

表 1 機械システムにおける基本的安全原則又は“十分に吟味された”安全原則

表において基本安全原則を**基安**、十分に吟味された安全原則を**吟味**と略記し、ISO13849-2 の安全原則の条項番号を示す。

安全原則の名称	安全性確保の方策例
安全関連機能の分離／独立	安全関連機能の独立性、独立不可能時全機能を安全機能とする (基安-M9)
エネルギー非供給の原則	電磁リレーの場合での NO(a)接点による電力の供給 (基安-M3)
	ノーマルクローズの電磁ブレーキの場合でのブレーキ解錠用電力供給による。モータの起動は NO(a)接点による。 (基安-M3)
冗長部品の適用	金属板切断機械(シャー)でのばね適用、危険ガス又は危険液の配管での適用、腰掛での多重ばねの適用 (吟味-M6)
予期しない起動の防止	ばねや空気圧による蓄積エネルギーの放出、電源復帰、運転モードの変更に対する考慮 (基安-M8)
反応遅れ制限	ばねの疲労、機械ブレーキ開放不足、電気ブレーキの入力故障による非遮断、油空圧系でのスプール又はピストンの固着若しくは汚れ、油の汚れ、温度、注油不足などを考慮する (基安-M7)
ポジティブ結合の適用	ドアスイッチでのドア→カム→プランジャ間の機械的結合、ガイド式電磁リレーでのばね→カード→接点アーム間及び接極子→カード間の結合 (吟味-M5)
ねじの正しい締め付け	例えば、締め付け圧を設定して自動的にとりつける。 (基安-M2)
塵／液体の侵入防止	例えば次のような処置。 電気設備の場合での IP コードの適用、 油圧系での固体粒子及び水のろ過並びに分離の処置、 可燃性クーラント使用でのアルミニウム加工の火災又は粉塵爆発防止、 クーラントに有害物質を含む場合でのクーラントと切粉を分離し、外部のオイル/グリースによるクーラントの汚れを防止する (基安-M10)
非対称故障モードの適用	踏切遮断器ではゲート開時モータを起動状態にして棹を直立に立てないで、少し傾斜させておく。これにより、モータ起動力が不足すると棹を降下させることができる。 (吟味-M1)

オーバーディメンショニングの適用	例えば吊り上げ機械に対する安全係数を例えば次のように定める。 手動機械の静的試験係数／動的試験係数:1.25 倍／1.1 倍、 吊り上げ用ロープの作業係数:5 倍、 吊り上げ用チェーンの作業係数:4 倍、 吊り上げ用繊維性ロープの作業係数:7 倍 (吟味-M2)
安全位置の決定	次の出力 OFF 位置。電磁リレーでの b 接点の ON 状態の位置、ドアスイッチでのカムがプランジャを押し始める位置、 NC の電磁ブレーキでの アーマチャがディスクを押さえる位置、 電磁弁でのスプールが流体の出口を完全に塞ぐ位置 (吟味-M3)
速度制限	機械への接近速度を、例えばプレス機械では 10mm/s、産業用ロボットでは 250mm/s、せん断危険源に対しては 33mm/s以上とする (基安-M6)
環境上の使用制限	(IEC60204-1 での使用温度範囲及び防塵／防水対策)使用温度範囲:5°C～40°C、防塵／防水対策:IP コードの使用 (基安-M5)
“十分に吟味された”ばねの適用	圧縮ばねにおける次の設計の適用。 (1) “十分に吟味された”材料の選定、製造、処理による (2) 十分なばねガイドの使用 (3) 無負荷時のコイルの巻き間隔がコイルの直径より小さい (4) 破損後でも十分なばね力が維持される (吟味-M7)

表 2 電気システムにおける基本的安全原則又は“十分に吟味された”安全原則
表において基本安全原則を基安、十分に吟味された安全原則を吟味と略記し、ISO13849-2 の安全原則
の条項番号を示す。

安全原則名称	安全性確保の方策例
保護ボンディングの適用	(目的)露出導電性部分(露出導電部)に漏電が生じたとき感電を防止する。 (従来に日本と欧州の相違)日本は大地接地方式(TTシステム)が主流をなす。欧州はシステムアース(TNシステム)多く採用する。 (基安-E2)
入力装置の確実な固定	センサや位置スイッチの取り付け位置は、安全確保の基準となる場合がある。その移動は危険側障害となり易くその保護を必要とする場合がある。 (基安-E6)

エネルギー非供給の原理の適用	<p>モータ起動時の停止ボタンと電気接点の接続関係への適用例:</p> <p>モータの起動回路は、停止ボタンの NC の電気接点 (b 接点) と始動用の NO の電気接点 (a 接点) の直列接続による。理由は、停止ボタンを押した時及び a 接点の ON 状態を与える電磁リレーの電源を遮断したときモータの供給を停止したいから。</p> <p>光カーテンへの適用例: 光ビーム遮断によりモータを停止させる。</p> <p>(基安-E4)</p>
絶縁性の監視	<p>例えば漏電検出装置 (電源の供給側ライン電流と帰電側ライン電流の間に不平衡電流が生じたとき電流を遮断する装置) の適用</p> <p>(基安-E3)</p>
エネルギー制限適用	<p>バッテリーとしてのコンデンサの OFF デイレー機能への適用</p> <p>(吟味-E4)</p>
オーバーディメンショニングの適用	<p>電気接点の使用では、次の使用条件を満たす時を“十分に吟味された”とみなす。</p> <p>(1) 通電電流: 接点の定格電流の 50%未満</p> <p>(2) スwitching の頻度: 公称値の 50%未満</p> <p>(3) スwitch 操作の総回数: スwitch の耐久回数の 10%未満</p> <p>(吟味-E8)</p>
直列接点回路の切替え操作順序による保護	<p>保護の目的: 電気接点の一方は無負荷状態で ON/OFF の切替えを行わせて火花を出させない。他方の電気接点には常に負荷電流を切替させることにより、接点の溶着故障をこの他方の側に起こさせる。もし、溶着故障が他方の側で生じたら、上述の一方の側の電気接点で負荷電流を遮断する。) </p> <p>適用回路例: 二重系出力の直列接続による電気接点回路</p> <p>(基安-E9)</p>
ポジティブな機械的結合の電気接点への適用	<p>(電磁リレー接点への適用の場合)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・目的: a 接点と b 接点を同時に ON 状態にしないために。 ・適用による機能上の限界: 電気接点の溶着は避けることができない。 ・限界に対する安全上の処置) 回路上でのできる限りの溶着検出。 <p>(吟味-E1)</p>
ケーブル間の障害回避保護	<p>フラットケーブルの絶縁電線間を例えばカッターナイフで回路短絡を起こしたとき接地線介入なしには回路間短絡を生じない。</p> <p>(吟味-E2)</p>
隔離距離による保護	<p>(沿面距離及び空間距離の適用) 空間距離は 2 つの充電部の直接の空間距離をいう。沿面距離は 2 つの充電部間の絶縁物表面の距離をいう。</p> <p>(ガイド式電磁リレーへの適用例) 空間距離確保のために電気接点をカプセル内に収納</p> <p>(吟味-E3)</p>

予期しない起動の防止	国際規格では電気技術的防止方法として、再起動防止制御が適用される (基安-E7)
電氣的パラメータ制限保護	IEC60204-1(JIS B 6690-1)での制限保護例:過電流保護、過負荷保護、不足電圧保護、過熱保護、過速度、逆相保護、過電圧保護 (吟味-E5)
非対称故障モードの採用(例:ダイナミック処理)	<ul style="list-style-type: none"> ・コンポーネントの例:ヒューズ、漏電遮断器 ・信号処理の例: 入力信号を交流信号とすることにより、この交流信号を伝達する処理回路に固定故障(部品の端子間での短絡故障又は端子での断線故障)が生じたとき出力に交流が生じ得ないことを利用する信号処理。 (吟味-E7)
過電流保護	<ul style="list-style-type: none"> ・使用者側の指定がない限り、供給者側は提供の必要はない ・装置例としてヒューズ、ブレーカ、サーマルリレー、過電流継電器がある ・設置場所の例: <ol style="list-style-type: none"> (1) 電力回路(各設備及び制御用の変圧器への電源ライン) (2) 照明用の電源ライン及び保守用コンセントの電源ライン (基安-E8)
主断路器使用保護	主断路器使用時の構造条件を述べよ。 <ol style="list-style-type: none"> (1) 振動等考慮済みのこと、 (2) デイレーティングは“十分に吟味された”安全原則によること (3) 接点電流は温度保護装置で制限されること (吟味-EC3)
環境条件への耐性	温度、湿度、振動、外部の電磁的/光学的影響の回避 (基安-E10 とした)