

土木研究所資料

建設機械の低騒音化技術に関する研究

—油圧ブレーカの音響インテンシティ測定及び低騒音化へのアプローチ実験—

(第 1 報)

平成4年7月

建設省土木研究所
機械施工部機械研究室

Copyright © (1992) by P. W. R. I.

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

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、土木研究所長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

建設機械の低騒音化技術に関する研究

—油圧ブレーカの音響インテンシティ測定及び低騒音化へのアプローチ実験—

(第 1 報)

機械研究室 室 長 杉 山 篤

研究員 薬師寺 伸 夫¹⁾

研究員 梶 田 洋 規²⁾

竹 田 英 之³⁾

山 中 勇 樹

1) 現 九州地方建設局川内川工事事務所機械課機械係長

2) 現 近畿地方建設局和歌山工事事務所機械課機械係長

3) 現 関東地方建設局霞ヶ浦導水工事事務所機械課

要旨：土木構造物，建築構造物の解体や舗装版の打換えに油圧ブレーカを油圧ショベルに取り付け使用する場合が多いが，騒音対策が遅れており苦情が多くなっている。

このため打撃による衝撃的騒音を発生する機構を持つ油圧ブレーカに対して，騒音の発生機構を明らかにし，騒音低減対策を行い，周囲騒音測定及び音響インテンシティ測定によりその効果を調査した。

キーワード：油圧ブレーカ，低騒音化，遮音，制振，周囲騒音測定
音響インテンシティ測定

ま え が き

我国の生活水準は大幅に向上し、物質中心生活から、国民は文化、スポーツ、生活環境と生活の質的な充実についても重視するようになってきている。このため生活空間においてはより快適な環境が求められており、建設工事における騒音対策も一層重要になっている。近年、騒音対策型の建設機械が数多く開発され建設工事に使用されているが、一部に騒音対策の遅れている建設機械が残されている。

特定建設作業における騒音苦情のなかでは、さく岩機を使用する作業とくい打機等を使用する作業で全体の90%を超えている。なかでも油圧ブレーカを含めたさく岩機を使用する作業は、他の特定建設作業と比較しても非常に多くの苦情が寄せられている。

油圧ブレーカは油圧ショベルに取り付けられ土木構造物、建築構造物の解体や舗装版の打換に使用される場合が多い。このような状況から、現在、解体や工事や打換工事を行うのに、油圧を用いた圧砕機などの低騒音の建設機械が開発され、作業に活躍している。しかしながら、作業効率、あるいは作業可能対象範囲（例えば、油圧圧砕機は、刃にはさむことができる対象物でなければ、取り壊すことは不可能である）を考えると、油圧ブレーカを使用することが必要である作業状態も多く存在し、今後もなくなることはないと思われる。

このような状況から建設工事の騒音苦情を低減するためにも、立ち遅れている油圧ブレーカの騒音を低減する必要がある。このため平成2年度より4ヶ年計画で低騒音型油圧ブレーカの開発を行っている。平成2年度は、既存の油圧ブレーカの低騒音化技術に関する資料の調査及び油圧ブレーカの騒音発生量の計測・解析を行った。平成3年度は、油圧ブレーカの騒音低減対策としてブレーカ本体の制振及びブレーカから発せられる音の遮断を行い、周囲騒音測定、音響インテンシティ測定によりその効果を調査した。

なお、本研究は環境庁の国立機関公害防止等試験研究費により行っており、本報告書はその中間とりまとめを行ったものである。

建設機械の低騒音化技術に関する研究

－油圧ブレーカの音響インテンシティ測定及び低騒音化へのアプローチ実験－

目 次

ま え が き

1. 概 要	1
1.1 研究の目的	1
1.2 研究の計画	1
2. ブレーカの騒音苦情の現状	2
2.1 建設作業騒音苦情の現状	2
2.2 建設作業騒音の規制	2
2.3 ブレーカの騒音対策の現状	3
3. 油圧ブレーカの低騒音化技術の現状	5
3.1 ブレーカの概要	5
3.2 油圧ブレーカの構造（構造、材質）	6
3.2.1 油圧ブレーカの構造	6
3.2.2 油圧ブレーカの作動原理	6
3.2.3 油圧ブレーカの主要材質	8
3.3 油圧ブレーカの騒音・振動低減事例	12
3.3.1 騒音発生源	12
3.3.2 騒音対策	13
3.3.3 低騒音型コンクリートブレーカ	16
3.4 低騒音・低振動用新素材、複合材料	17
3.4.1 制振と低騒音	17
3.4.2 制振材料	17
3.4.3 制振合金	18
3.4.4 複合型制振鋼板	20
3.5 油圧ブレーカの低騒音化に関する特許	22
3.5.1 ブレーカ用防音ケーシング	23
3.5.2 ブレーカ用の防振対策	25
4. 油圧ブレーカの騒音測定解析	27
4.1 騒音測定解析方法	27
4.1.1 測定対象油圧ブレーカ	27
4.1.2 測定条件	28
4.1.3 周囲騒音測定	30
4.1.4 音響インテンシティ測定法による計測	32
4.2 騒音測定解析結果	35

4.2.2	音響インテンシティ測定法における計測結果	39
4.2.3	騒音源確認のための試験	45
5.	油圧ブレーカ騒音低減対策の実施	47
5.1	油圧ブレーカの騒音低減対策	47
5.1.1	防音カバーの製作	47
5.1.2	制振材の利用	47
5.1.3	その他の対策	54
5.2	騒音測定解析方法	56
5.2.1	測定対象油圧ブレーカ	56
5.2.2	測定条件	56
5.2.3	周囲騒音測定	58
5.2.4	音響インテンシティ測定法による計測	60
5.3	騒音測定解析結果	62
5.3.1	周囲騒音測定結果	62
1)	全ケースの騒音測定結果	62
2)	防音カバーの有無による比較	63
3)	制振材の有無による比較	63
4)	制振材の材質、形状の違いによる比較	64
5)	打撃面カバーの効果	64
6)	ロッドカバーの有無による比較	65
5.3.2	音響インテンシティ測定法による計測結果	65
5.3.3	騒音低減対策の効果	66
6.	ま と め	69
7.	今後の検討課題	69
あ と が き		70
I.	参考資料	72
	油圧ブレーカの低騒音化に関する特許	72
1.1	ブレーカ用防音ケーシング (10件)	73
1.2	ブレーカの防音支持 (13件)	83
II.	実験写真	96
	平成2年度 油圧ブレーカの騒音測定	97
	平成3年度 油圧ブレーカの騒音対策	99
III.	建設機械の騒音対策に係わる新しい測定手法 土木技術資料1991年10月	102
	—音響インテンシティ法の利用—	
IV.	音響インテンシティ法を用いた建設機械の騒音測定	104
	～油圧ブレーカの作業騒音への適用～	
	平成3年度建設機械と施工法シンポジウム論文集	
V.	油圧ブレーカの低騒音化へのアプローチ 平成4年度日本騒音制御工学会	108
	技術発表会講演論文	
VI.	PWR I Newsletter No.50 October 1992 土木研究所	112

1. 概 要

1.1 研究の目的

油圧ブレーカを含めた削岩機を使用する作業は、他の特定建設作業と比較しても非常に多くの騒音苦情が寄せられている。平成2年度騒音規制法施行状況調査によると特定建設作業の騒音苦情対応件数に占める削岩機の割合は70%を占めている。このため、建設工事の騒音苦情を低減するためにも、立ち遅れている油圧ブレーカの騒音を低減する必要がある。

本研究の目的は、打撃による衝撃的騒音を発生する機構を持つ油圧ブレーカに対して、騒音の発生機構を明らかにし、騒音を低減するための方法について検討を行い、低騒音型油圧ブレーカの確立を図ることである。

1.2 研究の計画

本研究は、平成2年度から5年度までの4カ年で行っており、その年次計画を図-1・1に示す。

平成2年度は、既存の油圧ブレーカの低騒音化技術に関する資料の調査及び油圧ブレーカの作業状態における騒音発生量の計測・解析を周囲騒音測定及び音響インテンシティ測定法により行い、音が主にどの部位からどのように発生しているか調査した。平成3年度は、油圧ブレーカの騒音低減対策としてブレーカ本体の制振及びブレーカから発せられる音の遮断ができる騒音低減対策部品の設計及び製作を行い、周囲騒音測定及び音響インテンシティ測定によりその効果を調査した。

平成3年度製作した騒音低減用の油圧ブレーカには、さらなる騒音低減と実際の現場において使用できる耐久性が課題として残されている。このため平成4年度及び5年度の2カ年で騒音低減対策部品の材料・材質面、構造の再検討を行うとともに耐久性のある構造にしていき、騒音低減対策を完成させ、その手法のとりまとめを行う予定である。

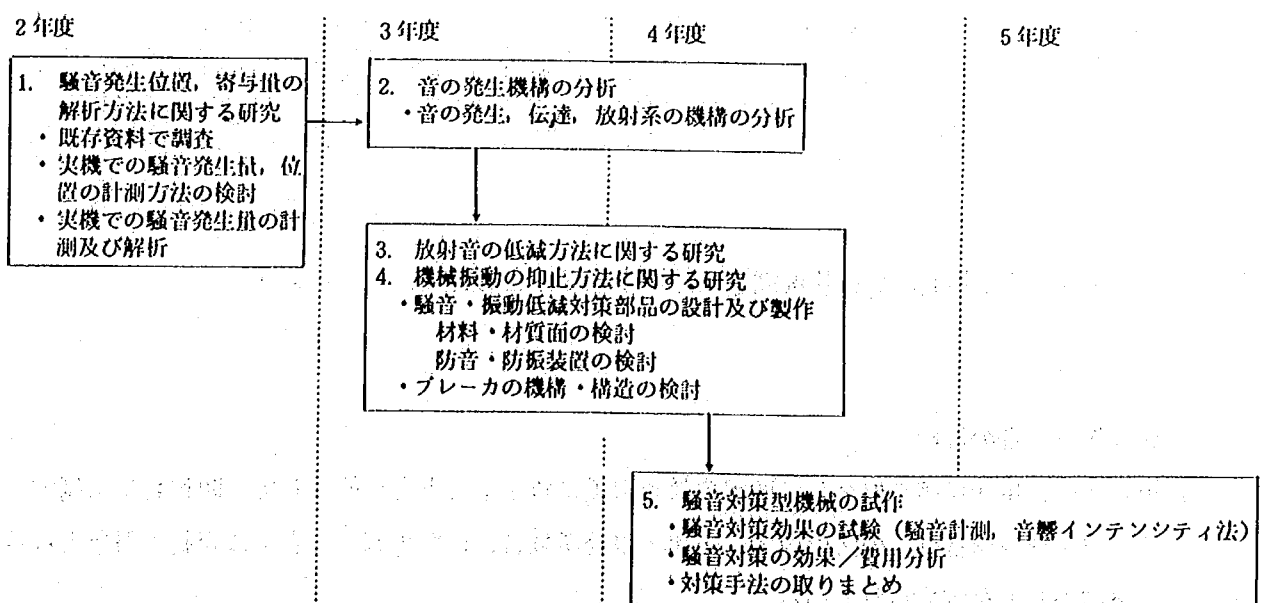


図-1.1 研究フローチャート

2. ブレーカの騒音苦情の現状

2.1 建設作業騒音苦情の現状

平成2年度の環境庁騒音規制法施行状況調査によると建設作業騒音に係る苦情対応件数は3,938件であり、その内訳は、指定地域内の特定建設作業に係るものが1,186件、条例の規制対象となる建設作業に係るものが806件、その他の建設作業に係るものが1,946件であった。このうち特定建設作業の騒音苦情対応件数に占める削岩機（油圧ブレーカを含む）の割合は70%を占めている。

表-2.1 建設作業騒音の苦情実態

行政対応		苦 情 対 応 状 況										
建設 作業の種類		苦情件数	報告の 徴収件数	立入検査 件 数	騒 音 の 測定件数	測定適合	測 定 不 適 合	測 定 判定不能	調査に基 づく行政 指導件数	そ の 他 の 行 政 指導件数	改善勧告 ま で の も の	改善命令 に 至 っ た も の
指定地 域内にお ける特 定建設 作業	くい打機等 使用する作業	298	73	226	58	27	28	3	205	47	0	0
	びょう打機を 使用する作業	6	1	4	1	1	0	0	4	0	0	0
	ざく岩機を使 用する作業	819	144	600	141	68	68	68	630	100	0	0
	空気圧縮機を 使用する作業	71	27	56	35	24	9	2	54	4	0	0
	コンクリートブ ラント等を設 けて行う作業	2	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0
	小 計	1,186	245	887	235	120	105	10	895	151	0	0
上記以 外	条例の規制対 象となるもの	806	192	600	101	65	30	6	635	83	0	0
	そ の 他	1,946	374	1,222	74				1,292	435		
	小 計	2,752	566	1,822	175	65	30	6	1,927	518	0	0
合 計		3,938	811	2,709	410	185	135	16	2,822	669	0	0

注) 平成2年度 騒音規制法施行状況調査(環境庁大気保全局特殊公害課)より

2.2 建設作業騒音の規制

騒音規制法は、生活環境を保全し、国民の健康保護に資することを目的として、昭和43年に制定されている。建設作業騒音はこの法の中で、工場・事務所騒音、自動車騒音とともに規制の対象となっており、規制の基準が定められている。

表-2.2 特定建設作業に伴って発生する騒音の規制に関する基準

規制種別	特定建設作業 地域の区分		くい打機 くい抜機	びょう 打 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
	①	②					
騒音の大きさ			85 ホンを超えないこと				
作 業 時 間	①		午後7時～午前7時の時間内でないこと				
	②		午後10時～午前6時の時間内でないこと				
1日当たりの 作 業 時 間	①		10時間／日を超えないこと				
	②		14時間／日を超えないこと				
作 業 期 間	①	②	連続6日を超えないこと				
作 業 日	①	②	日曜その他の休日でないこと				

(注) 1. 騒音の大きさは、特定建設作業の場所の敷地の境界線における値である。

2.3 ブレーカの騒音対策の現状

建設省では生活環境の保全と建設工事の円滑化を図ることをねらいとして、昭和58年に「低騒音型・低振動型建設機械指定制度」を創設し、低騒音型としての一定要件を満たす建設機械を指定し、その普及を促進している。油圧ブレーカの騒音判定基準値は、騒音レベルの作業時における機側7m、4方向エネルギー平均値が80dB(A)以下となっている。表-2.3に平成3年6月時点の低騒音型建設機械の指定状況を示すが、削岩機では僅かに1型式が指定されているのみである。このように削岩機は他の建設機械と比較しても騒音対策が遅れている。

表-2.3 低騒音型建設機械指定状況

指定内訳 機 構	既 指 定 分				今 回 指 定 分			今 回 指 定 取 の 合 計			
	旧基準 平成5年 3月31日 まで有効 (a)	新 基 準		計	低騒音 (e)	超 低 騒 音 (f)	計	旧基準 平成5年 3月31日 まで有効 (a)	新 基 準		計
		低騒音 (b)	超 低 騒 音 (c)						低騒音 (b)+(e)	超 低 騒 音 (c)+(f)	
ブ ル ド ー ザ	型式24	型式22	型式0	型式46	型式7	型式0	型式7	型式24	型式28	型式0	型式53
小 型 バ ッ ク ホ ウ	0	472	44	516	15	3	18	0	487	47	534
バ ッ ク ホ ウ	4	342	36	382	10	0	10	4	352	36	392
ト ラ ッ ク シ ョ ベ ル	82	90	8	180	3	0	3	82	93	8	183
ク ロ ー ラ ク レ ー ン	18	62	4	84	1	0	1	18	64	4	85
ト ラ ッ ク ク レ ー ン	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1
ホ イ ー ル ク レ ー ン	0	12	0	12	2	0	2	0	14	0	14
バ イ ブ ロ ハ ン マ	5	18	18	41	0	0	0	5	18	18	41
油 圧 式 杭 圧 入 引 抜 機	2	3	25	30	0	0	0	2	3	25	30
ク ロ ー ラ 式 ア ー ス オ ー ガ	4	17	6	27	0	0	0	4	17	6	27
ア ー ス ド リ ル	0	11	0	11	0	0	0	0	11	0	11
トラックスレーン装着式アースオーガ	0	2	1	3	0	0	0	0	2	1	3
オールケーシング掘削機	5	1	1	7	1	1	2	5	2	2	9
コンクリートブレーカ	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1
ロ ー ド ロ ー ラ	3	12	0	15	0	0	0	3	12	0	15
ク イ ヤ ロ ー ラ	1	25	1	27	1	0	1	1	26	1	28
振 動 ロ ー ラ	31	33	0	64	8	0	8	31	41	0	72
アスファルトフィニッシャ	0	16	1	17	1	1	2	0	17	2	19
コンクリートカッタ	2	28	15	45	1	0	1	2	29	15	46
空 気 圧 縮 機	4	98	15	117	7	0	7	4	105	15	124
発 動 発 電 機	7	107	104	218	5	5	10	7	112	109	228
計	193	1,371	279	1,843	63	10	73	193	1,434	289	1,916

また、低騒音型建設機械指定基準の改定時（昭和63年）に調査した大型ブレーカの騒音レベルをみても低騒音型指定基準値を大きく上回っている。

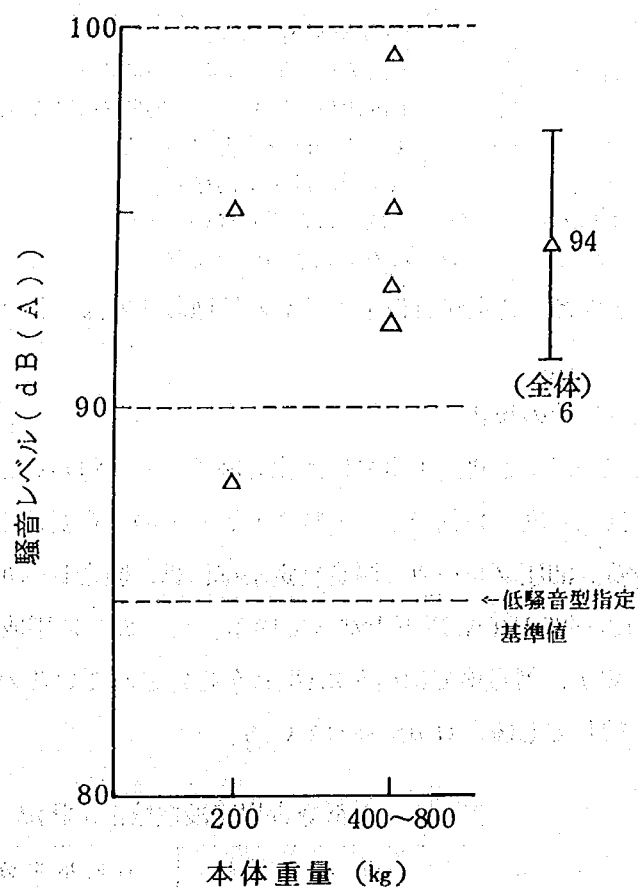


図-2.1 大型ブレーカの騒音レベル（作業時）

3. 油圧ブレーカの低騒音化技術の現状

3.1 ブレーカの概要

ブレーカの主な種類を動力別に分けると以下ようになる。一般的にブレーカの規格は重量で表示される。最近では主に油圧ブレーカが広く使われている。

(1) 電動式

電動式は小型ブレーカのうちでもごく小型の手持式の機種に採用されており、ブラシ式の交流モータを動力源としてギヤとクランク機構により打撃する構造であり、主として水道工事、電気工事の補助工具に使用される。

(2) ガソリンエンジン式

ガソリンエンジン式は手持式の機種にコンクリートブレーカとして採用されており、単気筒のガソリンエンジンを動力源としてギヤとクランク機構により打撃する構造であり、コンクリート版の破碎に使用される。

(3) 空圧式

空圧式は手持式の小型から大型の機種まで幅広く利用されており、コンプレッサにより圧縮された 7 kgf/cm^2 程度の空気を動力源としてピストンに空気を流入することにより打撃する構造であり、石材の加工から岩盤の破碎まで幅広く使用される。

(4) 油圧式

油圧式も空圧式と同じ小型から大型まで幅広く採用されており、専用油圧ユニット又は油圧ショベルからの $100 \sim 150 \text{ kgf/cm}^2$ 程度の油圧を動力源としてピストンを打撃する構造であり、用途も空圧式と同様に幅広く使用される。

(5) その他

この他には、最初に動力式のハンマとして開発された蒸気圧を動力源とするもの、2サイクルディーゼル機関の原理により燃料油の爆発圧力を動力源とするハンマの類、及び打撃と同時に回転動作を伴う油圧、空圧式の削岩機がブレーカに類似した機構の機械として挙げられる。

3.2 油圧ブレーカの構造（構造・材質）

3.2.1 油圧ブレーカの構造

本体は、上側からバックヘッド・シリンダ・フロントヘッドの3部品から形成されており、これらは4本のスルーボルトにより締結されている。

バックヘッド内部には、窒素ガスが充填されており、蓄圧されたガスエネルギーは、打撃エネルギーへと変換される。シリンダ内部には、打撃ピストン（ハンマ）が組込まれており、このピストンが毎分数百回の往復動を繰り返し、フロントヘッドで保持されているロッドを打撃する。またシリンダ側面部には、ピストンの往復動を制御するコントロールバルブ（シリンダに内蔵の物もある）と、油圧の脈動吸収及び油圧エネルギー蓄積の為の高圧アキュムレータが設置されている。さらに油圧ブレーカ本体と油圧ショベルのアー

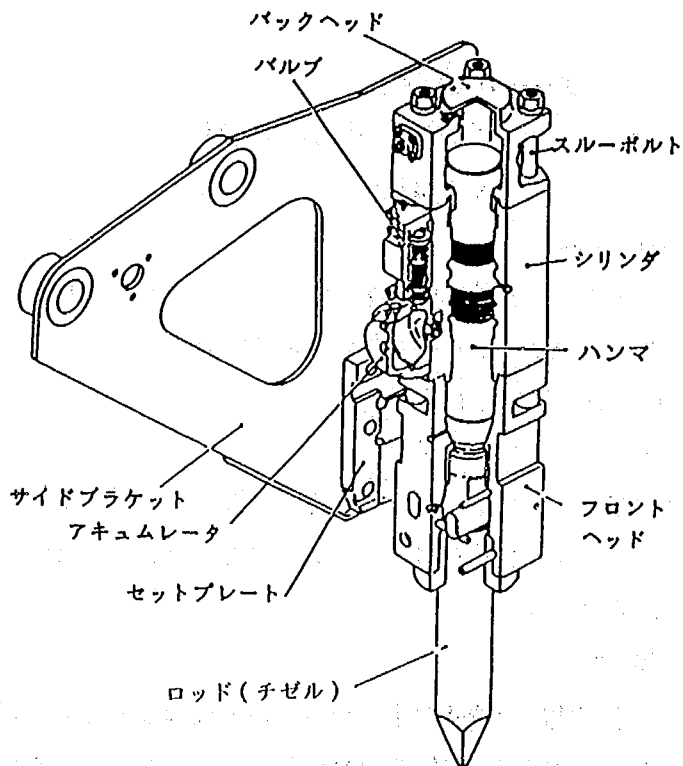


図-3.1 油圧ブレーカの主要部材

ム・バケットリンクとを連結させるブラケットは、フロントヘッドの両サイドからセットプレートを介してボルトで締結されている。このブラケットは作業条件から見ても最も苛酷に使用される部分である為、十二分の応力解析と現場での耐久テストにより、形状が決定されている。

3.2.2 油圧ブレーカの作動原理（ガス+油圧併用方式）

油圧式の作動に加えてハンマ上部に窒素ガスを封入しておき、油圧とガスの圧力を併用してハンマを加速しチゼルを打撃する形式である。油圧式と同様に油圧回路にアキュムレータを設けているものも多い。

この方式は油圧とガスの圧力が合成されるために、ハンマの加速時にガスの圧力に相当する分だけ必要油量が少なくできる。

この方式は現在小型から大型までもっとも多く油圧ブレーカに採用されている。

油圧ショベルの油圧ポンプより供給される作動油はピストンのバックヘッド側小径部と中間大径部の径差により形成される後室受圧面A1・フロントヘッド側小径部と中間大径部の径差により形成される前室受圧面A2とに作用する。（図-3.4参照）受圧面積は $A2 < A1$ の関係であり、A2には常時高圧が作用し、ロッド打撃後ピストンを押し戻すと同時にバックヘッド内部に充填された窒素ガスを圧縮する。A1はピストンの変位により切替るコントロールバルブにより制御されており、高圧時には $A2 < A1$ の関係とバックヘッド内部のガス圧により、ピストンが加速運動を行う打撃行程と

となり、低圧時にはA 2 のみの作用により戻り行程となる。

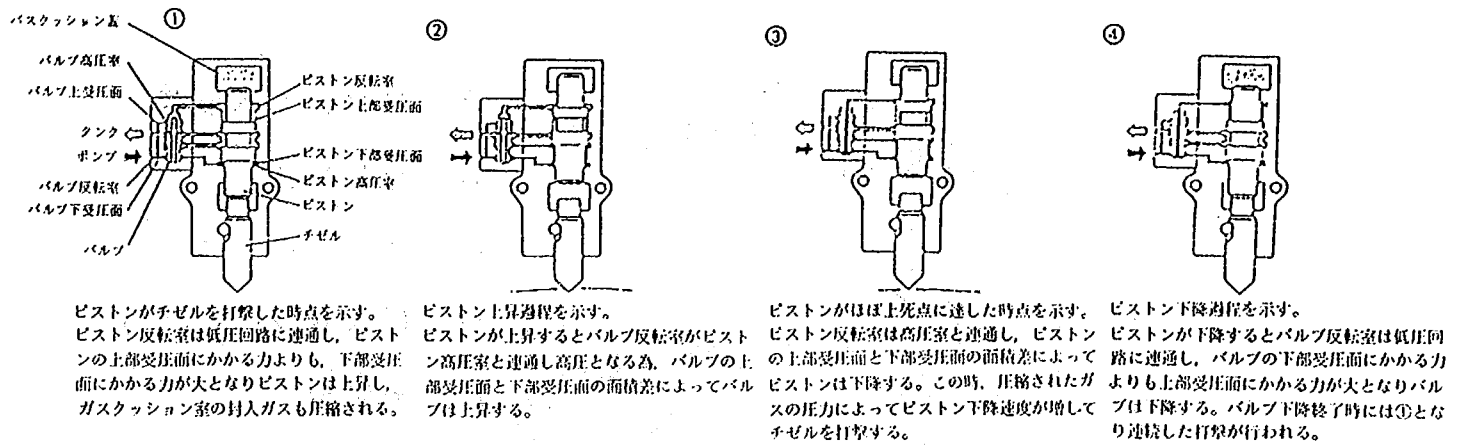


図- 3. 2 油圧ブレーカの作動原理

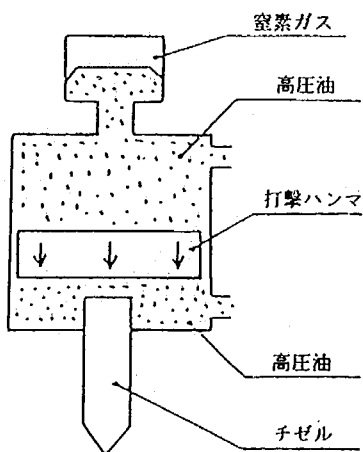


図- 3. 3 ガス+油圧併用式

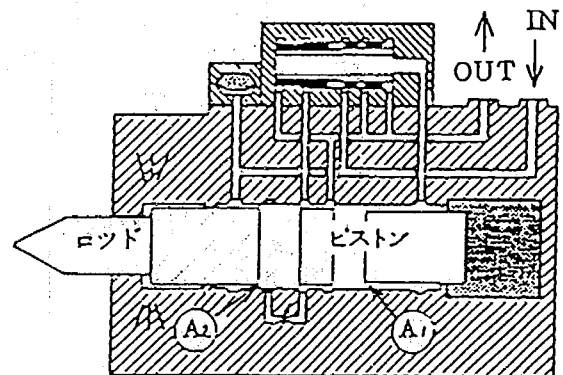


図- 3. 4 油圧併用式の作動図

3.2.3 油圧ブレーカの主要材質

図-3.5 に油圧ブレーカの組立図を示す。

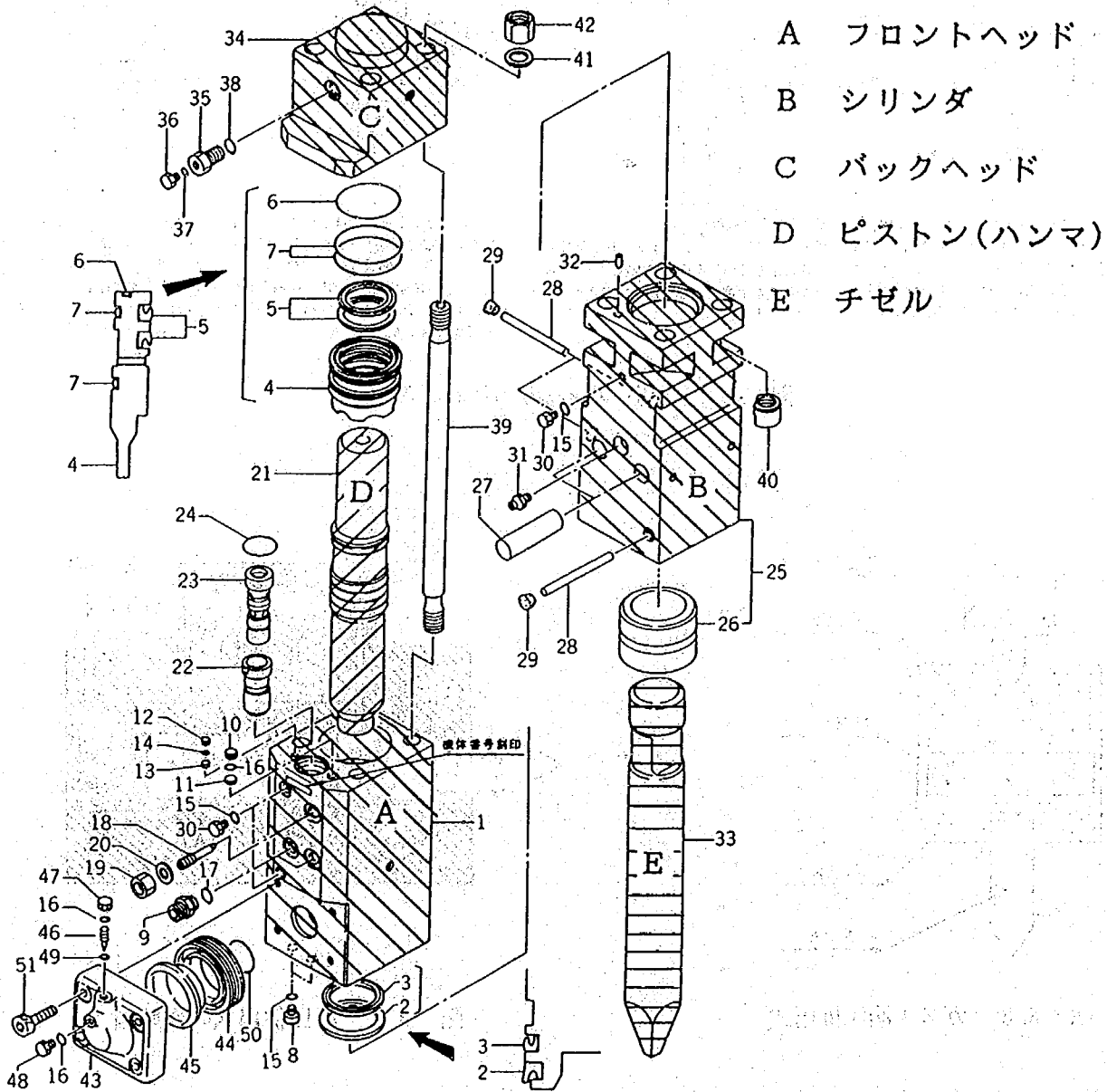


図-3.5 油圧ブレーカ組立図

この油圧ブレーカの斜線で示した主要部品はモリブデン系の高強度、耐摩耗性の鋼材を使用している。

(I) フロントヘッド、バックヘッド、シリンダ (図のA~C)

この3個の部品により油圧ブレーカの本体は構成されており、この中にバルブ、油圧回路、ガス室などすべての機構が埋込まれ、またピストンのケーシングであるため騒音の発音体でもある。

表-3.1 フロントヘッド、バックヘッド、シリンダの材質

材 質	クロムモリブデン鋼鋼材 J I S G 4 1 0 5 相当品						
化学成分 (%)	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
	0.13~ 0.23	0.15~ 0.35	0.60~ 0.85	0.03以下	0.03以下	0.90~ 1.20	0.15~ 0.30
機械的 性質	熱 処 理 °C		引 張 試 験			シャルピー 衝撃値 (kgf/cm ²)	硬 さ H _B
	焼 入 れ	焼 も ど し	引 張 強 さ (kgf/mm ²)	伸 び (%)	絞 り (%)		
	1次850~900油冷						
	2次800~850油冷	150~200	85~95	14~16	40	6~7	235~
	又は925保持後850 ~900油冷	空 冷	以 上	以 上	以 上	以 上	352

(2) ピストン (図のD)

ピストンは油圧回路のピストンであると共に、チゼルを打撃するハンマでもあり油圧ブレーカの中で最も強度と耐摩耗性を要求される部品である。

表- 3. 2 ピストンの材質

材 質	ニッケルクロムモリブデン 鋼鋼材	J I S G 4 1 0 3 相当品
-----	---------------------	---------------------

化学成分 (%)	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo
	0.13~ 0.30	0.15~ 0.35	0.35~ 1.20	0.03以下	0.03以下	2.80~ 3.50	1.00~ 1.80	0.15~ 0.60

機械的 性質	熱 処 理 ℃		引 張 試 験			シャルピー 衝撃値 (kgf/cm ²)	硬 さ H _B
	焼 入 れ	焼 も ど し	引 張 強 さ (kgf/mm ²)	伸 び (%)	絞 り (%)		
	1次850~900油冷	100~200					
	2次770~830油冷	空 冷	95~120				269~
	又は820~870油冷	又は570~	以上	14以上	40以上	8以上	415
		670急冷					

(3) チゼル (図のE)

チゼルは岩石、コンクリートなど被破碎物を打撃により破碎するため材質は靱性に富み且つ焼入性の良い特殊鋼を使用しているが、大径で長尺であるため質量が大きく、従って芯部まで硬度が上がらず、図-3.6のような焼入分布を示す。

被破碎物の打撃により当然摩耗するが、実績によれば1時間当たり約0.5mm摩耗し、約40~50時間使用できることになる。

この焼入層をすぎると急激に摩耗が進行するため再加工再焼入するか、又は硬度の高い肉盛溶接を行う必要がある。

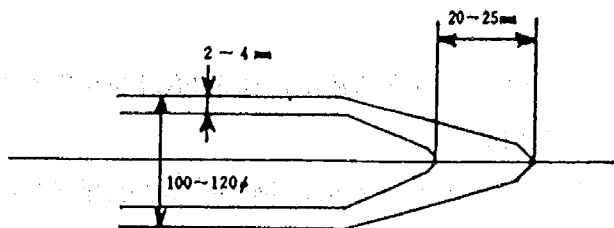


図-3.6 チゼルの焼入れ分布

表-3.3 チゼルの材質

材 質	クロムモリブデン鋼鋼材	J I S G 4 1 0 5 相当品
-----	-------------	---------------------

化学成分 (%)	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
	0.13~ 0.18	0.15~ 0.35	0.60~ 0.85	0.03以下	0.03以下	0.90~ 1.20	0.15~ 0.30

機械的性質	熱 処 理 ℃		引 張 試 験			シャルピー 衝撃値 (kgf/cm ²)	硬 さ H _B
	焼 入 れ	焼 も ど し	引 張 強 さ (kgf/mm ²)	伸 び (%)	絞 り (%)		
	1次850~900油冷 2次800~850油冷 又は925保持後850~900油冷	150~200 空 冷	85以上	16以上	40以上		235~ 321

3.3 油圧ブレーカの騒音・振動低減事例

油圧ブレーカにおいて、破壊力の向上、油圧の変換効率の向上、耐久性、整備性、大きさ、寸法などはブレーカの開発の上で必要な事柄であるため設計段階で検討されているが、騒音・振動対策については空圧式の文献が数件あるだけで十分とは言えない現状である。

対策を立てるためには、まず発生源とその大きさの把握がだいじである。

3.3.1 騒音発生源

ブレーカの作業音は耳障りな騒音を発生するため、工事現場の近くを通りかっただけでブレーカだということがすぐにわかるが、そのブレーカから発生する騒音を大別すると主なものは次の4種類である。

- ① 排気音 空圧式においてシリンダから放出される圧縮空気が急激に膨張するために生ずるジェットノイズ。
- ② 破碎音 チゼルにより、コンクリート等の破碎対象物が打撃され破碎される時に発生する音。
- ③ 打撃音 ハンマがチゼルを打撃する時その衝突面から発生する音。
- ④ 機械音 バルブ、チゼル保持装置から生ずる金属音。

このうち排気音は空圧式以外のブレーカでは発生しない音であるが、騒音対策についての文献が空圧式ブレーカを対象にしたものが多いため排気音についてもふれることとする。

図-3.7に空圧式ハンドブレーカの音源別周波数特性の例を示し、ブレーカの騒音源について述べる。

図において①の排気音はレベルが高くしかも周波数帯域が広い。②、③の破碎音、打撃音はレベルは高いが周波数は1 kHz以上と高い周波数帯域に片寄っている。④の機械音は破碎音と周波数帯域が同じであり同種類の音と言えるがレベルは低い。

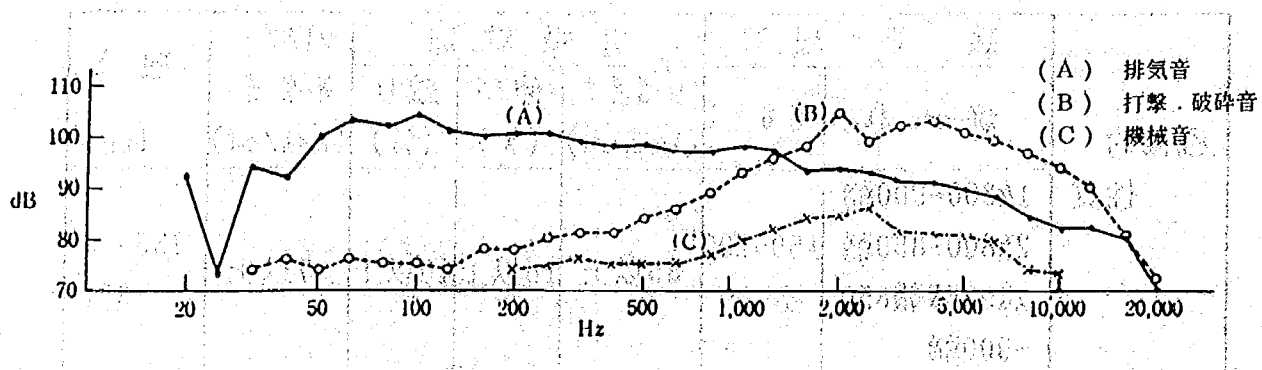


図-3.7 音源別周波数特性

(1) 排気音

空圧式ブレーカの騒音のほとんどが排気音で占められていると言われており、騒音レベルも高い。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 kgf/cm²、後室3～3.5 kgf/cm²であり、その圧力が密閉された状態から急激に解放されるため、ジェットノイズが発生する。

(2) 打撃音

打撃の音圧波形をハンマの打撃速度を変化させて調査した結果では、チゼルとハンマの形状、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なく5000Hz付近であり、打撃速度が大であるほど音圧レベルは高い傾向を示す。

実作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、かなり不快な音である。

(3) 破砕音

チゼルによりコンクリート等を破砕する音は大きさ、周波数特性共にバラツキが大きい。対象物をコンクリートとし、鉄筋有無し、厚さ20cmと50cm、強度180kgf/cm²と240kgf/cm²、の条件でテストし分散分析により分析した結果は、破砕音の周波数特性の変動はコンクリート性状によるものでなく、コンクリート面とブレーカ本体との形成する角度、コンクリートにブレーカを押しつける圧力、コンクリートのその時々破砕のされ方など、通常のブレーカ使用状態においては、人的に制御することが不可能な様々な要因が絡み合い、スペクトルに変動を生じさせていると考えられる。

破砕音のピークは4k-8kHzの周波数帯域にあり、250Hz以下の低い周波数は計測されない。

(4) 機械音

音圧レベルが低いためマスキング作用で通常はほとんど感知されない。

3.3.2 騒音対策

ブレーカの排気音対策は消音器、吸音材により可能であるが、消音器による排気音対策は、消音効果を高めようとする打撃性能が落ちるために、単純に高性能な消音器を開発するだけでは解決策とならない。ここでは油圧ブレーカが対象であるので排気音対策について詳しくはふれないが、騒音対策効果と打撃性能、騒音対策効果と経済性などは相反するものとして必ず出てくる問題である。

空圧式ハンドブレーカの騒音対策例を元にブレーカの騒音対策方法について述べる。

(1) 打撃音対策

空圧式では排気音レベルが高いためか、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いといえる。

性能低下の少ない打撃音対策として主に次の3方法が考えられる。

- ① チゼ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 ブレーカ本体とチゼルとの間げきを密封する。

チゼル全体ないしは一部を吸音材で包む目的は、打撃によりチゼルに生ずる弾性歪波がチゼル表面から音として放射されるのを防ぐことである。

吸音材で包めば3 k~20kHzの周波数帯域の音の減衰が大きく、実作業時において打撃音を下げることが期待できる。

チゼルの吸音材で包むことの実作業への応用は、コーティング技術についてその耐久性に問題があり、実用化においては問題があると思われるが、上半部に吸音材を嵌合したチゼルは市販されており、前向きに騒音対策に取り組んでいる関係者もいることがうかがわれる。

(2) 筐体への影響

打撃音、破砕音に関する問題として、これらの音が筐体部に影響することが挙げられる。空打ちと破砕時の騒音波形を比較すると、破砕時は高い周波数を含む振幅が大きいことがわかる。これは打撃、破砕に含まれる高周波が筐体に影響した結果であると考えられる。打撃音、破砕音の周波数帯域は4 k~8 kHzであり、ハンドブレーカでは本体をすっぽり覆うタイプの袋形の消音器が有効であり、騒音の減衰量は排気音の低減も含めて約10dBである。

図-3.8に袋形の消音器を示す。

ブレーカ筐体のみにかバーを施す方法では、肉厚2.3mmの鋼製で内面に厚さ0.3mmの鉛箔と5.0mmのウレタンを積層した遮音材（日本バルカー製ノイズダンパー）を接着した筐体カバーをブレーカに装着して効果を調べた結果、打撃および破砕音の周波数帯域での遮音効果は2~3 dB(A)であった。ただし、この結果はチゼル部分の騒音を含む値であり筐体部分のみの遮音効果ではない。



図-3.8 袋型消音器

(3) ハンマの改良

打撃による振動発生を低減するために、ハンマに制振材料を用いて対策したハンドブレーカの試作例を取り上げ内容を述べる。

ハンマでチゼルを打撃すると内部に弾性波が発生しハンマ、チゼルには大きな繰返し応力が生ずると思われるため、制振材料の選定は振動減衰性能の他に次の2点について検討しなければならない。

- ① 材料強度は少なくとも軟鋼と同等以上の耐力、引張強さを有すること。
- ② 機械加工、塑性加工が容易に行えるものであること。

以上よりFe-Cr-Al系の強磁性型合金（東芝製サイレントロイ）を選び、ハンマの打撃面の反対側よりネジ加工により挿入し溶接したものを製作した。

この試作チゼルを用いて市販のハンマと騒音を比較した結果、騒音レベルで約5 dB低下が認められた。

(4) チゼルの改良

チゼルについてハンマと同様の考えで制振材料を用いた打撃時の振動発生低減を目的とした試作例を示す。

制振材料はハンマと同様にFe-Cr-Al系の強磁性型合金（東芝製サイレントロイ）を選び、チゼルを中央で切断し中ぐりした後エポキシ系接着剤を塗布して圧入したものを製作した。

このチゼルの振動減衰は、Qファクタ¹⁾が市販のチゼルでは共振周波数において160～580あるものが、32～56と1桁少ない数値を示し、減衰比は3～10倍程度大きくなっており、制振材料の効果が顕著に現われている。

このチゼルを用いて市販のチゼルと作業騒音を比較した結果、騒音レベルで約5 dB低下が認められた。試作チゼルは市販チゼルと比べ、打撃音と破碎音の周波数帯域がより低周波領域に移る傾向が見られた。

¹⁾ Qファクタ：共振の鋭さを表す値。共振周波数を f_0 、振幅が最大値の1/2になる周波数の範囲を Δf とすれば、 $Q=f_0/\Delta f$ 。共振器にたまったエネルギーがW、毎秒のエネルギー損失がSの時、 $Q=2\pi f_0 W/S_0$ 。

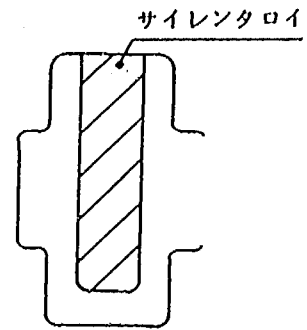


図-3.9 ハンマの改良

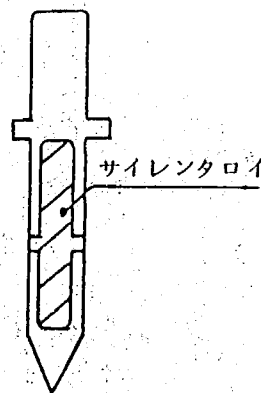


図-3.10 チゼルの改良

3.3.3 低騒音型コンクリートブレーカ

低騒音型・低振動型建設機械の指定制度により、低騒音型建設機械の指定を受けた唯一のコンクリートブレーカの内部構造を図-3.11に示す。30kg級のエンジンブレーカであり騒音判定基準値85dB(A)/7m(旧基準)を満足している。

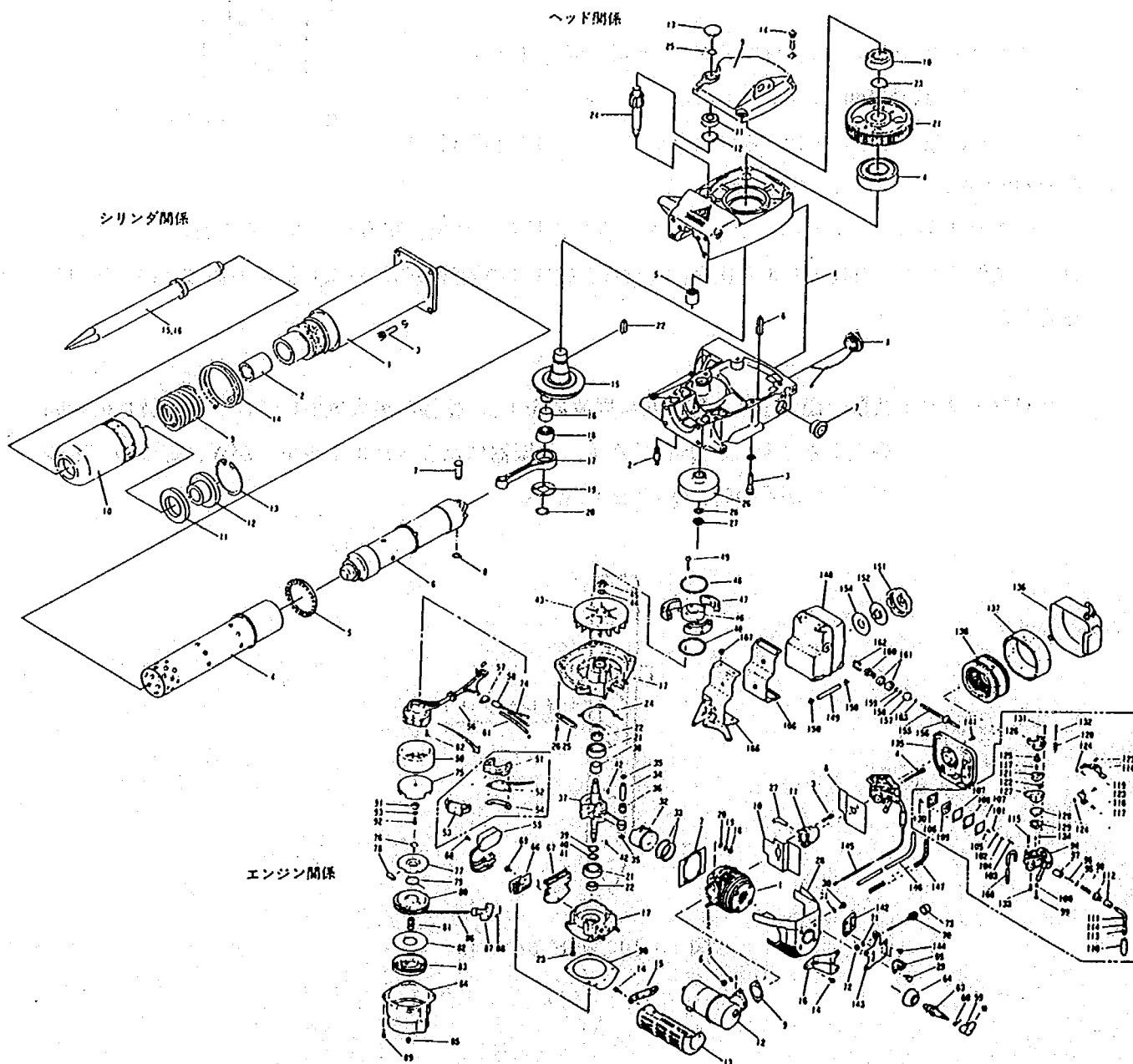


図-3.11 低騒音型コンクリートブレーカ

3.4 低騒音・低振動用新素材、複合材料

一般的に行われている騒音の防止方法は、空気伝搬音に対する対策が主となっている。これは遮音、吸音、消音の組合せにより空気中に放射された音に対して対策を施し騒音の低減を行うもので、古典的な方法から最新技術まで多数の防音方法があり、遮音材、吸音材、消音器などについても多くの商品が出回っている。これに対し空気中に音が放射される前に対策を施すのが、固体伝搬音に対する対策である。

ここではウレタンフォーム、グラスウール、鉛板などの空気伝搬音に対する遮音、吸音材以外の固体伝搬音に対する対策法を中心に低騒音・低振動用の材料技術について考える。

3.4.1 制振と低騒音

制振は機械から発生する振動が外部に伝達し影響を及ぼすのを防止する目的で用いられるが、最近では振動に起因する騒音を低減する目的で用いられることが増えている。低騒音のための制振技術は次のものが挙げられる。

① 振動絶縁

振動源と伝達部位との間に防振ゴムなど適切なばね材を挿入して、系の固有値をコントロールすることにより振動の絶縁を図る。

② 制 振

制振伝達部位に直接、内部ロスの高い材料を貼付ることにより、振動エネルギーを熱エネルギーに変換し、共振時の低減を図る。

③ 吸 振

振動伝達部位に適切なばね・質量系を負荷することにより振動の低減を図る。

①の振動絶縁材料には防振ゴム、積層ゴム、空気ばね等が、②の制振材料には金属材料、高分子素材等が、③の吸振材料にはゴム、ばね、油圧等が素材として使用される。

①、③については、一般的でよく知られているため、新素材、複合素材としてここでは制振材料を取り上げてその特性と用途につき述べる。

3.4.2 制振材料

振動や固体伝搬音による振動エネルギーを熱エネルギーに換え、振動速度・共振振幅を減衰する機能をもつ材料を制振材料といい、制振性能が損失係数0.05以上のものをいう。

図-3.1-2に制振材料の分類を示す。制振材料の主なものは金属系制振材料で単体金属材料の「制振合金」と金属と高分子材料からなる複合材料の「複合型制振鋼板」に大別される。

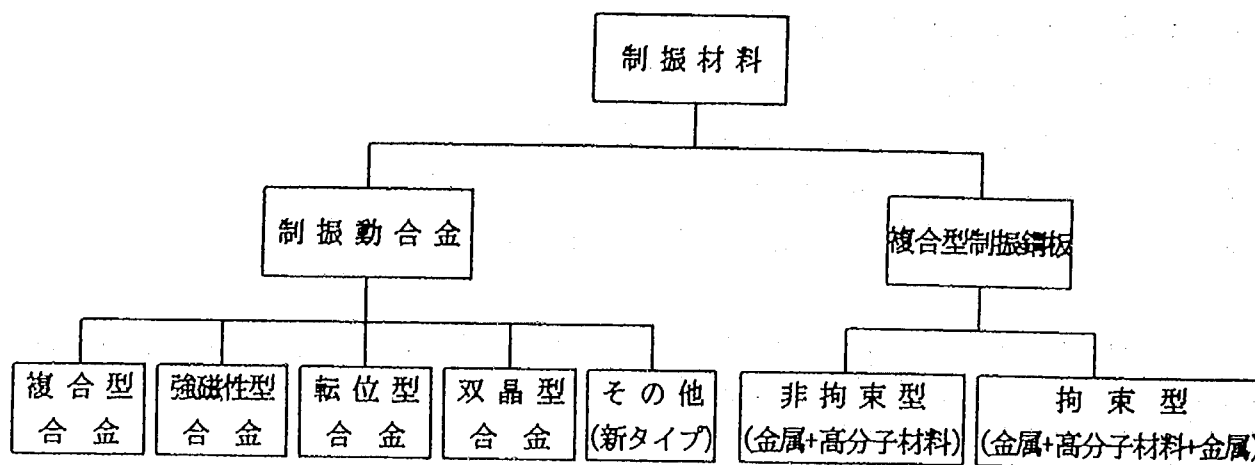


図-3.12 制振材料の分類

3.4.3 制振合金

単体金属材料である制振合金は非金属材料や複合型制振鋼板に比べて、強靱性、耐摩耗性、耐熱性などの特性に優れており複合型、強磁性型、転位型、双晶型の4種類に分類されている。

各型の制振合金とその減衰能機構・特性を次に示す。

1) 複合型制振合金

Al-Zn、片状黒鉛鋳鉄、圧延鋳鉄(R.F.C)があり減衰能機構は鉄（フェライト相）と黒鉛（グラファイト）界面での粘性流動（又は塑性流動）などによる。特性としてAl-Znは温度依存性（約200° ~ 250℃でピーク）が著しく、振動周波数に依存し、振動応力にはほとんど依存しない。約200° ~ 300℃の温度域に長時間おくと減衰能は低下する。片状黒鉛鋳鉄は振動応力の増大と共に大きくなり温度依存性（-50° ~ 100℃）はない。圧延鋳鉄は振動応力の増大と共に急激に大きくなる。

2) 強磁性型制振合金

Fe-Cr-Al系、Fe、Ni、Fe-Co系、Fe-Mo系があり減衰性能機構は磁区壁の非可逆移動にともなう磁気・機械的ヒステリシスである。特性として振動応力の増大と共に増大し、振動周波数にあまり依存しなく、静的荷重の増大と共に低下する。また、温度がキュリー点に近づくと急激に低下し、塑性加工によって低下、焼鈍により増大する。

3) 転位型制振合金

Mg、Zn、Mg合金があり減衰能機構は転位が不純物原子による固着点から離脱するために生じるヒステリシスによる。特性として振動応力の増大と共に大きくなり、振動周波数・温度にあまり依存しなく、強い塑性加工によって低下する。

4) 双晶型制振合金

Mn-Cu系、NiTi系、Cu-Al-Ni系があり減衰能機構は、熱弾性マルテンサイトにおける変態双晶界、または母相とマルテンサイト相との境界の移動に関連するヒステリシスによる。

特性として熱弾性のマルテンサイトの変態温度域に対応した温度域でピークとなり、ピークの温度

は合金系および組成によって異なる。振動応力の増大と共に大きくなり、熱処理によって変化し、塑性加工によって低下する。

5) その他(新タイプ)

18-8 ステンレス鋼(SUS304)、多孔質鋳鉄があり減衰能機構は粒界腐食により生じたすきまでの粒界部分の摩擦減衰を利用している。特性としてはSUS304鋼は制振処理層の深さの増加と共に大きくなり、振動応力の増大に比例し、温度依存性を示す。

多孔質鋳鉄普通鋼は、片状黒鉛鋳鉄により高い減衰能を示す。

6) 制振合金の特徴と用途

合金系制振材料は制振性能のひずみ振幅依存性の大きいことと性能発揮のため熱処理を必要とすることが一般的特徴であり、これが構造材料として使用上の障害となっている。

又、熱処理の必要性は使用温度を限定することになり制振性能発揮の実効温度範囲は鋳鉄150℃以下、Fe-Cr合金380℃以下、Mu-Cu合金60℃以下、SUS304鋼150℃以下である。

次に制振合金の用途例を示す。

表-3.4は制振合金が実用的に利用されていると報告されているものである。現在、実用化が進んでいる制振合金は主に鋳鉄、Al-Zn系合金、Fe-Cr-Al系合金及び新タイプの制振合金である。

表-3.4 制振合金の用途

分野	機器および部品名	効果	実用合金名(合金系)
音響	プレーヤー・トームアーム	音響向上	サイレントロイ (Fe-Cr-Al)
	“ (パイプ状)	“	V. C. Metal (防振処理SUS304)
	プレーヤー・ターンテーブル	“	“
	ステレオアンプ・シャーシ	フィーリング向上	Cosmal Z (Al-Zn)
	カセットメカ・シャーシ	“	“
	スピーカ・フレーム	“	“
	ステレオセットインシュレーター	“	テスク (多孔質鋳鉄)
精密機器	リスニングルーム, 演奏会場などの衝立	“	“
	X線診断装置のX線管支持部	分解能向上	サイレントロイ (Fe-Cr-Al)
	測定器用歯車	測定精度向上	“
	カメラオートワインダー	騒音防止	“
自動車・船舶	音さ時計支柱	“	Mn-Cu
	キャブレター	騒音防止	Cosmal Z (Al-Zn)
	エンジンオイルパン	“	サイレントロイ (Fe-Cr-Al)
	カムシャフトギア	“	Mn-Cu
設備	潜水艦スクリュウ	雑音低減	ソノストン (Mn-Cu-Al)
	ミサイル内精密計器用ハウジング	衝撃損傷防止	K1×1-F
	組立ラインチェインコンベアー台	騒音防止	サイレントロイ (Fe-Cr-Al)
	大型送風機枠組および羽根	“	“
建設	タービン翼	疲労寿命向上	NIVCO-10
	鉄道路線用碎石整正装置スタンパ	騒音防止	サイレントロイ (Fe-Cr-Al)
その他	食器類 (ホーク, スプーン, 皿など)	騒音防止	サイレントロイ (Fe-Cr-Al)
	郵便袋区分札	“	“

科学と工業 VOL. 57 No.6 1983

3.4.4 複合型制振鋼板

複合材料である複合型制振鋼板には、非拘束型と言われる鋼板+高分子材料の2重構造のものと、拘束型と言われる鋼板+高分子材料+鋼板の3重構造のものと2種類ある。

1) 非拘束型

非拘束型のものは鋼板の表面にゴム・アスフェルト・プラスチック等を主成分とする粘弾性の高分子材料 (例 ダンピングシート) を塗布又は貼布した複合材料であり、減衰機構は曲げ振動に伴う高分子材料の伸縮変形による粘弾性を利用している。一般的には常温域で使用され高い制振効果を得るには鋼板の数倍の厚さの高分子材料を使用する必要がある。

2) 拘束型

拘束型は2枚の鋼板の間に粘弾性高分子材料の薄い層 (0.05~0.5mm) をサンドイッチにしたもので、減衰機構は曲げ振動に伴う高分子材料層のせん断変形による力学的損失を利用してより大きな減

衰能を与えるものである。使用温度域は通常140℃以下であり、中間層に用いられる高分子材料としては、一般的に酢酸ビニル系、ポリイソブチレン系、アクリル変性ポリエチレン系、ポリウレタンゴム系などの熱塑性高分子材料が用いられる。

3) 複合型制振鋼板の特長と用途

複合型制振鋼板の減衰能は、一般に制振合金の減衰能より大きく、拘束型の損失係数は非拘束型より大きい。高分子材料を使用しているため、温度依存性、周波数依存性は大きい。

次に複合型制振鋼板の用途例を示す。

表-3.5は製鉄メーカーにより市販され、防音パッケージ材、鉄橋部材、鋼製階段及びドア等実用的に利用されている複合型制振鋼板である。表-3.6にその仕様を示す。

表-3.5 複合型制振鋼板の用途

分野	機械・構造物および部品名	効 果	実用制振鋼板名
自動車・船舶	エンジンオイルパン エンジンカバー	騒音防止 "	ダンブレー ダンブレー バイブレス
	船舶居住区	"	トランクシート トランクプレート
設備	鉄道橋部材	"	ダンブレー
	鉄鉱石荷おろし用 ホッパーのライナ	"	バイブレス
	ガスタービン	"	バイブレス
	移動電源車の部材	"	ダンブレー
	発電機のトップカバー	"	トランクプレート
その他	変圧器用カバー	"	バイブレス
	各種防音パッケージ (コンプレッサ, フロア, モータ等)	"	バイブレス ダンブレー トランクシート
	鋼製階段, 鋼製ドア	"	ダンブレー トランクプレート
	レーザ装置の防振台	防 振	バイブレス

表-3.6 制振鋼板仕様一覧表

製造会社	製品名	製作可能寸法		制振特性 (損失係数)	溶 接 性		加工性	密着性 Tピール強度 N/25mm	適用温度	鋼板種類
		厚さ mm	幅 mm		スポット溶接	アーク溶接				
川崎製鉄	ノンビブラ	0.4~ 6.4	600~ 1200	0.4~0.5	○	○	良好	≧100~200	40℃, 80℃ 100℃	C, E, N, A G, K, P, S
N K K	CALMA	0.45~ 6.55	700~ 1250	0.2~0.6	○ 一部バイパス 回路必要	○	深絞り性、 張出し性、 伸びフラン ジ性について 通常鋼板と 同等	40~80	常温用 高温用	C, E, G, P S, H
日新製鋼	ノイズレス	0.45~ 2.0	600~ 1219	0.25	○ 一部バイパス 回路必要	○	良好	150~250	35℃ 60℃ 90℃	C, E, G, S Al
新日本製鉄	バイブレス	0.4~ 3.2	600~ 1215	0.6	○ 一部バイパス 回路必要	○	良好	350 N/50mm	30℃ 90℃	———
神戸製鋼	タンブレー	0.35~ 3.2	914~ 1219	0.1~0.5	○ バイパス 回路必要	○	切断、曲げ プレス、孔 あけ、絞り 可能	———	20℃ 40℃ 60℃ 80℃ 100℃	C, H, G, S

※鋼板種類 C: 冷延鋼板 E: 電気亜鉛めっき鋼板 N: Zn-Ni合金電気亜鉛めっき鋼板 A: 合金化溶融亜鉛めっき鋼板
G: 溶融亜鉛めっき鋼板(非合金系) K: 有機被覆合金電気亜鉛めっき鋼板 P: 塗装鋼板 S: ステンレス
H: 熱延鋼板 Al: 溶融アルミめっき鋼板

3.5 油圧ブレーカの低騒音化に関する特許

日本公開特許公報および日本公開実用新案公報のうち、昭和55年10月1日~平成2年11月30日までの期間のものについて、油圧ブレーカの騒音対策を施した打撃機構、吸音、遮音、制振装置等に関する技術を技術観点として調査を実施した。

特許情報は、(財)日本特許情報機構を通じて収集した。

PATOLIS (特許情報データベース) により分類を特定し、マニュアル調査で検索を行った。

テーマ: 油圧ブレーカの騒音対策

分類: (IPC)B25D 9/00~16/00、17/00~17/12、17/24、17/28~17/32

E21C3/00~5/16、9/00~11/02

なお、該当する特許公報および実用新案公報の他に、参考として空圧式ブレーカと電動式ブレーカ等の防音技術についても抽出した。

抽出件数 合計87件

(該当) (参考)

公開特許 17件 25件

公開実用新案 14件 31件

特許情報より、油圧ブレーカの騒音対策を行う上で重要と考えられる次の2点について、関連するものを選び出し概要と機構図で示した。

① ブレーカ用防音ケーシング

② ブレーカの防振支持

3.5.1 ブレーカ用防音ケーシング

ブレーカの騒音低減機構の内、ブレーカ本体を覆う防音ケーシングに関する情報を検索した結果、表-3.7-1、3.7-2に示す10件が確答した。ここではチゼル部分のみの対策などの、部分的なブレーカの騒音対策例については取り上げない。

表-3.7-1 防音ケーシングの特許、実用新案情報

公 開	発 明 の 名 称	発 明 の 目 的
特許 開 57-119093 S 57.07.24	内燃機関を有するハンマ	【(目的) 保護フードを、クランク伝導装置と内燃機関とを作業員に向かって上部、正面及び側面側で間隔を保って覆うように構成すると共に、燃料容器を取付けることにより、安全性と作業性の向上を図る。】
特許 開 58-40277 S 58.03.09	振動破碎機	【(目的) 外筐の上端開口部を閉塞する蓋体と、インナキャップの間に、装入するドーナツ状弾性可塑部材を設けることにより、振動破碎機から発生する騒音を外筐内で、吸収緩和させられるようにする。】
特許 開 60-173288 S 60.09.06	空圧作動穿孔鑿岩機のための防音ケーシング	【(目的) 吸音材を内部に有する鑿岩機のケーシングの内部を3つに分れて連絡する小断面の室とし、排気口とケーシングの空気排出口との間に仕切りを設けることにより、騒音を低下させる。】
実用新案 開 56-20778 S 56.02.24	油圧ブレーカの消音装置	【ブラケットおよびアームの振動が減少されてそれらの振動騒音の発生が防止されると共に制振構造の遮音板または背面カバー、下面カバー、によって本体からの騒音振動が吸収又は遮断され、作業性を阻害せずに、騒音を良好に低下させうる。】
実用新案 開 56-160779 S 56.11.30	コンクリートブレーカー等の防塵防音筒	【ブレーカーや削孔器の作業中に発生する粉塵や音を防塵防音する。】
実用新案 開 62-106771 S 62.07.08	衝撃工具	【衝撃工具本体と、カバー体と、ポンプ機構と、を備えたことにより、陸上で使用する際には、カバー体内の内部空間を真空状態にして、打撃音がカバー体へ伝播されるのを防止して、騒音を低減でき、また、水中で使用する際には、内部空間を加圧状態にして、外部からカバー体内へ水が侵入するのを防止できる。&路面、岩石】
実用新案 開 63-83287 S 63.06.01	ブレイカー用の弾丸形防音カバー	【先端部を細くしぼったので、ブレイカーの刃先を見やすくできる。&道路工事】

表-3.7-2 防音ケーシングの特許、実用新案情報

公 開	発 明 の 名 称	発 明 の 目 的
実用新案 開 01-148282 H. 01. 10. 13	手持ちブレーカ用の防音マフラ	〔遮音性を有するマフラ表地を用い、表地の裏側で上下に隔離する少なくとも2個の吸音部材を配置したので、手持ちブレーカの排気孔の付近を被ってブレーカの排気音を低下させ、且つ全体があまり太くならないので、作業者がチゼル先端を見ながら破壊作業を容易に遂行できる。〕
実用新案 開 02 - 85 H. 02. 01. 05	衝撃動工具の保持装置	〔アスファルト、コンクリート、岩石などを衝撃により破碎する衝撃動工具の保持装置に関し、カバーを衝撃動工具の上端から、下端近くの大部分を覆う下部開放のカバー本体と、このカバー本体の下端に着脱自在に結合する下部カバーにより構成したので、カバーを分解せずにチゼルを取り替えることができる。〕
実用新案 開 02 - 15882 H. 02. 01. 31	打撃ブレーカーの防音装置	〔防音カプセルの側壁を一体形成された厚肉の筒状パイプで形成しているため、各側面を別個に形成してボルトで連結していた従来と比較して、防音効果が優れると共に、耐久性に優れ、かつ、製造も容易となる。 ♢油圧ショベル機〕

3.5.2 ブレーカ用の防振対策

特許及び実用新案情報の内、油圧ショベル搭載形のブレーカについて防振支持機構に関する情報は、表-3.8-1、3.8-2に示す13件が確答した。ショベル搭載形でないブレーカの防振支持機構については、ここでは取り上げない。

表-3.8-1 防振ブラケットの特許、実用新案情報

公 開	発 明 の 名 称	発 明 の 目 的
特許 開 61-230875 S 61. 10. 15	ロックブレーカの支持装置	〔〔目的〕 インパクト取付ブラケットとアーム連結ブラケットとを防振ゴムを介してピンを結合させることにより、インパクトにおいて生じる振動の作業機本体への伝波を抑制し、振動に伴う騒音を防止する。〕
特許 開 61-188089 S 61. 08. 21	打撃装置と支持ユニットとからなる装置	〔〔目的〕 支持ユニットの2つの側壁をピンで接続することにより、壁面積を減少させ、ハンマと支持ユニットとの間の金属的な接触に伴う不都合な雑音及び高い摩擦が発生するのを確実に防止する。〕
実用新案 開 59-102640 S 59. 07. 10	打撃装置の防振ブラケット	〔ブラケットを2分割することにより、緩衝用の弾性体をブレーカの後方に配置して、その容積を大きくして耐久性を増大させかつ操作性が良い。〕
実用新案 開 59-121055 S 59. 08. 15	打撃装置の防振ブラケット	〔打撃装置の周壁下方または上方だけを緩衝用の弾性体を介して支持することにより、耐久性がすぐれているうえに、使用時に横揺れがほとんど発生しないので、操作性が良くて迅速な破碎作業を達成できる。〕
実用新案 開 60-50255 S 60. 04. 09	衝撃工具の支持装置	〔衝撃工具を、パワーショベル等の走行台車から延びるアームに連結された2枚のブラケット板の間で弾性支持する衝撃工具の支持装置に関し、衝撃工具をその長手方向のみならず前後方向の防振も行いつつ支持できる。〕
実用新案 開 61-96677 S 61. 06. 21	ブレーカの取付構造	〔ショベルカー等のブームにブラケットを用いて取付け、打撃もしくは衝撃によって碎石等を行うブレーカの取付支持構造に関し、スプリングの変位量を十分大きくとれるので、必要十分な防振効果が得られ、また油による変化の問題もないので耐久性を向上できる。と交換、管理〕
実用新案 開 61-102484 S 61. 06. 30	油圧式ロックブレーカ	〔インパクトに作用する上下方向の振動及び衝撃が、また左右方向の大きな外力はブラケットとの間に介在させた環状及び板状の防振ゴムにて吸収緩和されて、これらの外力が車両側に伝達することがなくなり、車両における乗心地性が向上される。と耐久性、剪断力、ゆるみ〕

表-3.8-2 防振ブラケットの特許、実用新案情報

公 開	発 明 の 名 称	発 明 の 目 的
実用新案 開 62-61481 S 62. 04. 16	打撃装置の緩衝構造	〔本体の側面に円柱状のボスを設け、該ボスとボスを挿入するブラケットの部分との間に、円筒状の弾性部材を介在し、本体にかかる全向の衝撃力を吸収する構成により、振動の伝ばんを防止でき、作業リンク及び部品の損傷、ならびに、騒音の発生を防止できる。&油圧ショベル〕
実用新案 開 62-110883 S 62. 07. 15	衝撃工具の支持装置	〔シリンダに配設された一対のブラケットが互に近接する方向に付勢する弾性体を備え、各ブラケットとシリンダとは、その接触面に互いに凹凸嵌合される段部を有し、各段部は、ピストンの軸方向と直交する方向に伸びて互いに接触するテーパ状の側面を有することにより、衝撃工具をがたつきなく常にしっかりと支持できる。&路面、岩石、破碎、自走型、土木用作業機〕
実用新案 開 63-13673 S 63. 01. 29	打撃装置の緩衝構造	〔油圧ショベル等の掘削機に取付けられる打撃装置の緩衝構造に関し、打撃装置の本体を支持するブラケットを2分割とし、その一方側のブラケットを掘削機のアーム端部及びバケット駆動用のシリンダに枢着したので、弾性部材の剪断を防止でき、すべての姿勢で緩衝効果を得ることができる。〕
実用新案 開 63-120783 S 63. 08. 04	油圧ブレーカ用防振ブラケット	〔油圧ブレーカに突条を設け、対向するブラケットの取付板に突条を狭むように2つの突条状の受け部を設け、突条と受け部との間に緩衝ゴム片をはめ込んだので、振動は緩衝ゴム片により吸収され、ほとんどブラケットに伝達されることなく、又ゴムの体積を小さくでき、ゴムの耐久性のばらつきも少なくできる。&パワーショベル、自走台車〕
実用新案 開 02-31680 H02. 02. 28	ブレーカの合わせ型 ブラケット	〔フロントボルトで保持する前枠部は緩衝部材を備え、緩衝部材を含む前枠部全体の横幅は非締め付け時には締結位置におけるブレーカ本体の横幅よりも大きく、ボルト締め付け時にブレーカ本体の横幅とほぼ等しくなるように緩衝部材を軸方向に圧縮することにより、緩衝部材の周辺方向の膨張によってブレーカ本体を押え込んで、ブレーカの前後方向の揺動を防止できる。〕
実用新案 開 02-97581 H02. 08. 03	衝撃動工具の緩衝構造	〔衝撃動工具をブルドーザー、パワーショベルなどのデームに取付けて使用するさいに用いる緩衝構造に関し、内筒と外筒の間に弾性材料からなる緩衝材を一体に結合し、この緩衝材に空隙を設けた緩衝部材を衝撃動工具の本体とこれを支えるブラケットの間に介在せしめたので、十分な緩衝作用を有するとともに、放熱効果も大きくできる。〕

4. 油圧ブレーカの騒音測定解析

4.1 騒音測定解析方法

4.1.1 測定対象油圧ブレーカ

油圧ブレーカの低騒音化を実現するためには、騒音の発生状況を明らかにする必要がある。

油圧ブレーカは、現在手持式の小型のものから、ミニショベルに取り付けるもの、油圧ショベルに取り付ける大型のものまで、数多くの種類がある。小型の手持式のブレーカについては、防音カバーと称される袋状のものが市販されている。これは、主に空圧式ブレーカの排気音を減少させるためであり、ある程度の効果をあげているようである。

本研究においては、油圧ショベル搭載型の油圧ショベルを研究対象としている。これは、構造物の解体、舗装版の打換えで主に使用され需要が多いこと、しかし対策が遅れていることにより、騒音苦情が多いことにより、対策の必要性が高いことによる。対象規格としては、需要が多い0.25m³クラスの油圧ショベルに搭載したタイプとした。(本体重量約200kg～300kg)

このクラスのブレーカの対策手法は大きなクラスにも十分適用できると考えられるため、測定対象ブレーカを0.2～0.3m³クラスの中から選定した。

測定に仕様したHB8G形油圧ブレーカの諸元を表-4.1に示すが、0.25m³クラスの油圧ショベル搭載型であり、本体質量270kg、打撃数400～800bpm、所要油量45～85ℓ/分である。

表-4.1 測定対象油圧ブレーカの諸元表

測定対象機械 古河機械金属(株)HB8G形油圧ブレーカ

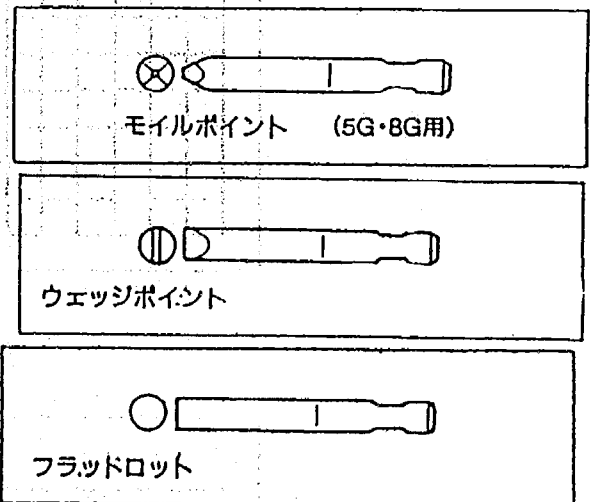
仕 様		型 式		HB8G	
		フ ラ ッ ド ロ ッ ト		機	寸
全質量(フラット含む)	kg	430	470		
本体質量(ロッド含む)	kg	270			
全 長	mm	1430	1610		
全 幅	mm	320	340		
所要油量	ℓ/min	45～85			
作動油圧	kg/cm ²	130～150			
打 撃 数	bpm	400～800			
油圧ホース径	mm	19			
取付台車質量	ton	6～9			
バケット容量(ミニ表示)	m ³	0.20～0.35			

1日当りの破砕量 (m³/日)

破 砕 物		型 式		HB8G	
無筋コンクリート(厚さ30cm)				35～80	
鉄筋コンクリート(厚さ30cm)				20～50	
硬質岩の小割				20～40	

標準ロッドの種類

仕 様		型 式		HB8G	
ロッド径	mm	90			
ロッド全長	mm	740			
ロッド質量	kg	34			

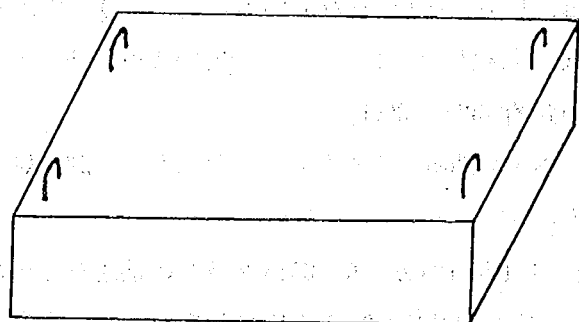


4.1.2 測定条件

油圧ブレーカ騒音の発生状況を把握するため、作業状態の騒音を測定した。作業状態を実験場で実現するため、コンクリート版を被破砕物として選定した。寸法は、 $1.8\text{ m} \times 0.9\text{ m} \times \text{厚} 0.4\text{ m}$ で、配合は210-8-25、鉄筋D16を10cmメッシュで中心に層状に入れ、20cm地中に埋めて、コンクリート版からの2次的振動による騒音を防止した。

コンクリート版の寸法は長さ180cm、幅90cm、厚さ40cmとし、鉄筋入で設計強度 210 kgf/cm^2 のものを3個製作し、測定に際しては厚さの半分(200mm)を地中に埋め固定した。

この他に音響インテンシティの測定では、既製の長さ11m、幅6m、厚さ約30cmのコンクリート版を打撃対象として使用した。



寸 法	L W H 180×90×40 (cm)
呼び強度	210 (kgf/cm^2)
粗骨材の最大寸法	25 (mm)
鉄 筋	D16
製作個数	3 個

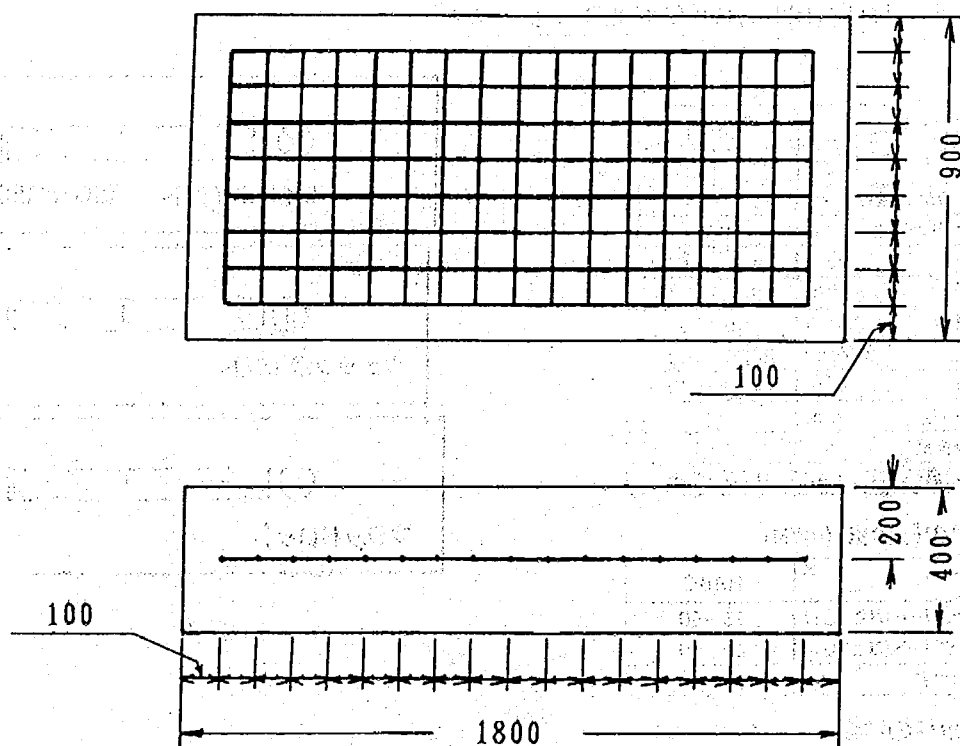


図-4.1 打撃対象コンクリート版

油圧ブレーカによるコンクリート版破碎作業は、次に示す作業条件の下で行った。

- ・打撃開始時の油圧ショベルおよび油圧ブレーカの姿勢を一定にする。
(チゼルがコンクリート版と垂直になるようにする)
- ・ブレーカを押付ける力を一定にする。
- ・スロットルの状態は、高、中、低の3種類で行い、油圧・打撃数などでその確認を行う。
- ・チゼル形状はポイントチゼルを基本とする。

測定は建設省土木研究所の建設機械試験場で行った。

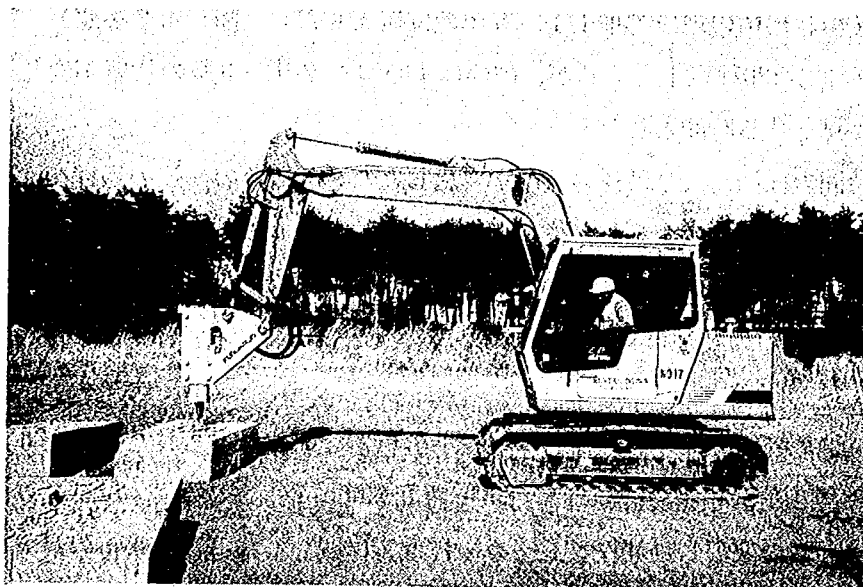


写真-4.1 コンクリート版破碎状況

4.1.3 周囲騒音測定

周囲騒音測定は、基本的には(財)日本建設機械化協会規格「建設機械の騒音レベル測定方法」に則り、7 m、15 m 4方向の高さ1.5 mにおいて、図-4.2に示す配置で行った。測定器の構成を図-4.3に示す。また、その状況を写真-4.2に示す。本研究においては、7 m地点の騒音レベルにより評価を行い、15 m地点の値は7 m地点の値の有効性確認のため測定した。

動特性はFASTとし、騒音レベルと1/3オクターブバンド分析を行った。打撃状態は、油圧ブレーカがほぼ垂直になるように設定した。油圧ショベルのスロットルは、高中低の3種類で行った。チゼル形状はポイントチゼルを基本とした。

測定点：油圧ブレーカ位置を中心とし機械本体が測定に影響を及ぼさないような2本の直交する測線上に7 m、15 mの地点で地上1.5 mの位置とした。(図-4.2 参照)

測定時間：(打撃時間) :30秒以上とするが、破碎によりコンクリート版の状態が変化した場合是一条件と見なせる時間とした。

測定回数：打撃時間の経過により破碎の状況が変化するため、破碎の一連の過程を、破碎の初期、進行中および破碎(ひび割れ)後の3段階に分け、3回の測定とした。なお破碎を3段階に分けたが、これは厳密な区別ではない。

指示値の読み：騒音計の動特性はFASTを用い、騒音レベル変動の各打撃毎の最大値の平均とした。

周波数分析：動特性FASTで1/3オクターブバンド分析器を通して得られた出力を0.1秒ごとにサンプリングし、統計処理を行って時間率90%レンジの上端値 L_9 を算出した。この値は今回対象とした油圧ブレーカの打撃音に関しては、各打撃毎の最大値の平均とほぼ一致する。

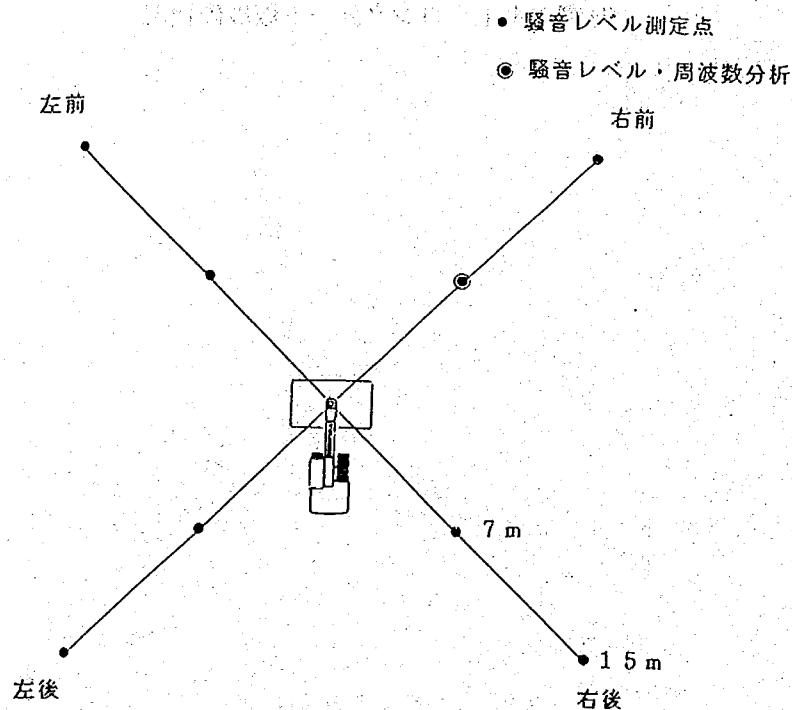


図-4.2 周囲騒音測定点

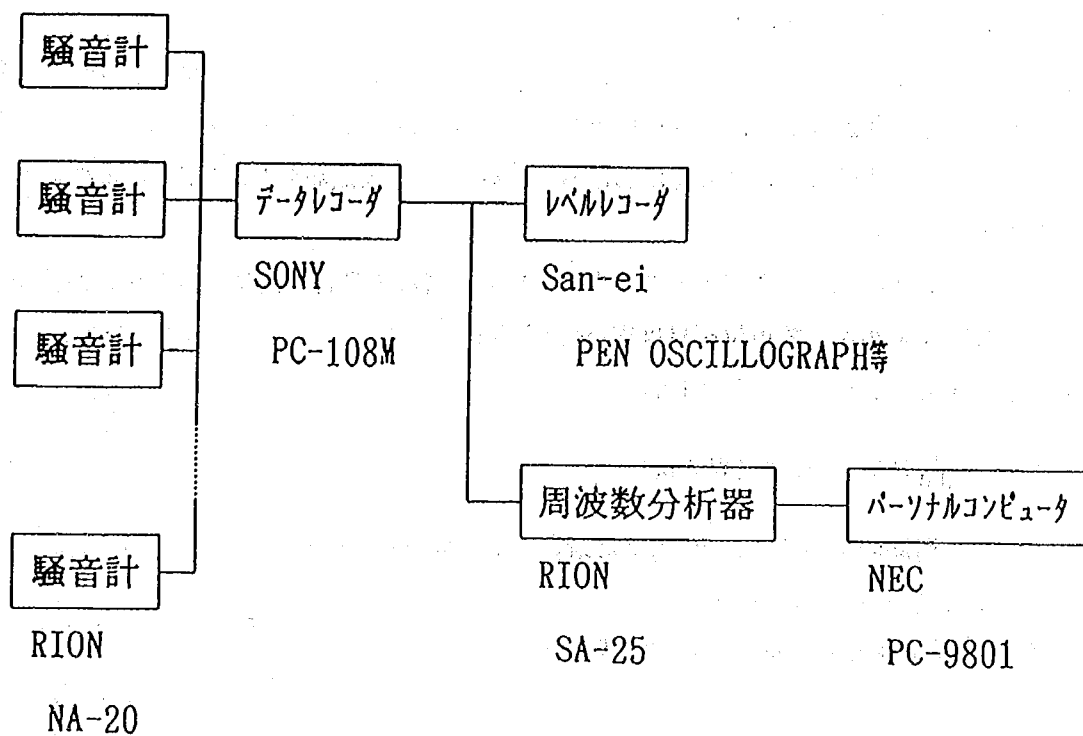


図-4.3 測定計器（周囲騒音）



写真-4.2 周囲騒音測定状況

4.1.4 音響インテンシティ測定法による計測

油圧ブレーカの騒音対策を行うために、騒音源を調査する必要がある。そのため、自動車産業、建築騒音の分野などで騒音源特定のため近年採用が多くなっている音響インテンシティ法を用いた。音響インテンシティ法の特徴は、音源近傍における音の放射性状が直接ベクトル量として得られ、音源探査に利用できることである。

音響インテンシティとは、「音場中のある点において、音波の進行方向に垂直な単位面積を単位時間に通過する音響エネルギー」で単位記号は W/m^2 で表される。

音場のある特定方向 α への音の強さ I_α は

$$I_\alpha = \frac{1}{T} \int_0^T p v_\alpha \, dt \quad (W/m^2)$$

ここで T : 1周期の整数倍または1周期に対して十分長い時間(s)

p : 音圧の瞬時値($Pa=N/m^2$)

v_α : 粒子速度の瞬時値の α 方向成分(m/s)

で定義される。

本研究では、近接した2個のマイクロホンから得られた音圧と、その差分から近似的に得られる粒子速度との積の時間平均として求める方法(2マイクロホン法)を用いた。

音響インテンシティ法の特徴としては、音響パワーレベルの測定などでは暗騒音・反射音の影響を受け難く測定場所の制限が少ないこと、音源の近傍における音の放射性状が直接ベクトル量として得られ音源探査に利用できるなどの点をあげることができる。

最近では、これを複素領域に拡張した複素音響インテンシティが導入され、音源が複数の場合や反射音の影響が大きい場合などの複雑な音場の解析にも用いられるようになってきた。通常、音響インテンシティと呼ばれる量は、複素音響インテンシティにおける実数部(アクティブ・インテンシティ、 AI)に相当する。これは遠方に伝わる音のエネルギーである。これに対して虚数部(リアクティブ・インテンシティ、 RI)は、音の反射場、音源近傍や定在音場でのみ存在する。 AI と RI の両方を測定することにより、音場のより正確な把握が可能となる

音響インテンシティ法は、従来定常的な音源に対して用いられてきた測定法であるが、今回の実験は衝撃的な音が連続して発生しているため、分析器のフレーム時間(1回のFFT演算のためにデータを取り込む時間)を短くし、1打撃の演算結果を周波数領域で多数回平均することによって、インテンシティレベルを求めた。測定点を図-4.4、測定計器を図-4.5、測定状況を写真-4.3に示す。

測定点:

a) 1点毎の測定; 油圧ブレーカ本体の前面および左面(オペレータから見て)の表面から10cm離れた測定面の、各面について縦120cm、横20cmの範囲で縦横各10cmの間隔で39点の測定点を設置した。インテンシティマイクロホンの間隔は12mmで、この場合の測定周波数範囲は200~5kHzとなる。

b) 多点同時測定：同じ測定面に縦20cm、横10cmの間隔で21点とし、縦1列7点の測定を同時に行った。マイクロホン間隔は8mmで、この場合の測定周波数範囲は500～5kHzとなる。

1点毎の測定：位相特性の揃ったマイクロホンを使用し、解析装置に直結されているため、位相の補正が不要である

各点のデータ収録後、現場でグラフィック表示を行い、確認をすることができる。

多点同時測定：定常的でない音源の場合、各点のデータが同じ条件で得られる。また、短時間でデータ収録ができる。

データレコーダには時間波形として記録されているので、後で良好なデータを選ぶことができる。

測定の種類：近接騒音の測定は、以下の項目について行った。

a) 1点毎の測定：アクティブ・インテンシティ

b) 多点同時測定：リアクティブ・インテンシティ

測定点数：1点毎の測定と多点同時測定を合わせ、測定点数は1面当り60点とした。

測定の方向：測定面に垂直な成分に着目し、1方向のみの測定を行った。すなわち、2個のマイクロホンを結ぶ軸が測定面に垂直になるようにして測定を行った。

測定回数：1打撃を40msecの範囲でFFTしたものを、1測定点につき20～50打撃回数で平均し、インテンシティ・レベルを求めた。

解析方法：測定終了後、騒音・振動解析装置のグラフィック表示機能を利用して、コンター図、三次元表示（ベクトル線図、メッシュ線図）および寄与量の図を作成した。

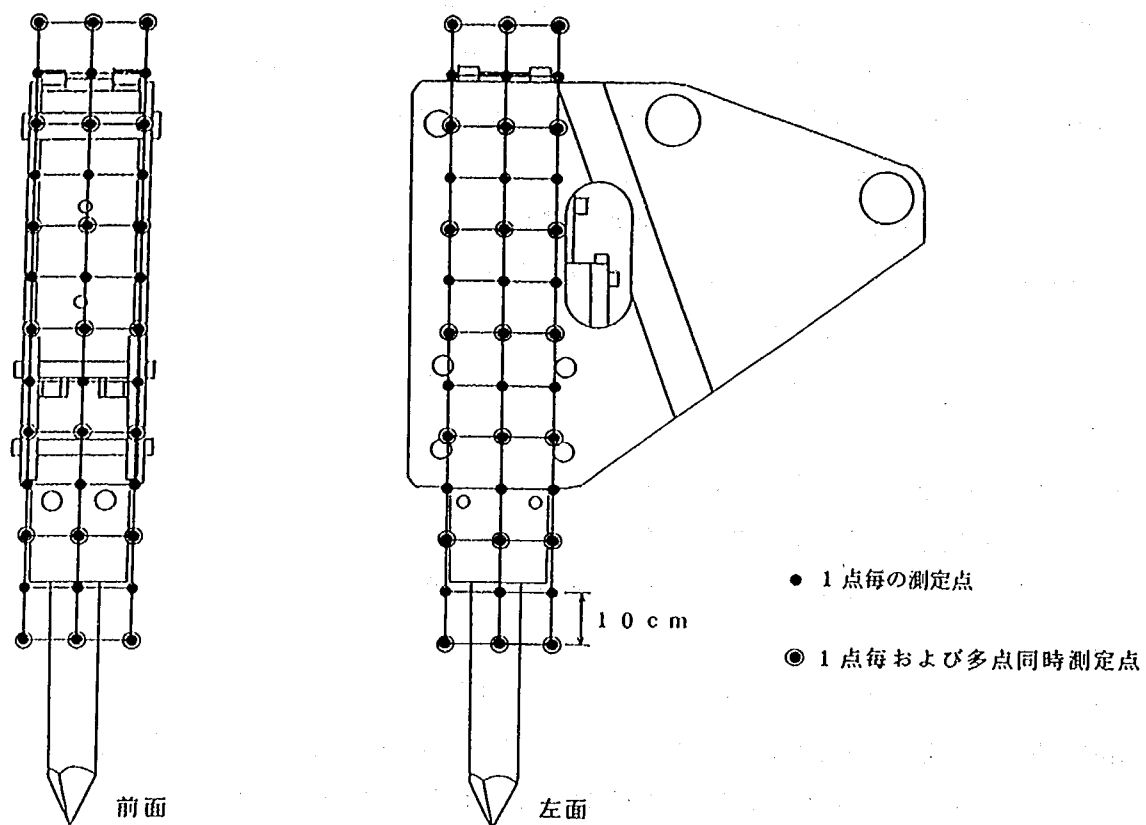


図-4.4 音響インテンシティ測定点

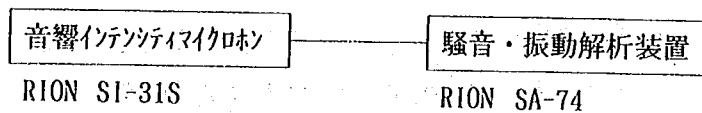


図-4.5 測定計器構成 (インテンシティ測定)

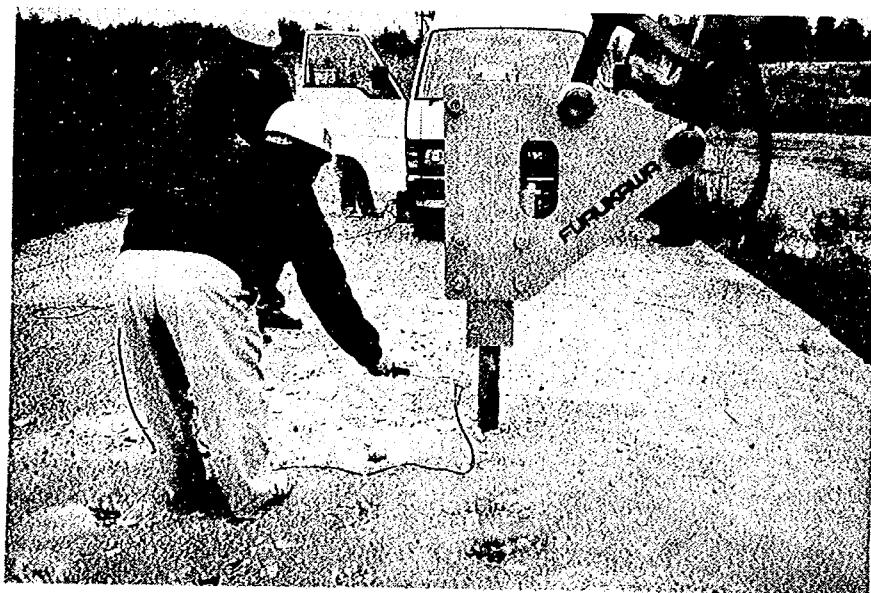


写真-4.3 音響インテンシティ測定状況

4.2 騒音測定解析結果

4.2.1 周囲騒音測定結果

データレコーダに収録した周囲騒音を記録紙に出力し、これをもとに騒音レベルの読取りを行った。レベル記録の例を図-4.6に示す。各打撃条件における4方向それぞれ7m、15m地点での騒音レベルを表-4.2に示す。ここで「前後左右」は、オペレータから見た位置である。

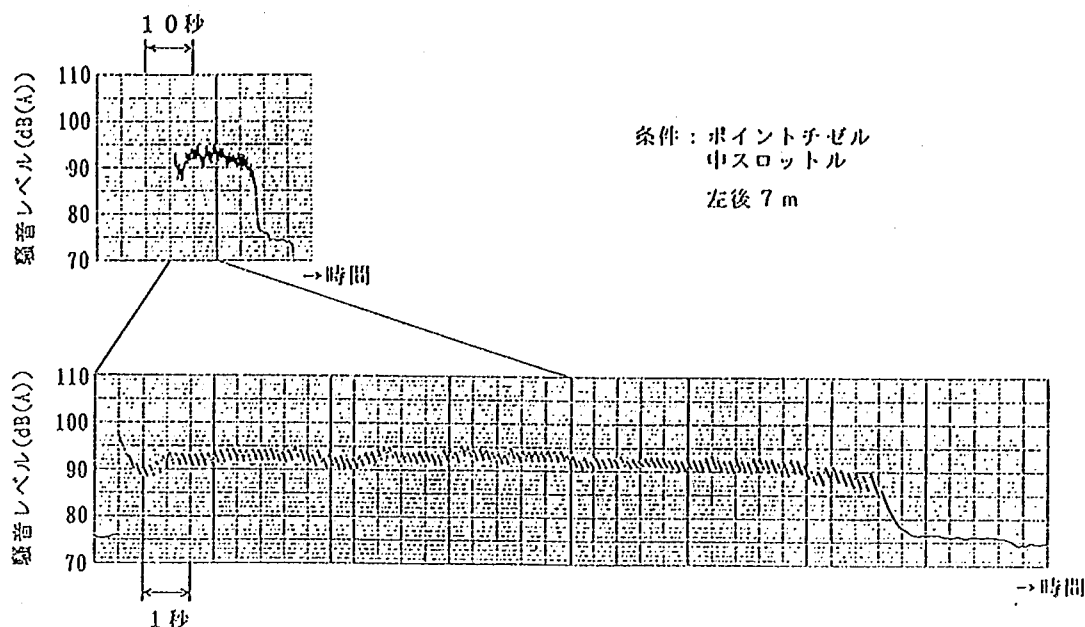


図-4.6 レベル記録の例

表-4.2 騒音レベル測定結果

単位: dB(A)

打 撃 条 件				7 m					15 m					回転数	修正	測定
ポイントチゼル	スロットル	状態	回転数rpm	右前	左前	右後	左後	平均	右前	左前	右後	左後	平均	約分回転数 rpm	k/d	値
(ハイイダル)	—	—	—	67	64	75	73	72	63	59	68	68	66	*(2120)	—	
(タリチ)	—	—	280	89	88	90	88	89	81	80	83	82	82	—	165	**40
ポイントチゼル	低	初期	310	95	94	95	94	95	87	87	88	86	87	900~930	110	~28
		進行中	360	96	94	95	95	95	88	88	88	86	88		~120	
		初期	320	93	92	93	92	93	86	87	87	86	87	1640(1720)	130	
		進行中	460	94	93	94	93	94	87	88	89	88	88			
	高	破砕後	420	91	89	90	89	90	83	83	82	83	83			
		初期	540	95	96	96	97	96	88	89	89	89	89	2020(2080)	150	
ポイントチゼル (タリチ)	中	初期	470	93	94	94	94	94	86	88	89	88	88	1725	130	
		進行中	460	93	93	93	93	93	86	87	87	87	87			

騒音レベルは、打撃毎の最大値の平均で示す(動特性FAST)

* () は無負荷時 **開始前に40℃にセット、外気の影響で測定中に低下

油圧ブレーカの打撃数が増加しても騒音レベルはそれほど変わらないが、空打ち及び破碎後（破碎の抵抗が減少し、空打ちに近い状態になっていると考えられる）の状態と、通常の打撃状態では明らかな違いがみられることから、打撃数よりも打撃状態の方が騒音レベルに影響すると考えられる。

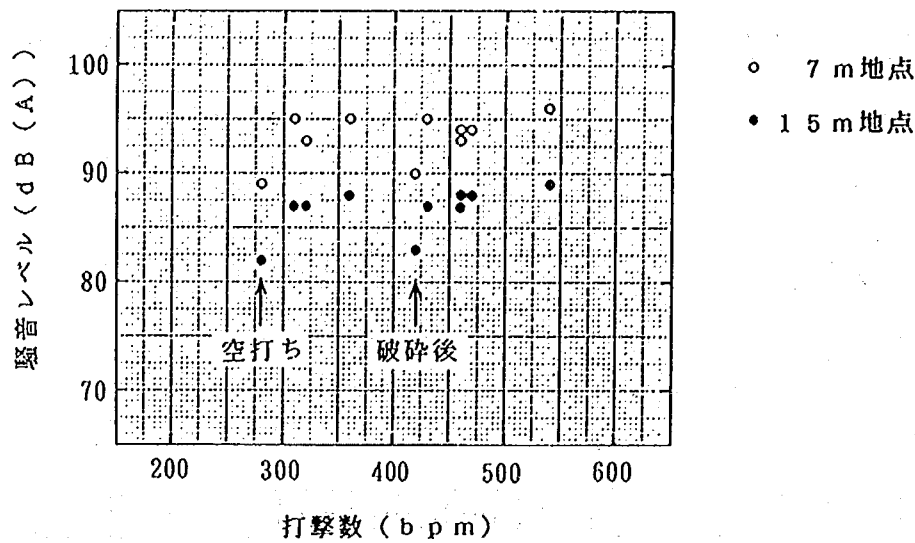


図-4.7 打撃数と騒音レベルの関係

油圧ブレーカからの距離と騒音レベルの関係を、図-4.8に示す。何れの場合も6～8dBの距離減衰がみられ、自由音場における点音源からの減音特性(−6dB/倍距離)とほぼ一致する。

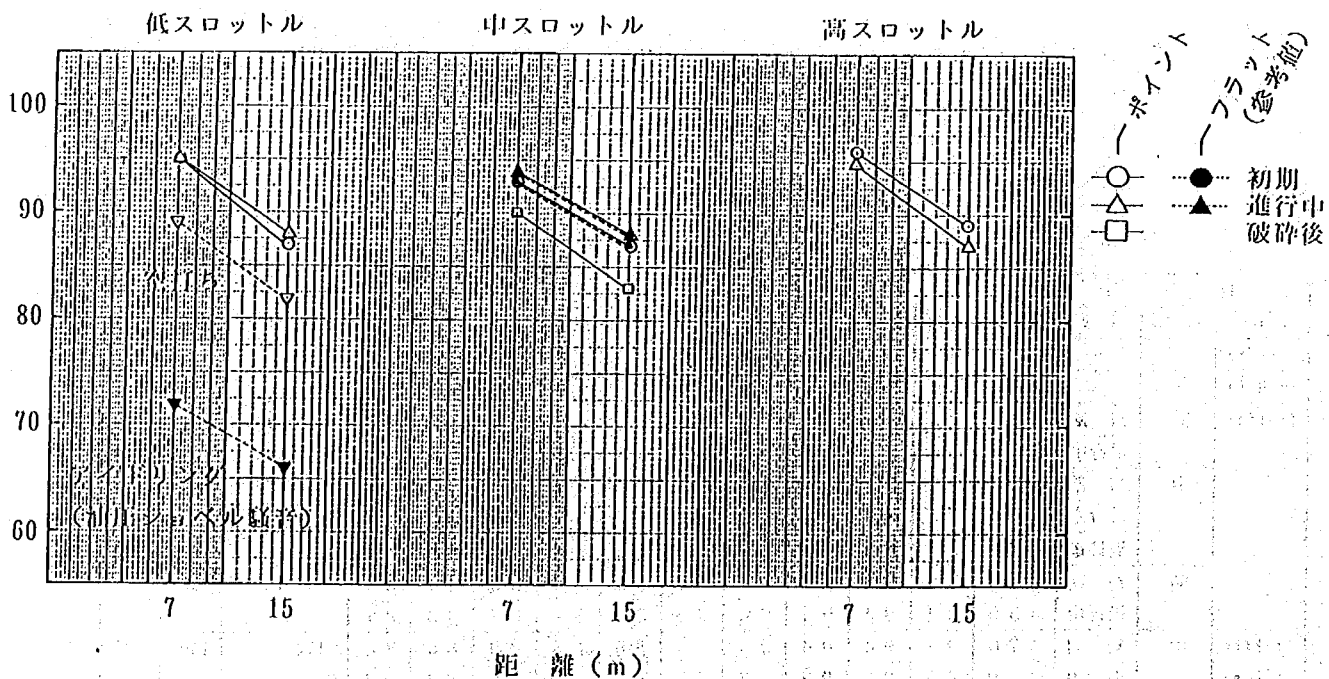


図-4.8 騒音レベルの距離減衰

騒音レベル測定の際に7 m地点で観測されたデータ(C特性)を1/3オクターブバンドで周波数分析し、4方向で比較した結果を図-4.9に示す。中スロットルでの打撃状態では、50~63Hzを除き各地点の測定結果の間には顕著な差は見られない。

空打ち及び通常打撃状態において、右前7 m地点で同様な周波数分析を行った結果を図-4.10、4.11に示す。空打ちの状態では、500Hz以下の低い周波数でレベルが低くなっている。このことは中スロットルの破碎(ひび割れ)後の場合にもみられる。その他の打撃状態(初期、進行中)では500~2kHz付近になだらかなピークがあるものの、全体にフラットな特性といえる。

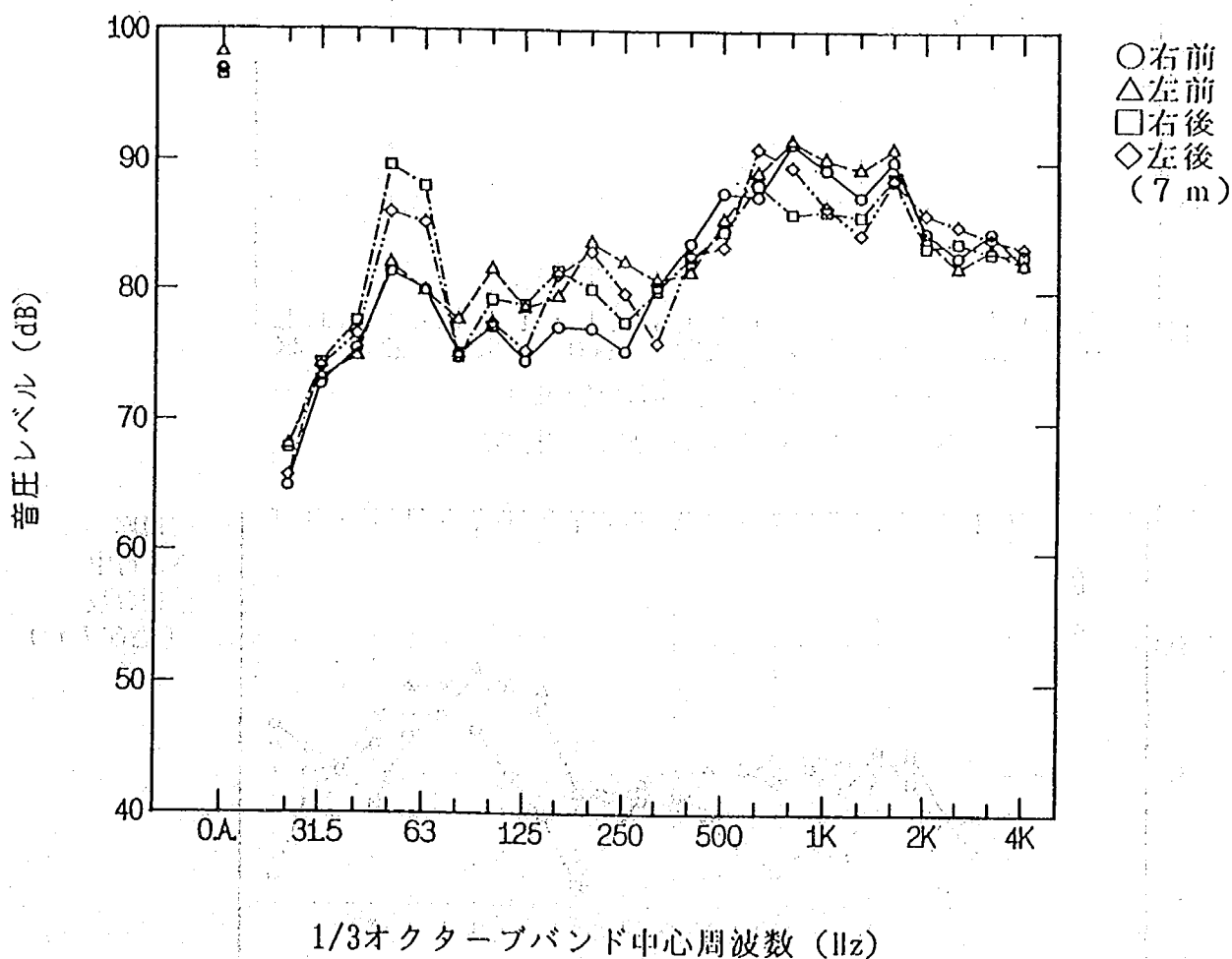
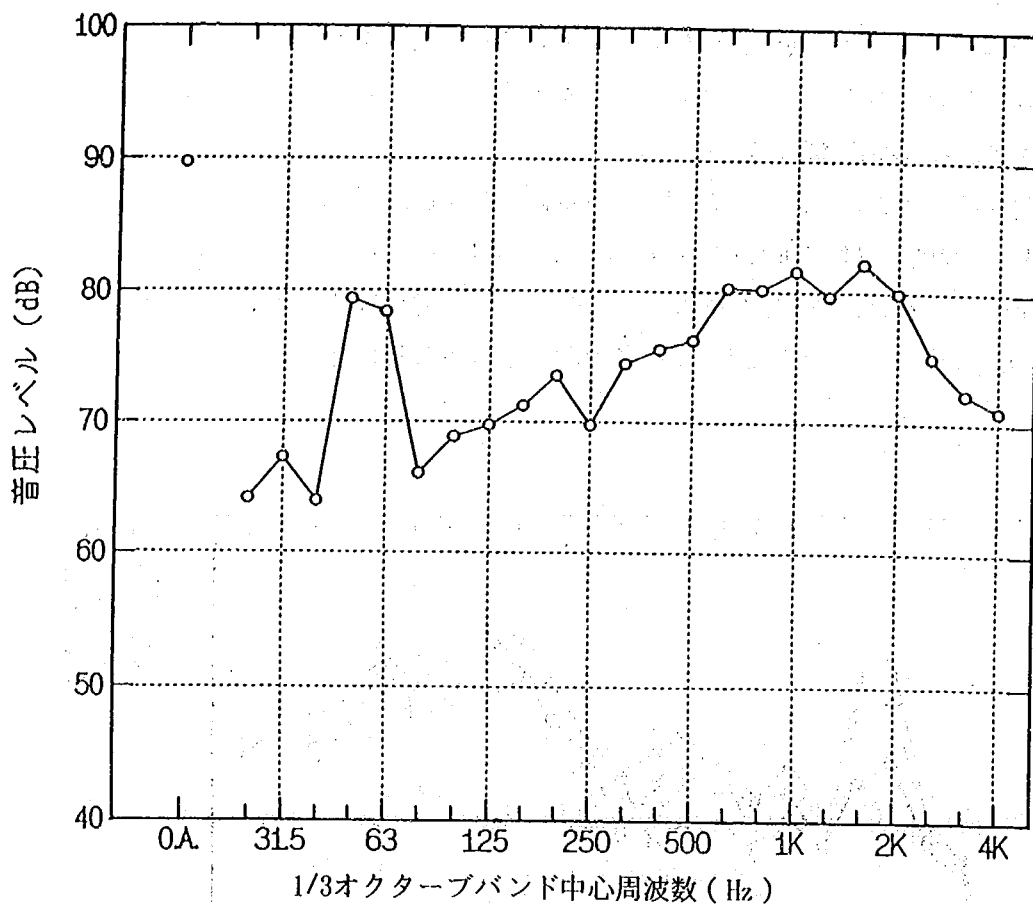
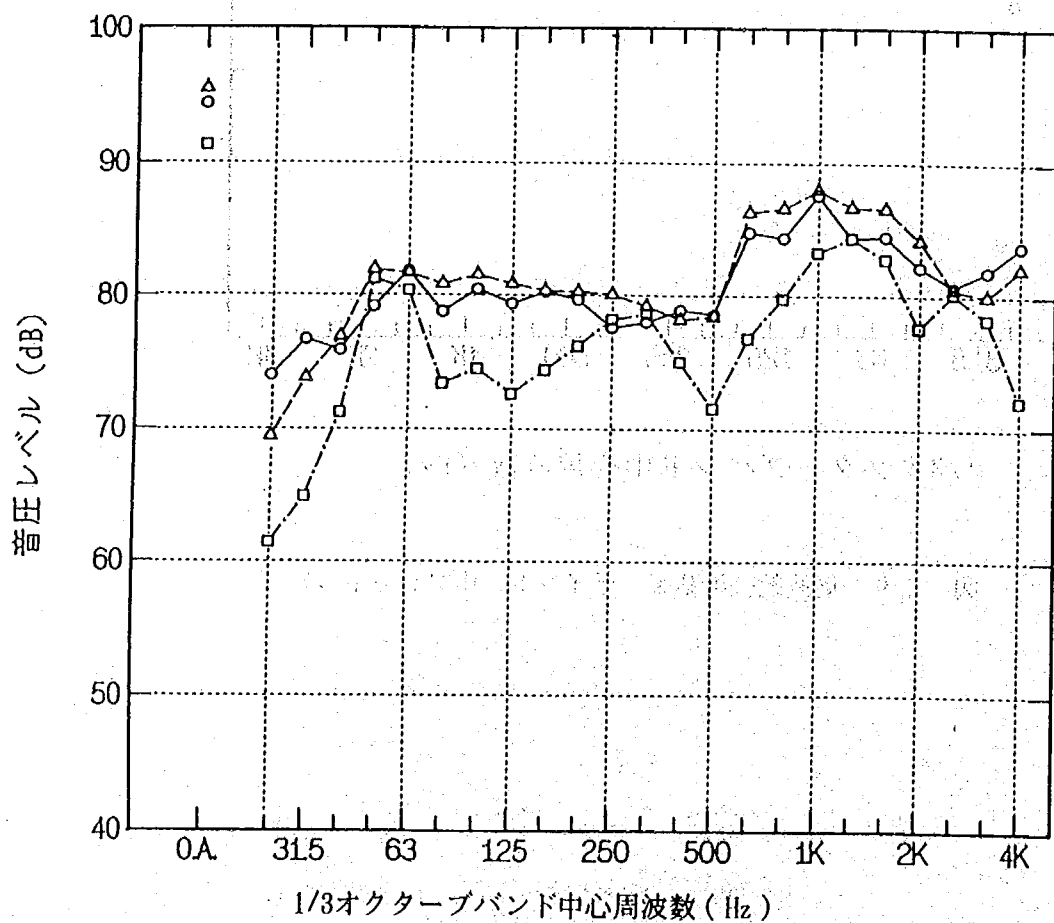


図-4.9 周波数分析結果(ポイント、中スロットル)



○右前 7 m

図-4.10 周波数分析結果 (空打ち)



○初期
△進行中
□破碎後
(右前 7 m)

図-4.11 周波数分析結果 (ポイント、中スロットル)

4.2.2 音響インテンシティ測定法による計測結果

騒音・振動解析装置に取り込んだ油圧ブレーカ作業音の時間波形、音圧及び音響インテンシティの周波数特性の例を図-4.12に示す。

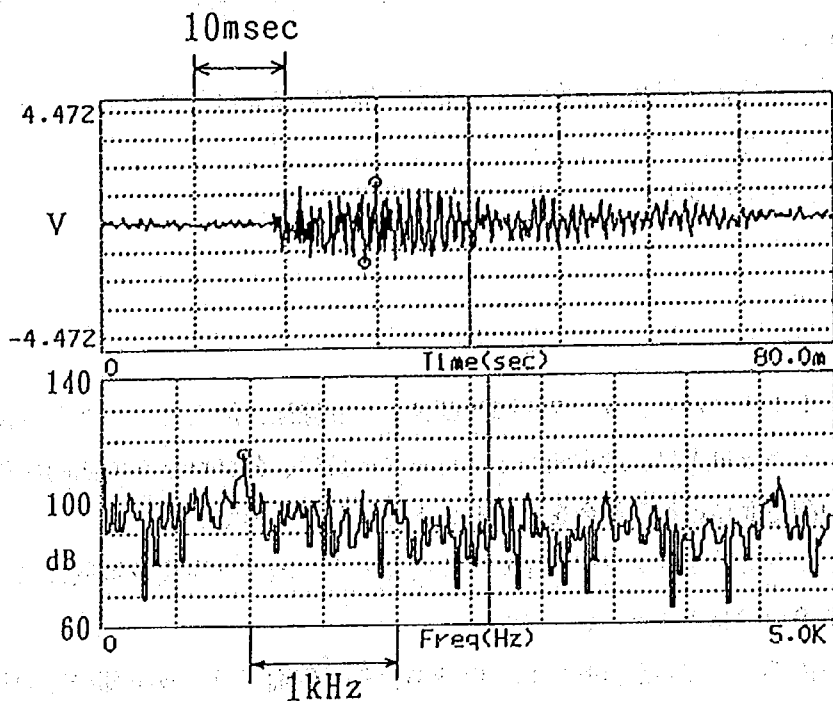
分析を行うにあたり、周波数分析結果などを参考にして次の周波数に着目した。

- (1) 全帯域（測定周波数範囲）
- (2) 800Hz（1/3オクターブバンド）
- (3) 1.6kHz（ " ）
- (4) 3.15kHz（ " ）

分析結果を図-4.13～4.19に示す。コンター図及びメッシュ線図に加えて、ベクトル線図ならびに寄与量を示した。ここで寄与量とは、測定面を4ブロックに分け、各ブロックで観測された音の強さ（単位面積当たり）の測定面に占める割合をパーセントで表したものである。

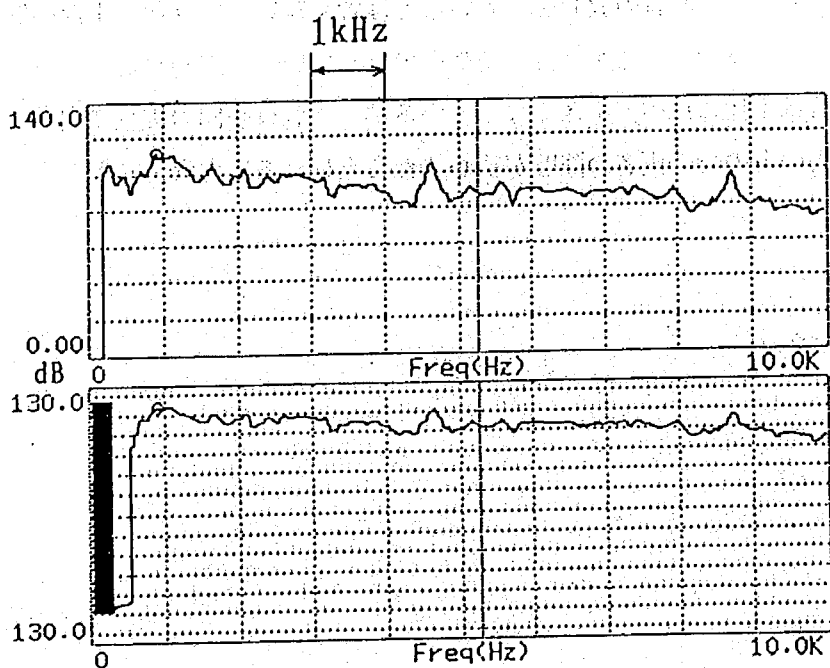
周波数特性は全体にフラットで、インテンシティレベルを見ても卓越した周波数帯域はない。メッシュ線図でも周波数による違いはほとんどない。

傾向としては、ブレーカ内部でチゼルが打撃されているあたり、側面ブラケット部の窓の辺り、チゼル部、ブレーカ本体の全体から音が放射されている。前面と左面で大きな差はなく、側面ブラケット部分が本体と大きく異なった振動や音の放射をしているとは考え難い。ブラケット部の窓付近で若干大きくなる傾向がみられ、ブラケット部が遮音の役割を果たしていると思われる。チゼル取付け部分（本体下端）からの騒音は本体に比べて小さくなっているが、これは今回の実験で用いたブレーカ本体およびチゼルが未使用のもので、両者の隙間が狭かったことによるとも考えられる。



時間波形

周波数特性



音圧

アクティブ
インテンシティ

図-4.12 音響インテンシティ測定例

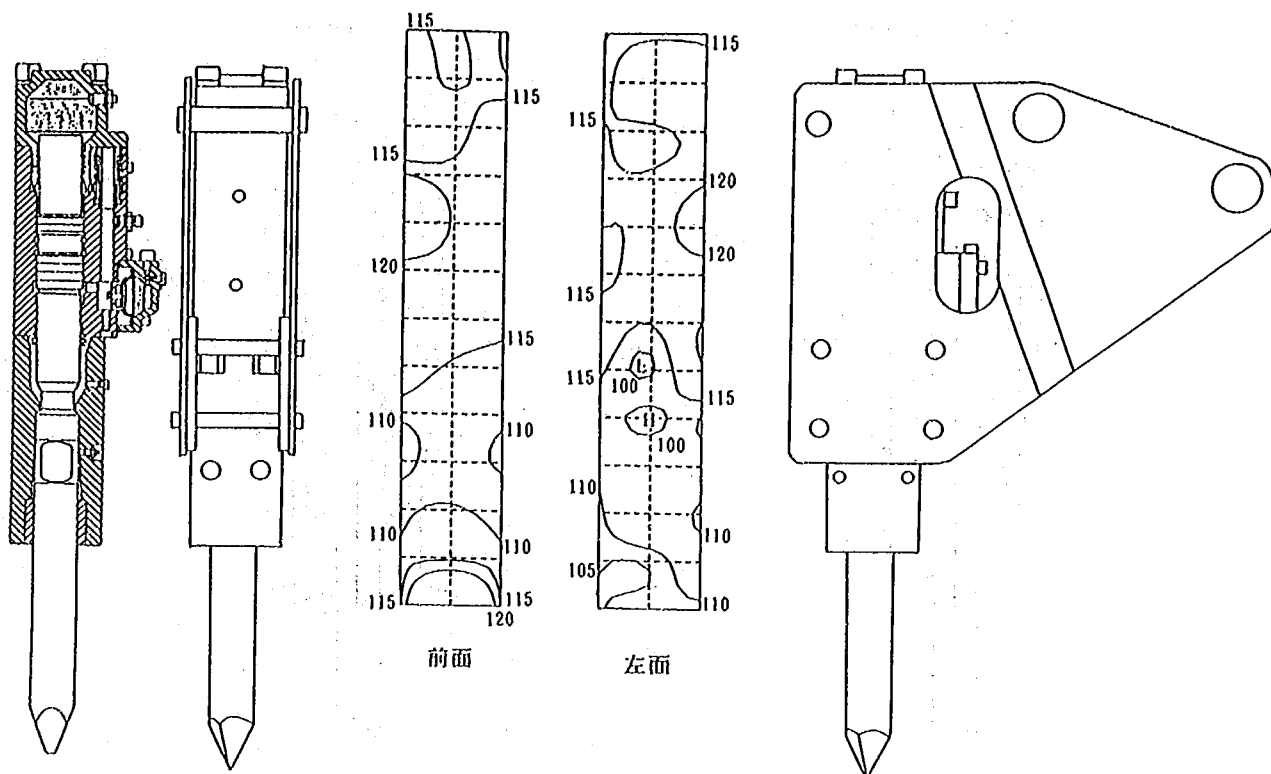


図-4.13 音響インテンシティ測定結果(AI、全帯域)

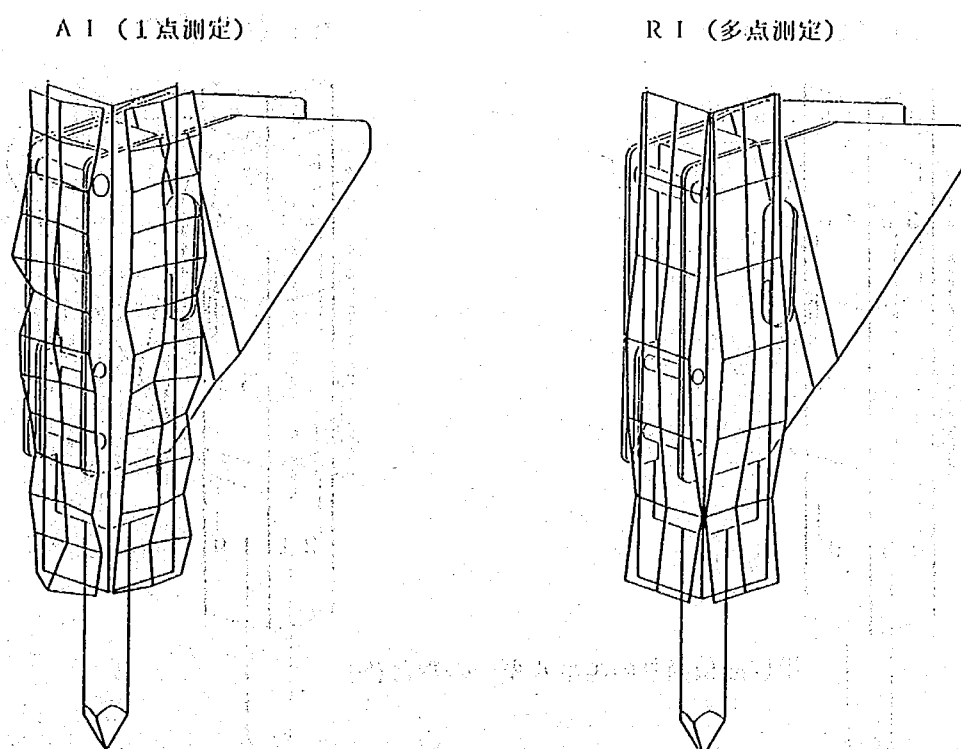
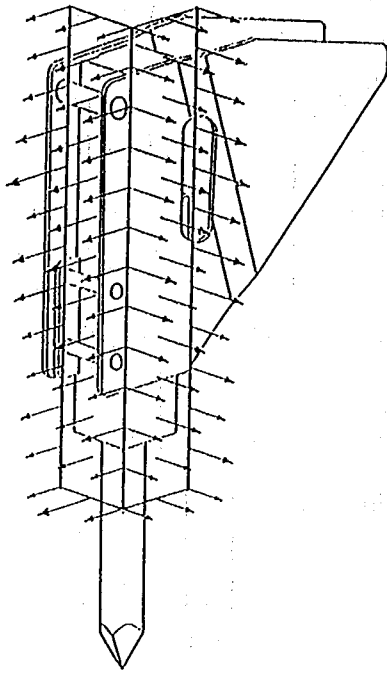


図-4.14 音響インテンシティ測定結果(全帯域)

A I (1点測定)



R I (多点測定)

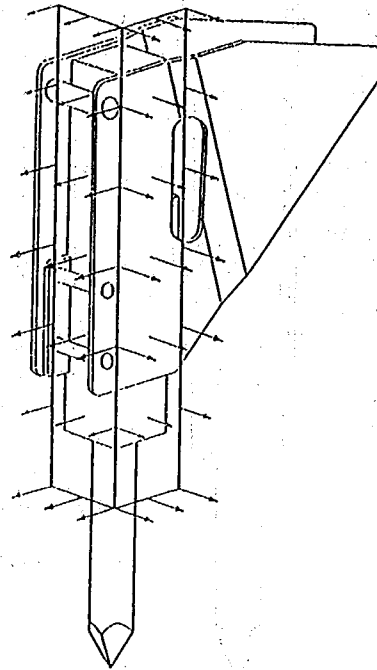
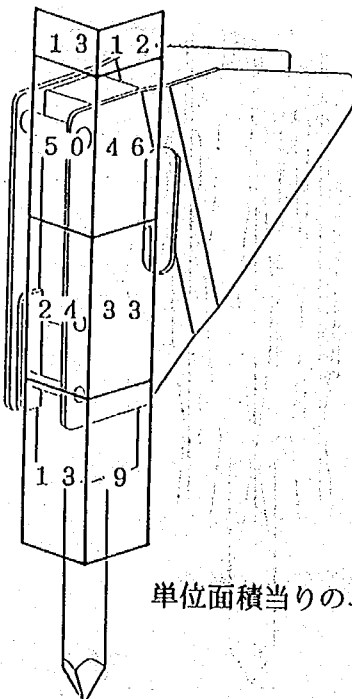
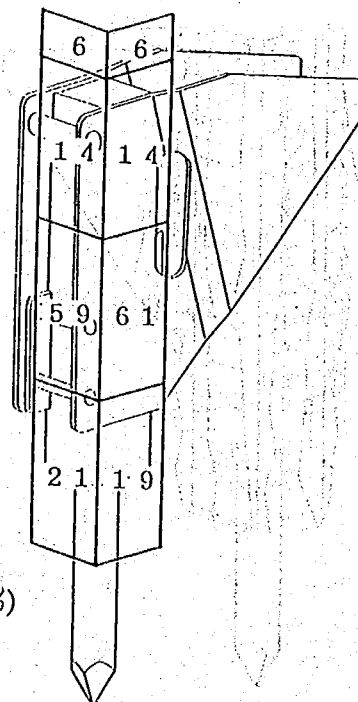


図-4.15 音響インテンシティ測定結果 (全帯域)

A I (1点測定)



R I (多点測定)



単位面積当りのエネルギーの割合 (%)

図-4.16 音響インテンシティ測定結果 (寄与率：全帯域)

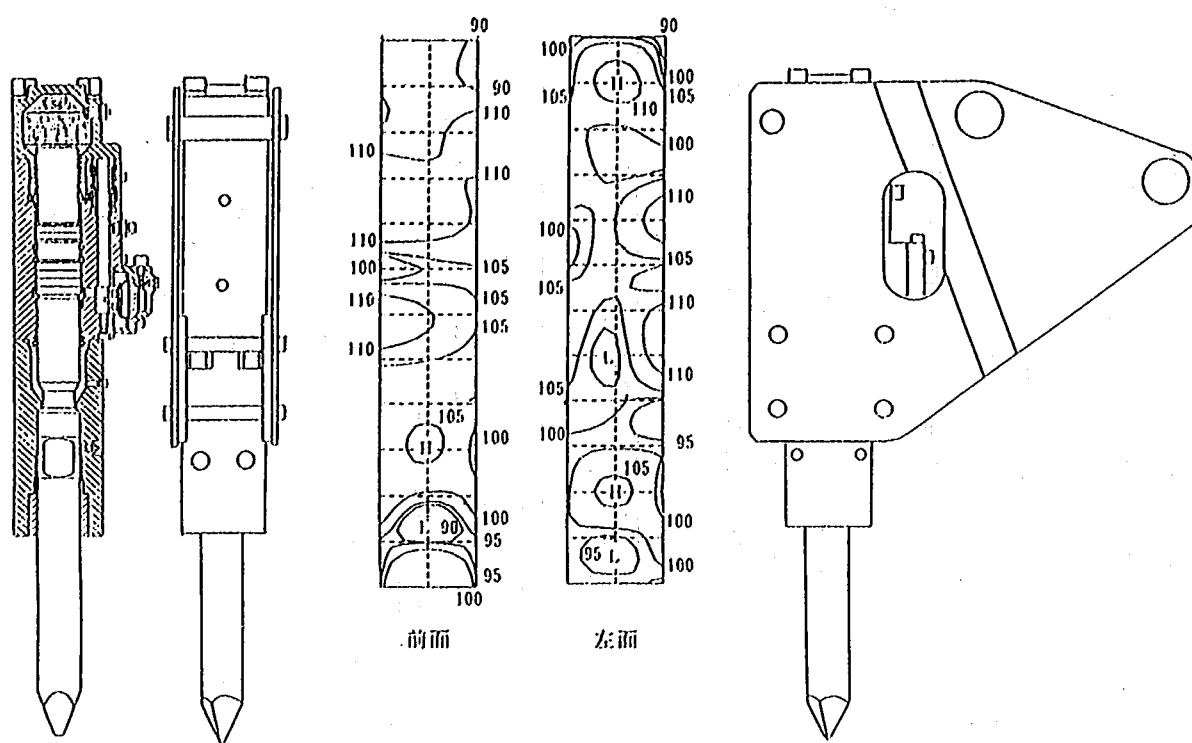


図-4.17 音響インテンシティ測定結果(AI、800Hz)

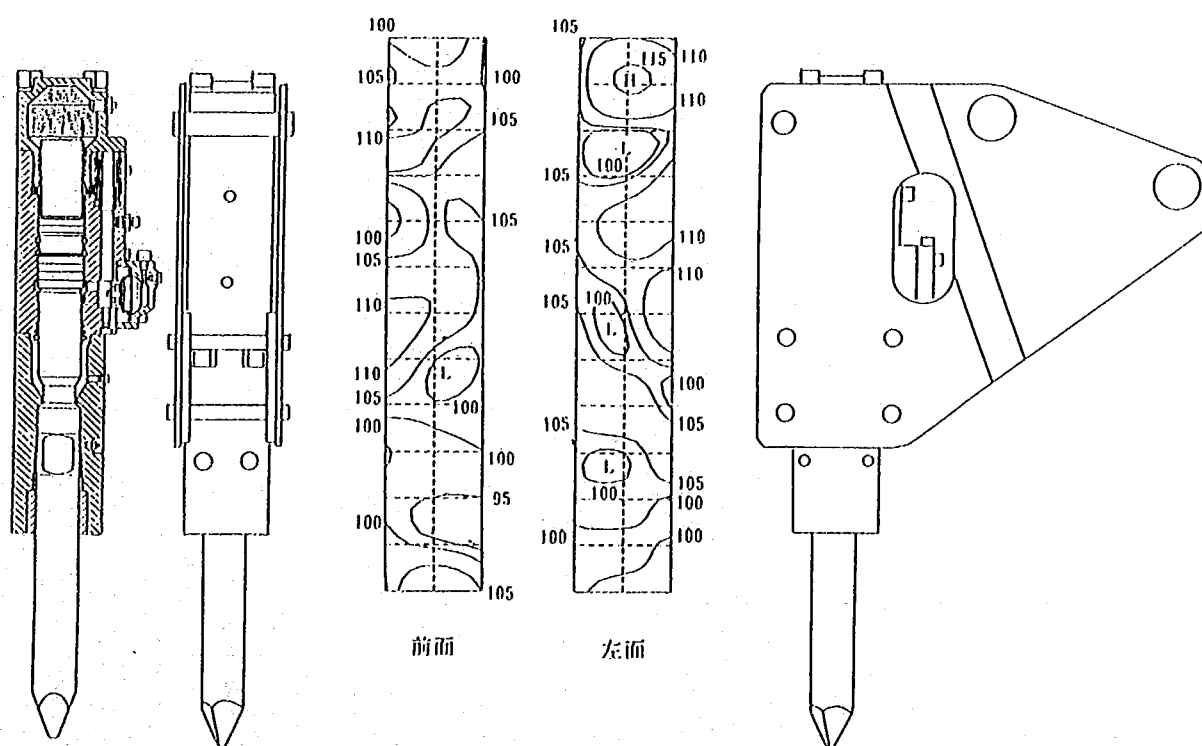


図-4.18 音響インテンシティ測定結果(AI、1.6kHz)

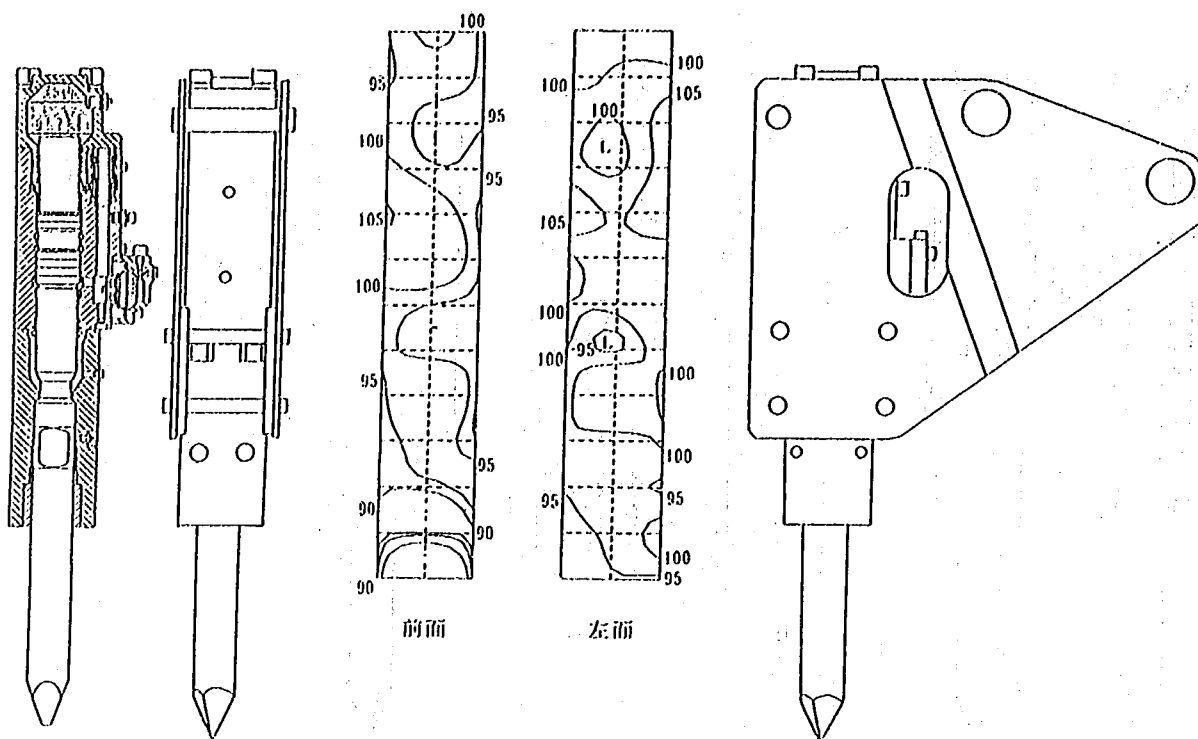


図-4.19 音響インテンシティ測定結果(AI、3.15kHz)

4.2.3 騒音源確認のための試験

騒音源をブレーカ本体とチゼル部分に分けて、それぞれグラスウール（厚さ25mm、比重 32kg/m^3 ）と遮音シート（軟質ゴム、厚さ1mm）で覆い、騒音を測定してみた。その状況を写真-4.4、4.5に、表-4.3～4.4にその結果を示す。これより、チゼルのみでは0～2dB(A)程度、本体を覆うと4～5dB(A)程度、全体で6～7dB(A)の低減になる。本体部は面積が広いので、ブレーカ全体からかなりの騒音が周囲に伝播しているといえる。

このことから、部分的な対策で騒音が低減されるとは思えず、総合的な対策が必要とされると思われる。

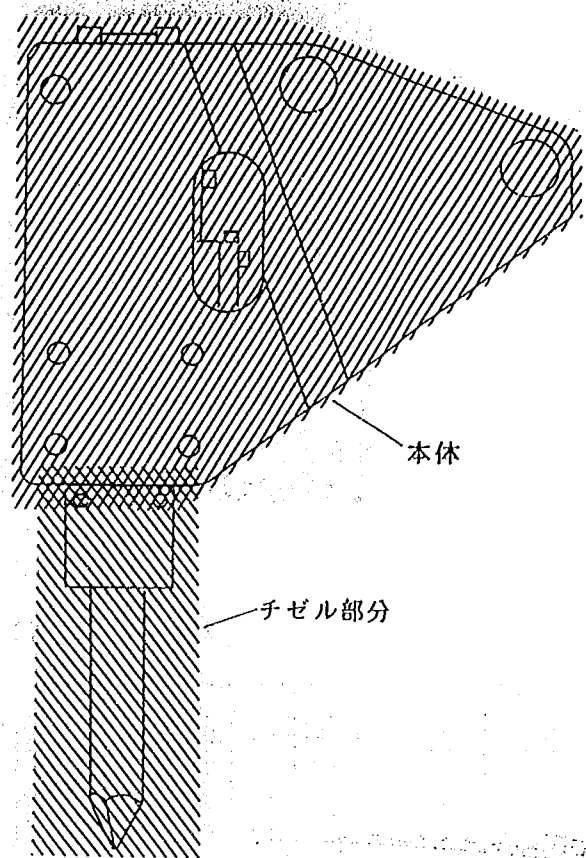


図-4.20 対策範囲

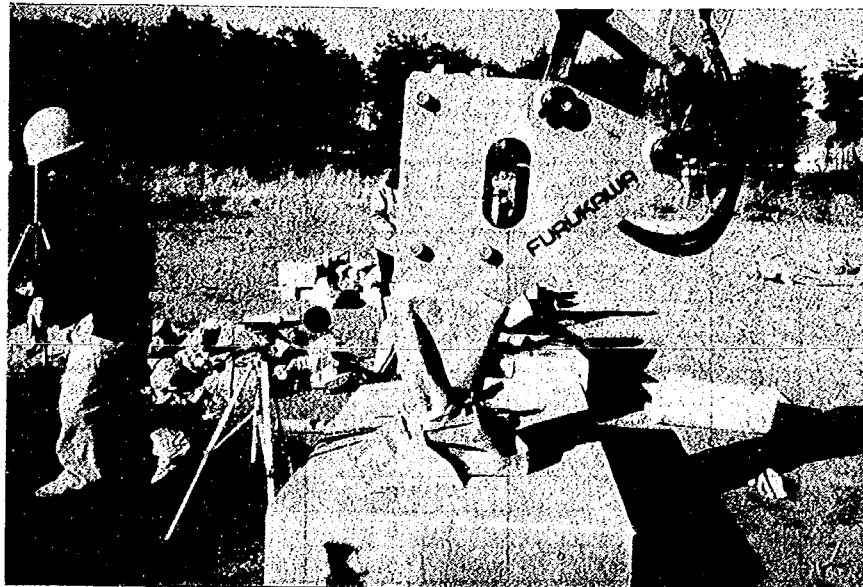


写真-4.4 遮音シート（下部）

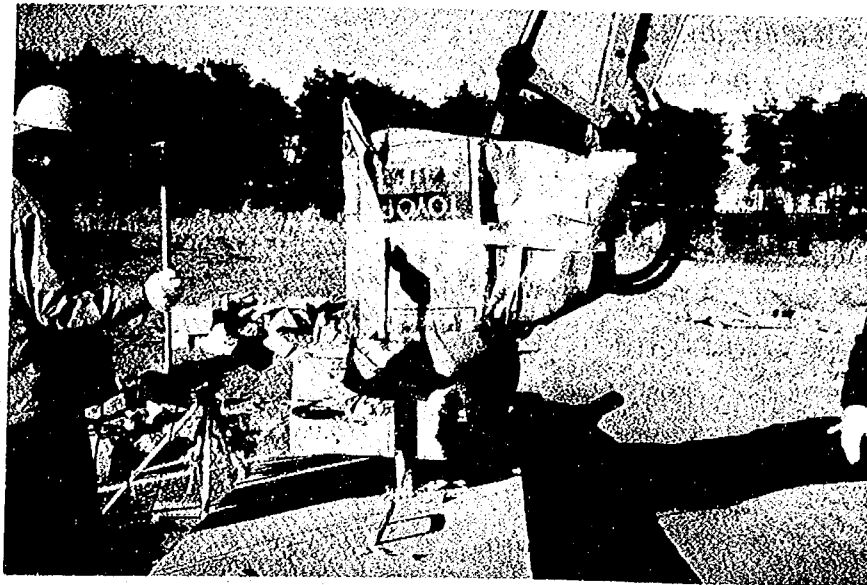


写真-4.5 遮音シート（上部）

表-4.3 防音シートによる対策調査結果

単位：dB(A)

ノイズ レベル	対策別		7 m			15 m			50 cm (地上150 cm)			50 cm (地上90 cm)			騒音レベル L _{eq} (dBA)	減音 dB	減音 %
	本	チゼル	右前	右後	平均	右前	右後	平均	前	左	平均	前	左	平均			
低	×	×	93	94	94	86	87	87	114	116	115	115	112	114	910 ~930 (1070)	110	15
	×	○	92	92	92	85	86	86	113	114	114	110	110	110			
	○	×	88	92	90	81	85	83	110	112	111	113	112	113			
	○	○	86	89	88	78	79	79	109	110	110	108	111	110			
中	×	×	95	97	96	87	91	89	115	117	116	116	115	116	1620 (1700)	125	15
	×	○	96	97	97	89	91	90	115	117	116	114	115	115			
	○	×	89	93	91	82	85	84	108	114	112	111	114	113			
	○	○	89	90	89	79	82	81	107	111	109	107	111	109			
高	○	×	89	93	91	82	86	84	107	108	108	110	110	110	2000 ~2070 (2120)	150	12
	○	○	88	92	90	80	85	83	106	105	106	109	106	108			

表-4.4 防音シートによる対策効果（対策なしを基準とした減音量）

単位：dB

スロットル	対策部分		7 m	15 m	50 cm (地上150 cm)	50 cm (地上90 cm)
	本	チゼル	平均	平均	平均	平均
低	×	×	-	-	-	-
	×	○	2	1	1	4
	○	×	4	4	4	1
	○	○	6	8	5	4
中	×	×	-	-	-	-
	×	○	0	0	0	1
	○	×	5	5	4	3
	○	○	7	8	7	7
高	○	×	5	5	8	6
	○	○	6	6	10	8

*高スロットルは、中スロットルの対策なしを基準にした。

5. 油圧ブレーカ騒音低減対策の実施

5.1 油圧ブレーカの騒音低減対策

平成2年度に油圧ブレーカの騒音発生状況を調査した結果、傾向としてブレーカ内部でチゼルが打撃されている辺り、側面ブラケット部の窓の辺り、チゼル部分を中心にブレーカ本体の全体から音が放射されていることがわかった。

ブレーカから放射される音を低減するためには、ブレーカ表面から発散される音を遮断するとともにブレーカ本体振動を抑える必要がある。このため平成3年度は、ブレーカ表面を制振材で囲み、さらに遮音効果を期待して鋼板の防音カバーで覆い騒音低減の効果を調査した。

5.1.1 防音カバーの製作

防音カバーは2種類製作した。1つは“窓あり”タイプで、カバーの側面中央部にブレーカ本体固定用ボルト穴と制振材固定のための窓を設けた。もう一方は“窓なし”タイプでカバーに窓を設けず、ブレーカ本体は内部の制振材で固定している。鋼板は、SS400を使用した。

5.1.2 制振材の利用

最適な騒音低減部品とするため、制振材の種類、形状を変えて測定を行った。制振材には、制振効果以外に油圧ブレーカの上面、底面（図-5.3参照）にも使用するため打撃時の繰り返し荷重に耐えられる強度が必要とされる。制振材には、強度や加工性を考慮してウレタンゴム(HsA90)及びこれより軟質なNBR（ニトリルブタジエンゴム、HsA60）の2種類を用いた。これらのゴムの性能一覧を表-5.1に示す。騒音低減用の部品の組合せは7ケースを考え、それぞれのケースについて騒音の低減効果を調査した。表-5.2に製作したケースの概要を示す。

図-5.1～図-5.7に部品の形状を、写真-5.

5に騒音対策前後の概観を示す。

また、ロッド（チゼル）の表面から放射される音を遮音するとともに、防音カバーとロッドの隙間を塞ぎ密閉することを目的として、ウレタンを円筒形に加工し、ロッドカバーを作成し、その効果を調べた。

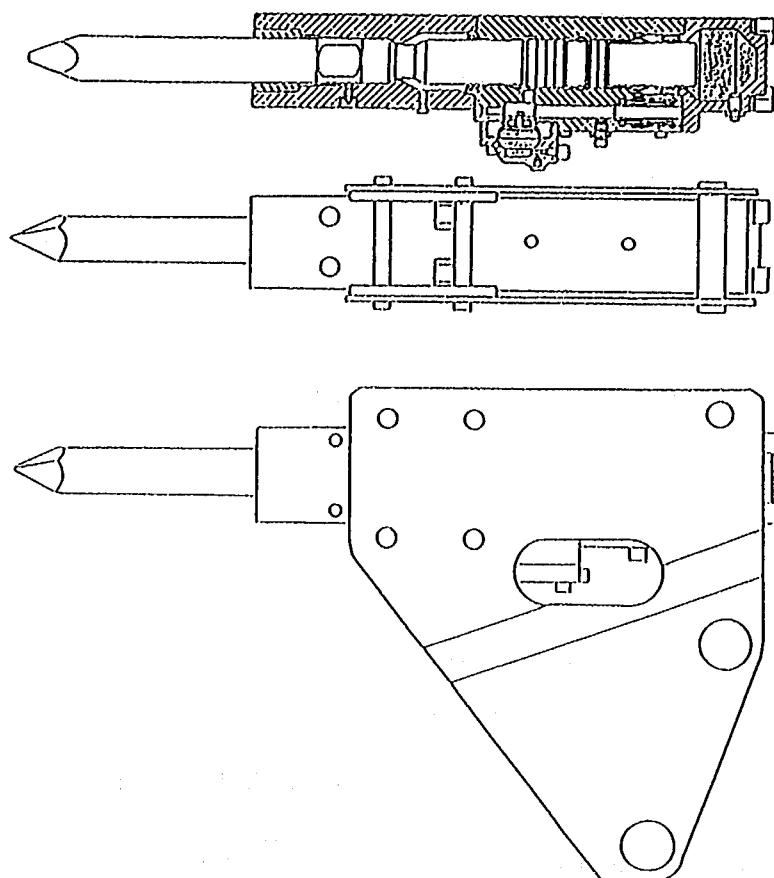
表-5.1 使用ゴムの性能一覧表

性能		材料	ニトリルブタジエンゴム NBR	ウレタンゴム U
純ゴム性質	比重		1.00~1.20	1.00~1.30
	引張強度MPa		1.521(中高)	—
加工性	溶解度指数SP		9.6(25/75)	10
	ムーニー粘度ML _{1,4} 100℃		30~100	25~60
加硬ゴム	加工性		◎	△
	硬さJIS		15~100	10~100
物理性質	引張強度MPa		5~25	20~45
	伸び%		100~800	300~800
性質	反発弾性		○	◎
	引裂強度		○	◎
性質	圧縮永久ひずみ		◎	◎
	耐摩耗性		◎	◎
物理性質	耐屈曲き裂性		○	◎
	耐熱性(最高使用温度℃)		130	80
物理性質	耐寒性(使用温度℃)		-10~-20	-30~-60
	耐老化性		○	○

備考 ◎：優 ○：良 △：可 ×：不可

表-5.2 騒音低減用の部品のケース

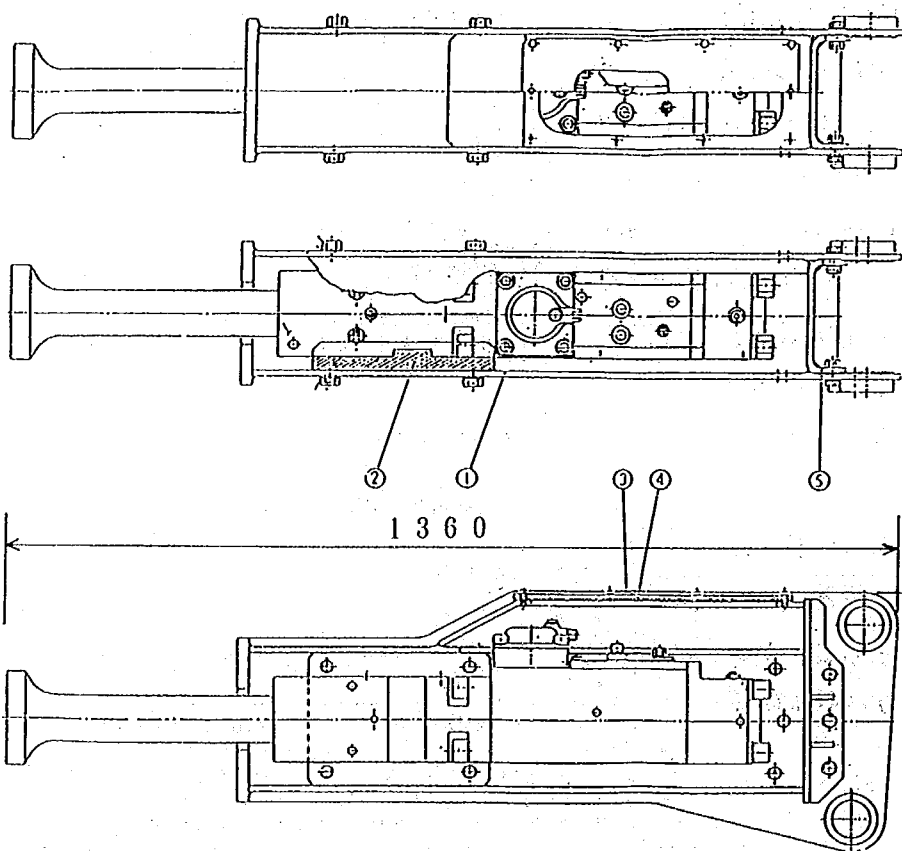
ケース	フレーム	制振材	制振材の形状	備考	図
ケースA	なし	なし	—	騒音低減対策前(市販状態)	図-5.1
ケースB	窓あり	なし	—	セットプレートによりフレーム固定	図-5.2
ケースC	窓なし	ウレタンゴム	板状	上面と底面に制振材を使用	図-5.3
ケースD	窓あり	ウレタンゴム	板状	全面に制振材を使用	図-5.4
ケースE	窓あり	NBR	板状	全面に制振材を使用	図-5.5
ケースF	窓なし	ウレタンゴム	板状に溝付	全面に制振材を使用	図-5.6
ケースG	窓なし	ウレタンゴム	板状	全面に制振材を使用	図-5.7



試験ケース A-1		
対 策	フ レ ー ム	対策前
	制 振 材	なし
	ロッドカバー	なし
	その他の対策	なし

“A-2” はロッドカバーあり

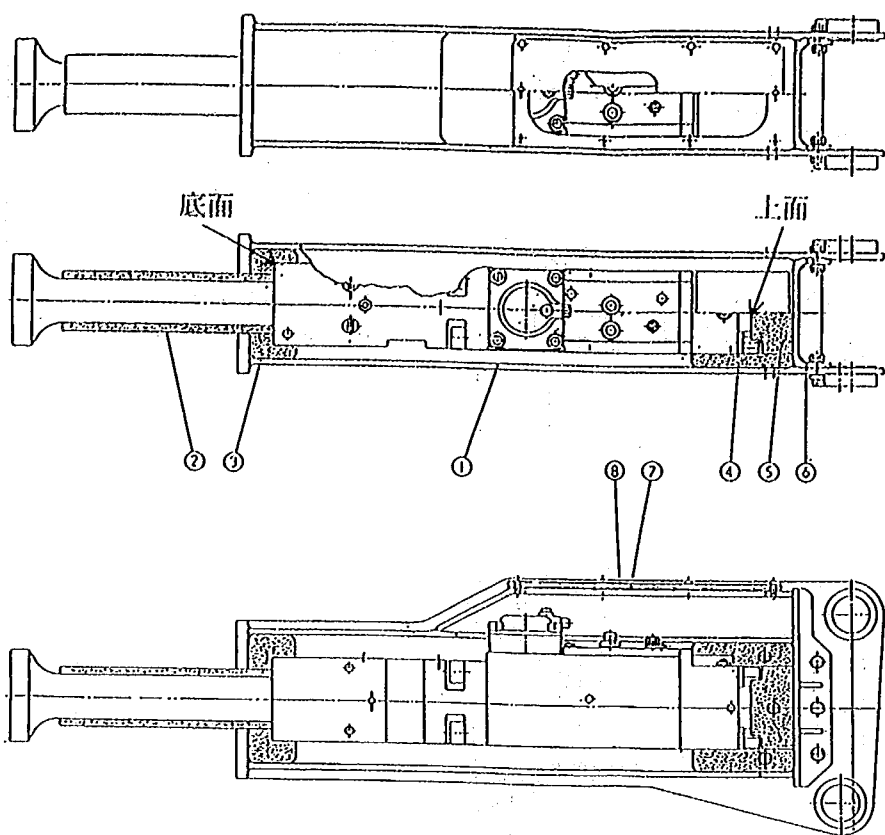
図-5.1 ブレーカの対策ケース（対策前）



試験ケース B		
対 策	フ レ ー ム	窓あり（セットプレート）
	制 振 材	なし
	ロッドカバー	なし
	その他の対策	なし

②：セットプレート (SS41)

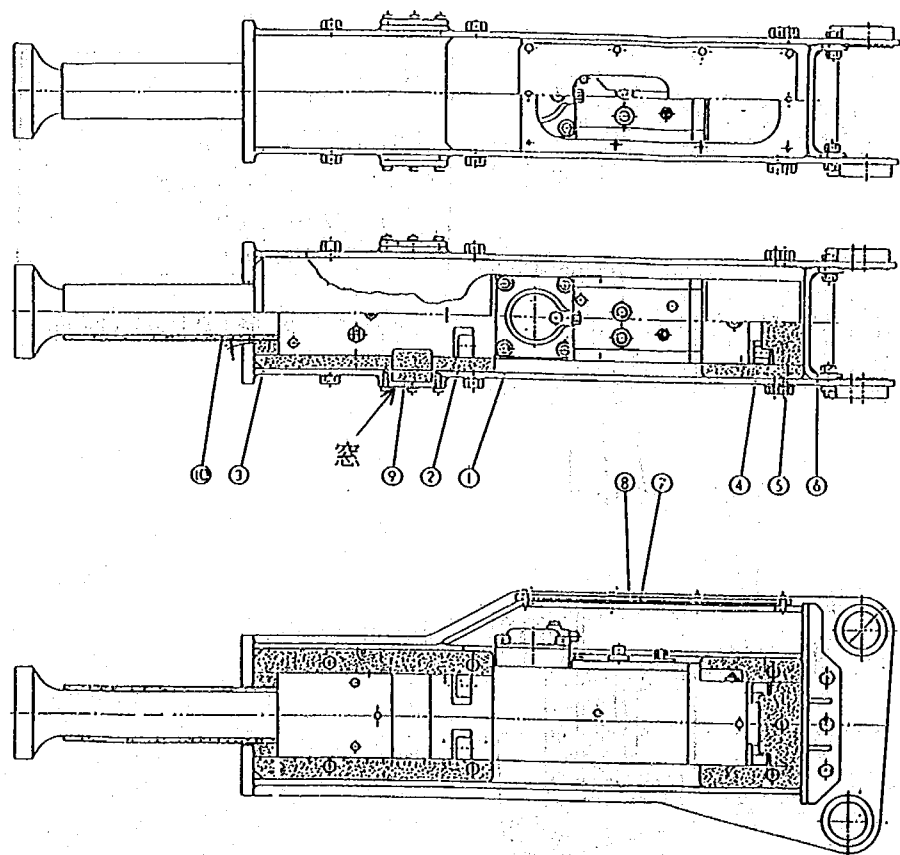
図-5.2 ブレーカの対策ケース（セットプレート）



試験ケース C		
対 策 策	フ レ ー ム	窓なし
	制 振 材	ウレタン最小型
	ロッドカバー	あり
	その他の対策	なし

②～⑤：ウレタン(HsA90)

図-5.3 ブレーカの対策ケース（ウレタン最小支持）

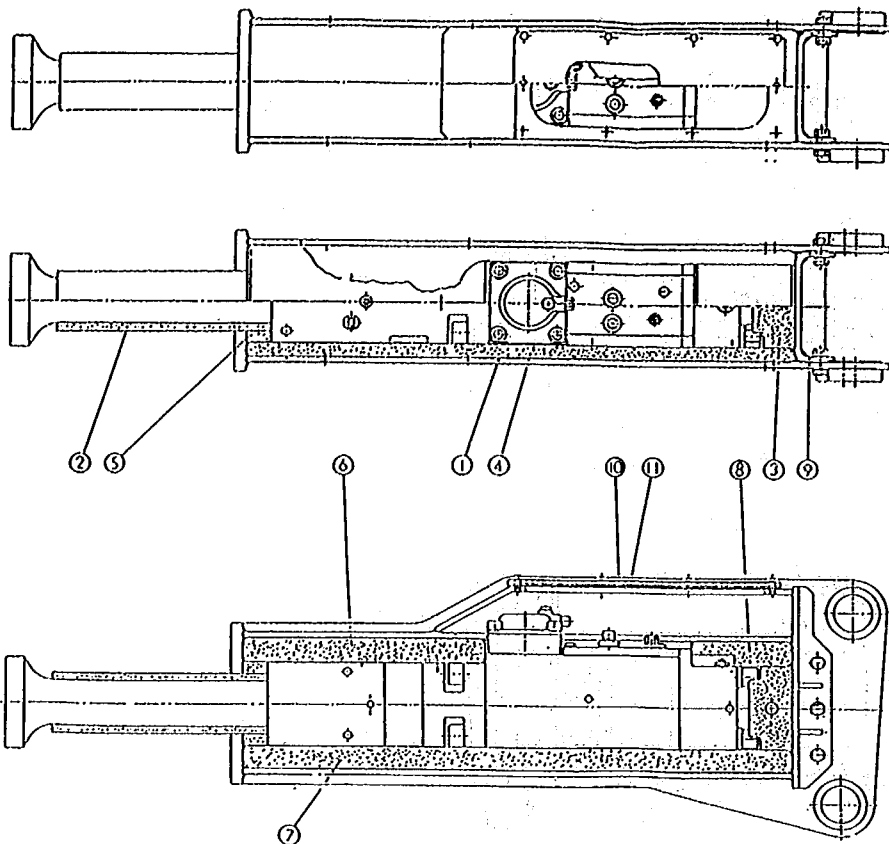


試験ケース D-1		
対 策 策	フ レ ー ム	窓あり
	制 振 材	ウレタン標準型
	ロッドカバー	あり
	その他の対策	なし

②～⑤, ⑨, ⑩：ウレタン(HsA90)

“D-2”はロッドカバーなし

図-5.4 ブレーカの対策ケース（ウレタン標準型）

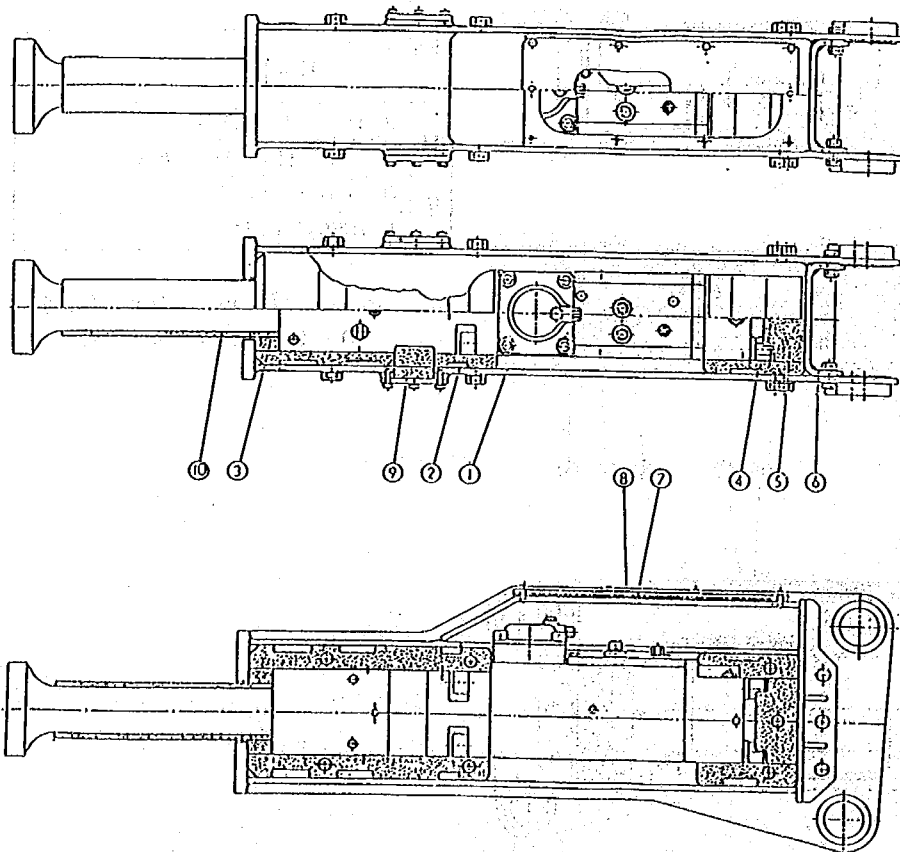


試験ケース E		
対 策	フ レ ー ム	窓なし
	制 振 材	NBR
	ロッドカバー	あり
	その他の対策	なし

②, ③ : ウレタン (HsA90)

④~⑧ : NBR (HsA60)

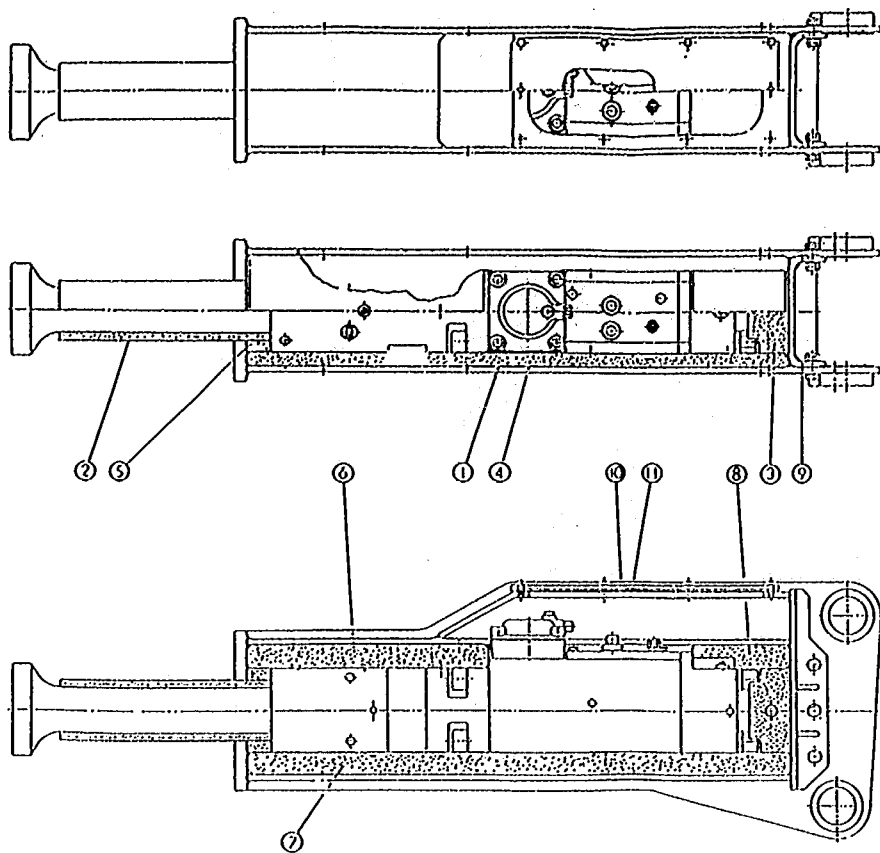
図-5.5 ブレーカの対策ケース(NBR)



試験ケース F		
対 策	フ レ ー ム	窓あり
	制 振 材	ウレタン溝付
	ロッドカバー	あり
	その他の対策	なし

②~⑤, ⑩, ⑪ : ウレタン (HsA90)

図-5.6 ブレーカの対策ケース (ウレタン溝付)

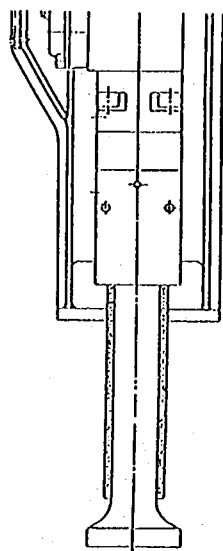


試験ケース G-1		
対 策	フ レ ー ム	窓なし
	制 振 材	ウレタン標準型
	ロッドカバー	あり
	その他の対策	なし

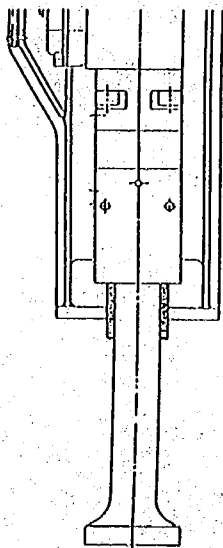
②～④：ウレタン(HsA90)

"G-2" はロッドカバーなし

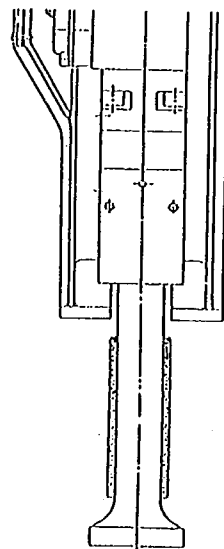
図-5.7 ブレーカの対策ケース（最終対策）



(a) 標準型



(b) 上部のみ



(c) 下部のみ

図-5.8 ロッドカバー



写真-5.1 ウレタンゴム

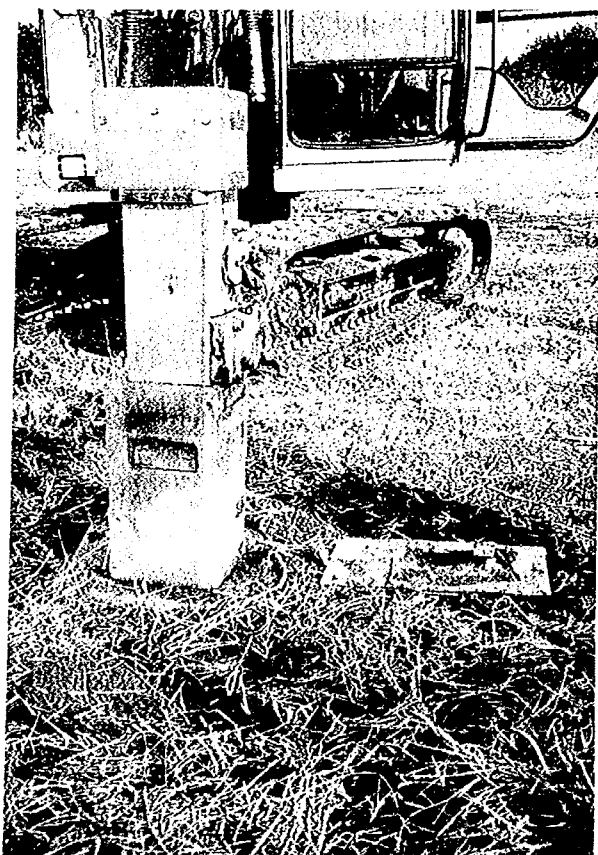


写真-5.2 ウレタンゴムセット状態

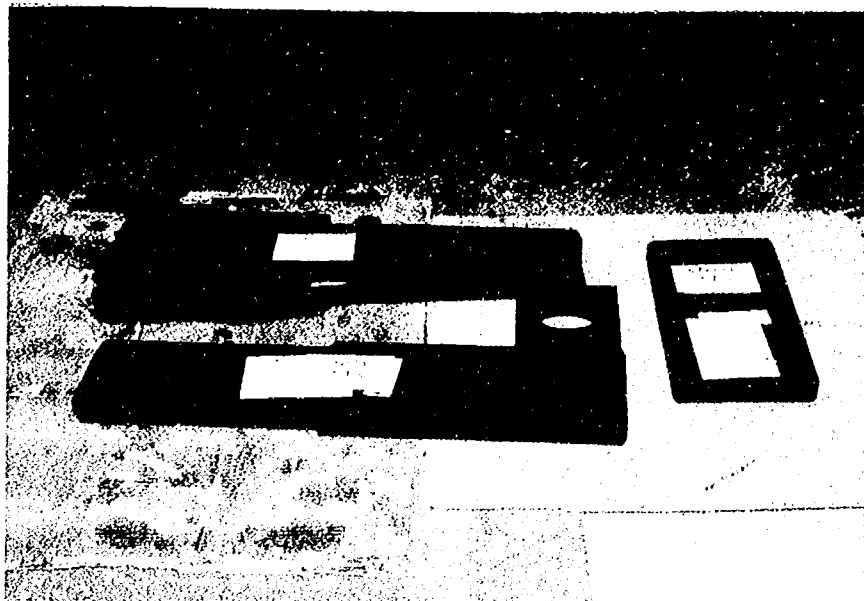


写真- 5. 3 NBR

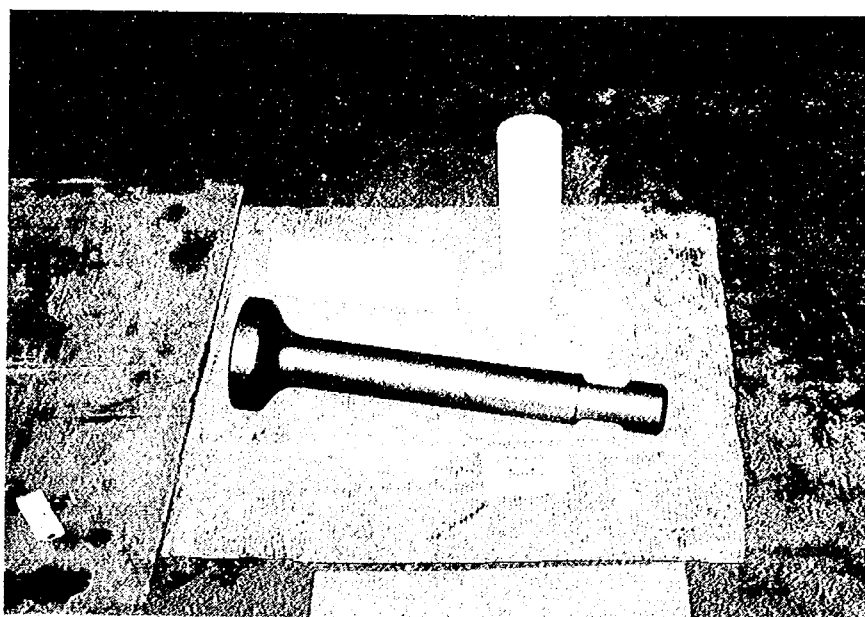
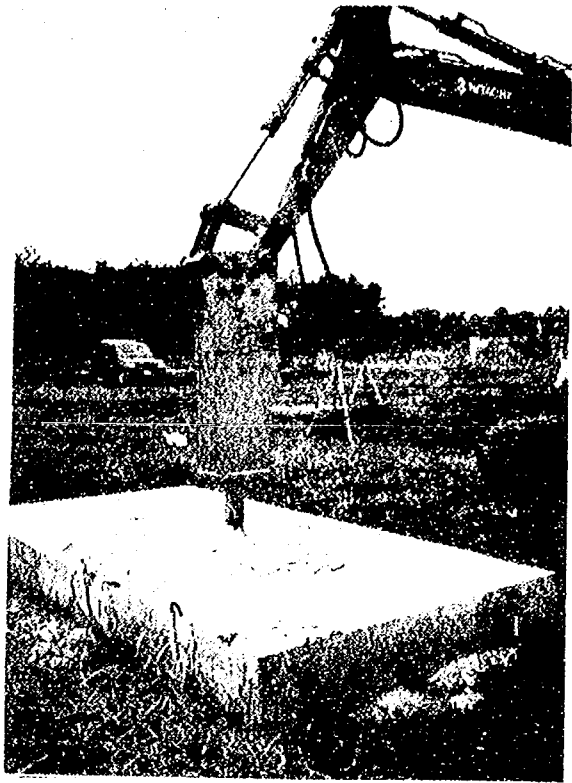


写真- 5. 4 ロッドカバー

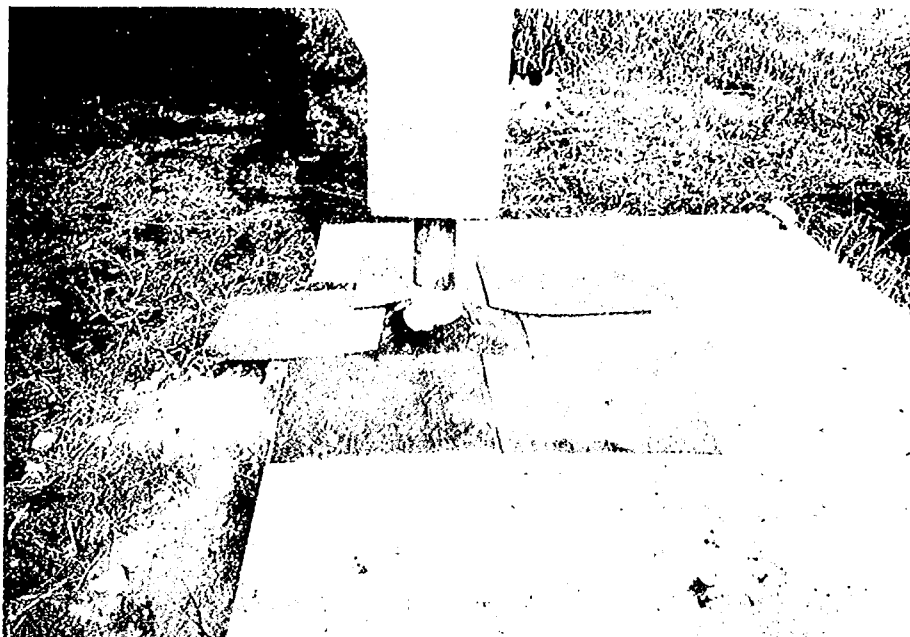


写真－5.5 騒音対策前後の概観

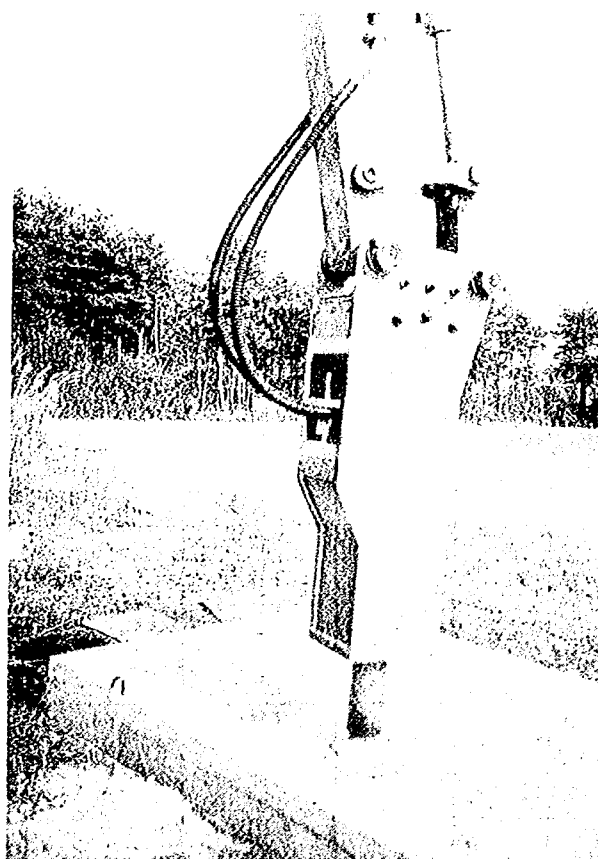
5.1.3 その他の対策

その他の対策：本体カバーなどの対策により騒音レベルが十分に低減した場合、打撃面から発生する音やわずかな開口部から漏れる音の影響が大きくなる可能性があるため、次のような対策を行った。

打撃面を遮音シート（ゼオン化成：サンダムS10）で覆い、打撃面から発生する音の寄与を調べた。また、防音カバーの開口部であるホース穴を同じ遮音シートを用いてカバーした。これら2つの対策を写真－5.6に示す。



(a) 打撃面カバー



(b) ホース穴カバー

写真- 5. 6 その他の対策

5.2 騒音測定解析方法

5.2.1 測定対象油圧ブレーカ

本研究においては、油圧ショベル搭載型の油圧ブレーカを研究対象としている。これは、構造物の解体、道路の打換え等で主に使用され需要が多いが、騒音対策が遅れていることや、苦情が多いことなどの、対策の必要性が高いことから選定した。対象規格としては、需要が多い0.25m³クラスの油圧ショベルに搭載したタイプとした。(本体重量約200～300kg)

5.2.2 測定条件

油圧ブレーカ騒音低減用部品の効果をみるために、作業状態の騒音を測定した。定常的な音を測定するためにロッドの先端をエンジンの吸排気を使用されているバルブの様な形に加工し、コンクリート版の騒音測定毎における破砕を防止し、なるべく同一状態で測定するようにした。また、これにより長時間の連続した打撃音を収録することが可能となった。コンクリート版の寸法は1.8m×3.6m×厚0.6mで、配合はレディーミクストの210-8-25、鉄筋D16を10cmメッシュで中心に層状に入れ、30cm地中に埋め、コンクリート版からの2次的振動による騒音を防止した。この方法により騒音測定したケースを表-5.3に示す。さらに騒音低減の対策をしていないもの(市販状態、ケースA)とケースGについて実際の破砕作業を再現するためコンクリート版及び花こう岩をポイントチゼルにより破砕している時の騒音を測定した。打撃対象のコンクリート版と破砕対象の花こう岩を図-5.9に示す。測定は、土木研究建設機械試験場で行った。

表-5.3 騒音測定ケース

□：周囲騒音測定(中、高スロットル) ^{AA}：近接音測定(全面)
△：周囲騒音測定(中スロットルのみ) ^A：近接音測定(部分)

名 称	ケース	フ レーム	制振材	ロッドカバー	その他の対策	①パイロットロッド	②コンクリート破砕	③花こう岩破砕 [*]	④空 打 ち
対 策 前	A-1	対策前	—	—		□ ^A	□	□	□
	A-2			○		□	□	□	—
ヒットプレート	B	窓あり	—	—		□ ^{AA}	—	—	—
ウレタン製小支柱	C	窓なし	ウレタン製	○		□ ^A	—	—	—
ウレタン製車	D-1	窓あり	ウレタン製	○		□ ^A	—	—	—
	D-2			—		□ ^A	—	—	—
N B R	F	窓なし	N B R	○		□ ^A	—	—	—
ウレタン製車	G	窓あり	ウレタン製	○		□ ^A	—	—	—
最終対策	H-1	窓なし	ウレタン製	○		□ ^{AA}	□	□	△
	H-2			—		—	□	□	△
	H-3			上のみ		□	—	—	—
	H-4			下のみ		□	—	—	—
	H-5			○	打撃面カバー	□	△	—	—
	H-6			○	ホース穴カバー	□	—	—	—

*：③花こう岩破砕は、7m4方向のみ測定

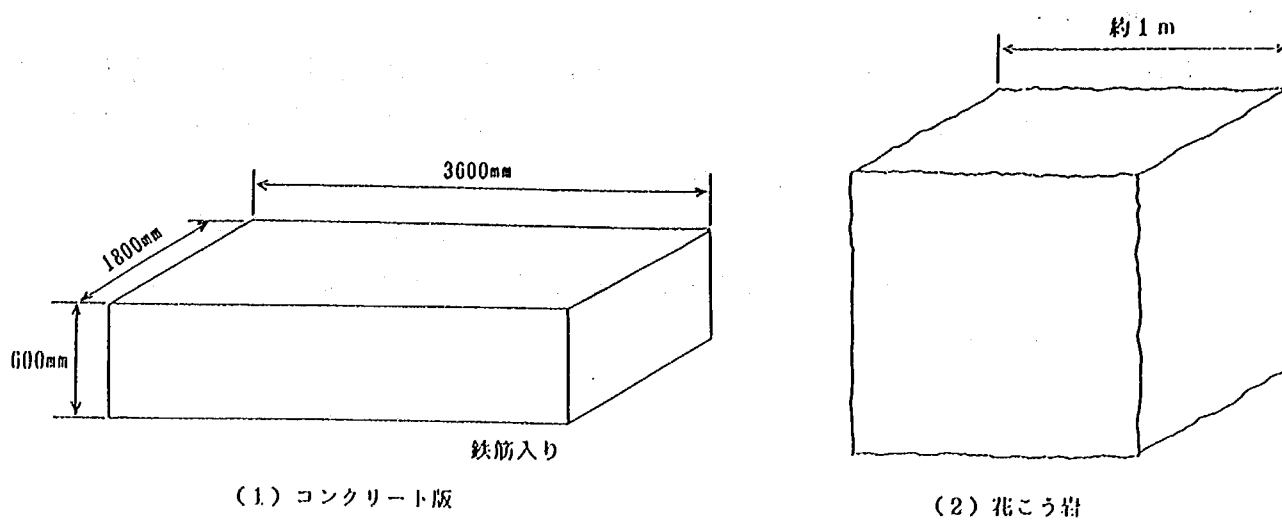


図-5.9 打撃及び破碎対象

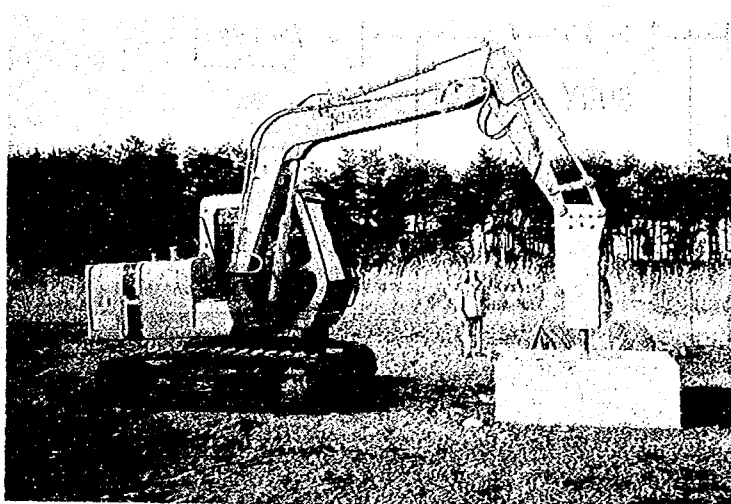


写真-5.7 コンクリート版破碎

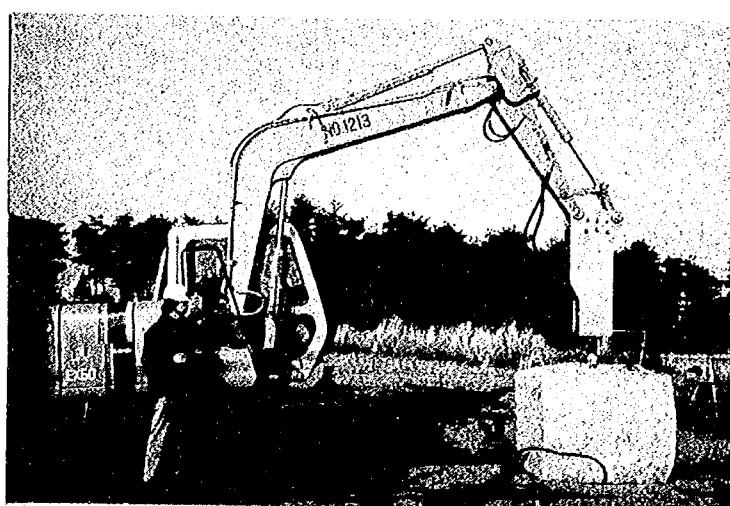


写真-5.8 花こう岩破碎

5.2.3 周囲騒音測定

周囲騒音測定は、基本的には(財)日本建設機械化協会規格「建設機械の騒音レベル測定方法」に則り、7 m、15m地点の4方向における高さ1.5mで行った。測定器の構成を図-5.10に、騒音測定点を図-5.11に示す。また、その状況を写真-5.9に示す。

動特性はFASTとし、騒音レベルと1/3オクターブ周波数分析を行った。打撃状態は、コンクリート版に対して、ロッド(チゼル)がほぼ垂直になるように設定した。油圧ショベルのスロットルは、高・中の2種類で行った。

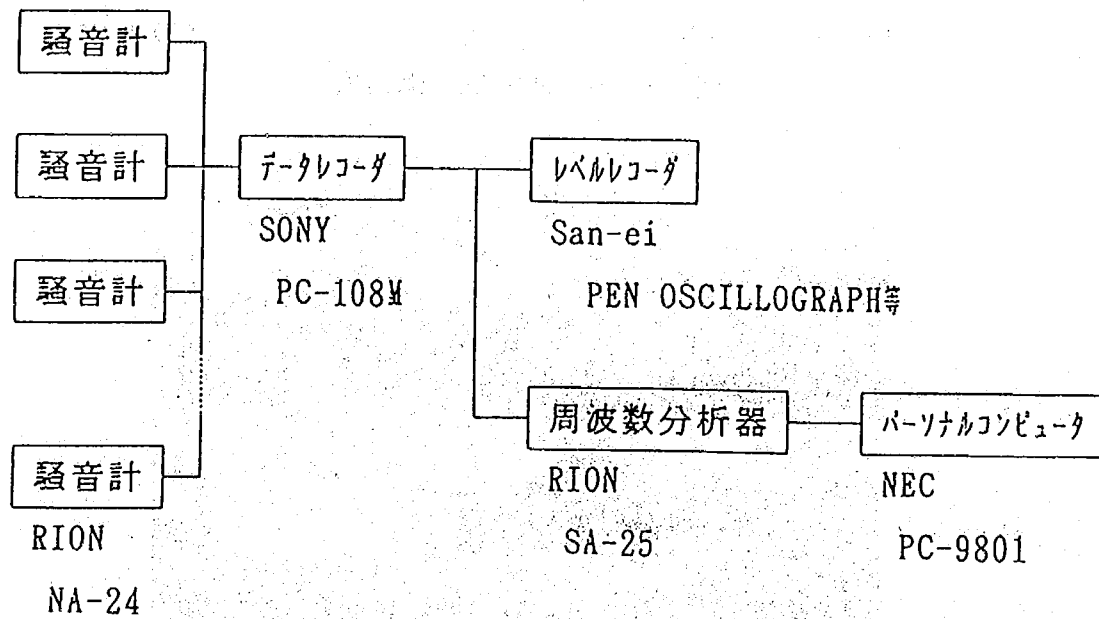


図-5.10 計測機器（周囲騒音）

● 騒音レベル測定点

◎ 騒音レベル・周波数分析

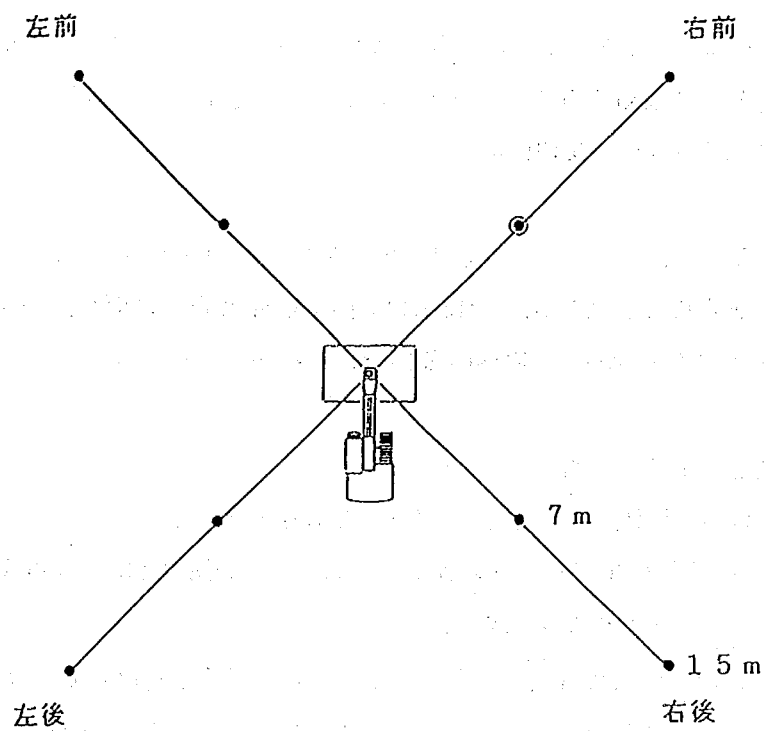


図-5.11 測定点(周囲騒音)

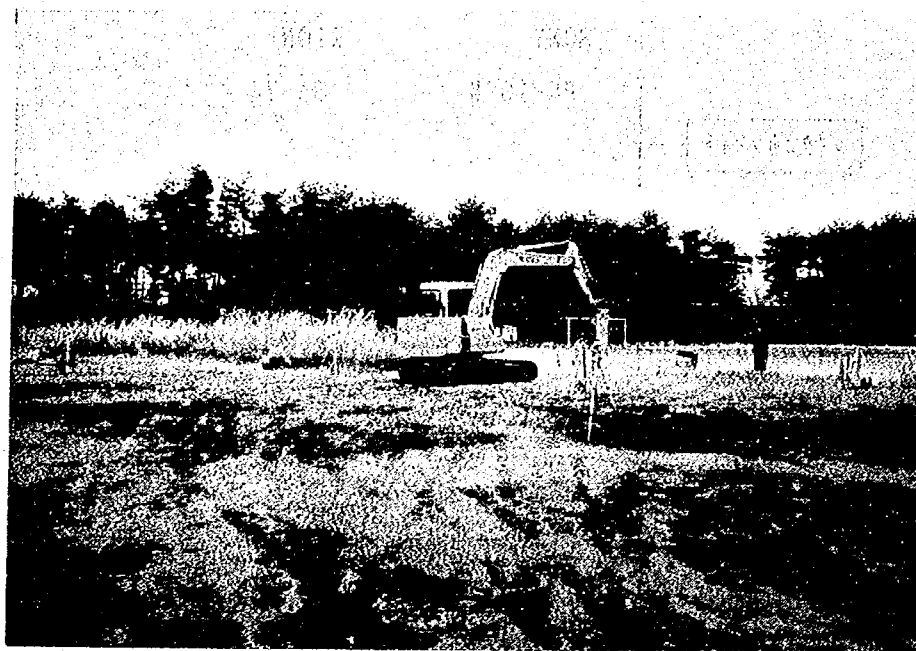


写真-5.9 周囲騒音測定状況

5.2.4 音響インテンシティ測定法による計測

油圧ブレーカの騒音源を調査するために音響インテンシティ法を用いた。音響インテンシティ法の特徴は、音源近傍における音の放射性状が直接ベクトル量として得られ、音源探査に利用できることである。

本研究では、近接した2個のマイクロホンから得られた音圧と、その差分から近似的に得られる粒子速度との積の時間平均として求める方法（2マイクロホン法）を用いた。測定計器を図-5.12、測定点を図-5.13、測定状況を写真-5.10に示す。

測定点：図-5.13に示すように、油圧ブレーカ本体の前面及び右側面（オペレータから見て）の表面から10cm離れた測定面に、縦15cm、横15cmの間隔で前面36点、側面48点の測定点を設定した。ケースBおよびケースG-1以外の条件では、各面中央の縦1列12点のみ測定を行った。

測定の種類：多点同時測定により行った。

測定周波数範囲：マイクロホン間隔を8mmとし、500～5kHzを対象とした。

測定回数：1打撃を40msecの範囲でフーリエ変換したものを、1測定点につき約30秒間の平均を行い、インテンシティ・レベルを求めた。

表示方法：測定終了後、騒音・振動解析装置のグラフィック表示機能を利用して、コンタ図、三次元表示の図（メッシュ線図）を作成した。ケースB及びケースG-1以外の条件では、メッシュ線図のみで表示を行った。

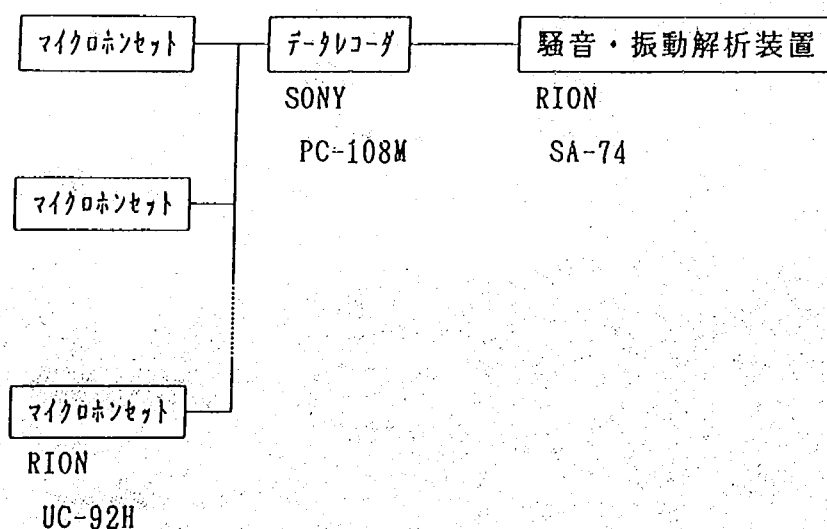
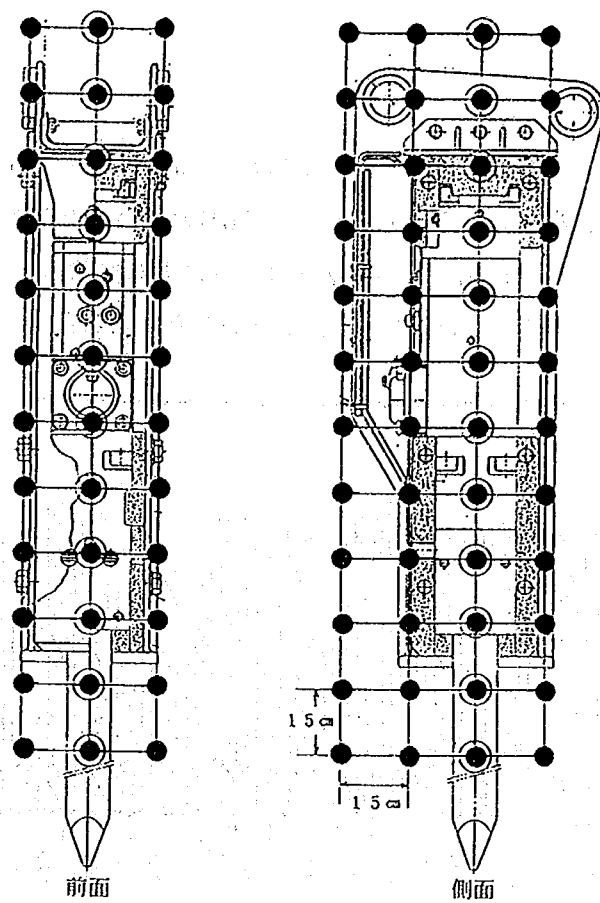


図-5.12 計測機器（近接音）



- 測定点（全面）
- 測定点（部分及び全面）

図-5.13 測定点（近接音）

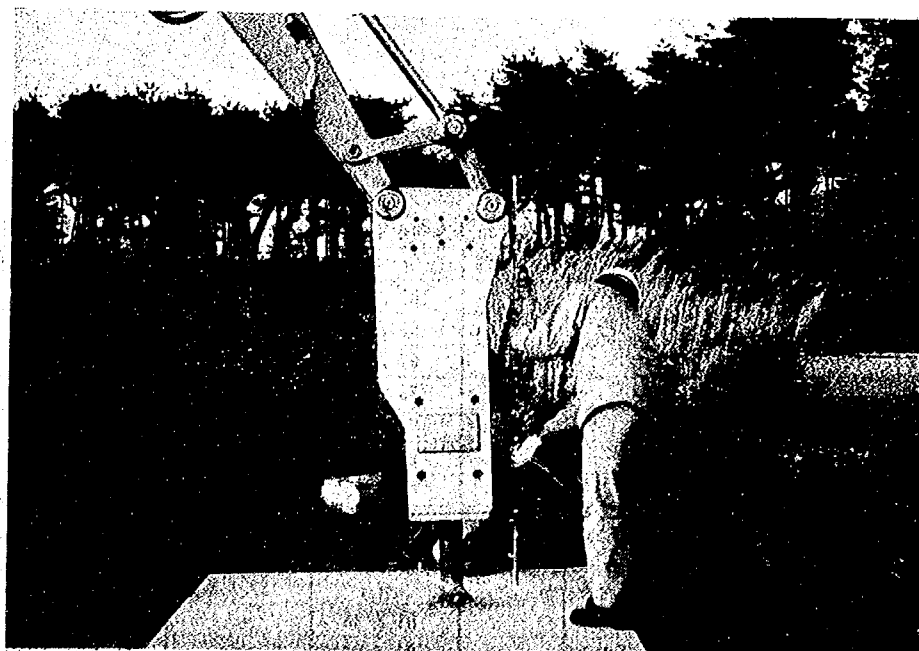


写真-5.10 音響インテンシティ測定状況

5.3 騒音測定解析結果

5.3.1 周囲騒音測定結果

1) 全ケースの騒音測定結果

平成3年度に騒音測定した全ケースの結果を図-5.14及び表-5.4、5.5に示す。

スロットル条件による違いは、高スロットルの方が1～2 dB大きいことが多いが、明確な差ではない。ポイントチゼルによる破碎試験に比べ、バルブ状ロッドによる打撃は3～5 dB程度大きい。これはロッドと打撃面が広い面で接触しているため安定しないことによると考えられる。

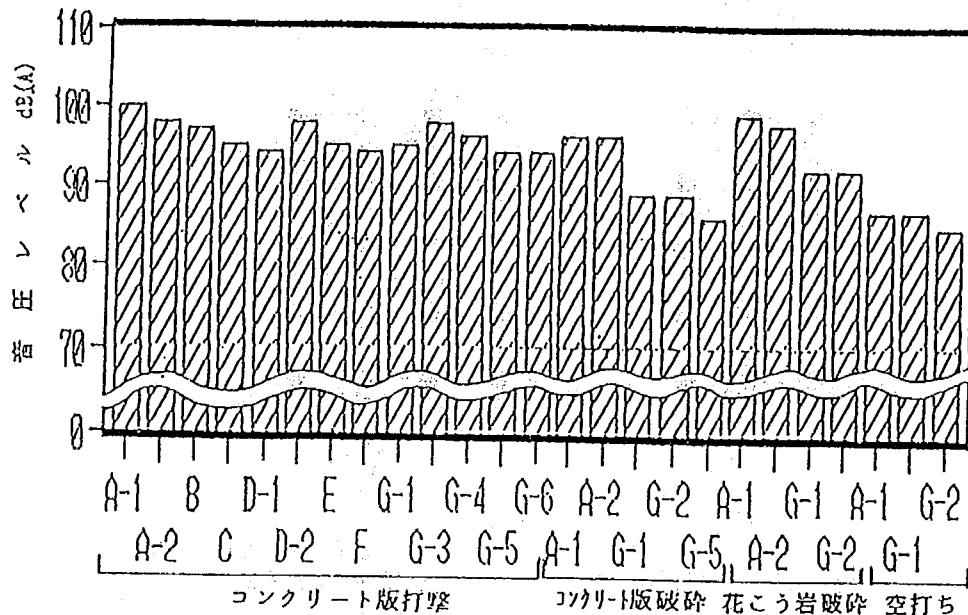


図-5.14 全ケースの周囲騒音測定結果（7m地点）

表-5.4 騒音レベル一覧（7m地点）

7m 4方向の平均（中スロットル／高スロットル） 単位：dB(A)									
名 称	ケース	フレーム	制振材	ロッドカバー	その他計量	①バルブ状ロッド	②コンクリート破碎	③花こう岩破碎	④空 打 ち
対 策 前	A-1	対策前	—	—		100 / 100	96 / 96	95 / 99	87 / 87
	A-2			○		99 / 98	94 / 96	95 / 98	—
ネットプレート	B	窓あり	—	—		97 / 97	—	—	—
クレタン壁小支柱	C	窓なし	クレタン壁小	○		93 / 95	—	—	—
クレタン壁壁	D-1	窓あり	クレタン壁壁	○		94 / 94	—	—	—
	D-2			—		99 / 98	—	—	—
N B R	E	窓なし	N B R	○		95 / 95	—	—	—
クレタン壁壁	F	窓あり	クレタン壁壁	○		92 / 94	—	—	—
最終対策	G-1	窓なし	クレタン壁壁	○		94 / 95	89 / 89	90 / 92	87 / —
	G-2			—		—	87 / 89	90 / 92	85 / —
	G-3			上のみ		97 / 98	—	—	—
	G-4			下のみ		97 / 96	—	—	—
	G-5			○	打撃面カバー	93 / 94	86 / —	—	—
	G-6			○	ネース穴カバー	93 / 94	—	—	—

表-5.5 騒音レベル一覧(15m地点)

15m方向の平均(中スロットル/高スロットル) 単位: dB(A)									
名 称	ケース	フレーム	制振材	ロッドカバー	その他の対策	①バルブ状ロッド	②コンクリート破砕	③花崗岩破砕	④空 打 ち
対 策 前	A-1	対策前	—	—	—	92 / 92	88 / 87	—	80 / 81
	A-2	—	—	○	—	92 / 91	86 / 87	—	—
油圧ブレーキ	B	窓あり	—	—	—	89 / 89	—	—	—
ウレタン製	C	窓なし	ウレタン	○	—	85 / 87	—	—	—
ウレタン製	D-1	窓あり	ウレタン	○	—	86 / 85	—	—	—
	D-2	—	—	—	—	90 / 89	—	—	—
N B R	E	窓なし	N B R	○	—	86 / 86	—	—	—
ウレタン製	F	窓あり	ウレタン	○	—	84 / 86	—	—	—
最終対策	G-1	窓なし	ウレタン	○	—	84 / 86	80 / 80	—	—
	G-2	—	—	—	—	—	79 / 81	—	—
	G-3	—	—	上のみ	—	87 / 88	—	—	—
	G-4	—	—	下のみ	—	88 / 87	—	—	—
	G-5	—	—	○	防音カバー	84 / 86	78 / —	—	—
	G-6	—	—	○	ホースカバー	84 / 86	—	—	—

2) 防音カバーの有無による比較

騒音低減対策前のケースA-1と油圧ブレーキを防音カバーで覆ったケースBを比較すると、騒音レベルで3 dBと低減の効果が認められた。これは、油圧ブレーキ表面から発せられる音が遮音された効果によるものと考えられる。(表-5.6)

表-5.6 防音カバーの有無による比較

単位: dB(A)

打 撃 条 件						騒 音
ケース	打 撃 種 別	フレーム	制 振 材	ロッドカバー	その他の対策	7 m
ケースA-1	バルブ状ロッドによる打撃	対策前	な し	な し	な し	100
ケースB	バルブ状ロッドによる打撃	窓あり	な し	な し	な し	97

3) 制振材の有無による比較

防音カバーのみのケースBと防音カバーの内部に制振材としてウレタンを用いたケースD-2を比較すると、騒音レベルに明確な差はみられず、制振材の効果は認められなかった。(表-5.7)

表-5.7 制振材の有無による比較

単位: dB(A)

打 撃 条 件						騒 音
ケース	打 撃 種 別	フレーム	制 振 材	ロッドカバー	その他の対策	7 m
ケースB	バルブ状ロッドによる打撃	窓あり	な し	な し	な し	97
ケースD-2	バルブ状ロッドによる打撃	窓あり	ウレタン	な し	な し	98

4) 制振材の材質、形状の違いによる比較

ウレタンを油圧ブレーカの上面と底面のみに使用したケースCと全面に使用したケースD-1を比較すると、全面に使用したケースD-1の方が1～2 dB騒音が小さくなっている。この結果から、防音カバーの内部には隙間を開けることなく制振材を詰めた方が良いと考えられる。

制振材にウレタンを用いたケースD-1とこれより軟質なNBRを用いたケースEとを比較すると表-5.8に示すように両者の間には、明確な差はなかった。これは、油圧ブレーカ固定のための強度の都合上ケースEにおいて上面と底面にNBRのかわりにウレタンを用いたためとも考えられる。

同様に、ケースD-1で用いたウレタンに溝を加工して防音カバーとの接触面積を減らしたケースFで比較を行ったが、両者の騒音レベルに明確な差はなかった。(表-5.8)

表-5.8 制振材の材質、形状の違いによる比較

単位: dB(A)

打 撃 条 件							騒音
ケース	打 撃 種 別	フレーム	制振材及び形状	制振材位置	ロッドカバー	その他の対策	7 m
ケースC	バルブ状ロッド	窓なし	ウレタン板状	上面と底面	あり	なし	95
ケースD-1	バルブ状ロッド	窓あり	ウレタン板状	全面	あり	なし	94
ケースE	バルブ状ロッド	窓なし	NBR	全面	あり	なし	95
ケースF	バルブ状ロッド	窓あり	ウレタン溝付	全面	あり	なし	94

5) 打撃面カバーの効果

ケースGにおいてコンクリート版打撃面を遮音シートで覆った効果を測定した。バルブ状ロッドによるコンクリート版打撃時には差はないが、ポイントチゼルによるコンクリート版破碎においては騒音が低減しているが、その量は小さい。したがって、油圧ブレーカ本体の遮音が充分であれば、打撃面から発生する音の寄与は本体部分に比べて大きくないといえる。(表-5.9)

表-5.9 打撃面カバーの効果

単位: dB(A)

打 撃 条 件						騒音
ケース	打 撃 種 別	フレーム	制 振 材	ロッドカバー	その他の対策	7 m
ケースG-1	バルブ状ロッドによる打撃	窓なし	ウレタン	あり	なし	95
ケースG-5	バルブ状ロッドによる打撃	窓なし	ウレタン	あり	打撃面カバー	94
ケースG-1	コンクリート版破碎	窓なし	ウレタン	あり	なし	89
ケースG-5	コンクリート版破碎	窓なし	ウレタン	あり	打撃面カバー	86

ケースG-1、ケースG-5のコンクリート版破碎は油圧ショベル中スロットル時に測定

6) ロッドカバーの有無による比較

ロッド部分にウレタンで作成したカバーを付け、効果を騒音低減対策前（市販状態）のケースAと騒音低減対策後のケースD及びGについて測定した。ケースAについては、バルブ状ロッドによるコンクリート版打撃時には傾向的に騒音が低減しているが、ポイントチゼルによるコンクリート版及び花こう岩破碎時には効果はみられなかった。ケースDのバルブ状ロッドによるコンクリート版打撃時は、ロッドカバーを付けたことにより4 dB、騒音が低減した。しかし、ケースGのポイントチゼルによるコンクリート版及び花こう岩破碎時には、ロッドカバーの効果は確認できなかった。

これは打撃時にロッドが不安定なバルブ状ロッド使用時には、ロッドカバーが有効であるが、ポイントチゼルが破碎物に食い込んだ状態においてはロッドカバーの効果は小さいと考えられる。（表-5.10）

表-5.10 ロッドカバーの有無による比較

打 撃 条 件						騒 音
ケ ー ス	打 撃 種 別	フレーム	制 振 材	ロッドカバー	その他の対策	7 m
ケースA-1	バルブ状ロッドによる打撃	対策前	な し	な し	な し	100
ケースA-2	バルブ状ロッドによる打撃	対策前	な し	あ り	な し	98
ケースA-1	コンクリート版破碎	対策前	な し	な し	な し	96
ケースA-2	コンクリート版破碎	対策前	な し	あ り	な し	96
ケースA-1	花こう岩破碎	対策前	な し	な し	な し	99
ケースA-2	花こう岩破碎	対策前	な し	あ り	な し	98
ケースD-1	バルブ状ロッドによる打撃	窓あり	ウレタン	あ り	な し	94
ケースD-2	バルブ状ロッドによる打撃	窓あり	ウレタン	な し	な し	98
ケースG-1	コンクリート版破碎	窓なし	ウレタン	あ り	な し	89
ケースG-2	コンクリート版破碎	窓なし	ウレタン	な し	な し	89
ケースG-1	花こう岩破碎	窓なし	ウレタン	あ り	な し	92
ケースG-2	花こう岩破碎	窓なし	ウレタン	な し	な し	92

5.3.2 音響インテンシティ測定法による計測結果

ケースAからケースGまでブレーカの前面及び右側面の中央、縦一列12点の測定点で、音響インテンシティを測定した。ケースGを除いて、ロッド（チゼル）部分から発する音は、ブレーカ本体から発する音より小さい傾向にある。また、制振材の有無、種類、形状を変えて測定したが、3）、4）の結果と同様に明確な差はみられなかった。

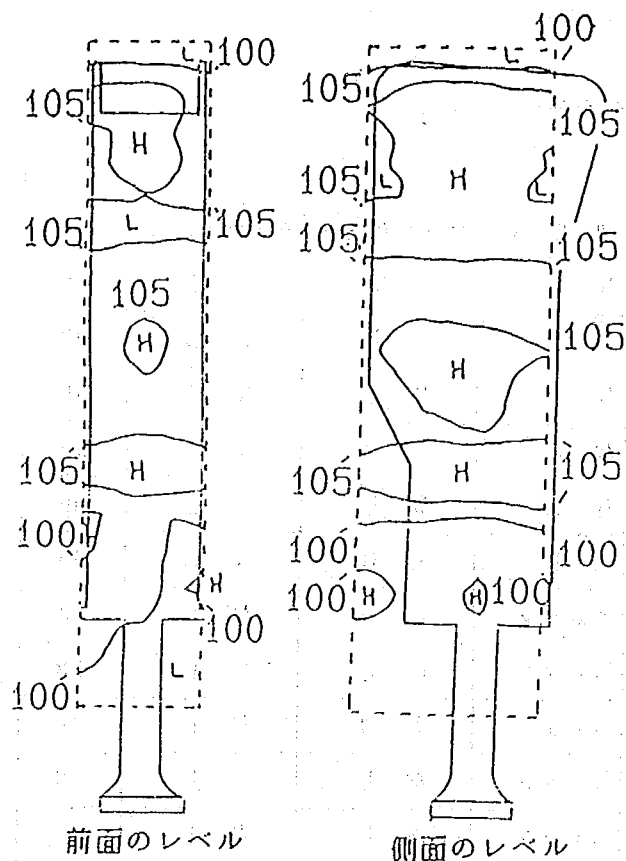
さらに、ケースBとケースGについては、前面及び右側面の全面において測定を行った。500Hz～5 kHz全帯域における分析結果を、コンタ図として図-5.15、5.16に示す。

全帯域ではブレーカ本体部分の所々にインテンシティレベルの高い点が存在する傾向があり、これ

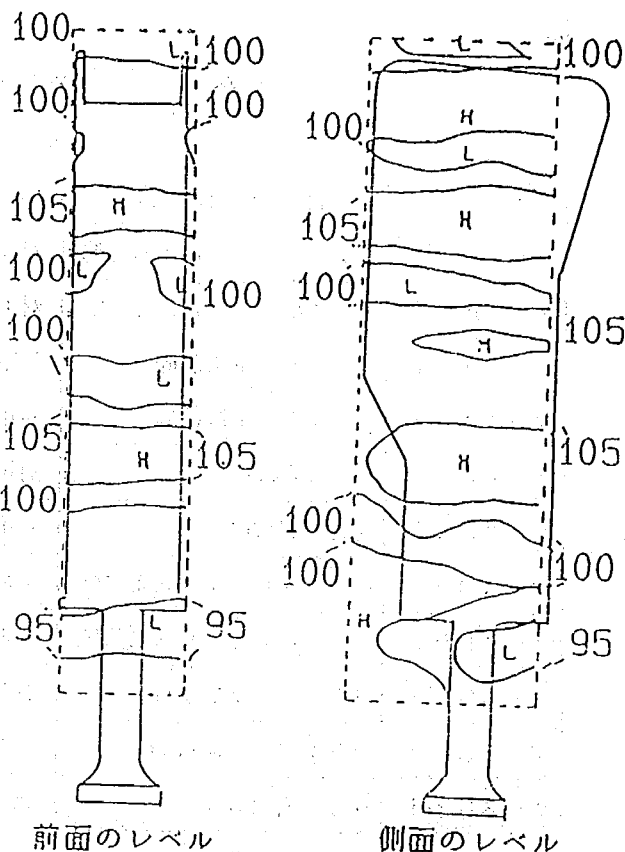
はどの周波数でも共通しており、卓越した周波数帯域はない。ブレーカ上部及びブレーカ内部でロッド（チゼル）が打撃されている辺りを中心に、ブレーカ本体の全体から音が放射されている。

試験ケース B	
打撃種別 ①バルブ状ロッドによる打撃	
対	フ レ ー ム 窓あり（セットプレート）
策	制 振 材 なし
	ロッドカバー なし
	その他の対策 なし

試験ケース G-1	
打撃種別 ①バルブ状ロッドによる打撃	
対	フ レ ー ム 窓なし
策	制 振 材 ウレタン
	ロッドカバー あり
	その他の対策 なし



（ケースB）



（ケースG-1）

図-5.15 音響インテンシティ測定結果 図-5.16 音響インテンシティ測定結果

5.3.3 騒音低減対策の効果

騒音低減対策前のケースA-1と防音カバーと制振材により騒音低減対策を講じたケースG-1の周囲騒音測定結果を、表-5.11に示す。7m地点における騒音の平均値でバルブ状ロッドによるコンクリート版打撃は約5dB、ポイントチゼルによるコンクリート版破碎は約7dB、花こう岩破碎は約7dB低減されている。

また、7m地点における平均音圧レベルで比較すると、バルブ状ロッドによるコンクリート版打撃

は5.2dB、ポイントチゼルによるコンクリート版破砕は7.1dB、花こう岩破砕は7dB程度低減されている。

ケースA-1とケースG-1について7m地点で測定した騒音データを周波数分析した結果を、図-5.17~5.19に示す。この周波数分析結果から明らかなように、500~1kHz以上で騒音が低減していることがわかる。

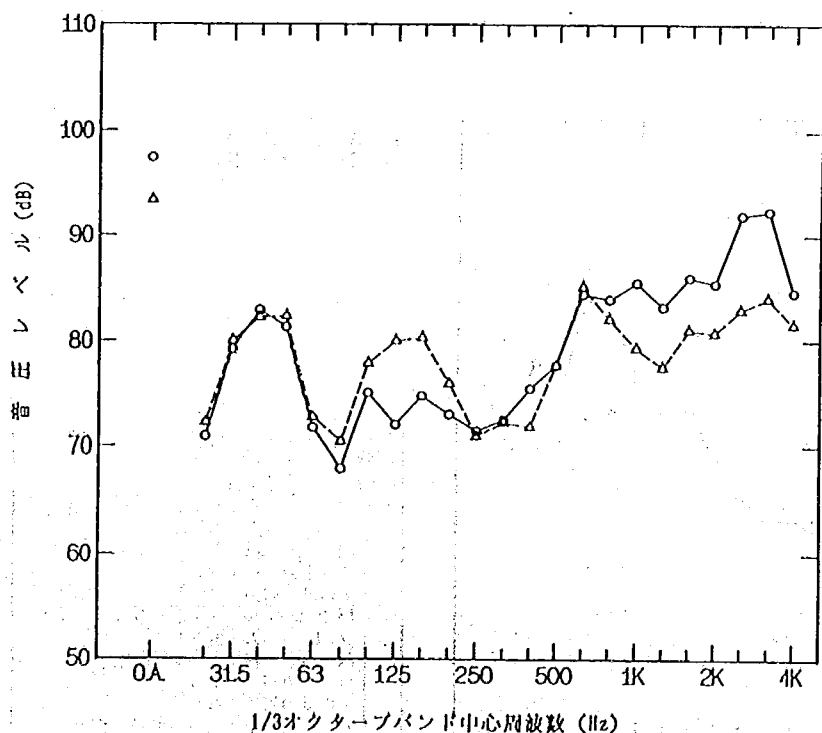
表-5.11 騒音低減効果

単位：dB(A)

打 撃 条 件						騒音
ケース	打撃種別	フレーム	制振材	ロッドカバー	その他の対策	7m
ケースA-1	バルブ状ロッドによる打撃	対策前	なし	なし	なし	100
ケースG-1	バルブ状ロッドによる打撃	窓なし	ウレタン	あり	なし	95
ケースA-1	コンクリート版破砕	対策前	なし	なし	なし	96
ケースG-1	コンクリート版破砕	窓なし	ウレタン	あり	なし	89
ケースA-1	花こう岩破砕	対策前	なし	なし	なし	99
ケースG-1	花こう岩破砕	窓なし	ウレタン	あり	なし	92

ケースA-1：騒音低減対策前

ケースG-1：騒音低減対策後

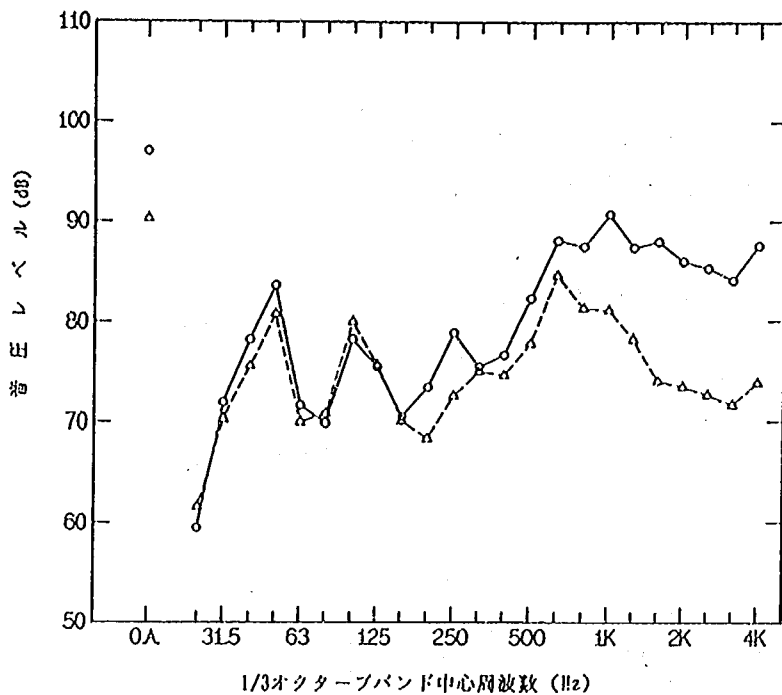


○：A-1（対策前）
△：G-1（最終対策）

打撃種別	① バルブ状ロッドによる打撃
打撃条件	中スロットル
受音点	右前7m
A-1	騒音レベル 7m/5: 100/100
	フレーム 対策前
	制振材 なし
	ロッドカバー なし
	その他の対策 なし
G-1	騒音レベル 7m/5: 94/95
	フレーム 窓なし
	制振材 ウレタン換阻型
	ロッドカバー あり
	その他の対策 なし
対策効果	7m/5: ① 6dB

(a) コンクリート版打撃

図-5.17 対策効果（周波数特性の比較）～最終対策～



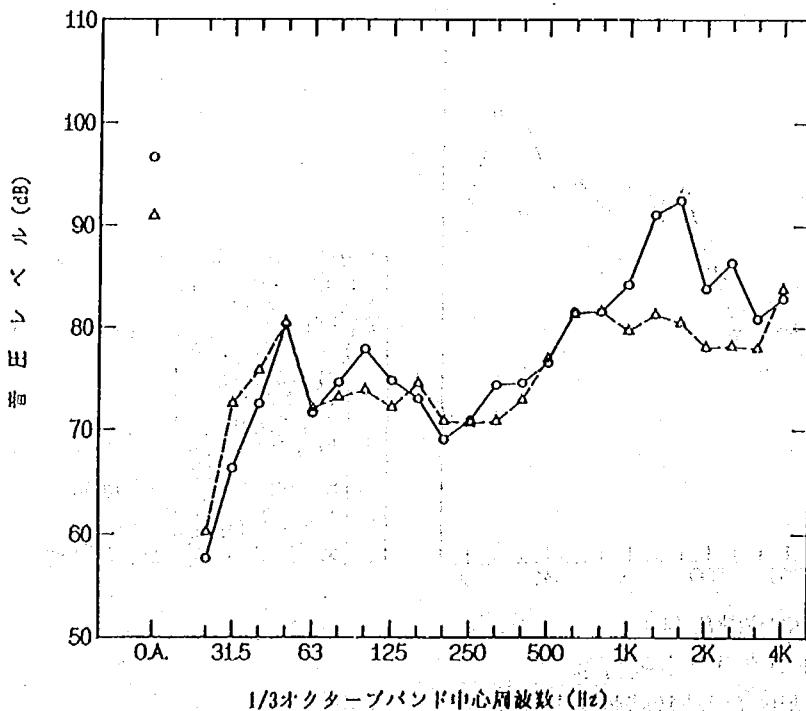
○: A-1 (対策前)
△: G-1 (最終対策)

打撃剛別: ②コンクリート破砕	
打撃条件: 中スロットル	
受音点: 右側7m	
A-1	騒音レベル 7m/A: 9.6 / 9.6
	フレーム 対策前
	制振材 なし
	ロッドカバー なし
	その他の対策 なし
G-1	騒音レベル 7m/A: 8.9 / 8.9
	フレーム 窓なし
	制振材 ウレタン板貼付
	ロッドカバー あり
	その他の対策 なし
対策効果 7m/A/B/C: ② 7dB	

1/3オクターブバンド中心周波数 (Hz)

(b) コンクリート版破砕

図-5.18 対策効果 (周波数特性の比較) ~最終対策~



○: A-1 (対策前)
△: G-1 (最終対策)

打撃剛別: ③花こう岩破砕	
打撃条件: 中スロットル	
受音点: 右側7m	
A-1	騒音レベル 7m/A: 9.5 / 9.9
	フレーム 対策前
	制振材 なし
	ロッドカバー なし
	その他の対策 なし
G-1	騒音レベル 7m/A: 9.0 / 9.2
	フレーム 窓なし
	制振材 ウレタン板貼付
	ロッドカバー あり
	その他の対策 なし
対策効果 7m/A/B/C: ③ 6dB	

1/3オクターブバンド中心周波数 (Hz)

(c) 花こう岩破砕

図-5.19 対策効果 (周波数特性の比較) ~最終対策~

6. ま と め

平成2年度は、既存の油圧ブレーカの低騒音化技術に関する資料の調査及び油圧ブレーカの作業状態における騒音発生量の計測・解析を行った。

油圧ブレーカを含む削岩機に対する騒音苦情は他の特定建設作業と比較して非常に多くなっている。また、削岩機の騒音対策は他の建設機械と比較して遅れている状態にある。

油圧ブレーカのコンクリート版破砕作業時の周囲騒音を測定すると7m地点で、95dB(A)、15mで88dB(A)程度である。

また、音響インテンシティ法による測定結果からは、ブレーカ内部でチゼルが打撃されている辺り、側面ブラケット部の窓の辺り、チゼル部を中心に、ブレーカ本体の全体から音が放射されていることがわかった。

平成3年度は、油圧ブレーカの騒音低減対策部品の設計及び製作を行い、周囲騒音測定及び音響インテンシティ法によりその効果を調査した。

その調査結果から、次のことが判明した。

- ① 防音カバーとその内側に制振材を併用することにより、5～7dB程度の騒音低減が図れる。なお、防音カバーを単体で用いると、3dB程度の騒音低減が図れる。
- ② 試作したロッドカバーはロッド（チゼル）の打撃が不安定な時に有効であり、ポイントチゼルによる打撃開始時にも騒音低減効果が期待できる。
- ③ 平成3年度の試験では制振材の材質、形状による騒音低減効果に違いはみられなかった。

7. 今後の検討課題

平成3年度は、防音カバー及び制振材による騒音低減化を図った。今後は、実際の使用に耐える構造の検討及び作業性を損なわない、より一層の低騒音化に向けての改良が必要であると考ええる。

平成4年度は、防音カバーの油圧ブレーカへの防振支持、防音カバー外側への制振材貼付による低騒音化及び部材の強化等による耐久性の向上を図る予定である。

あ と が き

市街地における建設作業の騒音対策は、より快適な生活環境が求められるにしたがって今後ますます重要になってくる。なかでも油圧ブレーカを含めた削岩機に対する騒音苦情は非常に多く、早急な対策が必要となっている。

そのため本研究では、騒音対策が遅れており苦情の多い油圧ブレーカの騒音発生機構を調査し、騒音対策を行い、周囲騒音測定及び音響インテンシティ測定によりその効果を調査した。

その結果、油圧ブレーカの騒音発生の傾向としては、ブレーカ内部でチゼルが打撃されている辺り、側面ブラケットの窓の辺り、チゼル部を中心にブレーカ本体の全体から音が放射されていることがわかった。また騒音対策を行った結果、試作した防音カバーを用いることにより、3 dB程度の騒音低減が、また防音カバーとその内側に制振材を用いることにより、5～7 dB程度の騒音低減が図れた。

油圧ブレーカの騒音を低減するためには、油圧ブレーカ本体の振動を抑えることとブレーカ本体表面及びチゼル部分から発せられる音を遮断することが重要である。

本研究で製作した騒音低減用の油圧ブレーカには、さらなる騒音低減と実際の現場において使用できる耐久性が課題として残されているため、平成4年度及び5年度の2カ年でこれらの課題を解決し、完成させていきたい。

最後に、本研究を進める上でご指導ご協力いただいた環境庁、(株)日本建設機械化協会建設機械化研究所、(財)小林理学研究所の加来治郎氏、佐伯誠一氏、古河機械金属株式会社の軽部完氏、大田彰則氏、福井信義氏、布施達哉氏に厚く感謝の意を表します。

参考文献

- 1 : 藤田録朗「ブレーカの騒音対策」建設の機械化1976. 10
- 2 : 橋内良雄外「建設工事用小型圧縮空気機械（コンクリートハンドブレーカ）の低騒音化に関する研究 環境保全研究成果集 昭和60年度～昭和62年度
- 3 : ブレーカメーカーカタログ及び技術資料
- 4 : 時政宏「特定建設作業に伴って発生する騒音の規制に関する基準の改正」公害と対策1989, Vol. 25No 2
- 5 : 小幡輝夫「騒音・振動に関する防止技術の動向」日本機械学会誌1989. 4
- 6 : (財)日本産業機械工業会「昭和53年度環境庁委託業務結果報告書（低騒音機器開発状況調査）」
- 7 : 岩田秀峰「さく岩機」建設機械1989. 8
- 8 : 建設省四国技術事務所「建設騒音及び振動の防止並びに排除に関する調査試験第1報」昭和60年3月
- 9 : 石川正臣「騒音設計、解析、評価法の解説と学習(3)音響インテンシティについて」日本機械学会関西支部第169回講習会教材1989年
- 10 : 阿部武「音響インテンシティ法による騒音源の同定」日本音響学会誌39巻10号1983年
- 11 : 子安勝「音響インテンシティ法による音響パワーレベル測定方法」日本音響学会誌43巻12号1987年
- 12 : 矢野博夫・橋秀樹「建築音響における音響インテンシティ計測法の応用」日本音響学会誌43巻12号1987年
- 13 : 押野康夫「音響インテンシティ法の自動車騒音測定への適用例」日本音響学会誌43巻12号1987年
- 14 : 橋秀樹・矢野博夫「音響インテンシティ測定法の原理と応用」騒音制御1984年No 4
- 15 : 押野康夫・荒井紀博「サーフェイスインテンシティ計測の応用例」騒音制御1986年No 4
- 16 : 橋秀樹・日高新人「音響インテンシティによる音場の可視化」流れの可視化1988年10月
- 17 : 藤田肇「音響と振動の可視化」流れの可視化1988年10月
- 18 : 押野康夫・橋秀樹「複素音響インテンシティとその応用」自動車技術1988年Vol. 12
- 19 : 森田茂、川崎勝之、梅村匡一「低騒音エンジン開発のための解析手法」自動車技術1983年No.12
- 20 : 畑秀二、高橋睦「音響インテンシティ計測による騒音解析手法」自動車技術1982年No12
- 21 : 日高新人、安久司郎、橋秀樹「複素音響インテンシティによる音場解析」日本音響学会誌43巻12号1987年

参 考 資 料

油圧ブレーカの低騒音化に関する特許

1.1 ブレーカ用防音ケーシング(1)～(10)

1.2 ブレーカ用防振ブラケット(1)～(13)

防音ケーシング(1)

公 開	発 明 の 名 称	発 明 の 目 的
開 57-119093 S57.07.24	内燃機関を有するハンマ	〔(目的) 保護フードを、クランク伝導装置と内燃機関とを作業員に向かって上部、正面及び側面側で間隔を保つて覆うように構成すると共に、燃料容器を取付けることにより、安全性と作業性の向上を図る。〕
		発 明 者
		ワツカー ウエルケ GMBH ウント C O KG (マルチン グレツプ マイル)

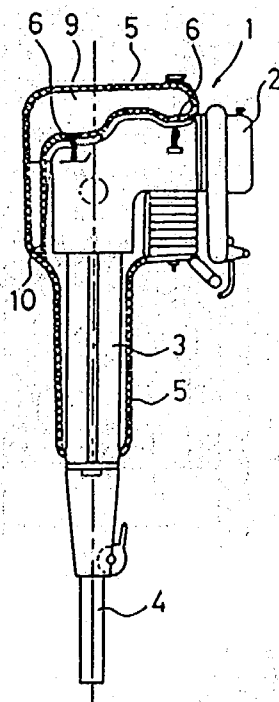


FIG. 2

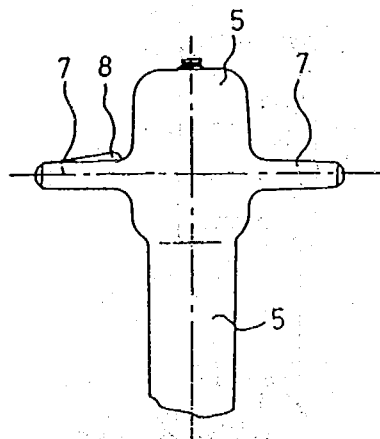


FIG. 3

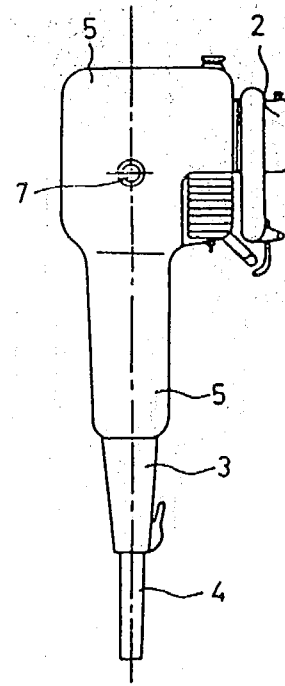
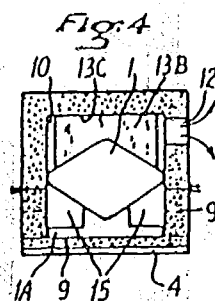
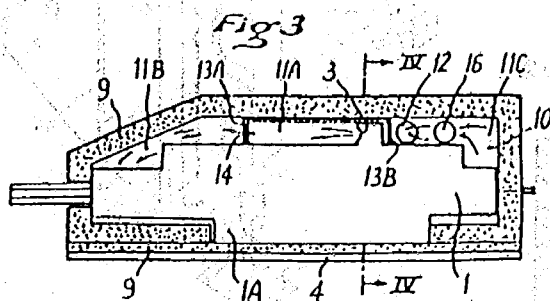
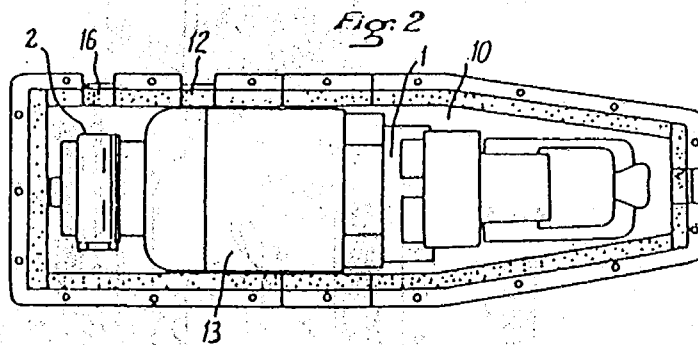
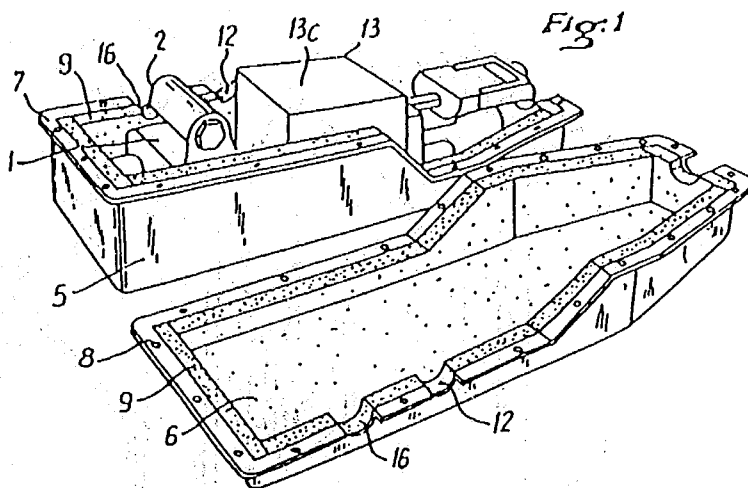


FIG. 1

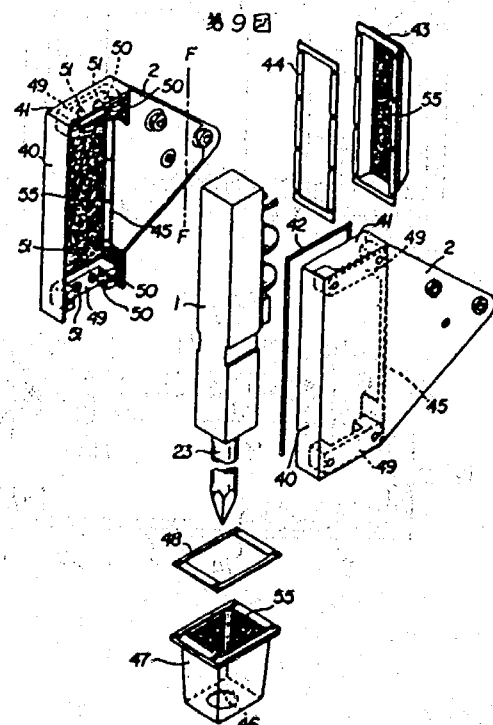
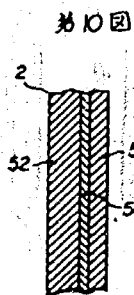
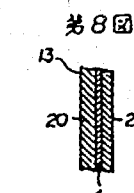
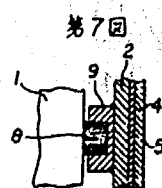
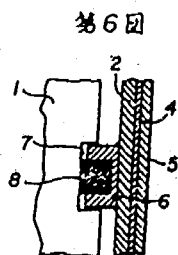
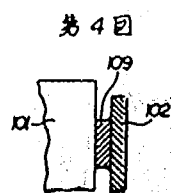
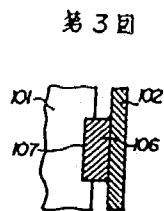
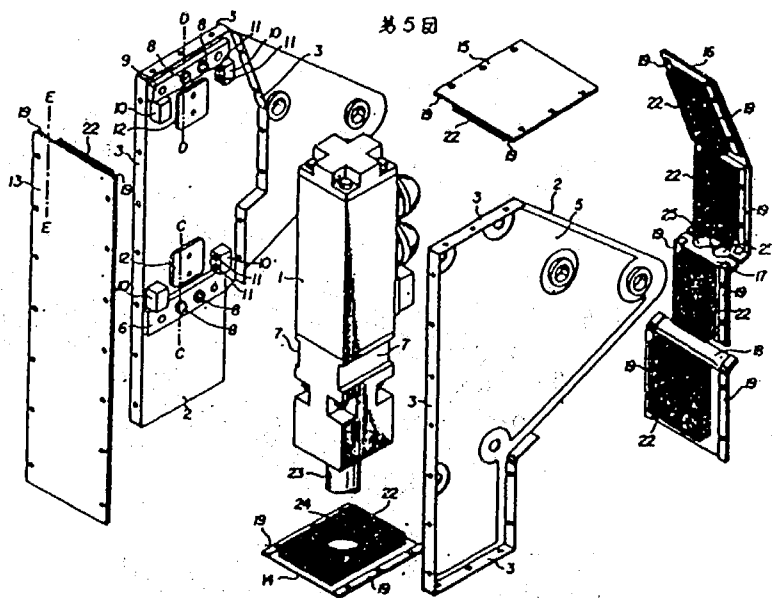
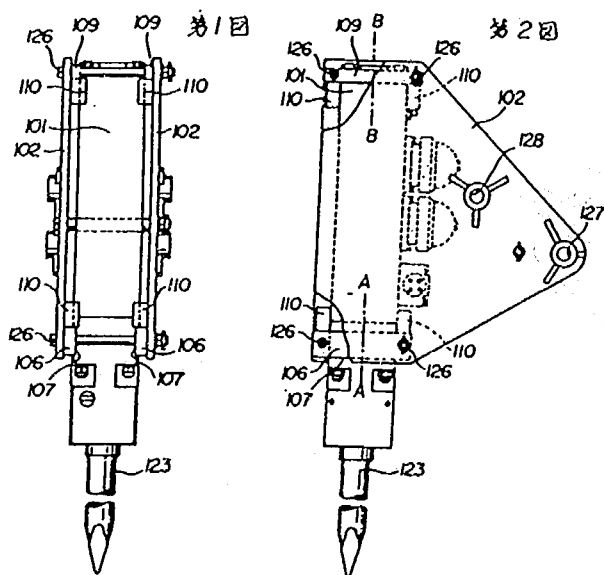
防音ケーシング(3)

公 開	発 明 の 名 称	発 明 の 目 的
特 許 開 60-173288 S60.09.06	空圧作動穿孔鑿岩機のための防音ケーシング	〔（目的）吸音材を内部に有する鑿岩機のケーシングの内部を3つに分れて連絡する小断面の室とし、排気口とケーシングの空気排出口との間に仕切りを設けることにより、騒音を低下させる。〕
		発 明 者
		シヤルボナージュ ド（フレデリック エ イヌ・マルセル、フ ランソワズ ジアン マリー モーム）



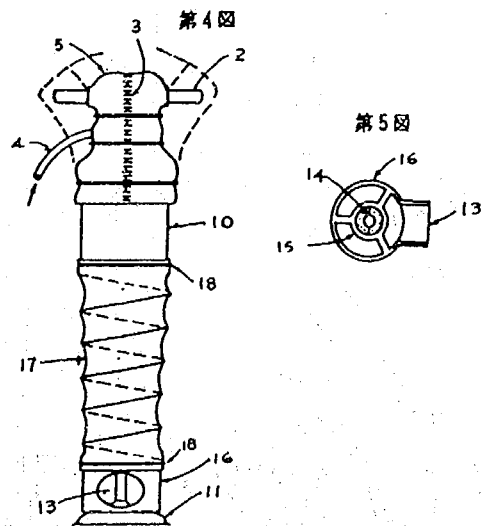
防音ケーシング(4)

公 開	発 明 の 名 称	発 明 の 目 的
開 56- 20778 SS6.02.24	油圧ブレーカの消音装置	〔ブラケットおよびアームの振動が減少されてそれらの振動騒音の発生が防止されると共に制振構造の遮音板または背面カバー、下面カバー、によつて本体からの騒音振動が吸収又は遮断され、作業性を阻害せずに騒音を良好に低下せしめる。〕
		発 明 者
		東昌エンジニアリング (鈴木 久夫, 大沢 電彦) (株), 三菱商事 (株) 甲南電機 (株)



防音ケーシング(5)

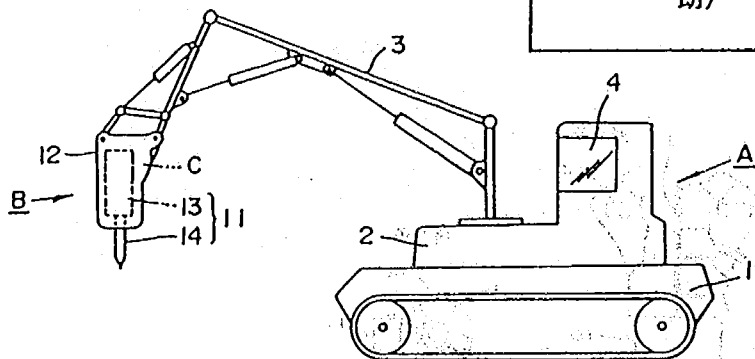
公 開	発 明 の 名 称	発 明 の 目 的
開 56-160779 S56.11.30	コンクリートブレーカー等の防塵防音筒	【ブレーカーや削孔器の作業中に発生する粉塵や音を防塵防音する。】
		発 明 者
		杉田 圭吾, 高橋 正 (杉田 圭吾, 高橋 正)



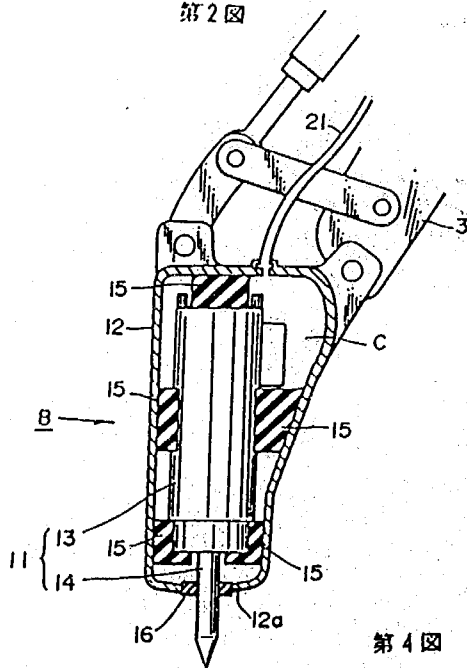
防音ケーシング(6)

公 開	発 明 の 名 称	発 明 の 目 的
開 62-106771 S62.07.08	銜撃工具	(銜撃工具体と、カバー体と、ポンプ機構と、を備えたことにより、陸上で使用する際には、カバー体内の内部空間を真空状態にして、打撃音がカバー体へ伝播されるのを防止して、騒音を低減でき、また、水中で使用する際には、内部空間を加圧状態にして、外部からカバー体内へ水が侵入するのを防止できる。[路面、岩石])
		発 明 者
		マツダ (株) (泉 正則, 藤田 録 朗)

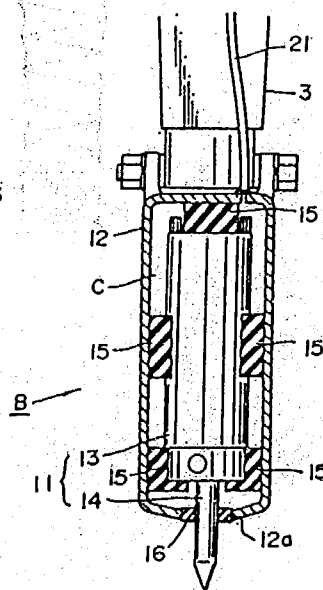
第 1 図



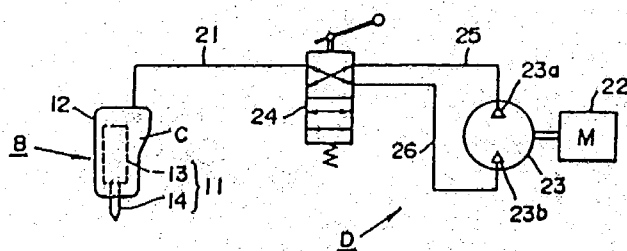
第 2 図



第 3 図



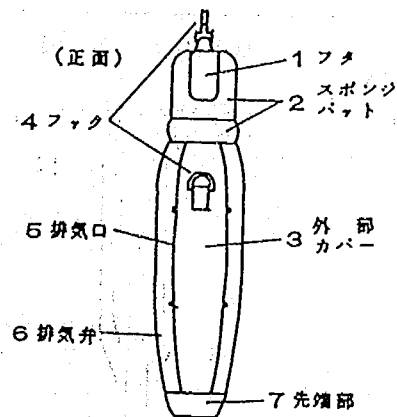
第 4 図



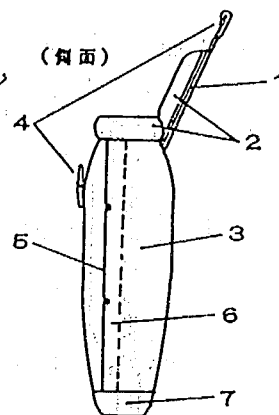
防音ケーシング(7)

公 開	発 明 の 名 称	発 明 の 目 的
開 63- 83287 S63.06.01	ブレイカー用の弾丸形防音 カバー	(先端部を細くしぼったので、ブレイカーの刃先を見 やすくできる。〔道路工事〕)
		発 明 者
		孫 功 春 (孫 功 春, 朴 錫 二)

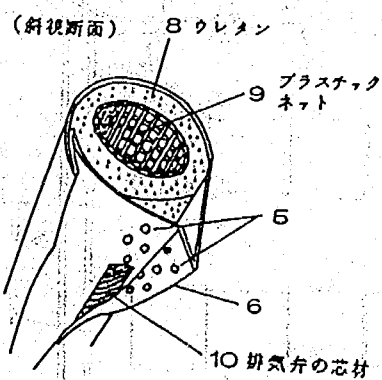
第1図



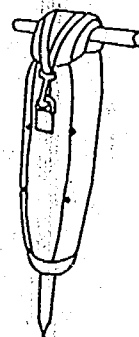
第2図



第3図

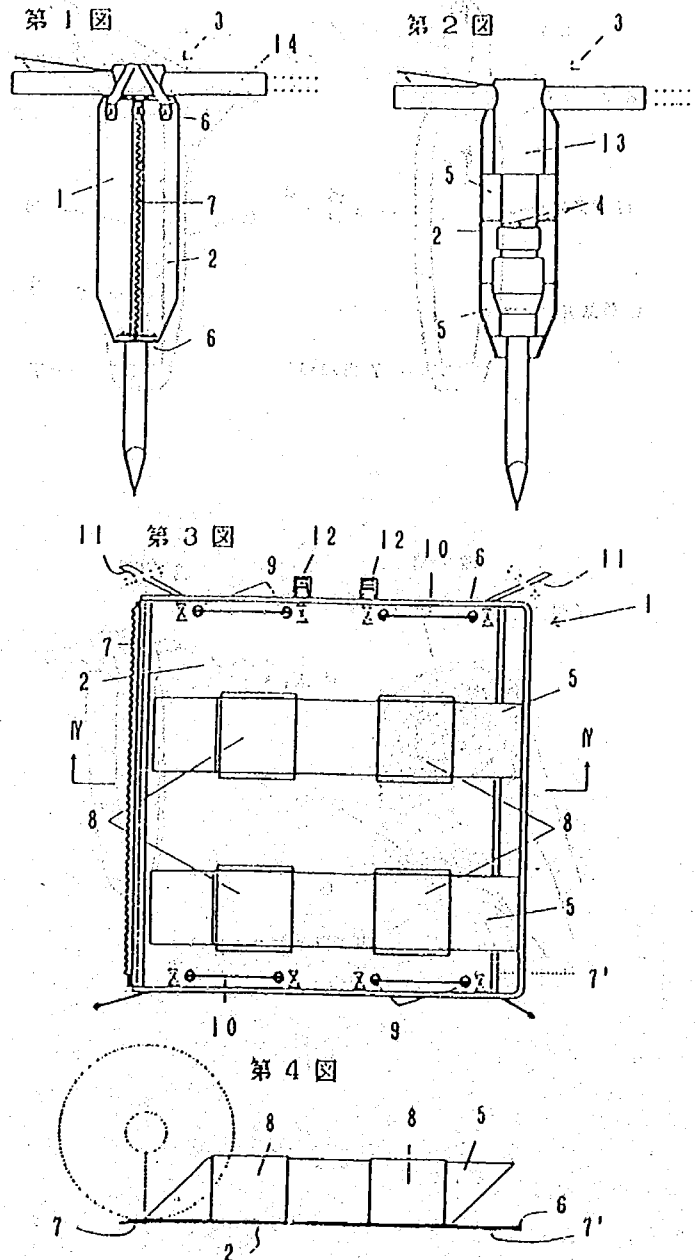


第4図



防音ケーシング(8)

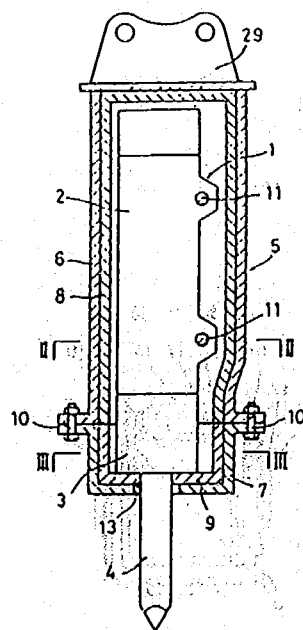
公 開	発 明 の 名 称	発 明 の 目 的
開 01-148282 H01.10.13	手持ちブレーカ用の防音マフラ	〔遮音性を有するマフラ表地を用い、表地の裏側で上下に隔離する少なくとも2個の吸音部材を配置したので、手持ちブレーカの排気孔の付近を絞ってブレーカの排気音を低下させ、且つ全体があまり太くならないので、作業者がチゼル先端を見ながら破壊作業を容易に遂行できる。〕
		発 明 者
		新垣 泰弘 (新垣 泰弘)



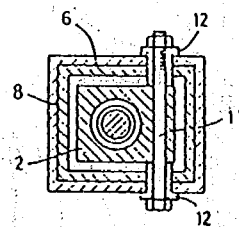
防音ケーシング(9)

公 開	発 明 の 名 称	発 明 の 目 的
開 02- 85 H02.01.05	衝撃動工具の保持装置	〔アスファルト、コンクリート、岩石などを衝撃により破砕する衝撃動工具の保持装置に関し、カバーを衝撃動工具の上端から、下端近くの大部分を覆う下部開放のカバー本体と、このカバー本体の下端に着脱自在に結合する下部カバーにより構成したので、カバーを分解せずにチゼルを取り替えることができる。〕
		発 明 者
		日本ニューマテック工業 (株) (岡田 弘志, 中井 徹次)

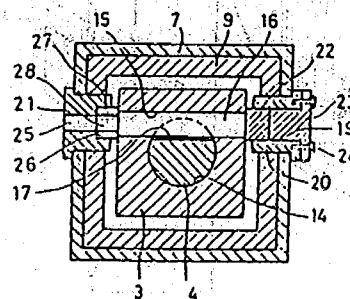
第1図



第2図

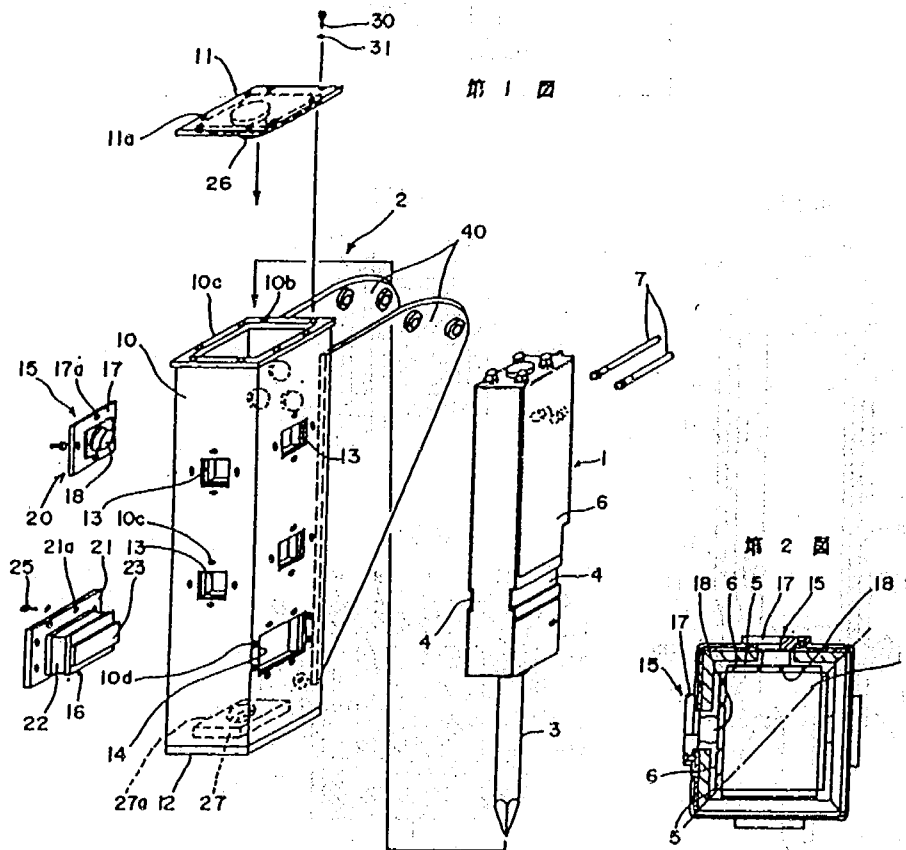


第3図



防音ケーシング(10)

公 開	発 明 の 名 称	発 明 の 目 的
開 02- 15882 H02.01.31	打撃ブレーカーの防音装置	〔防音カプセルの側壁を一体形成された厚肉の筒状パイプで形成しているため、各側面を別個に形成してボルトで連結していた従来と比較して、防音効果が優れると共に、耐久性に優れ、かつ、製造も容易となる。 〔油圧シリンベル機〕
		発 明 者
		ジヤクティエンジニア リング (株) (野島 明彦)



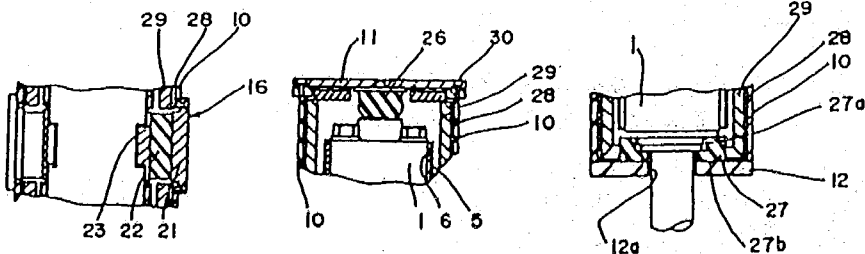
第 1 図

第 2 図

第 3 図

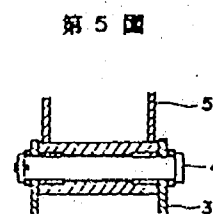
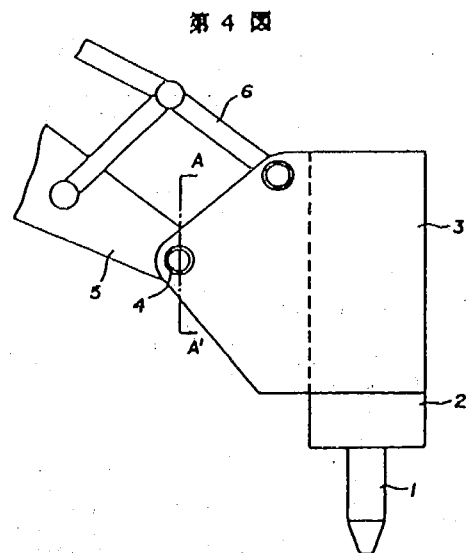
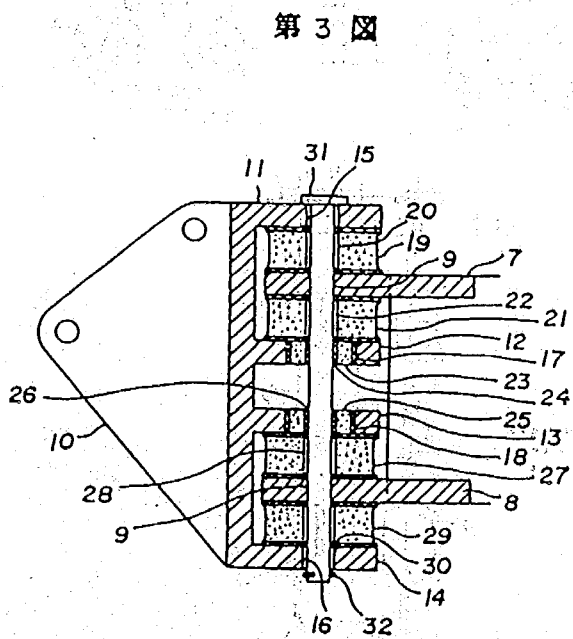
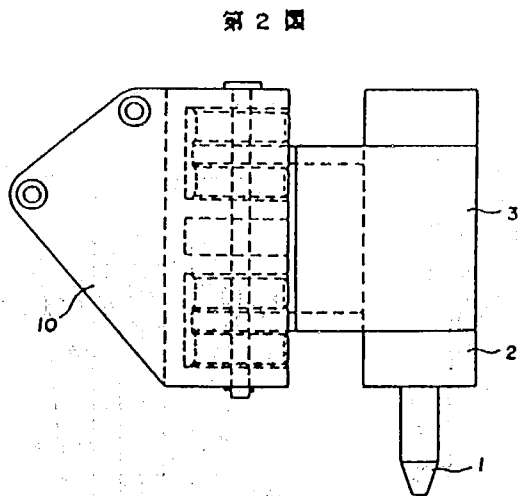
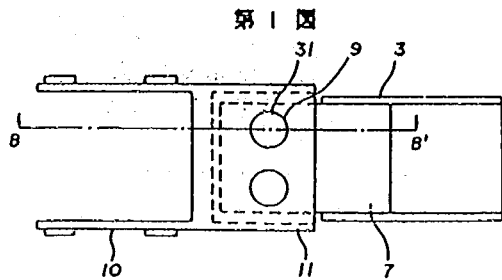
第 4 図

第 5 図



防振ブラケット(1)

公 開	発 明 の 名 称	発 明 の 目 的
開 61-230875 S61.10.15	ロックブレーカの支持装置	〔（目的）インパクト取付ブラケットとアーム連結ブラケットとを防振ゴムを介してピン結合させることにより、インパクトにおいて生じる振動の作業機本体への伝搬を抑制し、振動に伴う騒音を防止する。〕
		発 明 者
		日立建機（株） （秋谷 英雄）



防振ブラケット(2)

公 開	発 明 の 名 称	発 明 の 目 的
開 61-188089 S61.08.21	打撃装置と支持ユニットと から成る装置	〔〔目的〕 支持ユニットの2つの側壁をピンで接続することにより、壁面積を減少させ、ハンマと支持ユニットとの間の金属的な接触に伴う不都合な雑音及び高い摩耗が発生するのを確実に防止する。〕
		発 明 者
		フリード クルツ GMBH (フリードリツヒ カール アルント、カール ハインツ フリツ ツ)

FIG.1

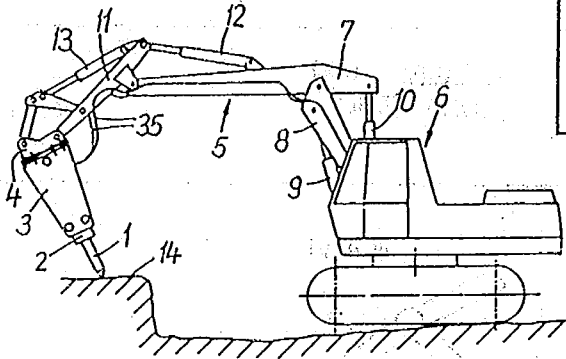


FIG.4

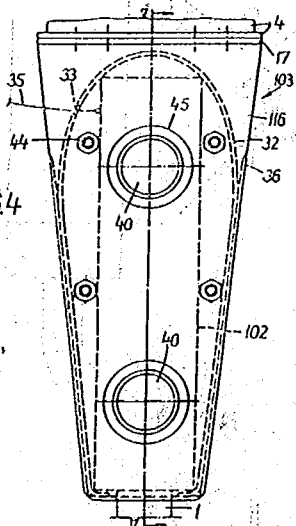
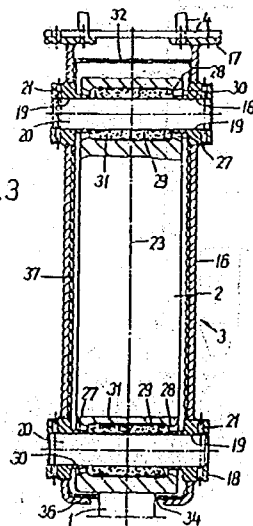
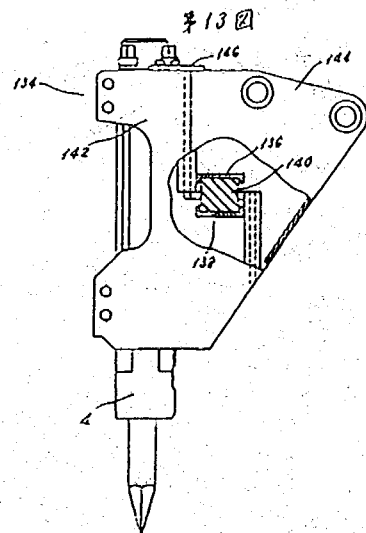
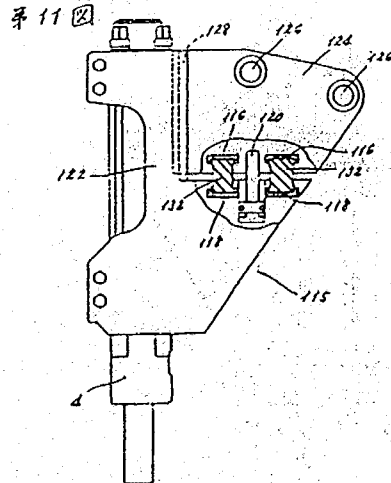
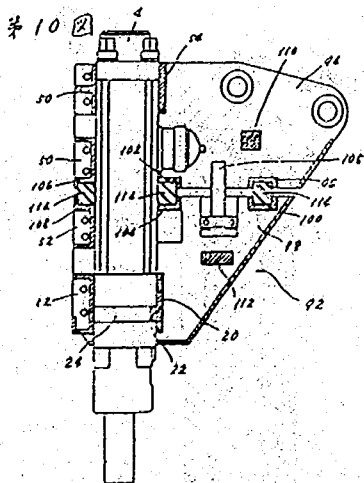
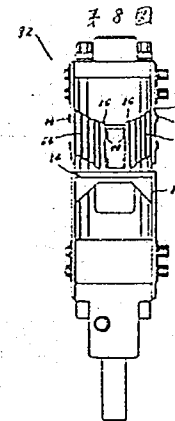
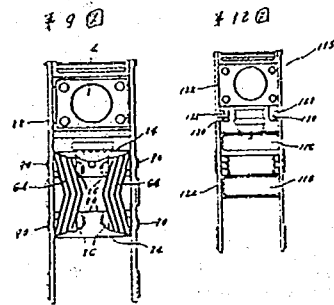
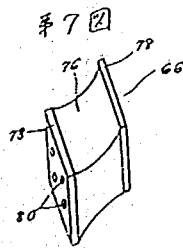
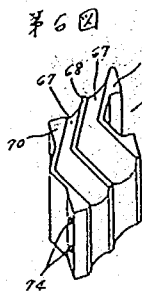
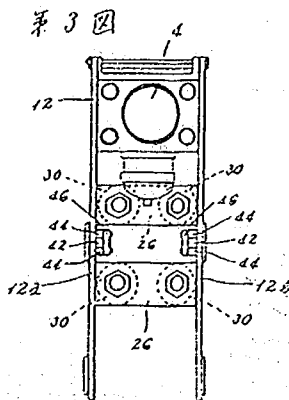
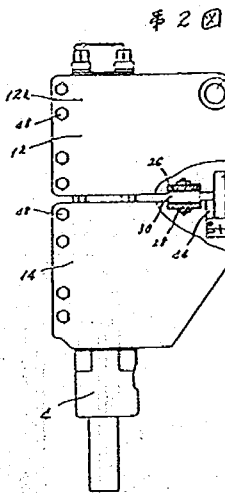
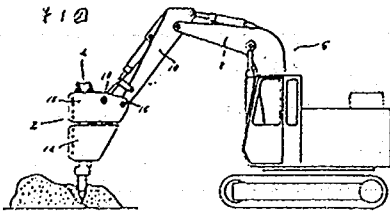


FIG.3



防振ブラケット(3)

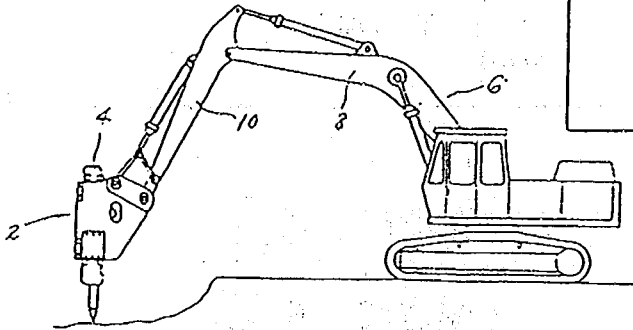
公 開	発 明 の 名 称	発 明 の 目 的
開 59-102640 S59.07.10	打撃装置の防振ブラケット	(ブラケットを2分割することにより、緩衝用の弾性体をブレーカの後方に配置して、その容積を大きくして耐久性を増大させかつ操作性が良い。)
		発 明 者
		オカダアイヨン (株) (高木 恒男, 武田 守治)



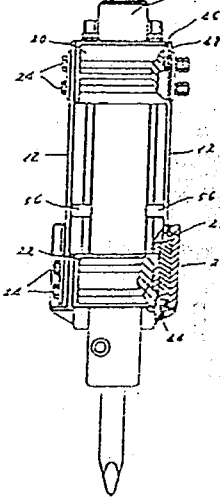
防振ブラケット(4)

公 開	発 明 の 名 称	発 明 の 目 的
特 59-121055 S59.08.15	打撃装置の防振ブラケット	(打撃装置の周壁下方または上方だけを緩衝層の弾性体を介して支持することにより、耐久性がすぐれているうえに、使用時に横揺れがほとんど発生しないので操作性が良くて迅速な破砕作業を達成できる。)
		発 明 者
		オカダイモン (株) (高木 恒男, 武田 守治)

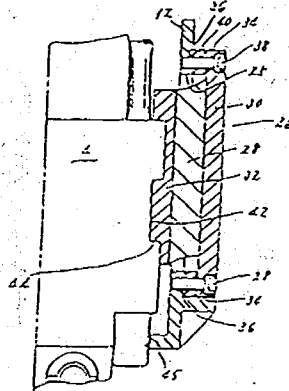
第1図



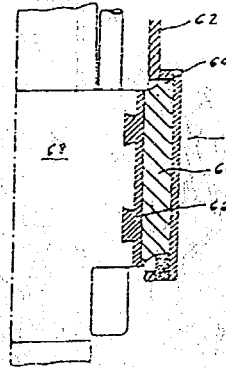
第2図



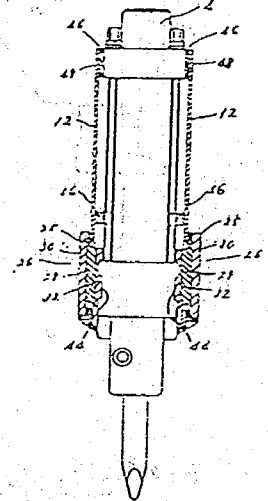
第6図



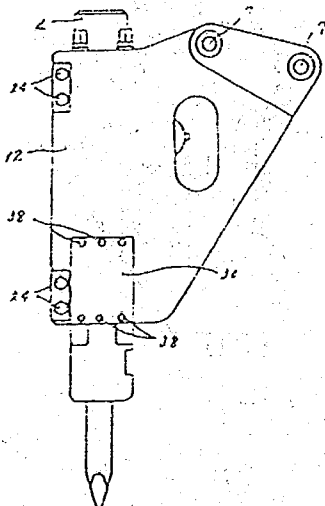
第7図



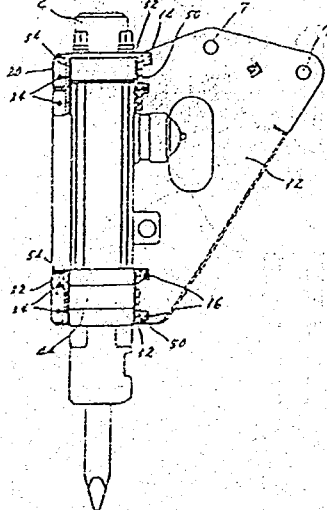
第3図



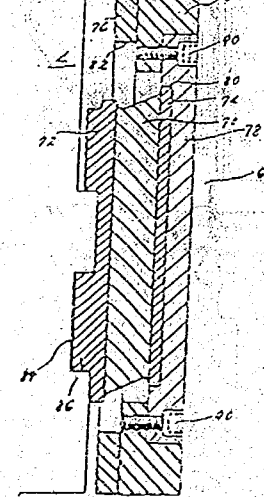
第4図



第5図



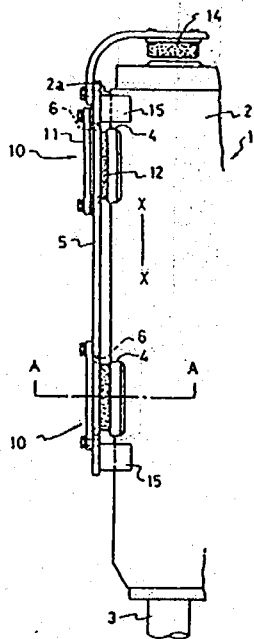
第8図



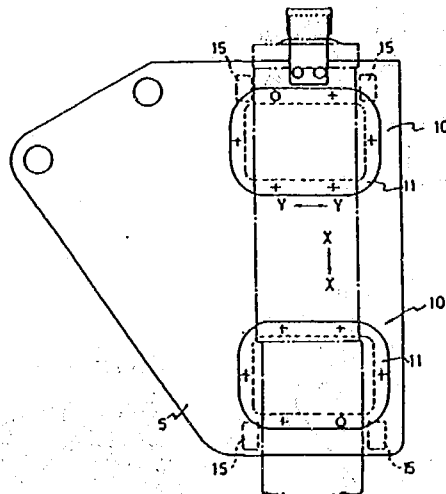
防振ブラケット(5)

公 開	発 明 の 名 称	発 明 の 目 的
開 60- 50255 S60.04.09	衝撃工具の支持装置	(衝撃工具を、パワーシヨベル等の走行台車から延びるアームに連結された2枚のブラケット板の間で弾性支持する衝撃工具の支持装置に関し、衝撃工具をその長手方向のみならず前後方向の防振も行ないつつ支持できる。)
		発 明 者
		マツダ (株) (渋谷 隆夫)

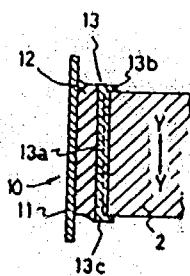
第1図



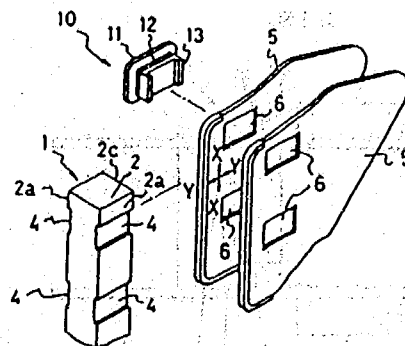
第3図



第2図



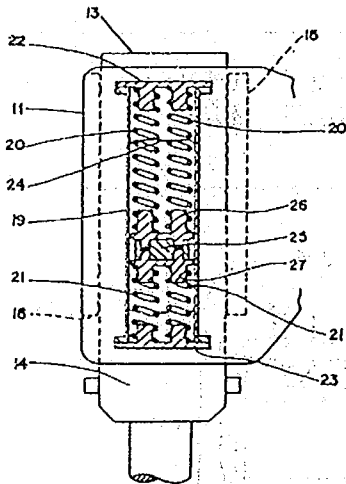
第4図



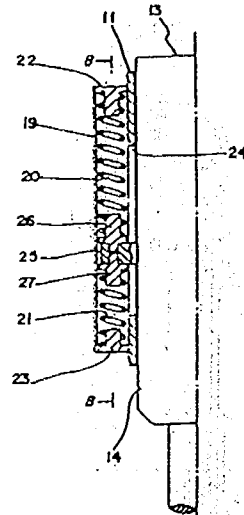
防振ブラケット(6)

公 開	発 明 の 名 称	発 明 の 目 的
開 61- 96677 S61.06.21	ブレーカの取付構造	(シヨベルカー等のブームにブラケットを用いて取付け、打撃もしくは衝突によつて砕石等を行なうブレーカの取付支持構造に関し、スプリングの変位量を十分大きくとれるので、必要十分な防振効果を得られ、また油による劣化の問題もないので耐久性を向上できる[交換、管理])
		発 明 者
		マツダ (株) (藤田 録朗)

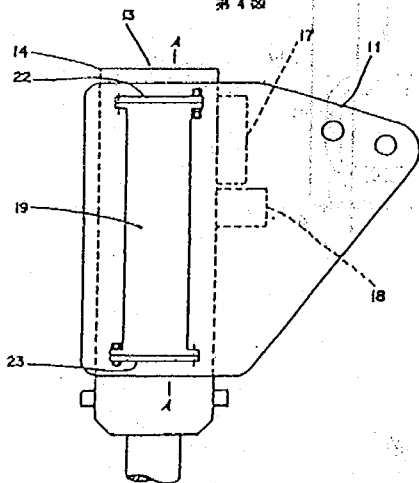
第2図



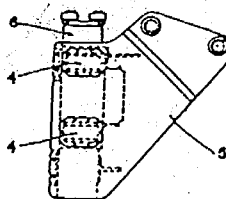
第1図



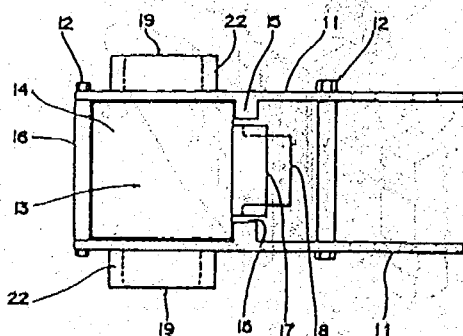
第4図



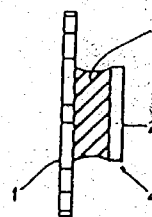
第6図



第3図



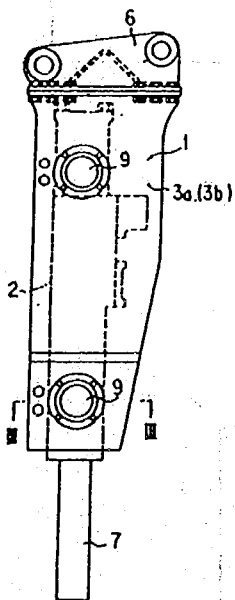
第5図



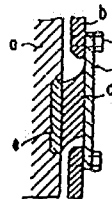
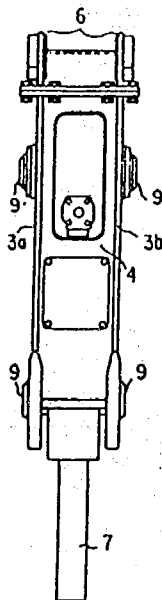
防振ブラケット(7)

公 開	発 明 の 名 称	発 明 の 目 的
開 61-102484 S61.06.30	油圧式ロックブレーカ	(インパクトに作用する上下方向の振動及び衝撃が、また左右方向の大きな外力はブラケットとの間に介在させた環状及び板状の防振ゴムにて吸収緩和されて、これらの外力が車両側に伝達することがなくなり、車両における乗心地性が向上される。ε 耐久性、剪断力、ゆるみ)
		発 明 者
		小松製作所：(株) (山本 定嗣、村西 正紀、竹内 逸朗、松下 隆一、佐藤 好人)

第 1 図

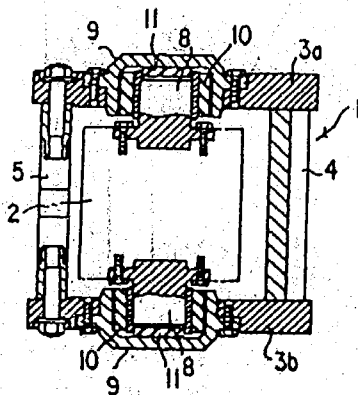


第 2 図

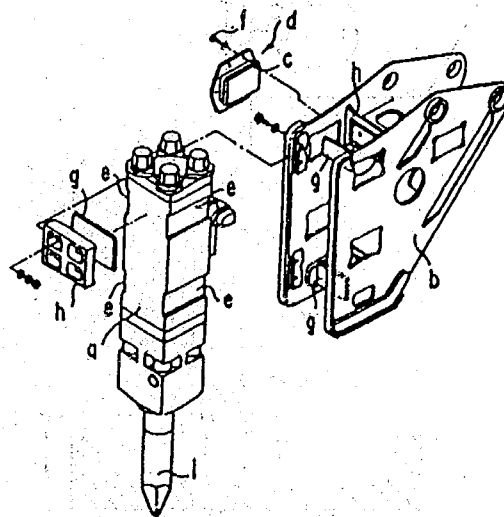


第 5 図

第 3 図



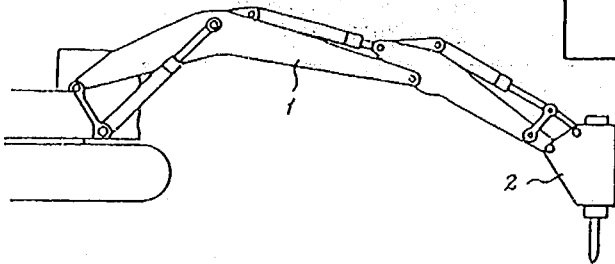
第 4 図



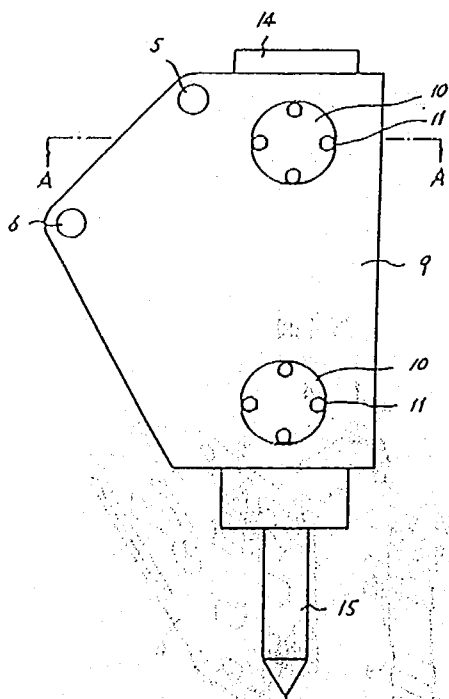
防振ブラケット(8)

公 開	発 明 の 名 称	発 明 の 目 的
関 62- 61481 S62.04.16	打撃装置の緩衝構造	〔本体の側面に円柱状のボスを設け、該ボスとボスを挿入するブラケットの部分との間に、円筒状の弾性部材を介在し、本体にかかる全向の衝撃力を吸収する構成により、振動の伝ばんを防止でき、作業リンク及び部品の損傷、ならびに、騒音の発生を防止できる。ε油圧シヨベル〕
		発 明 者
		日立建機 (株) (山口 武, 秋谷 英 雄, 柳橋 憲三)

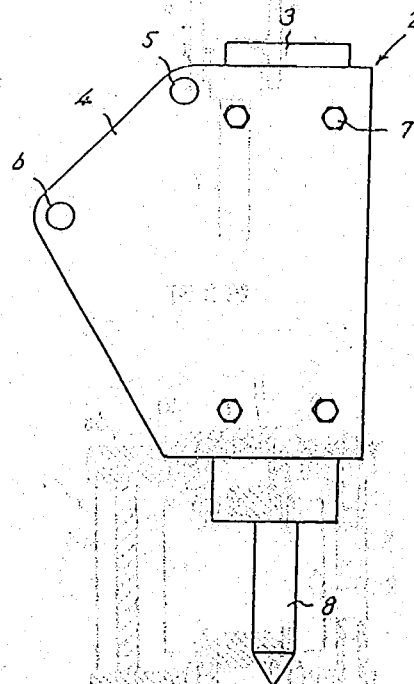
オ 4 図



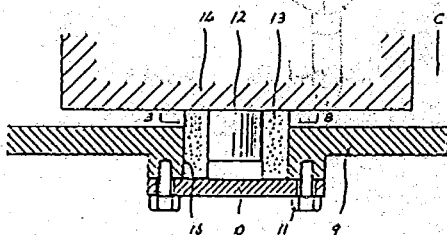
オ 1 図



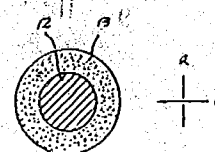
オ 5 図



オ 2 図



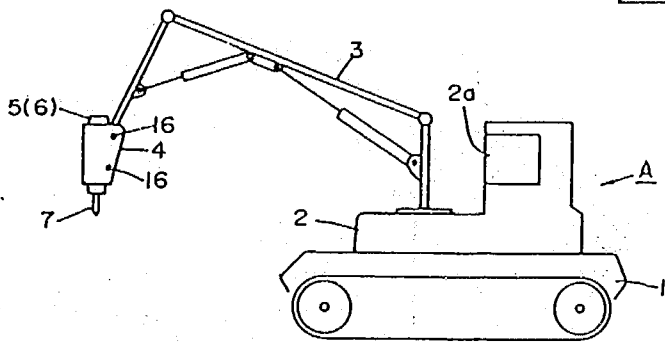
オ 3 図



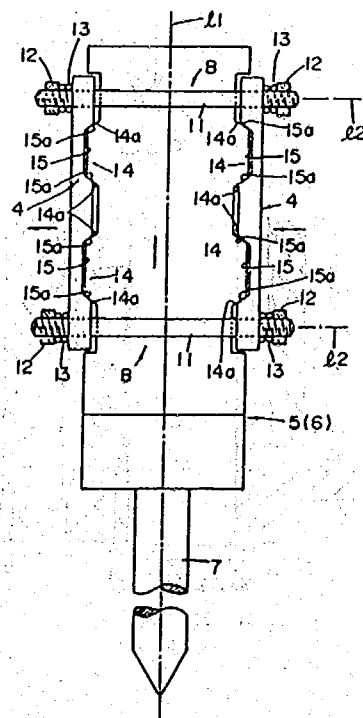
防振ブラケット(9)

公 開	発 明 の 名 称	発 明 の 目 的
開 62-110883 S62.07.15	衝撃工具の支持装置	(シリンダに配設された一対のブラケットが互に近接する方向に付勢する弾性体を備え、各ブラケットとシリンダとは、その接触面に互いに凹凸嵌合される段部を有し、各段部は、ピストンの軸方向と直交する方向に伸びて互いに接触するテーパ状の側面を有することにより、衝撃工具をがたつきなく常にしっかりと支持できる。と路面、岩石、破砕、自走型、土木用作業機)
		発 明 者
		マツダ (株) (小林 彰, 西尾 之)

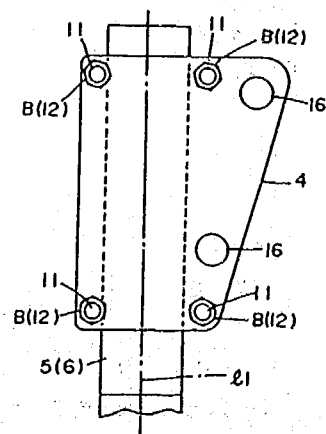
第1図



第2図



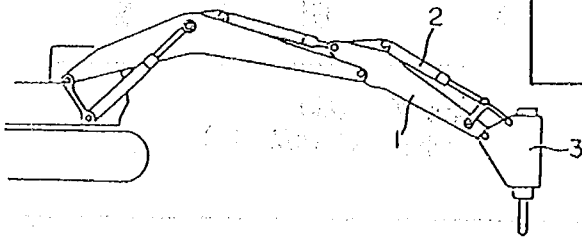
第3図



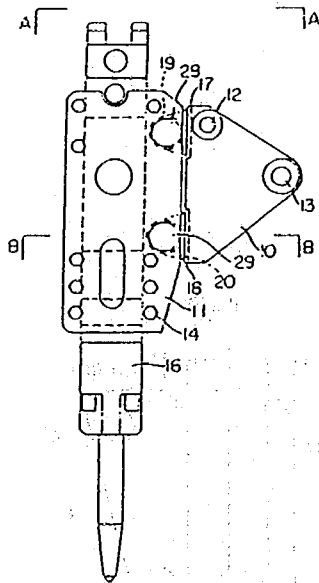
防振ブラケット(10)

公 開	発 明 の 名 称	発 明 の 目 的
開 63- 13673 S63.01.29	打撃装置の緩衝構造	【油圧シヨベル等の掘削機に取付けられる打撃装置の緩衝構造に関し、打撃装置の本体を支持するブラケットを2分割とし、その一方側のブラケットを掘削機のアーム端部及びバケット駆動用のシリンダに枢着したので、弾性部材の剪断を防止でき、すべての姿勢で緩衝効果を得ることができる。】
		発 明 者
		建設省近畿地方建設局 、日立建機 (株) (池田 敏男、横江 重行、松島 隆憲、石森 義人、秋谷 英生)

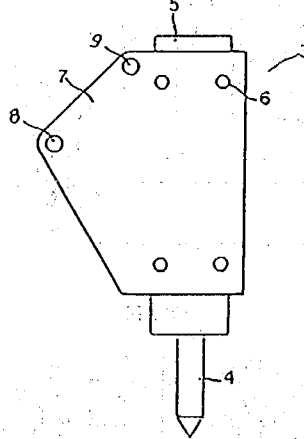
第4図



第1図

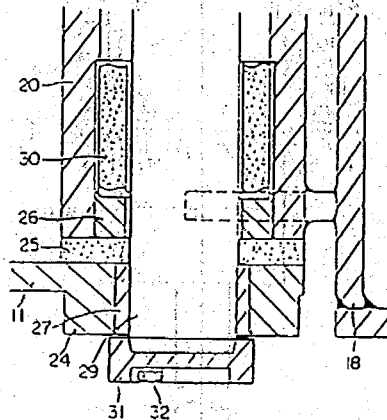
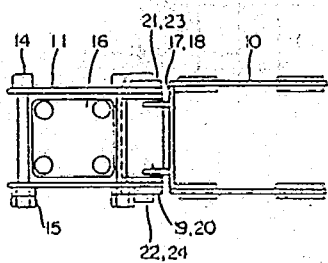


第5図



第3図

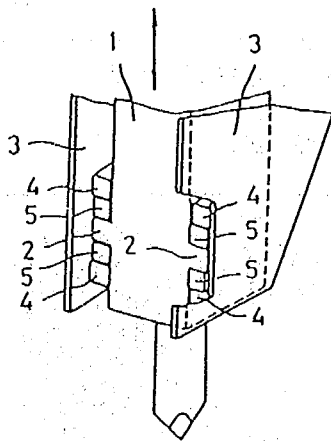
第2図



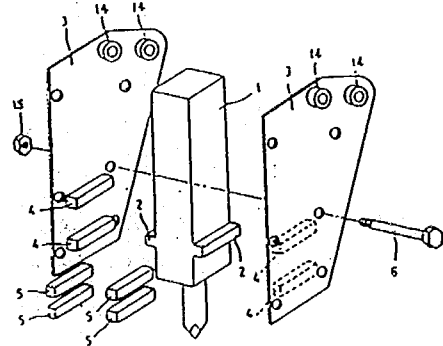
防振ブラケット(II)

公 開	発 明 の 名 称	発 明 の 目 的
開 63-120783 S63.08.04	油圧ブレーカ用防振ブラケット	(油圧ブレーカに突条を設け、斜向するブラケットの取付板に突条を挟むように2つの突条状の受け部を設け、突条と受け部との間に緩衝ゴム片をはめ込んだので、振動は緩衝ゴム片により吸収され、ほとんどブラケットに伝達されることなく、又ゴムの体積を小さくでき、ゴムの耐久性のばらつきも少なくできる。E パワーシヨベル, 自走台車)
		発 明 者
		東京電機 (株) 三 菱商事 (株) (小林 明彦)

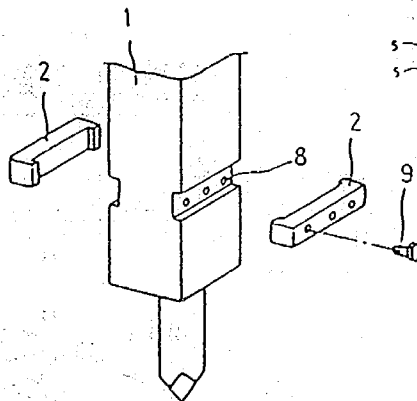
第1図



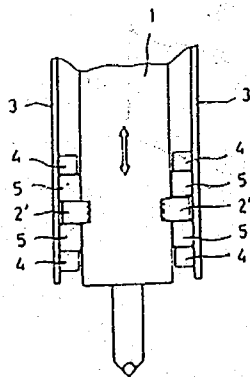
第2図



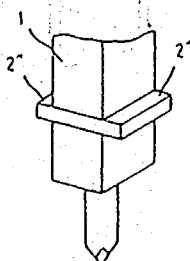
第4図



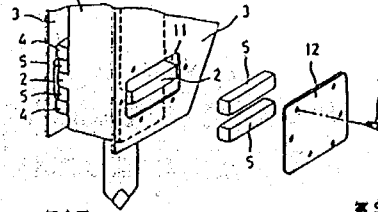
第3図



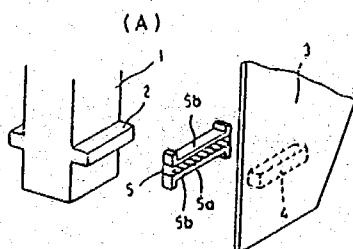
第5図



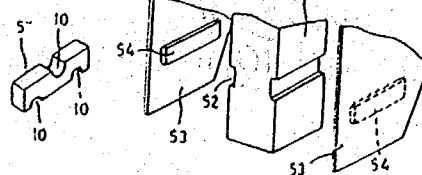
第7図



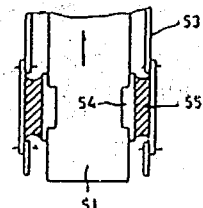
第6図



(B)

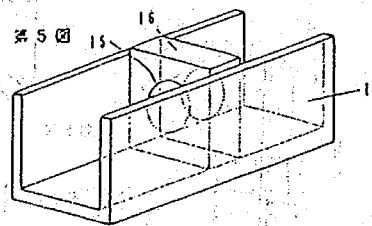
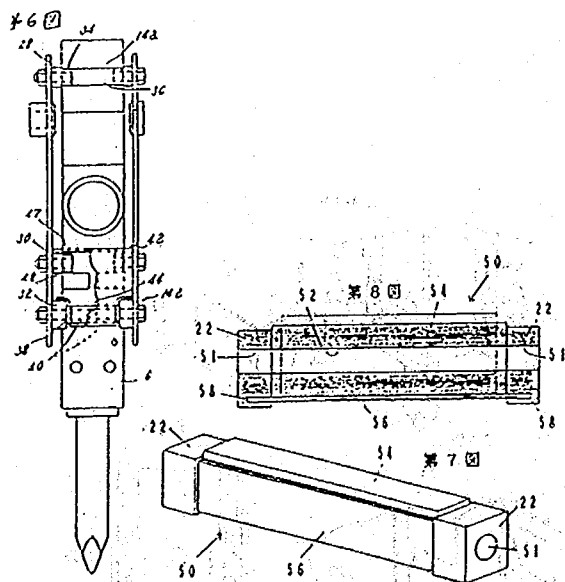
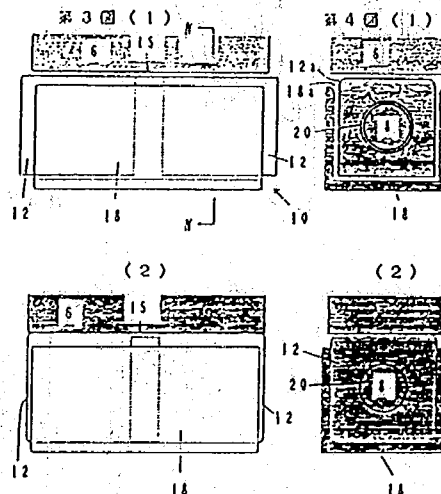
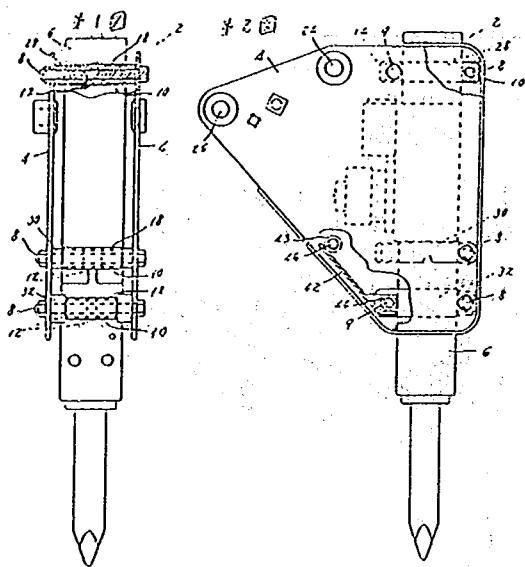


第9図



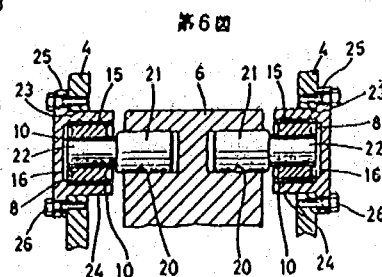
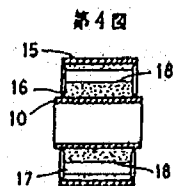
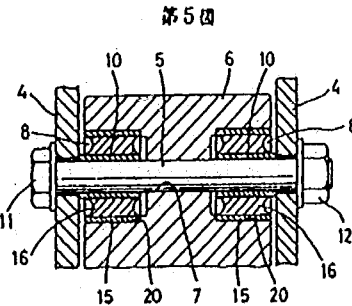
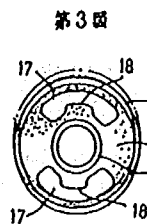
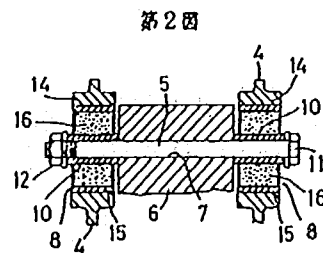
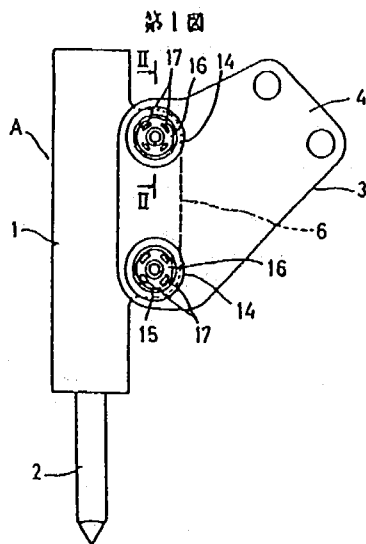
防振ブラケット(12)

公 開	発 明 の 名 称	発 明 の 目 的
開 02- 31680 H02.C2.28	ブレーカの合わせ型 ブラケット	〔フロントボルトで保持する前枠部は緩衝部材を備え、緩衝部材を含む前枠部全体の横幅は非締め付け時には締着位置におけるブレーカ本体の横幅よりも大きく、ボルト締め付け時にブレーカ本体の横幅とほぼ等しくなるように緩衝部材を軸方向に圧縮することにより、緩衝部材の周辺方向の膨張によってブレーカ本体を押し込んで、ブレーカの前後方向の揺動を防止できる。〕
	発 明 者	オカダイヨン (株) (伊藤 広)



防振ブラケット(13)

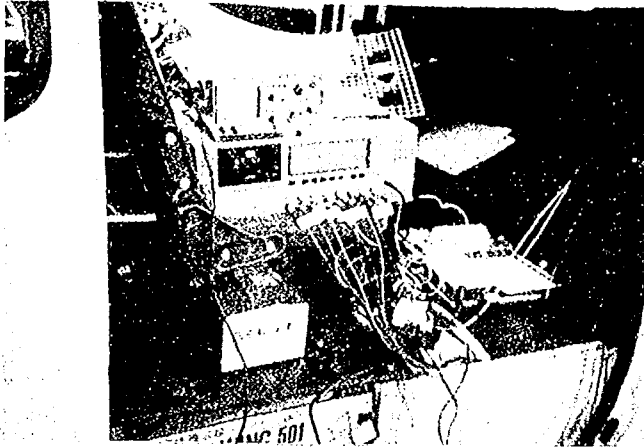
公 開	発 明 の 名 称	発 明 の 目 的
開 02- 97521 H02.08.03	衝撃動工具の緩衝構造	〔衝撃動工具をブルドーザー、パワーショベルなどのアームに取り付けて使用するさいに用いる緩衝構造に関し、内筒と外筒の間に弾性材料からなる緩衝材を一体に結合し、この緩衝材に空隙を設けた緩衝部材を衝撃動工具の本体とこれを支えるブラケットの間に介在せしめたので、十分な緩衝作用を有するとともに、放熱効果も大きくできる。〕
発 明 者 日本ニューマテック工 業 (株) (寺田 弘)		



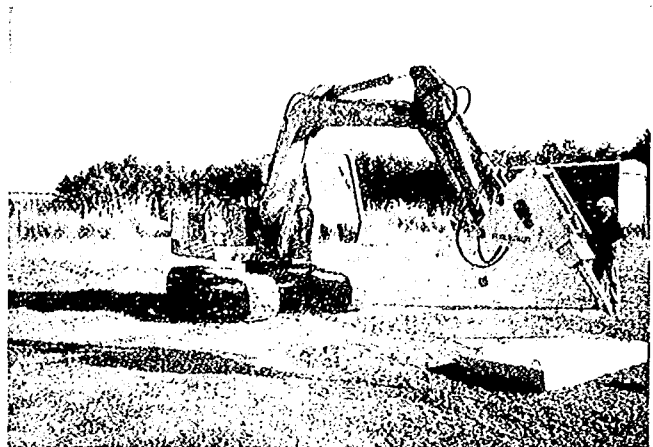
参 考 写 真

平成2年度 油圧ブレーカの騒音測定

1. 騒音レベル測定（周囲騒音）



測定計器（データレコーダ）



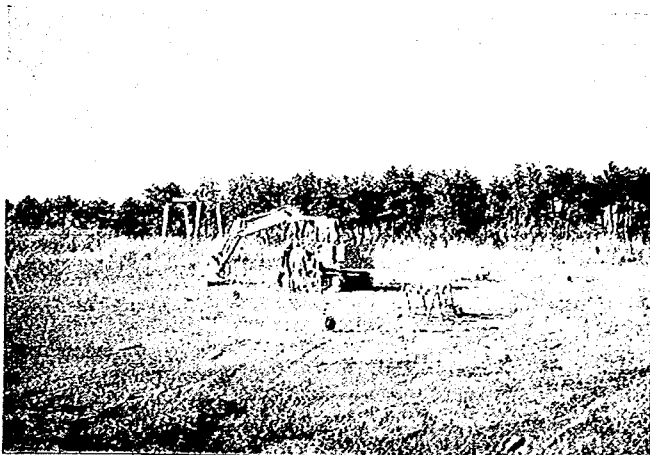
油圧ブレーカ（ポイントチゼル）



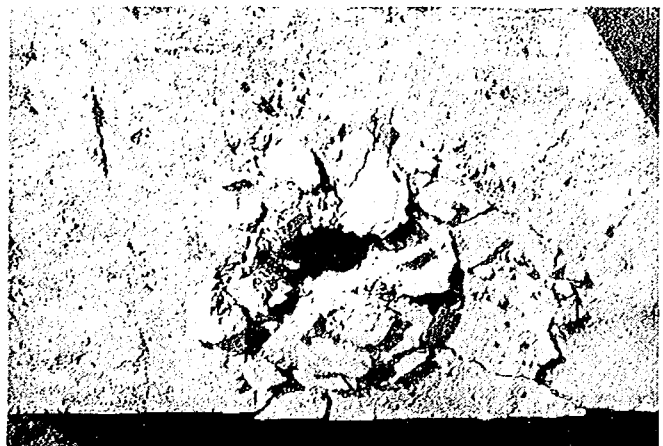
測定点（左前）



コンクリート版破碎状況

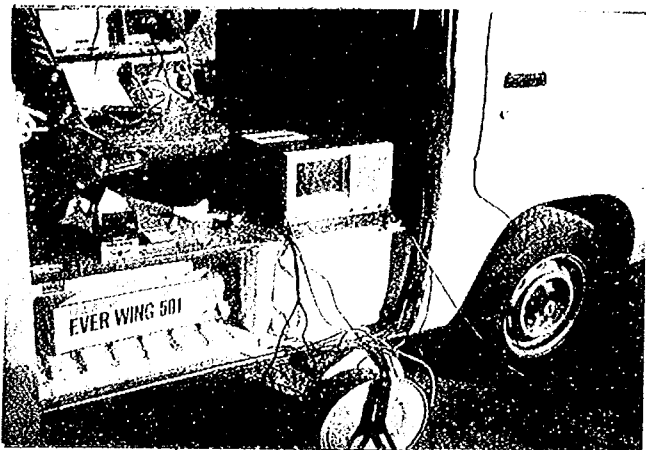


測定点（左後）

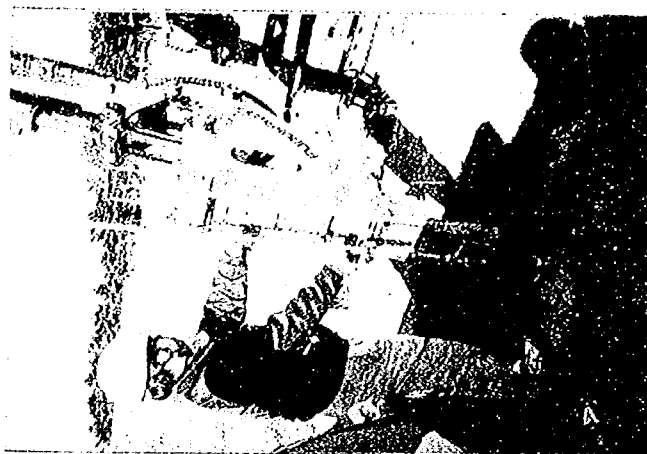


コンクリート版破碎状況

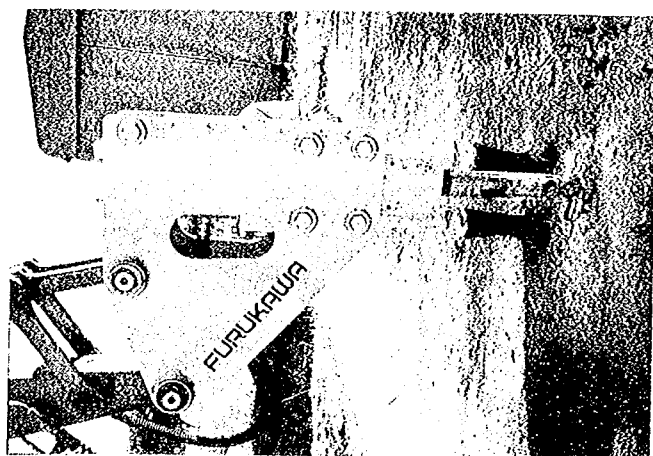
2. 音響インテンシティ法による測定



測定計器（騒音振動解析装置）



測定状況（多点同時測定）



測定点

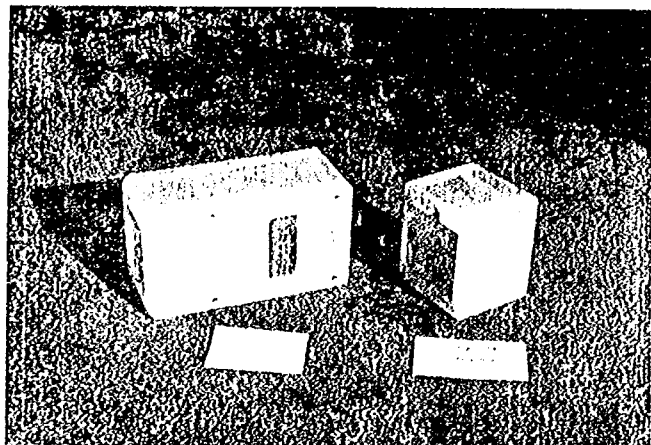


コンクリート版破碎状況

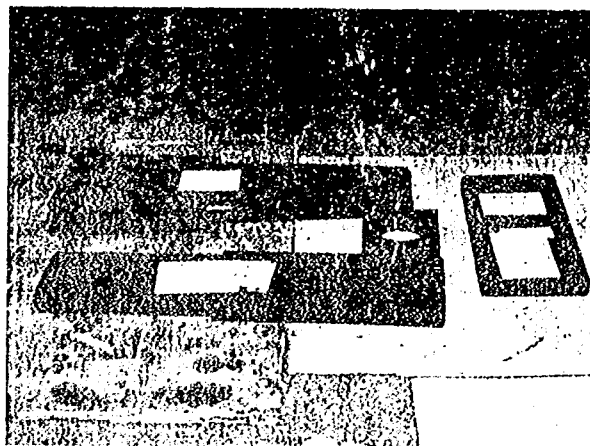


測定状況（1点毎の測定）

1. 騒音低減対策部品

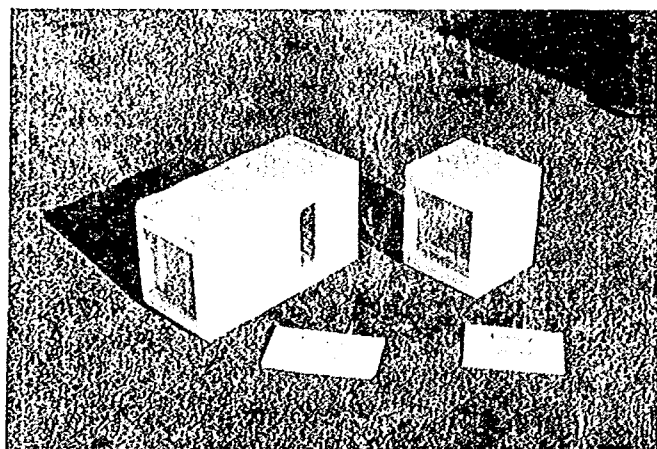


制振材（ウレタン溝付）



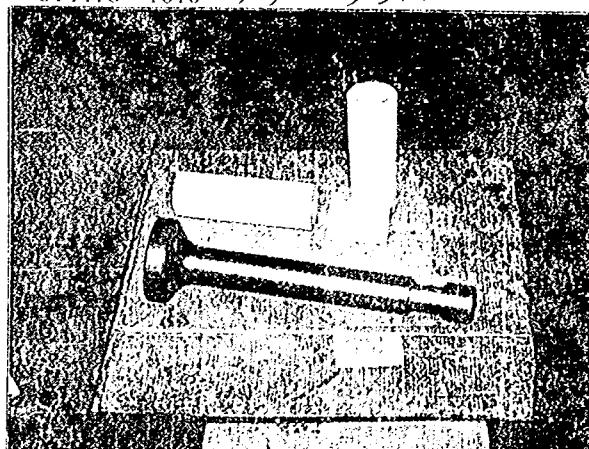
制振材(NBR)

- ・ 814478-1010 サイドダンパー
- ・ 814478-1010 ボトムダンパー
- ・ 814478-1010 ロウダンパー
- ・ 814478-1010 アッパーダンパー



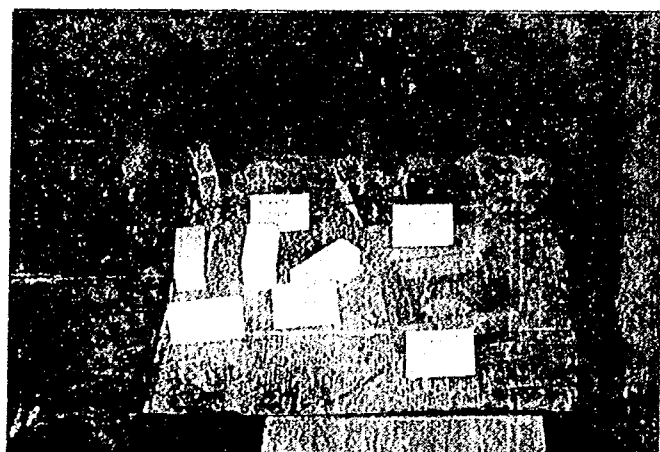
制振材（ウレタン溝付）

- ・ 814478-10202 フロントダンパー-(ミゾ付)
- ・ 814478-10204 (ミゾ付)

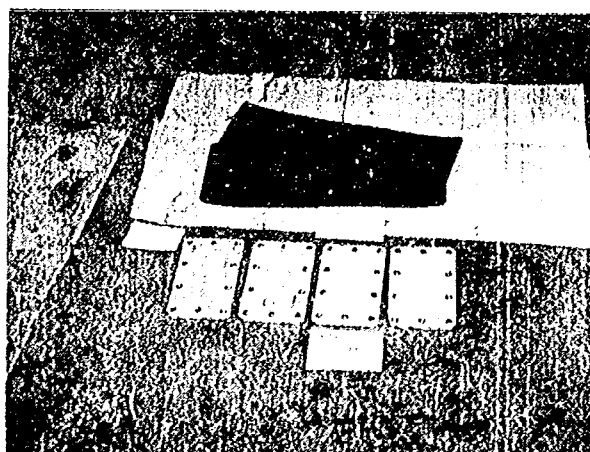


バルブ状ロッドとロッドカバー

- ・ 814478-10013 ロッドカバー
- ・ 814478-10012 バルブ状ロッド

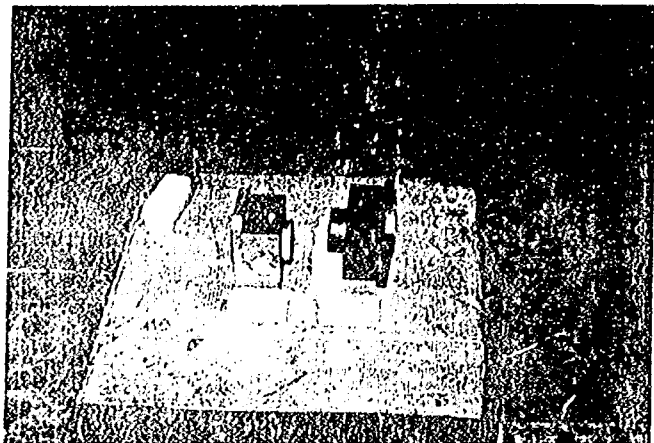


制振材（ウレタン）

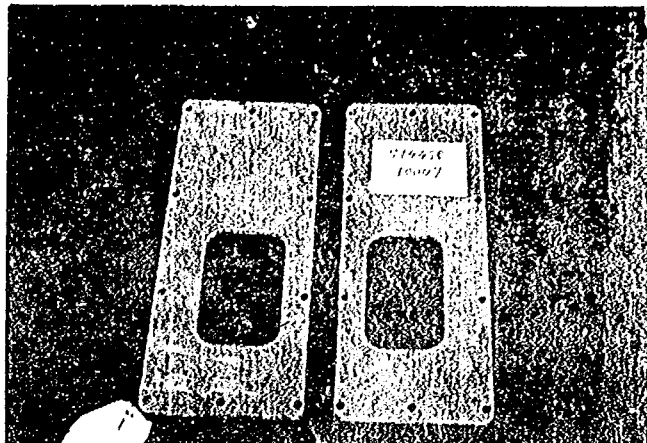


ホース穴遮音カバーとサポータカバー

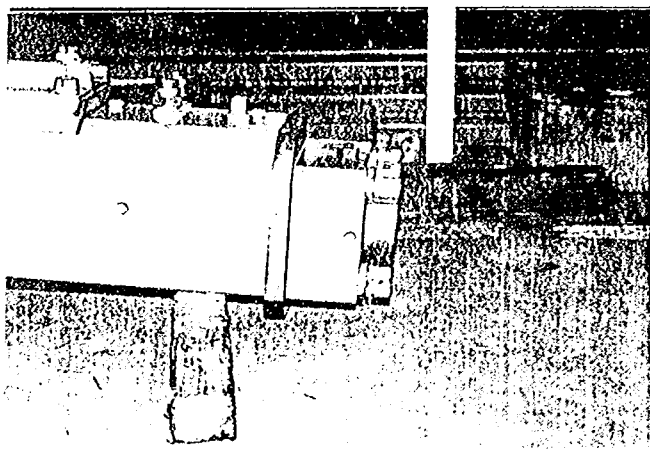
- ・ 814478-10014 シャオンカバー
- 814478-10015 サポータカバー



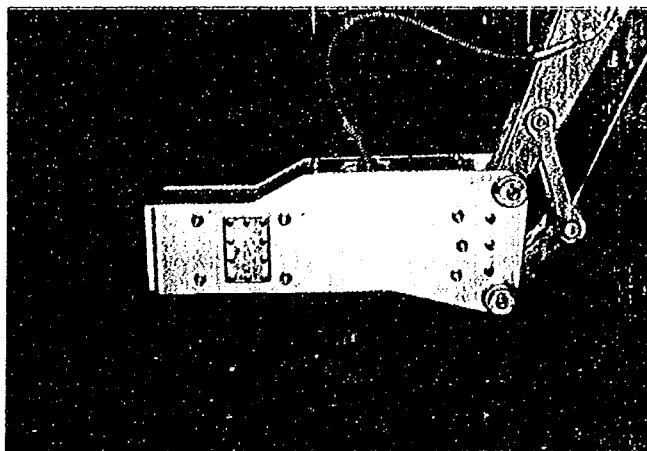
バックダンパー
後端凸部を延長し
組付時ナットと面
がそろう様にしてある。



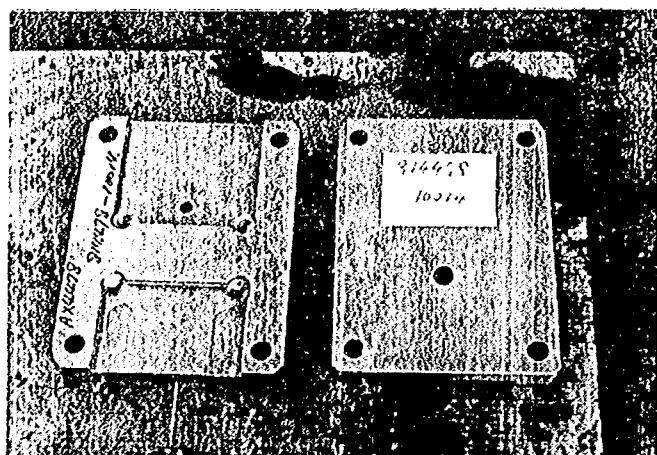
ホース穴部カバー



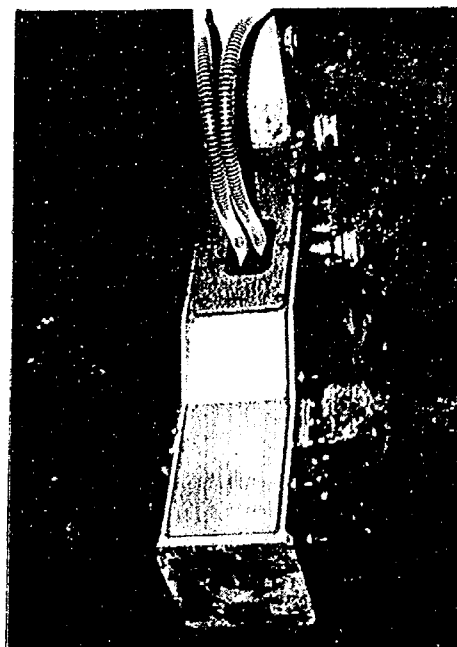
バックヘッド組付状態



防音カバー

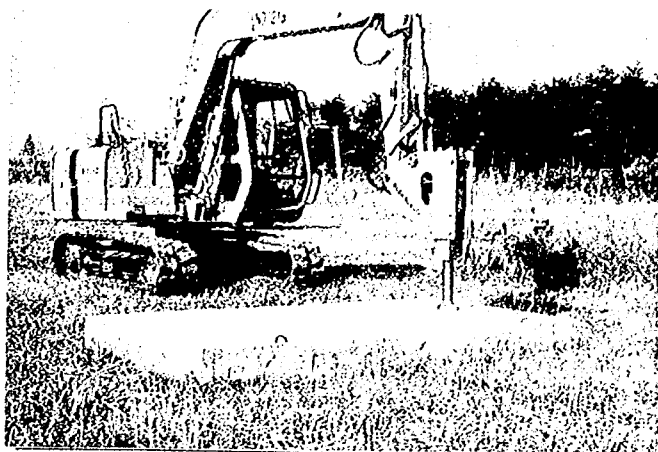


セットプレート

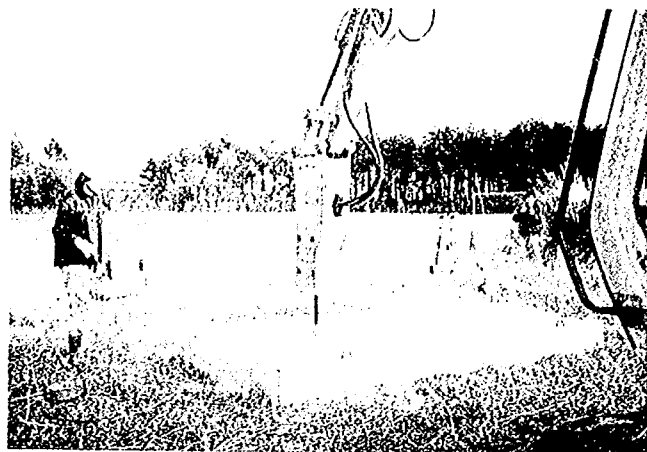


防音カバー

2. 騒音対策をした油圧ブレーカの騒音測定



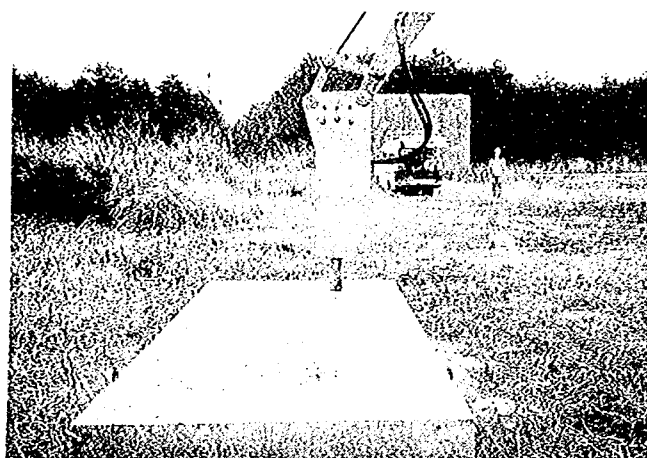
騒音対策前の油圧ブレーカ



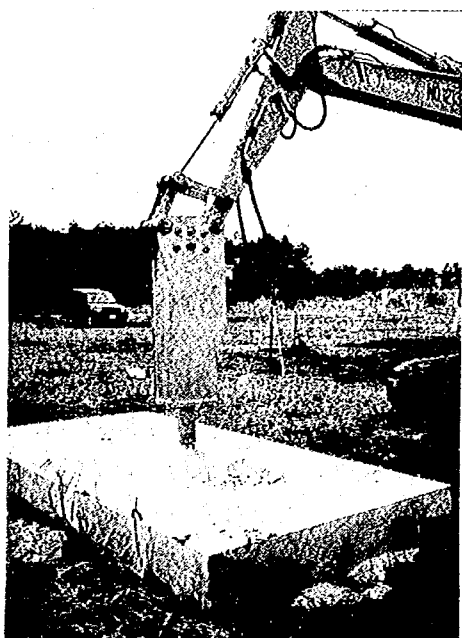
ケースB (セットプレート)



周囲騒音測定状況



ケースE(NBR)



ケースC (ウレタン最小支持)



ケースG (ウレタン標準) による花こう岩破碎

建設機械の騒音対策に係わる新しい測定手法 —音響インテンシティ法の利用—

建設機械と騒音

建設騒音の問題は、各種公害に係わる苦情のうちでも多い部類に属しており、建設省では建設工事に伴って発生する騒音を低減化し、生活環境の保全と建設工事の円滑化を図ることを目的として昭和58年より低騒音型建設機械の指定を行っています。騒音については騒音規制法で規制値が示されておりますが、平成元年4月に改正されたことによって現状に対応した規制の強化がなされております。このような背景において、土木研究所機械研究室では、建築構造物の解体や舗装道路の打換えなどに利用され、騒音苦情が比較的多い油圧ブレーカの騒音対策の研究を行っています。ここでは、現在行っている研究の中で用いた音響インテンシティ法について紹介します。

研究での音響インテンシティ法の位置付け

現在行っている研究は、打撃による衝撃的騒音を発生する機構を持つ油圧ブレーカに対して音源探査を行うとともに騒音の発生機構を明らかにし、騒音を低減するための方法について検討することです。この中で、騒音発生状況を把握と騒音源特定のために音響インテンシティ法を用いています。

音響インテンシティ法とは？

音響インテンシティ (Sound Intensity) は、「音場中の1点において、音波の進行方向に垂直な単位断面積を、単位時間に通過する音波のエネルギー」で定義され、「音の強さ」を意味します。通常皆さんが使用しているマイクロホンは音圧を検出しており、その単位系はPa(パスカル)ですが、音響インテンシティの単位は W/m^2 が用いられます。

音響インテンシティ法には、2マイクロホン法、表面インテンシティ法や音響ホログラフィ法などがありますが、ここでは、最も一般的に用いられている2マイクロホン法について紹介します。実際の機器は写真-1の様なもので、その原理を簡

単に説明すると、近接して配置した2個のマイクロホンから得られた2点の音圧と、粒子速度との積の時間平均として近似的に音響インテンシティが算出されます。

この方法の主な特徴としては、

- (1) 暗騒音、反射音の影響を殆ど受けない。
- (2) 音源近傍における音の放射性状が直接ベクトル量として得られ音源探査に利用できる。

などがあり、音をエネルギーの流れとしてとらえ、視覚化することが可能な新しい音響計測手法なので、従来の音圧測定では困難であった音源探査や音場解析などの計測が可能となります。

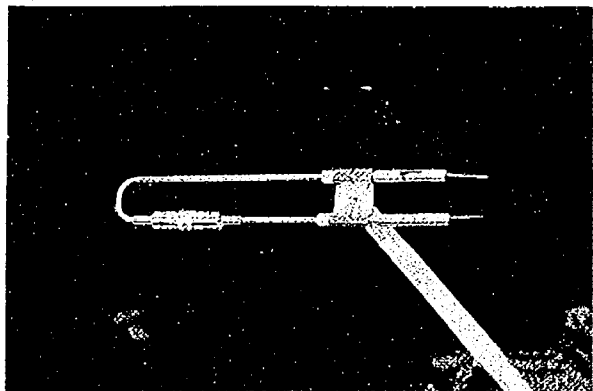


写真-1 2マイクロホン法測定器 (例)

油圧ブレーカへの適用

測定は図-1に示すように予め測定点を決めておき、各点の音響インテンシティを写真-2の様にしていきました。測定したデータは計算処理することにより、図-2のような等レベルの音響インテンシティ値を結び描いたコンタ図や図-3に示すような各測点における音の発せられる方向や流れを解析結果として得ることが出来ます。解析結果から、騒音レベルは約25 dB(A)程度のばらつきでブレーカ本体の全体から音が放射されており、他より高い騒音レベルを示している部分もありますが、概ね全体に渡った騒音対策が必要であ

ることがわかります。

このように、音の高低や流れが可視化されることによって、騒音発生状況に対応した騒音対策がたてられ、対策前後の効果についても評価しやすくなります。特に、油圧ブレーカの場合には、従来では困難であった機械自体から発せられる音と物を壊す際に発せられる破壊音との区別が明確化できますので、機械自体の騒音評価法としては有効な手段です。

これらの解析結果に基づきまして、油圧ブレーカの低騒音化技術の開発を進めております。



写真-2 音響インテンシティ測定状況

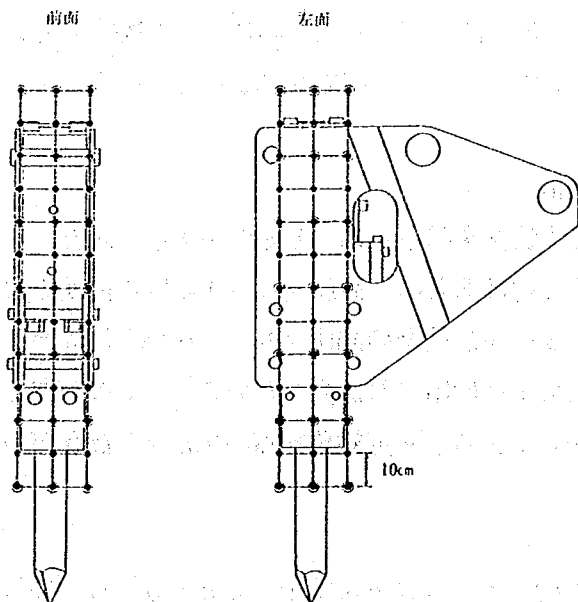


図-1 音響インテンシティ測定点

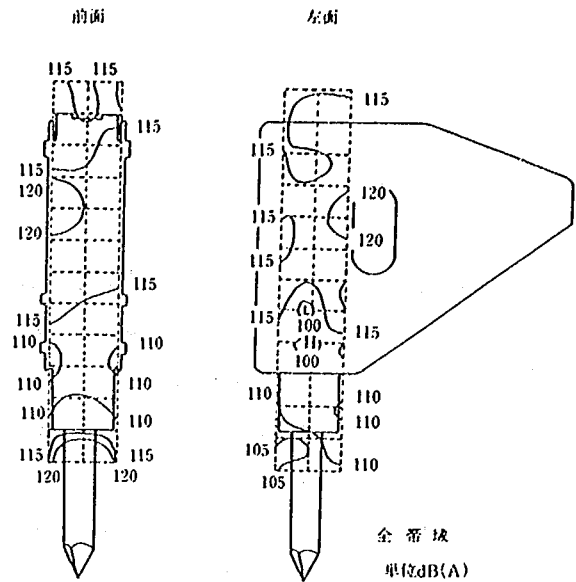


図-2 測定結果 (コンタ図)

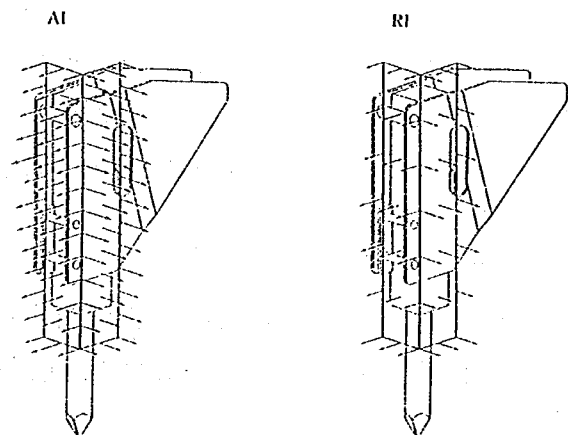


図-3 測定結果 (ベクトル図)

おわりに

今後、このような測定解析手法を活用し、効果的な騒音対策をとることによりまして、より一層良好な建設工事環境がつくられていくものと思います。

建設省土木研究所機械施工部機械研究室
杉山 篤, 梶田洋規, 竹田英之

17. 音響インテンシティ法を用いた建設機械の騒音測定 ～油圧ブレーカの作業騒音の適用～

建設省土木研究所：杉山 篤・薬師寺伸夫
梶田 洋規・*竹田 英之

1. まえがき

社会基盤の基礎となっている構造物を時代の動きに合わせより向上させてゆくことは、社会に対する務めであると言える。このことから、再編成されるべき土木構造物、建築構造物の解体や補修が必要とされる舗装道路の打換えに、油圧ブレーカを使用する場合が多々ある。油圧ブレーカを含めた削岩機を使用する作業は、特定建設作業の一つに取り上げられており、作業を行う場合は発生する騒音・振動に対して一定の規制を受ける場合がある。建設騒音の苦情の実態によると、削岩機を使用する作業は、他の特定建設作業と比較しても多くの苦情が寄せられている。このような状況から、現在、解体工事や打換工事を行うのに、油圧を用いた圧砕機などの低騒音の建設機械が開発され、作業に活躍している。しかしながら、作業効率あるいは作業可能対象範囲（例えば、油圧圧砕機は、刃に挟める対象物でなければ取り壊すことは不可能である）を考えると、油圧ブレーカを使用することが必要である作業状態も多く存在し、今後も無くなることはないと思われる。このような状況において、建設工事の騒音苦情を低減するためにも、油圧ブレーカの騒音を低減する必要性があり、平成2年度は本研究の初年度として、油圧ブレーカの騒音発生状況、発生箇所などを把握するために、騒音測定、音響インテンシティ法による調査を実施した。

2. 研究目的

本研究の目的は、打撃による衝撃的騒音を発生する機構を持つ油圧ブレーカの騒音の発生機構を明らかにし、騒音を低減する方法について検討を行い、低騒音型油圧ブレーカの確立を図ることである。

3. 測定方法

3.1 油圧ブレーカの実状と測定対象油圧ブレーカ規格

油圧ブレーカの低騒音化を実現するためには、騒音の発生状況を明らかにする必要がある。油圧ブレーカは、現在手持ち式の小型のものからミニショベルに取り付けるもの、油圧ショベルに取り付ける大型のものまで、数多くの種類がある。本研究では、油圧ショベル搭載型の油圧ブレーカを研究対象とした。その理由としては、構造物の解体、道路の打換えなどで主に使用され需要が多いこと、その一方、騒音の苦情が多く、騒音対策の必要性及び重要性が高いからである。研究対象機械の規格は、需要が多い0.25m³クラスの油圧ショベルに搭載したタイプとした。

3.2 油圧ブレーカの構造

一般的な油圧ブレーカの構造を図-1に示す。本体は上側から、バックヘッド、シリンダ、フロントヘッドの3部品から形成されており、4本のスルーボルトにより締結されている。バックヘッド内部には窒素ガスが充填されており、蓄圧されたガスエネルギーは打撃エネルギーとして変換される。シリンダ内部には打撃ピストンが組み込まれており、このピストンが毎分数百回の往復運動を繰り返し、フロント

ヘッドで保持されているチゼルを打撃する。打撃機構としては、小型でも大型でも油圧ブレーカは殆ど同じ機構である。

3.3 測定条件

油圧ブレーカ騒音の発生状況を把握するため、作業状態における騒音発生状況を把握する必要がある。作業状態における騒音発生は色々な場合が考えられるが、一般的なコンクリート構造物を解体する場合を想定し、この状態を実験場で実現するため、コンクリート版を破碎対象物として選定した。寸法は1.8m×0.9m×厚0.4m、配合は210-8-25鉄筋φ16を10cmメッシュで中心に層状に入れ、20cm地中に埋めて、コンクリート版からの2次的振動による騒音の発生を極力防止した。

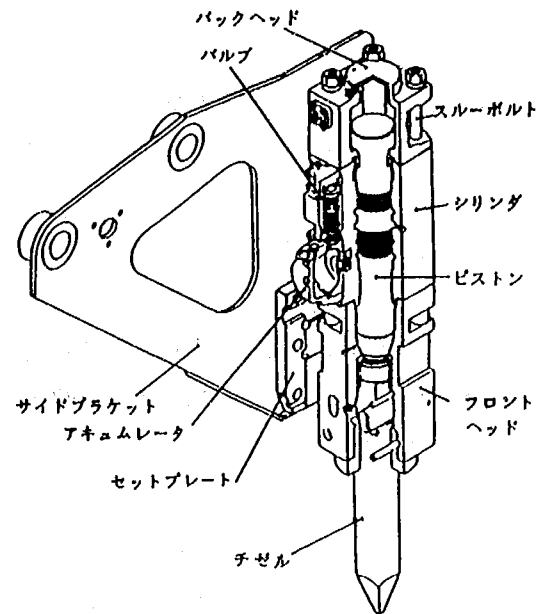


図-1 油圧ブレーカの構造

3.4 周囲騒音測定

油圧ブレーカ作業時における周囲騒音レベルの測定は、(社)日本建設機械化協会規格の「建設機械の騒音レベル測定方法」に則り、7m、15m地点の4方向の高さ1.5mの位置において精密騒音計で測定した。動特性はFASTとし、1/3オクターブバンド分析を合わせて行った。打撃状態は、チゼルが地面に対してほぼ垂直になるように設定し、油圧ショベルのスロットルは、高・中・低の3種類で行った。また、チゼルの形状はポイントチゼルやフラットチゼルなどがあるが、予備実験の結果より打撃の安定性と一般的に用いられるポイントチゼルを基本とした。

3.5 音響インテンシティ法による計測

油圧ブレーカの騒音対策を行うために、騒音源を調査する必要がある。そのため、自動車産業、建築騒音の分野などで騒音源特定などのため近年よく使用されている音響インテンシティ法を用いた。音響インテンシティ法の特徴は、音源近傍における音の放射性状が直接ベクトル量として得られ、音源探索に有効な方法でことである。音響インテンシティとは、「音場中のある点において、音波の進行方向に垂直な単位面積を単位時間に通過する音響エネルギー」で、単位記号は「W/m²」で表される。

音場のある特定方向 α への音の強さ I_α は

$$I_\alpha = \frac{1}{T} \int_0^T p V_\alpha dt \quad [W/m^2]$$

ここで T : 1周期の整数倍または1周期に対して十分長い時間(sec)

p : 音圧の瞬時値(Pa)

V_α : 粒子速度の瞬時値の α 方向成分(m/s)

で定義される。

本研究では、近接した2個のマイクロホンから得られた音圧と、その差分から近似的に得られる粒子速度との積の時間平均として求める方法(2マイクロホン法)を用いた。音響インテンシティ法は、従来定常的な音源に対して用いられてきた測定法であるが、本実験では衝撃的な音が連続して発生している

ため、分析器のフレーム時間（1回のFFT演算のためにデータを取り込む時間）を短く採り、1回の打撃における演算結果を周波数領域で多数回平均することにより、インテンシティレベルを求めた。図-2に測定点を示す。

4. 研究結果

4.1 周囲騒音測定結果

打撃音の発生状況の波形を図-3に示す。この波形は、衝撃的打撃が連続的に発生していることを示している。周囲騒音測定結果を表-1に示す。打撃数と騒音レベルの関係を整理すると図-4の様になり、打撃数による騒音レベルの変化は、300bpm～540bpmの間では打撃中は余り変化がみられず、7m地点で95dB(A)、15m地点で88dB(A)程度である。1/3オクターブバンド周波数分析結果を図-5に示す。右前7m地点での高スロットル、中スロットルを比較すると、傾向としては顕著な差は見られなかった。

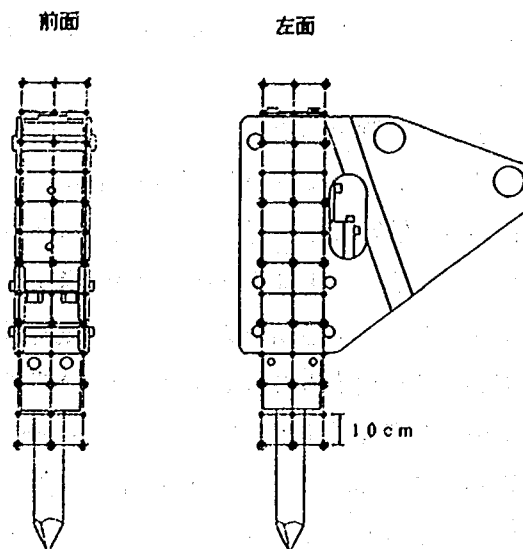


図-2 音響インテンシティ測定点

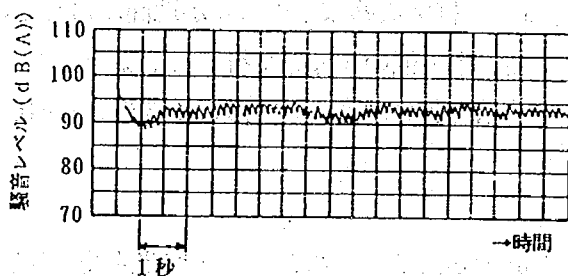


図-3 騒音レベルの記録波形

表-1 騒音レベル測定結果

		7 m										15 m									
		右前	左前	右後	左後	平均	右前	左前	右後	左後	平均	右前	左前	右後	左後	平均	右前	左前	右後	左後	平均
100%	100%	67	64	75	73	72	63	59	68	68	66	63	59	68	68	66	63	59	68	68	66
(100%)	100%	280	289	288	290	288	281	280	283	282	282	281	280	283	282	282	281	280	283	282	282
100%	低	初期	310	95	94	95	94	95	94	95	94	87	87	88	86	87	87	87	88	86	87
	進行中	360	96	94	95	95	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88
	中	初期	320	93	92	93	86	87	87	87	87	86	87	87	87	87	86	87	87	87	87
	進行中	460	94	93	94	93	87	88	89	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88
100%	高	初期	420	91	89	90	89	90	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83
	進行中	460	94	94	94	96	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87
	中	初期	470	93	94	94	86	88	89	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88
	進行中	460	93	93	93	93	86	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87

*騒音レベルは、打撃毎の最大値の平均で示す。

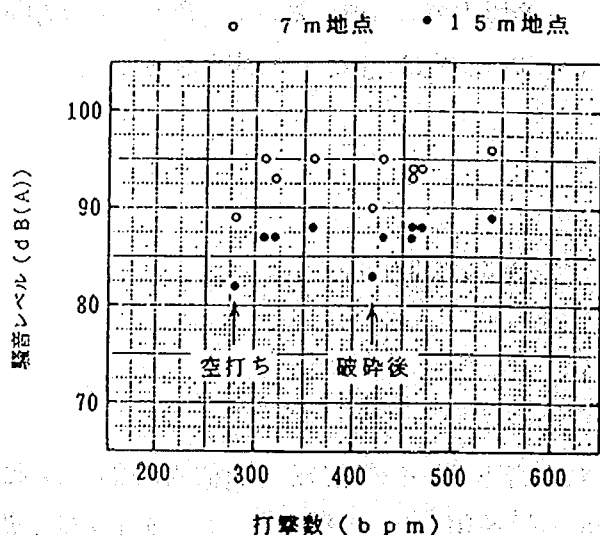


図-4 打撃数と騒音レベルの関係

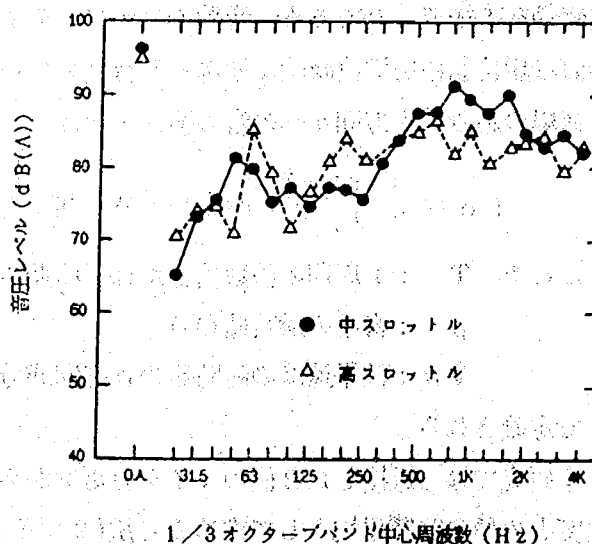


図-5 周波数分析結果（*イット、7m右前）

以上のことから、騒音低減のためには主に1/3 オクターブバンド中心周波数で 800Hz以上の周波数域の騒音低減が必要と思われる。

4.2 音響インテンシティ測定結果

音響インテンシティ法による測定結果を検討する。全帯域における音の強さを表すコンタ図を図-6に示す。傾向としては、ブレーカ内部でチゼルが打撃されている辺り、窓の辺り、チゼル部分を中心に、側面ブラケット部のブレーカ本体の全体から音が放射されていることがわかる。このことの確認のため、騒音源をブレーカ本体とチゼル部分に分けてそれぞれグラスウール（厚さ約25mm、密度約 32kg/m³）と遮音シート（軟質ゴム、厚さ約1mm）で覆い、騒音を測定した。表-2にその結果を示す。これより、チゼルのみを覆った場合では0～2 dB(A)

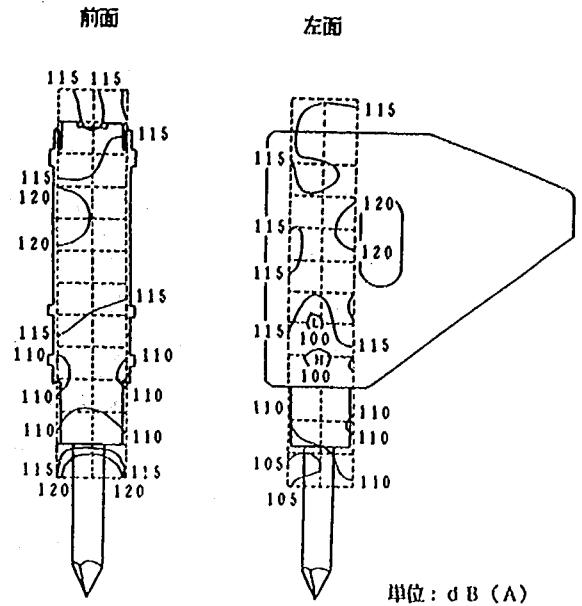


図-6 音響インテンシティ測定結果

程度、本体を覆った場合には4～5 dB(A)程度、全体覆うと6～7 dB(A)の低減になる。本体部は面積が広いことなどからブレーカ全体から、放射した騒音が周囲に伝播しているといえる。このことから、部分的な対策によ

表-2 遮音シートによる対策効果(対策なしを基準とした減音量)

スロットル	対策部分		7 m	15 m	50m (地上150cm)	50m (地上90cm)
	本体	チゼル	平均	平均	平均	平均
低	×	×	—	—	—	—
	×	○	2	1	1	4
	○	×	4	4	4	1
	○	○	6	8	5	4
中	×	×	—	—	—	—
	×	○	0	0	0	1
	○	×	5	5	4	3
	○	○	7	8	7	7
高	○	×	5	5	8	6
	○	○	6	6	10	8

*高スロットルは、中スロットルの対策なしを基準にした。

る騒音の低減化は困難であると思われ、総合的な対策が必要であることがわかる。

5. 今後の研究課題

今後の課題としては、

- (1) 衝撃振動の伝播による騒音発生への対策の検討
- (2) 必要とされる強度を確保しながら、騒音を低減するための材料、新素材の適用
- (3) 構造面からの騒音低減方法の検討

などがあり、本年度の調査結果を基に総合的な検討を行い、油圧ブレーカの騒音対策に関する研究開発を行っていく予定である。

杉山 篤、山中 勇樹（建設省土木研究所）

1. まえがき

土木構造物、建築構造物の解体や、舗装版の打換に、油圧ショベルに油圧ブレーカを取り付け使用する場合が多い。油圧ブレーカを含めた削岩機を使用する作業は、特定建設作業の1つに取り上げられており、騒音規制法で規制されている。

削岩機を使用する作業は、他の特定建設作業と比較しても非常に多くの騒音苦情が寄せられている。平成2年度騒音規制法施行状況調査によると特定建設作業の騒音苦情対応件数に占める削岩機の割合は70%を占めている。このため、建設工事の騒音苦情を低減するためにも、立ち遅れている油圧ブレーカの騒音を低減する必要がある。したがって、土木研究所機械研究室では平成2年度から4カ年計画で環境庁の予算により油圧ブレーカの低騒音化を行っており、その結果を報告するものである。

表-1 建設作業騒音の苦情実態

建設 作業の種類	苦 情 対 応 状 況							状 況			
	苦情件数	報告の 激件数	立入検査件数	騒音の 測定件数	測定適合	測定不適合	測定判定不詳	調査に基づく 行政指導件数	その他の行政 指導件数	改善勧告まで のもの	改善命令に至 ったもの
掘：くい打機等を用 定：使用する作業	288	73	228	58	27	28	3	205	47	0	0
掘：びよう打機を用 定：使用する作業	6	1	4	1	1	0	0	4	0	0	0
掘：さく岩機を用 定：使用する作業	819	144	600	141	88	68	5	630	100	0	0
掘：空気圧縮機を用 定：使用する作業	71	27	56	35	24	9	2	54	4	0	0
掘：コンクリート 特：プラント等を 定：投げて行う作 業	2	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0
小 計	1,186	245	887	235	120	105	10	895	151	0	0

注）平成2年度 騒音規制法施行状況調査（環境庁大気保全局特殊公害課）より

2. 油圧ブレーカの騒音発生の現状

2. 1 対象油圧ブレーカ

対象とする油圧ブレーカは、油圧ショベル搭載型としている。これは、構造物の解体、舗装版の打換等で主に使用され需要が多いが、騒音対策が遅れており苦情が多いことから選定した。対象規格としては、需要が多い0.25m³クラスの油圧ショベルに搭載したタイプとした。（本体重量約200kg）



写真-1 周囲騒音測定状況

2. 2 騒音測定方法

周囲騒音測定は、基本的には（社）日本建設機械化協会規格「建設機械の騒音レベル測定方法」に則り、7m、15m4方向の高さ1.5mにおいて、図-1に示す配置で行った。測定器の構成を図-2に示す。また、その状況を写真-1に示す。

* The Approach to Reduce the Noise Generated by Hydraulic Breaker
By Atsushi Sugiyama and Yuki Yamanaka (PWRI, Ministry of Construction)



図-1 周囲騒音測定点

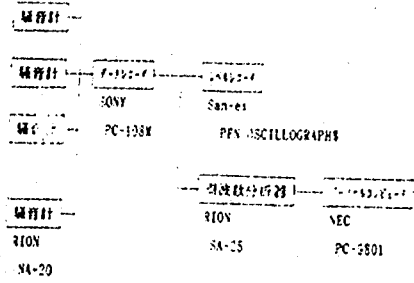


図-2 測定計器構成(周囲騒音)

油圧ブレーカの騒音対策を行うために、騒音源を調査する必要がある。そのため、自動車産業、建築騒音の分野などで騒音源特定のため近年採用が多くなっている音響インテンシティ法を用いた。音響インテンシティ法の特徴は、音源近傍における音の放射性状が直接ベクトル量として得られ、音源探査に利用できることである。

本研究では、近接した2個のマイクロホンから得られた音圧と、その差分から近似的に得られる粒子速度との積の時間平均として求める方法(2マイクロホン法)を用いた。測定点を図-3、測定計器を図-4、測定状況を写真-2に示す。

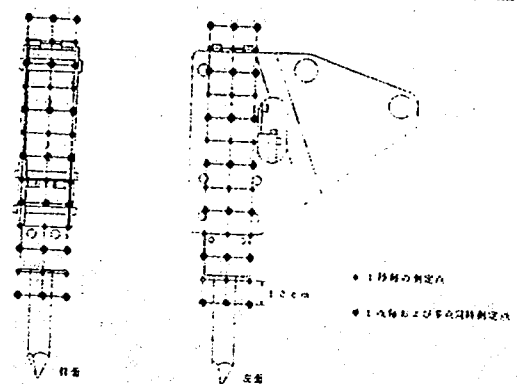


図-3 音響インテンシティ測定点



写真-2 音響インテンシティ測定状況

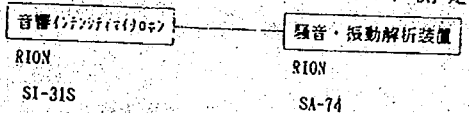


図-4 測定計器構成(インテンシティ測定)

2. 3 測定結果

周囲騒音測定による打撃音の発生状況の波形(dB(A))を図-5に示す。この波形は、衝撃的打撃が連続的に発生していることを示している。周囲騒音測定結果を、表-2に示す。

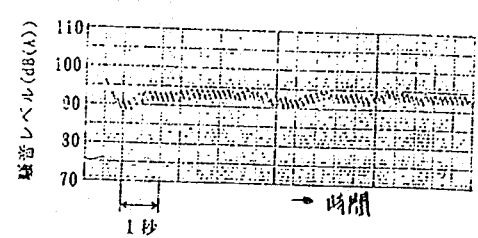


図-5 騒音レベルの記録波形

表-2 騒音レベル測定状況

打撃条件		7 m					1.5 m					単位: dB(A)			
打撃機	速度	右側	左側	右側	左側	平均	右側	左側	右側	左側	平均	騒音レベル 1/1000 rpm	騒音レベル x/d	騒音レベル t	
(A)(11)	—	—	67	64	75	73	72	63	59	61	66	—	—	—	
(B)(5)	—	280	89	88	90	88	89	81	80	83	82	(212)	—	—	
(C)(11)	低	初期	310	95	94	95	94	95	87	87	88	86	87	165	
	進行中	360	96	94	95	95	95	88	88	88	86	88	900~930	110	
	中	初期	320	93	92	93	92	93	86	87	87	86	87	~120	
	進行中	460	94	93	94	93	94	87	88	89	88	88	1640(1720)	130	
(D)(11)	高	初期	420	91	89	90	89	90	83	83	82	83	83	2020(2080)	150
	進行中	540	95	96	96	97	96	98	89	89	89	89	89	—	—
	中	初期	430	94	94	94	96	95	87	87	87	88	87	1725	130
	進行中	470	93	94	94	94	94	86	88	89	88	88	—	—	
(E)(8)	—	460	93	93	93	93	86	87	87	87	87	—	—	—	

騒音レベルは、打撃音の最大値の平均で示す(動特性FAST)
 * () は騒音時間 時間開始前に40℃にセット、外気の影響で測定中に低下

音響インテンシティ法による測定結果として全帯域における音の強さを表すコンク図を図-6に示す。傾向としては、ブレーカ内部でチゼルが打撃されている辺り、側面ブラケット部の窓の辺り、チゼル部分を中心に、ブレーカ本体の全体から音が放射されていることがわかる。

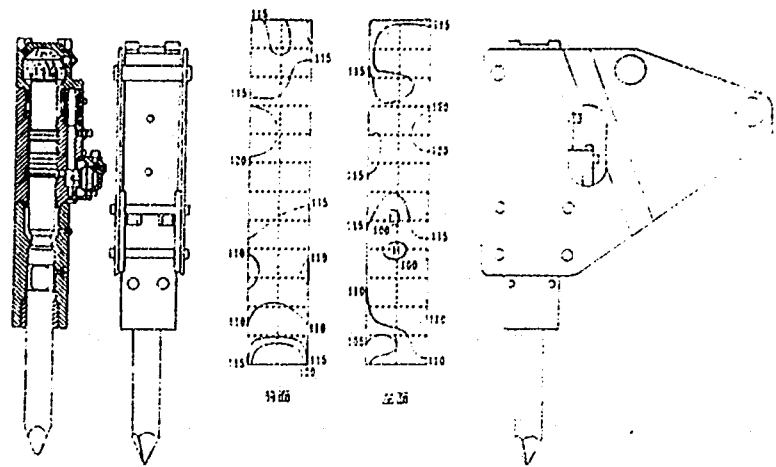


図-6 音響インテンシティ測定結果・コンク図(全体域)

3. 油圧ブレーカの騒音低減対策

3. 1 対策部品の試作

ブレーカから放射される音を低減するためには、ブレーカ表面から発散される音を遮断するとともにブレーカ本体振動を抑える必要がある。このため、ブレーカ表面を制振材で囲み、さらに遮音効果を期待して鋼板(SS400)の防音カバーで包み騒音低減の効果を調査した。

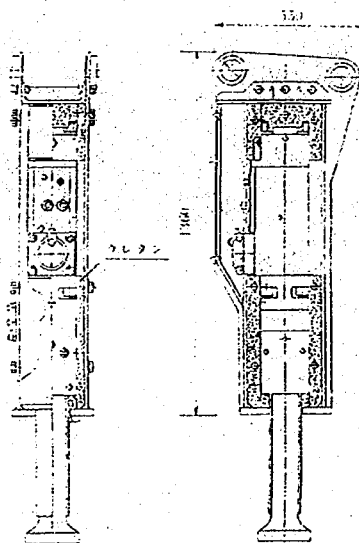
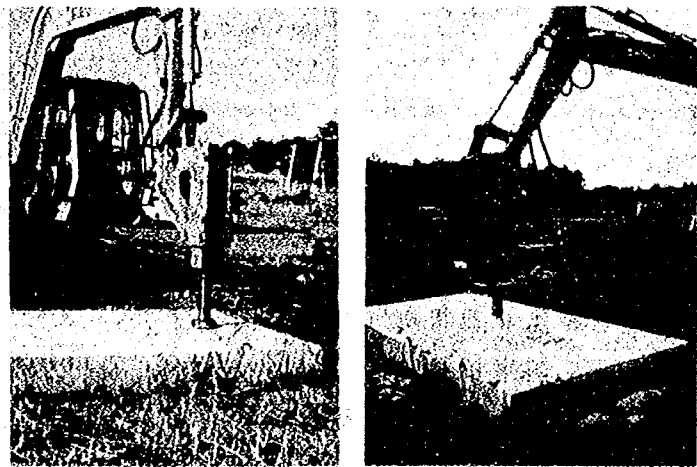


図-7 騒音低減対策部品の形状



騒音低減対策前(防音カバーなし) 騒音低減対策後(防音カバーあり)

写真-3 騒音対策前後の概観

3. 2 測定結果

騒音低減対策前のケースと油圧ブレーカを防音カバーのみで包んだケースのバルブ状ロッドによるコンクリート版打撃による騒音を比較すると、騒音レベルで3 dBと低減の効果が認められた。これは、油圧ブレーカ表面から発せられる音が遮音された効果によるものと考えられる。

騒音低減対策前のケースと防音カバー及び制振材により騒音低減対策を講じたケースの周囲騒音測定結果を、表-3に示す。7 m地点における騒音の平均値でバルブ状ロッドによるコンクリート版打撃は約5 dB、ポイントチゼルによるコンクリー

ト版破砕は約7 dB、花こう岩破砕は約7 dB低減されている。

それぞれの騒音データを周波数分析した結果を、図-8に示す。結果から明らかなように、500 Hz以上で騒音が低減していることがわかる。

以上の調査結果から、以下のことが判明した。

- ① 今回試作した防音カバーを用いることにより、3 dB程度の騒音低減が図れる。
- ② 防音カバーとその内側に制振材を併用することにより、5～7 dB程度の騒音低減が図れる。
- ③ 試作したロッドカバーはロッド（チゼル）の打撃が不安定な時に有効であり、ポイントチゼルによる打撃開始時にも騒音低減効果が期待できる。

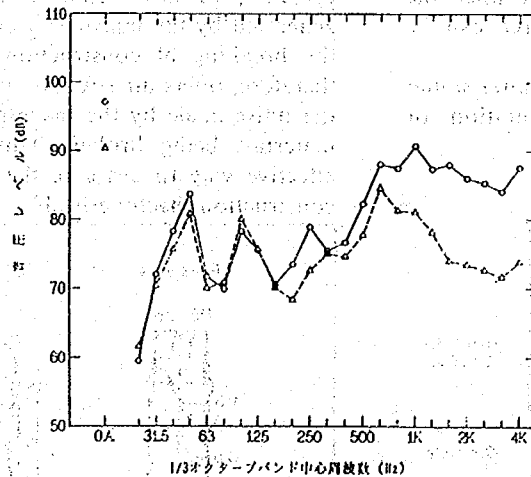
表-3 騒音低減の効果

単位: dB (A)

ケース	打撃種別	フレーム	制振材	ロッドカバー	その他の対策	7m
1-A-1	バルブ状ロッドによる打撃	対面前	なし	なし	なし	100
1-G-1	バルブ状ロッドによる打撃	窓なし	ウレタン	あり	なし	95
1-A-1	コンクリート版破砕	対面前	なし	なし	なし	96
1-G-1	コンクリート版破砕	窓なし	ウレタン	あり	なし	89
1-A-1	花こう岩破砕	対面前	なし	なし	なし	99
1-G-1	花こう岩破砕	窓なし	ウレタン	あり	なし	92

ケースA-1: 騒音低減対面前

ケースG-1: 騒音低減対面後



○: A-1 (対面前)
△: G-1 (対面後)

打撃種別: ①コンクリート破砕	
打撃条件: 中スロットル	
受音点: 右側7m	
A-1	騒音レベル: 70dB / 96 / 96
フレーム	対面前
制振材	なし
ロッドカバー	なし
その他の対策	なし
G-1	騒音レベル: 70dB / 89 / 89
フレーム	窓なし
制振材	ウレタン
ロッドカバー	あり
その他の対策	なし
打撃効果: 70dB / 7dB	

図-8 周波数分析結果（コンクリート版破砕）

4. 今後の予定

今後は、実際の使用に耐える構造の検討及び作業性を損なわない、より一層の低騒音化に向けての改良が必要であると考えます。このため、制振鋼板の利用、防音カバーの防振支持等の対策を行い、その効果及び試作品の耐久性調査を行う予定です。



Public Works Research Institute,
Ministry of Construction,
Japan

PWRI NEWSLETTER

This year, the Public Works Research Institute celebrates its seventieth anniversary.

PWRI is a national institute specialized in the field of civil engineering. Since it was established as a Road Materials Testing Laboratory in Komagome, Tokyo on September 30th, 1922, PWRI has contributed effectively in a wide range of projects aimed at improving the nation's living standards through fundamental and

applied research in civil engineering and technical instruction. PWRI is becoming a center of excellence in this field because of the positive impact of its wide ranging activities.

This autumn, we will have some memorial events, such as a commemorative ceremony, a commemorative lecture and so on. The details will be given in the next issue.

ACOUSTIC INTENSITY METHOD FOR ANALYZING NOISE MADE BY HYDRAULIC BREAKERS

A hydraulic breaker is used for tearing down buildings, structures and concrete roads but it requires noise control measures to prevent complaints about the noise. It is therefore necessary to identify the source of sound of hydraulic breakers that cause noise on impact, and study ways to reduce the noise. Thus, the acoustic intensity method is used to investigate how the noise is generated, and identify the source. The main characteristics of this method are:

- (1) Barely affected by background noise or reflected sound.
- (2) Effective for sound source identification since the radiative properties of sound near the source can be determined as a vector.

The use of sound instrumentation can visualize sound as a stream of energy. Previously, instrumentation for

sound source localization and sound field analysis was difficult by the sound pressure measurement technique. The sound intensity is measured at points set in advance, as in Photo 1. Data is processed by computer, as in Fig. 1. Processed data is used to produce a chart of contours drawn by connecting points of equal sound intensities as in Fig. 2, or by analyzing the direction and level of sound generated at each point. Countermeasures against noise can be taken and the differences before and after the application of countermeasures can be evaluated by comparing the sounds' pitch and level. For hydraulic breakers, this new method can clearly distinguish sound generated by the machine itself and the sound made by the breaking of construction materials. This method, therefore, offers an effective way to distinguish between the noise made by the machine and the noise made by materials being broken. This method also offers an effective way to evaluate the noise made only by the construction machine itself.

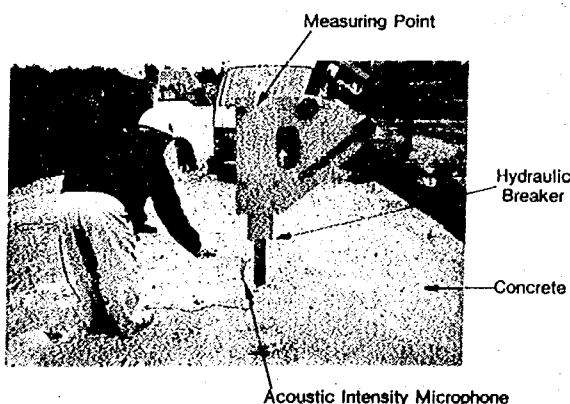


Photo 1 Sound Intensity Measurement

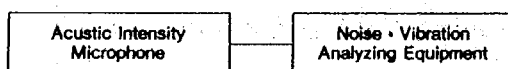


Fig. 1 Measurement Equipment

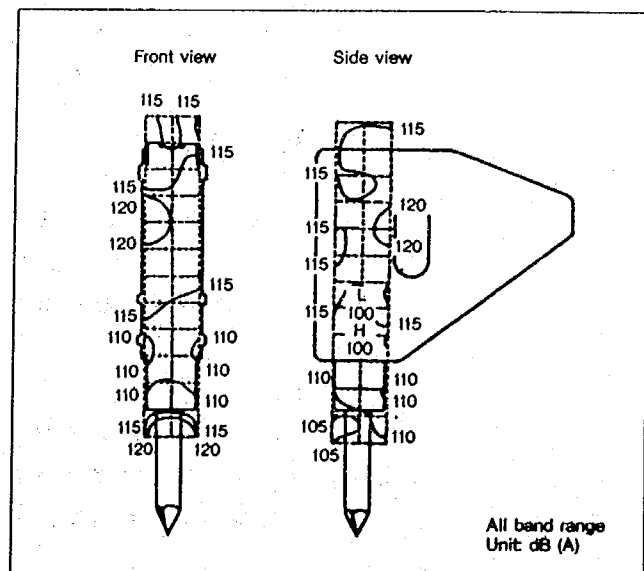


Fig. 2 Noise Level Contours Generated by Breaker

建設機械の低騒音化技術に関する研究(第1報)

ISSN 0386-5878

—油圧ブレーカの音響インテンシティ測定及び
低騒音化へのアプローチ実験—

土木研究所資料 第3131号

平成4年7月(1992)

杉山 篤, 薬師寺 伸夫, 梶田 洋規
竹田 英之, 山中 勇樹

要旨: 土木構造物, 建築構造物の解体や舗装版の打換えに油圧ブレーカを油圧ショベルに取り付け使用する場合が多いが, 騒音対策が遅れており苦情が多くなっている。

このため打撃による衝撃的騒音を発生する機構を持つ油圧ブレーカに対して, 騒音の発生機構を明らかにし, 騒音低減対策を行い, 周囲騒音測定及び音響インテンシティ測定によりその効果を調査した。

キーワード: 油圧ブレーカ, 低騒音化, 遮音, 制振, 周囲騒音測定
音響インテンシティ測定



郵便はがき

41円切手
をはって下
さい。

305-□□

建設省土木研究所
機械施工部機械研究室
御中

茨城県つくば市大字旭一番地

No. 98

No. 98

配布先氏名

配布先住所





土木研究所資料 第3131号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名

印

