

1. 建設機械の騒音パワーレベル測定方法に関する実験的研究

建設機械化研究所 藤本 義二
西ヶ谷 忠 明

1. まえおき

建設機械の騒音評価法として、騒音源のパワーレベルの大小によつてこれを評価し、できれば騒音の発生度に応じ、その格付けを行つた度というものが最近の世界的な趨勢であり、ISO/TC127においても種々の試案が提案されている。建設機械化研究所においても、これらの試案の妥当性を検討し、更にはより合理的かつ簡略な測定法の可能性を探る目的で、つぎのような実験を行った。すなわち、車輪式トラクタショベル、履帯式ブルドーザ、油圧式ショベルの3機種を対象とし、それぞれ機体中心及びエンジンを中心とする半径5m及び10mの半球面上に総計49コのマイクロホンを設置して、異つた運転条件下での各機の騒音レベルを精密騒音計で測定し、全測定ならびに各試案に相当する測定データを用いて騒音パワーレベルを求め、その比較検討を行ったものである。

2. 測定対象機械及び運転条件

測定の対象とした建設機械の主要諸元を表-1に示す。

各機種共通の運転条件としては、機械安置状態で変速レバー及び作業装置操作レバーと中文にし、燃料レバーを最高位置においた所謂ハイアイドルリングの状態を採用した。この他に、車輪式トラクタショベルと油圧式ショベルでは油圧回路をリリーフさせた状態、また履帯式ブルドーザにあつては走行装置より発生する騒音の影響を明確にさせるため、車両をジャッキアップし履帯と地面から離して走行装置が空転できるように状態で、変速レバー2速、操作レバー中文、燃料レバー最高位置の条件で測定を行った。なお、上記のように履帯を空転させたときと、実際に土上を走行させたときとの騒音レベルの比較測定も行つてゐる。

表-1 測定対象機械

記 号	WL	BL	HE
機 種 名	車 輪 式 トラクタショベル	ブルドーザ	油圧式ショベル
車 両 形 式	アーチキュレーテッド トラック	タローラ、湿地式	タローラ
全長×全幅×全高(m)	6.9×2.3×3.1	5.0×3.4×2.7	5.74×2.14×2.53
重 量 (t)	9.1	12.8	6.0
機 関 形 式	4サイタル水冷 直列子燃機室式	同 左	4サイタル空冷直噴式
定格出力 (PS)	102	90	41.5
定格回転速度 (rpm)	2400	1750	1800
動力伝達系	トルコン パワースhiftミッション	機械式クラッチ	油圧ポンプモータ
変 速 段 数	F4・R4	F4・R3	—
特 記 事 項	新車 キャノピー、バケット付	中古車 ストレートブレード付	中古車 キャブ、バケット付

3. 測定場所及びマイクロホン配置、気象条件等

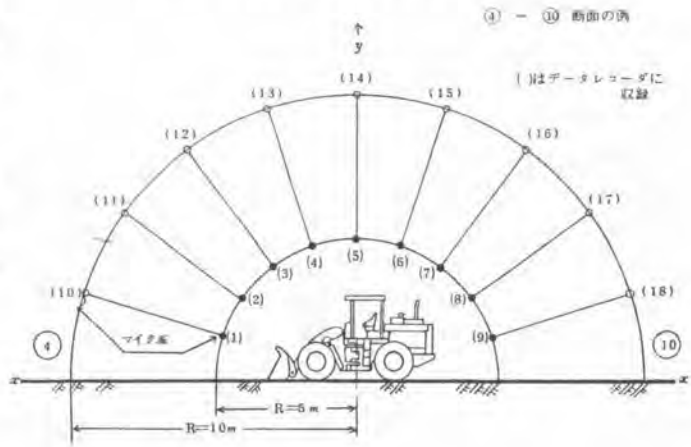
実験は当研究所作業試験場で行われた。この作業試験場は、半径40m以内には音の反射物のない平坦な場所であり、表面は締固められた土砂である。

マイクロホンは鉄パイプ製の二重枠に、半径5m及び10mの内周上に等間隔にとりつけられた。

マイクロホンの取付け位置を図-1に示す。測定はこの枠を機体またはエンジンの中点位置を中心として時計方向に回転させを行い、30°及びの位置での騒音計の読み(A特性、Slow)を記録した。測定に使用された騒音計はリオン製NA-56形精密騒音計で、IEC Publication 179の規格に合格するものである。

なお、測定時の気象条件と暗騒音レベルは表-2に示すとおりであった。

図-1 騒音測定点配置図



4. 実験結果の検討

各測定点における騒音レベルの測定値から、図-2に示すような位置のデータを抽出して次式により平均騒音レベル $\bar{L}_p(A)$ 、騒音パワーレベル $L_w(A)$ 、及び指向指数 $D1$ を算定した。

表-2 気象条件と暗騒音

年月日	天候	気温(°C)	風向	風速(m/s)	気圧(mb)	暗騒音d1(A)
51.8.27	くもり	25.5	SE	2.5	99.5	35~36
51.9.24	はれ	24.0	SE	3.5~4.3	99.9	35~36
51.9.29	はれ	24.5	SW	2.0~2.5	99.2	35~36

$$\text{平均騒音レベル } \bar{L}_p(A) = 10 \log_{10} \frac{1}{N} \left(\sum_{i=1}^N 10^{0.1 L_{p_i}} \right)$$

$$\text{騒音パワーレベル } L_w(A) = \bar{L}_p(A) + 10 \log_{10} 2\pi R^2$$

$$\text{指向指数 } D1 = L_p(A)_{\max} - \bar{L}_p(A) + 3$$

4.1 測定半径の影響

ISO 4872 においてはマイクロホンを設置する半球面の半径として、"少くとも被測定物の最大寸法の2倍以上と規定され、またTC127提案のN71~74においては一律に10mと定められている。そこで土工機械の場合の測定半径の影響を検討するため、本実験では被測定機械の最大寸法に近い5mと、その2倍に近くかつN71等の規定値に等しい10mを測定半径に選んで計測を行った。

実験結果によると、測定半径5mと10mの場合のパワーレベルの差は最大1dBであり、その頻度分布は図-3に示すとおりであった。ただし、半径10mの方が大きいものを正としている。これによれば両者の差は±1dBの範囲で0を中心とする誤差曲線に近い分布を示しており、この程度の大きさの機械の場合には5mと10mの測定距離の影響は認め難い。しかし、更に大形の機械の場合を考慮すれば、N71等の提案する半径10mが妥当であろう。

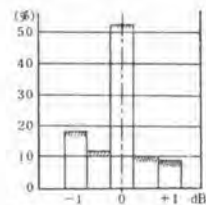


図-3

4.2 測定中心の影響

測定半球面の中心を機体の幾何学的中心の地上への投影点に置く方法と、単一エンジンの機体に対してエンジンの中心に測定面の中心を置く方法の二案が提案されている。本実験ではこの両者の差を明らかにするため、機体中心とエンジン中心の地上への投影点とそれぞれ測定半球面の中心とした場合について計測を行った。

半径10mの場合のパワーレベルについてみると、油圧ショベル及び履帯式ブルドーザの場合、測定半球面の中心の違いによるパワーレベルの差は殆んど認められなかった。ただ、ブルドーザをジャッキアップして履帯を空転させた場合には、エンジンを中心にしたときの方が0.5～1 dB 大きくする傾向があった。しかしいずれにしろ誤差範囲であり、車体中心とエンジン中心の水平距離が1～2mの機種では、測定半球面の中心をいずれに置いてもパワーレベルの計算結果には大差がないようである。なお、指向指数についても測定半径10mの場合には両者の間に目立った差が認められなかった。

4.3 マイクロホン配置の影響

ISO 4872 に規定されたマイクロホン配置、TC127N71等に示されているマイクロホン配置、ならびにこれを更に簡略化した図-2のN70-(1)、(2)に相当する位置の騒音レベル測定値を使用して求められたパワーレベルと、全測点49コのデータに基づくパワーレベルとの差を表-3に示す。また、指向指数についての同様の比較表は表-4に示されている。これらの結果を比較してみると、

(1) パワーレベルについては、ISO 4872の方法が最も精度が高いことが明らかであり、N70-(1)、(3)及びN70-(2)がこれについている。後の3巻筒には顕著な差が認められず、パワーレベルに関する限りではマイクロホン数の少ないN70-(2)の配置で実用的には十分であると考えられる。なお、従来の測定例

図-2 パワーレベル算定時のマイクロホン選定位置

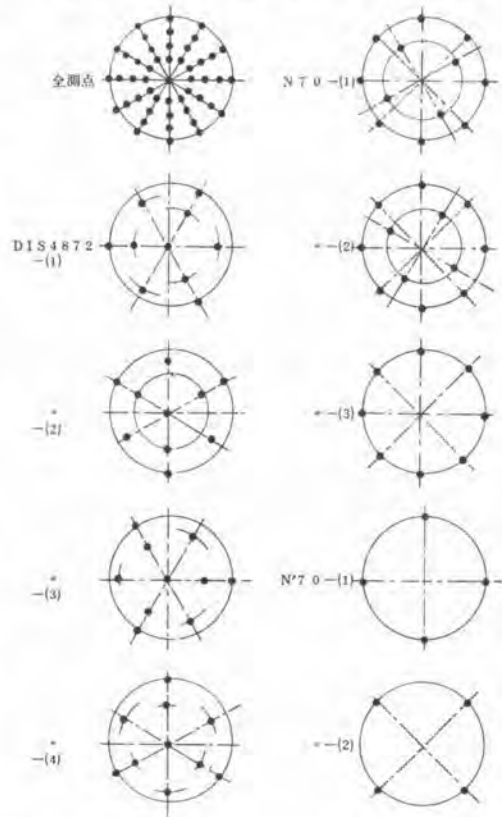


表-3 マイクロホン配置によるパワーレベルの偏差

機 種	条 件	中心位置	DIS 4872-(4)	N70-(1)	N70-(3)	N70-(1)	N70-(2)	備 考
車 輪 式 トラクタショベル	ハイアイドル	車 体	1	2	2	3	2	R=10m
	リリーフ		0	1	2	2	1	*
履 帯 式 ブルドーザ	ハイアイドル	車 体	0	0	-1	-1	0	*
	エンジン		0	0	0	-0.5	0	*
	ジャッキアップ 履帯空転	車 体	0	0	0	-1	0	*
	エンジン		0.5	0.5	0	-0.5	0.5	*
油 圧 式 ショベル	ハイアイドル	車 体	0	-1	-1	-1.5	-1	*
	エンジン		0	-1	-1	-2	-1	*
	リリーフ	車 体	0	0	-0.5	-1	0	*
		エンジン	0	0	-1	-1	-1	*

の最も多いN70(1)の配置についてはばらつきが多く推奨できない。

(2) 指向指数に因しては、比較的指向性の強い車輪式トラクタジョベルの場合には同一水平面上に8コのマイクロホンを配置したN70-(1),(3)の方法がより高い精度を示している。しかし、当然のことながら指向性の低いブルドーザや油圧式ジョベルの場合には、これらの間に大差は認め難い。

4.4 機械の運転条件の影響

機械の運転条件による平均騒音レベル、パワーレベル及び指向指数の変化を表-4に示す。

油圧ポンプリリーフ状態とエンジンハイアイドル時を比較すると、車輪式トラクタジョベルではハイアイドルの方が平均騒音レベル、パワーレベルとも1dB高くなり、油圧式ジョベルの場合には逆にリリーフのときが1dB高くなっている。しかしいずれにしろ両者の差は僅かであり、これらの機種の場合には機械定置、エンジンハイアイドルという条件で代表させても実用上問題はないであろう。

履帯式ブルドーザの場合はこれらとは異り、中高速段階で走行するときに走行装置より発生する騒音がエンジン騒音を上廻ることが予想される。事実、今回の実験結果においても機械停止、エンジンハイアイドルの状態と車体をジャッキアップし履帯を2速で空転させた状態では、後者の方が2dB大きいという記録が得られた。また3速の場合には5~6dB高い値が計測されている。従って、履帯式ブルドーザを定置、ハイアイドルという条件で試験することは実際の使用状態を再現したものといふことができない。しかし、実際に機械を走行させながら騒音パワーレベルを求めると必要な測定を行うことは技術的に困難を伴うので、その代案として機械をジャッキアップして履帯を空転させた方法を推奨したい。履帯式ブルドーザを土上走行させた場合と、ジャッキアップして履帯を空転させた場合について、車両の進行方向に垂直な平面内における騒音レベルの比較を表-6に示すが、両者の間にはほとんど差が認められない。

表-4 マイクロホン配置による指向指数の偏差

機 種	条 件	中心位置	DIS 48 7.2-(4)	N70 -(1)	N70 -(3)	N70 -(1)	N70 -(2)	備 考
車 輪 式 トラクタジョベル	ハイアイドル	車 体	-4	-2	-2	-3	-5	R=10m
	リリーフ	車 体	-2	-1	-2	-2	-3	*
履 帯 式 ブルドーザ	ハイアイドル	車 体	-1	-1	1	-1	0	*
	エンジン	エンジン	0	0	0	-0.5	0	*
油 圧 式 ジョベル	ハイアイドル	車 体	-1	-1	-1	0	-1	*
		エンジン	-0.5	-0.5	-1	-0.5	-1.5	*
	リリーフ	車 体	-1	0	0	0.5	0	*
		エンジン	0	1	1	1	1	*
		車 体	0	0	1	0	0	*
		エンジン	0	0	0	-1	0	*

表-5 運転条件と測定結果

機 種	運 転 条 件	平均騒音レベル Lp(A) dB	パワーレベル Lw(A) dB	指向指数 D1	備 考
車 輪 式 トラクタジョベル	ハイアイドル	84	112	11	R=10m 車体中心 全測点
	リリーフ	83	111	10	
履 帯 式 ブルドーザ	ハイアイドル	80	108	5	
	ジャッキアップ 履帯空転	82	110	5	
油 圧 式 ジョベル	ハイアイドル	76	104	5	
	リリーフ	77	105	5	

表-6 ブルドーザの定置と履帯空転時の騒音レベル比較

測 点 条 件	各測点における騒音レベル dB(A)										
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	平均	
F ₁	空 転	81	81	82	79	80	81	83	82	81	81
	実 走	82	82	83	81	80	81	83	82	82	82
F ₂	空 転	82	82	83	81	81	82	84	83	83	82
	実 走	83	83	84	82	82	82	83	83	83	82
F ₃	空 転	84	85	85	84	85	85	87	86	86	85
	実 走	87	85	86	84	85	85	85	86	85	85