

2. スクレーパ作業における 機械の振動と路面の凹凸について

建設機械化研究所 藤本 義二

1. 研究の目的及び方法

スクレーパ作業のように1～数kmに及ぶ運搬作業を行う機種にあつては、運搬用走行路面の凹凸が機械本体ならびに運転席上の振動に及ぼす影響を無視することができない。本研究においては、これらの点を明らかにするため被けん引式スクレーパ及びモータースクレーパについて、車体及び運転席上の振動加速度を実測すると同時に、走行路面の凹凸の測定を実施した。

車体の振動は、運転席取付け位置附近の車体フレームの振動加速度で代表させることとし、この部分に圧電形加速度センサーを上下方向に接着剤で固定した。また、シート上の振動計測用としては、圧電形加速度ピックアップを直径250mmの円板上にセットし、その上をスポンジゴムでカバーした測定装置を製作して、これをガムテープでシート上面に固定した。これらの加速度センサーの取付け状況を写真-1に示す。



写真-1 加速度センサー取付け状況

次に路面の凹凸であるが、一般に自動車等の車両の走行路の凹凸状況を調査する方法には、レベルヤプロフィールメータなどを用いて行い直接測定法と、伝達関

数既知の車両を一定速度で走行させたときのバネ上振動を計測することにより路面凹凸のパワスペクトル密度を推定する間接法があるが、今回の調査では測定の便宜上後者の方法によることとした。

実験に使用した測定装置は、写真-2に見られるような農業用小形トラクタでけん引される第5車輪式のもので、その車軸位置に低周波振動測定用の加速度センサーが取付けられている。いま、図-1に示すような周波数応答関数 $A(f)$ なる車輪が不規則な凹凸路面 $X(t)$ 上を一定速度 v (km/h) で走行し、

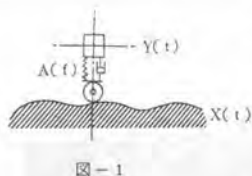


図-1

バネ上質量が $Y(t)$ なる振動をしたとする。 $X(t)$ 及び $Y(t)$ を平均値0の定常

ガウス確率過程とし、それぞれのパワスペクトル密度関数を $P_x(f)$, $P_y(f)$ とすると、

$$P_y(f) = |A(f)|^2 \cdot P_x(f)$$

ここに、 f は上下振動の周波数 (Hz) で、路面1m当りの凹凸の周波数 (路面周波数 Ω) と次の関係がある。

$$\Omega = f \cdot \frac{3.6}{v}$$

周波数応答関数 $A(f)$ の絶対値は、バネ上質量の絶対変位が路面凹凸の何倍になるかを表わすもので、周波



写真-2 路面凹凸測定用第5車輪

数の異なる正弦波の加振実験により求めることができる。本実験においては、写真-2に示したように電気油圧式振動試験台を用いて第5車輪を加振し、その周波数応答特性を求めた。

2. 調査対象機械及び調査現場

今回の調査対象機械は履带式トラクタでけん引される被けん引式スクレーバと、車輪式のモータースクレーバで、後者は更に振動吸収ヒッチのついたものとつかないものに分けられる。それぞれの機種と稼働現場を表-1に示す。

表-1 調査対象機械と稼働現場

機 械 名	規 格	工 事 現 場 名 称
モータースクレーバ	山積容量 2.3m ³	大分市緑ヶ丘団地造成工事
#	# 3.3.6m ³	千葉県富津市浅間山土取り工事
履带式トラクタと被けん引式スクレーバ	# 2.1.4m ³	大分市緑ヶ丘団地造成工事

このうち、緑ヶ丘団地造成

工事現場は大分市の南西10

Kmに位置し、地質は第3紀層

の大分層群に属する極めて軟

質の泥岩である。工事の概要

は、4.2t級のリツバつきブ

ルドーザで起砕した地山を2.3m³積みモータースクレーバ6セット、2.1.4m³積み被けん引式スク

レーバ(けん引車は2.5.5t履带式トラクタ)3セットの

フリートで積み込み、運搬、盛土の各作業を行うもので、

工事現場の状況を写真-2及び3に、また各機械の走行

路の平面図を図-2に示す。同図において、Aルートは

モータースクレーバの走行路を、Bルートは被けん引式

スクレーバの走行路を示している。A、B各ルートの区

間距離並びに各区間の平均走行速度は表-2に示すとおり

でありであった。走行路面の状態は、この種の作業としては

比較的良好な部類に属すると考えられる。

次に、浅間山土取り工事現場は千葉県富津市南東10

Kmに位置し、東京湾沿岸の埋立用土砂を採取している。

工事の概要は、固結した細砂よりなる地山を3.3.6m³積み

大形モータースクレーバ14台で掘削積み込みを行い、

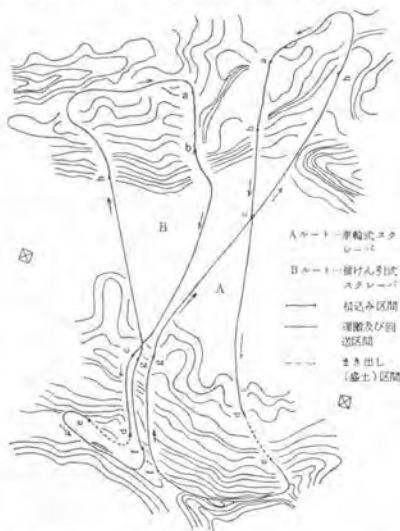


図-2 緑ヶ丘団地造成工事の走行路平面図



写真-3 緑ヶ丘団地土取り場



写真-4 緑ヶ丘団地運搬路の状況

表-2 緑ヶ丘団地造成工事区間距離及び走行速度

ルート	区間									合計 平均
	ab	bc	cd	de	ef	fg	gh	ha		
Aルート	距離 m	下り 50	平担 100	平担 188	下り 30	平担 55	上り 125	平担 300	上り 76	924
	速度 km/h	45	225	134	102	102	90	348	78	136
Bルート	距離 m	下り 55	平担 153	下り 70	下り 30	平担 75	上り 160	平担 150	上り 125	818
	速度 km/h	54	71	81	108	108	52	117	48	68

表-3 浅間山土取り工事区間距離及び走行速度

区 間	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g	g-a	合計 平均
	距離 (m)	下り 4° 160	上り 3° 380	平担 420	上り 5° 340	平担 40	下り 後平担 760	
速度 (km/h)	10.7	25.8	45.8	20.0	5.0	42.1	16.0	24.9

約 1 Km 運搬後、ベルトコンベアに積込むためのホツパ上に捨土をするものである。現場の状況及びモータースクレーバの走行径路を写真-5 及び図-3 に示した。走行路面はよく管理されており、常時モーターグレーダによる路面整正が行われていて、良好な路面といえることができる。なお、各区間の区間距離並びに平均走行速度は表-3 に示すとおりであつた。

3. 測定結果

この研究の目的は、スクレーバの実作業時におけるシート上の振動加速度レベルの測定、及びシート取付け部の車体振動加速度のパワスペクトル密度関数、並びにこれらの機械が作業時に走行する路面の凹凸のパワスペクトル密度関数を推定することにある。このために加速度計のピックアップをシート上面、座席取付け部及び路面凹凸測定車の第 5 輪に取付け、加速度の出力をデータレコーダに記録した。

データレコーダより取出された加速度信号は、波形記憶装置によりデジタル化した後、ミニコンピュータにより波形解析が行われた。データ解析の流れを図-4 に示す。シート上の加速度レベルの算定には J I S に規定されている公害用振動計のフィルタを使用し、座席取付け部の振動並びに路面凹凸の波形解析にあつては高速フーリエ変換 (F F T) の手法によつた。なお、有限フーリエ変換の場合、最大分析周波数はデータのサンプリング間隔により決められてしまうので、最大分析周波数以上のデータが影響を及ぼさない

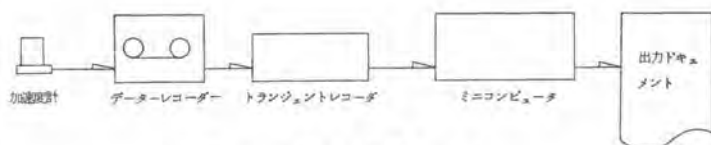


図-4 データ解析のフロー

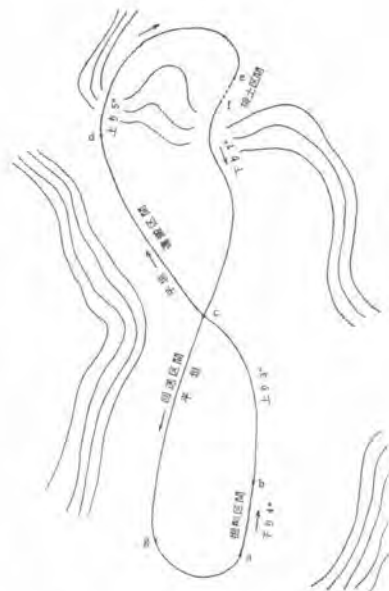


図-3 浅間山土取り工事走行路



写真-5 浅間山土取り工事の状況

よりにあらかじめフィルタリングする必要があるが、ここではアナログデータをローパスフィルタにかける方法を採用している。

データ解析の結果、運転席上の振動加速度の r.m.s 値としては表-4 に示す値が、車体の振動加速度のワースペクトル密度関数としては図-5~8 に示すものが得られた。図中の破線は ISO/TC127 に提案されている土工機械用シートの試験のための入力信号のワースペクトル密度関数である。また、走行路面の凹凸のワースペクトル密度としては、図-9~11 に示すものが得られた。図中の斜線

表-4 運転席上の振動加速度の r.m.s 値 (鉛直方向、 m/s^2)

機 種	掘削	運搬	捨土	回送	1サイクル
被けん式スクレーパー	0.75	0.54	0.78	0.75	0.69
23 m^2 積みモータースクレーパー	1.15	1.66	2.51	2.29	2.02
33.6 m^2 積みモータースクレーパー(A)	1.24	1.07	1.41	1.64	1.26
# (B)	0.91	1.53	-	1.58	-

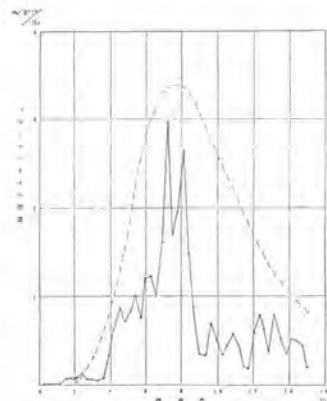


図-5 運転席取付け部振動加速度のワースペクトル密度 (21.4 m^2 スクレーパーをけん引する25t履帯式トラクタ)

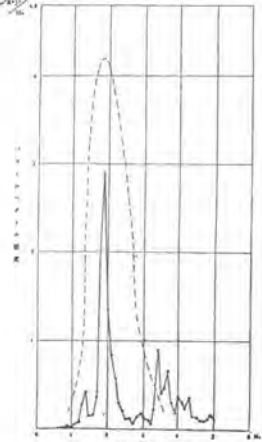


図-8 (33.6 m^2 積みリジッドヒッチタイプモータースクレーパー)

は、ISO/TC108により提案されている自動車用路面の凹凸の基準で、これにくらべると波長で5m以上の凹凸がはげしいのが目立っている。

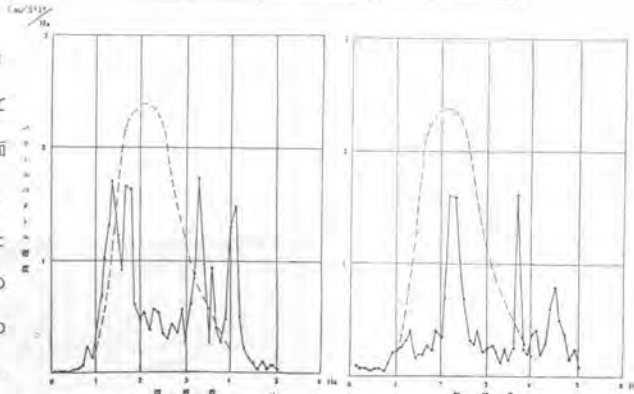


図-6 運転席取付け部振動加速度のワースペクトル密度 (23 m^2 積みモータースクレーパー)

図-7 (33.6 m^2 積みクッションヒッチ付きモータースクレーパー)

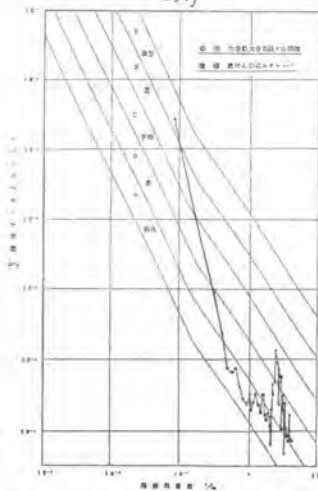


図-9 路面凹凸ワースペクトル密度 (緑ヶ丘団地造成工事Bルート)

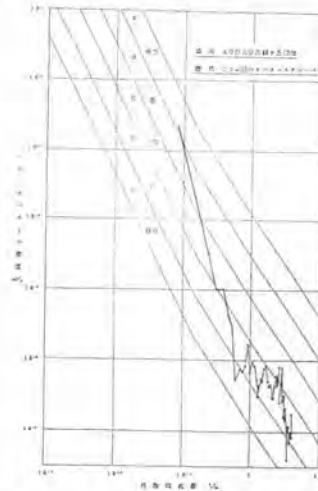


図-10 路面凹凸ワースペクトル密度 (緑ヶ丘団地造成工事Aルート)

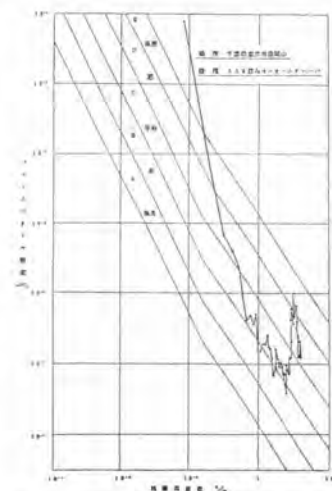


図-11 路面凹凸ワースペクトル密度 (千葉県富津市浅間山)