

## (3) 砂防関係事業における 遠隔・自動施工の現状について

# SABO-DXの現状と未来像

## 安全・効率・スマート施工への進化

### 現状のイメージ



### 未来の姿



# SABO - DXの未来像実現に向けて

- 国土交通省では、「インフラDXアクションプラン2（令和5年8月）」や「i-construction2.0（令和6年4月）」を策定・公表のうえ、省をあげて分野横断的にインフラ分野のDXを推進しており、砂防分野でもこれら計画に基づいてDX（SABO-DX）を強力に推進中
- SABO-DXを『土砂災害の多発化・激甚化や人口減少・担い手不足という社会状況の変化に対応するため、砂防事業の調査・測量、設計、施工・監督、維持管理の各段階において、デジタル技術の積極的活用により砂防事業の安全性や効率性を向上させることを通じ、砂防事業の変革を進めていくもの』として定義
- そのうえで、全てのプロセスにおいて、3次元データを基盤とした自動化、自律化を実現することにより、砂防事業の生産性を飛躍的に向上させることを最終的な目標（目指すべき未来像）として設定

## 現在の姿

## DX推進の課題

## 課題解決の取り組み

## 砂防現場DX未来像

### 調査 測量

- 人力が主体の調査
- GNSSやUAVを活用した3次元測量の実施

- 調査のDX化が進んでいない（主に地質調査）
- 機器はデジタル化されているが作業自体は依然として人が実施

- 地すべりCIMを活用した調査を試行中
- AIロボットやUAV自律飛行により人を介さない調査を試行中

- 3次元による調査と3次元データ（CIM）活用
- AIロボットやUAVを活用した自動・自律による調査・測量

### 設計

- 3次元測量データを活用した設計の実施

- 構造物や施工プロセスなど砂防現場特有の複雑さが、3次元設計データに反映されていない

- 施工時に使用できる形式での納品仕様を設定

- 3次元データを活用した自動設計

### 積算

- 2次元や3次元設計を基に従来の積算システムを用いて人力で積算

- 3次元設計データを用いた積算方法が確立されていない

- 3次元設計成果を積算システムに取り込むための試行を実施

- 3次元設計成果を活用した自動積算

### 施工 監督

- 施工者が取得した3次元データを基にICT施工を実施（人が運転）
- 遠隔臨場と現地確認を併用した監督の実施

- 3次元設計成果をそのまま施工者が活用できない
- 遠隔施工等の導入が一部の施工者に限られている

- モデル事業を用いて設計から施工まで一連の3次元データを活用
- 遠隔施工の推進に向け、実際の活用事例をもとに検討を実施

- 3次元データと設計に基づく自動・自律施工
- AR技術を用いた遠隔からの現場監督

### 維持 管理

- UAVレベル3飛行での砂防施設点検を実装

- 点検以外の作業は人力
- レベル3飛行実装後の課題把握や実効性検証

- AIを用いた一連作業の自動化など、UAV活用の高度化を検討

- 砂防施設点検の作業を一連で自動化

# SABO - DXの取り組みについて

- 砂防工事は急峻・狭隘な遠隔地の山間部における溪流や斜面等の危険で作業が難しい現場が多く、生産性・安全性を向上させるDXの取組が特に求められている。
- このため、調査・測量、設計、施工・監督、維持管理の各段階において積極的にDX技術を採用することで、事業全体の生産性を飛躍的に向上させることを目指し、「SABO-DX」の取組を強力に推進している。
- 特に「①UAVを用いた自律飛行点検」「②遠隔施工等の活用」「③BIM/CIMの活用」の当面取り組むべき3本柱とし、各地方整備局や関係部局とも連携し、関連技術の現場実証や現場実装にむけた取組を進めている。

## ① UAVを用いた自律飛行点検

砂防施設の点検の省人化・省力化及び作業の安全性確保を目的とし、UAVの目視外自律飛行による効率的で安全な砂防施設点検を実現する。



UAVの自律飛行（レベル3.5飛行）を活用した砂防施設点検状況

## ② 遠隔施工等を活用した工事の実施

特に土砂災害の現場において、安全かつ迅速に緊急対応や応急復旧を実施するため、遠隔施工や自動化施工の普及・推進を図ってきたが、今後は災害現場だけでなく、通常工事においても施工の効率化等による働き方改革を含めた省人化対策として遠隔施工活用を拡大すべく、さらに取組を加速させる。



遠隔施工（バックホウ）と自動化施工（キャリアダンプ）を合わせた掘削運搬作業



遠隔施工及び自動化機械の操作状況

## ③ BIM/CIMの活用

砂防工事現場は山間部で狭隘かつ複雑な地形を呈することが多く、設計と現場状況に不一致が生じやすい。そのため、3次元データを基盤としたCIMを設計から施工まで一貫して活用することで、これら課題を解決し、生産性、安全性の向上を図る。



AIロボットを活用した三次元測量



3次元データによるICT施工及び出来形管理

# 令和7年度砂防関係工事における無人化施工の実施状況

- SABO - DXにかかる取組の一環として、砂防関係工事における無人化施工（遠隔施工・自動化施工）を推進しており、令和7年度には、全国25箇所の現場において実施
- このうち、直轄事業21箇所のうち、能登半島における復旧・復興関係事業以外の18箇所が地域の建設会社（Cクラス相当）による取組みであり、大手ゼネコンだけでなく地域建設会社における無人化施工の浸透を推進
- 現在は危険性の高い箇所における施工中の安全確保を目的として実施しているが、今後は省人化や働き方改革などの生産性向上の観点も含めての活用拡大を目指す

**島根県 雲南県土整備事務所**  
崩壊の危険性がある急傾斜地において遠隔施工により安全を確保



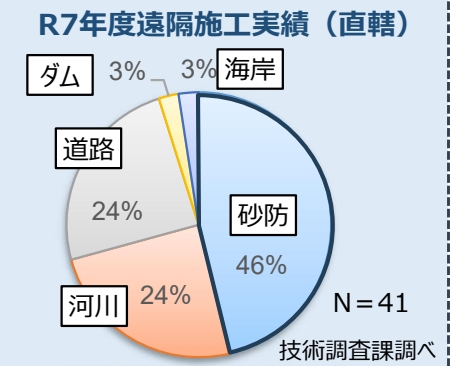
**北陸地整 能登復興事務所**  
上部斜面からの落石や崩落等の危険性がある現場において約320km離れた箇所からの遠隔施工により安全を確保



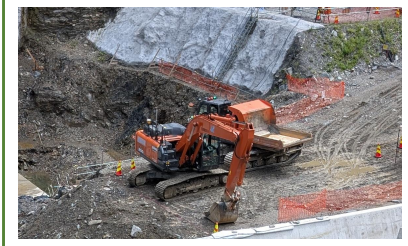
**北海道開発局 苫小牧砂防海岸事務所**  
火山噴火を想定した遠隔施工を試行



**東北地整 新庄河川事務所**  
災害時を想定した遠隔施工 + 自動化施工を試行



**四国地整 四国山地砂防事務所**  
災害時を想定した遠隔施工を試行



- 北海道開発局 1箇所
- 東北地方整備局 1箇所
- 関東地方整備局 4箇所
- 北陸地方整備局 9箇所
- 中部地方整備局 2箇所
- 四国地方整備局 1箇所
- 九州地方整備局 3箇所

- 長野県 2箇所
- 島根県 1箇所
- 広島県 1箇所

**関東地整 日光砂防事務所**  
崩壊の危険性がある急傾斜地において遠隔施工により安全を確保



**九州地整 長崎河川国道事務所**  
立ち入りが禁止されている警戒区域内において遠隔施工 + 自動化施工を実施



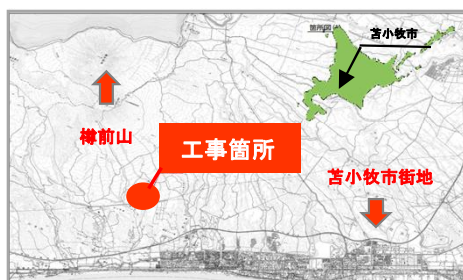
**中部地整 多治見砂防国道事務所**  
土砂のすり抜け・崩落の危険性があるスリット背面の土砂撤去において遠隔施工により安全を確保



**長野県 上田建設事務所**  
崩壊の危険性がある急傾斜地において遠隔施工により安全を確保



- 樽前山の工事実施箇所は電波不感地帯が多いことや、**火山噴火時における警戒域内での対応**及びi-Construction2.0の推進を踏まえ、受注者提案のもと、不感地帯における遠隔施工の試行を実施。
- 不感地帯での遠隔施工実施においてはStarlinkを採用することで通信環境の構築を図った。
- 遠隔施工は、さまざまな建設機械の操縦席に取り付け可能な**後付型の簡易遠隔操縦装置**を用いることで、**有事の際も汎用性が高く、コスト削減が可能な方法**を採用。
- 今回採用した後付型の簡易遠隔操縦装置は操作室で操作切替を行う事が出来るため1人で複数台の重機を操縦することも可能であり、安全性向上だけでなく、省人化や働き方改革等の効果が期待出来る。



〈工事概要〉

- ・施工箇所: 北海道苫小牧市字錦岡
- ・施工者: 株式会社 伊藤工業
- ・遠隔施工機械: 0.8m3バックホウ 1台
- ・遠隔施工工種: 砂防土工(中詰盛土)  
V = 5,800m<sup>3</sup>



現場施工状況(北海道苫小牧市字錦岡)

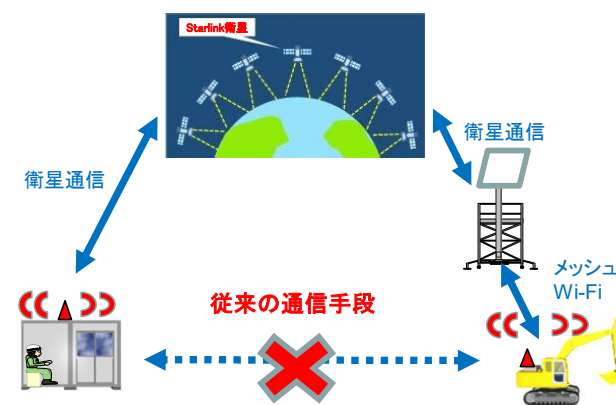


後付型の簡易遠隔操縦装置取り付け状況



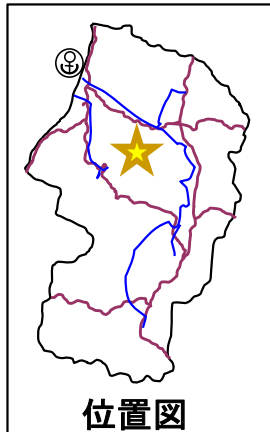
操作室からの遠隔施工実施状況

不感地帯の衛星通信 = Starlink通信概念図



※Starlinkを採用に伴う無人化施工の通信によるタイムラグは感じられなかった。

- i-Construction2.0の取り組みの一環として令和6年7月出水により土砂堆積した立谷沢川上流の砂防堰堤において**遠隔施工と自動化施工を組み合わせた**堆積土砂の撤去を実施。合わせて、発生した流木を掴み・切断機能付き遠隔施工機械を活用し除去を実施した。
- 遠隔操作装置搭載バックホウ（後付け）と自動運転システム搭載クローラダンプの活用により、重機2台をオペレータ 1名で操作し省力化を図った。**AIカメラ解析**の結果、積込作業に課題があることが判明したため、改善が必要である。
- 今後とも、災害が発生した際の活用に資するよう、砂防現場における遠隔施工の拡大に取り組む。



- 工事情報 -

- ◆ 実施時期: 令和7年7月14日～7月25日
- ◆ 工事名: 立谷沢川上流松沢地区管理用道路整備工事
- ◆ 発注者: 東北地方整備局新庄河川事務所
- ◆ 受注者: 株式会社新庄砕石工業所
- ◆ 主な工事内容: 工事延長 L=65.8m  
掘削 V=1,800m<sup>3</sup>  
路体盛土工 V=470m<sup>3</sup>

遠隔施工BHと自動化施工クローラダンプによる堆積土砂の掘削



掴み・切断機能付き遠隔操作バックホウ 施工の様子  
《遠隔で1台3役(掘る、掴む、切る)を達成》



遠隔操作装置・自動運転システムの確認状況

- 危険な高所や急斜面での掘削、法面整形等の作業のため、リモコン操作による高所無人掘削機「ケンファイター」を使用することで、**安全・迅速・経済的に作業が出来る**セーフティクライマー工法を採用。
- 人力による作業の場合、60日間の作業日数（全工程が危険作業）が想定されたが、当該工法では21日間（内危険作業は5日間）まで短縮された。
- 人力による作業の場合、工事費（直接工事費）は約1,270万円が想定されたが、当該工法では約1,060万円まで削減された。



- 工事情報 - (R8.1時点見込み)

- ◆ 工事名: R6馬返崩壊地対策工事
- ◆ 発注者: 関東地方整備局日光砂防事務所
- ◆ 受注者: 中村土建株式会社

主な工事内容:

- 土工: 掘削工 1式、法面整形工 1式  
(人力、セーフティクライマー工法)
- 法面工: 鉄筋挿入工 150本、落石防護網工 500m<sup>2</sup>
- 土留工: 鉄柵工 112m、擁壁工 68m<sup>3</sup>
- 山腹水路工: 暗渠工 50m
- 資材運搬工: ケーブルクレーン運搬 1式

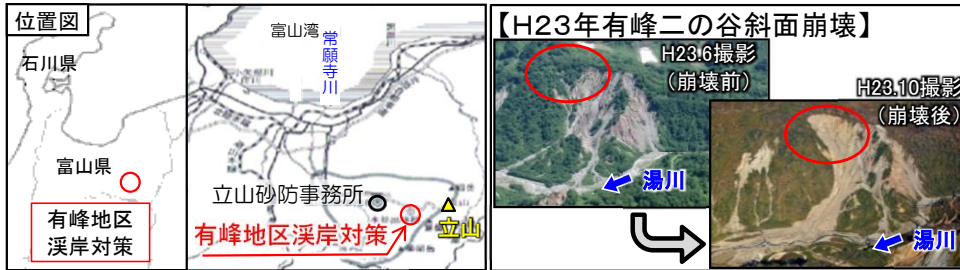


- ・施工現場は急勾配であり、通常の重機の侵入が出来ず、崩落土砂が堆砂し足場も悪い。
- ・転石群が浮石状態であり、少しの掘削で簡単に崩れていく。



- ・オペレータは重機が目視できる場所であれば操作可能。そのため、足場が良く、転石等の危険がない場所を選べるためオペレータの安全が確保できる。

- 斜面崩壊の危険度が高い「有峰二の谷」において、砂防堰堤新設のため砂防導流堤等の設置を施工箇所から離れた安全な操作室にて重機を無線操作する遠隔施工（無人化施工）にて実施。
- 「距離や奥行きなどがわかりづらい」無人化施工において、ICT技術（マシンコントロールおよびマシンガイダンス）等を併用し、掘削時の過掘り防止やブロック据付け時の補助を行い、施工性・品質・安全性の向上を図った。



工事名：R6有峰地区溪岸対策（二の谷）工事  
 工事内容：掘削工（掘削、運搬） V=4,650m<sup>3</sup>  
 砂防導流堤工・異形ブロック据付 N=107個  
 ・巨石積（空） A=134m<sup>2</sup>



### ■掘削工、異形ブロック据付における床付面の整形



- ・掘削形状およびブロック据付床面の3次元データを作成
- ・マシンコントロールにより、バケットの稼働範囲を制御（設計面より深く掘削できない）することで過掘を防止、また、ブロック据付時に重要となる床付面を正確に整形

### ■砂防導流堤工（異形ブロック据付）



- ・ブロック積みの3次元データを作成し、各ブロック中心の座標(X・Y)を算出
- ・マシンガイダンスにより、専用保持装置の先端の座標(X・Y)をブロック中心の座標を合わせることでブロックの位置を正確に把握し据付
- ・ブロックの方向は「ブロック積み方向ガイダンスシステム（試行）」を併用

### ■砂防導流堤工（巨石積み）

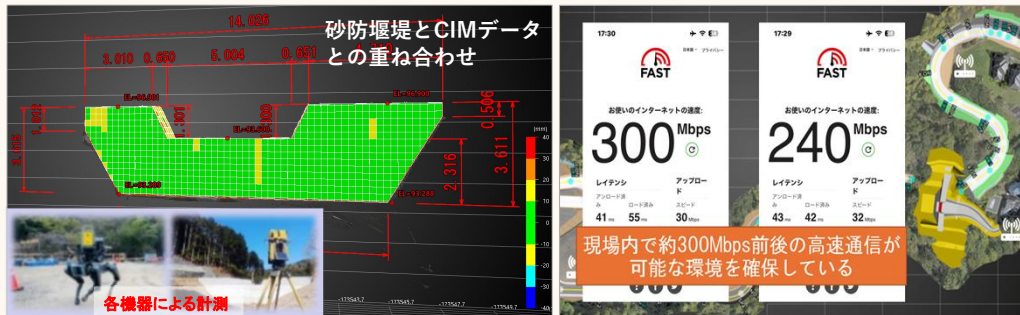


- ・巨石積みの3次元データを作成し、巨石積の設計表面（最突出部）の面を構成
- ・巨石をおおよその位置に置き、マシンコントロールにより、設計表面（最突出部）までバケットで巨石を押し込むことで巨石積の設計表面を正確に把握し施工

○広島西部砂防事務所で実施している砂防事業箇所は、狭隘で危険箇所内での工事が多く、地上型3Dレーザを搭載した自律歩行AIロボットを使用した3次元測量や立入制限区域内における重機の遠隔施工、施工計画から**出来形管理**までをクラウド管理でオフサイト化するなど、工事進捗の円滑化・省力化に繋がる対策を各受注者が試行的に取り組んでいる。

### 【3Dレーザーを搭載したAIロボットによる現地測量】

高精度で安全な3次元測量の自動化としてAIロボットと地上型レーザスキャナ・SLAMレーザスキャナの組み合わせを活用し、土工だけではなく構造物も含め3Dモデルにヒートマップを重ね合わせ出来形管理等で活用。



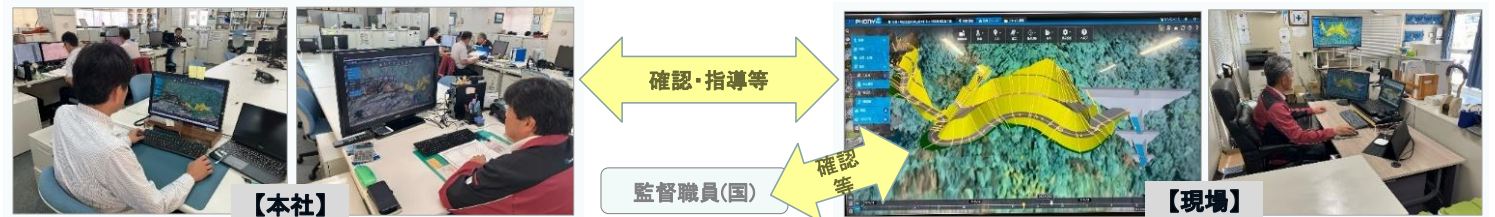
### 【遠隔施工実施状況】

オートメーション化による生産性向上に向けた取り組みとして、重機の遠隔操作での施工を行い、無人化施工での実証を実施。マシンコントロール重機を活用した施工の効率化や現場内のネットワークを活用した重機側の設定や操作などに取り組む作業を効率化。



### 【クラウド活用による情報共有】

クラウド活用でリアルタイムに更新された情報をもとに、本社・監督職員が現場状況をモニターで情報共有することで、工事進捗の円滑化・省力化に繋がった。



- 雲仙・普賢岳では平成2年からの噴火災害により立入が制限された警戒区域の設定により平成6年度より本格的な無人化施工を実施している。
- 令和2年6月から水無川の一部で直轄砂防管理着手に伴い地元企業での無人化施工を開始。
- 令和5年度工事ではクローラダンプの一部走行区間での自動走行を実施しオペレータの精神的負担軽減に繋がった。
- 今年度は自動化施工ブルドーザの試験施工また、除石作業において遠隔式ブルドーザの投入を行い、作業効率の向上及び検証を行う。



位置図



## 工事概要

- 工事名: 令和7年度赤松谷川堰堤群補修その他工事
- 工期: 令和7年8月19日～令和8年3月19日
- 主な工事内容
  - ・掘削(無人化施工) 11,000m<sup>3</sup>
  - ・根固めブロック据付 790個(施工予定)



根固めブロック設置状況(把持装置)



根固めブロック設置状況(把持装置)



自動化施工ブルドーザの試験施工



ブルドーザ無人化施工状況(遠隔操作状況)



ブルドーザ無人化施工状況(遠隔操作状況)