

(様式2)

学位論文の概要及び要旨

氏 名 高橋美喜男

題 目 歯面温度を考慮した各種プラスチック歯車の
寿命推定法に関する研究

学位論文の概要及び要旨

プラスチック歯車は、1980年代からAV機器等の製品に本格的に使われ始めた。その後、次第にプラスチック歯車の有用性が認められ用途が拡大するにつれて、プラスチック歯車には、単なる回転の伝達から、動力伝達および回転伝達性能の向上、更なる静粛性、長寿命化が求められるようになってきた。

しかしながら、鋼歯車に比べて歴史が浅いプラスチック歯車では、強度の評価方法が明確になっていないので、プラスチック歯車の強度評価は、鋼歯車に準じて行われているのが現状である。しかし、プラスチックの物性値は鋼の場合とは大きく異なり、温度に依存して大きく変化するため、プラスチック歯車の強度評価を正確に行うためには、運転時の歯面温度上昇を考慮した強度評価法を確立する必要がある。

本論文では、各種プラスチック歯車に対して耐久試験を行い、歯面温度に基づく寿命推定法を提案することを目的としている。

本研究は、7章から構成されている。

第1章は緒論で、まず、歯車の歴史、プラスチックの歴史、プラスチック歯車の歴史について述べた。さらに、プラスチック歯車の設計方法の現状を述べ、設計に関する問題点を挙げて、本研究の目的を示した。

第2章では、運転時の歯面温度上昇傾向および損傷形態を、実例をもとに示した。具体的には、繰返し数の増加にともなうプラスチック歯車の歯面温度の変化は、歯面温度が直線的に急上昇しそのまま損傷に至る歯面温度上昇傾向①、歯面温度が徐々に上昇し明確な平衡状態を持たずに損傷に至る歯面温度上昇傾向②、歯面温度がある温度になると大きな温度の変化のない平衡状態となり損傷直前に再び急上昇する歯面温度上昇傾向③の3つの歯面温度上昇傾向に分類でき、それぞれ損傷の形態が異なることを示した。また、歯面温度上昇傾向および損傷形態と寿命の関係性について論じた。

第3章では、無潤滑条件下のプラスチック平歯車およびはすば歯車の損傷形態、歯面温度変化、寿命推定法について述べた。また、寿命に及ぼす雰囲気温度の影響の評価方法について示した。具体的には、損傷形態が折損であるプラスチック平歯車対およびはすば歯車対の歯面温度を考慮した寿命

は、歯元応力 σ_b と運転時の歯面温度における曲げ強さ σ_0 の比である応力比 $C_u(=\sigma_b/\sigma_0)$ を用いて、 C_u -寿命曲線で評価が可能であることを示した。また、運転条件と歯面温度上昇量の関係が得られれば、任意の雰囲気温度および運転条件での寿命推定が可能であることを示した。さらに、これらの結果から歯面温度および雰囲気温度と運転条件に基づく寿命推定法を提案し、本方法による推定寿命を実験結果と比較することにより、提案した寿命推定法の妥当性を確認した。

第4章では、従来耐久性についてほとんど研究結果が報告されていないプラスチックねじ歯車について、グリス潤滑および無潤滑条件における損傷形態、歯面温度変化、寿命推定法について述べた。また、ねじ歯車の歯面温度上昇量が、かみ合い範囲内のColemanのせん光温度の平均値である平均せん光温度で評価可能であることを示した。グリス潤滑条件下におけるプラスチックねじ歯車の損傷形態は折損であり、その寿命は、応力比 C_u -寿命曲線で評価が可能であることを示した。そして、この結果から、グリス潤滑プラスチックねじ歯車の歯面温度および雰囲気温度と運転条件に基づく寿命推定法を提案し、本方法による推定寿命を実験結果と比較することにより、提案した寿命推定法の妥当性を確認した。また、無潤滑条件下におけるプラスチックねじ歯車の損傷形態は、過大な摩耗（本論文では、過摩耗と呼ぶ）でありその寿命は歯面温度で評価が可能であることを示した。そして、この結果により、無潤滑プラスチックねじ歯車の歯面雰囲気温度と運転条件に基づく寿命推定法を提案し、本方法による推定寿命を実験結果と比較することにより、提案した寿命推定法の妥当性を確認した。

第5章では、従来耐久性についてほとんど研究結果が報告されていないプラスチックヘリカルホイールについて、グリス潤滑条件で耐久試験を行い、損傷形態、歯面温度変化、寿命推定法について述べた。また、ヘリカルホイールの歯面温度が、ねじ歯車の場合と同様に平均せん光温度で評価可能であることを示した。ヘリカルホイールの損傷形態は折損であった。そして、この結果から、グリス潤滑プラスチックヘリカルホイールの歯面温度および雰囲気温度と運転条件に基づく寿命推定法を提案し、本方法による推定寿命を実験結果と比較することにより、提案した寿命推定法の妥当性を確認した。

第6章では、第3章から第5章までに示した各種歯車の寿命推定法をまとめて示した。具体的には、損傷形態が折損である場合と過摩耗である場合の2通りに分けて、歯面温度に基づく寿命推定法と雰囲気温度および運転条件に基づく寿命推定法を示した。また、実際に使用する際の寿命推定の方法について具体的に述べた。

第7章では、結論を述べ、本論文の総括を行った。

本論文で示した方法を使えば、各種プラスチック歯車の運転時の歯面温度を考慮した寿命の評価が可能であり、少ない回数での耐久試験により任意の雰囲気温度および運転条件における寿命の推定が可能となる。