

検査・点検ロボット運用モデル検討会

発電所等の他分野で活用実績のあるクローラーの实地調査

1. 日時、場所

日時：2021年5月31日

場所：東京電設サービス㈱ 人財・技術開発センター

2. 概要

東京電設サービス㈱では既に、水力発電所の設備保守に関わる点検作業の効率化のために、鉄管の内部点検及び板厚計測にクローラーが活用されている。当クローラーの船体検査への適用性について検討するために、当該クローラーの实地調査を行った。当初は、板厚計測ロボットや清掃ロボットが実際に水力発電所で活用されているところを調査する予定であったが、新型コロナウイルスによる影響を受け、これを断念。代案として、東京電設サービス㈱の実験施設における実機調査を実施した。

3. 調査結果

東京電設サービス㈱が所有する4種類のクローラーを対象に調査を行った。なお、3.1、3.2の2種類は実機を見学した上でのデモベース、3.3、3.4の2種類はヒアリングベースでの調査である。それぞれのクローラーの概要およびクローラーに搭載されている板厚計測機能について以下に記載する。

3.1. 超音波厚さ測定ロボット（資料4-1参照）

(1) 概要（外観は図1参照）

水力発電所の設備保守に関わる点検作業の効率化を目的に、鉄管の板厚を測定するために開発されたクローラー。基本的には目視内での作業となるが、オプションとして小型カメラを搭載することができ、板厚計測と並行して撮影映像による点検が同時に行える。



図1 超音波厚さ測定ロボット

(2) 操縦性

操縦はコントローラーによる、遠隔でのマニュアル操作。特段高い技量は求められないが、クローラーの操作、板厚計測等を同時に制御する必要があるため、操作には慣れが必要となる。

(3) 走行性

車輪には永久磁石が利用されており、図1のように配管の曲面に張り付いて走行可能。また、前進しながら曲ることができる。吸着力のスペックは200(N/1車輪)であるため、垂直の壁であってもケーブルの重さを含めて数十mの高さでも走行可能(ケーブル長は最大50m)。数十mm程度の段差であれば乗越え可能だが、2面間移動(床面から垂直壁面のような異なる面への移動のこと)は難しい。

(4) 運用形態

測定作業は3人での運用を想定。クローラーの操縦者、ノートPC等の測定者、もう一人は作業責任者でバッテリーやケーブル等を管理するという役割分担となっている。山間部の発電所での活用するために、機材は3人で小分けにしてリュックで背負えるような仕様となっている。

3.2. 構造物点検ロボット(資料4-2参照)

(1) 概要(外観は図2参照)

小口径の配管内部において、点検と板厚計測を並行して実施することを目的として開発されたクローラーである。150m先までの配管内部を自走しながら目視外点検することができ、従来方法と比べて効率的な作業が可能。基本的な構造や性能は3.1のクローラーと同様。ただし、こちらは点検用のカメラが標準搭載されている。

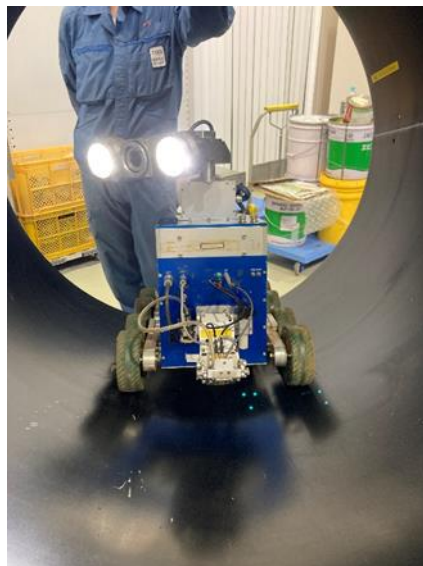


図2 構造物点検ロボット 外観

(2) 操縦性

基本的な操縦性は3.1のクローラーと同様である。こちらのクローラーでは、カメラが操作可能。カメラの動作範囲は仰角 85°、伏角 70°、水平 355°と広範囲。ズーム・オートフォーカス機能も付いており、LED 照明機能も機体に搭載されていることから、暗所でも作業可能。

(3) 走行性

基本的な走行性は3.1のクローラーと同様である。ただし、安全策として動力が切断できる機構が追加されている。これは、3.2のクローラーが人による回収が難しい場所での運用を想定しており、コントローラーの故障や電波等の不具合が生じた際に、ケーブルを牽引することで、回収するためである。

(4) 運用形態

3.1のクローラーと同様である。カメラの操作は機体の操縦者が兼任する。

3.3. 大型鋼構造物点検ロボット（資料4-3 参照）

(1) 概要（外観は図3 参照）

大口径の配管において1台のクローラーにより効率的に実施するために開発されたクローラーである。3.2のクローラーの板厚計測、カメラ撮影の機能に加えて、前面に備え付けられたブラシを利用した清掃機能が搭載されている。

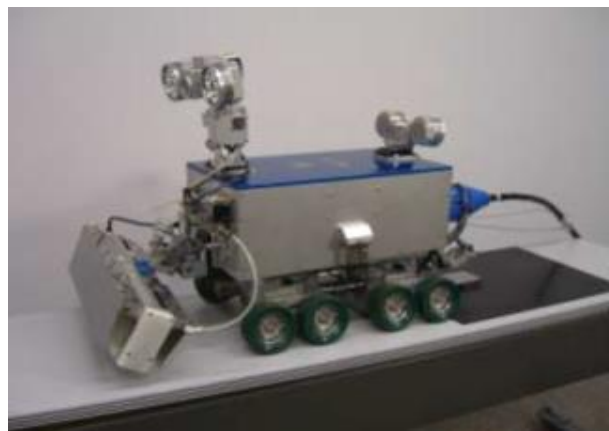


図3 大型鋼構造物点検ロボット

(2) 操縦性

基本的な操縦性は3.2のクローンと同様である。追加機能としてジャイロ機能が搭載されており、側線に沿った正確な板厚計測・点検が可能。

(3) 走行性

基本的な走行性は3.2と同様である。故障時の回収用の機能としてケーブル巻き取り装置が搭載されている。

(4) 運用形態

清掃機能が追加され、クローラーのサイズが大きくなったことから、5人での運用を想定している。また、機体の搬入位置まではユニック車により乗り入れが必要となる。

3.4. 超音波厚さ測定装置（資料4-4参照）

(1) 概要（外観は図4参照）

自走機能を備えておらず、正確にはクローラーではなく板厚計測装置である。人の手が届く範囲の狭い箇所の板厚計測の際に使用される。



図4 超音波厚さ測定装置

(2) 操縦性

他のクローラーに比べて小型のため、狭い箇所でも板厚計測が行える。

(3) 走行性

上述の通り、自走機能は備えていない。ただし、他のクローラーと同様に車輪部が永久磁石のため、構造部材に張り付くことができ、安定した板厚計測が可能である。

(4) 運用形態

運用人数は3.1と同様、3名であり、装置の操作係、ノートPC等の測定係、もう一人は作業責任者でバッテリーやケーブル等を管理するという役割分担となっている。

3.5. 板厚計測機能

本節では、板厚計測機能の仕様について記載する。なお、3.1～3.4のクローラーには同じ板厚計測機能が備えられている。

(1) 概要

板厚計測は、1mm間隔で測定が可能。板厚計測の接触触媒は水を利用している。図1の鉄管（円周が約3m）の場合、1周で150ml程度の水を使用。実際に現場で運用する際は、現地の水を利用せず、ポリ

タンクに水を入れ自前で用意し運んでいるとのこと。表面の汚れ等の除去が必要になった場合は、清掃機能を持った3.3のクローラー以外は、いずれも資料4-1中に記載がある清掃ロボットで計測個所の汚れを除去後、板厚計測を行っている。

(2) 板厚計測デモ

3.1のクローラーを用いて模擬鉄管をサンプルとして板厚計測のデモを実施した。なお、模擬鉄管は計測精度を確認するために、図5のように意図的に板厚を変化させた鉄管として作られている（上半分の板厚が6mm、下半分が9mm、途中のスリッドが7mm）。クローラーは走行中に連続して板厚を計測しており、7mmのスリッドを含めた3種類の板厚の箇所を正確に計測していることが確認できた。



図5 模擬鉄管の板厚

4. 添付資料

資料4-1 超音波厚さ測定ロボット

資料4-2 鋼構造物点検ロボット

資料4-3 大型鋼構造物点検ロボット

資料4-4 超音波厚さ測定装置