

コンバインド火力取水設備清掃ロボットの開発

生長前に海生生物を清掃・除去する技術

Development of a robot for cleaning the combined (thermo-hydraulic) cycle power plant's water intake facilities

A method to clean and eliminate marine beings before their development

(電力技術研究所 エネルギーエンジニアリングG エネルギーT)

川越火力3、4号系列に代表されるコンバインド火力の取水設備に付着・生長したムラサキイ貝等の海生生物を清掃・除去するには取水設備のドライアップが長期間必要となる。しかし、取水設備は全軸共用構造となっていることから高効率ユニットが長期間停止することとなり、ユニット運用上、現実的には実施困難である。そこで、週末ユニット停止中の海水流速が低いときを利用して、取水設備内面に付着した海生生物を生長する前に流水中で清掃・除去できるロボットを開発したので報告する。

(Energy Team, Energy Engineering Group, Electric Power Research and Development Center)

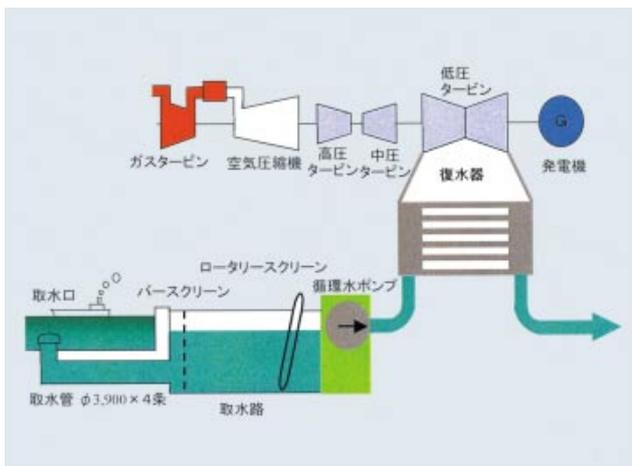
Combined cycle power plants such as Kawagoe No.3 and No.4, need to have their water intake facilities cleaned from grown marine beings like *mytilus edulis* (murasaki-igai); which conventionally requires the facilities to be dried up for a certain long period. However since the water intake facility is a completely shared facility, such a highly efficient operational unit to be actually shut down for a long period is not possible. Here we report on the development of a robot that can conduct the underwater operations cleaning up and eliminating the adhered marine beings before they grow large during the weekend when the unit is not operated and the tide water speed flow is low.

1 開発経緯

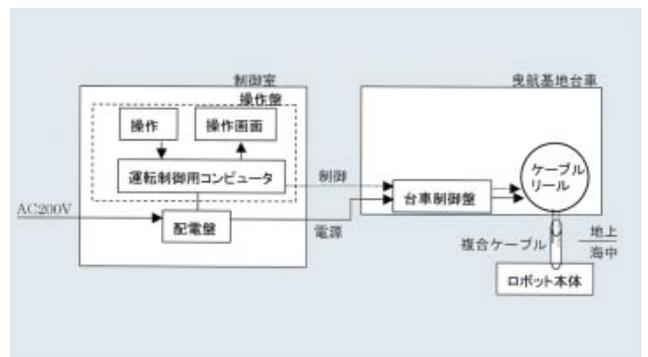
清掃ロボットの開発対象取水設備は、第1図に示す川越火力発電所3、4号系列の取水管(内径3.9m、内面タールエポキシ塗装)と取水路(開渠12.2m深さ、側壁面:コンクリ打ち放し平面)とした。開発に先立ち、平成11年度に調査研究として1年間にわたる海生生物の付着状況調査を行った。その結果を基に、清掃性能目標を付着厚さ平均5mm、最大100mm(局部的)に生長した稚貝のムラサキイ貝、ミドリイ貝と数センチに生長したヒドロゾアとの海生生物群落を清掃するのに取水管1条あたり8時間×2日以内でできることとした。また、ロボットの清掃時にタールエポキシ塗装を傷付けずに取水管内に存在するマンホール等の障害物部位に突入しない技術の開発も目標とした。この目標に対して、平成12年度から約2年間にわたり開発を行ったものである。

2 清掃ロボットの特徴

第2図にシステム構成を示す。清掃ロボットは、清掃を司るロボット本体(写真1)のほかに、制御信号・映像伝送・電力搬送を担う複合ケーブル、ケーブル繰り出しを担う曳航基地台車および運転・制御を担う制御室(コンテナ)から構成される。



第1図 川越火力3、4号系列の取水管と取水路



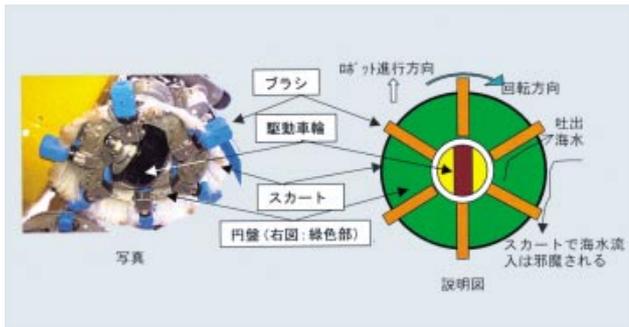
第2図 ロボットシステム構成図



写真1 ロボット本体

(1) 清掃方法と強吸着力も発生する清掃機構

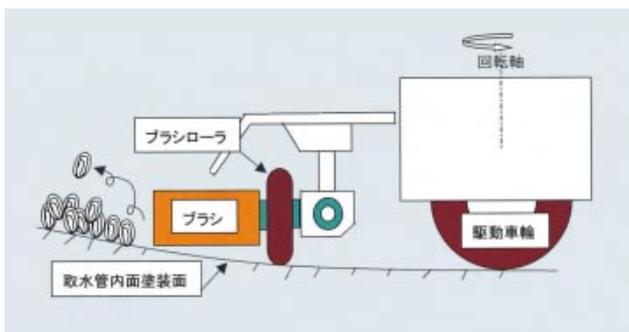
清掃機構を清掃面から見た図を第3図に示す。清掃方法はドーナツ状の円盤を回転させ、これに取り付けられているブラシで海生物を掻き取る。なお、これにより駆動車輪は清掃後の清面を走ることができる。また、清掃に伴いブラシ、円盤が回転することで、回転する円盤内の海水が遠心力で吐き出され円盤内の水圧が低下することで吸盤のように清掃面に吸着することができる。



第3図 清掃面から見た清掃機構

(2) 取水管塗装を付傷させない清掃機構

清掃機構断面を第4図に示す。ブラシローラでブラシを持ち上げ、塗装面とブラシが接触しない構造にした。さらに、ブラシ材質を付傷性実験結果から塗装面を付傷させないことが判明したMCナイロン製とした。ならびに塗装面と接触するブラシローラと駆動車輪は幅広型として面圧を下げ、材質も軟質ゴム製とした。



第4図 清掃機構断面

(3) 障害物回避

取水管内では次に示す3段構えの回避となっている。第1段として基本的には、ケーブル繰出長をロボットの取水管内挿入長データとし、また、ロボット内に搭載の傾斜センサ、水深センサデータからロボットの取水管内位置情報を得る。この情報と運転制御用コンピュータ内に保存されている取水管内障害物位置データとを照合しながら、障害物に近づいた場合、ロボットを停止させる。第2段としてマンホール等の凹みを磁気距離センサにより検知し、凹み突入前にロボットを停止

させる。さらに第3段として、万一、障害物部位に突入した場合のブラシ回転数低下を回転数センサで電子的に検知し、ロボットを停止させる。一方、取水路内では障害物部位が少数であり、陸上からロボットと障害物部位との接近発見が目視で容易であるうえ、海水の透明度も高く、外光によりロボット搭載のカメラで遠方から障害物部位発見も容易であることから、目視による手動回避とした。

(4) 自動清掃技術

取水管では、ケーブル繰出長、傾斜センサ、水深センサの各データから求めたロボットの取水管内存在位置情報と運転制御用コンピュータ内に記憶させている清掃範囲データとを対比させながら自動清掃運転を行う。清掃方法は障害物部位と障害物部位との間を1ブロックとし、そのブロックに定められている清掃範囲をロボットは自動で往復・横行を繰り返しながら全面清掃した後、障害物回避のため次のブロックに手動操作で飛び越す。次のブロック内も同じように自動清掃する。これを繰り返して障害物を回避しながら取水管全周全長を自動清掃する。一方、取水路では、清掃の都度、清掃範囲、清掃パターンを運転制御用コンピュータに任意に入力して、上記各種センサデータを基に任意の方法で自動清掃する。

(5) 清掃時間

取水管1条全周全長清掃目標時間の8時間×2日以内に対し、6時間×2日以内で清掃することが可能である。

3 効果

週末の発電ユニット運用停止等を利用して取水管内の清掃が可能となることで頻度多く清掃することが可能となり、海生物は生長する前に剥がれてしまう。このことにより、生長した海生物群落が剥がれて渦流フィルタ細孔、復水器細管等を閉塞させるという発電ユニット運転支障要因を除去するのに役立つほか、取水設備内では海生物が多量に付着・生長できないことから、取水設備から発生する産廃を軽減できる。

4 今後の予定

工場試験、現場試験結果からロボットは当初計画どおりの要求性能を有していることがわかったことから、平成15年度以降のロボット運用計画策定に向けて、平成14年度中に川越火力発電所3A取水管の一部範囲を使って、実清掃作業を行う予定である。



執筆者/林 道也
Hayashi.Michiya@chuden.co.jp