

### 3. サーボプレス機械でのリスクアセスメント <設計製造時>

#### (金属加工機械製造業)

##### 【事例の位置づけ】

この事例は世界的なプレス機械メーカーで展開しているリスクアセスメントを紹介したものである。機械系のリスクアセスメントのみならず制御系のリスクアセスメントにも古くから取組み、ISO, EN 規格等を参照して、自社のリスクアセスメント体系を確立した。特に、制御関連部のリスクアセスメントには、見るべきものが多く、好事例である。

リスクアセスメントの運用についても、常に、機械安全/制御安全について、グローバルに通用することを念頭に置き、セイフティアセッサーの創設等の先進的な取組みをしており、安全安心な機械を客先に提供するとの会社方針が徹底している。

#### 1 工場の概要

##### 1.1 業種：

金属加工機械製造業

##### 1.2 労働者数：

約400人

##### 1.3 主な製造物：

プレス機械、板金機械およびそれらに付随する周辺装置

#### 2 設計製造時のリスクアセスメント取り組み状況（全体概要）

##### 2.1 企業のリスクアセスメントへの取り組み方針、背景等：

###### (1) リスクアセスメントへの取り組み方針、設計製造管理体制上の位置づけなど

1994年に取得した ISO9001 品質マネジメントシステムの基本方針の中に「お客様が安心して買うことが出来、それを満足して使うことが出来る商品を提供する」がある。これを背景にして法令、規制要求事項を遵守し、より安全な製品の提供を目指すため、リスクアセスメントを実施し、グローバルセーフティを構築、実践している。

欧州向けのトランスファープレスで EN1050 に基づき、リスクアセスメントを実施したのが1997年。その後 ISO12100 の導入に伴い1999年に各プレス単位でリスクアセスメントを実施し、2003年からは各プロジェクト単位でもリスクアセスメントを実施している。

###### (2) RAに関する社内規定の概要

社内規程として下記を活用している。

- ・ 3 1 1 ・ 5                      リスクアセスメント実施作成要領  
    (IS014121 /EN692/EN693 に基づく)
- ・ 5 3 4 ・ 0 0 1                制御システムの安全設計カテゴリー  
    (IS013849 に基づく)
- ・ 5 3 4 ・ 0 0 2                制御システムの安全設計査定、評価  
    (EN954-1 に基づく)
- ・ 「TI103：2006                サーボプレスー安全要求事項と方策」  
    (鍛圧機械工業会編纂)

### (3) リスクアセスメントの実行組織と人員体制の概要

リスクアセスメントは開発・設計部門全員で行い、責任者は担当部門長である。

### (4) RAに基づく安全方策の実施体制（RA実施部門と機械設計部門の連携体制等）

リスクアセスメント結果による安全方策は開発・設計部門で詳細設計を実施している。

詳述すると

#### ① セーフティアセッサー制度の創設

平成18年9月、国際的に通用する機械設備や生産システムの安全設計および管理技術、グローバル化するISO/IEC規格に基づく安全について「安全性の妥当性を評価し確認できる人材」を育成する目的でセーフティアセッサー制度を設けた。

セーフティアセッサーは製品安全分科会が任命し、その業務は製品安全リスク低減のための規則運用と活動を執行することである。現在、5名のセーフティアセッサーがいる。

#### ② リスクアセスメントに対する設計者、セーフティアセッサー、製品安全マスターの機能

開発・設計者	<ul style="list-style-type: none"><li>・設計時点のリスクアセスメント実施（実施と記録、責任者を明確に）</li><li>・リスク低減（本質安全設計、安全防護方策、残留リスクに関わる使用上の情報提供）・・・3ステップメソッドの徹底</li><li>・安全性の妥当性確認（国際安全規格に適合した方策）</li><li>・設計図面への反映</li></ul>
セーフティアセッサー （社内第三者機能）	<ul style="list-style-type: none"><li>・リスク評価の妥当性検証</li><li>・リスク低減方策の妥当性検証</li></ul>
製品安全マスター （社内第三者機能）	<ul style="list-style-type: none"><li>・国際安全規格に適合した対策仕様のアドバイス</li><li>・設計、製造部門への製品安全に関わる啓発活動</li></ul>

## 2.2 リスクアセスメント手法の概要：

### (1) リスクアセスメント規定の手法概要

社内規程の「リスクアセスメント実施要領」を下記のとおり紹介する。

#### 「リスクアセスメント実施要領」

##### 1. リスクアセスメント実施表の作成要領と手順

リスクアセスメント実施に当たっては安全方策の方針、すなわち機械類の制限を決定すること。機械類の制限の決定は、以下の点全般に亘って考慮する。

- ① 機械類のライフサイクルに関する全局面
- ② 意図する使用：機械の正しい使用および操作、合理的に予見可能な誤使用または機

能不良の結果

- ③ 性別、年齢、利き手または身体的能力の限界  
(例えば、視覚または聴覚の減退、体型、体力など)によって特定される人の予見可能な機械類の全使用範囲。
- ④ 予見可能な使用者の訓練、経験または能力の予想レベル  
(オペレーターか、見習いまたは初心者か、一般大衆か等)
- ⑤ 機械類の危険源に第三者(例えば、見学者、掃除者、事務の人など)が暴露されること。

1) 危険源の同定(想定・列举)

機械類によって引き起こされる可能性のある各種危険源を同定し、障害または健康障害にいたる全ての状況を想定する。

JISB9702:2000 機械類の安全性—リスクアセスメントの原則、付属書A、危険源、危険状態、危険事象の例\*を参考にし、且つ、その他考えられる危険源を全て記載して、危険の内容については、出来るだけ詳しく書き、その危険が、どの危険域で起こりうるかを明記する。

\*JISB9702:2000 付属書Aの項目 No1~19は必須点検項目とする

2) 危険にさらされる可能性

1)で同定された危険源に対し、危険にさらされる可能性の「有無」を評価し、「無」と評価されたものについては以下の評価は実施しない。

3) 被害のひどさ (S)

障害または健康障害のひどさについて見積もる。

- S1: すり傷災害                      . . . 不休業に至らない負傷
- S2: 軽症                                . . . 不休業災害
- S3: 重傷                                . . . 休業、後遺症8~14級
- S4: 重大災害                         . . . 死亡、後遺症7級以上

4) 危険にさらされる頻度 (F)

危険区域への接近の必要性(例えば、正常運転、保全または修理時)、接近の性質(例えば、材料の手送り)、危険区域内での経過時間、接近者の数、接近の頻度を考慮して見積もる。

- F1: まれ~時々/短時間
- F2: 煩雑に~継続的/長時間

5) 危険を回避できる可能性 (P)

危険の回避は 誰が運転するか(熟練者か、未熟者か、無人か)、危険事象の発生速度(不意か、高速か、緩慢か)などを考慮して見積もる

- P1: 特定の条件の下で可能
- P2: ほとんど不可能

6) 総合査定(リスク評価基準と危険性レベル)

S-F-P 評価をし、下表に基づき危険性のレベル(I~V)を決定する

			被害の可能性			
			可能性が高い	可能性がある	可能性が低い	ほとんどない
		危険源にさらされる頻度	F 2		F 1	
		被害を回避できる可能性	P 2	P 1	P 2	P 1
被害の大きさ	重大災害	S 4	V	V	IV	III
	重傷	S 3	V	IV	III	III
	軽傷	S 2	IV	III	II	II
	すり傷災害	S 1	III	II	II	I

**リスク評価基準とリスクレベル表**

7) 対応する安全方策

危険性レベルに対応する安全方策は下表による。

(制御システムについては 8)、9) による)

保護方策								
	本質安全設計		安全防護		使用上の情報			⑧ 方策 取らない
リスクレベル	① リスクの除去	② リスクの低減	③ ガード	④ 保護装置	⑤ 警告装置	⑥ 警告表示	⑦ 取扱説明書	
I	—	—	—	—	—	—	—	◎
II	○	○	○	○	○	○	◎	(○)
III	○	○	○	◎	(○)	(○)	(○)	
IV	○	○	○	◎	(○)	(○)	(○)	
V	○	○	○	◎				

**リスクレベルと保護方策基準**

注 1) ○印 : よりベターな方策で①、②、③・・・と上位のレベルから優先的に方策を検討すること

注 2) ◎印 : 最低限とすべき方策。残留リスクとしてユーザーに情報提供することにより、更なる保護方策がなくてもよい合理的に実現可能とする水準の方策であること

注 3) 警告表示、取扱説明書をリスク低減の手段に使ってはいけない

注 4) (○) 印 : 適切なリスク低減とはされない方策であるが、便益が期待される場合に限り受け入れられる。この判断は、一般にリスク低減が技術的に実行不可能、リスク低減コストが効果に対しきわめて不相応または得られる効果に対して小さい場合等があり、社内第三者（製品安全分科会が任命するセイフティアセッサー）の妥当性検証を得ること

8) 制御システムの安全関連部に対するカテゴリーの選択

JISB9705-1 : 2 0 0 0 /IS013849-1 付属書 B カテゴリー選択のための指針による。

9) 制御システム安全方策カテゴリー

JISB9705-1 : 2 0 0 0 /IS013849-1 カテゴリーの要求事項の要約による。

(2) リスクアセスメント結果の審査（審査責任者、承認者）

審査責任者は各開発・設計部門長。

承認者は平成 18 年 10 月より社内で任命されたセイフティアセッサーが最終承認者となっている。また、リスクアセスメント時の問題点は製品安全委員会/分科会の審議、承認を得ることになっている。

(3) 記録および保存（帳票の様式、種類および保存の目的、方法等）

リスクアセスメントの結果は

- ① リスクアセスメント実施表
- ② 制御システム リスクアセスメント実施表

に記録する。ISO9001 の管理文書保管基準に従って各部門の管理文書として 10 年間保管する。

①、② の例を 表1、表2 に示す。

(4) リスクアセスメント手法（手順書）を作る際に参考にした基準、規格類

- ① ISO14121 機械類の安全性－リスクアセスメントの原則
- ② ISO13849-1 機械類の安全性－制御システムの安全関連部  
第1部：設計のための一般原則
- ③ EN954-1 機械の安全性－制御システムの安全関連部品  
第1部：設計のための一般原則

(5) 対象設備のリスクの再評価について（実施する安全方策が、適切にリスクを低減できるものかどうかの妥当性の確認をしているか）

安全方策の妥当性については、開発評価時には設計者が、機械出荷時には品質確認部門にて確認している。

(6) このリスクアセスメント手法（手順書）の範囲には、制御系のリスクアセスメント（JIS B9705-制御システムの安全関連部）を含んでいるか？ また、安全性能カテゴリ選択をしているか。

制御系のリスクアセスメントを実施し、その評価のうえで制御機器や制御回路についての安全性能カテゴリの選択をしている。

### 3 具体的な機械設備のリスクアセスメント実施状況と実施内容

#### 3.1 リスクアセスメント実施対象設備：

(1) 対象機械設備の名称：

動力プレス機械（サーボプレス）

(2) 設備の機能概要と主な仕様：

Cフレーム型 300～2000KN

(3) 形態

単発機、プレスー周辺設備ライン制御機、モジュールプレス機がある。



サーボプレス機 概観図

#### (4) 運転モードの種類と制限

運転モードには

- ① 上限復帰・・・運転ボタンを押すと上限復帰し停止。
- ② 寸動・・・運転ボタンを押している時だけスライドがモーショントおりに動き、運転ボタンを離すとスライドはすぐに停止。
- ③ 安全一行程・・・スライドが下降行程中は寸動操作、上昇行程では自動的に上死点位置で停止。上死点停止したら、再度運転ボタンを押さないと動かない。
- ④ 連続・・・運転ボタンを押すとスライドは連続して動く。運転停止ボタンを押すと上死点位置で停止。
- ⑤ 段取寸動・・・運転ボタンを押している時だけスライドは一定速度で動き、運転ボタンを離すとスライドはすぐ停止。

がある。各運転モードの切替は行程切替スイッチで行う。全ての運転モードについてリスクアセスメントを実施している。

### 3.2 リスクアセスメントの実施時期

- (1) リスクアセスメントは基本設計時に実施している。
- (2) 量産品について、再度あるいは定期的にリスクアセスメントを実施しているか基本的には開発時のみだが、マイナーチェンジ時等には、商品開発フローに従って実施している。

### 3.3 対象設備のリスクアセスメント

- (1) 具体的なリスクアセスメント実施手順

2-2項「リスクアセスメント実施要領」に従って実施した。

サーボプレス マイナーチェンジのリスクアセスメント実施事例を表3に示す。

## (2) リスクの再評価の内容

安全方策を講じることによって、危険源にさらされる可能性を「無」または「有」でもレベルⅡまで落とした。(表3参照)

### 3.4 リスクアセスメントに基づいた安全方策

#### (1) 安全方策の具体的実施内容（技術的対策について）

表3に具体的に示している。

#### (2) 制御システムに要求される安全性能カテゴリとなっているかの検証方法

制御システムの安全カテゴリとしては、出来る限り二重冗長、ダイバシティを入れたカテゴリ4のシステムを目指している。

#### (3) その実施に当たっての技術的及びコスト的な問題点と解決策

コスト面に関しては、制御部分は量産化によるコスト低減を実施しているが、安全を保つための追加センサー等のコストアップは避けられないのが現状。

### 3.5 使用上の情報の作成（残留リスクの処置）

#### (1) 残留リスク情報の記録

リスクアセスメント実施表に記載する。

#### (2) 使用上の情報の提供方法等

取扱説明書への記載、注意－警告銘板の機械への貼付を実施している。

## 4 リスクアセスメントの取り組みで顕在化した問題点とその解決策及び課題等

### 4.1 問題点の内容：

国際規格をよく理解し、リスク評価できる開発・設計員の育成

### 4.2 その解決策：

国際規格、リスク評価の標準化の推進と勉強会の実施

### 4.3 今後の課題：

リスクアセッサーの育成

## 5 これまでにユーザーから受けたフィードバック事項：

### 5.1 その具体的な内容（と対応）の一例

規格を遵守したプレス機械の防護範囲のみでは、事故の発生を完全に防止することが出来ない事例が、過去に発生したことがある。

### 5.2 その対応策および機械設計製造への反映

リスク査定を基に、独自の防護範囲を別途規定し実施している。安全装置のコストとしてはアップする。

## 6 リスクアセスメントへの取り組みによって得られた効果

#### 6.1 有形効果：

品質マネジメントシステム IS09001 と合わせて、リスクアセスメント、安全方策の標準化が進行している。

#### 6.2 無形効果：

開発・設計者にリスクアセスメント、安全方策の意識が浸透しつつある。

#### 6.3 投下費用

製品全体に占めるコスト割合は小さいが、制御システムのコストとしては、ある程度、インパクトがある。しかし、ユーザーに安全・安心な機械を提供できることは大きな効果と考える。

#### 6.4 その他、問題点など

安全方策を追加しても、大幅な機械のダウンタイムを招かないように、バランス良く、安全・安心な機械を設計し、ユーザーに提供することを、メーカーとしては常に考えなければならない。同時に、機械に対するお客の安全意識のレベルアップも進めていかねばと考えている。

様式 1.

RQR-\*\*\*

ユーザ	***
機種	*****
プロジェクトNo.	*****

製品安全分科会	セーフティセツサ	部門長	G 長	担当
***	***	***	***	***

リスクアセスメント実施表(1/5)

NO	危険源の同定		モード(該当:○)			リスクアセスメント					リスクアセスメント					使用上の情報	関連規格
	危険	危険域	生産	段取	保守	危険にさらされる可能性	被害のひどさ S	危険にさらされる頻度 F	危険を回避できる可能性 P	総合査定(危険性レベル)	対応する保護方策 (取消線のあるものは提案のみ)	危険にさらされる可能性	被害のひどさ S	危険にさらされる頻度 F	危険を回避できる可能性 P		
1	機械的危険																
1.1	押しつぶしの危険	スライドとボルスタの間	○	○	○	有	S4	F1	P2	IV	インターロッキングガード* セーフティブロック*	有	S2	F1	P2	II	取扱説明書 作業教育
1.1	押しつぶしの危険	防護柵とフロアの間		○	○	有	S4	F1	P1	III	先端部ゴムシートで被害度軽減 防護柵の落下防止	有	S2	F1	P1	II	動作中にブザーで注意喚起
1.1	押しつぶしの危険	MBとMBの間		○	○	有	S3	F1	P2	III	衝突防止用光電管でMB間距離50 0mmに保つ バンパスイッチ*	無					
1.2	せん断の危険	MBとアップライトの間 MBと建屋		○	○	有	S4	F1	P1	III	バンパスイッチ* MB回りの安全柵を客先にリコメ ンド 客先に作業手順の安全方策をとるこ とをリコメ	無					走行中にブザーで注意喚起 取扱説明書 作業教育
1.3	切傷または切断の危険	角部	○	○	○	有	S1	F2	P2	III	面取りかアール加工する	無					
1.4	巻き込みの危険	モーター軸露出部 フライホイール	○	○	○	有	S4	F1	P2	IV	カバー	無					注意銘板
1.5	引き込みまたは捕捉の危険	無し															
1.6	衝突の危険	フィードバー	○	○	○	有 有	S4 S4	F1 F1	P2 P2	IV IV	インターロッキングガード* 防護柵窓のインタロック* モーターブレーキ*	有 無	S2	F1	P1	II	作業教育
1.6	衝突の危険	MB		○	○	有	S2	F1	P1	II	バンパスイッチ	無					
1.7	突き刺しまたは突き通しの危険	無し															
1.8	こすれまたは擦りむきの危険	無し															
1.9	高圧流体の注入または噴出の危険	無し															
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <p>様式1の 記入例</p> </div>																	

\*:制御システムのリスクアセスメント(様式2)を実施する

注)このリスクアセスメント実施表はリスクが受容されるレベルの最終を記録すること。  
受容レベルまで行かないものは受容レベルに行くまで何度も実施すること。

様式2

制御システム  
リスクアセスメント実施表

バンパセンサシステム (ムービングホルスタ制御)

ユーザ	*****
機名	*****
プロジェクト	*****

作成200\*年\*\*月\*\*日

製品安全分科会	セーフティセツサ	部門長	G長	作成
***	***	**	**	*

NO	危険源の同定 (制御回路) 危険 / 危険域	リスクアセスメント					電気回路図 929-3-*****	要求安全 カテゴリ	対応する 保護方策	関連規格	適切なリスク 低減判定	対応する安全対策
		危険にさら される可能性	被害の ひどさ S	危険にさらさ れる頻度 F	危険回避の 可能性 P	総合査定 (危険性レベル)						
1	バンパセンサおよび検出回路と停止回路 (スタートボタンを押す前に エリア内に人が入っていたことによる衝突・ 転倒による怪我)	有	S 2	F 1	P 2	Ⅲ	3	ハート回路 (MB運準OFF) 停止がコリ:0	IEC60204-1 ISO13849 EN954-1 EN692	OK	安全設計による回避 1. キャリア走行時の巻き込まれ対策 床とMB下面寸法=8mm MB走行速度=12m/Min. 惰走量=100mm 2. 軌道(レール)上を走り予定さ れた動きをとる 3. 暴走対策 インバータコンローラの暴走検出 出端メカストップバ&LS <b>使用上の情報</b> エリア内に人が居ないこと(前提) 確認して、有意志起動(押ボタン) とする。  教育訓練を受けたオペレータ による運転	
2	急停止機構の故障 モータブレーキ(ノーマルクローズシステム)	有	S 2	F 1	P 1	Ⅱ	2	ハート回路 停止がコリ:0	IEC60204-1 ISO13849	OK		
3	回路改造 容易に改造できない回路	有	S 2	F 1	P 1	Ⅱ	2					
<div style="border: 1px solid black; padding: 20px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <h2 style="margin: 0;">様式2の 記入例</h2> </div>												

構想

アプライト

バンパSW

スライド及びホルスタ  
領域

バンパSW

停止システムフロー				危険防護対策
No.	フロー	装置	システム	
1	走行域内侵入			MB走行中エリアの侵入/衝突防止
2	バンパ検出	バンパスイッチ	2RM	
3	MB運準OFF			
4	モータ回路遮断	電磁開閉器	NC	受容リスク 危険の同定2, 3項 スタート前の人の残留はユーザの受容 判断による。
5	モータブレーキ作動	電磁ブレーキ		
6	モータ停止			
7	惰走			
8	キャリア停止			残留リスク対策 走行中のブザー吹鳴 トラマーク標識 マニュアルに作業手順と注意事項の 記載

2RM: 二重冗長+監視システム  
3C: 3コンタクトシステム  
NC: 励磁ブレーキ開放型

表3

サーボシステムのリスクアセスメント実施表

セフティアセツサー
****

作成日	2006年 8 月 9 日		
開発Gr. GM	主任技師	作成者	
****	****	****	

(予定停止をサーボ停止のみで停止させるハンドインダイの場合の事例)

制御状態	不安全な挙動	状態		制動／運転	電力遮断	停止維持	危険源の同定	被害のひどさ S	暴露頻度 F	回避の可能性 P	危険レベル	要求安全カテゴリ	対応する安全方策	モニタ					再起動防止	安全方策後の査定					安全方策後 所見
														メカ制動	オーバーラン	動作監視	危険域進入監視	逆行		危険源にさらされる可能性	被害のひどさ S	暴露頻度 F	回避の可能性 P	危険レベル	
停止動作	制御不能	予定停止	設定点停止	回生制動	無し	サーボ制御停止	回生制動、サーボ制御故障からスライドの二度落ちによる挟まれ、押し潰し	S2	F2	P2	V	4	●オーバーランしたことを検知して急停止とする。 ●予定停止することを確認しながら停止動作を進め、予定動作から外れる場合は異常止とする。	●	●	●	●	●	●	無					●危険検出型のシステムであり、急停止機構(メカブレーキ、電源遮断)およびモニタシステムが危険側に故障してはならない。
			寸動停止				回生制動、サーボ制御故障からスライド落下による挟まれ、押し潰し	S2	F2	P2	V	4	プレス動作中の光安全装置により身体検知急停止とする。				●	●	無					急停止機構(メカブレーキ、電源遮断)およびモニタシステムが危険側に故障してはならない。	
停止動作	停止時惰走	急停止	急停止	メカ制動抵抗制動	遮断	メカ制動拘束	メカブレーキ、抵抗制動、電力遮断の故障からスライドが急停止時に急停止せずスライドに挟まれ、押し潰し	S2	F2	P2	V	4	●ばね締め、ノーマリクローズド型メカブレーキですべてのばねの50%が破損した場合でもブレーキ性能が維持できる。 ●電力遮断はサーボドライバと電磁接触器によるダイバシティ冗長をとる。 ●定期的なメカブレーキチェック機構 ●停止動作監視機構によるメカ/電気ブレーキの監視機構 ●ブレーキテスト	●					●	有	S2	F1	P1	II	●メカブレーキチェック後の次のチェックまでのインターバルでブレーキが必ず効くかどうかのリスクは残る。 ●取り扱い説明/注意名板によるブレーキの定期確認等の指示を行う。
							非常停止	メカブレーキ、抵抗制動、電力遮断の故障からスライドが非常時に急停止せずスライドに挟まれ、押し潰し	S2	F2	P2	V	4	同上	●					●	無				
停止維持	不意起動	機械停止維持(生産時)	機械停止維持(生産時)	メカ制動	無し	サーボ制御停止 + メカ制動拘束	メカブレーキ、電源遮断の故障の場合、機械停止時の不意な起動によるスライドに挟まれ、押し潰し	S2	F2	P2	V	4	●同上 ●停止維持時は、停止維持監視機能を設け、停止中の不意な起動開始を検知し、機械/電気ブレーキを動作させる。 ●人体が危険域にある場合は、常時機械ブレーキ動作とする。	●		●	●	●	●	無					●不意起動開始から電気遮断、機械/電気ブレーキが働くまでに若干の惰走が発生する可能性がある。 ●人体が危険域にいる場合は、機械ブレーキ動作するので危険状態になる可能性は低い。 ●メカブレーキは、モータ最大トルク以上のブレーキトルクを持つものとする。
							機械停止維持(保守・点検時)	メカ制動	遮断(安全ブロック)	メカ制動拘束	メカブレーキ、電源遮断の故障、バランス故障の複合でスライド落下による挟まれ、押し潰し	S2	F1	P2	III	3	同上	●				●	●	無	
下降	停止しない(惰走)	下降運転	下降運転	メカ制動	無し	サーボ制御	身体のプレスルームへの侵入からスライドに挟まれ、押し潰し	S2	F2	P2	V	4	●光線式安全装置による危険域侵入検知、急停止とする。 ●下降動作に対しては、光線式安全装置切でも有効とし、作動停止動作させる。				●	●	●	無					両手操作式安全装置ではサーボ停止の安全担保が無く、使用できない。
上昇	逆転落下	上昇運転	上昇運転	サーボ制御	無し	-	CNC故障からスライドの逆転落下による挟まれ、押し潰し	S2	F2	P2	V	4	●逆転を検知して急停止とする。 ●光線式安全装置による危険域侵入検知、急停止とする。			●	●	●	●	無					急停止機構(メカブレーキ、電源遮断)およびモニタシステムが危険側に故障してはならない。
							安全ミュート	ミュート回路故障からスライド上昇行程の安全装置ミュート時、身体をプレスルームに侵入している時にスライドの逆転落下による挟まれ、押し潰し	S2	F2	P2	V	4	●逆転を検知して急停止とする。 ●ミュート回路はハードシステム冗長/CPU冗長+監視設計とする。			●	●	●	●	無				
運転中の全状態	機械的停止不能	機械停止維持(生産時)	機械停止維持(生産時)	メカ制動/電気制動/制御停止時	有/無	-	あらゆる状況においてのベルト切れが発生した場合。	S2	F2	P2	V	4	●ベルトの多重化(複数本) ●ベルト強度は、1本で全て状況においてその受ける最大トルクに対して十分な余裕がある設計とする。 ●各ベルトに対してベルトが切れていないことを常時監視するシステムを設け、切れていない状態が維持できないときは、停止機構を動作させる。	●		●			●	有	S2	F1	P1	II	●取り扱い説明/注意名板によるベルトの定期確認/交換等の指示 ●機械ブレーキを駆動側に設置できればベルト切れ検出は不要となる。

●:必要とするモニタと再起動防止システム

●:必要とするモニタと再起動防止システム

