

水中ロボットを利用した高落差水圧鉄管の点検手法の確立

水圧鉄管における目視・板厚・塗膜厚の同時点検システムの開発と導入

Establishment of inspection method in penstock with high head using the underwater robot

Development and installation of the simultaneous inspection system to visually check and inspect plate and film thickness in penstock.

(岡崎支店 矢作川電力センター 越戸ダム管理所)

従来、水圧鉄管の板厚や塗膜厚の計測は、抜水点検により実施しているが、高落差を有する揚水式発電所の水圧鉄管等では、点検コストや停電期間等の問題から、その実施が困難であった。そこで、既存の水中ロボット技術を利用して、高水圧下での目視・板厚・塗膜厚点検が同時に可能なシステムを開発し（株式会社シーテック及び三井造船株式会社と共同開発）、現場への導入を図り、その実用性を検証した。

(Koshido Dam Control Office, Yahagigawa Electricity Center, Okazaki Branch)

The plate and film thickness of penstock at hydraulic power plants has been measured by draining the penstock and then inspecting them. However, this measurement is difficult to perform on the penstock of pumped storage power stations with a high over head due to inspection costs and downtime. A system using existing underwater robotics technology was developed. (jointly by C-TECH CORPORATION and Mitsui Engineering & Shipbuilding Co., Ltd.) It is capable of performing simultaneous visual, plate thickness, and film thickness inspections under high hydraulic pressure, and is under verification for practical on-site use.

1 開発の背景と目的

水力発電所の水路や水圧鉄管は、定期的な抜水点検によりその保全が図られている。抜水点検では一般的に水圧鉄管の内面状況や内面塗装の厚さ（塗膜厚）といった保守管理上重要な情報を入手しているが、高落差を有する揚水発電所や運用上抜水が困難な発電所では、点検コストや停電期間等の問題でこれまでこれらの情報取得が困難とされてきた。

そこで、最大水深600m下において鉄管の板厚計測が可能な既存の水中テレビロボット技術を利用して、同条件下で板厚・塗膜厚が同時計測可能なシステムを開発した。さらに、奥矢作第二発電所への導入を図り、本システムの実用性を検証するとともに、水圧鉄管の点検業務を効率的に実施した。

2 点検システムの開発概要

今回開発した水中ロボットの外観を第1図に示す。



第1図 水中ロボット外観

ロボットの運転操作及び点検データの収集保管は、全て地上にて実施可能である。

水中ロボットへ新たに搭載する塗膜厚計は、小型で高耐水性が要求される。市場調査の結果、この条件に適合する計器は存在しなかったため、市販の計器を防水加工することで対応した。

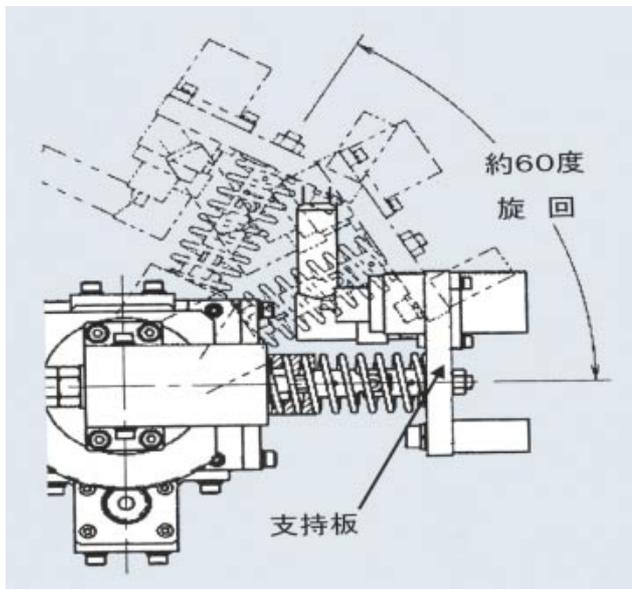
塗膜厚測定は、全体の計測時間の短縮を図るため、板厚測定と同時に実施することを検討した。そこで、板厚計と計測面との垂直性を確保するために設置した3点支持板のうちの1箇所へ塗膜厚計を設置することとした（第2図参照）。この結果、ロボット本体の推力で3点支持板を計測面に押しつけることにより、計測面に対する板厚計と塗膜厚計の垂直性を確保し、同時計測を可能とした。また、塗膜厚は3点支持板を計測面に押しつけた後、スライド（ガイド）機構により垂直性を保持したまま、塗膜厚計を計測面に接触させて計測する。

一方、水中にて塗膜厚を正確に計測するためには、計測面に付着した水苔等を清掃する必要がある。そこ



第2図 3点支持板

で、水中ロボット先端の限られたスペースに設置可能な小型の回転ブラシ式の清掃装置を開発した。また、清掃中に計測ユニットが干渉しないよう、3点支持板を横にずらす可動機構を採用した（第3図参照）。

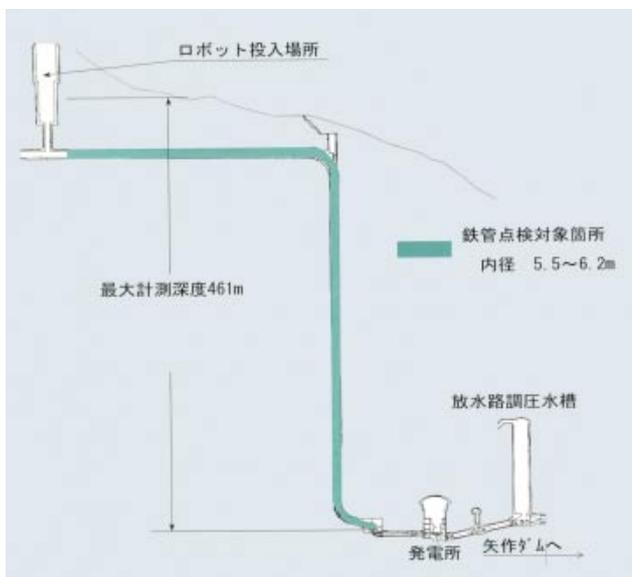


第3図 3点支持板 可動機構

3 効果

今回新たに開発・搭載した塗膜厚計や清掃装置は、個別に水深約600mの耐圧試験を実施し、その性能を検証した。その後、奥矢作第二発電所の水圧鉄管（第4図参照）にて、本システムの動作確認試験を実施し、最大水深461mでの適応性を確認した。第5図は清掃状況、第6図は板厚・塗膜厚同時計測状況を示す。

本システムの導入により、計測地点の確認 計測面の清掃 目視点検 板厚・塗膜厚同時計測の一連作



第4図 奥矢作第二発電所 水圧鉄管路

業が円滑に実施でき、点検作業（停電期間）の短縮化が期待できる。

平成15年11月には、同発電所点検作業への本格導入を図り、水圧鉄管全線に亘る全33断面（132測点）の外観目視点検及び板厚・塗膜厚計測を効率的（停電期間3日間）に実施することができた。



第5図 清掃状況（目視点検状況）



第6図 板厚・塗膜厚同時計測状況

4 今後の展開

本計測装置は、鉄管の内径が小さくなると計測器と計測面との垂直性を確保することが難しくなるが、室内試験結果より最小半径2m程度までは適用可能であることを検証している。これを踏まえ、今後は揚水発電所ばかりでなく、運用上抜水が困難な水圧鉄管あるいは洪水吐ゲート類等幅広い活用を図っていきたい。



執筆者 / 窪塚直亮
Kubozuka.Naoaki@chuden.co.jp