新工法紹介 機関誌編集委員会

03-183

鉄骨溶接と仕上工事のロボット化

清水建設

▶ 概 要

建設業の労働力不足を発端に労働環境の改善や生産性の向上が求められており、建設労働者の苦渋作業、危険作業の解消、 生産の効率化、省人化、無人化は業界の課題となっている。

過去にも建設作業の省人化、無人化を目指す技術開発が80年代~90年代に建設会社各社で行われてきたが、現在まで残っているものはほとんどない。それは完全無人化ではなく、事前の段取り作業や、作業者が合番する必要があるため結局のところ労務削減には至らなかったことや、作業毎に専用機となっていたため、汎用性がなく稼働率が悪いことが原因である。

以上のような課題に対し事前の段取り作業を極力排除した完全自律制御で、プラットフォームを共有化して作業毎に汎用性を高めたロボットをコンセプトに溶接ロボットと建設作業ロボットを開発した。

▶特 徴

鉄骨柱継手を対象とした溶接ロボットは、手押し台車と台車上部に設置したリニアテーブル上にマニピュレータを1台搭載し、マニピュレータには溶接トーチとレーザセンサを取り付けている。このユニットを柱の対面に二機設置し、柱の半分ずつを溶接することで鉄骨柱継手の溶接が可能となる。一般的な柱継手の溶接部には建入調整ジグが取り付けられており、今回開発した溶接ロボットはこのジグを避けて溶接を行うことが可能である。ロボット溶接作業の手順は、開先の位置、寸法、形状をレーザセンサにより取得認識し1パス目の溶接作業を行う。2パス目以降においても開先形状及び溶接ビードをレーザセンサによって認識し、溶接トーチ先端の軌道を自動計算させ、ロボットを適切に制御することで多層の溶接を実現している。

溶接ロボットによって、溶接作業の省人化率80%を目指している。

建設作業ロボットはアウトリガと昇降ステージを有し、自律 移動可能な車両の上部にマニピュレータを2台搭載している。 また、作業ロボットに対し資材を供給する間配りロボットがあ り、これは昇降ステージを有し自律走行可能な搬送ロボットで ある。これら自律移動とステージの昇降により、作業箇所へ建 築資材とともに接近が可能となる。

マニピュレータは先端ツールを交換することにより様々な作業に対応し、ツールにはレーザセンサや画像センサが搭載され、作業対象となる天井下地やインサート、取付け資材であるボー





ドやボルトなどの位置を特定することが可能である。

作業ロボットへの作業指示はタブレット端末などにより作業内容, エリア, 順序などを指定し実行の命令を送信する。作業ロボットは無線通信により作業命令を受信すると所定の作業場所へ移動を開始し, 作業場所へ到着後アウトリガの展開とともに資材を供給する間配りロボットが接近する。作業箇所が高所であればステージを上昇させる。作業手順は, 天井ボードのビス打ち作業では, センサによりボード及び天井下地の座標を取得する。取得した座標値を参照し一方のマニピュレータでボードを把持し, 天井下地に位置合わせを行うと同時にもう一方のマニピュレータに取り付けられたビス打ち機によりボードを天井下地に取付ける。その後, 移動と作業を繰返し, 作業命令を実行していく。作業ロボットにより従来のボード取付け作業の省人化率70%を目指している。

▶ 用 途

- ・鉄骨柱継手の溶接
- ・天井ボード取付け作業、吊ボルト取付け作業など

▶ 実 績

·都内某現場

▶ 問合せ先

清水建設㈱ 生産技術本部 〒104-8370 東京都中央区京橋2丁目16番1号

TEL: 03-3561-4020

】新工法紹介

04-396

インバートコンクリート 長期養生工法 「キュアロード」 五洋建設 岡三リビック 積水化成品工業 早川ゴム

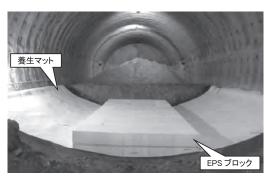
▶ 概 要

一般に、山岳トンネル工事では、切羽作業と並行して切羽後 方のインバートを施工するため、インバートの施工箇所におい て、切羽からの掘削ずりの搬出や資機材の搬入通路を確保する 必要がある。このため、インバートを左右に2分割して通路を 確保しながら施工する方法、移動式桟橋等を用いて全幅を一括 で施工する方法が採られている。しかしながら、いずれの場合 も、インバートコンクリートが坑内通行車両の輪荷重等に耐え られる強度に達した後、特段の養生をすることなく、インバートコンクリートを掘削ずり等で埋め戻すことが多い。

トンネルにおけるインバートは、トンネル構造の安定性を長期にわたって確保するための重要な構造部材の一つである。このため、他のコンクリート構造物同様、保温・湿潤養生を一定期間実施して水和反応を促進させ、十分な強度発現と緻密化を図ることが重要と考えられる。

そこで、五洋建設㈱は、岡三リビック㈱、積水化成品工業㈱および早川ゴム㈱と共同で、山岳トンネルのインバートコンクリートを効率的かつ経済的に長期間保温・湿潤養生できる「キュアロード」(特許番号:特許第6359060号)を開発した。

本工法は、コンクリート平面や傾斜面に対して高い保温・保水性能を有する養生マット「うるおんマット」をコンクリート全面に敷設した後、軽量で耐久性に優れたEPSプロック「エスレンブロック」を仮設路体として養生マットの上に設置することで、インバートを左右に分割することなく切羽作業と並行して、インバートコンクリートの長期保温・湿潤養生を行うことが可能である。これにより、インバートコンクリートの強度と表層緻密性の向上が期待できる。



写真―1 キュアロード設置例



写真-2 キュアロードによる養生状況

本工法の施工手順を以下に示す。

- ①インバートコンクリート打設後,養生マットを人力でコンク リート全面に敷設。
- ②養生マットの上に、インバートの形状寸法に合わせて工場で プレカットした EPS ブロックを人力で設置。
- ③ EPS ブロックの保護と輪荷重の分散を図るため、EPS ブロック上面に敷鉄板を敷設。
- ④養生完了後、敷鉄板、EPSブロックおよび養生マットを撤去し、次スパンへ転用。

施工現場における実証実験の結果、28日間の長期保温・湿潤養生により、標準施工(気中養生)に比べて24%の強度増進が確認され、表層緻密性の指標である透気係数も1/27となった。

▶特 徴

- ・インバートを左右に分割施工することなく, 切羽作業と並行 してインバートコンクリートを任意の期間, 保温・湿潤養生 が可能。
- ・養生マットおよび EPS ブロックを転用することで、インバート施工延長が長くても経済的に保温・湿潤養生が可能。
- ・養生マット, EPS ブロックともに, 軽量であるため, 人力で設置・撤去が可能。
- ・EPS ブロックは、インバートの形状寸法に合わせて工場でプレカットするため、様々なトンネルのインバートに適用可能。

▶ 用 途

・山岳トンネル工事におけるインバートコンクリート施工

▶ 実 績

・道路トンネル工事(国土交通省:1件)

▶問合せ先

五洋建設(株)

土木部門 土木営業本部 土木プロジェクト部〒 277-0885 東京都文京区後楽 2-2-8

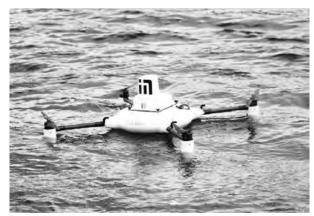
TEL: 03-3817-7672

新工法紹介

水面浮体型ドローンによる 3 浅海域のモニタリング技術	鹿島建設
--------------------------------	------

▶ 概 要

沿岸浅海域におけるサンゴ礁や海草藻場等の生物調査ではダイバーによる観察や写真撮影が一般的であり、調査範囲が広域となる場合には多くの時間を要する。また、沿岸には岩礁などの障害物が多く、船舶では調査地点に容易に近づけない場合がある。一方、ドローンを用いた上空からの観測は短時間で広域の撮影が可能であるものの、海面下の状況については詳細な把握が出来ない。そこで、水中撮影や水深、海水温の計測を可能とする水面浮体型ドローン SWANS (System of Water and Aerial Nearshore Survey、写真一1)を開発した。今回、沖縄県慶良間諸島海域におけるサンゴ礁のモニタリングに適用し、その有効性を確認した。



写真―1 水面浮体型ドローン SWANS

▶特 長

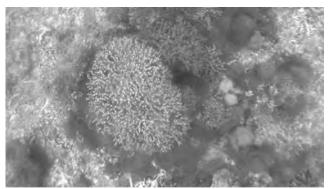
表一1に主な仕様を示す。SWANSは、通常の上空からの撮影に加え、目標地点の海面に着水して、水面下の状況を高解像度の動画や写真を撮影、画像を伝送することが出来る。SWANSの浮体機構は、機体のローター部4ヵ所と中央部胴体に浮力を持たせ、安定した着水と水面での移動を可能とした。撮影用カメラは、波による機体の揺れに対してカメラの角度を一定に保持できるジンバルを搭載し、ブレのない水中映像を撮影できる。機体の位置情報は、GPSによりリアルタイムで伝送する。さらに、水深計測、温度計測などの機能を有する。これらにより、サンゴ群集や海草藻場などの広域モニタリングを実現し、調査期間の短縮やコスト削減、安全面での向上が期待される。

表一1 SWANSの主な仕様

サイズ	幅 860 ×高さ 345 mm
機体重量	4.0 kg
飛行時間	20分 (バッテリー1台)
搭載可能荷重	最大 3.5 kg
最大速度	50 km/h 以上
飛行可能風速	8 m/s(10 分間平均風速)
防水性能	IP-55 相当
搭載カメラ	4K カメラ(動画・静止画)
測深機能	超音波式 分解能 1 mm
制御可能距離	最大 1 km

▶ 現地実証試験

SWANS の現地実証試験は、慶良間諸島国立公園海域内の約 $5,000 \, \mathrm{m}^2$ のサンゴ礁で実施した。通常、サンゴ礁のモニタリングでは、海底面にメジャーを配置するライン法、 $1 \, \mathrm{m}$ 四方の方形枠を設置してその中のサンゴ被度を目視計測するコドラート法などが用いられている。SWANS によるモニタリングでは、遠隔操作で位置情報を基に海底のサンゴの分布状況を把握し、被度解析用のデータを迅速に取得できた(写真—2)。本実証試験の結果、調査に必要な時間を従来のダイバー作業と比較して $1/4 \sim 1/5$ に短縮できることが明らかになった。



写真―2 SWANS により得られたサンゴ群集の水中映像

▶ 今後の展望

SWANS は、水中撮影による生物調査用途以外に、その機動性を活用し工事海域における水質モニタリング(pH、濁度等)への適用についても検討を進めている。

▶問合せ先

鹿島建設㈱ 土木管理本部 土木技術部 〒 107-8348 東京都港区赤坂 6-5-11

TEL: 03-5544-0499