

氏 名	福 間 洋 ふく ま ひろき
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	論 工 博 第 558 号
学位授与の日付	昭 和 47 年 11 月 24 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	歯車の振動，騒音に関する基礎的研究

論文調査委員 (主 査) 教授 會田俊夫 教授 明石 一 教授 山田敏郎

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は平歯車の振動，騒音の発生機構，特性およびその減少法に関する基礎的研究の結果について述べたもので，10章よりなっている。

第1章は緒言で，本研究の目的，本研究を行なうに至った経過とその重要性について述べている。

第2章では，振動・騒音の測定上の諸問題を論ずるとともに，本研究で用いた実験装置と実験方法について述べている。

第3章では，種々の歯車振動のうち最も基本的な円周方向振動を表わす微分方程式を示してその理論的性格を検討している。

第4章では，前章で示した歯車の円周方向振動方程式による理論計算結果を実験結果と比較検討し，その振動方程式の有効性を確かめると同時に，円周方向振動の特徴を示している。さらに，この円周方向振動と騒音の関係について，まず簡単な発音体モデルについて理論的に考察し，その結果にもとづいて歯車騒音の実験結果を検討し，歯車騒音と円周方向振動の関係を明らかにしている。

第5章では，歯車騒音の最初の発生原因である歯車の円周方向振動に対して運転条件の変化がどのように影響するかを実験的に調査している。また，減衰力，歯先りょうかみあい，歯形誤差などの影響を考慮して理論計算を行ない，実験結果と比較検討している。つぎに，これらの結果に第4章で得られた歯車騒音と円周方向振動の関係を導入することによって実験で得られた歯車騒音におよぼす運転条件の影響を説明し，それより運転条件と歯車騒音の一般的な関係を明らかにしている。

第6章では，歯車は円周方向のみならず，半径方向および軸方向にも振動することを実験的に示し，平歯車におけるこれら3方向振動の相互関係およびこれらと歯車騒音との関係などについて実験的に明らかにしている。その結果，歯車騒音を減少させるための方法として2つの考え方，すなわち，その1つは歯車装置の振動の最初の発生源である歯車の円周方向振動の減少策を講ずること，他の1つは円周方向振動から半径，軸方向振動への移行過程を明らかにし，その変換率を小さくすること，があることを示している。

第7章では、第6章で得られた歯車の3方向振動に関する実験結果を参考にして、歯車の3方向振動の発生機構について、歯車軸、軸受も考慮に入れた理論解析を行なっている。その結果、この振動系は静的にも動的にも連成する連成振動系としてとらえうることを示し、さらにその微分方程式の理論的性格についても検討を加えている。

第8章では、歯車の取付位置や取付方法を変えた場合などについて振動の変換率の推移や、軸受台をも含めた各構成要素の振動相互間の関係およびそれらの振動様式などを実験的に明らかにしている。同時に、前章で展開した歯車の3方向振動に関する理論解析にもとづいて対応する場合の計算を行ない、実験結果と理論計算結果とを比較検討することにより、軸受台の周波数特性や歯車本体の弾性円板としての振動なども、歯車の半径方向、軸方向振動を生ずる大きな要因であることを明らかにするとともに、とくに半径方向振動についてはその種々の条件の変化による挙動や変換率の値などの点で上記の理論解析による計算はかなり有効であることを示している。

第9章では、第6章で示した歯車騒音減少策としての2つの方法を第7章で展開した歯車の3方向振動に関する理論解析にもとづいて検討している。すなわち、まず半径方向振動におよぼす歯車軸および軸受の影響について理論的に明らかにし、ついで歯先に直線状の逃げ誤差を与えたときの3方向振動の挙動に関する理論計算から、歯車誤差が歯車の3方向振動におよぼす影響を明らかにするとともに、歯形修整が歯車の振動、騒音の減少にどの程度有効かを明確にし、その最適量を示している。

第10章は、結論として本研究の成果を総括したものである。

論文審査の結果の要旨

最近、歯車の振動に関しては歯に作用する動荷重の問題としてはかなり研究が進められてきており、また、歯車の騒音についても実験的研究は数多く行なわれてきた。しかし、歯車振動と騒音を結びつけ、歯車の各種の振動状態を解明してそれらと歯車騒音との関係を定量的に求めようとする研究は数少なく、歯車の振動と騒音については不明な点が多かった。

本論文は、著者がこの問題を根本的にとりあげ、平歯車の振動と騒音について基礎的な研究を行なった結果をとりまとめたものである。すなわち、まず歯車の各種の振動とそれらの間の相互関係を明らかにするため精密な実験と検討を行ない、それに種々の要因を考慮した理論解析を加えて歯車の各種の振動の発生機構とその特性を明らかにしている。ついで歯車振動と歯車騒音との関係を主として実験的に究明し、これに音響工学的な考察を加えてその性格を明確にし、歯車騒音の大きさをその発生機構に関連づけて定量的な範囲にわたって論じている。

本研究の主な成果はつぎのようである。

1) 平歯車は最も基本的なものと考えられる円周方向振動だけでなく半径方向および軸方向振動を生ずることを明示し、これら3方向振動の相互関係およびこれらと歯車騒音との関係をまず実験的に明らかにし、半径方向および軸方向振動が歯車の騒音に直接大きな影響をおよぼしていることなどを示した。さらに3方向振動の発生原因について歯車軸・軸受も考慮した理論解析を行なって究明し、実験結果との比較によりとくに重要な因子である半径方向振動について、この理論解析が非常に有効であることを示した。

2) 歯車騒音を減少させるための方法として、(1) 歯車装置の振動の最初の発生源である歯車の円周方向振動の減少策を講じること、(2) 円周方向振動から半径、軸方向振動への移行過程を明らかにし、その変換率を小さくすること、の2つの方法があることを示した。

3) 円周方向振動に関する実験結果と理論計算結果より円周方向振動の特徴を明確にするとともに、簡単な発音体モデルについての理論的考察にもとづいて歯車騒音の実験結果を検討して、歯車騒音とその最初の発生源である円周方向振動の関係を明らかにした。

4) 円周方向振動に対して歯車運転条件（負荷トルク、回転数）の変化がどのように影響するかを実験と理論計算より検討し、さらに運転条件と歯車騒音との一般的関係を明らかにした。

5) 歯車の歯形誤差が3方向振動におよぼす影響を明らかにするとともに、歯形修整が歯車の振動、騒音の減少にどの程度有効かを明確にし、その最適量を示した。

6) 歯車の歯車軸への取付位置と取付方法および歯車軸・軸受台のこわさが振動の変換率におよぼす影響を明らかにした。

7) 本理論解析で無視した軸受台の周波数特性や歯車本体の弾性円板としての振動の影響についても検討を加え、それらの振動状況を解明した。

以上のように、この論文は、歯車装置の各種の振動に関する総合的な実験とそれに対する各種要因を考慮した理論解析にもとづく計算結果との比較検討より、平歯車の振動発生の機構やその性質を明確にし、平歯車の振動および騒音を減少させるための歯車装置設計に対して有効な情報を与えるものであり、学術上ならびに工学上寄与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。