

| | |
|---------|--------------------------------|
| 氏名 | 小野義一郎 おのぎいちろう |
| 学位の種類 | 工学博士 |
| 学位記番号 | 論工博第387号 |
| 学位授与の日付 | 昭和45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 | 内燃機関用デジタルトルクメータの開発とこれによるトルク制御法 |
| 論文調査委員 | (主査) 教授 大東俊一 教授 明石 一 教授 佐藤 俊 |

論文内容の要旨

この論文は内燃機関の発生するトルクのデジタル計測を行なう新しいデジタルトルクメータの開発研究の結果をまとめたもので、緒言、5章、結論よりなっている。

緒言では、内燃機関の発生トルクには1サイクル中においても複雑な変動があるため正確な測定は困難であり、従来一般に運転台上試験に用いられる動力計の精度上の問題点を指摘するとともに、稼動中では適切な測定法がないことを述べ、本トルクメータの開発を企図した理由を明らかにし、本装置の特徴の概要について述べている。さらに、このトルクメータの原理を利用した新しいデジタル動力計の特徴についても言及している。

第1章では、トルクメータの原理と構造について論じている。このトルクメータは伝達軸系に挿入されたトルク変換部とデジタル処理装置とから構成されている。トルク変換部はトルクに比例する位相差をもつ一組の交流電圧を発生させる装置で、ねじり棒、その両端に固定された一対の歯車、これに同心設けられた内歯車、およびこれら内・外歯車の歯に近接しておかれた氷久磁石片と検出線輪から構成され、軸に固定された外歯車の回転により内・外歯車間に形成される磁路の磁気抵抗が歯車の歯形に対応して変化することにより、それぞれの検出線輪に正弦波に近い交流電圧が発生する。この両電圧の位相差はねじり棒のねじり角に対応し、従ってねじり棒に作用するトルクと比例的關係にあることを示している。つぎに、デジタル処理装置により、上記位相差を標準時間パルスの数に変換し、これをねじり棒の寸法、ねじり棒材料の横弾性係数、歯車の歯数、標準時間パルスの周波数などから定まる時間内だけ積算することにより正確な平均トルクの値を直示しうることを見出し、又一方、トルクの瞬時値をも直示できる方法をも併せて述べている。いずれの場合についても、一対の検出線輪に無負荷時において完全に同一位相の交流電圧波形をうるように2個の歯車をねじり棒の両端に固定することは、製作、組立て上極めて困難であるので、著者は無負荷時位相差に相当する標準時間パルス数だけを計数器で減算する方式を採用している。以上の点を実現するための具体的なデジタル処理方式を示し、その作動について詳述している。

さらに、ねじり棒のねじり角として許容される値と歯車のピッチむら、無負荷時位相差量との関係、ねじり棒の寸法と測定トルクの大きさの関係等についてねじり棒設計上の観点から詳しく論じている。

第2章では、ねじり棒の材質について(1)トルク-ねじり角の直線関係、(2)過負荷に対する復元性、(3)ヒステリシス、(4)経年による安定性、(5)温度の影響等の点を中心として、各種ばね材について実験的検討を加え、Be-Cu合金、Ni-Cr-Mo鋼がねじり棒として適当であることを確かめている。

第3章では、トルクメータの性能について論じている。ねじり棒の一端を固定し、他端に重錘により既知のトルクを与え、内歯車を回転させてトルクと表示との関係を求め、これが計算値とよく一致することを確認している。さらに、トルク変換部を電動機と動力計に直結し、トルクメータ表示と動力計指示との比較から両者が一致することを確認している。

つぎに、本トルクメータの誤差、信頼性に対し詳細な検討を行っている。まず、デジタル処理過程におこる誤差を理論的に解明すると共に、デジタル回路においておこる誤差、位相差信号と標準時間パルスの位相の非同期による誤差についても理論的吟味を行ない、後者により前者が補償される性質のあることを見出し、非同期誤差が正規分布をする場合の補償効果を明らかにし、位相差信号の多数回積算操作による誤差消去効果を明確にしている。これらを考慮した上、総合誤差の理論値を求め、新しいデジタル型角度計、多段式時間分類統計器を開発利用して詳細な実験を行ない、理論値とよく一致することを確認している。また、ねじり棒に対する温度の影響を明らかにし、さらに一年連続使用したトルクメータの性能を調査した結果を示し、信頼性も極めて高いことを述べている。

第4章では、トルク変換部を内蔵した新しいデジタル動力計とこれに対する問題点について論じている。この方式では旧来の動力における揺動部を除きうるため、不動帯が少なく、精度良好である他、トルク制御、回転速度制御の特性がすぐれ、内燃機関のプログラム制御が容易である等の長所を有する反面、ねじり振動に対して問題があることを指摘し、200cc、4サイクル機関を用いて行った実験例を示し、上述の点を確認している。

さらに、従来の動力計の秤量腕の回転中心にデジタル回転角度計を固定し、あるいは秤量腕とばねばかりとの間にデジタル張力計を挿入し、これらを検出部としたトルクのデジタル表示法を考案し、この形式の特性、誤差等について論じている。

第5章では、渦電流式デジタル動力計を用い、機関回転速度、トルクをあらかじめ設定したプログラムに従って制御するデジタル方式による新しい動力計制御方式を案出し、主要な要素である制御増巾器の作動を理論的に解析するとともに、実験によりこれを確認した後、1,000cc ガソリン機関を用いて実機運転を行ない、その挙動が解析結果とよく一致し、この動力計制御装置が実用的に満足すべきものであることを確かめている。

最後に以上をまとめて結論としている。

論文審査の結果の要旨

内燃機関の発生トルクは機関の性格づけの主要な要目であって、その正確な測定は内燃機関の試験にお

ける重要項目である、従来、内燃機関のトルクは運転台上においては動力計を用いて測定されているが、負荷の変動に対する応答性が悪く、精度にも問題があり、また、稼動中におけるトルクの信頼度の高い測定方法は開発されていない。著者はこれらの欠点を改善し、稼動中の伝達トルクをも測定しうる新しいデジタルトルクメータの製作を企図し、開発研究を行ない、実用装置の製作に成功した。

本トルクメータはねじり棒を用いる形式のものであるが、その作動原理の特徴は、(1)ねじり棒に生ずるねじり角を、ねじり棒両端に固定した歯車とこれに同心に置いた一对の内歯車との相對運動によっておこる歯間の磁気抵抗の変化を歯間に近接して設けた氷久磁石片、検出線輪によって2つの交流電圧の位相差として検出し、(2)これをデジタル処理回路に印加して標準時間パルスによりデジタル化し、このパルス数をねじり棒の寸法、標準時間パルスの周期および外歯車の歯数から定まる一定時間内だけ積算することにより時間的に変動するトルクの正確な平均値を直示することにある。著者はこの原理を実現させるトルク検出装置、デジタル回路について詳細に検討を行ない、ねじり棒材料としてBe—Cu合金あるいはNi—Cr—Mo鋼を採用することにより所期の性能が得られ、しかも従来正確な測定が困難であった運転条件におけるトルクの正確な測定も可能であることを確かめている。

測定装置としては精度、信頼性の高いことが不可欠の条件であり、著者はデジタル処理過程におこる誤差を理論的に厳密に解析すると共に、デジタル回路においておこる誤差、位相差信号と標準時間パルスの位相の非同期による誤差についても理論的吟味を行ない、後者により前者は補償される性質のものであることを明らかにした上、総合誤差の主原因を明らかにするとともに精度の高いことを確かめている。また、一年間の連続使用による経年変化について調査し、信頼性の充分高いことを立証している。

本トルクメータの特徴を生かした利用法の一つとして、著者はデジタル動力計を開発している。この方法は旧来の動力計と比較し、精度が高くトルク制御、回転速度制御の特性がよい等幾多の長所を有する。一例として渦電流式デジタル動力計により内燃機関の台上運転において回転速度、トルクをあらかじめ設定したプログラムに従って制御する自動制御方式を考案し、応答時間8秒以内で解析結果通りの作動をすることを確かめ、実用的に満足すべきものであることを立証している。内燃機関の運転台上試験はますます複雑な条件のもとに行なわれることが多くなり、この動力計は極めて有力な試験装置の一つとなるであろう。

以上のごとく、本研究は新しい内燃機関用デジタルトルクメータおよび動力計を考案し、作動上の問題点を解明した上、実用装置の製作に成功し、内燃機関の計測法に改善を加えたもので、学術上、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。