

バックアップアラームの車載試験方法 (ISO9533) 改訂

出 浦 淑 枝

ホーンとバックアップアラームが車載状態で十分な音量を確保できていることを確認する試験方法を定めた規格 ISO9533 (Earth-moving machinery—Machine-mounted forward and reverse audible warning alarm—sound test method) の改訂が 20 年ぶりに行われている。今般の改訂では、周辺作業員への警告と環境騒音緩和を両立させるために、周囲騒音を感知して音量を変更するアラームの試験方法が追加される。また油圧ショベルのように上部構造が旋回する機械に装備するトラベルアラームの定義とその試験方法も追加される。以上を盛り込んだ改訂 ISO は、2010 年 8 月発行の見込みである。

キーワード：バックアップアラーム、ホーン、トラベルアラーム、ISO9533、試験方法、可変音量アラーム、ISO10906

1. はじめに

ISO9533 (Earth-moving machinery—Machine-mounted forward and reverse audible warning alarm—sound test method) は、前方作業員への警告ホーンと後方作業員への継続的な警告アラーム(以下、バックアップアラーム)が車載状態で十分な音量を確保できていることを確認する試験方法を定めた規格であるが、1989 年の第 1 版発行以来、長らく改訂されていなかった。近年、安全志向の高まりからアラーム搭載を希望する声がある一方、早朝に作業する除雪車両や病院の近く等の静粛を要求される作業現場では騒音に対する苦情も聞かれる。そのような状況の中、ストロボライトによる警告灯の条項を追加したいボルボ社、周波数帯域を広くとったアラームを推進したいブリゲード社、機械騒音に連動して音量を変化させるアラームの搭載を始めたキャタピラー社等の希望により、2005 年に改訂作業が開始された。

従来規定されていない視覚アラームも含めて、アラーム全体を見直すという主旨で始まった改訂作業は、音響式アラーム (Part1)、視覚式アラーム (Part2) に分けて規格化する方針が進められた。その後 5 回の専門家会議を経て、2009 年 2 月に音響式アラームの DIS (Draft International Standard) 投票が可決されたところで、次回 FDIS (Final Draft International Standard) の投票を経て、2010 年 8 月には ISO として発行の見込みである。本稿では、音響式アラーム改

訂の背景と概要、および今後の課題について報告する。

2. 日米欧の規制状況

まずバックアップアラームに関する主な規制・規格について紹介する。

日本では、労働安全衛生法車両系建設機械構造規格において「車両系建設機械は、警報装置を備えているものでなければならない」と規定されている。また欧州でも、建設機械全般の安全規格である EN474-1 で、93dB (A) 以上のホーンを要求しており、試験方法は ISO9533:1989 を引用している。

5.9 Warning devices and safety signs

Earth-moving machinery shall be equipped with:

- an audible warning device (horn) controlled from the operator's station, the A-weighted sound pressure level of which shall be greater than or equal to 93 dB. The value shall be measured 7 m from the foremost point of the machine with equipment/attachment in its travel position as defined in ISO/DIS 6395:2004.

The test procedure shall be in accordance with ISO 9533:1989;

一方、米国では OSHA (Occupational Safety and Health Act) の規定によりホーンに加えて、前後進する建設機械には音響式警報を装着することが義務付けられている。

- (a) Earthmoving equipment: General
 - (9) Audible alarms.
 - (i) All bidirectional machines, such as rollers, compacters, front-end loaders, bulldozers, and similar equipment, shall be equipped with a horn, distinguishable from the surrounding noise level, which shall be operated as needed when the machine is moving in either direction. The horn shall be maintained in an operative condition.

以上のように、ホーンは日米欧共通、バックアップアラームは米国のみが規制している。

3. 事故発生の状況

ところで、このような音響式アラームの効果はどれほどあるだろうか。平成19年度に建設業で発生した死亡災害事例461件のうち、ホーンまたはバックアップアラームが聞こえれば防げた可能性のある事例は13件あった。たとえば「家屋を解体・撤去し、整地作業をしていたと

ころ、被災者が地面に残った草木の根を剪定していたときに、近くで整地作業を行っていたドラグショベルが後退してきて轢かれた」というように、後進してきた機械に周辺作業者が轢かれる事例がほとんどである。

このような事故の対策には、バックモニター等による後方視界補助、視覚式アラームによる警告、超音波トランスポンダのように周辺作業者に直接警報を出す方法等、複数の手段が考えられるが、音響式アラームもまた有効な方法の一つである。ISO改訂を機に、改訂ISOに準拠したアラームが普及することで、建設業の事故防止に寄与することが期待される。

4. 現行 ISO 規格の概要

次に改訂前の ISO 規格に定められている試験方法と基準についてまとめておく。

(1) バックアップアラームの試験方法と基準

① 周囲音の試験

図一1の測定点1から7までの7箇所の測定点す

ISO 9533 Alarm Test Worksheet

Alarm Description	
Backup	Forward
Manufacturer:	
Model No.:	
Output level:	
Type:	

Type A 112 dB (A)
 Type B 107 dB (A)
 Type C 97 dB (A)
 Type D 87 dB (A)
 Type E 77 dB (A)
 Type F Other

Machine Description	
Model:	
S/N:	
Eng. RPM:	

BU Alarm Test Method Used
 1 - Alarm ON at Idle or Engine Off
 2 - Alarm ON at WOT
 3 - 1/3rd Octave Band Method

Location	Alarm	Coordinates and Directions (meters)				As Measured From	Sound Level, dB(A)			
							"Alarm ON"	"Alarm OFF"	Difference	
1	Reverse	0.7	Right	0.7	Rear	Corner				
2	Reverse	0.7	Left	0.7	Rear	Corner				
3	Reverse	4.9	Left	4.9	Rear	Rear Center				
4	Reverse	2.7	Left	6.5	Rear	Rear Center				
5	Reverse	0.0	Center	7.0	Rear	Rear Center				
6	Reverse	2.7	Right	6.5	Rear	Rear Center				
7	Reverse	4.9	Right	4.9	Rear	Rear Center				
8	Forward	0.0	Center	7.0	Front	Front Center				
9	Reverse	Operator Location (260 mm Radius) Closed cab / Open Canopy					Ear Height			
5	Travel	0.0	Center	7.0	Rear	Rear Center				
8	Travel	0.0	Center	7.0	Front	Front Center				
10	Travel	0.0	Center	7.0	Right	Right Side				
11	Travel	0.0	Center	7.0	Left	Left Side				

BU Alarm Ext Method 1 - For All Locations 1-7 the "Alarm On" - "Alarm Off" difference must be ≥ 0dB
 BU Alarm Ext Method 2 - For All Locations 1-7 the "Alarm On" - "Alarm Off" difference must be ≥ 3dB
 Horn Ext For Location 8 the "Alarm On" - "Alarm Off" difference must be ≥ 10dB
 BU Alarm Int For Location 9 the "Alarm On" - "Alarm Off" difference must be ≤ 3dB

Remarks: _____

Date: _____ Test Person: _____

図一1 測定位置 (ISO/DIS9533:2008 より抜粋)

べてにおいて、以下の2条件の騒音値を記録する。

- a) エンジン無負荷最高回転中
- b) エンジン無負荷低速回転（またはエンジン停止）中にアラームを鳴らす

基準は、どの測定点においても b) が a) よりも大きい値であること。

②オペレータ位置の試験

SIP (Seat Index Point, ISO5353) の上方 635 mm ± 25mm の位置（オペレータの耳元位置に相当する）で、a) b) の条件で騒音値を記録する。

基準は、b) と a) の差が 3dB 以下であること。

(2) ホーンの試験方法と基準

図—1の測定点8で、エンジン無負荷最高回転中にホーンを鳴らす。

基準は、b) と a) の差が 10dB 以上であること。

5. 改訂 ISO 規格の概要

今回の改訂のポイントは、バックアップアラーム試験方法に関する以下の2点である。ホーンについては、従来どおりで変更はない。

(1) 可変音量アラームの試験方法

改訂規格では、周囲騒音を感知してアラーム音量を変更させる可変音量アラームの試験方法が追加された。追加された試験方法および基準は、

- c) エンジン無負荷最高回転中にアラームを鳴らす

基準は、どの測定点においても c) が a) よりも 3dB 以上大きい値であること。

(2) トラベルアラームの試験方法

従来規格でも対象とするアラームを“forward and reverse warning alarm”として定義しているが、油圧ショベルのように上部構造が回転するために前後方向が必ずしも明確でない機械に装備するアラームは、一般にトラベルアラームと呼ばれる。改訂規格ではトラベルアラームの定義とその試験方法について追加された。

トラベルアラームの定義は“an audible signal intended to warn personnel, especially those near the machine, that the machine has been activated to travel under its own power”と記載されている。

試験方法は測定点が変わるのみで、測定および評価方法は通常のアラームと同じである。測定点は、図—1の測定点5, 8, 10, 11の4点を計測することとなっている。これはどの方向に走行しても、周囲にいる人々

が感知するようにとの配慮からである。ただし音響式アラームには指向性があるので、全方位で基準を満足させるには音量が大きくなるおそれがある。実際には、アラームは旋回する上部構造に装着するので、上部構造が旋回した場合にもオペレータにとっての後方はいつも同じ方向になる。このことから「4点の測定点は過剰であり、バックアップアラームと同様でよい」という主張を日本の油圧ショベルメーカーから機会あるごとに行っているが、いまだ受け入れられない。引き続き、議論の余地がある点である。

6. 今後の課題

今回の改訂規格は車載状態でのアラーム音量を標準化するものであるが、かねてより機械メーカーはアラーム自体の音量ばらつきが小さくなることを切望している。現在、アラーム自体の試験方法を定める ISO はなく、ほとんどのアラームメーカーは米国規格 SAE J994 を採用している。その SAE J994 で定める公差は ± 4dB (A) であるが、ISO9533 ではアラーム音量とエンジン騒音の差を 0dB または 3dB と定めているのに比べて、アラーム自体の公差が ± 4dB (A) (ばらつきの幅としては 8dB) というのは大きい。

そこで、この公差縮小を盛り込むべく、2007年9月から新たにアラーム自体の試験方法を定める ISO10906 “Earth-moving machinery—Auditory Warning Devices—Laboratory Test Procedure and Requirements” の策定作業が始まった。当初は2012年に ISO 発行見込みであったが、折からの経済情勢悪化のため、作業は延滞気味である。規格策定もさることながら、適切な品質・価格のアラームを供給していただくよう、アラームメーカーのご協力をお願いしたいところである。

またバックアップアラームはあくまで一つの補助装置であり、まずは作業範囲内にむやみに作業者が立ち入らないように現場の安全管理をしていただくこと、また機械を操作するオペレータの方が確実に後方確認をしていただくことも欠かせない。

7. まとめ

周辺作業員への警告と環境騒音緩和を両立させるために、20年ぶりとなる ISO9533 の改訂が行われている。今般の改訂では、周囲騒音を感知して音量を変更するアラームの試験方法が追加される。これによりアラームから必要以上に大音量を発することなく、現場

の安全向上が期待できる。引き続き、音響式アラーム自体のISO化も推進し、安全と環境の双方に配慮した建設現場づくりに貢献していきたい。

JCMMA

《参考文献》

- 1) ISO9533:1989 Earth-moving machinery—Machine-mounted forward and reverse audible warning alarm—sound test method
- 2) ISO/DIS9533:2008 Earth-moving machinery—Machine-mounted audible travel alarm—sound test method
- 3) 建設業労働災害防止協会、平成20年版 建設業安全衛生年鑑
- 4) Michael S. McDaniel, David C. Copley and Daniel E Zimmermann, "Application of a Self-Adjusting Audible Warning Device as a Backup Alarm for Mobile Earthmoving Equipment", SAE2005-01-3507, 2005



【筆者紹介】

出浦 淑枝 (いでうら よしえ)
 コマツ開発本部業務部
 規制・標準グループ
 主査

「建設機械施工ハンドブック」改訂3版

近年、環境問題や構造物の品質確保をはじめとする様々な社会的問題、並びにIT技術の進展等を受けて、建設機械と施工法も研究開発・改良改善が重ねられています。また、騒音振動・排出ガス規制、地球温暖化対策など、建設機械施工に関連する政策も大きく変化しています。

今回の改訂では、このような最新の技術情報や関連施策情報を加え、建設機械及び施工技術に係わる幅広い内容を取りまとめました。

「基礎知識編」

1. 概要
2. 土木工学一般
3. 建設機械一般
4. 安全対策・環境保全
5. 関係法令

「掘削・運搬・基礎工事機械編」

1. トラクタ系機械
2. ショベル系機械
3. 運搬機械
4. 基礎工事機械

「整地・締固め・舗装機械編」

1. モータグレーダ
2. 締固め機械
3. 舗装機械
- A4版/約900ページ

●定 価

非 会 員：6,300 円 (本体 6,000 円)
 会 員：5,300 円 (本体 5,048 円)
 特別価格：4,800 円 (本体 4,572 円)

【但し特別価格は下記◎の場合】

◎学校教材販売

〔学校等教育機関で20冊以上を一括購入申込みされる場合〕

※学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。
 ※送料は会員・非会員とも沖縄県以外700円、沖縄県1,050円

※なお送料について、複数又は他の発刊本と同時申込みの場合は別途とさせていただきます。

●発刊 平成18年2月

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 (機械振興会館)

Tel. 03 (3433) 1501 Fax. 03 (3432) 0289 <http://www.jcmanet.or.jp>