

耐電圧試験における不確かさの検討

井上 崇（電子技術部 電子システムグループ）

1. はじめに

試験所の技術的適格性を評価する試験所認定制度において、認定の基準となる国際規格 ISO/IEC 17025（試験所及び校正機関の能力に関する一般要求事項）が、2017 年に改正された（邦訳版の JIS Q 17025 は 2018 年改正）。

改正後の規格では、旧規格において、測定不確かさの評価が求められていなかった試験についても、検討を実施する事が必須となっている（ISO/IEC 17025:2017 7.6.1 項および 7.6.3 項）¹⁾。

現在、日本における試験所認定制度の 1 つとして、JIS 法に基づく試験事業者登録制度（JNLA：Japan National Laboratory Accreditation system の略）が、独立行政法人 製品評価技術基盤機構において運営されている。

当部でも平成 18 年より、この試験事業者登録制度（JNLA）による登録を受け、耐電圧試験を実施している。

耐電圧試験は、結果が数値で表せないため、旧規格による基準では、測定不確かさの評価が求められていない試験の一つとされていた。しかし、先にも述べた通り、改正後の ISO/IEC 17025:2017（JIS Q 17025：2018）基準に対応させるためには、不確かさの検討が必要となっている。

そこで、今回、この耐電圧試験の不確かさについて、検討を行った結果を報告する。

2. 不確かさについて^{1) 2)}

不確かさは、いわゆる誤差（真の値からの差）と異なり、真の値が、ある範囲の間に存在していることを表し、測定結果の疑わしさを数値で表しているともいえる。

通常、不確かさの評価を実施するには、以下のような流れで行われる。

- ① 不確かさに影響を及ぼす要因を特定
- ② 各要因のばらつきを算出
- ③ 各要因のばらつきを合成し、全体のばらつきを算出

不確かさの評価についての詳細は、ISO の「測定における不確かさの表現のガイド（Guide to the expression of uncertainty in measurement :GUM）」等を参照してもらうのが良いが、不確かさの要因として考えられる主な項目として、以下のような要因がある。

- ・温湿度等の試験環境に関係する要因
- ・試験を実施する作業者に関係する要因
- ・測定機器に関係する要因
- ・試験品（サンプル）に関係する要因

また、各要因のばらつきを算出する際には、以下のような手法を利用する。

- ・ A タイプ評価
実験により、ばらつきを算出する。
- ・ B タイプ評価
実験以外の方法により、ばらつきを推定する。

3. 耐電圧試験について

当部において、JIS 法に基づく試験事業者登録制度（JNLA）による登録を受け、実施している耐電圧試験は、以下の 2 種類となっている。

- ・ JIS C 6950-1
情報技術機器—安全性—第 1 部：一般要求事項
- ・ JIS T 0601-1
医用電気機器—第 1 部：基礎安全及び基本性能に関する一般要求事項

各 JIS に規定されている試験方法に多少の違いはあるが、基本的には、測定対象の規定された箇所へ、耐電圧試験機（図 1）により、規定の電圧（AC1000V 等）を 1 分間印加し、絶縁破壊等が起こらないことを確認するといった試験内容となっている。



図 1. 耐電圧試験機

4. 実験及び結果

今回、耐電圧試験の不確かさ要因として、以下のような項目を検討した。

- ・測定環境（試験実施時の周囲温度・湿度）
- ・作業員（測定実施者・繰返し測定）
- ・測定機器（校正・安定性・表示分解能）
- ・試験品（保管温度・動作温度等）

これらの要因に対し、先のばらつきを算出する手法のう

ち、実験により評価を行う A タイプ評価を用いて、作業者と試験品に関係する要因のばらつきを算出することとし、実験以外の方法により評価を行う B タイプ評価により、測定機器に関係する要因のばらつきを算出することとした。なお、測定環境については、 $23^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ $60\%\pm 15\%$ に管理されている場所での測定としているため、ほとんど影響は無いと考えられる。

さて、A タイプ評価により、作業者と試験品に関係する要因のばらつきを算出するため、図 2 に示すような小型の JIS T 0601-1 対応絶縁トランス（5 台）を準備し、以下のような実験を行った。

（実験 1）

2 名の作業者による JIS T 0601-1 に基づいた、耐電圧試験の実施（日を変えて 2 回実施）。

（実験 2）

保管条件として、JIS T 0601-1 に基づく湿度前処理（ $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ ・ $93\pm 3\%$ ・48 時間）前後における耐電圧試験の実施。



図 2. 試験用サンプル（絶縁トランス）

試験実施時には、作業者の試験順番をランダムとし、測定条件も以下の通り、固定した内容で行った。

（測定条件）

試験電圧：AC1000V
周波数：60Hz
試験時間：1 分間印加
試験箇所：電源入力部と筐体間

その結果、実験 1 では、全ての試験において、出力電圧（試験電圧）は安定し、試験開始から終了時までの間に電圧変動は見られなかった。

なお、耐電圧試験機が電圧と同時に表示（測定）する漏れ電流（カットオフ電流）値に、わずかな変動がみられたが、その変動率は 1% 以下であった。

同様に、実験 2 においても、漏れ電流値に最大 5% 程度の増加がみられたものの出力電圧に変動は見られず、作業者による影響と保管条件による影響は、ほとんど見られなかった。

これらの結果より、先の 2 つの要因による測定不確かさへの寄与率は低いことが確かめられた。

ちなみに、漏れ電流値の変化は、絶縁性能の変化を示していると考えられる。しかし、試験規格（JIS）上では、試験電圧の規定のみで漏れ電流値に制限を設けていないため、漏れ電流値による評価は行っていない。

続いて、B タイプ評価により、測定機器に関係する要因のばらつきを以下の様に算出した。

・校正の不確かさ

一般的には、機器の校正証明書に記載された不確かさを適用するが、今回は、当所における機器の管理範囲において矩形分布すると仮定し、算出した。

・安定性の不確かさ

仕様上、機器の AC Accuracy は、1% of Reading +30V となっているため、矩形分布すると仮定し、算出した。

・表示分解能の不確かさ

仕様上、機器の表示分解能は 10V となっているが、表示単位が kV のため、AC Accuracy 等の値を考慮して、試験時の読取値を 100V としている。今回は、読取値 100V の 1/2 となる 50V として、矩形分布すると仮定し、算出した。

以上のようにして算出した各要因のばらつきを合成し、試験電圧 AC1000V で耐電圧試験を実施した場合の拡張不確かさを計算すると次のようになる。

$$\text{AC1000V} \pm 84\text{V} \quad (k=2)$$

結果として、試験手順が正しく実施されている限り、試験機に関連する要因以外の不確かさは、あまり影響が無いことも確かめられた。

5. まとめ

今回、国際規格である ISO/IEC 17025 の改訂に伴い、算出例の少ない耐電圧試験について、不確かさの検討を行った。その結果、試験の実施手順が正しく実施されている限り、ほぼ試験機に関連する要因のみとなることが確かめられた。

ただし、試験品（サンプル）による要因が全くない訳ではなく、試験中に出力電圧が不安定となる場合などには、繰り返し測定を実施する必要があるかもしれない。

【参考文献】

1. 藤間，大高 編著，ISO/IEC 17025:2017（試験所及び校正機関の能力に関する一般要求事項）要求事項の解説，日本規格協会（2018）。
2. 独立行政法人 製品評価技術基盤機構 認定センター，JNLA 不確かさの見積もりに関するガイド（電気分野），JNG32050301-02，独立行政法人 製品評価技術基盤機構（2018）。