

IEC 60204-1が要求する安全試験

■ IEC 60204-1 (Edition 6): 2016 *EN 60204-1:2018(deviation)

機械類の安全性 — 機械の電気装置 — 第1 部: 一般要求事項

Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 1: General requirements

(1) 適用範囲

稼働中に人の手で運搬、作業ができないような機械に使用され、電気・電子・プログラマブル電子の装置、及びシステムに適用される。また、連携して稼働する統合された機械、システム装置にも適用される。

(2) 安全試験(検証)に対する要求事項

安全試験の要求は、18章の検証(Verification) として下記のような要求がある。

18.1項 一般

検証範囲は、特定の機械(装置)に対して*専用の製品規格が適用される場合がある。**対象の機械(装置)について、適用する製品規格がない場合は、下記のa), b), c)、及びh)を検証に含めることが必須で、また、必要に応じてd), e), f)、及びg)の幾つかを適用してもよい。** *専用の製品規格: C規格

The extent of verification will be given in the dedicated product standard for a particular machine. Where there is no dedicated product standard for the machine, the verifications shall always include the items a), b), c) and h) and may include one or more of the items d) to g);

a) 電気装置がその技術文書に一致していることを検証する。

verification that the electrical equipment complies with its technical documentation;

b) 保護ボンディング回路の導通性の検証(18.2.2項の試験1)。 * Mandatory (EN 60204-1:2018)

verification of continuity of the protective bonding circuit (Test 1 of 18.2.2);

c) 電源自動遮断による故障保護の場合、自動遮断による保護の条件を18.2項に従って検証する。

in case of fault protection by automatic disconnection of supply, conditions for protection by automatic disconnection shall be verified according to 18.2;

d) 絶縁抵抗試験(18.3項参照)

insulation resistance test (see 18.3);

e) 耐電圧試験(18.4項参照)

voltage test (see 18.4);

f) 残留電圧に対する保護の検証(18.5項参照)

protection against residual voltage (see 18.5);

g) 8.2.6項に関連する要求事項が満たされていることの検証 * Mandatory (EN 60204-1:2018)

verification that the relevant requirements of 8.2.6 are met;

※8.2.6 接地漏れ電流が10 mA を超える電気装置に対する追加要求事項

h) 機能試験(18.6項参照)

functional tests (see 18.6).

これらの検証を試験で行う場合には、上記の*順序で行うことを推奨すると同時に電気装置を変更した時は、再試験(18.7項)を行うことが要求される。測定を含む検証には、*IEC 61557シリーズに従った試験機器を用いることを推奨する。尚、検証(試験)結果は、文書化しなければならない。*順序a)b)優先: Mandatory (EN 60204-1:2018)

When these tests are performed, it is recommended that they follow the sequence listed above. When the electrical equipment is modified, the requirements stated in 18.7 shall apply.

For verifications that include measurement, measuring equipment in accordance with the IEC 61557 series is recommended. The results of the verification shall be documented

*IEC 61557-1:2019

Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V AC and 1 500 V DC - Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures - Part 1: General requirements

<https://webstore.iec.ch/publication/60891>

■ *技術文書(資料)との一致(18.1項 a))についての具体的な実施事項(解釈) *技術文書:製品仕様書、図面、部品表等

1. 使用されている電気装置の規格への適合・認証状況を確認する。
2. 電気回路図と部品リスト重要部品(Critical parts)をレビューして、使い方の不備・不整合がないことを確認する。
3. 電源断路器を含む、断路器・開閉機器等の保護デバイスの仕様(遮断容量等)を確認する。
4. 使用ケーブルの太さ、接続方法、電流容量を確認して、適切な環電流保護がされていることを確認する。
5. 必要に応じて、対象機器(機械)要求される安全回路の性能(SIL/PL)と実際の回路の比較を行い妥当性を確認する。
6. 故障ループインピーダンスの検証結果とその適切性を確認する。
7. 最大遮断電流(SCCR)の検証結果の適切性を確認する。
8. リスクアセスメントを実施、適切な対策を行い、その残留リスクとの整合性を検証して取説(情報提供)を確認する。
9. 実機と技術資料をレビューして技術文書(Technical Documentation)を作成する。

■試験による検証(規格要求)

規格要求に対する適合評価は、技術資料に基づく技術的考察によって、その適合の検証が出来る場合もあるが、安全に関する重大な事象や安全であることが考察によって完全に証明できないこともある。

この場合には、試験を行って最終的な結果に基づいて検証しなければならない

1) 保護ボンディング回路の導通性の検証(18.2.2項の試験)。

- ・PE端子(外部接地端子)と保護ボンディング回路の関連ポイントとの間の抵抗値を測定する。
- ・測定電流 0.2A~10A *一般的に25A (IEC 61010-1)
- ・基準 0.1Ω 以下 ※抵抗測定値が関連する保護導体、ボンディング導体の長さ、断面積、材質による予測値以下であること。

■Continuity of Protective Circuit Test

The test circuit was connected between the PE terminal of the power supply cable and the equipment (e.g. motor) which was connected to the protected earth.
Test current: 25A

Result

Test Points	Voltage (V)	Resistance (Ω)	Cross Section Size of P.E. Conductor	Max. Permitted Voltage (V)
P.E. Terminal – TB-PE		0.008		
P.E. Terminal – NF-1		0.003		
P.E. Terminal – NF-2		0.002		
P.E. Terminal – FJ-03200		0.024		
P.E. Terminal – PC-NEC		0.005		
P.E. Terminal – Light Panel (T1)		0.002		
P.E. Terminal – Inside enclosure		0.010		
P.E. Terminal – GAP DETECTOR		0.003		
P.E. Terminal – Air Sensor		0.006		
P.E. Terminal – Oscilloscope		0.005		
P.E. Terminal – FJ-5200		0.013		



2) 電源自動遮断による故障保護の場合の自動遮断による保護の条件の検証(18.2項 参照)

導体又は接地への絶縁不良発生時に電源を自動的に遮断する漏電保護機器(漏電遮断器)を使用する装置が対象

※電源自動切替装置

電源自動切替装置は一般的にATS(Automatic Transfer Switch)と呼ばれ、一方の給電システムに電源障害が発生した場合にももう一方の給電システムに自動的に切り替えが出来る装置。

※規格書(IEC60204-1)

18.2.1 一般

電源自動遮断の条件(6.3.3 参照)は、試験によって検証しなければならない。

試験1 は、保護ボンディング回路の導通性を検証するための試験とする。

試験2 は、TN 接地系統において電源自動遮断によって保護される条件を検証するための試験とする。

TN 接地系統における試験方法は、18.2.2 及び18.2.3 による。電源の異なる条件に対するこれらの試験方法の適用は、18.2.4 による。

3) 絶縁抵抗試験(18.3項 参照)

- ・回路の相導体と保護ボンディング回路の間に電圧を印加する。
- ・印加電圧: DC500V
- ・基準: 絶縁抵抗 1MΩ 以下
 - ※例外: ブスバー・導体ワイヤー・導体バーシステム・スリップリング機構等の特定部分は、50Ω 以上
- ・その他の条件
 - ー サージ保護デバイスを外す
 - ー リレー・コンダクタ等はショート(閉路)状態
 - ー 絶縁トランスを使用している場合は、トランスの2次側の相導体と保護ボンディング回路の間にも電圧を印加

■ Insulation Resistance Test

The voltage (500Vdc) was applied and maintained for a period of one minute between the points indicated. All switches, contactors or equivalent in the test circuit were closed or shorted.

Test voltage: 500Vdc

Test Point	Result (M ohm)	Condition	Result
200V Circuit to GND	750	After Heating Test	Pass



4) 耐電圧試験(18.4項 参照)

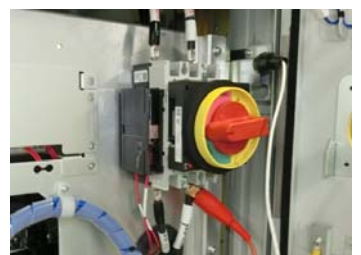
- ・回路の相導体と保護ボンディング回路の間に電圧を印加 (1秒以上)する。
- ・印加電圧: 定格供給電圧の2倍、又は AC1000V (50/60Hz)
- ・基準: 破壊的な放電(ブレイクダウン)が起こらないこと。
- ・試験環境/試験機器: IEC 61180-2 (EN 61180-2)に準拠
- ・その他の条件
 - ー 公称周波数50 Hz 又は60 Hz の試験電源を使用する。
 - ー 部品及び機器の製品規格に従って耐電圧試験を実施済みの部品は、試験中取り外してもよい。
例: サージ保護デバイスを外す
 - ー リレー・コンダクタ等はショート(閉路)状態
 - ー 絶縁トランスを使用している場合は、トランスの2次側の相導体と保護ボンディング回路の間にも電圧を印加

■ Electric Strength Test

The voltage was applied and maintained for a period of one minute between the points indicated. All switches, contactors or equivalent in the test circuit were closed or shorted.

Cut off current: 10 mA

Test Point	Test Voltage (V)	Leakage Current	Condition	Result
200V Circuit to GND	1550V	0mA	After Heating Test	Pass



* IEC 61180:2016

High-voltage test techniques for low-voltage equipment - Definitions, test and procedure requirements, test equipment
<https://webstore.iec.ch/publication/25234>

5) 残留電圧に対する保護の検証(18.5項 参照)

必要な場合は、6.2.4 の規定を満足することを確認する試験を行わなければならない。

- ・回路の相導体間、相導体と保護ボンディング回路の間の測定
- ・基準：電源遮断後、5秒以下
- ・5秒以内に放電できない場合、下記の情報を装置に記載
 - －感電の警告レベル
 - －必要な放電時間を示す警告文

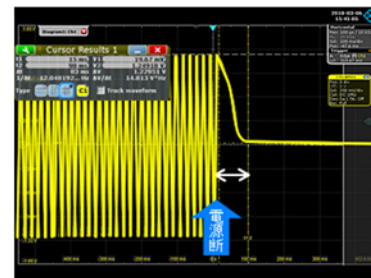
■Discharge Test

The unit was connected to 407Vac, 50Hz. A storage oscilloscope was connected across the external point of disconnection of the mains supply. With all switches in the unit initially set to the "OFF" position, the unit was disconnected from the supply source. The voltage 5 seconds after its disconnection was recorded.



Result

Test Points	Measurement Voltage (V)	Result
L1 to L2	<1V	Pass
L1 to L3	<1V	Pass
L1 to N	<1V	Pass
L2 to L3	<1V	Pass
L2 to N	<1V	Pass
L3 to N	<1V	Pass
L1 to GND	<1V	Pass
L2 to GND	<1V	Pass
L3 to GND	<1V	Pass
N to GND	<1V	Pass



6) 漏れ電流が10mAを超えている装置に関する要求事項の検証 (8.2.6項 参照)

- ・装置連続運転中の外部接地保護導体に流れる電流値を測定する。
- ・10 mA AC 又はDC を超える場合
 - 接地漏れ電流が流れる関連保護ボンディング回路の各区画は一貫性を保つために、一定の条件を満たすこと。
 - 規格書(IEC 60204-1) 8.2.6項 a)～e)参照

■ Earth Leakage Test

The equipment was operated at 208V, 60Hz.
The test was conducted with protective earth disconnected.
Measuring point was between the body and the earth.

Measurement Circuit	Result		Condition
	Voltage (V)	Current (mA)	
A1 Circuit of EN61010-1	208	35.8 ~39.2	protective earth connected
	-	-	protective earth disconnected

Remark;

The EUT is a permanent power connection equipment, it has been kept enough grounding condition to the machine body made by steel.



7) 機能試験(18.6 参照)

- ・電気装置の機能は、試験しなければならない。
The functions of electrical equipment shall be tested.

- ・試験箇所

- 起動/停止 (停止カテゴリの確認)
- 非常停止/非常スイッチングオフ
- インターロックスイッチ
- 運転モード切替
- 安全に関連する箇所

- ・その他

電気装置を変更したときは、18.7項の要求事項を適用しなければならない。

測定を含む検証には、日本工業規格又はIEC 61557 規格群に従った測定器を用いることを推奨する。

検証結果は、文書化しなければならない。

■Safety Function Test

(1) Emergency Stop Buttons (All System EMG)

Result

Unit shutdown immediately. (Safety relay unit opened, after Main Magnetic contactor KM-01 opened.)
Manual reset action had to be required.

(2) Emergency Stop Buttons (Only Line EMG)

Result (SS01)

All motor driver off immediately.(SS01 ON after relay k10,k30 to KT06 and KM06 to KM10 open.)
Manual reset action had to be required.

(3) Interlocking Switch of the Door

Result

The area at which operation stops calls at a switch position.
This relation is shown by attached sheet 2.

Additional interlock (3 door)

Same as (3)



Additional Door



Additional Door

8) その他の検証項目

1. インプット試験

- ・電流測定(起動時、通常運転中:1サイクルにおけるピーク値、及び平均値)
- ・基準:測定値 $\leq$ 銘板記載値

※Full Load Currentの定義 *EN 60204-1:2018で削除

*The full-load current shown on the nameplate shall be not less than the running currents for all motors and other equipment that can be in operation at the same time under normal conditions.

※規格書(IEC60204-1) *関連項目

- ・12.4項 定常使用時の許容電流
電流容量は、例えば、絶縁材料、ケーブル内の導体数、(シース)設計、布設方法、密集度、周囲温度などの要因に依存する。
注1: 更に詳細な情報及び指針は、IEC 60364-5-52, 他の国家規格、又は製造業者の要求による。
*表6(代表例): 装置のエンクロージャと各部品との間のPVC 絶縁導体の定常状態における電流容量
注2: 正しいケーブルサイズの決定にデューティサイクルとケーブルの熱時定数とが関係するような装置は、ケーブルメーカーの情報による。
(例: 高慣性負荷の始動間欠負荷運転)
- ・12.6.3項 ドラムに巻いたケーブルの電流容量
ドラムに巻いたケーブルは、完全にドラムに巻かれた状態で正規の使用電流を流した導体温度が最高許容値を超えないような導体断面積をもつものを選定しなければならない。
ドラムに収容した円形断面のケーブルの許容電流は、表7 によって自由大気中の最大電流容量から低減することが望ましい。
注記 自由大気中のケーブルの電流容量は、製造業者仕様又は関連規格の要求による。
- ・附属書D(参考): 機械の電気装置の導体及びケーブルの電流容量及び過電流保護

■Power Input Test

The unit was connected to a voltage as indicated and then operated normally under the conditions noted below until well warmed. The input current and average power were measured.

Marked rating: AC200V 3 phases, 50/60Hz, 45A

Result

Input Voltage (V)	Frequency (Hz)	Current (A)	Apparent Power (kVA)	Power Consumption (kW)	Condition
208	60	L1: 8.85 L2: 7.48 L3: 4.64	-	-	Normal operation (Average Value)

Note: Measurement time, 1 min.



2. 温度上昇試験

- ー通常運転中で温度が飽和するまで測定)
- ー電気装置表面にやけどのリスクがないこと。(ISO 13732-1参照)
- ー電気コンポーネントの仕様温度範囲内で使用されていること。
- ー電線の周囲温度が適切であること。

※規格書(IEC60204-1) *関連項目

- ・7.3項 電動機の温度上昇保護
- ・7.4項 異常温度保護
- ・11.2.3項 熱の影響
- ・11.4項 エンクロージャ・扉、及び開口部

装置が、正常作動時又は異常作動時に発火のリスク、又はエンクロージャ材へ有害な影響を与える表面温度に達する可能性がある場合は次による。

- ー 到達可能な温度に耐え火災及び劣化のリスクのないエンクロージャ内に設置する。及び
- ー 熱が安全に放散するように、隣接する装置から十分に離して配置する(11.2.3 参照)。又は
- ー 装置が発生する熱に耐え火災及び劣化のリスクのない材料によって、遮蔽する。

注: 6.2.2項による警告ラベルを付けることが必要になる場合がある。

- ・16.2.2項 高温表面の危険源

リスクアセスメントによって、電気装置の危険な表面温度の可能性を警告する必要がある場合、次の図記号ISO 7010-W017 (図19 参照)を用いなければならない。



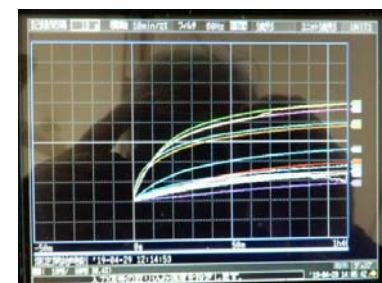
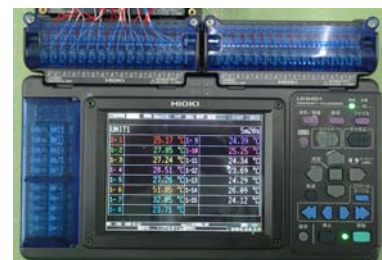
図 19—図記号 ISO 7010-W017

■Heating Test

The machine was operated for sufficient time to achieve equilibrium of temperature.
Thermocouple and spot type (non-contact) thermometer were used for measurement.
Test Voltage: 208V, 60 Hz

Result 1: Measurement taken by non-contact thermometer.

No.	Location	Measured Temp. (°C)	Max. Permitted Temp. (°C)	Result Pass/Fail
1	Room Ambient	32.5	--	--
2	Input wire	33.4	105	Pass
3	Power Switch	33.4	95	Pass
4	Main Breaker	33.2	95	Pass
5	Noise Filter-1 (Left)	35.2	95	Pass
6	Noise Filter-2 (Right)	34.2	95	Pass
7	Magnet Contactor	33.7	85	Pass
8	Air conditioner	34.8	85	Pass
9	Induction Motor-1 (End of inside)	45.6	85	Pass
10	Induction Motor-2 (Front of inside)	34.2	85	Pass
11	CKD REGURATOR	33.6	85	Pass
12	Oil Tank (SMC) Rear Side *P-010-N	33.2	85	Pass
13	Oil Tank (SMC) Left Side *T-005B	35.8	85	Pass
14	Oil Tank (SMC) Left Side *T-001B	37.2	85	Pass



■Heating Test

Result 2: Measurement taken by contact thermometer.

Result 2: Measurement taken by contact thermometer.					
No.	Location		Measured Temp. (°C)	Max. Permitted Temp. (°C)	Result Pass/Fail
1	Operation panel Hot surface (Panel)		35.2	70	Pass
2	Motor Surface *Accessible area		50.2	85	Pass
3	WORK Area	Oil Pipe (T1)	44	85	Pass
4	(SAMPLE	Oil Pipe (T2)	49	85	Pass
5	PUMP)	Oil Injection Unit (1 ~4)	45.8 ~46.0	85	Pass
6		PUMP (max)	44.6	85	Pass
7	Clean Fan Unit Hot surface		35.6	95	Pass

9) 再試験(18.7項 参照)

機械又は関連装置の一部を変更又は改造した場合には、電気装置の再検証及び試験が必要かどうかを考慮しなければならない。
再試験によって生じる可能性のある過酷な影響について特別な注意をすることが望ましい(例えば、絶縁試験、機器の取外し、再接続によって生じる過度のストレスに対して注意する。))。

(3) 安全(SAFETY)関連情報 *下記URL参照

- 1) 低電圧指令の入門と事例 (CEマーキング)
<https://fujisafety.jp/files/case/JS2-No3.pdf>

[*See P 42-45. EN 61010-1 vs. EN 60204-1](#)
- 2) 機械装置の安全基準と法規(法令)・安全規格との関連表
<https://fujisafety.jp/files/case/JS1-No5-2.pdf>
- 3) 業務計画書 製品安全・EMC (CEマーキング)
<https://fujisafety.jp/files/aboutus/c1-2.pdf>
- 4) CEマーキング技術文書
<https://fujisafety.jp/files/aboutus/c1-10.pdf>
- 5) リスクアセスメントと安全設計
<https://fujisafety.jp/files/aboutus/c1-20.pdf>

[*See P 40-65. ISO 13849-1 \(安全制御システム\)](#)