

砂防関係事業における遠隔・自動施工の 推進について

中間とりまとめ

令和8年8月

砂防関係事業における遠隔・自動施工の
推進検討委員会

はじめに

建設業は、インフラの整備・維持管理の主体であるとともに、災害時における地域の守り手として、極めて重要な役割を果たしている。一方で建設業は、全産業と比較し、高齢化が深刻化しており、今後、高齢就業者の大量退職や、少子化による若年者の入職の減少が見込まれることから、現時点での施工余力は十分あるものの、中長期的な担い手の確保・育成が喫緊の課題となっている。

こうした状況の下、国土交通省では平成 28 年度（2016 年度）から「ICT の全面的な活用（ICT 土工）」等の施策を建設現場に導入することによって、建設生産システム全体の生産性向上を図り、魅力ある建設現場を目指す取組である i-Construction を推進してきた。令和 6 年（2024 年）4 月には、同取組を深化させた「i-Construction2.0」を策定し、2040 年度までに建設現場の省人化を少なくとも 3 割、すなわち生産性を 1.5 倍に向上させる目標を掲げ、取組を加速している。砂防分野においても、これらの計画に基づき遠隔・自動施工等の DX を推進している。

また、近年、自然災害の頻発化・激甚化を背景として、防災・減災及び国土強靱化の重要性が一層高まっており、令和 8 年（2026 年）7 月に決定された「戦略 17 分野における『主要な製品・技術等』の官民投資ロードマップ」では、「防災・国土強靱化」が戦略 17 分野の一つに位置付けられ、自動・遠隔施工等の技術開発から社会実装までの好循環の創出による防災産業の振興が掲げられている。

本検討委員会では、砂防関係事業の工事区域を対象に、従前の安全確保を目的とする工事に加え、平時の砂防関係工事において遠隔・自動施工の推進を図るために必要な事項を検討した。

なお、本中間とりまとめは、砂防関係工事における遠隔・自動施工の普及拡大に向けた当面の対応方策を整理したものであり、今後の最終とりまとめに向け、「i-Construction2.0」の目標達成を見据えた中長期的な推進方策について検討を進める。

また、砂防関係事業における遠隔・自動施工の推進にあたってはそれぞれの立場から積極的に取組むことが重要であり、本委員会として、砂防関係事業に携わる皆様に向けて、メッセージを別添にとりまとめた。

(別添) 遠隔・自動施工の推進にあたってのメッセージ

砂防関係事業に携わる発注者の皆様へ

遠隔・自動施工は、従来の施工以上に、事前準備や施工管理等、新たな考え方が求められます。受注者の努力だけで実現できるものではなく、受注者が積極的に取り組めるよう、発注者が理解を深め、率先して取り組むことが重要です。

砂防関係事業に携わる経営者の皆様へ

遠隔・自動施工は、安全確保だけでなく、人材確保や企業の魅力向上にもつながります。建設業を取り巻く環境変化に対応し、これからも地域の守り手としてご活躍いただくために、遠隔・自動施工は有効な手段です。

砂防関係事業に携わる現場監督の皆様へ

遠隔・自動施工は、危険な現場から人を守りながら施工を行うための有効な手段です。導入当初は戸惑いや不安を感じられるかもしれませんが、事前訓練、経験の蓄積により現場で活用できる技術として受け入れられてきています。

砂防関係事業に携わる作業員（オペレーター）の皆様へ

遠隔・自動施工は、人の仕事を奪う技術ではなく、安全を確保し人がより健康的に働くための技術です。暑さや寒さ、騒音、振動などの身体的負担の軽減に加え、移動時間の短縮により、家族との時間や自己研鑽の時間を確保しやすくなるなど、ワークライフバランスの向上も期待できます。最初は戸惑いがあっても、操作時間が長くなるにつれて、慣れることができます。

目次

I. 遠隔・自動施工を取り巻く現状と課題

1, 遠隔・自動施工を取り巻く社会・技術動向

(1) 「i-Construction2.0」の推進 p.7

(2) 「i-Construction2.0」を支える技術の発展 p.7

① 情報通信技術の進展

高速・大容量通信 (5G)

衛星通信の高度化

高精度測位技術 (GNSS・準天頂衛星みちびき)

超遠隔施工技術の実現

② 建設機械技術の進展

通信・映像伝送技術の進展

マシンコントロール技術の進展

熟練技能を補完する施工支援技術の高度化

クイックヒッチ・遠隔着脱システムの導入

チルトロータータの活用による施工性向上

4輪多関節型作業機械による急傾斜地・沢地形等の難施工箇所への対応

AI技術の進展

③ 操作インターフェースの進展

④ 研究開発環境の進展

⑤ 遠隔・自動施工建設機械の普及拡大とレンタル市場の形成

(3) 一般社会を取り巻く環境の変化 p.11

① 新型コロナウイルス感染症を契機とした社会環境の変化

② 時間外労働規制の強化と働き方改革の推進

③ 熱中症対策の義務化

2, 砂防関係事業を取り巻く現状と課題

(1) 将来の建設業の担い手不足 p.11

(2) 土砂災害の多発化・激甚化 p.12

(3) 砂防特有の厳しい施工環境 p.12

(4) 遠隔・自動施工の導入状況と課題 p.12

3, 施工会社への遠隔・自動施工の認識調査

(1) 遠隔・自動施工未実施会社への調査 p.12

① 調査について

② 経営の視点

③ 現場監督の視点

- (2) 遠隔・自動施工実施会社への調査 p.13
 - ① 調査について
 - ② 経営の視点
 - 経営者の皆様へ
 - ③ 現場監督の視点
 - 現場監督の皆様へ
 - ④ 作業員（オペレーター）の視点
 - 作業員（オペレーター）の皆様へ

II. 砂防分野における遠隔・自動施工の推進方策～直ちに着手すべき取組～

1, 砂防関係事業で取り組むべき遠隔・自動施工の方向性

- (1) 基本的な考え方（裾野の拡大） p.16
- (2) 取り組むべき遠隔・自動施工の方向性 p.16
 - ① 労働生産性の向上
 - ② 安全性の向上
 - ③ 職場環境の改善
 - ④ 実装に向けた技術実証
 - ⑤ 災害対応力の維持、向上

2, 砂防関係事業で特に遠隔・自動施工を推進すべき工事内容

- (1) 推進すべき工種選定の考え方 p.17
- (2) 特に推進すべき工事内容 p.18
 - ① 「砂防堰堤の床掘（掘削）、運搬」「砂防堰堤の除石（掘削）、運搬」
 - ② 斜面对策（急斜面等）
- (3) 自動施工が期待される工事 p.18

3, 砂防特有の厳しい環境下に対応した技術開発・実証の推進

- (1) 基本的な考え方 p.19
- (2) 技術開発・実証のテーマ p.19
 - ① 遠隔・自動施工の前提となる技術の実証
 - 通信環境の改善
 - 現況地形データ取得の効率化
 - ② 遠隔・自動施工技術の開発・実証
 - 掘削・運搬の高度化
 - コンクリートブロック積砂防堰堤の建設
 - 砂防ソイルセメントの活用
 - ③ 遠隔・自動施工に適した設計の研究
- (3) 技術開発を促進するデータプラットフォームの構築 p.21

4, 発注者の遠隔・自動施工の実施判断の考え方	
(1) 基本的な考え方	p.21
(2) 具体的な実施判断の視点	p.22
① 労働生産性の向上	
② 安全性の向上	
③ 職場環境の改善	
④ 社会実装に向けた技術実証（技術の高度化）	
⑤ 地域の建設会社への導入・定着（技術力の維持、向上）	
⑥ 災害対応力の維持、向上	
5, 遠隔・自動施工の推進体制の整備	
(1) 地域の建設会社への導入	p.24
(2) 地域の建設会社の人材育成	p.24
(3) 土砂災害への対応	p.25
(4) 発注者の理解促進と導入環境の整備	p.25
(5) 遠隔・自動施工の推進に向けた関係者連携	p.25
(6) 遠隔・自動施工の普及に向けた機械リスク情報の共有	p.26
(7) 遠隔・自動施工におけるセキュリティ対策の整備	p.26
6, 今後の進め方	p.26
Ⅲ. おわりに	p.27

I. 遠隔・自動施工を取り巻く現状と課題

1. 遠隔・自動施工を取り巻く社会・技術動向

(1) 「i-Construction2.0」の推進

令和6年(2024年)4月に策定した、「i-Construction2.0」では、「施工のオートメーション化」、「データ連携のオートメーション化」、「施工管理のオートメーション化」を3本の柱として、建設現場で働く一人ひとりが生み出す価値を向上し、少ない人数で、安全に、快適な環境で働く生産性の高い建設現場の実現を目指して、建設現場のオートメーション化に取り組んでいる。

「施工のオートメーション化」

現在、建設現場では経験豊富な技術者の指揮の下、施工計画を作成し、工事工程を定めた上で、指示を受けたオペレーターが建設機械に搭乗し操作を行っている。一人当たりの生産能力を向上するため、各種センサーにより現場の情報を取得し、AIなどを活用して自動的に作成された施工計画に基づき、一人のオペレーターが複数の建設機械の動作を管理する「施工のオートメーション化」を推進している。これにより、遠隔・自動施工の普及拡大を図っている。

「データ連携のオートメーション化」

「データ連携のオートメーション化」を実現する中核基盤がBIM/CIMであり、遠隔・自動施工を高度化するために必要不可欠である。令和5年度(2023年度)から直轄土木事業において、小規模工事等を除きBIM/CIMを標準的に活用する取組が開始され、ICT建機や自動運転建機へデータ連携できる環境の整備も進展している。

BIM/CIM (Building/ Construction Information Modeling, Management) とは、建設事業で取り扱う情報をデジタルデータとして統合管理することにより、調査、測量、設計、施工、維持管理等の建設事業の各段階に携わる受発注者のデータ活用・共有を容易にし、建設事業全体における一連の建設生産・管理システムの効率化を図るものである。

「施工管理のオートメーション化」

施工の遠隔・自動化やBIM/CIM等によるデジタルデータの活用に加え、部材製作、運搬、設置や監督・検査等あらゆる場面で有用な新技術も積極的に活用しながら「施工管理のオートメーション化」を推進している。大容量のデータを活用するには、通信ネットワークの強化も不可欠であり、動画や3次元モデルなどの大容量データを円滑に利用できる環境整備が重要である。

(2) 「i-Construction2.0」を支える技術の発展

① 情報通信技術の進展

・高速・大容量通信（5G）

令和2年（2020年）より5Gの商用サービスが開始され、高速・大容量通信が可能となった。高精細映像のリアルタイム伝送や遠隔操作時の通信遅延の低減が可能となり、複数の建設機械を同時に接続した遠隔・自動施工の実現など、Wi-Fiをはじめとする他の通信技術と組み合わせることで、遠隔・自動施工の高度化が進んでいる。一方で、中山間地域では商用サービス圏外の場所も多く、ローカル5Gを既存の通信技術と併用することで、活用の可能性が広がっている。

・衛星通信の高度化

日本では、Starlinkなどの低軌道衛星通信の活用が令和4年（2022年）から本格化してきた。山間部の通信不感地帯であっても、静止衛星よりも地球に近い低軌道に多くの衛星が打ち上げられてきたことで、従来の静止衛星通信と比較して高速かつ低遅延の通信が可能となってきている。

・高精度測位技術（GNSS・準天頂衛星みちびき）

平成30年（2018年）の「みちびき」4機体制によるサービス開始以降、GNSSを活用した高精度測位技術が普及し、建設機械の自動施工や施工管理においてセンチメートル級の位置管理が可能となり、ICT施工や建設機械の自動制御、出来形管理等の高度化が進展している。

・超遠隔施工技術の実現

通信環境の向上を背景として、現場から数百km以上離れた場所からでも建設機械を操作できる「超遠隔施工」の実用化も進んでいる。令和6年能登半島地震における砂防関係事業では、大手建設会社により、千葉県や大阪府などの遠隔地から被災地の建設機械を操作する「超遠隔施工」が実施された。なお、本取りまとめにおいては、一般の回線も活用し、現場との距離に制約されることなく建設機械を遠隔操作する施工を「超遠隔施工」とした。

② 建設機械技術の進展

平成2年（1990年）の雲仙・普賢岳噴火災害を契機として、立入困難区域における安全な施工を目的に無人化施工の技術開発が進められてきた。その後、有珠山噴火、三宅島噴火、紀伊半島大水害、熊本地震、能登半島地震等において実際に活用され、遠隔操作技術や通信設備、映像技術等の改良が継続的に行われてきた。これらの取組を通じて、遠隔・自動施工の基盤技術が蓄積・進展している。

・通信・映像伝送技術の進展

雲仙・普賢岳での遠隔施工開始当初は、映像品質や通信容量に制約があり、遠隔操作性能にも限界があった。その後、通信技術や映像伝送技術の進展により、遠隔

施工時の遅延時間は大幅に低減されている。これにより、オペレーターは現場搭乗時に近い感覚で建設機械を操作できるようになってきた。しかしながら、カメラ映像を介した遠隔操作では、画面上での奥行き感や立体感が失われやすく、対象物までの距離感を直接目視する場合と比べて把握しにくいという課題が残る。また搭載カメラの台数や設置位置によっては、オペレーターが得られる視野が機械に直接搭乗して操作する場合と比べて限定されるおそれがあり、周囲の状況を十分に把握できないことで安全上のリスクが生じる可能性がある。

・マシンコントロール技術の進展

建設機械自らが設計データに基づき施工機器を自動制御する技術であるマシンコントロールは、施工精度の維持を支える重要な技術である。大手建機メーカーでは、令和8年（2026年）に、マシンコントロールの機能が遠隔でも活用できる機械の発売を開始した。

・熟練技能を補完する施工支援技術の高度化

従来の建設機械は、オペレーターの経験や勘に依存して施工を行っていたが、現在ではGNSS、IMU（慣性計測装置）、LiDAR、3次元設計データ等を活用することで、機械自体が位置や施工状況を把握できるようになっている。熟練オペレーターが経験的に行っている機体重心の位置や転倒リスク等の「機械の状態把握」やバケット反力等の「地山の変化への対応」についても、IMUによる傾斜計測、3D可視化、転倒危険度表示、姿勢安定支援技術などによって熟練技能を補完する取組が進められている。

・クイックヒッチ・遠隔着脱システムの導入

従来の遠隔施工では、掘削やブレーカ作業などを行うたびに、現場で人がアタッチメントを交換する必要があったが、近年は、クイックヒッチや遠隔着脱システムの導入も進んでいる。

・チルトローテータの活用による施工性向上

チルトローテータは、バケットを左右に傾斜（チルト）させながら360°回転（ローテート）させる装置であり、通常のバックホウでは、機体を移動させなければ対応できない場面でも、チルトローテータを使用することにより、狭隘部、複雑地形等で高精度な施工が可能になってきた。遠隔・自動施工での活用が期待される。

・4輪多関節型作業機械による急傾斜地・沢地形等の難施工箇所への対応

4輪多関節型作業機械（スパイダーなど）は、4本の多関節脚を独立して制御できる特殊なバックホウであり、急傾斜地や沢地形など、一般的なクローラ式バックホウでは進入や作業が困難な場所でも施工を行うことができる特殊な建設機械で

ある。貴重な植生や地形等を回避しながら施工できることから、自然環境に配慮した施工が可能である。

一方で、その性能を十分に発揮するためには、機体姿勢や重心を常に管理しながら操作する高度な操縦技術が必要であり、国内の保有台数が令和8年3月時点で20台と少ないことに加え、熟練したオペレーターも限られている。このため、実機訓練によるオペレーター育成の取組が進められているものの、人材確保・技術継承は重要な課題となっている。あわせて、工事における活用拡大を見据え、オペレーター不足や作業者の安全確保を目的として遠隔操作技術や操作支援技術の開発が進められている。さらに将来的にはフィジカル AI 等を活用し、操縦技能への依存低減や施工の効率化が期待されている。

・ AI 技術の進展

情報化の進展に伴い、画像データや機械稼働データ、施工履歴データ、出来形・品質管理データ等の大容量のデータを処理する技術が飛躍的に向上した。また、AI 技術の実用化も急速に進展しており、これらのデータを基にした、施工計画の最適化、画像解析による施工状況の把握、建設機械の自動制御支援など、建設分野への活用が拡大している。

近年では、実空間を認識し、自律的な判断・行動を可能とするフィジカル AI の発展により、建設機械の自律化に向けた技術開発が加速している。

今後、AI 技術に関する技術開発・実証・実装を推進することで、建設機械のさらなる自動化や省人化の進展が期待される。

③ 操作インターフェ이스の進展

遠隔施工の普及・高度化を支えている要素の一つが、建設機械を操作するためのインターフェース技術の進展である。初期の遠隔施工では、映像の解像度やフレームレート（1秒間に表示される映像の枚数を示す指標）が低く、操作卓や通信設備も大規模かつ高価であった。しかし近年は、ディスプレイ技術やコンピュータの処理性能が飛躍的に向上し、高精細な映像を低遅延で複数同時に表示できるようになった。モニターやカメラ、通信機器等の性能向上と低価格化が進み、これまで大手建設企業を中心として導入されていた遠隔施工システムについても、地域の建設会社が導入しやすい環境が整いつつある。

④ 研究開発環境の進展

国立研究開発法人土木研究所では、自動施工技術基盤「OPERA（Open Platform for Earthwork with Robotics and Autonomy）」の開発・整備を進めている。OPERAは、遠隔施工や自動施工に必要な建設機械、実験フィールド、無線通信システム、シミュレータ、ミドルウェアなどを研究開発用プラットフォームとして提供するものであり、大学や民間企業を含む幅広い主体による技術開発を促進している。これにより、

遠隔施工システムの高度化や異なるメーカーの建設機械を横断的に活用できる環境整備が進められている。

⑤ 遠隔・自動施工建設機械の普及拡大とレンタル市場の形成

これまで遠隔・自動施工に対応した建設機械は、高額な設備投資や専門技術が必要であったことから、大手建設会社や一部の専門工事会社が保有・運用するケースが中心であった。しかし近年は、ICT 施工の普及等により、建設機械メーカーやレンタル・リース事業者による遠隔施工対応機械の提供が進み、必要な期間のみ機械を活用できるようになってきており、地域の中小建設企業でも利用しやすい環境が整いつつある。

(3) 一般社会を取り巻く環境の変化

① 新型コロナウイルス感染症を契機とした社会環境の変化

令和 2 年（2020 年）以降の新型コロナウイルス感染症の拡大は、社会や経済活動に大きな変化をもたらした。感染防止対策として人との接触機会を減らすことが求められたことから、テレワークやオンライン会議が急速に普及し、場所にとらわれない働き方やデジタル技術を活用した業務遂行が社会全体に浸透した。

② 時間外労働規制の強化と働き方改革の推進

長時間労働の是正や多様で柔軟な働き方を実現するため、時間外労働（残業）の上限規制の導入などの「働き方改革関連法」が平成 31 年（2019 年）4 月 1 日から順次施行された。建設業については、令和 6 年（2024 年）4 月からは原則として他産業と同様の時間外労働上限規制が適用され、生産性向上に向けた取組が一層求められるようになった。働き方改革の推進が重要であり、労働環境の改善に加え、適正な工期設定や週休 2 日の確保などの取組も進められている。

③ 熱中症対策の義務化

近年の猛暑の常態化や職場における熱中症による死亡・重篤災害の増加を受け、令和 7 年（2025 年）6 月 1 日から改正労働安全衛生規則が施行され、事業者による熱中症対策が義務化された。建設業においても、労働者の安全確保のため、作業環境の改善や熱中症発生時の対応体制整備が求められている。

2. 砂防関係事業を取り巻く現状と課題

(1) 将来の建設業の担い手不足

建設業においては、生産年齢人口の減少及び就業者の高齢化が進行している。特に砂防関係事業を実施している中山間地域では将来の建設業の担い手不足が顕著であり、将来にわたり地域に必要な施工体制や災害対応力を維持することが課題となっている。砂防関係事業は山間部等の施工条件が厳しい地域で実施されることが多く、国土交通省関係事業の中でもその影響が先行的に顕在化する可能性が高い。このため省

人化の取り組みや、働きやすい職場環境への改善が必要である。

（２）土砂災害の多発化・激甚化

我が国の国土は、全国土の約 7 割を山地・丘陵地が占めており、気候変動に伴う降雨量の増加や短時間強雨の頻発により、土砂災害は発生件数・規模ともに増大している。また、我が国は、地震、火山活動が活発な環太平洋変動帯に位置しており、河道閉塞や火山噴火等に伴う大規模土砂災害に備える必要がある。

（３）砂防特有の厳しい施工環境

砂防関係事業は、急峻・狭隘な遠隔地の山間部の斜面や溪流、火山地域、河道閉塞発生箇所等で工事が多く、厳しい施工環境が継続する。また、施工スペースが限られ、重機の配置や作業動線の制約のため、効率的な施工が難しいことが多い。さらに、現地へのアクセスが困難な地域、通信不感地帯、降雪や厳寒、冬期封鎖等の影響で施工が困難な地域、動植物等の自然環境に配慮が必要な地域等、様々な現場で工事を実施している。

加えて、中山間地域では近年、クマによる被害の増加が顕著であるほか、蜂や蛇など危害を及ぼすおそれのある野生生物への対応も必要である。また、医療機関の集約化等により、工事中の事故や急病人の発生時に搬送先となる医療機関までの距離が長くなる傾向にある。さらに、ガソリンスタンドや建設機械の整備・修理を担う事業所の減少により、燃料や資機材の調達、建設機械の維持管理に必要なサービスの確保が困難になりつつあり、砂防関係事業を取り巻く施工条件は今後一層厳しさを増すことが見込まれる。

（４）遠隔・自動施工の導入状況と課題

平成 2 年（1990 年）11 月、198 年ぶりに噴火活動を再開した雲仙・普賢岳で、より安全で効率的な施工技術として、遠隔施工が導入され、技術開発が継続的に実施されている。また、平成 12 年（2000 年）に噴火した有珠山や三宅島、平成 20 年（2008 年）宮城・岩手内陸地震、平成 23 年（2011 年）の紀伊半島大水害、平成 28 年（2016 年）の熊本地震、令和 6 年（2024 年）能登半島地震等での土砂災害に対し、立入困難な現場で、大手建設企業を中心に遠隔・自動施工が実施されてきた。近年では、大手企業に加え、地域における一部の建設会社においても、取組が進展してきている。

砂防関係事業においては、遠隔・自動施工は主に作業員の安全確保を目的として実施されているが、令和 7 年度の直轄砂防関係事業における遠隔・自動施工の実施件数は年間工事件数の 1 割未満にとどまっており、砂防工事を主に担っている地域の建設会社への普及や、通常の砂防関係工事への展開が十分には進んでいない。

3、施工会社への遠隔・自動施工の認識調査

（１）遠隔・自動施工未実施会社への調査

① 調査について

直轄砂防関係工事の受注者のうち、10年以上、遠隔・自動施工の実績がない施工会社4社の経営者及び現場監督を対象にヒアリング調査を実施した。なお、対象者は浅間山の噴火に備えた遠隔施工の講習会への参加経験を有し、遠隔・自動施工に一定の知識・理解を有する者とした。

② 経営の視点

砂防工事における課題として、急峻な地形や出水時の安全確保、通信環境、作業員の確保、山間地特有の移動・運搬に伴う負担、冬期の積雪による施工時期の制約等が挙げられた。遠隔・自動施工については、講習会を通じて有効性への理解は進んでおり、安全性向上や作業員負担の軽減、災害対応力向上への期待が示された。一方で、施工効率への懸念や初期導入費用、活用機会の不足、通信環境の課題などから具体的な導入予定はなく、導入しやすい試行・実証工事や通信環境整備に対する支援を求める意見が多くみられた。

③ 現場監督の視点

遠隔・自動施工については、講習会等を通じて理解が進んでおり、実際に操作を体験することで関心が高まり、導入可能性を感じるようになったとの意見がみられた。一方で、通信環境や施工精度、施工効率の低下等の課題に加え、初めて導入することへの心理的な不安もみられた。そのため、現時点での本格導入は難しいものの、条件が整えば試行してみたいとの意向がみられた。また、活用事例の共有や導入までの手順や必要な準備など導入の全体像が分かるマニュアルの整備への支援等を求める意見があった。

(2) 遠隔・自動施工実施会社への調査

① 調査について

令和7年度に直轄の砂防関係事業で遠隔・自動施工を実施した実績のある施工会社20社の経営者、現場監督、作業員を対象にヒアリング・アンケート調査を実施した。

② 経営の視点

砂防工事全般については、僻地の中山間地域にある施工現場への赴任は敬遠する作業員がいること、下請企業の減少や作業員の高齢化等で作業員の確保が難しいこと、資機材の搬入や人員の移動に時間とコストがかかること等が課題として認識されていた。

遠隔・自動施工については、若手人材の確保や企業イメージの向上、最新技術に関わることによる社員のモチベーションの向上、将来に向けた技術・経験の蓄積への期待が示された。一方で、導入に当たっては、建設機械や通信設備に係るコストや調達、通信等も含む技術者・オペレーターの育成、施工効率の低下などが課題として挙げら

れた。導入の意思決定に際しては、安全性に加え、採算性や工期への影響、施工できるか、将来への投資効果等が重視されていることが確認された。

今後取り組みたい遠隔・自動施工として、現場での目視操作に代わり、快適な室内環境から操作可能な遠隔施工への期待が示された。一方で、初めて遠隔・自動施工を実施した企業からは、施工効率が十分でないとの認識があり、積極的な導入には慎重な意見もみられた。

将来も人が担うべき業務として、現場状況の変化に応じて経験や知見を活かしながら即時に判断・対応する作業や、施工全体のマネジメント、地域住民等とのコミュニケーション、事故発生時の責任等が挙げられた。

砂防関係事業に携わる経営者の皆様へ

遠隔・自動施工は、安全確保だけでなく、人材確保や企業の魅力向上にもつながります。建設業を取り巻く環境変化に対応し、これからも地域の守り手としてご活躍いただくために、遠隔・自動施工は有効な手段です。

③ 現場監督の視点

遠隔・自動施工について、危険箇所における作業員の安全確保、空調等が整った場所、振動や騒音の少ない環境での作業が可能となること等がメリットとして評価された。また、将来的な知見・経験の蓄積につながる技術として認識されていた。

実施した工種の選定理由として、実績のある工種であったこと、作業員の安全確保につながることで、災害対応に活用できる工種であったことが理由として挙げられた。

遠隔・自動施工の導入に対して大きな抵抗感は見られず、危険箇所での安全確保や現地実証の趣旨について作業員の理解が得られていた。当初は戸惑いもあったものの、操作に慣れることで有効性を実感し、抵抗感は低減した。さらに、快適な操作環境でコミュニケーションを取りながら作業できる点も評価されていた。

遠隔・自動施工は、急傾斜地の法面整形など一部の工種では、工程面で有人施工と同等以上の効果が発揮された一方で、遠近感の把握が課題であり、ブロック据付や基面整正など高い精度を要する工種、細かな仕上げ作業などの微妙な重機操作については、有人施工が優れているとの意見があった。慣れることや、ICT 施工（MC）との併用等で有人と同質の作業や施工効率に近づくとの意見もあった。

将来も人が担うべき業務として、経営者と同じ意見に加え、現場全体を俯瞰した危険予測や安全判断、安全教育、出来形管理における判断、遠隔・自動施工の準備や施工中の支援、機械の不具合・故障対応、給油などが挙げられた。

遠隔・自動施工への順応期間は個人差があるものの、基本的な操作習得には数日から1週間程度、安定した施工が可能となるまでには2週間から1か月程度を要するとの意見があった。また、掘削箇所や運搬ルートの変更時には、俯瞰カメラの調整や操作感覚の再確認のため、一定の順応時間が必要とされた。

砂防関係事業に携わる現場監督の皆様へ

遠隔・自動施工は、危険な現場から人を守りながら施工を行うための有効な手段です。導入当初は戸惑いや不安を感じられるかもしれませんが、事前訓練、経験の蓄積により現場で活用できる技術として受け入れられてきています。

④ 作業員（オペレーター）の視点

遠隔・自動施工では、遠近感の把握や繊細な操作が難しい、操縦席で感じる機械の傾きや振動やエンジン音などから得られる建設機械への負荷や土質変化の把握が難しい等、従来の有人施工で得られていた感覚や経験を活用しにくいことが課題として挙げられた。

当初は違和感を持つ作業員もいたものの、操作訓練や実際の施工経験を通じて徐々に抵抗感は薄れ、受け入れられていることが確認された。マシンガイダンスなどの機械を使用していることで抵抗なく作業できたという意見もあった。一方で、有人施工と比較すると、細かな作業では同等の品質を確保することが難しく、時間を要するとの認識が示された。

将来も人が担うべき業務として、経験等からの即座の順応的な判断が求められる作業の他、機械の故障発見や給油・グリスアップなどのメンテナンス、各種機器の点検、地盤状況や周辺環境の確認、機械の正常動作の監視や遠隔施工の準備、施工中の支援などが挙げられた。

砂防関係事業に携わる作業員（オペレーター）の皆様へ

遠隔・自動施工は、人の仕事を奪う技術ではなく、安全を確保し人がより健康的に働くための技術です。暑さや寒さ、騒音、振動などの身体的負担の軽減に加え、移動時間の短縮により、家族との時間や自己研鑽の時間を確保しやすくなるなど、ワークライフバランスの向上も期待できます。最初は戸惑いがあっても、操作時間が長くなるにつれて、慣れることができます。

Ⅱ．砂防分野における遠隔・自動施工の推進方策～直ちに着手すべき取組～

本章は現時点で優先的に取り組むべき当面の取組を整理したものであり、中長期的な推進方策については今後の検討課題とする。

1．砂防関係事業で取り組むべき遠隔・自動施工の方向性

(1) 基本的な考え方（裾野の拡大）

遠隔・自動施工は「立入が制限される中で完全な遠隔・自動施工」と「有人施工が可能な中での一部の遠隔・自動施工」に大別できる。従前の「作業員の安全」に加え、通常の砂防関係工事において、遠隔・自動施工を推進し、地域の建設会社の日常的な施工手段として定着させるため、「有人施工が可能な中での部分的な遠隔・自動施工」に取り組むことが必要である。

また、砂防の施工環境は様々であり、現場条件に応じた適用性の確認が不可欠である。そのため、国が主導して技術実証し、信頼性を高めるとともに、その成果や知見をガイドラインや事例として整理・共有することが重要であり、遠隔・自動施工が直轄事業を中心に実施されている現状を踏まえ、先行的に直轄事業で取り組むことが必要である。

なお、円滑に遠隔・自動施工を導入・推進するためには、できるだけ少ない学習・訓練で作業ができるようにすることが重要である。

(2) 取り組むべき遠隔・自動施工の方向性

遠隔・自動施工を以下の5つの観点から推進する。なお、目視による遠隔操作では、オペレーターが現場近傍に配置されるため、労働生産性の向上、安全性の向上、職場環境の改善の効果が限定的であり、目的に応じ、操作室から施工機械を操作する遠隔施工の導入を進めることが重要である。

① 労働生産性の向上

将来の建設業の担い手不足へ対応するため、遠隔施工による移動時間の短縮等により労働生産性を向上させることが重要である。自動施工による省人化も必要である。

② 安全性の向上

砂防の施工現場は、立入制限がなくても、急激な気象変化による土石流や落石、増水など、常に災害リスクと隣り合わせであり、クマの出没も相次いでおり、安全管理には高度な注意が求められる。加えて、熱中症対策や厳寒環境における低体温症や凍傷への対策も必要である。部分的な遠隔・自動施工であっても、重機による労働災害の防止にもつながる。

③ 職場環境の改善

砂防の施工現場は、近隣に飲食店等もなく、休憩も限られた施設で取らざるを得ず、通信環境が不安定な場所もあり、施工現場では容易に情報収集や関係者と連絡を取ることも制約される場合もある。魅力ある職場環境への改善を目的として、遠隔・自動施工を推進することが有効である。操作室からの遠隔施工は、オペレーターが空調の整った安全かつ快適な環境で建設機械を操作できることから、通信環境改善や猛暑時や厳寒時における作業負担の軽減に加え、熱中症等の労働災害リスクの低減にも寄与する。また、就労環境の改善や多様な働き方の実現など、働き方改革の推進にも効果が期待される。

④ 実装に向けた技術実証

作業効率を向上させるためには、現場での技術実証が重要である。砂防分野では通信や土質など特有の課題が多く、実証を通じて技術の有効性や課題を検証し、改善を繰り返す必要がある。技術の信頼性を高めることで現場への普及を促進できる。

⑤ 災害対応力の維持、向上

激甚化、頻発化する土砂災害や、地震や火山による大規模土砂災害に対応するため、建設業の担い手が減少する状況下にあっても、従前と同等以上の災害対応が実施できるよう、遠隔・自動施工により生産性や迅速性を向上させるなど、災害対応力を維持、向上させる必要がある。

特に火山については、いつどこで起こるか予測が難しい火山噴火等に起因する土砂災害に対して、緊急対策を迅速かつ効果的に実施し、被害をできる限り軽減（減災）するために、火山噴火緊急減災対策砂防計画を策定しており、火山活動状況に応じた立入規制範囲での作業や、作業員の安全を確保した作業を実施する必要がある。平成12年（2000年）に噴火した三宅島では、大量の火山ガスの放出が続き、復旧工事の実施には厳しい制約が生じた。特に、作業員の人数は、脱硫装置付宿舎の収容人数によって制約されており、仮に当時、島外から重機を操作することができていれば、事業をより迅速に進めることができた可能性がある。

また、令和6年（2024年）の能登半島地震においては、宿泊施設の被害や半島特有の交通条件により、復旧事業を支える作業員の確保や移動・滞在に制約が生じた。

遠隔・自動施工は、半島や離島等のアクセスが困難な地域において、こうした制約を緩和する有効な手段となり得る。

2. 砂防関係事業で特に遠隔・自動施工を推進すべき工事内容

（1）推進すべき工種選定の考え方

円滑な普及を図るため、実装段階に近く、通常工事と災害対応で共通している工種において、遠隔・自動施工を推進する。これらは、導入リスクが比較的低く、成果を短期間で実感することができ、地域の建設会社の理解も得やすい。平時からの遠隔・自動施工が、結果として災害時の迅速な対応につながる。

掘削・運搬工は、通常工事と災害対応で共通している工種である。令和7年度に遠隔・自動施工を実施した26工事の全てで遠隔による掘削工事が実施されていた。掘削は構造物の品質管理と異なり、出来形や施工管理が中心であり、実装段階に近い。また、運搬は掘削と一体的に行われる基本的な工種であり、令和7年度には11工事で遠隔施工を実施し、そのうち1工事では自動施工も実施した。このように、運搬工についても掘削と同様に実装段階に近い。

遠隔・自動施工は準備に費用と時間を要するため、一定規模以上の工事で推進することが望ましいと考えられる。今後、遠隔・自動施工の事例を蓄積し、その規模について分析していくことが必要である。後付けを含め遠隔施工用建設機械での施工工事を増やし稼働率を向上させることで、機械経費の低減も期待できる。

(2) 特に推進すべき工事内容

① 「砂防堰堤の床掘（掘削）、運搬」「砂防堰堤の除石（掘削）、運搬」

令和7年度に実施した直轄砂防工事の工事費を工種別にみると、砂防堰堤工が全体の約8割を占めていた。砂防堰堤工は砂防工事の代表的な工種であり、床掘や土砂運搬は遠隔・自動施工の有効な適用対象である。一方、床掘では岩盤や転石を含む不均質な地盤や土質変化への対応が必要となる。

砂防堰堤の除石工は、出水後の緊急対応として実施される工種であり、作業員の安全確保の観点から遠隔・自動施工が有効である。また、再度災害防止のため迅速な施工が求められる一方、巨礫や流木が混在する不均質な堆積土砂への対応が課題となる。

掘削・運搬工は多くの工事に共通する基本的な工種であり、多様な条件下で遠隔・自動施工の実績を蓄積することで、他工種への展開に向けた知見や技術の活用が期待できる。

② 斜面对策（急斜面等）

不安定な斜面の法面对策では、作業員の安全確保を目的として、遠隔施工による土砂撤去や伐根等が実施されている。現在はオペレーターが建設機械を直接目視しながら操作する方式が主流であり、県においても施工実績がある。技術的に実装段階に達しており、施工費の縮減や省人化に加え、災害対応力の維持、向上にも資することから、積極的な活用を検討することが重要である。なお、現状はセーフティークライマー工法等による近接目視操作が中心であるが、今後は操作室からの遠隔施工への発展が期待される。

(3) 自動施工が期待される工事

掘削・運搬工は繰り返し作業が多く、ICT 建機や GNSS を活用した位置管理との親和性が高いため、自動制御技術の適用が期待される。特に運搬工は走行ルートや作業内容が定型化しやすく、自動化に適した工種である。一方、掘削工は作業ごとに操

作内容が異なるうえ、砂防工事では大小の礫や流木が混在する不均質な地盤を対象とすることが多く、現場状況に応じた柔軟な判断や操作が求められる。

3, 砂防特有の厳しい環境下に対応した技術開発・実証の推進

(1) 基本的な考え方

砂防現場は、地形・地盤条件や通信環境などが現場ごとに大きく異なるため、あらかじめ全ての条件を想定して技術開発を行うことは難しい。このため、遠隔・自動施工の導入目的を明確にしたうえで計画的・体系的に取り組むとともに、各現場での実証を通じて課題やニーズを把握し、その成果を技術開発や運用改善に迅速に反映していくことが重要である。こうした取組を継続的に積み重ねることで、技術の高度化と現場への適用拡大が期待される。

遠隔・自動施工を地域の建設会社へ普及・展開していくためには、施工効率の確保が重要である。施工効率が有人施工を大きく下回る場合、工期の長期化やコスト増加につながり、導入の妨げとなる。このため、地域の建設会社でも継続的に活用できるよう、有人施工と同等の施工効率の実現を目指した技術開発を進めることが重要である。

また、現場作業では、作業従事者が長年の経験を通じて培った知識や暗黙知が重要な役割を果たしている。施工データや操作データ等の収集・活用を進めるとともに、フィジカル AI の活用を推進し、認識・判断・操作支援機能の充実や段階的な自動化技術の発展につなげることで、施工品質の向上と業務の効率化を実現していくことが重要である。

従来作業の単純な遠隔・自動化にとどまらず、施工プロセス全体の効率化を見据えた技術開発を進めることも重要である。

(2) 技術開発・実証のテーマ

① 遠隔・自動施工の前提となる技術の実証

遠隔・自動施工の前提条件となる通信環境の改善及び現況地形データ取得の効率化について、技術実証を通じて有効性や適用性を検証することが重要である。

・通信環境の改善

安定した通信が遠隔・自動施工の前提であるが、砂防現場は通信不感地帯があるほか、急峻な地形や樹木等の影響で通信が衛星も含めて不安定になりやすく、技術開発・実証が重要である。加えて、通信遅延や途絶が発生した場合でも安全に施工を継続・停止できる制御技術の検証も不可欠である。遠隔・自動施工の導入に当たっては、通信の安定性の確保が重要であることから、通信技術を活用した通信環境の高度化を図るとともに、技術実証を通じて通信環境の確保に関する考え方を整理していくことが必要である。

・現況地形データ取得の効率化

遠隔・自動施工の実現に向けては、現況地形データ取得の効率化が重要である。特に土砂移動を伴う施工現場では地形が逐次変化するため、施工状況を適時・的確に把握するとともに、出来高管理や施工管理に必要な地形データを効率的に取得・更新できる技術実証が必要である。

② 遠隔・自動施工技術の開発・実証

急峻地や溪流、火山地域など多様な施工環境に対応するため、施工データや現場実証を通じてフィジカル AI の活用を推進しつつ、現場条件に応じた遠隔・自動施工の技術開発と実証が必要である。

・掘削・運搬の高度化

急峻・狭隘な山間部の斜面・溪流、火山地域、通信不感地域など施工環境により求める技術が異なる。砂防堰堤の除石も、巨礫・流木混じりの除石、管理用道路がなく掘削機械や土砂運搬に制約がある除石など様々であり、さらに、砂防の工事現場は、遠隔・自動施工が困難な急斜面や不整地等の不安定な場所での作業が多く、現場状況に応じた技術開発・実証を推進する。

その際、半自動でのアタッチメント交換など多機能建機の開発、遠隔・自動施工での掘削土砂の積込み時間の短縮に向けたマシンコントロールを活用した技術実証や多彩なアタッチメントによる作業効率性の向上の実証も重要である。

また、火山地域など施工ヤードが広大な場合は、生産性を向上させるため、複数建機による協調施工や、遠隔と自動施工を組み合わせた技術開発・実証も重要である。

なお、砂防工事においては掘削時に発生する岩塊、流木、岩盤への対応が必要であり、これらの状況を遠隔からの的確に把握できる映像・センシング技術や、実機に近い操作感覚を実現する遠隔操作技術、経験に依存せず施工状況を把握・判断できる施工支援技術に加え、施工データや操作データの蓄積・活用によるフィジカル AI の導入を推進し、認識・判断・操作支援技術の実証を行うことも重要である。

・コンクリートブロック積砂防堰堤の建設

ブロック積砂防堰堤は災害時の迅速な応急対応が求められる状況で、土石流や流木を捕捉し、下流への被害拡大を防ぐことを目的として施工される。比較的施工性に優れた構造であり、事前にコンクリートブロックを製作、備蓄しておくことで、早期設置が可能である。応急対策として整備したブロック堰堤等がその後の豪雨等により被災、損傷した事例を踏まえ、非越流部を含む堰堤全体を構成する各ブロックの連結等を実施することになっている。遠隔施工により円滑に施工ができるよう、ブロック構造や把持装置の開発、各ブロックの連結手法の開発が重

要である。土石流の作用や越流等を踏まえた設計外力の評価手法を確立するための研究や砂防堰堤の安定性評価手法の研究も進めることが重要である。

・砂防ソイルセメントの活用

砂防ソイルセメント工は、現地で発生する掘削土砂を有効活用できることから、環境負荷の低減に資するほか、コンクリートプラントから離れた山間部等の現場においても施工が可能である。また、大規模災害時にも資材供給の制約を受けにくく、迅速な応急対策への活用が期待される。

砂防ソイルセメント工については、紀伊山系赤谷地区における 2019 年から 2022 年の工事において、大手建設会社において、自動化施工によるソイルセメントの敷均し・転圧作業が実施された。地域の建設会社においても実施が可能となるよう、現場で発生する土砂の性状変化に対応した配合、敷均し・転圧や、出来形・締固め管理の遠隔・自動施工の技術開発・実証が重要である。また、ソイルセメントの耐久性等に関する研究も併せて実施することが重要である。

③ 遠隔・自動施工に適した設計の研究

遠隔・自動施工を砂防関係工事へ効果的に導入・普及していくためには、施工技術の開発だけでなく、同施工の活用を前提とした設計基準の整備が重要である。現在の設計基準の多くは有人施工を前提としており、同施工の施工性が十分に考慮されていない。遠隔・自動施工が実施しやすい構造とすることで、施工の効率化や安全性の向上が期待できる。

(3) 技術開発を促進するデータプラットフォームの構築

遠隔・自動施工の技術開発促進に向けては、施工者、メーカー、通信事業者、研究機関等が保有する施工データやシミュレーションデータを共有・活用できるデータプラットフォームを構築するとともに、OPERA との連携を図りながら、業界横断的な技術開発及び知見の蓄積を推進することが必要である。

データプラットフォームには、施工条件、施工履歴、出来形データ、機械稼働データ、通信品質データ、安全対策事例、トラブル事例等を蓄積し、関係者が活用できる環境を整備することが重要である。

例えば、OPERA などの施工シミュレーション環境と実施工データを連携させることで、技術開発段階における検証の高度化や、実施工前の施工計画検討、安全性評価、運用ルールの検証等を効率的に実施することが可能となる。

なお、各事業者が競争関係にあることを踏まえ、知的財産や機密情報の保護に配慮したデータ共有の仕組みを構築することが重要である。

4. 発注者の遠隔・自動施工の実施判断の考え方

(1) 基本的な考え方

遠隔・自動施工の裾野を広げるため、遠隔・自動施工の実施目的を一つに限定するのではなく、総括的な背景をふまえ検討することが必要である。

遠隔・自動施工の実施判断には、コストや安全性の向上に加え、「労働生産性の向上」、「職場環境の改善」「社会実装に向けた技術実証の必要性」「地域の建設会社への導入・定着」、「災害対応力の維持、向上」等の効果を総合的に検討することが必要である。

なお、実施判断項目及びその重要度は、社会情勢や技術の進展、普及段階等に応じて変化することから、実施判断に当たっては最新の状況を踏まえた総合的な判断が必要である。

また、技術の蓄積・発展やそのためのデータ収集を推進するため、モデル工事を実施すべきである。その際、遠隔・自動施工の導入目的や検証すべき効果を明確にした上で、その評価に必要なデータを取得することや、現状の技術水準を踏まえたモデル工事の趣旨や留意事項について、発注者が理解した上で取り組むことが重要である。

なお、遠隔・自動施工の工事においては、普及促進のため工事成績評定時に適切に加点評価することも重要である。

（２）具体的な実施判断の視点

以下に具体的な実施判断の視点を例示するが、現場条件や施工内容に応じて柔軟に判断し、例示した項目以外についても実施判断に資する事項がある場合には適宜考慮するものとする。

① 労働生産性の向上

通常、遠隔施工は有人施工に比べ作業効率が低下するが、施工現場までの移動時間が長い工事では、一人当たりの労働生産性が向上する場合がある。

また、遠隔施工と自動施工を組み合わせ、一人のオペレーターが複数の建機を操縦することで、労働生産性が向上することが考えられる。

② 安全性の向上

遠隔・自動施工は、作業員の危険箇所への立入り低減による災害・事故リスクの軽減効果があり、安全性が向上する。

また、遠隔・自動施工は、安全性の向上と生産性の向上の両立が期待される技術である。その実現に向けては、人、建設機械及び施工環境を含めたシステム全体としての安全確保が重要であり、「建設機械施工の自動化・自律化協議会」等において安全ルールの整備や標準化に向けた検討が進められており、その成果なども十分に参考にすべきである。

③ 職場環境の改善

操作室から遠隔・自動施工を行うことで、酷暑や極寒での現地作業が不要とな

る。また、砂防関係工事は危険な現場が多く、作業員の精神的負担の軽減にも寄与するなど、魅力ある職場づくりに重要である。

遠隔・自動施工の導入が進むことで、全ての人が働きやすく働きがいのある魅力ある建設産業を実現し、多様な人材の確保につながる事が考えられる。

④ 社会実装に向けた技術実証（技術の高度化）

砂防現場で遠隔・自動施工を普及させるためには、技術開発とともに、その技術が現場で活用できることを実証することが必要である。実証する技術の効果は未来に発現するものであり、比較的実装段階に近いものや、災害対応に重要なものなどは、先行投資を行い技術実証すべきである。

実施すべきモデル工事

- ・ 通信技術を活用した通信の高度化
- ・ 現況地形データ取得技術を用いた施工現場の逐次把握や出来高管理
- ・ 各種建機やセンサー等の活用による掘削・運搬の施工及び施工計画の高度化
 - 巨礫・流木混じりの除石
 - 管理用道路がなく掘削機械や土砂運搬に制約がある除石
 - 複数建機の連携による施工
 - 急斜面等の不安定な場所での作業
- ・ ブロック構造や把持装置の活用によるコンクリートブロック積砂防堰堤の建設
- ・ 砂防ソイルセメントの配合・敷き均し、転圧

⑤ 地域の建設会社への導入・定着（技術力の維持、向上）

将来の建設業の担い手不足が顕著な中山間地において、必要な砂防関係工事を将来にわたり安定して実施するため、地域の建設会社への遠隔・自動施工の導入促進は必要不可欠である。担い手を容易に確保できていた時代と異なり、遠隔・自動施工は将来の担い手不足という新たな課題への対応として必要である。

⑥ 災害対応力の維持、向上

土砂災害の応急対応は、危険な施工環境が多く、遠隔・自動施工を実施できる担い手の育成・確保が必要である。労働生産性の向上や職場環境の改善等を目的とした遠隔・自動施工の実施は、担い手の技術力維持、向上を通じて、結果的に災害対応力の維持、向上につながる。

※災害協定による民間企業等との連携

国土交通省では、災害時に活動いただける民間企業等との間で災害協定を締結している。この協定に基づき、国土交通省の要請により活動する民間企

業等を TEC-FORCE パートナーとして位置づけ、被災地方公共団体の支援にあたっては、TEC-FORCE と一体的に活動を展開し、災害対応を行っており、現在、大規模広域災害における円滑な地方公共団体の支援に向けて、支援の範囲を拡大できるよう、災害協定の見直しを進めている。

このように、災害協定を締結している民間企業等は、災害時に重要な役割を果たしており、こうした災害対応を含む地域維持の担い手を確保する観点から、直轄砂防関係工事における遠隔・自動施工の工事発注において、災害協定の締結状況を考慮することが望ましい。

5. 遠隔・自動施工の推進体制の整備

(1) 地域の建設会社への導入

地域の建設会社が遠隔・自動施工を体験し、安全性の向上や職場環境の改善などのメリットを実感するとともに、自社でも導入可能な技術であるとの認識を深めることが重要である。体験の場として、DX 技術が体験できる施設のほか、直轄砂防事業で実施する遠隔・自動施工の工事を体験の場としても活用することが有効である。また、建設現場における ICT 施工の導入・活用を支援する専門人材である ICT アドバイザーの活用も有効である。

地域の建設会社は規模が小さく、独自の取組には限界がある。国では、ICT 化に有効な製品を「中小企業省力化投資補助金（中小企業庁）」の補助対象に追加するなどしており、これら支援措置を周知することが重要である。

なお、導入拡大には、遠隔・自動施工の実工事の場の提供が必要であり、施工会社に過度な費用負担が生じないように配慮することが重要である。加えて、今後、砂防関係工事において遠隔・自動施工の活用を拡大する方針を広く発信することも重要である。

(2) 地域の建設会社の人材育成

遠隔・自動施工は、施工機械と遠隔操作や自動制御に精通したオペレーターの確保・育成が不可欠である。国土交通省の技術事務所では、施工業者等に対し、座学と実機を用いた実習を組み合わせた ICT 研修を実施しているほか、厚生労働省では訓練経費の一部助成を行っており、これらの周知が重要である。

施工ノウハウを蓄積するためには、遠隔・自動施工を実工事で経験できる場を継続して設けることが重要である。その際、遠隔・自動施工を受注者提案で実施する場合には受発注者間で協議し、適切に設計変更を行うことや、Ⅱ. 2, (2) で示した「特に推進すべき工事」に該当する場合は、遠隔・自動施工の活用を前提とした発注を検討することが重要である。

なお、遠隔・自動施工の人材育成においては、将来的には天候や距離に左右されず、技能習得にかかる時間の短縮などの効果も期待される。

（３）土砂災害への対応

災害時に最前線で地域の安全・安心の確保を担っているのは、地域の建設会社である。砂防堰堤の緊急除石等の応急対策は掘削・運搬が中心であり、掘削・運搬の遠隔・自動施工を、毎年平時から、直轄砂防工事の中で実施し、地域の建設会社の施工能力の向上を図ることが必要である。

災害時に迅速に対応するためには、オペレーターと建設機械の迅速な確保が重要である。そのため、各地方整備局等が災害対策用として保有している「遠隔操作式バックホウ」や「遠隔操縦装置（ロボ QS）」、国土技術政策総合政策所が所有している４輪多関節型作業機械を直轄砂防関係工事で活用するとともに、現地実証を通じて、砂防特有に厳しい環境下で活用するため、掘削・運搬に求める要件を整理し、改良していくことが重要である。

（４）発注者の理解促進と導入環境の整備

遠隔・自動施工の普及には、施工者の意識改革と新技術の積極的な活用に加え、発注者を含む関係者の理解と活用意識の向上が重要である。遠隔・自動施工は従来の施工と比較して、施工計画、施工管理、安全管理、通信環境整備等に新たな対応が求められるため、施工者のみの取組では限界がある。このため、要領等の改訂による受発注者の役割の明確化や、特記仕様書への反映、適用範囲や適用条件を明確化した積算基準の整備など、通信設備や遠隔操作設備の設置・運用に必要な費用について、発注者は適切に積算・計上することを含め、制度面からの環境整備が必要である。遠隔・自動施工を通常工事として円滑に実施していくためには、施工技術の開発のみならず、出来形管理等を含む運用面についても、あわせて整備・充実していくことが重要である。また、導入・運用に要する費用について情報共有を図り、受注者・発注者間で共通理解を図ることが重要である。

（５）遠隔・自動施工の推進に向けた関係者連携

遠隔・自動施工の実現には、施工者だけでなく、建設機械メーカー、通信事業者、システム開発事業者、発注者など、多様な関係者が連携した一体的な取組が不可欠である。遠隔・自動施工は、建設機械、通信環境、制御システム、施工計画、安全管理など複数の技術が連携して初めて成立するため、従来の施工者単独による現場運営とは異なる対応が求められる。

特に、これまで導入経験の少ない施工会社においても遠隔・自動施工の活用が求められる中、遠隔・自動施工の導入・運用に際しては、機械、通信、施工の各分野を横断して調整を行う役割が重要となる。このため近年、国土交通省では、関係者間の連携を支援し、自動施工システム全体の導入・運用を調整する自動施工コーディネーターや、複数の関係者を統括して現場全体をマネジメントする総合マネージャーの育成に向けた取組が進められており、これらによる施工計画の初期段階からの支援が重要である。また、技術や通信環境の進展に応じて、実現可能な施工形態や生産性向上効

果の見通しを示すことは、遠隔・自動施工の導入を検討する関係者の理解促進に有効である。

（６）遠隔・自動施工の普及に向けた機械リスク情報の共有

遠隔・自動施工で使用される建設機械やシステムは、通信遅延や通信断、GNSS 受信状況の変化、センサーの認識限界、自動制御範囲の制約など、従来の有人施工とは異なる特性や制約を有している。そのため、施工者への機械リスク情報の講習等の実施が重要であり、講習の支援のほか、講習テキストの充実などに取り組む必要がある。

（７）遠隔・自動施工におけるセキュリティ対策の整備

遠隔・自動施工システムにおいては、操作室と建設機械等との間で映像データ、制御信号等がリアルタイムに送受信されるため、情報漏洩や不正アクセス等のリスクが生じる。このため、施工者がデータ連携や通信の各段階において適切なセキュリティ対策を講じ、システムの安全性及び信頼性を確保することができるよう、必要な指針の整備、人材育成及び研修等の取組を推進し、システムの安全性及び信頼性の確保と施工データの適切な利活用の両立を図ることが重要である。

6，今後の進め方

直轄砂防事業において平時からの遠隔・自動施工を先行的に実施し、直轄の通常砂防工事へ着実に展開し、日常的な施工手段として定着させることが重要である。その上で、地方公共団体への普及拡大を図り、全国の砂防関係工事における生産性向上と省人化を進める。また、実証フィールドにおける継続的な技術検証を通じて課題を抽出・改善し、社会実装の加速を図る。

また、遠隔・自動施工の推進に当たっては、その意義や必要性について、建設会社の経営者、現場監督、作業員、発注者はもとより、砂防事業によって守られる地域住民を含め、幅広い関係者の理解を深めていくことが重要である。

当面の取組（導入）

直轄砂防工事において、掘削・運搬の実装段階に近い工種を中心に遠隔・自動施工を実施し、施工データの蓄積と効果検証、技術開発を進める。地域の建設会社への導入を促進するため、操作技術や施工ノウハウの習得機会を継続的に確保する。

Ⅲ. おわりに

建設業において現在の担い手確保の取組を着実に進めたとしても、『人が足りない』ことを前提とした時代への移行は避けられず、特に中山間地域で、将来の建設業の担い手不足が顕著であり、地域の安全・安心の確保に直結する課題である。

操作室からの遠隔・自動施工は、一部の地域の建設会社において既に幅広い人材の参画につながっており、身体的制約のある方や子育て中の方など、多様な人材の活躍の場を広げるほか、地域の枠を超えた人材確保や柔軟な働き方を可能とする。また、ベテラン技術者が操作室で作業を行いながら若手技術者を指導できるなど、新たな技術継承の形の実現が期待される。

砂防関係事業は、現場で働く技術者や建設会社によって支えられ、地域の安全・安心な暮らしにつながっている。遠隔・自動施工は、将来にわたり砂防事業を持続的に実施するための重要な取組であり、その推進が地域の安全・安心の確保につながる。

また、技術開発・実証については、本とりまとめで示した取組に加え、砂防関係事業における様々な工法や施工技術についても、さらなる技術開発や高度化を推進していくことが重要である。

本提言の内容が、具体的かつ速やかに検討・実施され、地域の建設会社を含む建設業界全体が遠隔・自動施工を通じて生産性向上に取り組める環境整備が進み、砂防関係事業が将来にわたっても着実に推進され、土砂災害から大切な人の「いのち」と「くらし」・「なりわい」を守ることにつながることを期待したい。

(参考) 「砂防関係事業における遠隔・自動施工の推進検討委員会」
委員名簿

石上 玄也 慶應義塾大学理工学部機械工学科 教授

杉谷 康弘 国立研究開発法人土木研究所技術推進本部 総括研究監
※1

中西 美和 慶應義塾大学理工学部管理工学科 教授

山口 真司 政策研究大学院大学 教授

山越 隆雄 国土交通省国土技術政策総合研究所土砂災害研究部
土砂災害情報研究官

◎ 山田 孝 北海道大学 名誉教授

◎：委員長
(敬称略、五十音順)

※1 山口 崇 第1回：令和8年6月10日

(参考)「砂防関係事業における遠隔・自動施工の推進検討委員会」の開催経緯

○第1回：令和8年6月10日

- (1) 推進検討委員会の開催について
- (2) 国土交通省の遠隔・自動施工の取組について
- (3) 砂防関係事業における遠隔・自動施工の現状について
- (4) 砂防関係事業における遠隔・自動施工の推進に向けた意見交換

○第2回：令和8年7月15日

- (1) 施工会社からの話題提供（宮川興業株式会社 株式会社新庄碎石工業所）
- (2) 遠隔・自動施工に関する施工会社への調査結果について
- (3) 中間とりまとめに向けて

○第3回：令和8年8月6日

- (1) 国土技術政策総合研究所から施工機械の話題提供
- (2) 遠隔・自動施工の未実施会社へのヒアリング結果
- (3) 中間とりまとめの論点整理
- (4) 中間とりまとめ（案）

令和8年8月24日 中間とりまとめ公表