

## 論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨の公表

学位規則第 8 条に基づき、論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨を公表する。

○氏名	松野 孝博 (まつの たかひろ)
○学位の種類	博士 (工学)
○授与番号	甲 第 1169 号
○授与年月日	2017 年 3 月 31 日
○学位授与の要件	本学学位規程第 18 条第 1 項 学位規則第 4 条第 1 項
○学位論文の題名	ばね懸架機構による吸盤の負圧保持の研究
○審査委員	(主査) 馬 書根 (立命館大学理工学部教授) 平井 慎一 (立命館大学理工学部教授) 小澤 隆太 (立命館大学理工学部教授)

### <論文の内容の要旨>

本論文の目的は、ポンプなどの能動的な排気装置を一切用いずに軽量小型な構造のみで壁面に長時間吸着可能な吸盤を実現することである。本論文では、吸盤の吸着時間が吸盤内の圧力に大きく影響することに注目し、吸盤内負圧を長時間保持するための設計方法を示した。

本論文は全 6 章で構成される。第 1 章では、壁面作業の安全装置として吸盤を使用する場合に、その負圧の長時間保持の必要性を述べ、既存の吸盤の問題点を指摘した。第 2 章では、吸盤の寸法、空気流入量、吸盤の中央部を外側から引く力（懸架力）などから吸盤内負圧の算出方法を示し、吸盤内負圧の保持と各要素との関係性を明らかにした。第 3 章では、カム機構を用いた従来の吸盤懸架方法に対し、線形ばねと非線形ばねによる懸架方法を提案し、それぞれの吸盤内負圧保持の性能評価を行った。第 4 章では、非線形ばねによる吸盤の懸架を板ばねにより実現し、ばね懸架機構や吸盤の構造、脱着の切り替え方法を示した。また、吸盤内負圧を長時間保持するために必要な懸架力を求め、その力を発生させるための板ばねの寸法設計について述べた。第 5 章では、ばね懸架機構と吸盤を試作し、実験により吸盤内負圧を長時間保持できることを検証した。第 6 章では、本論文の結論を述べるとともに今後の課題を示した。

本論文では、吸盤内負圧に影響する要素（吸盤の体積、空気流入量、吸盤に加わる懸架力）と吸盤内負圧との関係を明らかにし、懸架力に着目した受動的な吸盤内負圧保持の重要性を示した。次に負圧保持のための吸着機構を新たに考案し、理想的な懸架力を発生する設計方法を提案した。最後に、板ばねによる吸盤の懸架を実現する吸盤を試作し、実機実験により提案したばね懸架機構の負圧保持の有用性を示した。

#### <論文審査の結果の要旨>

本論文の貢献は以下の通りである。

- 吸盤の壁面吸着時間に最も大きく影響する要素が、吸盤内の負圧であることに注目し、吸盤内負圧を長時間保持するための吸盤機構及びその設計方法を提案した。
- 吸盤の体積、空気流入量、及び吸盤に加わる懸架力が吸盤内の負圧に影響することを明らかにした。空気流入の大きい外壁面環境で吸盤の体積を永続的に増やし続けることは非現実的であるため、負圧保持可能な吸盤の懸架力のみに着目した設計方法を提示した。
- カム機構により吸盤の体積を固定する従来型の懸架、線形ばねによる吸盤の懸架、一定の力を発生させられる非線形ばねによる懸架、力が線形減衰する非線形ばねを用いた懸架において負圧保持性能を単位入力エネルギーあたりの負圧時間の積分値と負圧保持時間を用いて評価した。その結果、非線形ばねで懸架した吸盤は従来の方法で懸架したものより負圧保持に優れることが明らかとなった。
- 板ばね懸架機構を提案し、それを用いた吸盤の設計を行った。アーチ状に座屈した板ばねの双方向安定性を利用することにより、吸盤の負圧保持のための懸架力生成だけでなく、より少ないエネルギーで吸盤の脱着をも可能にした。さらに、数値解析によって入力エネルギーと目標懸架力を満たす板ばねの選択方法を示した。
- 板ばね懸架機構による吸盤を試作し、提案したばね懸架機構による吸盤の長時間負圧保持を実験により検証した。

以上の論文審査と公聴会での口頭試問結果を踏まえ、本論文は博士学位を授与するに相応しいものと判断した。

#### <試験または学力確認の結果の要旨>

本論文の主査は、学位申請者が本学大学院理工学研究科機械システム専攻博士課程後期課程在学期間中に、研究指導を通じて日常的に研究討論を行ってきた。また、本論文提出後、主査および副査はそれぞれの立場から論文の内容について評価を行った。

本論文の公聴会は、2017年2月6日（月）10時40分～11時45分イーストウイング4階機械システム第2演習室にて行われた。公聴会では、学位申請者による論文要旨の説明の後、審査委員は学位申請者 松野孝博に対する口頭試問を行った。各審査委員および公聴会参加者より、環境による空気流入の影響、評価基準の設定根拠、機構の設計などの質問がなされたが、いずれの質問に対しても学位申請者の回答は適切なものであった。学位申請者は、論文内容および公聴会での質疑応答を通して、学位申請者が十分な学識を有し、博士学位に相応しい学力を有していると確認した。なお、2016年6月に開催された国際会議 RCAR2016 において学位申請者の発

表論文が学生優秀論文賞にノミネートされ、さらには日本ばね学会主催の 2016 年度秋季ばねおよび復元力応用講演会において最優秀ポスター賞に選ばれるなど、学外からも高く評価されている。

以上の諸点を総合し、学位申請者に対し、本学学位規程第 18 条第 1 項に基づいて、「博士（工学 立命館大学）」の学位を授与することが適当であると判断する。