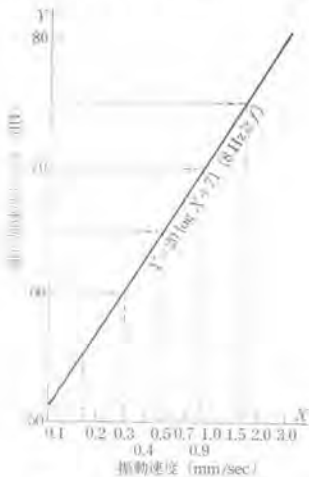
② 建物等の構造物に対する被害についての評価単位としては、振動速度が望ましいという意見もあるが、振動速度（ピーク値）と補正加速度レベルとの間には、理論的に振動数 8 Hz 以上では  $Y=20 \log X+71$  [Y: 補正加速度レベル (dB), X: 振動速度 (mm/sec)] なる関係が成立し（図—4 参照）、各種の調査でも、ほぼこの関係式が確認されていることから、両者の間にはかなり高い相関性があることを考慮して、物に対する被害についても補正加速度レベルを使用しても大きな誤りがないこと。

としている。また、鉛直方向の振動のみに着目することとした理由としては、地表振動では一般的に鉛直振動の方が水平振動より大きいものが多く、かつ、その振動数帯域では人体が鉛直振動をより強く感ずるとされていることから、公害振動の把握を簡単にするためにも鉛直振動のみに着目することとしたとされている。

(b) 振動計

振動測定には公害用振動レベル計（仮称）又はこれと同等以上の性能を有する振動計を用いる。

……………以上答申の原文とされており、解説においては、従来の公害用振動レベル計が許容誤差を  $\pm 2$  dB と規定していたが、JIS 制定にあたっては、これを振動数 4~40 Hz の間において  $\pm 1$  dB 以内であることが望ましいとしている。



図—4 補正加速度レベルと振動速度の関係

なお、振動計の JIS 化については、通産省工業技術院において以前より作業が進められており、近く制定される予定である。

(2) 規制基準値および測定方法等

建設作業振動については次のように答申されている。

(a) 基準

基準は、時間の区分及び作業時間等の区分並びに区域の区分ごとに下表に示すとおりとする。

ただし、くい打機等を使用する作業、鋼球、重錘を使用する作業等によって発生する振動が、75 dB を超える場合にあっては、1 日当たり 4 時間を限度として作業時間の変更をさせることができるものとする。

基準 建設作業 の種類	振動の 大きさ	作業がで きない時 間		1日当りの 作業時間		同一場所 における 作業期間		日曜、 休日にお ける作業
		第1号区 域	第2号 区域	第1号区 域	第2号 区域	第1号区 域	第2号 区域	
くい打機等 を使用する 作業、鋼球、 重錘を使用 する作業等	75 dB を 超える大 きさのも のでない こと	午後7 時~午 前7時	午後10 時~午 前6時	10時間	14時間	連続6日		禁止

<備考> 第1号区域及び第2号区域とはそれぞれ次の各号に掲げる区域をいう。

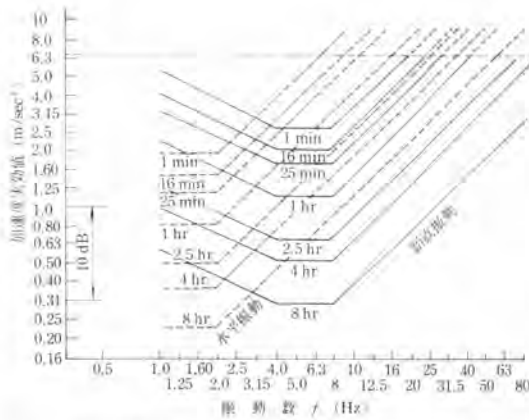
- (1) 第1号区域とは次のいずれかに該当する区域
  - ア、良質な住居の環境を保全するため、特に静穏の保持を必要とする区域
  - イ、住居の用に供されているため、静穏の保持を必要とする区域
  - ウ、住居の用にあわせて商業、工業等の用に供されている区域であって、相当数の住居が集合しているため、振動の発生を防止する必要がある区域
  - エ、病院、学校等の敷地の周辺
- (2) 第2号区域とは住民の生活環境を保全する必要のある地域のうち、上記に掲げる区域以外の区域

……………以上答申の原文

このような基準が設定される根拠として、解説では次のように説明されている。

建設作業振動は、工場振動等の半恒久的なものに比較して期間が短く一過性のものであり、住民の生活環境に長期間にわたって影響を及ぼすものでなく、また、作業の特性が本来衝撃力を直接利用するものが多く、かつ移動性のものであるといえることから、建設作業振動の基準設定にあたっては、周辺住民の生活環境の悪化や生理的な影響を与えないこととし、建設作業の中でも振動の大きいくい打ち作業等について、75 dB を越える大きさのものでないこととした。しかし、振動の大きさの基準が工場振動の場合より高いことから、作業ができない時間帯、1日当りの作業時間等について、騒音規制法と同様な制限を加えることにより生活環境の保全を図ることとした。

また、建設作業については、振動の低減対策のむずかしいことが十分予想されるため、振動が基準（75 dB）を越えた場合には作業時間を短縮することにより住民に与える影響を軽減することとし、ISO の振動暴露基準（ISO-2631）の快感減退境界（図—5 参照）を参考とし



(注) 1. 実線は産業職場における鉛直振動に対する振動暴露基準(疲労率軽減境界)を示したものであり、破線は水平振動に対するものである。  
 2. 耐久限界はこの基準より6dB高く、快楽減退境界は10dB低い値である。  
 3. 鉛直振動の8時間の暴露基準を補正加速度レベルに換算すると90dBに相当する。

図-5 振動暴露基準(ISO 2631)

て、くい打ち作業の近傍における振動の大きさを基に検討した結果、作業時間としては4時間という値が得られ、これによって75dBを越える場合の1日当りの作業時間は4時間まで短縮(すなわち、第1号区域の場合には10時間から4時間の範囲ということになる)できることとしたとされている。

なお、アースオーガ併用のくい打ち作業については、打撃時間が短縮されることから、上記の4時間は6時間に相当するとしている。

(b) 振動の測定方法および振動の大きさの決定方法  
 振動の測定方法および振動の大きさの決定方法については次のようになっている。

ア 振動の測定方法

- (ア) 測定場所は、原則として敷地の境界線とする。
- (イ) 測定条件は次のとおりとする。
  - a 振動ピックアップの設置場所は、緩衝物がなく、かつ、十分踏み固め等の行われている堅い場所とする。
  - b 振動ピックアップの設置場所は、傾斜又は凹凸のない

い場所とし、水平面を十分確保できる場所とする。

c 振動ピックアップは、外圍条件の影響を受けない場所に設置することとする。

d 原則として、指示計器の動特性は緩(Slow)とする。

.....以上答申の原文

なお、解説においては、指示計器の動特性を Slow と決めた理由として、人体感覚が Slow の特性と合っているためとしている。

イ 振動の大きさの決定方法

(ア) 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。

(イ) 振動計の指示値が周期的又は間欠的に変動する場合は、原則としてその変動ごとの指示値の最大値10個の平均値とする。

(ウ) 振動計の指示値が不規則かつ大幅に変動する場合は、原則として5秒間隔100回の測定値による累積度数曲線の10%値、 $L_{10}$ (80%レンジの上端値)とする。

.....以上答申の原文

(c) 対象作業

対象作業については、主として発生する振動の大きさ(5m地点で70dB以上)、苦情発生件数、都道府県の要望等に着目して、おおむね表-6に示される作業が該当するものとしている。

以上の答申および解説を基にして、前にも述べたように、今後政府において規制基準および特定建設作業の種類等が具体的に決められ、規制が行われることになる。

なお、参考として、補正加速度レベル(dB)と気象庁震度階の関係および振動による影響と補正加速度レベルとの関係を解説より抜粋して表-7、表-8に示す。

7. 諸外国における騒音規制の概要

諸外国においては多くの場合、建設工事または作業全体の騒音を規制するのではなく、個々の建設機械から発生する騒音を規制しているようである。

また、この建設機械の騒音の規制は労働者の聴力保護

表-6 対象作業とその振動の実態

作業名	苦情件数	対象として要望する都道府県数	補正加速度レベル(dB)				備考 (サンプル数)
			機械からの距離				
			5m	10m	20m	30m	
ディーゼルバイルハンマ	65	34	84	78	72	68	32
振動バイルリライバ	22	34	80	73	66	63	13
ドロップハンマ	10	33	84	76	67	62	9
鋼球破砕機	8	25	79	69	60	—	6
簡装破砕機	—	10	77	72	68	—	7
ブレーカ(除手持式)	10	29	71	61	—	—	4

(注) 1. 苦情件数は都道府県別で苦情を受理した件数である(昭和48年)。  
 2. 対象として要望する都道府県数は、環境庁が対象作業とする必要があるか内かを都道府県に対し調査した結果によるものである。  
 3. 補正加速度レベルについては、環境庁、建設省および都道府県で測定したものを集計し、平均したものを例示したものである。なお、測定条件等は必ずしも統一されていないものも含まれている。

表一7 気象庁震度階 (1949 年)

0 : 無感 (No feeling)	人体に感じないで地震計に記録される程度 加速度 0.8gal (55dB) 以下
I : 微震 (Slight)	静止している人や、特に地震に注意深い人だけに感ずる程度の地震 0.8~2.5gal (55~65dB)
II : 軽震 (Weak)	大ぜいの人に感ずる程度のもので、戸、障子がわずかに動くのがわかるくらいの地震 2.5~8.0gal (65~75dB)
III : 弱震 (Rather Strong)	家屋がゆれ、戸、障子がガタガタと鳴動し、電灯のようなつり下げ物は相当ゆれ、器内の水面の動くのがわかる程度の地震 8.0~25.0gal (75~85dB)
IV : 中震 (Strong)	家屋の振動が激しく、すわりの悪い花びんなどは倒れ、器内の水はあふれ出る。また、歩いている人にも感ぜられ、多くの人々は戸外に飛び出す程度の地震 25.0~80.0gal (85~95dB)
V : 強震 (Very Strong)	壁に割目がいり、礫石、石どうろが倒れたり、煙突、石垣などが破損する程度の地震 80.0~250.0gal (95~105dB)
VI : 烈震 (Disastrous)	家屋の倒壊は30%以上で、山崩れが起き、地割れを生じ、多くの人々は坐っていることができない程度の地震 250.0~400.0gal (105~110dB)
VII : 激震 (Very Disastrous)	家屋の倒壊が30%以上に及び、山崩れ、地割れ、断層などを生ずる。 400.0gal (110dB) 以上

(注) gal と dB との換算は振動数が4~8Hz と仮定し、1gal=1cm/S<sup>2</sup>=0.01m/S<sup>2</sup> の関係から補正加速度レベルを求めた。なお、本表の加速度値はピーク値である。

表一8 振動による影響と補正加速度レベル (地表換算値) の関係

	<生理的影響等>	<睡眠影響>	<住民反応>
90 dB			
倒震 (III) 80 dB	○ 人体に有意な生理的影響が生じ始める		
軽震 (II) 70 dB	○ 産業職場における快感減退境界 (8時間暴露)	○ 睡眠深度 I、さとも全て覚醒する	} よく感じるという訴え率が 50% になる } 軽度の物的被害に対する被害感がみられる } よく感じるという訴え率が 40% になる } よく感じるという訴え率が 30% になる } やや感じるという訴え率が 50% になる } 住居内振動の認知限界
微震 (I) 60 dB		○ 睡眠深度 I、さとも覚醒する場合は多い	
無感 (0) 50 dB	○ 振動を感じ始める (閾値)	○ 睡眠深度 I の場合は過半数が覚醒する	
		○ 睡眠影響はほとんどない	
40 dB	常時微動		

という、いわゆる労働衛生の問題から始まっているため、オペレータの耳元における騒音と機械周囲騒音の両面から規制を行なっている国が多く、測定条件等もかなり詳細に決められている。主要国における規制値等を表一9に示す。

### 8. あとがき

以上、大雑把ではあるが建設工事に伴う騒音、振動の法規制について、騒音規制法および振動規制法を中心に説明したが、筆者の不勉強もあり、十分な説明がで

きなかったことをお詫びしたい。

また、本稿をまとめるにあたり資料提供等の協力をいただいた環境庁特殊公害課、建設省建設機械課、小松製作所研究管理部の方々に感謝の意を表します。

(表一9 は次頁に掲載)



表-9 土工機械についての諸外国の騒音規制例

▲：確定 △：不確定

昭和51年1月28日現在

国名	規制名	適用製品	年次							備考											
			S.47	48	49	50	51	52	53		54	55									
アメリカ	OSHA (Occupational Safty & health Act & Administration)	全製品	▲							▲											
西ドイツ	FA (Fosh Ausschuss) -Tiefbau	ブルドーザ クローラ式 トラクタショベル	▲								▲										
		ホイール式 トラクタショベル	▲								▲										
		エキスカバータ	▲								▲										
フランス	環境保護庁	ブルドーザ クローラ式 トラクタショベル																		大型機械(ダンプ、スクレーパ等)の騒音規制は研究中。'76年中には発効する予定	
イギリス	Defence省 環境局	農業トラクタ								▲										健康には現在準備中 (農機に準ずるものと考えられる)	
スウェーデン		エキスカバータ																		時期未定	
		ブルドーザ クローラ式 トラクタショベル																			推奨値
		ダンプトラック																			推奨値
ノルウェー																				時期未定 (1) オペ耳元: 90 dB(A) (2) 定置<7.5m>: 85 dB(A) (3) 走行<7.5m>: 85 dB(A)	
オーストラリア																				時期未定 定置< >: 90 dB(A)	

## 最近の建設工事の公害対策技術の趨勢

鈴木 敏 夫\*

馬 場 直 俊\*\*

小 室 日出男\*\*\*

### 1. ま え が き

先の第 77 通常国会で振動規制法が成立し、これを期に建設工事に伴う騒音振動問題への関心がまた一層高まってきた。すでに騒音規制法が昭和 43 年に制定される以前から、この問題は建設工事に携わる関係者を悩ませ、また、それなりに対策も考え出されてきているものの、まだ未解決な部分が多く、今後の技術開発に待つところが大きいのが現状である。

一方、住民の苦情、工事に対する反発は年ごとに増加する傾向にさえある。この原因はいうまでもなく、工事量の増加、大規模化、都市内工事の増加が挙げられるほか、住民サイドの公害問題への関心の高まり、権利意識の向上も大いに関連あると思われる。さらに問題をむずかしくしているのは、建設工事の公害といわれるものが人命に直接係わるものが少なく、被害の程度が非常にとらえにくいという性質、および目標の設定がむずかしいという問題である。極端な例かもしれないが、騒音振動が相当ひどい工事に住民の苦情はなく、それ以下に騒音振動を抑えている他の工事に苦情が殺到することさえある。これなど騒音振動以外の要素が大きく住民の感情に影響していることを表わしている。

いずれにせよ、法規制の強化、住民サイドの環境保全への要求により、建設工事の発注者、受注者および機械製造業者の公害問題に対する関心は現在最も高まっているといえよう。

本年 1 月、建設省ではアンケート方式により「低騒音、低振動の施工法及び建設機械に関する実態調査」を行なったが、対象約 450 社（メーカーおよびコントラクター

が主である）のうち、約 100 社から 191 件にのぼる対策技術が報告されたのを見ても、その熱意を窺い知ることができる。

今回はこれらをもとに建設工事の公害と対策技術の概要、対策技術の現状について述べ、さらには、問題点なり、今後のあるべき方向なりにも触れてみたいと思う。

### 2. 建設工事の公害と対策技術の概要

公害の定義は見方により種々異なっているようであるが、法的には公害対策基本法第 2 条の定義のとおり、「事業活動その他の活動に伴って生ずる相当範囲にわたる①大気の汚染、②水質の汚濁、③土壌の汚染、④騒音、⑤振動、⑥地盤沈下、⑦悪臭によって人の健康又は生活環境に係る被害が生ずること」とされている。ほぼこの定義に沿って建設工事に伴う公害といわれるものを分類すると表-1 のようになり、公害、苦情の種類が多く、これに関連ある機械、工法、作業も多岐にわたることがよくわかる。最近住民の苦情もエスカレートし、訴訟に持ち込まれるケースさえ出てきている。表-2 は建設省関係の直轄工事の係争中のものであるが、ここまですぐにいかなくとも、住民サイドの強い要求によりある期間工事中止のやむなきに至ったものは数多くある。

次に、建設工事の公害の特徴について述べてみる。表-3 はある大手の建設会社が全国の自社の土木工事を対象に調査した苦情の現象別件数であるが、騒音振動が全体の 73.4% を占めており、これらが建設工事の公害問題の主流であることが理解できる。同調査での苦情の内容が表-4 に示してある。睡眠妨害、休養妨害、勉強妨害の精神的性格の苦情が全体の 43.3% を占め、次いで家屋損傷、通行妨害などとなっている。表-5 は工種別苦情発生件数を示している。苦情発生件数が一番多いのは基礎工事で全体の約 40% を占めている。ここで使用される機械はディーゼルバイルハンマ、振動くい打ち機、ドロップハンマ、コンプレッサなどで、騒音振動が苦情の対象となっている。次いで掘削工事が多く、発破、ブルドーザ、バックホウなどの騒音振動が原因となっている。運搬工事ではダンプトラックなどの騒音振動、交通妨害、砂塵などが原因となり、解体工事では鋼球、ブレーカなどの騒音振動が原因となっている。なお、以上の

\* 建設省大臣官房建設機械課課長補佐

\*\* 建設省大臣官房建設機械課係長

\*\*\* 建設省大臣官房建設機械課

表-1 建設工事と公害・苦情の関連

公害(苦情)の種類	主な関連法規	建設工事との関連	
		作業、工法、または機械	被害または苦情の内容
1. 大気汚染	大気汚染防止法	アスファルトプラント クラッシュプラント	ばい塵 } 人の健康 粉じん } 農作物
2. 水質汚濁	水質汚濁防止法 (海洋汚染防止法等)	河川用バッチプラント、砕石作業	公共用水域の水質汚濁および水温の変化 } 人の健康 地下水の汚染 } 魚貝類
		トンネル工事、河川敷内の工事、場所打ちコンクリート工事、薬液注入	
3. 土壌汚染	(農用地の土壌の汚染防止)等に関する法律		
4. 騒音	騒音規制法	基礎工事、びょう打ち機、さく岩機、空気圧縮機、コンクリートプラント、アスファルトプラント	家畜、家禽類、人の健康(精神的、心理的) [睡眠妨害 休養妨害 勉強妨害等]
		土工工事、構造物解体破壊作業、発破作業	
5. 振動	振動規制法	基礎工事、構造物解体破壊作業	家屋、精密機械、人の健康(精神的、心理的)
		土工工事、空気圧縮機、発破作業	
6. 地盤沈下	(工業用水法等)	床掘り等における排水作業、軟弱地盤の盛土工事	家屋、田畑
7. 悪臭	(悪臭防止法)		
その他	水枯渇	切土工事、トンネル工事、床掘り等における排水作業、ウェルポイント工法	飲料水、農業用水、営業用水
	酸欠	シールド工法	人の健康

(注) ( )は建設工事に直接関係のない法律である。

表-2 建設工事につまわる訴訟(係争中)例

件名	原告	被告	主要争点
1. 国道254号共同溝建設工事差止仮処分申請	板橋区住民50名	建設大臣	共同溝建設工事による騒音、振動
2. 国道42号バイパス建設工事差止請求	三重県紀宝町住民453名	建設大臣	トンネル工事による振動
3. 石狩川水系祝梅川河川改修工事	千歳市祝梅水産会社等2名	北海道開発局石狩川開発建設部	河川改修工事のわき水利用による水枯渇に伴う養鱒の死滅

(昭和51年3月現在、建設者関係係争中事例)

傾向は他の調査でもほぼ同様の結果として現われている。

これに対して、まず建設省では本年3月に「建設工事に伴う騒音振動対策技術指針」を作成し、建設省に關係する機関(省内、地方自治体、公団公社、建設業団体)に通達し、指導を行なっている。内容についての詳細は当協会発行の指針解説を参照していただきたいが、この指針には建設工事全般にわたり騒音振動の技術的対策の基本方針が示してある。この指針は広く各界の注目を集

表-3 苦情発生原因

苦情の対象	件数	%	苦情の対象	件数	%
騒音	57	44.5	ごみ処理	4	3.1
振動	37	28.9	砂塵塵	3	2.4
地下水低下	9	7.0	悪臭	2	1.6
汚水処理	8	6.2	交通公害	1	0.8
地盤沈下	7	5.5			

表-4 苦情内容

内容	件数	%	内容	件数	%
睡眠妨害	35	19.7	家屋・通路の汚染	12	6.8
家屋損傷	29	16.3	地盤変形	9	5.1
休養妨害	25	14.0	汚水の流出	7	3.9
勉強妨害	17	9.6	埋設物損傷	6	3.3
通行妨害	14	7.9	地下水枯渇	6	3.3
営業妨害	12	6.8	その他	6	3.3

め、これまで建設行政であり扱われていなかった建設工事の公害問題に実施上、着手した画期的なものであると評価される反面、具体性に欠くとする批判も一部に聞かれた。実は内部的にもこの点に関して多くの議論がなされ、当初は具体的な代替工法、対策機械を挙げ、できれば目標値の設定も行おうとする意見もあったが、未開発な分野が多い段階では、一足とびにそのようなところまで至ることは困難であることがわかり、最終的に現指針のような形をとることとなった。したがって、今後はこの指針を中心に実質的な肉付けを行うとともに、合せて行政的な措置を講じていくことが必要であると考えている。

さて、民間における技術開発の現状であるが、詳細は後章で述べるとして、技術開発の傾向を表-6で、その概要を示す。この表は先に述べた建設省が行なった「低騒音、低振動の施工法及び建設機械に関する実態調査」

表-5 工種別苦情発生件数

工種の種類	発生件数	%	工種の種類	発生件数	%
a 解体工事	5	5	e コンクリート工事	3	3
b 掘削工事	27	27	f 舗装工事	1	1
c 運搬工事	26	26	g その他	1	1
d 基礎工事	38	38			

の結果を大ざっぱに工種別苦情発生件数表(表-5 参照)の工種により分類してみたものである。表-5 と 表-6 を見比べてみると、運搬工事は別にして、工種別に苦情と対策技術には相関がとれそうである。これは工事現場と技術開発を行なっている部門とが同じ問題意識を持って対処している現れとってよいであろう(なお、表-6 における対策技術の件数は建設機械の一部品の改造からまったく新しい工法までを網羅した実態であることを特に付記しておく)。

### 3. 建設工事の公害対策技術の現状

#### (1) 土工工事の騒音振動と対策技術の現状

土工事は、土木工事のうちで工事件数が多いわりには騒音振動の苦情が基礎工事等に比較して少ないといわれてきた。しかしながら、最近では市街地における工事の増加に従い、掘削工事においても騒音振動に対する苦情が増える傾向にある。ある地域の宅地造成工事においては既住の住民からの強い反発を受け、第2期工事が長期間にわたって工事中止のやむなきに至り、最終的には開発途上の対策機械を用いて厳しい時間制限等の条件の中で施工せざるを得なかったという例もある。

さて、機械からの騒音の発生は当然ながら機械の状態によって違ってくる。機械が停止してエンジンのみ回転させたときの騒音発生源は、当然エンジンが主であるため、どの機種でも大体同じ傾向の騒音特性となるが、走行している状態では足回り形式の相違、走行速度、走行

表-6 低騒音・低振動対策技術の実態

工事の種類	建設機械および工法	低騒音・低振動対策技術	
		件数	小計(%)
a 解体工事	コンクリートブレーカ等 部任ジャッキによる工法等	14 7	21(11.0)
b 掘削工事	ブルドーザ等 掘削機械 締固め機械 岩石掘削工	6 13 7 5	31(16.2)
d 基礎工事	既製せいの打ち工法 場所打ちくい工法 深礎工法等 土留工(鋼矢板・鋼くい) 土留工(地下連続壁工法) 大径掘削機	29 5 5 23 15 6	83(43.5)
e コンクリート工	コンクリート機械	5	5(2.6)
f 舗装工事	アスファルトプラント コンクリートカッター 道路維持機械	2 3 3	8(4.2)
g (汎用)	クレーン 定置機械(コンプレッサ等)	12 11	23(12.0)
h その他	トンネル工、シールド工 地盤改良工法 その他	6 10 4	20(10.5)
合計		191	(100.0)

表-7 土工機械の騒音源分類



路の状態等により、騒音レベル、騒音の周波数成分が違ってくる。さらに作業中の状態では掘削、破碎に伴う機械と土砂、岩石等との衝突音、油圧を用いた機械ではリリース弁での音などが高レベルを示す。表-7 は土工機械の騒音を系統的に分類したものである。

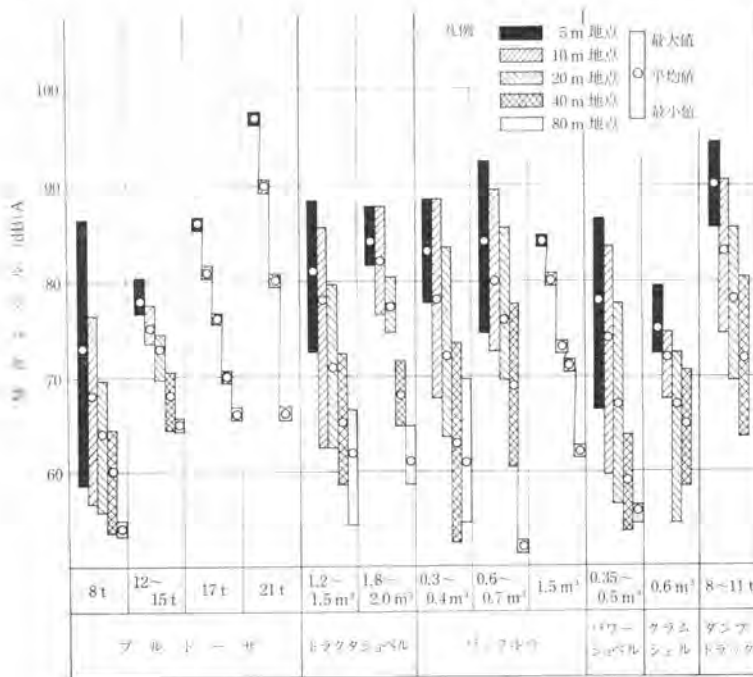
土工機械の騒音は、履帯式車両の走行騒音を除けばほとんどの場合、エンジン系統の騒音によるものである。騒音レベルはエンジン出力と相関があり、大型車両ほど騒音が大きい。図-1 に土工機械の騒音レベルを、図-2 にブルドーザのエンジン出力と騒音レベルとの関係を示す。図からも明らかのように、ブルドーザの騒音レベルは規格(車両重量)との間に相関が見られる。エンジン騒音は負荷と回転数に関係し、負荷による騒音増加は3~5dB(A)程度である(図-3 参照)。

土工機械の騒音の卓越周波数は 63~1,000 Hz 程度の低周波数帯域にあり、また、作業にあたり広範囲に移動することから中間における遮音はあまり期待できない。そこで、音源、すなわち機械自体の対策が必要になる。

エンジン音の騒音対策についてまず考えられることは、エンジン駆動に代わる電動機による駆動方式である。表-8 は 1.6m<sup>3</sup> 級のエンジン駆動式と電動機駆動式のドーザショベルの騒音を比較したものである。この表に示すように、作業時においては平均 10dB(A)の減音が期待できるが、走行時は足回り音が入るため 3dB(A)程度の減音となる。電動機駆動式は無排気であることから、特にトンネル、地下鉄工事など特定条件下で空気汚染を防止する目的で使用されることがある。ただし、この方法は配電線による電源の供給が必要で、作業

表-8 ドーザショベル(1.6m<sup>3</sup> 級)の騒音レベル

機種 条件	電気ドーザ ショベル	普通ドーザ ショベル	備 考
	車両定置	88dB(A)	
作業時	72dB(A)	82dB(A)	作業境界から30m エンジン定格回転
走行時	85dB(A)	88dB(A)	車両中心から7m コンクリート路上(60%回転)



図一 土工機械の騒音レベル

性も著しく阻害されるため、一般工事に適用することは非常にむずかしい。したがって、従来の土工機械のエンジン音をそのまま減少させるためには多少の問題点はあるにしても、エンジン自体を防音効果のあるカバーで覆い、かつ、吸排気管に適切なサイレンサを取付ける方法が最も効果的な対策方法として普及している。

作業装置や履帯式車両の足回りから発生する音の防止対策は、各機械とも構造や作業動作等が異なるところから一概にいえないが、一般には防音材や緩衝材を有効に使用したり、機械面での一部改造などによってある程度まで騒音を低減することができる。現在のところ、これらの対策方法については開発途上であり、その効果も十分満足されているとはいえず、耐久性、整備性等改善すべき点も多くある。表-9は低騒音型土工機械と称する主な機種とその概要を示したものである。

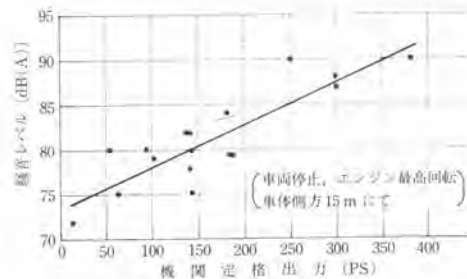
次に、土工機械の一般的な振動レベルについて 図-4に示す。振動については、騒音以上に不確実な要素が多く、機械やその作業の種類ばかりでなく、土質の条件によっても変わる。実測値は少ないが、数少ない測定値の中でブルドーザについて、車両重量の大きさと作業の種類別による同一現場、同一条件で測定した振動レベルを 図-5に示す。この図によれば、振動は車両重量が増すに従い大きくなり、排土作業時よりも高速走行時の方が大きくなるのがわかる。土工機械の振動防止対策の決定的な方法はないが、条件の良い、例えば平坦な所では、履帯式からタイヤ式に、また、取扱い方法(速度)を変えることによる対策などが考えられる。

(2) 基礎工事の騒音振動とその対策技術の現状

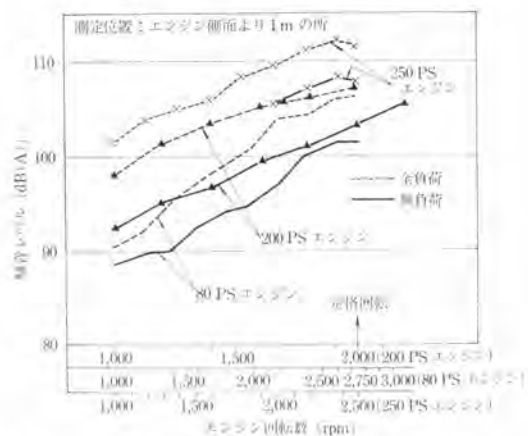
従来、基礎工事は既製ぐいの打撃による貫入工法が主体であったため、その騒音振動は他の工事に比べて一段と大きく、その施工に対する住民からの苦情も多かった。このため比較的早くから騒音振動の防止対策工法の研究、開発が行われており、公害が問題となる地域での作業には積極的に取り入れられていく傾向にある。

基礎工事の施工法のうち、特に騒音振動が問題となるのは鋼管ぐい、コンクリートぐい、あるいは鋼矢板などの打込み、引抜き時における騒音振動である。

ディーゼルパイルハンマはくい打ち機械の中で最も騒音レベルの高い機械であるが、施工性、経済性、および信頼性などの点では優れている。このためディーゼルパイルハンマの騒音対策の研究および開発が各方面で数多く行わ



図二 機関出力と騒音レベル(ブルドーザ)



図三 エンジン回転数をパラメータとしたエンジン騒音



れてきた。ディーゼルパイルハンマの騒音対策として、ハンマとくいとの打撃音を小さくするためクッション材を入れたり、排気音を小さくするため消音マフラを取付けるなどの対策が行われてきたが、あまり効果はなかった。次いで、ハンマ全体を覆う防音カバー方式が開発され、騒音に関しては7~10dB(A)程度の減音効果を得ることができるようになった。

最近の研究ではくい本体から発生する騒音も大きいことがわかり、現在はハンマのみならずハンマとくい全体を覆う防音カバー方式が開発されている。写真一に最近開発された防音カバーの概要を示す。この防音カバーはハンマ、くい、およびリーダーを一定の長さで筒状に覆い、リーダーに沿って上下できるようにつり金具およびガイドを装備している。また、カバーを取付けたままくいのつり込みができるようにカバーの前部が開閉可能である。

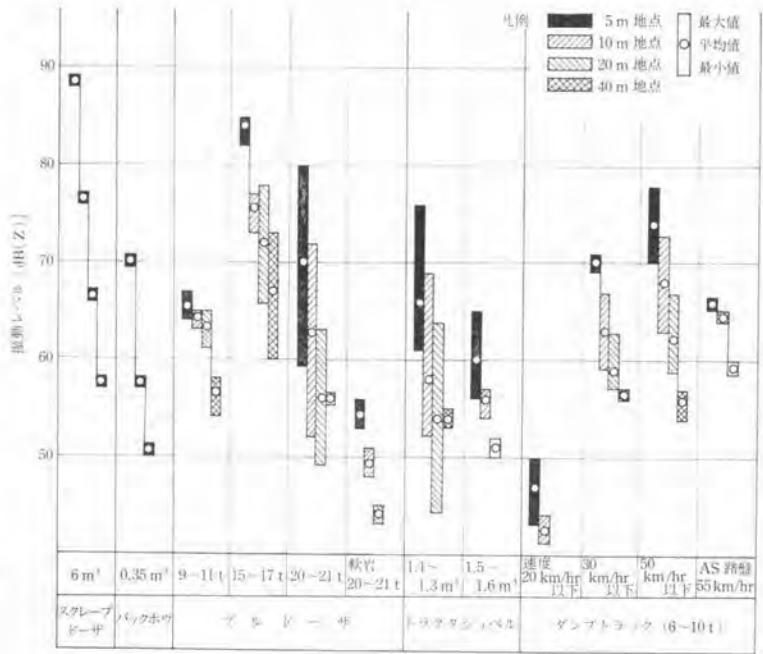


図-4 土工機械の振動レベル

この防音カバーを装着することによって騒音レベルの減音は30m地点で25dB(A)前後となった(図-6参照)。ただし、当然ながら、この方式では振動防止は

表-9 低騒音型土工機械

機 械 名	規 格	対 策 内 容	対 策 効 果 dB(A)	
			運 転 席	測 点 30m
ブルドーザ	履帯式 31.7t 304PS	①冷却ファンの径を大きくし、ファン回転数を低くする。②吸音材の使用→エンジン音の低減。③エンジンフード、エンジンサイドカバーなどの併用、特殊マフラの採用。④密封潤滑式トラックの採用→足回り騒音の減少。		走行時 79.5→73
ブルドーザ	履帯式 38.6t 320PS	①ラジエータファンを押し出しから吸込式にする。②ラジエータファンの径を大きくし、ファンの回転数を下げる。③エンジン室を吸・遮音材でカバーする。④マフラを大型化し、二重消音式にする。⑤履帯のリンクをオイル封入式にする。⑥スプロケットとアイドラのかみ合い部分に特殊合成ゴムを入れる。⑦油圧装置のリリーフ音を下げる。⑧完全密閉キャビンの採用。	89.5→75	車両停止時 →66.5 走行・作業時 →65.5
トラクタショベル	車輪式 1.5m <sup>3</sup> 103PS	①エアターリーナをエンジン室に入れる→エアインテーク音の減少。②不等ピッチファンの採用。③吸音ダクト取付→ファンノイズの減少。	93→86	車両停止時 77→74
トラクタショベル	車輪式 1.7m <sup>3</sup> 102PS	①大型マフラの採用。②吸音材の使用→エンジン音の減少。		走行時 74.5→71
油圧ショベル	クローラ式 0.4m <sup>3</sup> 81PS	①エンジン室を密閉遮音構造とする。②カバー付の高性能マフラ2個使用。③エンジンからフレームに伝わる振動をラバーで遮断。	90→76	75→59
油圧ショベル	クローラ式 0.25m <sup>3</sup> 52.5PS	①エンジンの周囲を遮音材でカバー。		73→66
油圧ショベル	クローラ式 0.3~0.5m <sup>3</sup> 79PS	①エンジン下部開口部とエンジンボンネットを鉄板で密閉、内部に吸音材を付着(エンクロージャ方式)。②ラジエータの吸・排気部に消音装置を装着。③低騒音型マフラを装備。④クローラにラバーを張る。		74→65
油圧ショベル	クローラ式 0.7~1.2m <sup>3</sup> 100PS	①ボンネットを強化プラスチック製にし、発泡ウレタンを内張りする。②開口部はすべてカバーで覆い、すき間はゴムで封入。③キャビンはA、B.S.樹脂材で内張り。④ボンネット、エンジン等をラバーマウント。		74→68

(注) 騒音レベルは公称値である。

まったく望めないため、騒音振動双方の対策の完全な解決にはなっていない。

鋼矢板等の打込み、引抜きに伴う騒音振動対策機械には、油圧式くい押し引抜機およびワイヤと滑車を使用するくい押し引抜機がある。前者は鋼矢板等の打込・引抜作業をすべて油圧ジャッキの伸縮により行うものであり、振動パイルドライバによる作業に比べ、振動は大幅に低減され、騒音に関しても10 dB(A)以上の減音効果がある。しかし、機械が高価なこと、地質により適用範囲が限定されること、機械が開発されたばかりであることなどの理由により普及は遅れている。後者はクローラクレーンのウインチ動力と滑車を組合せ、鋼矢板等の打込・引抜作業を行うものであり、振動は大幅に低減され、騒音もクローラクレーンの動力音のみである。この工法では大きな引抜力、押し込み力が得られないため、打込みの際にはプレボーリングを行ったり、アースオーガを先行して矢板を打込むことが多い。このため地盤をゆるめ、矢板の安定を欠く恐れがある。引抜きに用いるときも地盤の締め具合、地質条件等により施工性が左右され、また、開発されて間もないため、あまり普及されていないのが現状である。表10に油圧式およびワイヤと滑車を使用する鋼矢板等の押し引抜工法の主なものを示す。また、この工法の概要を写真2、写真3に示す。

鋼管ぐい、コンクリートぐいの打込みには打撃を用いない、または用いても短時間でいうプレボーリング工法



写真1 ディーゼルハンマの防音カバー（開いた状態）

や中掘り工法がある。この施工法は騒音振動の原因である打撃に変えて、掘削を主体とし、最終的に打撃により打止めを行ったり、コンクリートで根固めをし、所定の支持力を得るものであるが、この施工法にも次のような問題がある。

- ① 最終的な打止めで、モンケン等により打撃を行う場合、騒音振動が発生する。
- ② コンクリート根固め工法では鉛直支持力に問題がある。
- ③ アースオーガ等で掘削するため地盤をゆるめ、横方向の支持力に問題がある。
- ④ エンジンや油圧装置からの騒音が発生する。

前述した機械はすべて既製ぐいの打込み、鋼矢板の押し込み・引抜き用として開発された騒音振動対策機械・工法であるが、近年、これに代わる工法として場所打ちコンクリートぐい工法（オールケーシング工法、アースドリル工法、リバース工法等）や地下連続壁工法（イコス工法等）が騒音振動対策工法として使用されている。しかし、これらの施工法についても、まだ完全な無騒音無振動工法とはいえ、例えば、オールケーシング工法ではエンジン音やクラウンの衝突音等の騒音レベルが比較的高い。また、一般に機械装置等が大型化し、小規模工事には向かないきらいがある。さらには品質管理のむずかしさ、支持力の判定の困難さ、泥水処理など簡単に打撃工法の代替となり得ない技術的にむずかしい面が残さ

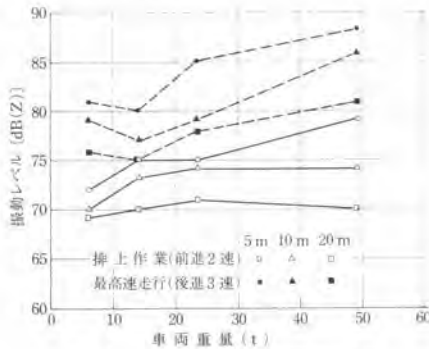


図5 ブルドーザの垂直振動レベル

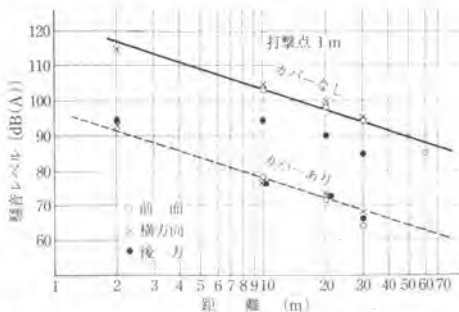


図6 防音カバー付ディーゼルパイルハンマの騒音レベル

表-10 鋼管矢板の低騒音・低振動押込引抜工法

施工法名	施工法の概要	騒音	振動	使用機械
タイガージャッキ工法	2段の油圧シリンダを2本のコの字型ベースに立設し、油圧力で引抜く工法。	(油圧ユニット音) 68dB(A)/8m	微少	くい抜き機(タイガージャッキ) 1台 クローラクレーン 1台
(鋼矢板等の引抜工法)	バイプロハンマによる工法とクローラクレーンのウインチと滑車装置による引抜きの併用工法。	クローラクレーンのエンジン音のみ	"	バイプロハンマ 1台 クローラクレーン 1台
(多滑車装置による引抜工法)	クローラクレーンの動力と多滑車装置により引抜力を増大し、鋼矢板を引抜く工法。	(クレーン音) 60dB(A)/-	"	クローラクレーン 1台
(アースオーガ併用引抜工法)	アースオーガを使用し、土圧を切りながら押込ワイヤを巻込み、鋼矢板を押込む。	(クレーン音) 67dB(A)/15m	"	アースオーガ 1台 クローラ式くい打ち機 1台
NISP工法	アースオーガによって鋼矢板先端の土を掘削し、オーガの掘進力およびワイヤ引込装置による押込力を鋼矢板に伝達させて打込む。	62dB(A)/15m	"	アースオーガ 1台 3点支持くい打ち機 1台
HAS工法	アースオーガで先掘りした後、油圧とワイヤ併用により鋼矢板を圧入する。	58dB(A)/30m	51dB/30m	HAS工法用圧入機 1台
MAP工法	アースオーガで先掘りおよび鋼矢板の内側の掘削により貫入抵抗を減らし、油圧押込装置により圧入。	67dB(A)/30m	微少	アースオーガ 1台 油圧押込装置付きくい打ち機 1台

(注) 騒音および振動レベルは公称値である。

れている。表-11 にプレボーリング、中掘り、場所打ちコンクリートぐい、地下連続壁工法を示す。

### (3) コンクリート構造物解体工事の騒音振動と対策技術の現状

解体に要する外力として衝撃エネルギーによる工法、すなわち、ブレーカ、ピックハンマ、あるいはスチールボールなどによる工法が効果的で経済性があるため古くから用いられ、現在も解体工法の主流となっている。しかしながら、この工法は施工に伴う騒音振動が大きく、粉塵も発生し、施工現場が市街地に集中していることもあって、住民の苦情の対象となることが多い。

コンクリート構造物解体工事において考えられる工法



↑ 写真-2  
無騒音無振動鋼矢板引抜工法  
(油圧ジャッキ式)



→ 写真-3  
無騒音無振動鋼矢板引抜工法  
(多滑車式)

については表-12 のとおりである。

最近開発された油圧機械によるコンクリート破壊工法は在来工法に比べて10~20dB(A)程度の減音効果がある。表-13 は各社で開発された低騒音低振動のコンクリート構造物解体工法を示したものである。また、写真-4 に油圧式コンクリート破砕機の一例を示す。

これらの工法の特徴は、多くのものが構造物の部分的な破壊に使用されたり、または補助的に使用されるものであり、全体的に単独で使用すれば施工能力は著しく低下してしまう。いずれの工法でも完全な騒音振動対策にまでは至っていない現状である。

### (4) 舗装版破砕工事の騒音振動と対策技術の現状

舗装版破砕工事は路面の修繕による全面的破砕と管敷設工事等による局部的破砕に分けることができる。

舗装版の全面的破砕には一般に打撃方式のコンクリート破砕機が使用されている。この騒音レベルは機械より30m地点で75~90dB(A)、振動レベルは40m地点で70dB以上とかなり大きい。しかし、これに代わる工法としてアスファルト舗装版の破砕にバックホウなどの掘削機械を利用する方法も試みられてはいるが、施工能力が低く、まだ一般に使用されるまでに至っていない。

舗装版の局部破砕には一般にコンクリートブレーカとコンクリートカッタが多く使用される。コンクリートブレーカの主たる騒音源は排気音とノミの打撃音である。コンクリートブレーカの騒音対策は主として排気音対策、すなわち、消音装置の取

付があるが、これは 5~7 dB(A) 程度の減音効果しか得られず、しかも、消音装置による背圧の発生により打撃力が低下する欠点も有することから効果的な対策に至っていない。近年、油圧により駆動する油圧ブレーカが開発されているが、これも十分といえるほどの効果はあっていない。

舗装版の切断に使用されるコンクリートカッタの騒音源はエンジン音とブレードによる切削音である。エンジン音はエンジン自体が小型であることからあまり問題にならないが、ブレード切削音は高騒音レベル、かつ高周

波域の音が特に著しいことから十分な対策をとる必要がある。騒音対策としては、図-7 に示すような防音装置や特殊なジャバラ状の遮音カバーで切削部分を覆う方法が開発されている。

しかし、このような舗装版の局部的破砕に使用するコンクリートブレーカなどは機械自体の対策が困難なため移動式の遮音ボックスで作業現場を囲い、その中で作業する方法が一部で使用されたこともある。しかし、これは中で作業する作業員に対して騒音、粉塵等が増し、労務衛生上の問題が別々に起ってきている。図-8 に遮音ボ

表-11 騒音振動防止対策工法(基礎工法)

工 法 名	通用構造物	施 工 法				主体機械名
		掘削排土	孔壁安定	構造材料	その他	
ベノト工法	ピア	ハンマグラフ	ケーシング(揺動圧入)	鉄筋コンクリート(トレミー管)		ベノトボーリングマシン
アースドリル工法	〃	ドリリングバケット	泥 水	〃		アースドリル機
リバースサーキュレーション工法	〃	回転ビット、逆循環水	静 水 圧	〃		リバースサーキュレーションドリル
ウイリアムズディッカー工法	〃	回転オーガ	泥 水	〃		ウイリアムズディッカー機
HWくい工法	〃	ハンマグラフ	ケーシング(スイングヘッド、自重)	〃		HWくい機
利根式BH工法	〃	回転ビット、順・逆循環水	泥 水	〃		BH ボーリングマシン
イコス工法	ピア、土留壁	順流衝撃式ビット、クラムシュール	〃	〃		イコスやぐら
ソレタシユ工法	土留壁	逆流衝撃式ビット	〃	〃		ソレタシユやぐら
OWS工法	〃	逆流衝撃式ビット、クラムシュール	〃	〃		掘削やぐら
KCC工法	〃	逆流衝撃式、回転式ビット、クラムシュール	〃	〃		KCC掘削機
アースウォール工法	〃	ドリリングバケット、クラムシュール	〃	〃		アースドリル機、クラムシュール
ELSE工法	〃	衝撃式かさ取りバケット	〃	〃		エルゼ機
SHUT工法	〃	逆流回転衝撃ビット	〃	〃		シャットマシン
プレウォール工法	〃	順流回転ビット	〃	鉄筋モルタル(モルタル注入管)		プレボーリング機
プレバクトPIPくい工法	ピア、土留壁	連続オーガ	モルタル置換	モルタル・鉄筋(中空オーガ)		PIPくい機
プレバクトMIPくい工法	〃	先端オーガ	ソイルセメント	ベイスト・鉄筋		MIPくい機
プレバクトCIPくい工法	〃	連続オーガ	なし、崩壊性のときケーシング	鉄筋・プレバクトコンクリート		アースオーガ機
TAW工法	〃	連続オーガ、パイプロハンマ	ケーシング	モルタル・鉄筋		パイプロオーガ機
ソイルパイル工法	既製くい、ピア、土留壁	先端オーガ	ソイルセメント	ベイスト・既製くい		ソイルオーガ機
オーガパイル工法	ピア、土留壁	連続オーガ	ケーシング	コンクリート・鉄筋		アースオーガ機
RGパイル工法	〃	連続オーガ	モルタル置換	モルタル・鉄筋		〃
清水式圧入工法	ピア	回転バケット	ケーシング(鋼管)圧入	鉄筋・コンクリート	圧気工法で抜底掘削	清水式無騒音無振動圧入機
アサノ式圧入工法	既製くい	水ジェット圧入	〃	コンクリートくい	モンケン打ち	圧入用やぐら
NS式ジェット工法	〃	水ジェット掘削打撃	〃	〃	ディーゼルハンマ、モンケン打ち	タービンポンプ
ジェットリフトパイリング工法	〃	逆流水ジェット圧入	〃	コンクリートくい、鋼管くい	圧 入	ジェットリフトパイリング機
NN式中掘り工法	〃	回転バケット圧入	〃	コンクリートくい	ディーゼルハンマ	クローラ式パイルドライバ
スパイラルオーガ工法	〃	連続オーガ、自重沈下	〃	〃	モンケン、パイプロ	スパイラルオーガマシン
東急式TBI工法	〃	連続オーガ、空気運行人入水ジェット	〃	〃	防音装置付インバクトランマ	アースオーガ機
大同式パイプロ工法	〃	パイプロハンマ、ウォータージェット	〃	〃	パイプロ	クローラクレーン
NC式沈設工法	〃	回転バケット、逆流回転ビット	泥 水 (プレボーリング)	〃	ベッココンクリート	アースドリル機、R.C.D機
KM工法	〃	連続オーガ、油圧による圧入	〃	鋼管くい	ディーゼルハンマで打止め	オーガ付圧入機、ディーゼルハンマ
IJパイル工法	〃	ウォータージェット、油圧による圧入、エアリフト	〃	鋼管くい、PCくい	〃	IJパイル機
LPS工法	〃	回転ビット、逆循環水、揺動押込み	〃	コンクリートくい、鋼管くい	沈 設	R.C.D.機、くい押込機

表-12 コンクリート構造物解体工法

分類	工法	原理	騒音	振動	経済性	普及度	備考
油圧機械による取りこわし	油圧による圧壊方法	油圧によるピストン力	◎	◎	◎	◎	全般的にすぐれている
	ロックスジャッキによる方法	油圧によるピストンまたはくさびの押開き	◎	◎	◎	◎ (無筋)	無筋コンクリートに適用
	カッタによる方法	カッタによる切削	◎	◎	△	◎	{目地切り、コンクリート舗装版の切断に限定
外部からの機械的衝撃による取りこわし	手動工具による方法	{ハンマ、ノミによる打撃、くさびによる押開き	△	◎	×	△	小規模なもの、特殊なもの
	ブレーカ、ピックハンマによる方法	ノミの往復運動による衝撃	×	◎	△	◎	{さく孔、縦切り、その他
	重錘による方法	重錘の落下による衝撃	×	×	◎	◎	{全般に使用 経済性をわめてよい
火薬による取りこわし	火薬による方法	火薬の爆発圧力	△	△	◎	△	安全管理に重点をおく
膨張圧力による取りこわし		不活性ガスの膨張圧あるいは生石灰の液化膨張圧	◎	△	?	?	無筋コンクリートに適用 (開発中)
電気的方法による取りこわし		鉄筋の通電加熱、電磁波などによる誘導加熱、アーク熱、レーザ光線の熱による溶断	◎ (ホーリ ング音)	◎	?	?	実用化されていない (開発中)

(注) 1. 騒音、振動の◎印は「微小」、○印は「小」、△印は「中」、×印は「大」  
 2. 経済性の◎印は「極良」、○印は「良」、△印は「普通」、×印は「悪い」  
 3. 普及度の◎印は「多用される」、○印は「用いられる」、△印は「まれに用いられる」、×印は「用いられない」

表-13 コンクリート構造物解体工の騒音振動防止対策工法

工法名	施工法の概要	騒音	振動	使用機械名	備考
解体工法(大体式)	対象物を油圧ジャッキによりはさみ、あるいは突き上げて静的に破壊する	75dB(A)/10m	無 (破砕機)	COW-T型およびCOW-C型	鉄筋コンクリートの地上構造物 階高5m以下 揚重機が搬入可のこと
可動式カッタ解体工法	カッタで鉄筋を切断し、揚重機で部材を順次つり上げ、解体していく	67dB(A)/30m	無		
{ダルダ}を使用した低騒音低振動の破壊工法	ウェッジ(くさび)を対象物にさく孔した穴に圧入し、油圧力でウェッジを押し開き、破壊する	65dB(A)/10m (エアモータ)	無 (ダルダ)	ダルダ	
マイルクラッシュ	油圧ジャッキでコンクリートパイルを挿付け、粉砕する	モータ音のみ		マイルクラッシュ	マイル径300~400mm

(注) 騒音および振動レベルは公称値である。

ックスの概要を、図-9 にその遮音効果を示す。

また、最近では舗装版そのものを剥いでしまう剝離機等も開発され、一部工事で実施されている。

(5) その他の建設工事用機械の騒音振動と対策技術の現状

(a) トラッククレーン



写真-4 油圧機械によるコンクリート構造物解体工法

トラッククレーンの騒音は表-14 に示すようにかなり高い騒音レベルを示している。

トラッククレーンの騒音はエンジン音を主体として、油圧装置、巻上装置などから発生する。エンジン音に対する騒音対策は他の機械と同様エンジン室を防音カバーで覆い、大型のマフラーを取付けることによっている。また、最近では作業時の動力源であるエンジンを電動機駆動

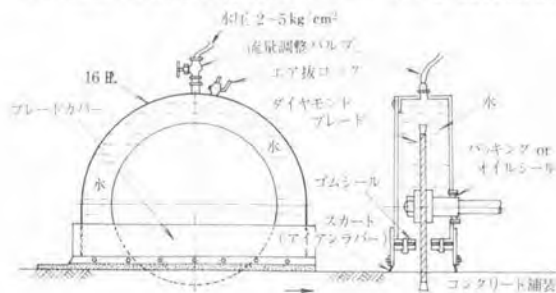


図-7 コンクリートカッタ水切部の防音装置

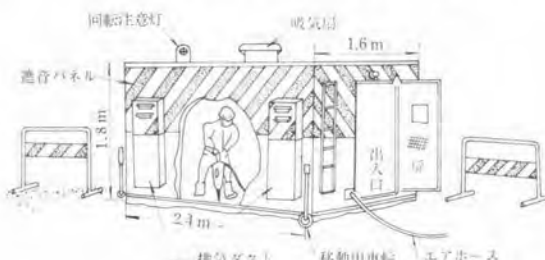


図-8 遮音ボックス見取り図



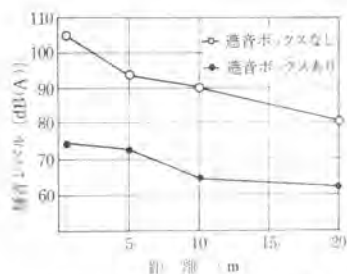


図-9 コンクリートブレイカ・コンプレッサ混合の騒音比較  
装置に切換えることによって騒音の減少を計っているものもあり、図-10 に減音効果を示す。

さらに、電動機ならびにウィンチ部の騒音については鋼板またはグラスローフボードによる遮音効果を利用した防音カバーを取付けて低騒音化を計っている。

(b) コンプレッサ

定置式(電動機駆動)コンプレッサが発生する騒音で最も大きいものは吸入空気の脈動音であり、ポータブルコンプレッサではエンジン音である。したがって、電動機駆動の定置式では吸入消音器、ポータブルコンプレッサではエンジンの騒音対策が重要になっている。

定置式コンプレッサでは機械を専用のコンプレッサ室に収容し、建屋の壁や天井などに吸音材を張付けることにより騒音の低減化を計っている。また、振動が地面に伝播するのを防ぐために防振ゴム等で弾性架装することもある。

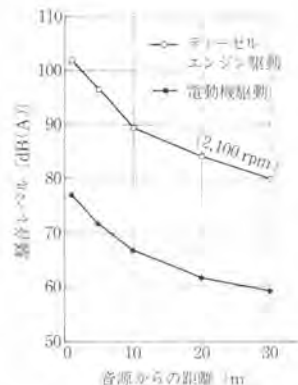


図-10 電動クレーン車による騒音対策効果

ポータブルコンプレッサでは各メーカーによって防音構造をもつ専用機構が開発されており、数年前から実用に供されている。図-11 は各メーカーの防音型と標準型を一定条件のもとで実測した結果である。これを見ると、同じ防音型のポータブルコンプレッサといってもメーカーにより異なる。

表-14 自走クレーン車の騒音レベル [単位: dB(A)]

機械名	規格	音源からの距離			
		5m	10m	20m	40m
トラッククレーン	油圧式 8t	70	64	58	53
	〃 16t	86	80	75	70
	〃 25t	89	83	78	71
	〃 30t	91	85	78	69
	〃 35t	84	81	73	69
	機械式 25t	74	72	68	64
クローラクレーン	機械式 20t	78	72	69	67
	〃 22.5t	75	69	64	59
	〃 27t	76	72	68	63

り、一部メーカーの公表値と実測値とでは差があることがわかる。また、防音型といえどもサイドカバーを開けることによって騒音は5~8 dB(A)程度上がるのがわかる。夏季など路上でのコンプレッサ使用においてはサイドカバーを開けることが多く、したがって、騒音の上昇が著しく、防音型の効果が薄れる結果となる。

ポータブルコンプレッサの防音対策内容の主なものは次のとおりである。

- ① エンジン、コンプレッサの騒音を遮音、吸音するためにコンプレッサを覆うボディの内側にグラスウールやポリエステル樹脂を張付ける。
- ② エンジン、コンプレッサの据付は防振ゴムにより弾性架装する。
- ③ 冷却風を取り入れる吸入口にはダクトを取付け、ダクト内側には発泡樹脂材料を張付け、ファンやラジエータから出る高周波の吸音に効果をあげている。冷却空気の排出はボディ上方と下方に導き、ボンネット後部上方とボディ床下から大気中に放散される。
- ④ レシーバタンクは吐出空気の脈動音が共鳴して騒音源となるので胴体部分をカバーで覆う。
- ⑤ エンジンの排気音は大型サイレンサで減音する。

このような構造の防音コンプレッサは標準型に比べ出力に関係なくいずれも 10 dB(A) 程度の減音効果があり、価格も 20% 前後のコストアップにおさえられているのでかなり普及してきている。

4. 技術開発の方向と問題点

先に述べたように騒音振動の問題解決には根源となる建設機械および施工法の根本的な対策を講ずることが基

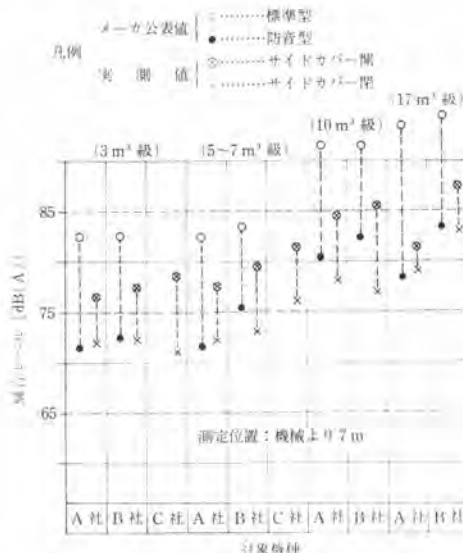


図-11 コンプレッサ騒音レベルの公表値と実測値



本である。これに関しては各所で相当な研究も行われているが、騒音振動防止は技術的にかなり困難な面もあって、全般的にはまだまだ今後の技術開発に待つところが多い。

ところで、先の国会において振動規制法が成立する過程でやはり建設作業の防振技術の遅れが議論となり、衆参両院とも次のような付帯決議を付したうえで法案を可決している。

① 昭和 51 年 5 月 14 日衆議院可決付帯決議（抄）  
「建設作業について、今後更に低振動工法の研究開発を推進し、環境保全上遺憾なきを期すること」

② 昭和 51 年 5 月 21 日参議院可決付帯決議（抄）  
「建設作業について、低振動工法の研究開発を推進することによって環境保全上遺憾なきを期することとし、差しあたっては、特定建設作業を定めるにあたって作業の実態を把握し環境保全上遺憾のないよう配慮すること」

建設省においても以前より低騒音低振動の技術開発には努力してきたが、今後も一層強力に開発を推進するべく各方面に働きかけている。特に新技術の適正な評価と普及促進とは建設行政の一環として、また、発注者として重要な課題であると考えており、今後の対策技術の向上については、具体的には次のような事項を実施して行かねばならないと考えている。

### 〔1〕 測定法と予測評価手法の確立

騒音振動とも測定法は JIS なり規制法で一応定められているが、この内容は定置式の機械や規制を対象とした測定法であり、建設機械のように種々の作業を移動しながら行うものははっきりした測定法が確立されていない。今後は建設機械の測定法を統一的に定めるとともに、工事を計画した時点で騒音振動の予測が的確に行い得るような手法を確立すべきである。

### 〔2〕 対策技術の評価

騒音振動対策技術は適正に評価しておかねばならない。建設作業において評価がむずかしいのは、騒音振動の低減効果のみでは事足りないことである。工場等から発生する騒音振動の低減については、工場の設備機械に防音防振装置を取付けることが対策技術の大勢であり、経費と騒音振動低減の効果のみを論ずればよいのであるが、建設作業における対策技術では作業システムが変わったり、建設される構造物自身が変わったりすることがあるため評価が非常に複雑となる。これは基礎工事に多く、例えば、既製ぐいをディーゼルパイルハンマで打込むのに代えて、場所打ちぐい工法を採用する場合などが

相当するであろう。このような場合の評価は騒音振動の低減効果のみではなく、品質の信頼性、施工性、経済性なども含めた総合的な評価がなされねばならない。特に、ぐいの支持力が所定のとおりに得られるかどうか、また、その確認をどうするかが常に大きな問題となっている。

### 〔3〕 対策機械の性能測定

最近の世相を反映して、建設機械にも“防音型”と銘打って販売されているものがある。ところが、前にも述べたように同じ規格の防音型の機械でもその効果には差異があり、さらに耐久性、維持管理上の問題点については不明な点が多い。これらはやはり公正な機関において試験測定し、結果を公表して設計者、施工者の参考としていくべきであろう。

### 〔4〕 対策技術の普及

最後に大切なことは、優秀な対策技術を早急に普及させていくことである。いままでやもすると新工法、新機種に対する姿勢は消極的で、特に騒音振動対策技術は経費が増大するのみで、他に益することがないということから敬遠される傾向も見受けられた。今後は良いものは積極的に採用できるようなシステムが必要である。これにはまず計画の段階で個々の現場条件により適正な工法、機械を計画に組み込み、的確にそれらを運用できるように設計施工基準的なものを作成していくことが必要である。また、特に官側の積算基準などにも対策工法、対策機械の積算資料を完備し、使用すべき対策機械は機械損料表などにも他と区別して拾い出しておくことも必要と思われる。このようにして発注者、受注者が積極的に対策技術を取り込んで行けば、自ずから優秀な技術は普及されると思われる。

## 5. あとがき

以上、極めて雑ばくに建設工事による騒音振動の概要やら対策およびその方向について述べたが、これらは画一的な一片の法規制のみで解決できるものでもないし、現場におけるいわば“迷惑料”のみで解決される問題でもなく、根本的には対策技術の開発が重要な課題である。ただし、これら技術の開発を進め、普及促進を計って行くには官庁、建設業者、機械製造業者の3者の協力がぜひとも必要である。われわれも建設工事の環境改善を実施する立場から、当協会の活動等を通じて関係各位と協力して、これらに対処することになろうが、その節はよろしくご配慮をお願いして当報告の終りとしたい。

## ブルドーザの騒音対策 <その1> キャタピラー三菱

瀬田 幸敏\*

### 1. ま え が き

騒音公害が社会問題としてクローズアップされて以来建設機械が周囲へ放射する騒音（スペクテータノイズ）に対しても厳しい規制が検討され、適用されつつある。特に市街地での施工においては建設機械の低騒音化が要望され、国際的にはフランス、ドイツ等の EEC 諸国において法規制が行われている。

一方、オペレータの聴覚保護を目的とするオペレータノイズについては現在国内では具体的法規制はされていないが、米国では労働安全衛生法により法規制が行われ、さらに強化される傾向にある。本稿ではキャタピラー三菱が開発した低騒音型 D8K、D5LGP およびフランス向けの D3 トラックタイプトラクタを中心に建設機械の低騒音化について述べてみたい。

### 2. 低騒音化のプロセス

法律化された規制値がまず設計目標値となるが、その規制値について次の諸点を検討する必要がある。

- ① 測定方法（計測器、測定条件、マイク位置、運転状態等）
- ② アタッチメントの装着状況（例えば、ブレード付か、なしか、バケットの位置はどうか等）
- ③ データ処理の方法

写真-1 はキャタピラー社の試験場における SAE J 88a による走行時の騒音計測の状況を示す。SAE J 88a によれば、少なくともマイクロホンまたは車両の周囲に 30m のオープンスペースを必要としており、こうした反射面のない場所での計測が必要とされる。

写真-2 は同じくキャタピラー社にある長さ 32.2m、幅 24.4m、高さ 8.4m の半無響室であるが、大型の建設機械がゆったり入れる室内で、さらに精密な騒音試験が行われている。また、それぞれのコンポーネントについては別の半無響室において騒音寄与度の大きい順位を明確にするため各種の分析法が実施され、その結果を基に騒音寄与度の大きい順に低減対策試験が行われている。



写真-1 SAE J 88a による騒音測定

\* キャタピラー三菱（株）技術部長兼動力設計課長

### 3. 装置別音源とその対策

建設機械におけるエンジン本体、排気、冷却、動力伝達、油圧、足回りの主な音源とその低騒音化の方法およびその問題点を表-1に示す。

エンジン本体に対する騒音対策としては、エンジン回転数の低速化、エンジンエンクロージャ、エンジンの弾性支持等が実施され、さらに複雑な問題としては、近接エンクロージャ、燃焼音、バルブメカニズム、ピストンスラップあるいはシリンダブロックの剛性変更等によって低騒音化がはかられている。しかし、エンジンエンクロージャについてはサービス性、耐火性、ヒートバランスの問題が伴うし、エンジンの低速化は性能低下をきたし、対策としては、トルクコンバータ駆動であればトルクコンバータ性能変更が考えられる。

排気系統についての騒音対策はマフラの大型化、マフラ外周部への防音材の取付あるいはマフラ内部の形状改善等バックプレシャとの関連において消音効果をあげることができるが、マフラの支持、視界等が問題になる。

冷却系統に対する対策としては、ファンの低速化、大型ファン、ラジエタグリルの防音構造（サイレンサ付ルーバ）、ファンブレードの形状改善およびラジエタの冷却効率の増大等があげられる。当然これらはヒートバランスが問題となり、周囲温度の許容限界を考慮せねばならない。さらに、ファン周辺（特にファン先端）の遮音、ラジエタ・ファンとエンジンとの隔離による冷却効率の増大等が考えられる。

動力伝達系統に対する対策としては、主としてギヤのプロファイル改善、精度の向上が主な課題である。

油圧系統については、ポンプ本体の精度向上もさることながら、配管（油圧ホースと鋼管の組合せ）、配管内への空気侵入防止、油圧タンクの防振、リリーフ音の減少等、遮音対策よりもむしろ内部的な改善に努力が払われている。

履帯式足回りの音源としては、

- ① ビン、ブッシュのきしみ音
- ② アイドラと履帯の打撃音
- ③ スプロケットとブッシュの打撃音
- ④ キャリヤローラと履帯の打撃音



写真-2 キャタピラー社の半無響室

表-1 装置別音源とその対策

対象音源	対策	問題点	状態	
エンジン本体	低速化（ハイアイドル、後進時）	性能低下 {ヒートバランス、サービス性、耐火性}	A	
	エンジンエンクロージャ		A	
	弾性支持		A	
	近接エンクロージャ		B	
	シリンダブロック剛性増加 ピストンの低騒音化		B	
排気系統	大型マフラ	視界、支持方法	A	
	防音材付マフラ		A	
	マフラ内部の形状変更		A	
冷却系統	低速ファン	ヒートバランス	A	
	大型ファン		A	
	冷却風入口ルーバ		A	
	ファンブレードの改善		A/B	
	ラジエタルーバ		A	
	ラジエタの冷却効率改善（大型化、材質変更）		視界	A
	ファン周辺の低騒音化			B
ラジエタとエンジンルームの隔離	サービス性 サービス性	A/B		
パワートレン ハイドロリック コンポーネント	ギヤの精度向上、形状改善		A/B	
	油圧ホースと鋼管の適正配置		A	
	タンク、配管の弾性支持		A	
足回り	密封潤滑式リンク		A	
	イドラの剛性、ダンピング特性向上		A	
	トラックローラの配列変更		A	

(注) A:可能対策 B:今後の方向

⑤ トラックローラと履帯の打撃音

⑥ 地面と履帯の打撃音

等があげられるが、ピンとブッシュのきしみ音については、キャタピラー社の特許である密封潤滑式リンクが最も効果的であり、さらにイドラの剛性、ダンピング効果の増大、トラックローラの配列変更等が有効な手段として考えられる。足回り装置にゴムまたは弾性材を装着する等の手段も考えられているが、これらの弾性材は現在ではまだ十分な耐久性に欠けると思われる。

図-1はフランスにおける規制値[80dB(A)/7m(定値)]のスペクテータノイズを満足するためにキャタピラー社が開発した各装置の対策概要を示す。

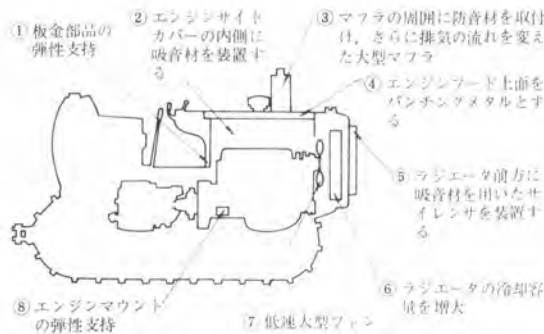


図-1 D5フランス向け80dB(A)/7mスペクテータノイズの対策概要

#### 4. スペクテータノイズ対策型 D3, D5LGP, D8K トラックタイプトラクタ

写真-3 はフランス向けに開発した D3 トラクタを示す。後述する D5LGP, D8K と大きく異なるのは、ラジエタ前方のグリルを廃止して遮断し、側面より空気を取出していることで、空気通路には吸音材が取り付けられている。測定結果は図-2 のとおりである。

写真-4、写真-5 はキャタピラー三菱が三菱建設の要請により開発し、奈良平城ニュータウン造成現場におい

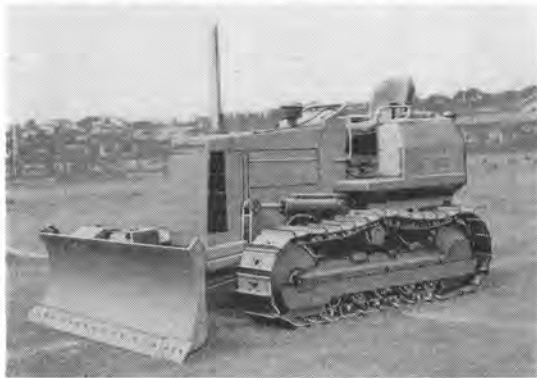


写真-3 スペクテータ騒音対策型 D3 トラックタイプトラクタ

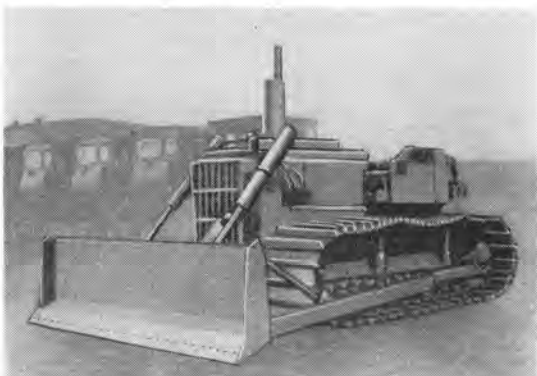


写真-4 スペクテータ騒音対策型 D5LGP トラックタイプトラクタ

て稼働している D5LGP, D8K トラクタである。作業中の車両から 30m 離れた地点での騒音レベルが 75 dB(A) 以下となっている。

D5LGP に対しては、図-1 の対策の一部を行なった結果、車両停止、エンジンハイアイドル状態では図-3 のとおりであった。また、車両の走行状態においてはフルスロットル後進 2 速において 30m 離れた地点において最大 74 dB(A) であった。3 速, 4 速, 5 速においてはこれより高くなるが、ドーピング作業時は主として 1 速, 2 速が使用されるので、実際的には 75 dB(A)/30m 以下を満足している。

D8K に対しては

- ① 吸音材付エンジンエンクロージャ
- ② ラジエタ前方に吸音材付ルーバ装着
- ③ パンチングメタル製エンジンフード
- ④ 防音材付大型マフラ装着
- ⑤ ファン回転数を減速
- ⑥ クランクケースガードのシーリング改良
- ⑦ 後進 2 速時のエンジン回転数減速装置装着
- ⑧ 密封潤滑式リンクを採用

等の騒音対策を行い、車両停止、エンジンハイアイドル状態で図-4 の測定結果となった。また、車両の走行状態においては前進 2 速時、後進 2 速時においてそれぞれ

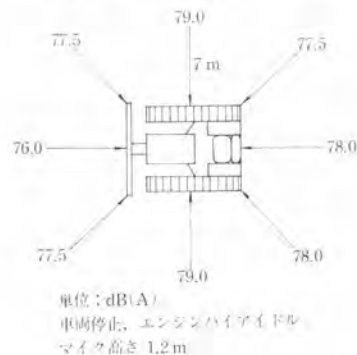


図-2 D3 の測定結果

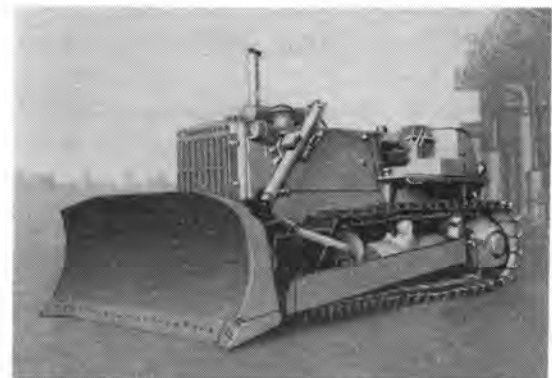
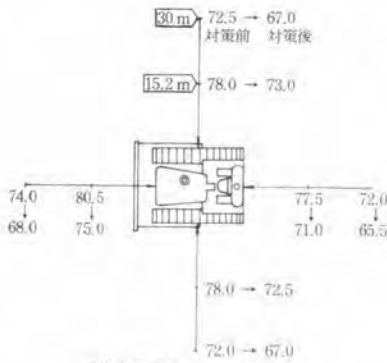
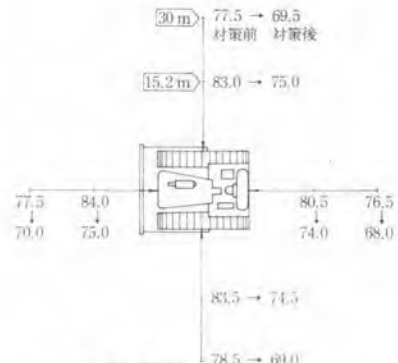


写真-5 スペクテータ騒音対策型 D8K トラックタイプトラクタ



単位：dB(A)  
車両停止，エンジンハイアイドル  
マイク高さ 1.2 m

図-3 D5 LGP の測定結果



単位：dB(A)  
車両停止，エンジンハイアイドル  
マイク高さ 1.2 m

図-4 D8K の測定結果

30 m 離れた地点で最大 72.5 dB(A)、70.5 dB(A) であった。

### 5. オペレータノイズ対策型 D7G トラックタイプトラクタ

現在米国においてはオペレータ騒音規制が行われ、米国労働安全衛生法によって 90 dB(A)/8 時間の規制が行われており、さらにこの規制を 85 dB(A)/16 時間へ低減する提案がなされている。

写真-6 は 85 dB(A)/16 時間に満足するためにキャタピラー社が開発したチルト式 ROPS キャブ付 D7G で、ISO 3471 による運転者保護構造の要求を満足するとともにキャブの全体構造が大幅変更され、キャブとフロアが一体となってチルトバックすることにより動力系統のサービス性を向上している。写真-7 はチルトバックした状態を示している。

### 6. むすび

以上、キャタピラー社およびキャタピラー三菱が開発した低騒音型ブルドーザの例をあげてその内容と方向を紹介したが、これらの騒音対策には底辺に膨大な開発費を伴うと同時に、製品に対しては種々の問題点が提起されている。すなわち、

- ① サービス性の低下
- ② ヒートバランスに起因する周囲許容温度の低下
- ③ 防音、弾性材または低騒音用ハードウェアの耐久性



写真-6 オペレータ騒音対策型 ROPS キャブ付 D7G トラックタイプトラクタ



写真-7 チルトバックした ROPS キャブ

- ④ 耐火性（エンジンルーム内）
- ⑤ コストの上昇等

各国の法規制はさらに厳しい方向に進むであろうが、現状の実用限界は前述の騒音レベル程度であり、前述の問題点とのバランスが十分考慮されるべき時点に来ているものと思われる。



## ブルドーザの騒音対策 &lt;その2&gt; 小松製作所

豊田 禎二\*

## 1. まえがき

近年、都市土木工事や宅地造成工事などもますます機械化され、各種の建設機械が使われているが、これらの工事に伴って発生する騒音振動が住民の苦情の対象となり、工事の円滑な実施にとって障害となっている。

一方、環境保全の立場から建設機械に対する騒音規制は国内外ともに強化される方向にある。これらの動向に対応するため建設機械の主力であるブルドーザの低騒音化の技術開発を進めてきた結果、一部大型機種種の低騒音型ブルドーザはすでに実用化されており、これらの対策技術を他の機種へ適用する段階になっている。以下にD155A低騒音ブルドーザの例を中心に騒音低減対策の概要を述べる。

## 2. ブルドーザ騒音の現状

## (1) ブルドーザ騒音の特徴

ブルドーザ騒音の特徴としては次のようである。

- ① 実作業による負荷変動によりエンジン騒音（特に排気音）がかなり変動する。
- ② 走行時はクローラ車両特有の足回りの履帯からのきしみ音や、特に高速で走行したときはイドラやスプロケットより衝撃音（カタカタ音）が発生する。
- ③ 作業機（リッパ、ブレード、バケットなど）からのがたつき音が不規則的に発生する。

## (2) 騒音レベルの現状

ブルドーザはその機関出力が例えば20PSから620PSのように小型から大型まで機種が非常に多く、騒音

レベルの傾向なども機種によって多少異なる。

現状の騒音レベルと機関出力との関係を図-1に示した。これからもわかるように機関出力が増すと騒音レベルは高くなるが、大きな出力になるほどその割合は小さくなっていく。周囲（30m）騒音レベルは車両定置時では大体小型で65~70dB(A)、中型車は70~75dB(A)、大型車では75~80dB(A)である。

大型車は75dB(A)以下（ブルドーザによる作業は東京都など地方公害防止条例により指定建設作業として指定され、作業場敷地の境界線から30mの地点において75dB(A)以下）になるようオプションパーツが準備されている。また、オペレータ耳元での騒音レベルはほぼ90~100dB(A)の範囲内にある。D155A(重量38.6t、リッパ付、320PS/2,000rpm)の車両定置時の騒音レベルは周囲騒音79dB(A)/30m、オペレータ耳元騒音99.5dB(A)である。なお、実作業時（掘削、押土など）の騒音レベルは車両定置時のレベルとほぼ同じであるが、走行時、特に最高速度段で走行した場合は車両定置時より約4~8dB(A)高くなる。

## (3) 騒音源と騒音寄与量

図-2はブルドーザの主な騒音源とその寄与量例を示したものである。一般的にブルドーザの騒音源と寄与量は次のようなものである。

① 車両定置または掘削・押土作業ではエンジン本体音、吸排気音および冷却系ファン・ラジエータ音などエンジン関係の騒音が主なものである。このほか、油圧関係の騒音は特にドーザショベルの場合にかなりの寄与量

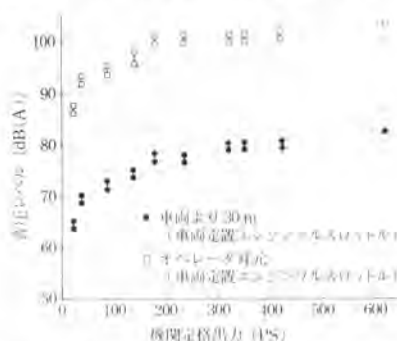


図-1 ブルドーザの周囲(30m)とオペレータ耳元騒音レベル

\* (株)小松製作所研究開発本部研究管理部



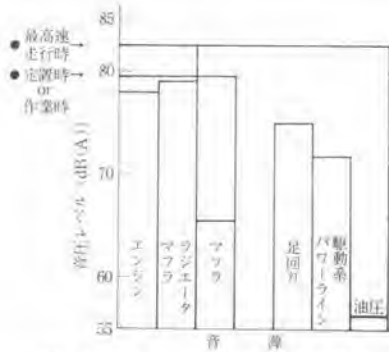


図-2 ブルドーザの主音源の寄与量例

を示している。

② 車両走行時、特に高速で走行した場合は足回り（スプロケット、アイドラ、上転輪・下転輪など）騒音の影響が大きく、機種によってはエンジン騒音を上回る寄与量を示し、これらに次いでパワーライン系（トランスミッション、ベベルギヤなど）の騒音が多い。

③ 作業時、走行時に作業機（ブレード、バケット、リッパ等）などからたつき音や衝撃音（金属音）が不規則的に発生する。

### 3. 低騒音ブルドーザの開発目標

低騒音車の開発目標は国内外の騒音規制の動向やオペレータの騒音による疲労の軽減、および車両性能維持、標準車との共通性などを総合的に検討し、次のように目標を設定した。

① 周囲騒音は車両より 30 m 地点で 65 dB(A)：これは地方公害防止条例で、例えば「東京都公害防止条例」の作業の敷地境界線から 30 m 地点で 75 dB に対し 10 dB 低く、数台が同時稼働も可能なレベルであり、また、1977 年からの西ドイツ規制 (85 dB(A)/7 m・車両定置, 89 dB(A)/10 m・後退最高速) にも十分対応できるものである。

② オペレータ耳元騒音は 75 dB(A) (キャビン付)：キャビン内でカーラジオが容易に聞きとれるレベルであり、快適な運転ができることをねらったものである。なお、現在世界各国のオペレータ耳元騒音規制は 85~90 dB(A) である。

③ 車両の作業性能、点検整備性は標準車と同程度。

④ 車両の改造範囲は標準車の構造を大幅に変更しない。

### 4. 騒音対策の進め方と対策方法

#### (1) 騒音対策の進め方

騒音対策を効果的に実施するためには低減目標に対し

各音源の低減すべきレベルを明らかにしなければならない。このため次のような調査解析を行なった。

① 標準車の周波数分析により低減目標に対し、各周波数での騒音低減量と主な音源の見当をつける。

② 標準車の音源別（装置別）寄与量を調査し、低減目標値に対し各音源の必要低減量を明らかにする。

③ 低減対策を要する各音源の周波数分析を車載状態または単体で実施し、対策方法をきめる。なお、低減目標に対し周囲騒音 (30 m) は 13 dB(A)、オペレータ耳元騒音は 25 dB(A) 程度低減する必要がある。このためにはエンジン関係と足回りの低減対策がもっとも重要である。

#### (2) 騒音対策方法

図-3 は低騒音車 (重量約 41 t, リッパ・キャビン・ROPS 付, 320 PS/1,600 rpm) の騒音対策項目を示したものである。

##### (a) エンジン関係の騒音低減

エンジン関係の騒音としては、エンジン本体音（空気伝播音と固体伝播音）、吸気音、排気音およびファン・ラジエータ音が主な音源であるが、エンジンの空気伝播音と固体伝播音、ファン・ラジエータ音は車両の周囲騒音としてはほぼ同程度の寄与量である。なお、排気音は標準車に防音型マフラーが採用されているのでかなり低い騒音レベルとなっている。

##### (i) エンジン本体音の低減

エンジンの音源対策として各種の方法が研究されているが、低減量あるいは実用化の面で問題が残されている。低騒音ブルドーザで対策した項目は次のものである。

① エンジン回転速度を下げる。

② エンジン室の遮音と吸音

③ エンジンの防振支持

①項のエンジン回転速度と騒音の関係については図-4 に示すように 0.6~1 dB(A)/100 rpm の実験例があり、この対策では回転速度を 400 rpm 下げ、約 3~4 dB(A)/1 m の騒音低減効果が認められた。また、エンジンの回転速度を下げたためトルクコンバータのエンジンとの結合性能も修正改善し、作業性能の維持を図った。

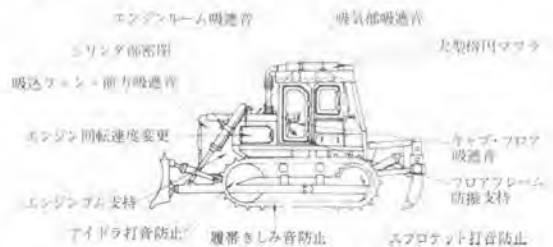


図-3 低騒音型ブルドーザの主要対策項目

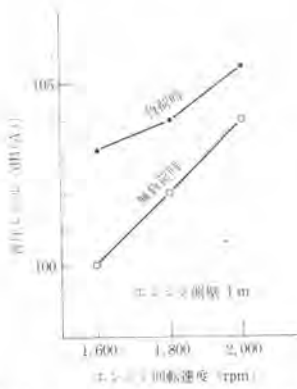


図-4 エンジン回転速度と騒音レベル

②項はエンジンの空気伝播音をエンジン室の遮音と吸音対策によりその低減を図った。遮音対策で重要なことは密閉化することで、目標とする平均遮音度 ( $NR$ ) を得るためにはすき間を全体面積の  $1/P$  以下におさえる必要がある。 $NR$  と  $P$  との関係は次のようである。

$$NR = 10 \log_{10} P \quad P: \text{全体面積/すき間面積}^{(1)}$$

低騒音車では土工機のシリンダステータ部なども完全に密閉した。しかしエンジンの遮音対策で十分配慮しなければならないことは、車両のヒートバランスを確保するため冷却空気の入出口を適切に配置することである。次に吸音対策であるが、エンジン室を密閉すると内部の音圧レベルが上昇するので本対策ではエンジン室鋼板の内面にグラスウールを装着した。吸音処理で注意を要することは、マフラーなど高温にさらされる周辺は防火のため不燃性の吸音材を使用することである。冷却空気の入出口の吸音対策としては吸音ブレードおよび吸音ダクトを用いた。これらの構造は空気口すき間率 (通風断面積/全空気口面積  $\times 100$ ) と騒音低減量および風量損失率などの基礎実験結果<sup>2)</sup> から空気口すき間率は  $40 \sim 50\%$  とした。エンジン室の吸音対策により  $6 \sim 8 \text{ dB(A)}/30 \text{ m}$  の低減効果があった。

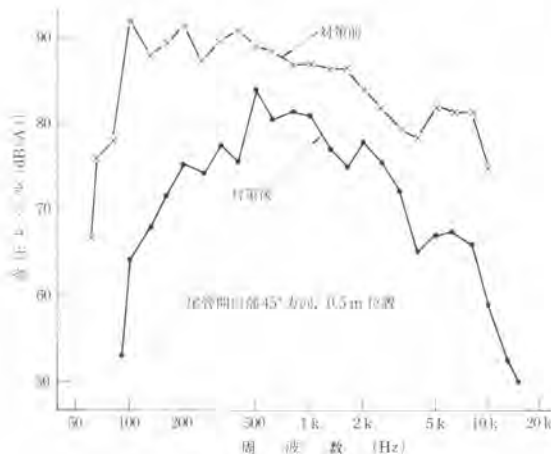


図-5 排気音の周波数分析例

③項のエンジンの防振支持は、エンジンの振動がフレームを介してエンジン室や車体などに伝わり、騒音となる固体伝播音を防止するものである。防振材としては天然ゴムを使用した。この対策により  $4 \sim 5 \text{ dB(A)}/30 \text{ m}$  の低減効果があった。

#### (ii) 排気音対策

本来、排気音はエンジン騒音でもっとも高いレベルであるが、標準車にすでに防音型マフラーが装着 (エンジン搭載) されている。低騒音車では大容量の低騒音用楕円形マフラーをキャビン上方に装着し、開口部で  $13 \text{ dB(A)}/0.5 \text{ m}$  の低減効果があった。図-5 は標準車と対策後のマフラー開口部における周波数分析結果を示したもので、全周波にわたって低減している。

#### (iii) ファン・ラジエータ音対策

ファンの騒音低減対策としては羽根枚数やそのねじり角度の最適化を図った。また、冷却空気の入取方法を押出式から吸込式に変え、ラジエータの冷却効率を向上した。これらの対策により風量で約  $25\%$  増加し、ファンの回転速度を下げることにより (約  $260 \text{ rpm}$ )  $6 \text{ dB(A)}/1 \text{ m}$  低減することができた。図-6 はファンとラジエータコアの距離による冷却効率の影響 (押出式と吸込式) に関する実験例 (カミンス社技術資料) である。ファンとコアの距離が  $200 \text{ mm}$  以下のときは吸込式の方が冷却効率がよいことを示している。このように、ファン、ラジエータ・シュラウドの最適相対位置を決定することも重要である<sup>3)</sup>。

#### (b) 足回り騒音対策

足回りの騒音はクローラ車両特有のもので、高速で走行した場合、履帯とアイドラやスプロケットがかみ合うときの衝撃音 (カタカタ音) および上転輪や下転輪との接触音が主なものである。騒音の寄与量ではスプロケット、アイドラの騒音が大きいので、低騒音車では緩衝装置 (ゴム) を装着し、カタカタ音の発生を防止することが可能になり、 $8 \sim 10 \text{ dB(A)}/30 \text{ m}$  の低減効果があった。しかし、この緩衝装置は大きな衝撃力と土砂や岩石などの厳しい条件のもとに使用されるため、耐久性で改

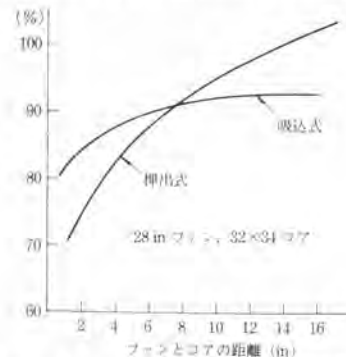


図-6 ファンとコアの距離と冷却効率の関係 (押出し、吸込みの比較)



写真-1 アイドラ緩衝ゴム装着状況



写真-2 スプロケット緩衝ゴム装着状況

善すべき問題点が残されている。写真-1、写真-2 はアイドラとスプロケットに装着した緩衝ゴムを示す。

このほか、足回りの騒音として履帯のきしみ音がある。これは履帯のリンクピンとブッシュとの摩擦音であり、耳障りな騒音となっている。

この対策としては、リンクピンとブッシュの摩耗防止を主目的として開発されたオイル封入方式により、きしみ音の発生もなくなった。

(c) 油圧関係の騒音対策

油圧関係の騒音対策としては、ギヤポンプのベアリングの改良、コントロールバルブのリリーフ音対策などで標準車に採用されている。また、作動油タンクは防振支持対策を実施している。

(d) 運転席回りの密閉化と防振支持

これまでに述べた諸対策は周囲騒音とオペレータ耳元騒音の低減に効果はあるが、オペレータ耳元騒音対策としてもっとも効果の大きい方法は運転席回り（ダッシュボード、床面など）を密閉化し、かつ防振支持をして、これに防音型キャビンを装着することであり、これによりオペレータ耳元騒音は約 20 dB(A) の大幅な低減効果が認められた。

写真-3 は防音キャビンの内部を示す（冷暖房装置も装備されている）。



写真-3 キャビン内部

5. 対策の効果と今後の課題

(1) 対策の効果

各装置別の対策効果を総合し、車両全体としてみると次のようになる。

すなわち、図-7、図-8 は車両定置と作業時の対策

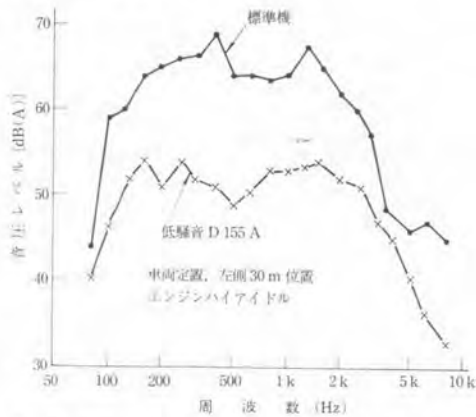


図-7 低騒音ブルドーザの周波数分析例（車両定置）

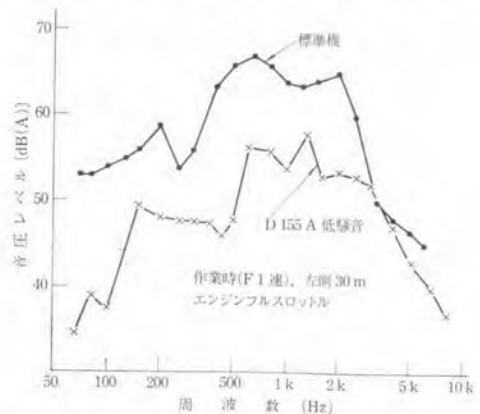
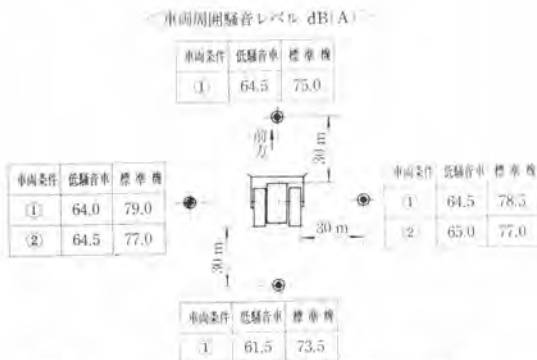


図-8 低騒音ブルドーザの周波数分析例（作業時）



車両条件 ① ……車両定置（ミッションN、機関ハイアイドル時）  
 ② ……掘削、押し実作業（F<sub>1</sub>、F<sub>2</sub>、機関フルスロットル時）

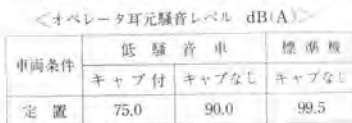


図-9 低騒音ブルドーザと標準車との騒音レベルの比較（周囲とオペレータ耳元）

前後の周波数分析結果を示したものである。いずれも全帯域にわたって大幅に低減している。

図-9、図-10 は標準車と低騒音ブルドーザとの周囲騒音（30m）とオペレータ耳元騒音レベルを示したものである。周囲騒音に対しては車両定置、実作業時ともに63～65 dB(A)となり、標準車より11～15 dB(A)低減し、オペレータ耳元騒音は75 dB(A)（キャビン付）となり、所期の低減目標を達成できた。

なお、作業性能、ヒートバランスも標準車とほぼ同等のテスト結果を得ている。写真-4 に低騒音ブルドーザの外観を示す。

（2）今後の課題

低騒音ブルドーザを開発した結果より今後の課題を列記してみる。

- ① 高速で走行したときのパワーライン（トランスミッション、ベベルギヤなど）騒音の低減
- ② ヒートバランスの改善（冷却効率の改善、吸遮音構造の最適化）
- ③ 整備性の改善（整備点検個所の集中化、メンテナンスフリー化）
- ④ 足回り緩衝ゴムの耐久性向上



写真-4 D155A 低騒音ブルドーザ

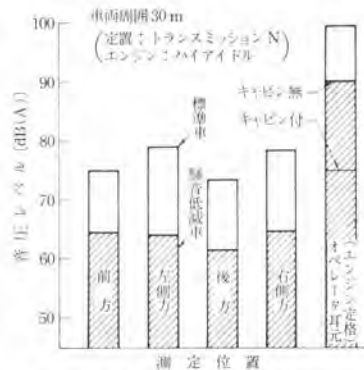


図-10 低騒音ブルドーザの騒音レベル

6. あとがき

低騒音ブルドーザについて、D155A の対策例を中心に述べた。現在の技術ではエンジンなどの騒音に吸遮音対策がもっとも効果的な方法であるが、ヒートバランスや整備性に悪影響を及ぼすので、これらの改善を図る必要がある。騒音の恒久的対策としては、音源を改善することであり、今後の重要な課題である。環境保全に対する社会的要求はますます強まるものと考えられるので、ブルドーザなど建設機械の低騒音化に努力し、ユーザや周囲住民に喜んで受入れられるようにしたい。

参考文献

- 1) 中田：「低騒音車両の研究（第1報）」“小松技報”第21巻・第3号（1975）
- 2) 酒井宏他3名：「ラジエータファンの騒音」自動車技術学術講演会前刷集 No. 741
- 3) 児島利充：「自動車用冷却ファン騒音の解析」自動車技術学術講演会前刷集 No. 732

# 油圧ショベルの騒音対策 <その1> 日立建機

佐藤 征之\*

## 1. まえがき

住みよい環境を作るため騒音公害は極力少なくする必要があり、市街地における建設騒音も例外ではない。建設騒音の中では、建設機械による施工の際の騒音がその大きな部分を占めており、直接の騒音源としては機械内部から出る施工時の運転音と、掘削、放土、走行、せん孔、くい打ちなど地球や諸材料との接触、加工によって生ずる作業音とがある。建設現場では多種多様の機械が稼働し、各種の騒音が入り乱れて発生しているが、ここでは特に油圧ショベルを採り上げ、その大きな騒音源である機械自身の運転音関係の低減法について述べる。

油圧ショベル作業の法的規制値は、東京都の条例では工事現場境界線から30mの地点で75dB(A)以下となっている。しかし、この値を満足していても、状況によっては付近住民の苦情を招き、作業時間が制限され、工期が延期される場合もあり、最悪の場合は工事を中止せざるを得なくなる。ひいては、これらが工事単価の上昇にもなる。したがって、いまや機械の低騒音化が建設工事の効率的施工に果たす役割は大きく、建設機械メーカーとしても大きな課題であり、現在各メーカーでも機械の低騒音化に対して種々の研究開発を実施している。

当社もこの観点から建設省、東京ガスその他関係各官公庁、ユーザ各位のご指導を得て30mにおける騒音レベル60dB(A)以下を目標とした低騒音油圧ショベルUH04SS(バケット容量0.4m<sup>3</sup>)の開発を行なった。現在、東京都内の市街地におけるガス管敷設工事の夜間作業などに数台が稼働し、好評を得ており、さらに急ピッチでその需要が拡がりつつある。以下、このUH04SS開発にあたって特に留意した点を中心にその要点に

ついて述べることにする。

## 2. 油圧ショベルの騒音源

図-1に油圧ショベルの騒音源を示す。これらをその伝播経路によって分類すると表-1のようになる。表中の空気伝播音のレベルを30mに換算した値を図示すると図-2のようになる。油圧ショベル全体の騒音を60dB(A)以下にするには音の合成を考慮して各々の騒音を55dB(A)以下にする必要がある。

## 3. 空気伝播音の低減法

### (1) エンジン本体音・ファン音

エンジン騒音低減の研究はエンジンメーカー各社、大学等で組織的に行われているが、大体同じような結論を出している。それは、エンジン本体音を当社が望んでいる20dB低減することは不可能で、最大の努力を払っても、すでに完成したエンジンに対しては2~4dB、大幅なモディフィケーションを行なったとしてもせいぜい10dBぐらいである。

ファン騒音については、経験的に次式が求められている。

$$N = 50 \log(nD) - 59 \text{ (dB)} \dots\dots\dots (1)$$

$n$ : ファン回転速度 (rpm)

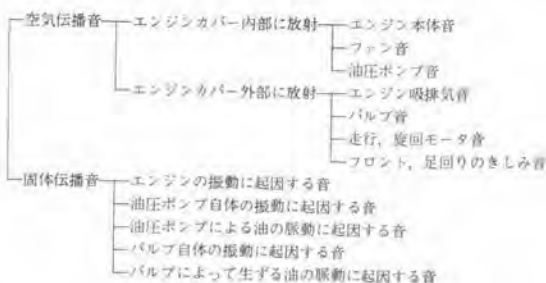
$D$ : ファン径 (m)

また、ファンの風量  $Q$  は

$$Q \propto D^3 n \dots\dots\dots (2)$$

で表わされる。したがって、定性的にいうと、ヒートパ

表-1 騒音伝播経路分類



\* 日立建機(株)土浦工場研究部技師



ランスを一定にするため  $Q$  を一定にすると、ファン騒音低減のためには回転速度を小さくしてファン径を大きくした方が有利であることがわかる。しかし実際には流体力学的に低騒音なファンができたとしても、ラジエータファンのびびり音等が生じ、ファン・ラジエータ系として騒音を発することにもなる。このファン・ラジエータ系についていろいろな実験を行い、最適な組合せを選んだが、騒音低減量は 5 dB(A) 程度であった。

以上のようにエンジン本体、ファン各々単体の大幅な騒音低減は非常に困難であるが、エンジン本体とファンをカバーで完全に密閉することによって、大幅な騒音低減が可能である。その際、冷却空気の出入口には吸音ダクトが必要である。

図-3 にエンジン、ファンを完全密閉した場合のファン側 7 m における騒音レベルを示す。約 20 dB(A) の低減である。

(2) エンジン吸排気音

吸気音に関しては空気吸込口を上記エンジン密閉カバー内に入れることにより解決される。排気音に関しては図-2 より 33 dB(A) の低減が必要であるが、現在一般に用いられているマフラーの騒音低減量は約 20 dB(A) 程度である。マフラーの騒音低減量はその容積を受けるので、33 dB(A) 低減するにはその容積を現在のものよりかなり大きくする必要がある。図-4 に現在のマフ

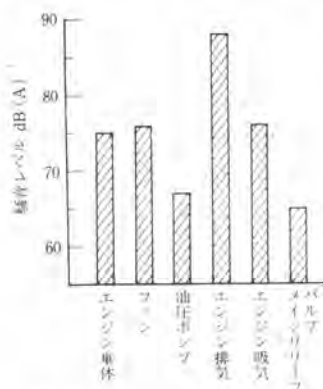


図-2 空気伝播音の騒音レベル (測定点 30 m)

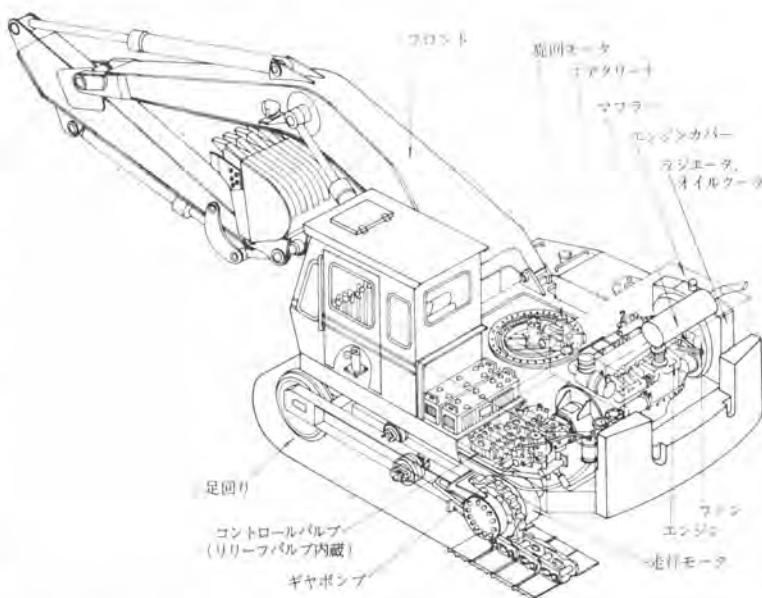


図-1 油圧ショベルの騒音源

ラのみの場合と高性能マフラーをシリーズに 2 個連結した場合のそれぞれの騒音低減量を示す。約 12 dB(A) 低減できている。

(3) 油圧ポンプ

ギヤポンプの騒音発生の原因とその対策を表-2<sup>1)</sup> に示す。表に示す対策の中で、油圧ポンプ使用上可能な対策はキャピテーション防止である。表のような対策をすべて行くと 10 dB(A) 程度の低減は可能であり、実際にこのような低騒音型ポンプは市販されている。

一般的に油圧ショベルにおいてはエンジンと油圧ポンプが直列一体に組込まれている場合が多いので、(1) で述べたように、エンジンを完全密閉すると油圧ポンプも密閉されることになり、特に低騒音型油圧ポンプを使用する必要はない。

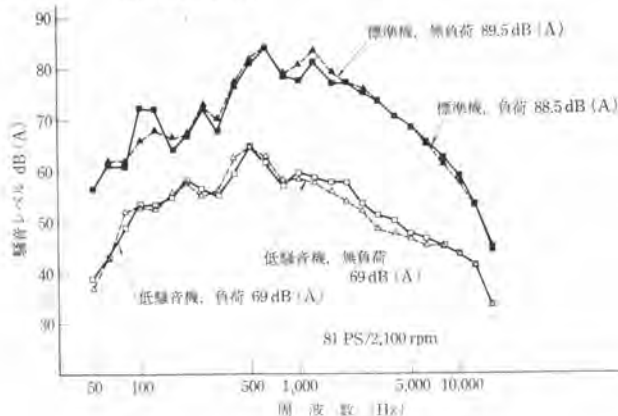


図-3 エンジン、ファンを完全密閉したときの騒音レベル (測定点: ファン側 7 m)



(4) バルブ音

油圧ショベルには種々のバルブが使用されているが、問題になるのはメインリリーフバルブである。図-5に現用リリーフバルブの騒音測定例を示す。また、図-6に圧力、流量による騒音の変化を示す。

他の二、三の例でもそうであったが、5,000~10,000 Hz にピークが生じている。これは弁ポート前後の差圧により油流中にキャビテーションが生じ発する周波数成分である。これらの対策としては弁ポート前後の差圧を小さくすることが重要であり、次の二つが考えられる。

① バルブポート部の構造を変えて急激な圧力変化をなくす。

② バルブに背圧を加えて圧力差を減ずる。

①に関しては、各油圧機器メーカーで研究し、すでに低騒音型リリーフバルブとして販売されている。図-7に3社の低騒音型リリーフバルブの騒音レベルの比較を示す。図-5の現用リリーフバルブに比べ10~12 dB(A)低く、全周波数にわたって低減されている。

②に関しては配管設計の際考慮する必要があるが、当然のことながら背圧は配管ロスとも関係するので極端に大きくはできない。図-8に背圧と騒音の関係を示す。この図より流量によらず背圧10 kg/cm<sup>2</sup>までが効果的であることがわかる。また、騒音低減量を周波数特性で見ると図-9のようになるが、背圧の上昇につれて5,000~10,000 Hzの成分の減少が著しい。

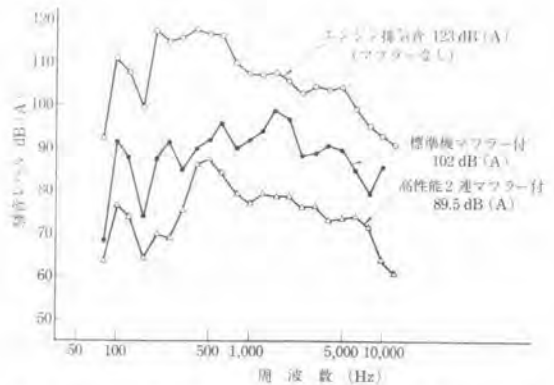


図-4 マフラの騒音低減量(測定点: マフラ 45° 方向 50 cm)

4. 固体伝播音の低減法

図-10にエンジン本体、ファン、油圧ポンプをエンジンカバーで密閉し、排気音に対しては高性能マフラを装着し、低騒音リリーフバルブを用いて空気伝播音を低減した場合の全体の騒音レベルを示す。上記騒音の中でエンジン本体音、ファン音はエンジンに負荷してもほとんど変わらず、また、リリーフ音もエンジン本体音に比べ十分低くできたと考えると、図-10中で、負荷したときに急に騒音レベルが上昇しているのは固体伝播音と考えることができる。

表-2 ギヤポンプの騒音の原因とその対策方法

原 因	対 策 と 効 果
① 吐出圧力の脈動	吐出量の脈動に基づく吐出圧力の脈動によって機器が励振される。 ①歯数を多くすれば駆動率は小さくなるが、同一押除け容積に対してポンプが大型になるのであまり効果がない。 ②内接かみ合いにすることによって駆動率が非常に小さくなるので騒音もかなり低減する。
	閉込部の圧力上昇 ①閉込部の異常な圧力上昇による騒音は逃げ溝を設けることによって解決する。 ②歯車の転位によって閉込みが起らないようにする。 ③連続的に1点で接触する歯形の採用によって閉込みが起らないようにする。
② 圧力の急変	歯溝内の油の圧力が吐出口において急激に上昇する。 ①歯先すき間または歯車側面すき間の大きさを適当にすることによって吸込圧力から吐出圧力への圧力上昇をゆるやかにすれば騒音が起りにくい。圧力上昇をゆるやかにするために導油孔または溝を設けるのもよい。 ②吸込圧力から吐出圧力への圧力上昇があまり短期間に行われると騒音が大きくなるから周速度が大きすぎないようにする。すなわち、押除け容積一定の場合モジュールを小さくして歯幅を大きくした方がよい。また、押除け容積を大きくして回転速度を小さくするのがよい。
	歯車の周速度が大きすぎるとキャビテーションが発生し、気泡が歯溝に入ったまま吐出口に送られ、気泡がつぶれるときに騒音が発生する。 ①歯車の周速度をキャビテーション発生限界以下にする。油の粘度が大きいほど限界周速度は小さい。 ②ポンプの吸込口を広くすると歯溝内に油が流入する時間が長くなり、歯溝が油で満たされやすい。
③ キャビテーション	吸込管路の抵抗が大きい。 ①吸込管はできるだけ太く短くし、曲り部を少なくするのがよい。またタンクフィルタの目詰りによる圧力損失の増加にも注意する必要がある。
	吸込管に流入する油に気泡が混入している。 ①油タンク内の油に気泡が混入しないようにし、混入した気泡は吸込管に入る前に浮上あるいは分離させる。タンク内の流路に60メッシュ程度の金網を張るのもよい。また、吸込管路の継手部からの空気の混入がないようにしなければならぬ。
そ の 他	歯車の精度不良による振動・騒音 ①歯車のかみ合いによる振動、騒音は歯車の加工精度の向上により改善される。DIN 6~7級がよい。 ②歯車騒音は周速度、接線力の増加とともに大きくなるが、歯形誤差の大きい歯車を軽荷重で運転するとき、共振点近くで歯面の分離が生じて騒音が大きくなる。
	歯車に作用する力の不平衡 ①歯車のラジアル方向ならびにアキシヤル方向の力の平衡によって歯車の振動が抑制される。
軸受の騒音	①ころがり軸受が騒音の原因となることがあるから、使用する軸受の騒音特性をよく調べておく必要がある。一般にすべり軸受はころがり軸受より騒音が少ない。

固体伝播音の原因となるのは振動である。根本的な解決法は各機器の振動自体を減少させることであるが、これは各機器の騒音を低減するのと同じく困難である場合が多い。

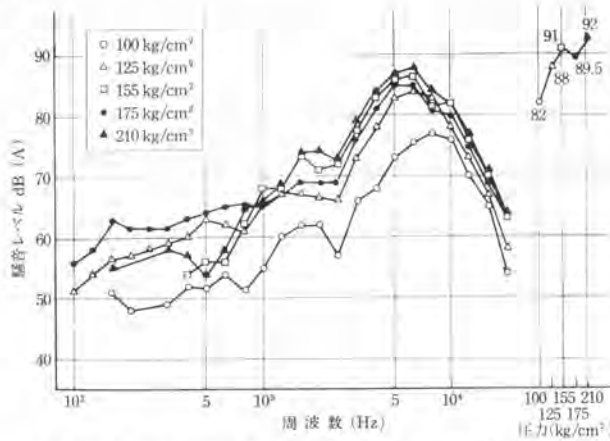


図-5 現用リーフバルブ騒音の周波数分析(測定点 10 cm)

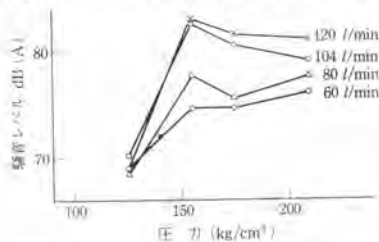


図-6 現用リーフバルブ騒音に対する流量、圧力の影響(測定点 10 cm)

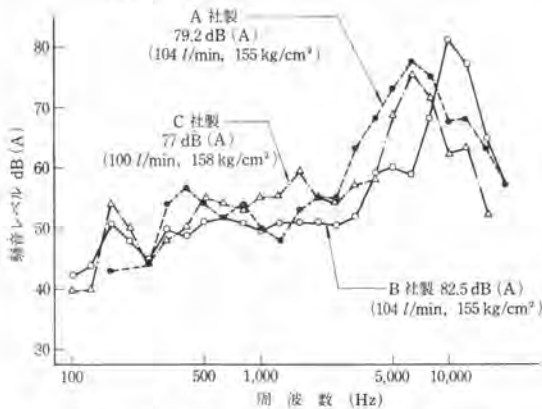


図-7 低騒音バルブの騒音レベル(測定点 10 cm)

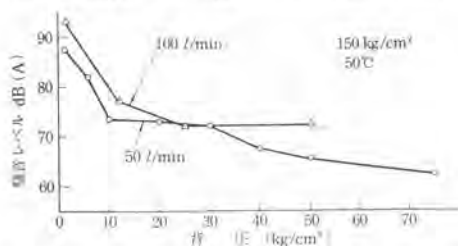


図-8 リーフバルブ騒音に及ぼす背圧の影響(測定点 10 cm)

エンジンの振動についてはエンジンがフレームに防振支持されているので問題にはならない。また、油圧ポンプ自体の振動もエンジンと一体に組込まれているということで問題にはならない。最も問題となるのは油圧ポンプによる油の脈動である。この脈動が油圧シヨベルに配管されている多数のパイプ、ホース、各機器を振動させる。

これらの対策を行うには、まず振動(脈動)と騒音との関係を明らかにする必要がある。図-11 にコンピュータによるコヒーレンス解析法による騒音と油圧ポンプの脈動の相関関係測定の一例を示す。これは運転室内の騒音とポンプの脈動との関係を調べたもので、1,700 Hz、2,100 Hz の成分はポンプ脈動の4次、5次と一致し、運転室内騒音に対してかなり高い寄与度を示していることがわかる。

次にこれらの具体的な対策法として次の3方法が挙げられる。

- ① 油圧ポンプ出口に油圧マフラを取付け、脈動の減衰を計る。
- ② 配管を固定する際、防振支持する。
- ③ できるだけ鋼製パイプをやめ、弾性のあるゴムホース配管とする。かつ、十分な長さのゴムホースとする。

図-12 にギヤポンプとプランジャポンプの脈動圧力と、ポンプ出口にマフラを入れた場合の脈動圧力との比較を示す。ポンプの脈動圧力はポンプ吐出圧力、流量によって多少変化するが、ポンプ形式によって大きな差がある。図ではプランジャポンプの場合、脈動圧力は 50 kg/cm<sup>2</sup> にもなるが、ギヤポンプでは 2 kg/cm<sup>2</sup> 程度しかない。ギヤポンプの場合、マフラを取付けることにより脈動圧力はほとんどなくなっている。また、プランジャポンプも約 1/4 に減少している。

油圧マフラは原理的に分類すると膨張型、共鳴型、抵抗型に分類されるが、共鳴型は減衰させる周波数範囲が狭いため、油圧ポンプの回転数が常時変化するシヨベルには不適当である。抵抗型も背圧との関係があり、ポンプ性能を悪くする可能性もあるので、膨張型が最適である。図-13 に油圧配管をフレームに固定する場合と、壁を突抜ける場合の防振方法を示す。

次に2個の固定された機器の間を配管するとき、配管中の油の脈動を配管自身が吸収できない場合は両端の機器が脈動の周波数で振動させられる。配管材として、①鋼製パイプ、②短いゴムホース、③長いゴムホースを用いた場合の

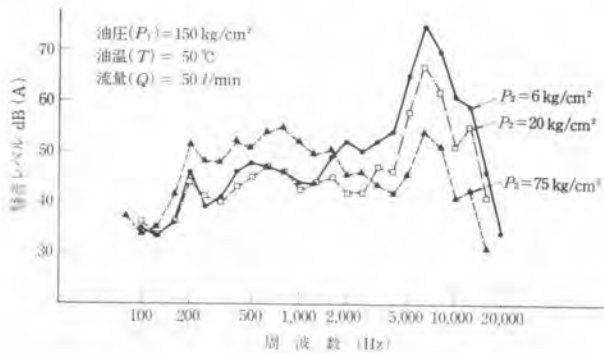


図-9 背圧(2次圧)と騒音の関係(測定点 10 cm)

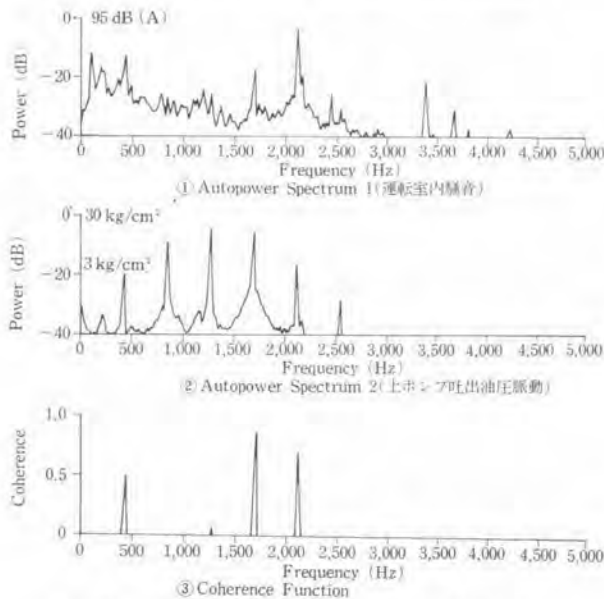


図-11 コヒーレンス関数解析法によるポンプ脈動と騒音

周囲騒音を 図-14 に示す。鋼パイプと長さを十分にどったゴムホースでは 10 dB(A) も差が生じている。しかし、油圧ショベルのように狭いスペースの内をゴムホース、パイプが入り組んでいるものはすべてをゴムホースに変えたり、まして十分な長さを取ることは不可能に近

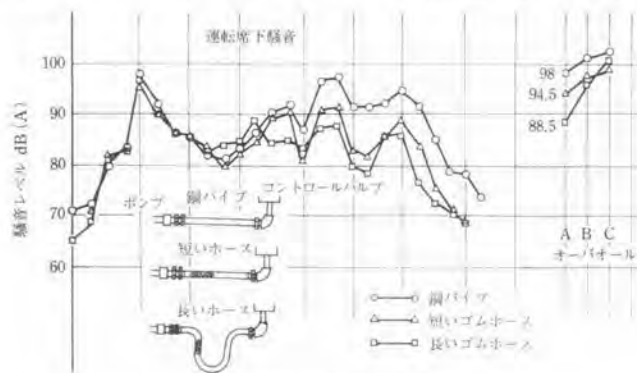


図-14 配管の種類による騒音の差

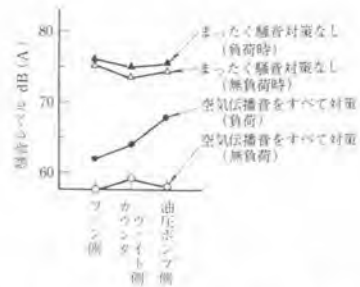


図-10 固体伝播音を対策しない場合の騒音(測定点 30 m)

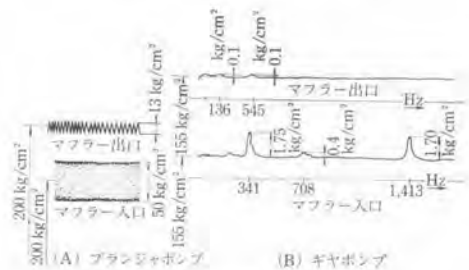


図-12 油圧マフラの脈動減衰効果

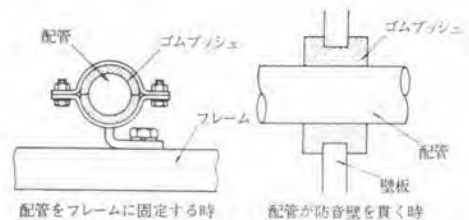


図-13 配管の防振方法

い。したがって、上述①～③を適当に組合せて用いることになる。

以上述べてきたように空気伝播音、固体伝播音を十分対策した日立 UH 04 SS 低騒音型油圧ショベルの外観を写真-1 に示し、その周囲騒音を 図-15 に示す。

空気伝播音のみを対策した機械では、全体の騒音低減量にも限度があり、特に固体伝播音の影響の大きい運転室内騒音はほとんど減少しないが、本機では運転室内騒音も標準機に比べ 13.5 dB(A) も減少して 76 dB(A) となっており、運転中に外部との合図が普通の会話で可能である。また、周囲騒音も 59 dB(A) であり、目標値を満足している。

### 5. あとがき

油圧ショベルの騒音低減法について述べた



図-15 低騒音型 UH 04 SS の周囲騒音

が、エンジンメーカ、油圧機器メーカ等の協力により各構成部品の単体音の低減に努めるとともに、カバーによるエンジン等の完全密閉、防振支持、配管方法等を十分検討することにより油圧ショベルオーバーオールとしての騒音低減は可能となった。

今回は触れなかったが、フロント、足回りのきしみ音対策、掘削積込時の作業騒音の低減化等については今後の課題である。

当社は他機種にもこれらの技術を応用して騒音性能の改善された各種機械を製作しているが、より一層の技術向上に努力するつもりであり、今後とも関係各位のご指導ご協力をお願いしたい。



写真-1 UH 04 SS 低騒音型油圧ショベル

なお、いままで述べてきた騒音低減のための製造コストについてはメーカとしてもその低廉化に今後とも努力するが、在来の標準機に対して、ある程度の価格アップはいなめない。しかし、建設省の「建設工事に伴う騒音振動対策技術指針」でも指導いただいているように、施工経費の若干の増額はあっても、生活環境の保全と円滑な工事施工を図るためにこの種低騒音型機械の普及を図り、低公害化への方向を強く推進されるよう、発注者、施工業者の格段のご尽力を賜りたい。

#### 参考文献

- 1) 油圧機器騒音文集集 (第2報)・日本油空圧協会・2-2

新刊図書案内

## 橋梁架設工事の手引き

<上巻> 調査編・計画編 <下巻> 施工編

<上巻> B5判 232頁 3,500円(会員 3,150円) 千300円

<下巻> B5判 144頁 2,500円(会員 2,250円) 千300円

□ 申込先 □ 社団法人 日本建設機械化協会

東京都港区芝公園3丁目5番8号機械振興会館内  
電話 東京(433)1501 振替口座東京 7-71122 番

## 油圧ショベルの騒音対策 &lt;その2&gt; 三菱重工業

伊川悦男\*

長尾活雄\*\*

## 1. まえがき

近年、土木建設工事に使用される油圧ショベルの割合が増加するにつれ、油圧ショベルの持つ特質上、市街地等の住宅密集地内にも広く用いられるようになり、それと同時にショベルから発生する騒音がクローズアップされてきた。

建設工事作業中に発生する騒音に関しては騒音規制法あるいは各地方自治体の条例で法的に規制されている。油圧ショベルから発生する騒音については騒音規制法の対象外ではあるが、各地方自治体の条例で規制を受け、例えば、東京都公害防止条例では、作業敷地境界線から30m地点で75dB(A)以下に規制されている。また、法規制とは関係なく、作業現場付近住民の苦情等により今後ますます制約を受けることが予想される。それに伴い施工主側からは低騒音型油圧ショベルの開発が切望され、日を追ってその要求度合が高まってきている。

このような状況のもとに当社では以前から公害対策機の開発に積極的に取組んでおり、現在豊富なバリエーションを用意している。

## 2. 騒音公害対策機の概要

三菱油圧ショベルの騒音公害対策機には標準型のMS 110をベースマシンとして、MS 110 S 騒音対策型、特殊環境向け電動式MS 110 Eに、今回開発したMS 110 SS 低騒音型を加え、いかなる作業現場の状況にも対応できる体制を整えている。

表-1に上記騒音公害対策機の特徴と用途を、表-2

\* 三菱重工業(株)明石製作所パワーショベル技術部計画課  
\*\* 三菱重工業(株)明石製作所パワーショベル技術部実験研究課

にベースマシンMS 110の主要仕様を、図-1にそれらの騒音レベル比較を示す。

以下、MS 110 SS 低騒音型の開発概要を述べる。

## 3. 油圧ショベル騒音の実態

## (1) 試験要領

開発にあたり実施した騒音試験は次の要領に従った。

## (a) 試験条件

- ① エンジン負荷：燃料制御レバーをフルスロットル状態とし、1/2負荷とした(油圧ポンプの片側をリリーフ状態)。
- ② 計測位置：車体の旋回中心を原点に前後左右の4方向で7.5m、15m、30mの地点で高さ1.2mにおいて計測

## (b) 計測および分析方法

図-2に示す計測および分析方法のブロック図に従っ

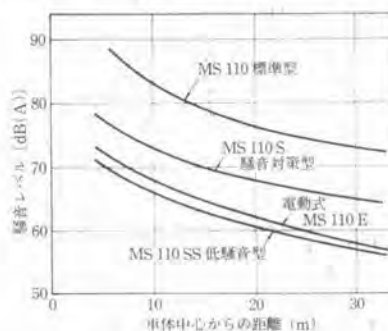


図-1 騒音公害防止機の騒音レベル

表-1 騒音公害対策機の特徴と用途

機種	MS 110S 騒音対策型	MS 110SS 低騒音型	電動式 MS 110E
項目	密閉型鋼板製エンジンカバーを用い内部を吸音処理 マフラーは防音用大型マフラーを装着	二重壁をもつ完全密閉型鋼板製エンジンカバーを用い内部を吸音処理 マフラーは標準と防音用大型マフラーの2連シリーズタイプを装着	エンジンに替えて三相誘導電動機(40kW、200/220V)を搭載 下部走行体より電源を供給し、スリップリングを介して電動機を駆動
特徴			
用途	一般低騒音工事用	超低騒音工事用 (深夜工事、住宅密集地)	トンネル工事、ケーソン工事等の密閉環境内作業

騒音試験場（暗騒音 40 dB(A) 以下）において騒音レベルの読取りと磁気録音器に収録を行い、研究室で収録データの 1/1, 1/3 オクターブバンド周波数分析を実施した。

## (2) 標準型の騒音レベルとそのバラツキ

騒音対策を実施するに先立ち、標準型の騒音レベルとそのバラツキ程度を把握するため工場出荷機の中から数台を任意に抽出し、計測を実施した。計測に際しては、騒音レベルに影響を及ぼす外的要因を極力防止するため計測条件（測定場所、風向、計測器等）と機械の運転条件（負荷、油温、姿勢等）を同一に保持するよう留意した。

表-3 に標準型の騒音レベルと平均バラツキレベルを示す。これより、車体中心から 30 m 地点での最大騒音レベルは 73 dB(A) で、その平均バラツキ量は 0.8~1.6 dB(A) であり、代表号機を選出して低騒音化を図ってもその対策は十分評価できると考えられる。

## (3) 騒音源寄与度

油圧ショベルの騒音源は、①排気騒音、②冷却系騒音（ファン音、ラジエータを通過する空気騒音）、③油圧系騒音（油圧機器、配管等）、④エンジン本体騒音に大別できる。図-3 に実機計測から求めた車体中心より 30 m 地点での MS 110 騒音源寄与度を示す。

表-2 MS 110 主要仕様

バケット容量		0.3~0.5m <sup>3</sup>
機械重量		10,600kg
輸送姿勢	全長	7,020mm
	全幅	2,400mm
	全高	2,590mm
エンジン	名称・型式	三菱ディーゼル 6DS 70C
	出力/回転数	79 PS/1,800 rpm
作業範囲	最大掘削深さ	4,210mm
	最大掘削半径	7,230mm
	最大ダンプ高さ	4,730mm
	最大掘削高さ	6,460mm

表-3 標準型の騒音レベルとそのバラツキ

方向	車体中心からの距離 (m)	騒音レベル	平均
			バラツキ値
前方	7.5	77.5~79	1.2
	15	71~72.5	
	30	67~67.5	
後方	7.5	85.5	0.8
	15	77.5~78.5	
	30	72~73	
左方	7.5	78~79.5	1.6
	15	73~74.5	
	30	66~69	
右方	7.5	83.5~86	1.0
	15	78	
	30	71~71.5	

(注) 負荷条件→燃料エコーアルシロッドで 1/2 負荷時

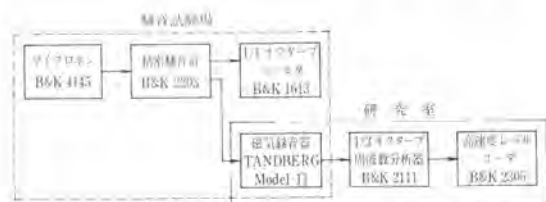


図-2 計測および分析方法

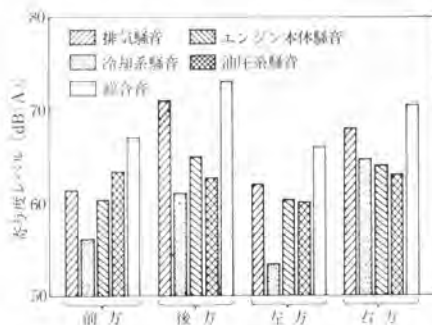


図-3 車体周囲 30 m 地点の騒音源寄与度

車体周辺騒音の寄与度としては、エンジン関係の騒音が大きくなウェイトを占めており、これを重点に対策を進めることとした。

騒音源を直接低減する方法として、冷却系騒音に関しては低回転でファンを駆動させることや、不等ピッチファンの採用、シュラウド形状変更等があり、また、エンジン本体騒音に関しては、燃焼音や機械音の低減、エンジン本体の剛性変更、さらには近接エンクロージャ方式等があり、これらは目下研究中で、一部実用化に移ったものもあるが、実機に適用するにはまだ時間が必要である。

したがって、最も簡単で効果のある対策と考えられるエンクロージャ方式を採用し、騒音源を包込むことにより騒音低減を図った。また、高い寄与度をもつ排気騒音についても 2 本のマフラをシリーズにつないで低減を図るとともに、マフラ本体をエンクロージャ内に格納することにした。

一方、油圧系騒音に関しては騒音レベル自体は比較的小さく、総合音として聞いた場合でも他の音にマスキングされて耳につかないが、騒音対策を実施し、エンジン関係の騒音を低減すれば油圧系騒音が比較的大きな寄与度を占めることが考えられ、これに関しても可能な対策を行うこととした。

## 4. 低騒音目標値の設定と対策内容

### (1) 低騒音目標値

諸外国において油圧ショベルの騒音規制が最も厳しいのはフランスで、現在車体表面から 7 m の地点で 80 dB



表一4 各音源の低減目標値(30m地点)

〔単位: dB(A)〕

方向	騒音源名称	音圧レベル	目標値	減音量	騒音レベル
後方	排気騒音	71		-18	53
	冷却系騒音	61		-13	48
	油圧系騒音	62.5		-13	49.5
	エンジン本体騒音	65		-13	52
	総合音	73	57	-16	57
右方	排気騒音	68		-16	52
	冷却系騒音	64.5		-13	51.5
	油圧系騒音	62		-13	49
	エンジン本体騒音	64		-13	51
	総合音	71	57	-14	57

(注) 前方と左方については騒音レベルが小さいので省略する。

(A) (30m で 68 dB(A) 相当) 以下であるが、近い将来にはこれが 70 dB(A) (30m で 58 dB(A) 相当) 以下に規制強化される予測もある。したがって、低騒音型の目標値としては、これら諸外国における規制動向を考慮し、車体中心から 30m 地点において 57 dB(A) 以下を設定した。これに基づき 30m 地点での各音源の必要減音量を表一4 に示す。

(2) 騒音対策内容

(a) 排気騒音

標準型マフラより約 18 dB(A) 低いレベルのものを開発の要があるが、マフラ 1 本で目標値を満足することは技術的に可能であっても大型となり、車載の点で問題がある。したがって、背圧が許容でき得る範囲内でマフラをシリーズに 2 本接続したタイプを採用した。

一方、マフラ本体から透過してくる音も無視できないレベルであり、これに関してはマフラをエンクロージャ内部に収納して防止した。この場合、マフラからの放熱によりエンクロージャ内部が高温にさらされることになるので、これを防止するためにマフラ外周を二重構造とし、中間部に断熱材を充填することとした。

(b) 冷却系騒音

ファンを効率よく作動させるためラジエータとファンの関係位置を最適状態にし、同時にシユラウドの形状を改良したものを用了。

一方、ファンに関しては、高圧力においても必要風量が確保できるものをベンチテストで確認し、採用した。このファンは標準タイプより数デシベル騒音が高いが、消音ダクト等の設計を的確に行うことにより、これら冷却系騒音の減音量は十分達成可能なものとしてできた。

(c) 油圧系騒音

油圧系騒音に関しては、比較的そのレベルが小さいのと、仕様に合致した低騒音タイプの油圧機器が少ないことなどから、原則として油圧機器に対しては対策を実施

せず、標準型と同一部品を使用した。ただし、油圧ポンプの脈動に起因する 2 次固体音に対しては配管系を工夫して脈動の影響を減少し、また、配管を含めた油圧システムをエンクローズして騒音の低減を図った。

油圧系騒音の構成周波数は比較的高周波帯域の成分が多いため、エンクローズすることにより比較的容易に低減可能であるが、振動によるキャブ内への固体音の流入には注意を要する。

(d) エンジン本体騒音

エンジンを独立したエンジンルームに格納し、低減を図った。エンクロージャは冷却空気用の消音ダクトを内蔵した二重壁構造とし、内面に吸音材を取付けた流通空気の迷路を形成しているが、必要最少限のドアを設けて整備性を確保した。

(3) 冷却性能の確保

低騒音型の成功の可否は完全なエンクロージャによる騒音低減と同時に、パワーユニットのオーバーヒートをいかに防止するかにある。これに関しては、主眼を必要風量の確保と熱風の逆流を防止する点において対策を検討した。

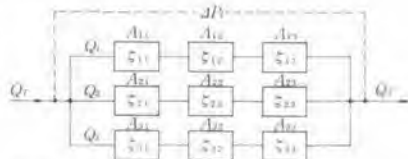
必要風量の確保については後述 5 章で詳細に述べるが、入念なベンチ試験を行なって適切なファンと流路を検討した。

一方、ラジエータ前後面の圧力差はかなり高い値(5 章(1)参照)となるので、ラジエータを通過した熱風が再循環して冷却性能が低下しないようラジエータ周辺を完全にシールできる構造とした。

5. 基礎検討

(1) エンクロージャ圧力損失の検討

エンジン冷却空気のエンクロージャ内部における流通抵抗を検討することはファン性能を決めるうえで重要であり、エンクロージャの設計前にこの圧力損失を理論計算により推定した。また、冷却空気通路の形状および断面面積の選定にあたっては、圧力損失と騒音低減とが相反することなので、両者の要求値を満足する点を見出すようにした。



$Q_1, Q_2, Q_3, Q_4$  : 風量 (m<sup>3</sup>/sec)  
 $S_{11} \dots S_{33}$  : 各要素の圧力損失係数  
 $A_{11} \dots A_{33}$  : 要素の断面積 (m<sup>2</sup>)  
 $\Delta P$  : 入口から出口までの全圧力損失 (mmAq)

図一4 エンクロージャ抵抗要素の近似モデル

いま、図-4 に示す抵抗要素の組合せでエンクロージャが構成されているものと考え、圧力損失係数 $\zeta$ と風量 $Q$ 、圧力損失 $\Delta P_L$ の関係式は(1)式で表わされる。

$$\begin{aligned} \Delta P_L &= \frac{\gamma}{2g} \left\{ \zeta_{11} \left( \frac{Q_1}{A_{11}} \right)^2 + \zeta_{12} \left( \frac{Q_1}{A_{12}} \right)^2 + \zeta_{13} \left( \frac{Q_1}{A_{13}} \right)^2 \right\} \\ &= \frac{\gamma}{2g} \left\{ \zeta_{21} \left( \frac{Q_2}{A_{21}} \right)^2 + \zeta_{22} \left( \frac{Q_2}{A_{22}} \right)^2 + \zeta_{23} \left( \frac{Q_2}{A_{23}} \right)^2 \right\} \\ &= \frac{\gamma}{2g} \left\{ \zeta_{31} \left( \frac{Q_3}{A_{31}} \right)^2 + \zeta_{32} \left( \frac{Q_3}{A_{32}} \right)^2 + \zeta_{33} \left( \frac{Q_3}{A_{33}} \right)^2 \right\} \end{aligned} \quad \dots\dots(1)$$

また、

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 \quad \dots\dots(2)$$

ここで、

$$\left. \begin{aligned} \frac{\zeta_{11}}{(A_{11})^2} + \frac{\zeta_{12}}{(A_{12})^2} + \frac{\zeta_{13}}{(A_{13})^2} &= K_1 \\ \frac{\zeta_{21}}{(A_{21})^2} + \frac{\zeta_{22}}{(A_{22})^2} + \frac{\zeta_{23}}{(A_{23})^2} &= K_2 \\ \frac{\zeta_{31}}{(A_{31})^2} + \frac{\zeta_{32}}{(A_{32})^2} + \frac{\zeta_{33}}{(A_{33})^2} &= K_3 \end{aligned} \right\} \dots\dots(3)$$

と置けば、(1)式は次のようになる。

$$\Delta P_L = \frac{\gamma}{2g} K^* Q_T^2 \quad \dots\dots(4)$$

ここで、

$$K^* = \frac{1}{\left( \frac{1}{\sqrt{K_1}} + \frac{1}{\sqrt{K_2}} + \frac{1}{\sqrt{K_3}} \right)^2}$$

これより、

$$\left. \begin{aligned} Q_1 &= \left( \frac{K^*}{K_1} \right)^{1/2} Q_T \\ Q_2 &= \left( \frac{K^*}{K_2} \right)^{1/2} Q_T \\ Q_3 &= \left( \frac{K^*}{K_3} \right)^{1/2} Q_T \end{aligned} \right\} \dots\dots(5)$$

以上の式に実機の性能、構造に即して予想した数値をそれぞれ代入して求めたエンクロージャ内部の圧力損失と各吸・排気口の通過風量の計算結果を表-5に示す。

表中の圧力損失は吸込空気量を 150 m<sup>3</sup>/min とした場合、約 56 mmAq となるが、エンクロージャ全体の圧力損失はラジエータや作動油クーラのコアによる圧力損失とエンジン周囲を空気が通過する際に生ずる圧力損失に上述の 56 mmAq を加えたものとなるので、これに見合うファンを選定する必要がある。また、冷却空気吸込口

表-5 エンクロージャの圧力損失計算結果

風路	項目			
	風路	圧 損 (mmAq)	流 量 (m <sup>3</sup> /sec)	流 速 (m/sec)
吸 込 側	風路 1	6.7	0.62	10.6
	風路 2		0.62	10.6
	風路 3		1.27	12.8
吐 出 側	風路 1	49	1.49	16.4
	風路 2		0.89	13.7
	風路 3		0.62	11.9

側と排出側との圧力差(ラジエータ前後面の圧力差)は少なくとも 56 mmAq 以上排出側の方が高く、ラジエータ周囲のシールを完全にし、熱風の再循環を防止して冷却効率を向上する必要がある。

(2) 冷却性能確認試験

低騒音型の製作着手に先立ち、前項で推定したエンクロージャ内の圧力損失に基づいて選定したファン・ラジエータ、作動油クーラを組込んだ実機を利用したベンチ試験装置により冷却性能の確認試験を実施した。

この試験装置では実機に見込まれる風量と流路抵抗を与えて空気流れの抵抗とヒートバランスの関係につき実機にシミュレートさせた試験ができるようにした。この装置を用いて風量や流路抵抗の変化による流路内部の流れや作動油、冷却水等の温度の変化を計測し、ヒートバランスの確保に必要な流路を検討した。

図-5 に冷却性能試験結果を示す。エンクロージャの計算値圧力損失を与えたときの風量とその風量時の全圧力損失は、ファン性能曲線と全圧力損失曲線の交点Aで求められ、Q<sub>1</sub>(m<sup>3</sup>/min)、P<sub>1</sub>(mmAq)を得ることになる。このときのエンジン冷却水温度と作動油温度は使用範囲内に収まっており、オーバヒートしないことが確認された。

(3) 騒音レベルの予測計算

図-6 に示す解析モデルを考えて車体周囲 30 m 地点における騒音レベルの予測計算を行う。音源の音響出力

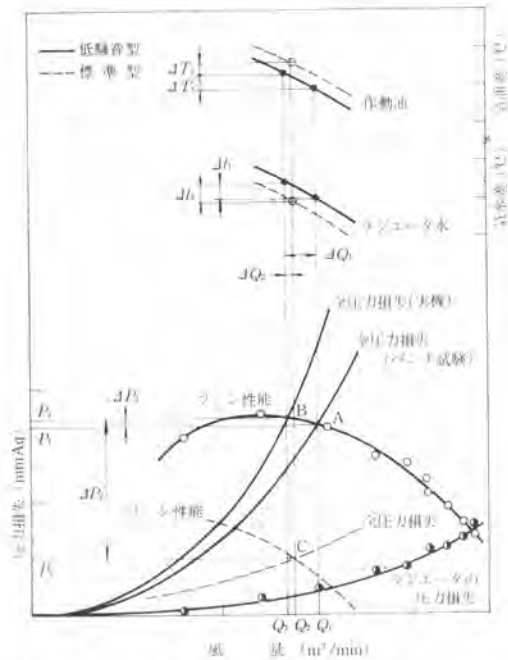


図-5 冷却性能曲線

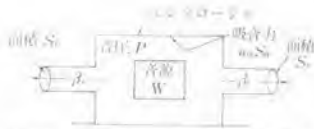


図-6 エンクロージャの解析モデル

を  $W$  (watt) とすれば、エンクロージャ内部の音圧  $p$  は (6) 式で表わされる。

$$p^2 = \frac{4W \cdot \rho \cdot C}{\alpha \cdot S} \quad (6)$$

$\rho$ : 空気密度  $C$ : 音速

ここに、

$$\alpha \cdot S = S_0 - \alpha_{a1} \cdot S_{a1} \quad (7)$$

であり、(7) 式の右辺第1項は開口部面積で、開口部から音のエネルギーが逃げて行くことによる吸音力を示し、第2項はエンクロージャ内部の吸音力を表わしている。

次に、開口部から外部に放散される音のエネルギーは (8) 式で表わすことができる。

$$W_r = I \cdot S_0 \cdot \beta = \frac{S_0 \cdot \beta \cdot p^2}{4 \rho \cdot C} \quad (8)$$

ここに、 $\beta$ : エンクロージャ内部から出口までのダクト/ベンドの透過係数

$$\text{減音量} = 10 \log \frac{1}{\beta}$$

(8) 式に (6) 式、(7) 式を代入し、(9) 式を得る。

$$W_r = \frac{S_0 \cdot \beta}{\alpha \cdot S} \cdot W = \frac{S_0 \cdot \beta}{S_0 + \alpha_{a1} \cdot S_{a1}} \cdot W \quad (9)$$

いま、標準型のエンジンカバーに符号1、低騒音型にしたときのエンクロージャに符号2をつけて表わせば、標準型と  $n$  個の開口部をもつ低騒音型とにおける放散エネルギー  $W_r$  の比は (10) 式で表わすことができる。

$$\frac{W_{r1}}{W_{r2}} = \frac{S_{01}}{S_{02}} \cdot \frac{S_{02}}{\sum_{i=1}^n S_{02}^{(i)} \cdot \beta_2^{(i)}} \cdot \frac{S_{02} + \alpha_{a2} \cdot S_{a2}}{S_{01} + \alpha_{a1} \cdot S_{a1}} \quad (10)$$

(10) 式をデシベル表示すると、(11) 式のように表わせる。

$$\begin{aligned} IL &= 10 \log \frac{W_{r1}}{W_{r2}} \\ &= 10 \log \frac{S_{01}}{S_{02}} + 10 \log \frac{S_{02}}{\sum_{i=1}^n S_{02}^{(i)} \cdot \beta_2^{(i)}} \end{aligned}$$

表-6 車体周囲騒音レベルの予測計算結果

項目	周波数 (Hz)								
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	A
開口部面積の減少による効果	11	11	11	11	11	11	11	11	—
吸音ダクト/ベンドによる効果	16	10	6	5	8	19	18	16	—
内部ビルドアップによる減少効果	-9	-8	-5	-2	-1	-1	-1	-1	—
総合減音量	18	13	12	14	18	29	28	26	—
標準型の平均値 (除排気音)	73	80	71	64	60	61	57	49	67
予測騒音 (除排気音)	55	67	59	50	42	32	29	23	56

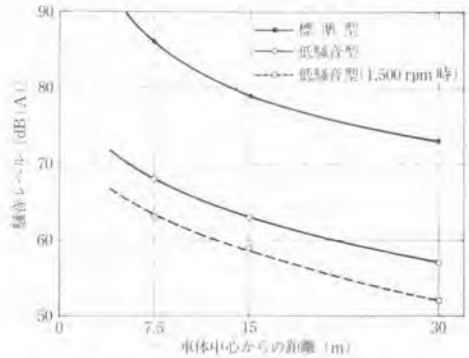


図-7 車体周囲騒音レベルの距離減衰

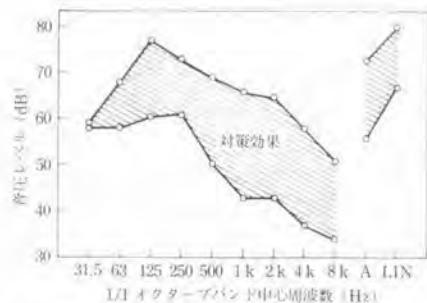


図-8 後方向 30 m の騒音スペクトルと対策効果

$$+ 10 \log \frac{S_{02} + \alpha_{a2} \cdot S_{a2}}{S_{01} + \alpha_{a1} \cdot S_{a1}} \quad (11)$$

ここで、

$S_{01}$ : 標準型の開口部総面積

$\alpha_{a1} \cdot S_{a1}$ : 標準型内部の吸音力 ( $\alpha_{a1} \cdot S_{a1} \neq 0$ )

$S_{02}$ : 低騒音型の開口部総面積

$S_{02}^{(i)}$ : 低騒音型の各開口部面積

$\beta_2^{(i)}$ : 低騒音型各開口部の透過係数

$\alpha_{a2} \cdot S_{a2}$ : 低騒音型内部の吸音力

(11) 式の右辺第1項は開口部面積が減少したことによる効果、第2項は吸音ダクト/ベンドによる効果、第3項は内部ビルドアップの減少効果をそれぞれ表わしている。

以上の式を用い、車体中心から 30 m 地点における騒音レベルの予測計算結果を表-6に示す。

表-6は、標準型から排気騒音を除いた状態での 30

m 地点の実測値の平均を現状騒音とし、それからエンクロージャしたときの減音量を引いたものを予測騒音レベルとしたものである。これより排気騒音を除いた本体騒音は 55 dB(A)/30 m となり、マフラが低減目標値を満足すれば、総合音としては 57 dB(A)/30 m の目標値を達成す

ることになる。

## 6. 対策効果

### (1) 騒音レベル

図-7 に標準型と低騒音型の車体周囲騒音レベルの距離減衰状況を、図-8 に代表ケースとして車体周辺 30 m における後方向の騒音スペクトルと対策効果を示す。また、写真-1 に MS 110 SS の外観を示す。

騒音スペクトルにおける対策効果では、125 Hz 近辺の低周波帯域から高周波全域にわたり大幅に低減しており、特に 500 Hz 以上では約 20 dB 程度低減し、非常に聞きやすい音になっている。125 Hz 近辺の低減は 2 連マフラの効果で、他の周波数はエンクロージャ（特に消音ダクト）による効果である。

一方、車体各 4 方向における騒音レベルは 54~57 dB (A) の範囲内であり、標準型のレベル差 6 dB (A) に比べ非常に小さくなり、作業時に上部旋回体が回転しても騒音レベルの変化がほとんどなく、騒音レベルと高周波域の低減と相まって非常に静かな機械となった。また、エンジン回転数を 1,500 rpm におとして 1/2 負荷をかけた場合はさらに 5 dB (A) 低下し、30 m 地点で 52 dB (A) まで下げることができる。

### (2) 冷却性能

低騒音型実機における全圧力損失曲線と冷却系の温度を図-5 の中に示す。これを 5 章の検討内容と比較すると、ベンチ試験結果に比べ低騒音型は全圧力損失が  $\Delta P_1$  (約 5%) 増加し、風量は  $\Delta Q_1$  (約 15%) 減少となったが、ほぼ近い値を示している。また、ヒートバランス試験でもラジエータ冷却水の気水差で  $\Delta t_1$ 、作動油の気油差で  $\Delta T_1$  と各々 10% 程度上昇したが、これもほぼ近い値を示している。

実機とベンチ試験結果の差は試験装置が実機と完全にシミュレートできなかったこと、各部の圧力損失が計算値より大きくなったことが考えられるが、ベンチ試験



写真-1 MS 110 SS 低騒音型油圧ショベル

により実機製作以前に冷却性能確保の確認がほぼ近い値でできたことは今後とも有効な手段になり得ると考える。参考として標準型の全圧力損失と風量、温度を図-5 中の破線で示す。低騒音型は標準型より全圧力損失で  $\Delta P_2$  増加するが、風量の減少は  $\Delta Q_2$  でほぼ同風量を確保しており、気水差で  $\Delta t_2$ 、気油差で  $\Delta T_2$  と、標準型とほぼ同等の冷却性能を示していることがわかる。

## 7. あとがき

以上が低騒音型油圧ショベル MS 110 SS 開発の概略であり、車体周囲における騒音対策に主体をおいて述べたものである。また、詳細については割愛するが、キャブの構造、内装を改良してオペレータ耳元騒音も 75 dB (A) 以下を確保することができた。

今回の開発にあたっては、当社高砂研究所と共同して理論計算とコンポーネントテストを極力実施し、合理的な設計を試みたが、今後さらに他機種種の低騒音化にも適用して実機との修正値の把握等問題点の解明に努め、今後の油圧ショベルの低騒音化が効果的に進められるように努力を続けたい。

### 参考文献

- 1) 中野他 「低騒音形油圧ショベルの開発」"三菱重工技報" Vol. 12, No. 4 (昭 50)
- 2) W.G. Phillips, J.R. Shadley: 「Curbing Noise with Partial Enclose」"Machine Design" April 4, 1974.

# 定置式スクリーコンプレッサの騒音振動対策

松 隈 正 樹\*

## 1. ま え が き

近年、騒音振動公害の問題が広く社会問題としてとり上げられ、騒音低減に対する社会の要求はますます厳しくなっている。昭和 43 年には騒音規制法（法律第 98 号）が制定され、工場施設、建設作業等の発生騒音について規制を受けるようになった。この中で、一定出力以上のコンプレッサ（規制出力は各都道府県により異なる）を使用する工場は届出が義務づけられている。このような外的条件変化のほかに、さらに進んで、作業現場における環境改善を望むユーザが増大しており、コンプレッサについても騒音振動発生源であるコンプレッサ自体の騒音振動を低減することが防音対策の基本であるため防音型コンプレッサの必要性が高まっている。

このような背景の中で、当社では数年来騒音低減対策を施した防音パッケージ型スクリーコンプレッサを各出力にわたりシリーズ化し、製作販売してきたが、本稿ではその仕様、騒音低減対策について概略を紹介する。

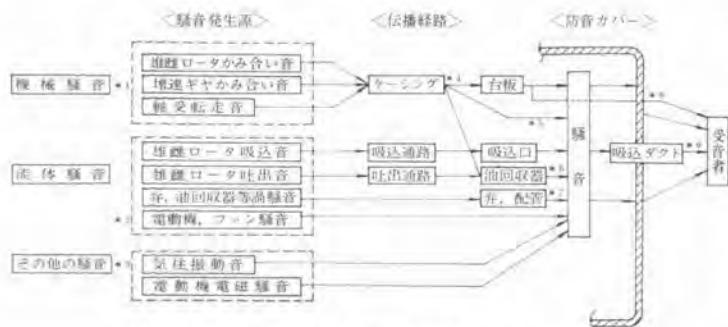


図-1 スクリューコンプレッサの騒音源とその伝播経路

## 2. スクリューコンプレッサの騒音源

騒音対策には、騒音源の探査とその分類が不可欠であり、スクリーコンプレッサの発生騒音源を大別すると図-1 のようになる。また、コンプレッサ本体構造、機器配管等の配置の一例を 図-2、図-3 に示す。

### (1) 流体騒音

① 流体騒音の主なものに雄雌スクリーロータにより圧縮機内で空気が断続的に吸入・吐出されることによる騒音がある。雄ロータ 1 回転当り吸入・吐出は 4 回行われるため雄ロータ回転数  $n$  rpm に対し発生騒音周波数は  $f_1=4n/60$  (Hz) となる。 $f_1$  は基本周波数と呼ばれる。これ以外にも 2 倍音  $f_2=2f_1$ 、3 倍音  $f_3=3f_1$ … が生ずる。

② 電動機ファン騒音については、 $n$  rpm につき  $f=nz/60$  (Hz) [ $z$  はファン枚数] となる。

③ そのほか、配管、油回収器等での空気衝突渦音、弁の絞りによる渦音等がある。この渦は一般にカルマン渦といわれ、広い周波数域にわたり割合均一な騒音を発生する。一般に 1 kHz 以上の高周波音を発生しやすいようである。

### (2) 機械騒音

① 歯車の発生騒音周波数は  $f=nz/60$  (Hz) [ $z$  は歯数、 $n$  は rpm] で示される。スクリーコンプレッサの場合 2~3 kHz 程度であり、相当高周波音となる。

② ロータ歯形のかみ合いによる発生騒音周波数は  $f=4n/60$  (Hz) [ $n$  は rpm] となり、前述 (1) の空気吸入・吐出音の流体騒音と区別はむずかしい。

③ 軸受での発生騒音の特徴は荷重や回転数によらず 1 kHz 以上の高周波音が多いことであり、回転軸の不釣合、ラジアルクリアランスの過大、外輪の傾斜、軸方向振動により発生するが、潤滑不良、発錆、ご

\* (株) 神戸製鋼所重機事業部回転機工場設計部 汎用圧縮機グループ



みのかみ込み等により騒音が増大する。

④ コンプレッサケーシング，台板，油回収器等非運動部分での騒音発生は外部より力が加えられて振動しているためにほかならない。前述の強制力周波数と共鳴しやすい場合に騒音を発生する。複雑なケーシングが表面からどの強制力と共鳴するかを予測することはむずかしく，そのほか，配管等も以上要因により副次的に振動する。

### (3) その他の騒音

電動機については，電源電圧の不均衡があると  $f=2H$  (Hz) [ $H$  は電源周波数] で固定子にねじり振動が出る。そのほか，固定子回転子間の吸引反発による振動がある。また，台板等に設ける運搬用のフォークリフト穴等，その長さによっては気柱振動を引起すため注意を要する。このときの発生騒音周波数は  $f=nc/2l$  [ $l$  は音速， $l$  は穴長， $n$  は次数] となる。

## 3. スクリューコンプレッサの騒音振動対策

前項で発生騒音源の種類と特徴を述べたが，これらの発生騒音の伝播を考えれば低減の方法として，

- ① 音源対策（音源そのものを除去するか低減する）
- ② 伝播経路対策（発生した騒音を吸音，遮音し，受音者へ伝播する騒音レベルを低減する）
- ③ 受音者対策（コンプレッサ設置場所，建屋の選定）

の三つに分け得るが，メーカとしては①および②につき対策を講ずる必要がある。

従来コンプレッサはある程度うるさくて当然と考えられていたが，用途も広がり，様々なユーザに使用されるようになり，低騒音型コンプレッサの要求が強まっている。以下に低騒音型コンプレッサの騒音対策を当社のスクリーコンプレッサ (Kobe Screw) を例にとり，簡単に紹介する。

### (1) 振動対策

従来使用されている往復動型コンプレッサでは振動のためにしばしば振動公害を引起し，問題となるが，スクリーコンプレッサは高速回転機であるため原理的に振動がなく，振動公害を引起す恐れはない。騒音対策として，コンプレッサ本体の高周波振動が台板，防音カバー，機器類へ伝播し，騒音を発生することの防止が主眼となる。なお，騒音防止のための機器の防振については次の項に含む。

### (2) 騒音対策

具体的な騒音対策を当社 Kobe Screw KST 15~27 型機を例として述べてみよう。本体構造，全体配置は図-2，図-3 に示すとおりである。

#### (a) 騒音源の除去

最も効果的な騒音対策は騒音源そのものをなくしてしまうことである。本機では図-1 に示す騒音源のうち，電動機ロータとスクリーロータを一体直結駆動として増速ギヤよりの発生騒音をなくしている（図-1 の \*1 参照）。直結駆動とする場合，ロータ回転速度を上昇させるため電動機を2極とすることが必要となるが，この場合，回転数が 3,000 rpm, 3,600 rpm となり，電動機ファン騒音が大きくなるため強制水冷電動機としてファン騒音をなくしている（図-1 の \*2 参照）。

#### (b) 騒音低減

次に，騒音源および騒音伝播経路の静止部分よりの発生騒音を低減しなければならない。

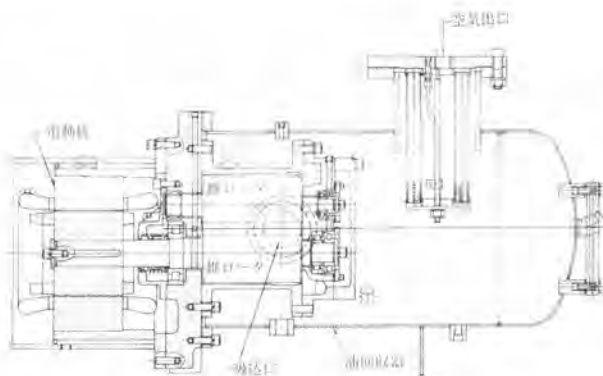


図-2 スクリューコンプレッサ本体構造の一例

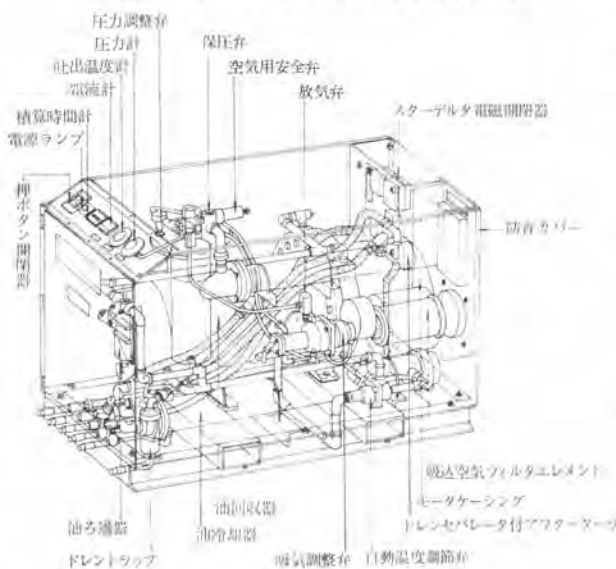


図-3 全体および各部名称図



スクリーコンプレッサ発生騒音の主なものとして、本体運動部分よりの振動強制力によりケーシング壁が膜振動を起して大きな騒音源となるが、図-2 に示すようにコンプレッサ本体を油回収器内に内蔵することにより油回収器壁の遮音効果によって騒音を低減している(図-1の\*5参照)。

また、機器配管等への本体振動伝播を防ぐため各々の取合部にくさび形ゴムリングを使用した管継手を使用し、振動減衰を図っている。計装用配管等小径の配管も適切な曲げ形状と保持をさせないと思わぬ共振を生じ、騒音振動を発生し、計器等の破損を招くため注意を要する(図-1の\*7参照)。

台板振動による騒音はコンプレッサ本体振動を直接に受けるため必ず本体との接合部分に上下、左右の振動を吸収できる防振ゴムパッド、ゴムブッシュを挿入して本体よりの振動伝播を防止しなければならない。通常、台板部分は防音カバー等による遮音を行わないため特に振動防止に注意する必要がある。コンプレッサ本体と台板間での防振対策施工前後での振動減衰は簡単な防振パッドの挿入のみでも加速度比較で対策前のものに比べ1/3程度とすることができる(図-1の\*4参照)。

そのほか、台板部よりの発生騒音の一例としてコンプレッサ運搬用に設けてあるフォークリフト用角穴等開口を持つ管部より気柱振動による共鳴音が発生することがあり、管長の選定時共鳴しないよう注意が必要である。フォーク穴部で共鳴時と非共鳴時での発生騒音差は開口部にて9dB(A)程度となり、騒音低減に効果があった(図-1の\*3参照)。

次に、コンプレッサ吸込口よりの発生騒音は、吸込口が本体内部と直接に吸込通路で連絡されるため防音カバー開口部で適切な消音対策を施さないと大きな騒音源となるため吸込消音器が必要である。消音器構造は曲りダ

表-1 防音対策内容

対策内容	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8
a. 鋼板カバー	×	○	○	○	○	○	○	○
b. カバー制振材接着	×	×	○	○	○	○	○	○
c. フォーク穴共鳴防止	×	×	×	○	○	○	○	○
d. カバーすき間処理	×	×	×	○	○	○	○	○
e. 吸込消音ダクト取付	×	×	×	×	○	○	○	○
f. 本体防振支持	×	×	×	×	×	○	○	○
g. 台板制振	×	×	×	×	×	○	○	○
h. 吸音材A取付	×	×	×	×	×	×	○	○
i. 吸音材B取付	×	×	×	×	×	×	×	○

○: 対策済み ×: 未対策

- (備考) 1. 鋼板カバー: SPCC (1.2)  
 2. 制振材: (変性瀬青膏+樹脂)  
 3. 吸音材A: グラスウール  
 4. 吸音材B: 空気層を持つ(ポーラス繊維+樹脂)成形品  
 5. 消音ダクト: 3回曲り、内面ウレタンフォーム接着  
 6. 防振処置: 防振ゴムパッド、ブッシュ

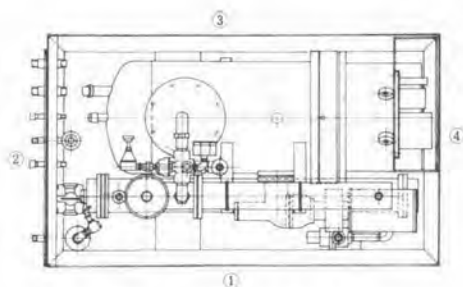


図-4 コンプレッサ平面配置 (Kobe Screw KST15~27)

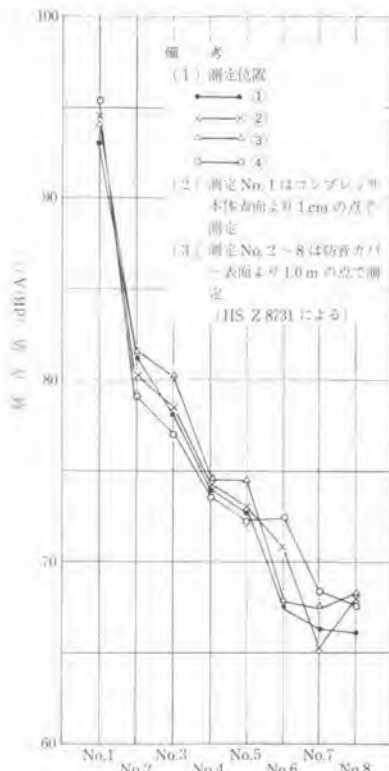


図-5 防音対策による減音効果の比較

クトがもっとも有効であり、1回曲りで5~7dB(A)騒音値を低減できる。当社の小型機種では内面にポリウレタンフォームを吸音材とした簡単な曲げダクトを組付けているが、この消音ダクトによって防音カバー吸込開口部近接で約12dB(A)の減音量を得ている(図-1の\*9参照)。

#### 4. 防音カバーによる発生騒音の吸音と遮音

以上のように、発生騒音源の除去、騒音の低減を行なった後は発生騒音源を防音カバーで覆い、各部の騒音が機外に出ることを防ぐ。表-1 および 図-4、図-5 にコンプレッサに防音カバーを取付け、種々防音対策を施したときの各々の減音効果を示す。

### (1) 遮音による減音効果

図-5におけるNo.1の騒音値はコンプレッサ本体表面より1cm点での騒音レベルである。この状態で薄板鋼板による防音カバーを取付けることによりカバー表面より1.0m点での騒音レベルは81dB(A)程度まで下がる。スクリーコンプレッサの発生騒音を支配する周波数は通常3kHz以下であり、薄板構造の防音カバーの場合、コインシデンスによる透過損失の質量法則よりの低下はあまり効いてこない。

薄板鋼板構造の防音カバーの場合最も注意を払わなければならないのは、カバー面が振動し、振動音が発生しないようにすることである。カバー面を直接機械的に振動させる力は台板との接合面、吸込口、吐出口等内部機器と接する部所であり、こうした場所には振動伝播防止のため防振部材を挿入しておく。多少のカバー面の振動は防ぎきれないため振動およびそれによって引起される騒音に対しカバー自身に自己減衰効果を持たせることが有効である。このためには粘着性のある内部摩擦損失の多い制振材を鋼板に接着し、鋼板の曲げ振動の減衰をはかる。また、こうした目的のために開発された鋼板間に粘着性樹脂層を設けた当社製消音鋼板(ダンプレー)等があり、これらの使用も有効である。

### (2) すき間の処理

防音効果を十分にあげるためにはカバー間のすき間を完全に密閉することが必要である。吐出配管等防音カバー開口部はマグネット入りゴム板等を使用してすき間をなくす。扉部は一般に段付形状とし、段付部にゴムを取付け、ゴム弾性による扉のシールがすき間、扉の振動対策に効果がある。スクリーコンプレッサで60dB(A)台の低騒音パッケージとするためにはすき間の密封を完全にすることが不可欠である。

### (3) 吸音による減音

遮音材としての防音カバー鋼板が入射音の大部分を反射して通さない効果を持つのに比べ、吸音材は内部で音のエネルギーを熱エネルギーに変え吸収し、カバー内での反射音成分を低下させ、遮音効果を助けるために用いられる。一般にグラスウール、軟質ウレタンフォーム等が使用されている。現在使用している吸音材はグラスウールであり、200~300Hz以上での吸音率の点から50mm厚のものを使用している。グラスウールは保守の面から表面仕上げを必要とする。なお、背後空気層は設けていない。

## 5. 防音対策による発生騒音の低減効果

前項までに本体機器自身での減音、騒音源の振動が振

動としてそのまま伝わることにより発生する台板、防音カバーの固体伝播音の抑制、および防音カバーでの遮音、吸音、すき間対策等について述べてきたが、各々の効果は前述の表-1、図-4、図-5に示すとおりである。図-5を見ると、当然ではあるが防音カバーによる遮音が最大の効果を上げ、ついでカバー間のすき間処理、本体の台板への振動伝達防止、台板からの騒音発生防止が効果があることがわかる。

防音対策前後での出力27kW Kobe Screw コンプレッサの周波数分析結果を図-6、図-7に示す。図-6をみればコンプレッサ基本周波数 $f_1$ 、3倍音 $f_3$ 、5倍音 $f_5$ が顕著に出ている。騒音レベルは防音カバー機側で96dB(A)となっている。騒音源対策、防音カバー取付後は図-7のように高周波域が著しく減音され、防音カバー表面より1.0mの点で67dB(A)の騒音レベルとなり、30dB(A)弱の減音効果を得ている。

以上のような防音対策より防音パッケージ型コンプレッサの製作時に留意すべき点をまとめれば次のようになる。

- ① 防音カバー内に設置するためメンテナンス作業上むだのない機器レイアウトをあらかじめ十分計画し、カバーの脱着を容易にしておく。
- ② 各部所での発生騒音エネルギーを比較して全体騒音への寄与度を調査する。
- ③ 純音成分が強いと感覚的に耳障りとなるため、ある周波数のみ騒音レベルが卓越しないよう吸音遮音対策時に注意する。
- ④ 根本的に台板への振動経路を断ち、防音カバー自体の固体伝播音を低減するため台板との接合面で振動伝播を遮断し、制振材の選定に注意を払う。

以上、防音対策仕様以上に静かな超低騒音化を計るためにはカバーを二重構造として減音量を2倍にしたり、本体自身での制振強化等種々の対策が可能であるが、実際の作業環境でどの程度の騒音レベルに抑えたコンプレッサが各業態のユーザにとり必要にして十分であるかを把握しておくことが重要である。作業環境上からは1日8時間の作業時間では純音成分が強い場合や狭帯域騒音の場合でも75dB(A)以下であれば支障のない環境とされている。また、設置場所の暗騒音を下回る騒音レベルのコンプレッサを設置しても環境改善にさして効果がない。したがって、75dB(A)以下の騒音レベル(JIS Z 8731による)を標準シリーズとし、特に作業環境を静かにする必要のあるユーザには60dB(A)台の仕様としてコンプレッサを供給している。

## 6. むすび

防音パッケージ型スクリーコンプレッサについてそ

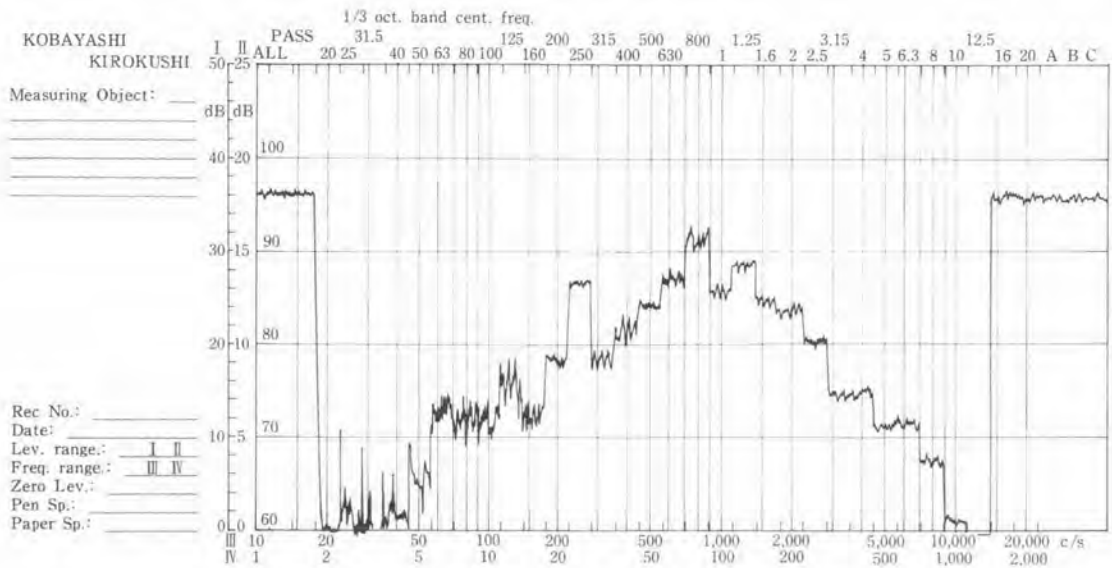


図-6 防音対策前 27 kW スクリューコンプレッサの周波数分析

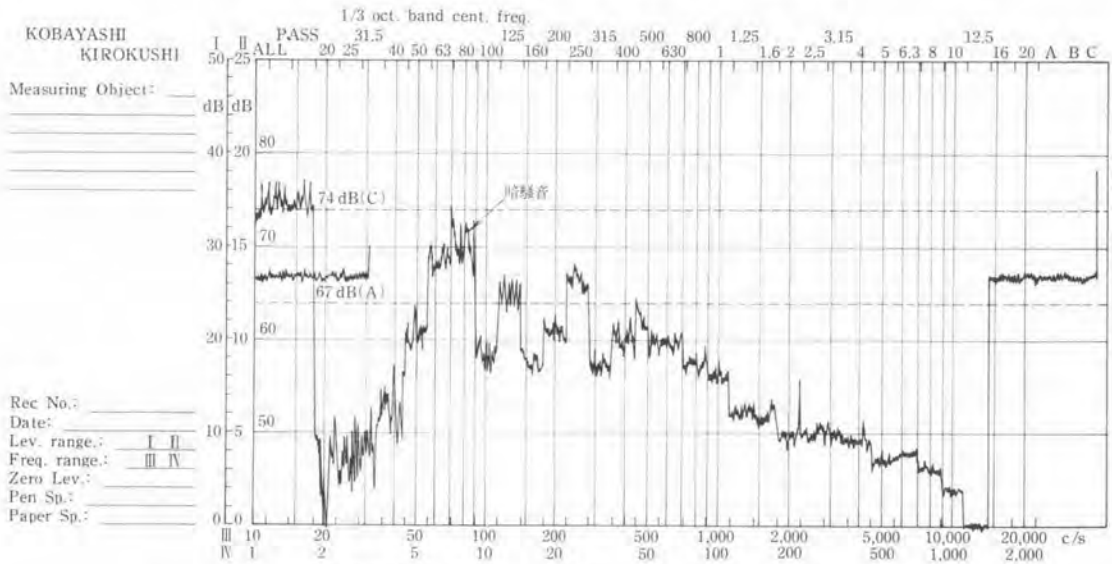


図-7 防音対策後 27 kW スクリューコンプレッサの周波数分析

の特性および騒音低減対策の一部について概略を記した。当社は業界に先がけてスクリューコンプレッサの供給、防音パッケージの各出力にわたるシリーズ化、量産を行ってきたが、今後ますます騒音公害の面から低騒音コンプレッサの要求が強まると思われ、一層低騒音化

を図ったコンプレッサを供給すべく、さらに高度の改良開発によりユーザの要求にそうよう努力してゆく所存である。

参考文献

日本音響材料協会：騒音対策ハンドブック

## 定置式往復動型圧縮機の振動対策

小幡博康\*

### 1. はじめに

空気圧縮機の騒音、振動対策の点では回転型圧縮機が騒音は比較的高周波音であるため防音カバー等での遮音効果が大きいこと、振動は回転部分の製作のバラツキ等によるが、これらのバラツキは非常に少ないので圧縮機を据付ける地盤が圧縮機と基礎の合計重量に耐えるものであれば振動の問題はほとんど起らないといつてよいことから、回転型圧縮機の方が往復動型圧縮機に比べてはるかに有利である。

しかし、回転型圧縮機でもランニングコスト、メンテナンス、使用圧力の変更による順応性等で、往復動型圧縮機より劣る点があるので、用途によっては往復動型圧縮機が使われている。

ここでは往復動型圧縮機のうち、地盤振動に対しては一番有利なクランク機構を有した水平対向（バランス）型圧縮機で、建設現場用に製作した1列型165kW空気圧縮機の振動対策の例を記載する。

### 2. 水平対向型圧縮機の振動特性

#### （1）水平対向型圧縮機の加振力

水平対向型圧縮機ではピストン等の往復運動する部分の重量、コネクティングロッドの大端部分等の回転運動する部分の重量による慣性力は簡単に圧縮機内部で釣合せることができるので、釣合設計になっているのが普通である。また、これらの慣性力の作用線が一致していないことによる慣性偶力も、多少複雑な構造にすれば圧縮機内部で釣合せることができる。

しかし、これらの慣性偶力を圧縮機内部で釣合せなく

\*（株）日立製作所習志野工場海老名分工場設計部

ても、地盤振動に及ぼす影響は不釣合の慣性力に比べて少ないので、一般には、あえて複雑な釣合機構を採用せず、不釣合慣性偶力を残している。ただし、3列型（水平対向型を120°の位相で一体のクランク軸に取付けたもの）はこれらの慣性偶力をも簡単に圧縮機内部で釣合せることができるので、完全釣合設計になっている。

圧縮機を据付ける基礎および地盤を振動させる要因はこれらの慣性力および慣性偶力のうち不釣合分の力によるものであり、基礎および地盤に対しては水平方向に作用する力である。

#### （2）1列水平対向型圧縮機の加振力

前述のように不釣合の力としては主として左右2個のピストンの作用線が不一致であるための不釣合慣性力であり、大きいのは往復運動部分の慣性偶力である。

この慣性偶力は

$$F_I = W/g \cdot r \omega^2 (\cos \theta + \lambda \cos 2\theta) a \quad (\text{kg} \cdot \text{cm})$$

$W$ : 一作用線に一体で運動する重量 (kg)

$r$ : クランク半径 (cm)

$\omega$ : 角速度 (rad/sec)

$\lambda$ : クランク半径/コネクティングロッド長さ

$\theta$ : クランク回転角

$a$ : 作用線間の直角距離 (cm)

$g$ : 重力の加速度 (=980 cm/sec<sup>2</sup>)

で表わされる。

### 3. 地盤振動の許容値

地盤振動はその地盤の状態、圧縮機を据付ける基礎の大きさ、形状等によって大きく変わってくるし、また、地盤中の振動伝播は複雑であり、推測が非常にむずかしい。極端に軟弱で、しかも複雑な振動伝播をする地盤では防振装置が大型、複雑になるのみならず、基礎自体も大型、複雑となり、コストアップ、機動性の喪失につながる。

#### （1）地盤振動の法的規制

地盤振動の法的規制は各都道府県の条例に決められており、最大振動値、振動速度で表わされてきた。近年は

基準の振動加速度を用い、これに対する実際の振動加速度の比を対数表示して騒音と同様なレベルで表示する方法が用いられ始めている。

すなわち、 $L=20 \log A/A_0$  (dB)

$A_0$ : 5 Hz の正弦波振動の加速度振幅の実効値で  
1 Gal の 1,000 分の 1

$A$ : 実際の振動の振動加速度 (cm/sec<sup>2</sup>)

## (2) 本例での目標振動値

本例は建設現場で 1~3 年使用し、その後は他所に移設して使用する目的であるゆえ、主として

- ① 基礎は使い捨てゆえできるだけ簡単にする。
- ② 防振装置も簡単にして、設置、運搬が容易なものとする。
- ③ 圧縮機近辺には特に振動をきらうものはなく、比較的軟弱な地盤でも圧縮機の運転に支障がない。

④ 地盤の状態としては地盤係数  $k_h=3 \text{ kg/cm}^3$ 、地耐  $P_b=2\sim 3 \text{ t/m}^2$  と仮定した (一般には 165 kW 級の圧縮機では回転型、往復動型ともに圧縮機および基礎の重量を支持するための  $2\sim 3 \text{ t/m}^2$  の地耐力または地盤へのなんらかの工作が必要なことも考慮して)。

を考慮し、加えてこの時点では振動速度で規制している条例が多かったので、条例に記載された値をも考慮して、圧縮機基礎の先端部で振動速度 0.03~0.05 cm/sec を目標値とした。この目標値をレベル表示すると 66.9~71.3 dB となる。

## 4. 防振装置の設計

### (1) 各機器の諸元

#### (a) 圧縮機関係

圧縮機、電動機、ベースを含めた諸元を次に示す。

形式: 1 列水平対向型 2 段空圧縮機

吐出圧力:  $7\sim 8.5 \text{ kg/cm}^2 \cdot \text{g}$

回転数:  $N=700 \text{ rpm}$

電動機: 165 kW, 10 P

全重量:  $W_0=6,252 \text{ kg}$

重心まわりの慣性モーメント:  $I_0=54,500 \text{ kg} \cdot \text{cm}^2$

不釣り合い慣性偶力:  $T_M=5.25 \times 10^4 \text{ kg} \cdot \text{cm}$

#### (b) 据付基礎関係

鉄筋コンクリート製で、前章 (2) の条件を満足すべく次のとおりとした。

寸法: 縦 250 cm × 横 180 cm × 厚さ 30 cm

重量:  $W_b=2,980 \text{ kg}$

底面荷重:  $P_b=(W_0+W_b)/\text{基礎底面積}=2.05 \text{ t/m}^2$

重心 ( $G_b$ ) まわりの慣性モーメント:  $I_b=6.27 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{cm}^2$

#### (c) 防振ゴム関係

目標振動速度 0.03~0.05 cm/sec から、基礎の先端部

の振幅は  $u_0 \approx 5 \mu$  (片振幅) になるように、また、耐荷重、たわみ、装着時の圧縮機の傾斜を考慮して次のとおり選定した。

形式: 3 段式リングダンパ

耐荷重: 400~2,000 kg

ばね常数: 110 kg/cm

個数: 7

配列: 後掲 図-2 参照

## (2) 振動値の検討

正式には圧縮機、防振ゴム、基礎、地盤の 2 物体 2 ばね系で計算しなければならないが、防振ゴムによる遮断効果を大きくしたこと、圧縮機と防振ゴム、基礎と地盤の二つに分けて計算しても両者の結果に大差はないことから、簡単にするため圧縮機と防振ゴム、基礎と地盤の二つに分けて計算した。

### (a) 圧縮機の振動値

圧縮機と防振ゴム系の振動数は

$$\omega_c = \sqrt{\frac{K}{I_0}} = \sqrt{\frac{5,780,000}{54,500}} = 10.3 \text{ rad/sec}$$

( $K$ : 防振ゴムの重心  $G_0$  まわりのばね常数)

振動遮断率は

$$\tau = \frac{1}{\left(\frac{\omega_0}{\omega_c}\right)^2 - 1} = 0.022 \quad \omega_0 = \frac{2\pi N}{60}$$

重心  $G_0$  まわりの角振動数は

$$\phi_c = \frac{T_M}{I_0} \times \frac{1}{\omega_0^2 - \omega_c^2} = 1.82 \times 10^{-4} \text{ rad/sec}$$

ベース先端の振幅 (片振幅) は

$$u_c = \phi_c \times l_c = 0.253 \text{ mm}$$

( $l_c$ : 重心  $G_0$  からの距離)

### (b) 基礎の振動値

水平方向の地盤係数は垂直方向の地盤係数の 70% とする。

$$k_h = 0.7 k_v = 2.1 \text{ kg/cm}^3$$

$$K_h = k_h \times A_b \quad (A_b: \text{基礎の底面積})$$

復元係数は

$$K\phi = \frac{K_h}{3} \left\{ \left(\frac{l_1}{2}\right)^2 + \left(\frac{l_2}{2}\right)^2 \right\} \\ = 7.47 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{cm/rad}$$

( $l_1, l_2$ : 基礎底面寸法, 図-2 参照)

重心  $G_b$  まわりの角振動数は

$$\omega_b = \sqrt{\frac{K\phi}{I_b}} = 345 \text{ rad/sec}$$

基礎底面寸法および荷重による修正係数を 0.75 とし、

$$\omega_b' = 0.75 \omega_b = 259 \text{ rad/sec}$$

重心  $G_b$  まわりの角振動は

$$\phi_b = \frac{T_M b}{I_b} \times \frac{1}{\omega_0^2 - \omega_b'^2} = \frac{T_M \times \tau}{I_b} \times \frac{1}{\omega_0^2 - \omega_b'^2}$$

$$= 3.03 \times 10^{-6} \text{ rad}$$

基礎先端の振幅(片振幅)は

$$u_b = \phi_b \times l_b = 0.00467 \text{ mm}$$

( $l_b$ : 重心  $G_b$  より先端までの距離)

振動速度は

$$v_b = u_b \times \omega_0 = 0.0342 \text{ cm/sec}$$

レベルは

$$L = 20 \log \frac{v_b \times \omega_0^2}{10^{-3}} = 68 \text{ dB}$$

以上の検討結果、振動値は目標を達し、かつ圧縮機の振動値も許容できる値となった。全体装置を図-1に示す。

### 5. 運転状態での振動値

地盤の状態は切りくずし、地ならしした場所であり、はっきりしたことはわからなかったが、運転結果は表-1に示すとおりである。

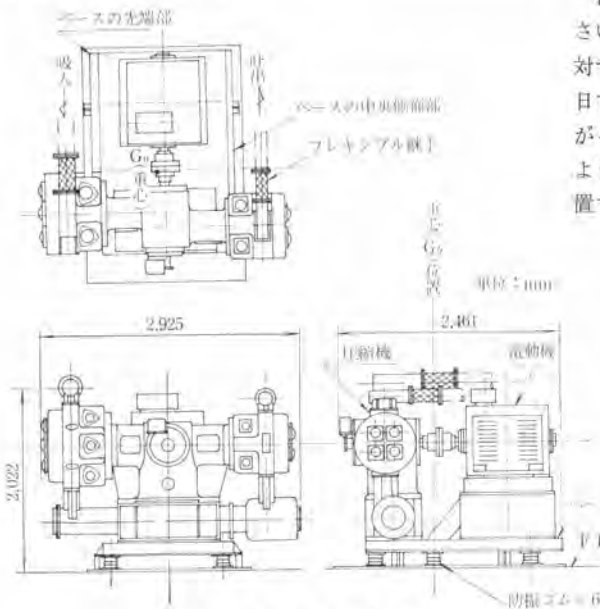


図-1 全体装置図

表-1 振動値 [単位:μ (片振幅)]

場所	方向	計算値	実測値
基礎の先端部	水平	4.67	2~6
	垂直	—	2~5
基礎の中央側面部	水平	2.73	2~5
	垂直	—	2~4
ベースの先端部	水平	253	76~195
	垂直	—	53~82
ベースの中央側面部	水平	137	35~117
	垂直	—	21~64
圧縮機の先端部	水平	260	83~220
	垂直	—	35~85

圧縮機関係の振動値は計算値以内であったが、基礎の振動値は一部の点で計算値より少し大きくなった。本例では計算を簡略化したこと、地盤の状態が仮定と違っていたこと等が考えられる。しかし、防振対策としては3章(2)の事項をも含めて目的を達したといつてよい。

### 6. むすび

従来は耐荷重が大きく、しかも横方向のばね常数が小さい防振ゴムが製作されていなかったため、水平振動に対する防振装置の簡単なものが製作できなかったが、今日では目的にかなった防振ゴムが製作されている。したがって、水平振動に対する防振装置が簡単に製作できるようになり、用途に応じて最適の圧縮機を建設現場に設置できることになったといえる。

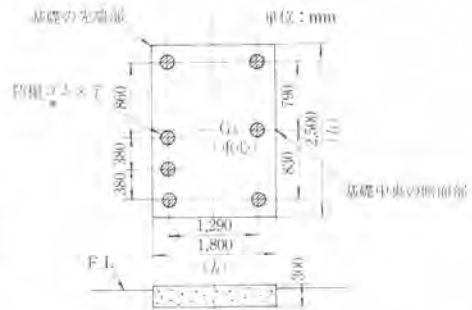


図-2 防振ゴム配置と基礎



## 可搬式コンプレッサの騒音対策

白井 敏 雄\*

### 1. ま え が き

快適で便利な生活環境を実現すべく各種の建設工事が行われている。この反面、建設工事に伴う“騒音”ということになると、作業現場周辺の生活環境を悪化し、建設工事に従事している作業者の疲労を増すのみならず、作業の安全を阻害する要因にもなっている。

昭和 43 年に騒音規制法が成立し、空気圧縮機はその作業現場の敷地の境界線より 30 m の地点において 75 ホン [dB(A)] 以下と規定されている。市街地などにおいて、作業現場が住居と隣接している状況下では騒音が規制基準値以下といえども苦情が多い。このような状況を念頭におき、当社では可搬式コンプレッサの騒音は機側より 7 m の地点において 75 ホン以下を目標とし、低騒音化を達している。

以下、可搬式コンプレッサの騒音対策について概略を述べる。

### 2. 防音型コンプレッサの仕様

現在、当社で製作している可搬式コンプレッサ防音型シリーズ (PDR-S, PDS-S) は、PDR 90 S (空気量 2.5 m<sup>3</sup>/min) より PDS 750 S (同 21 m<sup>3</sup>/min) まである。代表的な機種の様を表-1 に示す。

### 3. 騒音発生源と周波数特性

図-1 は可搬式コンプレッサの周波数特性の一例である。おもな騒音発生源は次のとおりである。

- ① エンジン排気音
- ② エンジン爆発音



写真-1 PDS 175 S 防音型コンプレッサ

表-1 代表的機種の主要仕様

名 称		PDR 90S	PDR 130S	PDR 125S	PDS 175S	PDR 175S	PDR 250S	PDR 370S	PDR 600S	PDS 750S	
コ ン プ レ ッ サ	型 式	可動翼回転型1段圧縮油冷式				スクリーン 回転型1段 圧縮油冷式	可動翼回転型1段圧縮油 冷式		可動翼回転型2段圧縮油 冷式		スクリーン 回転型1段 圧縮油冷式
	吐出圧力 (kg/cm <sup>2</sup> )	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
	吐出容量 (m <sup>3</sup> /min)	2.5	3.3	3.5	5.0	5.0	7.1	10.5	17.0	21.0	
	回 転 数 (rpm)	2,600	2,500	2,600	3,000	1,800	1,800	1,750	1,800	2,100	
エ ン ジ ン 名 称		いすゞ 3AB1	日産 SD 22	日産 SD 22	日産 SD 22	日 野 DM 100R	いすゞ DA 120P	三 菱 6DB 10P	日 野 DK 10AT	GM 6V-71N	
寸 法	全 長 (mm)	2,675	2,915	3,380	3,380	3,950	4,605	5,295	5,920	5,755	
	全 幅 (mm)	1,320	1,320	1,380	1,430	1,365	1,545	1,690	1,900	1,985	
	全 高 (mm)	1,685	1,790	1,750	1,790	1,855	1,970	2,225	2,510	2,610	
乾 燥 重 量 (kg)		930	1,030	900	1,020	1,600	1,900	3,000	4,700	5,000	
30mにおける騒音 [dB(A)]		62	62	62	62	59	65	65	65	65	

\* 北越工業 (株) 設計マネージャ

- ③ 冷却用ファン音
- ④ コンプレッサ本体の気流脈動音
- ⑤ エンジン、コンプレッサの吸気音
- ⑥ 圧縮空気の気流音
- ⑦ 車体の固体振動による固体音
- ⑧ レリーフバルブ、オートマチックレリーフバルブの圧縮空気放出音

これらの騒音源で特に大きいものはエンジン排気音、爆発音および冷却ファン音があげられる。

エンジン爆発音、排気音の基本周波数  $f_E$  は次式で求められる。

$$f_E = Z \times N \times C / 60 \text{ (Hz)}$$

ここに、 $Z$ : 気筒数

$N$ : エンジン回転数 (rpm)

$C=1/2$  (4 サイクルエンジン)

$C=1$  (2 サイクルエンジン)

エンジン爆発音、排気音の基本周波数は中・小型機種で 60~90 Hz, 大型機種は 120~200 Hz 程度である。音圧レベルは機側 1 m 地点において基本周波帯で 95~110 dB を示し、全体騒音に及ぼす影響が最も大きい。

冷却ファンによる騒音の基本周波数  $f_F$  は

$$f_F = Z \times N / 60 \text{ (Hz)}$$

ここに、 $Z$ : 羽根の数

$N$ : ファン回転数 (rpm)

で求められる。冷却ファン音の基本周波数は 200~280 程度であり、音圧レベルは機側 1 m 地点の基本周波帯で 85~100 dB である。

#### 4. 可搬式コンプレッサの防音対策

##### (1) 排気音対策

消音器は膨張・共鳴・干渉型を効果的に組合せた構造であり、中・大型機においては消音器を2連式にしている。この場合、1次側では主として高周波成分を消音し、2次側では波長の長い低周波を消音する。消音効果は標

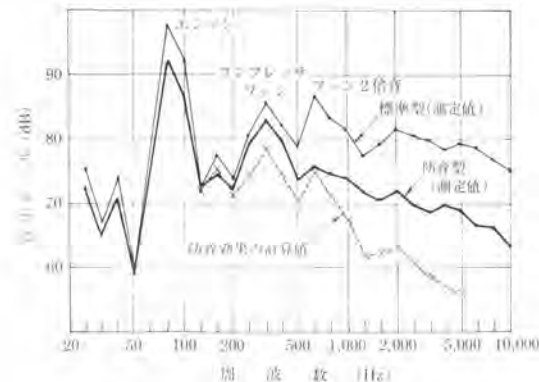


図-1 周波数特性 (右側面 1 m 地点)

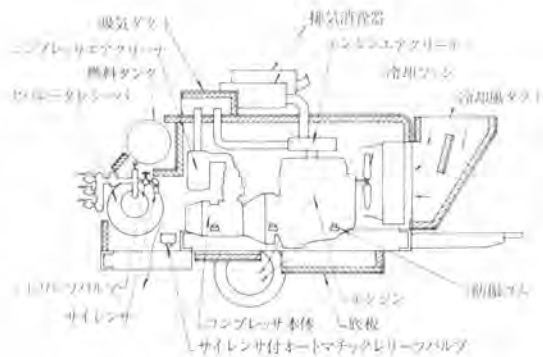


図-2 防音型コンプレッサ

準型に比べ、騒音レベルは約 10 dB(A) 低下している。エンジンの背圧増加による出力低下をきたさないよう排気抵抗を水柱で 400 mm 以下におさえてある。

##### (2) ファン騒音の対策

冷却ファンの“風切り音”は直径の大きいファンを使用し、低速で回すことによって低減できる。ポリプロピレン製ファンを採用すれば一層効果があり、一部の機種に採用している。

ラジエタ前面の冷却風取入口から放射する騒音は軟鋼板にポリウレタンフォームを内張りした冷却風ダクトにより防音している。

ダクトの防音効果は計算上次により求められる。ラジエタ前面に無指向性の点音源があるとし、半球面波であるとすれば、音源のパワーレベル PWL と測定点のパワーレベル SPL は次式で表わされる。

$$PWL = SPL + 20 \log_{10} r + 8 \text{ (dB)}$$

ここに、 $r$ : 音源と測定点の距離 (m)

ダクト防音壁の透過損失 TL は垂直入射のとき次式で表わされる。

$$TL = 18 \log_{10} m \cdot f - 44 \text{ (dB)}$$

ここに、 $m$ : 防音壁の面重量 (kg/m<sup>2</sup>)

$f$ : 周波数 (Hz)

ランダム入射のときは次式で表わされる。

$$TL_R = TL - 10 \log_{10} 0.23 TL \text{ (dB)}$$

防音効果は図-3 に示したように、計算値と測定値がほぼ一致している。騒音レベルは前側 1 m 地点において約 8 dB(A) の低減効果がある。

##### (3) コンプレッサ本体

コンプレッサ本体の騒音は吸入口において約 20m/sec のエアスピードを有する気流音、吐出口において圧縮空気の逆流および押し出しを生ずる脈動音である。

コンプレッサ本体の基本周波数  $f_c$  は

$$f_c = Z \times N / 60 \text{ (Hz)}$$

ここに、 $Z$ : ペーン数

$N$ : 回転数 (rpm)

で求められ、200~350 Hz 程度である。機側 1 m 地点における音圧レベルはコンプレッサ本体の基本周波数帯において 80 dB 程度である。エンジンの排気音、爆発音および冷却ファン音に比べるとかなり小さい。

(4) 車体の防音構造

エンジン、コンプレッサおよびセパレータレシーバ等の装置全体を軟鋼板製カバーで覆い、カバー内面にポリウレタンフォームを内張りして防音している。エンジン、コンプレッサ下部も同様に底板でカバーすることによって騒音の放射を低減するよう対策を行なった。冷却風の排出を妨げないために底板は完全密閉せずすき間をつくってある。

エンジン、コンプレッサおよびセパレータレシーバの騒音源を近似的に防音ボックス内の点音源とみなして防音効果を計算で求める。サイドカバー内壁面の音圧レベル  $SPL_1$  は

$$SPL_1 = PWL + 10 \log_{10} \left( \frac{D}{4\pi r^2} + \frac{4}{R} \right) \text{ (dB)}$$

ここに、 $R$ :  $Sa/(1-\alpha)$  (室定数)

$\alpha$ : 防音壁の吸音率

$S$ : 吸音率  $\alpha$  の壁の全表面積 (m<sup>2</sup>)

$r$ : 音源から測定地点の距離 (m)

$D=2$  (半球面波)

サイドカバー外壁面から 1 m 地点 (機側 1 m 地点) の音圧レベル  $SPL_2$  は

$$SPL_2 = SPL_1 - 20 \log_{10} r - TL_R - 8 \text{ (dB)}$$

計算値および測定値は図-1 に示すとおりである。測定値は計算値より高い値を示しているが、これは排気音や冷却風ダクトの騒音を含んで測定していること、計算上底板は完全に密閉されているとして行なったが、実際には冷却風排出口としてかなり大きく開いていることによる音の漏洩によるものである。

いま隔壁にその面積の  $1/n$  の穴があるとき、透過損失  $TL_h$  は

$$TL_h = 10 \log n \text{ (dB)}$$

で表わされる。

完全に密閉した底板の透過損失  $TL$  が 1,000 Hz において約 20 dB であるとし、この底板に全表面積の  $1/3$  の開口部がある場合、底板の遮音効果は 5 dB しか得られず、約 15 dB は漏洩して外部へ伝播する。

このように、すき間からの漏洩が防音効果に及ぼす影響は大きい。それゆえ騒音源を覆っている防音カバーの開口部は冷却風が通過する抵抗にならない範囲でできるだけ小さくしている。

可搬式コンプレッサは整備性を悪くしないよう車体左右のサイドカバーが開閉するようにしてある。サイドカ

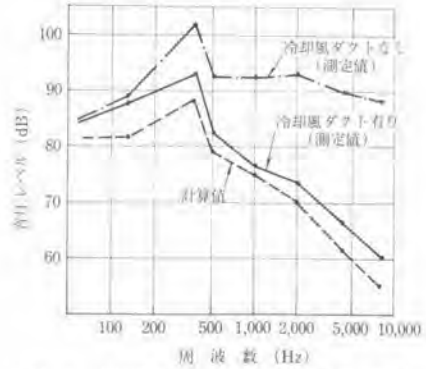


図-3 冷却風ダクトの効果 (前側 1 m 地点)

バー周囲はシールラバーを装着しておき、カバーを閉じたとき、合せ面のすき間をシールすると同時に振動伝達によるビビリ音の発生を防止している。

(5) レリーフバルブおよびオートマチックレリーフバルブ

始動停止時に操作するレリーフバルブおよび停止時に自動作動するオートマチックレリーフバルブにはサイレンサを装備して消音している。オートマチックレリーフバルブはさらにボンネット内部に収納して防音している。これによって始動停止時における圧縮空気放出音の低減対策を行なった。

(6) エンジン、コンプレッサの防振支持

エンジン、コンプレッサの振動がフレームに伝わり、ボンネット全体が振動することによる固体音の発生を避けるため防振支持している。

フレームへの振動伝達率  $\tau$  は次式で示される。

$$\tau = \frac{\sqrt{1-\varepsilon^2}}{\sqrt{1 + \left(\frac{f^2}{f_n^2}\right)^2 + \varepsilon^2}} \approx \left| \frac{1}{1 - \frac{f^2}{f_n^2}} \right|$$

ここに、 $\varepsilon$ : 防振ゴムの損失係数 ( $\approx 3$ )

$$f_n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{\delta}} \text{ (防振ゴムの固有振動数)}$$

$\delta$ : 防振ゴムの静的たわみ量 (mm)

$f$ : 強制外力の振動数 (Hz)

振動数比  $f/f_n$  は十分な防振効果を得るに 3 以上とする。可搬式コンプレッサは空気消費量に応じ回転数が自動的に変動するので、変動範囲のどの回転数においても振動数比が 3 以上となるよう防振ゴムを選定している。

5. 機械全体の防音効果

前述のように騒音源の低減対策を行なった結果、機械全体の騒音レベルは図-4 に示す結果が得られた。

騒音レベルは機側 7 m 地点において 10 dB(A) 低減

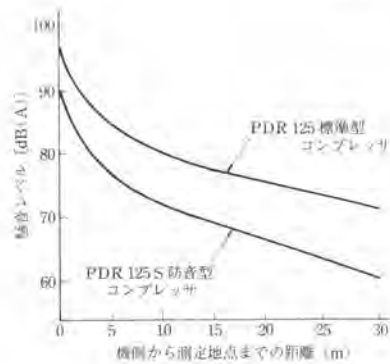
し、74 dB(A) 以下である。図一の周波数特性でわかるように、特に高周波域の低減が大きく、人間の聴覚に敏感な音が消音されている。当社の可搬式コンプレッサの防音型シリーズはすべて 7 m 地点における NR 数が 75 以下であり、十分静かな製品となっている。ヒートバランスは標準型をそのまま防音型にすると 3~4°C ぐらい悪くなる傾向がある。このため大型ファンと大型冷却器を装備してヒートバランスの改善を図っている。

## 6. 騒音対策上の問題点

- ① 寸法、重量が大となる。
- ② 密閉構造のため燃料温度が上昇し、エンジンによっては燃料供給重量が減少して回転低下をきたすものもあり、燃料温度を上げない対策を行なっている。
- ③ 15~20% ぐらい製作費が高つく。

## 7. あとがき

以上、可搬式コンプレッサの騒音対策について概略を



図一 騒音低減量

述べた。

騒音源として最大の影響を与えているものはエンジンであり、今後さらに低騒音化を進めて行くにはエンジン自体の騒音源を対策して行く必要がある。当社ではエンジンメーカーと協力してエンジン各部の騒音源を分析調査し、対策を進めつつある。

ユーザ各位の絶大なるご支援と助言をお願いいたします。

## 「統計の日」によせて——通商産業省

統計は、社会経済の実態を的確にとらえ、その健全な発展を図っていくために不可欠の情報であります。

我が国経済は、現在ゆるやかな景気回復過程にあります。安定成長下での確かな経済運営を進めていくためにも、迅速かつ精度の高い統計の整備、充実の必要性が痛感されております。よりよい統計の作成には、統計関係者の地道な努力の積み重ねが必要であることはいうまでもありませんが、何よりも大切なことは申告者の方々の御理解と御協力をいただくことであり、これなくしては充実した統計の作成は望むべくもありません。

国においても、統計の重要性にかんがみ、昭和 48 年から毎年 10 月 18 日を「統計の日」と定め、この日を中心に全国統計大会をはじめとして各種講演会、展示会、統計功績者の表彰、その他統計知識普及のための各種行事を全国的に実施しています。

通商産業省では、工業、商業両センサス、生産動態統計をはじめ、各種の統計調査を実施しており、その結果は最も権威ある経済統計として各方面で利用されていますが、ますます増大、高度化する統計需要に応じて、今後とも調査内容の改善整備、電子計算機の活用による調査結果の早期公表と統計解析の充実等に、不断の努力を続けていく所存であります。

読者の皆様におかれましても「統計の日」を機に、従来にもまして統計への御理解を深めるとともに、当省の実施している各種統計調査に対し、何分の御協力をいただくようお願い申し上げます。

# ブレーカの騒音対策

藤田 録 朗\*

属音

## 1. 緒 言

ブレーカは土木建設工事に多く使用されている一般市民が身近に見ることのできる空気工具の一つであり、特に舗装路の補修、道路敷のガス、水道管、電気通信ケーブルの地下埋設あるいは建造物の解体工事等で耳障りな騒音を発生している現象がよく見受けられる。一方、公害問題は近年急速にその規制が厳しくなっており、ユーザ、メーカーともその対策に取り組んでいるが、作業条件の多様性あるいは作業能率の低下等の問題が絡み、満足できるものは皆無といえよう。

以上から、本文では空圧式小型ブレーカの騒音の特性について記述し、騒音対策の方法ならびに実施上の問題点についての考えを述べ、関係各位への一助にしたい。

## 2. ブレーカ騒音の特性

ブレーカの騒音を大別すると次の3種類になる。

- ① 排気音：シリンダから放出されるとき急激に膨張する排気により生ずるジェットノイズ
- ② 打撃音：ピストンとスチール、スチールと被破碎物の衝撃音
- ③ 機械音：バルブ、スチール保持機構から生ずる金

### (1) 排気音

ブレーカ騒音の80%を占めるといわれており、高い騒音レベルを示す。シリンダ排気孔から放出される際の空気圧力は前室2.5~3 kg/cm<sup>2</sup>、後室3~3.5 kg/cm<sup>2</sup>であり、その圧力が密閉された状態から急激に開放され、ジェットノイズを発生しているものである。

図-1の(A)は排気音の周波数分析結果であり、全周波数帯域にわたり高い音圧レベルを表わしている。

### (2) 打撃音

スチールで対象物を破碎する音については省略し、ここではピストンとスチールの衝突音、すなわち、打撃音について述べることにする。

写真-1は単打撃の音圧波形である。ピストンの打撃速度を変えて調査した結果、次のことが判明している。

- ① スチールおよびピストンの形状、長さにより特性は多少異なるが、音圧レベルのピークは打撃速度に関係

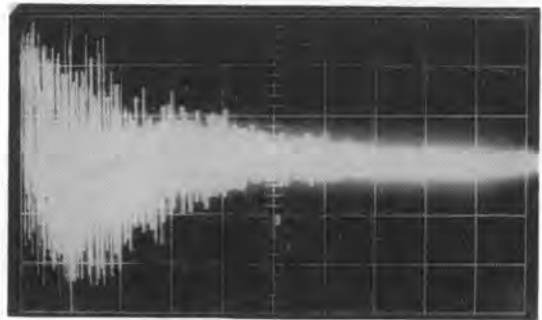


写真-1 単打撃音圧波形

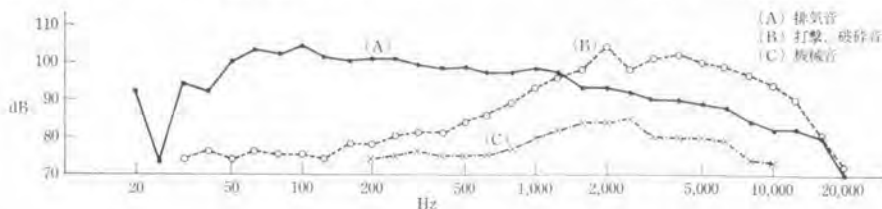


図-1 音源別周波数特性

\* 東洋工業（株）産業機械部



なく 5,000 Hz 付近である。

② 打撃速度が大であるほど音圧レベルは高い傾向を示す。

なお、図-2 に上記単打撃の周波数分析結果を示す。

図-1 の(B)は実操業における打撃、破碎合成音測定結果である。2,000~5,000 Hz でピークを示し、打撃音単独の場合に比べ若干低くなっているが、これは破碎音が影響しているものと思われる。実操業では排気音にマスクされ、あまり耳障りには感じないが、排気音対策を施した場合、かなり不快音となる。

### (3) 機械音

図-1 の(C)でわかるように、打撃破碎音に類似してはいるが、音圧レベルは全体的に低く、マスクingと重なって通常ほとんど感知されない。

## 3. 騒音対策の方法とその問題点

ブレーカの騒音は前述した3種類の合成音であり、したがって、その対策は音源別を実施するのが有効である。音源のうち、排気音と打撃音の寄与率が大きく、その対策も重要であるが、機械音についてはその影響が小さいため、この対策項の対象外とし、ここでは記述しないこととする。

### (1) 排気音対策とその問題点

排気音を減少させるには遮音壁あるいは排気直前のシリンダ内圧力の低下等が考えられるが、排気孔部に消音器を装着する方法が一般的である。消音器の種類と特性について以下に述べる。

#### (a) 膨張型(図-3の(A)参照)

音波の流路を拡張した後、出口鏡板の一部分から取り出す方式で、その間、音波は空洞の中を往復することにより互いに干渉し、整流される。この型は構造が簡単に

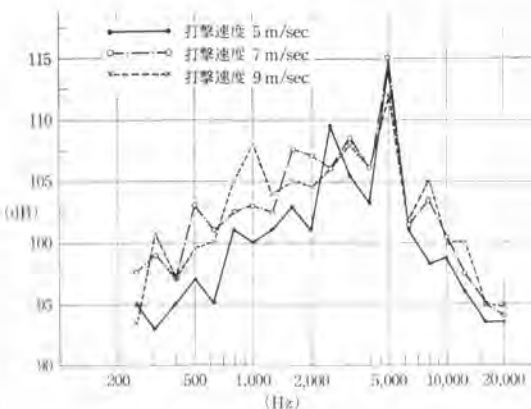


図-2 ピストンとスチールの衝撃音圧レベル

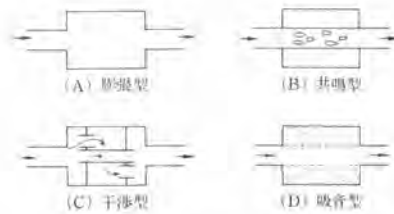


図-3 消音器の種類

もかかわらず、その効果が大きいので広く用いられている。

#### (b) 共鳴型(図-3の(B)参照)

空洞部と頸管部との直列共振作用を利用して消音効果を発揮させようとするものである。共鳴周波数を低い値にするには比較的容積は小さくても済むが、有効な減衰域が少ないため単独では十分な消音効果を得難い。一方、孔部の総断面積を大きくすれば、次第に膨張型消音器の特性に近づく。

#### (c) 干渉型(図-3の(C)参照)

音波の干渉によってこれを減衰させるために両音波の経路の長さを変えるものである。この型は単純な周波数成分の音を消す場合には効果があるが、一般の騒音の場合にはその効果を期待することは困難なことが多い。

#### (d) 吸音型(図-3の(D)参照)

吸音物質を用い、その吸音性を利用して消音するもので、膨張型と併用されることが多い。吸音材としてはグラスウール、アスベスト、スチールウールなどが用いられる。

ブレーカ用としては、消音効果、経済性等を考慮して膨張型または吸音型との併用された消音器が採用されている。図-4の(A)および(B)は膨張型消音器の排気孔面積を変えて測定した結果である。膨張型の場合、消音器の排気孔面積が音圧レベルに大きく影響するのは当然であるが、同図はさらに大きな消音効果が可能であることを示すものである。

そのほか、ブレーカ全体に吸音材を内張りした布、レザー等で包む膨張吸音型消音器が使用されることもあるが、消音効果が良好であるにもかかわらず、取扱いの不便あるいは耐久性不良という点で現在はあまり見られない。

以上のように、排気騒音の減少だけを考えれば容易にその目的は達成されるが、初めに述べたように消音効果と作業能率は相反する関係があり、高性能消音器の開発を妨げている。その中で大きな問題は次の2点であろう。

#### (a) 性能(打撃力)の低下

図-5は前述のNo.1, No.2消音器を装着したときの性能の比較である。性能低下の原因は消音器を装着することによりシリンダ内に残圧を生ずるためである。



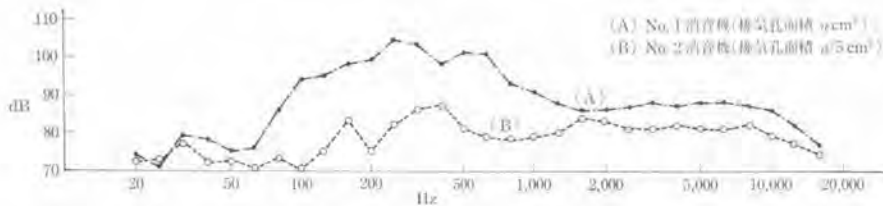


図-4 消音器排気孔面積の影響(実操業時)

図-6 はシリンダ内圧力とピストンストロークの関係を示す指圧線図である。ブレーカは排気が十分に行われて初めてその性能をフルに発揮するもので、同図のように残圧が高ければ、その残圧がピストンの前後進運動にブレーキをかけた状態となる。したがって、ピストンのショートストローク化(有効ストロークの減少)、ピストン速度の低下をきたす。これはバルブの形式(全自動、半自動、反動)に関係なく、その傾向を示す。

打撃力の低下に関しては、バルブ、ピストン、シリンダ等の改良により低下率をある程度小さくすることは可能であるが、大きな消音効果のある消音器を装着した場合はその対策が困難で、メーカーの苦慮する点の一つである。

(b) 排気孔、消音器内の凍結

性能低下の問題は純技術的な問題で、その対策はいずれ解決されると思われるが、凍結については外的要因(温度、湿度、圧縮空気の除湿状態)の影響が大きく、その対策も数値としてつかむことが困難なためむずかしい問題である。

凍結の原因は、排気孔から圧縮空気が放出される際の断熱膨脹によるものであり、排気孔部の温度は気温によって異なるが、25°C のときでおよそ -10°C にも達する。当然消音器内もほぼ同等に冷却され、消音器内壁面(排気が方向変換する所)および通路のしぼられた所が凍結し、連続運転すれば打撃力の低下をきたし、最終的には作動不能の状態となる。図-7 は温度測定結果である。なお、外的条件の極悪な場合、消音器を装着しなくても排気孔付近が凍結することが確認されている。

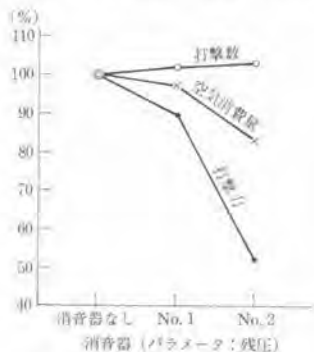


図-5 消音器の性能への影響



図-6 指圧線図

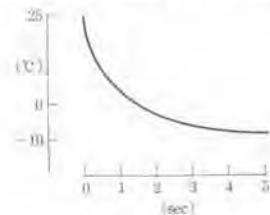


図-7 排気孔の温度変化

この凍結問題を解決する方法は研究段階であり、これといった決め手はつかめていない現状であるが、いまこの対策を行うならば次の2点が挙げられる。

(a) 圧縮空気内の除湿

熱交換器を使った除湿機による方法が最善であるが、高価であり、一般ユーザが使用することは大きなコストアップにつながり、実用はむずかしい。しかしながら、ドレンセパレータによるドレン除去だけでもある程度の効果が確認されている。

(b) 不凍性潤滑油の使用

水滴を油が包含し、水滴が氷結してもシリンダ内壁面への付着を防止するもので、最近各社から市販されている。

そのほか、未実施ではあるが、圧縮空気を加熱した、すなわち高温圧縮空気を動力源とする方法、あるいは凍結部への発熱体の取付、さらには、凍結した場合、パーナ等を使わずに即解氷する方法等が検討されている。

(2) 打撃音対策とその問題点

市販されているブレーカに打撃音対策がなされている商品は非常に少なく、現状は研究開発過程といえよう。対策としては主に次の3方法が考えられている。

- ① スチール全体ないしは一部を吸音材で包む。
- ② フロント部に吸音材を組込む。
- ③ ブレーカ本体とスチールとの間げきを密封する。

スチール全体ないしは一部を吸音材で包む目的は、打撃によりスチールに生ずる弾性歪波がスチール表面から音として放射されるのを防ぐことである。図-8 および

図-9 はその効果を調べるために対策スチールでの単打撃音をコンピュータにより連続音に合成し、さらに周波数分析した結果である。吸音材

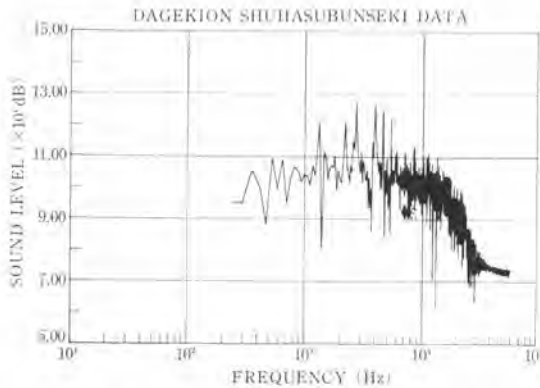


図-8 吸音材を使わないスチール(標準品)の打撃音

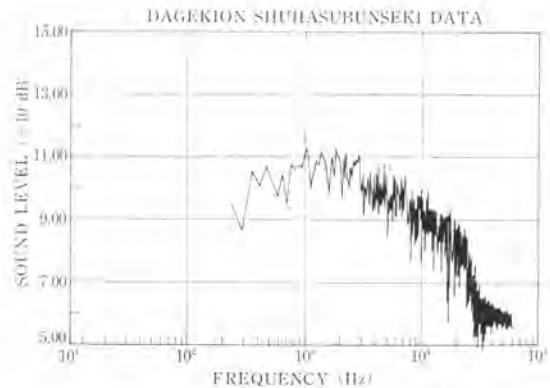
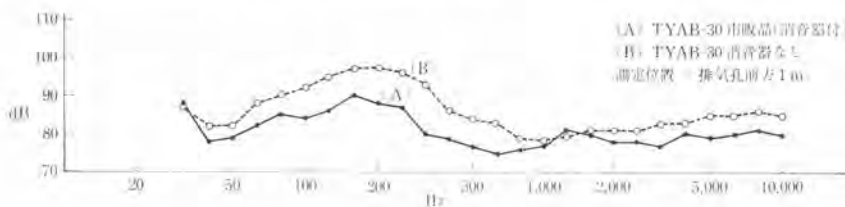


図-9 吸音材で包んだスチールの打撃音

図-10 市販品消音器付ブレーカの特性(実作業時、 $P=6 \text{ kg/cm}^2$ )

で包めば 3~20 kHz の減衰が大きく、実作業時においても打撃音を下げ効果を期待できるものである。

スチールを吸音材で包むことの実作業への応用は現在のコーティング技術ではその耐久性に問題があり、すぐには実用化されないとと思われるが、上半部に吸音材を嵌合したスチールが市販されており、前向きに騒音対策に取り組んでいる関係者の姿勢がうかがわれる。

なお、②および③については資料不足のため、ここでは省略する。

### (3) 市販ブレーカの騒音の実態

写真-2 は当社で製作している膨張型消音器を備えたブレーカである。また、図-10 は同機の消音器有無の騒音を比較した図である。消音効果、性能、凍結を加味したものであるが、すでに説明した理由により十分に満足できるとはいきれない。図-10 で、1,000 Hz 以上で消音器有無の差が小さいのは打撃音、破砕音の影響に

よるものである。

## 4. む す び

いままでの騒音対策は、“低騒音”と“経済性”の両立を狙いとしていたが、騒音公害がクローズアップ

写真-2 消音器を備えたブレーカ

され、また、低騒音、経済性を両立したブレーカが完成されるまでの過渡期である現在、従前の考え方を切換え、騒音問題優先の“低公害ブレーカ”の開発が急務である。そのためにはブレーカメーカーはもちろんのこと、他産業分野にわたる技術の向上、さらにはユーザを含めた協力意識、情報交換が今後の開発の動向を決める重要なポイントとなろう。また、そうした体制作りが公害問題に対処する最善な道程と考える次第である。

## ディーゼルハンマの防音カバーの現状

千田 昌平\*

### 1. ま え が き

場所打ちぐい工法に比べて、工場における良好な品質管理のもとに製造される既製ぐいを打込む工法は、ディーゼルバイルハンマ（以下ディーゼルハンマ、または単にハンマと呼ぶ）による施工の容易さや経済性からばかりでなく、多くの実績に基づく高い信頼性があることから、公害問題が厳しくなっている現在でもなお、主要工法になっている。

ディーゼルハンマの騒音対策として、ディーゼルハンマがわが国に普及しはじめたときから防音カバーの開発研究が行われている。その結果、鋼管杭協会がハンマ、ぐい、リーダ全体を覆う形式の全体カバーの開発に成功したことから、それを基礎に JASPP 型防音カバーシリーズとして 20~30 dB(A) の減音効果のある防音カバーが数社によって製作されるに至っている。

本稿では、これまでの開発研究の概況を述べるとともに、体系的な 2 種類の形式の防音カバー、すなわち、鋼管杭協会が開発した JASPP 型全体カバー、および A 社製の部分カバーの遮音性について、それぞれの試験結果から、現状における防音カバーの適用性ならびに今後について考察してみる。

### 2. 防音カバーの開発の経緯

昭和 43 年に騒音規制法が施行されてからディーゼルハンマの防音カバー開発の動きが活発になってきた。もちろん法規制が出ること自体、問題が表面化してきたことを意味するもので、当時すでに東京都ではあらゆる建設工事の騒音の実態を調査し、騒音防止講習会を開催す

るなど、騒音防止に対する指導に努めている。この講習会のテキストの中で、中野<sup>1)</sup>は、実験用の遮音筒を用いてハンマの騒音に関する多くの実験の結果、その段階で防音カバーに 15 dB(A) までの減音を期待できると言及している。

その後、各社がそれぞれの立場で防音カバーの試作試験を行なってきており、昭和 43 年度、44 年度には日本建設機械化協会（以下機械化協会という）が東京都の委託を受けて防音カバーの試作試験を行なった。初年度は基本試験として長さ 4 m、2 m の重ね合せ可能な筒状の防音カバーを試作し、筒長 4 m、6 m それぞれについて地中にぐいを固定したぐい打ち試験台で試験を行なった<sup>2)</sup>。その結果、減音量が 7~10 dB(A) で、30 m 離れた測点で規制値付近の 81~87 dB(A) を得て実用化の足掛りとした。

翌昭和 45 年度には実用機を目標に、ガイドジョウを長くした形式の筒状の防音カバーを製作した<sup>3)</sup>。しかし、試験の結果は 3~5 dB(A) の減音量を得たに過ぎず、ハンマと一体構造の上下開放形筒状カバーの限界を与えているものと考えられることができる。

これらの結果を受けて、鋼管杭協会では施工分科会の中に防音カバー開発小委員会（委員長斎藤二郎）を設置して、これまで開発試作した各社の防音対策を再検討するとともに、多くの基礎実験を行なった結果をもとに、25~30 dB(A) 減音効果のある全体カバー形式の防音カバーの開発に成功した。これを JASPP 型防音カバーと名付け、JASPP ○○型防音カバーの原型とした。その後、数社によって JASPP 型シリーズの実用機が開発されている。それらのカバーの試験結果も、その時点で限界とも思われる完全に近い状態に装備した JASPP 原型とほぼ同等の遮音効果をあげている。表-1 にこれまでに開発された主な防音カバーを示す。

防音カバーの特殊な例として、西ドイツの Cords 社<sup>4)</sup>では油圧ハンマを防音型にし、さらにそれにテレスコープ形式の防音カバーを取付けて効果をあげている。

### 3. ディーゼルハンマの騒音

ディーゼルハンマの打撃サイクルの中で、打撃音と排

\* 建設省土木研究所千葉支所施工研究室長

表一 これまでに試作された主な防音カバーの概要

開発年	開発会社名 または カバーの名称	構 造 概 要	防 音 効 果			備 考
			使用ハンマの型式	測定距離 (m)	減音量 [dB(A)]	
38年	京阪神急行電鉄 新三菱重工	70cm×70cm角、長さ5mの筒状、外板3.2mm鋼板、50cmグラスウール、2cmスチールフォーム張り、重量600kg	M 12	5	5.6~10.4	
43年	石川島播磨重工 (実験用)	実験台用、2分割、円筒形、下部固定カバー50mm、ロックウール内張り	各 種	30	max 12	ハンマ試験台における実験
43年	日本建設機械化協会 実験機1号	長さ2m、4mの2分割筒形、外板6mm鋼板、ロックウール内張り	22	30	6~9	実験用
44年	日本建設機械化協会 実験機2号	1.2mφ×4mの円筒、外板3.2mm鋼板、不燃ウレタン100mm、重量約1.5t	22	30	3~5	
44年	久保田鉄工 K-SD工法	ハンマ本体およびキャップ部分にグラスウールキャンバス巻付、吸排気孔に爆発マフラ取付	32	—	—	
44年	白石基礎工事 消音機	2.63mφ×1,000φ天井板付、二重張り間に50mmグラスウール入りの部分カバー、重量約550kg	22	30	7~10	
44年 45年	鹿島建設技研 タイプ1、タイプ2	上・中・下部の3パーツから成る。上部は1.6mm鋼板グラスウール50mm張付、中間はドラム缶にロックウール充填吸排気マフラ付、下部は四角断面ベニヤ板50mmグラスウール張り	22	30	8~10	
45年	日本鋼管 実験1号機	1.234mφ×6.5mの円筒、外板コルゲート板、中間2.3mm鋼板、ロックウール内張り、エキステンションガイドジョウ型	—	30	約13	順次ロックウール等を取りはずして実験
45年	日本鋼管 実験2号機	1mφ×4.265m円筒、2分割、天井板12mm、外板3.2mm、内板1.2mm鋼板、この間にアスベスト布1.6mm、ロックウール50mmを入れる。エキステンションガイドジョウ型	K 32	30	11~13	
45年	旧富士製鉄 MDバイル工法	1m×1.42m角×4.52m長、二重リード、アスベストボードと鋼板の間にグラスウール挿入、送気プロア2台付	M 32	30	7~10	
45年	デルマダ BB-1500	1.3m×1.3m角、長さ17.5m、懸垂リード用全体カバー、観音開き、エアシリンダ開閉式	—	7	81~86	左の値はカバー取付時の騒音の値
46年	大林組	全体カバー、観音開き、3.2mm鋼板、防音塗料(5mm)、下部防音シート排気用プロア付	—	30	約6.5	
46年	住友金属	1.1mφ円筒、板厚6mmコルゲート、ロックウール7~8mm張付、重量約1t	D 32	—	—	
46年	ハッシュ・リブ	角断面全体カバー、懸垂リード用、観音開き、装置専用台車付、軌道使用、20mのくいまでに適用	35	15	18~20	
47年	ハッシュ・減音タワー	高さ18m、六角形断面筒状全体カバー、補助クレーンつり込み型、外板は鋼板、制板材、ポリウレタン発泡吸音材使用、油圧シリンダによる扉開閉	D 12	7	29~31	鋼矢板打込み
49年	鋼管杭協会 パネルカバー	2.44m×2.44m角×長さ8.07m、防音パネル組立、実験用全体カバー、送気方式	K 32	30	約30	ハンマ、試験台における実験
49年	アイケン工業	1.6mφ×7.3m、全密閉型部分カバー、カバー専用ガイド付、吸気ファン付	K 22	30	約17	打止めぐいで試験
50年	鋼管杭協会 JASPP型	全高21.35m、全体密閉型全体カバー、アルミリブ、ダンプレー外板、吸音材、パンチメタル内張り、エアサスペンション型カバー専用ポスト付	M 22	30	27~31	試験用
50年	ASTM共同企業体 JASPP-NA型	2mφ×22.36m、分離型、筒状全体カバー、防音カバー専用機に取付、観音開き、エアシリンダ開閉、重量13.7t	K 35	25	16~19	実験工事
51年	久保田鉄工 JASPP-KPS型	全高24.725m、全体密閉型全体カバー、外板よりダンプレー・空間・エキスパンドメタル・グラスウール(50mm)・有孔鋼板、観音開き、油圧シリンダ開閉、重量9.17t	K 42	30	22~34	打止めぐい
51年	JASPP-鹿島建設型	全高18.676m、内部空間1.6mφ、打止め専用全体カバー、構造形式は鋼管杭協会JASPP型に同じ	K 45	30	約27	
51年	新日本製鉄 JASPP-NB型	全高23.2m、内部空間1.6mφ、構造形式は鋼管杭協会のJASPP型に同じ、扉開時の前方見通し良、重量約96t	40以下	30	約20	
51年	川崎製鉄 JASPP-KI型	全高23.55m、内部空間1.8mφ、構造形式は鋼管杭協会のJASPP型に同じ、下部カバーが油圧で昇降する、重量約11t	M 43	30	21~23	

気音が最も耳に付く。事実ハンマの音圧波形を時間軸で示すと 図-1 (a) のように現われ、同図 (b) の空打ちと比べると排気音が分離されているのがよくわかる。

神戸製鋼所の実験<sup>3)</sup>では、図-2 に示すように空打ちと本打ちの周波数分析の結果、1 kHz 以上の高周波数域で 3~5 dB ぐらい本打ちの方が大きく出ている。これまでに試作された各種の防音カバーの効果が高周波数域によく現われていることからすれば、低周波数域にも有効な防音カバーが要求されることになる。

有効な防音カバーを開発するにはまず騒音源を明確にしなければならない。これまで単に排気音は吸排気口から、打撃音はアンピルおよびバイルキャップの部分から出るとの判断から、吸排気口用マフラやアンピル付近を覆うカバーが提案され、実験された例もあるが、効果的な防音対策となっていない。これらの経験から鋼管杭協会ではカバー開発の第1段階として、ハンマ各部に指向性マイクロホンを配置して、ハンマから発する音源調査のための実験を行なっている<sup>4)</sup>。その結果、アンピル部で発する打撃音は固体伝導音として伝達され、ハンマボディ全面から出ていることが判明した。ハンマ全体が騒音源であれば、固体伝導音はハンマからくいはまたはリーダに伝播し、さらには防音カバー自体も発音源になることは十分考えられる。したがって、ハンマと他の物体との結合部に音の伝播を妨げる防振対策を施さない限り、効果的な防音対策は期待できないことになる。

#### 4. 防音カバーの形式

これまでに試作された防音カバーの形式を大別すると部分カバーと全体カバーに分けることができる。部分カ

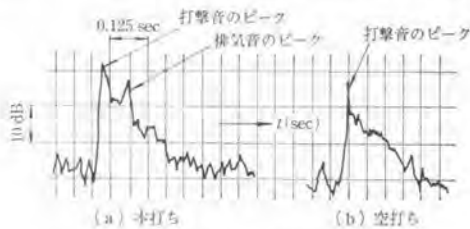


図-1 音圧レベルの時間的变化

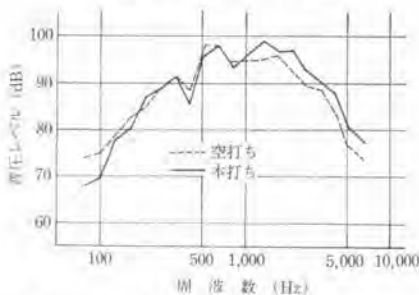


図-2 空打ちと本打ちにおける周波数測定結果

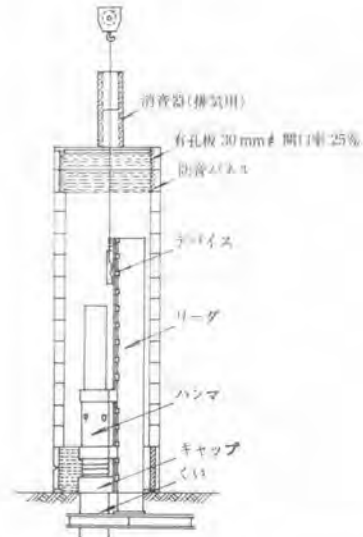


図-3 鋼管杭協会の実験に用いたパネルカバー

パーとは機械化協会ほか多くの例にみるようにハンマの部分だけを覆った筒状のカバーで、ハンマの動きに追従して上下動する形式のものである。一方、全体カバーはハッシュや鋼管杭協会 JASPP 型のようなハンマ、くい、リーダマスト全体を覆った形式のものである。

部分カバーは構造上さらにハンマのガイドジョウを長くし、その間(リーダとハンマの間)に背板を設けてカバーを取付けるガイドジョウエクステンション型、カバーにガイドジョウを取付け、カバーの中に別の補助リーダを取付けてハンマのガイドとする二重リーダ型、およびカバーのリーダパイプをマストに別に取り付ける専用リーダ型とに分けられる。また、全体カバーはハッシュ形式の補助クレーンつり込み型、ハッシュ形式の補助車輪付および鋼管杭協会のカバー用専用ポスト付とそれぞれ懸架方式が異なっている。

#### 5. 全体カバーの遮音性

##### (1) パネルカバーによる実験

現状の材料で理想に近い状態でのカバーによる遮音性の限界を確かめる目的で、昭和 49 年に鋼管杭協会ではパネルカバーによる実験を行なった。これは 図-3 に示すように建込みリーダマスト形式のハンマ試験台に、防音壁用の長方形断面の防音パネルを組合せた全密閉カバーを取付けたもので、送気ファンにより換気を行い、排気口には消音器を取付けてある。この装置はハンマとカバーが地面でつながっているほかは完全に独立しており、固体伝導音がカバーに伝わらない構造になっている。実験の結果、ハンマから 30 m 離れた地点で 102 dB(A) あった騒音が、カバーを使用した場合、72 dB(A)



となり、約 30 dB(A) の減音という、これまでの実験で例のない成果が得られた。

理想に近い状態といいながらも、この実験は在来のパネルを組合せたものであり、防音材料にしてもまだ検討の余地があることから、全体カバー方式で材料構造を十分吟味すると、実用機を製作してもこの値に近い減音効果が期待できるという見込みから、鋼管杭協会では次のステップとして以下に述べる全体カバーの試作実験を行った。

## (2) 全体カバーの構造

パネルカバーの実験成果をはじめ、これまで行ってきた各種の資料に基づく検討の結果、最も効果的な防音カバーの形式は全閉にして空気伝音のみならず、固体伝音をも防除するものでなければならないという結論から、鋼管杭協会ではカバー専用支持柱形式の全体カバーを試作し、防音実験を行なった(図-4 参照)。

本防音カバーは定尺 12 m のくいに 32 型のハンマを装着する全閉型全体カバーとすることを基本条件に設計したもので、構造上主な特徴をあげると以下のとおりである。

① カバーを支持する専用の柱を有し、空気ばねを介してくい打ち機本体に支持されている。そのためハンマ

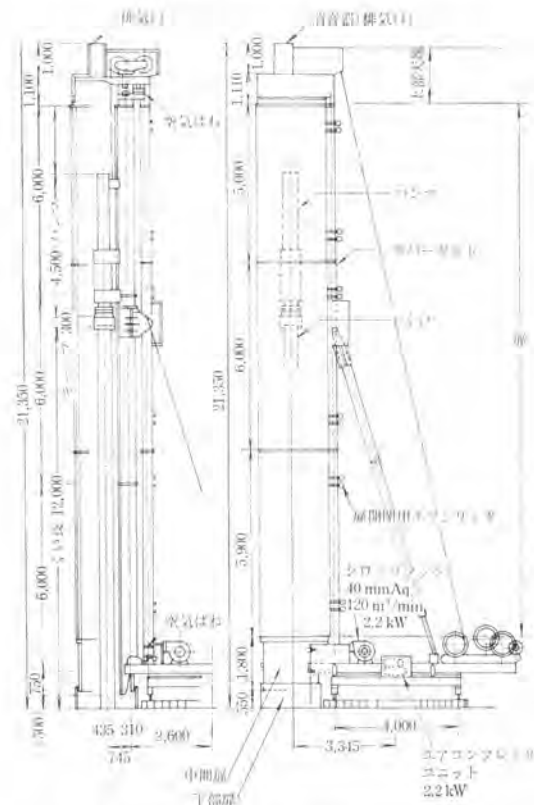


図-4 鋼管杭協会が試作した JASPP 型全体カバー

からの固体伝導音を防ぎ、カバー自体からの 2 次音の発生を遮断する構造になっている。

② くいの取込みを容易にするため前扉を観音開きにし、開閉をエアシリンダによって行う。

③ カバー本体の軽量化を計るためアルミ製リブフレームを使用している。

④ カバー外板にダンピング板を使用している。

## (3) 防音試験およびその結果

試験は 22 型のハンマを用いて 508 φ×12.7 t の鋼管ぐいを打止りの状態で地上 8 m および 1 m のくい頭高の条件にして行なった。騒音測定位置はくい打ち機の前、側方、および後方各 10 m、20 m、30 m の点と、前方および側方においては 1 m 点、さらに前方 60 m 点にとっている。

カバーを取付けない状態での騒音はカバーの組立、取付など工程の都合から、同じ打撃条件のもとに前もって測定しておいてある。

このほか、2 次試験として、空気ばねの効果を調べるために剛結状態における試験、カバー扉および下部スカート部の開度による騒音の漏洩試験等も行なっている。

試験の主な結果を図-5、図-6 に示す。図からもわかるように、30 m 地点における騒音レベルは 63~65 dB(A) となっており、カバーを取付けていない場合より 29~33 dB(A) の減音となっている。ちなみに、63~65 dB(A) をいろいろな音の騒音レベルにあてはめると、「騒がしい事務所」に相当し、事実、カバーのすぐそばで普通の会話ができる程度であった。図-7 はカバーを取付けた場合とない場合との音圧レベル差を周波数別に示したもので、この場合も他のカバーと同様に高音域での減音量が卓越している。

なお、図-6 におけるゴムクッションとは空気ばねの空気を抜取った状態のもので、ゴムクッションの状態にあることを意味する。このゴムクッションとカバー付の場合の差が空気ばねとゴムクッションの差ということになる。同様に、剛結とは空気ばね、ゴムクッションとも

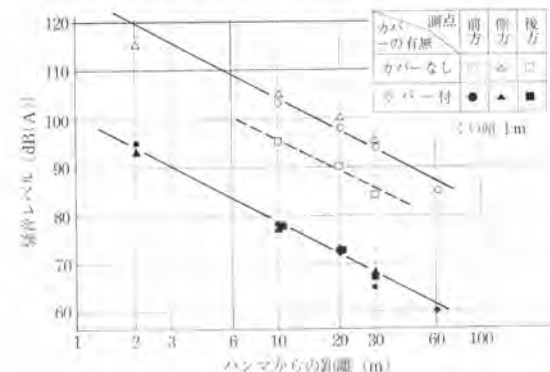


図-5 打撃高 1 m の場合の方向別騒音距離減衰



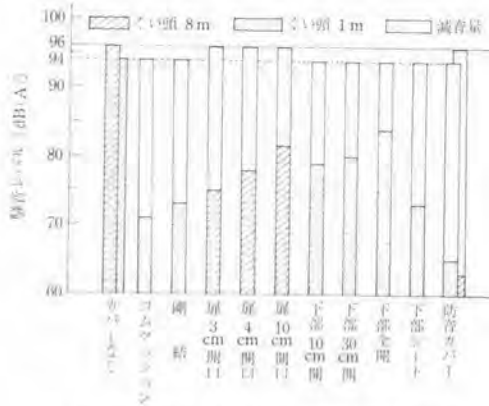


図-6 前方 30m 地点における条件別騒音レベル

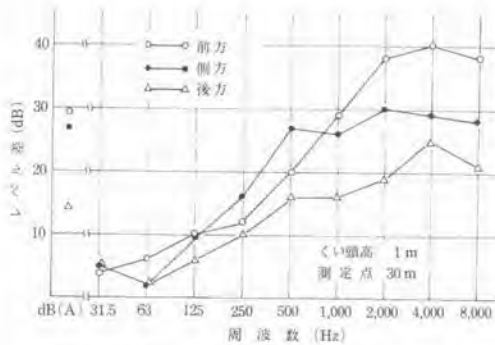


図-7 防音カバーによる周波数別減音レベル

働かないように溶接固着し、リーダマストおよびくい打ち機と剛結した状態を示すから、空気ばねやゴムクッションの効果を求めることができる。

このほか、前扉の開口状態およびカバー下部の地面とのすき間の開度による騒音増加レベルからも明らかなように、少量の間げきでもカバーの遮音性能を急激に低下させている。なお、図-6 において下部シートとあるのはカバーの下部をテントシートで巻付けたものである。

## 6. 部分カバーによる実験

前項に述べた実験の結果からも明らかなように、全閉型の全体カバーが遮音上最も有効で望ましい形式であるが、実用面において、施工性、経済性の点で部分カバーに期待が大きいことは多くの試作例が部分カバーであることからわかる。

しかしながら、これらの試作例は必ずしも所期の遮音効果を得ておらず、部分カバー方式による遮音限界を求めておく必要がある。

ここに、実用されている数少ない部分カバーの一つであるA社製防音カバーの遮音計測の結果等から、現状における部分カバーによる遮音限界を考察してみる。

### (1) 部分カバーの構造概要

このカバーは、図-8 に示すように専用のリーダパイプをガイドに、ハンマの上部シリンダから張出したカバー受アームにエアクッションを介して支えられ、ハンマとともに上下動する全閉型の部分カバーである。空気はカバーの側面に取付けた給気ダクトから吸込まれ、カバー上部の吸気ファンにより吸引されて吸音柵を通り、排気マフラから排出される。カバー本体は薄鋼板の外板の内側に遮音材を内部に内張りした構成になっている。

カバー下部のくいの取込み部はくいの取込み口を残して鋼板のデッキになっているが、実用例では、容易にくいが入るようにベル状のガイドの付いたパイルキャップをハンマ下面に取付けて、カバー下部へ突出させ、くいとこのパイルキャップとの間の空げきを古タイヤで充填した構造になっている。

### (2) 遮音試験

試験は実際の工事現場におけるコンクリートパイル打込作業および打止り鋼管ぐいにおける遮音試験の2種類について行なった。

工事現場におけるくい打ち試験は防音カバーの有無およびヤットコ使用における影響を調べる条件で行なった。また、打止り鋼管ぐいにおいては次の条件についての試験を行なった。

- ① カバー下部の充填ウレタンマットの有無
- ② くいからの遮音用コンベヤベルトスカーートの有無
- ③ くい内の水の有無

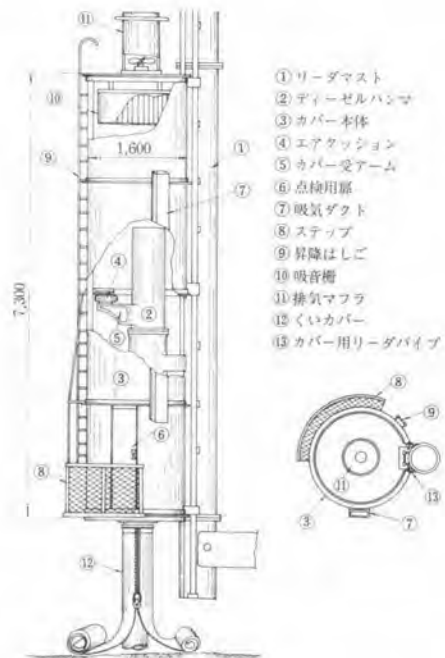


図-8 部分カバー

④ 点検用扉の開閉

①は現場実験では古タイヤを用いたが、ここではウレタンマットを用いた。③はくいの内部に水を注入し、くい自体のダンピング効果を図ったものである。④は計測日程の都合でカバー取りはずしの状態での騒音測定ができなかったため、点検扉の開放にして最大騒音量を得たものである。

(3) 試験結果

コンクリートパイルの現場実験においては、図-9に示すようにくい打ち機前方で14~15 dB(A)、側方で7~9 dB(A)の減音効果が出ている。側方の騒音が高いのは、給気ダクトが取付けられている方向であることも一因として考えられるが、これまでに行なったほかの測定例を見ても前方より側方が数 dB(A)大きく出ている。

鋼管打止めぐいでの試験結果を図-10に示す。図において、水、ドア、スカート、ウレタンとあるのは、前項で述べた条件を表わすもので、○印はくいに水を入れた場合、点検扉を閉じた場合、くい用ベルトスカート

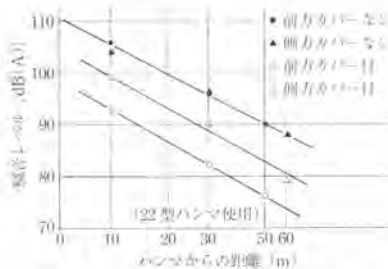


図-9 コンクリートパイル打ち現場における騒音レベル

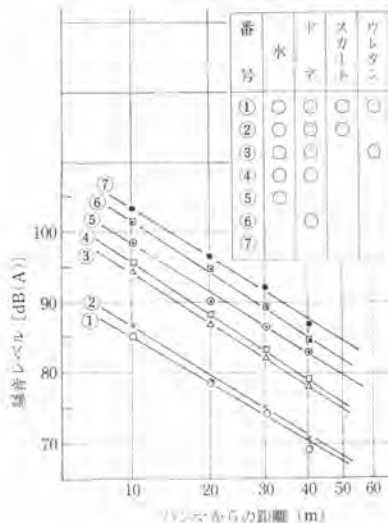


図-10 部分カバーによる各種条件と騒音レベル

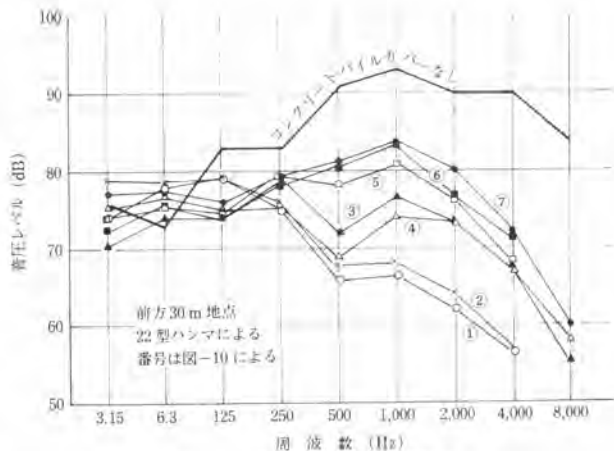


図-11 遮音条件別周波数分析結果

取付けた場合、ウレタンマットでカバー下部のくいとのすき間を充填した場合のそれぞれを意味する。すなわち①が全装備の状態、⑦がドアを開放したカバーなしに近い状態である。図より全装備の場合は20 dB(A)近い効果を示し、スカートの効果(③-①)および水の効果(⑥-④)が最も大きく、ウレタンの効果(②-①)または④-③)は1~2 dB(A)にすぎない。

図-11には条件別の周波数分析の結果を示す。図中の番号は図-10の条件を表わすものである。くいや地盤などの打込条件が異なるため直接比較するには問題があるが、参考のため同型のハンマによるカバーなしの状態でのコンクリートパイル打込時の分析結果を実線で示す。⑦が扉を開放したときの状態であるから、これを実線と比較すると、定性的には扉を開放しても高周波数域の音圧レベルが低下していることがわかる。また、図-6の場合と同様に各条件による周波数特性の差が比較できる。いずれの場合も共通していえることは、どの対策も低周波数域ではほとんど効果が現われず、500 Hz以上の範囲で差が現われていることである。

7. 考 察

以上に述べた代表的な2形式の防音カバーの遮音試験結果をまとめると表-2のようになる。打込条件は異なるが、いずれも22型のハンマを用いて行なったものであり、音源に大差はないものと考えられる。

ここに、全体カバーと部分カバーとの間には約10 dB(A)の開きがある。これを実用機に普及する場合は、

表-2 防音カバーの遮音効果 [単位: dB(A)]

形式	測点	カバーなし		
	前側方	前方	側方	
全体カバー		94~97	63~65	68~70
部分カバー		91~93	74~75	78~80

JASPP-KPS 型などではすでに 65~70 dB(A) までの減音効果を得ているが、全体カバーで 70~75 dB(A)、部分カバーで 80~85 dB(A) がほぼ妥当な遮音限界と考えられる。もちろん、すでに 70 dB(A) 以下の防音カバーが完成しているから、ある程度の施工性、経済性を無視しても大きな遮音量を必要とする場所には、このような全体カバーを適用することができる。

一方、部分カバーは実用しているものに付加条件として、くいに水を入れたり、ベルトでカバーしたりした結果得られた値で、すでに 80 dB(A) 以下になっているから、本体構造および材料の再検討と多少の施工性を犠牲にすれば、80 dB(A) を大きく上回らない値に止めるにはあまり大きな困難が伴わないものとする。これら 2 種類の防音カバーは遮音効果、施工性、経済性においてそれぞれの特徴を有するから、施工環境条件によって使い分けられるべきであることは当然である。

## 8. あとがき

防音カバー製作の容易さからすれば、吸排気や操作性に問題の少ない油圧ハンマやドロップハンマなど、ディゼルハンマ以外の打込工法が推奨されるが、わが国で

はまだ試験の段階であり、今後の開発が期待される。

防音カバーによるくい打ち工事を普及するには当然工事仕様にも、また積算にもそれを反映する必要がある。そのためには防音カバーの評価とその適用の基準化が平行して進められなければならないことを提言しておく。

本報告書に用いた全体カバーについては鋼管杭協会から資料の提供を受けたほか、部分カバーの試験、計測にあたっては鋼管杭協会、宮本氏（東京都公害研究所）および北海道開発局建設機械工作所の協力を得た。ここに厚く謝意を表します。

## 参考文献

- 1) 中野有朋：「杭打機械の騒音とその対策」昭和 43 年 6 月・建設工事騒音防止講習会テキスト・東京都首都整備局
- 2) および 3) 日本建設機械化協会：「建設機械の騒音振動除害方法の研究報告（くい打ち機械編）」昭和 44 年 7 月・建設の機械化・第 233 号
- 4) Hans Kühn und Hans Kröger："Rammhammer mit hydraulischen Antrieb—Ein Rückstand des technischen Fortschritts?" BAUMASCHINE UND BAUTECHNIK・Sept. 1974
- 5) 神戸製鋼所：神戸製鋼技報・昭和 39 年 7 月
- 6) 鋼管杭協会施工分科会防音カバー開発小委員会：「無音無振動工法に関する研究（その 1）」昭和 48 年 6 月・鋼材倶楽部受託研究報告所

新刊図書案内

# Japan's Construction Equipment Specifications 1976

\* 国産建設機械主要諸元表 (英文) \*

B 5 判 60 頁 頒価 900 円 送料 200 円

申込先  社団法人 日本建設機械化協会

東京都港区芝公園 3 丁目 5 番 8 号機械振興会館内  
電話 東京(433)1501 振替口座 東京 7-71122 番

## 私と建設機械の出会い 石川正夫

少年期の回顧・断章

海の底に、長い、長いトンネルを掘り進めようという大変な仕事の関係で、約6年余の歳月を北の国で過ごす機会を得たが、このあしかけ7年間の北国での生活体験をふり返ってみると、いろいろと目まぐるしい思いの連続で、世の中の変貌もこれまた大変なものであった。

仕事関係のことは別としても、わが国の社会経済が驚くべき高度成長をとげた時でもあり、また、石油資源は有限なりというオイルショックと、それ以降の急激な減速経済への移行と、加速から減速へと大きく揺れ動いた時代でもあった。

ともかくも、この7年という期間中には冬のオリンピックが2回、夏のが2回もあったのだから、永いと言えば永い歳月であったようだ。

サッポロ冬季オリンピックでは、ジャンプ競技に3本の日章旗が揃って堂々とかかげられたことなどは威勢のよい思いであった。また、「ぼんだい号」の墜落やら、全日空機と自衛隊機との空中衝突などは、恐ろしくもまた悲しい思いである。また、夕方の北の空に、光輝くばかりの UFO を目撃したことや、ゴルフ場のフェアウェイで野狐にばったり出会って、それ以来スコアが驚くほどよくなったことなど、奇妙なこともいろいろとあったことが思い出されてくる。

こうやって思いつくままに、無作意に印象の断片を並べてみると、どれもこれも空中の現象に関係あるものばかりが出て来るのにはわれながら驚かされる。おそらくこの7年の

間は、もぐらの習性で地面の下ばかり見つめて来たせいであろうかとも思う。近頃会う人々からよく、出水事故で大変だったでしょうと声をかけられるが、海の底の下のトンネルの印象は、まだあまりに生まなましく、また複雑で、自分でも頭や胸の中のもろもろが整理されないでいるようだ。

回顧趣味が出るようになったのは年をとった証拠ともいわれるが、ご覧の通り、頭の上の方がかなり薄目になって、風采にもどことなく年輪の貫禄がついて来たものだと、うめぼれるような昨今である。

回想にふけるついでに、私と建設機械との最初の出逢いについて思いをめぐらしてみると、かなり昔のことが古い記憶の中から想い出されてくる。

それは、私が小学校にあがった頃のことです。昭和のひとけたの時代のことであった。この頃は、毎年夏になると母に連れられて、利根川の河口のある町に独りで暮していた曾祖母の家に遊びに行き、そこで夏休みの幾日かを過ごすことになっていた。そこへ行くには、両国の駅から汽車にのって行くのだが、その頃の客車は木製で、5両か6両の客車をつないで蒸気機関車が引張って走るものだった。汽車の旅が4時間以上もかかったかどうかは、子供心に関心がなかったようで記憶にないが、途中の停車駅で母にねだってアイスクリンを買ってたべるのが最大の関心事であった。そして千葉より佐倉のものの方がおいしいことも熟知していた。それで千葉の駅では停車中はずっと耳をふさいで、アイスクリ

ンの呼び声が聞えないようにして我慢することにしていた。

佐倉駅のアイスクリンは小さな四角のへぎ板の箱に入っていて、箱の蓋には氷山とペンギンの絵がいかにもすずしそくに書かれていて、値段も千葉のと同じ、たしか5銭だったと思う。待望のアイスクリンが食べられてひと安心、うたた寝していると、やがて飯岡をすぎて、トンネルに入るので起される。上りの勾配の線路を、蒸気機関車がシュッシュッ、ポッポと、あえぐようにして登りはじめるときには、車掌が客室内を巡って、暑さしのぎに明け放しになっている窓を一つ一つパタン、パタンと音を立てて閉めて廻る。幼な心にも何か危険が迫りつつあるような緊張感が身体にみなぎる。やがて、ポーッと長い汽笛が泣き声のようにしめった音で響くと、真っ暗なトンネルに入る。薄暗い室内灯がポカーッと点るが、窓ガラスの外は蒸気と煤煙で見る間に曇ってしまう。窓や扉の隙き間からしのび込んでくる煙で、車内は次第に見通しが悪くなり、暗く、息苦しくなってくる。手拭で鼻と口をおさえて息をこらす。我慢の極限に達すると思ううちに、サッとトンネルを抜け出せば、終点の駅までは間近い。

曾祖母の家は、駅からも近いが、利根川にも近いところにあった。家に着くと早速に、耳の遠い曾祖母が何かと話しかけるのをふり切るように、近所の遊び友達を相手に、持って行った自慢のおもちゃを見せ合ったり、取り替えたりして遊ぶ方が忙しい。それにもやがて飽きると、連れ立って利根川の川べりに



水遊びに出掛ける。

近道をして醤油工場の中を通り抜ける。カタタンと調子のよい音がするのは醤油樽を作っている音だ。

川では水の浅いところで泳いだり、砂遊びをしたり、しじみをとったりして、時の経つのも忘れる。川べりには大利根飛行場と看板をかけた倉庫のような大きな建物があって、中にフロートを2本つけた下駄ばきの複葉単発の水上飛行機が2台入っている。天気の良い日には爆音をとどろかせて見上げる顔のすぐ上をかすめるようにして飛び上ってゆく。大人になったらあのようなカッコいい飛行機の操縦士になってみたいと思ったりする。

ある日、近所の友達と釣ざおを手には、川岸づたいに河口の方に向かってかなり遠出したことがある。海の近くに行けばくじらのような大きな魚に出逢うと思ったからで、親が許可した行動範囲をはるかに超えた大冒険行であった。期待したくじらのような大きな魚はいなかったが、見馴れない奇妙な格好をした、ひどく大きな勇ましい音をたてながら動く怪物に出会うこととなった。

その怪物の下半身は船のように水に浮んでいるが、人や荷物をのせて運ぶものではなく、鳥居のような帆柱のようなものがあった、その先から象の鼻のような、ひしゃくの



随  
想

化け物のようなものが延びたり縮んだりして、ある時は水の下にもぐって見えなくなるかと思えば、突然、ガラガラガラ、ドカンとびっくりするような音を立てながら象の鼻が動き出して、水面が盛り上がるや、ゴーツという音とともに水面からひしゃくの化け物がとび上って出てくる。驚いてる間にも、象の鼻の先はぐるりと向きを変えて大きな口を空中で開くと、のみ込んでいたヘドロをドザーバザバザと吐き出す。そしてまた象の鼻は向きを変えて、ガラガラガラ、ドカンとひどく大きな音を立てながら水の中に鼻先をつき落とすようにして沈んで見えなくなってしまう。そしてほんのしばらくの静寂、また突然大音響とともに水面が盛り上って象の鼻先がヘドロをいっぱいつかんで姿をあらわす。

あまりの珍しさ、そして面白さに、釣ざおもバケツもほうり出して怪物の動きに見とれてしまっていた。それはなんとも表現のしようがないほど奇妙であり、滑稽であり、それでいて荘厳な気持になるような不思議な感動であった。

どれほど長い間そこに立ちつくしていたかわからないが、ふとわれに戻ると、この面白い怪物を発見した感激を一刻も早く母に知らせたい気持で、家に向かって駆け出していた。

家では、母は丁度食事の仕度をしていたようで、怪物探険につれ出そうと誘っても、一向に話ののってくれないのが、いかにも悔しかった。

それから数日後、やっと母を怪物見物につれ出すのに成功したが、その日は朝から濃霧

が立ち込めていて、はるかな灯台の霧笛の遠吠えが、樽工場のトンカラ、トンカラの音に重なり合って聞えていた。家を出てしばらく行くと、バシーン、バシーンと言う重たい音が胸をしめつけるように、たれこめた乳白色の霧をつらぬいて伝わって来るのが感じられた。先日の怪物が、霧のきれ間から見えるところまで行ったが、その日の怪物は、まるで別人のように静かに眠っていて、すこしの身動きすら見せようとしないう。先日の怪物の動く面白いさをつたない口でくどく説明しても、母は一向に理解してくれず、蒸気杭打機のひどい音と響に顔をしかめていては、後味の悪い思いで家に戻らざるを得なかった。そして私の胸の中には、先日の何とも言えない感動のたかまりを自分以外の人にうまく伝えることのできないもどかしさが一杯にあふれて息もとまる思いであった。この時以来私の精神活動には、この興味深い怪物について、もっともっと多くの理解と認識を得ようとする欲望が作用することとなったのであろう。

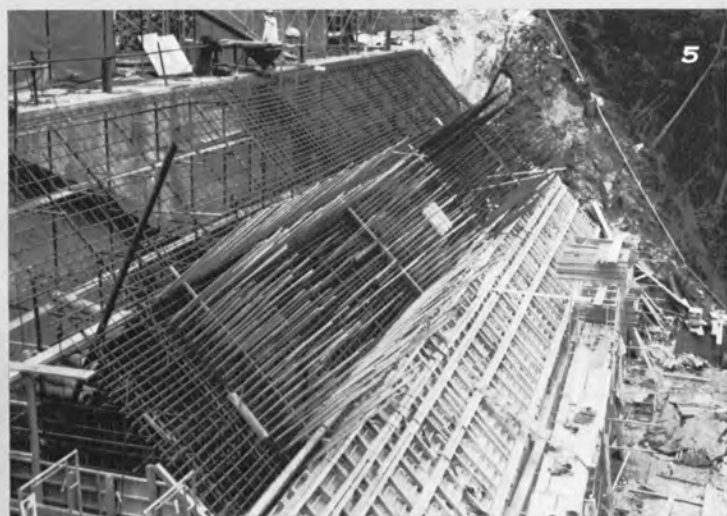
その後、歳はうつり、時は流れて、私が社会に出て今日まで、建設機械と深いかかわりあいを持つようになったのは、この少年期の夏の経験が少なからず影響しているように思えてならない。

最近の建設機械は昔のようなひどい音や振動を出さなくなったが、いま少年期にある人が成長して社会に出る頃にはどんなマン・マシン・システムが構成されていくのか、せいぜい長生きをして確めたいと思っている。

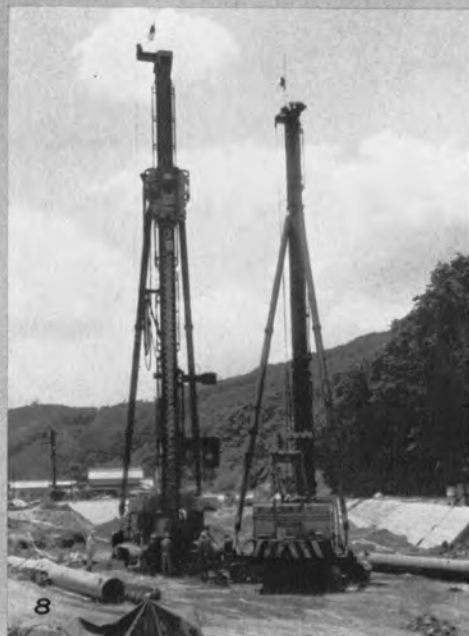
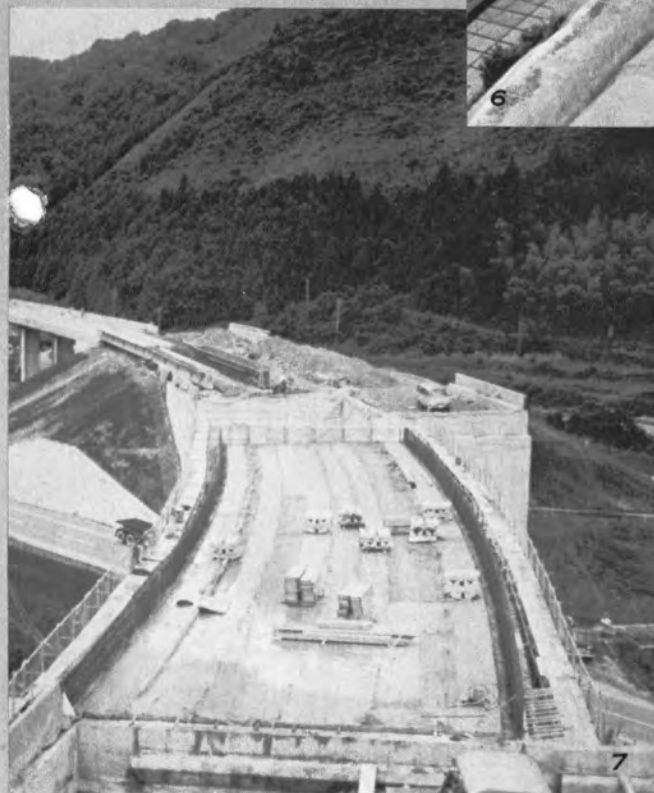
# 中国縦貫自動車道の建設現況



1. 舗装工事の着手を待つ庄原インターチェンジ付近
2. 東城インターチェンジ付近の工事状況



3. 新見市熊谷地区における土工工事
4. 急峻斜面に建設される三尾橋（下部工）の工事状況
5. 帝釈橋右岸アーチアバットの鉄筋組立
6. 小坂部川橋（上部工）工事の架設状況
7. 新見市熊谷地区の建設状況
8. 瀧前橋（下部工）工事における大口径さく孔機とくい打込機







9. 中山トンネルの西口坑門工  
 10. 小坂部トンネルの側壁導坑方式による掘削状況  
 11. 北房舗装工事における表層舗設状況  
 (ホットジョイント)  
 12. 順調に進む落合～北房間の舗装工事





# 中国縦貫自動車道の建設現況

柴山吉晴\*

## 1. まえがき

中国縦貫自動車道（中国道）は昭和32年4月16日制定の「国土開発幹線自動車道建設法」に基づく7,600kmの高速道路網の一環として建設されるもので、大阪府吹田市で名神高速道路と直結、これを起点として、近畿・中国地方の1府5県を文字通り縦貫し、山口県下関市で関門自動車道と連結する延長約540kmの幹線自動車道である。

途中には近畿自動車道舞鶴線、中国横断自動車道岡山・米子線および同広島・浜田線が計画されており、山陰、

山陽を結ぶとともに、中国道を通じ近畿圏および北九州圏へ連絡し、中国地方内陸部ならびに山陰地方の産業の開発、地域振興を促す重要な路線である。

全線は表-1のとおり5区間に分けて整備計画が策定され、昭和46年6月、千代田～鹿野間の第5次施工命令によって全区間が工事に着手されたことになる。

このうち、昭和45年3月に吹田～豊中間8.2kmが万博関連事業として最初の供用区間となったのを皮切りに、現在では吹田～落合間182km、山口～下関間74kmの合計256km、約47%が一般に供用されている。

## 2. 区間別の概況

広島建設局が担当している兵庫・岡山県境から山口県下関市に至る延長約410kmは、第1次区間から第5次区間までの5年の隔りと、社会情勢の急変による公共投資の抑制等の影響で、その進捗状況は区間ごとに著しい幅が生じている。



図-1 日本道路公団広島建設局管内図

\* 日本道路公団広島建設局建設第二部調査役



400 m の平坦な地形が広がり、第三紀のれき岩と砂岩、泥岩が広く分布しているため冬期の凍上繰返しに対するのり面対策が重要な課題となっている。

(d) 東城～庄原間  $L=30$  km

この区間は標高 650 m の比婆・道後・帝釈国定公園内を通過する。前述の菅部地区と同じく石灰岩地帯を通過し、かつ地形が急峻なため長大橋が多く、特に国定公園内の峡谷を通過する帝釈橋 283.5 m は、自然景観との調和を図るため鉄筋コンクリートアーチ橋を採用している。

昭和 49 年度および 50 年度の土工工事発注区間で、6 月末現在の進捗率は約 35% である。

(e) 庄原～三次間  $L=17$  km

この区間の土工工事はすでに完了しており、橋梁上部土工事を施工中である。

以上のとおり北房～三次間約 100 km は全土工工事および橋梁上部土工事の大部分に着手しており、昭和 53 年夏の供用を目途としている。

なお、北房～庄原間 83 km は地形上設計速度を 60 km/hr としており、縦断こう配 3% 以上の区間が 48% を占め、平面曲線半径 500 m 未満の区間は 18% にも達している。また、設計速度 60 km/hr に対する追越視距 350 m を連続 300 m 以上確保できる区間が 22% しかないなど、線形的に非常に低水準となっている。このため、大型車の混入による追越希望の増加、I.C. S.A 前後の 4 車線区間に追越走行の集中、および登坂部の交通容量の低下などが懸念される。

このような現象を軽減するためにトンネルを除く必要区間に付加車線を設ける追加工事が昭和 50 年度後期より同時に施工されている。特に前述の三尾地区での別ルート追加 2 車線は、先行 2 車線が延長、こう配、およびトンネルが多いだけに、その早期着手が交通運用上強く望まれている。

(f) 三次～千代田間  $L=35$  km

三次付近で江の川を 3 回にわたって渡り、たんたんとした丘陵地を通過し、一部火神城峠付近で 3 km 余の登坂車線区間があるほかは、技術的には特に問題のない区間である。

昭和 50 年度後期に土工工事 2 件と橋梁下部工事が 1 件発注されたが、まだ目立った進捗とはなっていない。昭和 51 年度には残りの全区間にわたって土工工事の発注が予定されており、昭和 54 年度中の供用を目途としている。

(3) 千代田～鹿野間 (第 5 次区間)  $L=101$  km

この区間は地形的に第 1 次～第 5 次区間の中でも特に厳しく、その標高は 160 m から最高 724 m にわたり急峻、複雑な山岳部が大部分を占めている。このため縦断

こう配は厳しく、3,000 m 級 3 箇所、2,000 m 級 2 箇所を含む 16 箇所のトンネル (延長 21.9 km)、長大橋梁 9 箇所 (延長 2.8 km) と区間延長の約 25% が構造物となっている。また加えて、寒冷積雪地区であるため冬期の雪氷対策を考慮しなければならない。したがって、前述の北房～庄原間と同じく 4-2 段階建設であるため供用後における交通上の問題解決が建設段階における大きな課題となっている。

なお、この区間の供用は昭和 58 年度を目途としている。

(a) 千代田～加計間  $L=25$  km

中国横断自動車道広島・浜田線と重複する区間である。整備計画路線の変更に伴う路線検討とジャンクションの位置検討等のため、中国道のなかでも最も進捗度の遅い区間となっている。現在、路線検討を終り、工事実施計画の認可待ちで、昭和 51 年秋に路線発表にこぎつける予定である。

(b) 加計～鹿野間  $L=76$  km

昭和 50 年 12 月に路線発表を完了しており、現在路線測量および土質、地質調査等を行なっているが、昭和 51 年度も継続してこれらの調査および設計を実施することになっている。

この区間では吉和村から六日市町にかけて西中国山国定公園および羅漢山県立自然公園内を約 11 km にわたり通過するので、公園内の風致景観、緑化等自然環境との調和について特に種々の工夫が必要とされている。

(4) 鹿野～美祿間 (第 2 次区間)  $L=68$  km

この区間は昭和 43 年 4 月に施工命令が出されているが、現在工事中の鹿野～山口間と関門自動車道との接続ですでに開通している山口～美祿間の 2 区間に大別される。

(a) 鹿野～山口間  $L=38$  km

路線の大部分が標高 200~400 m の山地部を通過するため高橋脚の橋梁、トンネルが計画され、資材搬入のための工事用道路が必要な区間である。特に長大切土については、風化の進んだ片岩地帯で片理、節理の発達が著しいため切取りのり面こう配を緩くするよう計画している。

この区間は徳地 I.C 前後を除きすでに用地取得を完了しているが、徳地 I.C 付近は昭和 51 年度内を目途に用地取得ができるよう設計協議を鋭意すすめている。

工事関係では、昭和 51 年度の本格的な工事着手の準備として、昭和 50 年度に一部の橋梁下部工事、河川付替工事および工事用道路工事が発注されている。昭和 51 年度は一部地区を除き土工工事の発注が予定されている。

なお、この区間の供用は昭和 54 年度を目途としてい

る。

(b) 山口～美祢間  $L=30$  km

昭和 49 年 7 月 31 日, 小郡～小月間の一部として小郡～美祢間 18 km と, 昭和 50 年 4 月 1 日に山口～小郡間 12 km がそれぞれ供用されている。

(5) 美祢～下関間(第 1 次区間)  $L=43$  km

昭和 48 年 11 月 14 日に小月～下関間 16 km が関門橋と同時に開通, 昭和 49 年 7 月 31 日に小月～美祢間 27 km がそれぞれ供用されている。



図-2 新見工事平面図

### 3. 特色のある二つの工事

現在, 工事の最盛期にある北房～庄原間には地形および地質の特性から数多くの特色ある工事が見受けられるが, 中でも特にこの区間の供用時期に大きな影響のある現在施工中の二つの工事について工事概要を紹介する。

#### (1) 市街地近接部の硬岩切り取りとその対策

新見市街近接の工事は図-2に示すように市街地の北側にある通称新見富士の山裾を鉢巻状に通過する路線で, 延長約 5 km のうち, 新見 I.C と吹田側 2 km を除く中間部が 2 車線道路で建設され, 将来の追加 2 車線(上り線)は新見富士を約 1,100 m のトンネルで開削

することになっている。

地質は高梁川付近で第三紀の泥岩が見られるほかはほぼ全域にわたって基岩の流紋岩が露頭している。特に新見駅正面付近は傾斜角 45 度前後の急峻で堅硬な流紋岩が一部で絶壁をなし, それをとりまいて人家 15 戸との高低差 20~25 m, 水平距離 30~50 m の個所で約 7 万  $m^3$  の岩掘削を行なっている。

主な工事内容は道路掘削約 58 万  $m^3$ , トンネル 2 箇所(468 m), 橋梁 6 箇所, I.C 1 箇所であり, 土工配分として市街地近接部の道路掘削のうち, 大半の約 28 万  $m^3$  を西端の新見 I.C まで, 市街地の幅員狭少な国道を経由して搬出することになっている。

これらの工事が常に市街地より一望できるばかりでなく, 直接地域住民の生活の場に接して行われるため, 住民に対する安全対策はもちろんのこと, 騒音, 振動, 発破等に対する環境対策等にもあらゆる努力を注がなければならない。

#### (a) 地域住民に対するコミュニケーション

この工事の特徴は, 火薬の使用承諾を必要とする対象家屋 400 戸, 発破箇所より 50 m 以内にあり, 工事期間中動態観測を必要とする対象家屋 80 戸, 交通量 6,500



図-3 新見工事市街地近接部断面図

台/日の国道に新たに約400台/日の土運搬車の混入、加えて、これらの工期が約2年間という長期にわたる極めて悪条件の作業である。

このため工事着手に先立って施工方法の説明会を部落ごとに行うとともに、その後も施工状況を記したパンフレットを配布したり、現場を一望できる国道の歩道端に施工段取りを画いた看板を建てて状況をPRしたりして工事関係者との意志の疎通を図り、大きな成果を挙げつつある。

#### (b) 土運搬道路

約28万m<sup>3</sup>の土運搬が生活道でもある歩車道の区別のない幅員5.5m前後の狭少な国道を利用して行われるためこの解決が大きな問題となった。

この対策として、通学児童、一般歩行者および自転車利用者の安全確保のため別ルートに関係機関と協議して新設し、さらに安全施設や保安要員を配置している。また、たまたま工事中で未供用の国道バイパスを、地域住民を含めた関係者の努力と協力によって土運搬の専用道路として使用しているが、これによって幅員狭少区間の通行を最小限にとどめることができた。

#### (c) 作業時間の自主規制

この工事の作業時間は地域住民との話合いで夏季(4月~10月)は7~19時、冬季(11月~3月)は8~17時、日曜、祝祭日は休日としている。しかし、トンネル工事とか工程上やむを得ざる場合は双方の協議で随時対応することになっている。

#### (d) 防塵対策

人家近接部のさく岩機による粉塵の発生防止として、さく岩機に集塵装置の取付を考慮したが、効果が薄いため、現在ではせん孔時に少量の水と極少量の界面活性剤の添加で微粒子を凝集し、空中への飛散を抑制、非常に効果をあげている。

#### (e) 落石防護および土運搬用の鋼製栈橋

硬岩掘削における落石対策と掘削ずり搬出のため落石防護柵と工事用道路を併用した幅員2~6mの鋼製栈橋延長約250mを鉢巻状に2段構築している。現在約20%程度の掘削を行なっているが、所期の目的を十分に果たしつつある。

#### (f) 発破作業における騒音、振動および飛石対策

発破は騒音と振動の複合体として人体に感応し、反発を感じるものである。当地区では騒音、振動の法的規制はないが、受忍される目標規制値以下にしないと住民感情に大きな刺激を与えることが予想されるし、発破作業に伴う飛石についても絶対対策を講じないと即工事中止となりかねない。

このため、ある目標値を設定して試験発破を行い、普通火薬と特殊火薬の比較、適性装薬量、段発雷管使用による爆破方法、防護工の種類および破砕度などを決定す

ることとした。騒音の目標値としては、各種騒音規制基準を参考にして70~75dB以下、振動については施工例から苦情限界の値として0.2~0.5cm/sec以下をそれぞれ設定した。飛石については、2次破砕が不必要な限度を目標とした。

試験発破は32回にわたって行い、その結果は次のとおりであった。

① 装薬量はAN-FO(0.15kg/m<sup>3</sup>)、アーバナイト(0.12kg/m<sup>3</sup>)以上になると飛石現象が発生する。

② Ms、Ds雷管の比較では振動、騒音ともに顕著な差はないが、飛石はMsの方が多い。

③ 特殊発破器(トロージョンブラストタイマ)使用ではMsでは時差が小さく、振動、騒音が大きい。

④ 振動値から考えて、斉発量の許容値は特殊火薬(60m以内)のアーバナイトは0.80kg、L.D.Pは1.40kg、普通火薬(60m以上)のAN-FOは3.80kg以内が適量である。

⑤ 騒音はほとんどの場合目標値以内である。

なお、飛石対策として防爆マットによる直接防護のほかに、さらに2次防護として作業エリア上空をゴルフ用ネットで覆うこととした。

当地域の硬岩掘削を開始して数か月を経過したが、現在までのところ苦情はほとんど出ていない。しかし、飛石防止、振動抑制の結果として、2次破砕を必要とするザリが20~30%程度発生しているのが今後の問題として残されている。

## (2) 帝釈橋

本橋は橋長283.5m、アーチスパン145m、ライズ30mの鉄筋コンクリート固定アーチ橋で高速道路の本線橋では初めて採用された形式である。

架橋地点は帝釈台と呼ばれる石灰岩台地が帝釈川によって深く削り取られてできたV字形峡谷で、周囲は杉、檜の美林が一段と景観を引立てている。

### (a) 基礎地盤の特質と対策

架橋地点の地質は下層から古生代石炭紀の輝緑凝灰岩および同紀、二疊紀の石灰岩、さらに第四紀のれき混り粘性土が覆っている。

この石灰岩台地を侵蝕していった帝釈川の河床にある断層と、これより約250m東にある帝釈断層によって生じた亀裂に沿って空洞が多く発達している。左岸アーチアバットの直下に発見された空洞は大規模で、洞窟は断層方向および直交方向に発達し、水による溶解作用と崩落の繰返しにより拡大したものと推定される。

この洞窟対策として、アーチアバット直下の直接影響があると判断される範囲をコンクリートで充填することになり、次のような施工を行なった。

① 洞窟内の測量および施工状況確認のため斜面から



洞窟に向けて断面約  $5\text{ m}^2$  の半円形横坑を2本(9 m, 14 m)掘削。

② アーチアバットの沈下抑制および悪影響防止のため横坑を利用して堆積土砂の搬出および排水管を布設。

③ コンクリートを打設するために鉦研試験錐工業 BM 50 N を用いて直径 45 cm の投入孔 23 箇所, 延長 510 m をせん孔。

④ 投入孔から直径 20 cm 塩ビ管の縦シュートでコンクリートを打設。

この施工法における問題点は, 一つの投入孔から打設されたコンクリートがどれだけの流動性をもって拡散するかであった。これによって投入孔の数, 工費, 工期が

決まるため, 模式的な打設試験を行い, 施工に移った。結果的には 15~30 m からのコンクリートの自由落下による衝撃が全体に振動を与えることによって流動性を助け, 約  $2,300\text{ m}^3$  のコンクリートは当初の想定より細部への充填を果たすことができた。

#### (b) 架設工法

アーチの架設工法としては, 最もポピュラーなセントル工法をはじめ, オールステージ工法, ビロン工法, メラン工法等があるが, 本橋の場合は早期にアーチとしての構造系が完成し, 安定した状態でアーチリングの施工ができるビロン・メラン併用工法によって架設することになった。

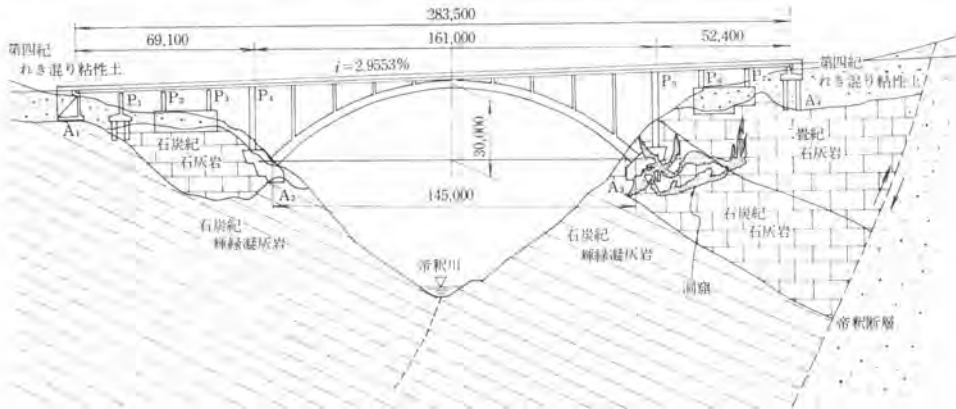


図-4 帝釈橋一般図

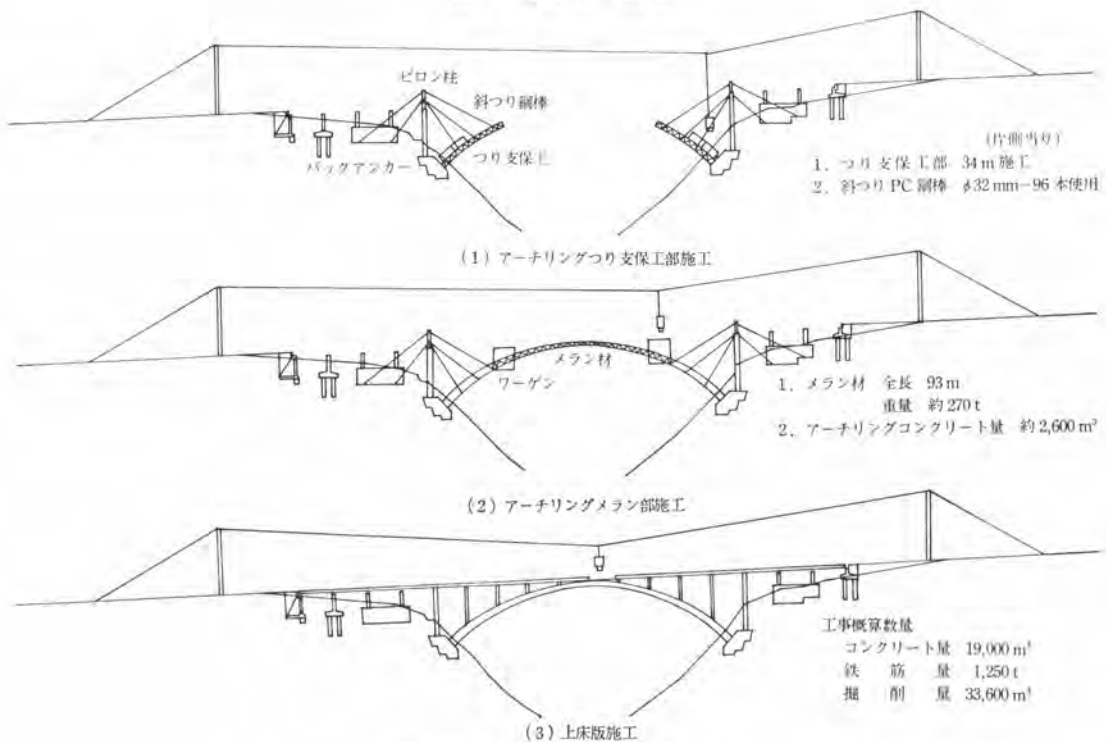


図-5 帝釈橋架設要領図

この工法は図-5のようにアーチリングのうちスプリングから約 35 m 間はアーチアバット上のエンドポスト（右岸  $P_4$ : 24 m, 左岸  $P_5$ : 29 m）上のピロンの柱（右岸 10 m, 左岸 5 m）を介して後方の下部工を利用したバックアンカーに固定された斜つり PC 鋼棒 50 本で鋼製つり支保工（ $3.75 \text{ m} \times 9$  パネル=33.75 m）をつり、この上で平均 8 m のブロック打設をしてアーチリングを施工する。

次に、スプリングを固定し、斜つり PC 鋼棒のつり点をつり支保工から完成されたアーチリング本体に移し、つり支保工を中央メランへと転用する。なお、メラン中央部の  $3.75 \text{ m} \times 6$  パネル=22.50 m は別途製作のものを使用する。この時点で構造形はアーチを閉じた形となり、以後の施工には既施工のアーチリングの剛性、斜つり鋼棒、メラン材を介したアーチとしての作用等でアーチリング長 161 m の荷重を保持することになる。

ここで、左右メラン基部に斜面上を昇る特殊形式の移動支保工（ワーゲン）を設置し、このあとメラン材を包込んで左右交互に片側 45 m をブロック打設してアーチリングを閉合することになる。鉛直材および上床版はこのあと施工する。

なお、アーチリングは 2 ボックス断面であり、上床版は 17 径間連続の RC ホロスラブとなっている。

現在、右岸側はアーチアバット（ $A_2$ ）、エンドポスト（ $P_4$ ）およびバックアンカーが完成、鋼製つり支保工  $3.75 \text{ m} \times 3$  パネル=11.25 m を架設中であり、左岸側はアーチアバット（ $A_3$ ）の構造物掘削を完了したところである。本誌の発行される頃には右岸側は鋼製つり支保工  $3.75 \text{ m} \times 9$  パネル=33.75 m が完成、アーチリング本体は 10 m 程度が張出し、また、左岸側は鋼製つり支保工が架設中といった状態になるであろう。

#### 4. あとがき

中国道は昭和 41 年 7 月 25 日の第 1 次施工命令以来全長約 540 km を東西より着手、数次におたる部分供用を重ねながらすでにその約 47% を完成し、所期の効果をもたらしつつある。しかし、中国山地における道路建設工事においても、多分にもれず建設公害や交通公害等

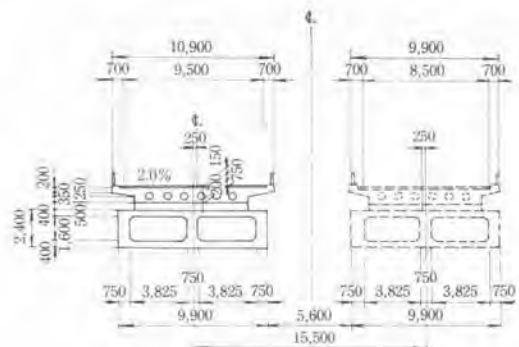


図-6 帝釈橋アーチリング断面図

が大きな問題として浮び上がっているし、また、各種の環境保全対策の必要性も叫ばれている。ところが、中国道は通過地域の地形が極めて変化に富み、また、土地利用の形態も多岐にわたるため、公害対策や環境保全対策を画一的には論じられないものがある。このためすでに供用している作東～落合間においては騒音測定調査を実施し、実態に即応した騒音対策を講じつつある。

また、現に工事中の区間では将来問題の発生が予測される個所について対策に必要な措置に積極的に取り組むとともに、人家近接地区では作業時間帯の自主規制、特殊火薬の使用による振動、騒音の低減、工専用専用道の築造および保安要員の配置による交通安全の強化、作業内容の積極的な広報、宣伝によるコミュニケーションの向上等によって地域住民との融和と協調を得て工事のスムーズな進捗を図りつつある。

一方、通過地域が国定公園、自然公園等を含む極めて自然環境に恵まれた地域であるため、大規模な切盛土を極力回避するとともに、自然景観と調和する構造と形式の構造物や可能な限りの修景、緑化工法等の採用による環境の保全を考慮していきたい。

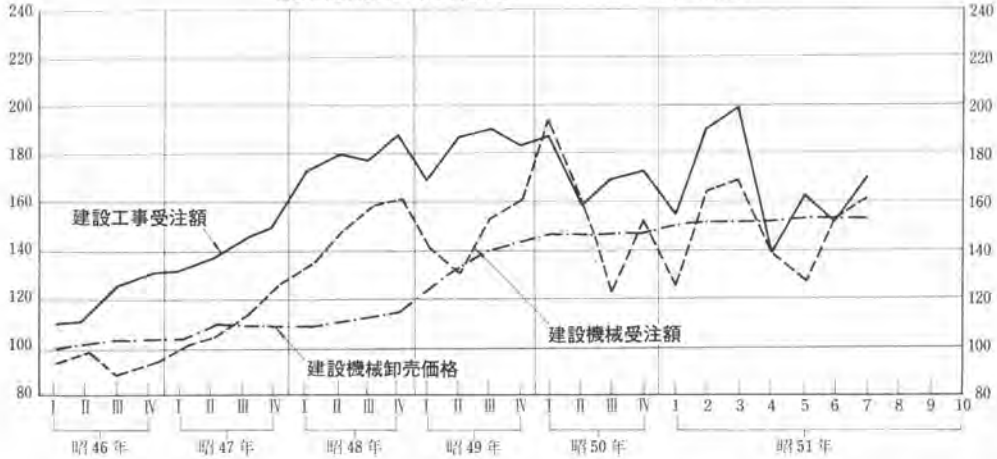
しかし、こうした対策も早急に効果が得られるものではなく、長い時間と努力の積み重ねが必要であろう。今後すでに開通している区間および現に工事中の区間における多くの試行と効果を見究めながらこれらの対策に最善の努力を傾注していきたい。

#### 参考文献

- 1) 用害澄之助：「中国地方の高速道路の現況」"道路" 昭和 49 年 12 月号

建設工事受注額・建設機械受注額・建設機械卸売価格の推移

指数基準：昭和45年平均=100  
 建設工事受注額：大手43社受注額（季節調整済）……建設省  
 建設機械受注額：機械受注統計（機種別）……経済企画庁  
 建設機械卸売価格：卸売物価指数……日本銀行



建設工事受注（第1次43社分）（受注高）——季節調整済

（単位：百万円）

昭和年月	総計	発注者別				工事種別			未消化工事高	竣工高
		民間		官公庁	建築	土木	その他			
		計	製造業					非製造業		
46年	4,122,488	2,257,491	593,893	1,660,461	1,612,032	2,321,722	1,799,267	2,795,405	3,533,487	
47年	4,845,893	2,626,591	617,845	2,009,041	1,949,404	2,741,074	2,097,722	3,642,877	4,145,082	
48年	6,189,016	3,837,218	1,031,474	2,803,912	2,051,241	3,676,930	2,491,843	4,618,849	5,316,620	
49年	6,261,777	3,425,409	987,389	2,434,292	2,450,649	3,465,591	2,797,531	4,567,320	6,340,358	
50年	5,924,655	2,957,918	665,850	2,292,349	2,559,559	3,209,936	2,710,593	4,817,318	5,861,504	
50年7月	445,023	220,572	45,826	174,611	201,321	242,237	205,041	4,662,869	475,438	
8月	480,724	251,498	53,704	198,236	200,172	261,808	216,895	4,672,714	474,271	
9月	528,887	255,025	50,369	203,322	221,043	287,736	241,026	4,713,909	489,174	
10月	461,005	221,001	36,915	182,860	202,657	245,293	217,537	4,745,522	475,296	
11月	522,266	236,109	40,519	199,514	227,806	271,927	246,261	4,778,739	463,550	
12月	499,004	232,521	48,957	183,570	223,397	264,364	227,530	4,817,318	471,204	
51年1月	441,784	220,844	41,467	179,401	209,043	253,831	191,317	4,867,677	464,694	
2月	546,471	272,392	49,969	226,027	188,497	272,409	269,245	4,973,466	466,678	
3月	570,412	272,366	54,407	212,939	220,248	294,688	279,635	5,154,100	484,282	
4月	394,221	212,577	43,821	169,350	153,284	218,790	176,265	4,971,159	461,462	
5月	464,915	219,774	46,713	174,031	232,209	243,384	223,270	5,002,253	453,140	
6月	437,092	225,907	48,876	177,019	207,037	228,006	213,234	5,026,193	471,948	
7月	485,734	244,499	—	—	221,894	—	—	—	—	

51年7月は速報値

建設機械受注実績

（単位：億円）

昭和年月	46年	47年	48年	49年	50年	50年7月	8月	9月	10月	11月	12月	51年1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月
建設機械	3,489	4,101	5,586	5,417	5,855	385	341	413	374	451	590	385	510	522	432	397	476	499

建設機械卸売価格指数

昭和年月	46年平均	47年平均	48年平均	49年平均	50年平均	50年7月	8月	9月	10月	11月	12月	51年1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月
建設機械（6品目）	102.3	106.9	112.7	135.9	146.9	147.1	147.6	147.5	147.4	147.4	146.9	150.7	152.2	152.1	152.3	153.2	154.0	153.1
掘削機（1品目）	102.8	110.3	116.1	133.3	142.9	142.5	144.0	144.0	144.0	144.0	141.7	142.2	141.0	139.6	138.2	142.5	146.4	141.4
トラック（1品目）	102.3	108.1	114.5	138.7	145.3	145.4	145.4	145.0	145.0	145.0	145.4	150.3	153.5	153.5	153.5	153.5	153.5	153.5

注 1. 昭和46年～50年は1月～3月、4月～6月、7月～9月、10月～12月の平均値で示した。  
 注 2. 「建設工事受注額」において大手43社のシェアは約24～26%である。  
 注 3. 「建設機械卸売価格」は6品目（4機種、輸出入を含む）につき加重平均した指数である。

# 行 事 一 覧

(昭和51年8月1日～31日)

## 広 報 部 会

### ■要覧編集委員会

日 時：8月3日(火)14時半～  
出席者：大宮武男委員長ほか6名  
議 題：「第10章骨材生産機械」の編集打合せ、ページ割当てについて

### ■要覧編集委員会

日 時：8月10日(火)13時～  
出席者：大城忠士委員長ほか8名  
議 題：「第15章空気機械・送風機およびボンプ」のページ割当てについて

### ■機関誌編集委員会

日 時：8月11日(水)12時～  
出席者：新開節治委員長ほか13名  
議 題：①昭和51年10月号(第320号)原稿内容の検討、割付 ②同12月号(第322号)の計画 ③昭和52年1月号(第323号)の計画

### ■シンポジウム打合せ会

日 時：8月13日(金)15時～  
出席者：鈴木敏夫幹事ほか6名  
議 題：建設工事における騒音振動対策シンポジウム開催に関する打合せ

### ■要覧編集委員会

日 時：8月17日(火)14時～  
出席者：両角常美委員長ほか4名  
議 題：「第14章作業船」のページ割当てについて

### ■要覧編集委員会

日 時：8月18日(水)13時半～  
出席者：白石 旭委員長ほか8名  
議 題：「第2章掘削機械」編集打合せ、ページ割当てについて

### ■要覧編集委員会

日 時：8月20日(金)10時～  
出席者：塩野久夫委員長ほか6名  
議 題：「第13章道路維持および除雪機械」のページ割当てについて

### ■要覧編集委員会

日 時：8月20日(金)14時～  
出席者：三浦満雄委員長ほか8名  
議 題：「第11章コンクリート機械」のページ割当てについて

### ■要覧編集委員会

日 時：8月23日(月)14時～  
出席者：今田元氏委員長ほか9名  
議 題：「第12章舗装機械」の編集

打合せ、ページ割当てについて  
■建設工事の騒音振動に関する講習会  
日 時：8月24日(火)13時～  
場 所：豊協ホール(東京)  
聴講者：約400名  
演 題：①騒音振動の法規制について  
②建設工事に伴う騒音振動対策技術指針の解説について ③建設工事の騒音振動対策の動向について

### ■要覧編集委員会

日 時：8月24日(火)14時～  
出席者：内田保之委員長ほか4名  
議 題：「第8章モータグレーダおよび路盤用機械」のページ割当てについて

### ■要覧編集委員会

日 時：8月24日(火)14時～  
出席者：沢 静男委員長ほか6名  
議 題：「第5章クレーンその他」の編集打合せ、ページ割当てについて

### ■要覧編集委員会

日 時：8月25日(水)14時～  
出席者：千田昌平委員長ほか9名  
議 題：「第6章基礎工事用機械」編集打合せ、ページ割当てについて

### ■建設工事の騒音振動に関する講習会

日 時：8月26日(木)13時～  
場 所：中小企業文化会館2階ホール(大阪)  
聴講者：約330名  
演 題：①騒音振動の法規制について  
②建設工事に伴う騒音振動対策技術指針の解説について ③建設工事の騒音振動対策の動向について

### ■要覧編集委員会

日 時：8月26日(木)14時～  
出席者：本田宣史、渡辺和夫委員長ほか6名  
議 題：「第1章ブルドーザおよびスクレーパ」、「第3章積込機械」の編集打合せ、ページ割当てについて

### ■要覧編集委員会

日 時：8月26日(木)14時～  
出席者：後藤浩平委員長ほか9名  
議 題：「第4章運搬機械」のページ割当てについて

### ■要覧編集委員会

日 時：8月26日(木)14時～  
出席者：後藤浩平委員長ほか9名  
議 題：「第4章運搬機械」のページ割当てについて

### ■建設工事の騒音振動に関する講習会

日 時：8月27日(金)13時～  
場 所：明治生命名古屋ビル16階ホール(名古屋)  
聴講者：約250名  
演 題：①騒音振動の法規制について  
②建設工事に伴う騒音振動対策技術指針の解説について ③建設工事の騒音振動対策の動向について

### ■要覧編集委員会

日 時：8月27日(金)14時～

出席者：福本 寛委員長ほか6名  
議 題：「第17章タイヤ・ワイヤロープおよび燃料潤滑油」の編集打合せ、ページ割当てについて

### ■要覧編集委員会

日 時：8月27日(金)14時～  
出席者：遠藤徳次郎委員長ほか4名  
議 題：「第9章締固め機械」の編集打合せ、ページ割当てについて

### ■要覧編集委員会

日 時：8月27日(金)14時～  
出席者：石川正夫委員長ほか9名  
議 題：「第7章せん孔機械およびトンネル掘進機」のページ割当てについて

### ■要覧編集委員会

日 時：8月31日(火)14時～  
出席者：後藤 勇委員長ほか6名  
議 題：「第16章原動機その他」の編集打合せ、ページ割当てについて

## 機 械 技 術 部 会

### ■ショベル技術委員会

日 時：8月5日(木)13時半～  
出席者：杉山庸夫委員長ほか27名  
議 題：①ショベル系JIS審議経過と問題点について ②油圧ショベル騒音レベル測定法(案)について ③ショベルの安全対策について ④各分科会の進め方について

### ■油圧機器技術委員会小委員会

日 時：8月20日(金)13時～  
出席者：井上和夫委員長ほか3名  
議 題：「建設機械整備ハンドブック」油圧機器編の原稿審議

### ■シールド掘進技術委員会準備会

日 時：8月20日(金)14時～  
出席者：梅田亮栄部会幹事ほか10名  
議 題：委員会の進め方について

## 施 工 技 術 部 会

### ■破壊・処理・再利用法委員会

日 時：8月6日(金)14時～  
出席者：芳野重正委員長ほか16名  
議 題：破砕機について

## 整 備 技 術 部 会

### ■部品工具委員会

日 時：8月27日(金)10時～  
出席者：内田一郎委員長ほか7名  
議 題：「建設機械整備ハンドブック」の原稿審議

## I S O 部 会

### ■第2委員会

日 時：8月10日(火)14時～  
出席者：高橋悦郎委員長ほか13名

議 題: SC 2 N 148 Pendulum Test  
の審議

#### ■第1委員会幹事会

日 時: 8月11日(水)14時～  
出席者: 大橋秀夫委員長ほか3名  
議 題: Dimension (Excavators) 案  
のとりまとめ

#### ■第1委員会

日 時: 8月25日(水)14時～  
出席者: 大橋秀夫委員長ほか11名  
議 題: ①SC 1 N 125 Ground Speed  
の審議 ②SC 1 N 126 Brake Performance  
の審議 ③N 127 Tool Forces & Tipping Loads  
の審議

#### ■第2委員会

日 時: 8月31日(火)14時～  
出席者: 高橋悦郎委員長ほか17名

議 題: SC 2 N 148 Pendulum Test  
の審議

### 業 種 別 部 会

#### ■商社部会第1分科会

日 時: 8月11日(水)14時～  
出席者: 柏 忠二部長ほか21名  
議 題: 取引正常化の問題について

#### ■製造業部会幹事会

日 時: 8月19日(木)13時半～  
出席者: 山本房生部会長ほか22名  
議 題: ①講習会開催について ②建  
設省建設機械課の依頼による「建設  
機械の動向調査について」

#### ■製造業部会騒音振動等対策小委員会

日 時: 8月26日(木)13時半～  
出席者: 豊田植二小委員長ほか8名

議 題: ①騒音測定法の検討 ②通産  
省「無公害化委員会」の概要につい  
て

### 建設公害対策専門部会

#### ■技術委員会

日 時: 8月6日(金)14時～  
出席者: 上東広民委員長ほか47名  
議 題: 昭和51年度検討課題につい  
て(①騒音振動測定法 ②騒音振動  
に関するデータ収集 ③騒音振動対  
策工法および機械等)

#### ■技術委員会小委員会

日 時: 8月23日(月)14時～  
出席者: 田中康之小委員長ほか15名  
議 題: ①騒音振動測定法について  
②対策技術の調査方法について

## 編集後記



天候不順の年で、米が不作の年であ  
るとか。国会も含めて、何かスッ  
キリしない今日この頃、皆様お変わ  
りありませんか。

国の典型7公害の内、騒音振動規  
制法が制定されたのになら、建設  
機械騒音振動対策特集号をお届けし  
ます。“巻頭言”には環境庁の橋本  
大気保全局長から玉稿をいただきま  
したが、この中で、今後建設作業が  
いろいろな規制を受けることにより  
工期、工費等に著しく影響があり、  
これに見合った工法や工機を開発し、  
有用な作業条件を満たすべく技術  
開発をめざしたいと説いておられ  
ます。また“随想”には佐藤工業の  
石川氏より、少年時代の思い出とし  
て、利根川原の建設機械との出会い  
を情緒ゆたかな文章で綴っておられ  
ます。そのほか特集号に関連した法

規制の背景やこれに対する対策技術  
について、それぞれの立場から現況  
を解説されています。特集記事につ  
いては、各社技術研究成果の労作が  
並べられており、充実した姿となっ  
ています。

グラビヤには、日本道路公団広島  
建設局の中国縦貫自動車道の建設状  
況を記事と併せて掲載させていただきました。

ご多忙の折、ご執筆をいただきま  
した方々にお礼申し上げます。

寒さに向う折、会員諸兄の一層の  
ご自愛とご活躍をお祈り致します。

(宮田・福来)

No. 320

「建設の機械化」 1976年10月号

〔定価〕1部 450円  
年間4,800円(前金)

昭和51年10月20日印刷 昭和51年10月25日発行(毎月1回25日発行)

編集兼発行人 最上武雄 印刷人大沼正吉

発行所 社団法人日本建設機械化協会

〒105

東京都港区芝公園3丁目5番8号 機械振興会館内 電話(03)433-1501

建設機械化研究所 一〒417 静岡県富士市大淵3154(吉原郵便局区内)

北海道支 部一〒060 札幌市中央区北3条西2-6 富山会館内

東北支 部一〒980 仙台市国分町3-10-21 徳和ビル内

北陸支 部一〒951 新潟市東区大通六番町1061 中央ビル内

中部支 部一〒460 名古屋市中区栄4-3-26 昭和ビル内

関西支 部一〒540 大阪市東区谷町1-50 大手前建設会館内

中国支 部一〒730 広島市八丁堀12-22 築地ビル内

四国支 部一〒760 高松市福岡町4-28-30 小竹ビル内

九州支 部一〒810 福岡市中央区舞鶴1-1-5 舞鶴ビル内

取引銀行三菱銀行銀座支店

振替口座東京7-71122番

電話(0545)35-0212

電話(011)231-4428

電話(0222)22-3915

電話(0252)23-1161

電話(052)241-2394

電話(06)941-8845

電話(0822)21-6841

電話(0878)21-8074

電話(092)741-9380

印刷所 株式会社技報堂 東京都港区赤坂1-3-6



どこへでも持って行ける…

# 丸友の移動式生コンプラント

MCP-500-D(0.5m<sup>3</sup>) MCP-750-D(0.75m<sup>3</sup>)

(実用新案申請中)



## 丸友機械株式會社

本 社 名古屋市東区泉一丁目19番12号  
 〒 461 電話 <052> (951) 5 3 8 1 (代)  
 東京営業所 東京都千代田区神田和泉町1の5  
 〒 101 ミツバビル 電話<03>(861)9461(代)  
 大阪営業所 大阪市浪速区芦原2丁目3の8  
 〒 556 山下ビル 電話<06>(562)2961(代)  
 春日井工場 愛知県春日井市宮町73番地  
 〒 486 電話<0568>(31)3873(代)

# 国外及び新幹線工事で大活躍 サガのスチールフォーム



### 【営業品目】

スチールフォーム・スライディングセ  
 ントルフォームセントル・鋼製支保  
 工・パネル・各種コンベヤー・護岸用  
 及びダム用フォーム・プレートフィ  
 ダー・ずりびん・クレーン・シールド  
 工事用機器・各種プラント・橋梁・  
 鋼製プール・その他鉄骨製缶工事設  
 計製作

山陽新幹線トンネル工事各社納入  
 上部半断面打設用スチールフォーム  
 L: 15,000 自走装置付  
 特許 下箱引上装置(他社では製作出来ません)



## 佐賀工業株式會社

本社・工場 富山県高岡市荻布209 TEL 0766-23-1500 (代)

東京事務所 東京都中央区八丁堀4-11-10第2SSビル5F  
 TEL (03)551-3186(代)  
 東京工場 埼玉県鴻巣市箕田字二本木3838  
 TEL(0485)96-3366-8  
 大阪事務所・工場 大阪市北区源蔵町10  
 TEL (06)362-8495-6  
 仙台事務所・工場 宮城県岩沼市桑原町4-9-12  
 TEL(02232)2-4316(代)  
 沼田事務所・工場 群馬県沼田市薄根町3475  
 TEL(0278)3-3471  
 青森事務所・工場 青森県青森市大字原別字上海原98-1  
 TEL(0177)36-6161

# 溶接自動化の決定版

STOODY MODEL

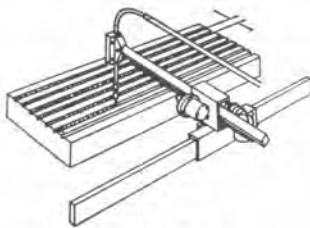


AUTOMATIC REBUILDING SYSTEM

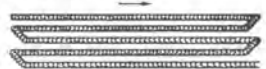
溶接自動化で従来ネックとなっていた問題点をすべて解決した全方向、全自動の画期的な溶接装置です。

〔必要電源〕

- 溶接用DC600A又は500A-40V 80%定電流垂下特性



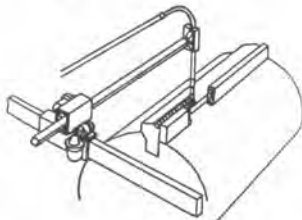
1. 両端ななめ連続溶接



2. 直角直線ななめ組合せ連続溶接



3. 直角直線組合せ連続溶接(間隔選択自由)



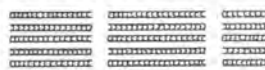
## MODEL GP GENERAL PURPOSE 自動溶接パターン



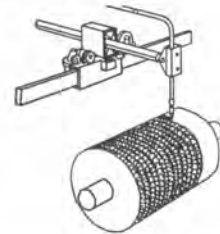
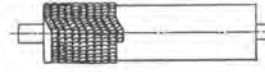
4. 平行連続溶接



5. 平行断続溶接(ピッチ間隔自由)



6. 自動ステップオーバー(横送り)機構による円筒物溶接



詳細については下記にお問合せ下さい



STOODY社日本代理店

# マルマ 重車輻株式会社

本社工場 東京都世田谷区桜丘1丁目2番19号 ☎(03)429局2131(大代表) テレックス番号242-2367番 〒156  
 名古屋工場 愛知県小牧市小針中市場25番地 ☎(0568)77局3311(代)3番 テレックス番号4485-988番 〒485  
 相模原工場 神奈川県相模原市大野台6丁目2番1号 ☎(0427)52局9211番 テレックス番号287-2356番 〒229  
 神戸出張所 兵庫県神戸市垂水区高丸7丁目7番17号 ☎(078)706局5322番 〒655

各種米国製機械器具・薬材・及整備用機械工具

# (1) "Snap-on Tools"



世界最高の  
品質を誇り  
永久保証の……  
手工具と整備用  
診断機器

# (2) "Powder Torch"

新製品!! 合金粉末の吹きつけと熔接が単一操作で簡単に手軽に出来る「粉末熔接用アタッチメント」



セーフティホッパー  
吸出し装置つき

## ●合金粉末スプレーーチによる応用例(射出チップ各種あり)

1. 鋼鉄の修繕…鋼鉄の修繕にはきわめて効果の高い手法で、ニッケルの高い強度とトーチ熔接法による均一加熱の長所とガスブレイク熔接によってうまく結びつき、アーク熔接法に見られる部分的に不均一な硬度とか、ひび割れは防止でき、ブロンズ熔接にくらべてそれほどの高熱を必要とせず、より短時間で手軽に熔接できます。
2. シャフトの内盛り…シャフトの内盛りをひずみなしにおこなうには、スプレー法を採用するのが得策です。
3. 防蝕熔着…0.13ミリから0.25ミリ以上までの厚みで表面に気泡のない熔着ができます。
4. 表面硬化内盛り…0.13ミリ以上お望みの厚さまでスプレー熔着します。
5. ステンレスへのはんだづけ…特に薄いステンレスとさまざまな厚みをもった切片との接合に最適です。
6. 彫金…不可能とされていた多くの用途に道を開くもので、色合いとか風格に無限のパラティティを与えます。MW印合金粉末トーチの新設計製品によって金属化塗装(不溶性の表面塗装)もできます。

注) 合金粉末は用途に応じ銅、ニッケルを母材としたもの、又はタングステン、カーバイトの微粒粉を混ぜたもの、又は機械加工の容易なものがあります。(ラチェターのコア、各種シャフト、歯車、羽根車、バルブ、等肉盛熔接)(詳細は当社へ御連絡下さい、必要に応じ実演を兼ねて参上致します)。



# GB Series (3) "Flex-Hone"

## ●特長 "ホーニング" の新製品

- ★弾力性があり、決して破損せず、砥石のムダがありません。
- ★内燃機関シリンダーを此のフレックスホーンで仕上げた時のリングとシリンダーの当り面(RING SEATING)は非常に精度が高く、全くシリンダーに新しい生命を与えます。

スナップオン工具 米国L & B自動熔接機 ロジャース油圧機器 日本総代理店



# 内外機器株式会社

本社 東京都世田谷区桜3丁目11番12号 電話 03-425-4331(代表) 加入電信242-3716 千156  
名古屋営業所 名古屋市中区千早町5丁目9番5号 電話052-261-7361(代表) 加入電信442-2478 千460

## 動く仮設道路

土木  
トンネル } 工  
                  } 事  
                  } 用

# モノレール

現場での能率向上は先ず運搬作業の合理化と省力化から

### 用途

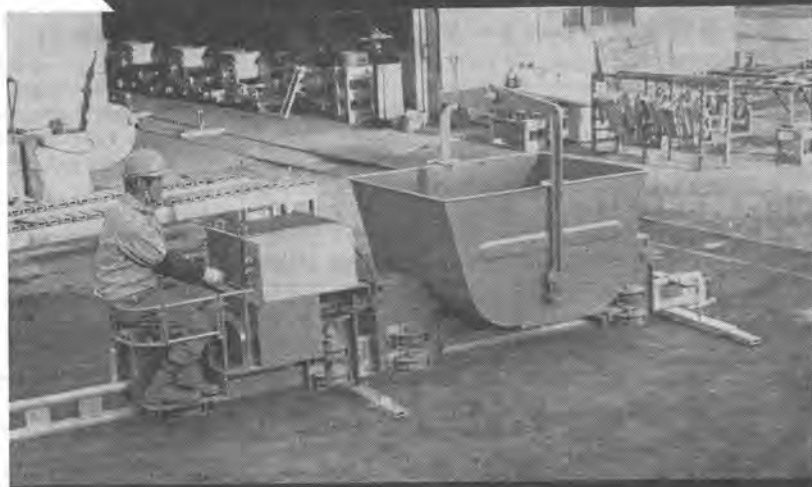
- 砂防堰堤、山地高所の資材運搬
- 干拓地など軟弱地盤での資材運搬
- 圃場内の送電線建設用資材運搬



## ●土木工事用モノレール

### 用途

- シールド工事のズリ搬出資材運搬
- 下水道用管工事のズリ搬出
- 最低0.7m径以上の上記工事に適応出来ます。



## ●トンネル工事用モノレール



発売元

日鉄鉱業株式会社

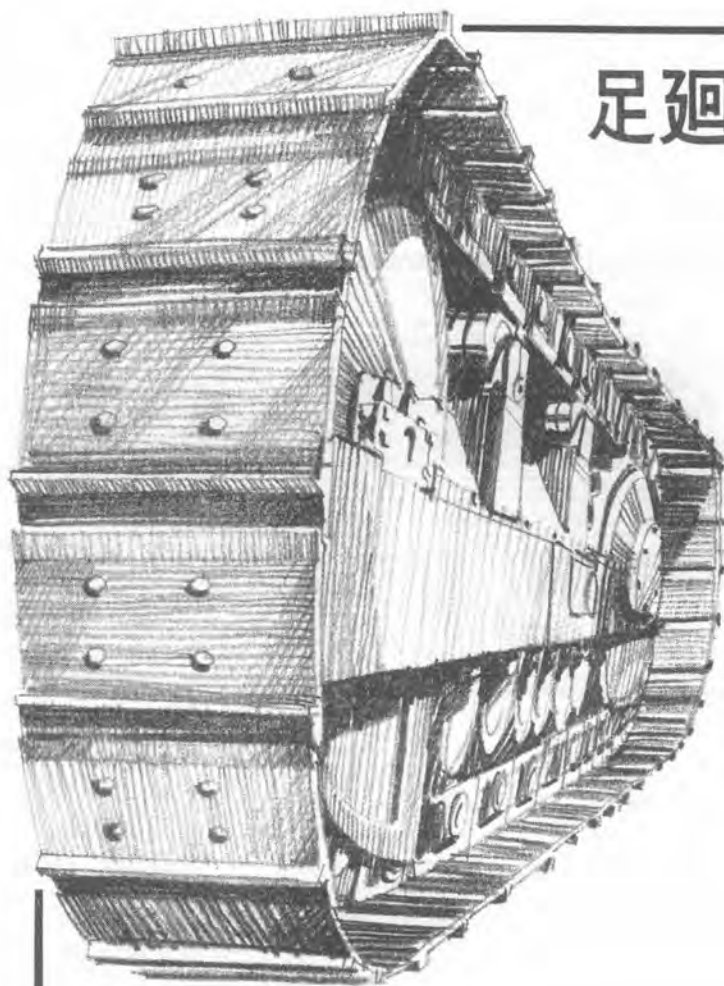
本社 東京都港区三田1丁目4番28号(三田国際ビル) ☎(03)454-5011(大代表)  
北海道支店 ☎(011)561-5371 名古屋営業所 ☎(052)962-7701  
大阪支店 ☎(06)251-2385 仙台営業所 ☎(022)22-5857  
九州支店 ☎(093)761-1631 広島営業所 ☎(0822)43-1924



製造元

株式会社 嘉穂製作所

本社工場 福岡県嘉穂郡筑穂町大字大分567 ☎(09487)-2-0390



# 足廻りの専門家!

クローラー足廻り関係の  
設計製作について  
ご相談下さい……………  
アフターサービスも  
万全です……

## 〈営業品目〉

- ・小松・キャタピラー三菱  
その他各モデル
- ・リング・ピン・ブッシュ・シュー
- ・ラグ その他足廻り部品

トラック・リンクは  
トキロンへ……



### 東日興産株式会社

札幌市豊平区平丘8 (881)5050(代)

### 中外機工株式会社

仙台市本材木町4-6 (57)7541(代)

### 東日興産株式会社

東京都世田谷区野沢3-2-18 (424)1021(代)

### 川原産業株式会社

愛知県西春日井郡師勝町大字那之庄4709-7 (21)3141

### 川原産業株式会社

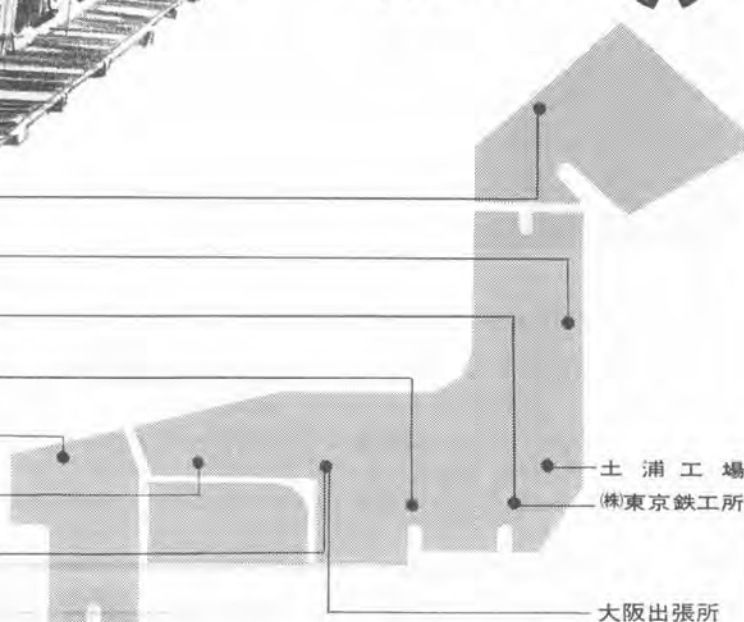
北九州市小倉区大門町2-3-3 (58)3651(代)

### 中吉自動車株式会社

広島市西観音町9-5 (32)3325(代)

### 川原産業株式会社

大阪市浪速区幸町4-1 (561)0555(代)



TRACK PARTS FOR CRAWLER TRACTOR

# TOKIRON

## 株式会社 東京鉄工所

東京都大田区仲池上1-22-9 ☎(752)3211(大代) テレックス 246-6098  
大阪出張所 大阪府東大阪市長田東4-9-8 ☎06-744-2479  
土浦工場 茨城県土浦市北神立町1番10号



# 南星の複線式ケーブルクレーン

特許出願中



- ★ 主索2本の間何処からでも積卸しが可能で広範囲に打設が出来る。
- ★ 主索2本は長さが相違しても、高さの差があっても可能で、地形に制約されずに設計が容易である。又地盤の切削が必要でない。
- ★ 遠隔コントロール装置により操作が容易で、渦流ブレーキ制御方式で速度制御が円滑である。



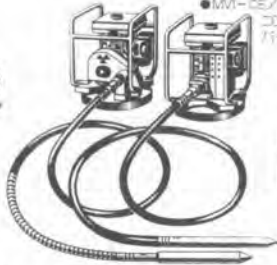
## 株式会社南星

本社工場	熊本市十禅寺町4の4	TEL(代)52-8191	宇都宮駐在所	宇都宮市今泉町3016	TEL	61-8088
東京支店	東京都港区西新橋1の18の14(小里会館ビル2階)	TEL(代)504-0831	盛岡営業所	盛岡市開運橋通り3番41号	TEL(代)	24-5231
大阪営業所	大阪市大淀区本庄中通3丁目9番地	TEL(代)372-7371	長野営業所	長野市大字中御所岡田152	TEL(代)	85-2315
名古屋営業所	名古屋市東区石神堂町2丁目18の2(大栄ビル)	TEL(代)962-5681	宮崎営業所	宮崎市堀川町54の6	TEL(代)	24-6441
仙台営業所	仙台市本町2丁目9番15号	TEL(代)27-2455	新潟出張所	新潟市東万代町4番9号	TEL(代)	45-5585
札幌営業所	札幌市北16条東17丁目	TEL(代)781-1611	大分出張所	大分市中島西2丁目1-41	TEL	4-2785
広島営業所	広島市中広町2丁目17番18号	TEL(代)32-1285	甲府出張所	甲府市千塚町2111	TEL	22-5725
熊本営業所	熊本市十禅寺町9の1	TEL(代)52-8191	富山出張所	富山市大泉一区東部1139	TEL	21-3295

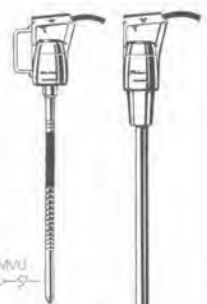
●MVI-SM/MVI-OM  
コンパクト/ハイブレード



●MVI-CE/MVI-GE  
コンパクト  
ハイブレード



●MVI-PC  
●MVI-POE  
分割式  
ハイブレード



●MVI-DML  
ロングシャフト  
ハイブレード



●MCD-1U  
●MCD-2H  
●MCD-3  
コンパクトタイプ



●MHC-8G  
コンパクトタイプ

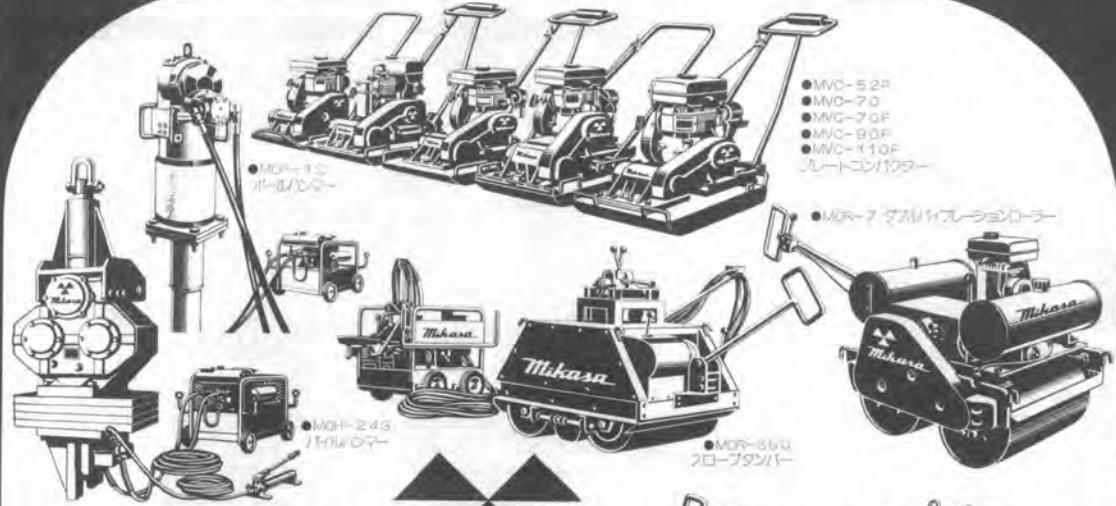


●MVI-MD  
モーターヘッド  
ハイブレード



●MVI-95  
コンパクト

# Mikasa CONSTRUCTION EQUIPMENT



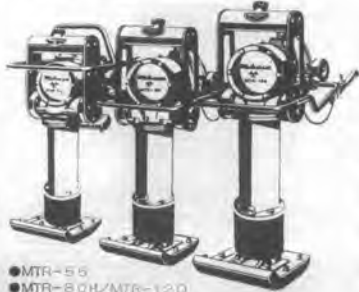
●MVC-52P  
●MVC-70  
●MVC-70P  
●MVC-80P  
●MVC-110P  
シートコンパクター

●MOR-15  
ブローファン

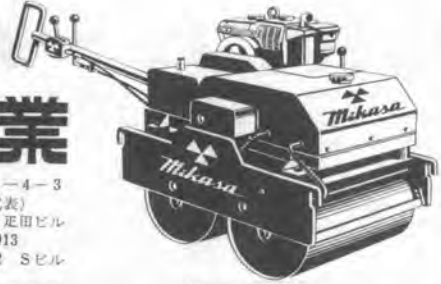
●MOR-7  
ダブルブローファン

●MOR-245  
ブローファン

●MOR-850  
スロープタンパー



●MTR-55  
●MTR-80H/MTR-120  
タンピングランナー



●MOR-90  
ダブルブローファン

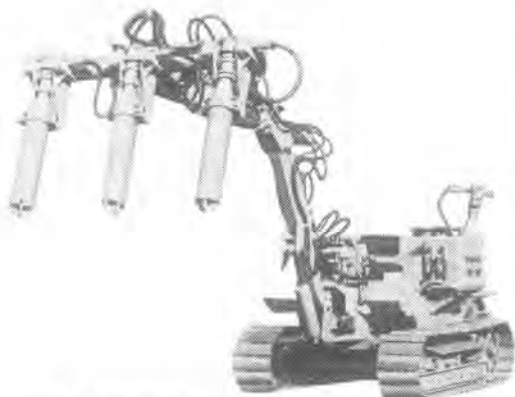
## 特殊建設機械メーカー 三笠産業

本社 東京都千代田区猿樂町1-4-3  
電話(03)292-1411(大代表)  
札幌出張所 札幌市中央区大通西8-2 正田ビル  
電話(011)251-2890・0913  
仙台出張所 仙台市本町1-10-12 Sビル  
電話(0222)61-6361-3  
西部総発売元 三笠建設機械株式会社  
大阪市西区立売堀北通4-70  
電話(06)541-9631(代)

# Hayashi VIBRATORS

長い伝統

最新の技術

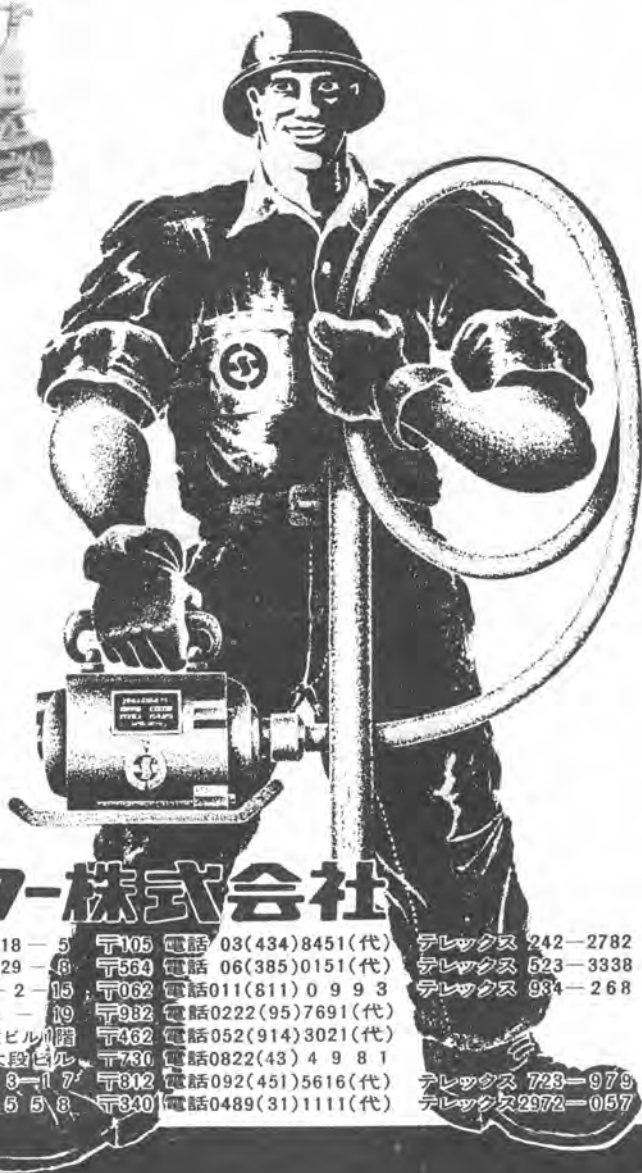


ダム用省力バイブレーター

VB-3M型



凡ゆるコンクリート  
施工に即応する  
電気式・空気式・エンジン式  
各種バイブレーター

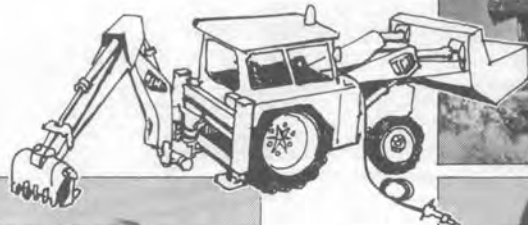


## 林バイブレーター株式会社

本社及東京支店	東京都港区浜松町1-18-5	〒105 電話 03(434)8451(代)	テレックス 242-2782
大阪支店	大阪府吹田市江の木町29-8	〒564 電話 06(385)0151(代)	テレックス 523-3338
札幌出張所	札幌市豊平区平岸2条5-2-15	〒062 電話 011(811)0993	テレックス 934-268
仙台出張所	仙台市中倉3-6-19	〒982 電話 022(95)7691(代)	
名古屋出張所	名古屋市北区深田町3-60 白竜ビル1階	〒462 電話 052(914)3021(代)	
広島出張所	広島市南千田東町1-8 大段ビル	〒730 電話 0822(43)4981	
九州出張所	福岡市博多区美野島3-1-8-17	〒812 電話 092(451)5616(代)	テレックス 728-979
工場	埼玉県草加市稻荷町1-5-8	〒340 電話 0489(31)1111(代)	テレックス 2972-057

# 万能機がさらに万能になりました。

## JCB アタッチメント



6用途兼用ショベル



ジョーバケット



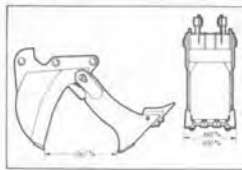
ロードブレイカー

あらゆる工事現場を知りつくして登場

砕く 掘る 削る 引き抜く つかむ 積む ならす……まさに“三種の神器”です。

### ●ジョーバケット

- 掘削作業はもちろん、岩石、コンクリートブロック、パイプ、玉石等のつかみ、引抜き、積込みが可能です。
- 掘削作業中でもワンタッチで操作できます。
- 取付けが簡単です。
- バックブレード等、他のアタッチメントも取付けられます。
- 経済性と機動性は、他の追随を許しません。



### ●ロードブレイカー

- コンプレッサーも、油圧ユニットも不要です。
- ブレイカー作業と掘削作業が1台のJCBで同時にできます。
- 2人、または3人の作業員が同時に、効率よく作業できます。
- ブレイカーホースが、きちんとJCBの本体にセットできます。
- 破砕作業中でもオペレーターは、掘削及び積込み作業ができます。
- とても静かです。
- 取扱い、保守点検が簡単です。
- 燃料費が少なく、抜群の経済性です。

### ●6用途兼用ショベル

- ①掘削  
クラムを閉じて使用します。荷を落とす時は、そのままか、クラムを開いて行きます。
- ②ブルドーザ  
クラムを一杯に開き、ブレードを垂直に立てます。これより前へ傾ければ切込みが浅くなります。
- ③バックブレード  
クラムを一杯に開き、切る物まで近づけ、深さまできたらクラムを閉じます。
- ④積み機  
通常またはボトムにダンピングで蓄積、または積込みます。
- ⑤地ならし  
カットする深さまでクラムを開けます。45°の角度で地面にカッティングエッジを据えつけ、クラムを少し開きながら地ならしを開始。掘る深さまで徐々に下げます。
- ⑥つかみ機  
鋼材や木材を運搬したり、切株や垣根の支柱の切断に使用します。



**KE 建機エンジニアリング株式会社**

本社/大阪府城東区今福西4-6-34 TEL(06)939-1141  
東京・新潟・仙台・長野・宇都宮・名古屋・広島・高松・福岡・鹿児島

# 騒音公害追放

## アサヒ静電機ゼネレーター

### 無騒音発電機

<建設用可搬式>

#### 特長

1. リモコン操作燃料節約
2. 過熱(ヒート)がない  
(特許44659)
3. ワンタッチでOK自動調整
4. 自動停止の装置
5. 小型・軽量で手軽
6. 点検の不用



75KVA 3,000×1,400×1,100

……重量 3,400kg

## 特許

4 4 6 5 9

リース方式も  
御利用下さい

### 朝日電機株式会社

〒577 東大阪市浪川町4-4-37

☎(06)728-6677~9・728-2457・727-6671~2



無振動 無騒音工法

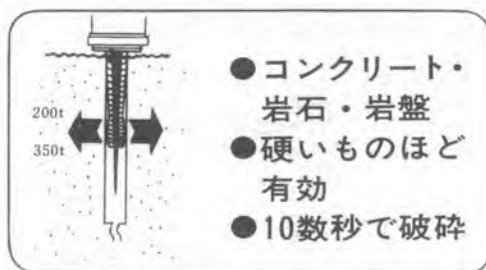
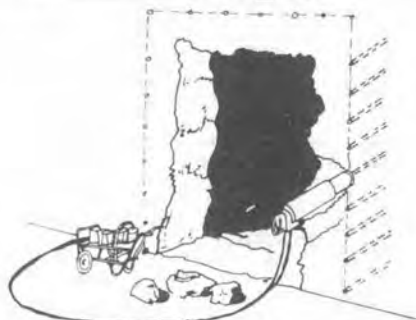
darda

# コンクリート・岩石の破壊作業に

# 油圧式ロックスプリッター

# ダルダ

西独ダルダ社製



西ドイツダルダ社製ダルダロックスプリッターは無騒音で安全かつ敏速に岩石・コンクリートを破砕する油圧機械です。従来、岩石・コンクリート構造物の破砕解体には、火薬による爆発、ブレーカー・スチールボール等による打撃・振動を利用した破砕方法が行われていましたが、最近では、特に安全性及び騒音等公害発生の面からも使用上好ましくない場合、又は全面的に禁止される場合が多くなっています。このような作業条件のために西ドイツダルダ社により開発されたダルダロックスプリッターは、くさび(wedge)の原理を応用した極めて安全で無公害の破砕機械です。



西独ダルダ社日本総代理店



**相模船舶工業株式会社** 産業機械部

本社 〒170 東京都豊島区北大塚2-13-10(第三山ロビル4階) ☎(03)918-7725・5662(直通)  
神戸営業所 〒650 神戸市生田区栄町3-30(第2西本ビル) ☎(078)391-8761(代表)  
広島営業所 〒730 広島市大須賀町13-11 ☎(0822)63-2511(代表)

建設現場のための

# 騒音・振動計測器

騒音レベルと公害振動(振動レベル)の測定

## 普通騒音計NA-09型



本器は、当社設計陣の多年の経験と研究により、在来形に合理的かつ根本的な改良を加えた普通騒音計です。すぐれた性能と信頼性を持ち、安心して使用していただくことができます。

### ■特長

- 小型軽量で片手で持って簡単に操作できます。
- 単2乾電池1個で長時間使用できます。
- 感度変化がなく周波数特性が平坦な1インチ径のコンデンサマイクを使用しております。
- 強い磁界内における測定にも使用できます。
- レベルダイヤルのほかに「押ボタン減衰器」をそなえており、速いレベル変化を的確にゆみとれます。
- メータスピード(メータの動特性)は速。緩衝用に切換えられます。
- 出力端子はメータ回路と独立しているためメータを見ながら分析や録音ができます。
- 写真機用三脚に取付け可能です。

### ■仕様

型式承認番号: 第S-1号  
 適用規格: 計量法およびJIS C 1520-1970  
 測定範囲: 35-130ホン  
 周波数特性: 聴感補正回路A、BおよびC特性  
 31.5-8,000Hz  
 マイクロホン: コンデンサ型  
 メータ: 有効目盛 -5-+10ホン  
 動特性 FAST SLOWの切換可能  
 減衰器: 10ホンステップ、40-120ホン  
 ほかに押ボタン減衰器により10ホン減衰  
 校正: 内蔵発振器による電気的校正  
 出力端子: 1V RMS以上、600Ω以上  
 電源: 単2乾電池(1.5V)1個 連続約15時間  
 寸法・重量: 約21×8×6cm、約650g

### その他の測定器

普通騒音計・精密騒音計・デジタル騒音計  
 10チャンネル騒音集積計・マルチレートアナライザ  
 長時間分析器・振動計・加速度計・変位計  
 騒音・振動記録計・高速度レベルレコーダ  
 耳栓・騒音プロテクタ・雑音信号発生器



## 公害用振動計VM-12B型



本器は、公害振動における地面および床の振動測定を目的とする振動計です。公害振動の測定には、振動レベル測定と振動速度測定の二種類があります。

本器は、その二つの測定ができ、さらに振動加速度の測定もできます。

### ■特長

- 日本工業規格の振動レベル計規格(案)による水平、垂直方向の振動レベルが50-120dBの範囲で測定できます。
- 以前から用いられている振動速度も測定でき、周波数分析には振動加速度を利用します。
- 本器の振動ピックアップには、3組の大出力加速度ピックアップと前置増幅器が内蔵され、スイッチ切換えて容易に垂直と水平2方向の振動を選択して測定できます。
- 電子回路はIC化され、また電池は9V(006P)の電池2個で動作しますので、小型軽量になっております。
- レベルコーダ、周波数分析器と接続できます。
- 超低周波マイクロホン(MV-01型)を接続して超低周波騒音の測定ができます。

### ■仕様

振動ピックアップ: PV-10B 3方向  
 測定範囲: 振動・加速度レベル 50-120dB  
 振動速度 0.01-10cm/s  
 周波数範囲: 振動・加速度レベル 1-90Hz  
 振動速度 5-100Hz  
 レベルスイッチ: 10dBステップ 7段  
 メータ: 全波実効値、動特性FAST・SLOW  
 有効目盛 -5-10dB、0-3.0-10cm/s  
 出力端子: 約1.3V(フルスケール時)10kΩ以上  
 校正: 内蔵発振器による電気的校正  
 電源: 乾電池006P×2 連続約24時間  
 寸法・重量: 約26×15×12cm、約2.3kg

## リオン株式会社

〒151 東京都渋谷区代々木  
 2丁目7番7号(池田ビル)  
 ☎ 03(379) 3251 (大代表)

※カタログなどは上記営業部宛に請求下さい。最寄りの営業所からご返答いたします。

# 新発売



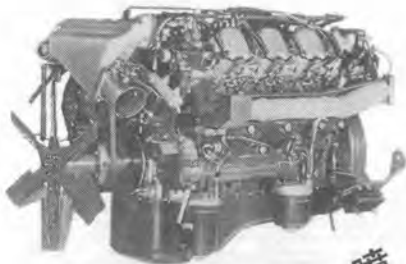
6D14型

直噴



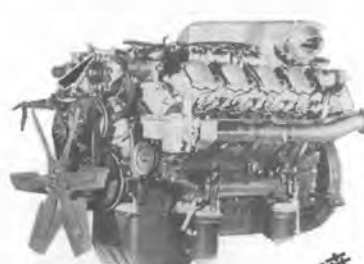
8DC40型

直噴



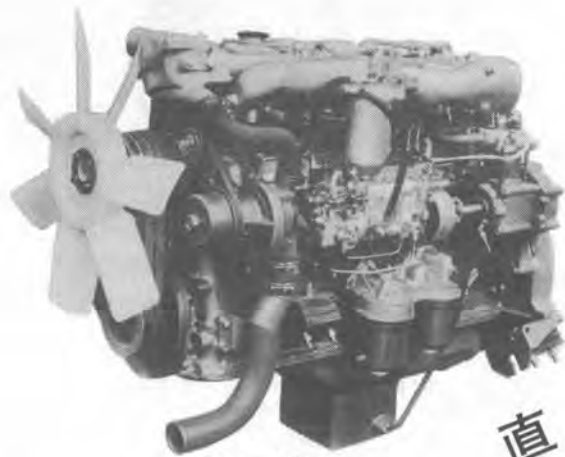
8DC80型

直噴



10DC80型

直噴



6D20型

直噴

『直噴』シリーズ新発売。  
低燃費、低騒音、高出力、3拍子揃った、

《あらゆる分野に活躍している三菱産業用エンジン》

- 大型から小型にいたる各種エンジン。
  - 多年の実績の結晶である抜群の信頼、耐久、経済性。
  - 全国に網をひろげた完備なアフターサービス。
- ※豊富なエンジン\*からお選び下さい。

機種	重量	総寸法(全幅×全高)	重量(kg)	出力(hp)	回転数(rpm)
KE65	3,473	330	66	2600	
4DR50	2,650	255	60	3000	
6DR50	3,988	370	90	3000	
6CS30	5,103	425	96	2500	
6CS70	5,430	425	105	2300	
6D102	5,974	490	110	2500	
6D117	6,754	525	115	2200	

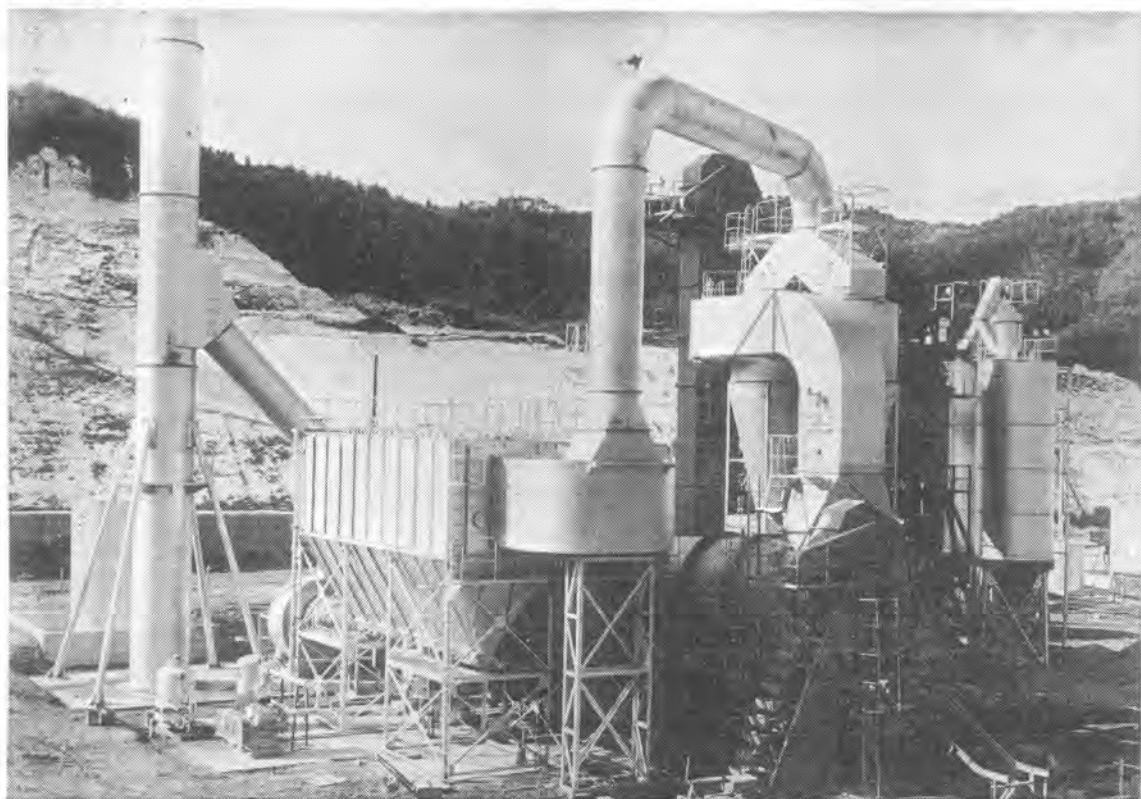
機種	重量	総寸法(全幅×全高)	重量(kg)	出力(hp)	回転数(rpm)
6D14(直噴)新発売	6,357	490	117	2500	
6DR107	8,353	750	130	2000	
6DR107	8,353	790	170	2000	
6DC20	8,955	765	160	2200	
6DC20(直噴)新発売	10,308	950	165	2200	
8DC20	13,273	900	210	2200	
8DC20	13,273	900	307	2200	
8DC40(直噴)新発売	14,895	920	240	2200	
8DC60	14,895	920	240	2200	
8DC80(直噴)新発売	14,895	920	240	2200	
8DC80	13,273	1100	260	2200	
10DC60	18,608	1200	310	2200	
10DC80(直噴)新発売	18,608	1200	310	2200	
20Z22	0,471	72	15	3600	
4041	1,378	128	39	3600	
ME24P	0,359	74	12	3600	

三菱産業用エンジン

三菱自動車工業株式会社  
 東京都港区芝5-38-8 108 ☎東京03(455)1011  
 工場：東京・京都・水島

アスファルトプラント専用

# バグフィルタ



## 1 苫布付きのまま トレーラー輸送OK!

日工式バグフィルタなら、移設の際でも苫布の取りはずしや、ケーシングの分割がまったく不用。苫布を取りつけたまま、トラックやトレーラー輸送がスムーズにできる構造になっています。

## 4 集塵効率が高く 寿命の長い苫布

苫布の材質には耐熱性にすぐれたナイロンフェルトを使用、寿命の長さともいって、微細な発生ダストを完璧に捕集します。

## アスファルト専用設計を実証する! バグフィルタ6大メリット

## 2 仮設の経費を大巾節減 現場組立はわずか2日!

日工式バグフィルタは一度装着すればあとは現地でボルト操作するだけ…。これまで約1週間要していた組立工事もわずか2日でOK! 仮設経費の節減に役立ちます。

## 5 アスファルトプラントなら どのタイプでもOK!

既設のどんなアスファルトプラントにも、簡単に取り付けられます。

## 3 苫布の点検・取付が簡単 日工独自のオープスタイル採用!

カバーを取りはずせば、簡単に苫布の点検・取付ができる日工だけのオープスタイルを採用、苫布のメンテナンスはつねに完ぺきです。

## 6 フル装備の安全装置!

日工式バグフィルタは、非常温度制御装置をはじめ、安全稼動に欠かせない数々の装置が設けられています。



人間優先の国土開発と取組む

# 日工株式会社

本社・工場 / 明石市大久保町江井島 1013 TEL(07894)6-2121  
東京営業所 / 東京都千代田区神田駿河台1-6 TEL(03) 294-8121  
大阪営業所 / 大阪市西区新町 南通 5-1 TEL(06) 538-1771  
札幌営業所 (011)231-0441 仙台営業所 (0222)24-1133  
名古屋営業所 (052)582-3916 広島営業所 (0822)21-7423  
福岡営業所 (092) 52-1161 鹿児島出張所 (0992)26-2156





# 性能抜群。

## ★余裕あるパワー……!!

古河のCT5Aショベルバックホウは、業界でも独自の地位を築いている弊社が、豊富な経験と永年の研究をもとに完成した最も使い易い小形掘削、積込みの新鋭機です。建設機械専用に新たに開発した、ねばりの大きい強力エンジンを搭載。作業には馬力にゆとりがあり、ねばり強さを発揮、苛酷な作業もラクラクこなします。しかもACゼネレータ、24V電装の採用により寒冷時での始動が容易。簡単に着脱できる豊富なアタッチメントと万全のアフターサービスでフル稼働。まさに男が惚れる新鋭機です。

### 〈CT5A———その他の特長〉

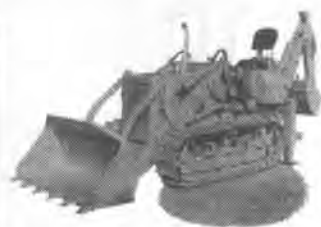
- 運転席は大きなスペースでデラックス。オペレータの身体に合わせた機能設計です。
- 人間工学が生んだ5段階スライド式のシートを採用していますから運転操作も容易です。
- ボンネットが低いため視野が広く、快適な作業ができ、オペレータの疲労を軽減します。



**古河鋳業**  
FURUKAWA CO., LTD.

本社 千100 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 (03)212-6551  
 大阪 (06)344-2531 福岡 (092)741-2261 仙台 (0222)21-3531  
 広島 (0822)21-8921 名古屋 (052)561-4586 札幌 (011)261-5686  
 高松 (0878)51-3264 全 沢 (0762)61-1591 秋 田 (0188)23-1836  
 建機・販売サービスセンター 田無 (0424)73-2641~6

# 古河のCT5A ショベルバックホウ





実績と技術を誇る特殊電機……!

# タンパー Y-80型

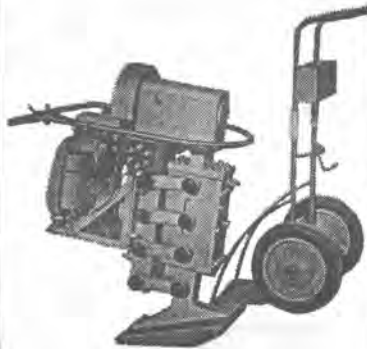
本邦唯一、  
ゴム共振採用

特殊衝撃方式の為故障少  
なく耐久力が大である。

- 突固め能力が強力である
- 前進登坂力が強力である
- 注油の必要がない

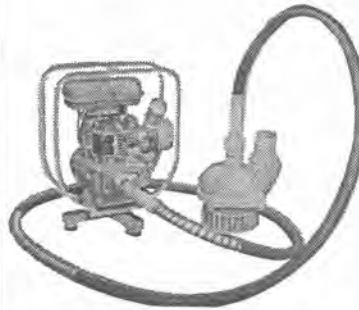
■用途

路床・路盤・アスコン等の軸圧  
埋設工事後の輻圧 法面・法肩  
路肩等法面の輻圧 盛土・渠石  
の突固めその他狭隘場所の輻圧  
締固め



# トコデン ポンプ

軽便高性能



# パイプ ブロー



原動機はエ  
ンジンでも、  
モーターで  
もO・K

特長

- 原動機はエンジン、モーターいずれも使用出来る。
- 小型軽便で特運びは一人で出来る
- 取扱操作は極めて容易。
- 呼び水等は一切不要。
- 故障少なく耐久度大。
- 土砂混入のよごれ水でも容易に大量揚水出来る。
- 原動機は一切の部品、工具を使わないでバイブレーターに完全兼用出来る。

吐出口径 2吋 3吋  
揚程 (最大)

22m 14m

揚水量 (最大)

480ℓ/min

1100ℓ/min

営業品目

コンクリート・ロ  
ード・フィニッシ  
ャー 各種コンク  
リートバイブレ  
ーター  
(エンジン式・空  
気式・電気式)  
フィニッシング  
スクリード・振動  
モーター・その他  
振動機械



## 特殊電機工業株式会社

社 本 浦 和 工 場 大 阪 営 業 所 九 州 営 業 所 北 海 道 営 業 所 名 古 屋 出 張 所 仙 台 出 張 所 新 潟 出 張 所 広 島 出 張 所	東 京 都 新 宿 区 中 落 合 3 丁 目 6 番 9 号 浦 和 市 大 字 田 島 字 横 沼 2 0 2 5 番 地 大 阪 市 西 区 九 条 南 通 3 丁 目 2 9 番 地 福 岡 市 博 多 区 青 木 真 砂 町 7 9 3 番 地 札 幌 市 白 石 区 平 和 通 10 丁 目 北 1 1 6 名 古 屋 市 南 区 汐 田 町 3 丁 目 2 1 番 地 仙 台 市 日 出 町 1 丁 目 2 番 10 号 新 潟 市 上 木 戸 5 4 8 番 1 号 広 島 市 沼 田 町 併 3 7 5 4	公 東 浦 大 福 札 名 古 仙 新 広 公 東 浦 大 福 札 名 古 仙 新 広 公 東 浦 大 福 札 名 古 仙 新 広 公	京 (03)(951)0161-5 0488(62)5321-3 06(581)2576 092(411)1324 011(871)1411 052(822)4066-7 022(94)2780 0252(75)3543 08284(8)0067 4603	千 161 千 336 千 550 千 816 千 062 千 457 千 983 千 950 千 731 -31
---	--	--	--	---

# でっかい働き

オペレータは快適に作業  
(全旋回)

**バックホー KH-10**  
キャビン形



掘ぎわの配管工事も手ぎわよく  
(全旋回)

**バックホー KH-7**  
ホロー形



掘削・埋戻し・整地、一貫作業に活躍  
(全旋回)

**バックホー KH-7D**  
排土板つき



クボタの小形建設機械は、  
頼れるパワーと余裕ある  
メカでフルに活躍。  
建設工事のエキスパートです。

- ブームは右端にも、左端にも自在にスライド。側溝掘りに便利です。
- 静かで粘り強い建設機械専用立形3気筒ディーゼル搭載。
- 狭い現場はもちろん、湿地・傾斜地でもラクに使いこなせます。

キメ細かな作業

ゆたかな人間環境づくり

建設機械



# クボタグループ



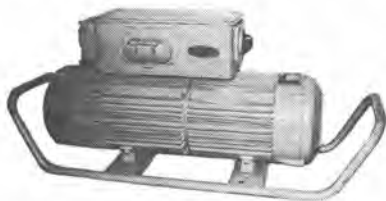
●お問い合わせは…久保田鉄工(株)建設機械営業推進部 大阪市浪速区船出町2丁目22 ☎556 ☎06(648)2106



ビブロ・ランマー  
 ビブロ・プレート  
 ブレーカー  
 バイブレーター  
 ローラー



## 日増に好評 / ワッカー高周波バイブレーター



コンバーター（電圧・周波変換機）

WACKER コンバーターは静音でコンパクト設計 軽量で出力抜群。

重量・出力33kg・15Amp～182kg・312Ampまで多機種揃います。

FU1.6・FU3・FU4・FU5 Z・SFU10・SFU18  
SFU26型



バイブレーター（モーター内蔵型）

WACKER 高周波内部バイブレーターは

・電気クラッチ・ローリングウェイト・オイルジェット潤滑・180°C耐熱ステーター・完全防水など模造品には見られない数々のパテントを持っています。振動筒30～110mmφまで多機種揃います。

IREFM03 y・IREK05 y・IREK1.1 y・IREK1.2 y

IREK1.5 y・IREK3 y型。

### FU + IREK

多機種のコンバーターとバイブレーターの中から工事状況に応じた組合せができ打設の合理化を計れるのもワッカーの特長です。

**日本ワッカー株式会社**

東京都大田区南蒲田 2-18 TEL 732-9281

大阪 (0729) 53-6270 仙台 (0222) 62-8739

# ピカーいち!

## 新発売 ●

# 50トン

総合力で断然リードする50トンブリクローラークレーン〈P&H550-S〉。油圧モータ直結

式の足回り、大容量の巻上ドラム、スムーズな旋回機構などクレーン能力を大幅にアップ。また、油圧伸縮式のクローラで安定性、機動性を増大させるとともに、居住性も一段と充実させた余裕ある50トンブリです。

建設現場、大規模工事現場で待たれていた実力派〈P&H550-Sクローラークレーン〉で能率向上、採算向上をおはかりください。

### P&H 550-S クローラークレーン

最大つり上能力 50トン  
最大ブーム長さ 42.7m+15.2m  
(主ブームのみの場合41.8m)



## ◆ 神戸製鋼

### 建設機械事業部

東京 東京都千代田区丸の内1-8-2 豊100 ☎03(218)7704  
大阪 大阪市東区北浜3丁目5 豊541 ☎06(203)2221  
その他 札幌・仙台・新潟・富山・名古屋・高松・広島・福岡

## ◆ 神鋼商事

### 建設機械本部

東京 東京都中央区八重洲4-7-8 豊104 ☎03(273)7651  
大阪 大阪市東区北浜2丁目52-1 豊541 ☎06(201)4861  
その他 札幌・仙台・新潟・富山・名古屋・広島・福岡

**Velvetouch**<sup>®</sup>

クラッチフェーシング、ブレーキライニングには……

# トヨカロイ

《焼結合金摩擦材》



用途 主クラッチ、操行クラッチ、トランスミッション・クラッチ、船用逆転クラッチ、クラッチブレーキ、電磁クラッチ、その他各種クラッチ

当社は、焼結合金摩擦材料のトップメーカーである米国 THE S.K. WELLMAN CORP. (商品名 Velvetouch) との技術提携により、世界水準を行く製品(トヨカロイ)としてご好評を得ております。

**東洋カーボン株式会社**

本社 東京都中央区日本橋2-10-1 TEL(271)7321(代表)  
大阪営業所 TEL(203)4612/名古屋営業所 TEL(581)4591  
福岡営業所 TEL(281)7187/工場・茅ヶ崎・山梨・滋賀

## 高圧スラリー直接測定

電磁式  
**グラウト流量計**  
DRシリーズ



### ■使用分野

都市グラウト	透水試験
ダムグラウト	先端圧力
ずい道グラウト	岩盤変位
自動グラウト装置	テストグラウト

DR-120-1形  
DR-60-1形

DR-120-3F



●高圧のダムグラウト/ずい道グラウトに最適です

- 1 ゲージマンは必要ありません。
- 2 どのポンプにも使用できます。
- 3 操作が簡単です。
- 4 小形・軽量・安価です。
- 5 制御動作が早く確実な制御です。
- 6 バルブの保守が簡単です。
- 7 リターン方式なので「ツマリ」ません。
- 8 グラウト流量計への組込は、ワンタッチです。

建設制御の明昭

**Melsyo**

**明昭株式会社**

〒211 川崎市中原区市ノ坪199  
電話 044(433)7131(代)



# BOMAG BW-210A型

アスファルト舗装転圧に抜群の偉力!!  
自走式舗装用振動ローラー

- 起振力の調整が可能
- 振動体の回転方向が自由に選べる
- 運転席はツー・ハンドルを採用



輸入総発売元



**マイカイ貿易株式会社**

本社 〒102 東京都千代田区麹町3-7 ☎(03)263-0281<大代>  
大阪支店/福岡支店/北海道出張所/大館出張所

《カタログ進呈》

ホイールカッター式

# 小形 浚せつ船

標準吐出径 150, 200, 250, 300, 350mm

- 分解して陸搬できる
- 浚せつ圧送能力は絶大
- 周辺の水を濁さない
- 砂・砂利の採取
- ダムの堆砂さらえ
- 港湾のへドロ除去
- 河川の水底掘削



株式  
会社

# ウオターマン

カタログ説明書贈呈最寄現場ご案内

〒542 大阪市南区鯉谷東之町32 TEL 06-252-0241

# ケーソンセパレーター



## 泥水掘削工法用 排水処理装置

ケーソンセパレーターは、スラリー輸送された泥水中の土砂の分離・脱水を目的としたバイブレーションスクリーンです。

### 用途

泥水加圧式シールド工法・リバースサーキュレーション工法・連続壁工法・アースドリル工法等の泥水工法砕石・生コン・砂利プラント等の微細砂回収及び隧道工事、ダム工事等の排水処理などに広く採用されております。

### 特長

- 200メッシュ(0.074mm)までの微粒子を連続的に強制排土します。
- デリケートな三次元の振動で「目詰り」がなく「水切れ」も良好です。
- 騒音、振動はほとんどありません。
- 構造簡単・取扱容易・据付面積少・所要動力極少。

製造元



**巴工業株式会社**

東京都中央区日本橋3-9-2 TEL03(271)4051

発売元

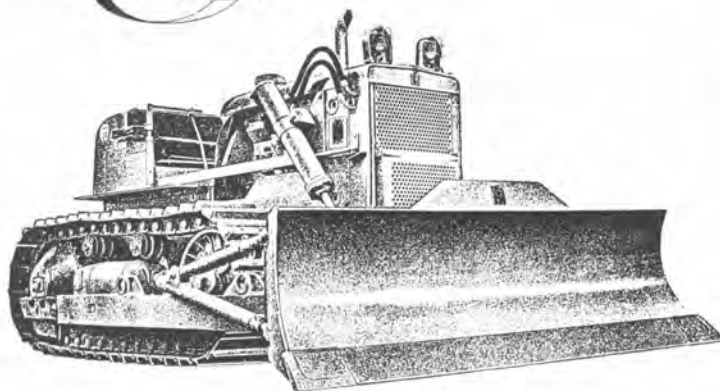


**佐々木産業株式会社**

東京都新宿区信濃町8 TEL03(355)0484・1324

国産  
外車

# ブルドーザ・サ・ビスパーツ



- リンク・ローラー
- メタリックプレート
- スプロケットリム
- ブロンズブッシュ
- ベローズ・高圧ホース
- カッティングエッチ
- 特殊ボルト
- エンジンパーツ

重機部品  
総合商社



## 東日興産株式会社

本社 東京都世田谷区野沢3-2-18  
福岡営業所 福岡市博多区板付4丁目12番5号  
札幌営業所 札幌市豊平区平岡8  
仙台営業所 仙台市宮千代1丁目32番11号  
大阪営業所 東大阪市荒本北1-0-6

電話 東京(424)1021(代表)  
電話 福岡(591)8432(代表)  
電話 札幌(881)5050(代表)  
電話 仙台(94)5196(代表)  
電話 大阪(745)1337(代表)

# 明和

新  
製  
品

## マイロー

MT-30型  
小型3ton



## 振動ロー

両輪・駆動・振動

ステアリング軽快・サイド転圧可能

MVR-30型 3.0t

MVR-25型 2.5t

MVR-11型 1.1t



## バイプロ プレート

アスファルト舗装  
表面整形

P-120kg

P-90kg

P-80kg

P-60kg

VP-70kg



## ハンドロー

上下回転式ハンドル

MVH-5型 0.5t

MVH-8型 0.8t

(特許出願中)



## バイプロ ランマ

道路・水道・瓦斯管  
電設・盛土・埋戻し

RA-120kg

RA-80kg

RA-60kg

《防音型》



(カタログ進呈)

株式会社

## 明和製作所

川口市青木1丁目18-2 〒332

本社・工場	Tel. (0482)代表(51)4525-9
大阪営業所	Tel. (06) 961-0747-8
福岡営業所	Tel. (092)411-0878・4991
広島営業所	Tel. (0822)93-3977(代)・3758
名古屋営業所	Tel. (052)361-5285-6
仙台営業所	Tel. (0222)564232・571446
札幌営業所	Tel. (011)822-0064

# 標準化された汚濁水処理システム



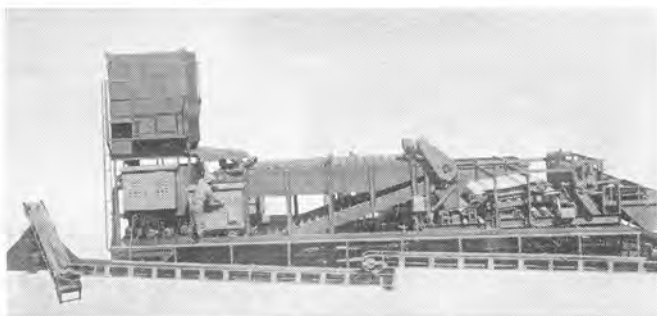
クリンパーZシステム



- トンネル掘削工事
- ダム建設工事
- 浚渫工事
- 砂利・採石プラント
- 生コン工場
- 宅地造成工事
- その他



- 泥水加圧シールド工法
- 場所打杭工法
- 地下連続壁工法
- その他の泥水工法



アースロックCシステム



SS20PPMの処理水



含水率35%

建設工事に伴う泥水処理はすべて  
ニチナンにご相談下さい。



**日南産業**  
株式会社

本社／東京都品川区東五反田5丁目  
〒141 21-18 ☎ (03) 441-8126(代)  
工場／神奈川県横浜市緑区上山町  
〒226 7 7 ☎ (045) 931-2721(代)

※カタログ・技術資料ご希望の方は本社営業部までご請求下さい。

# 西独 ABG 社の振動ローラー



## ■ ロックフィルダムの転圧に!

被牽引式SAW 185型ローラー

自重 13.5トン

振動数 1400サイクル/毎分

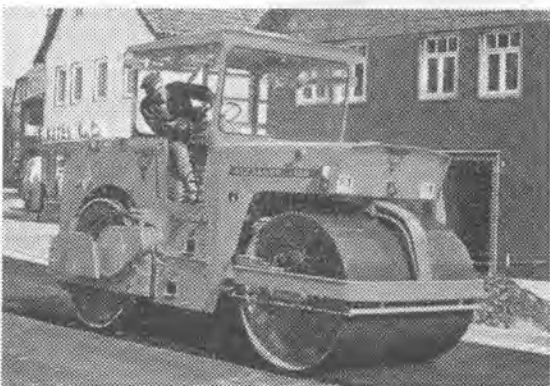


## ■ あらゆる種類の転圧に! (アスファルト、ソイル、碎石等)

自走式PUMA WZ 176, 177, 178型

自重 11トン, 11.5トン, 12トン

振動数 2000, 2500, 3000サイクル/毎分



## ■ アスファルト舗装転圧に! (ベースからトップ迄)

自走式 ALEXANDER 128型

自重 11トン

振動数 2000又は3000サイクル/毎分



輸入販売総代理店

**極東貿易株式会社**

建設機械第一部第二課

本店：〒100-91 東京都千代田区大手町2-2-1  
(新大手町ビル7階) ☎03(244)3810

支店：札幌・沼津・名古屋・大阪・福岡





## 山田の バイブレーター

### 営業品目

各種コンクリート振動機  
 チャックハンマー振動杭打機  
 コンクリート製品連続製造設備  
 振動モーター  
 コールドファイダー  
 コンクリート製品用各種型枠

**コンクリート打込工事に  
 抜群の威力を発揮!!**

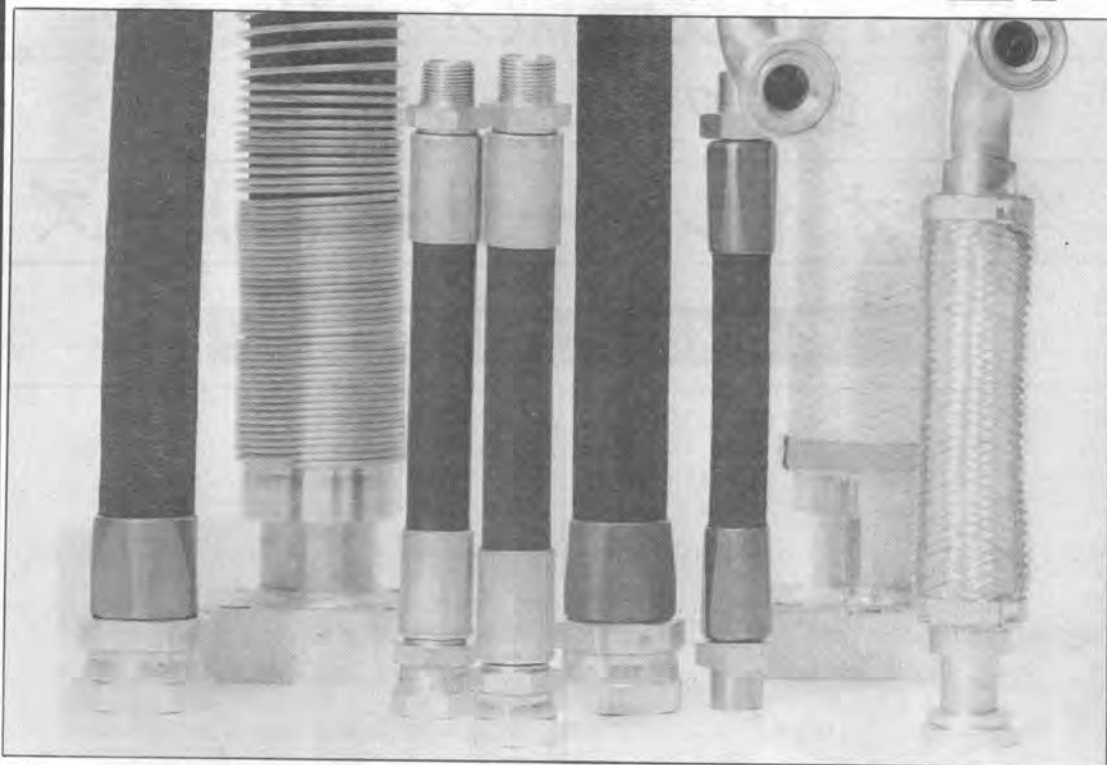
総発売元  **山田通商株式会社**

製造元  **山田機械工業株式会社**

本社 東京都北区赤羽南1丁目7番2号 電話 東京(902)4111(代)  
 戸田工場 埼玉県戸田市新當南1-11-5 電話 廣(0484)625059・5060番

# 産業界の省力化、自動化に、不可欠な 役割を果たしているブランド

ワイエー  
**YA**



「横浜エイロクイップ」は、流体回路分野の機能拡大のためのあらゆるご要望に、迅速にお応えできる用意があります。いま、産業界では省力化、自動化が急務とされています。そうした産業界の要請に、欠くことのできない役割を果たす存在が、油・空圧回路分野における油圧・空圧ホース、継手及びカップリングなどといえます。

**YA**——「横浜エイロクイップ」は、横浜ゴム(株)と世界的な継手のトップメーカー AEROQUIP CORP.の技術を結集して、優れた金具を生産。同時にホースとのアッセンブリー及び空調関係金属の製造販売でユーザーの皆様から絶対の信頼を受けています。しかし、「横浜エイロクイップ」は、こうした油圧・空圧、空調機器部品のメーカーにとどまらず、配管システムの設計や管理など、トータルなシステムエンジニアリングで、産業界の省力化、自動化により効果的な活躍を続けていきたいと願っています。

いつでもご要望にお応えできる **YA** の豊富な品揃え。

油圧、空圧、空調関係の各種ホースと金具、自動カップリングシステム時代に適合するマルチタイプオートジョイントなど、「横浜エイロクイップ」は、いつでも皆様のご要望にお応えできる豊富な品揃えができています。

全国にまたがる販売網を活かし、サービス機動力も抜群。

「横浜エイロクイップ」は、その傑出した技術、販売力をもとに、業界動向に対応する販売網を全国いたるところに網羅しています。また、AEROQUIP CORP.の世界的販売網を通じてのきめ細かな国際サービスも、もちろん可能です。

**YA**

**横浜エイロクイップ株式会社**

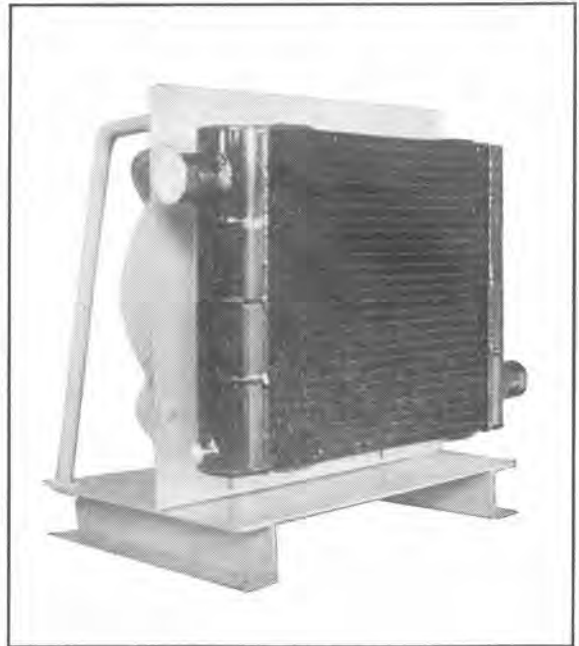
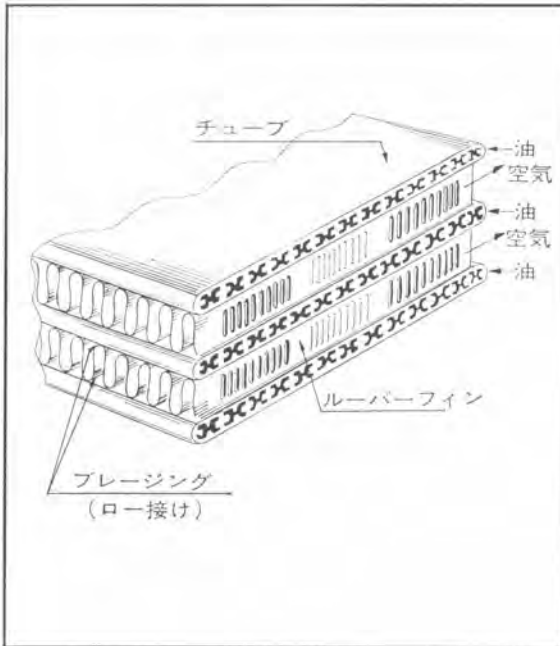
本社：東京都港区新橋5丁目10番5号 同和ビル 千105  
TEL (03) 437-3511(代表)

支店：東京・大阪・名古屋・広島

# TAISEI

## 大手建設機械メーカーへ 多くの実績を持つ 空冷オイルクーラーシリーズ

— 低価格・高性能・軽量 —



200□～900□までの多種類・納期迅速材質が総アルミ製なので、軽量で耐圧、耐蝕に優れている。

**営業品目** 油圧・潤滑用サクシジョン、低、中、高圧、リターン等各種フィルター、水冷、多管式オイルクーラー(自社製ローフィンチューブ組込)強制潤滑装置。



### 大生工業株式会社

本社工場 東京都板橋区若木2-32-2 ☎174

☎東京(03)(934)3281(代) テレックス272-2880

宇都宮工場 栃木県那須郡南那須町大字南大和久字早坂984-21 ☎321-05

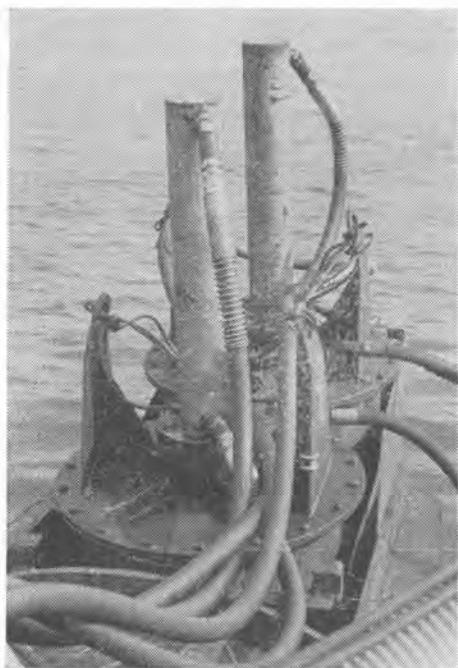
☎南那須(028788)7211 テレックス3546-295

公害を除いて綺麗な河川や海に！

最も経済的で簡単な自吸式

ヘドロ浚渫機

# マドラ



マドラ本体

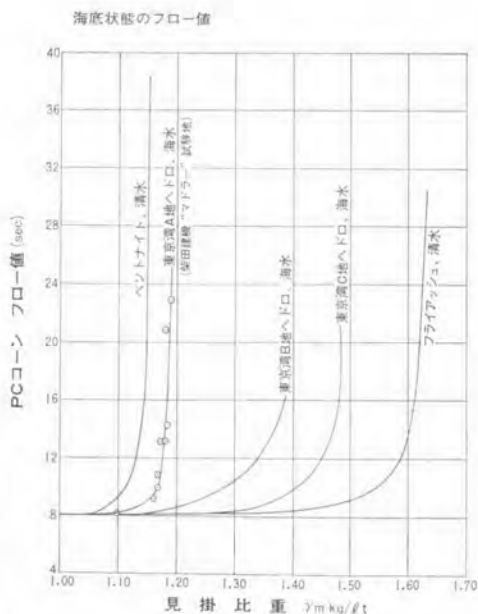


揚泥(含泥率93.5%)状況

特長：

- 1)高濃度、高粘性のヘドロ浚渫が出来る。
- 2)効率が高い。(含泥率95%)
- 3)周囲の汚染がない。
- 4)長距離輸送が可能。

機種：45、80、150、300、500m<sup>3</sup>/h.



株式  
会社

## 柴田建機研究所

埼玉県川口市飯塚 4-3-32 電話 川口(0482) 51-7270(代)

生活環境整備に  
公害防止機械設備・環境改善機械設備

**日本ウェイン**  
**ストリートスイーパー-NW945**

作業速度：2.5～24Km/h

最高速度：88km/h



6トントラックシャーシに架装した画期的な四輪ブラシ式道路スイーパーで、高速性と強力ガッターブラシによってどんな悪条件の清掃も難なくこなします。

国土建設に  
三井グループの建設機械・荷役運搬機械



**三井物産機械販売サービス株式会社**

本 社 東京都港区西新橋2丁目23番1号 第3東洋海事ビル TEL (436)2851(大代表)

札幌営業所	011-271-3651	東関東営業所(千葉)	0472-42-1891	大阪産業機械営業所	06-373-1215
仙台営業所	0222-86-0432	北関東営業所(大宮)	0486-44-4571	高松営業所	0878-51-3737
新潟営業所	0252-47-8381	長野営業所	0262-26-2908	広島営業所	0822-83-3311
設備機械営業所	03-436-2851	名古屋営業所	052-623-5311	福岡営業所	092-431-6761
東京営業所	03-436-2851	大阪営業所	0726-43-6631	那覇出張所	0988-68-3131
開発機械営業所	03-436-2851				



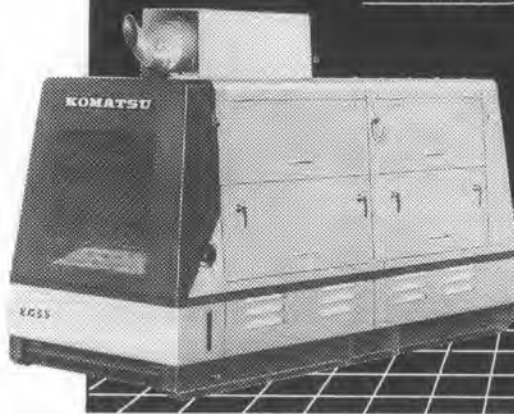
アフターサービス、部品補給、点検など全国の  
コマツネットワーク=コマツマルドにお任せください。



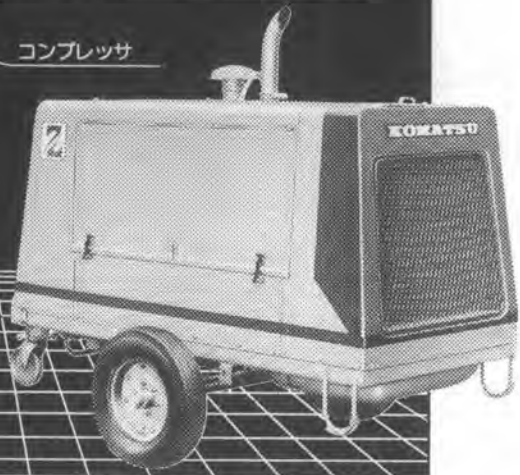
# コマツの 新しい仲間。

ディーゼル発電機

コンプレッサ



EG55



EC50Z

あの“コマツのエンジン”を採用  
信頼性抜群の仲間たちです。

豊かな環境づくりをめざして——  
コマツは数多くの建設機械をつくって  
いる、いわば建設機械のテニートです。  
最も望ましい環境づくりに役立つ製品  
を、つねに提供しつづけています。  
建設工事現場に欠かせない各種機  
械の充実も課題のひとつ。このたび  
コマツでは、豊富な経験と技術の総  
力を結集して、ディーゼル発電機EG  
シリーズとコンプレッサECシリーズを  
新発売いたしました。しかも工事中の

環境にも充分配慮をほどこしたく防音  
タイプも含めて一挙に全機種が勢  
揃い。どちらも、耐久性・信頼性では  
折り紙つきのコマツのエンジンを  
搭載した最新鋭機です。優れたラン  
プ、とびぬけた操作性・安全性、斬  
新なデザインなどはコマツならでは。さ  
らに全国650のコマツネットワークが、  
あとあとまで機械を見守ります。ディーゼル  
発電機とコンプレッサ仲間入りして、  
いちだんと充実したコマツ—みなさ  
まの身近なところでお役に立っています。

■ディーゼル発電機EGシリーズ(全13機種)

●ブラシレス交流発電機を採用(EG45以上)。

機 種	EG15	EG30	EG45	EG55	EG75	EG100	EG150
出力(KVA)	13	27	45	55	75	100	145
電 圧(V)	220	220	220	220	220	220	220

機 種	EG175	EG200	EG300	EG30S	EG45S	EG55S
出力(KVA)	175	200	300	27	45	55
電 圧(V)	220	220	220	220	220	220
	440	440	440			

(Sは防音機、Rは防音機の場合)

■コンプレッサECシリーズ(全13機種)

●耐久性抜群のベーンタイプとZスクリュタイプ  
の2タイプ。(Sは防音コンプレッサ)

機 種	EC20V	EC35V	EC50V	EC105V	EC170V	EC260V	EC50Z	EC75Z
タイプ	ベーンタイプ			Zスクリュタイプ				
空気量m <sup>3</sup> /min	2.0	3.5	5.0	10.5	17.0	25.5	5.0	7.5

機 種	EC35S	EC50S	EC105S	EC50ZS	EC75ZS
タイプ(防音型)	ベーンタイプ		Zスクリュタイプ		
空気量m <sup>3</sup> /min	3.5	5.0	10.5	5.0	7.5

日本のコマツ・世界のコマツ

**小松製作所**

〒107 東京都港区赤坂2-3-6 ☎03(584)7111

北海道支社  
東北支社  
北陸支社  
関東支社

☎札幌011(661)8111  
☎仙台0222(56)7111  
☎新潟0252(66)9511  
☎新潟0485(91)3111

中部支社  
大阪支社  
四国支社  
東京支社

☎一宮0586(77)1131  
☎大阪06(864)2121  
☎高松0878(41)1181  
☎東京03(584)7111

中国支社  
九州支社  
福岡092(641)3111

☎名古屋市0829(22)3111

# 大地へ挑む大きな腕!!

すばやく、ムダのないスムーズな動き



全油圧式ショベル(1.2m<sup>3</sup>)

土木工事をより能率的にすすめるポイントは、なんと  
パワー  
いっても馬力があることが第一。と、同時にムダのない  
すばやい動きも大切です。オペレータの意のままに機  
敏な働きのできるショベルがこれからは必要です。  
ショベルづくりで定評のある **KATO** が、このポイント  
に焦点を合せて開発した HD-1200G、HD-850G  
HD-400G にご注目ください。

● 旋回、ブーム、バケットはバランスがとれ、動きに  
ムダがなく、スピーディでダイナミックな動きぶり。  
使いやすさに加へ細部にわたる精度の高い設計、合理  
的かつ理想的なショベルを実現しました。

★カトウの(全油圧式)ショベルは0.35m<sup>3</sup> - 1.8m<sup>3</sup>まで豊富な機種構成です。



(0.4m<sup>3</sup>)



(0.85m<sup>3</sup>)

今日の対話を明日の技術へ

## KATO

株式会社 加藤製作所

本社 東京都品川区東大井1の9の37  
(☎140) (471)8111(大代表)  
営業本部 東京都港区芝西久保桜川町2  
(☎105) (第17森ビル) (591)5111(大代表)

## 10月号PR目次

### — A —

朝日電機(株).....後付 10

### — F —

古河鋳業(株).....後付 15

### — H —

林パイプレーター(株).....後付 8

日立建機(株).....表紙 4

### — K —

(株)加藤製作所.....後付 32

極東貿易(株)....." 25

久保田鉄工(株)....." 17

建機エンジニアリング(株)....." 9

(株)神戸製鋼所....." 19

(株)小松製作所....." 31

### — M —

マイカイ貿易(株).....後付 21

マルマ重車輛(株)....." 2

丸友機械(株)....." 1

三笠産業(株)....." 7

三井造船アイムコ(株).....表紙 3

三井造船(株)....." 3

三井物産機械販売サービス(株).....後付 30

三菱自動車工業(株)....." 13

明昭(株)....." 20

(株)明和製作所....." 23

### — N —

内外機器(株).....後付 3

(株)南星....." 6

日工(株)....." 14

日鉄鋳業(株)....." 4

日南産業(株)....." 24

日本ワッカー(株)....." 18

### — R —

リオン(株).....後付 12

### — S —

佐賀工業(株).....後付 1

相模船舶工業(株)....." 11

佐々木産業(株)....." 22

(株)柴田建機研究所....." 29

住友重機械建機販売(株).....表紙 2

### — T —

大生工業(株).....後付 28

(株)東京鉄工所....." 5

東日興産(株)....." 22

東洋カーボン(株)....." 20

特殊電機工業(株)....." 16

### — W —

(株)ウオターマン.....後付 21

### — Y —

山田機械工業(株).....後付 26

横浜エイロクイップ(株)....." 27



書くのではなく貼付にマークや文字は



社名表示



機種の標示に



作業の一例

今までの金属プレート銘板から脱皮してみませんか。すでに自動車、航空機、建設機械、各産業機械等の重要な表示銘板として御使用して載っております。

## それは何故？

●コストが金属プレートよりも◎一度貼付したものは半永久的◎ネジ、ビス、接着剤等一切不要◎作業工程は一工程のみ、時間は◎どんな大きさでも、どんなイラストでもどんな曲面な場所でも美しく貼付出来ます

住友スリーエム特約加工販売店  
**中浜五芸株式会社**  
東京都武蔵野市中町2-14-9 (東海ミタカマンション)  
TEL. 0422-51-8177(代表)

躍動する産業機械にイメージアップと省力化にスコッチカル®はこのような所に使われています。

※御一報次第型録資料等持参します。

# 腕自慢、かせぎ自慢の省力機。

強いパワーと、中小工事現場にピッタリの機動性—三井ランドメイト

- 小回りがきく車体屈折方式を採用
- 4輪駆動と幅広の低圧タイヤ使用
- 本体の後部に装着できるバックホー



## 三井ランドメイトシリーズ

HL 5標準型	HL5バックホー付	HL8標準型	HL8バックホー付
バケット 0.5m <sup>3</sup>	バックホー0.1m <sup>3</sup>	バケット 0.8m <sup>3</sup>	バックホー0.17m <sup>3</sup>
重量 3.1ton	全備重量 4.1ton	重量 4.7ton	全備重量6.2ton



人間と技術の調和に挑む

## 三井造船

東京都中央区築地5-6-4 千104  
建設機械事業部 ☎03(544)3755

●取扱店 三井物産機械販売サービス(株)・中道機械産業(株)・中道機械(株)・中道機械・ツバコー 菱重建機販売(株)5社の本社・営業所・出張所

## EIMCO 900シリーズ LHD

# ロードホウルダンプ



Eimco915H型(大林組手取州作業所納入機)

大容量ズリ処理機械として工事のスピード化、省力化に一役かっています。

トラックレス工法による積込みから、運搬、放出来まで1台のLHDで処理、斜坑掘進にも威力を発揮します。

EIMCO	バケット容量
911型	0.76m <sup>3</sup>
912B型	1.72m <sup>3</sup>
913型	2.30m <sup>3</sup>
915H型	3.82m <sup>3</sup>
920型	7.64m <sup>3</sup>

主要納入先：建設省東北地建殿、大林組殿、銭高組殿、同和鉱業株殿、奥多摩工業株殿ほか



## 三井造船アイムコ株式会社

千104 東京都中央区築地5-4-14 電話03(544)3338



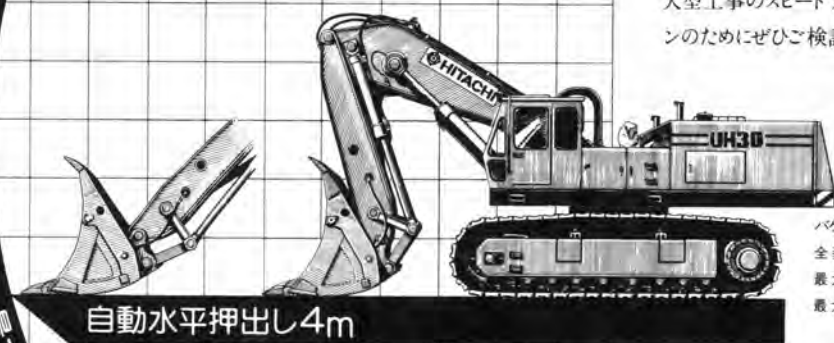


技術の日立

# 自動水平押し4m .....掘削も自在!

ひと掘り4.4m<sup>3</sup>  
国産最大の掘削・積込機

国産最大の油圧ショベルUH30は、日立独自の水平押し機構、400PSエンジンによるキメ細かな複合操作、73トンの巨体を利して、その掘削・積込作業は迅速・豪快そのものです。  
また本体を走行させずに作業できるので足回りの損傷も少なく経済的、ユニバーサルレバーの採用や、騒音・振動の少ないデラックスキャビンでオペレータの疲労もグンと軽減します。  
大型工事のスピードアップ、コストダウンのためにぜひご検討ください。



バケット容量...3.7~4.4m<sup>3</sup>  
全装備重量.....73t  
最大押出力.....35.6t  
最大掘起力.....38t

## UH30

日立ローディングショベル




日立建機株式会社  
東京都千代田区内神田1-2-10  
〒101 TEL (03)293-3611代

「建設の機械化」

定価 一部 四五〇円

単位m 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

本誌への広告は  一手取扱いの株式会社共栄通信社  
本社 千104 東京都中央区銀座8の2の1(新田ビル) TEL東京(03)572-3361(代)・3396(代)  
大専支社 〒530 大阪市北区富田町2-7 豊屋ビル3階 TEL大阪(06)362-6 5 1 5

雑誌 3367-10