JCSS
Japan Calibration
Service System

# JCSS
# 不確かさの見積もりに関するガイド

登録に係る区分：トルク

校正手法の区分の呼称：トルク計測機器

種類：手動式トルクツール

（第 2 版）

*（JCG209S31-02）*

改正：2026年4月1日

独立行政法人製品評価技術基盤機構

適合性評価推進センター　認定センター

このファイルを複写したファイルや、このファイルから印刷した紙媒体は非管理文書です。

# 目 次

1. はじめに ..... 3
2. 不確かさの評価方法 ..... 3
2.1 トルクツールテスタ／チェッカの不確かさ ..... 3
2.2 不確かさの計算例 ..... 3
2.2.1 指示式及びプリセット式トルクツール（タイプⅡのクラスC及びクラスFを除く） ..... 4
2.2.2 目盛なしトルク可変形プリセット式トルクツール（タイプⅡのクラスC及びクラスF） ..... 6
2.3 有効自由度の評価 ..... 6

このファイルを複写したファイルや、このファイルから印刷した紙媒体は非管理文書です。

# JCSS 不確かさの見積もりに関するガイド
# 登録に係る区分:トルク
# 校正手法の区分の呼称:トルク計測機器
# 種類:手動式トルクツール

## 1. はじめに

このガイドは、JIS B 4652「手動式トルクツールの要求事項及び試験方法」に従って校正された手動式トルクツールの校正結果の不確かさを評価する方法を述べる。

JIS B 4652:2008 では, ISO 6789:2003 の原文どおりに翻訳されているため, “校正”と“試験”とが混在して使用されているが, 内容は測定値の参照値に対する偏差が, ある規定された許容差内にあるかどうかを調べる“試験”である。特に 7 章(表示)においては“校正証明書”とあるが, 実質的な内容は“試験報告書”であることに注意しなければならない。

JIS B 4652:2008 では“校正結果”及び“校正の不確かさ”の評価方法は定められていない。この規格によって測定されたデータを基に, 手動式トルクツールの“校正結果”を示し, “校正の不確かさ”を評価する方法として, 解説に不確かさの計算例が示されている。本書はこの解説をもとに、不確かさの見積もりに関するガイドをあらためて整理したものである。不確かさの評価は Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM)によって行われる。ただし“偏差を補正せずに不確かさに含める方法”は, GUM では記述されていない。

## 2. 不確かさの評価方法

校正事業者が依頼者の手動式トルクツールに対して校正の不確かさを評価する過程は次のようになる。

1) 常用参照標準(参照用トルクドライバ又は参照用トルクレンチ)による手動式トルクツールの参照標準(トルクツールテスタ/チェッカ)の校正[参照標準の校正の合成標準不確かさ(参照値の不確かさ)$u_{c_tcd}$、又は参照標準の校正の相対合成標準不確かさ $w_{c_tcd}$]
2) 依頼者の手動式トルクツールの校正、不確かさの評価、校正証明書の発行[依頼者の手動式トルクツールの校正の拡張不確かさ $U$、又は校正の相対拡張不確かさ $W$]

### 2.1 トルクツールテスタ/チェッカの不確かさ

トルクツールテスタ/チェッカの校正の相対拡張不確かさ $W_{tcd}$ は JCG209S21「JCSS 不確かさの見積もりに関するガイド(トルク試験機)」等に従って評価される。

### 2.2 不確かさの計算例

以下では不確かさに絶対値表記の $u_{***}$や $U_{***}$を用いているが、相対値の $w_{***}$や $W_{***}$を用いて表しても良い。

このファイルを複写したファイルや、このファイルから印刷した紙媒体は非管理文書です。

2.2.1 指示式及びプリセット式トルクツール（タイプⅡのクラス C 及びクラス F を除く）

手動式トルクツールの校正値を 5 回の測定の平均値 $\overline{x_a}$ とした場合，合成標準不確かさ $u_c$ 及び拡張不確かさ $U$ は，式(1)，(2)で表される。

$$u_c = \sqrt{u_{tcd}{}^2 + u_{rep}{}^2 + u_{res}{}^2} \quad \cdots\cdots (1)$$

$$U = k \cdot u_c \quad (k = 2:\ k \text{ は包含係数}) \quad \cdots\cdots (2)$$

ここで， $u_{tcd}$ は標準器（トルクツールテスタ／チェッカ）の合成標準不確かさ、$u_{rep}$ は 5 回の繰り返しによる Type A の実験標準偏差、$u_{res}$ は分解能に基づく標準不確かさである。

指示式トルクツールの場合，アナログ表示では，目盛板上の目盛線は同じ太さで，指針の幅は目盛線の幅とほぼ同じとする。分解能 $r$ は指針の幅と二つの隣接する目盛線の中心間の距離との比率で得られ，推奨比率は 1/2，1/5 又は 1/10 とする。ただし，10 分割して読み取るのに必要な目盛間の最小幅は，1.25 mm とする。デジタル表示では $r$ は最終桁の一増分であるが，指示が変動している場合は変動幅の半分となる。$r$ は，トルク値で表す。$u_{res}$ は，式(3)，(4)で評価される。

$$u_{res} = \sqrt{\frac{2}{3}\left(\frac{r}{2}\right)^2} \quad \text{（指示が変動していない場合）} \quad \cdots\cdots (3)$$

$$u_{res} = \sqrt{\frac{2}{3}r^2} \quad \text{（指示が変動している場合）} \quad \cdots\cdots (4)$$

分解能は，プリセット式トルクツールでは考慮しない。

トルクツールの校正値を目標トルク $x$ と同じとみなし，測定の結果得られた平均偏差 $\overline{d_a}$ を不確かさに含める場合，合成標準不確かさ $u_c$ には式(1)の代わりに式(1')が用いられる。

$$u_c = \sqrt{u_{tcd}{}^2 + u_{rep}{}^2 + u_{ind}{}^2 + u_{res}{}^2} \quad \cdots\cdots (1')$$

ここで $u_{ind}$ は偏差に基づく標準不確かさで，矩形分布を仮定して式(5)，(6)で表される。

$$u_{ind} = \sqrt{\frac{1}{3}\overline{d_a}^2} \quad \cdots\cdots (5)$$

$$\overline{d_a} = \overline{x_a} - x \quad \cdots\cdots (6)$$

**（計算例 1）指示式トルクツールで偏差を不確かさに含めない場合**

・指示値：

$x_{r1}$ ＝ 104.0 N·m，

$x_{r2}$ ＝ 96.0 N·m，

$x_{r3}$ ＝ 103.0 N·m，

$x_{r4}$ ＝ 99.0 N·m，

$x_{r5}$ ＝ 101.0 N·m

・校正値：

$\overline{x_a}$ ＝ 100.6 N·m

このファイルを複写したファイルや、このファイルから印刷した紙媒体は非管理文書です。

・不確かさ:

$u_{\mathrm{tcd}} = \frac{0.01}{2} \times 100\ \mathrm{N \cdot m} = 0.50\ \mathrm{N \cdot m}$（トルクツールテスタ／チェッカの相対拡張不確かさを仮に 1.0 %とする。）

$$u_{\mathrm{rep}} = \sqrt{\frac{(104-100.6)^2 + (96-100.6)^2 + (103-100.6)^2 + (99-100.6)^2 + (101-100.6)^2}{(5-1)\cdot 5}} = 1.44\ \mathrm{N \cdot m}$$

$u_{\mathrm{res}} = \sqrt{\frac{2}{3}\left(\frac{0.5\ \mathrm{N \cdot m}}{2}\right)^2} = 0.20\ \mathrm{N \cdot m}$（目盛は最小 5 N·m 刻みで 10 分割とする。）

$U = 2 \times \sqrt{0.50^2 + 1.44^2 + 0.20^2} = 3.1\ \mathrm{N \cdot m}$

**（計算例 2）プリセット式トルクツールで偏差を不確かさに含める場合**

・指示値:

$x_{r1}$ ＝ 104.0 N·m,

$x_{r2}$ ＝ 96.0 N·m,

$x_{r3}$ ＝ 103.0 N·m,

$x_{r4}$ ＝ 99.0 N·m,

$x_{r5}$ ＝ 101.0 N·m

・校正値（目標値）:

$x$ ＝ 100 N·m

・不確かさ:

$u_{\mathrm{tcd}} = \frac{0.01}{2} \times 100\ \mathrm{N \cdot m} = 0.50\ \mathrm{N \cdot m}$（トルクツールテスタ／チェッカの相対拡張不確かさを仮に 1.0 %とする。）

$$u_{\mathrm{rep}} = \sqrt{\frac{(104-100.6)^2 + (96-100.6)^2 + (103-100.6)^2 + (99-100.6)^2 + (101-100.6)^2}{(5-1)\cdot 5}} = 1.44\ \mathrm{N \cdot m}$$

$u_{\mathrm{ind}} = \sqrt{(100.6-100)^2/3} = 0.35\ \mathrm{N \cdot m}$

$U = 2 \times \sqrt{0.50^2 + 1.44^2 + 0.35^2} = 3.1\ \mathrm{N \cdot m}$

このファイルを複写したファイルや、このファイルから印刷した紙媒体は非管理文書です。

### 2.2.2 目盛なしトルク可変形プリセット式トルクツール(タイプⅡのクラス C 及びクラス F)

目盛なしトルク可変形プリセット式トルクツールの目的から考えると,手動式トルクツールの校正値は目標トルク $x$ と同じとみなされる。したがって,合成標準不確かさは式(1')に準じる。ただし,分解能に基づく不確かさ $u_{res}$ は考慮しない。

**(計算例 3)目盛なしトルク可変形プリセット式トルクツール**

・指示値:

$x_{r1}$ = 104.0 N·m, $x_{r2}$ = 96.0 N·m, $x_{r3}$ = 103.0 N·m, $x_{r4}$ = 99.0 N·m, $x_{r5}$ = 101.0 N·m

$x_{r6}$ = 98.0 N·m, $x_{r7}$ = 97.0 N·m, $x_{r8}$ = 101.0 N·m, $x_{r9}$ = 100.5 N·m, $x_{r10}$ = 102.5 N·m

・校正値(目標値):

$x$ = 100 N·m

・不確かさ:

$u_{\mathrm{tcd}} = \dfrac{0.01}{2} \times 100\ \mathrm{N \cdot m} = 0.50\ \mathrm{N \cdot m}$ (トルクツールテスタ/チェッカの相対拡張不確かさを仮に 1.0 %とする。)

$$u_{\mathrm{rep}} = \sqrt{\frac{\begin{array}{l}(104-100.2)^2+(96-100.2)^2+(103-100.2)^2+(99-100.2)^2+(101-100.2)^2\\ +(98-100.2)^2+(97-100.2)^2+(101-100.2)^2+(100.5-100.2)^2+(102.5-100.2)^2\end{array}}{(10-1)\cdot 10}} = 0.84\ \mathrm{N \cdot m}$$

$$u_{\mathrm{ind}} = \sqrt{(100.2-100)^2/3} = 0.12\ \mathrm{N \cdot m}$$

$$U = 2 \times \sqrt{0.50^2 + 0.84^2 + 0.12^2} = 2.0\ \mathrm{N \cdot m}$$

## 2.3 有効自由度の評価

式(2)において、$u_c$ はトルク計測機器の校正の相対合成標準不確かさ、$k$ は包含係数であるが、校正の相対拡張不確かさの算出においては、有効自由度と包含係数の評価が必要であり、次のように考えることができる。

まず、$u_{\mathrm{tcd}}$ は有効自由度は十分大きく、$k$ = 2 と評価できる。

一方、正規分布(Type A)として評価されるのは唯一繰返し性に基づく相対標準不確かさ $u_{\mathrm{rep}}$ のみである。ほぼ理想的な校正器物である手動式トルクツールを用いた場合、一般的に $u_{\mathrm{rep}}$ は他の Type B である要素(特に $u_{\mathrm{ind}}$)に比べ、不確かさが十分小さく、有効自由度は十分大きくなる。従って信頼の水準約 95 %に相当する拡張不確かさの包含係数として $k$ = 2 を適用できる。校正事業者にあってはステップ毎に Welch-Satterthwaite の式を用いて有効自由度を評価して、信頼の水準約 95 %に相当する拡張不確かさの包含係数として $k$ = 2 が妥当であるかを確認することを推奨する。

このファイルを複写したファイルや、このファイルから印刷した紙媒体は非管理文書です。

## 主な改正事項

1. 組織改編に伴う名称の変更等

以 上

このファイルを複写したファイルや、このファイルから印刷した紙媒体は非管理文書です。