

氏 名	鯉 淵 興 二 こい ぶち こう じ
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	論 工 博 第 293 号
学位授与の日付	昭 和 44 年 7 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	金属材料の実働荷重に対する疲れ強さに関する研究

論文調査委員	(主 査) 教 授 河 本 実 教 授 山 田 敏 郎 教 授 遠 藤 吉 郎
--------	--

論 文 内 容 の 要 旨

この論文は実働荷重が作用する場合の金属材料の疲労強度について論じたもので8章からなっている。

第1章は緒言で、実働荷重を受ける金属材料の疲れ強さに関する研究を行った背景ならびに本論文の概要を述べたものである。

第2章は著者の試作した実働荷重に対する疲れ試験機について述べている。実働荷重による疲れの研究を行なうには、変動する任意の波形の荷重を試験片に加える試験機が必要である。したがって著者は先づ数種の実働荷重疲労試験機を試作している。

その1はカム式任意波形ねじり疲れ試験機であって、カムの形状に応じた任意のねじりモーメントを試験片に繰返し加えることができる。その2はクランク式複合波形ねじり疲れ試験機であって、クランク機構によって周波数の異った二つの正弦波状モーメントを重畳して試験片に繰返し加えることができる。その3は任意の電気信号波形に比例した荷重あるいは変形を試験片に加える任意波形再生疲れ試験機で、本試験機は可動線輪によって試験片に荷重を加える方式である。さらに大容量の任意波形を試験片に加えるために、油圧式実働荷重疲れ試験機の試作を行い、容量10 tおよび40 tの実働荷重疲れ試験機を試作し、いずれも満足に作動することを確認している。このような任意波形再生疲れ試験機を使用して疲れ試験を行うためには、実働荷重など任意の変動波形を電氣的にプログラムする装置が必要となる。それには半波合成装置を試作し、16個の半波の波高値をそれぞれ独立にプログラムできるようにし、正弦波の大きさを任意に設定するものである。これは試作したプリセット計数装置により、半波の波高値のみならず、試験速度および平均応力の大きさおも任意設定でき、したがって平均応力を伴うプログラム疲れ試験をも行なうことが可能である。

第3章は定応力振幅疲れ試験におけるひずみの挙動および定ひずみ振幅疲れ試験における応力の挙動を求めたもので、実働荷重による疲れ挙動を究明するための基礎となるものである。疲れ破壊は巨視的には塑性ひずみの繰返しが疲れ被害の重要な因子と考えられるので、軟鋼の高サイクル疲れ試験およびニッケ

ルクロムモリブデン鋼の低サイクル疲れ試験における応力とひずみの挙動および疲れ強さとの関係について述べている。

第4章は疲れ強さに対する変動応力の波形効果について求めたものである。普通は通常の疲れ試験のように応力が正弦波状に変動する場合はむしろ稀であって、一般には正弦波状に変動しない場合が多い。実働応力においても普通波形は非正弦波状であるから、あらかじめ疲れ強さに及ぼす応力波の波形形状の影響を明らかにしておくことが必要である。そこで、正弦波、三角波および方形波を与えた場合の引張圧縮疲れ試験を行ない、疲れ強さに対する波形効果について種々の面より解析し、検討を加えている。また、変動荷重による疲れ被害あるいは実働応力の計数方法に関する基礎的研究として簡単な変動応力による疲れ試験を行なった。すなわち双子ひずみ波に対する疲れ強さ、複合ひずみ波に対する疲れ強さ及び間けつ及復ピーク波に対する疲れ強さについて研究した結果について論じている。

第5章は実働応力の計数方法について論じたものである。まず従来提案されている種々の応力計数方法について概説した後、疲れ被害が疲れ試験中に発生する塑性ひずみと密接な関係のあることから、変動応力を加えたときに発生する塑性ひずみを想定し、それを基に過去の応力履歴が後の応力による疲れに影響を及ぼすという観点より応力波形を解析する方法を提案し、これを履歴法と称し、従来のピーク法および振幅法などと比較論じている。さらに、第2章で述べた著者の試作した油圧式実働荷重疲れ試験機を用いて、種々の変動応力下の応力-ひずみ履歴曲線をえがき、その結果著者の考案した履歴法による解析方法の妥当なることを実証している。なお、実際の機械に発生している実働応力波形の種々の例について、実用的な応力計数法の選び方につき、履歴法の考えに基いて概説している。

第6章 実働応力に対する疲れ強さの推定に関するものである。実働応力のひん度分布が求まったならば、これに基き疲れ寿命を推定することとなるが、それには種々の累積被害法則の一つを適用するか、あるいは応力ひん度分布に基いて種々のプログラムを組みそれに基づいたプログラム試験を行なうこととなる。そこで、変動荷重下の疲れ被害に関する基礎的知見をうるため、2段多重重複波形およびその他の実働応力波形による疲れ試験を行ない、種々の被害法則との比較検討を行っている。実働荷重による疲れ破壊は非常に複雑であり、簡単な累積被害法則で説明することは不可能であるが、かなりの誤差を許すならば、従来の疲れ寿命推定方法も十分実用に供しうると論じている。

つぎに、広く実用されているプログラム疲れ試験を行った結果について述べた。まず、基礎的研究として負荷順序の影響について実験し結果を述べ、つぎに実用的研究として、大形溶接構造物の実働荷重による疲れ強さを経済的かつ効率よく推定するため、溶接継手の疲れ試験と溶接継手において疲れき裂の発生するビード端部を模擬した切出し試験片による疲れ試験結果を用いる試みについて述べている。

さらに、平均応力が振動応力に比し、きわめて遅い速度で変動する場合の疲れ寿命は従来の累積被害法則あるいは普通のプログラム試験によって推定することができないので、最も基礎的な場合として、平均応力がかなり長い周期で正負交互に符号を変える正逆転荷重による種々の疲れ試験を行ない、その結果について論じている。

第7章は実働荷重の作用下における疲れ設計の場合の基本的な考え方について述べたものである。実働荷重を考慮して設計を行なう場合、機械の種類によって作用する実働応力の特徴の相違および従来用いら

れてきた設計方式の相違などから、それぞれの機械の種類に応じた設計方式を作ることが肝要であることを述べ、前章までの研究結果を基に実働荷重を考慮した設計を行なうにあたり、考慮すべき基本事項について述べたものである。

第8章は結論であり、本論文の結果を総括したものである。

論文審査の結果の要旨

近年、機械の高速、高性能化をはかるために、実働荷重を考慮した疲れ寿命に基く設計が実用化されてきた。航空機に関してこのような設計の行なわれてきたことは衆知であるが、最近、過酷な負荷の繰返される原子炉用圧力容器あるいは従来ほどの長寿命の要求されなくなったクレーンなど種々の機械にも実働荷重を考慮した設計を採用する傾向にある。

本論文は実働荷重による疲れを考慮して、機械の軽量化および高性能化をはかるために行なった研究について述べたもので、新しい種々の実働荷重試験機の試作、材料の疲れ過程における応力およびひずみの挙動、実働荷重に対する疲れ強さの推定に重要な意義をもつ変動応力の波形効果、履歴法と称する過去の応力履歴を考慮して波形の大きさを修正して計数する新しい計数方法、半波合成回路を利用して行った新しい実働応力試験結果と種々の理論計算との比較検討、大形溶接構造物の実働荷重試験、反復繰返し応力が作用する場合のプログラム試験による疲れ強さの検討などを行なったものである。

著者の試作した新しい実働荷重試験機は十分満足な性能を有するもので、広く利用され、また市販もされるに至り、工業上に貢献するところ少なくないと思われる。疲れ過程における応力およびひずみの挙動は疲労強度を理論的に考察する場合の基礎として重要な意義をもつものである。著者の考案した履歴法なる新しい実働応力の計数方法は過去の応力履歴が次の応力波による疲労効果に影響を及ぼすことがほとんど常識的にも当然と考えられるにもかかわらず従来そのような考え方の存在しなかったのに対し、巧みに履歴を考慮した新しい計数方法を案出したことはまことに偉とするに足るものと考えられる。また、実働応力による疲労を考える際、注目される応力の波形効果や応力負荷順序の影響あるいはまた普通のプログラム試験あるいは累積被害法則によっては推定することの困難な平均応力がかなり長い周期をもって正逆転しその上に振動数の高い繰返し荷重が重畳する場合の疲れ強さなどをも明らかにしている。

なお、実用的研究として大形溶接構造物の実働荷重に対する疲れ強さを経済的かつ効率よく推定するための実験も行ない論じている。

これを要するに、本論文は近來機械の強度設計上最も重要な研究課題の一つと考えられている実働荷重が作用する場合の疲れ強さを求めるための重要な指針を与え、また重要な成果をえたものであって、工業上もまた学術上も貢献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。