

遠隔操作におけるマンマシンインターフェイスに関する実態調査

独立行政法人 土木研究所 技術推進本部（先端技術） 正会員 ○山口 崇
 独立行政法人 土木研究所 技術推進本部（先端技術） 正会員 吉田 正
 独立行政法人 土木研究所 技術推進本部（先端技術） 石松 豊

1. はじめに

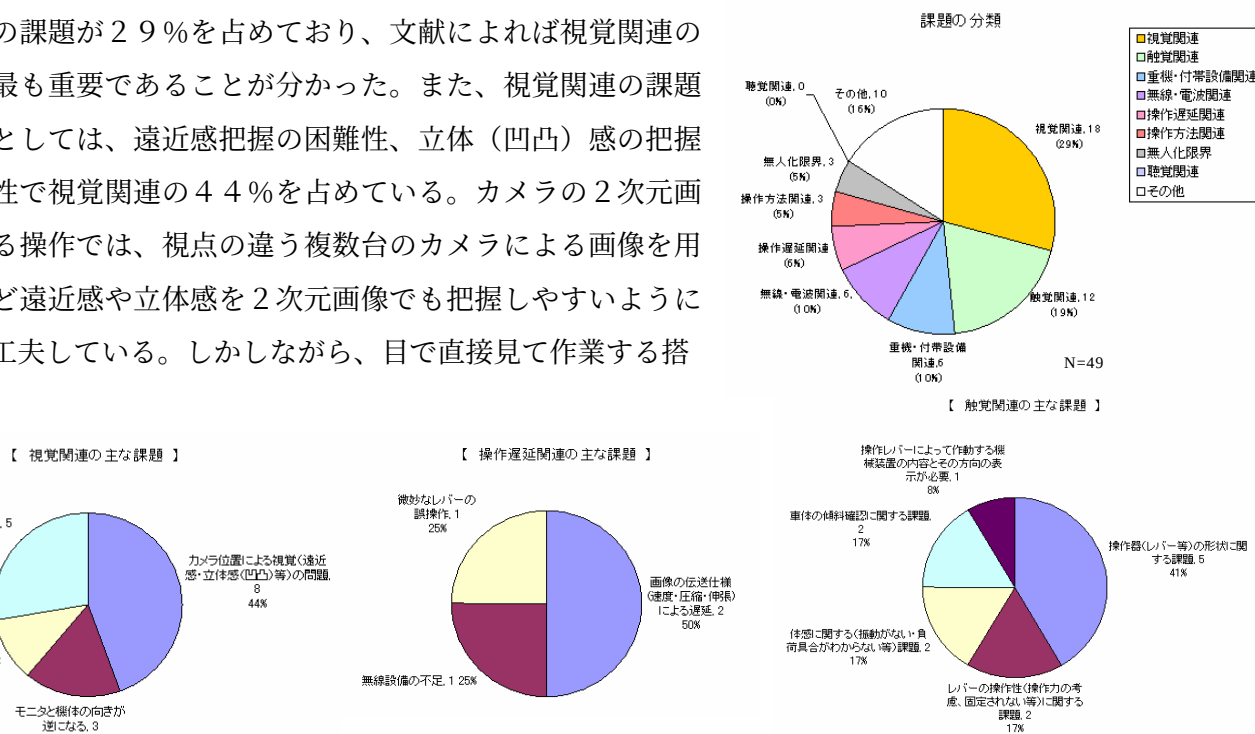
我が国では、地形的および気象的条件のため、火砕流、土石流、地すべり、および崖崩れなどの土砂災害が多数発生している。これらの災害復旧や災害防止を行う事業では、二次災害や災害の発生が予想される大変危険な現場での作業を伴うこととなる。このような危険区域での土木作業では、安全対策として遠隔操作型の建設機械による無人化施工を実施することが有効であり、雲仙・普賢岳の噴火災害の復旧事業をはじめとして近年多くの災害現場などで遠隔操作型の建設機械を用いた無人化施工が行われている。

しかし、これらの無人化施工における施工効率は、操作者が搭乗して操作する場合の6割程度と言われており、低いのが現状である。無人化施工などの遠隔操作による作業の実用性や効率に大きく影響する要因として、機械の作業状況（機械の位置、姿勢、作業対象との位置関係、作業対象の状況など）を操作者に伝える方法の良否が常に問題となっている。

そこで本調査では、遠隔操作による効率的な作業実施のために、操作者への確に作業情報を伝達するマンマシンインターフェイスのうち情報表示技術について、現状の課題の整理を行ったものである。調査は、既存文献による分析と現場調査などの実態調査を行った。

2. 既存文献による課題の分析

雲仙・普賢岳および有珠山の災害復旧工事など、実際に無人化施工を導入した事例について文献等の資料を収集し、マンマシンインターフェイスに関する課題を整理・分析した。結果は図-1のとおりであり、視覚関連の課題が29%を占めており、文献によれば視覚関連の情報が最も重要であることが分かった。また、視覚関連の課題の内訳としては、遠近感把握の困難性、立体（凹凸）感の把握の困難性で視覚関連の44%を占めている。カメラの2次元画像による操作では、視点の違う複数台のカメラによる画像を用いるなど遠近感や立体感を2次元画像でも把握しやすいように現場で工夫している。しかしながら、目で直接見て作業する搭



キーワード：無人化施工、マンマシンインターフェイス、実態調査

連絡先：〒305-0801 茨城県つくば市南原 1-6 TEL 029-879-6757

乗操作と比べると、文献では遠近感や立体感が操作性に大きな影響を与えることが示されている。

3. 現場調査

平成15年度に無人化施工を実施していた2工事について、現地調査を行い、操作者に対してヒアリングを実施した。ヒアリング結果のうち、操作に関する結果の抜粋は、図-2のとおりである。

今回調査において、最も多くの操作者が遠隔操作で問題があると感じている課題は、搭乗操作と比較した時間差（操作遅延）であった。これは、今回調査した現場では、現場条件から制御系、映像

系の全ての情報を中継車とアンテナ基地局の2箇所を経由して伝達しているなど時間差の発生しやすい状況があり、この問題がクローズアップされる結果となったものと思われる。

また、最も問題がないと感じている課題は、搭乗操作と比較した遠近感であった。この結果は、資料調査と逆の結果となった。問題なしの回答の内訳を見てみると、遠近感はつかみ易いが11%で、操作に支障がない程度のある程度の遠近感はあるが55%であった。

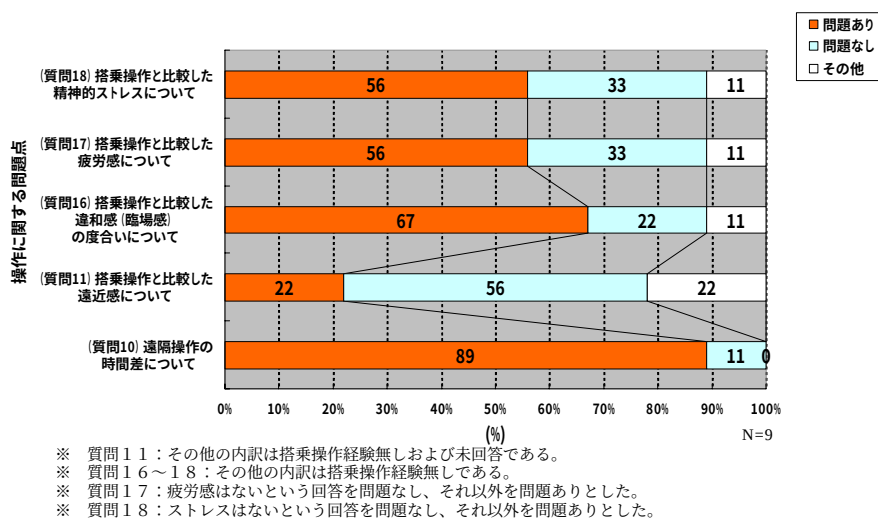


図-2 現場調査結果（操作に関するヒアリング結果の抜粋）



図-3 無人化施工におけるマンマシンインターフェイスの事例

4. まとめ

無人化施工などの遠隔操作による作業の実用性や効率に大きく影響する要因である、機械の作業状況を操作者に伝える方法の良否について、それに与える影響が大きな課題の抽出を目的として、無人化施工におけるマンマシンインターフェイスに関する資料調査と現場調査による実態調査を行った。

調査実施前、視覚関連の情報が最も重要な課題となることを想定していた。結果は、既存文献の分析においては、視覚関連に関する課題が最も多い割合を占めていたが、今回の操作者へのヒアリングにおいては、最も問題を感じていない課題となった。これは、操作者が遠近感などに関する現状の視覚情報に満足している訳ではないが、無人化施工として現状の施工効率で作業を行うには支障がない、ある程度の遠近感などの情報を取得できていることを意味している。

今後は、視覚情報に関しては、ヒアリング対象者の母体数を増やした詳細な調査や実験などを実施して、効率的な作業実施を可能とする視覚情報の表示方法に関して検討を実施する予定である。また、遠距離からの遠隔操作施工では、操作遅延の課題に取り組んでいく必要がある。

参考文献

- 1) 建設省 土木研究所 材料施工部 機械研究室：土木研究所資料 第3566号 災害復旧工事における建設機械の遠隔操作技術の活用に関する調査、(1998)