

- 研究開発項目 : ロボット技術の研究開発
- 研究開発テーマ : 無人化施工の新展開～遠隔操作による半水中作業システムの実現～
- 研究責任者 : 次世代無人化施工技術研究組合 理事長 油田 信一
(芝浦工業大学 特任教授)
- 共同研究グループ : (株)IHI、(国研)土木研究所



研究開発の目的・内容



背景

- ➡ 遠隔・無人化施工は、噴火や地震災害時などの緊急工事に適用されている我が国特有な技術
- ➡ 近年、集中豪雨等による水災害(地滑り・土石流・出水)が頻発



- ➡ 施工で重要な運搬は、現有の機器では対応できず、水際や半水中部の災害対応に課題

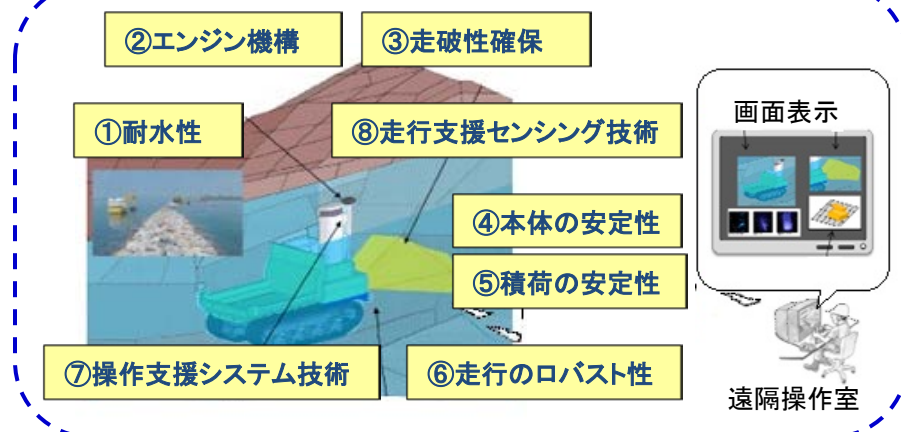
研究開発の目的

無人化施工の適用範囲を、作業員が入り込むことは危険な浅水域、水際に拡大し、頻発する水災害への迅速な対応を可能とする

研究開発の内容

- ➡ 水深2m 程度の水際や半水中部で、作業・運搬などの一連の施工を実現する無人化施工の実証システムの構築
- ➡ 浅水域から陸上にわたる数百メートルの多様な状況下を効率よく安定して走破可能な遠隔操作型重運搬ロボットの開発

【具体的研究開発内容】



I. 半水中重運搬ロボット車両の開発

平成26～28年度の研究開発成果：
半水中を走破するプロトタイプ初号機の試作と評価を反映した遠隔操作仕様の重運搬ロボット2号機の開発

【河道閉塞土砂撤去をイメージした実機実証】

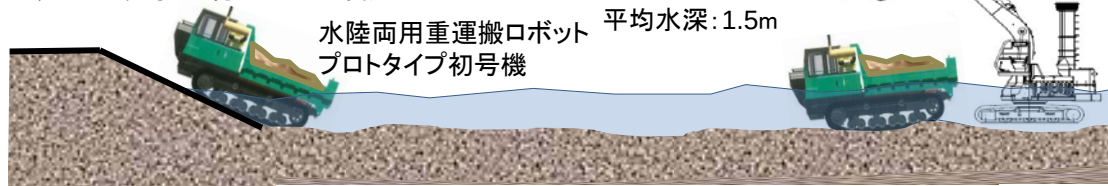
- 掘削土砂：6.0m³/バケット×5回＝約7.0トン積載
- 水中走行：2.0km/h, 水深1.5m, 走行距離約50m

【斜路】

全長：20m, 勾配：約10% (5.7度)

【浅水域内走行路】

走行路長：50m
平均水深：1.5m



【耐水性試験】



【陸上走行試験】



【運転席水没試験】



【吸排気試験】



試験用シュノーケルの設置

実験結果を反映

遠隔操作仕様の重運搬ロボット2号機

実験結果を反映



■ 土砂掘削積込



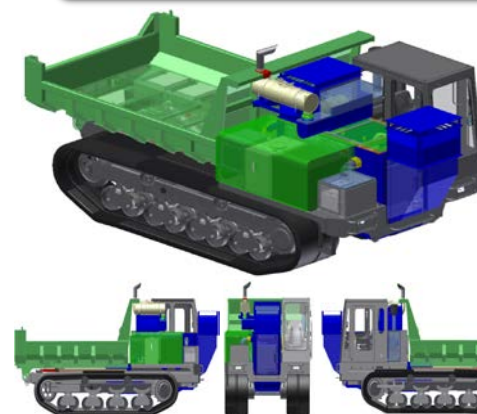
■ 水深1.5m 実車走行



■ 水中部 斜路走行



■ 陸上部 斜路走行



- エンジン防水隔壁仕様
- ユーティリティ部水没対策仕様
- 隔壁内の漏水センサ実装
- オーバーヒート対策仕様
- 電装品の浸水対策、艀装
- 排気、給気の必要シュノーケル実装
- 遠隔操作システム実装
- 水深走行：1.8m
- 積載荷重：10トン

Ⅱ. 半水中を走行させるための遠隔操作支援・ガイダンスシステムの開発

平成26～28年度の研究開発の成果

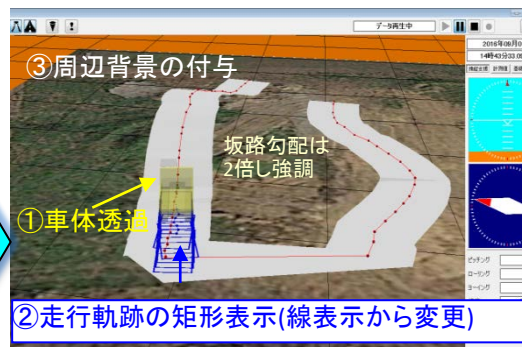
【GNSS-IMUを使用した遠隔操作ガイダンスシステムの開発】

操作ガイダンス装置の操作画面において、操作性を向上させるために平成28年度は以下の改良と実験を実施した

- ①表示車体の透過表示（走行計画線を見易くするため）
- ②走行軌跡の矩形表示（走行方向を判断しやすくするため）
- ③周辺背景の付与機能（陸上走行の操作性向上）

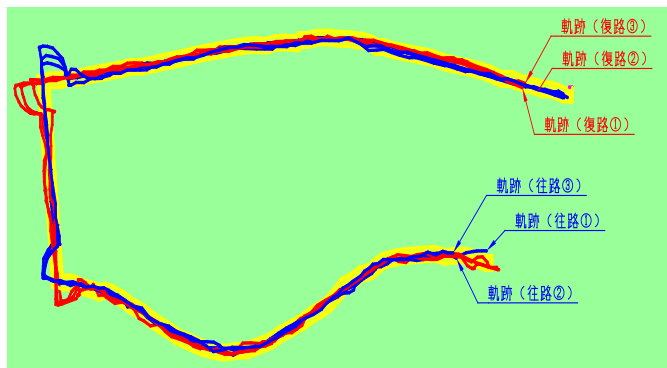


実験走行路



改良版遠隔操作支援ガイダンス表示画面

改良版遠隔操作支援ガイダンスを用いた陸上走行比較試験結果

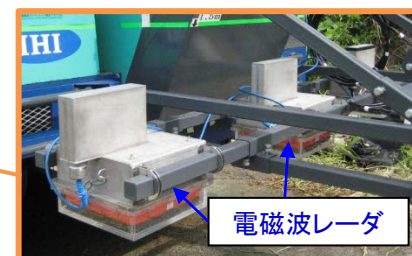


改良版遠隔操作支援ガイダンス表示機能により、走行計画線に対するズレ量は、最大50cmであった。

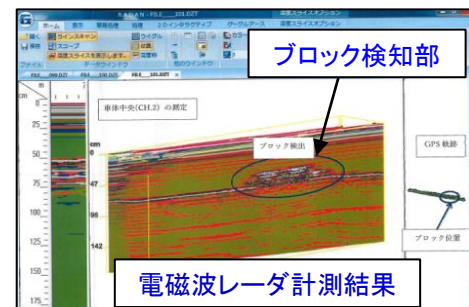
- 走行計画路線(目標点)
- 遠隔操作型重運搬ロボット(移動点)の位置、向きの情報
- 絶対位置座標はGNSS装置のRTK-GPS測位法にて計測
- 進行方向、車体傾斜はIMUで計測

【水中部における走行地盤状況の探査技術の開発】

カメラ映像の不足を支援する技術として、平成28年度は電磁波レーダ装置による走行地盤状況探査実験を実施した



高さ20cmのブロックを水中内走路上に沈め、電磁波レーダで計測する実験を実施



- 車両位置データと計測結果をリンクさせ、走行地盤状況の位置と計測結果を結合表示

オペレータへの情報提供システム

- ◆ カメラ映像の不足を支援するセンサ
- ◆ 自己位置の測定に基づく操作支援(ガイダンス)

平成29～30年度:これらの成果を半水中運搬ロボットに統合し実証フィールドにて評価

【開発の最終(数値)目標】

半水中運搬ロボット

1. 水中での走破能力:

- 積載荷重: 10t
- 走行速度: 3km/h
- 登坂能力: 10%
- 左右傾斜: 3度
- 段差乗越え: 20cm
- 連続走行区間: 200m

2. 遠隔操作機能

- 無線による遠隔操作
- 遠隔操作支援ガイダンス装置の実装

半水中における無人化施工の実現

- モデルシステムの構築

【災害時の活用イメージ】

無人化施工による、河川閉塞、堤防決壊、天然ダム決壊等の災害の拡大防止

従来型の遠隔操作水中バックホウ



- 河川等を閉塞させる恐れのある水中の土砂の掘削
- 水路の開削、掘削
- 堤防の決壊や損傷等を防ぐための根固めブロック等の設置作業

本開発による半水中運搬ロボット



遠隔操作室

- 土砂、瓦礫等の運搬
- 根固めブロック等の運搬
- 資機材の運搬

【社会実装: 想定している

災害対応のための保有・維持体制】

保有者と使用者

- 国土交通省／地方整備局／技術事務所
- 地方自治体
- 河川管理者
- 民間会社(工事会社、レンタル会社等)
- 研究機関(さらなる活用法の開発と評価)

活用のための管理体制

- 保有者: 運用時の計画／保管／輸送／定期点検、メンテナンス
- 使用者: 現地取扱い／運用教育(使用方法、安全注意事項)／日常点検

【普及と維持のための平時利用との共用化(検討中)】

平時の利用法

(水陸両用運搬車として使用: 主に搭乗操作による)

- 河川・湖沼の浚渫、護岸工事
- 河川・湖沼・海岸部の防災工事など

災害時・平時共用のための体制

- 半水中用車両と遠隔操作機能を分離して整備
- 災害時には国・地方自治体主導で運用する体制を構築

供用、および、生産・販売台数の拡大

- 平時向けにレンタル、リースの導入を検討
- 海外への展開(運用技術と機械)