

ノート

正逆回転の可能な回転耐久試験機の開発

小西 毅*¹⁾ 原本 欽朗*²⁾ 久慈 俊夫*³⁾

Development of clockwise and a counterclockwise tester

Takeshi Konishi*¹⁾, Yoshiaki Haramoto*²⁾, Toshio Kuji*³⁾

キーワード：正逆回転，耐久試験

Keywords：Clockwise and a counterclockwise, tester

1. はじめに

中小企業からのニーズとして「人が手で操作する回転運動により機能を発揮する機械部品の耐久性を評価したい」等の繰返し回転耐久試験の需要がある。産技研では，次の2種類装置でニーズに応えている。1つは技術経営支援室の株式会社島津製作所製の TTM-3000N・mA 型⁽¹⁾，もう一方はデザイングループの株式会社プロテック製の負荷トルク総合システム⁽²⁾である。前者は3 kNmの試験トルクで，繰返し正逆回転(1,000回まで)を供試体に与えることができ，大きいボルト等のねじり試験に適している。後者は10 Nmのトルク試験機で容量の小さいギヤボックス等のトルク測定に適している。

一方，繰返しの耐久性評価は，10,000回以上の繰返し回数が必要される。上記の試験機では繰返し回数に制限があり，回数ごとのトルク値を測定することが困難だった。したがって，小型の製品や部品に対応可能な回転耐久試験機（以下，試験機）を開発し，安全な製品開発に必要な回転耐久試験のニーズに対応することにした。

2. 開発内容

2.1 開発品の構造 試験体は10 Nm以下のトルクにて機能を満たす小型製品を対象とする。試験機の利用は操作の効率を向上させるべく，簡易的なシステムが必要である。システム構成図を図1に示す。

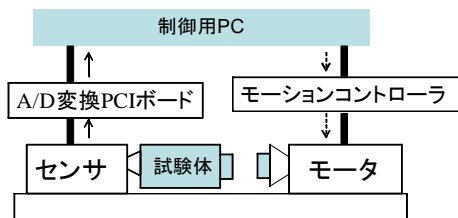


図1. システム構成図

(1) 駆動部 試験機の動力源としてステッピングモータ

- *1) デザイングループ
- *2) エレクトロニクスグループ
- *3) 経営企画室

を用いることにした。ステッピングモータはオリエンタルモータ株式会社製 ASM98ACE-T30 を採用した。本機種は運動量が駆動パルスの数に比例し，かつ開ループ制御，ゆえに全体のシステム構成が複雑ではない利点がある。また，試験機の目標値である10 Nmに対し，12 Nmが最大トルクである点があげられる。

(2) **センサ部** センサは駆動部からのトルクを測定することを目的とし日本特殊測機株式会社の TCF-10N を採用した。また TCF-10N は DC ストレインアンプを必要とするため同社製の NTS-1240 を採用した。本機種は，非回転型であり，回転式のトルクセンサに比べ回転軸の慣性モーメントの影響を抑える利点がある。

(3) **A/D 変換器 PCI ボード** センサ部からはアナログ電圧信号±10 V が出力される。Visual Basic 6.0 にて開発したアプリケーションで試験機を制御するため，サンプリング周波数100 kHz・分解能16bitの株式会社インターフェース製 LPC-361416, A/D 変換器 PCI ボードにてアナログ信号からデジタル信号へ変換する必要がある。

(4) **モーションコントローラ** ステッピングモータはパルス制御であるので PC から DC5 V のパルス信号を送信する必要がある。そこで最大パルスレート100 kHz出力でき，送信中のパルス変更が可能である株式会社インターフェース製 LPC-742020 を採用した。

2.2 試験機の外観と仕様 完成した正逆回転可能なトルク試験機を図2に示す。

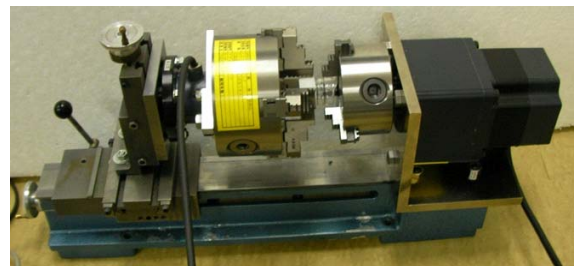


図2. 試験機の外観

モータ部とトルクセンサ部にそれぞれチャックを設け製品を固定し回転を与えることを可能とした。試験機の主な仕様を表1に示す。

表1. 試験機の仕様

定格トルク	±10 Nm
回転角速度	90 rpm
回転方向	時計・反時計回り
トルク分解能	100 mNm
回転角分解能	0.018 deg

3. 試験の適用例

試験機においてネジふた式の市販のペットボトルの蓋及び口を試験体として試験を実施した。

3.1 締付け試験 本試験は試験体が破壊に至るまで締付け、計測されるトルクを時系列のトルク変化として示す。

<試験条件>

- ・モータ起動回転速度：0.09 deg/s
- ・モータ加速度：3 deg/s²
- ・モータ速度：4.5 deg/s
- ・モータ減速度：-3 deg/s²

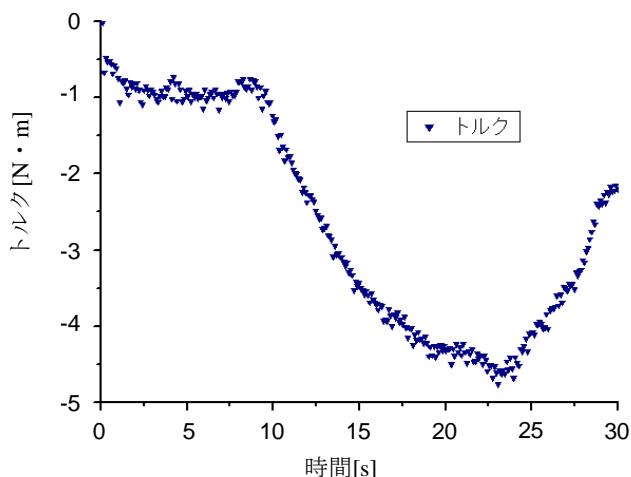


図3. ペットボトルのトルク変化

ペットボトルを締付けた時のトルク変化を図3に示す。試験機の結果から-4.5 Nmでトルク値が最小値であることが確認できる。また、トルクのばらつき値は0.17 Nmである。試験後ペットボトル蓋のねじ部が試験前と比較すると変形に至ったことがデジタルマイクロスコープ（株式会社キーエンス製 VHX-200）において観察された（図4参照）。



図4. ねじふた式ペットボトルの蓋と口金

3.2 繰返しの回転耐久試験 次に繰返しの回転耐久試験を行った。試験機の動きはCW（時計回り）の回転を試験体に加え、試験体が-2.5 Nmのトルクに達するとトルクを開放するためCCW（反時計回り）に90 deg回転する。この一連の動きを5000サイクル繰返す。

<試験条件>

- ・モータ起動回転速度：1.8 deg/s
- ・モータ速度：18 deg/s
- ・モータ加速度：9 deg/s²
- ・モータ減速度：-9 deg/s²

図5はトルク変化を時系列に表した図である。1サイクル目と5000サイクル目が比較可能なようにトルク変化の履歴を示した。

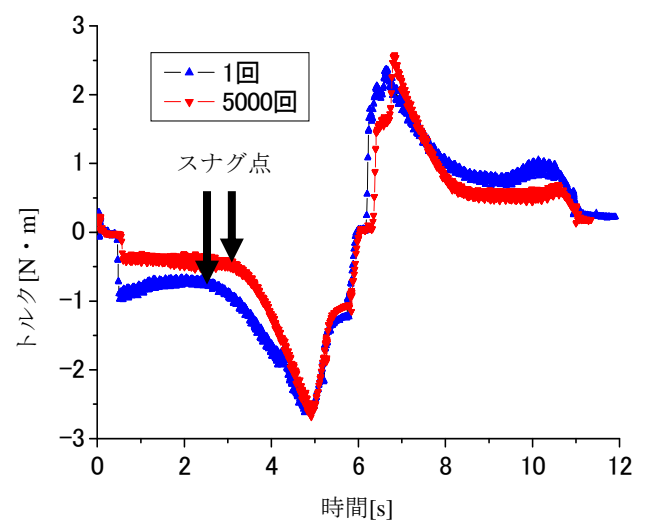


図5. 時系列のトルク変化

図5からスナグ点⁽³⁾が後退しスナグ点に至るトルク値が低下していることがわかる。これはペットボトルの口と蓋が摩擦あるいは変形しているからであると考えられる。

4. まとめ

実用的な正逆回転の可能な回転耐久試験機を開発した。飲料用ペットボトルの締付け試験の実施により、ねじ部が破壊に至るまでのトルク値の軌跡を確認できた。また、繰返し回転耐久試験を行い同試験体が摩耗し、スナグ点が後退することが明らかとなった。開発した試験機がお客様の開発の一助となることを望む。今後の検討課題は、1万回の耐久試験を行い、試験機としての実用化を目指す。

（平成21年7月7日受付，平成21年8月25日再受付）

文 献

- (1) 産技研ホームページ ねじり試験機：
<http://www.iri-tokyo.jp/annai/setubi/F/ev13.html>
- (2) 都産技研ホームページ 負荷トルク総合試験システム
<http://www.iri-tokyo.jp/annai/setubi/C/p09.html>
- (3) 日本工業規格：JISB-1083 ねじの締付け通則 pp.4-1