

校正等の実施について (トルク)

1. 背景

自動車等の様々な製造ラインや飛行機等のメンテナンスにおいてトルクレンチやトルクドライバが使用されており、ねじの締め付けトルクが適切に管理されることによって、はじめて製品の安全・安心が達成される。また、トルク計測は、自動車のエンジン、電気自動車のモータ、発電機等の研究・開発において、極めて重要な評価項目の一つとなっている。

現在、トルクの特定標準器による校正は、産業技術総合研究所が開発した定格容量 1 kN・m 及び 20 kN・m の実荷重式トルク標準機によって、参照用トルクメータが 5 N・m から 20 kN・m の範囲で、参照用トルクレンチが 5 N・m から 1 kN・m の範囲で実施されている。近年、HDD やプリンタ等の IT 関連製品で使用される小型モータの性能評価において、5 N・m よりも小さいトルク計測の信頼性確保と高精度化が必要とされてきている。特に JCSS 校正ができないトルクメータ(5 N・m 未満)を使用している ISO/TS 16949 及び UL 認証モータメーカーは、UL 認証の監査時に毎回指摘を受けるなど不利益を被っており、5 N・m 以下における JCSS 校正事業の開始が強く求められている。一方、手動式トルクレンチについては、精密部品の組立において 5 N・m よりも小さいトルク計測と、建設・船舶等の分野において 1 kN・m よりも大きなトルク計測についてそれぞれ信頼性確保と高精度化が必要とされている。

産業技術総合研究所では、上述のニーズにこたえるために小容量トルク標準の研究開発に着手し、小容量実荷重式トルク標準機の開発等を行ってきた。その結果、0.1 N・m から 10 N・m において特定二次標準器(参照用トルクメータ及び参照用トルクレンチ)への標準供給を開始するための環境を整備した。また定格容量 20 kN・m の実荷重式トルク標準機によって、1 kN・m を超える参照用トルクレンチの校正技術に関する研究開発を行い、1 kN・m から 5 kN・m において特定二次標準器(参照用トルクレンチ)への標準供給を開始するための環境を整備した。今般、JCSS 校正事業の範囲拡大に対する産業界からのニーズに応えるため、特定標準器による校正開始の準備が整ったところ。

2. 特定標準器

トルク標準機群 (既存：定格容量：1 kN・m 及び 20 kN・m)

既存のトルク標準機群に小容量実荷重トルク標準機 (定格容量 10 N・m) を追加する。

3. 特定標準器の概要

(1) 特定標準器の構造 (図 1 参照)

実荷重式トルク標準機の概要を示す。図 1 (a)は実荷重式トルク標準機によるトルクの

発生原理、図 1(b)は新たに開発した定格容量 10 N・m の小容量実荷重式トルク標準機の写真である。実荷重式トルク標準機は、おもり(又は分銅)の質量 m 、設置場所の重力加速度 g_{local} 及びモーメントアームの長さ L から、トルク T を実現する。 T は、おもり(又は分銅)の質量の空気浮力を考慮して(空気密度 ρ_{air} 及びおもり密度 ρ_A)、次式で表される。

$$T = m \cdot g_{\text{local}} L \left(1 - \frac{\rho_{\text{air}}}{\rho_A} \right)$$

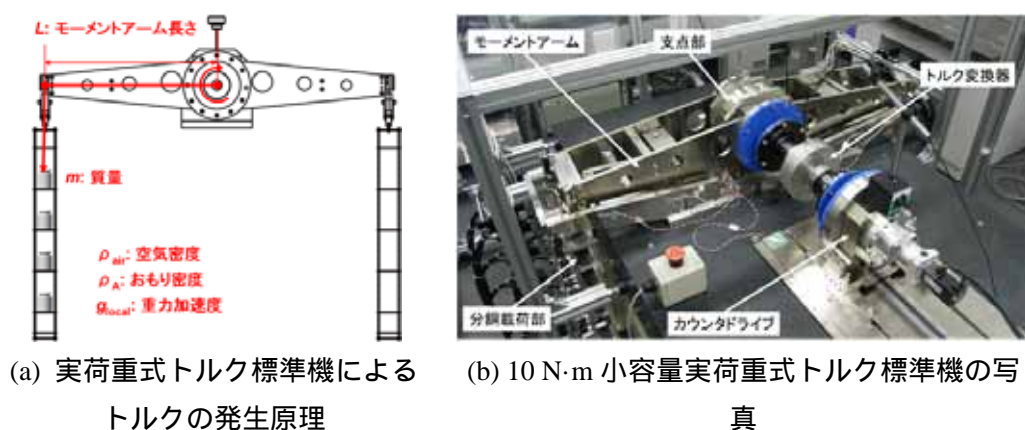


図 1：特定標準器

(2) 特定標準器による特定二次標準器の校正の方法

(2-1) 特定二次標準器：参照用トルクメータ

図 2 に特定二次標準器「参照用トルクメータ」の概要を示す。参照用トルクメータはセンシング部のシャフト形状のトルク変換器、ケーブル、指示計器の組み合わせを言う。図 2(a)は代表的な参照用トルクメータの写真、図 2(b)はトルク変換器のトルク標準機への設置方法を示す。特定二次標準器は、小容量実荷重式トルク標準機が実現するトルクと特定二次標準器による出力値とを比較測定することで校正をする。なお、トルク標準機への設置方法は、測定側・反動側共に軸(シャフト)で接続をする。

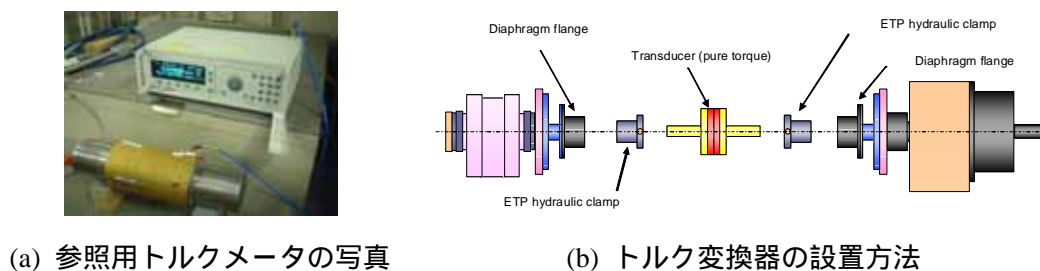
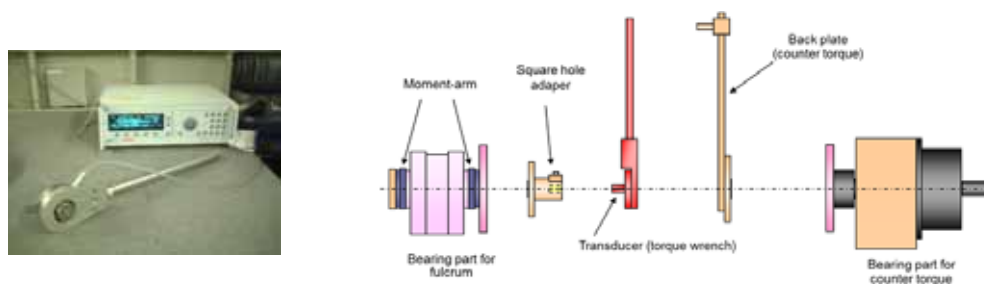


図 2：特定二次標準器「参照用トルクメータ」

(2 - 2) 特定二次標準器：参照用トルクレンチ

図 3 に特定二次標準器「参照用トルクレンチ」の概要を示す。参照用トルクレンチはセンシング部のトルクレンチ形状のトルク変換器、ケーブル、指示計器の組み合わせを言う。図 3(a)は代表的な参照用トルクレンチの写真、図 3(b)はトルク変換器のトルク標準機への設置方法を示す。特定二次標準器は、参照用トルクメータと同様に、実荷重式トルク標準機が実現するトルクと特定二次標準器による出力値とを比較測定することで校正をする。トルク標準機への設置方法は、測定側が角ドライブ、反動側がバックプレートとの力点ロッドによって接続する。



(a) 参照用トルクレンチの写真

(b) トルク変換器の設置方法

図 3：特定二次標準器「参照用トルクレンチ」

4．計量法第 135 条第 1 項に基づく校正実施機関

国立研究開発法人産業技術総合研究所

5．特定二次標準器

(1) トルク計測機器(参照用トルクメータ又は参照用トルクレンチ)であって、トルク変換器からケーブル、指示計器まで含めた一体の機器として構成されるもの。

(2) 特定二次標準器の具備条件

(2 - 1) 参照用トルクメータ

(a) 定格容量

0.1 N·m ~ 10 N·m

(b) トルク変換器の形状及び寸法

トルク変換器の測定側・反動側はいずれも軸(シャフト)形状であること。
外径は 15 mm(取り付け軸公差 h8)、シャフト長さは 45 mm ~ 65 mm の範囲であること。

(c) 諸特性(相対値)

設置を変えない場合の繰り返し性 b' 0.025 %

設置を変えた場合の再現性 b 0.05 %

零点誤差 f_0 0.0125 %

内挿に基づく偏差 f_a 0.025 %
 ヒステリシス h 0.063 %
 分解能 r に対する校正下限値 T_{\min} $4000r$
 26 ヶ月間の長期安定性 $d_{\text{mtt.drf}}$ 0.02 %
 零点出力の温度依存性 (定格出力に対して) < 0.01 %/K
 定格出力の温度依存性 (定格出力に対して) < 0.01 %/K

(2 - 2) 参照用トルクレンチ

(a) 定格容量

0.1 N·m ~ 10 N·m 又は 1 kN·m ~ 5 kN·m

(b) トルク変換器の形状及び寸法

トルク変換器の測定側は角ドライブ、反動側はレバー形状であること。
 角ドライブの呼び寸法は 6.3、10、12.5、20、又は 25 mm であること。レ
 バー長さ(測定軸から力点までの距離)の範囲は、表 1 に従うこと。

表 1 参照用トルクレンチのレバー長さの範囲

最大トルク T_{\max} / N·m	レバー長さ l / mm
$T_{\max} < 20$	100 ~ 250
20 $T_{\max} < 100$	250 ~ 500
100 $T_{\max} < 500$	400 ~ 1000
500 $T_{\max} < 5000$	700 ~ 2000

(c) 諸特性(相対値)

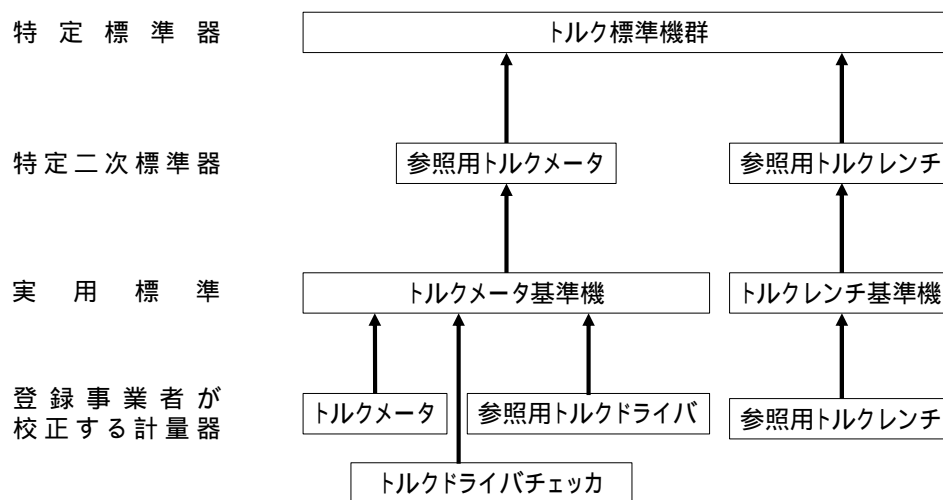
設置を変えない場合の繰り返し性 b' 0.025 %
 設置を変えた場合の再現性 b 0.05 %
 零点誤差 f_0 0.0125 %
 内挿に基づく偏差 f_a 0.025 %
 ヒステリシス h 0.063 %
 分解能 r に対する校正下限値 T_{\min} $4000r$
 26 ヶ月間の長期安定性 $d_{\text{mtt.drf}}$ 0.02 %
 零点出力の温度依存性 (定格出力に対して) < 0.01 %/K
 定格出力の温度依存性 (定格出力に対して) < 0.01 %/K

(3) 特定標準器による校正等の期間 (校正等の周期)

26 ヶ月

6. トレーサビリティの体系図及び測定の不確かさ

(1) トレーサビリティの体系図



(2) 測定の不確かさ

特定標準器による校正等における測定の相対拡張不確かさ（校正測定能力、 $k=2$ ）は、校正する特定二次標準器の種類及び校正範囲に依存して 0.005 % ~ 0.03 % である。

登録事業者が行う校正（特定二次標準器により校正された実用標準による校正）における測定の相対拡張不確かさ（ $k=2$ ）は、校正するトルク計測機器の種類に依存して 0.05 % ~ 0.2 % を想定している。