

氏 名	田 中 道 七
	た なか つね しち
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	工 博 第 3 6 号
学位授与の日付	昭 和 36 年 9 月 26 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当
研究科・専 攻	工 学 研 究 科 機 械 工 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	高温における金属材料の疲労に関する研究

(主 査)
 論文調査委員 教授 河 本 実 教授 平 修 二 教授 遠 藤 吉 郎

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は高温ならびに常温において繰返荷重を受ける金属材料の強度および変形について論じたもので、10章よりなっている。

第 1 章においては弾性履歴現象と疲労強動との関係を両振り引張圧縮繰返応力による疲労の場合について論じている。第 1 節においては、まず著者の試作した動的ひずみ測定装置について述べ、次いでこの装置により軟鋼および Cr-Mo-V 鋼について疲労試験中に生ずるひずみを測定し、塑性ひずみ振幅と繰返数との間に両対数目盛で直線関係があり、さらに弾性履歴エネルギーを用いると、それと破壊までの繰返数との関係が両材料に対して同一の直線にて表わされるという結果をえている。第 2 節においては同じ装置を用いて炭素量の異なる 5 種類の炭素鋼について実験した結果を述べ、これにもとずき塑性ひずみもしくは弾性履歴エネルギーと破壊までの繰返数との間の関係につき論じ、さらに耐久限度の迅速測定法にも論及している。

第 2 章においては軟鋼の回転曲げ疲労試験を常温、300°C、および 500°C にて行ない、その疲労強度を求めるとともに、疲労試験中のたわみをも測定し、回転曲げ疲労試験中に試験片に生ずる塑性ひずみと繰返数との関係などについて考察している。

第 3 章は高温疲労強度におよぼす繰返速度の影響を回転曲げ疲労の場合につき求めたもので、供試材料は軟鋼および Cr-Mo-V 鋼の 2 種とし、常温、300°C および 500°C において、繰返速度を 775rpm から 15 000rpm までの 5 種類に変化させ、広範な実験を行なっている。その結果 500°C では速度 7 500rpm 付近が最高の疲労強度を与え、それより速度が増しても減しても疲労強度は低下すること、および 300°C では軟鋼において特異な現象がみられるが、全体として 7 500rpm 付近の速度で最高の疲労強度がえられることを述べている。

第 4 章は高温における疲労強度に及ぼす切欠効果について研究したもので、平滑および鋭さの異なる 2 種類の切欠きを付した軟鋼試験片を用い、常温、300°C および 500°C にて回転曲げ疲労試験を行なってい

るが、特に 500°C では 2860rpm および 150rpm の 2 種類の速度にて実験している。実験の結果、温度の影響としては、平滑材においては 300°C 付近が最高の疲労強度を与えるが、切欠きが鋭くなるにしたがい強度の最高値はしだいに高温側に移行すること、またそのため 300°C 付近では切欠係数がいちじるしく高くなり、500°C では逆に低くなることを見いだしている。速度の影響としては、500°C において、切欠材におけるほうが平滑材におけるよりも速度の影響がはるかにいちじるしいことを示している。

第 5 章は疲労強度に及ぼす加工の影響を求めたものである。第 1 節においては軟鋼における振り加工の影響を広範囲に実験し、加工応力が降伏点直上の場合には両振り疲労強度を減少せしめること、加工がかなり大きくても両振り疲労強度はほとんど上昇しないこと、加工応力と同方向の平均応力をもつ繰返応力に対しては疲労強度をいちじるしく上昇せしめること、また加工応力と逆方向の平均応力をもつ繰返応力に対してはほとんど疲労強度の上昇はえられないことなどを見いだしている。第 2 節は Cr-Mo-V 鋼および工具鋼についてショットピーニング処理の高温疲労強度に及ぼす影響を求めたもので、この処理により増加せしめられた常温疲労強度も高温になるにしたがいその効果は次第に減少して行き、500°C 付近ではかえって疲労強度を低下せしめることを明らかにしている。

第 6 章は高温疲労強度に及ぼす運転休止の影響を求めたもので、半硬鋼につき 500°C にて特に 10 000 rpm という高速回転曲げ疲労の場合について実験している。その結果このような高速においては運転休止を与えることにより疲労寿命は減少する傾向にあり、休止時の温度を常温にまで下げると寿命はさらに減少する傾向のあることを見いだしている。

第 7 章は疲労変形に関するもので、従来明らかにされていなかった引張圧縮の場合につき求めたものである。第 1 節は常温における疲労変形を軟鋼および黄銅について実験し、静降伏点と疲労降伏点との関係などが従来求められている曲げや振りの場合と類似していることを明らかにしている。第 2 節は著者の試作した高温引張圧縮疲労試験機について述べている。第 3 節および第 4 節はその疲労試験機を用いてそれぞれ軟鋼および Cr-Mo-V 鋼について高温における疲労変形を求めた結果を論じたもので、第 3 節においては 300°C における疲労変形の諸特性は常温の場合とよく類似しているが、500°C になるといちじるしく挙動の異なることを明らかにし、第 4 節においては疲労変形に及ぼす温度の影響のみならず、それに及ぼす繰返速度の影響についても求めている。

第 8 章は特に大きな塑性変形を繰返し与えた場合の鋼の疲労強度とそのひずみ特性を求めたもので、第 1 節においては半硬鋼の切欠試験片を用いて振り疲労の場合につき両振り、片振りおよび種々の部分片振り繰返応力を与え、繰返数 1 より 10^7 にわたる広範囲の疲労強度を求めるとともに、これを平滑試験片の場合と比較論じている。第 2 節においては熱疲労の基礎となる常温における引張圧縮塑性疲労について研究したもので、通常の静引張試験機にて引張と圧縮とを交互に加える荷重切替装置を考案し、これを用いて半硬鋼試験片にて定応力および定ひずみ疲労試験を行ない、両者の関係を論じている。

第 9 章は著者の考案になる新しい熱疲労試験機について述べている。この試験機は温度サイクルとひずみサイクルを互いに独立に任意の位相関係をもって同期して試験片に加えるもので、冷却速度、温度保持時間、ひずみ速度、ひずみ保持時間などを広範囲に設定でき、満足に作動することを実験により確かめている。

第10章は同じく著者の考案になる新しい原理にもとづく高温疲労試験機について述べたものである。この試験機は容量 20t で、完全なる共振状態で作動するため、駆動に要する動力はきわめて小さく、かつ共振重錘を直接クランク機構により駆動するため自動制御装置を必要とせずして安定なる振幅をうることができる。この種の共振型疲労試験機は起動時に大きな外力を必要とするのであるが、本試験機では可動支点によって支えられたレバーを利用することによって起動をきわめて容易にしており、原理的に興味深いものである。

論文審査の結果の要旨

高温における金属材料の疲労強度については近來特に重要視され、種々の研究が行なわれているが、比較的新しい分野であるため未だ不明の点が多い。第1章および第2章に述べている疲労過程における弾性履歴現象の追究は疲労機構の解明に寄与するところ少なくなく、第3章における実験は従来行なわれていなかった高速範囲を含むもので、高温疲労における重要な資料を与えている。第4章に述べている切欠効果および第5章の加工の影響は従来にない広範かつ系統的なものであり、第6章および第7章もまた従来行なわれていなかった領域における諸問題を明らかにしている。近來疲労に関する研究は短寿命塑性疲労における材料の挙動を究明することが重要となってきたが、第8章はこの方面において少なからぬ寄与をなしたものと認められる。第9章および第10章に述べている著者の考案になる試験機はいずれも新しい構想にもとづくもので、これらによる今後の研究が期待される。以上各章に示された研究成果は工学上ならびに實際上貢献するところ少なくない。したがって、本論文は工学博士の学位論文としての価値を有するものと認める。