

氏名	大路清嗣 おおじきよつぐ
学位の種類	工学博士
学位記番号	工博第6号
学位授与の日付	昭和33年3月24日
学位授与の要件	工学研究科機械工学専攻・博士課程修了者 (学位規則第5条第1項該当)
学位論文題目	変動応力下のクリープに関する研究
	(主査)
論文調査委員	教授 平 修二 教授 河本 実 教授 奥島啓次

論文内容の要旨

本論文は、「変動応力下のクリープに関する研究」と題し、機械設計学上極めて重要な研究課題であるところの、応力が変動する場合のクリープに関して実施した研究の成果をまとめたもので、緒論、6章および結論から成っている。

緒論においては、高温で使用される機械装置を合理的に設計するためには、その応力が高温強度に関する研究を基礎とした必要かつ十分な値でなければならないという観点から、まず、本研究の重要性を強調している。すなわち、現在、高温強度の決定に当っては、主として、静的な一定温度、一定荷重下のクリープ試験結果が用いられているが、実際の機械がこのような状態で作動することは少なく、ほとんど大部分は変動温度、変動応力下で用いられることを考えれば、変動温度ならびに変動応力下のクリープ強度を明らかにすることが極めて重要な問題であるとし、本研究の目的および研究方針を明らかにしている。

第1章は、変動応力下の変形挙動を論ずるに当って、比較の基準となる一定応力下のクリープ変形挙動を実験的に明らかにしたもので、一定応力下の変形量は、一般に負荷にともなう瞬間初期ひずみ、遷移クリープひずみおよび定常クリープひずみの和として表わされ、Andrade型の式を用いればよく実験結果を数式化できることを明らかにしている。

第2章は、1回ないし数回の段階的応力変動を与えた後の挙動について検討考察したものである。すなわち、ある負荷応力から段階的に増加した場合は、その増加直後のひずみ速度はいちじるしく大きな値を示し、その後、ひずみの増加とともにひずみ速度は漸次減少して一定応力下のひずみ速度に近づいて行くことを見出している。これに反して、段階的な応力減少を与えた場合には、減少直後のひずみ速度は、減少後の応力と同一の応力値で行なった一定応力クリープ試験の結果と比べ、同じ変形量に対してわずかに小さい値が得られること、しかしながら、この場合もその後のひずみの増加とともに一定応力下のひずみ速度に近づいて行くことを明らかにしている。さらに、一定応力クリープ試験の途中である期間応力を完全に除去した場合の挙動についても論じ、その結果、変形中には常に加工硬化と回復という二つの過程が共存し、これが変形挙動を決定する支配的因子であり、これらを考慮すれば、応力変動後の挙動をよく説

明できることを示した。なお、本章の結果により、高温における材料の変形挙動の解析の一方法として広く用いられている固体状態力学方程式を用いる考え方は、一般には成立しないことを述べている。

第3章は、本研究の最も重要な部分で、塑性変形における変形機構について述べたものである。すなわち、固体状態力学方程式を始めとする従来の変形理論が、応力ならびに温度の履歴の影響を十分に導入し得ていないという欠点を指摘し、その解決法として、材料のすべり性質をあらわす特性値として内部降伏応力なる量を考え、この量を通じて前章で明らかとなった加工硬化および回復という支配的な過程を考慮し、応力および温度の履歴の影響を理論の中に組み込んでいる。さらに、この理論を用いて、一定応力下のクリープを始めとし変動応力下のクリープや引張試験における変形などの解析法を明らかにし、また、この理論を実際問題に適用するに際して必要な三つの特性関数、すなわち、ひずみ速度、加工硬化率および回復速度をあらわす関数の求め方および実際に求めた数値的結果を示し、その結果についての物理的意味をのべ、この変形機構についての考え方の正当性を主張している。

第4章は、第3章の理論的展開ならびに決定された特性関数を基にして、一定応力クリープ試験結果、一定ひずみ速度引張試験結果および階段的応力変動クリープ試験結果を計算によって求め、これらの結果と実験結果とを比較したものである。一般に、計算結果は実験結果とよく一致し、固体状態力学方程式によって説明できない種々の挙動に対しても、著者の提案した変形機構によってよく解析できることを示している。

第5章は、繰返変動応力下のクリープ変形に関するもので、まず、実験的にその挙動を明らかにし、さらに、著者の変形理論をこの場合にも適用し得ることを示している。すなわち、実験により応力波形の一周中に占める高応力負荷時間と低応力負荷時間の比、高応力に対する低応力の値および周期のクリープ変形量に及ぼす影響について調べ、低応力の値の影響は小さいこと、および周期が短くなるほど同じ負荷時間に対する変形量が大きくなることを明らかにし、著者の変形機構に基づく計算結果と実験結果とはよく一致することを示している。なお、高応力負荷時間と低応力負荷時間の比が小さくなると実験値は固体状態力学方程式による推定値に比べいちじるしく大きな値を示し、したがって、設計上危険側にあることを明らかにし、固体状態力学方程式の実際問題に対する適用の限界について考察している。

第6章は、耐熱材として広く用いられている13クロム鋼に熱処理を加え、前章までに行なった変動応力波形とほぼ同一の各種の波形の下で実験を行ない、それらの結果を前章までの低炭素鋼についての結果と比較考察したものである。すなわち、一定応力下のクリープについてはかなり小さいひずみにおいても第3期クリープが現われ、これは全変形量に対してかなり大きな部分を占めること、1回ないし2回程度の階段的応力変動が与えられた場合、応力変動後のひずみ速度は、一定応力クリープ試験結果の場合に比して応力増加の場合は大きな、また、応力減少の場合には小さなひずみ速度が現われる傾向にあることを示し、さらに、高応力と低応力の負荷時間比や、周期などのクリープ変形に対する影響を論じている。最後に、著者の理論に基づいて、内部降伏応力の回復機構により低炭素鋼の場合の挙動と比較して、これらの実験結果を説明している。

論文審査の結果の要旨

本論文は、高温強度に関する問題の中で今日最も強く解明を要望されながら、従来、ほとんど明らかに

されていなかった変動応力下のクリープ変形の基礎的問題に関して，理論的ならびに実験的検討を加え，従来の変形理論が近似的に成立する場合はもちろんのこと，これが成立しない場合にも適用できる一般性をもった独自のクリープ変形挙動の理論および計算法を与えたものである。このように本研究は，学術的にも工業的にも貢献するところが少なくない。したがって，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。

〔主論文公表誌名〕

- Technical Reports of the Engineering Research, Institut Kyoto University, Vol. 6 (1956), No. 7.
- Proceedings of the 5th Japan National Congress for Applied Mechanics (1956).
- Proceedings of the 6th Japan National Congress for Applied Mechanics (1957).
- Proceedings of the 7th Japan National Congress for Applied Mechanics (1958).
- 日本材料試験協会誌 第7巻(昭. 33)第67号
- 日本機械学会論文集 第21巻(昭. 30)第111号
- // 第22巻(昭. 31)第123号
- // 第24巻(昭. 33)第143号

(未公表分の公表方法・時期未定)

〔参 考 論 文〕

な し