

氏 名	岸 本 秀 弘 きし もと ひで ひろ
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	論 工 博 第 547 号
学位授与の日付	昭 和 47 年 9 月 25 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	自動車構成材の疲労強度特性に関する研究

(主 査)
論文調査委員 教授 河 本 実 教授 遠 藤 吉 郎 教授 山 田 敏 郎

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、自動車の強度設計に際し必要となる構成材の疲労強度特性を明らかにするために行なわれたもので、序論、3編および結論よりなっている。

序論では、自動車における材料の疲労問題の特徴およびその重要性ならびに本研究の目的とその内容の概略を述べている。

第1編では、近年その利用が増加しつつある鉄系焼結合金と Si 添加による球状黒鉛鑄鉄の疲労強度特性について研究している。第1章は緒言で、第2章は鉄系焼結合金に関する研究である。種々の密度、炭素量および銅含有量を有する鉄系焼結合金について、引張試験、圧縮試験、ねじり試験および衝撃試験を実施し、種々の結果を得ている。例えば、ポアソン比は密度の変化に対してほとんど変化しないが、弾性係数は密度の変化に応じてほぼ直線的に増大する。銅を含有したものではそれを含有しないものより弾性係数は小さい。引張り強さも密度と共に増大するが、焼結鉄に銅を溶浸すると密度を上昇させたのと同等の効果がある。ねじり強さの引張り強さに対する比は非常に大きく95%にも達する。衝撃値は非常に小さいが、伸びは低密度のものでは比較的大きく、炭素および銅を溶浸し基地を強くしたものでは比較的小さい。次に疲労試験の結果によれば、耐久限度は密度の上昇につれて急激に上昇するが、耐久比は炭素量および気孔率の増加にしたがって減少する。切欠き係数は鋼に比較して一般に小さいが、密度とともに上昇し、銅を溶浸したものの切欠き係数は特に小さい。耐久限度と気孔率および引張り強さとの関係を明らかにし、空孔の切欠き作用が疲労強度に特に顕著に現われることを示している。また限界繰返し数は気孔率の減少とともに増加する。ねじり耐久限度の曲げ耐久限度に対する比は密度を変化させてもほとんど変化せず、鑄鉄と炭素鋼との中間ぐらいである。第3章は Si 添加による球状黒鉛鑄鉄に関する研究で、従来の Mg 処理による球状黒鉛鑄鉄と比較し、引張り試験、かたさ試験、衝撃試験、回転曲げ疲労試験および平面曲げ疲労試験を行なっている。結果的には両黒鉛鑄鉄の間には強度的にほとんど差異は認められないとしているが、耐久比、切欠き感度係数、ねじり耐久限度の曲げ耐久限度に対する比の値などについて

種々の考察を加えている。第4章は結言である。

第2編では、自動車工業で広く用いられている表面処理ないしは表面状態が疲労強度に及ぼす影響に関して研究している。第1章は緒言で、表面問題の重要性について述べている。第2章では、Si添加による球状黒鉛鑄鉄の疲労強度に及ぼす鑄肌の影響につき研究している。その結果、焼なまし材の場合、鑄肌を有するものの疲労強度を機械仕上げしたものの疲労強度と比較すると、短寿命領域では両者にあまり差はないが、耐久限度は鑄肌を有したものではかなり低下するが、焼ならし材の場合では、短寿命領域でもかなり低下し、長寿命領域ではその低下はさらに著しい。その理由として、脱炭、表面くぼみ、固溶Si量の減少などをあげ考察している。第3章では、ショットピーニングの影響を鉄系焼結合金とSi添加による球状黒鉛鑄鉄について研究している。鉄系焼結合金では、ショットピーニングによる効果はあるが、ショットピーニングによってたたき潰されて面状になった空孔の切欠き作用が大きいために、疲労強度はあまり増加しないことを明らかにした。Si添加による球状黒鉛鑄鉄では、ショットピーニングによって、鋼における疲労強度増加の比率以上の比率で疲労強度が増加することを、球状黒鉛の切欠き作用との関連で推論している。第4章では、表面ロールの影響を鉄系焼結合金とSi添加による球状黒鉛鑄鉄について研究し、疲労強度を最大にする表面ロール圧力と耐久限度増加率を求めている。さらに疲労強度増加の原因を疲労停留き裂との関連で考察している。また自動車用クランク軸に対する表面ロールの影響を研究し、予曲げ加工の影響、平均荷重の影響などについても明らかにしている。第5章では、高周波焼入れの疲労強度に及ぼす影響を鉄系焼結合金とSi添加による球状黒鉛鑄鉄について研究し、疲労強度増加の主要因が表面層に発生した圧縮残留応力であり、表面層の材質の変化によらないことを空孔ないしは黒鉛の切欠き効果より論じている。第6章では、浸硫処理が鋼の疲労強度に及ぼす影響につき研究し、疲労強度増加の原因が表面層に浸入した窒素による固溶強化と、圧縮残留応力に起因することを明らかにしている。第7章では、リン酸塩処理が鋼の疲労強度に及ぼす影響について研究し、この処理により疲労強度は低下し、その原因が表面に生ずる微小なくぼみによることを明らかにしている。第8章では、無電解ニッケルめっきが鋼の疲労強度に及ぼす影響について研究し、従来の電解ニッケルめっきと同様疲労強度を低下せしめることを示し、その低下の原因ならびに切欠き係数の上昇について考察している。第9章は、板状試験片の角部効果を浸炭焼入れした材料を用いて研究し、きわめて顕著な角部効果のあることを明らかにしている。第10章は結言である。

第3編では、実働荷重下における自動車構成材の疲労強度特性について研究している。第1章は緒言で、この研究の重要性とその概要について述べ、第2章では従来のこの方向の研究につき概観している。第3章では、シエンク社製電気油圧式疲労試験機によりランダム試験をCr-Mo鋼について行ない、考察している。ランダム応力波は零交差最大値頻度の考え方により1万5千サイクルの極値列より作り、試験し、その結果、単位両振りサイクルが不規則に並んだ応力波による寿命は引張り応力サイクルと圧縮応力サイクルとが不規則に並んだ応力波による寿命の約2倍半になること、最大応力の2倍の応力を1万5千回に1回作用させると寿命が半分近くに減少することなどを明らかにしている。第4章では、いわゆるLo-Hi-Loのプログラム試験を前章と同じCr-Mo鋼につき行ない、ランダム試験の結果と比較考察している。これよりプログラム疲労試験の結果はランダム疲労試験の結果の1.3ないし3倍になる結果を得、プ

ログラム試験の結果よりランダム応力波による疲労強度を推定することの危険なることを指摘している。第5章では同じ材料につき一定応力疲労試験を行ない前章および前々章の結果に対し Palmgren-Miner 則の適用性を検討している。第6章は結言である。

結論では本論文の成果を総括している。

論文審査の結果の要旨

自動車は走行中とくに悪路を進行するとききわめて不規則に変動する実働荷重を受ける。したがって、このような不規則荷重に対する疲労強度を明らかにすることはきわめて重要なことである。また、近年自動車部品として利用が増加しつつある鉄系焼結合金と Si 添加による球状黒鉛鑄鉄についてその疲労強度特性を明らかにすることもきわめて重要なことである。なお、自動車部品がほとんどといってよいほどなんらかの表面処理を行なって使用されており、また疲労破壊がほとんど総て材料の表面から起っている事実より、表面処理ないしは表面状態が疲労強度に及ぼす影響を明らかにすることは重要なことである。本論文はこれらの問題につき研究し種々の新しい知見を加えたものと考えられる。

第1編に述べている鉄系焼結合金および Si 添加による球状黒鉛鑄鉄の疲労強度特性に関する研究においては、疲労試験のほかに、引張り、圧縮、かたさ、ねじり、衝撃等の種々の実験を行ない、焼結合金においては耐久限度と密度、耐久比と炭素量および気孔率との関係、銅を溶浸したものとそれをしないものとの切欠き係数の関係、限界繰返し数と気孔率との関係、ねじり疲労強度の曲げ疲労強度に対する比と密度ならびに球状黒鉛の切欠き作用との関係などにつき明らかにし、これらはそれぞれの方面において新しい知見を加えたものである。なお、ポアソン比、弾性係数、引張り強さなどと密度、含有銅あるいは溶浸銅との関係、衝撃値および伸びなどの塑性変形特性についても求め、この方面にも知見を加えている。

第2編の表面処理ないしは表面状態が疲労強度に及ぼす影響に関する研究はきわめて広範なもので、その成果にもみるべきものが少なくない。まず、Si 添加による球状黒鉛鑄鉄の疲労強度に及ぼす鑄肌の影響、ショットピーニングの疲労強度に及ぼす影響が Si 添加球状黒鉛鑄鉄では著しく大きく、鉄系焼結合金ではそれほど著しくないこと、表面ロールの疲労強度に及ぼす影響のきわめて顕著なること、および疲労強度を最大にする表面ロール圧力、また自動車用クランク軸に対する表面ロールの影響、それに及ぼす予曲げ加工の影響、平均応力の影響などについても明らかにしている。表面処理の一つとして高周波焼入れの疲労強度に及ぼす影響を求め、その疲労強度上昇の主要因が表面に発生した圧縮残留応力によるものであることを述べている。次に浸硫処理が鋼の疲労強度に及ぼす影響につき研究し、疲労強度増加の原因が表面層に浸入した窒素による固溶強化と、圧縮残留応力に起因することを明らかにしている。自動車部品とくに歯車にはりん酸処理が多く行なわれているが、この疲労強度に及ぼす影響につき研究し、この処理により疲労強度は低下し、その原因が表面に生ずる微小なくぼみによることを示している。電解ニッケルめっきが疲労強度を低下せしめることは従来知られているが、無電解ニッケルめっきの疲労強度に及ぼす影響について研究し、無電解ニッケルめっきも疲労強度を低下せしめ、その原因ならびに切欠き係数の上昇について論じている。板状試験片の疲労強度には角部の影響が大きいことは従来知られているが、浸炭焼入れした材料について研究し、角部の影響がきわめて顕著なることを明らかにしている。これらの成

果は強度設計上寄与するところが少なくないと考えられる。

第3編では、実働荷重下における自動車構成材の疲労強度特性について研究している。先ずランダム試験を実施し、次に、いわゆる Lo-Hi-Lo のプログラム試験を実施し、両者を比較考察するとともに、一定応力疲労試験の結果をも行ないそれより Palmgren-Miner の法則の適用性を検討している。試験機はシェンク社製の電気油圧疲労試験機を用い、Cr-Mo 鋼について、試験している。ランダム応力波は零交差最大値頻度の考え方により1万5千サイクルの極値列より作り、単位両振りサイクルが不規則に並んだ応力波による寿命は引張り応力サイクルと圧縮応力サイクルとが不規則に並んだ応力波による寿命の約2倍半になること、最大応力の2倍の応力を1万5千回に1回作用させると寿命が半分近くに減少すること、Lo-Hi-Lo のプログラム試験の結果よりランダム応力波に対する疲労強度を推定することの危険なることなどを明らかにしている。

これを要するに、本論文は自動車構成材の疲労強度特性に関し、幾多の有益なる知見を加えたもので、学術上工業上貢献するところが少なくない。

よって、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。