

氏 名	新 井 典 久 あら い のり ひさ
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 813 号
学位授与の日付	昭 和 50 年 9 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	圧入歯車に関する研究

論文調査委員 (主 査) 教授 會田俊夫 教授 山田敏郎 教授 河本 實

論 文 内 容 の 要 旨

この論文は歯車リムにハブあるいは軸を圧入して一体とした圧入歯車について、圧入による強度特性の変化を理論的、実験的に究明して、圧入歯車設計のための有用な資料を得ることを目的として行なった研究結果をまとめたもので、14章からなっている。

第1章は緒言で、圧入歯車などのしまりばめ歯車が広く用いられているにかかわらず、その機械的特性については不明確な点が多いことを指摘し、本研究を行なった意義と研究の概要を述べている。

第2章では圧入歯車のリムにおける応力分布状態を実験により求め、その歯の曲げ疲れ強さに及ぼす影響について検討している。

第3章では、2次元弾性体理論を用い、写像関数と複素変数による応力論によって円板のまわりに円形突起をもった場合の突起曲線のふち応力について理論解析を行ない、歯車に対してこの理論式を適用して圧入歯車の歯元ふち応力の計算式を導き、これによる計算結果が実験結果とよく一致することを明らかにした。さらに歯車諸元と圧入条件が与えられると簡単に歯元ふち応力を計算できる 実用式をも導いている。

第4章は圧入ハブおよび歯車リムが種々の形状をした場合の歯元ふち応力について検討したもので、まず圧入ハブが中空円筒の場合および中空円筒に中実軸を二重圧入した場合の歯元ふち応力の理論解析を行ない、実験結果と一致することを確認し、また圧入ハブが円形あるいは扇形の抜穴を有する場合の歯車リムの応力分布を測定し、有限要素法による応力計算結果と一致することを確認した。さらに歯車リムが肩部を持った場合の歯元応力をも調べ、各条件に対する歯元応力計算用式を示した。

第5章では、上述の歯元ふち応力を与える理論式および実用式が実際使われているような大寸法歯車に対しても充分適用しうることを実験結果より明らかにするとともに、圧入歯車の歯元ふち応力は圧入による内圧および歯面荷重がそれぞれ単独に加わった場合の歯元ふち応力の代数和と一致することを実験的に確かめた。

第6章では歯車リムと圧入ハブの材質が異なる場合の歯元ふち応力に関する理論式および実用式を導き、各種材質の組合せに対する実験結果と対比してその有効性を確めた。

第7章では、圧入歯車の曲げ疲れ強さの低下を補なう一方法として、歯元すみ肉部にローラによる圧延加工を施すことによってすみ肉部に加工硬化を与え、圧縮残留応力を発生させて、圧入歯車の曲げ疲れ強さを相当改善しうることを明らかにするとともに、その最適圧延加工条件を示している。

第8章では圧入部の熱処理条件、表面あらさ、圧入速度、潤滑剤などが圧入状態に及ぼす影響を実験的に調べ、適正な圧入を行なうための条件を決定するとともに、圧入、引抜きを繰返した場合の圧入力、引抜きなどの変化とその原因を明らかにしている。

第9章では圧入による歯車リム各部の寸法と精度の変化を調べてこれらの各変化の材質、熱処理条件などとの関係を解明し、さらに圧入歯車の運転時の円周方向振動を一体歯車の場合と比較して圧入歯車の振動の増大の要因を明らかにしている。

第10章は圧入歯車の運転試験を行なって圧入部周辺の応力の変動、すべりに対する安全性を検討したもので、歯のかみあい点に対応する圧入部の局部的しめつけ内圧の減少のため、静的すべり試験より求めた静的限界トルクよりはるかに小さいトルクですべりを生ずることを明らかにし、さらにこの限界トルクは局部的に減圧された内圧が一様に静的に全圧入面に加わると仮定し、静的すべり試験より求めた摩擦係数を用いて計算したすべり直前トルクとよく一致することを示している。

第11章は焼ばめ歯車の歯元ふち応力、曲げ疲れ強さを検討したもので、その曲げ疲れ強さは圧入歯車のそれより数%程度低下することを示している。

第12章は冷しばめ歯車の歯元ふち応力、曲げ疲れ強さおよび歯車リムの寸法、精度の変化を検討したもので、その曲げ疲れ強さは理論計算値とよく一致することを示している。

第13章では、12章までの研究結果をまとめて圧入、焼ばめ、冷しばめ歯車の設計に対する手順、方法を総轄的に述べている。

第14章は以上の結果を要約して結論としたものである。

論文審査の結果の要旨

歯車リムにハブあるいは軸を圧入、焼ばめ、冷しばめした、いわゆるしまりばめ歯車は従来より広く実用されているが、しまりばめ歯車の強度特性、しまりばめ部のすべりの問題などについての解明はあまりなされておらず、しまりばめ歯車の設計は経験に頼るところが多いのが現状である。

本論文は、圧入歯車を主対象にしてしまりばめ歯車の曲げ強度の低下、寸法、精度の変化、しまりばめ部の負荷トルクによるすべりなど特有の現象を理論的、実験的に究明して、しまりばめ歯車の設計に対する合理的な指針を与えようとしたもので、得られた成果の主なるものは次の如くである。

(1) 二次元弾性体理論と写像関数を用いて、圧入歯車の歯元ふち応力の理論計算式を導いた。さらにこれを基として歯車諸元と圧入条件が与えられると歯元すみ肉部応力、歯みぞ中央歯底部応力を簡単に計算できる実用式を与えた。

(2) 歯車リブ、圧入ハブが複雑な形状の場合、および材質が異なる場合などに対しても詳細な検討を行

ない，理論式あるいは実用式を導き，実際の設計に利用しうる資料を与えた。

(3) 圧入歯車の曲げ疲れ強さは一体歯車に比し10～30%低下することを明らかにし，その低下量は歯車材の耐久限度線図と圧入により生ずる歯元すみ肉部応力（引張残留応力），したがって圧入条件とから推定しうることを示した。

(4) 圧入歯車の歯元すみ肉部にローラによる圧延加工を施すことによって，圧入歯車の曲げ疲れ強さを相当改善しうることを明らかにし，かつ最適圧延条件を与えた。

(5) 圧入部の熱処理状態，表面あらさ，圧入速度，潤滑剤などの圧入に影響を与える要因について検討し，適正な圧入条件を決定した。さらに圧入，引抜きを繰返した場合の圧入力，引抜き力，表面状態の変化を明らかにした。

(6) 圧入による歯車リム各部の寸法，精度の変化とそれらの圧入歯車運転時の振動加速度に及ぼす影響を示した。

(7) 圧入歯車負荷運転時の圧入部周辺の応力の変動，すべりについて検討し，負荷によりかみあっている歯に対応する圧入部に局部的なしめつけ内圧の減少が生じ，歯車の回転とともにこの減圧部も移動するため圧入面全体のすべりが起るが，静的すべり試験より求めた静的限界トルクの数分の1の運転トルクですべりを生ずることを明らかにし，さらにこの限界トルクは局部的に減圧された内圧が一様に静的に全圧入面に加わると仮定し，静的すべり試験より求めた摩擦係数を用いて計算したすべり直前のトルクとよく一致することを示して，圧入歯車のすべり限界トルクの計算方式を確立することに成功した。

(8) 焼ばめ歯車，冷しばめ歯車についても歯元ふち応力，曲げ疲れ強さなどを検討し，圧入歯車との異同を明らかにしている。

以上要するに本研究は，圧入歯車を主対象にしてしまりばめ歯車特有の曲げ強度特性，圧入部すべり特性などの生成機構について理論的，実験的に解析を行ない，しまりばめ歯車の設計に多くの有用な知見を加えたもので，学術上，工業上寄与するところが少なくない。

よって，本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。