

【125】

氏 名	中 井 幹 雄
	なか い みき お
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	工 博 第 169 号
学 位 授 与 の 日 付	昭 和 44 年 7 月 23 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	ワイヤロープの機械的特性に関する研究

論文調査委員 (主 査) 教 授 会 田 俊 夫 教 授 大 矢 根 守 哉 教 授 河 本 実

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、ワイヤロープの機械的特性に関して、自転特性と接触特性を中心として行なった基礎的な研究の結果について述べたもので、14章よりなっている。

第1章は緒論で、本研究の目的、本研究を行なうに至った経緯と本研究の概要について述べている。

第2章では、スパイラルロープおよびストランドロープに引張りあるいはねじりが加えられた際のロープの引張特性、自転特性について理論解析を行なっている。すなわち、細い棒に関するキルヒホッフのつりあい条件から、素線層間、さらにはストランド相互間、ストランドと麻心間の接触荷重を考慮した場合のロープの伸びひずみ、比ねじれ角、半径方向のひずみを求める理論式を誘導している。

第3章、第4章では、一般のスパイラルロープおよびストランドロープに引張荷重を作用させたときの回転自由時の回転角、伸び、回転拘束時の伸び、回転トルクを測定して、第2章で求めた理論式による計算結果と比較し、両者の値がよく一致することを確認するとともに、回転自由時と拘束時とで諸特性が著しく相違することを明らかにしている。また、ロープの自転性を定量的に示す係数として自転性係数を提唱している。

第5章では、第2章の理論解析方法により、まず理論的に種々のスパイラルロープの自転性を検討し、これに基づき数種の非自転性多層よりスパイラルロープを設計・試作し、引張試験を行なった結果、試作ロープはほぼ完全な非自転性を示すことを明らかにし、非自転性多層よりスパイラルロープを比較的簡単に設計することができを確認している。

第6章では、まず従来非自転性ストランドロープとして使用されているヘルクレス形などを含めた、非自転性をえやすいと考えられる構造の各種ストランドロープについて、第2章の理論解析方法により自転性を検討している。ついで、この検討結果に基づいてより高度の非自転性ストランドロープを設計・試作し、実験によりこれらのロープが非自転性ストランドロープとして実用に供しうるものであることを確かめている。

第7章では、スパイラルロープおよびストランドロープに引張荷重が作用したときの回転拘束時および回転自由時の素線応力を実験的および第2章の解析方法により理論的に検討した結果について述べ、回転拘束時の素線応力は引張応力のみを考えた従来の計算式によるものとほぼ等しい値を与えるが、回転自由時の素線応力は自転性の大きい一般のロープにおいては従来の計算式による値とは著しく異なり、本章で示した解析方法によってはじめてその値を知ることができるものであることを明らかにしている。

第8章では、たわみ軸のねじり特性を、第2章の理論解析方法によって解明し、実験結果と比較検討している。また、たわみ軸のねじり時における素線応力を比較的簡単に求められる実用計算式を誘導している。

第9章では、ロープが鋳鉄ローラによってわずかに曲げられた場合のロープ素線とローラ間の接触力およびそのとき素線に発生する曲げ応力について主として実験的に検討した結果について述べ、曲げ応力値を求める実用計算式を提示している。

第10章では、ゴムや合成樹脂でライニングされたローラ上のロープの接触圧力および曲げ応力を求める実験の結果を示し、従来の計算式より求めた値と比較してその不備の点を明らかにするとともに、新しい実用計算式および計算方法を提案している。

第11章では、ロープがシーブに巻きついた場合の接触圧力について主として実験的に検討した結果について述べ、第9章および第10章に示されたわずかに曲げられた場合の実験結果と対比して、この場合の接触圧力の計算を明らかにしている。

第12章、第13章では、スパイラルロープおよびストランドロープについて、引張時および屈曲時の素線相互間の接触圧力を計算した結果について述べ、ロープ内の交叉する素線間に著しく大きい接触変形が生ずることなどを指摘している。

第14章は結論で、本研究の成果と今後の研究問題について論じている。

論文審査の結果の要旨

多数の鋼線をより合わせて構成されるプイヤロープの機械的特性は複雑なものであるが、そのうち回転拘束時の引張特性や曲げ、ねじり特性については古くより多く研究者により実験的研究が行なわれ、また理論的にも一応解明されるに至っている。しかし、回転自由時の引張特性、とくに自転性や、素線相互間および素線とシーブ、ローラ間の接触特性などについては、従来一部の実験的研究が知られているのみで、その理論的解明は非常に不完全であり、不明の点が多く、問題とされてきた。本論文は、著者がこれらの問題を根本的にとりあげ、理論的ならびに実験的に研究を行なった結果をとりまとめたものである。

まず、細い棒に関するキルヒホッフのつりあい条件式から出発して、素線層間の接触荷重を考慮した場合のスパイラルロープ、さらにストランド相互間、ストランドと麻心間の接触荷重をも考慮した場合のストランドロープにつき、引張りあるいはねじりが加えられた際の伸びひずみ、比ねじれ角、半径方向のひずみなどを求める理論式を誘導しているが、これにより接触荷重を無視してばね理論から出発していた従来の計算式では説明しえないロープの各種特性が明確に計算しうることになったのは本研究の大きい成果である。

つぎに各種ロープの引張り試験を行なって伸び特性、自転性を示すとともに、理論解析結果によりこれら特性を説明し、さらに進んで非自転性ロープの設計・試作・引張り試験を行ない、そのすぐれた特性を明らかにして非自転性ロープの設計方式を確立しえたことは、極めて重要な実用的成果といえよう。

さらに、理論解析によりロープ引張り時の素線引張応力、曲げ応力およびねじり応力をロープの各部分に対して求め、ロープの引張荷重を $\bar{P}$ 、断面積を A_r とするとき、ストランドロープの回転拘束時の素線応力はほぼ $\bar{P}/A_r$ に等しいが、回転自由時には $\bar{P}/A_r$ の数倍の大きさとなることなど、従来知られていなかった事項を明確に指摘したことは顕著な研究成果である。

また、たわみ軸のねじり剛性を理論解析し、実験結果とよく一致することを確認しているが、このことは、たわみ軸の設計に有益な資料を提供するものであると同時に、著者の解析方式がワイヤロープのみならず、類似の構成様式の機械要素に広く適用できるものであることを示すものとして注目されるべきであろう。

ロープとシーブあるいはローラとの間に接触圧力および曲げ応力はロープの寿命を大きく左右する重要な要因であるが、著者はまずロープ鑄鉄ローラに押しつけられた場合、および鑄鉄シーブに巻きついた場合に生ずる最大圧力および曲げ応力を求める方法を誘導し、さらにゴムや合成樹脂でライニングされたローラ、シーブの場合についても検討してライニングの効果を明らかにしている。

また、ストランドロープの素線相互間の接触圧力についても詳細な検討を行ない、接触圧力が素線位置により著しく異なることを指摘している。

これら接触圧力に関する研究は直接に接触圧力の測定を行なったのではない点に多少の問題があるともいえようが、従来きわめてあいまいであったロープの接触圧力をかなり定量的に明確にしたことは評価されるべきであろう。

これを要するに、本研究はワイヤロープの機械的特性、とくに引張特性、自転性および接触特性について基本的かつ系統的に研究を行ない、これら特性を理論的ならびに実験的に明らかにしたものである。さらに、得られた知見はワイヤロープの設計に資するのみならず、広く類似の構成をもつ機械要素の設計資料として活用されるもので、学術上、ならびに工業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。