

自動施工に おける安全ルール Ver.1.0

令和 6 年 3 月

国土交通省 大臣官房
参事官（イノベーション）グループ

目次

1. 本ルール役割、位置づけ	3
1. 1 概要	3
1. 2 対象とする工種等	4
2. 用語の定義	4
3. 安全性確保のための関係者の役割及びリスクアセスメント	6
3. 1 安全性確保の原則	6
3. 2 安全性確保のための関係者の役割	6
3. 2. 1 製造者等	6
3. 2. 2 販売者等	6
3. 2. 3 施工者等	6
3. 2. 4 使用者	7
3. 3 リスクアセスメント	7
4. 自動施工における安全方策	9
4. 1 エリアの設定	9
4. 2 エリアの変更	10
4. 3 エリアの運用と安全方策	10
5. 自動建設機械や設備に求める安全方策に必要な機能	12

1. 本ルール役割、位置づけ

1. 1 概要

本ルールは、自動施工において、体系的に整理された安全方策を提示することで、自動施工における安全方策検討の効率化や、安全方策実施の適切化を図り安全を確保することを目的とする。

建設現場における安全に対する前提条件として建設現場の責任は第一に施工会社が負う考え方のもと、自動施工を実施する施工会社、ならびに自動施工のためのシステムを構成する機械及びプログラム等の開発者は、安全方策の検討にあたって本ルールを参照するものとする。ただし、本ルールは、あくまでも標準的な安全方策を示すものに過ぎない。本ルールの記載内容が、現場条件等にそぐわない場合は、同等のリスク低減効果を有する安全方策に代えるなど、柔軟に対応するものとする。

また、本ルールは以下の文書と併せて活用されることを想定している。

- ・「機械の包括的な安全基準に関する指針」（厚生労働省）（H19.7.31）
- ・「危険性又は有害性等の調査等に関する指針」（厚生労働省）（H18.3.10）
- ・「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」（厚生労働省）（平成28年厚生労働省告示第353号）
- ・「リスクアセスメント建設業版マニュアル」（建設業労働災害防止協会）
- ・「建設機械施工安全技術指針」（国土交通省）（H17.3.31）
- ・「建設機械施工安全マニュアル」（国土交通省）（H17.3）
- ・「建設機械施工安全技術指針・指針本文とその解説」（日本建設機械施工協会）（H18.2）

本ルールは、「建設機械施工の自動化・自律化協議会」及びその下部組織である「安全・基本設定ワーキンググループ」での検討を踏まえて作成されたものである。協議会には労働安全や機械安全を所管する厚生労働省や経済産業省及び関係業団体、そして建設機械施工関係の有識者や業団体も参画しており、施工現場の生産性向上・省人化と働き方改革の実現に向けては、現場の安全方策の決定や関係者との協議・調整、書類・手続きの簡素化など、本ルールが実現場の様々な場面で広く活用されることが重要である。建設機械施工の自動化技術は途上の段階にあることから、建設機械施工における自動化技術の使用状況、安全技術の進展状況、新たな自動施工機械の開発状況等を踏まえて、今後も必要に応じて修正することとする。

なお、遠隔施工はこれまでの災害対応時の施工実績等があることから、通常工事においては、本ルールを必要に応じて適宜準用することとする。

本ルールの策定により、自動・遠隔施工が普及促進されるとともに、今後、国が進めるインフラ DX の取組（施工現場の施工データの見える化やデータを集約・共有するデータプラットフォームの活用、3次元モデルを活用したデジタルツインの構築等）とも連携し、施工現場の更なる高度化に繋がることを期待する。

1. 2 対象とする工種等

対象となる工種・機種・周辺環境については、技術の発展や現場ニーズを踏まえて順次定めていくこととする。

2. 用語の定義

【自動施工】

自動建設機械を1台以上用いて行う施工。自律施工ともいう。

【自動建設機械】

オペレータが建設機械に搭乗せずに、作業に必要な建設機械の動作を、主として、与えられたプログラムやアルゴリズムに従い、カメラやセンサで取得した周辺環境及びその他の情報を参照した上で、それらに対応するように動作する機能を備えた建設機械。自動施工機械、自律建設機械、自律施工機械ともいう。

【遠隔建設機械】

オペレータが建設機械に搭乗せずに、作業に必要な建設機械の動作を主として遠隔操作により行うことができる建設機械。遠隔施工機械ともいう。

【有人建設機械】

オペレータが機械に搭乗して直接操作する建設機械。マシンコントロールシステムに代表される部分的な自動化技術が実装されている建設機械であっても、オペレータが搭乗している場合は、有人建設機械とする。

【自動施工実施者】

自動施工を実施する施工会社、及び自動施工のためのシステムを構成する機械及びプログラム等の開発者、ならびにそれらの共同体など。以下の4つのグループで構成される。なお、一つの者が複数の役割を担う場合もある。

【製造者等】

自動建設機械の設計、製造・製作または輸入（以下、「製造等」という。）を行う者。

【販売者等】

自動建設機械の販売、リース、レンタル（以下、「販売等」という。）を行う者。

【施工者等】

自動建設機械を導入し、管理または修理（以下、「管理等」という。）を行うほか、使用者に指示して自動建設機械を使用させる者。

【使用者】

自動建設機械を使用する者。

【エリア】

自動施工を行うために、人や機械の立入制限等を目的に設定する区域。以下に掲げる「無人エリア」「立入制限エリア」「有人エリア」の3つの区域で構成される。

【無人エリア】

自動施工を行うため、原則として作業員、建設機械オペレータ、有人建設機械など、人が立ち入らないエリア。

【立入制限エリア】

無人エリアの周囲に配置し、自動建設機械が予期しない動作を行った場合においても、自動建設機械がその範囲を逸脱しないエリア。原則として作業員、建設機械オペレータ、有人建設機械など、人が立ち入らないエリア。

ただし、許容可能な程度にリスクを低減した条件下において、一時的に有人建設機械が作業する区域（中継区域※）をエリアの境界に設定できる。

※中継区域：有人ダンプトラックによる土砂の積み下ろしなど、有人建設機械が一時的に立ち入ることを想定してエリアの境界に設定する区域。本区域は、建設機械に搭乗しない作業員は立ち入らないものとし、また、オペレータは有人建設機械から降車しないものとする。

【有人エリア】

有人建設機械による施工を行うエリア。原則として自動建設機械及び遠隔建設機械が立ち入らないエリア。

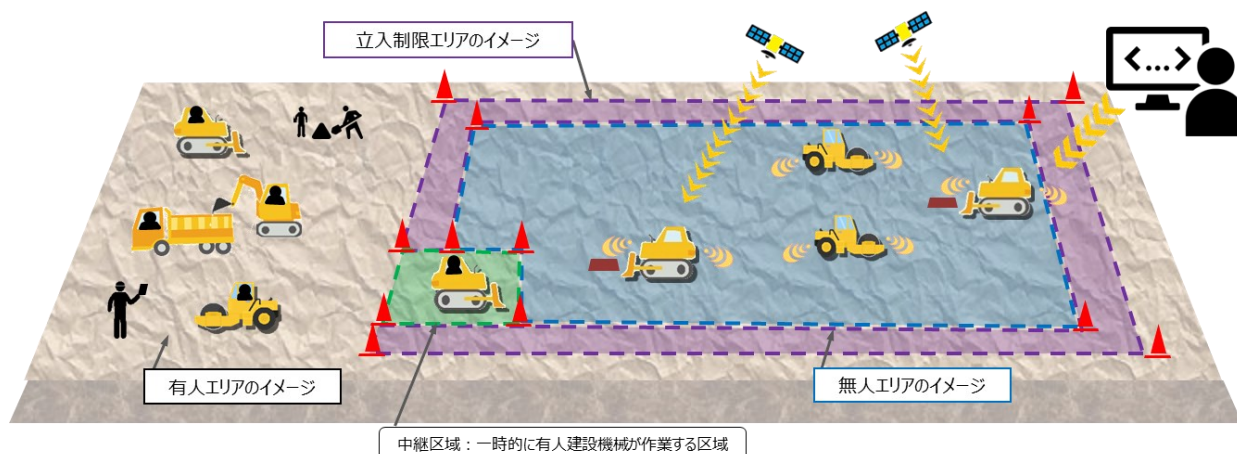


図 2.1 エリア設定のイメージ

【非常停止システム】

危険状態を生じない範囲で可能な限り緊急にシステム全体を停止するシステム。

【監視】

自動施工の稼働状態やその周辺状況を目視やモニター、GNSS (Global Navigation Satellite System) による位置情報等により確認し、必要な場合には警告の発報や非常停止システムの動作など行うこと。

3. 安全性確保のための関係者の役割及びリスクアセスメント

3. 1 安全性確保の原則

自動施工の導入にあたっては、自動施工実施者は、自動建設機械の特性、管理等・販売等・使用の状況、類似事例等を踏まえた自動施工のリスクアセスメントと、その結果に基づく保護方策の立案及びリスク低減効果の推定を反復し、リスクを許容可能な程度に低減すること。

3. 2 安全性確保のための関係者の役割

自動施工の実施にあたり、自動施工実施者は、安全の確保のため、以下の取組を行うこと。

3. 2. 1 製造者等

- 1) 製造者等は、製造・製作する自動建設機械について、許容可能な程度にリスクを低減し、販売者等、施工者等及び使用者に、管理上、販売上、または使用上の情報を提供すること。
- 2) 製造者等は、販売者等と連携の上、製造者等自らまたは販売者等を通じて、自動建設機械の施工者等、使用者の求めに応じて、自動建設機械の施工者等、使用者に対し、自動建設機械の安全な使用等に係る必要な説明を実施し、十分理解を得ること。

3. 2. 2 販売者等

- 1) 販売者等は、施工者等に対して自動建設機械の販売等を行うときは、製造者等から提供された管理上、販売上及び使用上の情報等を十分確認すること。
- 2) 販売者等は、製造者等と連携の上、製造者等から得られた販売上の情報に基づき、自動建設機械の適切な販売等を行うこと。
- 3) 販売者等は、施工者等または使用者に対し、製造者等から提供された管理上及び使用上の情報について、標識、警告表示等の貼付、取扱説明書の交付等の適切な方法により提供すること。
- 4) 販売者等は、製造者等の許可なく、製造者等が講じた保護方策の効果を減ずるような自動建設機械及びプログラム等の改造を行わないこと。

3. 2. 3 施工者等

- 1) 施工者等は、自動建設機械の導入に際しては、製造者等や販売者等の協力の下、製造者等や販売者等から提供された当該自動建設機械の管理上及び使用上の情報、リスクの存在、保護方策を十分に理解し、自動建設機械の使用を想定している施工現場やその周辺における環境等を確認した上で自動建設機械の導入の可否を適切に判断すること。
- 2) 施工者等は、自動建設機械を使用者に使用させるときは、製造者等や販売者等の協力の下、適切な方法により当該自動建設機械の使用等に係る危険性の把握を行うこと。また、管理上または使用上の情報及び把握した危険性等に基づき、製造

者等や販売者等の協力の下、適切な方法により必要な保護方策を行うこと。

- 3) 施工者等は、使用者に対し、自動建設機械を安全に使用するために必要な使用上の情報やリスクの存在、保護方策の内容を適切な方法により提供すること。
- 4) 施工者等は、製造者等から得た管理上の情報に基づき、自動建設機械を適切に管理すること。
- 5) 施工者等は、製造者等の許可なく、製造者等が講じた保護方策の効果を減ずるような自動建設機械及びプログラム等の改造を行わないこと。
- 6) 施工者等は、自動建設機械が安全に使用されていることを随時確認すること。
- 7) 施工者等は、自動建設機械が安全に使用できる状態にあることを点検等を通じて随時確認すること。
- 8) 施工者等は、次に掲げる項目を踏まえた自動施工に係る計画を策定すること。
 - (1) 自動施工の内容等
 - (2) 自動施工のエリア設定
 - (3) 自動施工の工程等（手配～運用～撤去）
 - (4) 自動施工に使用する機械や設備等
 - (5) 自動施工の管理体制
 - (6) 自動施工の安全管理
 - (7) 自動建設機械の日常点検や定期点検
 - (8) 自動建設機械の故障時の対応
 - (9) 自動建設機械の給電・給油方法
 - (10) 自動建設機械のアタッチメント交換等
 - (11) 関係者連絡一覧表や通常時の管理体制
 - (12) 緊急時連絡体制や緊急体制組織表の確立
 - (13) 自動施工に係る教育訓練等と記録方法
 - (14) その他、自動施工に係る安全確保に必要な事項

3. 2. 4 使用者

- 1) 使用者は、自動建設機械の使用にあたり、製造者等、販売者等又は施工者等から提供される使用上の情報、リスクの存在、保護方策を十分確認すること。
- 2) 使用者は、使用上の情報等に基づき、自動建設機械を適切に使用すること。

3. 3 リスクアセスメント

製造者等、販売者等、施工者等又は使用者は連携して、「4. 自動施工における安全方策」「5. 自動建設機械や設備に求める安全方策に必要な機能」に留意し、次に定める順序によりリスクアセスメントを実施すること。なお、実施に当たっては ISO12100 (JIS B 9700) を適宜参照すること。

1) リスクの特定

当該施工現場における地形や天候などの環境条件、自動施工に関する施工計画、自動建設機械の特性や安全関連機能などを踏まえ、人に危害を及ぼすリスクを抽出し特定すること。

2) リスク評価

1) で特定したリスクについて、重篤度と発生頻度を見積もること。

3) 除去または低減するリスクの優先度の決定

2) で見積もったリスク評価を基に、リスクの優先度を決定すること。

4) リスクを除去または低減するための手段（保護方策）の決定

3) で決定した優先度を踏まえ、当該リスクを除去・低減するための手段（保護方策）を検討すること。検討に当たっては、まず除去が可能か否かを検討し、何等かの理由で除去が困難である場合は、リスクを許容可能な程度まで低減するための検討を行い、除去・低減手段（保護方策）を決定すること。

5) 計画への反映・実施

4) で決定した保護方策について、3. 2. 3の8) に定める自動施工に係る計画に反映し、適切に実施すること。

6) リスクアセスメントの追跡

自動施工に係る計画の内容に変更等が生じた場合や環境条件の変化等により新たな危険源が生じた場合、1) ～ 5) の手順を再度実施し、リスクの除去・低減に努めること。

4. 自動施工における安全方策

本節では、自動施工中の安全を確保するための安全方策を示す。なお、本節での無人エリアの設定・運用等にあたっては、付随する立入制限エリアや中継区域についても検討するものとする。

4. 1 エリアの設定

(1) エリアの設定と面積

施工者等は、自動建設機械が稼働する範囲を考慮し、エリアを設定しなければならない。エリアの設定に当たっては、「無人エリア」「有人エリア」「立入制限エリア」を必要に応じて設定しなければならない。「無人エリア」を設定する場合、その周囲に「立入制限エリア」を配置しなければならない。ただし、十分な強度を有する防護柵や障害物、または地形条件などによって建設機械の「無人エリア」からの逸脱及び「有人エリア」への侵入を物理的に防止する措置を講じたときは、この限りでない。その際、自動建設機械の機種や特性に応じて、安全を確保できる十分な面積を確保しなければならない。

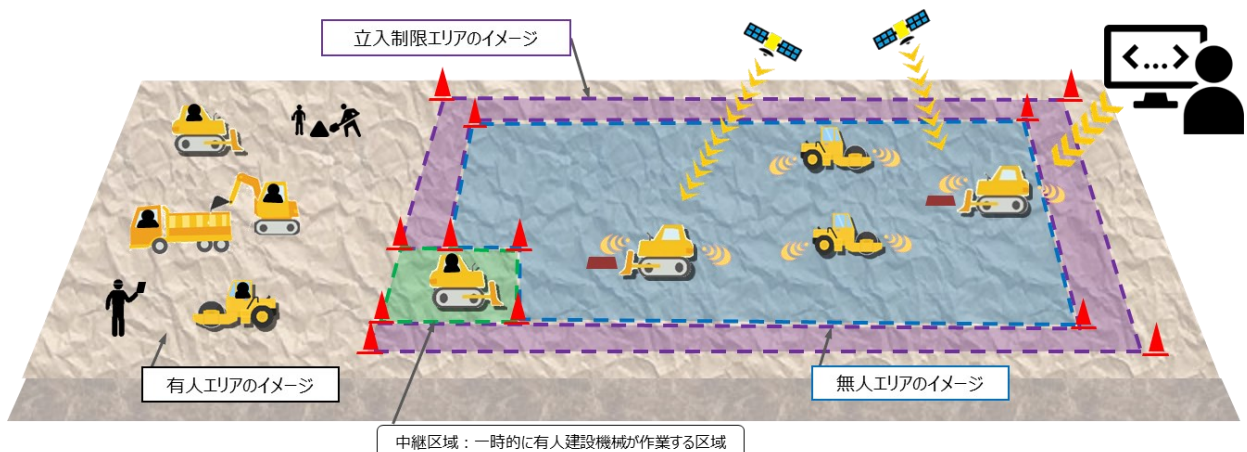


図 4.1 エリア設定のイメージ (再掲)

(2) エリアの区割

施工者等は、異なるエリア間の境界を認識可能な方法で区割りしなければならない。ただし、運搬機械の出入り口など機能上境界を設けられない部分等についてはこの限りでない。

(3) 逸脱・侵入防止対策

施工者等は、自動建設機械または遠隔建設機械、有人建設機械及び有人車両が他のエリアへの逸脱・侵入を防止する対策を講じなければならない。なお、安全性の向上や冗長性の観点から複数の逸脱防止対策を具備することが望ましい。(対策の内容については「5. 自動建設機械や設備に求める安全方策に必要な機能」も参照されたい。)

(4) 接触防止対策

施工者等は、自動建設機械同士、自動建設機械と遠隔建設機械または有人建設機械が接触することを防止するための対策の要否を検討し、必要に応じて対策を講じること。接触防止対策は、自動建設機械本体に具備するもの、外部からの監視によるもの等が考えられる。(対策の内容については「5. 自動建設機械や設備に求める安全方針に必要な機能」も参照されたい。)

(5) エリアの監視

施工者等は、有人建設機械及び有人車両、作業員等が誤って無人エリアに侵入しないように、また、自動建設機械が誤って無人エリアを逸脱しないよう、エリアの監視をすることが望ましい。監視における自動建設機械の位置把握方法としては、GNSS や監視カメラなどが考えられる。

4. 2 エリアの変更

施工者等は、自動施工を行う施工範囲の変更に伴い、無人エリア・有人エリアの範囲を変更することができる。変更にあたっては、事前に変更する施工範囲、変更する日時及びその他の変更する内容等を関係者全員に確実に周知しなければならない。

4. 3 エリアの運用と安全方針

施工者等は、無人エリアにおける自動施工実施時の安全を確保するため、以下に示す運用ルール等について検討しなければならない。

(1) エリアへの進入退出時の手順等

施工者等は、無人エリアへの進入退出時の手順等を定めておかなければならない。具体的には、自動建設機械や遠隔建設機械、有人建設機械の進入する順番、自動建設機械が搭乗操作が可能な場合は搭乗から自動施工へ切り替える手順や場所、自動施工を開始する前の確認事項(例:GNSS の精度確認、管理機器類の動作状況等)などが考えられる。また、退出時も同様である。

(2) 自動建設機械及び有人建設機械の操作者の選任

施工者等は、自動施工実施前後に自動建設機械の日常点検や搭乗操作ができる場合は搭乗操作を行う者等を選任しなければならない。

(3) 監視者の選任

施工者等は、無人エリアの監視をする場合には、監視について責任を負う監視者を選任しなければならない。監視は、同時に複数の手段で行うと、より安全性が担保される。

(4) 運用体制の確立

施工者等は、自動施工の実施に際して運用体制を確立しなければならない。操作者や

監視者を選任し配置するとともに、各種システムの管理者や点検者、自動建設機械の管理者や点検者などを選任し配置しておく必要がある。また、それぞれの担当者の役割や担当範囲についても決めておく必要がある。

(5) 自動建設機械の不具合の対処方法の確立と安全確保

施工者等は、自動建設機械に何等かの不具合が生じた場合、機種に応じた、また不具合の内容等に応じた対処方法を事前に確立するとともに、不具合対処時の作業者等の安全を確保しなければならない。

また、不具合対処時の自動建設機械の異常動作への対策を講じることが望ましい。

(6) 日常の自動施工の準備や片付け等

施工者等は、始業点検後の自動建設機械の無人エリアへの移動や施工終了後の保管場所への移動などの運用ルールを定めておかなければならない。

(7) 緊急時の体制等

施工者等は、緊急時に備え、一般の工事と同様に自動施工版の緊急時の体制等を整えておかなければならない。

(8) 連絡手段及び連絡体制の確立

施工者等は、自動施工の関係者との連絡手段及び連絡体制を確立しておかなくてはならない。特に、関係者との緊急連絡手段は重要であり、トランシーバ等の即時連絡が可能な機器を使用しなければならない。

(9) 教育訓練

施工者等は、自動施工を実施する現場の作業者の新規入場者教育において、自動施工の概要、安全管理の内容、立入り制限等の教育をしなければならない。また、自動施工の範囲や内容等の変更があった場合は、事前に定期的に実施する安全訓練等で周知しなければならない。自動施工の関係者に対しては、緊急時における進入のルール等を教育しなければならない。

5. 自動建設機械や設備に求める安全方策に必要な機能

本節では、自動施工の実施にあたり、使用する自動建設機械や設備に求める安全方策に必要な機能を示す。

(1) 自動建設機械の非常停止システム

自動施工実施者は、自動建設機械の非常停止システムについて検討し、具備しなければならない。非常停止システムについては、複数の方法による具備が望ましい。

(2) エンジン始動・停止と非常停止システム

自動施工実施者は、不具合対処時の作業者等の安全確保のため、自動建設機械を遠隔操作器で操作できる場合には、遠隔操作器にはエンジン始動・停止機能と非常停止システムを具備することが望ましい。なお、エンジン始動は自動・遠隔建設機械周囲の安全を確認した上で行わなければならない。また、エンジン始動だけで作動を開始・再開してはならず、停止状態を維持していなければならない。なお、複数の非常停止システムを具備する場合は、遠隔地から非常停止システムを動作できる機能が使用する無線と別回線の無線による非常停止システムの可否を検討することが望ましい。

(3) 自動建設機械の自動停止

自動施工実施者は、自動建設機械と自動建設機械を遠隔から管理するシステム等との通信が途絶した場合、自動停止しなければならない。自動停止とは、自動建設機械にブレーキをかけた状態等の機械停止の状態であり、エンジンの動作・停止を問わない。なお、通信が復旧した場合、停止状態の解除は自動建設機械周囲の安全を確認した上で行わなければならない。

(4) 表示灯の具備

自動施工実施者は、自動建設機械の視認しやすい位置に現在の状態を明示する表示灯等を具備しなければならない。ただし、施工範囲に人が侵入することが物理的に困難であり、建設機械の現在の状態を明示する機能を他に有している場合は、その限りではない。

表示灯等で示す情報は下記等を具備していることが望ましい。運用時には、関係者が休憩する場所等に表示灯等が示す情報について説明する図等を明示することが望ましい。

- ① 自動運転状態の表示（自動運転状態にあるか否かの表示）
- ② 遠隔操作状態の表示（遠隔操作状態にあるか否かの表示）
- ③ 動力（エンジン等）の ON-OFF 状態の表示
- ④ 無線通信の接続・切断の表示
- ⑤ 異常の有無の表示



写真 5.1 自動建設機械の表示灯の例

(5) 自動と搭乗の切替スイッチ他

自動施工実施者は、自動建設機械が搭乗による操作が可能である場合は、機械本体に自動と搭乗の切替スイッチ等を具備し、自動または、搭乗のどちらかの状態でしか動作しないような機構を検討することが望ましい。

(6) 人・障害物検知機能

自動施工実施者は、自動建設機械本体に作業員等を検知するための人・障害物検知機能の可否を検討することが望ましい。

(7) 無線通信網

自動施工実施者は、自動施工で使用する無線通信網について、混線やセキュリティ上の対策を検討しなければならない。