

35. 土工用建設機械の車体振動について

建設機械化研究所 藤本 義二・西ヶ谷 忠明

1. 調査研究の目的

ブルドーザ、モータスクレーバ、ローダ等の土工用建設機械は必然的に不整地を走行しながら作業を行うものであるが、このときの振動負荷の実態を把握することは、運転員に対する振動伝達の防除並びに車体の強度設計上極めて重要な課題である。本報告は、機種、規格の異なる多数の建設機械について実際の工事施工時の振動加速度を測定し、これをパワースペクトルの形にまとめたもので、ISOに提案されている運転席振動の評価のための基準入力との比較を行ったものである。

2. 調査研究の方法

車体の振動は、運転席振動の評価との関連を考慮し、座席取付部で代表させ鉛直方向の振動加速度を測定した。加速度変換器は200 PC/Gの感度をもつ圧電型ピックアップを写真-1に示すように、当該個所に接着剤で固定した。振動計はチャージアンプ振動計を使用し、出力をデータレコーダに記録した。記録されたデータはFFTの手法を利用したデジタル・シグナルアナライザを使用し、パワースペクトルを求めた。アナライザでの処理過程を図-1に示す。

振動加速度データは、エリアジング防止のためのアナログ・ローパスフィルタを通過した後、12ビットのA/D変換器でデジタル信号に変換される。次に、設定した分析周波数帯域に応じたデジタルフィルタが作用し、フィルタリングされたデジタル信号はFFTをベースにしたハードウェアで高速演算処理される。分析周波数帯域は、モータスクレーバの

み0~25 HzとしてX-Yプロッタには0~6 Hzの範囲を出力し、その他の機械の場合は0~50 Hzを分析し、0~16 HzをX-Yプロッタに出力した。各々の場合の分析帯域の設定を表-1に示す。また、データの

長さは、モータスクレーバの場合は3サイクル、ブルドーザは5~8サイクル連続、ホイールローダは12サイクル連続、ダンプトラックは2サイクル分を取り込み平



写真-1 ピックアップの取付

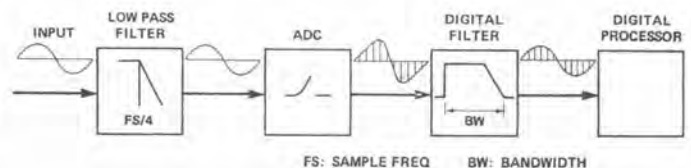


図-1 データ処理の流れ

均化処理した。

表-1 分析周波数帯域の設定

	分析周波数幅 BW (Hz)	サンプリング時間 T (s)	周波数分解能 Δf (Hz)	時間間隔 Δt (ms)
モータスクレーバ	25	10.24	0.0977	10
その他	50	5.12	0.1953	5

3. 調査対象機械および調査現場における作業形態

調査を行った機械と調査現場名を表-2に示す。調査対象機械は振動計等を取付けた後、当該現場の作業工程に従って通常の作業形態で運転することを原則とし、作業場所、サイクルタイム等に特別の配慮は加えていない。

モータスクレーバは富津市浅間山の土取り工事現場を除いていずれも宅造現場で、サイクルタイム、走行距離ともに似通っていた。図-2はモータスクレーバのサイクルタイム内訳を百分率で表わしたもので、実線で示した富津市浅間山のデータは運搬が上り勾配、回送が下り勾配で他のものと逆の走路勾配をとっていた。

キャタピラー三菱秩父センターにおけるブルドーザは、ブレード幅の溝を機械全長の4倍の長さ

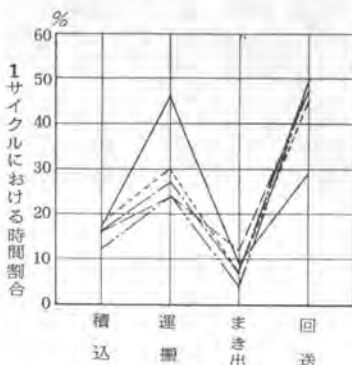


図-2 モータスクレーバのサイクルタイム内訳

表-2 調査対象機械と調査現場

機 種	番号	規格	台数	調 査 現 場	備 考
モータスクレーバ	1	23.0 m ³ (山積容量)	1	厚木市厚木ニュータウン工事現場	ツインエンジン
	2	#	2	#	#
	3	#	1	大分市緑ヶ丘団地造成工事現場	ツインエンジン
	4	33.6 m ³	1	富津市浅間山土取り工事現場	#
ブルドーザ	1	7.2 t	1	キャタピラー三菱秩父センター	溜地覆板
	2	10.1 t	1	#	#
	3	13.8 t	1	#	#
	4	16.0 t	1	#	#
	5	21.0 t	1	#	#
	6	22.6 t	1	#	溜地覆板
	7	31.6 t	1	#	#
	8	42.1 t	1	#	#
	9	86.0 t	1	#	#
	10	17.1 t	1	厚木市厚木ニュータウン工事現場	溜地覆板
	11	42.1 t	1	江田島土砂採取場	#
	12	50.9 t	1	#	#
ホイールローダ	1	1.0 m ³ (山積容量)	1	キャタピラー三菱秩父センター	#
	2	1.4 m ³	1	#	#
	3	1.7 m ³	1	#	#
	4	2.1 m ³	1	#	#
	5	3.1 m ³	1	#	#
	6	4.0 m ³	1	#	#
	7	5.4 m ³	1	#	#
	8	9.6 m ³	1	#	#
	9	0.6 m ³	1	建設機械化研究所作業試験場	ビードレストイヤ
	10	2.3 m ³	1	#	#
ダンブトラック	1	45.4 t	2	江田島土砂採取場	#
	2	46.0 t	2	#	#

を目標として掘削し、その先に機械全長の2倍の距離だけ運搬して元の位置に戻ること繰り返す作業を行った。厚木ニュータウンでのブルドーザは、モータスクレーバがまき出した土砂の均し作業中のものを測定した。江田島土砂採取場のブルドーザは、風化花崗岩をり。ピングしては排土板で押しする作業を繰り返したものである。

ホイールローダは土砂を対象として

JIS D 6505に規定された作業試験方法のうちのV方式を模して運転したもので、ストックパイルからすくい込んだ土砂はダンブトラックを想定した位置にダンブし積み上げた。

ダンブトラックは、江田島北部の風化花崗岩の山で、発破およびブルドーザのリッパで起砕した土砂をベルトローダまたはホイールローダで積み込み、約870mの距離を運搬しほぼ同一のコー

スを回送するもので、サイクルタイムは約6分でそのうち積み込みは約1分30秒であった。代表的な現場での機械の作業状況を写真2～5に示す。



写真-2 厚木ニュータウン工事現場



写真-3 江田島土砂採取場



写真-4 キャタピラー三菱秩父センター



写真-5 江田島土砂採取場

4. 測定結果

測定結果は、パワースペクトルとして機種毎に全データを同一スケール上に出力した。図-3～図-7はこれを示すもので、各ドットがパワースペクトルの値を示している。

図中の破線は、ISO/TC127/SC2に提案されている運転席振動の評価のための基準入力であり、これは例えば電気油圧式の振動台に建設機械の運転席を固定し、加振するときの標準入力としようとするもので、運転席取付部にこのパワースペクトルで規定される振動を負荷したときの、オペレータが着座したシート上の振動加速度の測定値を規準値と比較することにより評価しようとするものである。従って、この基準入力はそれぞれの機械を実際に現場で使用したときの運転席取付部の振動を代表するものが規定されるべきで、ISOではこれを4種類に区分してあり、モータスクレーパーはクラス1、車輪式ローダおよび車輪式トラクタはクラス3、履帯式トラクタ、履帯式ローダおよびグレーダはクラス4とされている。なお、クラス2は前軸サスペンションまたは振動吸収ヒッチを有するモータスクレーパーとなっている。

図-3に示すモータスクレーパーはISO提案の区分ではクラス1に属するものであるが、測定値はISO提案値に比較的よく一致している。

ブルドーザはISO提案の区分ではクラス4に入るが、ISOでは規格別の分類は無く小型機から大型機まで同じ値が基準入力とされている。ところが調査結果では、小・中型機(図-4)と大型機(図-5)では明らかにパワースペクトルの形が異っており、小型機は大型機に比較してより

大きな振動負荷を受けている。一方、大型ブルドーザではISO提案値ほどの振動負荷にはなっていない。

図-6はホイールローダの測定結果で、一例だけとび出た値があるが、これは1.0 mの小型機の場合である。これを除くとパワースペクトルの形は非常によく収れんしていて、ホイールローダの振動の主成分がほぼ3 Hzにあることがわかる。従ってISO提案値ほど周波数帯域を広くとる必要は無く、むしろクラス1のような形が適当であると考えられる。

ISOではダンブトラックに関する振動評価のための基準入力提案されていないが、ダンブトラックの測定結果を車輪式車両への入力とされるクラス4と対比したものが図-7である。ダンブトラックは単一の現場で2機種各2台ずつ測定したのみであり、他の現場でのデータを重ねるとこの値は当然変わるであろうが、概ねホイールローダとよく似た結果となっている。ダンブトラックの振動評価のための基準入力を考えるとすれば、この場合もクラス1のような形が適当と思われる。

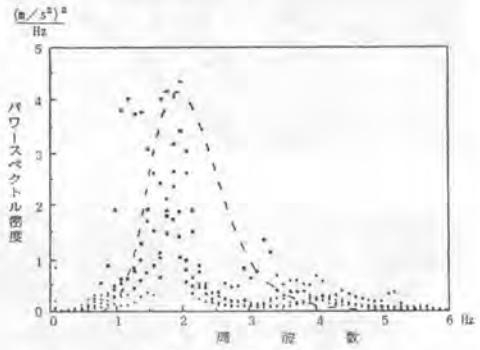


図-3 モータスクレーバ

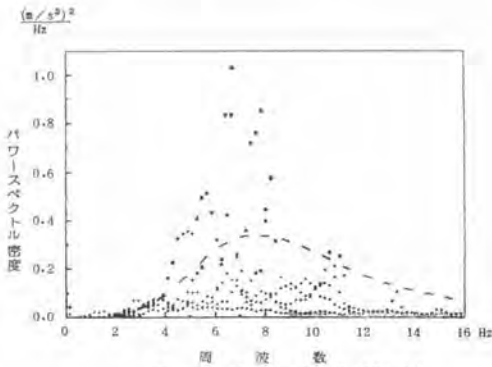


図-4 ブルドーザ (7~17トン)

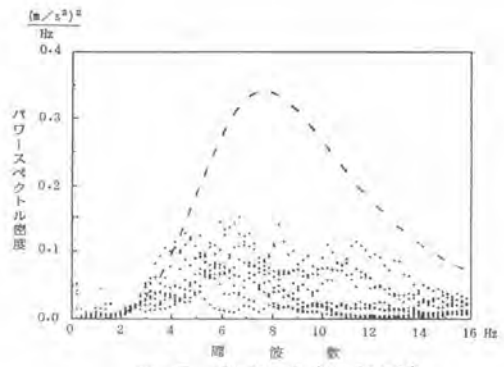


図-5 ブルドーザ (21~86トン)

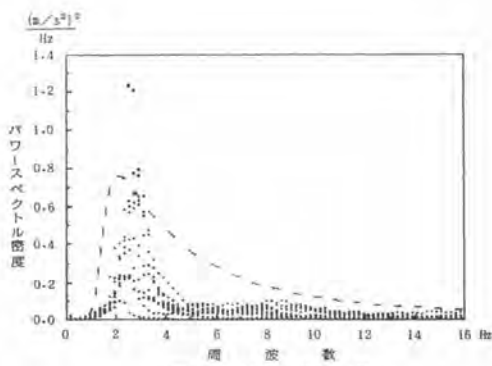


図-6 ホイールローダ

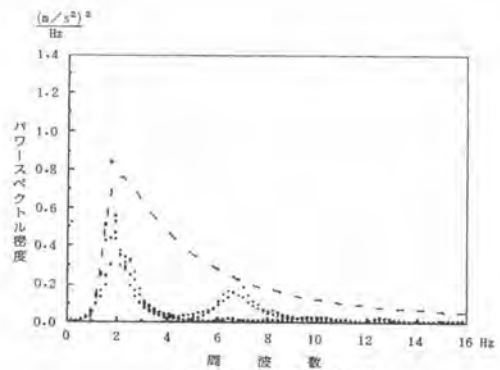


図-7 ダンブトラック