

ダム工事用ラジコン式コンクリート作業ロボットの開発

(株) 熊谷組ダム技術部 正会員 ○五反田健次
(株) 熊谷組ダム技術部 正会員 高木 秀和
(株) 熊谷組機材部 宮川 克己
(株) 熊谷組九州支店 栃木 勇

1. はじめに

ダム再開発工事においては狭隘部の作業が中心になり、吊荷の接近による作業の中断が発生し作業効率が低下する課題がある。また、狭隘部のコンクリート締固め作業は人力が中心となり、重量 40kg のダム用バイブレータでの締固め作業は苦渋作業である。加えてハイウォッシャーによる狭隘部の打継目処理作業（グリーンカット、清掃作業）も、処理水の跳ね返りを浴びる厳しい作業環境であることも課題である。

これらを解決することを目指し、今回ダム工事用ラジコン式コンクリート作業ロボット（以下、コンクリート作業ロボットと称す）を開発した。本稿は、その概要ならびに試験施工の状況を示したものである。

2. 開発したコンクリート作業ロボットの概要

コンクリート作業ロボットは、狭隘部での使用を想定して、ベース機械として超小型でラジコン操作が可能な電動遠隔解体ロボット（ハスクバーナ・ゼノア社製 DXR140）を選定した。これにダム用バイブレータだけでなく、ハイウォッシャーや電動ポリッシャーなども装着可能な接続部品を新たに開発した。写真-1に開発したコンクリート作業ロボットの全景を、表-1にその仕様を示す。

3. ダム用バイブレータの試験施工

コンクリート作業ロボットにダム用バイブレータを装着してコンクリート締固めの試験施工を行い、バイバックとしての機能を確認した。試験施工は弊社大切畑ダム作業所の材料仮置き場で実施し、コンクリート（18-8-40BB）は近隣の生コン工場よりコンクリートミキサー車で運搬した。

(1) コンクリート作業ロボットの操作・動作確認

ラジコン操作によりコンクリート作業ロボット、ダム用バイブレータの操作・動作を確認した。ダム用バイブレータを装着した状態での作業半径はコンクリート作業ロボットの中心から 2.7m であった。また、ラジコンによる遠隔操作については、コンクリート作業ロボットから 40m の距離まで操作が可能であることを確認した。

(2) コンクリート締固め試験

L:2m×W:1.0m×H:0.75m の型枠にコンクリートをコンクリートバケットで流し込み、コンクリート作業ロボットに取り付けたダム用バイブレータで締固めを行い、作業範囲、動作等を確認した。試験施工状況を写真

キーワード ダム再開発工事、ラジコン式コンクリート作業ロボット、作業効率の改善、苦渋作業の低減

連絡先 〒162-8557 東京都新宿区津久戸町 2-1 (株) 熊谷組土木事業本部 TEL 03-3235-8622



写真-1 コンクリート作業ロボット

表-1 コンクリート作業ロボット仕様

商品名	電動遠隔解体ロボット
メーカー	ハスクバーナ・ゼノア株式会社
生産国	スウェーデン
寸法	L : 1,614mm W : 771mm H : 854mm
運転重量	975kg
出力	15kw
電圧(50/60Hz)	380-420 / 440-480
発電機	50/60kVA以上
電流	100A



写真-2 コンクリート締固め試験施工状況

-2 に示す。

(3) 吊荷直下（コンクリートバケット）での作業確認

コンクリートバケット直下での遠隔操作の確認を行った。コンクリート作業ロボットに取り付けたダム用バイブレータを遠隔操作しているため、コンクリートバケットが接近しても作業を中断して退避する必要がなく作業を継続できることを確認した。

(4) 登坂能力の確認

一般的なダムコンクリートの打設は、1.5m/リフトを2段に分けて階段状に打設する。0.75mの段差を昇降する必要があるため、土砂を用いて0.75m/段の階段状にした段差が昇降可能か昇降試験を実施した。ダム用バイブレータを装着した状態で、段差を昇降することが可能であり登坂能力を確認した。

4. ハイウォッシャー、ポリッシャーの試験施工

打継目処理作業（グリーンカット、清掃作業）で使用するハイウォッシャーおよびポリッシャーの試験施工を実施した。実施状況を写真-3、写真-4に示す。ハイウォッシャーの圧力は、一般的なコンクリートダムの打継目処理作業（グリーンカット、清掃作業）に使用される20MPaとし、先端ノズルはトルネードノズルとした。ハイウォッシャー、ポリッシャーともに操作・動作確認を行い、良好な操作性を確認した。なお、本開発で製作した接続部品は、ダム用バイブレータ、ハイウォッシャーおよびポリッシャーを容易に接続できるように製作している。

5. ワイヤレスカメラによる視認性の確認

遠隔操作のためカメラによる視認性の確保が必要となる。そこで、コンクリート作業ロボットにマグネットで装着できる脱着式のワイヤレスカメラを取付けた。ワイヤレスカメラの取付け状況を写真-5に示す。ワイヤレスカメラで撮影した映像は、タブレットやスマートフォンで確認することができるため、ラジコン操作盤に取付けることで、映像を確認しながらコンクリート作業ロボットの操作をすることができた。スマートフォンによる映像確認および遠隔操作の状況を写真-6に示す。ワイヤレスカメラにより作業状況は確認できたが、清掃状況等の詳細が視認できないため、打継目等の詳細が視認できるカメラの設置も必要となることが分かった。また、ワイヤレスカメラの遠隔視認距離は20m程度であったため、遠隔操作距離に応じたワイヤレスカメラの選定が必要となる。

6. まとめ

コンクリート作業ロボットの開発により狭隘部でのコンクリートの連続打設が可能となることで、作業効率が向上するとともに品質・工程を確保することができる。また、遠隔からリモコン操作をすることで、苦渋作業を軽減するとともに安全性も確保することができる。今後はダム現場の狭隘部においてコンクリート打設および打継目処理作業での実証試験を行い、実用化を図る予定である。



写真-3 ハイウォッシャー試験施工状況



写真-4 ポリッシャー試験施工状況



写真-5 ワイヤレスカメラ取付け状況



写真-6 スマートフォンによる映像確認