

## 2. 土工機械の作業時騒音パワーレベル測定方法の研究

建設機械化研究所 藤本 義二・\*西ヶ谷 忠明

### 1 まえがき

工事騒音の予測あるいは機械相互間の騒音発生量の比較を行なう場合、対象となる機械の騒音パワーレベルを求めることが必要とされるが、土工機械の騒音パワーレベルは、土工機械が本来走行あるいは施回を伴って作業を行なうものであるから定置状態では正当な評価は不可能であり、作業状態をもって表現すべきである。ところが、作業時の騒音パワーレベル測定については、(1)移動する指向性音源のパワーレベル測定のためのマイクロホン配置とその個数、(2)再現性ある作業(運転)条件の問題、(3)適切な測定場所床面の種類、等々の問題が未解決のために現在のところその方法が確立されていない。また、この問題は最近になってISOにおいてもとり上げられ、TC43 TC127の両委員会において、土工機械の作業時騒音パワーレベル測定方法として、各機種ごとに実作業をシミュレートした、ワークサイクルを行なって、この間の騒音パワーレベルを測定する方法が提案された。本研究は、上記の問題点について検討を行い、土工機械の作業時騒音パワーレベル測定方法の確立に資することを目的として、ISO提案の方法を中心とした測定実験を実施したものである。

### 2 実験対象機械と騒音計および実験場床面の種類

実験対象機械は、バケット容量0.4 m<sup>3</sup>の油圧式ショベル、同1.15 m<sup>3</sup>の単輪式トラクタショベル、同1.15 m<sup>3</sup>の履帯式トラクタショベルおよび全装備質量11 tのブルドーザの4機種とした。騒音計は精密騒音計を用い、マイクロホンは延長コードの先に取付け、全騒音計を1個所に集中してA特性で計測レコーダに記録した。実験場床面の種類はコンクリート、普通土、砂地の3種について比較を行なった。但しコンクリート上では、単輪式トラクタショベルと走行を伴わない油圧式ショベルについてのみ実験を行なった。写真-1に普通土実験場における油圧式ショベルを示す。



写真-1 普通土実験場における油圧式パワーショベル(実作業)

写真-1に普通土実験場における油圧式ショベルを示す。

### 3 マイクロホン配置と機械走行方向

ISOの提案するDP6395“土工機械の作業時騒音パワーレベルの測定方法(シミュレートッドワークサイクル)”では、ISO/DIS6393“土工機械の定置時騒音パワーレベル測定

方法<sup>3)</sup>に規定する12個のマイクロホン配置のうちの偶数番のマイク6個を用いて測定するようになっている。今回の実験では図-1に示すISO/DIS 6393による配置を基本として行な

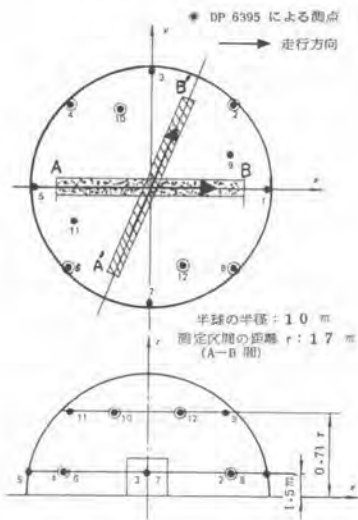


図-1 基本マイク配置と走行方向

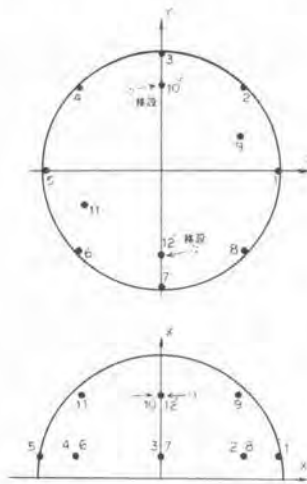


図-2 修正マイク配置

った。また機械走行方向はDP 6395では同図のA→B方向となっているが、この場合は1番と5番のマイクは除いて測定することになる。そこで、マイク12個を測定に加えることのできる走行方向として、A'→B'方向も加えた。図-2のマイク配置はA→B方向に走行したときDP 6395提案の偶数番のマイク6個のうちマイク10番と12番を10'、12'へ移設し、走行方向に対して6個の

マイクが完全に左右対象となるよう修正したものである。なお、マイクは仮想した半球の表面上に配置することになるが、半球の半径はコンクリート上のみ12m、その他は全て10mとした。

#### 4. 機械の運転方法

ISO/DP 6395では、各機種ごとに土砂を扱うことのないシミュレーションの方法が詳細に記述されているのでシミュレーションはこれによることとしたが、シミュレーションは実作業に比較すると負荷の程度が軽く、また、土砂を掘削する場合の騒音の特性も異なることが考えられるので、測定半球内で実際に土砂を掘削、運搬する実作業も行なった。次に各機種毎にシミュレーションの概略を述べる。なお、エンジンは原則的にスロットルを最大位置におく。

##### (1) 油圧式ショベル(バックホウ)

最大リーチの90%のバケット位置から、溝掘り作業を想定して、アームおよびブームを操作してバケットを手前に引き寄せる。次に溝の縁をこえて90度左旋回を行ないつつブームを上昇して土捨て作業をシミュレートする。逆旋回はブームを下げながら最初の姿勢に戻る。

##### (2) 車輪式および履带式トラクタショベル

バケットは無積載で運行姿勢の高さに保持し、図-1のA方向から前進し機械中心がB点に達したら停止する。次に後退開始と同時にバケットを最大持ち上げ高さの80~90%の高さまで上昇させ、機械中心がA点を通過してから最初の姿勢に戻る。騒音の測定は機械がA、Bの間にあるとき行なう。走行速度は前後進ともに、車輪式は13km/h、履带式は4km/hを越えず、かつこれに最も近い速度とする。

##### (3) ブルドーザ

土工板を運行姿勢に保ったまま前後進を行なう。速度は前進時 4 Km/h、後退時 10 Km/h 以下でこれに最も近い速度とする。前進と後退は各々独立したモードとして計測する。

### 5. パワーレベルの算定

騒音パワーレベル  $L_{WA}$  (以下単にパワーレベルとする) は、各マイクロホン位置における A 特性音圧レベルの全測定時間にあたるエネルギー平均値を求め、次式で計算する。

$$L_{WA} = \overline{L_{PAeq}} + 10 \log \frac{S}{S_0} \quad \text{dB(A)}$$

$$L_{PAeq} = 10 \log \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{\left(\frac{L_{PAi}}{10}\right)} \quad \text{dB(A)}$$

但し、 $S$  は測定半球の面積 ( $m^2$ )、 $S_0$  は単位面積  $1(m^2)$ 、 $L_{PAeq}$  は  $L_{PAeq}$  の全測点にあたる平均値、 $L_{PAi}$  はエネルギー平均騒音レベル  $L_{PAeq}$  をデジタルに求めるために分割した微小時間々隔毎の騒音レベル ( $dB(A)$ )、 $N$  は分割の総数を表わす。

### 6. 実験結果

#### III マイクロホン配置と音源の移動方向

表-1 は、検討のために選択したマイクロホン配置を示す。検討の方法は、マイクロホン個数全数 (10 個又は 12 個) の場合を基準として、マイク個数を 6 個、4 個と省略した場合のパワーレベルの変化をみるものとする。

油圧ショベルは配置番号 2、4 によって実験を行なったが、両配置に共通して次の傾向が認められた。パワーレベルは、マイク個数を 12 個から 6 個に減じてはほとんど変わらないが、地上高さ 7.1 m の測点を含まない 4 個の配置では、前 2 者の場合より 1 ~ 2 dB 低く評価される。これ

は、実験に供した油圧ショベルの騒音指向性がやや上方にあるためで、このように音源に指向性がある場合はマイクロホンの個数をあまり少なくすることは好ましくない。

油圧ショベル以外の、走行を行なう機械の場合のマイク配置は表-1 の配置番号 1、2、3 を用いた。図-3 はマイクの数とジュミレーションの場合のパワーレベルの関係を示し、CL、WL、BD(F)、BD(R) 軸には、それぞれ履帯式、車輪式トラクタショベル及びブルドーザ (前進) (後退) のパワーレベル差 (マイク全数時と 6 ~ 4 個時との差) を目盛っている。従って、これに囲まれた四辺形が小さく、かつ中心に寄っているものが、どの機種に対しても精度のよい配

表-1 検討に用いたマイク配置

配置番号	マイク個数	全数 (12 又は 10)	6	4
1	●	ISO/DP 6395		
		ISO/DIS6393		
2	○	ISO/DP 6395		
		ISO/DIS6393		
3	●	ISO/DP 6395		
		ISO/DIS6393		
4	○	ISO/DP 6395		
		ISO/DIS6393		

● マイクロホン (地上高さ 1.5 m)  
○ " ( " 7.1 m)  
----- 機械走行方向および騒音レベル測定区間  
↖ 油圧ショベルの旋回方向

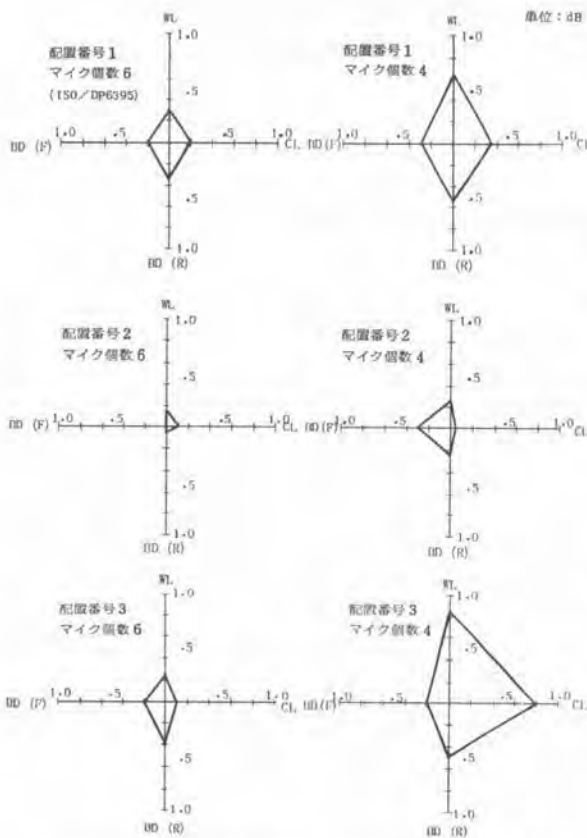


図-3 マイク個数を減じた場合のパワーレベル変化量 (普通土)

d B 以内であり、シュミレーションによって実作業の発生音レベルをはば再現できているといえる。

### (3) 実験場床面の影響について

土工機械にとって一般的な作業場所である普通土と

砂地上におけるシュミレーション時パワーレベルを比較すると、砂地上では普通土上より約 1.5 d B (A) の吸音効果があること、またブルドーザにおいては特に高速走行する後退時に接地面の緩衝効果が作用し、更に 0.7 d B (A) 低下することが認められた。従って、作業時騒音パワーレベルの測定に砂の床面を使用することは不当に低い測定値を与える結果となり好ましくない。

## 7. まとめ

ここに紹介できなかった事実も含めて実験結果を総合すると、ISO/D P 6 3 9 5 は若干の改正を行なうことにより、土工機械の作業時騒音パワーレベルの実用的な測定方法として採用できるものと考えられる。なお、この研究は(社)日本機械工業連合会を通じて機械工業振興資金の補助を受けて実施したものである。

置であることを示している。図-3から、いずれの配置もマイク全数の場合との差は 1 d B 以内であって特に問題はない。なかでも配置番号 2、マイク個数 6 の場合はどの機種に対しても極めて良い対応を示している。また、配置番号 1、マイク個数 6 は ISO / D P 6 3 9 5 提案のままであるが、この配置も優れている。

### (2) シュミレーションと実作業の比較

表-2 はシュミレーション、実作業の両方についてパワーレベルを計算した結果である。同表によって、シュミレーションと実作業のパワーレベルを比較すると、ブルドーザの後退時にシュミレーションの場合が 1 d B 大きい他は、どの場合をとっても両者の差は 1

表-2 シュミレーションと実作業の比較 (普通土)

機種	マイク配置および個数	作業種別	パワーレベル dB (A)	計測時間 s	走行速度 km/h
油圧ショベル	D156393 (12)	シュミレーション	105.0	15.9	—
		実作業	104.0	18.4	—
車輪式トラクタショベル	DP 6395 (10)	シュミレーション	108.6	14.0	8.7
		実作業	108.1	13.2	9.3
履帯式トラクタショベル	DP 6395 (10)	シュミレーション	108.9	41.4	3.0
		実作業	109.1	33.9	3.6
ブルドーザ	DP 6395 (10)	前進	104.4	26.0	2.4
		実作業	103.6	28.8	2.1
		シュミレーション	104.9	8.3	7.4
		後退	103.8	6.3	7.4

注) 両トラクタショベルの走行速度は往復の平均速度で、停止、変速に要する時間も含めて計算した。