

「建設機械の安全装置に関する技術」の試験方法等について 意見募集を行います

～新技術の活用に向けて～

一般社団法人日本建設機械施工協会(以下、JCMA)では、公共工事等における新技術活用システムの活用方式「テーマ設定型(技術公募)※」の実施に向けて、『建設機械の安全装置に関する技術』の要求性能に対する意見を、本日から7月31日(金)まで募集します。

近年の建設業における労働災害件数は減少傾向が続いているが、全産業における建設業の死亡者の割合は、高いままとなっています。特に、「ドラグ・ショベル」及び「ローラ」の機械と人で生じる「はさまれ・巻き込まれ」および「激突され」の事故型による死亡災害が多く生じています。

これまでも、安全に対する多方面からの取り組みが行われてきたが、自動車のような視覚・聴覚的な補助装置や、衝突・事故を軽減するための運転操作・動作補助装置を、建設機械にも一般化させていくことで、前述のような「機械と人で生じる事故」の減少につなげていくことが期待されています。

そのような中で、建設機械と人の接触危険が軽減する新技術が開発され、新技術活用システムに複数登録されています。しかし、統一された評価項目で比較されておらず、現場状況に応じて最適な技術を選定するためには、試験方法及び評価方法を設定した上で、同一条件下で特徴や性能を比較表としてまとめる必要があります。

本募集は、新技術活用システムの活用方式「テーマ設定型(技術公募)」の実施にあたり、そのプロセスの一環として「建設機械の安全装置に関する技術」の要求性能等に対する意見を募集し、性能評価項目及び試験方法の設定の参考とするものです。

なお、本技術の「テーマ設定型(技術公募)」の実施は、平成30年6月末に第三者機関等として選定されたJCMAが行うものです。

※「テーマ設定型(技術公募)」:

現場ニーズに基づき募集する技術テーマを設定し民間等の優れた新技術を公募して実現場で活用・評価する方式

◆ 意見募集

「建設機械の安全装置に関する技術」の試験方法等について(本紙; PDF 形式)

◆ 意見募集期間

令和2年7月10日(金)から令和2年7月31日(金)

◆ 意見募集要領

別紙-1 意見募集要領(PDF 形式)

◆ 要求事項(リクワイヤメント)(案)、試験方法及び評価方法(案)

別紙-2-1 「建設機械の安全装置に関する技術」における要求事項(リクワイヤメント)(案)

別紙-2-2 安全補助装置の試験方法および評価方法(案)

◆ 応募様式(案)

別紙-3 応募様式

◆問い合わせ先

(一社)日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所 研究第三部 担当

電話:0545-35-0212 FAX:0545-35-3719 E-mail : netis-jikoyobo@cmi.or.jp

意見募集要領

1. 名称:「建設機械の安全装置に関する技術」の「性能評価項目と試験方法」に関する意見募集

2. 目的:

近年の建設業における労働災害件数は減少傾向が続いているが、全産業における建設業の死亡者の割合は、高いままとなっています。特に、「ドラグ・ショベル」及び「ローラ」の機械と人で生じる「はさまれ・巻き込まれ」および「激突され」の事故型による死亡災害が多く生じています。

これまでも、安全に対する多方面からの取り組みが行われてきたが、自動車のような視覚・聴覚的な補助装置や、衝突・事故を軽減するための運転操作・動作補助装置を、建設機械にも一般化させていくことで、前述のような「機械と人で生じる事故」の減少につなげていくことが期待されています。

そのような中で、建設機械と人の接触危険が軽減する新技術が開発され、新技術活用システムに複数登録されています。しかし、統一された評価項目で比較されておらず、現場状況に応じて最適な技術を選定するためには、試験方法及び評価方法を設定した上で、同一条件下で特徴や性能を比較表としてまとめる必要があります。このため、「建設機械の安全装置に関する技術」に係る「性能評価項目と試験方法」を設定した上で、同一条件下で試験を実施し、それぞれの技術の性能を技術比較表としてまとめることとします。

本件は、「建設機械の安全装置に関する技術」に係る「性能評価項目と試験方法」を設定するために関係者等のご意見伺うこと(意見募集)を目的とするものです。

作成する技術比較表は、各技術の性能に順位を付けるものではありません。

3. 意見募集対象:

別紙－2－1:「建設機械の安全装置に関する技術」における要求事項(リクワイヤメント)(案)

別紙－2－2: 建設機械の安全補助装置に関する試験方法及び評価方法(案)

※意見内容は、上記資料に関するもののみとします。

4. 対象者:

建設機械の安全装置の設計・施工に係わる研究者・発注者・設計者・施工者・製造者・その他一般

5. 応募方法:

eメールでの応募に限ります。(電話・紙での応募は受け付けません)

提出先eメールアドレス:netis-jikoyobo@cmi.or.jp

6. 応募様式:

別紙－3

※発信者は属性・所属氏名を明らかにして下さい。(匿名での応募は受け付けません。)

※応募様式は、(一社)日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所HP(<http://www.cmi.or.jp/>)より、ダウンロードできます。

7. 応募期間:令和2年7月10日(金)～令和2年7月31日(金)までとします。

8. 結果の公表:

国土交通省HP、近畿地方整備局HP及び(一社)日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所HPで公表予定です。

※意見内容は属性別に整理し公表します。

※所属・氏名は公表しません。

※論文／説明資料等の添付があった場合の公表範囲は権利の確認を行った上実施します。

※公表後、速やかに対象技術の公表を行います。

「建設機械の安全装置に関する技術」における要求事項（リクワイヤメント）（案）

テーマ：建設機械の安全装置に関する技術

◆適用範囲

本要求事項（リクワイヤメント）は、「土工機械起動時」に「搭乗式のドラグ・ショベル及びローラと、人／物（人形体／非人形体）の接触危険性がある場合」において、静止している人／物（人形体／非人形体）を検出し、警報または機械の起動・作動の停止に係る安全補助装置に適用する。

<p><検出対象物> 静止した状態の以下の対象物。 ・ 人：人形体 物：非人形体（人／物が識別できる装置にのみ）</p>
<p><機能要求> 以下のいずれかを有していること。 ・ 運転動作支援機能：機械と人／物（人形体／非人形体）の接触危険性がある場合において、静止している人／物（人形体／非人形体）を検出し、視覚的または聴覚的な信号で運転員に警報を提供し、運転員が接触を回避するための運転動作を促すことが可能な機能。 ・ 運転動作介入機能：機械と人／物（人形体／非人形体）の接触危険性がある場合において、静止している人／物（人形体／非人形体）を検出し、衝突の防止または回避作動を自動的に提供し、運転員が接触を回避するための運転動作に介入することが可能な機能。</p> <p>ただし、運転動作介入機能を持つ安全補助装置に関しては、厚生労働省の【機能安全による機械等に係る安全確保に関する技術上の指針（平成 28 年厚生労働省告示第 353 号）】を満たす装置であること。</p>
<p><取付け型> 土工機械への安全補助装置取付け方法は、以下のいずれかとする。 ・ 土工機械製造業者が製造段階で取付けられた内蔵型 ・ 安全補助装置を販売あるいはレンタルしている業者によって取付けられた後付け型</p>
<p><取付け可能とする土工機械> 搭乗式のドラグ・ショベルもしくはローラに取付け可能なものとし、施工パッケージ型積算基準の代表機械規格を参考とし、以下の規格の機械を対象とする。 ・ ドラグ・ショベル：バケット容量山積 0.8m³(平積 0.6m³)級 ・ ローラ：タイヤローラ 運転質量 8～20t 級</p> <p>なお、上記の規格以外のドラグ・ショベルあるいはローラを対象としている安全補助装置についても試験及び評価を適用することが可能であるが、その場合、使用した機械の規格を試験結果報告書に記載する必要がある。</p>
<p><機能実行範囲> 図 1 に一般的な土工機械の作業フローを示す。 本試験方法及び評価方法で対象とする安全装置機能の実行範囲は、図 1 の実線部分とし、機械起動時（土工機械周辺の安全確認を行った運転員が、機械に搭乗した直後から、作業開始直前までの期間）に、要求機能を実行することとする。それ以外の作業においては、既に規定あるいは実施すべき安全対策を行うことを想定している。</p> <div style="text-align: center;"> <pre> graph LR A[機械周辺の安全確認] --> B[機械へ運転員が搭乗] B --> C[エンジン始動] C --> D[安全ロックバーの解除] D --> E[前後左右の安全確認] E --> F[作業中 ・掘削 ・積込み ・走行 ・旋回 ・締固め 等] F --> G[作業終了または中断] G --> H[安全ロックバーの設定] H --> I[機械停止] I --> J[機械から運転員が降りる] style A stroke-dasharray: 5 5 style B stroke-dasharray: 5 5 style C fill:#fff,stroke:#000 style D fill:#fff,stroke:#000 style E fill:#fff,stroke:#000 style F stroke-dasharray: 5 5 style G stroke-dasharray: 5 5 style H fill:#fff,stroke:#000 style I stroke-dasharray: 5 5 style J stroke-dasharray: 5 5 </pre> </div> <p>図 1 一般的な土工機械の作業フロー</p>

「建設機械の安全装置に関する技術」における要求事項（リクワイヤメント）（案）

要求事項			評価方法	
要求項目	確認項目	確認内容	評価指標	提出資料
要求機能	運転動作支援機能	SかつB領域で警告（視覚・聴覚）する	☆	<ul style="list-style-type: none"> 試験結果報告書 申請書
		SかつA領域で警告（視覚・聴覚）する	☆☆	
	運転動作介入機能	SかつA領域で機械の運転操作装置が作動しない	☆☆☆	
検出性能	検出面積率（%）	<p>SかつA・SかつB領域ごとに、被験体姿勢「直立」及び「屈み」での検出試験を行う。</p> <p>決められた被験体設置箇所での検出確認試験を2回実施し、2回とも検出があった箇所のみ採用となる。</p> <p>検出面積率＝試験検出面積／必要検出面積（%）</p>	<ul style="list-style-type: none"> SかつA領域の「直立」姿勢での検出面積率（「直立」S_{SA}（%）） SかつA領域の「屈み」姿勢での検出面積率（「屈み」S_{SA}（%）） SかつB領域の「直立」姿勢での検出面積率（「直立」S_{SB}（%）） SかつB領域の「屈み」姿勢での検出面積率（「屈み」S_{SB}（%）） 	<ul style="list-style-type: none"> 試験結果報告書 製図
	姿勢変化検出精度（%）	<p>SかつA・SかつB領域ごとの検出面積率の試験において、被験体姿勢「直立」と「屈み」で2回検出した面積における検出箇所数と、「直立」かつ「屈み」で検出できていない面積における検出箇所数の割合を、検出面積率試験の結果を用いて算出する。</p> <p>姿勢変化検出精度＝「直立」かつ「屈み」の検出箇所数／「直立」、「屈み」の検出箇所数（%）</p>	<ul style="list-style-type: none"> SかつA領域の姿勢変化検出精度（AC_{SA}（%）） SかつB領域の姿勢変化検出精度（AC_{SB}（%）） 	<ul style="list-style-type: none"> 試験結果報告書
	人と物（人形体と非人形体）の識別率（%） ※識別する装置のみ	<p>検出面積率の試験で、人形体の「直立」姿勢で検出した箇所（人形体検出箇所数）に対し、非人形体で「検出確認を行い（非人形体検出箇所数）、識別率を算出する。</p> <p>人と物の識別性能＝（1－非人形体検出箇所数／人形体検出箇所数）×100（%）</p>	<ul style="list-style-type: none"> 人の識別あり（ステージ2の装置）（S2） <p>※ 識別しない装置は、ステージ1（S1）として評価する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 申請書 識別技術の内容及び付加条件
作動の確実性	土工機械起動時の装置起動有無（それを確認できる何かしらの表示ができる）	安全補助装置は、少なくとも左の事項含む永続的監視機能を備えていることが望ましいことから、機能有無について、申請書、試験、ヒアリング等で確認を行う。	<ul style="list-style-type: none"> 有／無 各表示、発信方式 	<ul style="list-style-type: none"> 試験結果報告書 申請書 その他根拠となる資料
	装置が正常に作動していることを発信（視覚・聴覚）する機能の有無（例えば、表示灯）			
	装置の正常に作動していない場合に警告（視覚・聴覚）する機能の有無			
過検出の抑制有無	評価対象範囲外での検出有無	評価対象範囲外に被験体を6箇所設置し、検出有無を確認する。	<ul style="list-style-type: none"> 有／無 	<ul style="list-style-type: none"> 試験結果報告書
経済性	初期投資およびメンテナンスの概略費用	試験結果報告書に記載する。	<ul style="list-style-type: none"> 適宜 	<ul style="list-style-type: none"> 試験結果報告書
耐環境性能	適宜	試験結果報告書に記載する。	<ul style="list-style-type: none"> 適宜 	<ul style="list-style-type: none"> 試験結果報告書

建設機械の安全補助装置に関する試験方法及び評価方法（案）

1. はじめに

近年の建設業における労働災害件数は減少傾向が続いているが、全産業における建設業の死亡者の割合は、高いままとなっている。

特に、労働安全衛生法施行令の別表第七に記載されている建設機械のうち、死亡災害の多い機種は、「ドラグ・ショベル」と「ローラ」であり、両機械とも機械と人で生じる「はさまれ・巻き込まれ」および「激突され」の事故型が多くなっている。

これまでにも、安全に対する多方面からの取り組みが行われてきたが、自動車のような視覚・聴覚的な補助装置や、衝突・事故を軽減するための運転操作・動作補助装置を、建設機械にも一般化させていくことで、前述のような「機械と人で生じる事故」の減少につなげていくことが期待される。

国土交通省では、このような背景をもとに NETIS テーマ設定型に「建設機械の安全装置に関する技術」を設定し、「機械と人で生じる事故」を減少目的に開発されている装置について、更なる開発と普及の推進を図っている。

実際の施工現場において「機械と人で生じる事故」が生じる可能性がある作業は、機械起動時、作業時、走行時が想定されるが、建設機械を使用している施工業者からは、機械起動時の接触が多いという意見が挙げられた。

そのため、本試験方法及び評価方法では、機械起動時における、「機械と人で生じる事故」を軽減することが可能な装置に着目している。また、装置単体に対して行うものではなく、ISO や JIS を参考にしつつ、実現場を想定し、装置を建設機械に装着した状態での試験及び評価としている。

2. 適用範囲

本試験方法及び評価方法は、「土工機械起動時」に「搭乗式のドラグ・ショベル及びローラと、人／物（人形体／非人形体）の接触危険性がある場合」において、静止している人／物（人形体／非人形体）を検出し、警報または機械の起動・作動の停止に係る安全補助装置の以下の性能試験及び評価を行うために適用する。

- ・ 検出面積率
- ・ 姿勢変化検出精度
- ・ 人と物（人形体と非人形体）の識別率（識別する装置のみ）
- ・ 安全補助装置の作動の確実性
- ・ 過検出の抑制有無

2.1 対象となる装置

以下のいずれかの機能を有していること。

- ・ 運転動作支援機能
機械と人／物（人形体／非人形体）の接触危険性がある場合において、静止している人／物（人形体／非人形体）を検出し、視覚的または聴覚的な信号で運転員に警報を提供し、運転員が接触を回避するための運転動作を促すことが可能な機能。
- ・ 運転動作介入機能
機械と人／物（人形体／非人形体）の接触危険性がある場合において、静止している人／物（人形体／非人形体）を検出し、衝突の防止または回避作動を自動的に提供し、運転員が接触を回避するための運転動作に介入することが可能な機能。
ただし、運転動作介入機能を持つ安全補助装置に関しては、厚生労働省の【機能安全による機械等に係る安全確保に関する技術上の指針（平成 28 年厚生労働省告示第 353 号）】を満たす装置であること。

2.2 安全補助装置の取付け対象機械

搭乗式のドラグ・ショベルもしくはローラに取付け可能なものとし、施工パッケージ型積算基準の代表機械規格を参考とし、以下の規格の機械を対象とする。

- ・ ドラグ・ショベル：バケット容量山積 0.8m³(平積 0.6m³)級
- ・ ローラ：タイヤローラ 運転質量 8～20t 級

なお、上記の規格以外の搭乗式のドラグ・ショベルあるいはローラを対象としている安全補助装置についても試験及び評価を適用することが可能であるが、その場合、使用した機械の規格を試験結果報告書に記載する必要がある。

2.3 安全補助装置の機能実行範囲

図 1 に一般的な土工機械の作業フローを示す。

本試験方法及び評価方法で対象とする安全装置機能の実行範囲は、図 1 の実線部分とし、機械起動時（土工機械周辺の安全確認を行った運転員が、機械に搭乗した直後から、作業開始直前までの期間）に、2.1 の機能を実行することとする。

それ以外の作業においては、既に規定あるいは実施すべき安全対策を行うことを想定している。

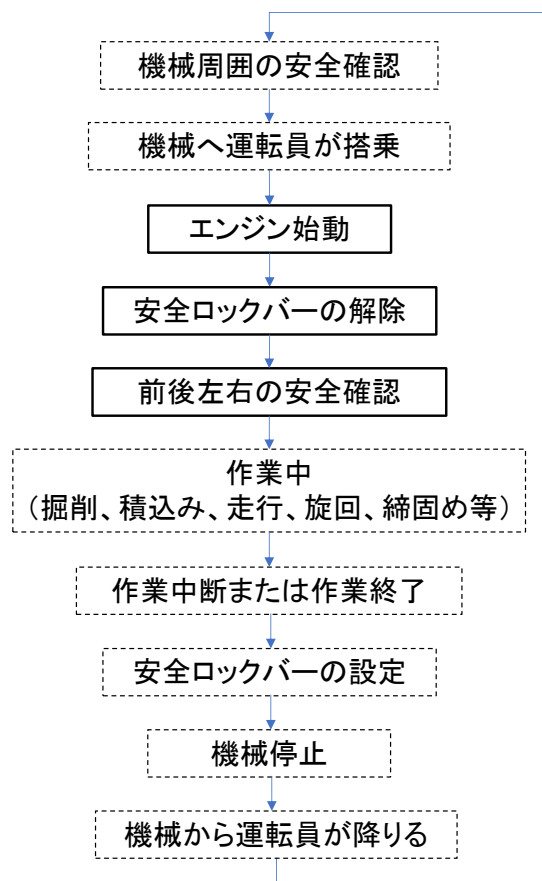


図 1 一般的な土工機械の作業フロー

3. 引用規格

- ・ JIS A 8311:2018 土工機械－運転員の視野－測定方法及び性能基準
注記 対応国際規格：ISO 5006:2017 Earth-moving machinery－Operator's field of view－Test method and performance criteria
- ・ ISO 16001:2017 Earth-moving machinery－Hazard detection and visual aids－Performance requirements and tests
- ・ JIS A 8315：2010 土工機械－運転員の身体寸法及び運転員周囲の最小空間
- ・ JIS A 8345：2004 土工機械－キーロック始動装置
- ・ JIS B 9714：2006 機械類の安全性－予期しない起動の防止
- ・ JIS Z 8141：2001 生産管理用語
- ・ JIS A 8424：2003 土工機械－締固め機械－用語及び仕様項目
- ・ JIS A 8403-1：1996 土工機械－油圧ショベル－第1部：用語及び仕様項目

4. 用語及び定義

この試験方法及び評価方法で用いる主な用語及び定義は、以下の通りとする。なお、JIS A 8311:2018、JIS B 9714：2006、JIS Z 8141：2001 の引用も含む。

1) 起動、機械の起動

機械又はその一部の、休止状態から動いている状態への変化。

注記) この定義は、例えばレーザービームのスイッチオンのような“動き”以外の機能を含む

2) 始動

エンジン又は他の動力源の始動機器の起動

3) 動作

作業を行うときの人の手足又は胴体の動き。

4) 土工機械起動時

休止状態の土工機械において、機械周辺の安全確認を行った運転員が、機械に搭乗した直後から、作業（走行、旋回、掘削等）開始直前までの状態変化の期間（図 1 参照）。

5) 運転動作支援機能

機械と人／物（人形体／非人形体）の接触危険性がある場合において、静止している人／物（人形体／非人形体）を検出し、視覚的または聴覚的な信号で運転員に警報を提供し、運転員が接触を回避するための運転動作を促すことが可能な機能。

6) 運転動作介入機能

機械と人／物（人形体／非人形体）の接触危険性がある場合において、静止している人／物（人形体／非人形体）を検出し、衝突の防止または回避作動を自動的に提供し、運転員が接触を回避するための運転動作に介入することが可能な機能。

7) 安全補助装置

土工機械起動時に、機械と人／物（人形体／非人形体）の接触危険性がある場合において、運転員に対し、運転動作支援もしくは運転動作介入を行うことができる機能を持つ装置。

8) S領域（危険視野領域）

機械に運転員が搭乗した状態で、運転員から目視できない領域。

JIS A 8311：2018 の視野測定方法を引用し、遮影を測定する。詳細は6.2を参照。

9) 測定地表面

視界を測定するための基準地表面を構成する面。尚且つ、本試験及び評価で用いる試験面。

10) 光源中心点 (FPCP)

電球のフィラメント間を結ぶ線の中点で、(回転) 中心とする点 (JIS A 8311:2018 の図 1 参照)。

11) 視界測定円 (VTC)

光源中心点 (FPCP) の垂直投影を中心とする基準地表面上の半径 12 m の円 (JIS A 8311:2018 の図 2 参照)

12) 機側長方形境界 (RB)

機械に外接する長方形から 1 m 外側の基準地表面上の (長方形を構成する) 線。

13) 扇形視野 A 部

機械前方で、半径 12 m の視界測定円 (VTC) 上における、光源中心点 (FPCP) を通る前後方向垂直面 (X 軸) で二分された長さ 9.5 m の弦の両端と光源中心点 (FPCP) を通る二つの垂直面とで区切られた視界測定場表面の一区域 (JIS A 8311:2018 の図 2 参照)。

14) 遮影

複数の光源フィラメントからの光線が、機械本体及び/又は作業装置によって遮られた結果、12mの視界測定円上又は機側長方形境界における垂直試験体上に投影された影。

注記) 遮影は、例えば、ROPS (転倒時保護構造)、窓枠、ドアの枠、排気管、建屋、バケット、ブームなどの作業装置によっても生じる。

15) 光源機器

少なくとも 2 個の間隔を調節可能な光源で構成され、光源中心点 (FPCP) を中心に 360° 回転可能な測定機器で、運転員の目の位置の範囲を模擬するもの

16) 光源間隔寸法

意図した機械の作業に応じて JIS A 8311:2018 の表 1 に規定するように次の 3 種類の光源間隔を適用する。

- ・ 65 mm 土工機械の着席した 50 パーセントの運転員 (中柄運転員) の両目の間隔に相当する光源間隔
- ・ 205 mm 土工機械の着席した 50 パーセントの運転員 (中柄運転員) が後方 45° (真直前方から時計回り又は反時計回りに 135°) を見るときの目の移動範囲 (胴体及び頭部の動きを考慮) に相当する光源間隔の最大値
- ・ 405mm 土工機械の着席した 50 パーセントの運転員 (中柄運転員) が前方 (真直前方から時計回り又は反時計回りに 90°) を見るときの目の移動範囲 (胴体及び頭部の動きを考慮) に相当する光源間隔の最大値

17) 機械近接距離

作業員が機械に近接した作業を行っている想定し、機械側面に手を伸ばした状態の作業員寸法を包括するよう、機械側面から 1m の距離を機械近接距離として設定する。

1m は JIS A 8315:2010 の小柄運転員、中柄運転員、大柄運転員の指先から背面距離 3K (JIS A 8315:2010 では順に、750mm、832mm、909mm) に基づく。

18) 小柄運転員

世界すべての土工機械運転員のうち、身体寸法の小さいほうからおおよそ5パーセント点にある運転員。

19) 中柄運転員

世界すべての土工機械運転員のうち、身体寸法の小さいほうからもおおきいほうからもおおよそ50パーセント点にある運転員。

20) 大柄運転員

世界すべての土工機械運転員のうち、身体寸法のおおきいほうからおおよそ5パーセント点にある運転員。

21) A領域（機械近接領域）

機械が稼働（停止状態から）する際に接触する可能性が非常に高い範囲として設定する領域。

22) B領域（機械作動領域）

機械が稼働あるいは旋回により接触する可能性がある範囲として設定する領域。

23) 評価対象範囲

本試験及び評価に用いる範囲。運転員から目視できない、尚且つ、機械作動により接触する危険性がある領域。「SかつA領域」及び「SかつB領域」に分けられる。

24) SかつA領域

運転員が目視できない領域、尚且つ、機械が稼働（停止状態から）すると接触する可能性が非常に高い範囲。

25) SかつB領域

運転員が目視できない領域、尚且つ、機械が稼働（あるいは旋回）により接触する可能性がある範囲。

26) 検出面積率

必要検出面積に対し、安全補助装置が試験で検出できた試験検出面積の割合。

27) 必要検出面積

機械ごとに設定される「SかつA領域」及び「SかつB領域」の面積。

28) 試験検出面積

「SかつA領域」及び「SかつB領域」において、安全補助装置が試験で検出できた面積。

29) 姿勢変化検出精度

検出面積率の試験で、被験体が「直立」と「屈み」姿勢で検出できた範囲の検出点数に対し、「直立」かつ「屈み」姿勢で検出できた範囲の検出点数の割合。

5. 被験体条件

5.1 試験に使用する被験体

本試験及び評価では、表 1 に示す被験体を使用する。

表 1 試験項目ごとに使用する被験体

試験項目	使用する被験体
検出面積率	人形体の「直立」、「屈み」姿勢
姿勢変化検出精度	上記結果を用いる
人と物（人形体と非人形体）の識別率	非人形体 （人の識別が可能な装置の試験）
安全補助装置の作動の確実性	人形体の「直立」姿勢

5.2 被験体姿勢

人形体の姿勢は、「直立」と「屈み」を用いる。各姿勢の寸法については、5.3 参照。

5.3 被験体種類及び寸法

土工現場に携わる人の寸法を考慮するため、JIS A 8315:2010 の中柄運転員の寸法を引用する。

5.3.1 人形体の寸法

1) 直立姿勢

JIS A 8315:2010 の中柄運転員相当の、人形マネキンあるいは人体ダミーとする。

2) 屈み姿勢

上記の人形体を屈ませ、高さ 900mm 相当としたもの。

5.3.2 非人形体の寸法

高さ 1730mm、直径 450mm 相当の円柱体。

5.4 被験体の材質

材質は問わない。センサー種別により変更してもよいが、その場合は試験結果報告書に記載し、提出するものとする。

5.5 被験体への付加条件について

被験体の検出のために付加する条件がある場合（例：ヘルメット着用、ICタグ携帯、体温等）は、試験報告書に記載し、提出するものとする。

6. 試験方法

6.1 測定環境

1) 測定地表面の種類

測定場所の地表面は、安全補助装置の取付け対象機械の種類に応じて表 2 に示す種類とする。

表 2 測定地表面の種類

対象機械	測定場所地表面の種類
ドラグ・ショベル	平坦なコンクリート舗装面又は十分締固められた土
ローラ	平坦なアスファルト舗装面又はコンクリート舗装面

2) 測定場所の広さ

JIS A 8311 : 2018 に規定されている視界測定円（半径 12m）を十分に確保できる広さであること。

6.2 S 領域（危険視野領域）の測定

S 領域は、JIS A 8311 : 2018 に規定されている視野測定方法を引用した遮影測定より設定する。なお、現地での直接計測以外に、JIS A 8311 : 2018 に規定されている「9.1 視界測定円又は機側長方形境界での遮影計算手順」を用いた算出、「9.2 計算機による試験模擬」による結果を用いてもよい。ただし、ドラグ・ショベルについては、図 2 に示す姿勢の時の遮影測定結果及び遮影の計算結果とする。

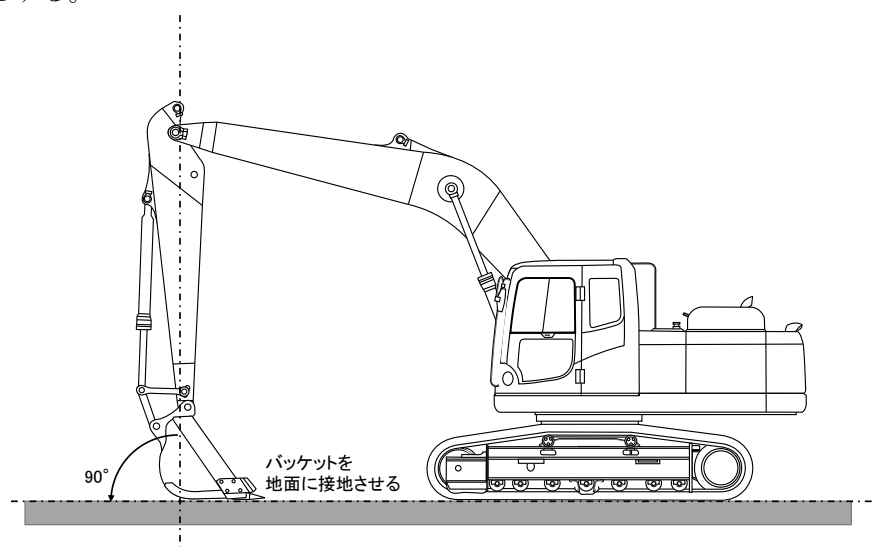


図 2 ドラグ・ショベルの停止姿勢

参考資料「建設機械施工技術の基礎知識 別紙-2 第 2 種

（ショベル系建設機械操作施工法）」より「1.開始前及び終了後の機械の状態」

6.2.1 測定のための基準寸法

測定のために次の基準寸法を適用しなければならない。

- ・ 1m : 土工機械近傍を表記するために機側長方形境界（RB）と併せて使用する距離
- ・ 1.2、1.0m : 機械近傍で視界観測を行う基準地表面からの最大高さ

- ・ 12m：光源中心点（FPCT）（直下）を中心とする水平面上の視界測定円（VTC）の半径

6.2.2 測定用機器

- ・ 光源機器は、2個以上のハロゲン電球（又はこれと同等のもの）を垂直に取り付けた電球取付棒を水平に配置できるものとし、各電球は、棒上を、棒の中心点から両方向に 32.5mm から 202.5mm まで水平に移動できるものがよい。電球取付棒は、光源中心点（FPCP）を中心として 360° 回転できるものとする。各電球のフィラメントの上下方向中心は、JISA 8318 に規定する座席基準点（SIP）の情報 680mm、前方 20mm の位置に設置する（JISA 8311：2018 の図1 参照）
- ・ 垂直試験体は、高さ 1.0m、1.2 m で、適切な幅（例えば、100 mm～150 mm）のものとし機側長方形境界（RB）上での遮影の評価に使用する。機械の形式、質量及び機側長方形境界（RB）の領域に応じた試験体の高さは JIS A 8311：2018 の表 2 を参照する。
- ・ 視界測定円（VTC）又は機側長方形境界（RB）上での視界の遮影を判定するため、光源と基準地表面との間の光線又は光源と垂直試験体との間の光線を探知するのに手持ち式の鏡を使用できる。同等の結果が得られるほかの機器を使用してもよい。

6.2.3 測定機械の構成

- ・ 機械は、作業現場での運転及び／又は行動走行のため、製造業者の指定する作業装置を装着しなければならない。
- ・ ドア、窓など全ての開口部は閉じる。
- ・ 光源中心点（FPCP）は、視界測定円（VTC）の中心の真上に置く。機械の前部を扇形視野 A 部に向ける（JIS A 8311：2018 の図2 参照）。
- ・ 運転座席は、例えば、電球取付棒の回転を妨げるなど、光源に対して制限又は影響を与えない位置とする。試験容易化のため、座席又は背もたれの延長部は取り除いてもよい。

6.2.4 測定地表面の線引き及び測定地表面への機械の配置

- ・ 2本の中心線をもつ測定地表面に半径 12m の視界測定円（VTC）を描く。
- ・ 扇形視野 A 部、B 部、C 部、D 部、E 部及び F 部を測定地表面上に線引きする。
- ・ 6.2.3 に規定する状態になるように、機械を測定地表面上に配置する。
- ・ 機械の垂直投影に接する最小の長方形から 1m 外側の測定地表面上に、機側長方形境界（RB）を線引きする。ドラグ・ショベルの機側長方形境界（RB）は、（油圧ショベル）本体（JIS A 8403-1 参照）の最前端から、又は排土板が標準装備の場合は、その前端から測定する。

6.2.5 測定機器の配置

- ・ 光源中心点（FPCP）が 6.2.2 に規定する位置になるように光源を取付ける。
- ・ 間隔 65mm の電球の配置は、光源機器の中心に対して対称とする。電球の間隔を最大値 205mm 及び 405mm まで許容して用いる場合、左右の光源は 12m の視界測定円（VTC）上又は機側長方形境界（RB）上における遮影が最小となるようそれぞれ配置することができる。電球の間隔 205mm 及び 405 mm の場合、目の位置の範囲を代表するため、2個以上の光源を同時に用いてもよい。この手順の間、光源中心点（FPCP）からの最大距離が、評価対象の扇形視野に対して適切な 102.5mm 又は 202.5mm であれば、二つの光源は、光源中心点（FPCP）に対して対称に配置する必要はない。
- ・ 視界測定円での測定では、二つの光源を結ぶ線が、光源中心点（FPCP）と視界に遮影を生じる構成部品の中心とを結ぶ線に対して垂直になるよう電球取付棒を回転させる。
- ・ 機側長方形境界（RB）での測定では、遮影を最小とするために電球取付棒を回転させて行

う。

6.2.6 視界測定円 (VTC) での測定

- ・ 該当する扇形視野に対し、JIS A 8311 : 2018 の表 1 に規定する電球間隔に調節し、光源を配置する。
- ・ 遮影が隣接する扇形視野にまたがる場合、(またがる) 遮影の全幅を記録する。
- ・ 視界測定円 (VTC) 上での遮影の弦の長さを判定できるよう、基準地表面上の視界測定円 (VTC) における遮影を記録する。
- ・ 100mm 未満の幅の遮影は、記録する必要はない。
(例えば、ドアロック、カップホルダ、握りのような) 機械の構成部品によって視界測定円 (VTC) 上の遮影が広がっている場合、視界測定円 (VTC) の内側及び外側 1 m 以内の遮影を測定してもよい。
- ・ 測定円の内側 1 m 又は外側 1 m で遮影が狭くなっている場合は、視界測定円 (VTC) での遮影の幅として適用してもよい。
- ・ 測定を暗い環境で行ってもよく、その場合は、機械の構成部品による影を、直接、視界測定円 (VTC) で測ることができる。また、測定地表面に配置された鏡を使用し、フィラメントからの光線を視認する線を引いて遮影が発生する点を判定できる。

6.2.7 機側長方形境界 (RB) での測定

- ・ 機側長方形境界 (RB) での測定のため、JIS A 8311 : 2018 の表 1 に規定する電球間隔に調節し、光源を配置する。JIS A 8311 : 2018 の表 2 に規定する高さの垂直試験体を使用して、機側長方形境界 (RB) に沿って遮影を測定する。
- ・ 機側長方形境界 (RB) 上で機械の構成部品によって光源を直接視認できない箇所に印を付け、それらの遮影をその X 座標及び Y 座標と共に記録する。遮影の幅 (M) が機側長方形境界 (RB) 上で 300 mm を超える場合は、光源に対する直角方向の遮影の幅 ME を測定し、ME を遮影の幅として記録する。
- ・ 垂直試験体の頂部が遮影にかかった場合は、垂直試験体を少なくとも 200 mm の高さで見ることができるか確認する。見ることができる場合は、機側長方形境界 (RB) 上でのこの部分は評価すべき遮影には加えない。
- ・ 測定を暗い環境で行ってもよく、その場合は、機械の構成部品による影は、垂直試験体上に直接記録することができ、又は垂直試験体に配置された鏡を使用してフィラメントからの光線を視認する線を引いて遮影が発生する点を判定できる。垂直試験体の試験体高さ以下の部分の視認性は、試験体に鏡を上下させて使用することによって確認できる。
- ・ 200 mm 未満の幅の遮影は、記録する必要はない。
- ・ 機械の垂直な構成部品が複数隣接している場合、最大よりも狭い光源間隔を使用して最小遮影を判定してもよい。

6.2.8 S 領域の判定及び描画

- ・ ドラグ・ショベルの S 領域は、視界測定領域の扇形視野 A 部の中心から時計回りとして、最初に遮影幅が 380mm 以上となる測線から、最後に遮影幅が 380mm 以上となる測線までの範囲とし、測定地表面に領域を描画する (図 3 参照)。
なお、380mm は JIS A 8315:2010 の小柄運転員の肩幅であり、380mm 未満の遮影については、人が部分的に目視可能になると想定できることから、対象外とした。
- ・ ローラの S 領域は、6.2.1 ~ 6.2.7 に従って測定又は計算した遮影領域を測定地表面に

描画する。

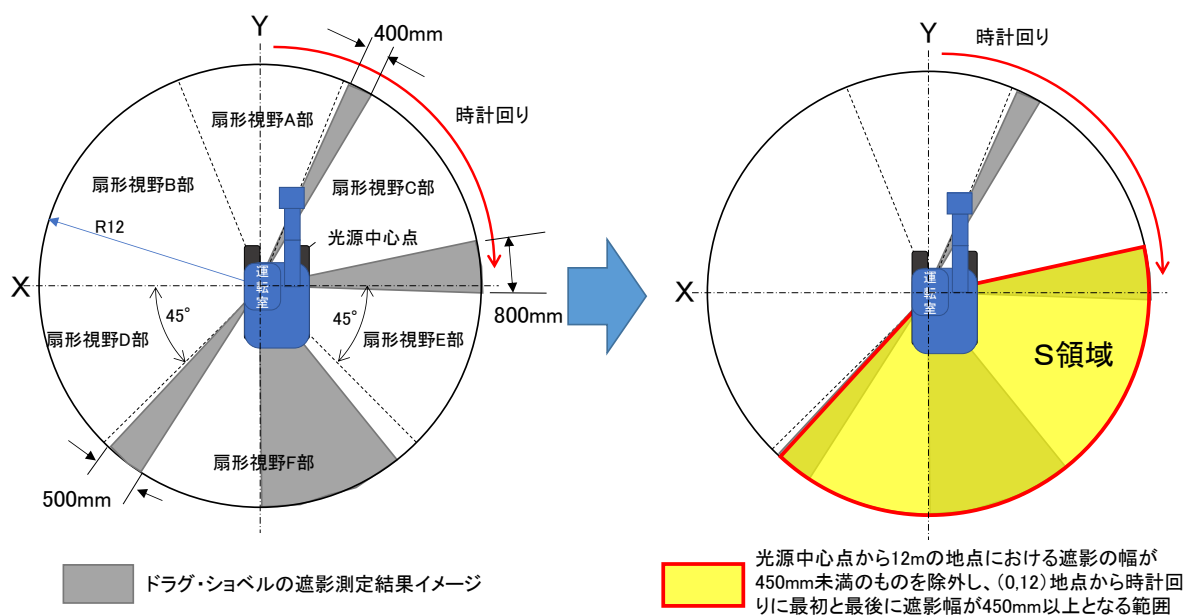


図 3 ドラグ・ショベルのS領域設定イメージ

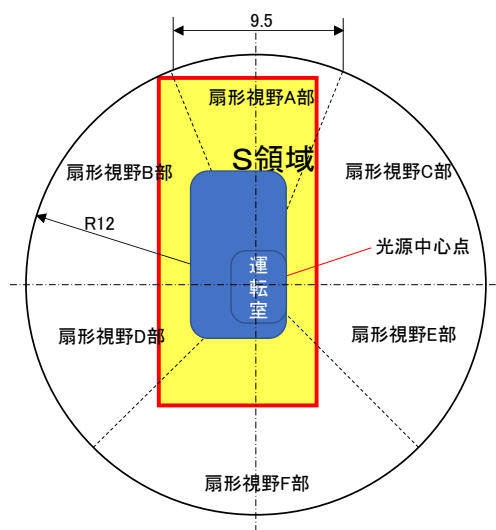


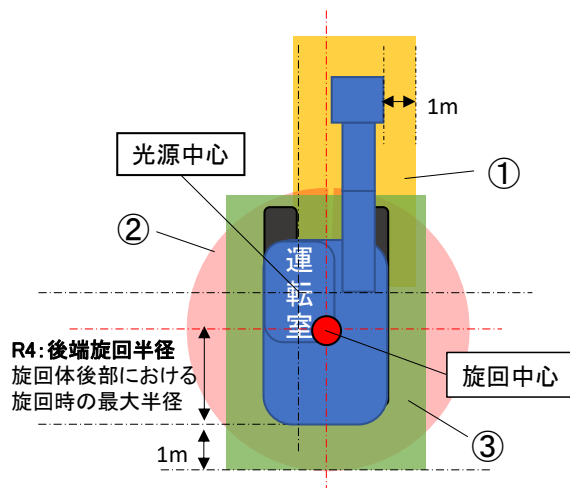
図 4 ローラのS領域設定イメージ

6.3 A領域（機械近接領域）の測定

6.3.1 ドラグ・ショベルのA領域

機械の作業装置を、図 2 に示す姿勢にした場合の次の①～③に設定する領域を測定する（図 5 参照）。

- ① 垂直投影した際のブーム、アーム、バケットの最外側面から 1m 外側の領域
- ② 旋回中心から旋回後端（JIS A 8403-1:1996 の旋回体後端距離（付図 23 の R4 より））から 1m 外側までの距離を半径とした円領域
- ③ 機械側面から機械近接距離（1m）を確保した領域。



●	旋回中心
■	①垂直投影した際のブーム、アーム、バケットの最外側部から+1mの領域
■	②R4+1mの距離を半径とする円の領域
■	③機械側面から機械近接距離(1m)を確保した領域

図 5 ドラグ・ショベルのA領域測定イメージ

6.3.2 ローラのA領域

機械側面から機械近接距離（1m）を確保した領域を測定する（図 6 参照）。

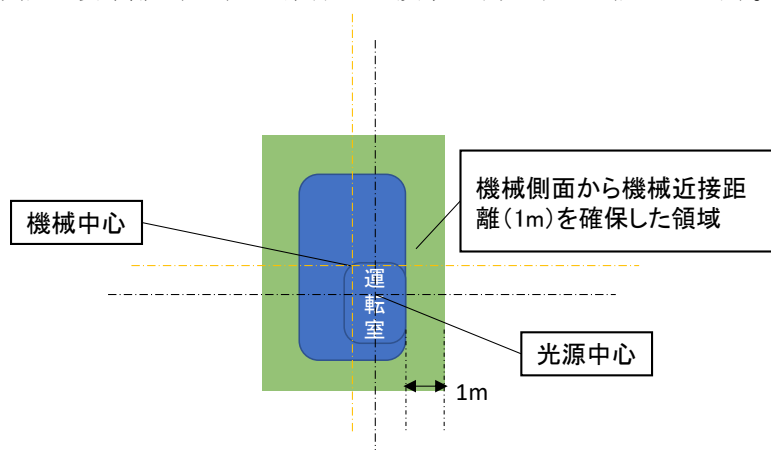


図 6 ローラのA領域測定イメージ

6.4 B領域（機械作動領域）の測定

6.4.1 ドラグ・ショベルのB領域

機械の作業装置を、図 2 に示す姿勢にした場合の、旋回中心から、最大作業半径+1m の距離を半径とした円領域を測定する（図 7 参照）。

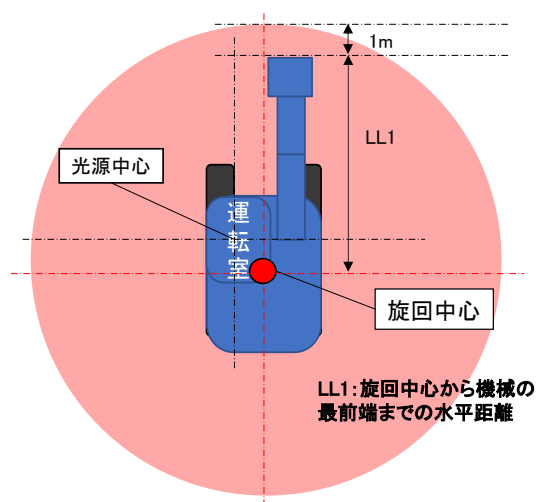
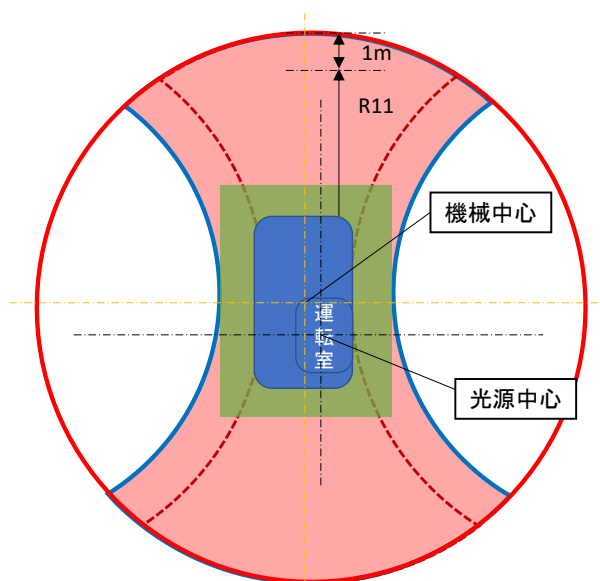


図 7 ドラグ・ショベルのB領域イメージ

6.4.2 ローラのB領域

次の①、②に設定する領域を測定する（図 8 参照）。

- ① 機械側面から機械近接距離（1m）を確保した領域
- ② 光源を中心とし、JIS A 8424 : 2003 に示されている締固め表面の外側回転半径 $R11+1m$ の距離を半径とする円領域のうち、図 8 に示す c 軌道の影響する範囲。



R11	締固め表面の外側回転半径：機械が最小の回転を行ったとき、その回転中心と前輪の外側軌跡との間のZ平面上の距離（JIS A 8424:2003より）
	①機械側面から機械近接距離（1m）を確保した領域
	a. 機械中心から $R11+1m$ を半径とする円の領域
	b. 試験位置から最小の回転を行った際の、前後両端部の軌跡
	c. bの軌道+1m外側の軌道
	② $R11+1m$ の円領域のうち、c軌道の影響範囲

図 8 ローラのB領域イメージ

6.5 評価対象範囲の描画

測定したS領域と、A領域及びB領域が重なる領域、すなわち「SかつA領域」、「SかつB領域」を、評価対象範囲として測定地表面に描画する（図9、図10参照）。

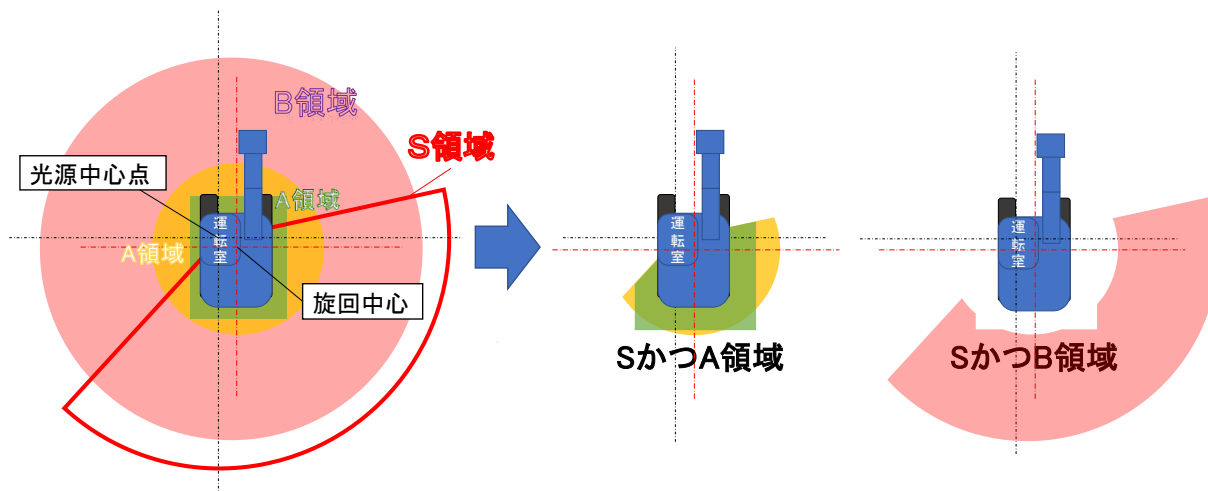


図9 ドラグ・ショベルの評価対象範囲イメージ

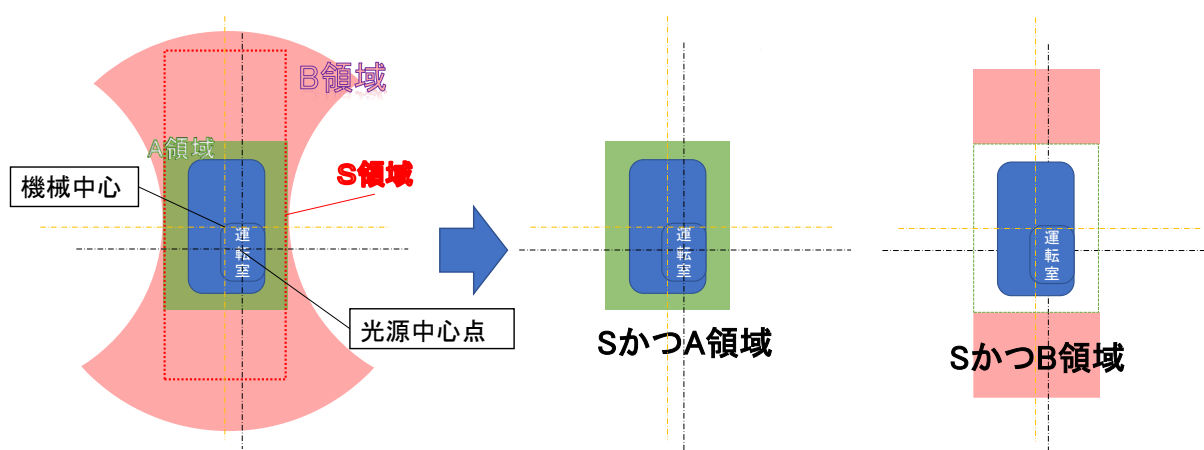


図10 ローラの評価対象範囲イメージ

6.6 被験体設置箇所の設定

6.6.1 SかつA領域の被験体設置箇所

1) ドラグ・ショベルの場合（図11参照）

- ・ SかつA領域評価対象範囲内に、 10° の評価用角度線、光源中心点から追加距離 500mm 刻みの同心円をそれぞれ描く。
- ・ 評価範囲の両端測線、評価用角度線を測線として設定する。なお、評価範囲の両端測線との距離が 500mm 未満となる評価用角度線の測線は、除外してよい。
- ・ 評価範囲端部、機械側面境界と測線の接点、評価範囲の両端測線上の同心円との接点、評価対象範囲外周と測線の接点は、被験体設置の必須設置箇所とする。
- ・ 上記の他に測線上の同心円との接点箇所に被験体を設置する。なお、必須設置箇所との距離が 500mm 未満になる場合除外してもよい。

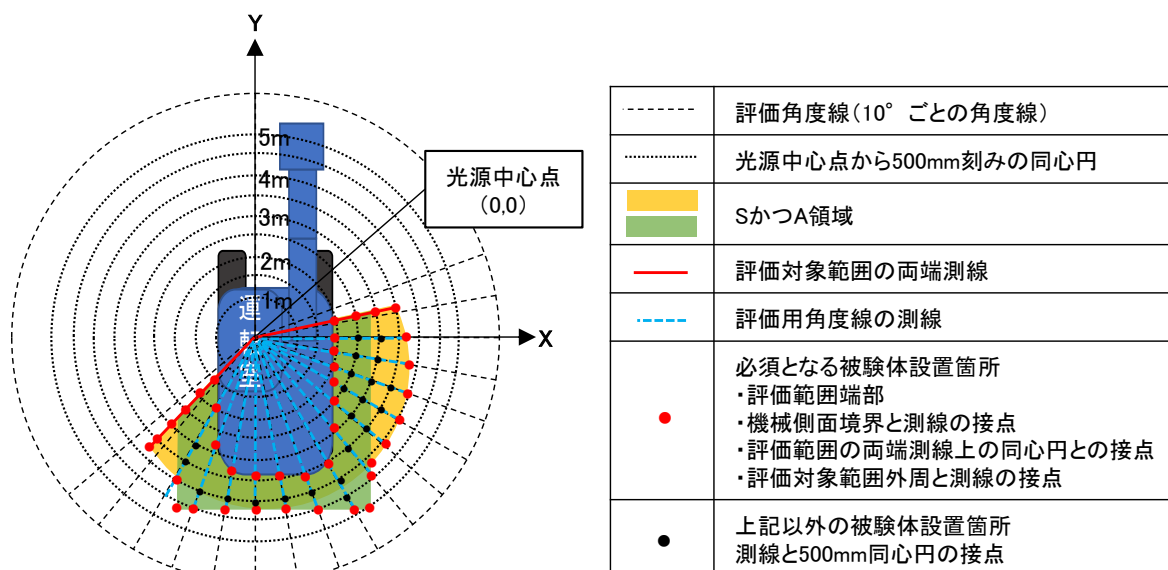


図 11 ドラグ・ショベルのSかつA領域における被験体設置箇所

2) ローラの場合(図 12 参照)

- ・ SかつA領域評価対象範囲内に、500mm 格子線を描く。
- ・ 被験体は格子内に1箇所設置する。なお、評価範囲外周及び機械側方については境界上に必ず設置することとする。それ以外の格子内についての位置は任意とする。

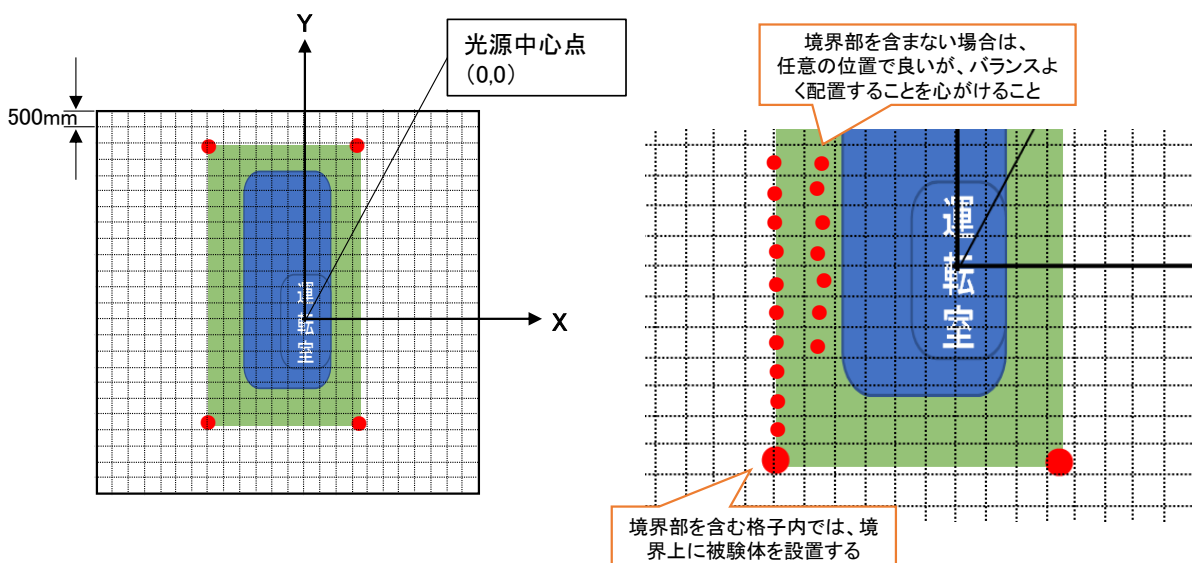


図 12 ローラのSかつA領域における被験体設置箇所

6.6.2 SかつB領域の被験体設置箇所

1) ドラグ・ショベルの設定方法(図 13 参照)

- ・ SかつB領域評価対象範囲内に、10° の評価用角度線、光源中心点から追加距離 1000mm 刻みの同心円をそれぞれ描く。
- ・ 評価範囲の両端測線、評価用角度線を測線として設定する。なお、評価範囲の両端測線との距離が 1000mm 未満となる評価用角度線の測線は、除外してよい。この時、測線はSかつA領域との境界までとする。

- ・ 評価範囲端部、評価範囲の両端測線上の同心円との接点、評価対象範囲外周と測線の接点は、被験体設置の必須箇所とする。ここで、SかつA領域境界と測線の接点については、SかつA領域での試験検出面積で明らかとなるため、その結果を流用するものとし、被験体の設置は省略する。
- ・ 上記の他に測線上の同心円との接点箇所に被験体を設置する。なお、必須設置箇所との距離が1000mm未満になる場合除外してもよい。

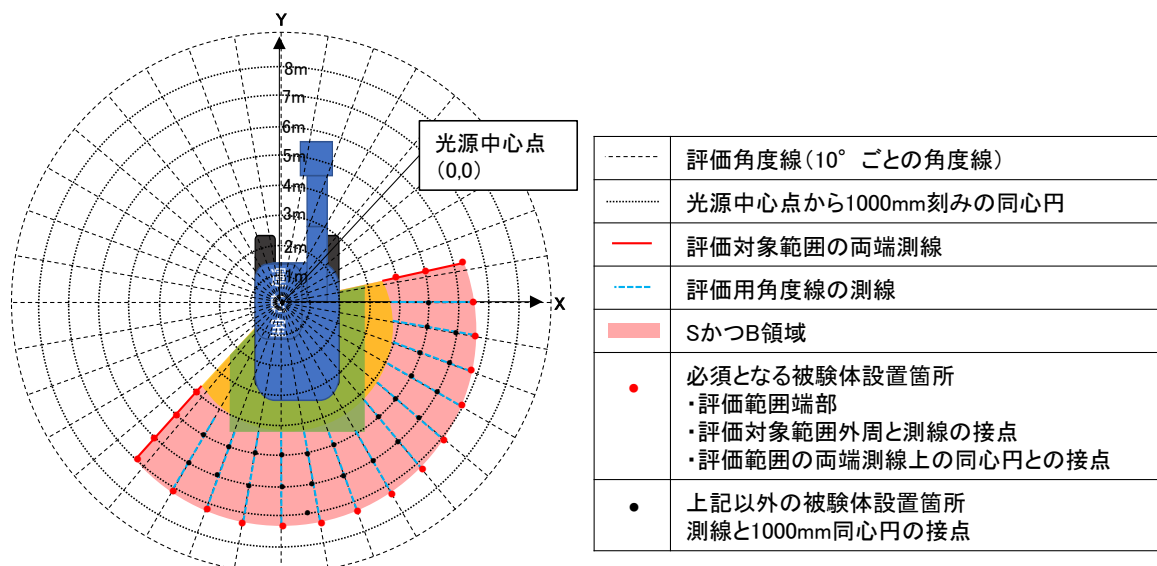


図 13 ドラグ・ショベルのSかつB領域における被験体設置箇所

2) ローラの設定方法 (図 14 参照)

- ・ SかつB領域評価対象範囲内に、1000mm 格子線を描く。
- ・ 被験体は格子内に1箇所設置する。なお、評価範囲外周については境界上に必ず設置することとする。それ以外の格子内についての位置は任意とする。ここで、SかつA領域境界については、SかつA領域での試験検出面積で明らかとなるため、その結果を流用するものとし、被験体の設置は省略する。

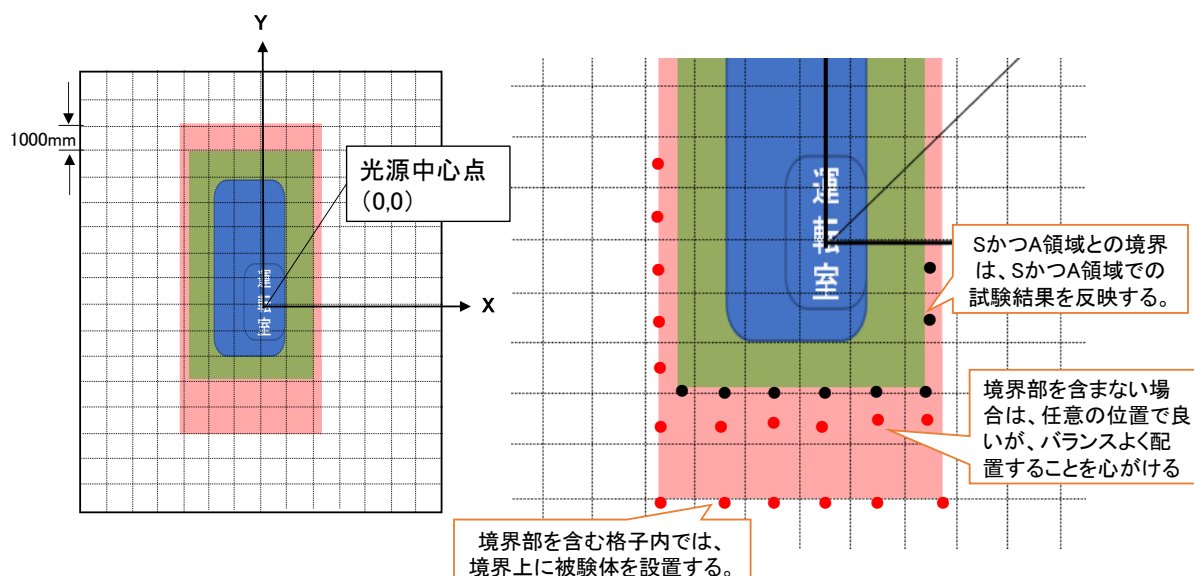


図 14 ローラのSかつB領域における被験体設置箇所

6.7 検出面積率

6.7.1 必要検出面積の測定及び算出（図 15 図 16 参照）

1) 評価範囲端部の座標測定

評価対象範囲において、光源中心点を原点 (0,0) とした場合の、評価範囲端部となる箇所
の座標を測定する。

2) 評価用角度線との接点座標測定

評価対象範囲と評価用角度線が接する点の座標を測定する。ただし、評価範囲端部と評価用
角度線の間隔や、評価用角度線の接点同士の間隔が 500mm 未満となる接点については除外し
てもよい。また、同一直線上にある点は計算上影響がないため不要とする。

3) 機械側面との接点座標測定

評価対象範囲と機械側面が接する点の座標を測定する。

4) 必要検出面積の算出

上記の測定で取得した各座標値から、次の計算式により必要検出面積 Sr_{SA} 、 Sr_{SB} を算出する。

$$Sr_{SA}, Sr_{SB} = \frac{1}{2} \left(\sum_{j=1}^n (x_j - x_{j+1}) \times (y_j + y_{j+1}) \right)$$

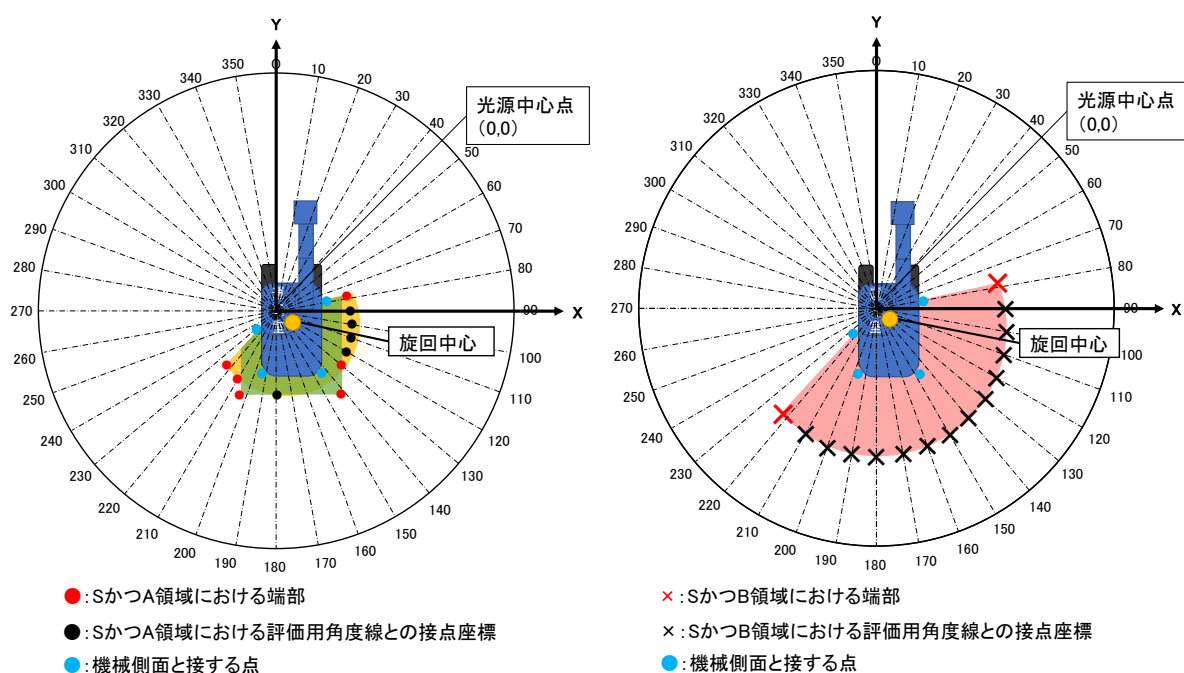


図 15 ドラグ・ショベルの必要検出面積の測定箇所イメージ

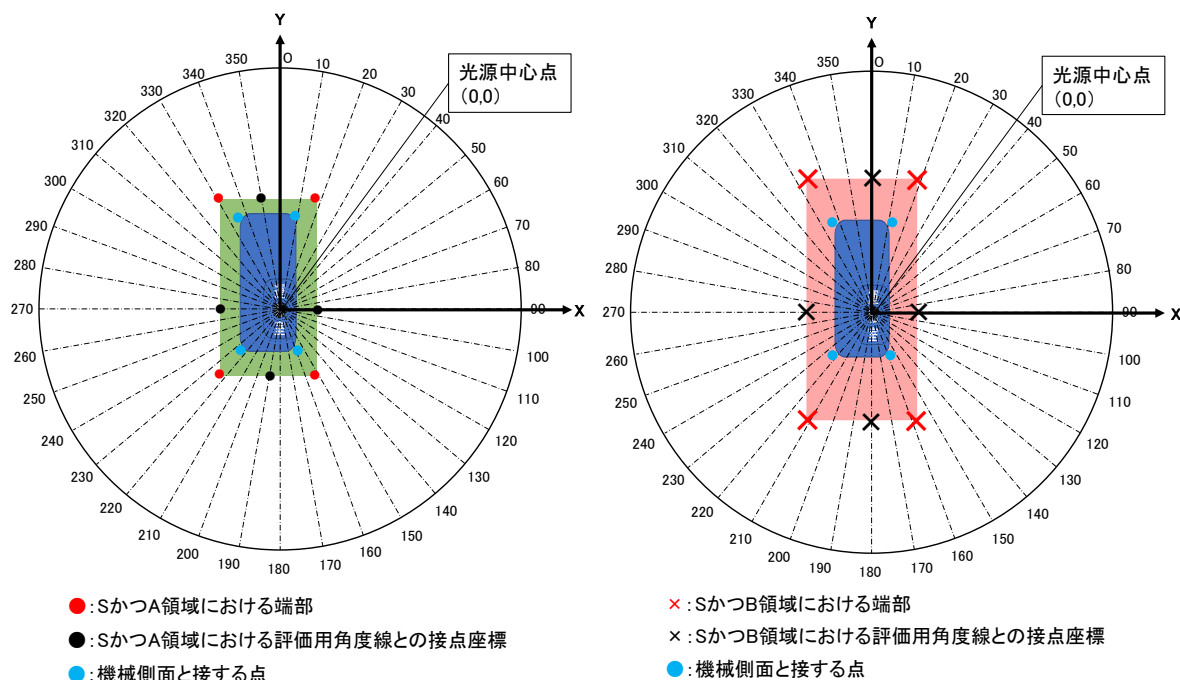


図 16 ローラの必要検出面積の測定箇所イメージ

6.7.2 試験検出面積の測定及び算出

1) 検出箇所の測定

- ・ 使用する被験体は、人形体とし、姿勢は「直立」、「屈み」とする。
- ・ SかつA領域及びSかつB領域の被験体設置箇所に被験体を静止状態で設置し、検出有無を確認する。確認後、次の被験体設置箇所に被験体を移動し同様の作業を、全ての被験体設置箇所で行う。
- ・ 上記の作業を2回繰り返し、2回とも検出した箇所の座標値を取得し、記録する。

2) 試験検出面積の算出

取得した座標から試験検出面積 St_{SA} 「直立」、「屈み」、 St_{SB} 「直立」、「屈み」を、次の式より算出する。

$$St_{SA \text{ 「直立」、「屈み」}}、St_{SB \text{ 「直立」、「屈み」}} = \frac{1}{2} \left(\sum_{j=1}^n (x_j - x_{j+1}) \times (y_j + y_{j+1}) \right)$$

6.7.3 検出面積率の算出

必要検出面積と試験検出面積の測定結果から、検出面積率 S_{SA} 「直立」、「屈み」、 S_{SB} 「直立」、「屈み」を次の式で算出する。なお、巻末に計算例を示す。

$$S_{SA \text{ 「直立」、「屈み」}}、S_{SB \text{ 「直立」、「屈み」}} = \frac{\text{試験検出面積}}{\text{必要検出面積}} \times 100$$

6.8 姿勢変化検出精度

検出面積率の試験で、被験体が「直立」、「屈み」姿勢で検出した範囲の座標記録箇所数に対し、「直立」かつ「屈み」姿勢で検出した範囲の座標記録箇所数の割合について、「SかつA領域」及び「SかつB領域」ごとに算出する（図 17 参照）。

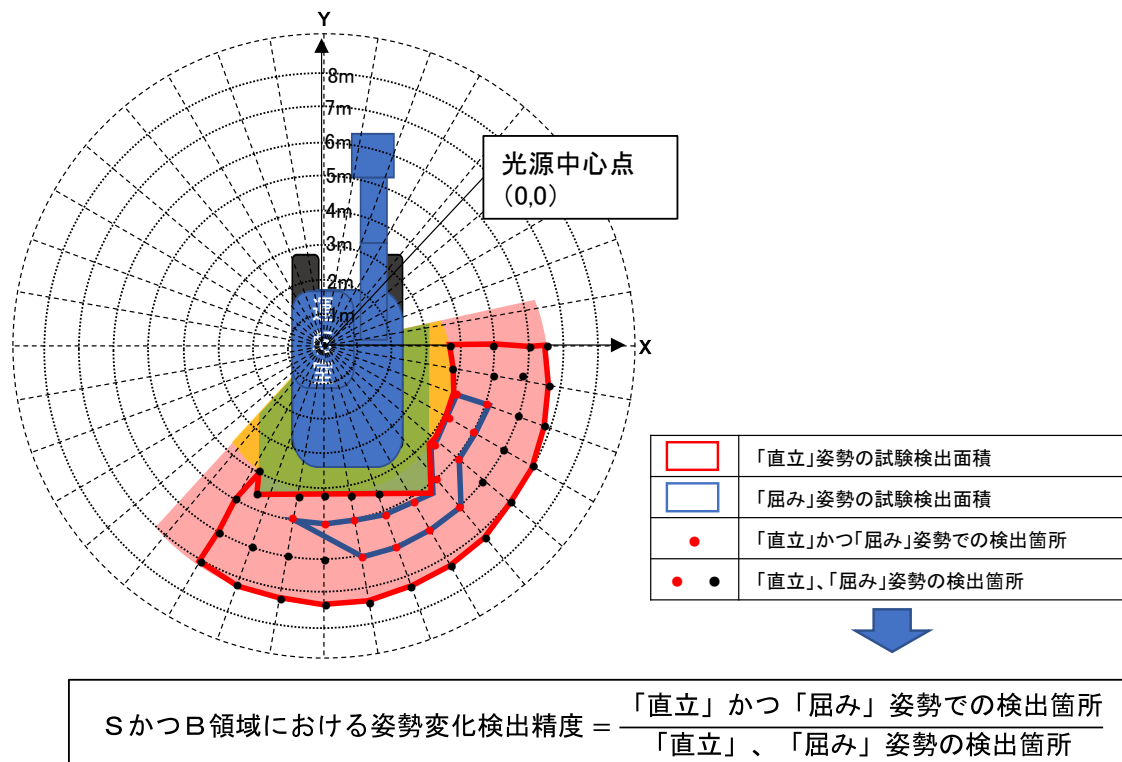


図 17 姿勢変化検出精度の算出イメージ

6.9 人と物（人形体と非人形体）の識別率

人と物の識別率の試験及び評価は、人（人形体）を識別する安全補助装置のみ対象とする。

6.9.1 物（非人形体）での検出有無確認

- ・ 被験体は非人形体を用いる。
- ・ 検出面積率の試験で、人形体を「直立」姿勢で2回検出した箇所（人形体検出箇所数）に、非人形体を設置し、検出有無を確認する。
- ・ 非人形体で2回とも検出した箇所を、非人形体検出箇所数として記録する。

6.9.2 人と物（人形体と非人形体）の識別率算出

人形体検出箇所数、非人形体検出箇所数から人と物（人形体と非人形体）の識別率 D_{SA} 、 D_{SB} を算出する。

$$D_{SA}, D_{SB} = \left(1 - \frac{\text{非人形体検出箇所数}}{\text{人形体検出箇所数}} \right) \times 100$$

ここで、

- ・ 人形体検出箇所数：SかつAまたはSかつB領域における、人形体の「直立」姿勢での検出箇所数
- ・ 非人形体検出箇所数：SかつAまたはSかつB領域での非人形体の検出箇所数

6.10 安全補助装置の作動の確実性

安全補助装置は、少なくとも次の事項を含む永続的監視機能を備えていることが望ましいことから、機能有無について、申請書、試験、ヒアリング等で確認を行うものとする。

- ・ 土工機械起動と同時に安全補助装置が起動する機能（それを確認できる何かしらの表示ができる）。
- ・ 安全補助装置が正常に作動していることを発信機能（視覚・聴覚）。（例えば、表示灯）
- ・ 装置が正常に作動していない場合の警告機能（視覚・聴覚）。

6.11 過検出の抑制有無

- ・ 使用する被験体は、人形体とし、「直立」姿勢とする。
- ・ SかつB領域の外周境界より外側に均等になるよう6箇所に被験体を配置し、検出有無を確認する（図18参照）。

※安全性評価には用いない（あくまで施工時に有効に運用するための評価とする）

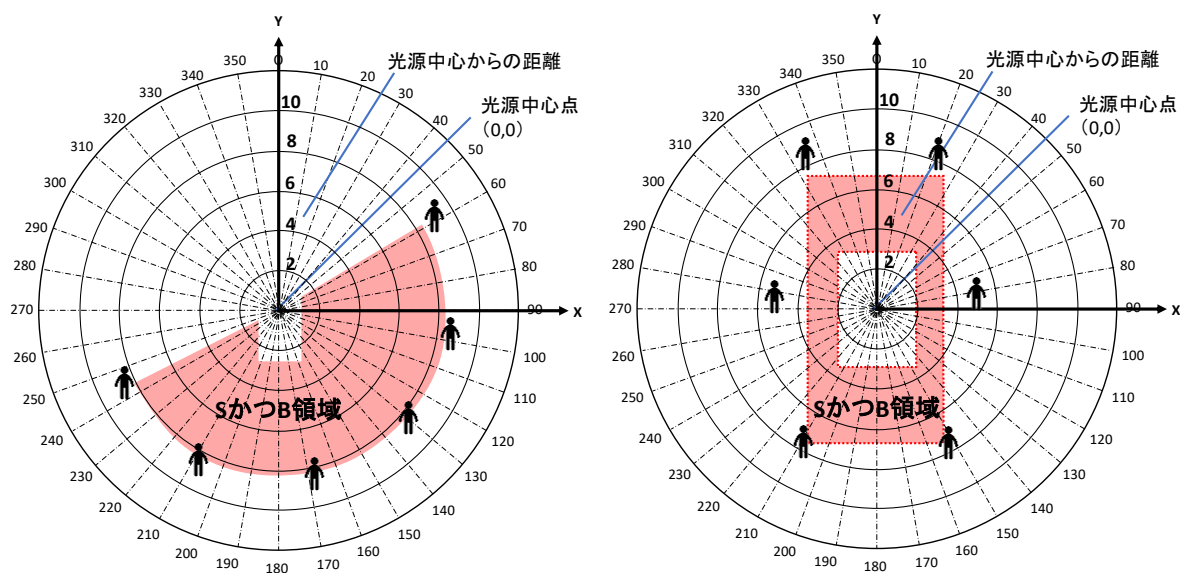


図18 施工性確認の場合の被験体設置の例

7. 試験結果報告

「建設機械の安全補助装置に関する試験結果報告書の様式-1から様式-8」に従って試験結果を記録し、提出すること。

巻末

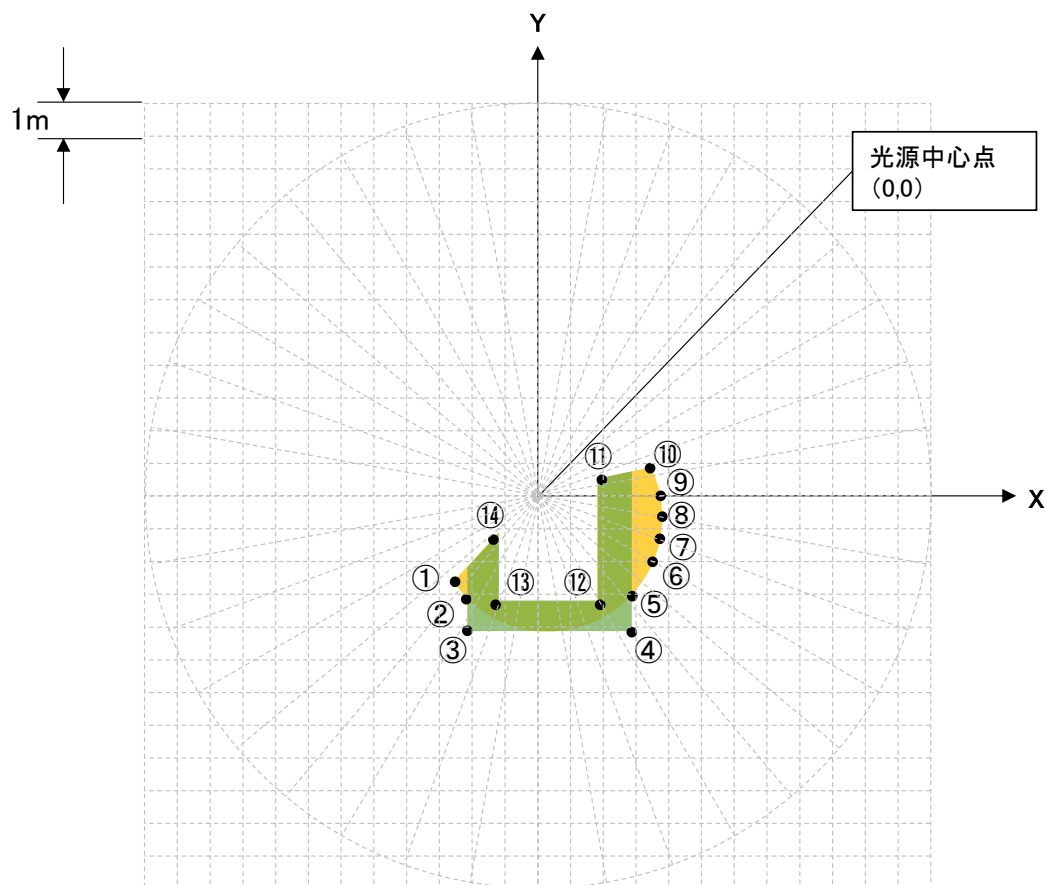
検出面積率の計算例

1. 検出面積率の算出例

ドラグ・ショベルに取り付けた安全補助装置のSかつA領域における、直立姿勢の検出面積率の計算例を示す。

2.1 必要検出面積の算出

ドラグ・ショベルのSかつA領域の評価範囲端部、評価角度線との接点、機械側方との接点が以下のような結果となった場合の、必要検出面積 S_{rSA} の計算例を記載する。



単位：m

番号	x	y	番号	x	y
①	-2.5	-2.6	⑧	3.9	-0.7
②	-2.2	-3.1	⑨	3.8	0
③	-2.2	-4.1	⑩	3.5	0.9
④	2.9	-4.1	⑪	1.9	0.5
⑤	2.9	-3.1	⑫	1.9	-3.1
⑥	3.5	-2	⑬	-1.2	-3.1
⑦	3.8	-1.2	⑭	-1.2	-1.2

計算式は以下を用いる。

$$Sr_{SA}, Sr_{SB} = \frac{1}{2} \left(\sum_{j=1}^n (x_j - x_{j+1}) * (y_j + y_{j+1}) \right)$$

計算式に従い、座標順が半時計回りとなるように計算する。

(算出したい図形を順に囲むように計算する)

番号	x_j	y_j	$x_j - x_{j+1}$	$y_j + y_{j+1}$	$(x_j - x_{j+1}) \times (y_j + y_{j+1})$ (m^2)
①	-2.5	-2.6	-0.3	-5.7	1.71
②	-2.2	-3.1	0	-7.2	0
③	-2.2	-4.1	-5.1	-8.2	41.82
④	2.9	-4.1	0	-7.2	0
⑤	2.9	-3.1	-0.6	-5.1	3.06
⑥	3.5	-2	-0.3	-3.2	0.96
⑦	3.8	-1.2	-0.1	-1.9	0.19
⑧	3.9	-0.7	0.1	-0.7	-0.07
⑨	3.8	0	0.3	0.9	0.27
⑩	3.5	0.9	1.6	1.4	2.24
⑪	1.9	0.5	0	-2.6	0
⑫	1.9	-3.1	3.1	-6.2	-19.22
⑬	-1.2	-3.1	0	-4.3	0
⑭	-1.2	-1.2	1.3	-3.8	-4.94
①	-2.5	-2.6	$\sum ((x_j - x_{j+1}) \times (y_j + y_{j+1})) = 26.02m^2$		

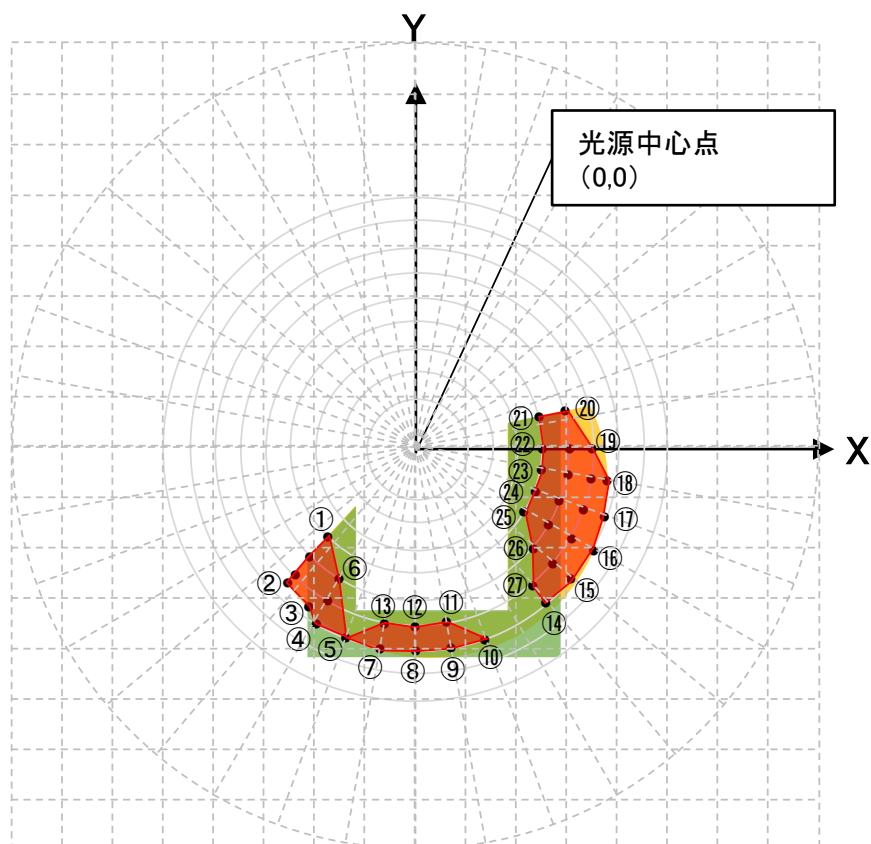
以上より、

$$Sr_{SA} = \frac{1}{2} \left(\sum_{j=1}^n (x_j - x_{j+1}) * (y_j + y_{j+1}) \right) = 13.01m^2$$

となる。

2.2 試験検出面積の算出

ドラグ・ショベルのSかつA領域の試験検出面積 St_{SA} が以下のような結果となった場合の計算例を記載する。



計算には座標取得した検出点のうち、測線上の外側と内側の検出点の座標値のみを用いる。なおこの時、外側と内側の間の座標が取得できていない場合は、切り離して計算することとなる。

番号	x	y	番号	x	y
①	-1.8	-1.8	⑭	2.7	-3.1
②	-2.5	-2.6	⑮	3.1	-2.7
③	-2.2	-3.1	⑯	3.5	-2
④	-2	-3.5	⑰	3.8	-1.2
⑤	-1.4	-3.7	⑱	3.9	-0.7
⑥	-1.4	-2.6	⑲	3.6	0
⑦	-0.7	-4	⑳	3	1.8
⑧	0	-4	㉑	2.5	1.7
⑨	0.8	-4	㉒	2.6	0
⑩	1.4	-3.8	㉓	2.5	-0.4
⑪	0.6	-3.5	㉔	2.3	-0.9
⑫	0	3.5	㉕	2.1	-1.3
⑬	-0.6	-3.4	㉖	2.3	-2
			㉗	2.3	-2.5

①～⑥に囲まれる面積は、以下のようになる。

番号	x_j	y_j	$x_j - x_{j+1}$	$y_j + y_{j+1}$	$(x_j - x_{j+1}) \times (y_j + y_{j+1})$ (m ²)
①	-1.8	-1.8	0.7	-4.4	-3.08
②	-2.5	-2.6	-0.3	-5.7	1.71
③	-2.2	-3.1	-0.2	-6.6	1.32
④	-2	-3.5	-0.6	-7.2	4.32
⑤	-1.4	-3.7	0	-6.3	0
⑥	-1.4	-2.6	0.4	-4.4	-1.76
①	-1.8	-1.8	$\Sigma ((x_j - x_{j+1}) \times (y_j + y_{j+1})) = 2.51\text{m}^2$		

⑤、⑦～⑬に囲まれる面積は、以下のようになる。

番号	x_j	y_j	$x_j - x_{j+1}$	$y_j + y_{j+1}$	$(x_j - x_{j+1}) \times (y_j + y_{j+1})$ (m ²)
⑤	-1.4	-3.7	-0.7	-7.7	5.39
⑦	-0.7	-4	-0.7	-8	5.6
⑧	0	-4	-0.8	-8	6.4
⑨	0.8	-4	-0.6	-7.8	4.68
⑩	1.4	-3.8	0.8	-7.3	-5.84
⑪	0.6	-3.5	0.6	-7	-4.2
⑫	0	-3.5	0.6	-6.9	-4.14
⑬	-0.6	-3.4	0.8	-7.1	-5.68
⑤	-1.4	-3.7	$\Sigma ((x_j - x_{j+1}) \times (y_j + y_{j+1})) = 2.21\text{m}^2$		

⑭～⑳に囲まれる面積は、以下のようになる。

番号	x_j	y_j	$x_j - x_{j+1}$	$y_j + y_{j+1}$	$(x_j - x_{j+1}) \times (y_j + y_{j+1})$ (m ²)
⑭	2.7	-3.1	-0.4	-5.8	2.32
⑮	3.1	-2.7	-0.4	-4.7	1.88
⑯	3.5	-2	-0.3	-3.2	0.96
⑰	3.8	-1.2	-0.1	-1.9	0.19
⑱	3.9	-0.7	0.3	-0.7	-0.21
⑲	3.6	0	0.6	0.8	0.48
⑳	3	0.8	0.5	1.5	0.75
㉑	2.5	0.7	-0.1	0.7	-0.07
㉒	2.6	0	0.1	-0.4	-0.04
㉓	2.5	-0.4	0.2	-1.3	-0.26
㉔	2.3	-0.9	0.2	-2.2	-0.44
㉕	2.1	-1.3	-0.2	-3.3	0.66
㉖	2.3	-2	0	-4.5	0
㉗	2.3	-2.5	-0.4	-5.6	2.24
⑭	2.7	-3.1	$\Sigma ((x_j - x_{j+1}) \times (y_j + y_{j+1})) = 8.46\text{m}^2$		

以上より、

$$St_{SA} = \frac{1}{2} \left(\sum_{j=1}^n (x_j - x_{j+1}) * (y_j + y_{j+1}) \right) = 6.59\text{m}^2$$

となる。

2.3 検出面積率の算出

必要検出面積及び試験検出面積の結果より、SかつA領域における直立姿勢の検出面積率は以下のようになる。

$$S_{SA}(\text{直立姿勢}) = \frac{6.59}{13.01} \times 100 = 51\%$$

応募様式

「建設機械の安全装置に関する技術」の要求性能に対する意見募集	
属性	(研究者 ・ 開発者 ・ 施工者 ・ 発注者 ・ その他)
所属 及び 氏名	
分類	(一般 ・ 応募条件 ・ 申請者 ・ NETIS状況登録について ・ 比較条件 ・ その他)
別紙-2-1 : 「建設機械の安全装置に関する技術」における要求事項 (リクワイヤメント) (案) 別紙-2-2 : 建設機械の安全補助装置に関する試験方法及び評価方法 (案) についてのご意見	
その他	

※属性および分類は該当する項目に○を付けてください。

※所属は会社名・部署を記入して下さい (その他一般場合は記載不要です)

※いただいたご意見の中に“著作権等”の関係で公表できない部分が含まれる場合には「その他」欄に必ず記載して下さい