



Title	熱応カラジェット現象の実験的研究
Author(s)	宇賀, 丈雄
Citation	大阪大学, 1980, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/32469
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、 ＜a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed >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)	宇 賀 丈 雄
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	第 4 7 8 7 号
学位授与の日付	昭 和 55 年 1 月 5 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	熱応力ラチェット現象の実験的研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 浜 田 実 (副査) 教 授 大 路 清 嗣 教 授 住 田 健 二 教 授 関 谷 全

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、内圧荷重と熱負荷を同時に受ける圧力容器などの構造物に生じる熱応力ラチェット問題について、材料の試験方法の確立とそれによる材料の変形挙動の解明を行ったもので、次の 7 章よりなっている。

第 1 章では、定常膜応力と温度勾配に起因する曲げ熱応力の性質について説明し、この 2 種類の応力の複合効果として存在する熱応力ラチェットの限界荷重について述べている。また熱応力ラチェット問題に関する従来の研究と、その問題点について述べている。

第 2 章では、定常膜応力と繰返し熱応力が作用する構造部材の例として、薄肉中空円筒試験片に一定内圧を負荷し、試験片有効部に直接通電加熱と通電停止を繰返し与え、外周壁を強制冷却する方法で熱応力ラチェット変形を検証している。さらに管材壁の温度を放物線分布と近似し、力学的変形挙動を 1 軸応力モデルとして取扱い、熱応力ラチェット領域を求め、ラチェットひずみ成長の理論解を得、実験データとの対比を行っている。

第 3 章では、薄肉中空円筒試験片で経験した熱応力ラチェット試験の技術上の困難さを解決するため、一体の平板から特殊な形状に製作した 3 本棒試験体による熱応力ラチェット試験法を提案し、3 本棒試験体の構造形状、荷重特性、試験法について詳述している。

第 4 章では、3 本棒試験体を用いて熱応力ラチェット変形進展挙動を解明する試験を行い、そのデータに検討を加えて、熱応力の繰返し回数とそれまでに生じた累積ひずみの関係式や熱応力サイクルごとに生じるひずみ増分の関係式を確立するとともに、ひずみ増分と荷重履歴の関連や熱応力ラチェット変形と熱応力分布との関係などを明らかにしている。

第5章では、材料のひずみ硬化性、熱応力負荷に伴う部材の降伏強さの低下および高温部材と低温部材の面積比を考慮した熱応力ラチェットのひずみ成長の理論解を導出し、第4章で求めたひずみ成長挙動の支配因子を明確にするとともに、材料のひずみ硬化特性と実験データとの対応を明らかにしている。

第6章では、熱応力ラチェットの発生しやすさを決める材料物性値が $\frac{\alpha E}{\lambda \sigma_y}$ (α :線膨張係数, E :縦弾性係数, λ :熱伝導率, σ_y :降伏強さ)であることを示している。さらに、ひずみ硬化材について、等漸近ひずみ線図を定常膜応力と繰返し熱応力の組合せに対して求める方法を示し、構造部材の機能維持に支障のない範囲で塑性ひずみを容認すると設計許容応力条件が拡大されることを示している。

第7章では、本研究の成果を総括的にまとめている。

論文の審査結果の要旨

圧力容器などの構造物において、定常膜応力と繰返し熱応力が同時に作用するために生じる進行性変形、すなわち熱応力ラチェットの現象は、機械・装置の設計上重要であり、とくに最近では原子炉設計上の大きい問題となっているが、従来研究が少なく、多くの問題が残されている。本論文は、この現象について材料の試験方法を提案するとともに、その結果を用いてこの現象に対する材料の特性を論じたもので、その主な成果を挙げると次のごとくである。

- (1) 熱応力ラチェットの試験法として、一体の平板から特殊な形状に製作した3本棒試験体による試験法を提案した。これによれば、各種の材料について、種々の荷重条件のもとで熱応力ラチェットによる変形進展挙動が容易に実現でき、きわめて有効な試験法である。
- (2) 提案した試験法によりステンレス鋼 (SUS 316, SUS 304) の試験片について測定を行い、得られた実験結果をまとめて簡単な式でその変形進展挙動を表すことを提案した。
- (3) 前項の結果に基づいて、熱応力ラチェットによる変形を防止するため材料を選定する際に基準となる材料特性値を求めた。
- (4) 実用上重要である薄肉円筒に関して熱応力ラチェット実験を行い、また、3本棒試験片と薄肉円筒試験片の二つの場合の熱応力ラチェットの関連を明らかにした。

以上のように、本研究は熱応力ラチェットの問題に関して実用上有用な材料試験法を提案するとともに、それにより数々の重要な知見を得たもので、機械設計学および原子炉設計学に寄与するところが大きい。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。