

TC-5活動の報告 一

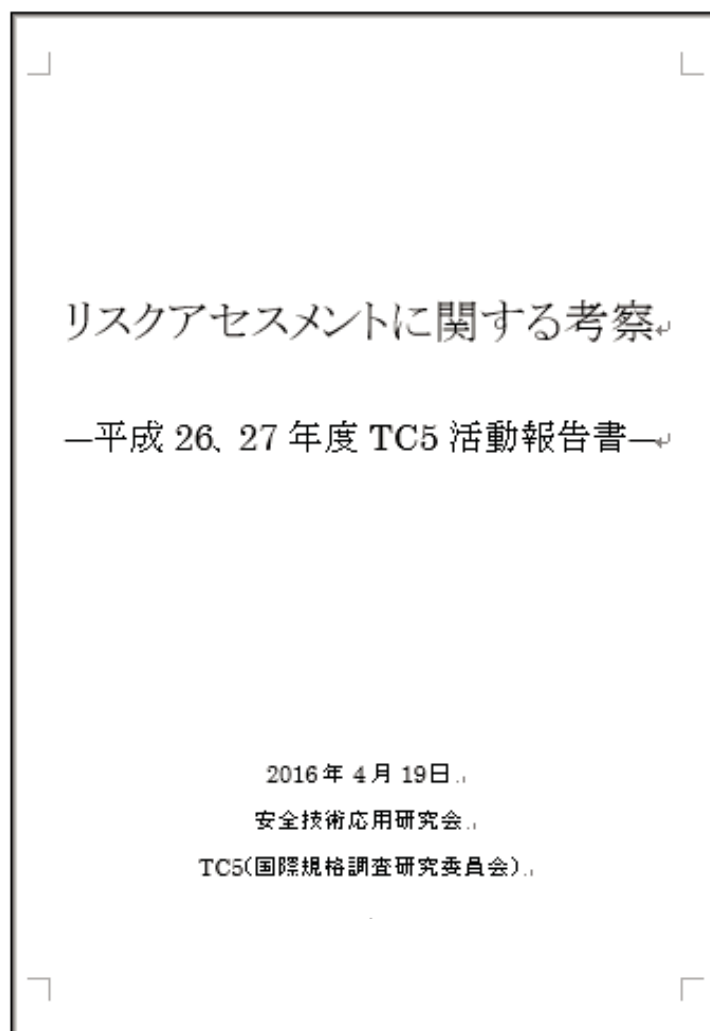
2016年4月提出の報告書の概要

リスクアセスメントに関する考察

2016/4/19

TC5委員長 福田 隆文(長岡技大)

1



2

昨年度の報告

- 平成23年度：安全システム構築総覧の改訂
 - 平成24年度：リスクアセスメントについての議論
 - 平成25年度：リスクアセスメントについての議論
 - 平成26年度：リスクアセスメント用語の議論
 - 平成27年度：リスクアセスメント用語の議論
- 委員
- 福田(長岡技科大) 石坂(ブリヂストン)
井上(IDEA) 森貞・村上(日本信号)
佐柳(新日鐵住金)

3

報告書の目次

はじめに	3
1. 研究の目的	4
2. ISO 12100:2010 附属書Bの説明	5
2.1 危険源、危険状態、危険事象の例	5
2.2 危険源	5
3. 提案する危険源リスト	8
4. 提案するリスクアセスメントシート	10
5. 記入例	13
6. 今回の変更点のまとめ	19
7. まとめ	20

4

この委員会のことの発端は、危険源という言葉の意味がいろいろな意味に使われていることだった。危険源は

hazard、危害を引き起こす潜在的根源。

注記1 用語“危険源”は、その発生原因(例えば、機械的危険源、電氣的危険源)を明確にし、又は潜在的な危害(例えば、感電の危険源、切断の危険源、毒性による危険源、火災による危険源)の性質を明確にするために修飾されることがある。(注記2は省略)

と定義されているが、書籍・文献等によっては危険状態、危険事象の意味として使われたり、危険区域(危険領域)の意味として使われていることもある。このような用語の混乱は、リスクアセスメントの議論でも、何を議論しているか分からなくなりかねない。

はじめに

- 以上の問題意識から議論を重ねたが、その中で、本研究会でリスクアセスメントをする際に標準的に使用する危険源/危険事象リストの改訂の必要性に迫られた。そこで、ISO 12100:2010の附属書Bの危険源について、リスクアセスメント実施の観点から議論し、いくつかの項目を追加した方がよいと判断するに至った。
- 本報告は規格の定義にできる限り忠実にすることを旨としたが、会員諸氏にお使いいただき、TC5での議論では出し切れていないことに気がつかれたら、ご指摘いただきたい。

1. 研究の目的と狙い

本研究では、以下の課題に着目した。

- 危険源、危険箇所、危険状態、危険事象、危害のひどさ等、リスクアセスメント用語が正しく解釈されているか
- それぞれの用語が示す内容を明確に切り分けたリスクアセスメントが行われているか

7

1. 研究の目的と狙い

リスクアセスメントのあるべき姿を明らかにし、そのガイダンスを提示する。

- ISO 12100:2010 (JIS B 9700:2013) におけるリスクアセスメント用語を再確認し、附属書との整合を確認しながらそれぞれの用語が示す内容(範囲)を理解し、安全技術応用研究会で提案している「危険源/危険事象リストの改訂」を提案する。
- リスクアセスメント実施者による解釈の違いが出ず、一様なリスクアセスメントを可能とするリスクアセスメントシート及び記載方法を提案する。

→ 上記の提案により、リスクアセスメントが実施しやすくなり、第三者がリスクアセスメント内容を明快に理解及び確認することができ、より適切なリスクアセスメントを実現できることを目的とする。

8

危害発生のプロセス

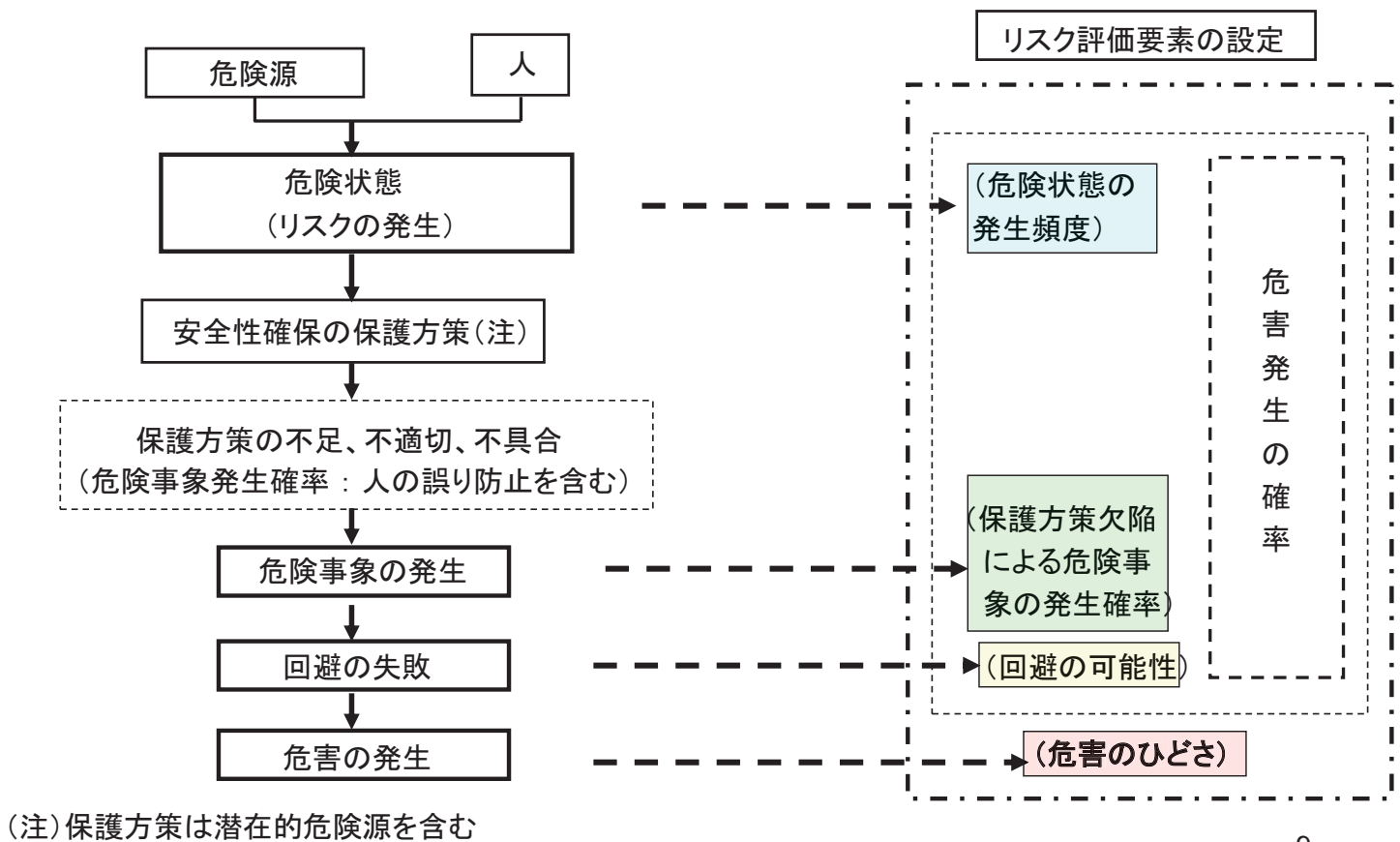


図1 危害発生のプロセスとリスク要素の設定

9

危険源 (hazard)

危害を引き起こす潜在的根源。

危険事象 (hazardous event)

危害を起こし得る事象。

危険状態 (hazardous situation)

人が少なくとも一つの危険源に暴露される状況。

危険区域 (hazard zone, danger zone)

人が危険源に暴露されるような機械類の内部及び／又は機械類周辺の空間。

10

従来の危険源リスト

- 危険源、危険状態、危険事象が混在
理論的にははっきりしない — 実務的には使いやすかった

附属書A(参考) 危険源、危険状態及び危険事象の例

表A.1

No	危険源	EN292-2:1991 /A1:1995の附属 書A	ISO/DIS 12100-1	ISO/DIS 12100-2
危険源、危険状態及び危険事象				
1.	機械的危険源 (1) 機械部品又は加工対象物が発生する。 例えば、次の事項から起こるもの a) 形状 b) 相対位置 c) 質量及び安定性(重力の影響を受けて動く構成要素の位置エネルギー) d) 質量及び速度(制御又は無制御運転時の構成要素) e) 不適切な機械強度 (2) 例えば、次の項目から起こる機械内部の蓄積エネルギー f) 弾力性構成要素 g) 加圧下の液体及び気体 h) 真空効果	1.3	4.2	3.1, 3.2, 4.0
		1.5.3, 1.6.3	4.2	3.8, 6.2.2
1.1	押しつぶしの危険源	1.3	4.2.1	
1.2	せん断の危険源			
1.3	切傷又は切断の危険源			
1.4	巻き込みの危険源			
1.5	引き込み又は捕捉の危険源			

新の危険源リスト

- 危険源、危険状態、危険事象を区別して記載
→ 理論的にははっきりした

危険源

No.	種類又はグループ	危険源の例	
		原因	結果
1.	機械的危険源	<ul style="list-style-type: none"> — 加速度, 減速度 — 角張った部分 — 固定部分への可動要素の接近 — 切断部分 — 弾性要素 — 落下物 — 重力 — 床面からの高さ — 高圧 — 不安定 — 運動エネルギー — 機械の可動性 — 可動要素 	<ul style="list-style-type: none"> — ひ(轆)かれる — 投げ出される — 押しつぶし — 切傷又は切断 — 引き込み又は捕捉 — 巻き込み — こすれ又はすりむき — 衝撃 — 噴出による人体への注入 — せん断 — 滑り, つまずき及び墜

新の危険源リスト

- 危険源、危険状態、危険事象を区別して記載

→ 理論的にはすっきりした

危険源

9.	機械が使用される環境に関連する危険源	<ul style="list-style-type: none"> —ほこり及び霧 —電磁妨害 —雷 —湿度 —汚染 —雪 —温度 —水 —風 —酸素不足 	<ul style="list-style-type: none"> —やけど —軽微な疾病 —滑り, 墜落 —窒息 —機械又は機械部分上の危険源の結果としての他のもの
10.	危険源の組合せ	—例えば, 反復動作+努力(身体的)+高温環境	—例えば, 脱水症状, 認識力の喪失, 熱射病 13

新の危険源リスト

危険状態

表B.3 は, 表B.1 に示される一つ以上の危険源に暴露される場合に危険状態になり得るタスクのリストを含む。

機械ライフサイクルの局面	タスクの例
運搬	<ul style="list-style-type: none"> —持上げ —搬入(供給) —こん包 —搬送 —搬出(取出し) —開封
組立て及び設置 コミッショニング(立上げ, 検収, 引渡し, 移管)	<ul style="list-style-type: none"> —機械及びそのコンポーネントの調整 —機械の組立て —廃棄システムへの接続(例えば, 排気システム, 排水設備) —動力源への接続(例えば, 電源供給, 圧縮空気)

新の危険源リスト

危険事象

次に関連する起源	危険事象
械の接近可能部分の形状及び／又は外面上の仕上げ	—粗い表面に接触 —鋭利な端部及び角部, 突出部への接触
機械の可動部分	—可動部分との接触 —回転する開口端部への接触
使用・処理・取扱う機械, 機械部分, 工具, 及び材料の, 運動エネルギー及び／又は位置エネルギー	—物体の落下又は放出

15

2., 3. 危険源リスト

- 表2-1参照 → これが基にテキスト「リスクアセスメント実践技術(I)」p.85記載の危険源/危険事象リストが作成された。
 - 旧ISO14121:1999の危険源リスト(危険源・危険事象)と照合
 - ISO12100:2010の表B.2～B4と照合
- 制御システムの関連する危険、配置による危険を見落とさないだろうか？

16

No.	符号	危険源の種類	危険源の例	備考
11	M N O P Q	制御システムによる危険源	M. 機械の運動部又は機械に締め付けられたワークピースの落下又は排出 N. 可動部を止めることが出来ない O. 保護装置の抑制(無効化または故障)から生じる機械の動作 P. 制御されない運動(速度変化を含む) Q. 意図しない/予期しない起動 R. 制御システムの故障または設計不良によるその他の危険事象	ISO 12100:2010 附属書B 表B.4より
12	R	ワークステーション及び作業工程设计による危険源	—過度の努力 —ヒューマンエラー/誤挙動(意図しない及び/又は設計によって故意に誘導された) ・作業区域の直接視認性の喪失 —苦痛を伴う疲れる姿勢(—高頻度での反復的取扱い)	

RはM～Qの原因として同定できる

これらは人間工学原則無視の危険源から同定できる

4. 提案するリスクアセスメントシート

- 「危険箇所/危険源」は項目を分けて、**危険源に関しては、表3-1の危険源/危険事象リストおよびISO 12100:2010附属書Bの表B.1の危険源の例に準拠して、原因と結果を記載することとした。**但し、ISO/TR 14121-2を参照、試行し、「原因/結果」は同じ欄で表現できると判断した。
- 「危険事象/災害想定」の項目は、「**災害想定**」を**単独で記載**することとした。
- 「危険事象/災害想定」の項目は、「**危険事象**」に関して、ISO 12100:2010附属書Bの**表B.3の「危険状態」と表B.4の「危険事象」に分けて記載**することとした。現行シートでは、「危険状態」は作業名で分かるという理由で省かれていたが、ISO 12100:2010及びISO/TR 14121-2に従い、**それぞれ記入**することとした。

従来のリスクアセスメントシート

グループ名

リスクアセスメントシート

事業所名		職場名		対象工程(設備)名		対象範囲(作業)		作業標準(手順)	
								有・無	
NO	装置名	危険箇所/危険源	作業名	危険事象/災害想定	リスクの程度			現在の対策状況	現状安全評価
					ケガの ひどさ A	アクセ ス頻度 B	A+B リスクの 大きさ		

提案するリスクアセスメントシート

グループ名

リスクアセスメントシート

事業所名		職場名		対象工程(設備)名		対象範囲(作業)		作業標準(手順)			
								有・無			
NO	装置名	危険区域 (危険箇所)	作業名	危険源 原因/結果 (危険源NO,符号)	危険状態	危険事象	災害想定	リスクの程度			現在の対
								ケガの ひどさ A	アクセ ス頻度 B	A+B リスクの 大きさ	

記入例 伸張試験機 リスクアセスメント実践技術(I)より

グループ名 **事例-1-1:伸張試験機 テキスト教材現行** リスクアセスメントシート

安全技術応用研究会



事業所名		職場名		対象工程(設備)名		対象範囲(作業)		作業標準(手順)		RA実施日		RA実施者	
		材料試験係		小型伸張疲労試験機 NO.1号機		全作業		①・無		年 月 日(曜日)		リーダー: メンバー:	
NO	装置名	危険箇所/危険源	作業名	危険事象/災害想定	リスクの程度			現在の対策状況	現状の 安全性 評価	追加の保護対策	妥当性確認の機軸	残留リスクに対する処置	
					ケガの ひどさ A	アクセ ス頻度 B	A+B リスクの 大きさ						
1	駆動伝達機構	モーターリとベルト間 (1-C/引込みの危険源)	・主作業(試験) ・ベルト張力の点検、 調整、交換作業	試験中にモーターリとベルト間に 手を引き込まれ、骨折または挫傷 する	7	4	11	重大	モーターリとベルトの外側カバーがあるの みで内側が開放状態	△	駆動伝達部を固定式の囲いガードで覆う	ISO14120で示す要求事項を満足し、 ISO13857で規定する安全距離を満たす	「ガード取り外し時は電源遮 断」の警告表示をする 作業標準書に記載する
2	駆動伝達機構	伸張調整機構とクラ ンクシャフト間 (1-C/せん断危険源)	・主作業(試験) ・伸張間隔調整 ・クラック軸調整	試験中に伸張調整機構とクラ ンクシャフト間に手・指が入り、せん 断する	7	4	11	重大	伸張調整機構とクラックシャフト 間の部分は開放状態	×	テストサンプル交換のため(1日1回以上)調 整する必要があるため、固定式ガードと可 動式ガードを組み合わせた距離ガードを設 置する(詳細は別紙に記載)	1)に同じ、 および、ISO14119 ガード付の 設置、ISO13849 制御システムの安全 関連部	可動ガード部に注意表示をす る
3	駆動伝達機構	伸張調整機構と左右 ガイド間 (1-C/引込み危険源)	・主作業(試験) ・ガイドロッド部へ の注油	試験中に伸張調整機構と左右 ガイド間に手・指が引き込まれ、 挫傷する	7	4	11	重大	伸張調整機構と左右ガイド間の 部分は開放状態	×	この部分も局所ガード設置が困難な ため、同上	同上	同上

グループ名 **事例-1-2:伸張試験機 提案シート** リスクアセスメントシート

安全技術応用研究会



事業所名		職場名		対象工程(設備)名		対象範囲(作業)		作業標準(手順)		RA実施日		RA実施者				
		材料試験係		小型伸張疲労試験機 NO.1号機		全作業		有・無		年 月 日(曜日)		リーダー: メンバー:				
NO	装置名	危険区域 (危険箇所)	作業名	危険源 原因/結果 (危険源NO,符号)	危険状態	危険事象	災害想定	リスクの程度			現在の対策状況	現状の 安全性 評価	追加の保護対策	妥当性確認の機軸	残留リスクに対する処置	
								ケガの ひどさ A	アクセ ス頻度 B	A+B リスクの 大きさ						
1	駆動伝達機構	モーターリとベルト間	・主作業(試験) ・ベルト張力の 点検、調整、 交換作業	1.機械的な危険源 可動要素による 引き込まれ危険源 (1-C)	モーターリと ベルトの間に 手を近づける。	モーターリと ベルトの間に 手が接触し、引き込 まれる	手の骨折又は挫傷	7	4	11	重大	モーターリとベルトの 外側カバーがあるのみで 内側が開放状態	△	駆動伝達部を固定式の 囲いガードで覆う	ISO14120で示す 要求事項を満足し、 ISO13857で規定する 安全距離を満たす	「ガード取り外し時は 電源遮断」の警告 表示をする 作業標準書に記 述する
2	駆動伝達機構	伸張調整機構とクラ ンクシャフト間	・主作業(試験) ・伸張間隔調整 ・クラック軸調整	1.機械的な危険源 可動要素による せん断危険源 (1-C)	伸張調整機構と クラックシャフト の間に手・指を 近づける。	伸張調整機構と クラックシャフト の間に手・指が接 触し、せん断される	手・指のせん断	7	4	11	重大	伸張調整機構と クラックシャフト間 の部分は開放状態	×	テストサンプル交換のた び(1日1回以上)調整する 必要があるため、固定式ガ ードと可動式ガードを組み 合わせた距離ガードを設 置する(詳細は別紙に記 載)	1)に同じ、および、 ISO14119 ガード付の装置、 ISO13857で規定する ISO13849 制御システムの安全 関連部	可動ガード部に注 意表示をする
3	駆動伝達機構	伸張調整機構と左右 ガイド間	・主作業(試験) ・ガイドロッド部 への注油	1.機械的な危険源 可動要素による 引き込まれ危険源 (1-C)	伸張調整機構と左 右ガイド間に 手・指を近づける。	伸張調整機構と左 右ガイド間に 手・指が接触し、引 き込まれる	手・指の挫傷	7	4	11	重大	伸張調整機構と左右 ガイド間の部分は 開放状態	×	この部分も局所ガード 設置が困難なため、 同上	同上	同上
4	駆動伝達機構	伸張調整機構とマ ンション取り付け 架台間	・主作業(試験) ・伸張間隔調整	1.機械的な危険源 可動要素による 引き込まれ危険源 (1-C)	伸張調整機構と マション取り付け 架台間に手を 置く	伸張調整機構と マション取り付け 架台間に手が 接触し、引き込まれ る	手・指の介割	4	4	8	大	固定フレームと可動 フレーム間の部分は 開放状態	×	同上	同上	同上

事業所名			職場名		対象工程(設備)名		対象範囲(作業)		作業標準(手順)			
			材料試験係		小型伸張疲労試験機 NO.1号機		全作業		有・無			
NO	装置名	危険区域 (危険箇所)	作業名	危険源 原因/結果 (危険源NO,符号)	危険状態	危険事象	災害想定	リスクの程度			リスクの 大きさ	
								ケガの ひどさ A	アクセ ス頻度 B	A+B		
10	制御盤	制御盤内の露出端子	・主作業(試験) ・漏電遮断器のリセット作業	2.電氣的危険源 充電部に感電危険源(2-D)	充電部分に手を出す	露出した端子部に接触し、感電する	電氣的ショック及びびびれ	4	4	8	大	端子
11	汎用PLC	駆動部の不意の起動 試験機の可動部	・試験片の取付け 取外し作業	9.機械の使用環境の危険源 電磁妨害での不意の起動による危険源(9-K)	試験機の可動部に手を出す	不意の起動で、手を可動部に接触し、押しつぶされる	手の骨折	4	4	8	大	再起 されて
12	過負荷継電器	駆動部の不意の起動 試験機の可動部	・過負荷継電器のリセット作業	11. 制御システム不具合による不意の起動危険源(11-Q)	過負荷継電器のリセット作業時に第三者が可動部に手を出す	不意の起動で、手が可動部に接触し、引き込まれる	手・指の挫滅	7	1	8	大	再起 されて (制
13	試験機本体	試験機本体の落下	・主作業(試験)	10.組合せの危険源 重力、不安定性による押し潰し危険源 10-L(1-Aと9-Kの組み合わせ)	試験中に機体に接近する	地震や試験機の振動で移動し試験機本体が台上から落下して身体が下敷きになる	死亡	10	4	14	重大	試験 されて
14	操作パネル	操作パネル	・主作業	2.電氣的危険源 障害により充電部となる部分での感電危険源(2-D)	制御盤内の回路が短絡し操作パネルのスイッチ類等が充電部となったことに気づかず操作	充電部となった個所に接触し、感電する	電氣的ショック及びびびれ	4	4	8	大	漏電

記入例 塗装ロボット

事業所名			職場名		対象工程(設備)名		対象範囲(作業)		作業標準(手順)		RA実施日		RA実施者		
〇〇工場			△△課 ××係		塗装ロボット		自動塗装から修正塗装まで		有・無		年 月 日(曜日)		リーダー:	メンバー:	
NO	装置名	危険区域 (危険箇所)	作業名	危険源 原因/結果 (危険源NO,符号)	危険状態	危険事象	災害想定	リスクの程度			現在の対策状況	現状の 安全性 評価	追加の保護方策	妥当性確認の根拠	
								ケガの ひどさ A	アクセ ス頻度 B	A+B					
1	搬送コンベア	ワーク	・運転中の介入 (落下物を拾う)	ワークの鋭利な端部での切傷に至る機械的な危険源(1-C)	・落下物を拾うために手で触る	・落下したワークの端部で手を切傷する	・手の切傷	1	4	5	中	保護具使用などの表示なし	×		
3	塗装ブース	ロボットの可動部(アーム)	・運転中の介入 (落下物を拾う)	・ロボットの可動部(アーム)による衝撃の機械的な危険源(1-C)	・落下物を拾うためロボットに接近する	・ロボットのマニピュレータに身体を激突される	・頭部又は胸部を骨折する	10	4	14	重大	出入口開口部あり、進入可能	×	光カーテンの設置(ワークと人とを設置高さで区別する)安全マットを出入り口に設置	ガードインタロック装置 ISO 14119(JIS B 9710) 制御システムの安全関連部 ISO 13849(JIS B 9705) 電氣的検知装置 IEC 61496(JIS B 9704) 圧力検知式保護装置 IEC 13856
9A	ロボット	ロボットアームと柱の間	・ティーチング作業	・ロボットの可動部(アーム)電磁誘導による不意の起動による危険源(9-K)	・ロボットアームと柱の間に人が近づく	・電磁波ノイズなどにより突然起動し、ロボットと柱の間で身体を押しつぶされる	・肋骨を骨折(死亡)	10	1	11	重大	電磁妨害への対応なし	×	不用意な起動/再起動の防止制御を設計上で構築する(セーフティループ又はセーフティPLCを使用する)電磁両立性を達成させる	ISO 12100(JIS B 9700). ISO 13849-1(JIS B 9705-1). IEC 60204-1(JIS B 9960-1)による再起動防止(起動と停止)、低電圧閉閉装置IEC 60947(JIS C 8201). IEC 61000(JIS C 61000)電磁両立性
9B	ロボット制御盤	ロボットの可動部(アーム)	・運転中の介入 (落下物を拾う)	・ロボットの可動部(アーム)制御システムの故障により停止しない危険源(11-N)	・ロボットアームが通常速度で人に近づく	・ロボットアームが停止せずロボットに身体を激突される	・頭部又は胸部を骨折する	10	1	11	重大	安全関連部が独立していない制御カテゴリが不足	×	不用意な起動/再起動の防止制御を設計上で構築する(セーフティループ又はセーフティPLCを使用する)電磁両立性を達成させる	ISO 12100(JIS B 9700). ISO 13849-1(JIS B 9705-1). IEC 60204-1(JIS B 9960-1)による再起動防止(起動と停止)、低電圧閉閉装置IEC 60947(JIS C 8201)
10	ロール操作盤	ロール間	・運転中の介入 (ロール付着の異物除去)	・ロール可動部間操作盤からの現場視認性喪失による危険源(12-R)	・第三者が、気づかず回転させたロールに手を入れる	・ロールが回転し、ロール間へ手を引き込まれる	・手を複雑骨折する	10	1	11	重大	操作盤よりロールの状態が確認できない ロールに保護装置がない	×	・操作盤にモニター装置の設置 ・ロール操作面ガードとインタロック付きスイッチ設置	ISO 12100(JIS B 9700). ISO 13849-1(JIS B 9705-1). IEC 60204-1(JIS B 9960-1)による再起動防止(起動と停止)ガードインタロック装置 ISO 14119(JIS B 9710)

表 6-1 今回の変更点一覧

No	項目	変更内容
1	装置名	・ 変更なし
2	危険区域(危険箇所)	・ 危険区域(危険箇所)と危険源は単独で記載
3	作業名	・ 変更なし
4	危険源 原因/結果 (危険源 No,符号)	・ 危険源/危険事象リストに、No.11,12 を追加 ・ 危険区域(危険箇所)と危険源は単独で記載 ・ 原因と結果を記載することとした
5	危険状態	・ 項目追加
6	危険事象	・ 危険事象と災害想定を単独で記載
7	災害想定	
8	リスクの程度	・ 変更なし
9	ケガのひどさ A	
10	アクセス頻度 B	
11	リスクの大きさ	
12	現在の対策状況	
13	現状の安全性評価	
14	追加の保護方策	
15	妥当性確認の根拠	
16	残留リスクに対する処置	

7. まとめ

- 今回の議論では、ISO 12100:2010の危険源/危険事象リストを議論の基とし、危険源という用語の意味の確認から入った。危険源/危険事象リストは、リスクアセスメントに用いるものであるから、その実施に当たっての問題点を議論した。特にISO 14121:1999附属書Aには、「制御の不調」等に関して記述があったが、ISO 12100:2010附属書Bの表B.1からはなくなった。これは、「制御の不調」は危険源ではなく危険状態・危険事象だからと理解できるが、リスクアセスメントで「制御の不調」を見落とすことは問題であるとの結論に至った。このような議論の結果を本報告書で示した。
- ただし、今回の報告ですべてが解決した訳ではないと思っている。会員各位がリスクアセスメントを行う上で見いだした問題をぜひTC5にフィードバックしていただきたい。