

法面工事の機械化で事故災害を防止する

ロボショット，リモートスカイドリルを開発

中 田 隼

近年，建設業界ではイノベーションや新技術導入による生産性向上を図る取り組み i-Construction を推進しており，その利活用が加速化している。その様な中，法面の分野で機械遠隔操作にて吹付施工を行う「ロボショット」（以下「吹付ロボット」という），省人化を目的とした法面削孔機「リモートスカイドリル」（以下「遠隔削孔システム」という）を現場導入してきた。両開発機はともに人力による法面作業を軽減し安全性を向上させることを目的としており，本稿ではこれら機械の概要と現場適用事例について紹介する。

キーワード：法面，吹付工，補強土工，遠隔操作，省人化

1. はじめに

近年，建設業界では全般的な職人不足に陥っており，法面の分野においても熟練技術を有する法面作業員の確保が課題となっている。法面作業には不安定な足元の作業による転落等の事故リスクがあり，土砂崩れなど崩落性のある環境ではそのリスクがさらに高くなってしまふ。そのためその様な緊急性のある現場への迅速な対応を目的として無線式遠隔操作で稼働する施工機械を現場導入している。

2. 吹付ロボット

吹付ロボットは緊急性の高い災害現場において短期間且つ安全に施工を行う機械吹付システムであり，現場環境に応じて「アタッチメント式」「吊り下げ式」の2機種を使い分けている（写真—1,2）。ともにベースマシンに取り付けた吹付ノズルを地上より遠隔操作し施工を行うことで，法面上での作業を軽減でき安全性が向上する。

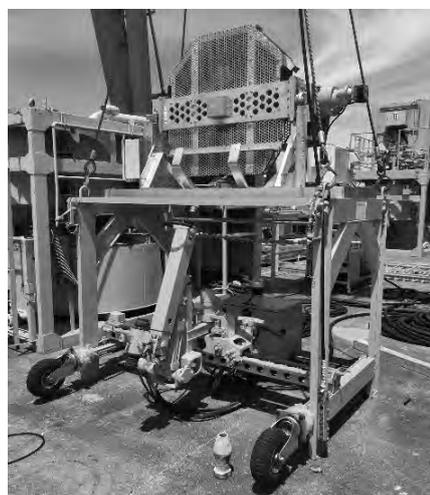
(1) アタッチメント式吹付ロボット概要

吹付ロボットは油圧ショベルやラフタークレーン等のベースマシンに取付け，上下左右前後方向に稼働するアームを操作し施工する。アーム操作は手動自動運転が選択でき，設定された吹付範囲内（縦3m×横4m）を自動で施工することも可能である。又，アーム伸縮（前後）方向の自動制御機能を有しており，吹

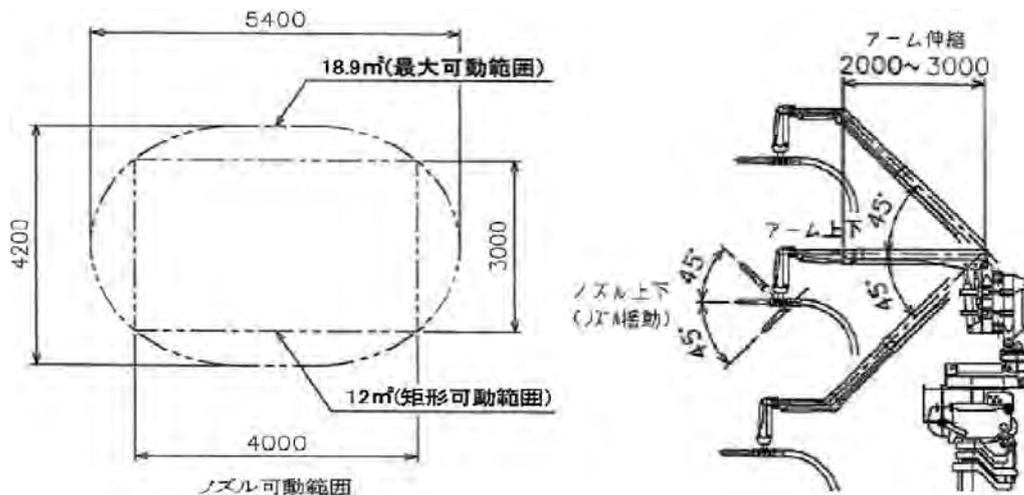


無線リモコン

写真—1 アタッチメント式吹付ロボット



写真—2 吊り下げ式吹付ロボット



図一 アタッチメント機械稼働範囲

付壁面との距離が一定の間隔を保ったまま均一な吹付施工を行える（図一）。

(2) 施工事例

アタッチメント式吹付ロボットの導入現場を紹介する。

施工場所：茨城県

モルタル吹付厚さ：15 cm

当該現場では施工範囲が広く油圧ショベルでは届かないためクレーンアタッチメント仕様にて対応した。剥離防止効果のある繊維混入モルタルの使用により、ラス網設置作業を省略し法面作業を軽減した。通常、吹付施工において使用する圧送ホースは材料詰まり時など急激に動くこともあり、筒先を持つノズルマンの転倒事故原因となってしまう。今回のように大量吐出が必要となってくる現場ではそのリスクは高くなるが、ホース操作までを機械にて行う事で安全性を確保できた（写真一3）。

(3) クレーン吊り下げ式吹付ロボット概要

クレーン吊り下げ式は前項にて記載したベースマシ

ンへのアタッチメント式とは異なり、クレーンにて吊り下げ施工を行う。これにより油圧ショベルでは届かない高さへの対応や、施工壁面が路盤より下方にある場合に法肩より吊り下げて施工を行うことが可能である。吹付ノズル部は自動横行運転ができ、速度調整も可能である。この機能を用いて吹付量に対して横行速度を調整することで均一な吹付施工を行う。又、ノズル操作は左右だけでなく上下前後方向の動作も可能であり、起伏のある壁面にも対応できる。

空中での施工姿勢に関してはユニット上部に設置するフライホイールにて制御を行う。ユニット旋回方向の方向操作が可能であり、壁面に対してノズルの方向を保持し吹付作業が行える（図二）。

(4) 施工事例

クレーン吊り下げ式吹付ロボットの導入現場を紹介する。

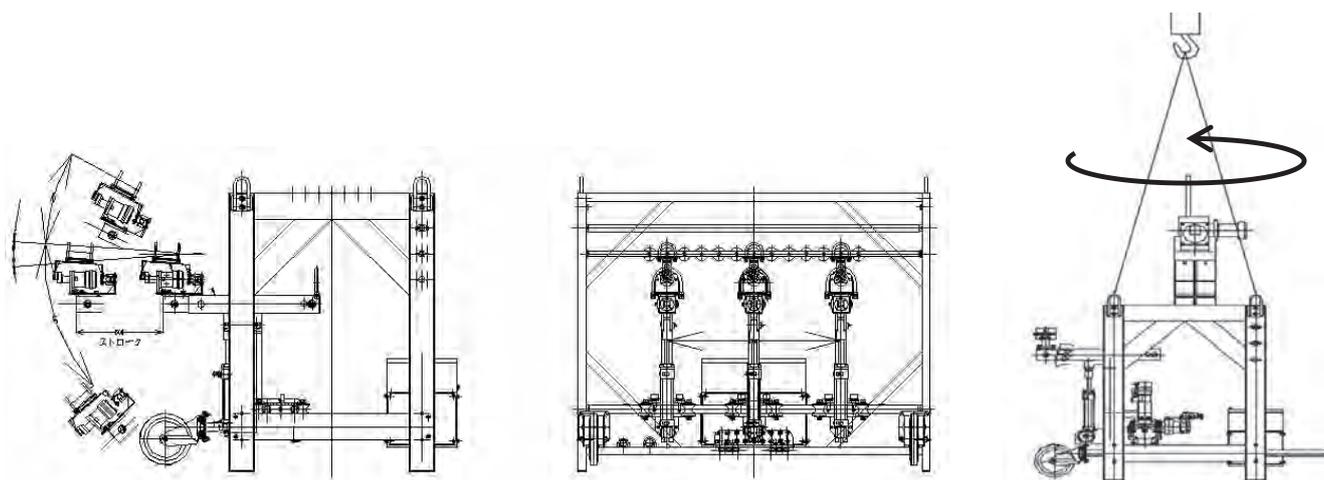
施工場所：山梨県

吹付厚さ：5～15 cm

当該現場では土砂崩れの発生した部分の吹付作業を行う事を目的とし、法面高さがあることからクレーン



写真一3 アタッチメント式吹付ロボット施工状況



図一 2 クレーン吊り下げ機械稼働範囲



写真一 4 クレーン吊り下げ式吹付ロボット施工状況

による吊り下げ式吹付ロボットにて施工を実施した。結果、作業時は吹付けノズルマン配置を必要とせず、地上での機械操作にて施工を行う事で安全性を確保した(写真一4)。

3. 遠隔削孔システム

(1) 機械概要

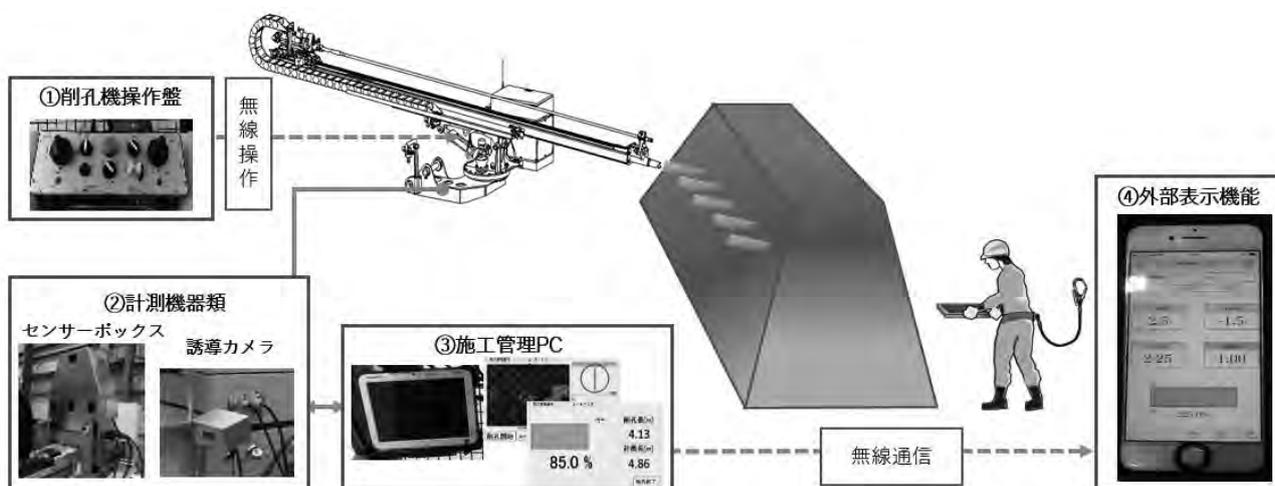
遠隔削孔システムはロックボルト施工用の削孔機械であり、動力付帯物の省力化により作業効率を向上、無線遠隔操作及び施工管理システムの追加により施工の省人化を可能としている。又、付属機器である施工管理システムには、マシンセット位置誘導に必要な機械姿勢角計測や削孔長管理を行う機能を有している。

施工管理システムは本体に設置する管理PC、及び無線通信による外部表示機器にて操作し施工状況の確認ができる。この機能の活用により出来形確認等の法面上での諸作業を省くことができ、安全性が向上している(図一3)。

(2) 施工事例

遠隔削孔システムの導入現場を紹介する。

施工場所：山梨県



図一 3 遠隔削孔システム機器構成



写真一 5 遠隔削孔システム施工状況

削孔長：4.3m

前項にて記述した山梨県の崩落現場にて施工管理システムを用いた削孔作業も実施した。無線通信にて地上の施工管理PCにより削孔機セット時の削孔角度も確認でき、法面上での計測手間を省略した。更に施工後の削孔長確認もできたことで、法面に登る頻度が減り、事故リスクが軽減した（写真一5）。

4. おわりに

事例の様に、吹付ロボット及び遠隔削孔システムの現場導入は法面作業を軽減でき、安全性が向上すると考える。吹付ロボットにおいては緊急性のある現場への導入も多く、現場状況に応じ最適な機種を用いて施工している。近年、様々な工種で導入されるICT技術であるが、その導入が過酷な作業である法面施工において、作業の効率化や事故リスク軽減となるような

開発を今後とも進めていきたい。

謝辞

最後に、本稿執筆にあたり吹付ロボット及び遠隔削孔システム施工現場をご提供いただいた発注者及び元請の皆様方、ご協力いただいた関係者の皆様に誌面を借りて感謝を申し上げます。

JCMA

【筆者紹介】

中田 隼（なかだ じゅん）
 ライト工業㈱
 開発本部 機械統括部 機械部 開発担当

