

2026/1/13

機械の無人運転における安全確保等に関する専門家検討会

竹中工務店 東日本機材センター 開発グループ
柿崎 貴文

目次（検討事項）

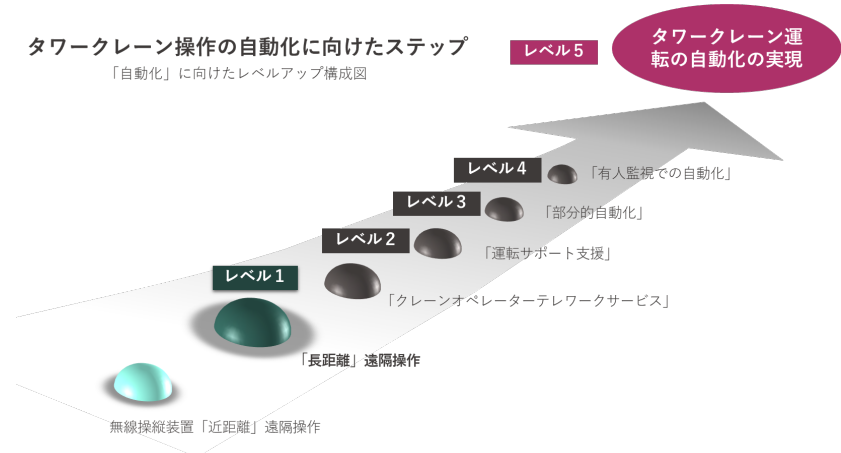
1. 無人運転機械の開発・普及状況
 2. 無人運転機械が使用され、又は想定されている作業
 3. 無人運転機械の制御方式や技術水準
 4. 無人運転機械に関する国際規格・国内規格、各国の規制等の状況や動向
 5. 対象機械の設計の前提となるリスクアセスメント実施前の仕様制限、条件
 6. 以下について、無人運転機械の使用による労働災害防止の観点から具体的にどのような措置が必要と考えるか。
 - ・他の機械等との衝突、周辺作業者への接触防止
 - ・運転操作性の確保
 - ・停止時・トラブル時の安全確保
 - ・運転者（操作者）に求められる技能の確保
- ※主にタワークレーンに関してお願いいたします。

■現状の開発と普及状況

- 遠隔操作システムが開発され、建設現場（建築、土木）で使用されている。
- 自動運転についても工事实証試行を繰返し行っている段階、一定位置での往復運転やダム工事での繰返し作業であるコンクリート運搬が一部で使用されているが、玉掛・玉外し作業や細かい操作については有人での作業となっている。現状、自動運転の場合でもオペレータによる運転監視を行っている。
- 当社では段階的な開発を進めているが、現行法令が最大のハードルとなり、社会実装を阻む要因となっている。
 実際、2022年に高松ー札幌間でのタワークレーン長距離遠隔操作を試みたが、安全上のリスクから実証検証に留まった。これを機に2022年より「タワークレーン遠隔操作安全確保委員会」が立ち上がり、JIS規格の策定やリスクアセスメントについて3年間にわたり議論が重ねられたが、2025年に無期限休会解散、厚労省より新指針が発表されるまで。
 現在、新たな技術を開発しても、実証から普及に至るまでの制度的プロセスに多大な時間を要する。一方で、技術進化は2年サイクルで加速しており、せっきくの開発が実装時には陳腐化する懸念があるため、現時点では完全自動化の製品化までは踏み切れていない。
 当社は2016年から研究開発をスタートし、①モニタリング、②制御、③最適化、④遠隔操作、⑤半自動、⑥完全自動化という6段階のロードマップを掲げている。しかし、自動運転やDXの進化スピードは極めて速く、わずか2～3年で技術が「旧世代」化し、昨年から生成AIが劇的な進化を遂げている。技術の進歩に対して法整備が追いつかない現状は深刻である。特に、AIが判断の主体となる時代において、人間が操作することを前提とした「クレーン等構造規格」や「安全規則」の「構造・電気・制御」といった既存規定と、最新技術との乖離が、開発現場における最大の障壁となっている。「アジャイル型ガバナンス」が求められる。

種別	機種	状況		
		検討	開発・実証	実施
遠隔操作	タワークレーン			○ (敷地内のみ)
	移動式クレーン		○	
半自動	タワークレーン		○	
完全自動化	タワークレーン	○		
	移動式クレーン	○		

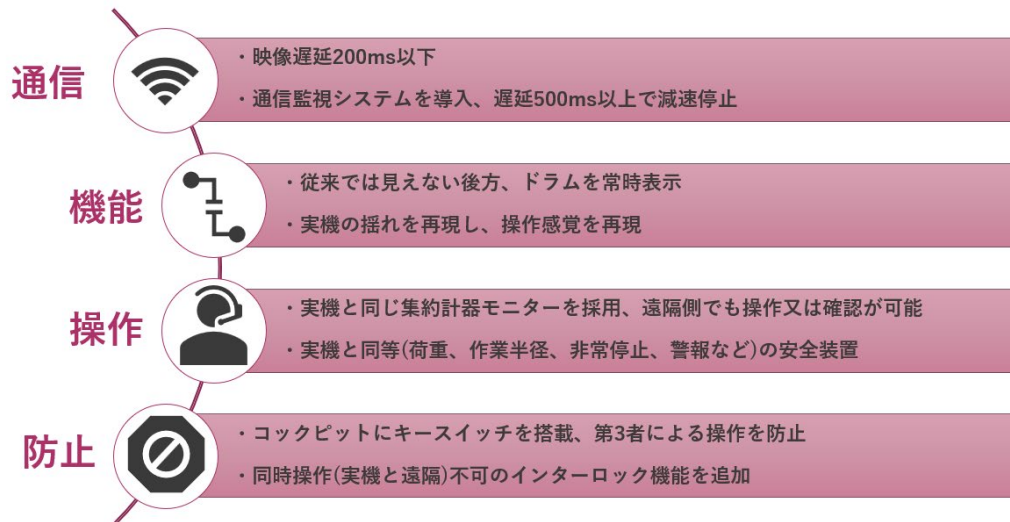
※タワークレーン遠隔操作の工事適用率は、適用全体の1%にも満たない状況。



分類	段階	役割分担	想定される作業	課題
遠隔操作	人間がコックピット（地上やオフィス）からカメラ映像を見て操作する段階	人が操縦（視覚はデジタル）	<ul style="list-style-type: none"> 遠隔操作では通常のクレーン作業全般が該当。 高所・危険環境下での揚重：強風が予想される超高層階や、オペレーターの昇降が困難・危険な現場でのクレーン操作。 複数現場の掛け持ち：1人の熟練オペレーターが、移動時間をゼロにして、午前は札幌、午後は高松の現場を切り替えて操作する。 夜間や荒天時の対応：地上の安全な環境から、必要最低限の資材移動を行う。 「遠隔操作は現状のオペレーターを排除するものではなく、人材不足を解消し、職業としての魅力を高めるための切り札である」という視点は、2026年現在の建設業界において最も現実的かつ重要な戦略です。「現場」からの解放による人材不足解消、「マルチ現場運用」による生産性向上、eスポーツのような「カッコいい」職業への変革 	<ul style="list-style-type: none"> 通信遅延（レイテンシ）と、風などの「体感情報」の欠如（遅延によるミスは誰の責任か） 長距離遠隔の際、コックピット・クレーン設置地が異なるため、落成検査を受ける労基の管轄はどうなるのか
半自動	システムが特定の動作を支援し、人間が最終判断や「難しい部分」を担う	人＋システムの協調	<ul style="list-style-type: none"> 定型ルートでの自動搬送：地上のピックアップ地点から、あらかじめ設定された「目標階の旋回エリア」付近までの移動を自動で行う（荷振れ抑制機能付き）。 障害物自動回避：建物や他のクレーンとの接触をセンサーが検知し、自動で停止または回避ルートを提案する。 イン칭ング（微動）支援：荷下ろしの数センチ単位の調整を、AIが視覚センサーを用いてガイドまたは自動補正する。 	責任の境界線（システム支援中のミスは誰の責任か）
完全自動	人間が介在せず、AIが全ての動作を完結させる段階です。	AIが全責任	<ul style="list-style-type: none"> 定型資材の連続揚重・反復作業：コンクリート運搬、PC板（プレキャストコンクリート）や鉄筋束など、形状が一定の資材を、決まった仮置き場から決まった取り付け位置まで繰り返し運搬する。 夜間・休日の資材整理：人がいない時間帯に、翌日の作業効率が最大化されるよう、ヤード内の資材配置を自動で組み替える。 複数基の群管理（フリート制御）：同一現場内の複数のタワークレーンが、互いの位置と干渉をAIでリアルタイムに計算し合い、最適な順序で自律的に稼働する。 	クレーン等構造規格の適合と、不測の事態（突風・人等の侵入）への法的保証

■遠隔操作

現在の遠隔操作システムはクレーン協会との「タワークレーン遠隔操作の安全確保委員会」での検討した要求水準としている「遠隔操作システムのPCやPLCを用いた最新の制御方式を採用する際、技術水準としてはJIS規格等の国際的な安全基準を準拠する考えの元で、不可能な場合は安全対策や人的対策によるリスクアセスメント管理による運用としている。要因として、タワークレーン本体そのものは、数十年前の設計思想に基づく『クレーン等構造規格』に縛られており、最新の制御技術との整合性が保てていない。この『古い本体規格』と『新しい制御技術』の乖離が要因となっている。



■無人運転機械（自動運転）

1. 制御方式のミスマッチ（PC/PLC vs 構造規格）

遠隔操作や自動化ではPCやPLC（プログラマブルロジックコントローラ）による高度な演算が不可欠ですが、これらが「クレーン等構造規格」の想定外となっています。

- 「電気部分」の旧時代性：構造規格の電気規定は、主に漏電防止、絶縁、物理的なスイッチやリレー回路を想定しています。PC/PLCによる「ソフトウェア制御」の信頼性や、通信断絶時のフェイルセーフについての詳細な基準が欠落しています。
- 制御のブラックボックス化：PLC内部のプログラムによる制御は、外部から動作が保証されにくく、従来の「目視で確認できる物理的な安全装置」を求める検査官との認識相違が生まれます。

2. 技術水準とJIS B 9700（機械類の安全性）の乖離

本来、自動運転機械は国際規格に整合したJIS B 9700（設計のための一般的原則：リスクアセスメント及びリスク低減）等の「包括的な安全設計」に基づき開発されるべきですが、現実とは異なります。

- タワークレーン本体の設計思想：現行の多くのタワークレーン本体は、数十年前から続く「構造規格」と「クレーン則」を満たすよう設計されており、JIS B 9700が求める「本質的安全設計」や「高度な制御システム（ISO 13849-1等）」の導入が構造上難しいケースが多いのが実情です。
- 後付けの限界：古い規格に基づいた本体（ハード）に対し、最新のJIS規格やPC制御（ソフト）を「後付け」で載せようとするため、システム全体としての規格準拠が極めて困難になります。

現在、日本国内の安全規格では規制が無く、現状のクレーン構造規格や安全規則の範囲の中で実施している。自動運転やDXを推進する上で、PC/PLCを用いた最新制御を導入しようとする、日本の「クレーン等構造規格」が、国際基準（ISO/IEC/EN）の「機能安全（Functional Safety）」という思想からいかに取り残されているかが浮き彫りになります。遠隔操作や自動運転システムを後付けで開発する際、その安全設計はJIS B 9705（PL：パフォーマンスレベル）やJIS C 0508（SIL：安全整合性レベル）、およびIEC通信セキュリティ規格を見据えた最新の技術水準で進めることになります。しかし、ベースとなるタワークレーン本体は、半世紀近く前の設計思想に基づく『クレーン等構造規格』への準拠が法的に義務付けられており、製造メーカーも最新の機能安全規格（JIS B 9700等）に基づいた設計を行いません。これにより、本体（ハード）と制御システム（ソフト）の間に、設計思想そのものが完全に乖離してしまいます。この結果、システム側で世界標準の安全性（PLやSIL）を確保したとしても、本体側の法適合性の枠組みではその高度な制御が正当に評価されません。これが、実証検証の成果を速やかに社会実装できないという『技術水準と法規制の逆転現象』であり、開発における最大の課題となっています。欧州のEN 13000規格等では、機能安全に基づいた遠隔・自動化の道筋が明確化されていますが、日本独自の構造規格にはその受け皿がありません。JIS B 9700に基づくリスクアセスメントを適正に評価し、最新技術の導入を認容する仕組みが不在なのです。

名称・概要	自動化・遠隔化における役割
JIS B 9700 / ISO 12100（機械類の安全性）	全ての機械に共通する安全設計の基本。リスクアセスメントの実施を絶対条件とする。
JIS B 9705-1 / ISO 13849-1（パフォーマンスレベル（PL））	制御システムの信頼性を「PL a～e」で評価する指標。自動運転には高いPL（d以上）が求められます。PCやPLCなどの制御系（SRP/CS）が故障した際、どれだけの確率で安全を維持できるか（PL/SIL）を数値化する。
JIS C 0508 / IEC 61508（SIL）	電気・電子・プログラマブル電子安全関連系の機能安全。PLC制御の妥当性を示す世界共通言語です。
IEC 62443（産業用通信セキュリティ）	遠隔操作におけるサイバー攻撃や通信乗っ取りを防ぐための必須規格。
JIS B 8433 / ISO 10218（ロボット安全）	自動化クレーンを「大型ロボット」として捉える際の安全基準。
EN 13000（欧州クレーン規格）	クレーン固有の安全要件。遠隔操作や高度な過負荷防止装置の搭載を前提とした詳細規定。
クレーン等構造規格	日本独自の省令。主に部材の厚みや電気の絶縁など「物理的な壊れにくさ」を重視。

■無人運転機械（自動運転）を想定した考えを下記に記載します。

安全設計（JIS B 9700 / ISO 12100）および「クレーン等構造規格」との整合性を踏まえると、遠隔操作や自動運転を前提としたリスクアセスメント（RA）、以下の4つの観点で仕様制限を設けるのが一般的です。

1. 物理的・構造的な仕様制限（ハードウェア条件）

最新の制御（PC/PLC）を載せるための「土台」となる本体の条件です。

- **制御インターフェースの開放性**：既存の電気回路（リレー制御等）に対し、外部（PLC）から安全に介入・遮断できる物理的なインターフェースが確保されていること。
- **メカニカルなバックアップ**：ソフトウェアの指令なしに、物理的なバネや重力で確実に作動する「メカニカルブレーキ」が正常に機能し、定格荷重を保持できること。
- **通信インフラの排他性**：遠隔操作に使用するネットワークが、他の現場通信と混線しない専用帯域（ローカル5Gや専用Wi-Fi等）を確保できること。

2. 使用環境の制限（空間的条件）

RAを実施する前に、機械が動く「範囲」を厳格に定義します。

- **立入禁止区域の物理的隔離**：自動運転時、クレーンの旋回範囲および移動ルートを決め立ち入り禁止処置をする。荷の下方に作業員に対する注意喚起措置（警報やセンサー等）
- **環境因子の許容範囲**：風速（例：10m/s以上は自動停止）、照度、降雨量、降雪量など、センサー（LiDARやカメラ）が正誤認を起こさない環境条件を特定すること。
- **通信遅延（レイテンシ）の閾値**：遠隔操作において、通信遅延が〇〇ms（ミリ秒）を超えた場合に、システムが自動で非常停止（フェイルセーフ）に移行する設定が可能であること。

3. オペレーションの仕様制限（運用の条件）

- **「人」による最終介入権の確保**：自動運転中であっても、常に監視者が「緊急停止ボタン」に手をかけており、システムを上書き（オーバーライド）して手動停止できる体制であること。
- **対象物の特定**：自動運転の対象とする資材を「形状・重量・吊り具が一定のもの（例：PC版や鉄筋束）」に限定し、非定型な資材（例：ブルーシートで包まれた不定形な荷）は対象外とすること。

4. 機能安全に関する前提条件（設計思想の制限）

- **PL（パフォーマンスレベル）の想定**：設計の前提として、JIS B 9705-1に基づき「この作業のリスクにはPL=d（またはSIL 2）が必要である」というターゲットを定め、その水準に満たない旧型PLC等は使用しないという制限。
- **セキュリティ・バイ・デザイン**：外部からのサイバー攻撃に対し、認証された端末以外からのアクセスを物理的・論理的に遮断していること。

■無人運転機械（自動運転）を想定した場合の他の機械等との衝突、周辺作業員への接触防止考えを下記に記載します。

現在の最新技術と、JIS B 9700（リスクアセスメント）およびクレーン則の安全精神に基づいた、労働災害防止の具体的措置を整理します。

遠隔操作や自動運転では「運転士の五感」が遮断されるため、それを補う「**デジタルな五感**」と「**物理的な隔離**」が対策の柱となります。

1. 他の機械（隣接クレーン等）との衝突防止対策【自動運転】

タワークレーンが複数基並ぶ現場（群管理）では、以下の措置が必須です。

● 衝突防止システムの二重化（インターロック）

- ・ **GNSS・エンコーダ連携**：各クレーンのジブの位置、旋回角、トロリ位置をリアルタイムで相互に通信し、衝突の危険がある「進入禁止ゾーン」を動的に設定。接近時に自動で減速・停止する機能をJIS B 9705のPL=d相当で実装します。
- ・ **LiDARによる動体検知**：設計データ上の位置だけでなく、実際の空間をLiDAR（レーザースキャナー）で常時スキャンし、他機のジブや予期せぬ障害物を物理的に検知して停止させます。

● 通信途絶時のフェイルセーフ

- ・ クレーン間の通信が途切れた際、各機が即座に「他機と干渉しない自機の作業半径内のみ」に動作を制限し、かつ安全な位置で自動停止するロジックを組み込みます。

2. 周辺作業員への接触防止対策（地上・荷受時）【自動運転】

自動運転において最もリスクが高いのが、資材の吊り上げ・吊り下ろし時の作業員との接触です。

● 物理的隔離と電子フェンス（AIカメラ）

- ・ **立入禁止区域の厳格化**：荷の下方および旋回範囲を物理的な対策・センサー、AIカメラ（画像認識）で人間が侵入した瞬間にシステムを事前に警報かつ段階的な速度規制又は強制停止させます。
- ・ **スマートタグの活用**：地上作業員がヘルメット等にICタグを装着し、クレーンのフックや荷が一定距離内に近づくと、作業員側には振動で警告を発するシステムを導入します。

● 自動荷振れ抑制機能

- ・ 接触事故の多くは荷の「揺れ」が原因です。自動運転プログラムにより、加減速時の荷振れを最小限に抑え、狙った位置にピタッと止める「制振制御」を標準化します。

4. 運用・体制面での措置【自動運転】

● 「地上監視員」の配置と緊急停止権限：

- ・ 自動運転中であっても、現場には状況を目視確認できる監視員を配置します。監視員はワイヤレスの「非常停止リモコン」を常時携帯し、AIやセンサーが検知できない異常（突風による荷の煽られ等）に対し、即座に介入できる体制を整えます。

● 気象センサーとの連動：

- ・ 風速計とシステムを直結させ、規定風速を超えた場合に自動で「強風対処モード」へ移行し、速やかに作業を止める措置を講じる。

5. 遠隔操作における労働災害防止措置【遠隔操作】

● 「視覚の死角」の解消：

- ・ **多角的なカメラビュー**：ジブ先端からの俯瞰映像、フック直下映像、および旋回体周囲の360度映像を、運転席と同等以上の視界を確保します。
- ・ **計器情報表示**：モニター上に実際の映像と、定格荷重など表示し、判断ミス（ヒューマンエラー）を防止します。

● 通信レイテンシ（遅延）の管理：

- ・ 遠隔操作における操作の「遅れ」は重大な事故に直結します。通信遅延が一定値（例：500ms）を超えた場合、即座に「保持状態」へ自動移行する安全回路を設けます。

運転操作性の確保

■無人運転機械（自動運転）を想定した場合の運転操作性の確保

- 自動運転においても、有資格者、機上操作経験、ITスキルを有する者が操作するかする。
- 緊急時、遠隔操作での対応又は機上での操作が可能とする。
- インテリジェント操作支援自動制振（荷振れ抑制）制御：
レバー操作に対して、コンピュータが荷の揺れを計算し、逆位相の動きを加えて揺れをピタッと止める支援機能。
- AR（拡張現実）ガイダンス：
モニター上に「荷の軌跡予測」や「障害物までの距離」を数値で表示し、目測誤りを防止します。

■遠隔操作を想定した場合の運転操作性の確保

オペレーターが「現場にいない」ことによる情報の欠落を補うための措置です。

- 有資格者による運転かつ機上における経験年数と事前教習修了者による運転とする。
- 超低遅延・高精細フィードバック
高画質・低遅延映像：操作と映像のタイムラグを「違和感のないレベル」まで短縮。
- ハプティクス（触覚）技術
コンタクタの動作音やモーター等の振動をオペレーターに伝えることで、「手え」のある操作性を確保する。

無人運転機械（自動運転）による停止時・トラブル時の安全確保

●「遠隔復旧」と「自動危険回避」の措置（システム層）

現場に駆けつける時間を稼ぐ、あるいは駆けつけずに解決するための機能です。

- 自動退避・安全姿勢保持ロジック：マイナートラブル（センサーの一時的なエラー等）検知時、荷を直近の安全な荷下ろしポイント、あるいはあらかじめ設定された「安全待機エリア」まで自動で移動させ、地上数センチの位置で保持する機能を実装します。
- 多角的な「遠隔診断」システム：4Kカメラ、マイク（異音検知）、振動センサー、トラブル原因を特定できる環境を構築します。

●「現地対応」の代替措置（運用・法的要件層）

有資格者が現地不在であることによる法的・実務的リスクを補うための運用体制です。

- 「特定監視員」への権限移譲：クレーンの操作資格は持たなくても、緊急停止ボタンの操作と現場の状況確認のみを行う「現場監視員」を配置し、トラブル発生時に即座に周囲の作業者を避難させる体制を整えます。
- 緊急時の「物理的ロックアウト・タグアウト」手順：故障した機械が遠隔操作で誤って再起動されないよう、現地の監視員が物理的に主電源をロックし、有資格者が到着するまで再起動を防止する手順をマニュアル化します。
- サービスマン・有資格者の「緊急駆けつけ体制」の規定：トラブル発生から現場到着までの許容時間（例：1時間以内）を定め、その間の周辺安全をどのように維持するか（立ち入り禁止の継続等）を、施工計画書およびリスクアセスメントに明記します。

無人運転機械（自動運転）遠隔操作の運転者（操作者）に求められる技能の確保

運転者（操作者）に求められる技能の確保、有資格者かつ建設現場での経験、事前運転講習など、遠隔操作や自動運転の普及において、「免許を持っていること」と「実際に安全に操作できること」の乖離を埋めるための「新時代の技能確保」が不可欠です。

特に、現場にいないオペレーターには、物理的な感覚（風や振動）を補う高度なデジタルスキルが求められます。

1. 有資格者の前提と「遠隔操作特有」の追加技能

クレーン運転士免許（つり上げ荷重5トン以上等）の保持は法的必須条件ですが、遠隔操作では以下のスキルが追加で求められます。

- ・ デジタル・空間認識能力：2次元モニターの映像から、荷と周辺構造物の距離感を正確に把握する能力（奥行き感覚の補正）。
- ・ 通信レイテンシ（遅延）への適応：コマ数秒の操作遅延を計算に入れた、予測的なレバー操作技術。
- ・ ITリテラシー：PCやPLC、ネットワークの状態（パケットロスやエラーログ）を理解し、システム異常か機械的故障かを切り分ける判断力。

2. 建設現場経験の重要性（現場の「空気」を知る）

遠隔操作の席に座る者は、「現場実務の経験者」であるべきという考え方が主流です。

非定型リスクの予見：画面には映らない「作業員の不意な動き」や「吊り荷の荷解き時の挙動」を、過去の経験から予測して事前に対処する能力。

- ・ 現場とのコミュニケーション：地上の合図者や職長と、無線を通じて「現場の共通言語」で的確に意思疎通できる能力。

3. 事前運転訓練（シミュレーション又は実機講習）

JIS B 9700のリスク低減策の一環として、以下の「事前講習」が推奨されます。

- ・ 事前訓練：デジタルツイン（現場を再現した仮想空間）又は実機にて遠隔操作の感覚を徹底的に叩き込みます。
- ・ 異常事態シミュレーション：通信遮断、強風、センサー故障などのトラブル発生時の「非常停止・復旧手順」を繰り返し訓練します。
- ・ 「現地」での実機講習：遠隔操作を始める前に、一度は現地のクレーンに登り、現場の広さ、死角、周囲の障害物を自分の目で確認する「現地現物教育」が、事故防止に極めて有効です。

4. 技能認定・教育システムの構築例

社内または業界団体で以下のような独自の教育プログラムを設ける。

- ・ 座学：遠隔操作システムの構造、通信規格、サイバーセキュリティの理解。
- ・ 実技（実機）：最初は現地に指導員を配置した状態での遠隔操作実習、規定のコースを遅延がある状態でクリアする試験。
- ・ 修了証の発行：会社として「遠隔操作適格者」を認定し、リスクアセスメント上の人的対策として位置づける。

魅力ある「プロフェッショナル」の再定義

「誰でもボタン一つで動かせる」のではなく、「高度な資格と現場経験を持ち、さらに最新テクノロジーを使いこなすエリート・オペレーター」として技能を定義し直すことが、人材不足の解消と安全確保を両立させる。

タワークレーン遠隔操作(自動化)の実装に向けた課題と規制改革要望

作成日：2026年1月13日

対象項目：クレーン等構造規格、クレーン等安全規則、JIS B 9700シリーズ、機能安全規格（PL/SIL）

1. 背景と開発の現状(遠隔操作)

当社は2016年より研究開発をスタートし、①モニタリング、②制御、③最適化、④遠隔操作、⑤半自動、⑥完全自動化の6段階ロードマップに基づき開発を推進してきた。

2022年には高松一札幌間での長距離遠隔操作の実証検証を実施。遠隔操作は、単なる無人化ではなく、オペレーターを過酷な現場環境から解放し、複数現場を横断的に支える「高度専門職」へと進化させ、深刻な人材不足の解消と業界の魅力向上を目指すものである。

2. 核心的な課題：技術水準と法規制の「逆転現象」

自動運転やDXを推進する上で、PC/PLCを用いた最新制御を導入しようとする、日本の「クレーン等構造規格」が国際基準（ISO/IEC/EN）の「機能安全（Functional Safety）」という思想から取り残されている現状が浮き彫りとなっている。

- 設計思想の乖離：遠隔操作・自動運転システムの安全設計は、JIS B 9705（PL）やJIS C 0508（SIL）、およびIEC通信セキュリティ規格を見据えた最新水準で進めている。しかし、ベースとなるタワークレーン本体は、半世紀近く前の設計思想に基づく「クレーン等構造規格」への準拠が法的に義務付けられており、最新の機能安全規格（JIS B 9700等）に基づいた設計がなされていない。
- 社会実装の障壁：システム側で世界標準の安全性（PL/SIL）を確保しても、本体側の法適合性の枠組みではその高度な制御が正当に評価されない。この「古い本体規格」と「新しい制御技術」の乖離こそが、実証検証の成果を速やかに社会実装・普及できない根本原因である。

3. 労働災害防止および安全確保の具体的措置

現地に有資格者やオペレーターが不在となる状況を想定し、以下の多重的な安全策を講じている。

- 技術的措置：3D LiDARやAIカメラによる「バーチャルフェンス」の構築、通信途絶時のフェイルセーフ・ブレーキの多重化、超低遅延映像とハプティクス技術による操作性の確保。
- 運用的措置：現場監視員（緊急停止権限保持者）の配置、JIS B 9700に基づく厳格なリスクアセスメント（使用環境・対象資材の限定）、および遠隔操作特有の追加技能教育の実施。

4. 規制に対する要望事項

遠隔操作・自動運転のための制御や映像通信において、遅延や瞬断時に自動停止する仕組みはソフトウェア的に実装済みである。しかし、これらをハードウェア的に満足する（PL/SIL認定を受けた）機器は、現在の市場に十分に提供されていない。

- 評価制度の柔軟化：安全機能の数値的評価（PL等）だけで安全性を担保する現行制度は、技術開発の停滞を招く懸念がある。市場に適合機器が存在しない場合、ソフトウェア的な制御と運用的・人的な代替措置（リスクアセスメントに基づく管理）を組み合わせることで、同等以上の安全性を担保できれば、特例として認容する制度を構築いただきたい。
- コストと革新のバランス：過度なハードウェア要件はコストを増大させ、DXの普及を阻害する。技術進化のスピード（2年サイクル）に合わせ、仕様を細かく規定する「仕様規定」から、達成すべき安全目標を定める「性能規定」への転換、およびアジャイル型ガバナンスの導入を強く要望する。

5. 結びに代えて

技術はすでに世界水準に達しているが、法規制が昭和の「人間による操作」を前提としたままである。本要望は、働く人を守り、建設業界の未来を創造するための「働き方改革」そのものである。官民が相互に解決策を模索し、実効性のある新基準の策定を急ぐべきである。

