

流水状態での水路点検を可能とする「水面ドローン」の開発

関西電力株式会社 正会員 丹羽 旭 正会員 角田 恵
株式会社環境総合テクノス 正会員 ○青野 健治

1. はじめに

我が国の社会インフラ設備は高度経済成長期に集中的に整備されており、今後急速に老朽化することが予測されている。一方で、少子高齢化による若年労働力不足により、インフラ設備に対する維持管理の品質低下が懸念されている。¹⁾このような背景から、土木業界においても国土交通省推進の i-Construction により、建設工事や維持管理の効率化が加速している。²⁾

関西電力株式会社が保有している土木設備においても、効率的な維持管理方法の確立が喫緊の課題である。とりわけ、水力発電所水路内部の点検では、発電を停止し水路放水後に、点検員が水路を歩いて点検を行っており、時間と労力を要する。さらには、発電停止により溢水電力量が発生することから、効率的な点検方法の確立が急務であった。

近年、発電中の水路で、浮体式の点検装置を流下させて画像撮影する技術は既に開発されている。³⁾⁴⁾それらは、水路中央部あるいは自由に流下するもので、点検対象とカメラの距離が離れることが多くなり、濁度やトンネル内の暗所の影響を受け、また流下速度が速く点検に供する鮮明な点検画像が取得できない場合や、点検距離(画像を撮影している位置)が未把握であった。

そこで、著者らは、点検に必要な十分な画像品質を確保するために、側壁に沿って近接撮影を行いながら流下する「水面ドローン」の開発に着手し、実際の水路での実証試験で効果を確認した。

2. 開発した水面ドローン

(1)水面ドローンの概要

水面ドローンは、アルミパイプ製のフレームに、気中・水中カメラ、照明、録画装置、バッテリー、壁面近接用および流下制御用スラスト(推進力を生み出すもの、ここではスラスト)を搭載している。

水面ドローンの点検距離は、水面ドローン上部に搭載の前方レーザーと後方レーザーとの離間距離から今回開発したアプリケーションで算出し、撮影した画像内に表示させることで、点検距離を確認しながら点検可能である。

水面ドローンの構成図を図-1、2に、外観写真を写真-1に、点検距離の算出概念図を図-3に示す。

(2)水面ドローンを用いた点検方法

水面ドローンは水路内を、壁面近接用スラストで側壁に押し付けられ、流下制御用スラストで速度を抑制・制御され流下し、気中・水中カメラで近接している水路壁面を撮影する。一方の撮影が終われば、気中・水中カメラ、壁面近接用スラスト、流下制御用スラストの位置を変更し、逆側の水路壁面を撮影する。撮影画像は、開発したアプリケーションを用いて、全ての画像を一つに合成し、合成画像を点検員が照査し、点検を実施する。

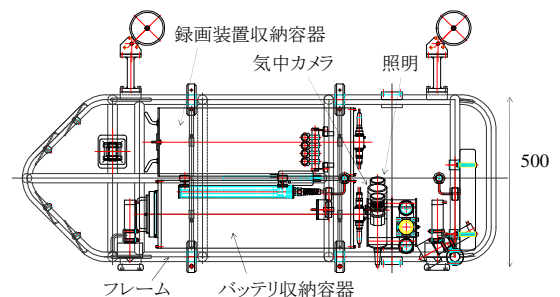


図-1 構成図(平面図)

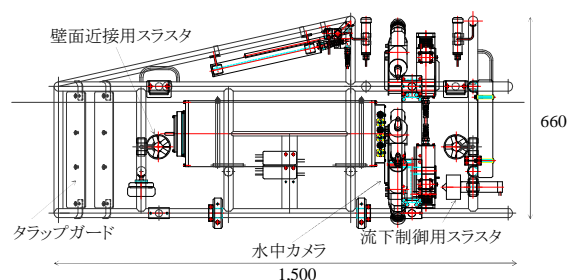


図-2 構成図(縦断面図)

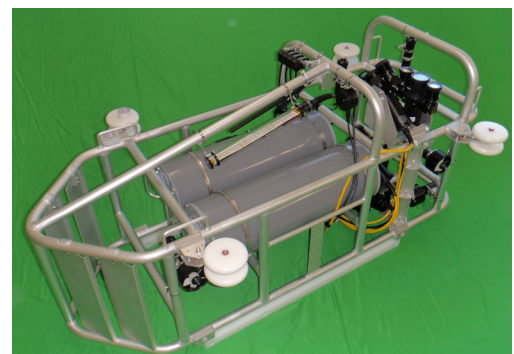


写真-1 外観写真

キーワード ドローン、点検、水路、浮体式、デジタル

連絡先 〒530-8270 大阪府大阪市北区中之島3-6-16 関電ビルディング33F 関西電力(株) 土木建築室
TEL 06-7501-0124 Mail: niwa.akira@kepco.co.jp

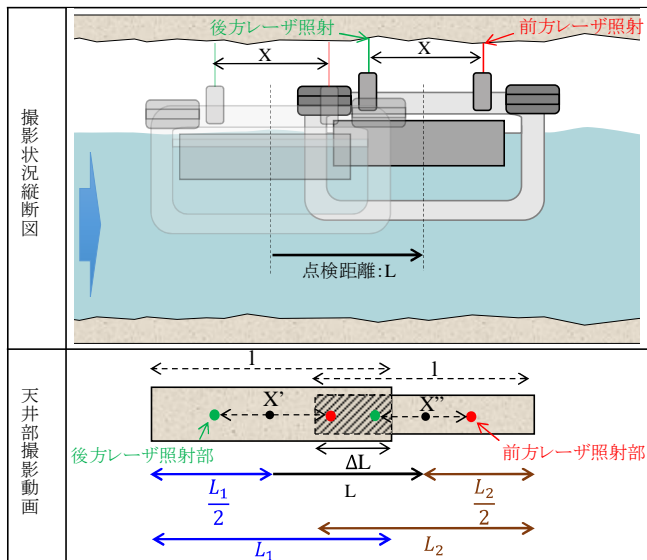


図-3 点検距離の算出概念図

3. 検証内容

開発した水面ドローンの有効性を検証するために、当社設備を対象に水面ドローンを用いた点検を行い、水面ドローンの「流下状態の安定性」および「撮影画像の視認性」の確認を行った。

検証は、大鳥居発電所および甲斐川発電所の水路で実施した。大鳥居発電所の最大使用水量は $2.78\text{m}^3/\text{s}$ で、水路は、開渠と暗渠、トンネルから構成されており、検証は取水口から下流 400m の区間で開渠と暗渠(台形:幅 $1.56(2.60)\text{m}$ ×高 1.70m)を対象に行った。甲斐川発電所の最大使用水量が $8.35\text{m}^3/\text{s}$ で、水路は、開渠と暗渠、トンネルから構成されており、検証は取水口から下流 300m 地点から始まる延長約 500m のトンネル(馬蹄形:内径 3.11m)を対象に行った。

水面ドローンの流下状況を写真-2に、撮影画像を写真-3, 4に示す。



写真-2 流下状況写真(大鳥居)

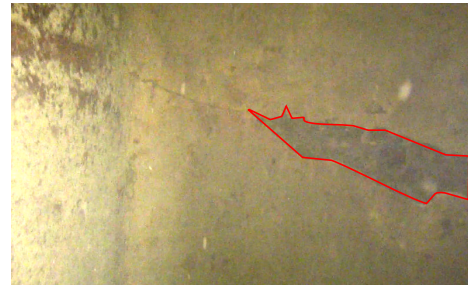


写真-3 導水路底部摩耗状況(甲斐川)



写真-4 導水路側壁摩耗状況(大鳥居)

4. 検証結果と考察

(1) 流下状態の安定性

側壁沿いに流下する水面ドローンが段差(約30cm)で一時的に離れても、壁面近接用スラストにて元の姿勢に復元出来ており、安定して側壁沿いを流下することが確認できた。

(2) 撮影画像の視認性

水質や壁面への水生物の付着の影響は受けるものの、流下制御用スラストでの撮影速度抑制効果にて、点検に供する鮮明な点検画像が取得でき、水路底部や側壁に発生した摩耗といった劣化を把握することが可能となったことが確認できた。

5. おわりに

水面ドローンにて、水質や水生物付着状の影響は受けるものの、水路点検が可能であることを確認した。今後は、機体が重く運搬の手間や、カメラやスラストの位置変更時に時間を要するなどの抽出課題への対応にて改良を重ね、より効率的な点検を目指す。また水面ドローンは、水道、かんがい用水他、水路・トンネル全般の内部の点検への展開が可能であり事業化も目指す。

(特許出願:特願 2020-004287,「水面ドローン」商標出願:商願 2020-024120)

参考文献

- 1).国土交通省,閲覧日2019-10-16; 社会資本の老朽化対策情報ポータルサイト社会資本の老朽化の現状と将来 <https://www.mlit.go.jp/common/001102053.pdf>
- 2).国土交通省,閲覧日 2019-10-16; i-Construction <http://www.mlit.go.jp/tec/i-construction/index.html>
- 3)浮体型水路トンネル壁面撮影装置の開発, No.398 電力土木 2008.11
- 4)壁面自動追尾型水路トンネル診断装置, 日本工営 <https://kensetsu.ipros.jp/product/detail/2000485151/>