

条項	項目	規格要求事項	タイプ1	タイプ2	理由/コメント
4	協働ロボットシステムの設計				
4.1	一般	ISO10218-2:2011には、産業ロボットと、協働ロボットシステムを含むロボットシステムの統合に関する安全要求事項が記載されている。協働ロボットシステムの運転上の特性は、従来のロボットシステムの設備、並びにその他の機械類及び機器の運転上の特性とは大きく異なる。協働ロボットの運転では、操作者はロボットのアクチュエータに動力が伝わっている状態で、ロボットシステムに極めて近接して作業をすることがあり、また協働作業空間において、操作者とロボットシステムとの物理的接触が起こる可能性がある。図1を参照。 いかなる協働ロボットの設計においても、協働ロボットの運転中は、常に操作者の安全を確保するための保護措置が求められる。協働ロボットシステムのアプリケーションに関連する危険源を特定し、そのリスクを推定することで、適切なリスク低減措置を選択できるようにするために、リスクアセスメントが必要である。	該当	該当	リスクアセスメントを実施する
4.2	協働アプリケーション設計	協働ロボットシステム及び関連するセルレイアウトの設計において重要なプロセスは危険源の排除およびリスクの低減であり、このプロセスは作業環境の設計を含む、又はそれに影響を与えることがある。以下の要素を考慮に入れなければならない。 a) 設定されている協働作業空間の制限(3次元) b) 協働作業空間、接近及び空間距離 1) 制限空間及び協働作業空間の図面 2) 協働作業空間への影響(例えば、原料の保管場所、ワークフローの要求事項、障害物) 3) 固定物、機器及び建造物の支柱のような障害物付近の空間距離の必要性 4) 操作者の接近可能性 5) ロボットシステムの一部と操作者との、意図的及び合理的に予見可能な接触 6) 接近経路(例えば、操作者の移動経路、原料の協働作業空間への移動) 7) うっかりミス、つまづき及び転倒に関連する危険源(例えば、ケーブルトレイ、ケーブル、凹凸面、カート)	該当	該当	リスクアセスメントを実施する
4.3	危険源の特定及びリスクアセスメント				
4.3.1	一般	インテグレータは、ISO10218-2:2011,4.3に記載されたとおり、協働運転に関するリスクアセスメントを実施しなければならない。協働作業空間において操作者が作業するうえで予想される接近可能性と同様に、意図的な接触状況、又は合理的に予見可能な操作者とロボットシステムの非意図的な潜在的な接触状況に関しても、特別に考慮しなければならない。 使用者は、作業空間のリスクアセスメント及び設計に参加することが望ましい。インテグレータは、この参加の調整、及びアプリケーションの要求事項に基づく適切なロボットシステム構成の選択に対して責任を負う。	該当	該当	リスクアセスメントを実施する
4.3.2	危険源の特定	ISO10218-2:2011,附属書Aに含まれる、ロボット及びロボットシステムの重大危険源のリストは、ISO12100に記載されたとおり実施された危険源の特定によるものである。特定の協働アプリケーション(例えば、溶接、組立、研削、又は粉碎)によって、更なる危険源(例えば、煙霧、ガス、化学物質、及び高温の原料)が発生 可能性がある。これらの危険源には、特定の協働アプリケーションのリスクアセスメントを通じて、個々の基準で取り組まなければならない。 危険源の特定プロセスは、以下のことを最低限考慮しなければならない。 a) 以下を含む、ロボットに関連する危険源 1) ロボットの特性(例えば、荷重、速度、力、運動量、トルク、動力、形状、表面形状、及び材質) 2) ロボットにおける準静的接触状態 3) ロボットの近接度に関する操作者の位置(例えば、ロボットの下での作業) b) 以下を含む、ロボットシステムに関連する危険源 1) 人間工学的設計の欠如、鋭いエッジ、工作物の紛失、突出部、ツールチェンジャーでの作業を含む、エンドエフェクタ及び工作物の危険源 2) 部品の配置、構造物(例えば、固定物、建造物の支柱、壁)の向き、固定物上の危険源の位置に関する、操作者の動作及び位置 3) 固定具の設計、クランプの配置及び操作、その他の関連する危険源 4) 接触が過渡的となるか準静的となるかの確定、及び影響を受ける可能性のある操作者の身体部分 5) 手動制御型ロボットガイド装置の設計及び位置(例えば、接近可能性、人間工学的、潜在的誤用、制御及び状態インジケータから生じる可能性のある混乱、など) 6) 周囲環境(例えば、隣接する機械から保護カバーが取り除かれている、レーザーカッターが近接する)による影響及びその結果 c) 以下を含む、アプリケーションに関連する危険源 1) プロセス固有の危険源(例えば温度、排出部品、溶接滓) 2) 個人用保護具の使用が求められることによる制限 3) 人間工学的設計の欠如(例えば、注意を喪失させるもの、不適切な操作につながるもの)	該当	該当	リスクアセスメントを実施する
4.3.3	作業の特定	使用者との協議の上、インテグレータは、ロボットセルに関連する作業を特定及び文書化しなければならない。合理的に予見可能な全ての作業と危険源の組合せを特定しなければならない。協働作業は、以下によって特徴づけることができる。 a) 移動ロボットシステム(例えば、外部固定部を伴う協働組立)との協働作業空間に操作者が存在する頻度及び持続時間 b) 操作者と、駆動力又はアプリケーションに関連するエネルギー源を利用できる状態のロボットシステムとの間の、接触の頻度及び持続時間 c) 非協働運転と協働運転との間の移行 d) 協働運転完了後の、ロボットシステム動作の自動又は手動での再始動 e) 2名以上の操作者が関与する作業 f) 協働作業空間内でのあらゆる追加的作業	該当	該当	取扱説明書・仕様書にまとめる
4.3.4	危険源の排除及びリスク低減	危険源が特定された後、リスク低減措置を適用する前に、協働ロボットシステムに関連するリスクを評価しなければならない。これらの措置は、優先度順に列記された以下の基本原則(ISO 10218-2:2011,4.1.2を参照)に基づくものである。 a) 本質的に安全な設計による危険源の排除、又は置換によるそれらの低減 b) 操作者が危険源に接近したり暴露されたりする前に、人員が危険源に接近することを防ぐ、又は、危険源 安全な状態にすることによって制御する(例えば、停止力の制限、速度の制限)保護措置 c) 使用上の情報、研修、表示、個人用保護具などのような、補足的保護措置の提供 従来のロボットシステムにおいては、通常は操作者をロボットシステムから隔離するという安全対策によってリスク低減を達成する。協働運転においては、主にロボットシステム及び共同作業空間の、設計及びアプリケーションによってリスク低減を図る。協働運転のリスク低減のための具体的措置を第5節に示す。	該当	該当	リスクアセスメントを実施する
5	協働ロボットシステムのアプリケーションにおける要求事項				

5.1	一般	協働アプリケーションを伴うロボットシステムは、ISO10218-1:2011及びISO10218-2:2011の要求事項を満たさなければならない。この節に含まれる情報は、ISO10218-1:2011,5.10及びISO10218-2:2011,5.11で提供されたものを補完するものである。	該当	該当	
5.2	安全関連の制御システムの性能	安全関連の制御システムの機能は、ISO10218-1:2011,5.4、又はISO10218-2:2011,5.2に準拠しなければならない。	該当	該当	
5.3	協働作業空間の設計	協働作業空間の設計は、操作者が意図した全ての作業を実施できるようなものでなければならない。機械類又は機器によってもたらされるあらゆるリスクは、リスクアセスメントで特定された措置によって、十分に低減しなければならない。機器及び機械類の配置によって、更なる危険源がもたらされないほうがよい。制限空間のサイズを縮小するためISO10218-1:2011, 5.12.3に記載されたとおりの安全適合のソフト軸空間制限を、可能な限り常に使用することが望ましい。 ロボットシステムと、例えば、建造物、構造物、施設、他の機械、及び機器の一部などとの間の、全身巻き込み又は圧潰に関連するリスクは、排除又は安全に制御しなければならない。ISO10218-2:2011,5.11.3に従って空間距離を設けることが望ましい。 備考 5.5.4及び5.5.5に準拠するように設計されたシステムについては、異なる空間距離とすることができる。 協働作業空間の他の機械が危険源を引き起こすときは、ISO10218-2:2011,5.11.2に従って保護措置を適用しなければならない。対象となるあらゆる安全関連の機能は、5.2の要求事項に準拠しなければならない。	該当	該当	
5.4	協働ロボット運転の設計				
5.4.1	一般	協働ロボット運転の設計の要求事項は、ISO10218-2:2011,5.11で提供される。協働アプリケーションを設計する場合は、5.5の運転手法を単独で、又は組み合わせて使用してもよい。 制御システムの安全関連の部分でいかなる障害が検出されたときも、保護停止とならなければならない (ISO10218-2:2011,5.3.8.3)。運転は、協働作業空間外の操作者が慎重に判断した再始動操作によってリセットされるまで、再開してはならない。	該当	該当	
5.4.2	保護装置	協働作業空間内の全ての人を保護措置によって保護しなければならない。協働作業空間で使用される安全防護は、ISO10218-2:2011,5.10の要求事項を満たさなければならない。 有効な設定及び協働安全パラメータの構成についての情報は、構成への変更が容易に特定できるよう、閲覧できる状態で、固有の識別子（例えば、チェックサム）を用いて文書化しなければならない (ISO10218-1:2011,5.12.3を参照)。協働安全パラメータの設定及び調整は、権限がない又は意図しない変更に対して、パスワード保護又は類似のセキュリティ措置によって保護されなければならない。	該当	非該当	・タイプ2：本質的安全設計により安全を担保
5.4.3	停止機能	協働運転の間、操作者は、単一操作でいかなる時でもロボットの動作を停止する、又は妨げられることなく協働作業空間から出るための手段をもたなければならない。 ロボットの動作を停止する手段の例は、以下を含むことができるが、これに限定しない。 a) イネーブル装置 b) 非常停止装置 c) 手動でのロボットの停止、但し手動停止機能を有するロボットのとき 非常停止装置の数及び位置は、リスクアセスメントにより確定し、かつ、ISO13850の要求事項を満たさなければならない。	該当	非該当	・タイプ2：本質的安全設計により安全を担保
5.4.4	非協働運転と協働運転殿間の移行	協働運転と協働運転との間、又は非協働運転と協働運転との間の移行の手法は、協働アプリケーションにおいて特に重要な部分である。この手法は、移行中に、ロボットシステムが操作者に容認できないリスクをもたらしないように設計しなければならない。 備考 協働運転と非協働運転との間の移行を特定する視覚的インジケータを使用することができる。	該当	該当	
5.4.5	イネーブル装置の要求事項	ISO10218-1:2011,5.8には、イネーブル装置 (ISO10218-1:2011,5.8.3) 及び非常停止機能 (ISO10218-1:2011,5.8.4.9) をもつペンダントコントロールの規定がある。リスクアセスメントにより、従来イネーブル装置の使用で達成しているリスク低減が、本質的に安全な設計措置又は安全適合の制限機能で代替的に達成されると確定した場合、協働ロボットシステム用のペンダントコントロールを、イネーブル装置なしで提供してもよい。 安全適合の制限機能に依存する協働ロボットシステムがイネーブル装置なしで使用されるとき、これらの機能は、常時有効でなければならない。制限（例えば、速度、力、又は範囲）は、プログラミング、設定、トラブルシューティング、メンテナンス、及び従来イネーブル装置を使用して実施されるその他の作業に対し、十分なリスク低減を提供するレベルに設定しなければならない。 作業固有の構成において安全適合の制限機能が有効でないときは必ず、協働ロボットシステムに、ISO10218-1:2011,5.8.3の要求事項を満たすイネーブル装置などの代替保護手法を含まなければならない。イネーブル装置がロボットシステムに含まれていないときは、使用上の情報として以下のことを含めなければならない a) イネーブル装置がロボットに含まれていないことの通知。イネーブル装置がオプションであるとき、製造業者はイネーブル装置の設置方法の説明書を提供しなければならない。 b) ロボットにイネーブル装置がないことを示す免責条項は、本質的に安全な設計措置又は有効な安全適合の制限機能を有するアプリケーションのみにおいて使用しなければならない。	該当	非該当	・タイプ2：本質的安全設計により安全を担保
5.5	協働運転				
5.5.1	一般	協働運転には、以下の手法のうちの1つ以上を含めてもよい a) 安全適合監視停止 b) ハンドガイド c) 速度及び間隔の監視 d) 動力及び力の制限	該当	該当	
5.5.2	安全適合監視停止	安全適合監視停止機能は該当しない。	該当	非該当	・タイプ2：本質的安全設計により安全を担保
5.5.2.1	説明	この手法では、操作者がロボットシステムに接触して作業（例えば、エンドエフェクタへの部品の積み込み）を完了するために協働作業空間に立ち入る前に、協働作業空間内のロボットの動作を停止させるために、安全適合監視停止を行うロボット機能を使用する。協働作業空間内に操作者がいない場合、ロボットは非協働的に作動してもよい。ロボットシステムが協働作業空間内にあり、安全適合監視機能が有効であり、かつロボットの動作が停止している場合は、操作者は協働作業空間に立ち入ることができる。操作者が協働作業空間から退出した後には限り、追加の介入なしでロボットシステムの動作を再開することができる。	該当	非該当	

5.5.2.2	ロボットの要求事項	安全適合監視停止を有する協働運転については、以下のロボットシステム要求事項が適用される。 a) ロボットの動作が制限されるとき、その制限はISO10218-1:2011,5.1に準拠しなければならない b) ロボットは、ISO10218-1:2011,5.5.3に従った保護停止を達成するための機能を備えていなければならない	該当	非該当	
5.5.2.3	ロボットシステムの要求事項	安全適合監視停止機能の運転を図2で概説する。ロボットシステムは、操作者が協働作業空間に存在しないときに限り、協働作業空間に入ることができる。操作者が協働作業空間に存在しない場合は、ロボットシステムは協働作業空間内で非協働的に作動してもよい。 協働作業空間は、ISO13855の要求事項を満たす距離をもって確立しなければならない。ロボットシステムは、協働作業空間内での操作者の存在を検知する安全適合装置を備えていなければならない。協働作業空間外における制限空間への接近は、リスクアセスメントに従って防止しなければならない。 安全適合監視停止機能を使用する場合、操作者は以下の条件の下でのみ協働作業空間への立ち入りが許可されなければならない。 a) ロボットシステム又は他の危険源が協働作業空間内に存在しない場合 b) ロボットシステムが協働作業空間内にあり、かつ、それがISO10218-1:2011,5.4に従った安全適合監視停止（停止カテゴリ2）の状態である場合、安全適合監視停止は、操作者が協働作業空間内にいるときは常時有効のままではなければならない c) ロボットシステムが協働作業空間内で、ISO10218-1:2011,5.4及び5.5.3に従った保護停止状態である場合 この機能の意図する使用では、ロボットは減速し、結果としてIEC60204-1に従った安全適合監視停止（停止カテゴリ2）の状態となる。 操作者が協働作業空間を離れるとき、安全適合監視停止機能は無効化してもよく、またロボットシステムの動作は自動的に再開してもよい。 これらの運転上の要求事項に違反するいかなる状況が発生したときも、IEC60204-1に従って保護停止（停止カテゴリ0）とならなければならない。	該当	非該当	
5.5.3	ハンドガイド		該当	非該当	・タイプ2：ハンドガイドは実装していない
5.5.3.1	説明	この運転手法では、ロボットシステムに動作命令を伝達するため、操作者は手動操作式の装置を使用する。操作者が協働作業空間に立ち入り、ハンドガイド作業を行うことが許可される前に、ロボットは安全適合監視停止状態となる（5.5.2を参照）。ロボットのエンドエフェクタの部分又はその周辺に設置した手動操作式ガイド装置を使用して作業を実行する。 ハンドガイドに使用されるロボットシステムには、力増幅、仮想安全地帯又は追跡技術などの追加の機能を装備することができる。 ハンドガイド作業において5.5.5の要求事項が満たされている場合、5.5.3の要求事項は適用しない。	該当	非該当	
5.5.3.2	要求事項				
5.5.3.2.1	一般	ロボットには安全適合監視速度機能（ISO10218-1:2011,5.6.4）及び、安全適合監視停止機能（5.5.2を参照）を利用しなければならない。安全適合監視の速度制限を確定するために、リスクアセスメントを行わなければならない。操作者の安全がロボットの動作範囲の制限に依存するとき、ロボットは安全適合のソフト軸空間制限（ISO10218-1:2011,5.12.3）を利用しなければならない。 ハンドガイドの運転手順は以下のとおりである。 a) ロボットシステムが協働作業空間に入り、安全適合監視停止状態を発動した場合、ロボットシステムはハンドガイド可能な状態である（5.5.2を参照）－この場合、操作者は協働作業空間に立ち入ってもよい。 b) 操作者が、ハンドガイド装置を用いてロボットシステムをその制御下に置いたとき、安全適合監視停止は解除され、操作者はハンドガイド作業を実施する。 c) 操作者がガイド装置を手放したとき、安全適合監視停止状態（5.5.2を参照）が発動されなければならない。 d) 操作者が協働作業空間を退出した場合は、ロボットシステムは非協働運転を再開してもよい。 ロボットシステムがハンドガイド可能な状態となる前に、操作者が協働作業空間に立ち入ったときは、保護停止（ISO 10218-1:2011,5.5.3）が発動されなければならない。 協働作業空間外における制限空間への接近は、リスクアセスメントに従って防止しなければならない。	該当	非該当	リスクアセスメントを実施する
5.5.3.2.2	ガイド装置	ロボットシステムは、5.4.5のイネーブル装置除外の要求事項が満たされない限り、非常停止（ISO10218-1:2011,5.5.2及び5.8.4）及び、イネーブル装置（ISO10218-1:2011,5.8.3）が組み込まれたガイド装置を備えていなければならない。 ガイド装置は以下のことを考慮して配置しなければならない。 a) 操作者がロボットの動作及びその動作によって生じる可能性のある危険源を直接観察できるような、操作者のロボットに対する近接度（例えば、制御装置をエンドエフェクタ上へ設置する） b) 操作者の位置及び姿勢が、更なる危険源につながってはならない（例えば、操作者が重量物の吊下に入る、又はマニピュレータームの下に入る） c) 操作者の視点は、協働作業空間全体を妨げられることなく見渡せるものでなければならない（例えば、協働作業空間に更に入ってくる） ハンドガイド装置の動作軸とロボットの動作軸との間のマッピングは、明確に示され、かつ容易に理解されるものでなければならない。ロボット及びエンドエフェクタの動作方向は、ハンドガイド装置から直感的に理解可能かつ制御可能でなければならない。	該当	非該当	
5.5.3.2.3	ハンドガイドと他の運転タイプとの間の移行	ハンドガイド運転と、非協働運転又は他のタイプの協働運転との間の移行により、更なるリスクがもたらされてはならない。操作者は、操作（例えば、イネーブル装置の有効化）及び行為（例えば、協働作業空間からの退出）を慎重に判断して移行を制御しなければならない。 これらの場面で考慮すべき具体的側面は次のとおりである。 a) ハンドガイドから安全適合監視停止（5.1を参照）への移行において、ロボットの動作停止及び安全適合監視停止の開始が更なる危険源をもたらしてはならない b) 安全適合監視停止からハンドガイドへの移行が、予期せぬ動作を導いてはならない c) ハンドガイドから非協働運転への移行においては、ロボットシステムが非協働運転で運転を続行できる前に、全ての操作者が協働作業空間から退出していなければならない d) 非協働運転からハンドガイドへの移行が、更なる危険源を引き起こしてはならない	該当	非該当	
5.5.3.2.4	リスクアセスメント	リスク低減は、リスクアセスメントによって確定されるとおり、操作者による動作の直接制御と、速度及び位置の適切な安全適合制限との組み合わせによって達成される。リスクアセスメントにおいては、具体的に以下のことを考慮に入れなければならない a) 操作者がロボット及び関連の危険源を制御できる安全適合監視速度 b) イネーブル装置の解放又は保護停止の開始に応じて、ロボットが動作を停止するために必要な時間及び距離、例えば、操作者及び障害物の位置に関する作業空間のレイアウト c) 工作物、エンドエフェクタ、周辺機器又はアプリケーション装置に起因する危険源	該当	非該当	リスクアセスメントを実施する
5.5.4	速度及び間隔の監視	操作者とロボットとの間で常に保護距離を最低限保証する。	該当	該当	

5.5.4.1	説明	この運転手法では、ロボットシステムと操作者は協働作業空間内で同時に動いてもよい。リスク低減は、操作者とロボットとの間に保護距離を最低限保持することにより達成する。ロボットの動作中、ロボットシステムは、決して保護距離を超えて操作者に接近しない。保護距離が保護距離を下回る値になったとき、ロボットシステムは停止する。操作者がロボットシステムから離れていくとき、ロボットシステムは、保護距離を最低限保ちながら、本節の要求事項に従って自動的に動作を再開することができる。ロボットシステムが速度を低下させるとき、保護距離はそれに応じて減少する。	該当	該当	
5.5.4.2	要求事項				
5.5.4.2.1	一般	<p>ロボットは安全適合監視速度機能（ISO10218-1:2011,5.6.4）及び、安全適合監視停止機能（5.5.2を参照）を備えていなければならない。操作者の安全がロボットの動作範囲の制限に依存するときは、ロボットは安全適合のソフト軸空間制限（ISO10218-1:2011,5.12.3）を備えていなければならない。速度及び間隔監視システムは、5.2の要求事項を満たさなければならない。</p> <p>速度及び間隔監視は、協働作業空間内の全ての人に適用しなければならない。保護措置の性能が協働作業空間内の人の数によって制限されるときは、最大人数を使用上の情報に示さなければならない。その最大値を上回ったときは、保護停止とならなければならない。</p> <p>ロボットシステムの危険部分とあらゆる操作者との間の保護距離が保護距離を下回ったときは、ロボットシステムは次のように作動しなければならない。</p> <p>a) 保護停止を起動する</p> <p>b) ISO10218-2:2011,5.11.2g) に従って、ロボットシステムに接続した安全関連機能を起動させる、例えば、あらゆる危険なツールを停止させる</p> <p>ロボット制御システムが、保護距離を侵すことを回避できるようにするには、以下のことを含むが、これに限定しない。</p> <ul style="list-style-type: none"> 速度の低下、この後、安全適合監視停止（5.4.1を参照）に移行することも可能 保護距離を侵さない代替法の実行、有効な速度及び間隔監視を継続する <p>実際の保護距離が保護距離を満たす又は上回る場合、ロボットは動作を再開してもよい。</p>	該当	非該当	・タイプ2：本質的安全設計により安全を担保
5.5.4.2.2	定数及び変数での速度及び間隔の値	<p>アプリケーションにおける最大許容速度及び最小保護距離は、変数又は定数のいずれでもよい。可変値に関しては、最大許容速度及び保護距離を、相対速度及びロボットと操作者間の距離に基づいて継続的に調節してもよい。定数値に関しては、最大許容速度及び保護距離を、アプリケーション全体での最悪の状況を想定したリスクアセスメントを通じて確定しなければならない。</p> <p>相対速度及び操作者とロボットシステム間の距離を確定するための手段は、ISO10218-2:2011,5.2.2の要求事項に従って安全適合しなければならない。</p>	該当	該当	リスクアセスメントを実施する
5.5.4.2.3	十分な保護距離の保持	<p>自動運転の間、ロボットシステムの危険部分は、決して保護距離を超えて操作者に接近してはならない。保護距離は、ISO13855で最短距離の数式を作成するために使用された概念に、速度及び間隔監視に関連する以下の危険源を考慮して修正を加えたものに基づいて算出することができる。</p> <p>a) 定数速度設定の状態では、ロボットの安全適合監視速度に関して最悪の状況の値を使用する。この値はアプリケーションによって異なり、リスクアセスメントによって検証される。定数制限値は、ISO10218-1:2011,5.6.4に従って安全適合監視速度に設定し、定数制限を超えないようにしなければならない。</p> <p>b) 可変速度設定の状態では、ロボットシステム及び操作者の速度を使用して、各瞬間での保護距離に適用できる値を確定する。あるいは、ロボットの最大許容速度は、操作者の速度及びロボットと操作者との間の実際の保護距離に基づいて確定することができる。これを達成する制御機能は、ISO10218-2:2011,5.2.2に準拠しなければならない。</p> <p>c) ロボットの停止距離は、ISO10218-1:2011,附属書Bに従って確定する。</p> <p>保護距離S_pは数式(1)で表すことができる。</p> <p>数量Sは、人が感知領域に立ち入ってから制御システムが停止動作を起動するまでのロボットの動作を原因とする、保護距離への作用を表す。ここで、vは時間の関数であり、ロボットの速度又は方向の変化によって変動しうる。システムは、vは保護距離が最も大きく減少するものとみなして設計しなければならない。</p> <ul style="list-style-type: none"> ロボットの速度が監視されていないときは、vはロボットの最大速度であると仮定してシステムを設計しなければならない ロボットの速度が監視されている場合、ロボットの現在の速度を用いてもよいが、ロボットの加速能力は保護距離を最も大きく減少させるものとみなしてシステムを設計しなければならない 安全適合の速度制限が有効な場合、検討中のロボットの部分にこの速度制限が適用できる場合は、この速度制限をシステム設計に用いてもよい。 <p>備考 ロボットのTCPのデカルト座標での速度しか監視しない安全適合の速度制限では、操作者に危険源をもたらす可能性があるロボットの他の部分を監視しない。更にジョイント速度を監視する安全適合の速度制限が必要である。</p> <p>数量Sは、停止動作中のロボットの動作を原因とする、保護距離への作用を表す。ここで、vは時間の関数であり、ロボットの速度又は方向の変化によって変動しうる。vは保護距離が最も大きく減少するように変化するものとみなして、システムを設計しなければならない。</p> <p>a) ロボットの速度が監視されていないときは、この積分はロボットの停止距離が保護距離を最も大きく減少させる方向にあるものとみなして、システム設計をしなければならない</p> <p>b) ロボットの速度が監視されている場合、保護距離は最も大きく減少する方向にあるものとして、この速度から出したロボットの停止距離を用いてシステム設計をしてもよい</p> <p>Sの値は、ISO10218-1:2011,附属書Bに従って提供されるデータから得ることが望ましい。</p> <p>保護距離に対する種々の作用を図3に図示する。図3の上側のグラフにおいて、操作者がロボットに向かう速度(V)は、正の値として、ロボットが操作者に向かう速度(v)は負の値として表される。</p> <p>5.5.4.2の要求事項を満たす場合は、代替の方法を実行してもよい。</p>	該当	非該当	・タイプ2：本質的安全設計により安全を担保
5.5.5	動力及び力の制限				
5.5.5.1	説明	この運転手法では、ロボットシステム（工作物を含む）と操作者との間の物理的接触が、意図的又は非意図的に生じる可能性がある。動力及び力が制限された協働運転には、この特定の運転タイプのためにロボットシステムに特別な設計が必要である。リスク低減は、ロボットにおける本質的に安全な措置、又は安全関連の制御システムによって、ロボットシステムに関連する危険源をリスクアセスメントで確定した閾値の限界値よりも低く保つことにより達成する。閾値の限界値を達成する手段を附属書Aで概説する。	該当	該当	

5.5.5.2	接触状況	<p>動力及び力を制限する協働運転中、協働ロボットと操作者の身体の一部との間で起きる可能性のある接触事象には、いくつかの形がある</p> <p>a) 一連のアプリケーションの一部である意図的な接触状況</p> <p>b) 偶発的な接触状況、作業手順に従わなかった結果として起こる可能性があるが技術的な故障は伴わない</p> <p>c) 接触状況を引き起こす故障モード</p> <p>ロボットシステムの可動部と人の身体上の部分との間で考えられる接触のタイプは、以下のように分類される。</p> <ul style="list-style-type: none"> - 準静的接触：人の身体の一部が、ロボットシステムの可動部とその作業セルの他の固定部又は可動部との間に巻き込まれて、挟まれる又は圧潰される状況。このような状況では、状態が解消されるまでの間ずっとロボットシステムが巻き込まれた身体部分に圧力又は力を与えることになる。 - 過渡的接触：動的衝撃とも呼ばれ、人の身体の一部がロボットシステムの可動部から衝撃を受け、接触した身体部分が挟まれたり巻き込まれたりすることなく、ロボットから反動で離れる、又は引き離すことができる状況のことであり、実際の接触時間は短くなる。過渡的接触は、ロボットの慣性（備考1を参照）と人の身体部分の慣性（附属書Aを参照）及びこれら2つの相対速度の組み合わせに依存する。 <p>備考 対象となるロボットの慣性は、接触位置から算出される移動質量である。この値は連鎖機構の全長上（すなわち、マニピュレータアーム、リンク、ツールング及び工作物）のいずれの部分にも存在するため、この値の推定においては、ロボットの特定の姿勢、リンク速度、質量分布、及び接触位置を活用する、又は最悪の状況の値を用いる。</p> <p>備考2人の身体部分の慣性については、参考文献欄に記載された参考文献に述べられている。</p>	該当	該当	衝撃力測定器により、衝撃力を数値化する
5.5.5.3	ロボットと操作者との間の潜在的な接触のリスク低減	<p>リスク低減においては、操作者とロボットシステムとの間で起きる可能性のある接触が操作者への危害をもたらさないような手段を検討しなければならない。これは以下のことによって達成する。</p> <p>a) そのような接触が起こる条件の特定</p> <p>b) そのような接触のリスク潜在的の評価</p> <p>c) そのような接触が希少かつ回避可能となる、ロボットシステム及び協働作業空間の設計</p> <p>d) 閾値限界値を下回る接触状態を保つためのリスク低減措置の適用</p> <p>リスクアセスメントにおいては、上記いずれの潜在的接触においても、個人用保護具を含むどのようなリスク低減措置によっても操作者が保護されていないことを考慮しなければならない。この特定においては、潜在的な接触事象について以下の基準を検討しなければならない。</p> <ul style="list-style-type: none"> - 露出状態となる操作者の身体領域 - 接触事象の原因、すなわち、その接触が意図する使用の一部としての意図的な行為か、偶発的接触又は合理的に予見可能な誤用か - 発生の確率又は頻度 - 接触事象のタイプ、すなわち、準静的か過渡的か - 接触領域、速度、力、圧力、運動量、機械的動力、エネルギー及び物理的接触事象を特徴付けるその他の数量。 <p>負傷の原因となる可能性のある針、はさみ、又はナイフのような、鋭利な、尖っている、剪断又は切断用の刃をもつ物体を接触領域に置いてはならない。</p> <p>備考1 潜在的な危険源を軽減するため、適切なハウジング、カバー又は分離板を使用することができる</p> <p>備考2 プロセス危険源を含む、接触以外のその他の危険源がある可能性がある</p> <p>頭蓋、前頭部、咽頭、目、耳又は顔面を含む敏感な身体領域への接触露出は、合理的に可能な限り防止しなければならない。</p>	該当	該当	リスクアセスメントを実施する
5.5.5.4	受動的及び能動的リスク低減措置	<p>準静的接触及び過渡的接触に対処するためのリスク低減措置は、実際は受動的又は能動的のいずれかである。受動的な安全設計措置ではロボットシステムの機械的設計に対処し、能動的な安全設計措置ではロボットシステムの制御設計に対処する。</p> <p>受動的な安全設計手法には以下のものを含むが、これらに限定しない。</p> <p>a) 接触表面積の増加</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 丸めたエッジ及び角 2) 滑らかな表面 3) 柔軟な表面 <p>b) エネルギーの吸収、エネルギー伝達時間の延長、又は衝撃力の減少</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) パッド、クッション 2) 変形可能な構成物 3) 柔軟な関節部又はリンク <p>c) 移動質量の制限</p> <p>能動的な安全設計手法には以下のものを含むが、これらに限定しない</p> <ul style="list-style-type: none"> - 力又はトルクの制限 - 可動部の速度の制限 - 質量及び速度の関数としての運動量、機械的動力又はエネルギーの制限 - 安全適合のソフト軸空間制限機能の使用 - 安全適合監視停止機能の使用 - 接触を予知又は検知する検知機能の使用（例えば、準静的な力を減少させるための近接度又は接触の検知） <p>これらの適用及び他の関連する措置により、リスクアセスメントで確定したとおりに予想される操作者の暴露に対処しなければならない。</p> <p>備考 安全機能の組み合わせが必要となることがある。例えば、力を制限する安全機能は、ある速度制限までしか有効ではない。このような場合、追加の速度制限安全機能が必要となる。</p> <p>受動的又は能動的なリスク低減措置の一つ又は組み合わせで適切にリスクが低減しない事象においては、防護又は安全防護を含む他のリスク低減措置が必要となることがある。</p> <p>協働ロボットシステムと人の身体領域との間のあらゆる挟み込み事象は、人が独力で容易に挟まれている状態から脱することができるような形での発生でなければならない。</p>	該当	該当	本質的安全設計をする

5.5.5.5	動力及び力の制御制限	<p>ロボットシステムは、リスクアセスメントで規定されているとおりに、準静的及び過渡的接触に対して適用できる閾値の限界値を上回らないことによって、操作者へのリスクを適切に低減するように設計しなければならない。</p> <p>附属書Aで、閾値の限界値を確定する方法についての情報を提供する。</p> <p>動力及び力の制限を伴う協働運転に対応したロボットには、例えば、力、トルク、速度、運動量、機械的動力、軸範囲又は空間範囲などの閾値制限を設定する手段をもつものがある。過渡的接触に関連するリスク低減には、可動部（ロボット、ツーリング、工作物など）の速度の制限、及び操作者に接触する可能性のある可動部の表面積などの物理的特性の適切な設計が含まれることがある。準静的接触に関連するリスク低減は、過渡的接触に類似した速度制限及び物理的特性に加えて、操作者又はその身体領域の巻き込み又は挟み込みの可能性を生じるロボットシステムの一部の設計特性を含む。</p> <p>身体の高露領域に関連する接触事象に対する制限値は、最も厳格な制限に対して分析しなければならない。リスク低減の適切なレベルを確定する場合には、過渡的及び準静的な事象に対するこれらの"最悪の状況"における閾値の限界値を使用しなければならない。特定の接触の影響がこれらの閾値の限界値を下回る状態を維持するように、設計又は措置を実施しなければならない。</p> <p>ロボットの動作が、ロボットの一部分とそのロボットセルの他の部品との間に身体部分を挟み込む又は押さえ付ける可能性があるときは、図4に示すとおりに、ロボットシステムが身体の高露領域に関連する保護制限に準拠できるように、ロボットの速度を制限しなければならない。</p> <p>またロボットには操作者が手でその身体部分を解放するための手段を備えなければならない。</p> <p>人間工学的限度は、生体力学的限度とは異なる可能性がある。頻繁な接触又はその他の特別な状況に関しては、適用できる閾値の限界値は、人間工学的に許容可能なレベルまで更に低下させることができる。</p>	該当	該当	本質的安全設計をする
5.5.5.6	速度制限	<p>過渡的接触に関連するリスクを低減するため、ロボットシステムはロボットシステム可動部の速度を制限しなければならない。速度制限は、慣性（質量）及び身体の高露領域に接触する可能性のあるロボット上の領域の最小サイズに依存する。附属書Aで、速度制限を設定する方法についてのガイダンスを提供する。</p>	該当	該当	本質的安全設計をする
6	検証及び妥当性確認	<p>検証及び妥当性確認の要求事項については、ISO10218-2:2011,第6節を参照。</p>	該当	該当	
7	使用上の情報				
7.1	一般	<p>使用上の情報の要求事項については、ISO10218-1:2011,第7節、及びISO10218-2:2011,第7節を参照。</p>	該当	該当	
7.2	協働ロボット運転特有の情報	<p>協働ロボットシステムに附属する文書は、特定の協働アプリケーションに対してのものである。インテグレータは、協働システムの使用上で必要な情報を使用者に提供しなければならない。</p> <p>インテグレータは、協働運転に必要な安全防護及びモード選択を使用上の情報に含めなければならない。インテグレータは、ISO10218-2:2011,第7節の要求事項に加え、システム設計に関する以下の情報を提供しなければならない。</p> <p>a) 製造業者又はインテグレータ（インテグレータが協働ロボットシステムを設計した場合）</p> <p>b) 試験機関（試験が行われたとき）</p> <p>c) ロボットのタイプ及び協働アプリケーションの簡潔な説明</p> <p>d) 作業場所のアプリケーションの説明（協働ロボットを含む作業場所の名称）</p>	該当	該当	取扱説明書・仕様書にまとめる
7.3	協働ロボットシステムの説明	<p>以下の文書を整備しなければならない</p> <p>a) 協働ロボットをアプリケーションで使用するための仕様データ（説明、図面及び写真）</p> <p>b) 協働作業空間及び作業場所全体並びに協働ロボットシステムに適用される安全防護についての説明及び仕様データ</p> <p>c) 該当する協働運転のタイプの選択及び選択解除に関する制御の説明</p>	該当	該当	取扱説明書・仕様書にまとめる
7.4	作業場所のアプリケーションの説明	<p>以下の文書を提供しなければならない</p> <p>a) 空間的環境条件、入口、出口、通行経路の説明</p> <p>b) アプリケーションに関連する作業領域内の機器、設備、機械、追加の機器、ツール、及び生産物の説明、並びにそれらの配置、ロボットシステムの配置を含む</p> <p>c) 詳細な図面及び写真</p>	該当	該当	取扱説明書・仕様書にまとめる
7.5	作業タスクの説明	<p>以下の情報を文書化しなければならない</p> <p>a) 操作者が関わる全ての作業活動又は運転の説明</p> <p>b) 協働ロボットシステムが関わる全ての作業活動又は運転の説明</p> <p>c) 全ての、特に協働作業空間内での作業活動の、時間的順序での仕様</p> <p>d) 全ての作業段階での、危険なロボット対人の距離測定の見直し</p> <p>e) 協働作業空間の説明又は図面</p>	該当	該当	取扱説明書・仕様書にまとめる
7.6	動力及び力を制限するアプリケーションに特有の情報	<p>附属書Aのガイダンスに従い、5.5.5の要求事項を満たすロボットシステムについては、以下の要求事項を文書化しなければならない。</p> <p>a) 以下を含む、ロボット、ツーリング及び工作物に特有の情報（A.3.6を参照）</p> <ol style="list-style-type: none"> 有効積載量(mD) ロボットの可動部の総質量(M) <p>b) 以下を含む、ロボットシステムと操作者との間の予期された合理的に予見可能な接触状況</p> <ol style="list-style-type: none"> 接触する可能性がある特定の身体部分(表A.1を参照) 接触が過渡的か準静的かの明示 接触表面に関して予期される表面積又は形状条件 接触に関して最大限許容できる生体力学的限度(表A.2を参照) <p>c) リスク低減措置案の選択</p> <ol style="list-style-type: none"> 推奨される能動的又は受動的リスク低減措置(5.5.4を参照) 安全適合の速度制御を使用する場合、安全適合の速度制限値を文書化しなければならない（A.3.6を参照） <p>附属書Aのガイダンスとは異なる手法を使用して5.5.5の要求事項を満たしているロボットシステムに関しては、動力及び力の制限機能の設定に使用した関連のデータ及び情報を、使用上の情報に含めなければならない。</p>	該当	該当	取扱説明書・仕様書にまとめる