

- 7 . 食品機械製造企業 G 社における設計製造時のリスクアセスメント

【事例の位置づけ】

この事例は、欧州に輸出する食品機械の C E マーキング自己適合宣言を目的として実施されたものです。欧州のコンサルタント会社の指導の下に、国内向けに販売されている同種の機械を対象とし、欧州機械指令の必須安全要求事項に適合させるために問題となる事項を洗い出し整理し、その各事項に対して安全方策を実施した事例です。したがって、通常のリスクアセスメントで行うリスク見積りおよびリスク評価は行っていませんが、危険源・危険状態の洗い出しでは EN1050 - リスクアセスメントの原則の附属書 A (JIS B 9702 の附属書 A にほぼ同じ) に基づいた同定手法を採用しており、洗い出しの漏れを少なくするための事例として極めて参考となります。

1 工場の概要

1.1 業種：

食品機械製造業

1.2 労働者数：

約 170 名

1.3 主な製造物：

製菓機械（充填成型機、どら焼焼成機、サーマルメディアオーブン、蒸し機など）

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

現在までのところ、欧州機械指令に基づく C E マーキング表示が必要な欧州向けの下記出荷機種に対してのみリスクアセスメントを実施した。

- ・ 2002 年 フランスにおける展示会への出展機
- ・ 2003 年 / 2005 年

欧州（ベルギー・フランス・オランダ・スコットランド等）向けの輸出機

ただし、今後の方向性としては、国内向け製品についても、設計製造時におけるリスクアセスメントの実施結果に基づく安全化の取り組みを考えている。

（2）リスクアセスメントの実行組織と人員体制の概要

実行組織は特に規定していない。

ただし、リスクアセスメントを実施するのは現在のところ設計部門であり、該当機種の設計担当者がリスクアセスメントを実施している。設計部門は、機械担当が 13 名、電気担当 11 名で構成されており、この内、約半数はリスクアセスメントに関する外部研修及び内部研修を受講済みである。今回の事例のリスクアセスメントは 2 名（機械担当 1 名、電気担当 1 名）で実施している。

(3) リスクアセスメントに基づく安全方策の実施体制の概要

リスクアセスメントの結果、必要とされた安全方策の実施は、機械設計および電気設計担当が実施している。

(4) その他

リスクアセスメントを実施した 2 機種は、C E マーキング取得のための外部コンサルタント会社と共同で取り組んで対処した。そのため、記録書式等も外部コンサルタント会社のものを使用した。

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

現在まで実施した機械の設計製造時のリスクアセスメントは、欧州向けの出荷機種を、欧州機械指令に基づく C E マーキングに適合させるための条件として位置づけている。

したがって、基本的には、国内向けに製造してきた機種に対し、それが欧州機械指令の必須安全要求事項を満たすように、危険事項についての検討を実施し、対策が必要な事項を洗い出し、それら各事項に対して安全方策を実施した。

すなわち、これら外部コンサルタント会社と共同して実施したリスクアセスメントでは、単に欧州機械指令の必須安全要求事項を満足するために不足している「危険」事項を洗い出してはいるが、それらに対するリスクの見積りおよび評価（リスクの大きさについての検討）を書類に残すことはしていない。そして、洗い出された個々の危険事項について、直接的に欧州機械指令の必須安全要求事項を満足するための方策を実施したと言うことである。

(2) 記録（帳票の様式、種類等）

後に示す資料 2 および資料 3 のように、EN1050:1995 に基づいて「全ての危険及び危険な状況の要約」を作表し、その通し番号毎に実施した方策を記述している。

(3) 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

自社ではリスクアセスメント手法（手順書）を定めていないが、参考とした規格は「EN1050:1995 - リスクアセスメントの原則」である。また、安全の方策に関連する各種 EN 規格を参考としている。

(4) 対象設備のリスクの再評価について

安全方策実施後のリスクの再評価としては行っていない。方策実施後の C E マーキング表示についての判定は、設計者の判断によっている。

(5) 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 B 9705-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。

この事例の機械では、制御系のリスクアセスメントは実施していない。

ただし、2005 年 5 月に欧州向けに出荷した機械は、第三者検査機関の指導の下に C E 適合宣言をする過程で、制御系として必要とされる安全性能カテゴリを実質的に満たす方策を実施している。

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：

FULLY AUTOMATIC SANDWICH PANCAKE MAKING MACHINE

(欧州向け：サンドイッチパンケーキマシン)

(2) 設備の機能概要と主な仕様：

資料1「設備概要図」に示す通りであり、12列で毎時6,000個のサンドイッチパンケーキを焼成する設備である。

- ・長さ：9,990mm、幅：1,990mm、高さ：1,600mm
- ・電源：3相200V 14kW
- ・焼成熱源：ガス(180 ~ 200)
- ・焼成時間：85秒

(3) 形態

単体機



(4) リスクアセスメントの実施範囲

設備概要図のうち、自動焼成機から反転・耳締め機まで(図中の9,990mmの範囲)が本事例のリスクアセスメントの実施範囲である。

当該機械は、生地を充填・焼成する焼成機と中味を充填しサンドする餡充填耳締め機により構成されているが、焼成機には運転モードの区別はない。餡充填耳締め機には、「自動モード/手動モード」がある。

今回掲載したリスクアセスメント結果は、主として通常の生産状態を想定して実施したものであり、主として自動モードを対象としている。なお、生産中にオペレータの行動で必須と思われる行為、例えば生地や中味の投入、焼成状態の目視確認サンド状態の目視確認及び調整などがあるが、これらの作業も想定した内容となっている。

3.2 リスクアセスメントの実施時期

(1) 当機は欧州輸出用機械であり、CEマーキングの自己適合宣言のために、詳細設計時にリスクアセスメントを実施した。

(2) 現時点では機械の構成に大きな変更が無いため、継続的なリスクアセスメントは実施していない。

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

当機のリスクアセスメントは、CEマーキングに適合させるために実施したものである。その手順は次のようなものである。

対象の機械について欧州機械指令の必須安全要求事項を満たしていない「全ての危険源及び危険な状況」を洗い出すために、EN1050:1995に基づいてそれらを同定した。

で洗い出した事項（危険源 No.）毎に、必須安全要求事項を満たすための安全方策を「危険のためにとられた設計方法」「危険を扱うための安全保護方法」「危険を扱うためにとられる情報手段」として整理し、その内容を実施する。

により実施した安全方策の結果について、実機に対して確認をする。

について：

資料2「危険源・危険状態の同定表」に示すとおり、EN1050の付属書A（JIS B 9702の付属書Aとほぼ同じ）の危険源・危険状態等の例のリストに基づいて、漏れを少なくするために、該当する危険源・危険状態が当機に存在しない場合についても「なし。」と記入して危険源・危険状態の同定表を満たす方式を実施している。

(2) リスクの再評価の内容

上記の により実施した安全方策の結果については、外部コンサルタント会社が、実機評価を行った。

(3) リスクアセスメント実施上の問題点とその解決策

リスクアセスメント実施上の問題点としては、コストと納期が問題であった。

3.4 リスクアセスメントに基づいた安全方策

上記3.3(1)の で洗い出した各事項（資料2の危険源No. 1～37）の全てについて、必須安全要求事項を満たすための安全方策を「危険のためにとられた設計方法（本質的な安全設計による安全方策）」「危険を扱うための安全保護方法（安全防護による安全方策）」「危険を扱うためにとられる情報手段（使用上の情報の作成）」として整理し、その内容を実施した。

資料3「安全方策の実施例」に、危険源No. 2、9、15、29、30について実施した安全方策を示す。

(1) 安全方策の主な実施内容（技術的対策について）

具体的な技術的対策の例については上に示したが、これらを含めた主な技術的対策を列挙すると以下の通りである。

固定式ガード、可動式ガードの設置

安全スイッチの採用

ガスの立ち消え対策実施

ガス安全遮断弁の設置
ロックアウト機能付き電源遮断器、エアバルブの採用
圧縮空気の除去（残圧除去）対策
ISOに準じた警告ラベルの採用
取扱説明書の安全・衛生に関する校正

（２）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

安全方策実施にあたっては、コストアップの問題があった。（６．３項を参照。）

３．５ 使用上の情報の作成（残存リスクの処置）

（１）残存リスク情報の記録

資料２および資料３に示した書式による。CEマーキング適合宣言のため、原文は英語で作成しテクニカルファイルの一部とした。

（２）使用上の情報の提供方法等

媒体、手段：取扱説明書および機械への警告シール貼付けによるユーザーへの情報提供。

時期：取扱説明書は機械納入時までに完成した。また、警告シールは機械出荷時に貼付した。

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：

現在、ごく一部の特定機種（欧州向け輸出用）にのみ実施したにすぎない。

また、実施したリスクアセスメントでは、リスクの見積りとリスク評価、判定基準などの完成度は未達で検討の余地が残っている。

４．２ その解決策：

リスクアセスメント書式の検討および作成。また、今後欧州向け以外の機種へのリスクアセスメントの取り組みを視野に入れて、EN1050以外のISO規格、JIS規格等のリスクアセスメント関連規格の理解とその取り組みかたの検討を進めている。

４．３ 今後の課題：

リスクアセスメントによる改善の結果と製造コストの両立が今後の課題である。

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

ユーザーから安全ガード類が過剰に装備されていると指摘されたことがある。

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：

現状では特になし。

6.2 無形効果：

（１）設計者責任の自覚が向上した。

（２）傾向として、設計者が安全と衛生を意識して機械の設計に取り組むようになった。

6.3 投下費用

（１）コストアップの比率概要：電気部分（安全スイッチ、制御盤、配線工事等）では、約５％のコストアップとなり、機械部分（ガードの設置、ガス関係等）では、約５～１０％程度のコストアップとなっている。

6.4 その他、問題点など

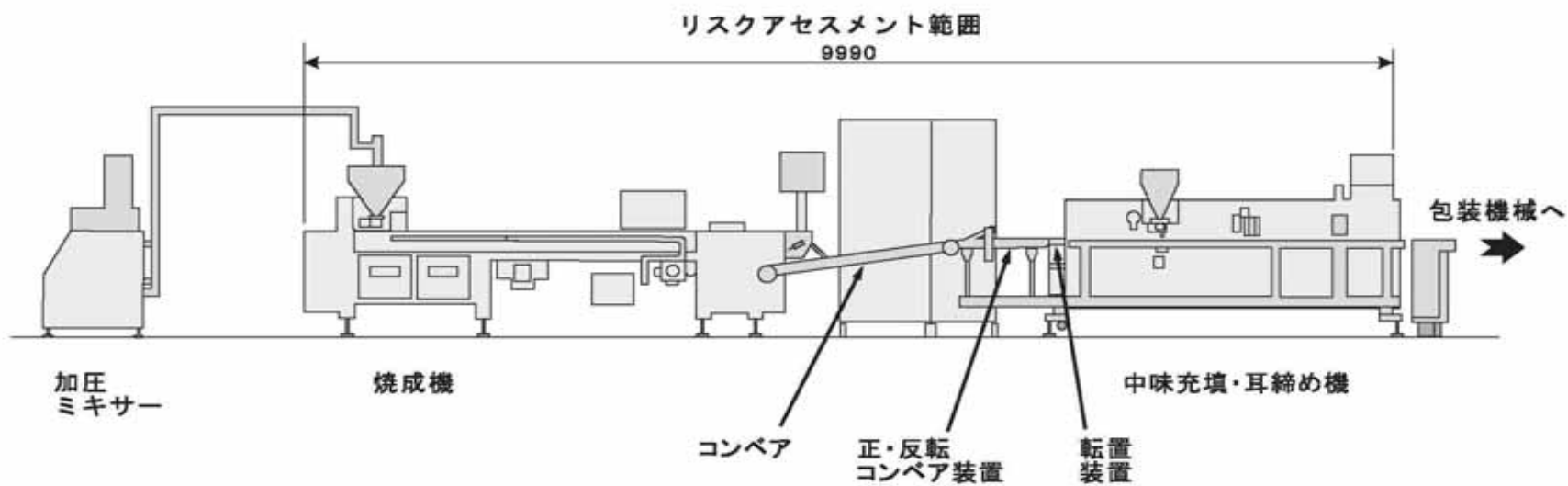
（１）規格の内容が日本の実情とマッチしていないケースがあると思う。

（２）例えば、EN294（JIS B 9707）に規定されている保護構造物への最低安全距離などは、日本人の体型を考えると実情に合わないと思われる。

（３）リスクアセスメントを実施する際の判断基準（危害の可能性など）の設定が難しい。

資料 1 設備概要図

FULLY AUTOMATIC SANDWICH PANCAKE MAKING MACHINE (欧州向け：サンドイッチパンケーキマシン)



資料2 危険源・危険状態の同定表

E N 1 0 5 0 付属書 A で示される危険源の例		危険源 N o .	危険源及び危険な状況の要約
1	機械部品又は加工中の製品による機械的な危険源 例： a) 形 b) 相対的位置 c) 質量と安定性 d) 質量と速度 e) 不適切な機械強度 機械内部の蓄積エネルギーによる機械的な危険源 例： f) 弾性要素(スプリング) g) 加圧中の液体及びガス h) 真空効果		対象者(オペレータ、メンテナンス人員等)による危険源及び作業の種類が原因となる危険源は、ここで明確に特定できると期待される。
1.1	押しつぶしの危険源	1 2 3 4 5 6 7 8 9	指が焼板の間に挟まる可能性がある。 手が耳締めユニットの上下のカップ間に挟まれる可能性がある。 手が餡充填ノズルと持ち上がった餡充填ベルト間に挟まれる可能性がある。 指が合わせカップと主コンベア間に挟まれる可能性がある。 指が餡充填ベルトを持ち上げるエアースリンダとナット間に挟まれる可能性がある。 指が下降した焼印とコンベア間に挟まれる可能性がある。 指が傾斜コンベアと正・反転コンベア間に挟まれる可能性がある。 指が生地充填ユニットの移載用カートとレールとの間に挟まれる可能性がある。 指が整列ストッパーと主コンベアベルト間に挟まれる可能性がある。

E N 1 0 5 0 付属書 A で示される危険源の例		危険源 N o .	危険源及び危険な状況の要約
1 . 2	せん断の危険源	1 0	指が生地充填ユニットと餡充填ユニットの底部にある回転バルブシャフトとバルブ本体の間にせん断される可能性がある。
		1 1	手が生地充填機の底部と筐体上部カバーの間にせん断される可能性がある。
1 . 3	切傷又は切断の危険源		なし。
1 . 4	巻き込みの危険源	1 2	衣服が焼板リンクチェーンモーターの継ぎ手に巻き込まれる可能性がある。
1 . 5	引き込み又は捕捉の危険源	1 3	指が傾斜コンベアのコンベアベルトとプーリーの間に引き込まれる可能性がある。
		1 4	指が焼板駆動チェーンとスプロケットの間に引き込まれる可能性がある。
		1 5	指が油拭き装置駆動チェーンとスプロケットの間に引き込まれる可能性がある。
		1 6	指が粕取り装置駆動ギアの間に引き込まれる可能性がある。
		1 7	指が反転装置駆動ベベルギアの間に引き込まれる可能性がある。
		1 8	指が正・反転コンベアとローラーの間に引き込まれる可能性がある。
		1 9	指が主コンベアベルトとローラーとの間に引き込まれる可能性がある。
		2 0	指が搬送コンベアとローラーの間に挟まれる可能性がある。
		2 1	指が主コンベア駆動チェーンとスプロケットの間に引き込まれる可能性がある。
		2 2	指が反転装置駆動チェーンとスプロケットの間に引き込まれる可能性がある。
		2 3	指が反転装置ギア列の間に引き込まれる可能性がある。
		2 4	布が搬送コンベアとローラーの間に引き込まれる可能性がある。

E N 1 0 5 0 付属書 A で示される危険源の例		危険源 N o .	危険源及び危険な状況の要約
1.6	衝撃の危険源		なし。
1.7	突き刺し又は突き通しの危険源		なし。
1.8	こすれ又は擦りむきの危険源		なし。
1.9	高圧流体の注入又は噴出の危険源		なし。
2	電氣的危険源		
2.1	充電部に人が接触（直接接触）	25	オペレータが充電部に接触したならば、感電する可能性がある。
2.2	不具合状態で充電部に人が接触（間接接触）	26	絶縁破壊が起きたとき、オペレータが充電金属表面に接触したならば、感電する可能性がある。
2.3	高電圧下の充電部に接近		なし。
2.4	静電気現象		なし。
2.5	熱放射、又は短絡若しくは過負荷などから起こる溶融物の放出や化学的効果などその他の現象	27	過電流により、電機構成部品及び(又は)ケーブルが加熱する可能性がある。
3	次の結果を招く熱的危険源		
3.1	極度の高温又は低温の物体若しくは材料に人が接触し得ることによって火災又は爆発、及び熱源からの放射による火傷、熱傷及びその他の傷害	28	オペレータが下側バーナーの炎に接触することにより手に火傷する可能性がある。
		29	オペレータが上側バーナーの炎に接触することにより手に火傷する可能性がある。
		30	オペレータが高温の焼板又は上側カバーに接触することにより手に火傷する可能性がある。
		31	オペレータが高温焼印ユニットに接触することにより手に火傷する可能性がある。
3.2	熱間又は冷間作業環境を原因とする健康障害		なし。

E N 1 0 5 0 付属書 A で示される危険源の例		危険源 N o .	危険源及び危険な状況の要約
4	次の結果を招く騒音から起こる危険源		
4.1	聴力喪失（聞こえない）、その他の生理的不調（平衡感覚の喪失、意識の喪失など）		なし。
4.2	口頭伝達、音響信号、その他の障害		なし。
5	振動から起こる危険源		
5.1	各種の神経及び血管障害を起こす手持ち機械の使用		なし。
5.2	特に劣悪な姿勢と組み合わされたときの全身振動		なし。
6	放射から生じる危険源		
6.1	低周波、無線周波放射、マイクロ波		なし。
6.2	赤外線、可視光線及び紫外線放射		なし。
6.3	X線及びγ線		なし。
6.4	α線、β線、電子又はイオンビーム、中性子		なし。
6.5	レーザー		なし。
7	機械類によって処理又は使用される材料及び物質（並びにその構成要素）から起こる危険源		
7.1	有害な液体、気体、ミスト、煙霧及び粉じん（塵）と接触又はそれらの吸入による危険源		なし。
7.2	火災又は爆発の危険源		なし。
7.3	生物（例えば、かび）又は微生物（ビールス又は細菌）危険源		なし。

E N 1 0 5 0 付属書 A で示される危険源の例		危険源 N o .	危険源及び危険な状況の要約
8	次の項目から起こるような、機械設計における人間工学的原則の無視から起こる危険源		
8.1	不自然な姿勢又は過剰努力	32 33	生地タンク及び餡タンクへの補充のため、オペレータは、望まない姿勢を取る必要がある。 生地フィラー及び生地充填タンクを洗浄するとき、オペレータは重いユニットを取り扱う必要がある。
8.2	手 - 腕又は足 - 脚についての不適切な解剖学的考察		なし。
8.3	保護具使用の無視		なし。
8.4	不適切な局部照明		なし。
8.5	精神的過負荷及び過小負荷、ストレス		なし。
8.6	ヒューマンエラー、人間挙動	34	不適切な配線をする可能性がある。
8.7	手動制御器の不適切な設計又は配置		なし。
8.8	視覚表示装置の不適切な設計又は配置		なし。
9	危険源の組み合わせ		なし。
10	次の事項から起こる予期しない始動、予期しない超過走行/超過速度（又は何らかの類似不調）		
10.1	制御システムの故障/混乱	35	制御システムの故障は予期せぬ運転の原因となる可能性がある。
10.2	エネルギー供給の中断後の回復	36	電気、エアー、ガスの復帰
10.3	電気設備に対する外部影響		なし。
10.4	その他の外部影響(重力、風など)		なし。
10.5	ソフトウェアのエラー		なし。
10.6	オペレータによるエラー(人間の特性及び能力と機械類の不調和による)	37	機械の起動中におけるメンテナンスを実施する可能性がある。

E N 1 0 5 0 付属書 A で示される危険源の例		危険源 N o .	危険源及び危険な状況の要約
11	機械を考えられる最良状態に停止させることが不可能		なし。
12	工具回転速度の変動		なし。
13	動力源の故障		なし。
14	制御回路の故障		なし。
15	留め具のエラー		なし。
16	運転中の破壊		なし。
17	落下又は噴出する物体若しくは流体		なし。
18	機械の安定性の欠如/転倒		なし。
19	人の滑り、つまずき及び転落(機械に関するもの)		なし。
20 37	(略)		

資料3 安全方策の実施例

危険源 No. 2

未処理または根源的危険

- ・オペレータが手動で調節ハンドルを回すことにより圧力を調整するとき、指が耳締めカップの上にあると上下カップの間に捕われ、潰されるであろう。
- ・オペレータが耳締めカップを掃除するとき、指が耳締めカップの上にあると、上下カップの間に捕われ、潰されるであろう。

危険回避のためにとられた設計方法（本質的な安全設計による安全方策）

- ・調整ハンドルの位置を、オペレータが調整中に危険区域に手を差し入れられないように、オペレータ側に移した（危険区域から離れた）。
- ・パドロックタイプの電源スイッチを制御パネルに使用した。

危険を扱うための安全保護方法（安全防護による安全方策）

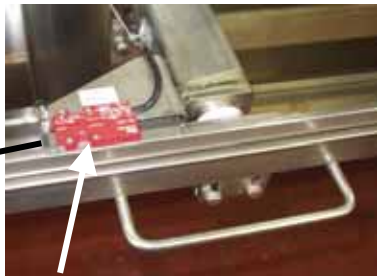
- ・運転および調整中に、オペレータが上側または下側カップに接触することを防ぐために、可動式カバー（高さ約1,400mm）を充填機及び耳締め機の前面に取付けた。可動式カバーは、開くと機械が直ちに停止するインターロック付きである。

危険を扱うためにとられる情報手段（使用上の情報の作成）

以下の警告を取扱説明書に記載した。

- ・耳締めカップを清掃する前に必ず電源を遮断し、必ず電源スイッチにパドロック（南京錠）を施錠すること。

参考写真：

対 策 前	対 策 後
 耳締め部 （カバーなし）	 インターロック付き 可動式カバー設置  インターロックスイッチ

危険源 No. 9

未処理または根源的危険

- ・オペレータが整列ストッパーを調整中に機械が動いたならば、指はストッパーと主コンベアの間にはさまれ、傷つくであろう。

危険のためにとられた設計方法（本質的な安全設計による安全方策）

- ・整列ストッパーの調節ハンドルをオペレータ側に移し（整列ストッパーから離れた）、オペレータが調整中に整列ストッパーに近接することを防いでいる。

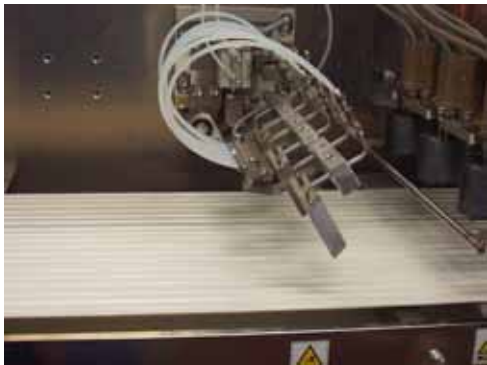
危険を扱うための安全保護方法（安全防護による安全方策）

- ・オペレータが整列ストッパーに接近することを防ぐために、鉛充填機と耳締め機の前面に可動式カバーを設けた。可動式カバーは、開くと機械が直ちに停止するインターロック付きである。

危険を扱うためにとられる情報手段（使用上の情報の作成）

なし。

参考写真：

対 策 前	対 策 後
 整列ストッパー部 （カバーなし） 整列ストッパー調整ハンドル を可動式ガードの外から操作 できるように変更した	 インターロックスイッチ付き 可動式カバー設置

危険源 No. 1 5

未処理または根源的危険

- ・ 布バフを交換する際、オペレータの指が油拭き駆動チェーンとスプロケットの間に引き込まれたら、潰されるであろう。
- ・ オペレータが、布バフの汚れ具合を確認するために機械の前面にあるアクリル製カバーを機械を停止させることなく取り外すことは予見できる。もしそうであれば、オペレータの指は油拭き駆動チェーンの間に捕われ、潰されるであろう。
- ・ 油拭き駆動チェーンに給油中、またはテンション調整中に、オペレータや保守点検者の指が焼板駆動チェーンとスプロケットの間に引き込まれたら、潰されるであろう。

危険のためにとられた設計方法（本質的な安全設計による安全方策）

- ・ パドロックタイプの電源スイッチを制御パネルに使用した。

危険を扱うための安全保護方法（安全防護による安全方策）

- ・ 安全スイッチをオイルワイパー（油拭き装置）のアクリル製カバーに装備した。アクリル製カバーを開くとオイルワイパーが停止するインターロック付きである。

危険を扱うためにとられる情報手段（使用上の情報の作成）

布バフの点検、交換手順に以下の手順をはっきりと明示した。

- ・ 焼成機の操作パネルにあるオイルワイパー停止スイッチを押す。

以下の警告を取扱説明書に明示した。

- ・ オイルワイパー駆動チェーンへの給油前およびテンション調整前には必ず電源を遮断し、電源スイッチに南京錠を施錠すること。

参考写真：

対 策 前	対 策 後
 油拭き装置	 インターロックスイッチを取り付け

危険源 No. 29

未処理または根源的危険

- ・オペレータが焼成機の火力調整のために上部バーナーに触るならば、オペレータは重度の火傷をするであろう。

危険のためにとられた設計方法（本質的な安全設計による安全方策）

なし。

危険を扱うための安全保護方法（安全防護による安全方策）

- ・オペレータが上部バーナーに接近することを防ぐために、固定カバー（高さ400mm）を焼成機の頂部に装備した。

危険を扱うためにとられる情報手段（使用上の情報の作成）

なし。

参考写真：

対 策 前	対 策 後
 シュバンクヒーター部 （カバーなし）	 熱対策固定カバー設置

危険源 No. 3 0

未処理または根源的危険

- ・オペレータが、焼成機の焼板（ 2 0 0 ）に触るのであれば、オペレータは重度の火傷をするであろう。

危険のためにとられた設計方法（本質的な安全設計による安全方策）

なし。

危険を扱うための安全保護方法（安全防護による安全方策）

- ・オペレータが焼板及び上部筐体に接近することを防ぐために、固定カバー（高さ 4 0 0 mm）を焼成機の頂部に装備した。

危険を扱うためにとられる情報手段（使用上の情報の作成）

以下の警告を取扱説明書に記載した。

- ・生産中は、必ず手袋を着用する。
- ・余分な生地が焼板に投入されたら、バフかパレットを使用して除去する。手で取り除かないこと。

参考写真：

対 策 前	対 策 後
 焼成機 (カバーなし)	 熱対策固定カバー設置