



これまでの無人化施工の取組み

～雲仙普賢岳から全国の災害現場へ～

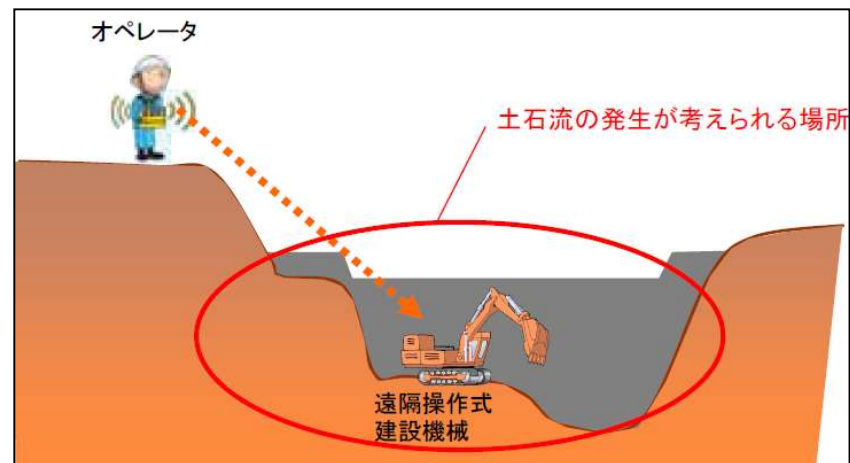
令和5年2月13日



1. 無人化施工とは

無人化施工は、被災が懸念される箇所において減災や応急復旧対策工等を、安全かつ迅速に実施する施工技術です。

- a. 遠隔操作式建設機械(ラジコン重機)を使用して、安全地帯で操作を行います。
- b. 安全なところで操作するオペレータ。
- c. 運転を補助する装置機器を使用します。



水陸BD 1965年(富山河川国道事務所)

遠隔BH 1984年(立山砂防事務所)

2.試験フィールド制度から始まった無人化施工

「試験フィールド制度」……

行政ニーズが高く、現場での技術的検証を通じて**完成度を高める必要のある技術**を対象に、民間の開発技術を広く活用する制度（平成5年に制定）

→現在の**技術提案**の先駆け的な制度

確立してないが有用と思われる技術を

公募して現場(フィールド)で確認

[テーマ] 土石流発生後に遊砂池等に堆積した巨礫・土砂の緊急除去
(単純な除石、幅200m×長さ300m×深さ4m)

[施工条件]

- ・ 直径2～3mの巨礫破碎
- ・ 温度100℃、湿度100%の環境
- ・ 100m以上の遠隔操作

○応募
34社(45技術)

○技術水準
13技術

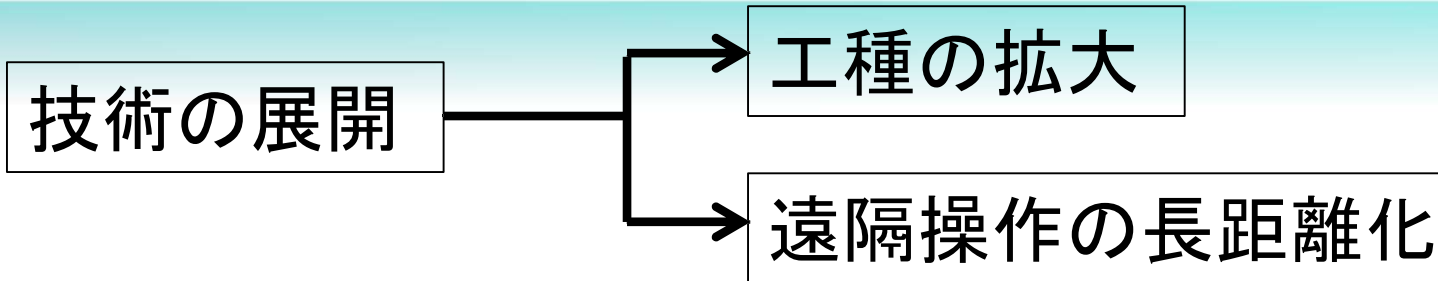
○最終
6技術

1994年2月
試験施工(6工区)

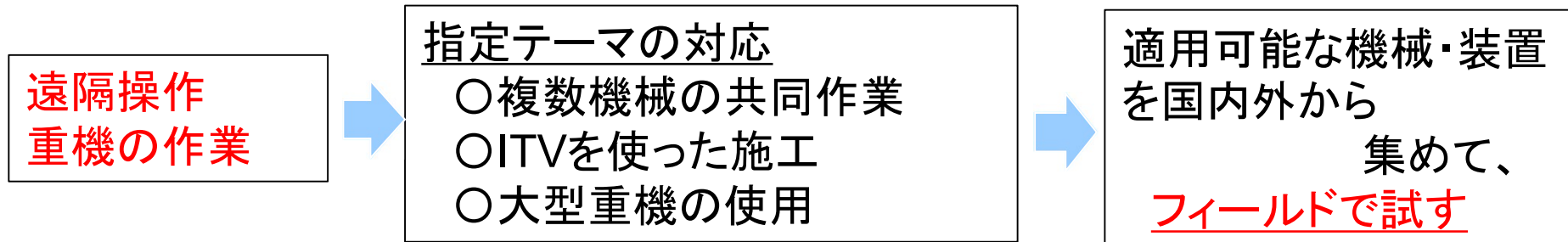
1994年10月

除石工事 本格施工

3. 雲仙普賢岳での技術醸成



試験フィールドから受け継がれる考え方



無人化施工 = 遠隔操作重機(ベースマシン) + 追加オプション

- ・アタッチメント
- ・ラジコン信号変換
- ・映像情報
- ・施工管理機器

使える技術は積極的に活用⇒フィールドで試し適合

+ オペレータの技量 (不足する情報や遅延に対応した操作)

4. 開発技術紹介①無人測量機



4. 開発技術紹介 ②支持力測定

簡易支持力測定器 (キャスポル)の遠隔化



No	Ca	CBR
1	12.3	16.6
2	35.6	57.6
3	11.8	15.8
4	7.4	8.1
5	15.7	22.6
6	13.1	18.8
7	14.7	20.9
8	25.1	39.1
9	16.9	24.7
10	12.1	16.2
11	25.2	39.3
12	9.7	12.8
13	35.4	57.2
14	10.9	14.2
15	35.8	58.8
16	19	
17	Ca	CBR
AVE	18.8	28.8
MAX	35.8	58.8
MIN	7.4	8.1



平板載荷試験機

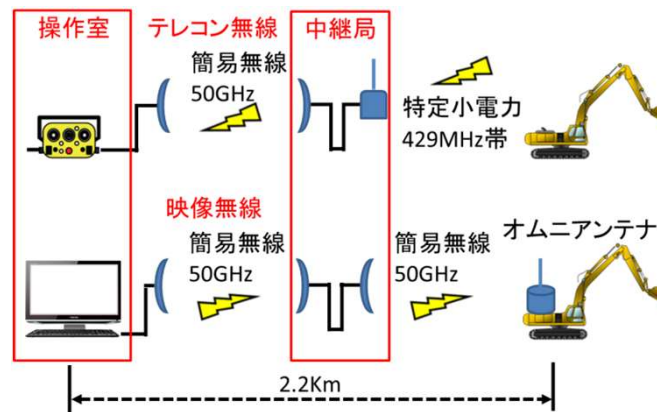


4. 開発技術紹介 ③寒冷地対応実験(その1)

年度	H14	H16	H17	H18	H19	H20
作業内容	土砂掘削→積込→運搬	ブロック(0.5t型)運搬→積込→据付	土砂掘削→積込→運搬セルダム中詰	土砂掘削→積込→運搬→敷均し	土砂掘削→積込→運搬→敷均し	伐木→抜根→集積
遠隔操作距離	100m~150m	150m~200m	2.2km	150m~200m	150m~200m	200m~250m
テレコントロール無線	特定小電力無線429MHz帯	特定小電力無線429MHz帯	操作テレコン信号→簡易無線→2.2km→中継局→特定小電力無線→重機操作	特定小電力無線429MHz帯	特定小電力無線429MHz帯	特定小電力無線429MHz帯
映像無線	簡易無線50GHz帯 オムニアンテナ	簡易無線50GHz帯 オムニアンテナ	モニタ映像←簡易無線←2.2km←中継局←簡易無線←重機車載カメラ	簡易無線50GHz帯 オムニアンテナ	簡易無線50GHz帯 オムニアンテナ	簡易無線50GHz帯 オムニアンテナ
使用機械	バックホウ0.8m ³ 級 クローラダンプ11t積×2台 移動カメラ車	バックホウ0.8m ³ 級 (把持装置装着) クローラダンプ7t積 移動カメラ車	バックホウ0.8m ³ 級 クローラダンプ11t積×2台 移動カメラ車	バックホウ0.8m ³ 級 クローラダンプ11t積×2台 ブルドーザ [*] 湿地21t級 移動カメラ車	バックホウ0.8m ³ 級 クローラダンプ11t積×2台 ブルドーザ [*] 湿地21t級 移動カメラ車	バックホウ0.8m ³ 級×2台 (伐木アタッチメント装着) (集積アタッチメント装着) 移動カメラ車
施工場所	錦多峰川	錦多峰川	錦多峰川	苫小牧川	苫小牧川	苫小牧川



H16バックホウ0.8m³級
把持装置装着



H17超遠隔L=2.2km



H20バックホウ0.8m³級
伐木・集積
アタッチメント装着



4. 開発技術紹介 ③寒冷地対応実験 (その2)

年 度	H23	H24	H25
作業内容	スリットダム閉塞工 ブロック(4型) 運搬→積込→据付 「積雪寒冷地検討」	スリットダム閉塞工 ブロック(4型) 運搬→積込→据付 「積雪寒冷地検討」	スリットダム閉塞工 ブロック(4型) 運搬→積込→据付 「積雪寒冷地検討」
遠隔操作距離	200m~250m	1.4km	25km
テレコントロール無線	操作テレコン信号→ SS無線2.4GHz帯→0.25km →移動中継車→ 特定小電力無線 →重機操作	操作テレコン信号・モニ映像 ⇄ハブ ⇄NTリンク無線25GHz帯 ⇄1.4km⇄中継局⇄中継車 ⇄無線LAN 5GHz帯 (IEEE802.11J) →重機操作・車載カメラ	操作テレコン信号・モニ映像 ⇄ハブ⇄光ファイバ [※] 25km ⇄中継局⇄中継車 ⇄無線LAN 5GHz帯 (IEEE802.11J) →重機操作・車載カメラ
映像無線	モニ映像← 簡易無線←0.25km← 移動中継車←簡易無線 ←重機車載カメラ	→重機操作・車載カメラ	
使用機械	バックホウ1.4m ³ 級 (把持装置装着) クローラダンプ11t積 移動カメラ車 移動中継車	バックホウ1.4m ³ 級 (把持装置装着) クローラダンプ11t積 移動カメラ車 移動中継車	バックホウ1.4m ³ 級 (把持装置装着) クローラダンプ11t積 移動カメラ車 移動中継車
施工場所	錦多峰川	錦多峰川	錦多峰川



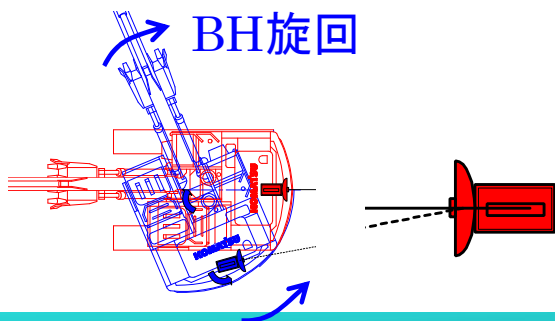
4. 開発技術紹介 無線に関する事項

◎ 無人化施工は**無線**を使用して情報の伝達を行う

留意点 1 - 使用可能な無線(周波数帯)は限定される

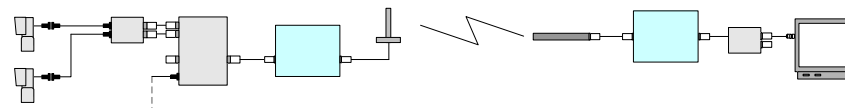
2 - 2世代以降は複数の周波数帯の無線を使用

- 建設機械を動かす無線(テレコントロール)
- カメラの切替え / 情報化施工
- **映像情報を送る無線**(情報容量が多い、直線性の高い無線)



アンテナ雲台が自動回転

先端技術を取入れ活用 ICT技術の普及とその活用



通信方式	単方向ストリーム伝送
無線周波数帯域	2.4GHz 帯
無線伝送方式	直交周波数分割多重(OFDM)方式
送信出力	10mW / MHz
通信速度	15Mbps

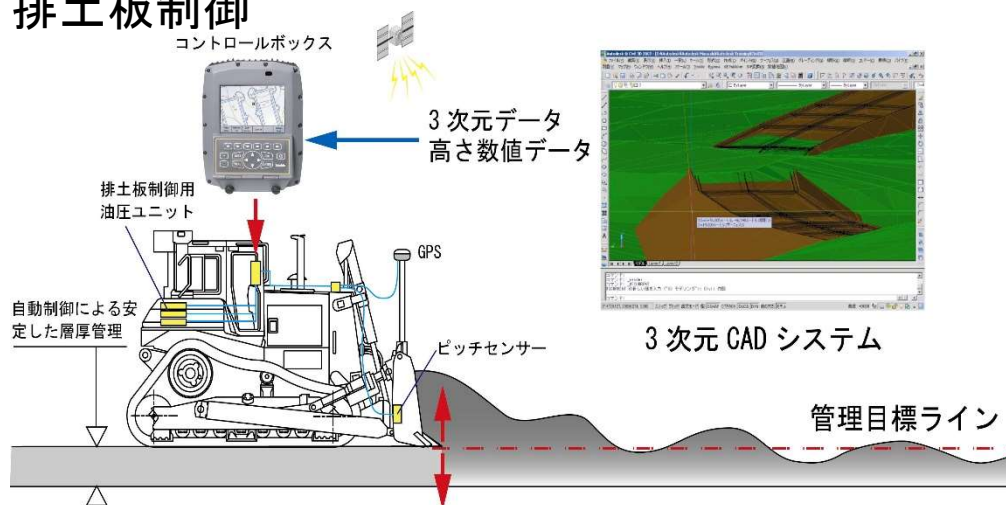
4. 開発技術紹介 ICTに関する事項

有人施工「TS・GNSSを用いた盛土の締固め」(2012年管理要領制定)

無人化施工 1995年 RCCコンクリートの敷均し管理
1999年 RCCコンクリートの転圧管理



2006年 排土板制御



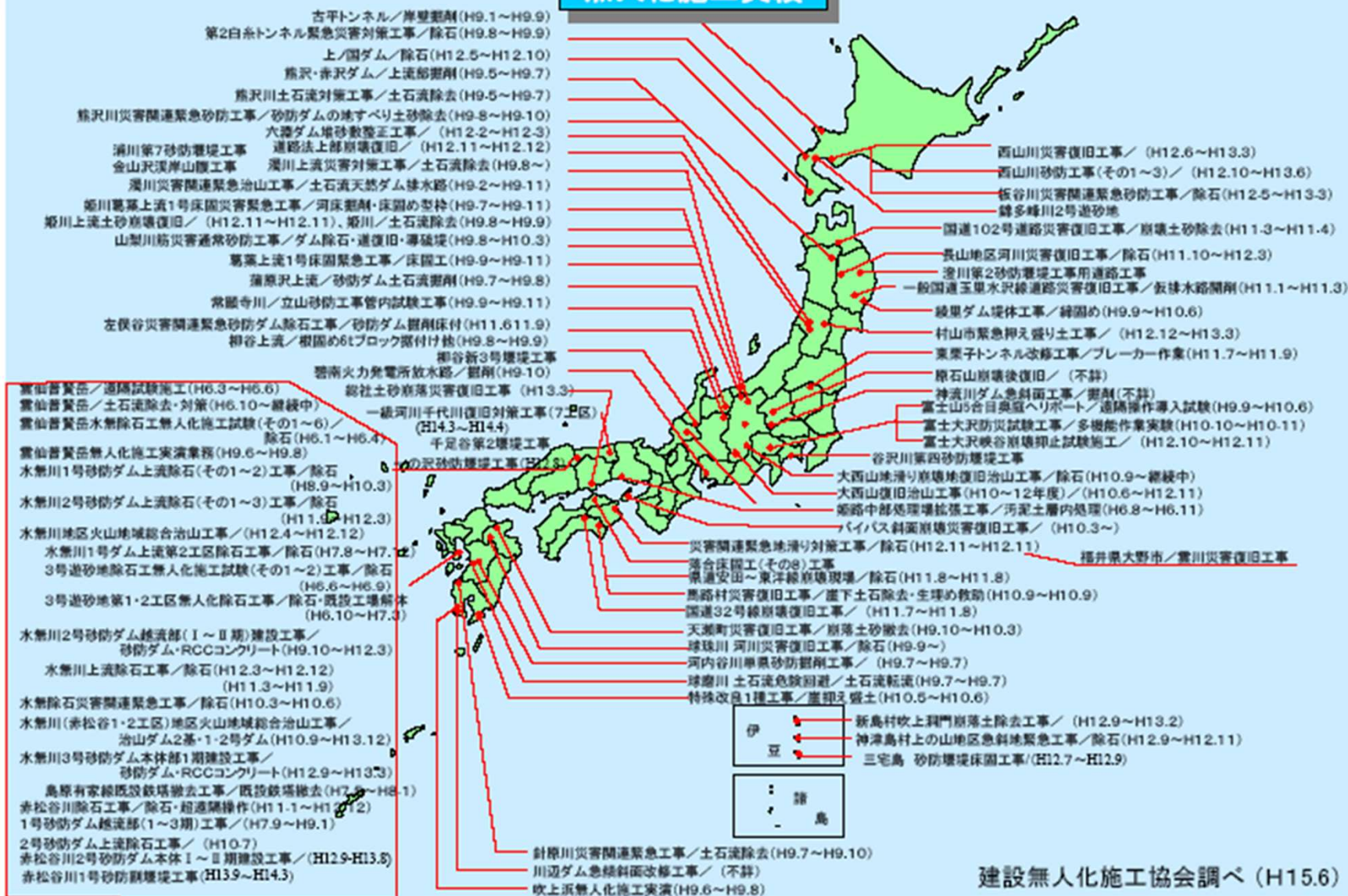
資料提供 : 雲仙復興事務所

5. 積極的な技術活用(動画)



6. 全国への技術展開

無人化施工実績



7. 無人化施工の過去から今後

①技術確認

試験フィールド
制度(1993年)

②技術進展

技術提案での
新技術の活用

③技術の定着

砂防施設の完成
維持管理(定期的除石)

④新技術展開

DX(5G・AI・RT)を
活用した無人化施工

①技術確認

[テーマ] 土石流発生後に遊砂池
等に堆積した巨礫・土砂の緊急除去

(単純な除石、
幅200m×長さ300m×深さ4m)

[施工条件]

- 直径2～3mの巨礫破碎
- 温度100℃、湿度100%の環境
- 100m以上の遠隔操作



②技術進展

- 1.0kmを超える遠隔操作
- 無人測量作業、マーキング
- RCCコンクリートえん堤
- 構造物の据付
- 無線LANを使った施工 他

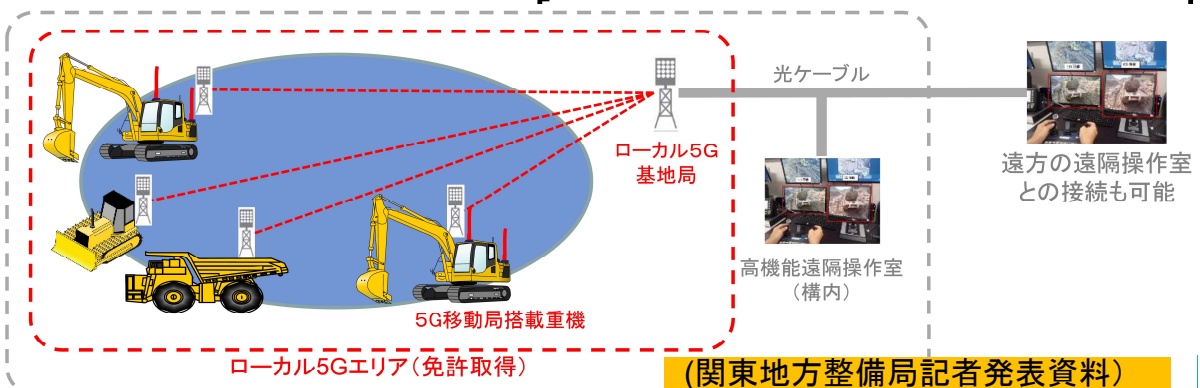


③技術の定着

(雲仙砂防管理センター資料)



④技術の新展開





おわり

