

Title	ランダム荷重による疲れ寿命へのパワスペクトルの影響に関する研究
Author(s)	溝口, 孝遠
Citation	大阪大学, 1972, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/1766">https://hdl.handle.net/11094/1766</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名・(本籍)	<sup>みぞ</sup> 溝 <sup>ぐち</sup> 口 <sup>たか</sup> 孝 <sup>お</sup> 遠
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 2537 号
学位授与の日付	昭和47年3月25日
学位授与の要件	工学研究科機械工学専攻 学位規則第5条第1項該当
学位論文題目	<b>ランダム荷重による疲れ寿命へのパワスペクトルの影響に関する研究</b>
論文審査委員	(主査) 教授 菊川 真 (副査) 教授 栗谷 丈夫 教授 大路 清嗣 教授 野本 明 教授 浜田 実 教授 堀川 明

### 論 文 内 容 の 要 旨

一般に、ランダム荷重には、周波数がほぼ一定で、振幅のみがゆっくりランダムに変化する狭帯域ランダム荷重と、含まれる周波数範囲が広く、不規則度の大きい広帯域ランダム荷重とがある。

本論文は、広帯域の高価な試験装置を必要とし、試験コストの点で實際上、しばしば実験により直接求めることが困難な、不規則度の大きい場合を含む一般的な定常ランダム荷重による疲れ寿命を、共振が利用できて実験が容易な狭帯域ランダム荷重、あるいはこれをさらに近似したプログラム荷重による疲れ試験結果から推定することを目的とするものである。

第1章は緒論で、このために解決すべき3つの問題点について述べている。第1は、広帯域荷重波形では波形のうち、いかなる因子を疲れを支配するものとして取ればよいかというカウント法の問題、すなわち波形の不規則性の影響の評価であり、第2は異なるレベルの応力による疲れ損傷がどのように累積し、破断にいたるかという累積損傷則の問題、第3は、ほぼ単一の周波数成分をもつ狭帯域波形に対し、広い周波数成分を含む広帯域波形では、損傷への繰返し速度効果をいかに評価すべきかの問題である。

第2章では、用いた疲れ試験装置について、第3章ではこれによって行なったランダムおよびプログラム疲れ試験について述べ第1、第2の問題について考察している。その結果、さきに熱間圧延のままの低、中炭素鋼 (S 20 C, S 40 C) について微小繰返し塑性ひずみを仲介して導いたと同様の結論が、高繰返し数領域では巨視的には繰返し塑性ひずみが全く認められなくなる高強度アルミニウム合金 (ZK41-T6, 7075-T6)、焼入焼戻した合金鋼 (SNCM8) に対しても成り立つとしてよいことを見い出した。すなわち、このような高強度材料を含む一般の場合に対し、前述の第1の問題については、疲れを支配する主な因子として荷重波形のレンジペアを取ればよいこと、第2の問題については、荷重が定常であれば、荷重波形のレンジペアの関数、通常ほぼべき関数に比例した疲れ損傷が

形式的に線形に累積するとしてよいこと、損傷の評価に必要なパラメータ、すなわち、べき指数と比例定数は、荷重のひん度分布が高いレベルの小ひん度の荷重を含め大きく変わらなければ、ほぼ一定で不規則度には影響されないことなどを示している。しかし実験の比較的困難な広帯域ランダム荷重による疲れ寿命を求めるのに、等しい経過ひん度分布をもつ狭帯域あるいはプログラム荷重によるはるかに容易な疲れ試験を行ない、レンジペアの分布の相違と平均荷重の影響とに対する2つの補正係数を考えて推定することを提案している。

第4章では、実測した荷重波形をAD変換し、あるいはデジタルシミュレーションにより任意のパワスペクトルをもつランダム波形をつくり、レンジペアの二元分布を求めて、上記の2つの補正係数を計算するプログラムを作り、第5章ではこれを用いて典型的なパワスペクトルの系列に対して計算を行ない、非ガウス性、平均荷重、ひん度分布の非対称性などの影響をも含め、寿命推定に必要な資料を与えている。

第6章では、第3の問題を扱っている。すなわち、疲れ損傷におよぼす繰返し速度の影響を表わし得る力学的モデルを考えて、シミュレーションを行なうことにより、任意のパワスペクトルをもつランダム荷重波形に対し、これと等価な速度効果を与える狭帯域波形の中心周波数を求めている。

第7章では、本論文で提唱した方法により推定した広帯域波形による疲れ寿命を実験結果と比較し、この方法が実用に耐えることを示している。

第8章は結論で、本研究によって得られた結果をまとめて述べている。

## 論文の審査結果の要旨

任意のパワスペクトルをもつ一般的なランダム荷重による疲れの問題は学問的にも非常に興味深く、実用上も重要であるにもかかわらず、電気油圧サーボ式もしくは動電形など広帯域の高級な疲れ試験装置を必要とし、また試験時間も長くかかるなど、実験が比較的面倒であり、理論的にも複雑であるため、いままで系統的な研究が遅れていた。

本論文は、この問題について、パワスペクトルの疲れ寿命への影響を明らかにし、これをデジタルシミュレーションにより定量的に計算することを可能としたものである。これによって試験コストの点で実際上しばしば、実験により直接求めることが困難な不規則度の大きい定常ランダム荷重による疲れ寿命を、これと等しい経過ひん度分布と速度効果が等価な中心周波数をもつ、実験の比較的容易な狭帯域ランダム荷重、もしくはさらに簡単なプログラム荷重で置換えて疲れ試験を行ない、その結果を補正係数で補正して推定することができるようになった。さらに本論文は、任意のパワスペクトルに対し、等価な中心周波数や補正係数をデジタルシミュレーションにより計算するプログラムを与えるとともに、典型的な多くのパワスペクトルの系列に対し補正係数を計算して線図で与えている。したがって、多くの場合については補正係数をあらためて計算することなくこれらの線図から見積ることができる。またこれらが、低、中炭素鋼のみでなく、実用上重要な高強度アルミニウム合金、

合金鋼のような高強度材料を含み、一般の場合に対し成り立つことを示している。

このように本論文は、ランダム荷重による疲れの問題の解決に理論面でも実際面でも大きく寄与し、工学上、工業上貢献するところが多く、博士論文として価値あるものと認める。