

氏 名	小 松 英 雄 こ まつ ひで お
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	論 工 博 第 846 号
学位授与の日付	昭 和 51 年 1 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	はめ合部の疲れ限度向上に関する研究

論文調査委員 (主 査) 教授 遠藤吉郎 教授 會田俊夫 教授 河本 實

論 文 内 容 の 要 旨

本論文ははめ合によって組立てられている各種の軸の代表的な例として鉄道車両用軸を主たる対象にし、中炭素鋼軸材はめ合部の疲れ強さ向上に関する研究を行なったものであり、12章よりなっている。

第1章においては、はめ合部の疲れ強さとその部分の応力状態を考察し、はめ合端付近の応力集中を軽減して疲れ強さを向上させる方法や、圧縮残留応力を利用する方法、およびはめ合部の疲れ強さに及ぼす各種因子の影響に関する従来の研究結果と問題点をあげ、本研究の必要性を述べている。

第2章においては、はめ合部の疲れに特有な微細き裂発生の検出手段について述べたのち、疲れ強さ向上法として段付はめ合軸をとりあげ、疲れ強さ、すなわち疲れき裂発生限度 σ_{w1} および疲れ破壊の限度 σ_{w2} の最大値を得られるような段部の最適な形状を求め、ボス端面との相対位置の疲れ強さに及ぼす影響とフレッチング・コロージョンとの関係などを明らかにしている。

第3章では、はめ合端付近のボスの剛性を小さくして疲れ強さを向上させる形状的な改善法の効果が述べられている。

第4章は二次元光弾性法により、はめ合部の応力状態を検討して、上記の各種の試験結果を説明し、形状による疲れ強さ向上の方針を説明したものである。

第5章においては、段部とはめ合部の応力集中が重畳した場合や、2個のボスが近接してはめ合わされ、互に干渉し合うはめ合部の疲れ強さ向上法として、軸に溝を設ける効果と溝の最適な形状を求めている。

以上に述べられた形状的な疲れ強さ向上法に続いて、第6章でタフトライド処理の効果について研究し、化合物層や窒素の拡散層および圧縮残留応力のはめ合部の疲れ強さ向上に対する寄与を検討し、第7章で低温焼入れ、第8章で高周波焼入れの熱処理によって得られた時効や表面硬化と、残留応力の効果を分離して検討している。

第9章では、機械的な残留応力付加方法である表面圧延の効果について研究し、表面圧延条件と疲れ強

さの関係を明らかにするとともに、表面圧延によって生じた圧縮残留応力の疲れ試験前後における挙動と疲れ強さに及ぼす影響について検討している。

第10章においては、はめ合軸についてねじり疲れ試験を行ない、段部の形状とねじり疲れ強さの関係を明らかにし、またねじり疲れの場合のフレッチング部のき裂発生状況とその特色などについて検討している。

第11章では、はめ合部の疲れ強さに及ぼす諸因子の影響、とくにフレッチングの影響について、圧入潤滑剤、焼ばめなどの条件による摩擦力や相対すべりの変化を測定して検討を加え、さらにはめ合面圧、はめ合部の表面あらさ、ボスのかたさなどの疲れ強さに及ぼす影響について実験を行なっている。

第12章は研究結果の総括と、はめ合部の疲れ強さ向上方法のとりまとめである。

論文審査の結果の要旨

車軸には車輪や歯車、ころがり軸受内輪、スリングなど圧入または焼ばめされたはめ合部が多く存在する。このはめ合部の疲れ強さは、はめ合部の面圧や応力集中とフレッチングのため、平滑部の疲れ強さに比して著しく低下するので十分な検討が必要である。本研究は鉄道車両用車軸を主たる対象として、はめ合部の疲れ強さの向上法ならびにはめ合部の疲れ強さに影響を及ぼす諸因子について、系統的に行なわれた実験的研究をまとめたものである。得られた主な結果は以下のようである。

軸およびボスの形状による疲れ強さの向上法として

- (1) はめ合端付近の軸を段付にすることによって疲れ強さが向上する。この場合、段部の曲率半径と段部の段径比を適当に選ぶとき、はめ合部の疲れ強さ、すなわち疲れき裂発生限度 σ_{w1} および疲れ破壊の限度 σ_{w2} をともに約50%向上させることができる。またボス端を軸段肩よりオーバーハングさせることによって、フレッチング・コロージョンの発生範囲と相対すべりを大幅に減少させ得ることがわかった。
- (2) はめ合端部の軸形状を変えるかわりに、ボス端面に肉厚の薄い突起を設けて、その剛性を低下させると疲れ強さが向上する。この突起の長さを必要最少限にし、肉厚を適当に選ぶと、その効果により疲れ限度は約30%向上する。
- (3) はめ合端の軸およびボス形状を適当に変更することにより疲れ強さが向上した大きな理由としては、はめ合端における面圧ならびに曲げ応力の集中の緩和があげられ、この関係が二次元光弾性実験により検討された。すなわち面圧が小さいほど、また曲げ応力が大きいほど、軸とボスの相対すべりが大きくなるため、はめ合部の応力集中が低下し、一方段部の曲率半径を小さくするか段差を大きくすることにより、はめ合端部の面圧および応力集中は低下するが段部の応力集中が増大する。したがって、段部とはめ合部の応力集中が丁度等しくなる最適の形状が知られる。
- (4) しかし、実際の軸では段部にボスが近接してはめ合わされ、また2個のボスが互に近接してはめ合わされて、両者の応力集中が重畳する場合がある。この場合の応力集中の重畳と疲れ強さの低下の関係は両者の形状より推定され、また軸を溝付にすることによってこれを減少させ得ることが知られた。

以上の形状変更による疲れ強さ向上法に続いて

- (5) タフトライド処理をすることによって σ_{w1} 、 σ_{w2} がそれぞれ3.6、2.6倍に向上する。表面の薄い化合

物層が σ_{w1} を向上させるが、処理の効果は主として冷却時に発生する圧縮残留応力による σ_{w2} の向上にある。また低温焼入れによってはめ合部の σ_{w2} は2.5倍になるが、これは圧縮残留応力のためであって、 σ_{w1} にはほとんど効果がない。さらに高周波焼入れを行なうと、表面層の機械的性質が改善されるとともに、大きい圧縮残留応力を生じるので、はめ合部の疲れ強さ σ_{w1} , σ_{w2} がともに大きく向上し、焼ならし平滑材の疲れ限度より高くなる。

(6) 表面圧延も表面の硬化と圧縮残留応力のため、はめ合部の疲れ強さを向上するが、これには最適の圧延条件があるとともに、残留応力がフレッチングによって大幅に減少することに留意する必要がある。

(7) はめ合部の疲れ強さに対して影響を与えるその他の因子として、圧入における潤滑状態はその影響が大きいこと、はめ合面圧は 1kg/mm^2 という小さい値から著しく疲れ強さを減少させ、それ以上に面圧を大きくしてもその影響が小さいこと、ボスのかたさの影響も小さいことなどを明らかにし、はめ合軸の疲れ強さを向上させる方法が総括的にまとめて述べられた。

これを要するに、本論文ははめ合軸の疲れ強さ向上法について設計工学的ならびに材料学的に研究してその効果を明らかにすると同時に、はめ合部材の疲れ破壊防止について重要な知見を得たものであり、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。