

# 走行警報装置について

飯盛 洋

## 1. はじめに

建設機械と一般の作業員が輻輳する建設工事現場では、作業員が建設機械と接触したり轢かれたりする事故が発生している。この種の事故を防止する機器のひとつに、建設機械が走行する際に警告音を発し、作業員に注意を喚起する走行警報装置(主にバックアップアラーム)がある。

走行警報装置の機能は、建設機械の走行に連動して作業員が十分知覚できる大きさの警告音を発生することである。したがって、警告音の音量は建設機械の騒音レベルを上回っている必要がある。このため、工事現場の周囲騒音は走行警報装置の音が卓越しがちで、音量を下げるよう住民から苦情が寄せられることもあり、比較的住居に近い工事現場では警告音を止めざるを得ない状況も起きている。

本稿では、施工技術総合研究所がこれまでに実施してきた「建設機械施工の安全対策検討業務」の検討項目のひとつである走行警報装置について、その現状の一端を紹介する。

## 2. 現行の走行警報装置の音響特性

### 2.1 測定対象

現在、建設機械のバックアップアラームとして広く採用されている下記の6種類の装置について、これをコンクリート面に置いたホイールローダの後部に取付けて音を発生

表 - 1 測定対象の走行警報装置

	メーカー	用途(取付対象建設機械)	備考
A	E社	ブルドーザ、ホイールローダ、油圧ショベル	
B	E社	ブルドーザ	
C	Y社	ブルドーザ、ホイールローダ、油圧ショベル	
D	Y社	油圧ショベル	
E	M社	タイヤローラ、振動ローラ	
F	Y社		広帯域型

させ、周波数特性や音の伝わり方等の音響特性を測定した。なお、Fは国内での実績はないが、数年前から欧州向けに出荷が続いていることから対象に加えたものである。

## 2.2 測定結果

### (1) 音圧レベルおよび周波数特性

各走行警報装置の警報音(機械後方の測定点、音源からマイクまでの距離7m)の周波数特性を図-1に示す。

警報装置B、C、D、Eは1,000~3,000Hzの間で単一の卓越周波数を持つ音で、耳につく音である。警報装置Aは1,000~5,000Hzの間に3つのピークを持っているが、音質はB、C、D、Eと似ており、やはり耳につく。

警報装置Fは他とまったく異なり、1,000~2,500Hzの間が比較的平坦な広帯域ノイズに近い音である。刺激が強い分、警報音としての緊迫感はあまり感じられない。

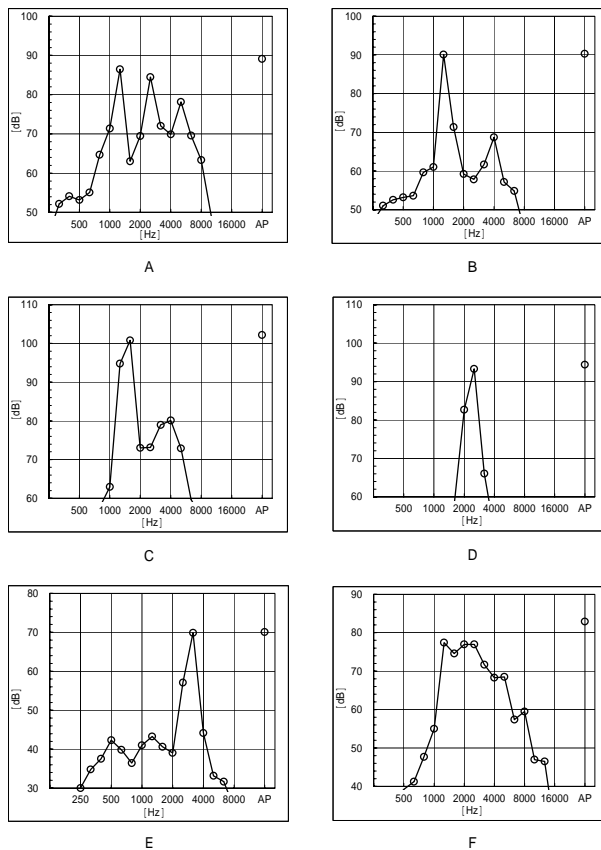


図 - 1 走行警報装置の警報音の周波数特性

### (2) 音の伝わり方

図-2は、それぞれの警報装置について、音源-受音点間距離を約3mから9mの間で20cmきざみで変化させて警報音の大きさを測定した結果である。警報装置F以外はいずれも音の距離減衰が一樣ではなく、10dB程度の振幅で変動している(Fについても、特定の周波数でみると同じように変動している)。これは、警報装置からの直接音と地面に

反射した間接音が受音点で干渉しているため、2つの音の位相が一致するところでは大きく、位相が逆になるところでは小さくなる。この現象は、音が単一スペクトル(単一周波数の正弦波等)に近いほど、また、地面が平坦で硬いほど明瞭に起こる。今回の測定場所はコンクリート舗装面だったので、粗い地表面では干渉の作用はこれより弱いと思われるが、単一スペクトルの音波の特徴として理解しておくべきである。

音が図-2の警報装置A~Eのような伝わり方をすると、たとえば、固定した位置で機械に背を向けた受音者には、機械が受音者に近づいている場合でも、近づいたり遠ざかったりするように聞こえることになり、方向、距離感が把握しにくくなることが考えられる。警報装置Fは広帯域ノイズを音源としているので、地面との干渉は観測されない。

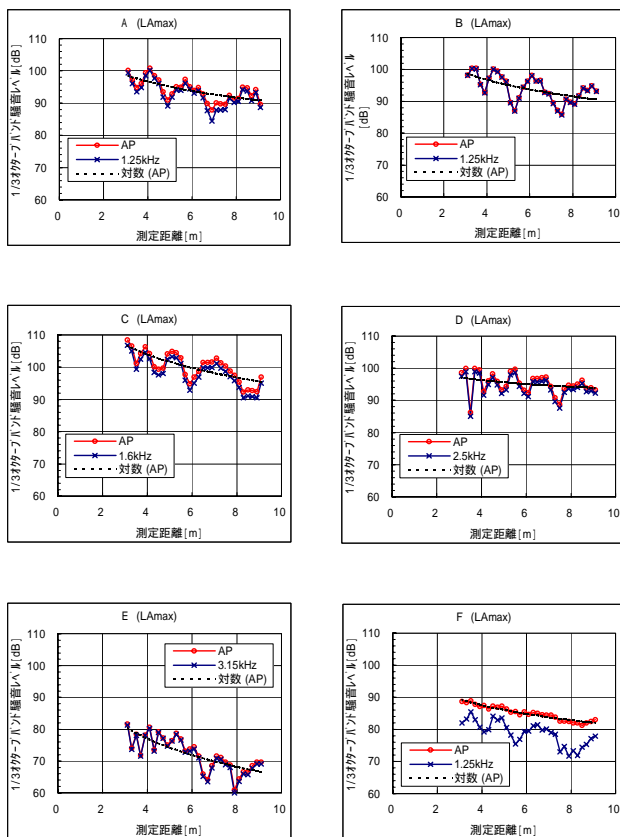


図-2 走行警報装置の警報音の距離減衰

### 2.3 評価、課題

これらの警報音を評価するには ISO7731「作業場所の危険信号 - 可聴危険信号」が参考になる。その要点を抜粋すると以下ようになる。

音圧レベル : A特性音圧レベルが周囲騒音を15dB以上超え、かつA特性音圧レベルが65dB以上の場合に、通常、明瞭に聞こえる。

周波数 : 可聴危険信号は300~3,000Hzの周波数を基準

とすべきである。聴力損失があったり、聴覚保護具を着用している人達へのニーズを満たすため、可聴危険信号は1,500Hz以下の帯域で十分なエネルギーを持つようにする。

時間的特性 : 音圧レベルの時間的分布については、一般に、経過時間中変動しない可聴危険信号よりも脈動する信号を選択する方がよい。パルス繰返し周波数は0.2~5Hzの範囲が望ましい。

このISO7731に基づいて各走行警報装置を評価するために、測定結果を表-2に整理した。

警報装置C、D、Eは単一周波数の音を出すもので、1,500Hz以下の帯域の音のエネルギーが不十分である。この3種類は甲高い音で、連続して暴露されると非常に不快に感じる音である。

警報装置A、Bの警報音は可聴危険信号としての要件は満たしているが、連続して鳴った場合には不快である。警報装置A、B、C、D、Eの音は工事現場周辺から苦情が出やすいタイプといえる。

警報装置Fの音は広帯域ランダムノイズをほぼ500~4,000Hzの範囲で切り出した音で、他とはまったく異なった音色である。この音は、比較的軟らかい音色だが、危険信号としての迫力(強さ)にやや欠けるところがある。また、周囲の機械音等の雑音に埋もれやすい音色ともいえる。

表-2 走行警報装置の評価

警報装置	用途	測定結果							
		音圧 (dB/1m)	ピーク周波数 (Hz)			発音パターン			
			第1ピーク	第2ピーク	第3ピーク	ON(s)	OFF(s)	合計(s)	繰返し (Hz)
A	フルト-ザ ホイ-ローダ 油圧シリンダ	106.1	1250	2500	5000	0.52	0.46	0.98	1.0
B	フルト-ザ	107.3	1250	-	-	0.51	0.45	0.96	1.0
C	フルト-ザ ホイ-ローダ 油圧シリンダ	119.2	1600	-	-	0.34	0.43	0.77	1.3
D	油圧シリンダ	111.4	2500	-	-	0.34	0.41	0.75	1.3
E	タイヤロー 振動ロー	87.1	3150	-	-	0.29	0.36	0.65	1.5
F		99.9	1250~2500で平坦			0.58	0.51	1.09	0.9

### 3. おわりに

走行警報装置は危険の発生を報知するというより、機械の走行動作状態を知らせるためのものといえる。したがって、その音圧レベルは必要以上に大きくならないよう、また、音色はあまり不快でないものにすることが望ましい。この観点からすると、現在、普及している建設機械用バックアップアラームの警報音は改善の余地があると思われる。

[筆者紹介]  
飯盛 洋(いいもり ひろし)  
社団法人日本建設機械化協会  
施工技術総合研究所 研究第四部 研究課長