

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	グリース潤滑された小形ギヤードモータ用歯車減速機の損失低減に関する研究
Title(English)	Study on Loss Reduction of Small-Sized Gear Reducer by Grease Lubrication for Electric Motor
著者(和文)	松本洋一
Author(English)	Yoichi Matsumoto
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9657号, 授与年月日:2014年9月25日, 学位の種別:課程博士, 審査員:北條 春夫,進士 忠彦,吉田 和弘,佐藤 海二,松村 茂樹
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9657号, Conferred date:2014/9/25, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻：メカノマイクロ工学 専攻
Department of
学生氏名：松本 洋一
Student's Name

申請学位 (専攻分野)：博士 (工学)
Academic Degree Requested Doctor of
指導教員 (主)：北條 春夫
Academic Advisor(main)
指導教員 (副)：松村 茂樹
Academic Advisor(sub)

要旨 (和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

本論文は、「グリース潤滑された小形ギヤードモータ用歯車減速機の損失低減に関する研究」と題して、以下の全5章から構成されている。

第1章「緒論」では、研究の背景と目的を述べている。昨今では、小形ギヤードモータにおいても、効率向上、すなわち損失低減が必要である。最近の小形減速機的设计においては、その使用環境の変化に伴って望まれる性能と機能が高度化してきており、それらと相反することの多い低損失が実現されていない。これを達成するための基礎データとなる損失に関する過去の研究は、歯車については主に自動車用変速機、グリース潤滑については主に転がり軸受を対象に行われており、小形減速機に使用される微小モジュールの歯車と、そのグリース潤滑に関する系統的な研究がほとんど行われていなく、これらの系統的な研究が必要である。そして本研究の目的は、小形ギヤードモータの機械的損失を要因ごとに明らかにして、小形減速機に適した損失低減の指針を示すことと述べている。

第2章「損失の評価と要因の実験的分析」では、まず損失測定ができるギヤードモータ試験機を製作し、その信頼性を示した上で計測結果について示している。試験ギヤードモータは、定格出力 90Wのモータとグリースで潤滑された平行軸歯車減速機を組み合わせた市販品を選び、モータを取り付けたまま外部のモータにより駆動して、損失トルクを計測する。そして、損失トルクは無負荷時の損失と、負荷トルクに比例する成分の和で表されることと、回転速度にはほとんど依存しないことを明らかにしている。後者については、温度上昇によるグリースの粘性低下が、速度上昇による損失増大を抑制していることを、実験的に示している。

減速機の損失の要因には、オイルシールの摩擦損失、歯車と軸受のグリースの運動による損失、グリースが介在した状態での歯面のかみ合い摩擦損失、軸受の転がり摩擦損失がある。これらの損失要因を無負荷時と負荷時に分けて実験的に分析する方法を提案し、検証している。無負荷時の損失は、オイルシールの摩擦損失を実機で測定、軸受のグリースによる損失を実機の軸単体で測定し、全体の損失からこれらを減算して歯車のグリース運動による損失を求めている。負荷時の損失は、軸受のラジアル荷重による損失を別の実験から推定し、グリースの温度上昇による減少量を実機で測定し、これらの損失を減算して歯面の摩擦トルクとして求めている。そして得られた歯面の摩擦トルクからは、Niemann の式により歯面の平均摩擦係数を算出し、その値が、回転速度、負荷トルクと減速段数に関わらず、一定値に近似できることを明らかにしている。

第3章「グリースのちょう度と基油の性状の損失に与える影響」では、歯車の潤滑グリースの性状が損失に与える影響を評価している。試験グリースは、ちょう度、基油の動粘度とその種類

の異なる7種類とし、損失トルクを測定してから、歯車のグリースによる損失と、歯面の平均摩擦係数を求め、それぞれについて損失に与える要因を検討している。

歯車のグリースによる損失は、歯面に塗布した場合、基油の動粘度の寄与が大きく、ちょう度の寄与は小さいことを明らかにしている。また損失トルクから求まる歯面の平均摩擦係数は、負荷トルクに依存せず、基油と増ちょう剤の種類によって異なることを見出している。さらにグリースの温度を変化させた実験により、摩擦係数は、その温度における基油の動粘度と見かけちょう度には依存しないことを明らかにしている。これらから低周速度の歯車対をグリース潤滑した場合、基油ではなく増ちょう剤が潤滑に大きく寄与している可能性が高いと推定している。そして歯面の平均摩擦係数の違いは、増ちょう剤の性状によると推論している。これらに加えて、歯の周辺に残留するグリースの観察により、歯底付近がグリース溜まりとなり、常にグリース若しくは基油が接触面に誘引されて潤滑されると考察している。

第4章「小形減速機のグリースによる低損失化」では、グリースによる低損失化の指針を示している。一般的な歯面の摩擦損失を低減する方法として、滑りの小さい歯車諸元を選択することは、歯車対の種類が多い小形減速機に適用するのが困難である。また、歯面粗さの向上は微小モジュールの工法が確立されていない。これに対しグリースの選択による方法は、無負荷時と負荷時の損失を同時に低減できる可能性が大きいだけでなく、基油の種類が同じならコストアップがほとんどないことを、まず述べている。

そこで、無負荷時の損失を小さくできる低い動粘度の基油を選択し、増ちょう剤によって適当なちょう度に調整したグリースを用いれば、全ての負荷領域において、損失を低減できるとしている。そして歯面の摩擦損失は増ちょう剤の種類により異なることから、本研究で用いた中では、アルミニウム複合石けんと合成油の組合せにより小さくでき、この場合も無負荷時の損失を低減できる低い動粘度の基油を用いるのがよいとし、その効果を予測して示し、検討している。

また、このグリースによる低損失化が、小形と一般的に呼ばれるモータ出力400W以下のギヤードモータでは適用できることを、組み合わせられる減速機の歯面のヘルツ応力と歯車の周速度の整理から示し、ハイポイドギヤを用いた直交軸減速機に適用して、その正当性を検証している。

第4章「結論」では、本研究で得られた知見を統括し、今後の展望を示している。

備考：論文要旨は、和文2000字と英文300語を1部ずつ提出するか、もしくは英文800語を1部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1 copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

