

第 33 回日本ロボット学会 学術講演会に参加して

重 本 佳 孝

Yoshitaka SHIGEMOTO

機械システム工学専攻修士課程 2 年

1. はじめに

私は 2015 年 9 月 3 日から 5 日にかけて、東京都の東京電機大学東京千住キャンパスにおいて行われた「第 33 回日本ロボット学会学術講演会」に参加し、4 日の「軟体生物の模倣機構」のセッションにおいて「小口径管内走行を想定した円筒状湾曲型弾性クローラの開発」というテーマで発表を行った。

2. 研究内容

2.1 緒言

長期に渡り使用されている水道管内やガスパ管内などを点検するロボットは安全を確保するために非常に重要な役割を担っている。そこで我々は、配管のような狭い空間においても走行可能なロボットの実現を目的として、シンプルな機構を有した円筒状のクローラ型ロボットを開発した。提案した機構はアメーバの推進原理からヒントを得て、複数のクローラベルトを単一のウォームを介し単一のモータで駆動する。今回は試作機の走行評価について報告する。

2.2 基本構造と駆動原理

図 1 にアメーバの推進原理を示す。アメーバは基本的に、内質と外質、および仮足から成る。移動原理は、粘性の高い外質の内側を、流動性の高い内質が前方へ連続的に流れて仮足を前に押し出すことによってアメーバ自身が推進するといわれている。

この推進原理を基に本研究で開発したクローラ機構を図 2 に示す。駆動原理は、まずフレームに固定されたモータを駆動させ、ギヤを介してウォームを回転させる。そしてウォームの回転により、これと

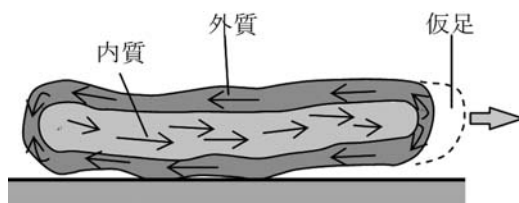


図 1 アメーバの推進原理図

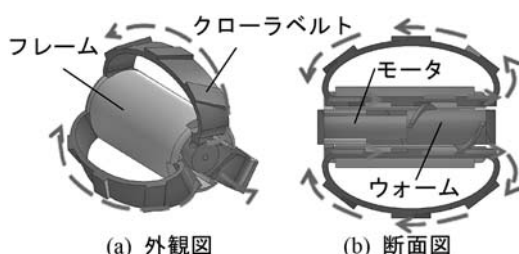


図 2 円筒状湾曲型弾性クローラの基本構造図

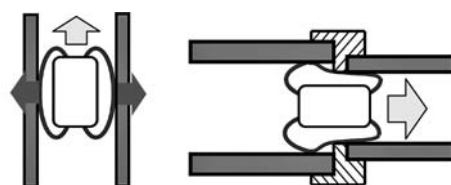


図 3 湾曲クローラ構造による弾性力の利用

噛み合ったクローラベルトが軸方向に推進力を得て直進することができる。従って、本クローラ型ロボットは単一のウォームを介して単一のモータで駆動させる、シンプルな機構を有している。

また、本研究ではクローラベルトをフレームに対して大きく撓ませた、湾曲クローラ構造を提案した。図 3 に示すように、垂直管内の走行時においてはクローラベルトの弾性変形により発生する弾性力を機体の管内保持力へ、さらに、管内段差のある異径管内の走行の際には、湾曲したクローラベルトが異径管に対し柔軟に弾性変形することにより、管内段差を容易に走行することが可能である。従って、単一のモータのみで様な水平管内だけでなく垂直管内や異径管内を走行することが可能である。

2.3 試作評価

今回は走行可能な最小の内径を呼び 25 A 相当 (内径 $\Phi 28 \text{ mm}$) を想定して、幾何学的に機体の設計を行い、ロボットの試作を行った。試作したロボットは、全長は 43 mm 、質量は 17.8 g である。また外径は、外圧をかけてベルトをフレームに接触するまで弾性変形させた状態では $\Phi 27 \text{ mm}$ である。

試作したロボットを用いて管内走行の実験を行った。

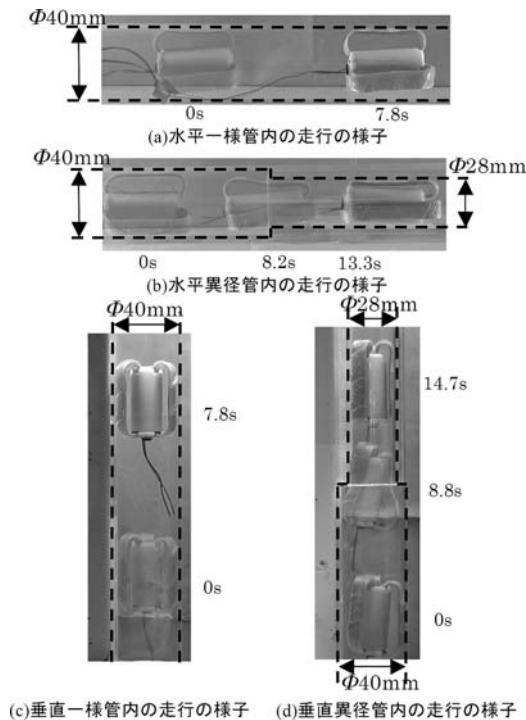


図4 管内の走行実験

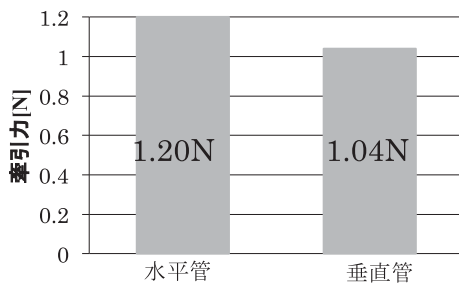


図5 管内の走行実験

た。配管は図4のように、内径 $\Phi 40 \text{ mm}$ の一様管、内径 $\Phi 40 \text{ mm}$ と内径 $\Phi 28 \text{ mm}$ の配管を組み合わせ管内に段差を設けた異径管を水平と垂直に設置し走行実験を行った。今回の実験において、本クローラ型ロボットは湾曲クローラ構造により、垂直管や異径管を容易に走行できることを確認した。図5に内径 $\Phi 40 \text{ mm}$ の一様管を水平と垂直に設置し、管内を走行させた際の牽引力の結果を示す。垂直管の走行に対して水平管の走行時の方が 0.16 N 大きい牽引力を示した。これは、本クローラ型ロボットの質量は 17.8 g であるので、ロボットには垂直管内において鉛直下方向に約 0.17 N の力がかかっている。従って、このロボット自身の自重が垂直管内の上昇時においてロボットの牽引力に影響を与えていると考察する。図5より一様管内において 100 g までのものを牽引することが可能である。

2.4 まとめ

本研究では、管内径の小さな配管でかつ垂直管内や異径管内を容易に走行可能なロボットの実現を目的として、アメーバの推進原理にヒントを得た円筒状の柔軟弾性クローラ機構を提案し、小型のクローラ型ロボットの設計開発を行った。試作したロボットは、小径の配管である内径 $\Phi 40 \text{ mm}$ の水平管や垂直管、内径 $\Phi 40 \text{ mm}$ から内径 $\Phi 28 \text{ mm}$ への異径管内を走行可能であることを実証した。また、一様管内の走行では 100 g までのものを牽引することが可能である。

3. おわりに

本研究に対して貴重な意見や質問を頂け、有意義な発表となりました。また、自身の発表に対しての改善すべき点を感じさせられる発表でもありました。今回の経験を踏まえて、今後の研究及び発表に生かしていきたいと考えています。