

## 砂防工事における無人化施工の実態と課題について

財団法人 砂防・地すべり技術センター ○植弘隆・松井宗廣・溝口裕也・五十嵐勇気  
国土交通省 九州地方整備局 雲仙復興事務所 田村圭司・前田昭浩・水田貴夫・松尾陽一

### 1 はじめに

わが国では火山噴火、地震、豪雨等に伴う土砂災害が多数発生するが、その対策においては、有人作業が困難な危険箇所における砂防工事が必要となる場面が多い。

本発表では、有人作業が困難な危険箇所における無人化施工技術について、全国の砂防工事における無人化施工事例を調査・整理したので、その実態と課題を報告する。

### 2 砂防工事における無人化施工事例

直轄砂防事務所の無人化施工関係資料、無人化施工協会ホームページ及び聞き取りなどによる全国の砂防工事における無人化施工の実績を整理した。今回整理した無人化施工実績は1994年～2010年迄の総計で145件となった。

都道府県毎の無人化施工事例を整理すると、長崎県の雲仙普賢岳水無川流域（以下、雲仙と記載する。）での実績が55件となり、全体の約38%を占める結果となった。その他の地域では、北海道、石川県、長野県、岐阜県などでの工事実績が多い（図-1）。

工種毎の工事件数は、除石（土砂撤去）が最も多く45件、次いで堰堤工・床固工が37件であった。雲仙では除石工、堰堤工・床固工、導流堤工、鋼製スリット工の施工が実施されており、その他の地域では、土工、山腹工（法面工）、堰堤工・床固工、堰堤嵩上げ工の実績が多い（図-2）。

主な工種毎の無人化施工機械をみると、雲仙の機械は他地域に比べ大型機械を使用している（表-1）。

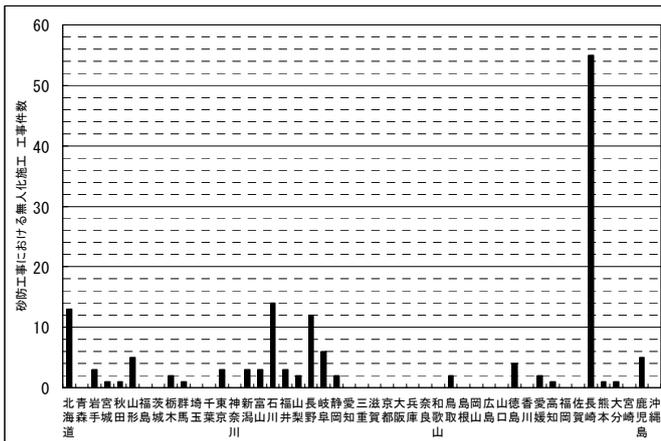


図-1 全国の砂防工事における無人化施工事例

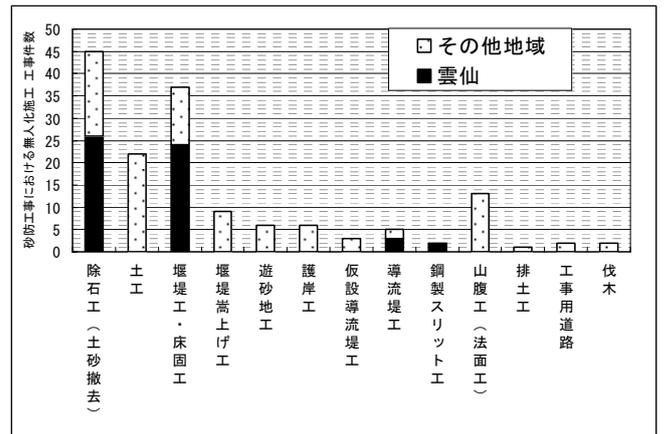


図-2 砂防工事における工種毎の無人化施工工事件数

表-1 主な工種毎の無人化施工機械の使用事例

工種	雲仙	その他地域
除石工	バックホウ (3.5m <sup>3</sup> ) ダンプ (46t 級) ブルドーザ (46t 級)	バックホウ (0.7m <sup>3</sup> , 0.8 m <sup>3</sup> , 1.4m <sup>3</sup> , 5.0m <sup>3</sup> ) クローラダンプ (6t 級, 11t 級) ダンプ (46t 級) ブルドーザ (43t 級)
堰堤工・ 床固工	バックホウ (0.2m <sup>3</sup> , 0.8m <sup>3</sup> , 3.5m <sup>3</sup> , 4.0m <sup>3</sup> ) ダンプ (45t 級, 65t 級) ブルドーザ (16t 級, 62t 級) 振動ローラ (11t 級)	バックホウ (0.8 m <sup>3</sup> , 1.4m <sup>3</sup> ) クローラダンプ (10t 級, 11t 級) ラフテレーンクレーン (50t 吊) ブルドーザ (43t 級)
土工		バックホウ (0.8 m <sup>3</sup> , 1.4m <sup>3</sup> ) クローラダンプ (10t 級, 11t 級)
堰堤嵩 上げ工		バックホウ (0.8 m <sup>3</sup> , 1.4m <sup>3</sup> ) クローラダンプ (10t 級, 11t 級) ラフテレーンクレーン (50t 吊)
山腹工		ロッククライミングマシーン セーフティークライマー



図-3 無人化施工機械

### 3 無人化施工の課題と対応（案）

直轄砂防事務所の無人化施工関係資料、施工業者聞き取り等をもとに、雲仙とその他地域における無人化施工の課題と対応（案）を整理した（表－2）。

主な課題は、①無人化機械の台数、機種が少なく、また機械の老朽化や部品調達が困難こと、②オペレーターが無人化機械操作に慣れるまで時間がかかる、③使用可能な電波帯が少ない等があげられる。今回の整理で明らかになった課題の解決には、新規無人化施工機械開発及びオペレーター訓練のための無人化施工フィールド、ならびに将来的な市場の継続的な確保が必要である。

表－2 無人化施工の課題と対応（案）

項目	課題		対応（案）
	雲仙	その他地域	
機械	<b>【維持管理】</b> ・機械メンテナンスの必要時間増大。 ・無線中継車増加による機械準備期間やコストの増加。 ・機械老朽化による維持管理コスト増。 ・無人化施工機種の製造中止による更新部品の調達困難化。 ・無人化振動ローラは、両鉄輪タイプが受注生産で、故障時の代替え機械調達が困難。 <b>【能力】</b> ・施工箇所への勾配増加（10%以上）による機械の登坂・走行能力不足。	<b>【維持管理】</b> ・無人化機械の所有会社が少ない。 ・台数、機種等が少ない。 ・機種が少なく必要以上に大型機をリースすることになる。 ・リース会社に車載カメラが無い。 ・故障時の予備部品が少ない。 <b>【能力】</b> ・軟弱地盤での作業可能重機が必要。 ・ヘリコプターで分解搬送でき、急峻、狭隘な箇所で使用可能な建設機械が必要。	<b>【維持管理】</b> 将来的な市場を継続的に確保する。  <b>【能力】</b> ・施工機械の新たな技術開発のための無人化施工フィールドを確保する。
オペレーター	<b>【経験】</b> ・無人機械操作に慣れるまで時間を要する。（送信機レバーが短く操作に敏感に反応しすぎるなど。） ・疲労が大きい。 <b>【操作】</b> ・実機操作の様に手に感覚が伝わらなく力加減が分からず機械に負担をかける。 ・モニター映像によるブレーカ作業では、遠近感が得られず効率が悪い。打撃音が聞こえず、空打ちが多い。 ・目視作業は死角が多くバックホウとダンプの連携作業が難しい。		<b>【経験】</b> ・無人化施工訓練フィールドを確保する。 ・複数人体制で交代しながら実施する。 <b>【操作】</b> ・臨場感のあるオペレーションシステムを開発。（遠近感のわかる立体映像や多角度からの映像、視野の広い広角映像、音声の受信など）
システム	<b>【電波】</b> ・施工支援重機（出来高管理や測量）の増加により情報化施工のための必要電波数が不足しているが、使用可能電波は増加していない。	<b>【電波】</b> ・障害物や電波障害で機械停止。 <b>【映像】</b> ・車載カメラでは、全体の現場状況の把握が困難。 ・車載カメラは、モニター画面と重機の動きにタイムラグが生じ、重機同士が接近している場合に接触の危険性あり。	<b>【電波】</b> ・使用可能な電波帯増。 ・無線伝送システム改善。 <b>【映像】</b> ・現場内に固定カメラを設置する。 ・映像システムを改善する。
施工効率	・施工規模の減少、設置施設間距離の減少により大規模機械の使用が困難になり、小規模施工機械を使用することになる。 ・小規模施工機械の使用、有人区域からの距離増大により施工効率が悪化。 ・大転石（5m以上）の処理が困難。		・施工機械の新たな技術開発のための無人化施工フィールドを確保する。

### 4 おわりに

火山噴火等の緊急時には、有人作業が困難な危険箇所での砂防工事実施のため無人化施工技術の必要性が特に高い。今回の整理で明らかになった課題をふまえると、将来の緊急時に無人化施工の対応を可能にするには、継続的な市場の確保、オペレーターの訓練、ならびに無人化機械の新たな技術開発が必要である。

今回の無人化施工事例調査では、全国の直轄砂防関係事務所から貴重な資料の提供頂いた。関係各位に対し、御礼申し上げる。

参考文献：緊急時の無人化施工ガイドブック、(財)先端建設技術センター、平成13年4月  
 無人化施工の足跡、(株)フジタ、平成22年3月