

「建設機械の安全装置に関する技術」

～建設機械の物体検知及び衝突リスク低減に関する技術～

試験方法及び評価方法

(令和4年12月)

1. 適用範囲

この試験方法及び評価方法は、「建設機械の物体検知及び衝突リスク低減に関する技術」の建設機械起動時※1、建設機械作業再開時※2において、人／物と機械との衝突危険性がある場合に、静止している人／物（試験では人形体／非人形体）を検知し、警告または運転員が建設機械の操縦装置を操作しても動き出さない技術の機能や性能を評価するために適用する。

- ・ 検知領域（直立姿勢の人形体、屈み姿勢の人形体、直立かつ屈み姿勢の人形体）
- ・ 識別率（非人形体と直立姿勢の人形体の識別率）

※1：建設機械の作業（走行、旋回、掘削、押土、整地、積込等）を開始しようとする場合、運転員が建設機械に搭乗し、建設機械を起動した後、操縦装置を操作した時。

※2：建設機械の作業（走行、旋回、掘削、押土、整地、積込等）を再開しようとする場合、再び運転員が建設機械に搭乗し、操縦装置を操作した時。

【補足】

当該試験方法及び評価方法の適用範囲（赤枠内）※要求事項より

「建設機械の安全装置に関する技術」～建設機械の物体検知及び衝突リスク低減に関する技術～

要求事項（リクワイヤメント）と試験・評価方法

要求事項		試験（確認）方法	提出資料	評価
項目	内容			
基本機能※1	①物体検知+警告機能	応募者の申請と、試験時の確認	応募時の申請書類	☆
	②物体検知+人の識別+警告機能	応募者の申請と、試験時の確認	応募時の申請書類	☆+
	③物体検知+警告機能+衝突リスク低減機能	応募者の申請と、試験時の確認	応募時の申請書類	☆☆
	④物体検知+人の識別+警告機能+衝突リスク低減機能	応募者の申請と、試験時の確認	応募時の申請書類	☆☆+
	①～④基本機能提供領域	①～④基本機能提供領域が分かる図を、応募時の申請書類、資料等にて確認する	応募時の申請書類	—
検知領域	直立姿勢の人形体※2の検知領域	直立姿勢の人形体※2を検知した領域（500mmグリッド内に2回設置し、2回とも検知したグリッドの総面積）	試験結果報告書	面積（m ² ）と図示※3
	屈み姿勢の人形体※2の検知領域	屈み姿勢の人形体※2を検知した領域（500mmグリッド内に2回設置し、2回とも検知したグリッドの総面積）	試験結果報告書	面積（m ² ）と図示※3
	直立かつ屈み姿勢の人形体※2の検知領域	直立姿勢の人形体※2を検知した領域と、屈み姿勢の人形体※2を検知した領域の結果から、どちらの姿勢でも検知したグリッドの総面積。	試験結果報告書	面積（m ² ）と図示※3
識別率※4	非人形体※5と直立姿勢の人形体※2の識別率	直立姿勢の人形体※2を2回検知したグリッドに、非人形体（円柱体）を設置し、直立姿勢の人形体ではないと識別した割合。	試験結果報告書	数値結果（%）
リスクアセスメント結果及び残留リスク情報	下記の情報を提示できること 1) 機械の制限に関する仕様の指定 2) 技術の適用によるリスク低減効果の説明 3) 残留リスク情報	1) 機械の制限に関する仕様の指定 ①基本仕様、②使用上の制限、③空間上の制限、④時間上の制限 2) 技術の適用によるリスク低減効果の説明 ①リスク低減を図る危険源 ②応募技術の適用によるリスク低減の効果の説明 3) 残留リスク情報 ①検知後、②非検知後、③誤検知・好ましくない検知後、④その他	応募時の申請書類	提出の有/無（添付資料として提示）
経済性	初期投資およびメンテナンスの概略費用	応募時の申請書類、資料等にて確認する	応募時の申請書類	参考費用として提示

2. 参考規格

- ISO 16001:2017 Earth-moving machinery – Hazard detection and visual aids – Performance requirements and tests
- JIS B 9700 : 2013(ISO 12100 : 2010) 機械類の安全性-設計のための一般原則- リスクアセスメント及びリスク低減
- JIS A 8315 : 2010(ISO 3411 : 2007) 建設機械-運転員の身体寸法及び運転員周囲の最小空間
- JIS B 9714 : 2006(ISO 14118 : 2000) 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 建設機械-締固め機械-用語及び仕様項目
- JIS A 8403-1 : 1996 建設機械-油圧ショベル-第 1 部 : 用語及び仕様項目

3. 用語の定義

当該試験方法及び評価方法において用いる主な用語と定義は、下記の通りとする。

3.1 警告

視覚的、または、聴覚的な信号を発し注意を促すこと

3.2 操縦装置

レバー、ペダル、ボタンによって操縦運転する装置（引用：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）

3.3 建設機械起動時

建設機械の作業（走行、旋回、掘削、押土、整地、積込等）を開始しようとする場合、運転員が建設機械に搭乗し、建設機械を起動した後、操縦装置を操作した時

3.4 建設機械作業再開時

建設機械の作業（走行、旋回、掘削、押土、整地、積込等）を再開しようとする場合、再び運転員が建設機械に搭乗し、操縦装置を操作した時

3.5 基本機能

建設機械作業開始時、あるいは、建設機械作業再開時において、人／物と建設機械の衝突危険性がある場合、静止している人／物（試験では人形体／非人形体を検知し、警告または建設機械の操縦装置の操作に係る（操縦装置を操作しても動き出さないこと）機能のこと。下記の 4 つに分類する。

● 物体検知＋警告機能

人／物と機械との衝突危険性がある場合に、静止している人／物（試験では人形体／非人形体）を検知し、運転員に警告する（視覚的及び聴覚的な信号により注意を促す）機能

● 物体検知＋人の識別＋警告機能

人／物と機械との衝突危険性がある場合に、静止している人／物（試験では人形体／非人形体）を検知し、人を識別した場合に、運転員に警告する（視覚的及び聴覚的な信号により注意を促す）機能

● 物体検知＋警告機能＋衝突リスク低減機能

人／物と機械との衝突危険性がある場合に、静止している人／物（試験では人形体／非

人形体) を検知し、運転員に警告する (視覚的及び聴覚的な信号により注意を促す) 機能、及び、運転員が建設機械の操縦装置を操作しても動き出さない機能

● 物体検知+人の識別+警告機能+衝突リスク低減機能

人/物と機械との衝突危険性がある場合に、静止している人/物 (試験では人形体/非人形体) を検知し、人を識別した場合に、運転員に警告する (視覚的及び聴覚的な信号により注意を促す) 機能、及び、運転員が建設機械の操縦装置を操作しても動き出さない機能

3. 6 基本機能提供領域

前述の基本機能を提供できる領域。技術開発者の申請によるもの。

3. 7 直立姿勢の人形体の検知領域

当該試験において、地表面に線引きした 500mm×500mm グリッドに配置した直立姿勢の人形体を検知し、基本機能の提供が確認したグリッドの総面積。

3. 8 屈み姿勢の人形体の検知領域

当該試験において、地表面に線引きした 500mm×500mm グリッドに配置した屈み姿勢の人形体を検知し、基本機能の提供が確認したグリッドの総面積。

3. 9 直立かつ屈み姿勢の人形体の検知領域

「直立姿勢の人形体の検知領域」及び「屈み姿勢の人形体の検知領域」の試験結果から、両方の姿勢で検知し、基本機能の提供が確認したグリッドの総面積。

3. 10 非人形体と直立姿勢の人形体の識別率

「直立姿勢の人形体を検知領域」の試験において、「直立姿勢の人形体を検知し、基本機能の提供が確認した 500mm×500mm グリッドの数 (A)」と、「①のグリッド上に非人形体を配置し、検知及び基本機能の提供を確認したグリッド数 (B)」から下記の式により求める。

$$\text{非人形体と直立姿勢の人形体の識別率 (\%)} = (1 - B/A) \times 100$$

なお、非人形体と直立姿勢の人形体の識別率の試験については、識別機能を持つ技術のみ対象とする。

4. 試験条件

4. 1 被験体条件

直立姿勢および屈み姿勢の「人形体」と「非人形体」を用いる。なお、非人形体は、識別機能を有する技術の識別率を評価する試験に対し用いる。

当該試験では、直立姿勢と屈み姿勢の2姿勢で試験を行うこととしているが、任意でその他の姿勢についても同様の試験を行うことができる。また、当該試験以外で独自に実施した試験結果がある場合、試験条件 (測定環境、使用被験体等) を記載し、その結果を提出することができる。

4. 1. 1 人形体

(1) 人形体条件

① 直立姿勢の人形体条件

- 頭、胴体、両腕、両脚を持つ人形マネキンあるいは人体ダミーを使用する。関節部の可動有無は問わないが、可動できるものについては、固定ができるものとする。
- 高さは 1730±50mm とする (建設現場に携わる人の寸法を考慮するため、JIS A

8315:2010 の中柄運転員の身長を引用)。

- 人形体には、作業服、ヘルメット、反射ベストを着用させる。なお、各々の色や材質（反射率等）については規定しないが、試験に使用した色と材質等の条件について試験結果報告書に記載するとともに、写真を添付することとする。

② 屈み姿勢の人形体

- 頭、胴体、両腕、両脚を持つ人形マネキンあるいは人体ダミーを使用する。人形体は、膝を曲げ、腰を落とした状態とする。
- 高さは 900±50mm とする。
- 人形体には、作業服、ヘルメット、反射ベストを着用させる。なお、各々の色や材質（反射率等）については規定しないが、試験に使用した色と材質等の条件について試験結果報告書に記載するとともに、写真を添付することとする。

③ 非人形体

- 高さ 1730mm、直径 450mm 相当の円柱体を用いる。
- 色や材質は問わないが、試験に使用した色と材質について試験結果報告書に記載するとともに、写真を添付することとする。

(2) その他付加する条件がある場合

被験体を検知するために、上記で規定する以外の条件が必要となる場合は、試験結果報告書に記載すること（例：IC タグ、化学発熱体や蓄熱材等）。

4.2 測定環境

4.2.1 試験地表面

試験場所の地表面は、取付け対象機械に応じて下表に示す種類とする。

対象機械	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
ブルドーザ	平坦なコンクリート舗装面又は十分締固められた土
ホイールローダ	平坦なコンクリート舗装面又は十分締固められた土

4.2.2 試験場の広さ

建設機械の作業範囲を十分に確保できる広さであること。

4.2.3 環境条件

試験時の環境条件に関する規定は設けないが、どのような環境下で行った結果であるのかを明確にするために、下記項目を試験結果報告書に記載すること。

- 試験開始の時刻、天候、気温、湿度、風速、風向、照度
- 試験終了の時刻、天候、気温、湿度、風速、風向、照度

5. 試験方法と試験結果の記録

5.1 地表面への機械の配置及び地表面の線引き

①試験場に対象機械を配置させる (図1)。

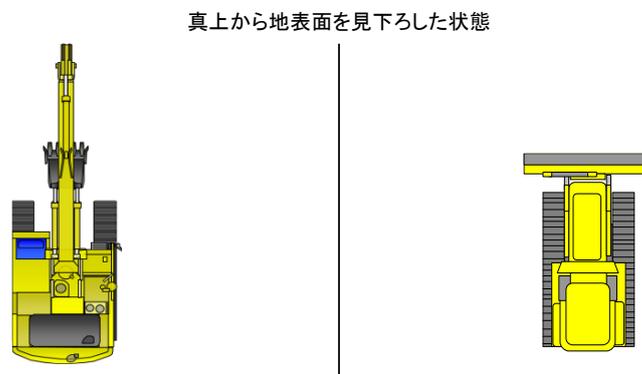


図1

②機械の中心位置の縦軸・横軸と、真上から地表面を見下ろした状態で機械の履帯やタイヤ、本体（ブーム、アーム、バケット、排土板等は除く）の左右前後側面が接する位置を地表面にマーキングする (図2)。

なお、当該試験におけるローラ／ブルドーザ／ホイールローダの機械中心位置の縦軸・横軸と、機械の左右前後側面が接する位置については、図3の通りとする。

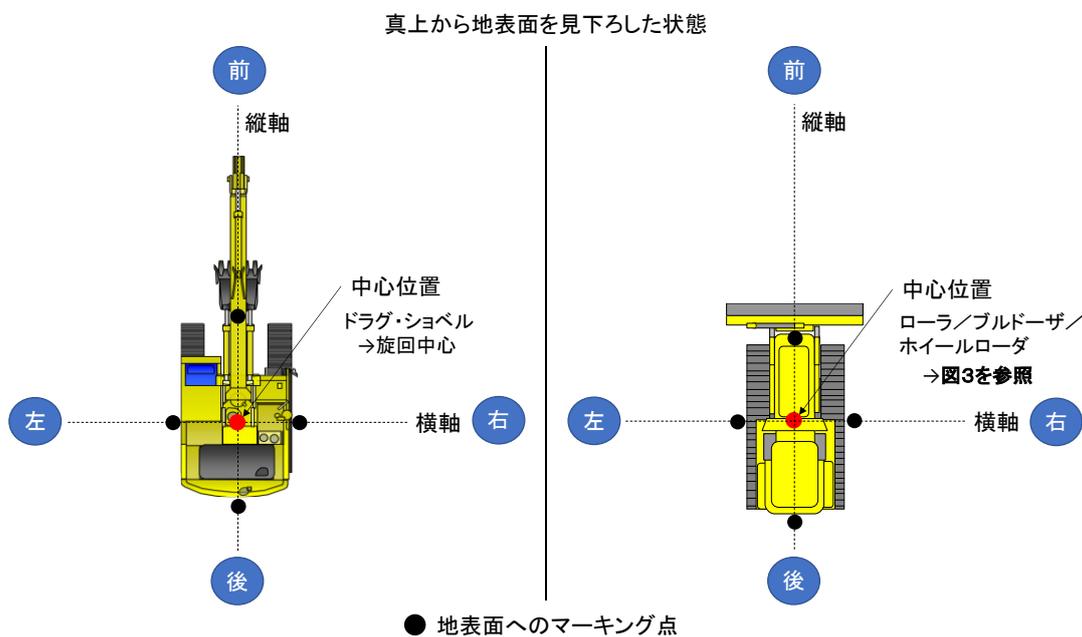


図2

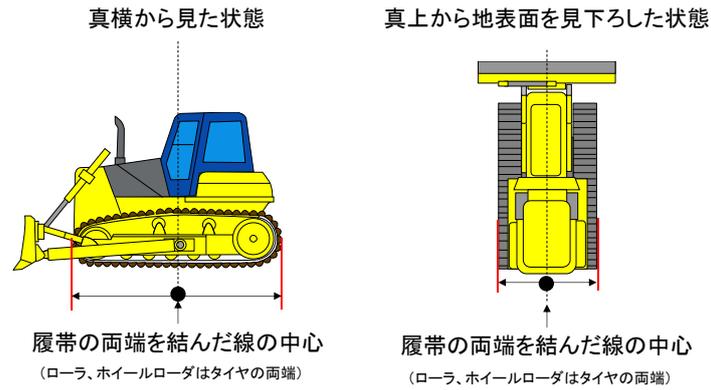


図 3

③地表面にマーキングした点から横軸方向に沿って 500mm 間隔で計測しながら、機械の履帯やタイヤ、本体（ブーム、アーム、バケット、排土板等は除く）の左右側面を最初に超えた位置を結んだ縦軸線を地表面に引く（図 4）。

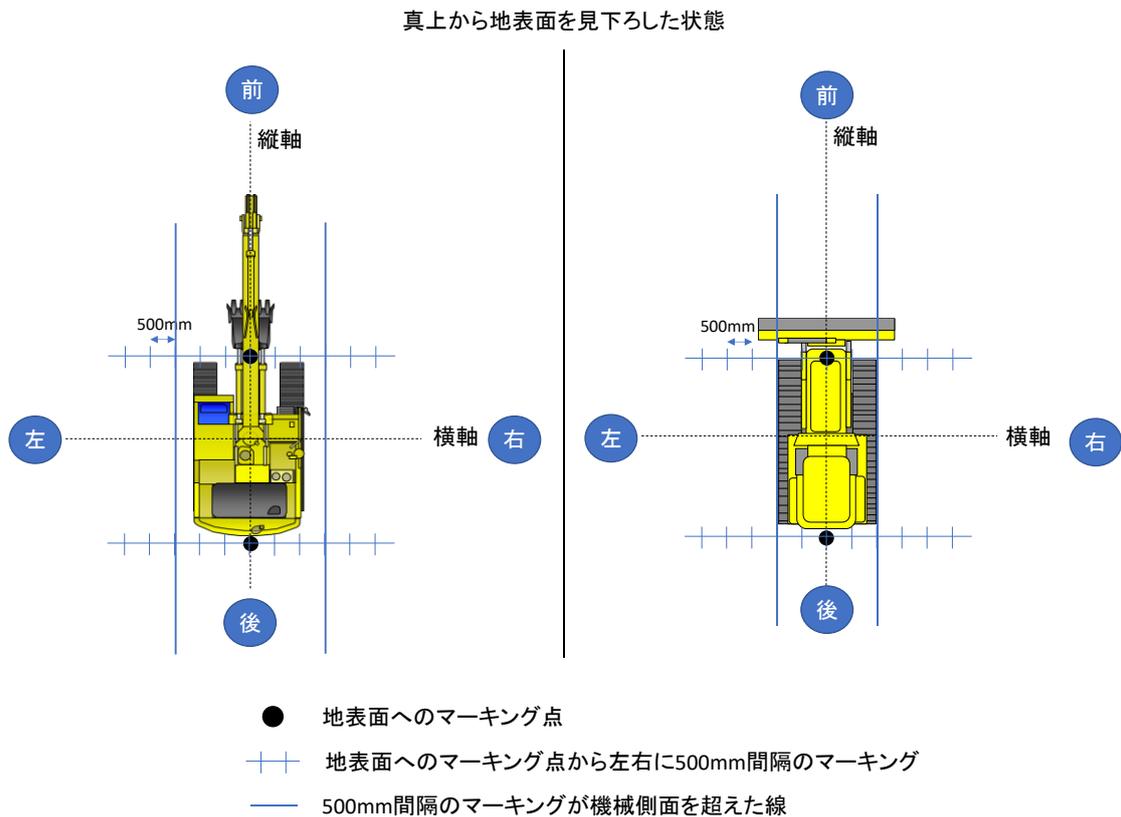


図 4

- ④地表面にマーキングした点から縦軸方向に沿って 500mm 間隔で計測しながら、機械の履帯やタイヤ、本体（ブーム、アーム、バケット、排土板等は除く）の前後側面を最初に超えた位置を結んだ横軸線を地表面に引く（図 5）。

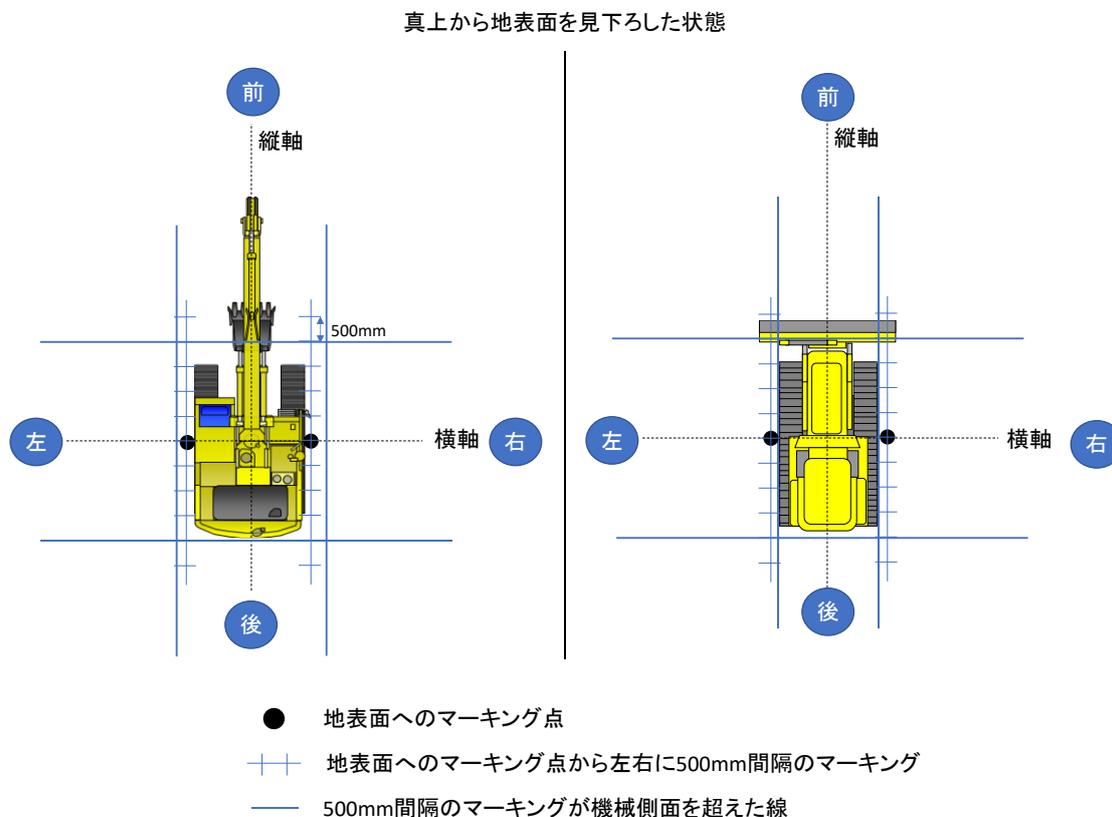


図 5

- ⑤上記の③で決定した縦軸線と④で決定した横軸線に対し 500mm 間隔となる平行線を機械の周辺に引く（図 6）。

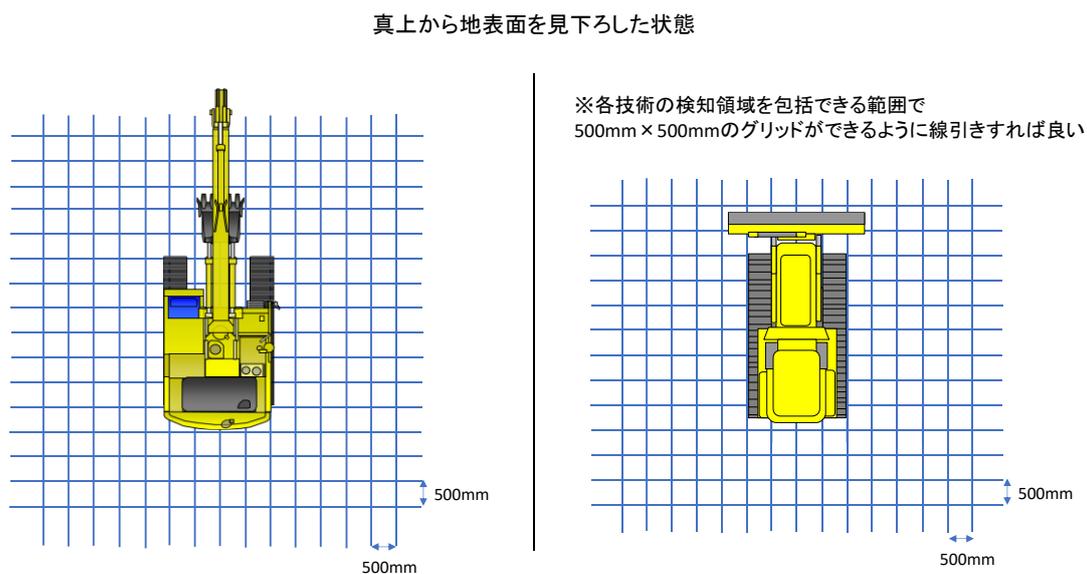


図 6

5.2 直立姿勢の人形体の検知領域

- ①被験体は直立姿勢の人形体を使用する。
- ②被験体は、機械の中心位置に正対させ、グリッドのおおよそ中心に配置する（図7）。

真上から地表面を見下ろした状態

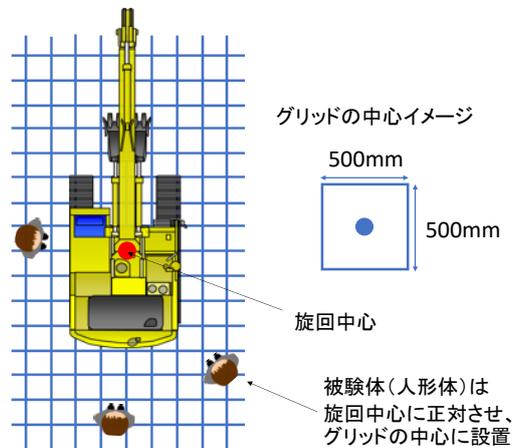


図 7

- ③被験体を静止させた状態で、検知及び基本機能提供の有無を確認する。
- ④次のグリッドへ被験体を移動し、基本機能提供領域全てのグリッドで検知及び基本機能提供の有無を確認し、1回目の結果として記録する。
- ⑤上記①～④の作業をもう一度実施し、各グリッドの検知及び基本機能提供の有無を確認し、2回目の結果として記録する。
- ⑥1回目と2回目の両方で被験体を検知及び基本機能提供があったグリッドの合計面積を、直立姿勢の人形体の検知領域として記録し、図化する。
- ⑦基本機能が複数ある場合は、基本機能ごとに記録し、図化すること（図8）

例)基本機能が複数ある場合の記録

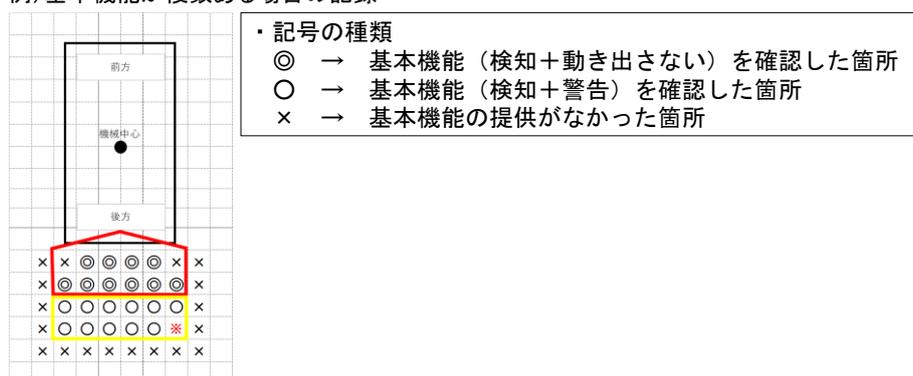


図 8

5.3 屈み姿勢の人形体の検知領域

- ①被験体は屈み姿勢の人形体を使用する。
- ②「5.2 直立姿勢検知領域の測定」の②～⑦と同様の作業を行い、結果を記録し、図化する。

5. 4 直立かつ屈み姿勢の人形体の検知領域

- ① 「5.2 直立姿勢の人形体の検知領域測定」、「5.3 屈み姿勢の人形体の検知領域測定」の両方で検知及び基本機能提供があったグリッドを記録、図化する（図9）。

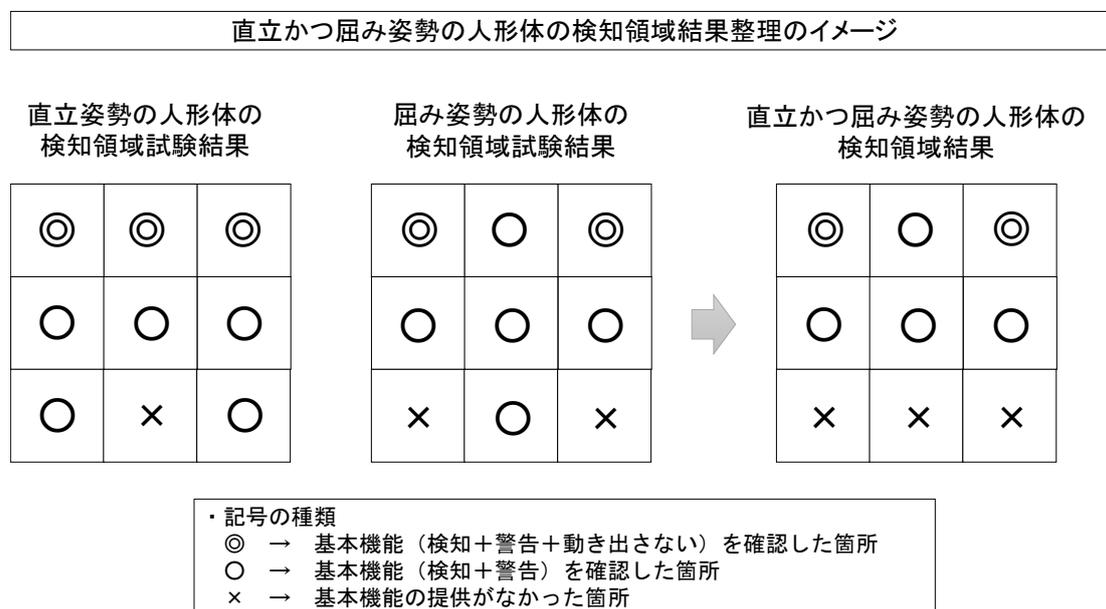


図9

5. 5 非人形体と直立姿勢の人形体の識別率（識別機能を有する技術のみ）

- ① 被験体は非人形体を用いる
- ② 「5.2 直立姿勢の人形体の検知領域」の試験において、1回目と2回目の両方で検知及び基本機能提供を確認したグリッドに、被験体を設置する。
- ③ 非人形体の検知及び基本機能提供の有無を確認し、1回目の結果を記録する。
- ④ 上記②～③の作業をもう一度実施し、2回目の結果を記録する。
- ⑤ 「5.2 直立姿勢の人形体の検知領域」の試験において、「直立姿勢の人形体を検知し、基本機能の提供が確認した500mm×500mmグリッドの数(A)」と、「①のグリッド上に非人形体を配置し、検知及び基本機能の提供を確認したグリッド数(B)」から下記の式を用いて識別率を算出し、記録する。

$$\text{非人形体と直立姿勢の人形体の識別率 (\%)} = (1 - B/A) \times 100$$

6. 評価方法

6.1 基本機能に対する評価

技術の基本機能に応じて、下表のような評価を行う。

基本機能の評価における☆の数は安全性の評価したものではなく、機能の数としての表現である（「物体検知+警告」の機能で☆。これに「衝突リスク低減機能」が加わることで☆☆。人の識別機能を持つ技術はプラス（+）が付いている）。

基本機能の評価項目	試験（確認）方法	評価
物体検知+警告機能	申請書類+試験で機能が提供されている	☆
物体検知+人の識別機能+警告機能	申請書類+試験で機能が提供されている+識別率試験結果	☆+
物体検知+警告機能+衝突リスク低減機能	申請書類+試験で機能が提供されている	☆☆
物体検知+人の識別機能+警告機能+衝突リスク低減機能	申請書類+試験で機能が提供されている+識別率試験結果	☆☆+

6.2 姿勢による検知領域の評価

当該試験では、応募時に提出される基本機能提供領域を参考にした範囲で、直立姿勢及び屈み姿勢の人形体を用いた検知領域試験を行う。

評価は試験によって検知及び基本機能の提供を確認したグリッドの総面積と図によって行う。

物体検知に用いるセンサ類は環境条件によって影響を受けるため、応募時に提出される基本機能提供領域に対する面積評価などは行わない。あくまで、試験時の条件化における検知領域の結果を整理する。

検知領域の評価項目	確認方法	評価
直立姿勢検知領域	直立姿勢の人形体の検知領域測定の試験結果	面積(m ²)、図示
屈み姿勢検知領域	屈み姿勢の人形体の検知領域測定の試験結果	面積(m ²)、図示
直立かつ屈み姿勢検知領域	直立姿勢の人形体及び屈み姿勢の人形体の検知領域測定の試験結果	面積(m ²)、図示

※提供される機能の領域が複数ある場合は、各領域・各姿勢の評価となる

6.3 非人形体と直立姿勢の人形体の識別率の評価

基本機能のうち、識別機能を持つ技術に対し行う評価である。

直立姿勢検知領域の測定結果（検知グリッド数）と、非人形体を直立姿勢の人形体として検知したグリッドの数の結果を用いて算出し、数値結果を提示する。

識別率の評価項目	確認方法	評価
非人形体と直立姿勢の人形体の識別率	試験結果より識別率を算出 (1 - 非人形体の検知グリッド数 / 直立姿勢の人形体の検知グリッド数) × 100 (%)	数値結果 (%)