作業内容：ボールを攪拌位置に移動させるために、ボール上昇ボタンを押して、ボール受けを上限位置まで上げる

危険事象と危害-1：ボール上昇中に、ボールの縁に手などを置くことにより、手や指がボールの縁と脱泡カバーとの間に挟まれる。

危険事象と危害-2：ボールストッパがかけられていないため、ボール受けからボールが落下し、足に当たり骨折する。

２－３ 既存の対策の問題点と保護方策の検討支援

（１） 危険事象と危害-1 に対する支援

危険事象と危害-1 の概要を図 3 に示す。「ボール上昇中に手指が挟まれる」という危険事象に対し、当該事業場ではボールと脱泡カバーが接触する前に上昇動作をリミットスイッチにより一旦停止させ、安全を確認した後、寸動動作でボールを上限まで上昇させる制御を対策として講じていた（図 4)。

この対策に対し、指摘した事項は下記のとおりである。

① リミットスイッチは制御システムの安全関連部とみなせるため、IEC13849 の安全性能カテゴリに基づく保護方策の実施が求められる。

② 危険源と人が近接しない状態での作業方法を第一に考えた場合、手や指がボールの縁に触れないよう作業させる仕組みとして両手操作制御装置（JIS B 9712:2006）がある。ここで、「仕組み」とは、取扱説明書等による注意喚起ではなく、強制的に安全な行動をとらせるための機構を指す。

（２）危険事象と危害-2 に対する支援

「ボールストッパがかけられていないため、ボール受けからボールが落下する」への対策として、当該事業場では「リミットスイッチを追加して、手が挟まる前に上昇動作が一旦止まるようにし、その後は寸動運転により上昇させる」を挙げていた。

しかし、リミットスイッチが動作する前にボールが落下する可能性もある。ボールが正しくセットされていないことに対し、リミットスイッチは効果を発揮することができないことを指摘した。危険事象の原因は「ストッパがかけられていない」すなわち「ボールが正しくセットされていない」ことであるため、ストッパを必ずかけるための検討が必要である。

（３）支援後の保護方策検討結果

上記支援後のリスクアセスメント実施結果が表 5 に示すリスクアセスメント実施結果一覧表である。

危険事象-1 に対する保護方策は、リミットスイッチを安全カテゴリに応じた制御回路とした上で、両手操作かつホールド・トゥ・ランによる制御方法とすることとした。危険事象-2 に対しては、ボールが確実にセットされている状態でのみ上昇動作が許可される仕組みの実現を検討している。

表 5 からも明らかなように、警告表示等の作業者の注意力に依存した対策ではなく、機械設備側で安全を確保する仕組みを保護方策として検討されている。

なお、識別 No.1-2-1-3 および 1-2-1-4 に関しては、攪拌子の回転スピードに対する回避可能性が問題とされた。当初、一速の回転速度（1.82m/s）と固定にすることで回避可能性は高いと当該事業場では見積もっていたが、回避が可能とされる速度の目安は、0.25m/s　未満（ISO/TR 14121-2:2007）であるため、回避可能性は低いという認識を示した。

表 6　支援対象の機械設備概要

項目		概要
名称		化学産業分野用縦型混合攪拌機
使用用途		工業材料を対象とした混合・攪拌・発泡・捏和・分散・溶融・乳化など
量産品／特注品		客先要望による特注仕様が主
形態（単体機、複合設備、ライン設備等）		単体機
機械設備のライフサイクル段階		①運搬・流通段階、②組立・設置段階、③調整・試運転段階、④通常使用段階、⑤保全・修理・検査・清掃段階、⑥解体・廃棄段階
・予見される誤使用 ・機能不良に伴う人の行動 ・制限仕様に基づく人と機械の関わり合い		混入中（攪拌子回転中）に手を入れて、受傷する。 （※）内容物が重金属の場合は、攪拌子が破損するため、フタを開けたまま攪拌子を回し、攪拌子を材料内に挿入させた後にフタを閉めなければならないため、混入中に受傷する恐れがある。
機械設備の主な仕様	製品型式	○○○
	設計寿命	－
	構成部品の交換間隔	
	原動機出力(kW)	2.2kw
	運転方式（モード）	攪拌、ボール上昇
	加工能力	ボール満容量　約 100L
	送りスピード又は回転数	最大回転数 313 rpm、昇降速度　約 4mm/sec
	製品重量(kg)	800kg
	設置条件（温度、湿度等）	
危害を受ける対象者	運転員（資格要否）	特になし
	周辺の作業者	共同作業者
	サービス員（補給、保全）	当社サービスマン
	第三者	なし
当該機械に関連して発生した事故、その他参考事項		同様攪拌機にて受傷事例あり

表 7　制限使用の指定

項目		機械の仕様・及び使用情報など
機械の名称		縦型混合攪拌機
使用目的と用途		工業材料を対象とした、混合・攪拌・発泡・捏和・分散・溶融・乳化など
予見される誤使用、誤動作、機能不良		①攪拌作業中、身体や衣服の巻き込まれ ②清掃・点検中の誤った起動 ③インターロックの故障 ④潤滑油の漏れ、異物混入、用途以外への使用
機械の運搬・設置方法		機械の運搬：チャーター便にて裸積載。 設置方法：床に直置き
製品仕様	機械本体の設計寿命（耐用年数）	9 年（消耗品等は除く）
	稼働時間	8 時間／日
	原動機出力	攪拌：2.2kw、　昇降：0.4kw
	機械の質量	約 840kg
	機械の大きさ	（巾×奥行×高）1082×1070×2300　（単位 mm）
	使用エネルギー源	電気（3 相　200V）
	想定稼働時間（連続、都度）	－
	加工対象物	工業材料
	加工能力	容積の 40%～80%　（対象物による）
	発生する騒音／振動	・騒音 ・振動
	移動の有無	無し（固定使用）
	作業者の作業位置	機械本体正面、側面
	作業姿勢	直立
使用条件	使用環境	・温度　室温～40 度 ・湿度　85%以下（結露しないこと） ・振動　通常の作業環境 ・清浄度
	運転モード、操作方法	・運転モード　手動またはタイマー ・操作方法　　操作盤による押しボタンスイッチ
	調整、設定等の段取り作業	・攪拌子の取付と取付状態の確認
	作業段階毎の作業定員	1 名
	作業者に必要な防護対策とその作業	・ひっかけたり巻き込まれることがない服装 ・作業手順研修
	顧客に依頼するメンテナンスとその方法	・給油、グリスアップ ・攪拌子の清掃
	消耗部品と交換頻度	・シール約 2,000 時間 ・モータ　10,000 時間
	消耗部品の交換方法／アクセス方法／廃棄方法	・当社サービス員または認定業者 ・産業廃棄物として処分（国内法による）

	機械の分解・清掃方法／アクセス方法	取扱説明書による
	使用する洗浄剤・殺菌剤の種類／耐薬品性	－
	機械本体の廃棄方法	スクラップ（ユーザが処分）
機械の構造	稼働部の作動範囲	攪拌子：容器内　ボール受：地上から 1280mm 以内
	機械の稼働に必要な空間的条件	（巾×奥行×高）1600×2800×2800 [mm]
	使用材料	鋳物、ステンレス、鉄、砲金、ほか
作業者の予想レベル	作業者	・初心者 ・資格の要否：操作手順／操作方法に関する教育 ・要求する体格：18 歳以上の通常体格
	作業者に必要な情報と訓練	取扱説明書による
	作業者の年齢と性別	18～65 歳、男女
	利き手による作業上の不都合／注意点	操作盤が右利き用
	視覚・聴覚等の障害者に対する作業上の不都合／注意点	視覚障害者は使用厳禁
	作業者の国籍／文化	日本人により教育された作業者
	使用国	日本国
第三者への影響		・周囲の作業者：なし ・メンテナンスエンジニア：手指の巻き込まれ、押しつぶし ・そのほか事業所間関係者：なし ・そのほか：なし
危険が予想される機械のライフサイクル		
そのほか		

リスク見積りの基準

①危害のひどさ

危害のひどさ	定義
重傷	死亡・後遺障害1～14級 休業災害
軽傷	不休業災害及び 不休業災害に至らない災害

「危害のひどさ」で定義している「後遺障害」の等級は厚生労働省の「労働者災害補償保険法施行規則」の等級。

②危険源にさらされる頻度

危険源にさらされる頻度	定義
頻繁	1バッチに1回以上危険源に接近
まれ	1バッチに1回未満危険源に接近

③危険事象の発生確率

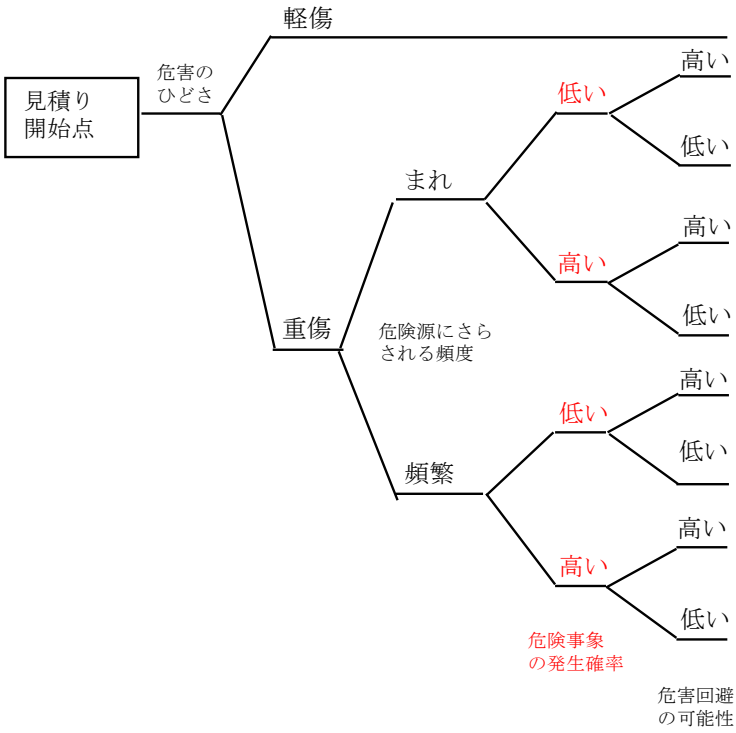
危険事象の発生確率	定義
低い	危険事象の発生は1年に一回未満
高い	危険事象の発生は1年に一回以上

④危害回避の可能性

危害回避の可能性	定義
高い	回避可能、条件付で回避可能
低い	ほとんど回避不可能

リスク評価の基準

A. リスクグラフによる評価基準



リスク レベル	評価基準
I	現状のまま許容できる。
II	許容できるが検討を要す。
III	許容できない。
III	許容できない。
IV	許容できない。
IV	許容できない。
V	許容できない。
V	許容できない。
V	許容できない。