

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Study of Surface Wave Mechanisms Applicable to Thrusters for Watertight Mobile Robots
著者(和文)	傅幼均
Author(English)	Yu-Chun Fu
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9453号, 授与年月日:2014年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:福島 E 文彦,大熊 政明,小田 光茂,松永 三郎,中島 求,塚 越 秀行,廣瀬 茂男
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9453号, Conferred date:2014/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

## 論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	FU, YU-CHUN	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	福島 E. 文彦	准教授	中島 求	准教授
	審査員	大熊 政明	教授	塚越 秀行	准教授
		小田 光茂	教授	広瀬 茂男	名誉教授
松永 三郎		連携教授			

### 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Study of Surface Wave Mechanisms Applicable to Thrusters for Watertight Mobile Robots (防水型移動ロボットの推進機に適用可能な表面波機構の研究)」と題し、英文全 7 章から構成されている。

第 1 章「Introduction (序論)」では、本論文の背景と目的について述べている。すなわち現在、トンネル、下水溝、地下パイプライン、建物の床下や天井裏、老朽化が進んでいる建造物や施設全般の検査作業にロボット技術の導入が期待されているが、このような環境で作業する移動ロボットには防塵防水性、高い対地適応能力、さらに狭隘環境の通過のために小さい胴体断面積などが必要とされているが、既存の移動ロボット形態ではこれらの特性を同時に実現させることは困難であると指摘している。そして、本論文は、このような用途に適した新しいロボット用推進機として、表面波機構 (Surface Wave Mechanism) に注目し、その機構を分類してそれぞれの設計論を解析的実験的に検討すると述べている。

第 2 章「Related Former Studies (関連した先行研究)」では、表面波機構としては、ミミズの蠕動運動、尺取虫の尺取り運動、ムカデ等の多足類の歩行運動を模倣にした生物模倣型推進機構をはじめ、ねじの螺旋運動を用いた推進機構、円筒状の表皮やクローラを体幹方向にループ状に無限回転させて推進を可能にするトロイダルドライブ推進機構などが挙げられると述べている。そしてそれらを、推進機構が生成する表面波の形態によって進行波型と定在波型、また推進方向と推進機構の駆動軸の配置方向によって直交型と平行型に分類し、それぞれの特徴を論じている。

第 3 章「Development of Perpendicular Type Surface Wave Mechanism (直交型表面波機構の開発)」では、2 種類の直交型表面波機構の開発について論じている。第 1 の機構は、駆動軸に対して微小な距離偏心して取り付けられた軸に回転自在に取り付けられた推進部を 4 台有し、駆動軸の回転によって推進部に定在波型表面波を生成するものであり、その移動特性は試作機の推進実験によって確認している。第 2 の機構は、平行して配置される一対の駆動軸に、それぞれ 90 度ずつ位相をずらした三つのクランクピンを有するクランクシャフトを取り付け、それらのクランクピン間をクランクで連結し、それらクランク表面をラバーシートで覆った推進部を有するものであり、その運動性能は水中実験等によって確認している。

第 4 章「Development of Parallel Type Surface Wave Mechanism (平行型表面波機構の開発)」では、RS-Wave 機構 (Rotary Surface Wave Mechanism) と呼ぶ新しい平行型表面波機構を提案している。これは、駆動軸に対して一定間隔で取り付けられた複数の円板からなり、これら円板には外輪が回転自在に取り付けられ、その外輪は、駆動軸両端に設けられた静止端の間に張られる円筒型弾性皮膜に固定され、さらにこれら複数の円板は、その円板中心軸が駆動軸に対して一定角度傾き、また同時に駆動軸から一定距離偏心し、さらにこれら円板の傾きと偏心の方向が駆動軸に沿って一定の位相差を持って配置される構造を成すものである。このような構成であるため、RS-Wave 機構の駆動軸を回転すると、その表面の円筒型弾性皮膜全周には、駆動軸に平行な定在波型の表面波が生成されるものである。この RS-Wave 機構に関して、円板の駆動軸に対する傾きと偏心距離がどのような表面波を生成するかをメカニズムを解析的に検討すると同時に、第 1 次平行型試作機を開発して実験によって連続的で滑らかな推進運動が生成可能であることを示している。

第 5 章「Development of RS-Wave Mobile Vehicle (RS-Wave 機構を用いた移動ロボットの開発)」では、二つの RS-Wave 機構を隣り合わせに接続した、前進、後退、旋回やその場回転運動が生成可能な移動ロボットを開発して、狭い空間や水中での推進性能、さらには重量物の下敷きとなっても推進可能であることを実験的に検証し、移動ロボットとしての有効性を明らかにしている。

第 6 章「Load-sensitive RS-Wave Mechanism (負荷感応型 RS-Wave 機構)」では、RS-Wave 機構が容易に負荷感応型推進機構になり得ることを論じている。移動ロボットの駆動系にとって、移動条件に応じてインピーダンスマッチングを行える、いわゆる変速機構の導入の効果は大きい、一般にその機構は高張の場合が多く導入が難しかった。RS-Wave 機構では、駆動軸に対する複数の円板の屈曲角を負荷に応じて変えられる機構を付加するだけでこの効果を生成可能なことを指摘し、その実現性を実験的に検証している。

第 7 章「Conclusions and Future Work (結論と今後の課題)」では、本研究で得られた結果を総括し、今後の課題について述べている。

以上を要するに、本論文は防塵防水性などの観点から表面波型の移動ロボット推進機構の有効性を論じ、特に回転軸の全周に駆動軸方向の表面波を生成可能な RS-Wave 機構を提案し、その設計法を解析的実験的に検討したものであり、工学上、及び工業上貢献するところが大きい。よって、本論文は博士 (工学) の学位論文として十分な価値があると認められる。