

新任教員紹介

機械工学科・講師 落合成行

略歴

1970.8 静岡県生まれ
1989.3 静岡県立掛川西高校卒業, 1994.3 東海大学工学部生産機械工学科卒業
1996.3 東海大学大学院工学研究科機械工学専攻 博士課程前期修了
1999.3 東海大学大学院工学研究科機械工学専攻 博士課程後期修了
1999.4 日本精工株式会社 入社
2005.4 現職



担当科目

材料力学、機械工学実験Ⅰ・Ⅱ（共担）、機械要素設計（共担）、
機械設計学（共担）

研究活動内容

ハーフトロイダルCVT解析技術の高度化に関する研究

ハーフトロイダルCVT（無段変速機）は、従来の歯車を用いた変速機とは異なり、連続的な変速が可能のため変速時のショックが無く、またエンジン動力を効率よく伝達できるため燃費向上にも有利である。このため、人や環境にやさしい自動車技術の一つとして注目され、これまでに様々な研究が行われてきた。近年では、更なる効率向上や小型化、高トルク化を目指した開発が進められており、その際にはCVTを構成する要素の変形の問題を克服することが重要となる。このような背景から、著者は変形の影響を考慮したCVT解析技術の確立に取り組んできた。

図1は、ハーフトロイダルCVTの概略図である。入力ディスクからパワーローラを介して動力が伝達される構造で、同図に示すディスクとローラ間の接点（トラクション面）と入・出力ディスクの回転中心からの距離 r_{in} , r_{out} の比 $i=r_{out}/r_{in}$ によって変速比が決定される。変速比 i は、パワーローラの傾転角 ϕ を変化させることで連続的に変更可能なため、滑らかな変速を実現できる。またトラクション面にはわずかな油膜（EHL油膜）が形成されるため、ディスクやローラ表面を傷つけることなく長時間大きな動力を伝達することができる。ここでEHL油膜

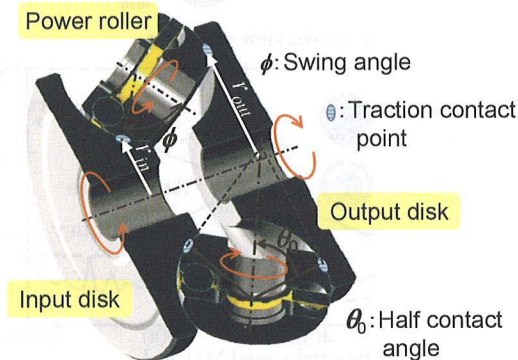


Fig. 1 Geometry of half-toroidal CVT

を形成するには、トラクション面に高い圧力を発生させる必要があるが、これに伴いディスクなどのCVT構成要素には変形が生じる。この変形によりトラクション面の位置は移動し、 r_{in} , r_{out} , 半頂角 θ_0 などの幾何学的関係が変化するため、CVT特性に影響を及ぼす可能性がある。従来のCVT設計ではこのような変形の影響は無視されてきたが、CVTの小型化、高効率化、高トルク化の際には変形量が増大するため、これを考慮した高度な設計が必要になる。

図2は、CVT性能の中でも重要なトラクション面の動力伝達効率の計算結果を三種類の変速比に対して示したものである。図中の実線は変形を考慮した場合の結果を、破線は変形を無視した場合の結果をそれぞれ表している。同図より、入力トルクの増加と共に変形の影響が顕在化し、変速比 $i=2$ の場合（減速時）においては、最大で2%の影響があることがわかる。

[参考論文]

落合成行: 変形を考慮したハーフトロイダルCVTの効率計算, NSK Technical Journal, No.677, pp.54~60, 2004年など

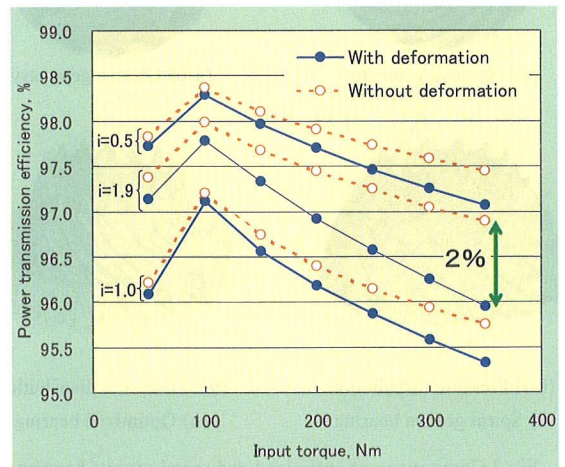


Fig. 2 Power transmission efficiency of CVT

高速スラスト空気軸受の特性解析と最適設計に関する研究

高速スラスト空気軸受は、空気を潤滑流体として用いていることから、低摩擦・低騒音・メンテナンスフリーなどの優れた特徴を有している。このことから、コピー機のような室内で使用されるOA機器の回転軸を支える軸受として広く一般に用いられている。しかしながら、軸受すきまを形成する空気潤滑膜は宿命的に剛性が低く、これを高めることが軸受の設計上、最重要課題となる。

空気軸受としては、従来軸受面にスパイラル（対数渦巻き曲線）状の溝を加工したスパイラルグループ軸受が広く用いられており、これまでに数多くの研究がなされてきたが、軸受剛性の飛躍的な向上には至っていない。この原因は、グループ形状をスパイラル曲線に固定していることにあると考えられる。そこで本研究では、スパイラルグループ軸受を出発点とし、その形状を逐次進化させる最適化手法を適用することにより新しいグループ形状を見出し、軸受剛性を飛躍的に向上させる軸受の開発を進めている。

図3は、従来型のスパイラルグループ軸受（形状最適化の出発点とした軸受）と最適化軸受のグループ形状並びに圧力分布を比較して示したものである。同図(a-i)に示すスパイラルグループ軸受では、軸受面に形成されたスパイラル状のグループにより同図(b-i)に示すような高い正圧が発生している。これに対し同図(a-ii)に示す最適化軸受では、軸受外周部のグループが大きく折れ曲がり、同図(b-ii)に示すように軸受の外周部に大きな負圧が発生している。この負圧により浮上量（空気膜厚さ）が低く抑えられ、最適化軸受では従来の空気軸受に比べて軸受剛性が飛躍的に向上する。なお本研究成果は、共同研究者である機械工学科橋本教授により特許申請中である。

[参考論文]

橋本巨・落合成行：高速スラスト空気軸受の特性解析と最適設計（第1報、静・動特性解析と実験的検証）日本機械学会論文集(C) 第72巻, 716号 pp.297-305, 2006年4月など

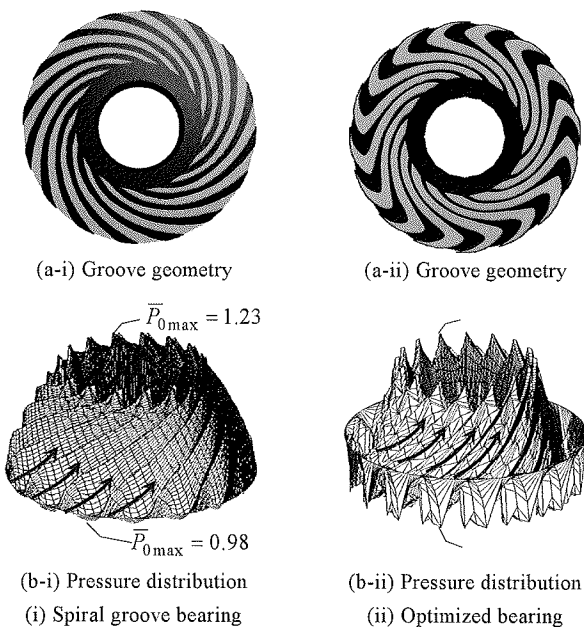


Fig 3 Comparison of optimized and spiral groove bearing

小型ジャーナル軸受の安定化に関する研究

ジャーナル軸受は、高速回転する軸を油膜によって非接触支持するため、高精度、高負荷能力、長寿命などの優れた特徴を有している。このため高速回転機械の支持要素として広く一般に用いられている。しかしながら、高速時に油膜の非線形性に起因した自励振動、いわゆるオイルホイップが発生し、機械の損傷を引き起こす危険性がある。オイルホイップを抑止するためには、パッドが自動的に傾いて振動を抑止する方式のティルティングパッド軸受が広く用いられているが、この軸受は構造が複雑なためコストも高く、小型の回転機械への適用には不利な面がある。そこで本研究では、構造が簡単でかつティルティングパッド軸受に匹敵する高い安定性を有した軸受の開発を目的としている。

図4に実験装置の概略を示す。中央にロータが設置された軸を左右2つの軸受で支持している。右側の軸受が試験軸受で、渦電流式非接触変位計により軸の振動を測定できるようになっている。軸受は透明アクリルで製作されており、青色に着色された潤滑油を用いることにより軸受内部の潤滑油の流れが可視化できるようになっている。軸受に供給される油量の制御は軸受上部に設置された流量調節弁により行われる。

図5に実験結果の一例を示す。実験では、軸受の中でも最も簡単な形状の真円軸受を用いて、通常の潤滑状態すなわち潤滑油の供給を潤沢に行うフラッド潤滑と供給油量を絞ったスターブ潤滑の場合を比較している。同図よりフラッド潤滑では、4200rpm以上の回転数においてオイルホイップが発生し振幅が増大しているのに対し、スターブ潤滑では広範囲の回転数領域において振幅が小さく、安定性が向上していることがわかる。このような結果を踏まえ、現在は実際の軸受システムに適用するための手法について検討中である。

[参考論文]

橋本巨・松本孝太郎：静・動特性の飛躍的向上を目的とした円ジャーナル軸受の最適設計、日本機械学会論文集(C), 第66巻, 第644号, pp. 255-262, 2000年4月など

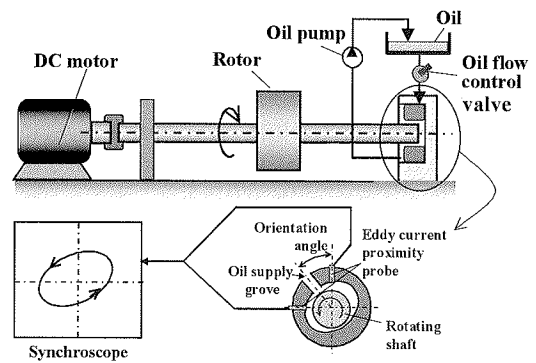


Fig. 4 Overview of test rig

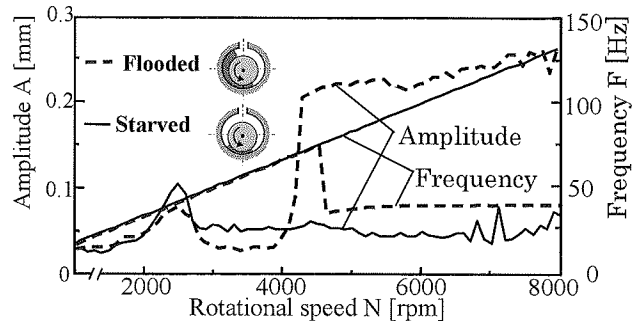


Fig. 5 Experimental results