

無人化施工の普及のための遠隔操縦式バックホウ操作訓練について

九州地方整備局 九州技術事務所 堤 宏徳 光益慎也
九州地方整備局 企画課 平野 礼
東亜コンサルタント(株) 中濃耕司○森 茂紀

1. はじめに

雲仙の火山噴火災害以降、火山、地震、集中豪雨等に伴う自然災害の災害復旧工事等において、作業員の安全確保等の観点より、遠隔操縦式建設機械を用いた無人化施工が採用される事例が増加している。しかし、遠隔操縦式建設機械を円滑に操縦できるオペレータが少ないことが、無人化施工を導入するうえでの大きな課題となっている。このような状況を踏まえ、九州地方整備局九州技術事務所では、平成 27 年度より、無人化施工に対応可能な人材の育成を目的に、遠隔操縦式バックホウ操作訓練を実施している。

本報では、平成 28 年 12 月に開催した遠隔操縦式バックホウ操作訓練の状況を報告するとともに、オペレータ等を対象としたアンケート・ヒアリング結果に基づく遠隔操作訓練の課題及び解決方法等を取りまとめて報告する。

2. 遠隔操縦式バックホウ操作訓練概要

平成 28 年度の遠隔操縦式バックホウ操作訓練（以下、“操作訓練”と称す）は、無人化施工に関して“初心者”の九州管内の維持・災害協定業者を対象として(1)遠隔操縦式バックホウ（無人化施工機械）操作の経験、(2)無人化施工に関する知識・理解の向上、(3)災害時における無人化施工工事への従事意識・意欲の付加を主な目的とした。操作訓練は平成 28 年 12 月 6 日（火）～12 月 9 日（金）までの4日間、九州技術事務所において実施し、期間中に 301 人のオペレータ、現場代理人の参加があった（写真-1 参照）。

操作訓練では、表-1 に示す座学、遠隔操作（掘削作業）、無人化施工機械操作体験、ICT 関連機械操作体験等の内容を 1 日のカリキュラムとした。ここで、遠隔操作では、オペレータが遠隔操作式建設機械を直接目視しながら遠隔操作する“直接目視方式”、オペレータがカメラの捉えた遠隔操縦式建設機械の映像をモニターで見ながら遠隔操作する“モニター方式”で実施した。また、雲仙普賢岳の復興工事における無人化施工では、既に本格的にマシンガイダンス（MG）やマシンコントロール（MC）技術が活用されている。ICT の普及に伴い、ICT 技術を活用した無人化施工が今後普及することを想定して、平成 27 年度には実施しなかった ICT 関連機械の操作体験を平成 28 年度の操作訓練に盛り込むものとした。

なお、操作訓練の主な創意工夫点として、参加者に緊張感を持たせ、自発的・積極的な行動の誘導を目的とした①実技前の K Y 活動、参加者の満足度向上を目的とした②専門機関のエキスパートによる座学の実施、③遠隔操作において無人化施工に熟練したオペレータを指導員として配置（写真-2 参照）、④現場代理人等を対象とした実技（無人化施工機械や ICT 関連機械の操作体験）、参加者が多いことからタイムスケジュール管理を目的とした⑤座学及び実技におけるタイムキーパーの配置による時間厳守（写真-2 参照）等があげられる。これらのうち、① K Y 活動や④現場代理人を対象とした実技は、平成 28 年度より開始したものである。



写真-1 遠隔操縦式バックホウ操作訓練状況

表-1 遠隔操縦式バックホウ操作訓練の内容と対象

項目	内容等	対象者
座学	無人化施工及び ICT に関する講義	オペレータ、現場代理人
	無人化施工マネジメントに関する講義	現場代理人のみ
遠隔操作	①直接目視方式、②モニター方式による遠隔操縦式バックホウを用いた掘削作業を想定した操作訓練（1方式当り約12分間/人、2方式受講を必須）	オペレータのみ
無人化施工機械操作体験	直接目視方式による遠隔操縦式機械（バックホウ及び移動カメラ車）の操作体験（約5分/人）	現場代理人のみ
ICT関連機械操作体験	マシンガイダンスまたはマシンコントロールによる ICT 関連機械（バックホウ及びブルドーザ）の操作体験（約5分/人）	オペレータ、現場代理人



写真-2 熟練オペレータによる指導状況

3. アンケート・ヒアリング結果とその考察

操作訓練の感想、意見、要望等を確認し、今後の操作訓練で改善・反映することを目的として、事前にアンケート用紙を参加者に配布し、操作訓練終了後に回収した。加えて、オペレータに対しては遠隔操作直後にヒアリングを行い、感想、意見、要望等を確認した。これらのアンケート・ヒアリング結果の概要を以下にまとめる。

平成 28 年度の座学では、④無人化施工技術の概要と活用事例、⑤無人化施工機械の取り扱い方法、⑥無人化施工マネジメント（座学⑥は現場代理人のみを対象）の講義を実施した。“非常によかった”“普通”“よくわからなかった”と感じた参加者は、それぞれ 32～46%、49～66%、2～5%で、“非常によかった”と感じた方が“よくわからなかった”と感じた方よりも非常に多かった。特に座学④と⑤に対する満足度が高かった。

オペレータへのヒアリングによる無人化施工に関する感想では、“難しい”と感じた参加者は 22%と少なく、“やってやれないことはない”“想像していたより楽”“意外と簡単”と答えた参加者は 78%と取り組みやすい印象を感じたことが確認できた（図-1 参照）。また、無人化施工への意欲に関するヒアリングでは、94%の参加者が“既にやっている”“やってみたい”“やらなければならないならやる”といった参加意思・意欲を示した（図-2 参照）。多くのオペレータが遠隔操縦式バックホウの遠隔操作に使用するラジコンのレバー操作やタイムラグ、モニター方式におけるモニターを通しての作業範囲の距離感・立体感の喪失に困惑したものの、慣れれば無人化施工に対応できると感じており、1～2 日程度で慣れるとの回答もあった。以上のように、座学における満足度が高いことに加え、操作訓練を受講したオペレータの多くが遠隔操作に対応できる意思や、災害現場等での遠隔操作に取り組む意思を示した。また、操作訓練を受講し、慣れることで緊急時等には無人化施工を実施できると実感した参加者も多かった。これらは本操作訓練の主要な目的であり、この目的が達成できたといえる。

また、直接目視方式とモニター方式を比較した場合、直接目視方式の方が容易と感じた参加者が多かった。この結果は、直接目視方式が作業箇所周辺を直接見渡しながらの作業となること、重機への負荷が把握できる“重機音”を聞きながらの作業となることなどの理由のほか、モニター方式ではモニター画像が不良であったこと、タイムラグが大きかったことなどの機械的な課題があったためと推測される。

また、参加者から④より長い時間、訓練を受講したい、⑤掘削以外の訓練を受講したいなどの要望や、⑥移動時間の負担が大きい、④参加したが訓練・体験を受講できなかった、⑥訓練成果を反映できる現場がないためレベルアップが困難などの課題が挙げられた。これらの要望や課題の解決方法として、④、⑤は操作訓練の時間拡大、訓練内容の多様化・高度化等、⑥、④は遠隔操縦式バックホウ操作訓練の開催場所の複数化、受入態勢の強化（訓練開催数の増加、訓練機械・人員の増大 etc.）等に対応することが可能と考えられる。⑥については無人化施工が普及することにより解決できる課題と考えられる。

4. まとめ及び今後の課題

本報では、無人化施工の普及のために開催した操作訓練の内容とアンケート・ヒアリング結果をまとめた。アンケート・ヒアリング結果より、参加者の満足度が確認でき、操作訓練の項目・内容が妥当であったことが確認できた。平成 28 年熊本地震におけるにおける阿蘇大橋地区の崩壊地においても無人化施工が活用されていることから明らかに、災害時や危険度の高い土砂災害現場における無人化施工の需要は今後ますます増大するものと推測される。そのため、遠隔操縦式建設機械を活用し、安全に復旧・復興工事を推進することができる人材育成が重要であるとともに、操作訓練を今後も開催していくことが必要であると考えられる。

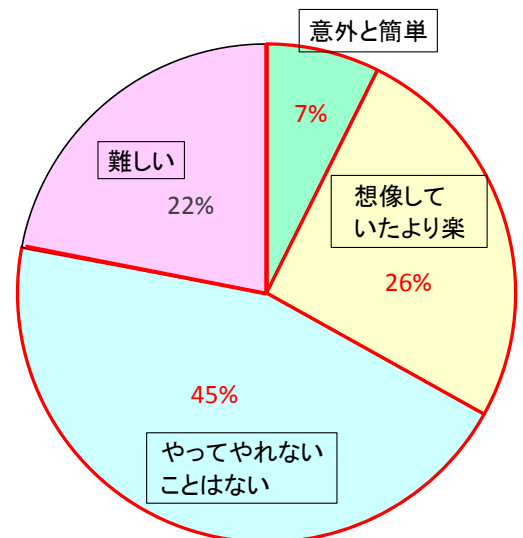


図-1 無人化施工に関する感想

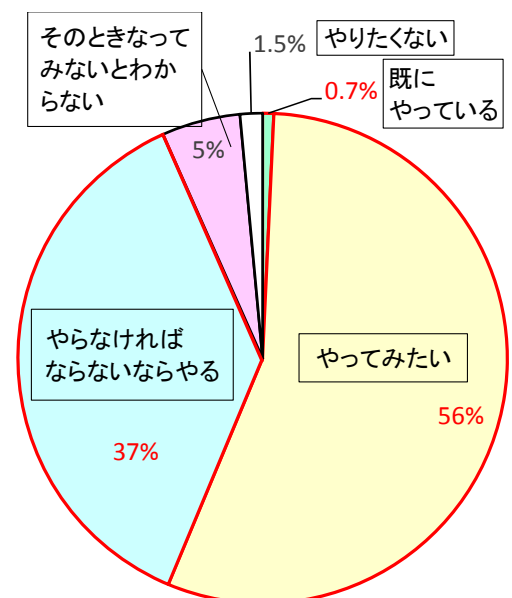


図-2 無人化施工への意欲