

超長距離無人化施工技術の適用性に関する考察

○（一財）砂防・地すべり技術センター 田村 圭司  
（前国土交通省九州地方整備局雲仙復興事務所）  
国土交通省九州地方整備局緑川ダム管理所 下田 孝徳  
（前国土交通省九州地方整備局河川部河川工事課）  
（財）先端建設技術センター 技術調査部 新田 恭士  
（財）先端建設技術センター 企画部 吉田 貴

1. はじめに

本報告は、火山噴火などの大規模災害の発生に備え長距離からの遠隔操作による無人化施工の実証実験を行い、緊急時の災害対処における適用性について考察したものである。

雲仙普賢岳試験フィールド事業で培われた無人化施工技術は、多くの災害復旧工事で導入され、改良を重ねてきた。特に平成12年の有珠山噴火災害では、火山噴出物のための遊砂池造成や流出した橋梁の撤去工事において、約2km離れたところから高出力の建設無線を用いて超長距離無人化施工が行われた。

今回の実験では、更なる長距離無人化施工に対応するため、光ケーブルと各種の無線通信方式を駆使し30kmの超長距離無人化施工の実用化に目途を付け、解決すべき課題を明確化した。

具体的には、遠隔操作における伝送遅延や映像劣化について各種の無線通信方式の性能や可用性の検証を行うとともに、オペレータに着目し施工効率や作業限界といった面も考慮し、今後の大規模災害対策における超長距離無人化施工技術の適用性について考察した。

2. 実験概要

2.1 実験期間

平成23年3月19日(土)～4月14日(木)

2.2 実験条件

- ・有線ネットワークの操作距離が30km以上であること。
- ・数種類の無線ネットワークの可能性を検証・評価すること。
- ・遠隔操作機械の操作系伝送を行うこと。
- ・遠隔操作機械の映像系伝送を行うこと。

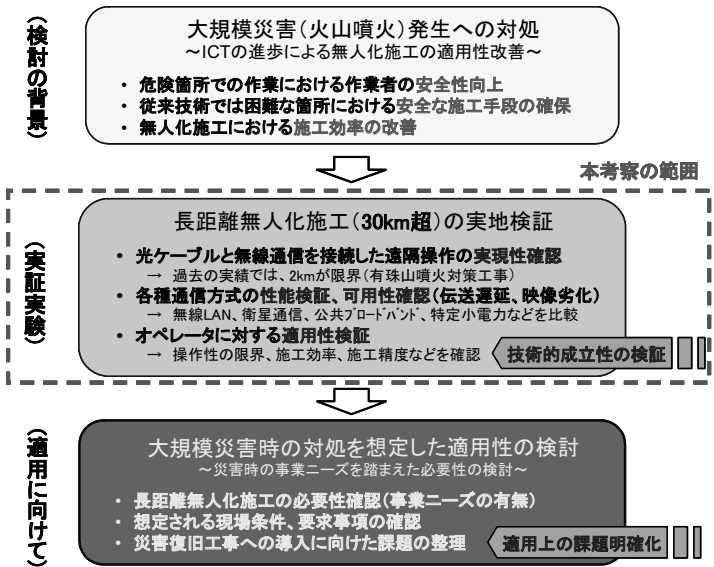


図-1 本考察の位置づけ



図-2 実験場所周辺

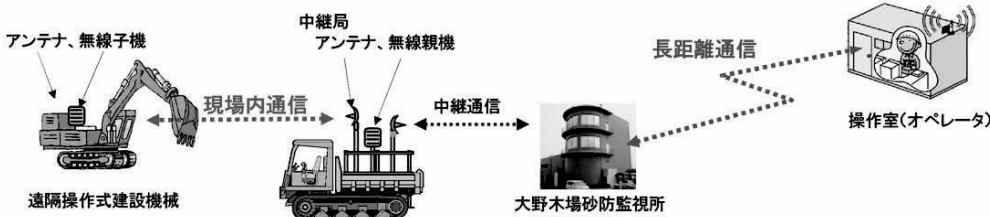


図-3 無人化施工の通信システム概要図

### 3. 実験内容と実験結果

実験内容と実験結果を下記に示す。

表-1 実験結果一覧表（抜粋）

| 実験内容 |                 | 実験結果                                                                                                                                                                                                                         |
|------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1    | ネットワークの伝送状況     | 各通信ネットワークにおいて伝送遅延 100msec 以下となった（衛星以外）。                                                                                                                                                                                      |
| 2    | 操作性の確認          | <ul style="list-style-type: none"> <li>○操作性に差異はあるが、各通信ネットワークにおいて超長距離の遠隔操作が可能であることが確認できた。</li> <li>○長距離無線 LAN 及び公共ブロードバンドは機器設定により伝送量を調整することで操作性に改善が期待できる。</li> <li>○衛星通信は遅延が大きいため通常操作には不向きだが、緊急時の遠隔操作には有効な手段となり得る。</li> </ul> |
| 3    | 無線到達距離          | 各通信方式の特徴を生かした遠隔操作の可能性が確認できた。                                                                                                                                                                                                 |
| 4    | 無線の回込み評価        | <ul style="list-style-type: none"> <li>○無線 LAN (IEEE802.11j) : 伝送量は大きい、回込みに劣る</li> <li>○公共ブロードバンド : 伝送量は小さい、到達距離が長く回込みに優れる</li> </ul>                                                                                        |
| 5    | 画像伝送条件による操作限界   | <ul style="list-style-type: none"> <li>○画像の遅延 : 遅延時間 1.5 秒（通常 +1 秒）が限界</li> <li>○画像の劣化 : 伝送レート 384kbps、フレーム数 15fps が限界</li> </ul>                                                                                            |
| 6    | 画像伝送能力          | 無線 LAN (IEEE802.11j) :<br>安定した伝送では、6 画像 / ch 最大では 10 画像 / ch も可能                                                                                                                                                             |
| 7    | オペレータ技量能力       | 熟練者と非熟練者のサイクルタイムには 2 倍近い差があった。                                                                                                                                                                                               |
| 8    | 遠隔操作による給油作業の可能性 | 給油機械や重機の給油口等の技術開発が不可欠であるが、遠隔操作的には十分可能であることが確認できた。                                                                                                                                                                            |



写真-1 遠隔操作状況



写真-2 ブルメタル把持

### 4. 考察

今回の実験では、超長距離無人化施工の適用性が確認できた。この結果を踏まえ、大規模災害での実用化に向けて解決すべき事項について考察した。以下に主な項目を示す。

#### 【技術開発】

- ① 重機搭載を想定した通信機器の性能向上・耐久性確保
- ② 燃料給油の完全無人化、重機のリモートメンテナンス
- ③ 無線ネットワークシステムの管理調整の無人化

#### 【制度・標準化】

- ④ 無人化施工関連機材に対する要求性能の明確化とインターフェース標準化
- ⑤ 防災用途のための無線帯域の拡充

#### 【技術伝承・人材育成】

- ⑥ 無人化施工技術・ノウハウの蓄積と伝承
- ⑦ 人材（技術者、技能者）の育成