

氏 名	石 川 浩 いし かわ ひろし
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 817 号
学位授与の日付	昭 和 50 年 11 月 25 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	実働荷重に対する材料の疲れ寿命推定に関する研究

論文調査委員 (主 査) 教授 河 本 實 教授 山田敏郎 教授 遠藤吉郎

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、機械・構造物の設計の基礎となる実働荷重に対する材料の疲れ寿命推定に関して研究したもので、緒論および結論のほか4編16章よりなっている。

緒論では、材料の実働荷重に対する疲れ寿命を適切に推定することの意義を論じ、それには実際に不規則に変動したランダム荷重を与えた場合と共に統計的性質に着目して簡単なプログラム荷重に置換した場合とについて研究し、両者の相関を十分に明らかにすることの必要性などを論じ、本論文の概要を述べている。

第Ⅰ編では、新しく試作した実働荷重疲れ試験機と試験結果について述べている。第1章では、試験片が静止し荷重が回転する形式で、しかも共振現象を利用し小形大容量で、かつ安定した振幅制御のできる独特の着想になる回転曲げ疲れ試験機について述べている。第2章では、新しい原理に基づく平面曲げ多調和繰返しひずみ疲れ試験機を試作している。この試験機は最近の有限寿命疲れ設計における重畳微小応力波の効果などの研究に優れた効果がある。第3章では、鋼球を落下衝突させ機械的にランダム荷重を発生させるという独自の着想に基づき試作したランダム疲れ試験機について論じている。

第Ⅱ編は、実働荷重による疲れに関連した基礎的な研究結果について論じたものである。第1章は、温度環境の疲れ強さと変形に及ぼす影響について論じたもので、定応力疲れ試験と定たわみ疲れ試験とを常温ならびに高温下において行うと共に両者を比較し論じている。また炭素鋼にて青熱脆性温度付近で疲れ強さが増大するとき疲れ変形は減少する事実などについて論じている。第2章は、疲れ変形特性とかたさとの相関について論じたもので、繰返し硬化材および軟代材共に最初応力の繰返しに伴いかたさはそれぞれ上昇または低下するが、疲れ過程の全期間にわたっての完全な相関関係は認められないことを明らかにしている。第3章は、応力およびひずみ休止波形を受ける場合の疲れ強さを求めたもので、連続波形と4サイクル中1サイクルあるいは3サイクル休止などの波形に対して実験を行い、休止期間の極めて短い場合、休止は疲れ強さに影響を及ぼさないことを明らかにしている。第4章は、航空機用軽合金につき多調

和繰返しひずみ疲れ試験を行い、波形効果ならびに平均ひずみの効果について論じている。

第Ⅲ編は、実働荷重に対する材料の疲れ寿命を簡単でかつ規則的なプログラム荷重疲れ試験によって推定する際の種々の問題点につき研究したものである。第1章では、半硬鋼を用いて短周期プログラム荷重疲れ試験における応力負荷順序の影響を初期応力や応力の大きさの相違による影響と関連させて研究し、短周期プログラム荷重の場合には負荷順序や初期応力の影響はなく、応力の大きさには影響を受けることを明らかにしている。第2章では、長周期プログラム荷重における負荷順序の影響につき研究し、破断までのプログラム周期数の少ないときは急増漸減形負荷順序が最も弱くなることおよびプログラム荷重下での材料の変形挙動などについても論じている。第3章は、プログラム疲れ強さに及ぼすブロックサイズの影響につき論じたもので、低応力域プログラム荷重ではブロックサイズが大きくなるほど疲れ寿命が増大することなどを明らかにしている。第4章では、主としてピーク荷重と平均荷重がプログラム疲れ強さに及ぼす影響について論じている。第5章では、実働荷重の荷重ひん度分布に基づくプログラミング法について論じている。

第Ⅳ編は、ランダム荷重に対する疲れ寿命の推定法について論じたものである。第1章は、実働荷重計数のための新しい手法として全波法を提案し、これが従来 of 種々の手法と比較し合理的であることを論じている。第2章では、機械的手法による狭帯域ランダム疲れ試験を行い、その結果を全波法による荷重計数結果に基づく推定寿命と比較し、全波法による波形解析の妥当性を確認している。第3章は、ランダム疲れ強さに及ぼす切欠きならびに周波数帯域の影響に関して研究したもので、用いた試験機は雑音発生器を有した電磁式のものでガウス性白色雑音によっている。その結果、周波数帯域の相違はランダム疲れ寿命にほとんど影響を与えないことなどを明らかにし、また平滑材および切欠き材に対して寿命推定のための新しいランダム S-N 曲線を提案している。第4章は、強さの異なるガウス性ランダム荷重の重複負荷下における疲れ寿命の推定法に関して述べたもので、重複負荷順序の影響および累積疲れ被害の算出法などについて実験ならびに理論的に論じている。

結論は、本研究の成果を概括したものである。

論文審査の結果の要旨

本論文は、機械・構造物の設計の基礎となる実働荷重に対する材料の疲れ寿命推定に関して研究したもので、第Ⅰ編では、新しく試作した実働荷重疲れ試験機につき、第Ⅱ編では、実働荷重による疲れに関連した基礎的な研究結果について、第Ⅲ編では、実働荷重に対する材料の疲れ寿命を簡単でかつ規則的なプログラム荷重疲れ試験によって推定する際の種々の問題点につき研究し、第Ⅳ編では、不規則に作用するランダム荷重に対する疲れ寿命の推定法につき論じ、それぞれ幾多の知見を得ている。

新しく試作した試験機は3種あり、その一つは共振形回転曲げで、かつ振幅の安定するように考案したもので、その後わが国でこれに模したものが作られている。次いで、新しい機構に基づく多調和平面曲げ疲れ試験機を試作し、塑性疲れ域での研究に有効に使用している。さらに、鋼球を用いて機械的にランダム荷重を発生させるという独自の発想による実働荷重疲れ試験機を試作しており、これらはいずれも実働荷重に対する材料の疲れの試験に当たり極めて有効なものと認められる。

定応力疲れ試験および定たわみ疲れ試験を種々の温度下において実施し、巧みに両者の比較を行うと共に、疲れに及ぼす温度環境の影響を明らかにしている。殊に塑性疲れでは硬化とか軟化とかがよく用いられているが、これと従来の静的なかたさとの相関を明らかにしており、またランダム荷重の波形解析に際して重要となる休止波形その他の波形効果について論じており、これらはいずれも実働荷重に対する疲れ寿命の推定の基礎として重要な成果であると考えられる。

実働荷重は多くの場合全く不規則に変動するから、これを統計的に処理し、プログラム荷重疲れ試験によって寿命推定を行うことが多いが、その際の応力負荷順序の影響、初期応力や応力の大きさの影響、またその際の変形挙動など、広範な研究成果は注目に値するものと思われる。さらに、プログラム荷重疲れ試験におけるブロックサイズの影響、ピーク負荷あるいは平均応力の存在およびその大小が疲れ強さおよび疲れ変形に及ぼす影響なども実働荷重に対する疲れ寿命推定に重要な示唆を与えるものである。全く不規則に変動する荷重のプログラミング法としては従来種々の方法が提案されているが、著者は全く新しい方法として全波法を提案している。これは複雑なる波形を平均応力を有した個々の全波の集まりとして処理するもので、大応力波を見落すことなく、また疲れ効果の評価に重要な役割をもつ平均応力をも充分考慮するなど優れた解析法であると考えられる。

実働荷重に対する材料の疲れ寿命の推定の研究には実際にランダムな荷重を与えた疲れ試験を行うこともまた不可欠なことである。著者の行っている機械的手法による狭帯域ランダム疲れ試験の結果に対する種々の考案は疲れ寿命の推定に資する所が極めて大である。またガウス性白色雑音波を用いたランダム疲れ試験を通じてのランダム荷重に対する新しい疲れ曲線の提案ならびに周波数帯域および切欠きの鋭さの影響の明確化などはこの方面の研究に注目すべき成果であると思われる。なお強さの異なるガウス性ランダム荷重の重複負荷下における疲れ寿命を実験的、理論的に求め、累積疲れ被害について種々の考案を行っているが、この成果にも見るべきものが極めて大であると考えられる。

以上を要するに、本論文は実働荷重に対する材料の疲れ寿命推定に関し幾多の知見を加えたもので、学術上、実際上貢献する所が少なくない。

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。