

行政情報

建設機械分野のDXの取組み

金森 宗一郎・味田 悟・岡本 由仁

建設業では、担い手不足の深刻化が懸念されており、建設現場の抜本的な生産性向上は喫緊の課題である。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・遠隔化技術および施工データのAPI連携が期待されている。本報文では、建設機械施工の自動化・自律化・遠隔化技術の普及に向け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」の活動内容、および施工データのAPI連携が実現した場合に想定されるユースケースについて述べる。

キーワード：安全、生産性向上、施工管理、自動化・自律化、データ活用、API

1. はじめに

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。

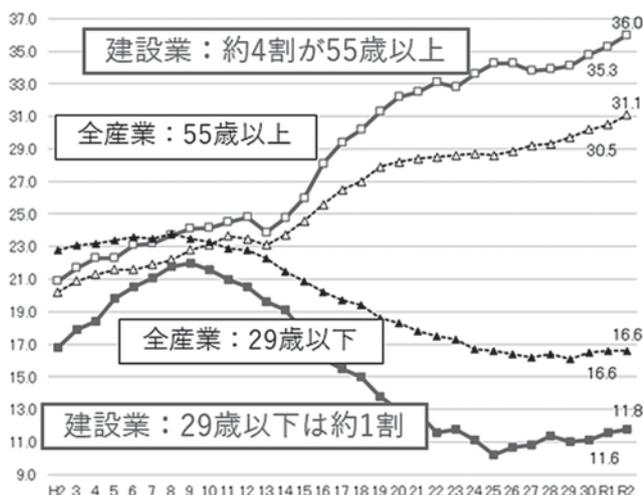
平時の社会インフラの整備・維持管理に加え、災害発生時に迅速な対応を行うことは国民の生命・財産を守るために重要であり、それらを行う上で大きな役割を果たす建設業の持続性の確保は喫緊の課題である。

担い手不足が進む中で建設業の持続性を確保するためには、建設現場の抜本的な生産性向上が必要である。そこで、国土交通省では平成28年度からICT等を用いた効率的な建設を目指す「i-Construction」を推進している。土工においては、ICT施工を実施することで起工測量から工事完成まで土工にかかる一連の作業時間が26%程度削減されることが報告されている¹⁾。令和2年度には、ICT施工の対象工種となる国土交通省発注土木工事のうちICT施工が実施された工事は80%を超える割合を占めており²⁾、普及が進んでいる。

このように、ICT施工の推進により建設現場の生産性は向上しつつあるが、将来にわたって建設業の持続性を確保するためには、更なる生産性向上を実現する技術の導入が求められる。

そのような技術の一つとして、ICT施工で得られたデータの共有・活用を促進するAPI連携が期待されている。ICT施工では起工測量・設計データ作成・施工・監督検査・維持管理といった段階があり、各段階で3次元設計データやAs-builtデータ（施工中に得られる地形データ）に代表される様々なデータが作成される。このとき、段階毎に異なるメーカーのソフトウェアが使用される場合が多く、段階間で円滑にデータ交換を行うことが困難である。そこで、異なるソフトウェア間でのデータ連携を行う手段の一つであるAPIを活用することで、ICT施工の段階間でのデータ連携を円滑化し、生産性を向上できる可能性がある。

更に現場の生産性を向上させる技術の一つとして、建設機械施工の自動化・自律化・遠隔化技術が期待さ



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

れている。この技術は、建設機械を直接人が操作を行うことなく稼働させるものである。

自動化・自律化された施工においては、建設機械に搭乗せずに操作することから、遠隔で監視したり、部分的に遠隔で操作したりすることが人の役割となる。したがって、オペレータ1人あたりの建設機械稼働台数が従来施工と比べて格段に増加し、抜本的な生産性向上につながると考えている。

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、そのような議論はこれまでほとんど行われておらず、現場導入に向けた環境は整備されていなかった。本報文では、施工データのAPI連携の実現および建設機械施工の自動化・自律化・遠隔化技術の普及に向けた国土交通省の取組みについて述べる。

2. 建設機械施工の自動化・自律化協議会の設置

国土交通省では、建設機械施工の自動化・自律化・遠隔化技術について省庁横断的・業界横断的に議論を行う場として、令和3年度に「建設機械施工の自動化・自律化協議会」を設置した(図-2)。本協議会には、建設施工関係の有識者、建設機械施工関係の業界団体

に加え、労働安全を担う厚生労働省や産業振興を担う経済産業省といった多様な関係者が参画している。

本協議会では、建設機械の自動化・自律化・遠隔化技術の普及に向けた大枠の議論を行うほか、より個別的な議題について議論するため、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)の設置を予定している。

このうち、「現場普及WG」は、モデル工事の設定や自動化・自律化・遠隔化技術を想定した入札・契約のあり方を検討するものであり、実工事で使用可能な環境がある程度整備されてから開催する計画である。

そこで、本稿では令和4年度から活動を始める、「安全・基本設定WG」および「施工管理・検査基準WG」の役割について詳細に記述する。

(1) 安全・基本設定WGの役割

安全・基本設定WGでは建設機械の自動化・自律化・遠隔化技術の開発および現場導入のために、関係者間で合意しておくべき基本的な事項について検討する。

なかでも最も重要な議題は安全ルールの標準化である。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。そのような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

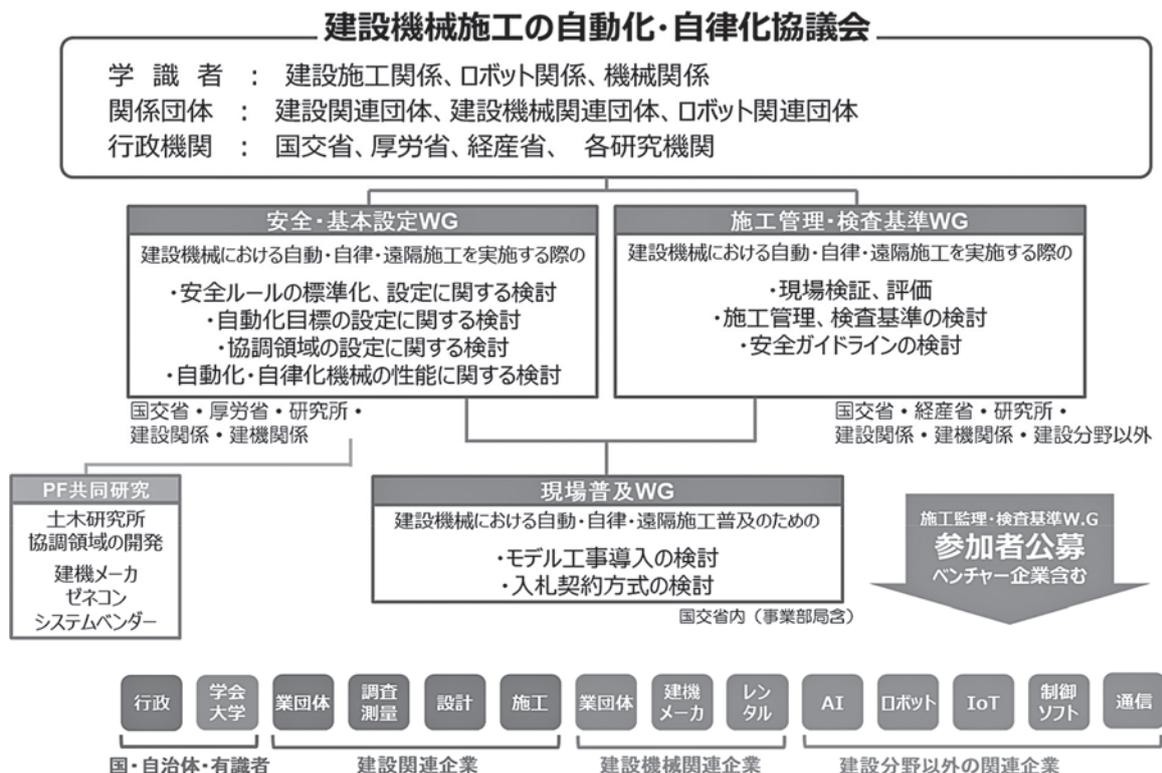


図-2 建設機械施工の自動化・自律化協議会

安全対策を講じており、ど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ことが懸念されている。

そこで、本 WG において自動・自律・遠隔施工の特徴に即した標準的な安全ルールを策定する。令和 4 年度は、全ての作業員の進入を禁止または制限する「無人エリア (図-3)」における施工を対象とし、安全ルールを標準化する。

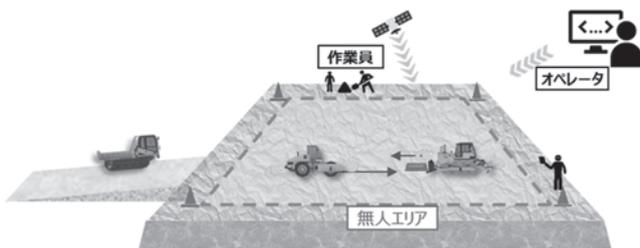


図-3 無人エリア (緑点線の内側) の模式図

安全ルールについての現状での具体的なアイデアをいくつか述べる。

まず、「無人エリア」の設定方法や、作業員の進入を禁止または制限する方法について規定する。

また、必要な安全対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「必要な安全対策をあらかじめ検討し関係者間で共有すること」や「それぞれの安全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。

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継続してフォローアップをしなくてはならない。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。

(2) 施工管理・検査基準 WG の役割

施工管理・検査基準 WG では建設機械の自動化・自律化・遠隔化技術を実際に公共工事に導入する際に必要な技術基準類の整備に向けた検討を行う。具体的には、建設機械の自動化・自律化・遠隔化技術の現場試行を実施し、技術基準類の整備に必要な情報収集を行う。

本 WG では、建設機械自体の自動化・自律化・遠

隔化技術に加え、工程管理、出来形管理、品質管理、安全管理に必要な計測などを、現場に作業員が立ち入らなく行うための技術についても検討対象とすることを計画している。

3. 施工データの API 連携

ICT 施工で作成される各種のデータを、メーカーが異なるソフトウェア間でも円滑にデータ連携が行えれば、生産性向上が見込まれる (図-4)。現在、市場では特定のソフトウェアベンダ等が独自で API 仕様を策定し、一部のソフトウェア間でデータ連携を実現しているが、あらゆるソフトウェアを対象とした共通の API 仕様は存在しない。また、公共工事における活用を想定した API 使用の策定においては、発注者である国のニーズに関する情報を開発者に発信していくことが重要である。さらには受発注者間でのデータ共有を円滑にするために、官民共有のストレージの必要性が指摘されている。これらのことから、国土交通省では、ICT 施工の普及拡大に向けた取組みに位置づけ、API 連携の実現を目指して活動している。

以下では API 連携の活用により実現することが期待されるユースケースをいくつか詳述する。なお、これらのユースケースは主として土工を想定したものである。

① As-built データを用いた任意時点での出来形検査

共通の API 仕様に対応するサーバサイド API が実装された官民共有ストレージを介することで、工事受注者が作成した As-built データを監督職員が任意の時点で閲覧できるようになることが期待される。これにより、TS や GNSS ローバによる施工終了後の完成実地検査を省略したり、不可視部分の段階確認を As-built データで遠隔から監督職員が確認したりすることが可能となることが期待される。

② 数量の認定や設計変更の容易化

As-built データに土質区分の属性情報を付与することにより、積算区分別の出来高が容易に算出できるようになる。これにより、既済部分出来高の認定や設計変更の協議が容易になることが期待される。

③ 国が実施する各種調査への対応

作業状態別や積算区分別の出来高や重機の稼働日数に関するデータを収集することで、国の施工合理化調査の記入項目の一部を代替し、受注者の調査票記入作業を省略できるようになることが期待される。同様に、単位出来高当たりの燃料消費量に関するデータを収集し、環境アセスメントの原単位作成に活用できる

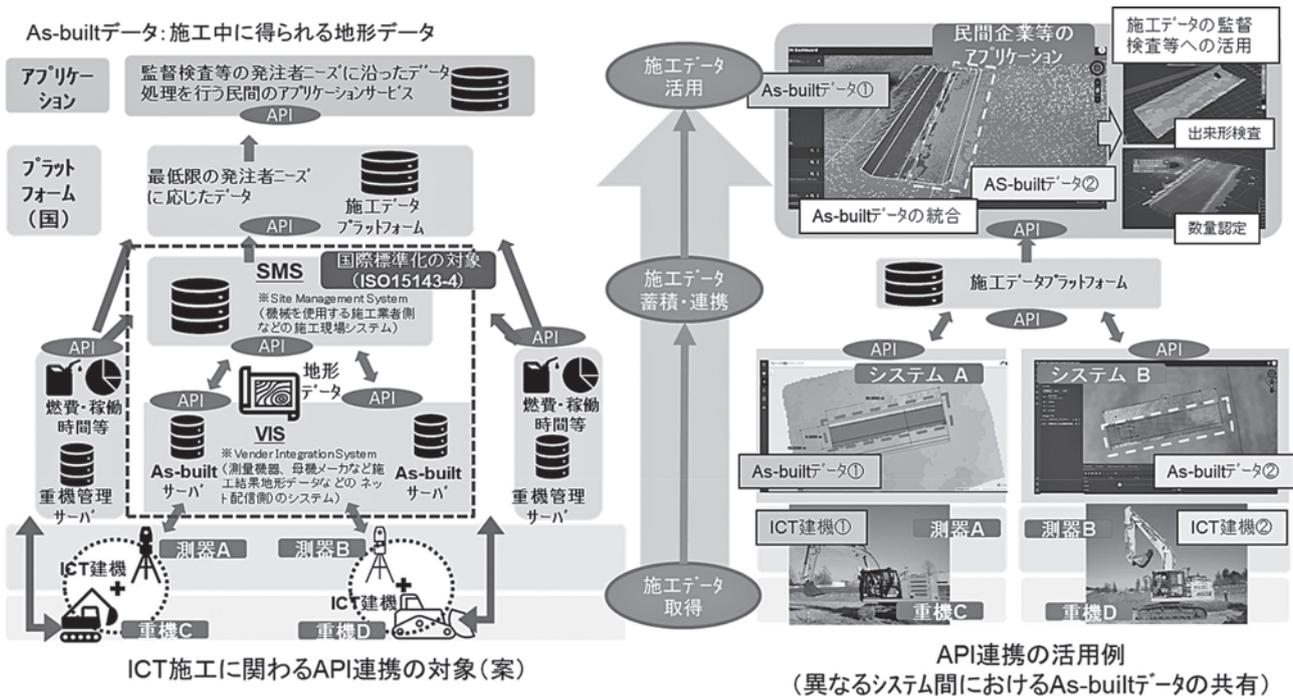


図-4 施工データのAPI連携と対象と活用例のイメージ

ことが期待される。

④生産性やCO₂排出量の把握、改善

建設機械の稼働時間や燃料消費量に関するデータ及び As-built データを使用した分析により、標準歩掛や機材毎の時間当たり出来高などを踏まえて立案した工程計画に対する予実管理が可能になることが期待される。更に、掘削、積み込みといった作業状態別の出来高と燃料消費量も合わせて解析することで、生産性だけでなくCO₂排出量の予実管理も実現し、環境負荷の少ない施工方法の検討が可能になることが期待される。

⑤施工現場の安全性の向上、事故防止

建設機械の動作状況や各制御信号等の情報を蓄積することで、日々のヒヤリハット分析や安全指導の資料として利活用できることが期待される。さらに、万が一事故が発生した場合、事故発生時の建設機械の動作状況等のデータを活用して事故原因を分析し、再発防止・未然防止のための対策検討が可能になることが期待される。

上記に代表されるユースケースの実現に向けた具体的な取組を行うことを目的として、(一社)日本建設機械施工協会が「施工データのAPI連携に関する協議会」を設置している。本協議会には建設機械メーカー、ソフトウェアベンダ、測器メーカー、レンタル業者等といった関係者が参画しており、国土交通省はオブザーバとして参加し、活動を支援している。

4. おわりに

本報文では、建設機械の自動化・自律化・遠隔化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3つのWGの役割について述べた。また、施工データのAPI連携が実現した場合のユースケースや、それに向けた取組みについて述べた。

これらの技術の普及は、これから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ず実現しなければならない。

建設機械施工の自動化・自律化・遠隔化技術の普及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・遠隔化建設機械を迅速に投入できるようになる効果も期待できる。

また、施工データのAPI連携の普及により、建設業を旧来の商習慣から脱却させるとともに、データを効果的に共有・活用することで付帯業務を削減するリーマンマネジメントの実現に一步近づくことができると考えている。

国土交通省はこのような未来を見据えつつ、建設機械の自動化・自律化・遠隔化技術および施工データの

API連携の普及に向けた取組みを引き続き実施していく。



《委託先の開示》

本報文にて報告した内容のうち、API連携のユースケースの検討は(一社)日本建設機械施工協会に委託した業務の一環として実施した。

《参考文献》

- 1) 国土交通省. H29年度ICT土工の効果分析. ICT導入協議会, 2018, 第6回:資料-1.
- 2) 国土交通省. ICT施工の普及拡大に向けた取組. ICT導入協議会, 2021, 第13回:資料-1.

【筆者紹介】

金森 宗一郎 (かなもり そういちろう)
国土交通省 公共事業企画調整課



味田 悟 (みた さとる)
国土交通省 公共事業企画調整課



岡本 由仁 (おかもと ゆうじ)
国土交通省 公共事業企画調整課

