

産業安全研究所技術資料

TECHNICAL NOTE OF
THE RESEARCH INSTITUTE OF INDUSTRIAL SAFETY

1977

レッグさく岩機の振動測定

袴塚 禎三
前田 豊

レッグさく岩機の振動測定

袴 塚 禎 三*
前 田 豊*

The Vibration measurement on some leg-types of rock drill

by Teizo HAKAMAZUKA*
Yutaka MAEDA*

It is known that occupational diseases appear on hands, arms or shoulders of workers who handle portable vibrating tools such as rock drills or chaine-saws.

To prevent the diseases, diminishing the vibration is one of the most effective methods.

In order to get the fundamental data for development of the vibration arresting technic, some measurements of vibration generated from rock drills of leg type were carried out. 14 types of drills (ten types with usual handles, four with vibration arresting handles) were subjected in this experiment.

The drills were operated in a certain metal mine. And operating conditions of tools were as following; wet drilling with single type of rods and bits, drilling depth up to 120cm, setting leg's angle of 45° to horizontal level, keeping rods horizontal, supplied air pressure of 5~5.5kg/cm². And one skilled worker operated all of the tools.

Three vibration acceleration pickups of electro-strictive ceramic type were fixed on the handle of each tool in the directions of three axes. Vibration acceleration signals generated from the tool were recorded in a portable magnetic tape recorder and at the same time sound level was measured close by the worker's ear.

Later, the acceleration data were played back and inputted in a digital computer. They were processed by the method of FFT as 1/3 octave frequency analysis.

Then they are; acceleration level is about 145~150dB on usual handles, and about 130~145dB on vibration arresting handles. In high frequency range, the acceleration magnitude of the latter handles is smaller than the formers', but in low frequency range such as 40~50Hz that is not diminished. Besides, the vibration levels were not almost influenced on drilling depth, speed, and tool weights in this experiment.

Sound level in working is 113~118 phones (A band).

* 機械研究部 Mechanical Engineering Research Division

1. は じ め に

手持ち振動工具の使用により、作業者に振動障害がおくとされている。しかしながら障害発生メカニズム等については、振動が最も大きな因子であるとされているものの、他の因子による影響もまた大きく、それらの間の関係は必ずしも明確にされているとはいえない。また、機械の振動そのものの状況についても、各種のものの測定例が報告されているが、国内のものについてはチェンソーを除いては比較的少ない。

振動工具の一つであるレッグさく岩機は主として鉋山にて使用され、使用中発生する振動はチェンソー等に比較して、かなり大きいものと考えられており、中には作業者が障害を訴えている事例もある。しかし防振対策としては、現状では防振ハンドルの使用及び防振手袋の着用がいくつか見られる程度であり、より良い防振装置あるいは振動の少ないさく岩機の開発が望まれている。

このような事情に鑑み、振動の実状を把握し防振対策の基礎資料とする目的で、現在市販されているレッグさく岩機の代表的機種いくつかにつき、そのハンドル部分の振動の実測を行ったもので、その結果をここに報告する。

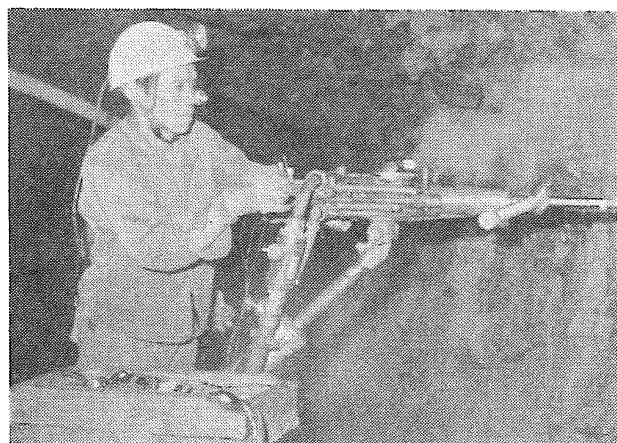


写真 1 レッグさく岩機使用中

2. 測 定 対 象

測定に当りレッグさく岩機の振動に影響を与える因子として考えられるものには、さく岩機本体の構造のほか岩質・供給空気圧・さく岩方向・サポートレッグの角度・ロッドの太さと長さ・ビット刃先の形状と磨耗度・さく岩機操作者の姿勢・保持力など種々の要因が挙げられるが、今回はそれ等について細かく取り扱うことは避け、これらの要因はなるべく一定の作業条件で行なうようにして測定した。

表 1 測定機種一覧

メーカー名	機種符号	防振ハンドル	消音マフラー	機種重量	ピストン重量	シリンダー径	ピストンストローク	作動圧 5 kg/cm ² での打撃数
				(kg)	(kg)	(mm)	(mm)	(bpm)
甲 社	A	無	無	22.5	1.73	75	49	2,450
	B	〃	〃	25.6	2.00	75	70	1,950
	A'	有	〃	23.9	1.73	75	49	2,450
	B'	〃	〃	27.0	2.00	75	70	1,950
	C	無	〃	19.1	1.47	68	49	2,400
	D	〃	〃	25.5	2.00	70	70	1,850
	E	〃	有	28.3	2.00	76	64	2,100
	F	〃	〃	28.4	2.10	90	50	2,500
乙 社	G	無	有	23.5	1.45	76	50	2,450
	H	〃	〃	26.0	2.20	85	60	2,300
	G'	有	〃	25.0	1.45	76	50	2,450
	H'	〃	〃	27.0	2.20	85	60	2,300
	I	無	無	17.5	1.34	60	55	2,100
	J	〃	〃	25.5	2.03	66.7	68	1,800

2.1 測定対象機種

測定したレッグさく岩機は現に市販されている代表的な国産機種で表1にそれを示す。これらのさく岩機のハンドル部の振動を対象に測定した。

2.2 さく岩条件

測定場所は茨城県日立市日立鉱山の坑内で、その他のさく岩条件はつぎのような設定で行った。

- i. 湿式さく孔 (18 ガロン可搬式ウォータータンクを使用)。
- ii. ビットゲージ 34mm, カービットインサート型でロッド長は 1,500mm, シャンクサイズは 22H×108。
- iii. さく孔長は 120cm を標準としたロッドチェーンを行わない 1 本繰り。
- iv. ロッドは何れも 4 回さく孔するまで使用して新品と交換する。

v. サポートエアレッグの角度はほぼ45度, ロッドはできるだけ水平に保つこととし, 岩盤の節理面に対するさく孔方向の斜傾角度もなるべく一定 (約60°) とする。

vi. 作動空気圧は 5~5.5 kg/cm² の範囲内で使用する。

vii. さく岩機の操作は経験20年の熟練作業員 1 人が全機種を通じて行なう。

viii. 表1に示す機種符号ごとのさく孔本数は計測の都合上各 1 本ずつで測定する。(注, このため実際の測定に当って, さく孔する孔によってはジャーミング気味で前後左右に振れ, いわゆるさく岩機が踊り気味のものと, 割合スムーズに安定してさく孔できたものとがあった。)

ix. さく孔岩盤は珪質絹雲母片岩である。

x. 測定日時, 昭和51年7月13日~15日。

(参考)

日立鉱山の岩石の力学的性質

岩 石	産 地	圧縮強度 kg/cm ²	ショアー硬度
緑泥岩珪質片岩	茨城県日立	841~1,494	80~92
珪質黒雲母片岩	"	1,184	76~96 (平均88)
珪質片岩 (I)	"	1,195	77~124 (平均89)
" (II)	"	1,355~1,632	70~73

(注) レッグさく岩機の振動測定を行った珪質絹雲母片岩の力学的性質は緑泥岩珪質片岩に近いものと考えられる。

(参考)

その他の種々の岩石等の力学的性質

岩 石	産 地	比重	圧縮強度 kg/cm ²	引張強度 kg/cm ²	せん断強度 kg/cm ²	ヤング率 kg/cm ²	ポアソン比
花こう岩	茨城県稲田	2.62	1662	104	208	5.6×10 ⁵	—
斑 岩	長野県佐久	2.70	2740	212	381	5.6×10 ⁵	0.29
安山岩 (I)	神奈川県真鶴	2.59	1413	64	150	2.1×10 ⁵	—
安山岩 (II)	兵庫県志方	2.64	3015	220	407	7.3×10 ⁵	0.25
凝 灰 岩	静岡県伊豆	1.92	342	45	62	7.0×10 ⁵	—
砂 岩	長崎県高島	2.48	969	67	127	1.6×10 ⁵	0.14
硬 砂 岩	東京都五日市	2.60	2049	171	296	6.2×10 ⁵	0.21
石 灰 岩 (I)	埼玉県秩父	2.66	1150	75	156	6.7×10 ⁵	0.30
石 灰 岩 (II)	山口県宇部	2.69	1450	87	169	7.4×10 ⁵	0.31
大 理 石	福島県双葉	2.46	671	43	91	5.0×10 ⁵	0.26
石 炭	北海道砂川	1.23	128	8	16	1.3×10 ⁵	0.30
岩 塩	メキシコ	2.13	376	14	36	~10 ⁴	—
コンクリート	1:3:6 配合	2.20	534	47	159	2.9×10 ⁵	0.15
黒色結晶片岩	愛媛県別子	2.72	500~1,500	(50)100~200	—	2~6×10 ⁵	—

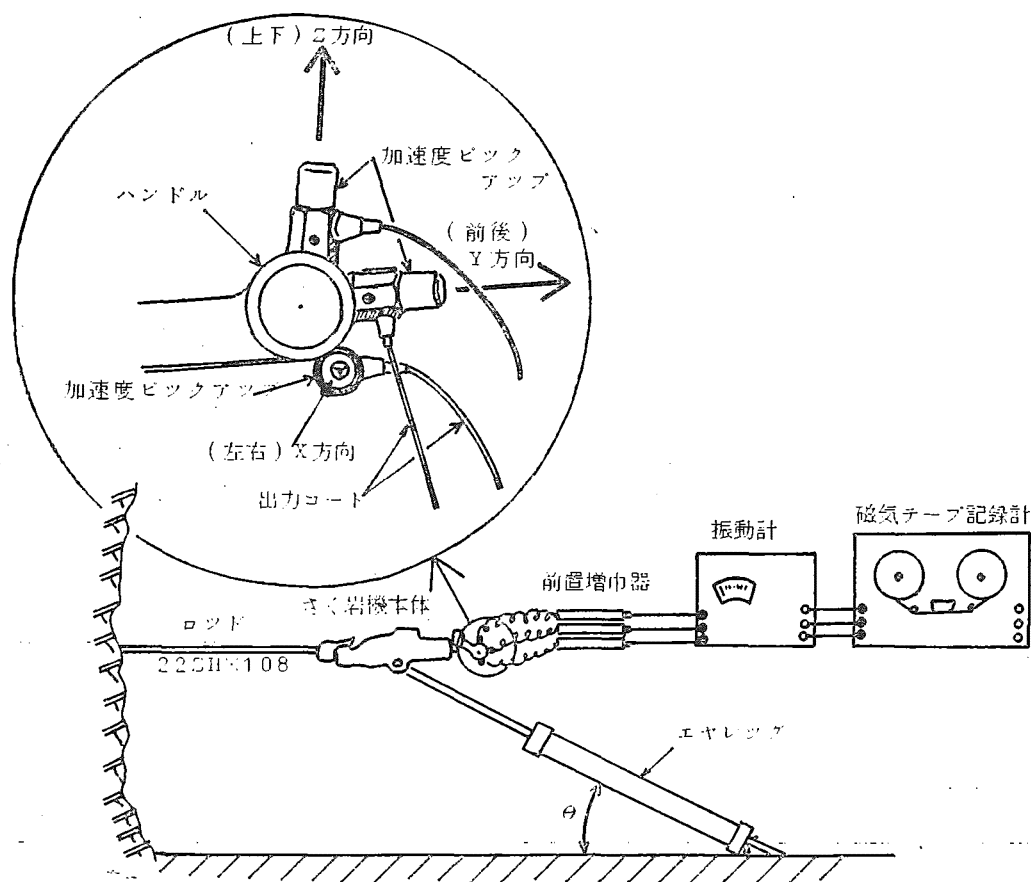


図 1 加速度ピックアップ取付図

3. 測定方法

さく岩機のハンドル部分に振動計の加速度ピックアップを図1のように互に直角な三方向に向け、ホースバンドを用いてそれぞれ取り付けた。写真2はその例である。振動計は国際機械振動研究所製 VM-4203 型で、振動加速度 $0 \sim 100G$ 、振動周波数 $2 \sim 10,000\text{Hz}$ の測定範囲を有するもので、振動加速度ピックアップはチタン酸磁器圧電効果型で1個の重量は約 40gr である。

さく孔速度の測定の方法は、予めロッドに 20cm 間隔に白ペンキで標識をつけておき、さく孔中この標識が岩盤中（孔口）に隠れるのを見てその時の孔の深さとし、各標識間の所要時間を記録した。なお、最初の口切りの部分は口切り後一たんさく孔を止めて口切り孔の深さを測定し、この部分はさく孔長及びさく孔時間から除外してさく孔速度を算定した。

さく孔中、振動計から得た出力はすべて一旦データ



写真 2 加速度ピックアップの取付状態

レコーダ（共和電業製 RTP 100 A 型、周波数特性 $DC \sim 10\text{kHz}$ 平坦）の磁気テープに記録した。後にこれを再生し、 10kHz の速度で AD 変換して計算機に入力し、FFT によりパワースペクトルを計算の後、 $1/3$ オクターブ周波数分析のかたちにした。使用した電子計算機は FACOM 230-35 で、周波数分析の1回の計測

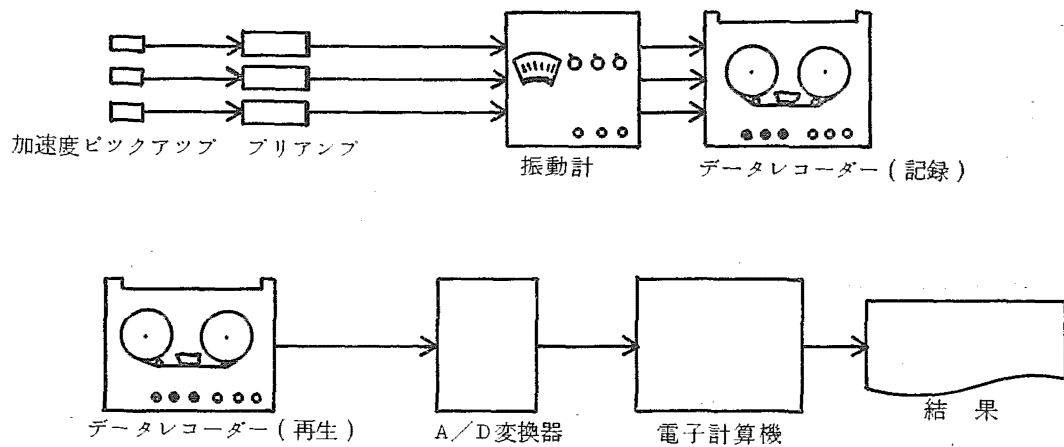


図 2 測定・解析器接続図

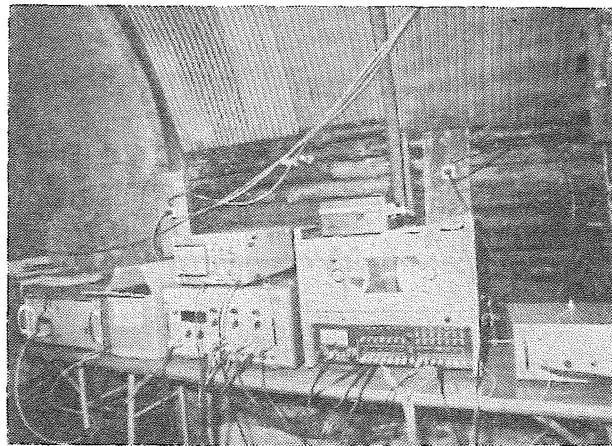


写真 3 測定計器

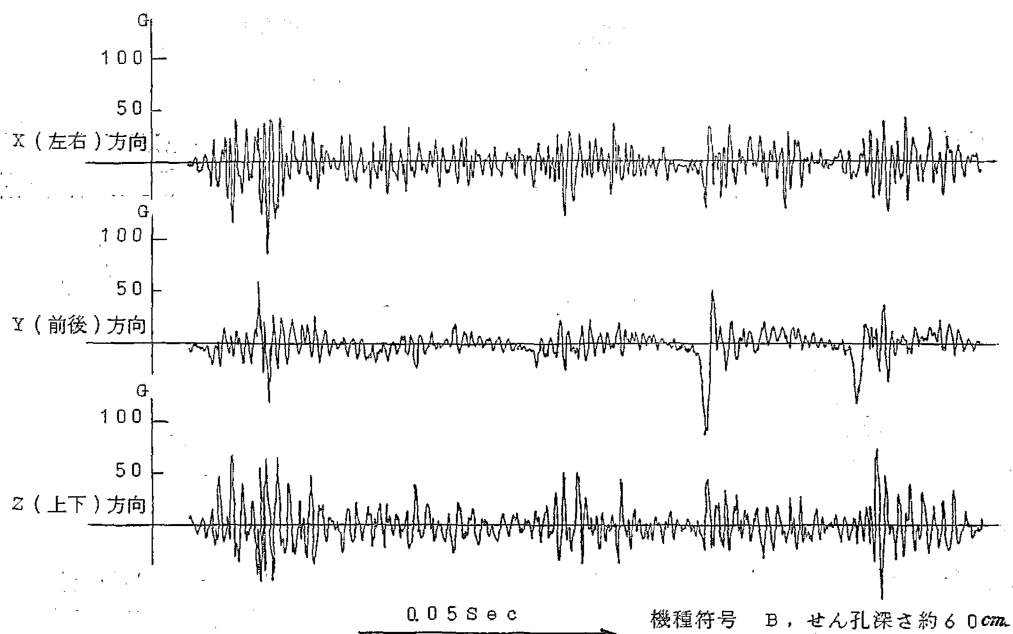


図 3 ハンドル部の加速度波形 (普通ハンドル)

時間はサンプリング速度の関係で0.8192秒になっている。

またハンドルの振動測定と同時に、さく岩機操作者の耳元における騒音レベルを指示騒音計を用いて計測した。

4. 測定結果および考察

4.1 振動加速度波形

ハンドル部の加速度波形の一例を図3および図4に

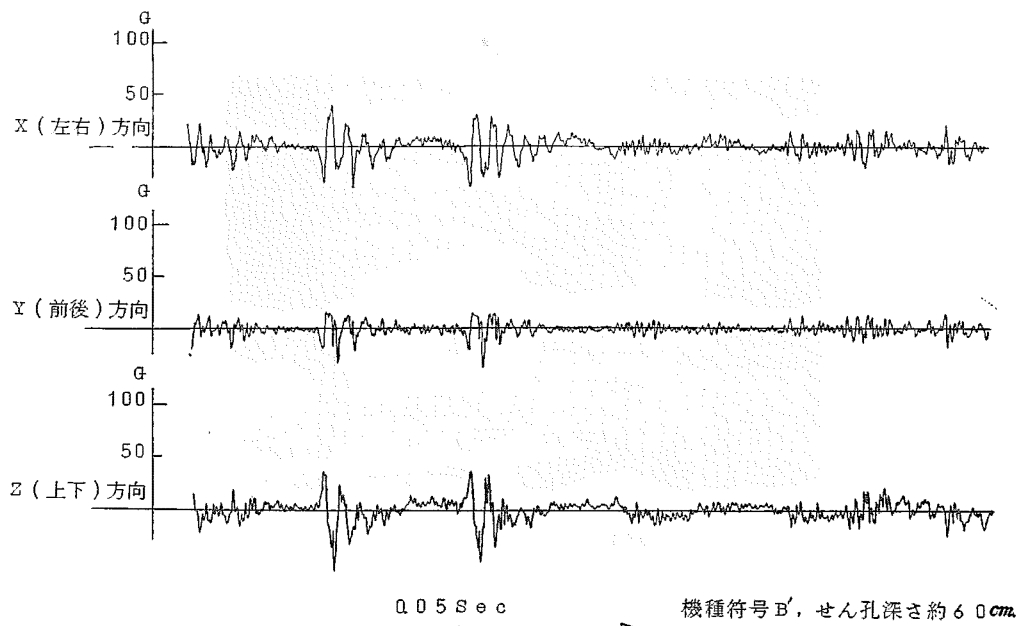


図4 ハンドル部の加速度波形 (防振ハンドル)

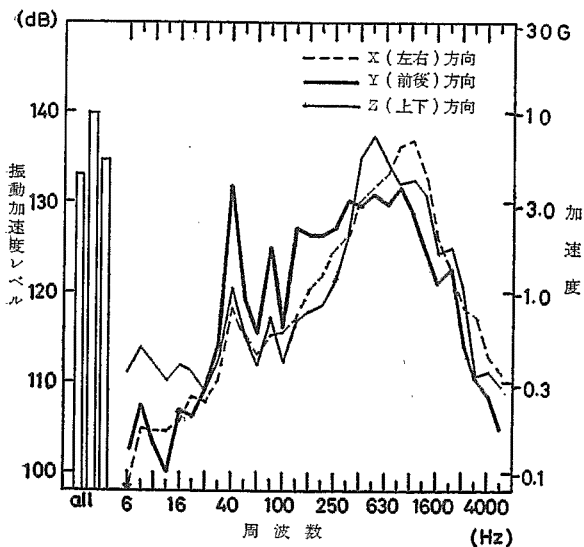


図5 機種Aの1/3オクターブ分析結果

示す。

4.2 各機種の周波数分析結果

振動加速度の3分の1オクターブ分析結果を図5～図18に示す。縦軸は振動加速度実効値を、横軸はバンドフィルター中心周波数を示す。左端の ALL は全出力を棒グラフで示したものである。

4.3 各機種の振動加速度レベルと工具振動レベル

各機種の振動加速度レベルの実測値と工具振動レベ

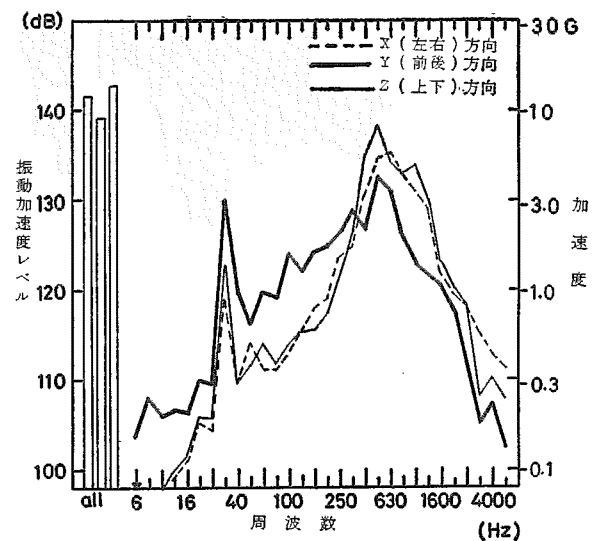


図6 機種Bの1/3オクターブ分析結果

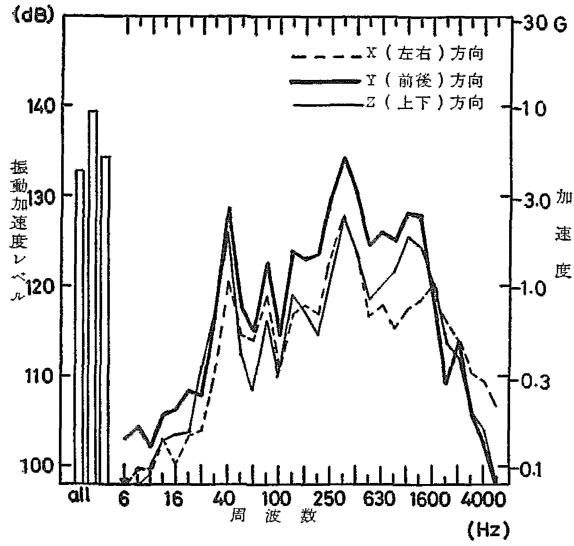


図 7 機種 A' の 1/3 オクターブ分析結果

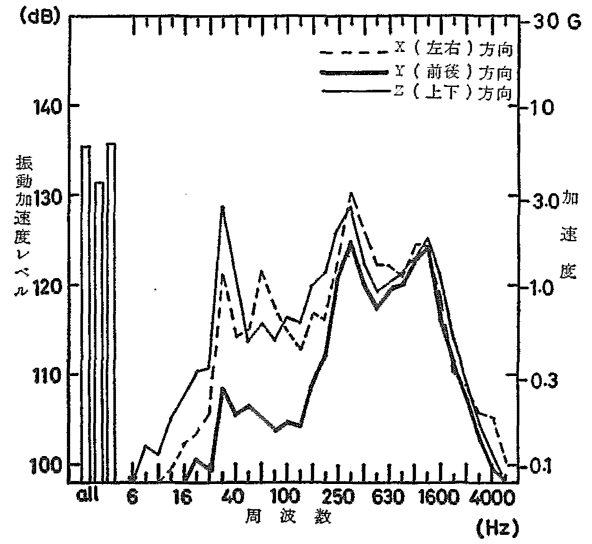


図 8 機種 B' の 1/3 オクターブ分析結果

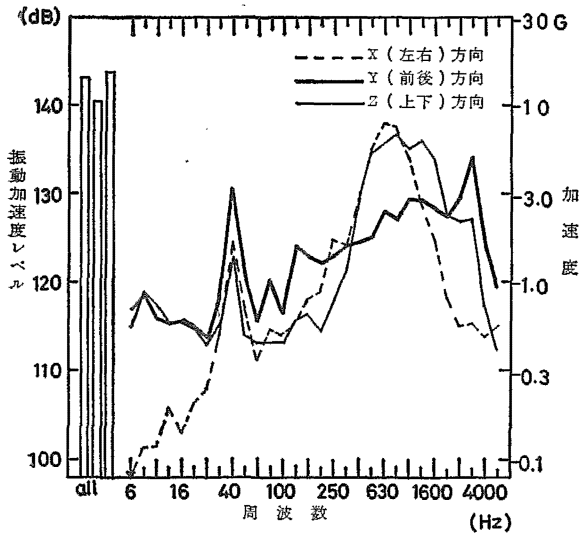


図 9 機種 C の 1/3 オクターブ分析結果

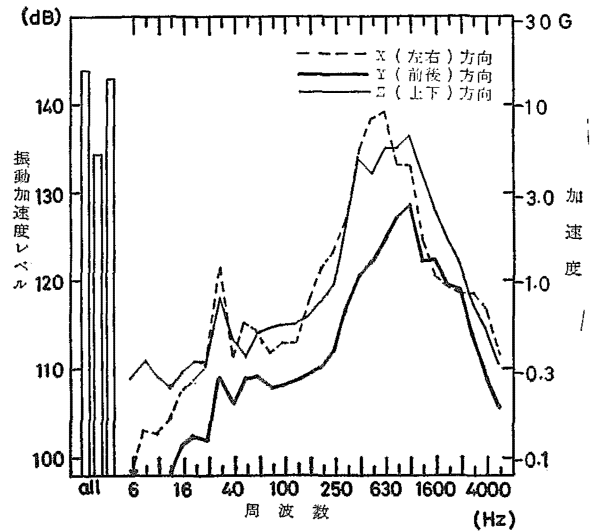


図 10 機種 D の 1/3 オクターブ分析結果

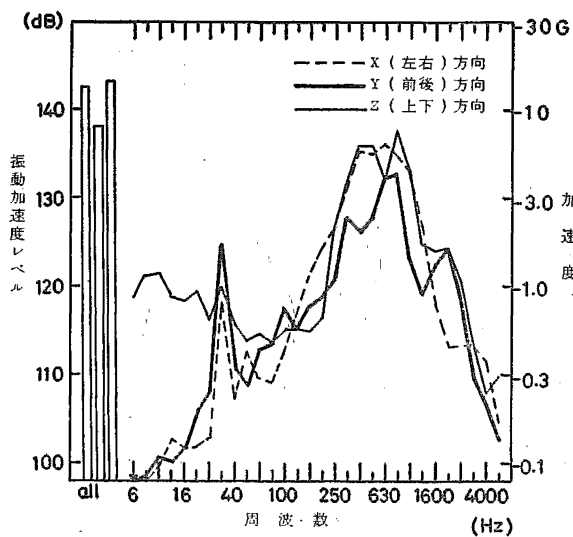


図 11 機種Eの1/3オクターブ分析結果

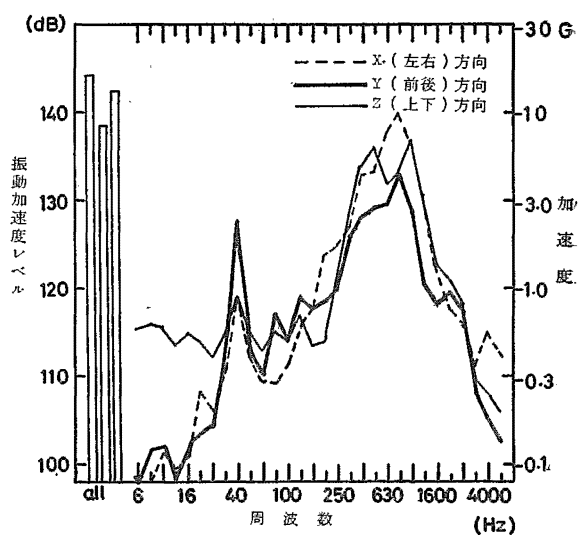


図 12 機種Fの1/3オクターブ分析結果

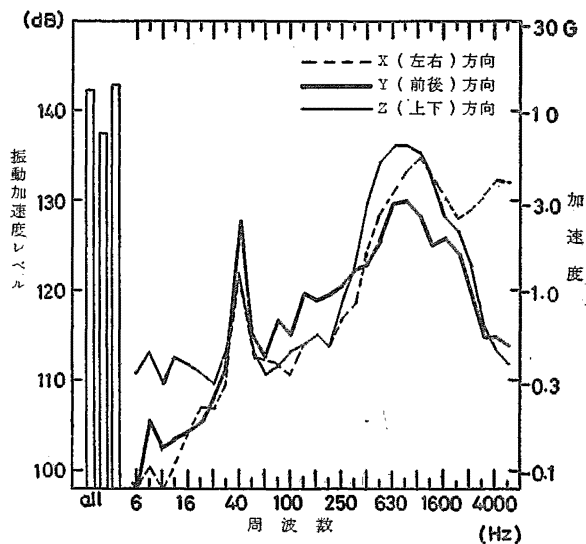


図 13 機種Gの1/3オクターブ分析結果

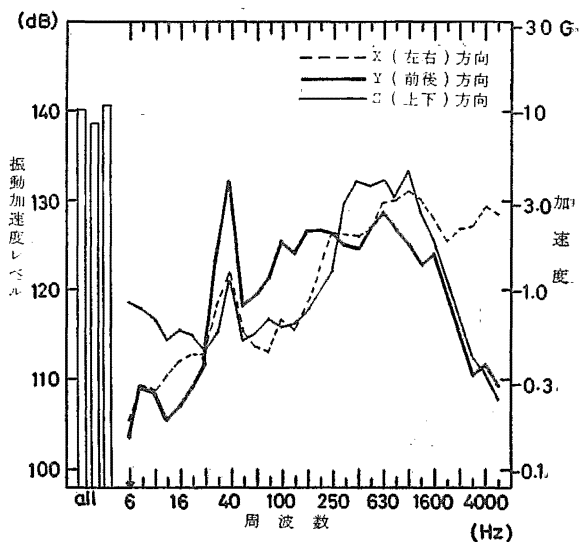


図 14 機種Hの1/3オクターブ分析結果

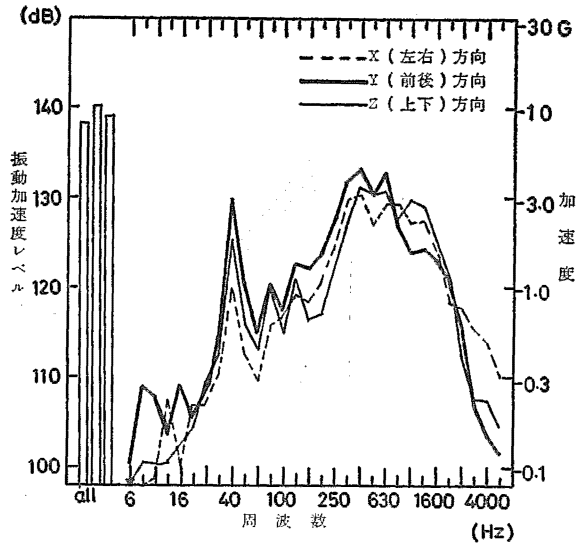


図 15 機種 G' の 1/3 オクターブ分析結果

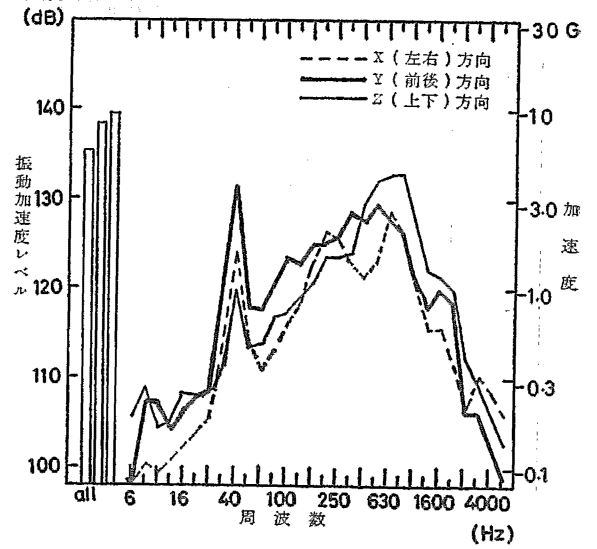


図 16 機種 H' の 1/3 オクターブ分析結果

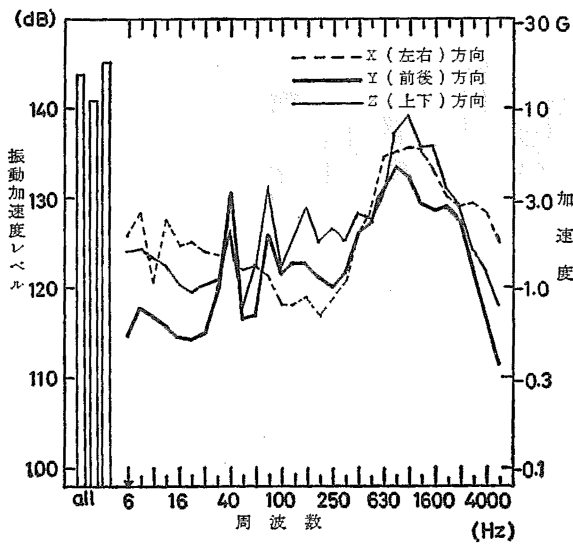


図 17 機種 I の 1/3 オクターブ分析結果

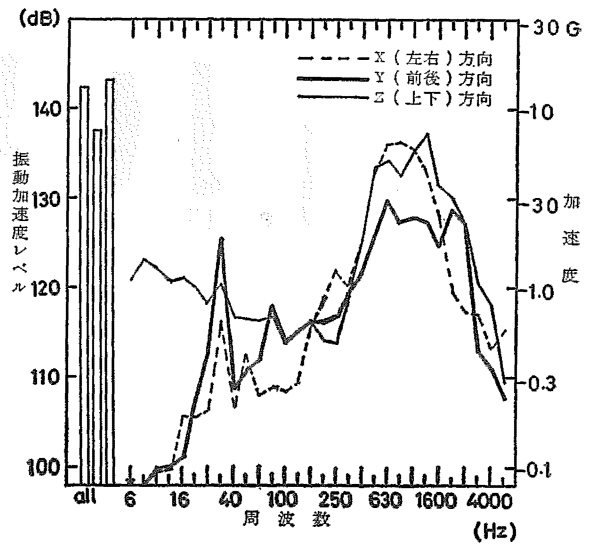


図 18 機種 J の 1/3 オクターブ分析結果

表 2 振動加速度レベル及び工具振動レベル
(単位 dB)

機種 符号	振動加速度レベル			工具振動レベル		
	X方向 (左右)	Y方向 (前後)	Z方向 (上下)	X方向 (左右)	Y方向 (前後)	Z方向 (上下)
A	148.7	146.4	148.7	125.4	129.5	127.4
B	147.8	145.3	148.9	125.0	130.1	124.8
A'	139.7	146.3	141.2	122.4	128.6	126.9
B'	141.6	137.7	141.7	123.0	117.8	128.1
C	149.5	146.6	150.1	126.5	130.0	130.6
D	150.1	140.5	149.0	124.3	120.5	126.8
E	148.7	144.1	159.3	121.4	125.0	134.5
F	150.2	144.5	148.3	125.8	125.7	129.5
G	148.8	144.2	149.3	121.7	126.5	127.1
H	146.2	145.0	146.5	125.1	130.7	128.6
G'	145.2	146.9	145.8	122.2	125.8	124.5
H'	141.3	144.5	145.5	122.8	129.3	123.7
I	149.8	146.9	151.1	137.9	131.7	138.2
J	148.5	143.7	149.3	120.5	125.4	137.2

ル (dBVL) とを表に示す。人間の手の振動感覚は振動周波数によって感度が異なるが、工具振動レベルはこの感覚補正をしたものである。この補正回路は図19に示すように振動数が16Hz以下では0dBで16Hz以上の範囲は -6dB/Oct の割合で低減するような特性を有するものである。

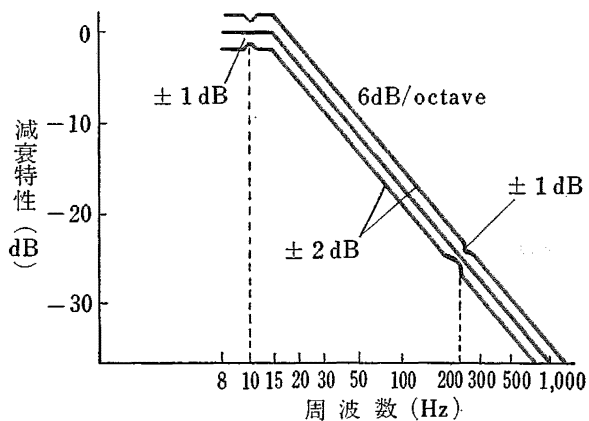


図 19 工具振動レベルの減衰特性

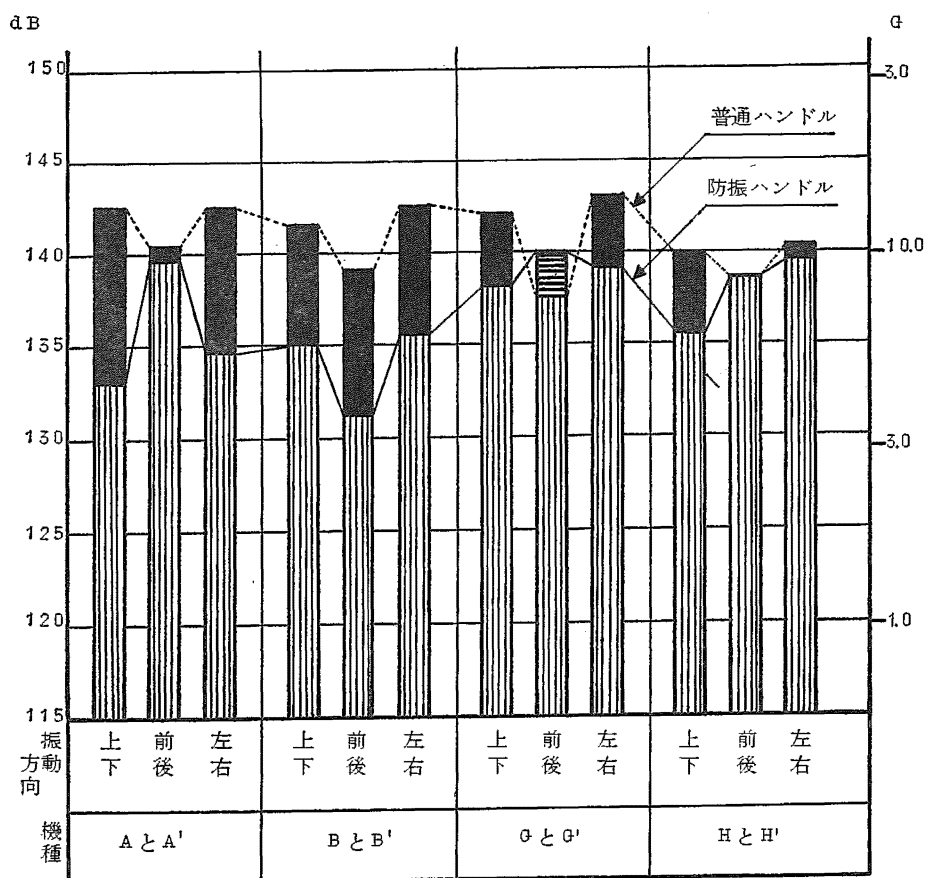


図 20 普通ハンドルと防振ハンドルの比較

4.4 普通ハンドルと防振ハンドルの比較

図20に普通ハンドルと防振ハンドルを比較するために、同一機体にそれぞれのハンドルを付け替えて、さく孔した時の振動加速度の比較図を示す。

4.5 さく孔深さ・さく孔速度・機体重量等による振動の差異

図21～図25にさく孔深さによる振動加速度レベルの差異を示す。縦軸には、その深さにおける振動加速度

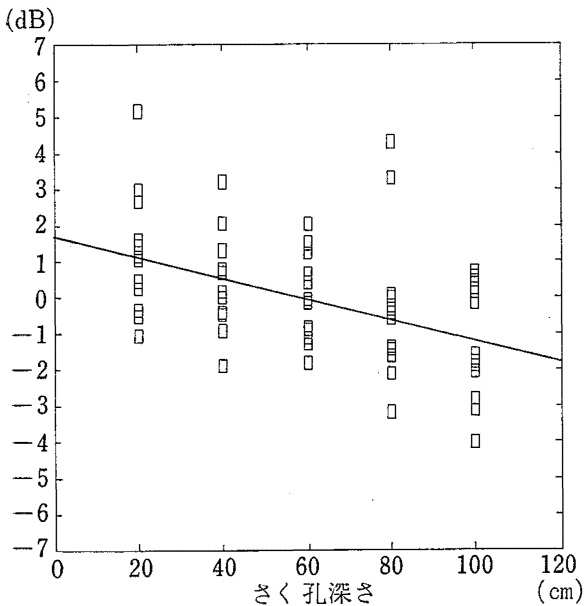


図 21 振動加速度レベルのさく孔深さによる変化X(左右)方向

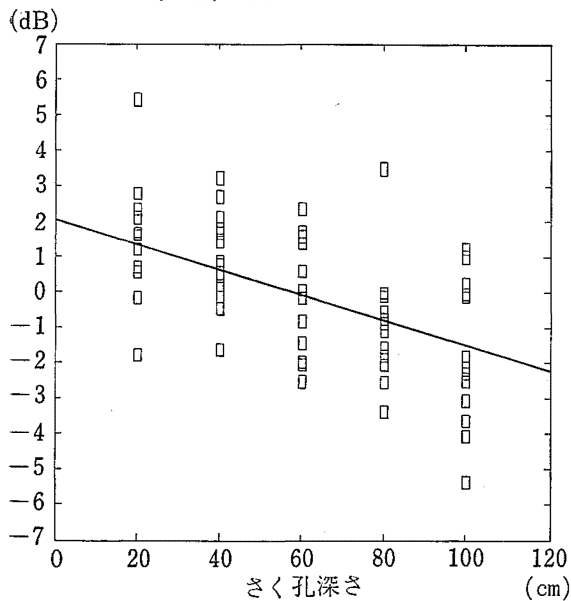


図 23 振動加速度レベルのさく孔深さによる変化Z(上下)方向

レベルとその機種種の全孔深さの平均レベルとの偏差を示し、横軸にはさく孔深さを示したものである。図24～図26は同様にさく孔深さによる工具振動レベルの差異を示したものである。

図中のプロットは全14機種種の値を表示したもので、かなりの離散傾向が認められる。そして振動加速度レベルでは何れもさく孔深さと共にレベルが低くなる傾向を示しているが、工具振動レベルではその傾向は余り顕著には見られない。

また、さく孔速度と振動加速度レベルの関係をみる

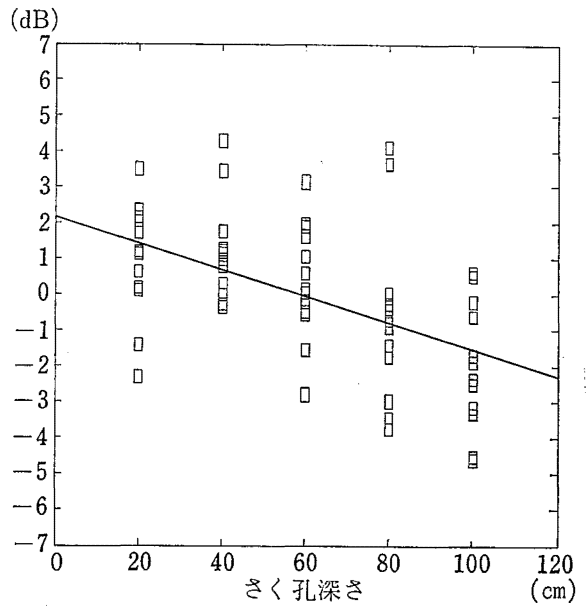


図 22 振動加速度レベルのさく孔深さによる変化Y(前後)方向

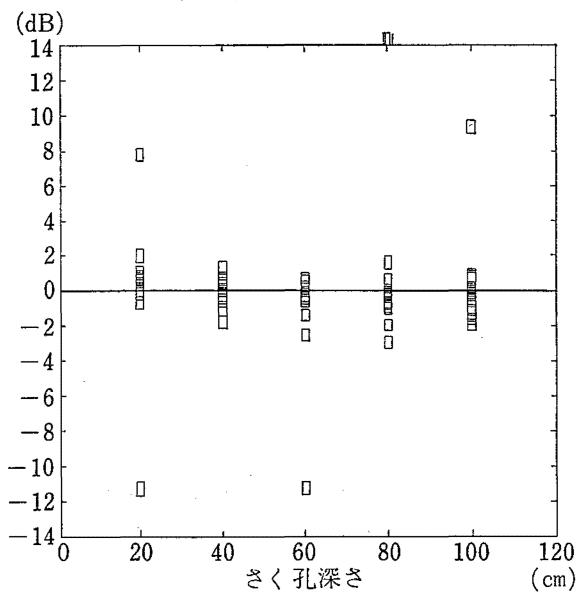


図 24 工具振動加速度レベルのさく孔深さによる変化X(左右)方向

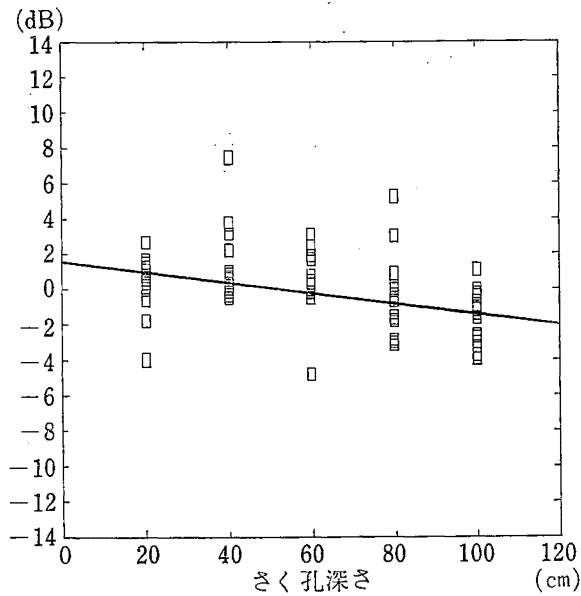


図 25 工具振動加速度レベルのさく孔深さによる変化Y(前後)方向

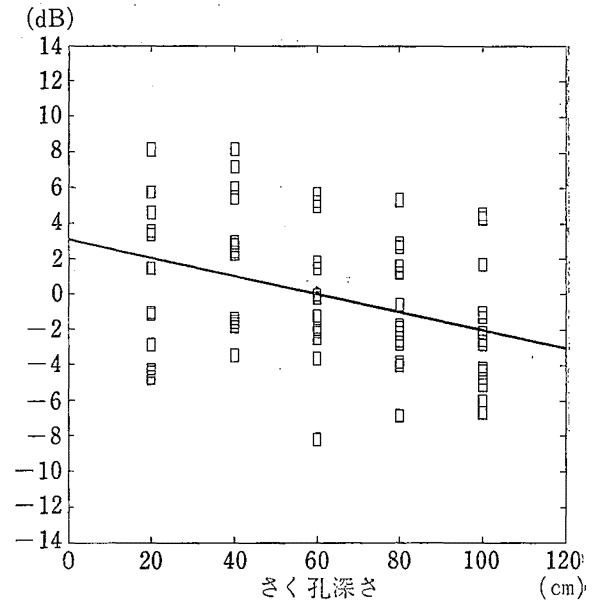


図 26 工具振動加速度レベルのさく孔深さによる変化Z(上下)方向

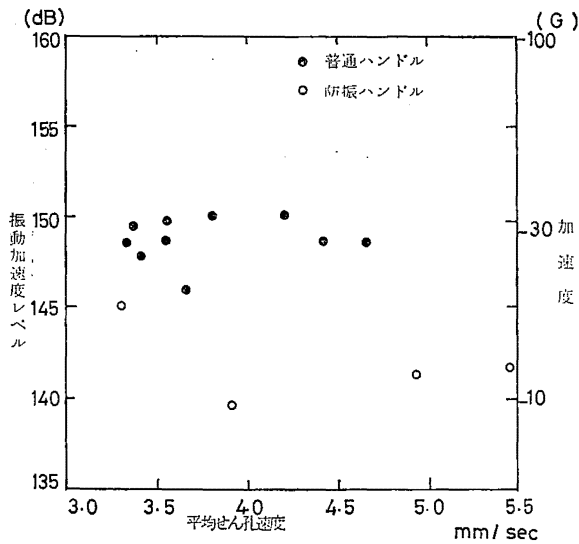


図 27 平均さく孔速度と振動加速度レベル X(左右)方向

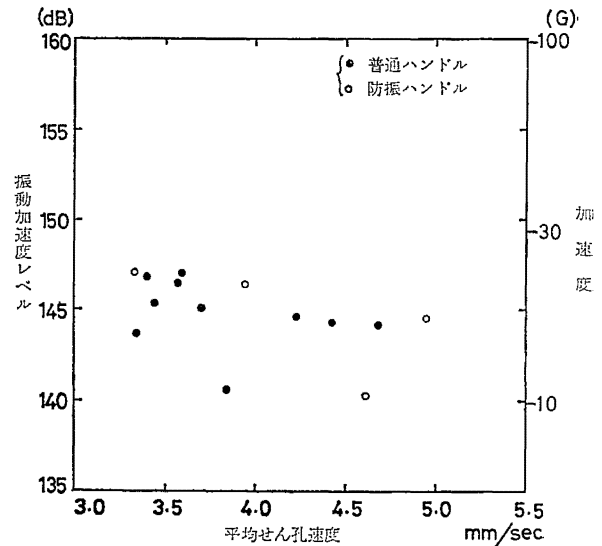


図 28 平均さく孔速度と振動加速度レベル Y(前後)方向

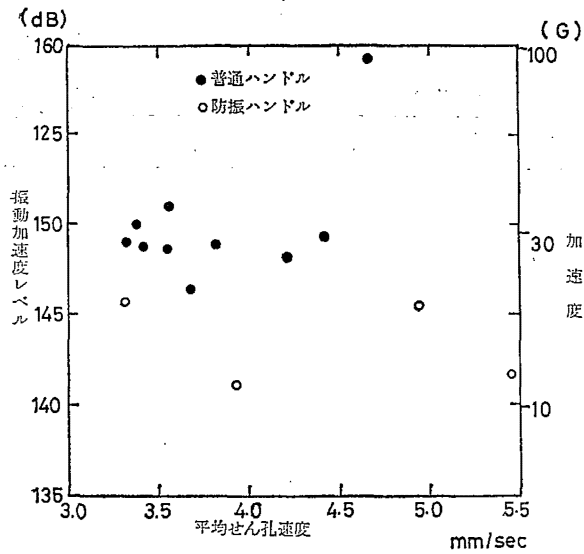


図 29 平均せん孔速度と振動加速度レベル
Z (上下) 方向

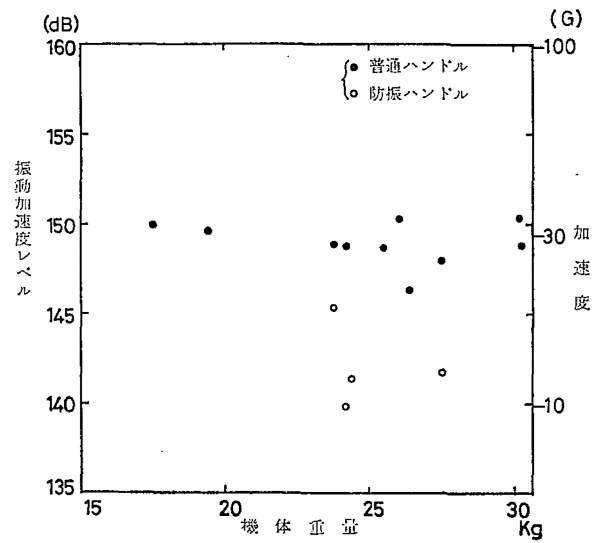


図 30 振動加速度レベル X (左右) 方向と機
体重量

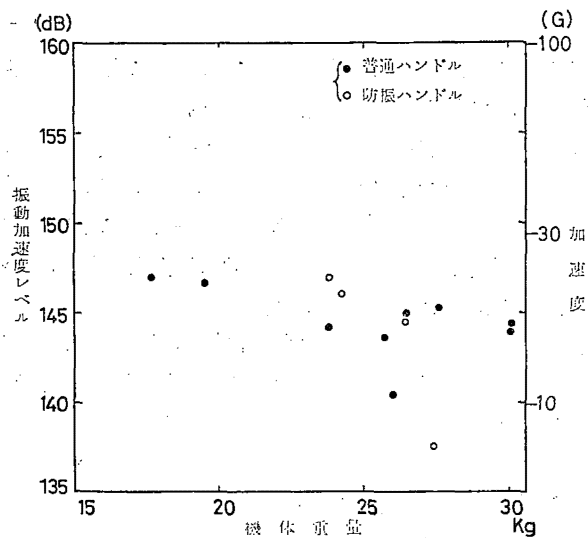


図 31 振動加速度レベル Y (前後) 方向と機
体重量

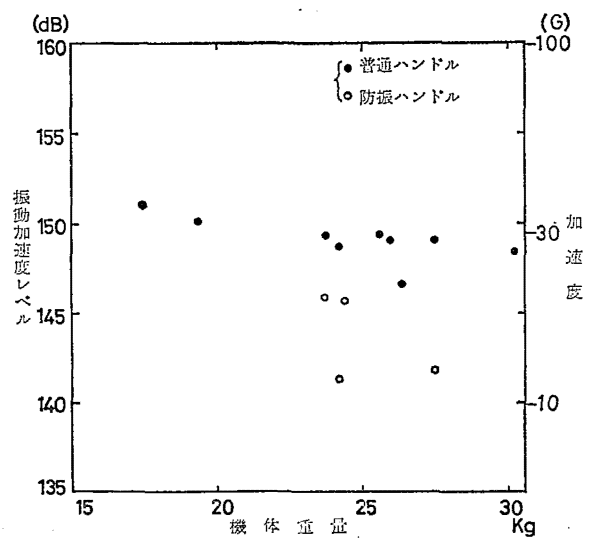


図 32 振動加速度レベル Z (上下) 方向と機
体重量

と図27～図29に示すように余り著しい関係はみられな
いが、全体的に見るとさく孔速度の速い方が幾分振動
は低目であることがうかがえる。

更に機体重量と振動加速度レベルの関係をみると図
30～図32に示すように、これも余り著しい傾向は見ら
れない。機体重量の大きい方が幾分低目に見えるが、
岩盤の状態・作業状態などのような重量以外の要因の
影響の方が大きいように推定される。

写真4はビットの磨耗状態を示すもので、左はさく
孔前の新品で、右は4本さく孔した後のものである。

この程度の磨耗では振動レベルに対する影響は認めら
れなかった。

4.6 騒音およびその他

表3にさく岩中の騒音を示す。測定位置はさく岩機
のオペレータの耳元で指示騒音計にて測定したもので
ある。

表に示されたように機種による差異は数ホン程度が
認められるが、何れも110 ホンを超えている。なお、
さく岩作業場所が実験の都合上、切羽引立てなく左右

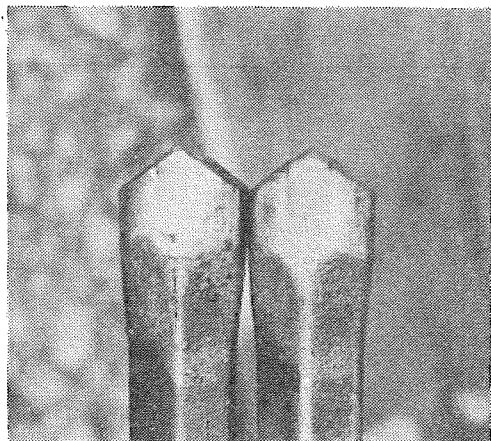


写真 4 ビットの磨耗状態

表 3 さく岩中のオペレータ耳元の騒音レベル
(単位 ホン)

機種 符号	消音マフ ラーの有無	Aバンド	Bバンド	Cバンド
A	無	114	114	113
B	無	117	118	120
A'	無	114	115	117
B'	無	114	116	117
C	無	116	117	117
D	無	116	117	118
E	有	114	114	113
F	有	113	113	114
G	有	116	117	118
H	有	116	118	118
G'	有	115	116	117
H'	有	116	116	118
I	無	116	116	116
J	無	116	116	117

に空間的に抜けている坑道の途中の側壁にて行われたもので、狭あいな掘進切羽引立てでの騒音はこの値以上になるのではないかと考えられる。

なお、表 4 に測定時の供給空気圧を示す。

5. 結 言

市販のレッグさく岩機の数種についてハンドル部の振動を実測した結果は以上の通りである。この振動レベルの値は一定の条件下で測定したものであって、各機種についてすべての場合にこの値となるものでなく、さく孔の岩盤の岩質や節理面の方向あるいはオペレー

表 4 測定時の供給空気圧

機種 符号	ホース取出し分岐前鉄管内圧力			さく孔中 のホース 内圧力
	さく孔前	さく孔中	さく孔後	
A	5.7	5.6	5.5	4.5
B	6.0	5.7	5.75	4.7
A'	5.5	5.4	5.5	4.7
B'	5.75	5.6	5.6	4.0
C	5.9	5.9	5.9	4.9
D	5.7	5.6	5.6	4.9
E	5.7	5.7	5.8	4.7
F	5.5	5.4	5.5	4.5
G	5.5	5.35	5.4	4.3
H	5.6	5.5	5.5	4.2
G'	5.3	5.3	5.4	4.5
H'	5.0	5.9	6.0	4.7
I	5.7	5.6	6.5	5.2
J	5.6	5.5	5.5	4.7

タの操作等によって幾分変るものであることが推察されるが、まとめて次のことが言える。

1. 普通ハンドルのものは約 140~145dB (10G~20G)、防振ハンドルのもので約 130~140dB (3G~10G) の振動加速度レベルで、従来一般的に「レッグさく岩機の振動は 10G 前後である」と言われていたものに近い結果であつた。
2. 防振ハンドルは普通のものに較べて特に高い周波数帯において振動加速度レベルの低下が認められるが、ピストンの打撃回数と考えられる 40Hz 前後に何れもピーク値があり、この周波数帯については殆んど低下が認められない。
3. 機体重量による振動加速度レベルの差異は、他の因子による影響が大きいためか、この測定で二者の関係は余り認められなかった。

(昭和52年10月13日受理)

参 考 文 献

- 大崎：地震動のスペクトル解析入門 建築技術 1975. 1~1976. 1
 Miwa, T., Yonekawa, Y : Measurement of Vibrations Generated from Portable Vibrating Tools, Ind. Health, [12] 1-21 (1974)

産業安全研究所技術資料 RIIS-TN-77-4

昭和 52 年 12 月 20 日 発行

発行所 労働省産業安全研究所
東京都港区芝5丁目35番1号
電話 (03) 453-8441 (代)

印刷所 新日本印刷株式会社

郵便番号 108