

最終試験結果の要旨

報告番号	理工研 第 462号	氏名	尾田 光成
審査委員	主査	近藤 英二	
	副査	松崎 健一郎	熊澤 典良

平成30年8月10日13時から行われた学位論文発表会において、審査委員を含む20名の前で学位論文の内容が説明され、その後、以下に示すような質疑応答が行われ、いずれも的確な回答が得られた。

質問：ハイブリッド主軸の特長の一つとして、制御磁気軸受のみで支持される主軸に対し、許容できる切削抵抗（負荷容量）が大きくなることを上げているが、どの程度増加するのか。

回答：従来の研究によれば、制御磁気軸受のみで支持される主軸の負荷容量は、アルミ合金のエンドミル加工ができる程度であるが、ハイブリッド主軸は鉄系材料のエンドミル加工もできるような設計が可能である。実際の負荷容量については、モデル実験機で検討する。

質問：ケイ素鋼板円筒部の打撃試験を行って得られたコンプライアンスが示されているが、小径エンドミルを含む主軸系の振動モードは測定したのか。

回答：振動モードの測定は行っていないが、小径エンドミル先端の打撃試験を行い、小径エンドミル先端とケイ素鋼板円筒部の振動を測定して自己コンプライアンスと相互コンプライアンスを求め、1次と2次の固有振動数での位相差も確認している。

質問：象限突起の形状をトレースする実験では、主軸を回転させているのか。また回転させていないとすれば、主軸の回転は実験結果に影響するのか。

回答：小径エンドミル先端の変位を測定するため、主軸は回転させていない。また主軸回転の影響については検討していないが、従来から用いられている制御磁気軸受のみで支持される主軸では、高速回転時の電磁力への影響は大きな問題になっていないが、ジャイロ効果の影響は指摘されている。ハイブリッド主軸の基本構造は、ケイ素鋼板円筒部に大きな質量がある片持ちはりであり、また制御磁気軸受のみで支持される主軸のような高速回転は対象としていないので、ジャイロ効果の影響は小さいと考えているが、今後の検討課題としたい。

質問：象限突起の低減と小径エンドミルのコンプライアンスの制御とで制御方法を変えているが、理由は何か。

回答：象限突起の低減は、制御の容易なPID制御で十分に対応できることを示した。コンプライアンスの制御はPID制御では困難であったため、状態フィードバック制御を用いた。

質問：この研究では象限突起の形状は予め分かっているとして実験を行っているが、実際の象限突起の補正はどのようにして行うのか。

回答：実装する場合は、XYテーブルの位置をリニアスケールで測定し、制御の目標値との差を象限突起による誤差として補正することを考えている。

以上のことから、審査委員会は申請者が博士課程の修了者としての学力ならびに見識を有するものと認め、博士（工学）の学位を与えるに足りる資格を有するものと判定した。