

氏 名	松 井 啓 まつ い けい
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第1122号
学位授与の日付	昭 和 54 年 1 月 23 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	鉄鋼および鋳鉄の減衰能に関する金属学的研究

論文調査委員 (主 査) 教 授 田 村 今 男 教 授 盛 利 貞 教 授 尾 崎 良 平

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、機械構造物の騒音や振動の低減を目的として、構造材料の基本でありしかも多量に使用されている鉄鋼および鋳鉄について、室温における減衰能の基本特性を明確にし、さらに減衰能の機構を考察したもので緒言および5編からなっている。

緒言においては、本研究の由来、目的、概要および特徴について述べている。

第Ⅰ編では、本研究全体の緒論と研究装置について述べている。すなわち減衰能に関する定義、測定方法、減衰能の原因に関する従来の主な理論および減衰能と共振振幅の関係について論じ、なかでも、本研究で用いたコレット型ねじり振動式測定装置および電磁型横振動式測定装置の改良について詳述している。

第Ⅱ編では、構造用炭素鋼の室温における減衰能特性について述べている。すなわちフェライトーパーライト組織を持つ炭素鋼の減衰能はひずみ振幅非依存およびひずみ振幅依存の減衰能からなり、振幅非依存の減衰能は小さく、また炭素量によってほとんど変化しない。これは固溶C、N原子による応力緩和型動履歴エネルギー損失がわずかに存在するからである。振幅依存の減衰能は炭素量が少ない程大きく、振幅依存性を示しはじめる臨界ひずみ振幅は炭素量の増加とともに大きくなる。炭素鋼を焼入れしてマルテンサイト組織とした場合は、マルテンサイトは格子欠陥密度が高いので振幅非依存減衰能はフェライトーパーライト組織より大きく、また、マルテンサイトが磁氣的に硬く磁壁の移動が起こりにくいため、フェライトーパーライト組織の場合より臨界振幅が大きいこと、また焼もどしにより振幅非依存減衰能は低下し臨界振幅も低下するが、特に前者は約250℃を境にして急激に低下する。熱処理により炭化物の分布と形状を変え、フェライト中に分散させるとフェライトの磁壁移動を拘束して減衰能を低下させる。フェライトーパーライト組織を持つ炭素鋼の振幅依存減衰能の原因は主として磁気-機械的履歴損失であり、初析フェライト量が多いほど減衰能は磁場の影響を大きく受ける。減衰能とヤング率には相関性がなく、振幅依存の減衰能と引張強さ、硬さには負の相関性があるなどの結果を示している。

第Ⅲ編は、各種鋳鉄の室温における減衰能特性について述べている。すなわち、片状黒鉛鋳鉄においても振幅非依存および振幅依存の減衰能からなり、炭素当量が高いほど振幅非依存の減衰能は大きく、振幅

依存の減衰能は振幅の増加とともに増大し、その割合は炭素当量が高いほど大きい。基地組織の減衰能に与える影響は炭素当量の影響より小さいが、焼なまし状態（フェライト地）の減衰能は铸放し状態（パーライト地）より大きい。片状黒鉛鑄鉄の減衰能の炭素当量増加による増大は共晶付近から急激に増大する。このような減衰能は黒鉛量によるばかりではなく黒鉛組織の変化に大きく依存する。球状黒鉛鑄鉄の減衰能は片状黒鉛鑄鉄に比べてかなり小さく、黒鉛球状化率が50%以上でほとんど一定値になる、などの結果を示し、さらに、片状黒鉛鑄鉄と球状黒鉛鑄鉄の減衰能機構を考察している。まず、振幅非依存の減衰能は黒鉛による基地の三次元的分割の度合および黒鉛の表面積と関係があることを明らかにし、さらに高温脱炭処理により黒鉛占有部を空洞化した片状黒鉛鑄鉄の減衰能特性を詳細に検討し、飽和磁界中の減衰能特性、黒鉛単体の減衰能特性などにも検討を加えて、片状黒鉛鑄鉄の減衰能は黒鉛先端部の基地の塑性流動によるものではなくて、黒鉛自身でのエネルギー吸収であることを立証し、振幅非依存の減衰能の原因は黒鉛中の転位の共振による動履歴損失であり、振幅依存の減衰能の原因は主として黒鉛中の転位の非可逆的運動による静履歴損失であり、フェライトの磁気-機械的履歴損失は少ないことを考察している。また、球状黒鉛鑄鉄の減衰能についても、片状黒鉛鑄鉄とほとんど同様に説明できることを述べている。また、片状黒鉛鑄鉄の減衰能とヤング率および引張強さには負の相関性があり、減衰能と硬さには引張強さと同様な相関性が認められないことも示している。

第Ⅳ編は、鉄鋼および鑄鉄の減衰能の機械構造物への応用について検討した結果を述べている。すなわち、炭素鋼および片状黒鉛鑄鉄における共振振幅は減衰能増大とともに減少することを示し、減衰能が大きければ疲労破壊および騒音の防止に寄与することを指摘している。また、自動車エンジン部品の一部であるタイミングギヤケースの材質をアルミニウム合金から減衰能の大きな片状黒鉛鑄鉄に変更した時の騒音低減量は、音のエネルギーに換算して20%、振幅の低下量は11%であり、減衰能の大きな材料は騒音防止に寄与すること、および工作機械の防振に関しても材料選定に留意する必要があること、などを指摘している。

第Ⅴ編は本研究の総括であり、本研究の結果を要約している。

論文審査の結果の要旨

機械構造物における振動や騒音はその設計に依存するところが大きい、それを構成する材料の減衰能にも大きく関係する。本論文は機械構造物用材料として多量に使用されている各種の鉄鋼および鑄鉄について室温における減衰能を測定すると同時に、その減衰能の原因および、種々な熱処理による減衰能の変化を金属学的見地から詳細に研究した結果をまとめたもので、得られた主な成果を要約すると次の通りである。

1) 鉄鋼の減衰能は一般にひずみ振幅非依存減衰能とひずみ振幅依存減衰能の和として示されるが、構造用炭素鋼のフェライト・パーライト組織の減衰能においては振幅非依存減衰能は小さく、振幅依存減衰能は主として磁気-機械的履歴損失が原因で、炭素量が多くて、フェライト量が少ないほど小さく、振幅依存性を示しはじめる臨界ひずみ振幅は炭素量が多くなるほど大きくなることを示し、マルテンサイト組織の場合は、格子欠陥密度が高いために振幅非依存減衰能はフェライト・パーライト組織より大きく、ま

た、マルテンサイトが磁氣的に硬く、磁壁の移動がおこりにくいため、フェライト・パーライト組織の場合より臨界振幅が大きいこと、および熱処理により炭化物をフェライト中に分散させると、フェライトの磁壁移動を拘束し、減衰能を低下させ、臨界振幅を大きくすることを示した。

2) 片状黒鉛鑄鉄においては、炭素当量が高いほど振幅非依存減衰能は大きく、振幅依存減衰能の振幅依存性は炭素当量が高いほど大きく、これらの減衰能は共晶濃度以上で特に大きくなることを示し、基地組織の減衰能に与える影響は炭素当量の影響より小さいが、フェライト地の減衰能はパーライト地より大きく、黒鉛の形状も影響し、球状黒鉛鑄鉄の減衰能は片状黒鉛鑄鉄に比して低いことを示した。

3) 片状黒鉛鑄鉄の減衰能の大きい理由を解明するために、高温脱炭処理によって黒鉛占有部を空洞化する新しい手法を用い、片状黒鉛鑄鉄の減衰能特性を詳細に検討し、片状黒鉛鑄鉄の減衰能は黒鉛先端部の基地の塑性流動による損失によるものではなく、黒鉛自身でのエネルギー吸収であることを立証した。これによって振幅非依存の減衰能の原因は黒鉛中の転位の共振による動履歴損失であり、振幅依存の減衰能の原因は主として黒鉛中の転位の非可逆的運動による静履歴損失であり、フェライトの磁気-機械的履歴損失は少ないと結論した。さらに、黒鉛による基地の三次元的分割の度合と黒鉛の表面積も減衰能増大に寄与していることを示し、そのため球状黒鉛鑄鉄は片状黒鉛鑄鉄よりも減衰能は低い、その機構についてはほとんど同様に説明できることを示した。

4) 上記の基礎的研究結果に基づき、自動車および工作機械の一部の部品の材質を減衰能の大きな材料に変更することにより、騒音が低下することを確認した。

これを要するに本論文は各種の構造用炭素鋼および鑄鉄について、それらの減衰能特性を系統的に研究し、且つその減衰能の原因と機構を明確にし、さらに機械構造物の騒音および振動防止に使用する材料の減衰能が寄与する事を示したもので、学術上はもとより工業上にも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。