

34. 手持式建設機械の振動対策

建設省九州技術事務所 中島 甲子郎・江本 平
今村 勝

1. まえがき

近年、手持式作業機械の振動による人体への悪影響が問題になってきている。建設工事においても草刈機、さく岩機等各種の手持式作業機械が使われているので、これら手持機械の騒音振動レベルの把握と、振動軽減対策に関する調査を実施した。

昭和52～53年度は、騒音振動レベルの実態把握(結果を図-1に示す)に努めたが、昭和54年度はコンクリートブレーカを対象として、動吸振器の応用方式、ゴム緩衝方式、台車方式等10機種別の防振対策機を試作し、それにメーカーの対策機1機種を加えた11機種について防振効果などの調査を行った。

本報文は、その中から動吸振器を応用したものを中心に特長的な対策について報告するものである。

2. 測定方法

測定は、局所振動の測定方法を定める専門委員会の「手持動力工具の工具振動レベル測定方法」に関する報告(S54.6.7)を基にして、ピックアップをハンドル把持部中心にホースバンドで固定する方式を取った。

振動は、振動加速度レベル(VAL)と振動レベル(VL)で測定した。

$$VAL (dB) = 20 \log \frac{A}{10^{-5}} \quad (A: \text{振動加速度の実効値 } m/s^2)$$

$$VL (dB) = VAL \text{ を人体感覚に補正したもの}$$

測定に使用した計器は下記のとおりである。

- | | |
|---------------|--------------|
| ① 手持工具用振動レベル計 | VM 17 |
| ② ピックアップ(3方向) | PV 32 |
| ③ レベルレコーダ | LR-03, LR-04 |
| ④ データレコーダ | R-81 |
| ⑤ 実時間分析器 | SA-23 |

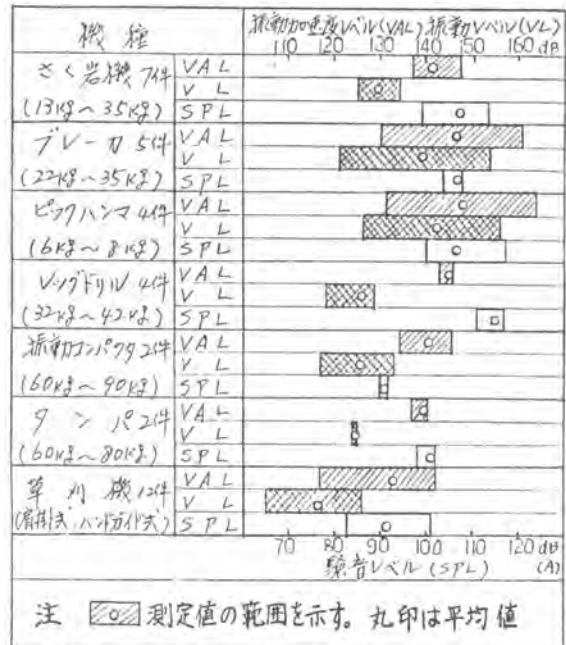


図-1 機種別の騒音振動

3. 複合動吸振器方式

ブレーカ本体に直接動吸振器を取付けたもので、図-2において質量 m 、ばね定数 K の、工具とは別の振動系をとりつけ、外力の円振動数 ω が $\omega = \sqrt{\frac{K}{m}}$ のとき振動工具に相当する m_1 の振動エネルギーを関係のない m の振動エネルギーに移しかえる原理を応用したものである。なお、ブレーカの基本振動数 ω が変動するのでそれに適応させるために、固有振動数の異なる動吸振器を二重に組合せた複合動吸振器を取付けている。

調査は、ブレーカ本体と並列に取付けた併軸型(写真-1)とヘッドの上を取付けた同軸型を試作し、それぞれについて実施した。

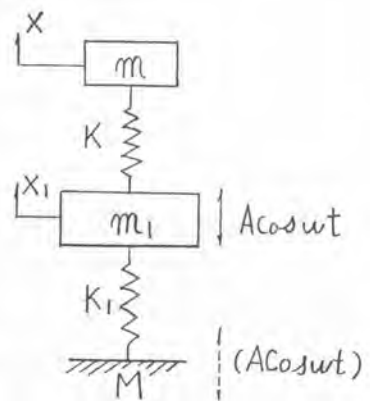


図-2 動吸振器

4. スプリング動吸振器付ハンドル方式

ブレーカ本体の上にスプリングを介して別の新ハンドルを設け、その上に単一型動吸振器を取付けたものである。(写真-2)図-2についていえば、 m 及び K の動吸振器の下に m_1 の新ハンドル、 K_1 の緩衝スプリング、 M が本体相当となる。本体が $A \cos \omega t$ の強制変位を行うと仮定すれば次の式が得られる。

$$\begin{aligned} m_1 \ddot{X}_1 &= -KX_1 - K_1X_1 + K_1A \cos \omega t + KX \quad \dots\dots\dots (1) \\ m \ddot{X} &= -KX + KX_1 \end{aligned}$$

$X_1 = a_1 \cos \omega t$ $X = a \cos \omega t$ として、防振効果 V を求めると

$$V = 20 \log \left| \frac{A}{a} \right| = 20 \log \left| \frac{K}{K_1} \cdot \frac{1}{1 - \frac{K}{m\omega^2}} + 1 - \frac{m_1\omega^2}{K_1} \right| \quad \dots\dots\dots (2)$$



写真-1 空圧式ブレーカ用動吸振器(併軸型)



写真-2 スプリング動吸振器付



写真-3 十字ハンドル式

となり、動吸振器をはずし支持スプリングのみの場合を考えると $m=0$ において 式(2)は

$$V_0 = 20 \log \left| 1 - \frac{m \cdot \omega^2}{K_1} \right| \text{----- (3)}$$

となる。式(2)において $\frac{K}{m \omega^2} = \frac{\omega_0}{\omega} = 1$ の場合防振効果は無限大となり、式(3)においては

$$\frac{m \cdot \omega^2}{K_1} = \frac{\omega^2}{\omega_1^2} > 2 \rightarrow \omega_1 < \frac{1}{\sqrt{2}} \times \omega \text{ の時 } V_0 \text{ は正となり } K_1 \text{ のスプリングが小さいほど}$$

防振効果は大きいということになる。調査はブレーカの基本振動数に合わせるため動吸振器の固有振動数を 17.5 Hz ($m = 0.148 \text{ kg/s}^2$ $K = 1.8 \text{ kg/mm}$) にセットし、ハンドル支持スプリングを各種取かえて行った。

5. その他の対策機

動吸振機方式以外の対策機は、既製ハンドルと十字方向に8個の防振ゴムを介して新ハンドルを取付け把持部もゴム被覆し、作業性を抜きにして防振効果を追求した十字ハンドル(写真-3)と、ハンドル部と本体の間にエヤースプリングをおいた空気膜式等について行った。

6. 測定結果と考察

表-1は、各機種種の測定結果をまとめたものであるが、以下各対策機について述べる。

6-1 複合動吸振器付

未対策機に比べて、併軸型、同軸型とも約5 dB 低減したにとどまった。動吸振機を直接本体に取付けても効果はあまりないようである。

6-2 スプリング動吸振器付

未対策機に比べ、VALで30~40 dB、VLで40~50 dBの防振効果が得られた。本体と新ハンドルの間にスプリングを入れてだけで約70dBの効果があり動吸振器を付加することにより更に約10 dBほど効果が上がった。

支持スプリングのばね定数をかえた場合、式(3)ではばね定数 K_1 が小さいほど防振効果が上がるこ

表-1 防振機種(ブレーカ)の測定結果

機種種		項目	振動加速度	重力の加速度	振動V _レ V
			V _レ V VAL dB	G (9.8m/s ²)	VL dB
複合動吸振器付	20kg級	併軸型	160	1.02	153
		同軸型	160	1.02	158
スプリング動吸振器付	新吸振器付	スプリング 0.27kg/mm	132	4.1	118
		0.81 "	126	2.0	113
		20kg級	142 "	128	2.6
	スプリングのみの場合	4.03 "	127	2.3	115
		2.27 "	142	12.9	119
		0.81 "	133	4.6	122
		20kg級	142 "	131	3.6
4.03 "	131	3.6	122		
ゴム付ハンドル式(硬さ50)			132	4.1	124
十字ハンドル式			127	2.3	123
空気膜式(T社製)			133	4.6	129

とになっているが、測定結果は必ずしも一致しなかった。これは調査中の押付力の違いや、打撃数の変動等の影響によるものも考えられる。図-3は、ハンドル支持スプリングのみの場合と、動吸振器付の場合の周波数 VAL 分析であるが、動吸振器は低周波帯域全般にわたって効果があることがわかる。

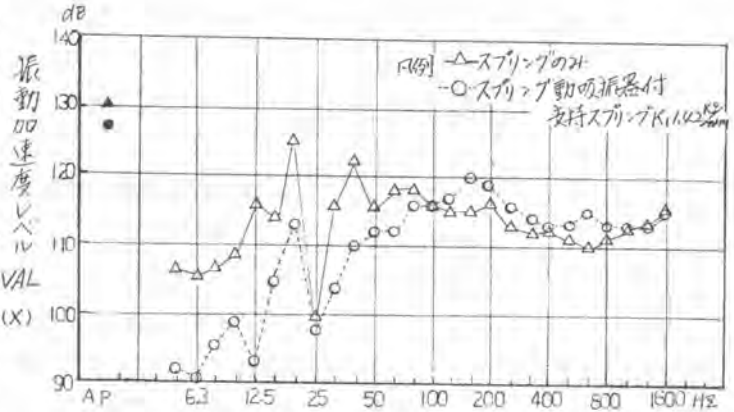


図-3 スプリング動吸振器付の周波数分析

本対策機は、今回の調査において最もすぐれた防振効果を上げたが

- ① 新ハンドルに、空気作動用レバーを連動させる
- ② 新ハンドル把持部をゴム被覆する
- ③ 元のハンドル部の改良をはかる

などによって、さらに使いやすくなり実用化が期待出来るものと考えられる。

6-3 その他の対策機

- ④ 十字ハンドル式は、VALで127dBに低減したが作業性を犠牲にした割には人体感覚の高い周波数帯域の効果が小さくVLの値は下がらなかった。
- ⑤ 空気膜式は、VALでは6-2項の支持スプリングのみの場合と同じような結果となったがVLの値はそれにおよばなかった。

この他の対策機も含めて全体的にいえることはVALの132dB、VLで124dB程度までは把握部を厚いゴムで被覆しただけで下げることができるが、3G以下 (VAL 129.4dB) VLで115dB程度までとなると、なんらかの機構上の対策が必要と考えられる。

7. おすび

今回の調査においてコンフリーブレーカの防振対策については、スプリング動吸振器付ハンドル方式をはじめ一応の成果を得たものと考えられるが、その実用化及びその他の手持式作業機械の対策等を今後の課題に残している。また、専門委員会報告に規定されていないいくつかの測定方法についていろいろ摸索してみたが不十分さはいなめず、調査結果の正確な解析をするために、測定方法の統一的確立の必要性を痛感した。

調査にあたっては、大同工業大学の兼田先生、久留米工業大学の山口先生および中村先生の御協力をいただき、深謝の意を表します。