

# 各機械に係る作業内容、周辺環境、制御方式、技術水準の実態等（ヒアリング結果まとめ）

## 【参考】ヒアリング事項等について

第2回～第4回専門家検討会において、無人運転機械の使用が想定される機械・作業ごとに、作業内容や機械周辺の作業者の状況を含む周辺環境、使用される機械の運転制御方式やその技術水準の実態を把握・確認することを目的に、関係団体からヒアリングを行った。

ヒアリング事項は以下のとおり。

### ●ヒアリング事項

- 無人運転機械の開発・普及状況
- 無人運転機械が使用され、又は想定されている作業
- 無人運転機械の制御方式や技術水準
- 無人運転機械に関する国際規格・国内規格、各国の規制等の状況や動向
- 以下について、労働災害防止の観点から具体的にどのような措置が必要と考えるか。
  - ・他の機械等との衝突、周辺作業員への接触防止
  - ・運転操作性の確保
  - ・停止時・トラブル時の安全確保
  - ・運転者（操作者）に求められる技能の確保
- 無人運転機械の設計上の制限仕様の具体的内容について
- その他、無人運転機械に関する労働安全衛生法令に対するニーズや課題について

# ヒアリング結果（無人運転機械の開発・普及状況）

## 1. 無人運転機械の開発・普及状況

### 〈建設機械〉

- 掘削機械、整地・運搬・積込機械、締固め機械などが、開発、上市の対象となっている。
- 遠隔運転機械は災害復旧工事を中心に活用されている。自律運転機械はダム工事等の大規模現場で試行的な運用が行われている段階。

### 〈クレーン〉

- 遠隔運転、自動運転は実証試行の段階。玉掛作業や細かい操作は自動化が難しく人が実施。

### 〈港湾荷役機械〉

- 自動化コンテナターミナルでは、吊り荷のコンテナが標準化されているためクレーンの遠隔操作や自動運転、水平搬送機器の自動運転の導入が進んでいる。

### 〈荷役機械〉

- 無人搬送車として、以前から現場に導入されている。

### 〈農業機械〉

- 操舵の一部を自動化した機械、ほ場内無人化機械が上市済み。ほ場間移動も含めた無人化について開発・実証段階。

### 〈林業機械〉

- フェラーバンチャ、フォワーダ、下刈機械を中心に開発・実証中。

# ヒアリング結果（無人運転機械が使用され、又は想定されている作業）

## 2. 無人運転機械が使用され、又は想定されている作業

### 〈建設機械〉

- 自律運転機械は、ダム工事などの大型工事や造成などの土工事など、繰り返しの作業で使用。
- 遠隔運転機械は、災害復旧工事やリサイクル業など危険な環境がある現場での使用。

### 〈クレーン〉

- カメラ映像による作業全般（遠隔操作）、定型ルートでの自動搬送等における特定の動作の支援（半自動）、定型資材の連続揚重等におけるAIによる動作（完全自動）を想定。

### 〈港湾荷役機械〉

- 自動化コンテナターミナルは、コンテナの船からの積み下ろしや移動を、クレーン、ストラドルキャリア、AGV等を用いて遠隔や自動で操作。

### 〈荷役機械〉

- 無人搬送車は、製造業の現場（特に自動車・自動車部品製造業）での使用が多い。

### 〈農業機械〉

- トラクター、茶園管理機械、田植機、草刈機、小型汎用台車、コンバインによる作業を想定。

### 〈林業機械〉

- 伐木・木寄せ作業（フェラーバンチャ）、木材運搬作業（フォワーダ）、植栽済み林地の下刈作業（下刈り機械）を想定。

# ヒアリング結果（無人運転機械の制御方式や技術水準）

## 3. 無人運転機械の制御方式や技術水準

### 〈建設機械〉

- 自律運転機械はプログラム型自動運転、遠隔運転機械は無線通信を使用して車載カメラにより運転。
- 遠隔運転機械について、専用回線を用いる場合は数百メートルの範囲、ネット回線を用いる場合は遠距離での操作が可能。現場で使用の通信帯域下での低遅延通信技術も出てきている。

### 〈クレーン〉

- 従来、超高層建築のタワークレーンの運転は、有線通信のカメラ映像や計器データ、無線の音声の合図により操作。

### 〈港湾荷役機械〉

- 自動化コンテナターミナルの遠隔運転、自動運転では、コンテナの高さや積み上げ形状等の状況の分析、到着直前の減速等の機能を導入。

### 〈荷役機械〉

- 無人搬送車には、「経路誘導式」「自律移動式」「追従式」がある。

### 〈農業機械〉

- 操舵の一部自動化、ほ場内の無人化は実現。ほ場間移動の無人化、一人で複数台の運用、公道走行について実証中。

### 〈林業機械〉

- 各機種とも油圧モータを電子制御し、専用コントローラで動作指示を行う

# ヒアリング結果

## (無人運転機械に関する国際規格・国内規格、各国の規制等の状況や動向)

### 4. 無人運転機械に関する国際規格・国内規格、各国の規制等の状況や動向

#### 〈建設機械〉

- EU機械規則の改正（2027年1月全面適用）により、自律運転機械への対策が強化される。
- 機械安全に係るISO 12100（A規格）が改訂中。下位規格（土工機械の安全性関係）も順次改定予定

#### 〈クレーン〉

- クレーンの遠隔運転は、これに特化した国際規格はないが、機能安全指針に基づき日本クレーン協会規格「タワークレーンの遠隔運転実施のための安全確保ガイドライン」を取りまとめ。
- 無人運転機械は、ISO 13849、IEC 61508が定める機能安全、IEC 62443が定める通信セキュリティ等が重要。EN規格はクレーンの遠隔操作等を前提としている

#### 〈港湾荷役機械〉

- 遠隔操作RTGは、運用規定の参考として国土交通省が「遠隔操作RTGの安全確保のためのモデル運用規程」を策定。

#### 〈荷役機械〉

- 国際規格としてISO 3691-4があり、これに準拠したJIS D6802がある。

#### 〈農業機械〉

- 国際規格としてISO 18497がある。国内においてはガイドラインにて対応。農研機構にてロボット農機検査が実施されている。

#### 〈林業機械〉

- 林業機械については、無人運転機械の規格はない。林野庁事業として検討会を実施し、ガイドラインを策定。

# ヒアリング結果（労働災害防止の観点から必要と考える措置①）

## 5. 労働災害防止の観点から必要と考える措置

### （1）他の機械等との衝突、周辺作業員への接触防止

#### 〈建設機械〉

- 機械側のみでの接触防止は困難。施工者側による無人エリアの設定、立入禁止措置の徹底が必要。
- ルールによる「ソフト対策」と、センサを使った警報、機械停止などの「ハード対策」が重要（一方、措置が過剰となることによるコストの増加から技術開発の停滞を懸念。）。

#### 〈クレーン〉

- カメラ、センサー等で、衝突防止や接触防止は可能であるが、通信途絶等の故障により機能しない場合において、これを代替するため、運転者以外の現地の合図者や監視者に非常停止権限が必要。
- 遠隔操作では、実機の運転席での操作と同等以上の視界の確保や通信遅延の管理が必要。

#### 〈荷役機械〉

- 無人搬送車については、JIS（ISO）において人検知は必須とし要求事項を規定。
- ユーザーにおいて、稼働範囲の明確化、作業員の待機場所を設定する等している。

#### 〈農業機械〉

- ISOの規定に準拠した検証（農研機構のロボット・自動化農機検査）を実施。

#### 〈林業機械〉

- 人検知その他障害物検知機能を搭載。ビーコン携帯等の対策も検討。

## ヒアリング結果（労働災害防止の観点から必要と考える措置②）

### 5. 労働災害防止の観点から必要と考える措置

#### （2）運転操作性の確保

##### 〈建設機械〉

- 有人の運転と感覚的に異なる点が多く、専門の担当者を任命し運転に従事させることが重要。
- 求めるアウトプットの内容・水準（視認性、画像、位置情報等）、通信品質に関するガイドラインが必要。また、特定自主検査の項目・検査方法等について検討する必要がある。

##### 〈クレーン〉

- 非常停止装置、予備の機器の設置等、故障時の操作誤りを防ぐための仕組みが重要。
- 自動運転、遠隔操作においても、実機の操作経験に加え、運転支援、拡張現実、触覚技術等の活用による安全確保が有効。

##### 〈荷役機械〉

- 無人搬送車は自律運転機械のため、運転操作性の観点から機械の要求事項はない。作業者の操作性向上の観点からシステムを構築することも可能。

##### 〈農業機械〉

- ISOに規定された方法に準拠して、リモコン操作、リモコン通信遮断に関する検証が行われている。

##### 〈林業機械〉

- 機械により操作方法が大きく異なる。作業内容に応じた補助機能もある。

## ヒアリング結果（労働災害防止の観点から必要と考える措置③）

### 5. 労働災害防止の観点から必要と考える措置

#### （3）停止時・トラブル時の安全確保

##### 〈建設機械〉

- 機械側においては、緊急停止のための機構が必要。また、通信環境を確保が必要。施工者側においては、対応するためのルール（立入禁止措置、非常時の立入・作業手順）が必要。

##### 〈クレーン〉

- クレーンの非常停止では、故障による危険を防止するため、分離した安全ユニットへの非常停止ボタン設置、非常停止時に運転者が搭乗運転し荷を安全な場所へ揚重できる体制が重要。
- 遠隔運転のトラブルでは、有資格者が不在の現地で荷の揚重等を行う必要があることから、現地で対応できる権限が必要。

##### 〈荷役機械〉

- JISにおいてブレーキシステムの自動起動、非常停止機器の装備が求められている。

##### 〈農業機械〉

- 自動走行が停止した場合は再開前に停止原因の解消と周囲の安全確認を行うこととなっている。

##### 〈林業機械〉

- 通信遮断時には機械停止機能がある。そのほか、機械により異常確認、再起動の機能がある。

## ヒアリング結果（労働災害防止の観点から必要と考える措置④）

### 5. 労働災害防止の観点から必要と考える措置

#### （4）運転者（操作者）に求められる技能の確保

##### 〈建設機械〉

- 無人運転機械の運転にあたっては、基本的には、有人運転の場合と同様の知識・技能を持つことをベースとして、システムの理解等も必要ではないか。
- 多様な人材が資格を取得できるよう配慮してほしい。

##### 〈クレーン〉

- 遠隔運転には、有人運転のクレーン運転、玉掛の資格のほか、システムの安全、機能喪失に対する対応等、遠隔運転についての安全教育が必要。
- モニターでの操作、遅延を予測した操作、ネットワーク異常への対応のため、デジタル、通信、ITなどの能力が必要。
- 社内または業界団体で教育プログラムを設けることが有効

##### 〈荷役機械〉

- 無人搬送車は自律運転機械のため、運転者（操作者）は存在しない。メーカーからユーザー作業員に対し、機械の機能、作業上の注意事項に関する教育が行われている。

##### 〈農業機械〉

- 製造者等が導入主体や使用者等に対して訓練を行うこととしている。

##### 〈林業機械〉

- 林業機械に関する特別教育に加え、自動走行専用のオペレーター教育を行うこととしている。

# ヒアリング結果（無人運転機械の設計上の制限仕様の具体的内容について）

## 6. 無人運転機械の設計上の制限仕様の具体的内容について

### 〈建設機械〉

- 主に非常時（緊急停止措置の冗長性や運転切替等）についての制限仕様が見られる。

### 〈クレーン〉

- 既存の回路に介入・遮断できるインターフェースや安全装置のメカニカルなバックアップ等のハードウェアの制限、立入禁止区域の隔離等の使用環境の制限、荷の限定などの運用の制限、パフォーマンスレベルの設定等の設計思想の制限が必要。

### 〈荷役機械〉

- 無人搬送車について、JIS（ISO）では機械的危険源、電氣的危険源、機械が使用される環境に関する危険源等が示されている。その他、ユーザーからの非常停止機能に関するニーズあり。

### 〈農業機械〉

- 製造者等に定められた目的・場所においてのみ自動走行可としている。

### 〈林業機械〉

- 傾斜角度、気候・地形等の条件や走行速度等の制限を付す機械もある。

# ヒアリング結果

## (その他、無人運転機械に関する労働安全衛生法令に対するニーズや課題等)

### 7. その他、無人運転機械に関する労働安全衛生法令に対するニーズや課題等（主なもの）

#### 〈建設機械〉

- 機械、装置の安全だけでなく、運用体制、環境整備、情報共有を組合せて運用することが重要。
- 機械単体での安全確保には限界があり、施工計画、エリア管理、運用等に関するルールを一体的に規定することが重要。
- 国土交通省「建設施工の自動化・自律化協議会」で議論される内容と整合する必要がある。
- 自律、遠隔いずれも機械と人を分離したうえで行う考え。
- 他の分野（物流、農業、自動車等）、他国（EU規制、ISO）の動向との整合性も重要。

#### 〈クレーン〉

- クレーンの遠隔運転に対する安全確保の技術基準及び安全確認の仕組みを早急に設ける必要。
- 機能安全基準適合の認定制度が有効。機械・システムの要件だけではなく、人・管理も含めたクレーン作業全体の安全評価を行う必要がある。
- 市場に適合機器がない場合、ソフトウェア的な制御と運用的・人的な代替措置を組み合わせ安全性を担保する柔軟な評価制度としてほしい。

#### 〈荷役機械〉

- 無人搬送車は、世界的に統一された安全規格が確立・運用されており、既存の規格や施策及びそれらの成果に基づいて、安全確保がなされている。

#### 〈農業機械〉

- ロボット化で搭乗が不要となれば事故の大幅な低減が期待できる。使用環境（ほ場や周辺環境）は極めて多様であり、人とロボットの共存を考慮した対策が必要。

#### 〈林業機械〉

- 林業現場では通信状態が悪いことが想定されるため、その前提で実際の運用も踏まえた議論が必要。