



Title	実働荷重下の疲れにおける疲れ限度以下の応力による繰返し塑性ひずみ挙動と累積損傷
Author(s)	宋, 智浩
Citation	大阪大学, 1974, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/31071
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏名・(本籍)	^{そんぐ} 宋	^じ 智	^ほ 浩
学位の種類	工	学	博 士
学位記番号	第	3 0 8 3	号
学位授与の日付	昭和 49 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	実働荷重下の疲れにおける疲れ限度以下の応力による繰返し塑性ひずみ挙動と累積損傷		
論文審査委員	(主査) 教授 菊川	真	
	(副査) 教授 浜田	実	教授 大路 清嗣 教授 栗谷 丈夫

論 文 内 容 の 要 旨

実働荷重下での疲れに関する問題のうちでも、疲れ限度以下の応力による疲れ損傷の累積は、実用的見地から極めて重要であり、学問的にもはなはだ興味深い問題である。しかるにこの領域においては、疲れ試験に特に長時間を要することや疲れ現象が複雑となることなどから未だ十分な研究がなされておらず、したがって実際に必要な疲れ限度以下の応力による疲れ損傷の評価法も確立されていない。

本論文はこのような現状に鑑み、実働荷重下における疲れ限度以下の応力による疲れ損傷の累積について解明しようとしたもので、6 章からなっている。

第 1 章は緒論で、本研究の目的と方針について述べている。すなわち本研究においては、疲れ限度以下の領域における疲れ損傷の累積の概要を最も簡単に比較的短時間で調べることのできる基礎的な荷重プログラムとして、まず二段繰返し荷重を選び、疲れ試験中の微小な繰返し塑性ひずみをできるだけ精密に測定して、応力と疲れ寿命との関係を応力と塑性ひずみの関係および塑性ひずみと疲れ寿命の関係に分けて考えることにより問題を明らかにし、次いで三段繰返し荷重試験にて中間レベルの応力の影響を調べ、これらから一般の実働荷重の場合についても安全側の推定として適用しうる疲れ限度以下の応力による累積損傷の評価法を導くことを試みた。

第 2 章では用いた疲れ試験装置および測定装置について述べている。

第 3 章は中炭素鋼 S35C 焼準材についての一定振幅、二段繰返しおよび三段繰返し引張圧縮疲れ試験結果について述べたものである。すなわち一定応力振幅試験においては塑性ひずみ因子についても応力因子についてと同様疲れ限度が存在するが、二段繰返し試験などの変動応力振幅試験においては小ひん度の疲れ限度以上の高いレベルの応力の存在により、疲れ限度以下の低いレベルの応力による塑性ひずみが増加し、しかもその影響はレベルが低いほど著しくなるとともに、塑性ひずみ因子につ

いての疲れ限度が消滅し、これ以下の塑性ひずみについても疲れ損傷がほぼ線形に累積するようになる。二段繰返し試験における応力と塑性ひずみの関係と塑性ひずみと疲れ寿命の関係にはいずれも高応力のひん度の増加に伴う変化がほぼ飽和する限界条件が存在し、この限界条件における上記二つの関係は一般の実働荷重の場合についても限界と考えられ、この場合における二段繰返し試験結果を用いれば一般の実働荷重に対しても安全側の寿命推定が可能であることを見いだした。またこれらを組合わせて変動応力振幅試験における応力と疲れ寿命の関係の限界、すなわち限界修正 S-N 曲線を考えることにより従来の修正 Miner, Corten-Dolan などの修正 S-N 曲線による疲れ限度以下の応力による疲れ損傷の評価がいずれも不十分で著しく危険側の誤りを生ずるおそれがあることを明らかにした。

第4章においては、応力と塑性ひずみの関係と塑性ひずみと疲れ寿命の関係の各場合に対し少数の試験片を用い、上述の限界条件の二段繰返し疲れ試験を行なうことにより、広範囲にわたる限界修正 S-N 曲線を求める簡便法を提案した。さらに超高繰返し数領域における回転曲げプログラム疲れ試験結果が共同研究として得られている低炭素鋼 S25C 熱間圧延材についてこのような引張圧縮疲れ試験を行ない、これらを整理比較検討することにより上述の簡便法の有効性を確かめた。

第5章では高繰返し数領域において繰返し塑性ひずみが巨視的には認められない高強度材の焼入れ焼もどした SNCM8 合金鋼についての二段繰返し引張圧縮疲れ試験結果について述べ、この材料においても疲れ限度以下の応力による疲れ損傷の累積は傾向としては低、中炭素鋼の場合とほぼ同様であるが、これにおよぼす疲れ限度以上の高いレベルの応力の影響は低、中炭素鋼の場合に比べはるかに著しいことを明らかにした。

第6章は結論で、本研究において得られた結果をまとめたものである。

論文の審査結果の要旨

本論文は実働荷重下の疲れの問題において、實際上極めて重要であるにもかかわらず、Coaxing などの影響があり現象が複雑で、かつ実験に長時間を要するなどのため、いままで十分な研究がなされていなかった、疲れ限度以下の応力による疲れ損傷の累積について解明しようとしたものであるが、まず焼準した中炭素鋼を選び、疲れ試験中の微小な繰返し塑性ひずみを測定して、応力と疲れ寿命の関係を応力と塑性ひずみの関係と塑性ひずみと疲れ寿命の関係に分けて考えることにより実験を系統的に進め、次に要約するような成果を得ている。

- (1) 一定振幅試験においては塑性ひずみ因子についても応力因子と同様疲れ限度が存在する。しかし 0.1% 程度の小ひん度でも疲れ限度を若干越える高いレベルの応力が存在すると、疲れ限度以下の低いレベルの応力による塑性ひずみが増加し、しかもその影響は低いレベルほど著しくなる。それとともに塑性ひずみ因子についての疲れ限度が消滅し、それ以下の塑性ひずみによっても疲れ損傷がほぼ線形に累積するようになる。
- (2) 高いレベルの応力のこれらの影響はそのひん度、レベルによってことなるが、これがほぼ飽和す

る限界条件が存在し、この場合についての比較的簡単な実験を行なうことにより、一般の実働荷重に対しても疲れ寿命の安全側の限界を与える限界修正S-N曲線を求めることができる。

(3) これらの結果から、従来の修正Miner, Corten-Dolanなどの修正S-N曲線による疲れ限度以下の応力による疲れ損傷の評価はいずれも不十分で、場合により著るしく危険側の誤りを生ずるおそれがあること、またひん度分布のみを合わせた回転曲げプログラム試験結果による推定も危険側の誤りを生ずるおそれがあることなどを明らかにした。

(4) 焼入、焼もどした高強度合金鋼SNCM8においては、高繰返し数領域で巨視的には繰返し塑性ひずみが認められないが、疲れ限度以下の応力による疲れ損傷の累積は傾向としてはほぼ同様で、疲れ限度を越えるレベルの応力の影響は中炭素鋼に比べはるかに著るしく、この種材料の使用上注意を要する。

これらの成果はいままで明確でなかった疲れ限度以下の応力による疲れ損傷の累積について重要な知見を加えるとともに、実際に実働荷重下の疲れ寿命を推定するためにも有効なものであり、とくに従来の諸説が危険側の誤りを生ずるおそれのある点を是正したものということができる。

よって本論文は工学的にも工業的にも寄与する所多く、博士論文として価値あるものと認める。