

審査結果の要旨

論文題目「柔軟鋼板の磁気浮上制御に関する研究」

学位申請者 成田 正敬

自動車や電気製品、その他の構造材として様々な工業製品に使用されている薄鋼板の製造ラインにおいて、搬送中に発生するロールと鋼板との接触に起因する傷や表面品質の劣化などが問題となっている。この問題に対して、非接触支持が可能な磁気浮上技術の応用により解決が可能であると考えられる。しかし現在行われている磁気浮上技術に関する研究の多くは浮上対象を剛体とした場合について検討されており、浮上対象自体が複雑な変形を起こす物体の磁気浮上について考察している報告は少ない。

本論文では電磁石の吸引力により鋼板を支持する磁気浮上システムに対して、対象が柔軟で様々な変形を起こし浮上が困難な柔軟鋼板を安定して浮上させるための3つのアプローチを提案している。

第1章では研究の背景として従来の研究を概説すると共に本論文の目的と柔軟鋼板を安定浮上させる3つのアプローチについて述べ、本論文の構成と各章の概要について述べている。

第2章では「両端から張力を与えて柔軟鋼板を平坦にする」というアプローチを磁気浮上システムに適用している。水平位置決め制御機構を有する磁気浮上システムにおいて柔軟鋼板の磁場解析と有限差分法を用いた形状解析を行ない、浮上鋼板形状の評価方法を提案している。また浮上実験により浮上確率を測定し、これらの結果から鋼板形状解析による評価値と浮上実験による浮上確率の関係を明らかにしている。

第3章では「多数の支持点により柔軟鋼板を平坦にする」というアプローチを磁気浮上システムに適用し、磁気浮上システムの電磁石による吸引力が印加されない箇所に永久磁石を設置したハイブリッド磁気浮上システムを提案している。このとき使用する永久磁石の個数と配置、鋼板表面との距離（Gap）を最適に設定するため遺伝的アルゴリズムを用いている。その結果、浮上鋼板のたわみを最小にするシステムの設計手法を確立し、様々な板厚の鋼板に対して有効であることを明らかにしている。また浮上実験の結果から、永久磁石を最適に配置することで柔軟鋼板の浮上安定性が向上することを明らかにしている。

第4章では「折り曲げない程度に柔軟鋼板を湾曲させる」というアプローチを磁気浮上システムに適用し、柔軟鋼板を塑性変形しない範囲で短尺方向を湾曲させることで安定して浮上させる湾曲磁気浮上装置を提案している。板厚の異なる柔軟鋼板を湾曲させて浮上実験を行い、浮上確率を測定して実験的な浮上安定性について評価を行っている。これらの結果から柔軟鋼板を湾曲させることにより浮上安定性が向上することを明らかにし、柔軟鋼板の形状解析結果との比較により最適な傾斜角を推定できる可能性を示している。

第5章では本論文の結論を述べている。

以上のように本研究は、磁気浮上システムにおける柔軟鋼板の浮上安定性向上を目的として、3つの手法を提案し、解析と実験から各手法の有効性について多くの知見を得ている。これらの成果によりこれまで磁気浮上が困難であった柔軟鋼板が安定して浮上できることを示している。

以上の結果、本論文は学位論文として十分な内容を有するものと審査委員全員の一致で判定された。

したがって、申請者 成田 正敬は東海大学博士(工学)の学位を授与されるに値すると判断した。

論文審査委員

| | | | | |
|----|--------|--------|-------|-------------------|
| 主査 | Ph. D. | 山本 佳男 | 工学部教授 | (総合理工学研究科総合理工学専攻) |
| 委員 | 博士(工学) | 岩森 暁 | 工学部教授 | (総合理工学研究科総合理工学専攻) |
| 委員 | 工学博士 | 押野谷 康雄 | 工学部教授 | (総合理工学研究科総合理工学専攻) |

| | | | | |
|----|--------|-------|--------|-------------------|
| 委員 | Ph. D. | 槌谷 和義 | 工学部准教授 | (総合理工学研究科総合理工学専攻) |
| 委員 | 工学博士 | 澤田 達男 | 慶應義塾大学 | 理工学部教授 |