

土砂災害時の緊急対策における安全・迅速な無人化施工技術の研究

研究予算：運営費交付金

研究期間：令 5～令 7

担当チーム：先端技術チーム

研究担当者：味田悟、茂木正晴

無人化施工は、災害時に人が立ち入ることのできない危険箇所において復旧活動を安全かつ迅速に実施するために活用されている。建設機械の遠隔操作には、直接目視による方法と、操作室において映像を介して操作する手法がある。本研究では、緊急対策において活用される直接目視による遠隔操作時の作業実態（障害物除去、排土）を把握・分析し、災害復旧を安全かつ迅速に遂行することを目的として、緊急対策時における無人化施工技術の高度化（達成目標①）に取り組んだ。また、無人化施工の活用にあたっては、安全かつ迅速な作業の多くを経験豊富なオペレータの判断および行動に依拠している現状を踏まえ、緊急対策時に無人化施工を適用するための手順の整理（達成目標②）を実施した（論文リスト a-1、e-1、e-3）。

達成目標①では、緊急対応時における無人化施工技術の高度化に資する基礎データの取得を目的として、搬路確保を想定したモデルタスクによる操作実験およびオペレータへのヒアリングを実施した。その結果、直接目視による遠隔操作では、搭乗操作と比較して操作時間が増加する傾向が確認され、特に位置決め操作に要する時間の増加が主要因であることを明らかにした。また、高所からの操作やモニタによる視認支援により操作時間が一定程度短縮される傾向が確認され、視認性の向上および操作特性の改善の重要性に関する基礎的知見を得た。

達成目標②では、緊急対応時に無人化施工を適用するための手順整理を目的として、過去の適用事例および施工関係者へのヒアリング結果に基づき、適用プロセスを体系的に整理した。さらに、無人化施工を円滑に実施するために必要となる管理者、調査者および施工企業等の役割を整理し、現場適用に資する基本的な考え方を提示した（論文リスト e-2）。

キーワード：無人化施工、直接目視、遠隔操作、緊急対応、位置決め操作

STUDY ON SAFE AND RAPID UNMANNED CONSTRUCTION TECHNOLOGIES FOR EMERGENCY RESPONSE IN SEDIMENT DISASTERS

Research Period: FY2023-2025

Research Team: Advanced Technology Research Team,
Construction Technology Research Department

Author: MITA Satoru
MOTOKI Masaharu

Abstract: Unmanned construction is widely utilized to ensure safe and rapid recovery operations in hazardous areas where human access is restricted during disasters. Remote operation of construction machinery can be classified into two types: direct visual operation and operation via video images from a control room.

This study focuses on direct visual remote operation applied in emergency response and aims to clarify the actual working conditions—specifically obstacle removal and earthmoving—and to contribute to safe and efficient disaster recovery. Based on this objective, efforts were made toward (1) the advancement of unmanned construction technologies in emergency situations (Objective 1) and (2) the establishment of operational procedures for applying unmanned construction in such contexts (Objective 2).

For Objective 1, fundamental data were obtained through operational experiments using model tasks simulating route clearance, along with interviews with operators. The results indicate that operation time tends to increase in direct visual remote operation compared to onboard operation, with the increase in positioning operation time identified as the primary factor. In addition, a certain level of reduction in operation time was observed through improved visibility, such as operation from elevated viewpoints and visual support using monitors. These findings provide fundamental insights into the importance of enhancing visibility and improving operational characteristics.

For Objective 2, based on past application cases and interviews with construction personnel, the operational processes for applying unmanned construction in emergency situations were systematically organized. Furthermore, the roles of managers, surveyors, and construction companies necessary for smooth implementation were clarified, and fundamental concepts to support field application were proposed.

Keywords: Unmanned Construction, Direct Visual Operation, Remote Operation, Emergency Response, Positioning Operation

論文リスト

● 学術誌等による成果普及

査読付論文・国内（計 1 本）

- a-1) 茂木正晴、山口崇、油田信一：土砂災害初動復旧における直接目視による建設機械の遠隔操作効率に関する実験的検討、土木学会論文集、Vol.81 No.7、(公社) 土木学会、2025.7

学会発表等その他（計 4 本）

- e-1) 茂木 正晴、坂下誠、鈴木正憲、金浩昭、小森聡、山口崇、油田 信一：災害復旧時の無人化施工の可否判断のための必要情報と判断者の役割に関する研究、建設施工と建設機械シンポジウム論文集・梗概集、(一社) 日本建設機械施工協会、pp.1-6、2023.11
- e-2) 茂木正晴、山口崇、味田悟、油田信一：無人化施工の作業性評価のためのモデルタスクの提案とその検討-道路啓開作業を対象としたモデルタスクについて-、第 23 回建設ロボットシンポジウム、建設ロボット研究連絡協議会、O5-1、2025.10
- e-3) 茂木正晴、山口崇、味田悟、油田信一：直接目視による建設機械の遠隔操作における操作時間増加要因の分析、令和 8 年土木学会全国大会第 81 回年次学術講演会、(公社) 土木学会、投稿中
- e-4) 茂木正晴、山口崇、味田悟、油田信一：直接目視による遠隔施工時間に関する実験的検討ーモデルタスクによる啓開作業を模した実験ー、第 24 回建設ロボットシンポジウム、建設ロボット研究連絡協議会、投稿中