

天井配線用ロボットの開発 による生産性向上

株式会社関電工 技術開発本部 技術研究所 研究開発チーム 主任 武本 純平

1 建設業界を取り巻く環境と課題

建設業界を取り巻く環境には、多くの課題がある。例えば、図1に示すように、「少子高齢化に伴う熟練技術者・技能者の減少対策」や「建設現場の作業環境の安全性向上や施工方法の改善」が求められている。その他に、「労働生産性と品質の向上」や「社会資本の老朽化に伴う維持管理方法」、更に「地球温暖化・エコへの対策」などの課題もある。

2 ロボット技術による課題解決

一方、ロボット技術に目を向けると、近年では技術の進歩により、自動化・遠隔操作化などが進んでいる。具体的に見てみると、作業効率改善にはドローンなどによる遠隔操作やパワードスーツなどがある。また、反復作業には工場用ロボットなどが活用されており、調査・記録についてはIoT技術がある。

そして、建設業界を取り巻く環境の課題を解決する対策の一つとして、こうしたロボット技術の利用が期待されている。例えば、図2に示すように、「無人操作・遠隔操作による危険箇所での調査・施工」、「自動化による作業の軽減と施工品質の維持」、「反復作業の自動化による施工の効率化」、「施工や調査結果の自動保存による品質向上」などが例に挙げられる。

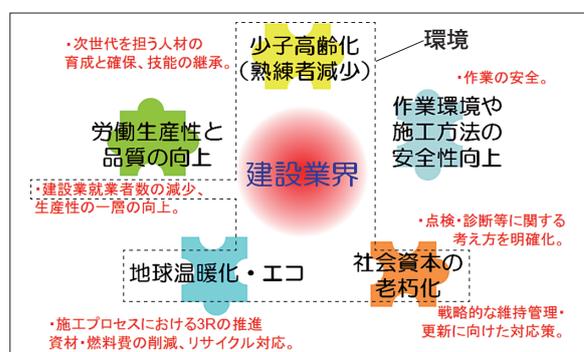


図1 建設業界を取り巻く環境と課題

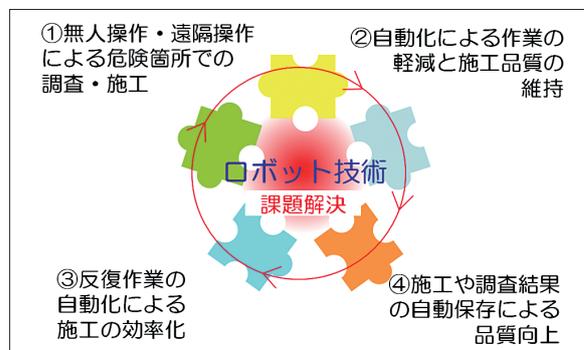


図2 ロボット技術による課題解決

当社でも、施工力や安全性を維持・向上させる一手段として、ロボット技術の活用を推進している。本稿では、当社で手掛けている幅広い工事において、作業内容が多く、現場からのニーズも多い、天井内作業に焦点を当てて開発した「天井配線用ロボット」について紹介する。

3 従来工法の課題

天井を部屋の中から見上げると、天井ボード、点検口、空調機などの設備を見ることができる

(図3)。天井内はそのわずかな空間に、天井ボード、天井下地、各設備の吊り金具、照明器具、放送設備など、様々な設備が設置されている(図4)。この天井内の各設備の間を図4の青線で示すように、ケーブルを配線する作業が「天井内配線作業」である。ビルディングなどの電気設備の改修工事では、この作業を行う箇所が多くある。

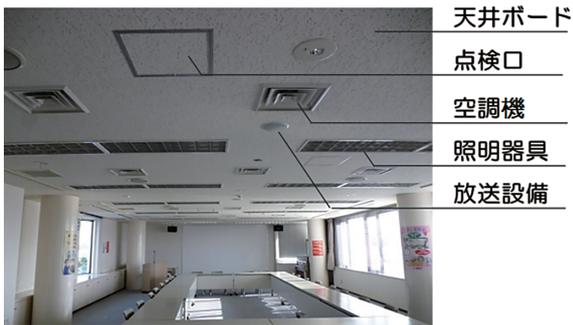


図3 天井の状況

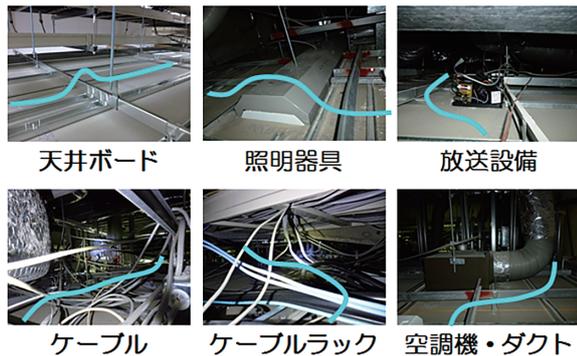


図4 天井内の状況(青線は配線のイメージである)

図5に示すように、作業員は点検口や照明器具を外した後の開口などを利用して、作業台上で天井内に竿状や棒状の通線工具を挿入して、ケーブルを押し入れる動作と手繰り寄せる動作を繰り返しながら配線作業を行っていく。この工法では、表1に示す課題があると考えている。このような

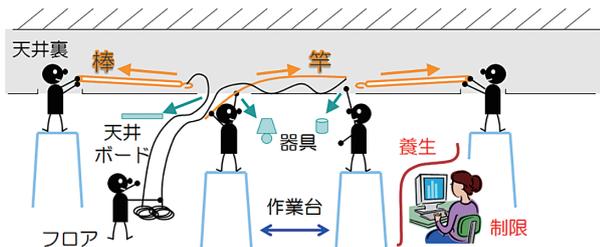


図5 従来作業

「天井内配線作業」の課題は、既存の工具と人力では一度に通線できる長さに限界があるために生じると考えられる。

表1 従来工法の課題

- ・本来外す必要のない器具の取り外し
- ・狭い作業台上での高所作業
- ・作業台の昇降・移動の繰り返し
- ・クライアントの仕器や備品の移動・養生
- ・クライアントの仕事を制限

4 開発品の紹介

そこで、一度に長い距離を通線できるロボットを開発することとした。そして、完成したのが、天井配線用ロボット「楽々とおる君」であり、ロボットの写真を図6、タブレット操作画面を図7、仕様を表2に示す。

ロボットは左右独立の駆動構造を持ち、カメラとライトを搭載している。電力は有線により給電し、駆動制御信号やカメラ映像の伝送はWi-Fi無線を利用している。持ち運びしやすいようにシャーシを樹脂製にして軽量化を図るとともに、遠隔操縦端末としてタブレットを採用している。タブレットの操作は、画面上で進みたい方向にタッチするだけでその方向に自動で向きを変えて進んでいく機能を持たせており、直感的な操作を可能にしている。



図6 天井配線用ロボット

5 ロボットを使った配線方法

次に、「ロボットを使った配線」の手順を図8



図7 タブレット画面

表2 仕様

大きさ	幅12cm 高さ12cm 長さ30cm
重量	3.5kg
操作端末	タブレット
搭載設備	カメラ・ライト
通過可能な隙間	高さ15cm×幅15cm
乗り越え可能な障害物	天井下地
駆動形式	左右独立駆動
移動距離	10m
走行速度	15cm / sec
時間無制限	有線給電

に示す。下記の手順により、作業台の昇降の繰り返しや照明器具などの取り外しが減り、作業者の負担も軽減しつつ、一気に配線することができる。

- ①呼び線を付けたロボットを天井内に運び込み、配置する。この呼び線はロボット用の給電線や制御線を利用する。
- ②ロボットを遠隔操縦し、天井内の目的の位置まで移動させる。これにより呼び線を配線することができる。
- ③ロボットを移動させた後、配線したいケーブルを呼び線に接続しロボットを天井内から取り出す。
- ④呼び線を手繰り寄せることで、ケーブルを配線することができる。

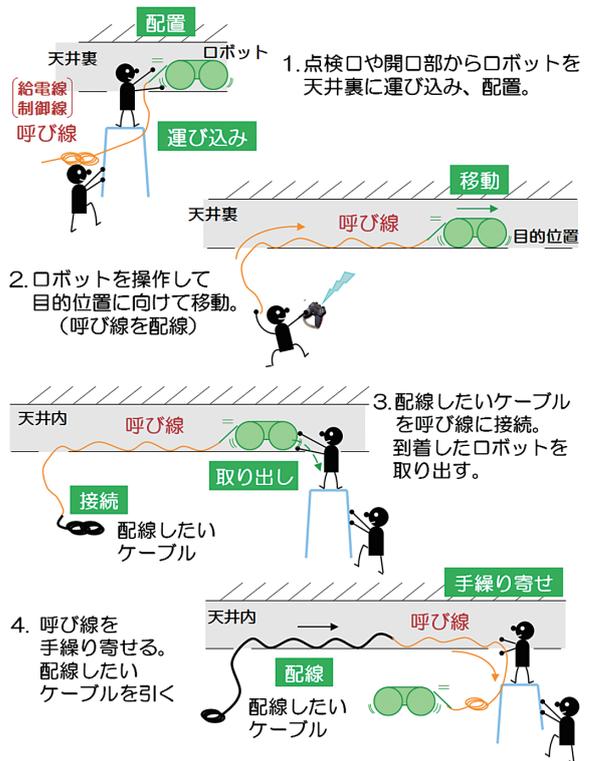


図8 ロボットを使った配線方法

6 現場活用の紹介

この天井配線用ロボットを実現場で使用した例を紹介する。

使用現場は改修現場であった。この改修工事の一環として計画されていた情報通信設備の設置(LANケーブル配線工事)において、図9に示すように、起点から3ヵ所の端子(A、B、C)へ2本ずつLANケーブルを天井内に配線する作業であった。

事前に天井内を確認したところ、天井内には梁が通っている箇所があり、梁と天井ボードとの隙間は5cm程度であった。また、22cmの高段差の箇所もあった。更に間仕切壁が天井内に設けられている箇所もあった。このような箇所は、開発したロボットでは通過することができない。

そこで本件では、この配線作業のうち、ロボットが走行可能な区間(2区間、1区間当たりの距離8m)において、ロボットを使用した配線作業

を行った。

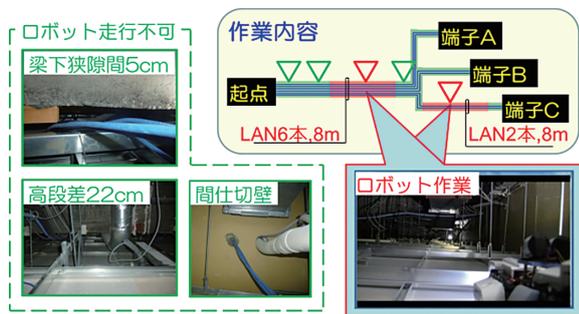


図9 現場状況

ロボットを使用した天井内配線作業のシーケンスを図10に示す。なお、本件では実施状況の記録のため、あらかじめ天井内にライトとビデオカメラを設置した。

(1-1)は作業前の写真である。本現場ではWi-Fi環境が良好で、ロボットを天井内に入れてもスムーズな通信を行うことができた。

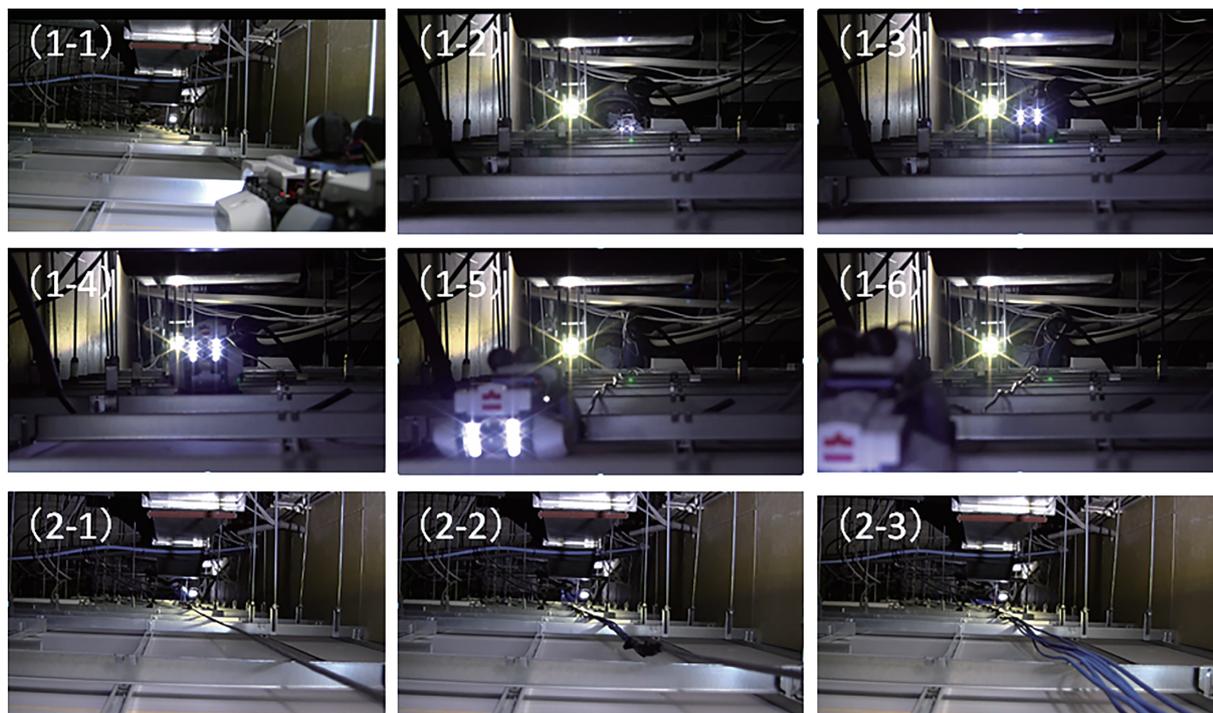
(1-2)から(1-6)までは、到達地点から撮影した写真を時系列に並べたものである。ロボットが呼び線を引きながら天井下地を乗り越え

て近づいてくる様子が分かる。この時、操縦者は床面にいたまま、直接天井内を見ずに搭載されたカメラからの映像を頼りに天井内の状況を確認しながらロボットを操縦している。ロボットによる呼び線配線時間は1分半程度であった。

(2-1)から(2-3)までは、ロボットによって引かれた呼び線を利用してLANケーブル6本をまとめて一気に配線した時の写真で、同様に時系列に並べたものである。LANケーブルの配線方向はロボットの進行方向とは逆向きで写真の手前から奥に向かって引いている。LANケーブル6本の配線時間は1分半程度であった。

7 おわりに

天井内作業に焦点を当てて開発した「天井配線用ロボット」とその活用を紹介した。今後も施工力や安全性を維持・向上させる一手段として、ロボット技術の活用を推進していく。



注) (1-1)～(1-6) 呼び線をロボットで引いている状況
(2-1)～(2-3) 呼び線を使用しLANケーブルを通線している状況

図10 作業のシーケンス