

PSVI-18 取水路調査作業ロボットの開発

中部電力（株）浜岡原子力発電所

正会員 宮池 克人

近藤 康裕

1 まえがき

浜岡原子力発電所では、復水器冷却用水を取水するため、延長約1000m、水面下約40m、直径約7mの取水トンネルを有している。

この取水設備を保全するために従来は、潜水土を使って点検調査を実施してきたが、長距離、高圧下および長時間におよぶ水中作業は、安全管理等に多大な努力と経費を払わなければならなかった。

この問題を解決するため、陸上から遠隔操縦でき、長距離水路内を自在に点検できる水中ロボットを日立造船（株）と共同開発し、現場の水路で機能および性能を実証し、良好な結果が得られたので概要を報告する。

2 水中点検ロボットの特長

- 1) 長距離、高水圧下での水中構造物の点検調査作業において、時間の制限なく、綿密に調査を実施することができる。
- 2) 水路壁面に付着する貝等の海棲生物の資料採取が可能
- 3) 短期間で手軽に調査作業ができる。
- 4) 有人水中作業を必要としない。
- 5) 潜水土による場合と比べ経済的である。

3 水中点検ロボットの機器構成および仕様

本ロボットは、ロボット本体、電源制御部およびケーブルリールから構成され、水深100m以下に設けられた水路において作業を行うことができる。

ロボット本体と電源制御部は、φ12mm、長さ1300mの光ファイバーケーブルにて接続され、制御信号、映像出力および電源の供給を行っている。

これらの装備一式は、2tトラック1台で運搬可能である。

4 水中点検ロボットの機能

1) 観察機能

構造物の異常の有無および水路壁面に付着する貝等の海棲生物の種類・分布状況・生死の別を判断するため、全方位観察が可能なTVカメラおよ

ロボットの仕様

項 目		仕 様
基本仕様	外形寸法（全長×全幅×全高）	1120mm×600mm×440mm
	全体重量（空中×水中）	86kgf×0
	可潜水深（最大）	100m
	速 力（前進）	最大 2kt
スラスター	電 源	A C 100V×15A
	形 式	直流サーボモーター
照明	モーター出力	150W×4 前・後進 2 横進 1 上・下進 1
	形 式	ハロゲン広角照明
映 像	TVカメラ	半導体CCDカラー 320本以上 最低 25LUX
	スチルカメラ	35mm全自動AF 28mm F2.8
作業用具	切削装置	機 構 出力 回転切削刃方式 150W×1
	マニピュレータ	形 式 出力 2関節電動式 60W×2
運搬装置	形 式	網籠（分類区画付） 600mm×400mm×100mm
	寸 法 計 測	直尺目盛

（付属設備）

項 目		要 目
電源・制御部	電源部	外形寸法 580mm×630mm×535mm 76kg（制御部含む） A C 1 0 0 V × 2 0 A
	制御部	外形寸法 580mm×630mm×535mm
ケーブルリール	テザーケーブル	形 式 光ファイバー複合多心ケーブル 寸法(L×φ) 1300m×12mm
	ケーブルリール	形 式 電動光信号スリッピング付 外形寸法 1300mm×1500mm×1200mm 重量 336kg
付属機器	方位表示	フラックスゲートセンサ
	深度表示	圧力トランスジューサー
	位置表示	連続変調雑音方式

びスチルカメラを搭載しており、直接観察ができると共に必要に応じてVTR、スチル写真に記録することができる。

2) 調査作業機能

ア 水路内付着厚・堆積厚計測

水路内任意の点において、水路壁面に付着する貝等の海棲生物の付着厚および水路底部の堆積層の厚さを測定し、それらの分布状況を把握、記録することができる。

本ロボットは、チルト機構を持つ長いアームに回転式の切削キリを装備しており、このキリでコンクリート壁面まで穴を明け、付着厚さをTVカメラで読み取るものである。

また、計測記録は、トンネル内位置データと合わせてVTRに記録することができる他、スチルカメラにより撮影することもできる。

イ 付着生物資料採取

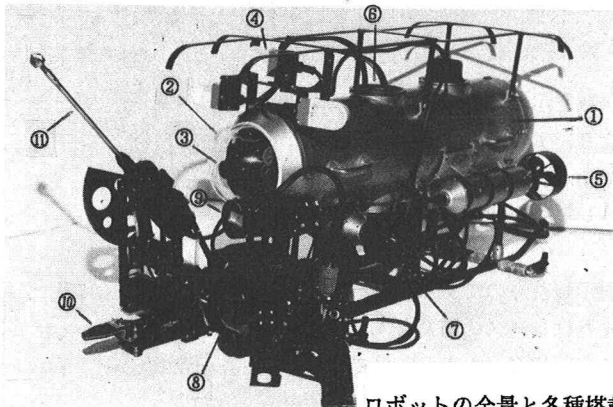
本ロボットは、資料採取機能として、マニピュレータと各種形状の回転刃を持つ切削装置を備えており、水路内任意の点において、水路壁面に付着する貝等の海棲生物を切削除去することができる。

除去した資料は、マニピュレータにより取り上げ、ロボット本体が運搬する分類籠に収納し、地上に持ち返ることができる。

3) その他の機能

ア ロボット航行時の位置、方位、深度は、それぞれ独立のセンサーによって計測され、TV画面上で確認できると共に、VTRへの記録ができる。

イ テザーケーブルは、ロボットの制御航行不能時に回収できるように、中心にテンションメンバー（φ4.1mm）を有し、水中での壁面摩擦および水路屈曲部の抵抗を少なくするよう、表面をテフロンカバーで覆い、海水と同程度の比重としてある。



- ① 本体 胴
- ② アクリルドーム
- ③ TVカメラ
- ④ 照 明 灯
- ⑤ 前・後進スラスタ
- ⑥ 昇降スラスタ
- ⑦ 横進スラスタ
- ⑧ 水中スチルカメラ
- ⑨ ストロボ（スチルカメラ用）
- ⑩ マニピュレーター
- ⑪ サンプル採取装置

ロボットの全景と各種搭載機器

5 まとめ

本ロボットは、特に作業性に力点をおいて開発を進めたものであるが、運用試験の結果、従来の潜水士作業の安全性、信頼性において限界とされていた部分を完全に解決し、水中点検作業を効果的、高精度且つ経済的に行えることが実証された。