

氏 名	高 橋 東 輝
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	博 乙 第 90 号
学位授与の日付	平成12年11月28日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学 位 論 文 題 目	高温環境下におけるTPI歯車の運転性能評価に関する研究
審 査 委 員	(主査) 教 授 土 屋 八 郎 教 授 齋 藤 憲 司 教 授 山 口 克 彦 助教授 森 脇 一 郎

論 文 内 容 の 要 旨

本研究は、成形性と高温強度を兼ね備えた新しいスーパーエンジニアリングプラスチックである熱可塑性ポリイミド (Thermoplastic poly-Imide; TPI) の実用例として歯車を取り下げ、熱可塑性ポリイミドの特徴の一つである高温での高強度に着目し、高温環境下でのTPI歯車の疲労試験を行うことにより、その疲労強度を論じたものである。また、プラスチック素材の材料特性の一つである粘弾性挙動を考慮した歯車の動力伝達特性解析を新たに提案し、これを用いて上述の疲労試験結果を考察し、TPI歯車の強度設計を行うための基礎資料を与えている。本論文は、緒論、本論6章、そして結論から構成されている。

緒論では、プラスチック歯車の工業界での位置付けから始まり、プラスチック歯車の特に強度設計に関する研究の状況について述べている。更に、研究目的及び論文の構成について述べている。

第2章では、素材TPIの特性、試験歯車諸元、疲労試験装置、及び実験方法について述べている。そして、TPI歯車の寿命判定方法として伝達トルク変動を用いるという新しい方法を提案している。

第3章では、樹脂のみのTPI歯車の疲労試験結果について述べ、その寿命に及ぼす種々の因子を明らかにしている。

第4章では、炭素繊維強化を施したTPI歯車、CFR-TPI歯車の疲労試験結果について述べ、その寿命に及ぼす種々の因子を明らかにしている。

第5章では、第3及び第4章の結果を詳細に検討し、素材の炭素繊維強化がTPI歯車に対してどのような影響を及ぼすかについて考察している。その結果、素材の炭素繊維強化によりプラスチック素材の特徴ある性質の一つである粘弾性挙動が顕著でなくなること、素材の強度上昇に比べ、大幅な許容伝達力向上を示すことを明らかにしている。

第6章では、プラスチック素材の特徴ある性質の一つである粘弾性挙動を考慮できるプラスチック歯車の動力伝達特性解析法を新たに提案している。これは、有限要素法を用いて粘弾性を考慮した歯のたわみ特性を解析し、その結果を従来の金属歯車の動力伝達特性解析に取り込んだものである。この新たな解析法を用いて、素材の粘弾性挙動が歯車の動力伝達特性に及ぼす影響を明らかにしている。

第7章では、第5章で述べたCFR-TPI歯車の大幅な強度向上の機構を、第6章で述べた新しい動力伝達特性解析法を用いて、樹脂のみのTPIとCFR-TPIの粘弾性の程度の違いと関連付けて説明している。

最後に、結論では、本研究で得られた成果をまとめ、今後の問題点についても言及している。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

最新のエンジニアリングプラスチックの一つである熱可熱可塑性ポリイミド (Thermoplastic Poly-

Imide; TPI) を歯車に適用する際に考慮すべき因子を明らかにし、その設計資料を与える目的で、非常に多くの歯車の耐久試験輪行っている。さらに、その実験結果を考察するために、粘弾性を考慮した、歯車の動力伝達特性の全く新しい解析方法を提案している。

TPI 歯車の耐久試験では、他ではこれまで見られない高温環境下における試験を実施している。試験歯車が高温室内に置かれるため目視で把握できないその損傷状況を伝達トルク変動を測定することにより確認する方法を提案し、環境温度の影響をも含んだ種々の因子が TPI 歯車の耐久性能に及ぼす影響を明らかにしている。

実験では、樹脂のみの TPI と炭素繊維強化した TPI の 2 種類の材料を取上げ、それぞれの特徴を明らかにし、炭素繊維強化の効果を明らかにしている。特に炭素繊維強化した場合に、素材強度の向上に比べ、非常に大幅な歯車の負荷能力の改善が見られたというのは注目に値する。

新たに提案したプラスチック歯車の動力伝達解析法は有限要素解析による歯のたわみ特性解析結果を従来の動力伝達特性解析法に取り込むという斬新な方法である。この新たな解析法を用いて、粘性の効果が歯車の歯元曲げ応力に及ぼす影響を明らかにし、さらに、先の注目すべき実験結果をうまく説明している。

以上のように、TPI 歯車の設計指針を確立すると共に、その知見はプラスチック歯車一般に対しても応用できるものであり、学術的にも工業的にも高く評価できる。

本論文の内容は、以下に示す 4 編の学術論文として公表されており、そのうち 2 編は申請者が筆頭著者である。

- (1) Ichiro MORIWAKI, Gong Donghui, Ysuyoshi HASEGAWA and Fumio OSHINO: Performance of Thermoplastic Poly-Imide (TPI) Gears at High Temperature, Proceedings of International Conference on Mechanical Transmissions and Mechanisms (MTM'97), pp.559-562, (1997).
- (2) 貢 東輝、森脇一郎、押野富美雄；高温環境下における TPI 歯車の運転性能評価に関する研究（炭素繊維教科歯車の疲労試験）、日本機械学会論文集、C, 66-650, pp.3426-3432, (2000).
- (3) Ichiro MORIWAKI, Fumitaka TOKUTA, Gong Donghui, and Kenji SAITO; Viscoelastic Behavior of Plastic Gears for Power Transmission (Fundamental Investigation), Proceedings of the 7th ASME International Power Transmission and Gearing Conference, DE-Vol.88, pp.733-738 (1996)
- (4) Gong Donghui, Ichiro MORIWAKI and Kenji SAITO; Viscoelastic Tooth Root Stress Analysis on Fiber Reinforced Thermoplastic Poly-Imide (TPI) Gears, Proceedings of the 8th ASME International Power Transmission and Gearing Conference, CD, (2000)