

建設機械施工の自動化・自律化技術の普及に向けた取組みについて

国土交通省

○ 金森 宗一郎
味田 悟
加藤 和宣

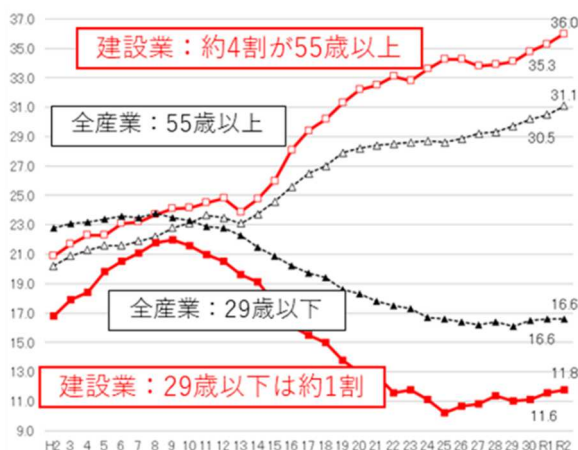
1. 緒言

我が国では少子高齢化に伴い、就業者の高齢化が進んでいる。その中でも建設業就業者の高齢化は他業種と比較して顕著である（図－1）。近い将来、建設業に従事する高齢者が大量に退職することが見込まれる。更に人口減少の影響で新たに建設業に就業する者も減少していくことが予測される。これらのことから、深刻な担い手不足により、建設業の持続性が失われることが懸念されている。

これらの課題解決に向け、現場の生産性向上に資する技術の一つとして、建設機械施工の自動化・自律化・遠隔化技術（図－2）が期待されている。この技術により、建設機械を人が搭乗することなく稼働させることができる。

建設機械施工の自動化・自律化・遠隔化技術の普及に向けては、安全をはじめとして分野横断的に検討を行うべき項目が多く存在するが、そのような議論は系統立った形では従来ほとんど行われておらず、したがって現場導入に向けた環境は整備されていなかった。

そこで、国土交通省では令和3年度に「建設機械施工の自動化・自律化協議会」（以下、「協議会」という）を設置し、多様な関係者の参画のもと、議論を開始している。本報文では、協議会の活動についてこれまでの経過と今後の展望を述べる。



図－1 全産業および建設業就業者において若年層および高齢層が占める割合

2. 取組みの体制

「建設機械施工の自動化・自律化協議会 設置規約」に記載のとおり、協議会は自動・自律・遠隔施工技術の開発及び普及の加速化を目的とする。

この目的を達成するため、本協議会には、建設施工関係の有識者、建設機械施工に関係する多くの業界団体が参画している（図－3）。

また、行政機関としては、公共工事の発注者であり、建設機械に関する技術的な指導の権能を有する国土交通省のみならず、産業振興を司る経済産業省、労働安全を司る厚生労働省が参画している。

協議会では、自動・自律・遠隔施工技術の普及に向けた大局的な方針を議論する。さらに、より個別的・具体的な議題を議論するため、協議会の下部組織として3つのワーキンググループ（以下、「WG」という）を設置する。

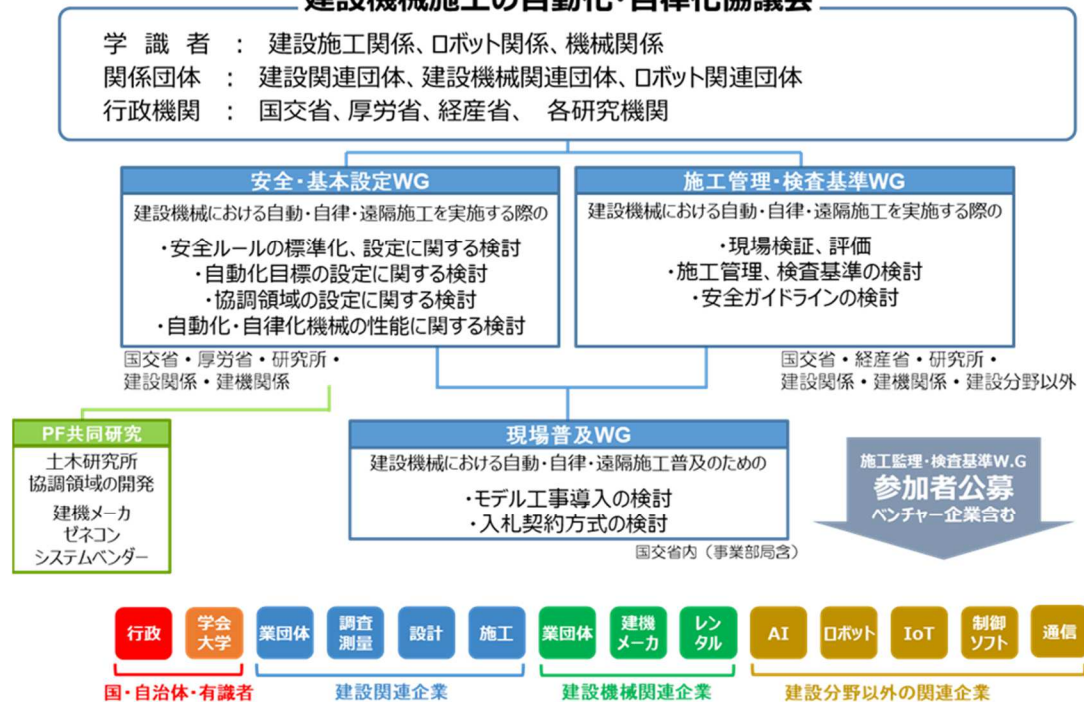
このうち、「現場普及WG」は、モデル工事の設定や自動・自律・遠隔施工技術を想定した入札・契約のありかたを検討するものであり、自動・自律・遠隔施工技術を実工事で使用する環境がある程度整備されてから開催する計画であり、令和4年8月現在設置に至っていない。

「安全・基本設定WG」は令和4年6月に、協議会と同じ団体等を構成員として設置した。本WGは令和4年度中に「自動・自律施工の安全ルール」を策定することを当面の目的として、検討を進めている。また、技術開発における協調領域の設定についても検討を進めている。



図－2 自動・自律・遠隔施工のイメージ

建設機械施工の自動化・自律化協議会



図－3 建設機械施工の自動化・自律化協議会の体制

「施工管理・検査基準WG」は令和4年6月に、協議会と同じ団体等を当初の構成員として設置した。本WGでは令和5年度に予定している自動・自律・遠隔施工機械等の現場検証の実施に向けた検討や、将来的には自動・自律施工における施工管理基準策定に向けた検討を行う。このような特性に鑑み、実際に自動・自律・遠隔施工技術のノウハウを有する者の意見を幅広く取り入れるため、新たに構成員を公募することを計画している。

3. 検討の方針

本項では、協議会の目的のうち令和4年度、令和5年度の重要な検討対象である安全ルールと現場実証について詳しく述べる。

3.1 安全ルールの策定方針と現状

自動・自律・遠隔施工は、現場からオペレータがいなくなるという点で従来の施工と一線を画す。この「オペレータがいらない」という特徴を考慮して整備された体系的な安全ルールは現状では存在しない。

そのため、一部の開発者が実施している現場試行においては、現場ごとにゼロから安全対策を検討する必要が生じている。さらに、どの程度の水準の対策が必要であるか判断する基準がないことから、関係者との調整に時間を要したり、現場ごとに安全対策の水準にばらつきが生じたりするといった課題がある。

また、有人の施工現場を前提とした既存のルー

ルを自動・自律・遠隔施工にそのまま準用すると、過剰な安全対策を講じなければならなくなる懸念がある。

そこで、自動・自律・遠隔施工の特徴に即した標準的な安全ルールの策定が必要となる。令和4年度は、協議会及びWGでの検討に基づき、全ての作業員の進入を禁止する「無人エリア(図－4)」における施工を対象とし、安全ルールを標準化する。

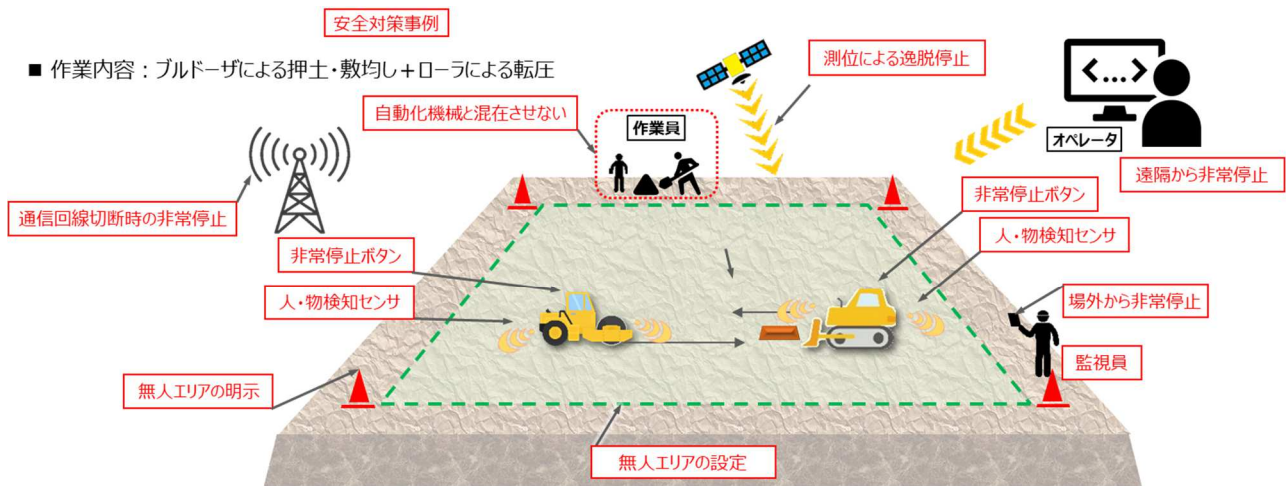
安全ルールについての現状での検討状況を述べる。

安全ルールは、「自動・自律・遠隔施工を実施する施工会社が、安全対策を検討する上で参照する資料」として位置づけられる。また、あらゆる条件の現場で講じるべき全ての安全対策を列挙することは事実上不可能であるため、土工を対象として、条件の異なる現場であっても、共通的に講じるべき安全対策を示す、ガイドラインのような性格のものとして策定する。

その内容は①用語の定義②共通的な保護方策③自動・自律・遠隔施工に特有のリスクアセスメントの項目、の3つを主とする。以下に①～③を策定する目的と検討方針を記す。

①用語の定義

自動・自律・遠隔施工の分野では定義が定まっていない用語が多い。例としては、「自動」と「自律」の違いは何か? 「無人化施工」は歴史的に遠隔施工を表す用語として使われることが多いが、字義通りに解釈すると自動・自律施工も含まれる



図ー４ 無人エリア(緑点線の内側)の模式図と保護方策の例

べきではないか？といったことが挙げられる。

このような状況では、施工会社が安全対策を検討する際に、また関係者との調整の際にミスコミュニケーションが生じる可能性がある。

そこで、安全対策を検討する上でのミスコミュニケーションを防ぐために、用語の定義を明確化する。

安全ルールの検討にあたり最初に用語を定義することで、安全ルールについての議論を行う上でのミスコミュニケーションを防ぐ効果も期待される。

②共通的な保護方策

一般的に機械の使用にあたっては、法令や取扱説明書等において具体的に定められている共通的な保護方策に加え、使用者が実施するリスクアセスメントの結果として必要であると判断された保護方策が講じられる。

一方で自動・自律・遠隔施工においては、共通的な保護方策が体系的に整理された文書は存在しない。

そこで、土工を対象として、どのような条件の現場であっても共通的に講じるべき保護方策を策定する。

具体的には、自動・自律・遠隔施工を行う場合は、機械の周辺に作業員の進入を規制する「無人エリア」を設定すること、「無人エリア」に作業員が誤って進入するといった危険性が大きい事象が生じた場合は自動・自律・遠隔施工機械を停止させることなどが考えられる。

③自動・自律・遠隔施工に特有のリスクアセスメントの項目

従来施工におけるリスクアセスメントについてはマニュアルが発行されているほか、技術者や建設機械オペレータは何が危険につながるかを経験的に理解している。

自動・自律・遠隔施工においてはリスクアセスメントの項目が整理されたマニュアルは未整備で、施工会社もほとんど自動・自律・遠隔施工の経験がない。

このような状況では、施工会社が実施するリスクアセスメントの項目に過不足が生じる可能性が高く、必要十分な調査が実施されない可能性がある。

そこで、施工会社がリスクアセスメントを実施するに当たっての補助として活用できるよう、自動・自律・遠隔施工に特有のリスクアセスメントの項目を体系的に整理する。

また、必要な保護方策の内容や担い手が従来施工と異なることから、これまで以上に「リスクアセスメント情報を関係者間で共有すること」や「それぞれの保護対策を現場のどの担当者が担うのか明確にすること」が重要であることを明示する。

上記の内容を、令和４年度に策定するために検討を進めている。自動・自律・遠隔施工の分野においては技術が日進月歩であるため、安全ルールが陳腐化することを防ぐために策定後にフォローアップを継続する体制を構築することも重要である。

また、令和４年度に策定するのは「人と自動・自律・遠隔施工機械を完全に隔離できる条件での土工」を対象としており、あらゆる条件や工種に適用できるものではない。

そこで、令和５年度以降は、策定した安全ルールを実際に適用している現場の調査を行い、そこで得られた知見に基づいて安全ルールを改定したり、対象を拡大したりすることを計画している。

3.2 現場実証の実施方針

令和４年度に策定する安全ルールを踏まえ、安全ルールと現行の自動・自律・遠隔施工技術の適

合性を確認するための現場実証を令和5年度に実施する。

この現場検証の特徴として①適合性確認の双務性②施工管理・検査基準WG構成員の参画が挙げられる。以下に①②の詳細を記す。

①適合性確認の双務性

現場検証における適合性の確認は「安全ルールが無謬であるとの前提で、自動・自律・遠隔施工技術がルールに適合するかを確認し、適合しない場合は自動・自律・遠隔施工技術に対し是正を求める」といった片務的な性格のものではない。

むしろ、実際の自動・自律・遠隔施工技術と比較することで、安全ルールの課題を明確化し、安全ルールの改定につなげることを目的の一つとしている。

これは、以下のような理由による。

第一に、令和4年度に策定する安全ルールは、自動・自律・遠隔施工についてのルールを策定するという、これまでにない取り組みであるため、錯誤や考慮すべき情報の見落としを含む可能性があるためである。

第二に、自動・自律・遠隔施工技術の進展は急速であるため、策定時点では適切であっても、翌年度の技術に照らし合わせると現実に即したものになっていない可能性があるためである。

②施工管理・検査基準WG構成員の参画

現場実証の参加者は、施工管理・検査基準WG構成員であって、現場実証に参加する意思を示した者から選定する。

また、安全ルールと実際の自動・自律・遠隔施工技術に食い違いがあることが判明した場合には、「安全ルールをより現実的なものに修正する」または「自動・自律・遠隔施工技術の安全性能を高める」という2つの対応のどちらが適切であるか、WGで議論する。また、安全ルールの修正が適切であれば、必要な修正の内容をWGで検討する。それらの議論の結果は、安全・基本設定WGに提案し、安全ルールの改正に反映することを計画している。

これまでに述べたとおり、令和5年度の現場実証では、安全ルールと自動・自律・遠隔施工技術の適合性確認を行うことを計画している。

将来的には自動・自律・遠隔施工に適応した施工管理技術に基づいた施工管理や検査の基準類の策定が必要となる。その際には、現場実証の場でそれらの策定に必要な情報収集を行っていくことを計画している。

4. 今後の展望

協議会では、本報文で述べた安全ルールの策定、現場実証の実施に加え、以下に列挙する項目の検討を計画している。

- ・研究開発や安全性能等における協調領域の設定
- ・自動・自律・遠隔施工機械の機能要件
- ・公共事業におけるモデル工事の実施
- ・自動・自律・遠隔施工に適した入札契約方式

5. 結言

本報文では、自動・自律・遠隔施工技術の普及に向けて、国土交通省が設置した「建設機械施工の自動化・自律化協議会」と、その下部組織であるWGの活動内容について述べた。

自動・自律・遠隔施工技術の普及は、今後の日本の社会インフラを整備・維持し、災害対応能力を保持していくためには必要不可欠であると考えられる。

自動・自律・遠隔施工技術は現場の省人化による生産性の向上をもたらすだけでなく、遠隔地のオフィスからでも建設機械を稼働させることを可能にし、高齢者・女性・障害者を含む多様な人材が建設業で働きやすくなる効果が期待できる。

また、災害発生時に地場のレンタル会社や施工会社と国土交通省が連携することにより、災害現場に自動化・自律化・遠隔化建機を迅速に投入できるようになる効果も期待できる。

国土交通省はこのような未来を見据えつつ、自動・自律・遠隔施工技術の普及に向けた取り組みを引き続き実施していく。

業務委託先の開示

本報文にて報告した検討を実施するにあたり、基礎的な情報収集及び資料整理の一部を日本建設機械施工協会に業務委託して行った。