

山梨講演会講演論文集
共催 日本機械学会関東支部・精密工学会
'96-10-26 甲府

305 差動カム式非接触トルク計に関する研究

Study of Non-contact Torsion Torque meter Using Two Differential Cams

○学 上村 大義 (新潟大院) 正 石橋 達弥 (新潟大)
鈴木 登 (株ヘルツ電子) 学 斎藤 淳也 (新潟大院)
小泉 克之 (東京エレクトロン(株))

Daigi KAMIMURA, Tatsuya ISHIBASHI, Jyunya SAITOH
Faculty of Engineering, Niigata University 8050 2-no-cho Ikarashi, Niigata 950-21, JAPAN
Noboru SUZUKI : HERTZ ELECTRONICS Co., Ltd.
Katsuyuki KOIZUMI : TOKYO ELECTRON Co., Ltd.
Key words: Non-contact Torsion-Bar, Torque, Differential Linear Cam, Photo Sensor

1. 緒言

本報告では前報¹⁾に続いて、入力軸と出力軸とが回転しながらトルクを伝達している状態の測定を目的とし、静トルク、動トルクともに測定でき、機器自体の小型化と軽量化も容易に図れ、同時に安価で簡単な構造の非接触式トルク計について検討を行った。

2. 非接触式トルク計の構造及び原理

2-1 構造

Fig.1にトルク計のシステム図を示す。

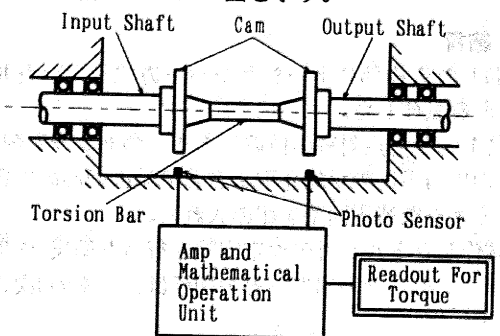


Fig.1 Diagram of Torque meter System

本トルク計は、伝達軸に作用するトルクによるねじれを入出力軸に取り付けた2個の同形状のカムにより端面変位に変換する部分と、フォトセンサからの変位信号を処理する部分とに分かれる。

2-2 ねじれ変換部の構造

本報ではねじれ部にトーシヨンバー方式を採用した。軸径12mm、有効長さ220mmであり、負荷トルク8kgf・mの時、約6.07°のねじれを生ずるように設計してある。

2-3 カム形状

反射面となるカムは、基礎円半径 $r_s=20\text{mm}$ 、最大端面変位 $H=6.44\text{mm}$ である16枚歯カムを用いた。これはフォトセンサの検出範囲内に収まるように、8枚歯カムを 22.5° の位相を持つ位置にずらし、重ね合わせた形状の外形をワイヤ放電加工で作成したものである。(Fig.2(a))
いま、最大端面変位を H 、回転角を α とすると、回転角度と端面変位差 h_D の関係式は次式のように表され、結果として h_D は α にほぼ比例することになる。(Fig.2(b))

$$h_D = \frac{(3 - \sqrt{2}) \sin \alpha + (\sqrt{2} - 1) \cos \alpha}{\sin \alpha - \cos \alpha} \quad (1)$$

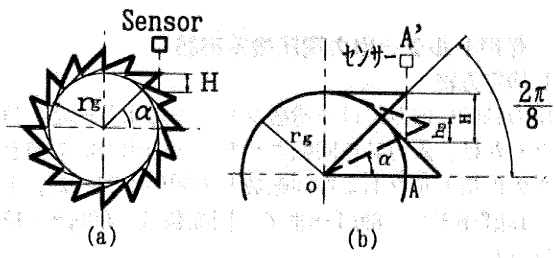


Fig.2 Geometry and Relative Position of Linear Cam

2-4 測定原理

入出力軸のカム片の相対的な位置関係をFig.2(b)に示す。図は、回転数 N で回転し、トルク T が作用して角変位差 α を生じたときを示す。A-A'線上での端面変位差は h_D である。

2-5 変位信号処理法

入力軸側と出力軸側の出力電圧の差をとることでトルクに応じた出力電圧を得ることができるが、さらにカムの歯1/2分の位相差を持つ位置に、センサを配置し、それらを切り替えることで静止トルクの測定も可能としたことはすでに前報で報告した。

しかし、この方法では軸の偏心がある場合(Fig.4(a))には、反射面とセンサとの距離が変化し、センサにより生ずる電圧の振幅が変化する。この解決法として、それぞれのセンサと点对称の位置にもう一つセンサを配置し(Fig.3)、各出力の平均を取ることで、軸の偏心の影響を受けないように(Fig.4(b))した。

Fig.4にそれぞれの出力波形を示す。

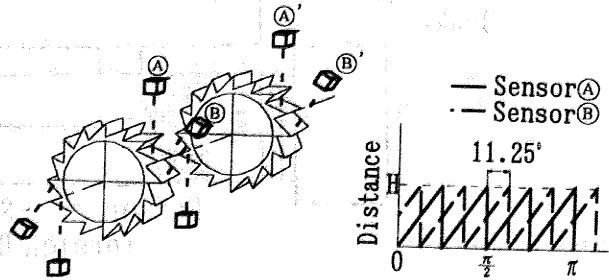


Fig.3 Install Position of Photo Sensor

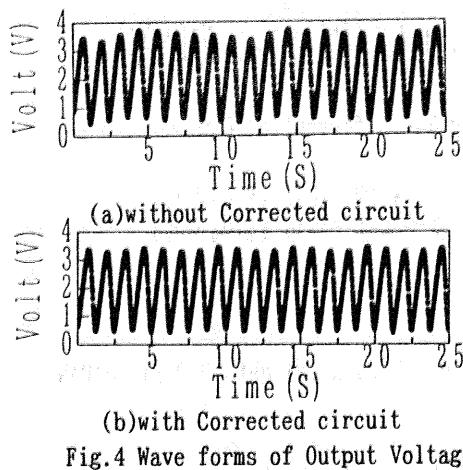


Fig.4 Wave forms of Output Voltage

3. 試作トルク計

Fig.5に今回試作した差動カム式非接触トルク計の上面図を示す。モーターのトルクはトランスミッションを介して入力軸に伝達される方式である。

4. 作用トルクー出力電圧検定実験

4.1 検定方法

出力軸側に取り付けた電磁ブレーキにより一定の負荷トルクをかけ、入力軸を回転させたときの出力 h_0 の値とそのときの作用トルクおよび回転数との関係を調べた。トルクは、1kgf・mずつで8kgf・mまで、回転数は、60rpmと120rpmで行った。

4.2 検定結果

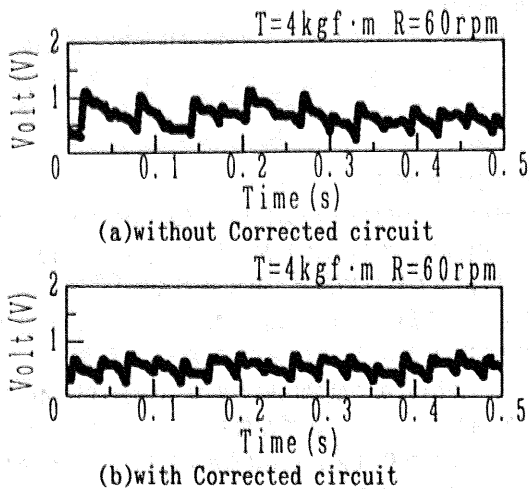


Fig.6 Actual Waveforms of Output Voltage

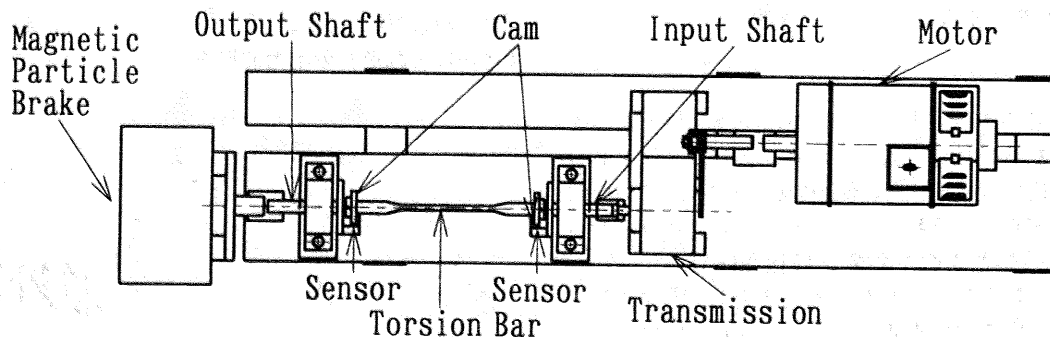


Fig.5 Torque meter(Top View)

Fig.6に実際出力線図の一例を示した。(a)は偏心補正回路なし(b)は偏心補正回路有り、の出力波形であり、十分に偏心補正回路の効果があることがわかる。波形に突出した部分があるのは、センサの取り付け位置の精度やカム形状の精度が不十分なためと考えられる。

Fig.7に偏心補正回路使用時の検定結果を示す。得られた出力電圧 h_0 と作用トルク T との関係は、回転数の違いによらず次式のような、Fig.7中に示す3次曲線で表される。

$$T = 14.8h^3 - 10.8h^2 + 11.8h$$

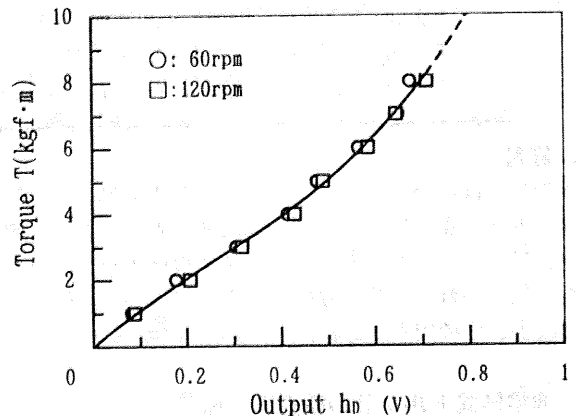


Fig.7 Output Voltage h_0 ~ Torque T Curve

5. 結言

- (1)ねじれ変換部にトーシヨンバー方式を用いた非接触トルク計を試作した。
- (2)各センサと点对称の位置にもう一つセンサを配置し、それらの出力電圧の平均を取ることで軸の偏心の影響が少なくなるような補正回路を組み入れた。
- (3)試作したトルク計の検定実験を行った結果、作用トルク T とフォトセンサの出力 h_0 との関係は、一本の3次式で与えられる。
- (4)補正回路の効果は示されたが、今後静止トルクをより正確に測定するためには、センサの位置やカムの精度を向上し、出力電圧の変動幅を小さくする必要がある。

最後に本研究に御協力いただいた相場産業(株)相場健史氏、(株)メカトロデザイン山谷実氏および4年生の山本太一君に感謝申し上げる。

<参考文献>

- 1)小泉、石橋、他：山梨講演論文集('95-10-28,甲府)