

電気安全試験の考え方と進め方

電気安全試験は、感電、火災、熱的、及び機械的な危険、放射線などの様々な危険(リスク)が存在する製品(機器)に対して、国際規格を始めとする国内外の安全規格に適合しているかを確認して、その安全性を検証する一つの手段として有効な方法です。安全試験を実施するための基本的な考え方と方法が、「IEC 61010-1 の第 4 章:試験」に記載されています。

(1) 規格要求項目 (IEC 61010-1:2010+AMD1:2016) 測定用、制御用及び研究室用電気機器の安全性—

第 1 部：一般要求事項

1.【第 4 章】試験 Tests

Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use—Part 1: General requirements

- 2.【第 5 章】表示及び文書 Marking and documentation
機器を使用するために必要な識別、安全に関する表示及び文書化
- 3.【第 6 章】電撃に対する保護 Protection against electric shock
通常条件、及び単一故障条件で電撃に対する保護
- 4.【第 7 章】機械的危険に対する保護 Protection against mechanical HAZARDS
通常使用時、及び単一故障時の操作での機械的危険
- 5.【第 8 章】衝撃、及び衝突に対する機械的耐性 Resistance to mechanical stresses
通常使用で発生しやすい衝撃及び衝突を受けたときの危険
- 6.【第 9 章】火災の広がりに対する保護 Protection against the spread of fire
通常条件または単一故障条件における機器の外部への火災の広がり
- 7.【第 10 章】機器の温度限定、及び耐熱性 Equipment temperature limits and resistance to heat
接触面の温度、巻線を持つ部品、ユニット、各部品の温度上昇
- 8.【第 11 章】流体による危険に対する保護
Protection against HAZARDS from fluids and solid foreign objects
流体を内蔵する機器、又は液体のプロセスの計測に使用する機器の液体から生じる危険
- 9.【第 12 章】レーザー放射を含む音圧、及び超音圧に対する保護
Protection against radiation, including laser sources, and against sonic and ultrasonic pressure
電離放射線、紫外線、マイクロ波放射、音圧、及び超音波圧を発生する機器の危険
- 10.【第 13 章】遊離ガス、爆発及び爆縮に対する保護
Protection against liberated gases and substances, explosion and implosion
機器の通常条件での危険な量の有毒ガス、又は有害ガスの危険
- 11.【第 14 章】コンポーネント (部品及びサブアセンブリ) Components and subassemblies
モーター、過昇温度保護デバイス、ヒューズホルダ、電圧選択デバイス、変圧器、プリント配線板 他
- 12.【第 15 章】インターロックによる保護 Protection by interlocks
安全デバイスの復帰防止、信頼性
- 13.【第 16 章】用途に起因する危険 HAZARDS resulting from application
合理的に予見可能な誤使用、人間工学的側面
- 14.【第 17 章】リスクアセスメント RISK assessment
リスク低減の妥当性の検証

【規格要求・解釈】 4.1 一般

1. 規格適合性を確認するための型式試験を行う。

- ・機器、又は部分のサンプルに実施しなければならない型式試験であって、型式試験の唯一の目的は、設計、及び構造がこの規格に適合していることを確認する。

2. ルーチン試験は、製造者の量産ラインで行う。

- ・保護接地(PE)試験、耐電圧試験の実施(附属書 F を参照)
- ・危険な活電部分、及び接触可能な導電性部分の両方をもつ生産品の全てに対して、附属書 F のルーチン試験を量産品について行う。

3. 認定部品、及び文書調査による試験の省略が可能である。

- ・関連規格の要求事項を満たしたサブアセンブリの試験は、機器全体の型式試験で重複して行う必要はない。
- ・機器、及び設計文書を調査して試験で適合することが確実に確認できる項目については、技術的な考察の基に機器の試験を省略してもよい。
- ・規格の適合性規定文で検査を要求している場合は、機器を製造するための材料、又は部品のデータシートの調査を行って適合性の評価を行う。

4. 製品・部品仕様書による規定と適合確認(試験・文書)による立証を行う。

- ・製造業者は、少なくとも規定の試験値を適用していることを確認して実施、立証することが要求される。
- ・試験機関は、規格で規定された試験基準値を適用して試験を実施する。

【規格要求・解釈】 4.2 試験の順序

5. 合理的なテストプランによる試験を実施する。

- ・特に指定のない限り、試験の順序は任意であるが、各試験後に対象の試験サンプルが、次の試験に影響しないか、十分に検査して対応する。また、試験順序を変えた場合に、先に実施した試験に合格したかどうか、試験結果に疑義が生じたときは、先に行った試験の再確認することも必要となる。

【規格要求・解釈】 4.3 標準試験状態

6. 特別な事情が無い限り、規定された環境で試験を行う。

- ・温度 15 °C ~ 35 °C 相対湿度 75 % 以下(霜、結露、水のし(浸)み出し、雨水、直射日光などが無いこと)
- ・気圧 75 kPa ~ 106 kPa

7. 規格適合性が立証できればサブアセンブリの試験で行うことができる。

- ・寸法又は質量が、完全に組み立てられた機器の特定の試験を行うのに適さない場合には、サブアセンブリで試験してもよい。但し、組み立てられた機器がこの規格の要求事項を満たすことを立証することが条件となる。

8. 機器の配置は、メーカーの仕様書(取扱説明書)による。

- ・機器を任意の正常な使用状態に配置し、換気を妨げないこと。壁、くぼ(窪)み、キャビネットなどに組み込むことを意図する機器は、製造業者の取扱説明書で指示された方法で設置する。

9. 付属品(アクセサリ・オプション)は、試験に影響するもの以外は、接続する必要はない。

- ・製造業者は、本体試験サンプルと共に付属品を準備するが、推奨する付属品、及び操作者が交換可能な部品は、試験に影響しない場合は、接続しないこともある。(メーカー、試験実施者の判断)

10. カバー及び取外し可能な部品は、試験時の判断による。

- ・工具を使用しないで取り外すことができるカバー、及び部品は、試験時にその影響を考慮して対応する。

11. 電源電圧は、定格電圧の 90 %～110 %の範囲として、定格周波数とする。

[試験項目:インプット、温度上昇試験]

- ・電池で動作する機器、及び直流機器は、正常な極性、及び逆の極性に接続する。
- ・電源電圧は、機器に入力できる定格電源電圧の 90 %～110 %の範囲とする。
但し、機器によって、より大きな変動に対する定格が定められている場合は、その変動範囲内の任意の電源電圧とする。
- ・周波数は、いずれかの定格周波数とする。
- ・交直両用機器は、交流。又は直流電源に接続する。
- ・単相交流電源を用いる機器は、正常な極性、及び逆の極性に接続する。
- ・逆接続できる接続手段の場合は、電池で動作する機器、及び直流機器は、正常な極性と逆の極性に接続する。

12. 主電源電圧以外の入力電圧、及び出力電圧は、定格電圧の範囲とする。

- ・フローティング電圧を含むが、主電源電圧を除く入力電圧及び出力電圧は、定格電圧範囲内の任意の電圧に設定する。

13. 保護接地端子のある機器は、接地して試験、また、機能接地端子の機器は、試験時の判断による。

- ・保護導体端子がある場合には、接地する。機能接地端子は、接地するか、又は接地しないかのいずれかにする。

14. 制御器は、メーカーの製品仕様に基づいた設定にする。

- ・操作者が工具を用いずに調節できる制御器は、任意の位置に設定する。
- ・主電源選択デバイスは、正しい値に設定する。
但し、機器上の表示で製造業者が禁止している場合は、それらに従う。

15. 機器に接続する周辺機器・ケーブルは、試験に影響すると考えられる場合に接続する。

- ・機器は、正常な使用のために接続するか、又は接続しないかのいずれかにする。

16. モーターの負荷は、使用状態での最大負荷で試験を行う。

- ・機器のモータ駆動部の負荷条件は、仕様に従って、正常な使用の状態にする。

17. 電気的な出力がある機器は、定格負荷に定格出力電力を供給する動作状態で行い、定格負荷インピーダンスの接続は、試験時の判断で行う。

- ・電気的な出力がある機器の場合は、次の a) 及び b) による。
 - a) 機器は、定格負荷に定格出力電力を供給するような方法で動作させる。
 - b) あらゆる出力の定格負荷インピーダンスは、接続するか、又は接続しないかのいずれかにする。

18. 短時間、又は間欠動作する機器は、動作時間を最長、回復時間を最短にする。

- ・短時間動作、又は間欠動作の機器は、製造業者の指示する定格に従って、動作時間を最長にし、かつ、回復時間を最短にする。
- ・始動期間中にかなりの熱を発生し、その熱を放出するために継続的動作を要する短時間動作、又は間欠動作の機器は、動作時間を最短にし、その後、回復時間を最短にする。

19. 特定の材料を負荷とすることを意図する機器は、最も不利な負荷とする。

- ・正常な使用で特定の材料を負荷とすることを意図する機器は、取扱説明書で正常な使用として認めている場合に、無負荷(空)を含め、取扱説明書で指定された材料の最も不利な量の負荷をかける。
※指定された材料が試験中にハザードになり得る場合は、試験の結果に影響しないことを示すことができれば、他の材料を使用してもよい。

20. カバー及び取り外し可能な部品は、試験時の判断による。

- ・工具を用いずに取り外すことができるカバー、及び部品は、取り外すか、取り外さないかのいずれかにする。

【規格要求・解釈】 4.4 単一故障状態における試験

21. 機器、及びその回路図を調査して、最も不利な組合せの下で動作する条件で危険になりやすい故障状態を考察、机上で安全が確認出来ない場合にはアブノーマル試験を行う。

・要求事項(下記)

- a) 機器、及びその回路図を調査する。これによって、ハザードになりやすい故障状態、つまり、適用しなければならない故障状態が通常明らかになる。
- b) 個々の故障状態からはいかなるハザードも生じ得ないことが確認できない限り、適合性を確認するために規定されるように故障状態の試験を実施する。
- c) 機器は、標準試験状態(4.3 参照)の最も不利な組合せの下で動作させる。
故障状態を変えると最も不利な状態の組合せも変わるので、試験ごとにその組合せを記録する。

22. 故障状態は、1 項目毎に任意の順序で試験を行い、同時に複数の故障を適用しない。

・故障状態は、一度に 1 項目だけを任意の順序で適用する。

・適用した故障の結果による故障でない限り、同時に複数の故障を適用しない。

※例えば、複数のファンがあると、それらのファンが共通の電源、又は制御源を共有していない限り一度に一つのファンの停止でもよい。電源、又は制御源を共有する複数のファンは、その電源、又は制御源を遮断することによって、同時に停止させることが望ましい。
一つの故障状態をそれぞれ適用した後、機器、又は部品は、該当する試験に合格すること。

23. 保護インピーダンスの故障試験は、その要求に従って行う。

・要求事項(下記)

- a) 保護インピーダンスを部品の組合せによって構成する場合は、各部品は短絡するか、又は開放するか、より不利なほうにする。
- b) 保護インピーダンスを基礎絶縁と電流又は電圧制限デバイスとの組合せによって構成する場合は、基礎絶縁と電流、又は電圧制限デバイスとはともに、一度に一つ適用する単一故障試験にかける。基礎絶縁は橋絡し、電流又は電圧制限デバイスは、短絡するか、又は開放するか、より不利な状態にする。
- c) 保護インピーダンスを 6.5.4 の要件を満たす単一部品で構成する場合は、その単一部品を短絡、又は開放する必要はない。

24. 保護導体(PE)を外してアブノーマル試験(漏れ電流)を行う。

・保護導体を外して試験を行う。

但し、永続接続形機器、及び IEC 60309 規格群の要求事項を満たすコネクタを用いている機器は除く。

25. 短時間、間欠動作の機器、及び部品は、連続的に動作させる。

・単一故障状態で連続的に動作する場合、短時間動作、又は間欠動作の機器又は部品は、連続的に動作させる。個別部品には、モーター、リレー、他の電磁デバイス及びヒータを含む。

26. モーターは、最大負荷で動作、拘束状態でアブノーマル試験を行う。

・認定品、試験済みのモーターは、試験時の判断で省略することが出来る。

・モーターは、十分に回転しているときに停止させるか、又は始動を阻止するか、より不利なほうにする。

・多相モーターは、モーターが許容する最大負荷で動作中に給電相の一つの相を遮断する。

27. モーターの補助巻線回路コンデンサの短絡試験を行う。

・モーターの補助巻線の回路におけるコンデンサ(自己回復コンデンサを除く)は、短絡する。

28. 主電源変圧器の二次巻線の短絡、過負荷試験を行う。

・主電源変圧器の二次巻線は、短絡して過負荷にする。

・試験中に損傷した変圧器は、次の試験前に修理、又は交換してもよい。

・個別の部品として試験する主電源変圧器の試験は、規格書 14.6 項 による。

■短絡

- ・正常な使用で負荷がかかる中間引き出し線がない各出力巻線及び中間引き出し線がある出力巻線の各部分は、その負荷における短絡を模擬して、一度に一つずつ試験する。
- ・過電流保護デバイスは、試験中装着したままにしておく。
- ・他の全ての巻線は、正常な使用での負荷条件がより不利となるように負荷をかけるか又は無負荷にするかのいずれかとする。

■過負荷

- ・中間引き出し線がない各出力巻線、及び中間引き出し線がある出力巻線の各部分は、一つずつ過負荷にする。
- ・他の巻線は、正常な使用での負荷条件がより不利となるように負荷をかけるか、又は無負荷にする。
- ・単一故障状態の試験から何らかの過負荷が引き起こされる場合、二次巻線はそれらの過負荷にかける。
- ・過負荷は、巻線間に可変抵抗器を接続することによって実現する。
- ・抵抗器は、可能な限り迅速に調整し、必要な場合には、適用する過負荷を保持するために 1 分後に再調整する。(その後は、再調整をしない)
※電流遮断デバイスで過電流を保護している場合：規格書を参照

29. 出力を短絡した場合の安全が立証できない場合には、短絡試験を行う。

- ・出力は、一度に一つ短絡する。

30. 複数電源機器で保護回路がない場合には、同時接続で試験を行う。

- ・複数形式の電源で動作するように設計した機器は、構造上防止している場合を除き、これらの電源に同時に接続する。

31. 機器に冷却のための開口部やファンなどがある場合には、一度に一つの故障を適用してアブノーマル試験(温度上昇)を行う。

- ・要求事項(下記)
 - a) フィルタ付きの空気穴は、閉じる。
 - b) モータ駆動ファンによる強制冷却は、停止する。
 - c) 水、又は他の冷却剤の循環による冷却は、停止する。
 - d) 冷却液がないことを模擬する。

32. 加熱デバイスは、保護デバイスを無効にして試験を行う。

- ・要求事項(下記)
 - a) 加熱回路に連続通電するために加熱時間を制限するタイマは無効(連続通電状態)にする。
 - b) 14.3 項 の要求事項を満たすこと。
過昇温度保護デバイスを除き、加熱回路に連続通電するために温度制御は、無効(連続通電状態)にする。

33. 回路間、及び部分間の絶縁破壊の可能性のある場合に試験を行う。

- ・基礎絶縁に対して規定するレベル未満である回路間及び部分間の絶縁は、9.1 a) 項の方法を用いる場合には、火の燃え広がりに対し確認するために短絡する。

34. インターロックのアブノーマル試験の実施 (リスクアセスメント)

- ・操作者保護用のインターロックシステムの各部分は、工具を用いずに外すことができるカバーなどを取り外したときに、そのシステムがハザードへの接近を防止している場合は、順次、短絡するか、又は開放する。

35. 電圧選択設定機器は、全ての電圧設定で各定格電源を供給して試験を行う。

- ・操作者が幾つかの異なる定格電源電圧に設定できる電圧選択器は、機器をその各定格電源回路に接続して設定可能な各位置に設定する。

36. 試験の時間は、適用した故障の結果、更に変化が起きなくなるまで機器を動作させる。

- ・適用した故障の結果、更に変化が起きなくなるまで機器を動作させる。
- ・通常、各試験を1時間に限定する。
(その時間内で単一故障状態から生じる二次故障が明らかになる)
- ・感電、火の燃え広がり、又は人身傷害が最終的に発生する兆候がある場合は、いずれかのハザードが生じるまでか、又は4時間試験を続ける。

37. 電流制限デバイスは、動作状態に関係なく、その最高温度を測定する。

- ・容易に触れることができる部分の温度を制限するために動作中に電流を遮断するか、又は制限するデバイスを内蔵している場合は、そのデバイスが動作するかしないかにかかわらず、それらの部分が到達する最高温度を測定する。

38. 故障によるヒューズ溶断での保護機能について、アブノーマル試験を行う。

- ・故障がヒューズの溶断によって終結するが、ヒューズが約1秒以内に作動していない場合は、該当の故障状態でのヒューズ電流を測定する。
- ・ヒューズの最小作動電流に達したか、及びヒューズ作動前の最大時間に達したかを確認するためヒューズの溶断時間の電流特性を評価する。
(ヒューズを流れる電流は、時間の関数として変化することがある)
- ・試験でヒューズの最小作動電流に達しない場合は、ヒューズを短絡して、ヒューズの最大作動時間と一致する時間、又は規定された時で連続的に機器を動作させる。

39. 故障状態適用後の適合性の確認

- ・単一故障適用後、感電保護のための要求事項に対する適合性を次のa)~c)のように確認する。
 - a) いかなる接触可能な導電性部分も危険な活電状態になっていないことを確認するために、6.3.2項の測定を行う。
 - b) 保護が少なくとも基礎絶縁のレベルであることを確認するために、二重絶縁、又は強化絶縁に対して電圧試験を実施する。
基礎絶縁のための試験電圧で6.7項及び6.8項(湿度前処理なし)によって電圧試験を実施する。
 - c) 変圧器内の二重絶縁又は強化絶縁によって電氣的ハザードに対し保護する場合は、変圧器巻線の温度を測定して表20の温度を超えてはならない。

■温度

温度に対する保護のための要求事項への適合性は、外装及び容易に触れることができる部分の外側表面の温度を測定することによって確認する(箇条10参照)。

■火の燃え広がり

火の燃え広がりに対する保護のための要求事項への適合性は、針葉樹(軟木)の表面を白い薄紙で覆い、その上に機器を置いて、更に機器をチーズクロス(チーズ製造時に用いるガーゼ状の布)で覆うことによって確認する。

熔融金属、燃えている絶縁物、火炎粒子などが、機器を設置している表面に落下したり、薄葉紙若しくはチーズクロスの炭化、赤熱、又は燃え上がりがあつたりしてはならない。いかなるハザードも生じ得ないなら、絶縁材料の熔融は、無視する。

■その他のハザード

ハザードに対する保護のための要求事項への適合性は、箇条7~箇条16によって確認する。

**(2) Safety Test Data Form *TRF No. IEC61010_1K
A.1~A.43 (IEC 61010-1:2010+AMD1:2016)**

SAFETY TEST-DATA REPORT	
IEC 61010-1/ EN 61010-1 Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use Part 1: General requirements	
Report Number:	FS-****
Product:	
Model/Type Name:	
Trade Mark (if any):	
Name and Address of the applicant:	
Name and Address of the factory:	
Date of Test:	
Applicable Standards:	IEC 61010-1:2010+AMD 2016 EN 61010-1:2010+AMD 2019
Reviewed by:	  Date: _____ S. Fujinoki FSS Corporation

TRF No. IEC61010_1K

- A.1: Testing in SINGLE FAULT CONDITION – Results
- A.2: Mains supply
- A.3: Durability of markings
- A.4: List of ACCESSIBLE parts
- A.5: Values in NORMAL CONDITION
- A.6: Values in SINGLE FAULT CONDITION
- A.7: Cross-sectional area of bonding conductors
- A.8: Tightening torque test
- A.9: Bonding impedance of plug connected equipment
- A.10: Bonding impedance of permanently connected equipment
- A.11: Transformer PROTECTIVE BONDING screen
- A.12: Protective impedance
- A.13: Current- or voltage-limiting device
- A.14: Insulation requirements- Block diagram of system
- A.15: Insulation requirements- Clearances and Creepages
- A.16: Insulation requirements- Clearances and Creepages *Mechanical resistance to shock and impact
- A.17: Reliability of potted components
- A.18: Dielectric strength tests
- A.19: Cord anchorage
- A.20: Protection against mechanical HAZARDS
- A.20A: Stability
- A.21A: ENCLOSURE rigidity test
- A.21B: Drop test
- A.22: Protection against the spread of fire
- A.23: Constructional requirements
- A.24: Limited-energy circuit
- A.25: Requirements for equipment containing or using flammable liquids
- A.26A: Temperature Measurements
- A.26B: Temperature of windings / Resistance method Temperature Measurements
- A.27: Resistance to heat of non-metallic ENCLOSURES
- A.28: Insulating Materials
- A.29: Vicat softening test (ISO 306)
- A.30: Mechanical resistance to shock and impact
- A.31: Leakage and rupture at high pressure
- A.32: Leakage from low-pressure parts
- A.33: Ionizing radiation
- A.34: Equipment not intended to emit radiation
- A.35: Sound level
- A.36: Ultrasonic pressure
- A.37: Batteries and battery charging
- A.38: Overtemperature protection devices
- A.39: MAINS transformer
- A.40: MAINS transformer *Overload tests (for MAINS transformers)
- A.41: Circuits used to limit TRANSIENT OVERVOLTAGES
- A.42: Qualification of conformal coating for protection against pollution
- A.43: Additional or special tests conducted

(3) 安全試験(SAFETY TEST)関連情報 *下記URL参照

■ 安全試験

- 製品の安全性を試験によって検証して、その適合の証拠(エビデンス)を示す。
- 不適合、不具合点の対策を行い、製品の安全性の向上を図る。
- 試験を行う意味
 - －意図した安全仕様を満たしているかを確認(検査)して、品質を確保する。
 - －適合性確認、認証取得、法規制の対応のためにテストレポートを作成する。

<https://fujisafety.jp/files/case/JS2-No3.pdf>

■ 安全性評価と試験

- 試験をしなければ、その安全性が評価できない場合に実施する。
- 関連文書を調査して規格に適合することが確実な項目は、試験を省略することも選択肢となる。

<https://fujisafety.jp/ce06.html>

■ 安全試験・評価レポートと技術文書

- 技術的考察による安全性評価、及び試験データで適合性を判断、技術文書に反映する。

<https://fujisafety.jp/consul05.html>