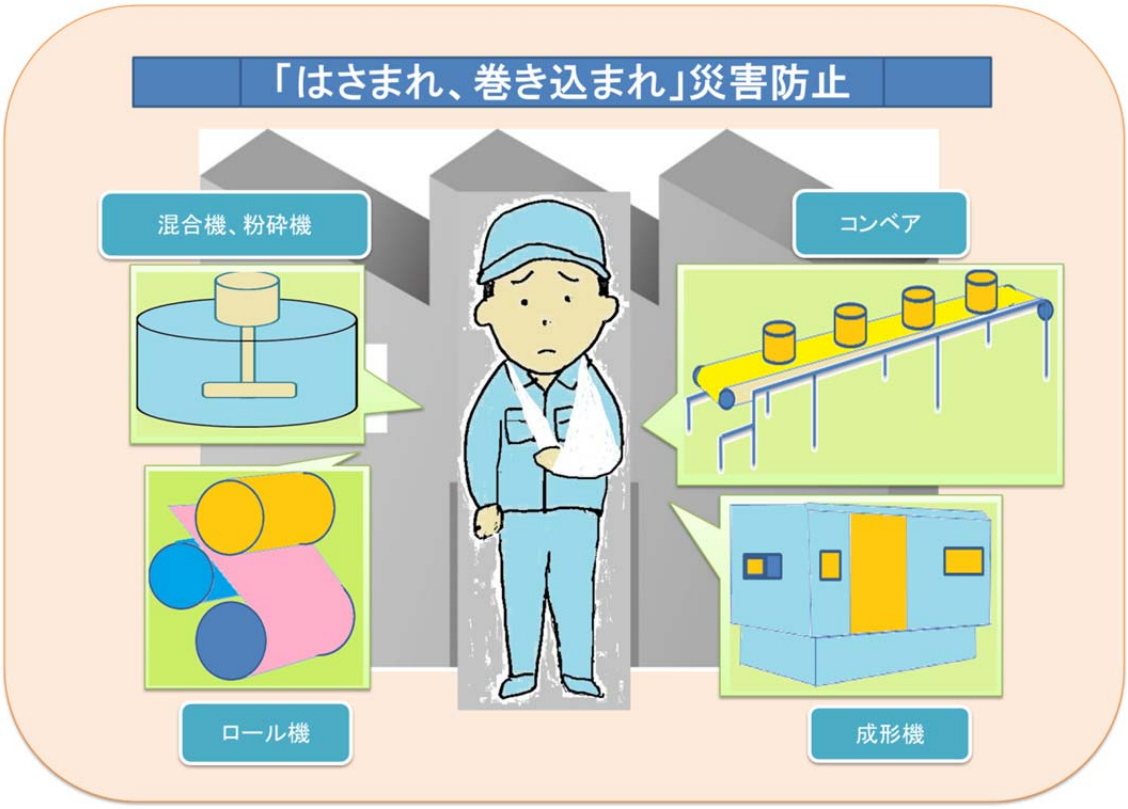
装置産業の皆様へ

# 設備の経年化による
# 労働災害を防止するために




厚生労働省・都道府県労働局・労働基準監督署

# はじめに

厚生労働省は、現在「第１３次労働災害防止計画（平成３０年度～３４年度)」を取り進めており、労働災害による死亡者数を 15%以上減少させることなどを目標としています。

労働災害の防止・低減のためには、幾つかの課題があげられています。特に、装置産業である金属、化学、石油、製紙、セメントなどの業界では、高度経済成長下の生産拡大期に設置された生産設備が多く、設置から 30 年以上経過した生産設備が多数を占める事業場が多くなっています。一方で、装置産業における労働災害全体の件数は、減少していますが、「はさまれ、巻き込まれ」災害に代表される動力機械による労働災害の件数は横ばいの傾向です。死亡や後遺障害など重篤な災害につながる動力機械などの設備による、「はさまれ、巻き込まれ」災害を防止する上では、「隔離の原則」や「停止の原則」といった基本的な設備使用の原則が遵守されることが求められます。また、動力機械を操作する上での安全基準の最新化など設備の経年化に起因する労働災害を防止することが求められます。

このパンフレットでは、アンケート調査及び事業場訪問調査で得られた設備の経年化状況の実態と「はさまれ、巻き込まれ」災害の防止対策の良好な取組事例に基づき、どのような点に注意すべきかを述べていきます。

### 調査内容

「はさまれ、巻き込まれ」災害が多数発生している動力機械（一般動力機械、動力運搬機、金属加工用機械など）の中から各業界共通機械である「コンベア」、「ロール機」、「成形機」などを選定した上で、さらに業種ごとに絞り込んだ調査対象設備において発生した労働災害に係る実態を調査・分析するとともに、「はさまれ、巻き込まれ」災害の防止に役立つ情報として、それらの災害発生の未然防止に取り組んでいる特徴ある活動事例をとりまとめました。

### 調査対象設備

| | |
|---|---|
| 金属 | コンベア、ロール機、成形機、ベルトコンベア、ボールミル、その他 |
| 素材 | ベルトコンベア、ロータリーキルン、ボールミル、カッター、ロール機（ドライヤーパート、プレスパート、ワインダー） |
| 化学 | コンベア、ロール機、成形機、混合機、粉砕機、ロータリーバルブ、他 |

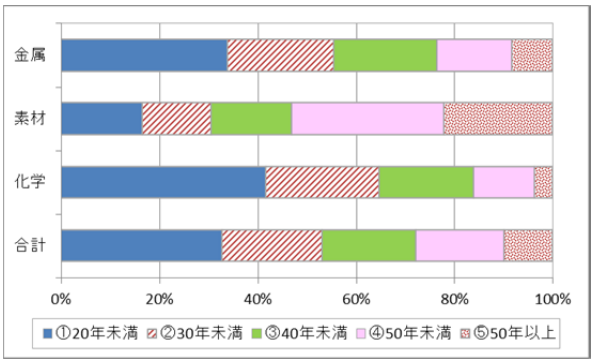
### アンケート調査の回答

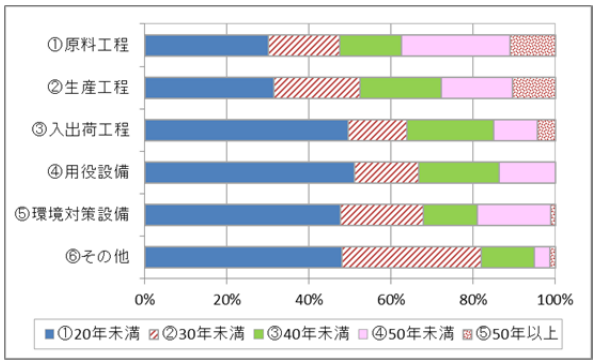
12 業界団体の 221 社、492 事業場から回答がありました。調査をした動力機械などの設備総数は約 5 万 1500 箇所で、このうち「はさまれ、巻き込まれ」災害が発生したと回答のあった設備は 306 箇所で全体の約 0.6%でした。

## 1．装置産業の設備の経年分布

設備対象設備の経年分布、工程別の経年分布について、調査した結果を示します。

### 1）調査対象設備の経年分布（左）と工程別の経年分布（右）



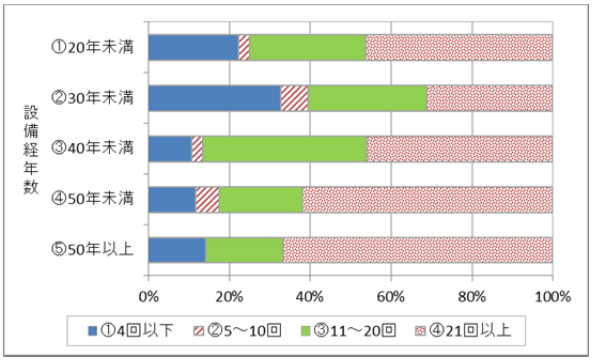

●調査対象設備では高経年化設備が多くなっています。30 年以上の設備は金属では 45%、素材で 70%、化学では 36%を占めています。

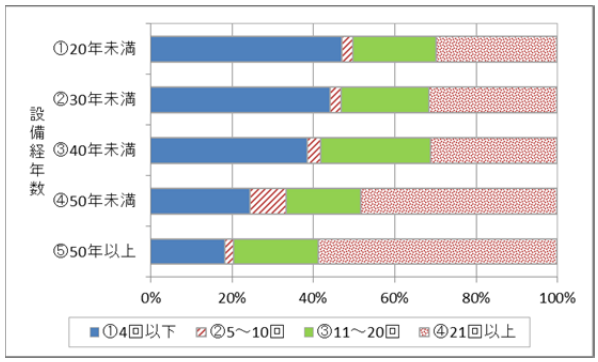
●高経年設備の割合が多いのは、「①原料工程」、「②生産工程」です。

## 2．経年設備の点検回数、計画外停止回数、修理回数

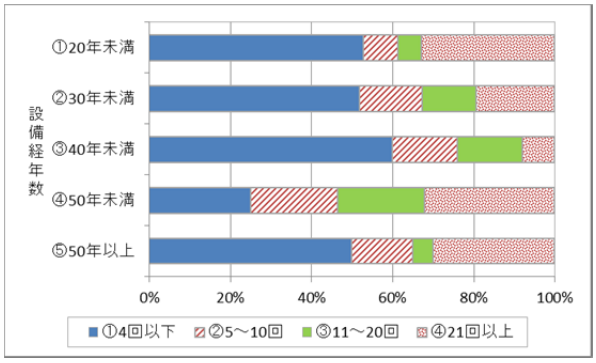
設備の経年数と、点検回数、計画外停止回数、修理回数の関係を災害の起きた設備（災害有）と起きていない設備（災害無）について、経年数別の回数の割合をそれぞれ示します。

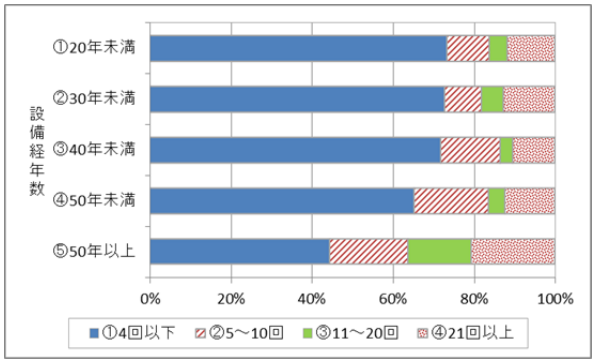
### 1）高経年設備の点検回数（災害有：左、災害無：右）



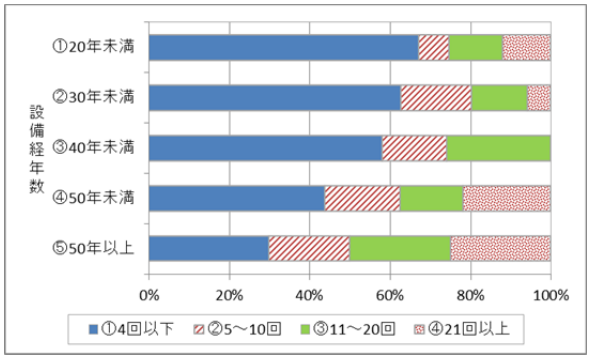



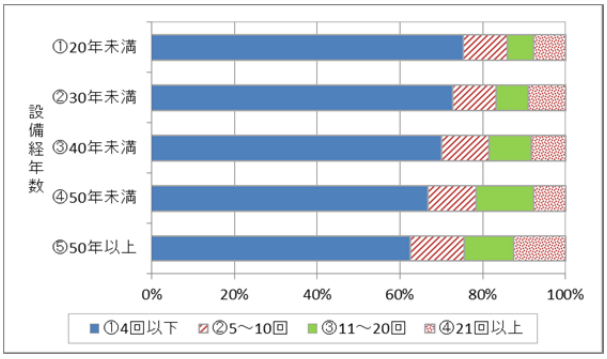

### 2）高経年設備の計画外停止回数（災害有：左、災害無：右）



### ３）高経年設備の修理回数（災害有：左、災害無：右）



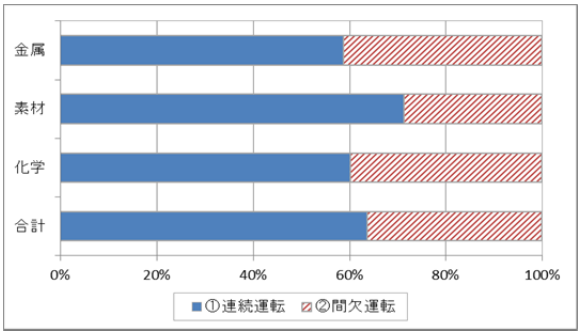

●災害の有無にかかわらず、高経年設備ほど点検回数、計画外停止回数、修理回数の割合が増加する傾向にあります。

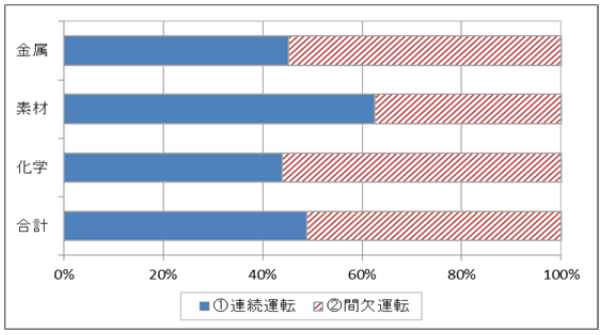
●各経年数において、災害有設備は災害無設備よりも点検回数、計画外停止回数、修理回数の割合が多い傾向にあります。

## ３．災害の有無と設備の運転状況

災害の有無と調査対象設備の運転状況（連続運転、間欠運転）の関係について示します。

### １）連続運転と間欠運転の比較（災害有：左、災害無：右）



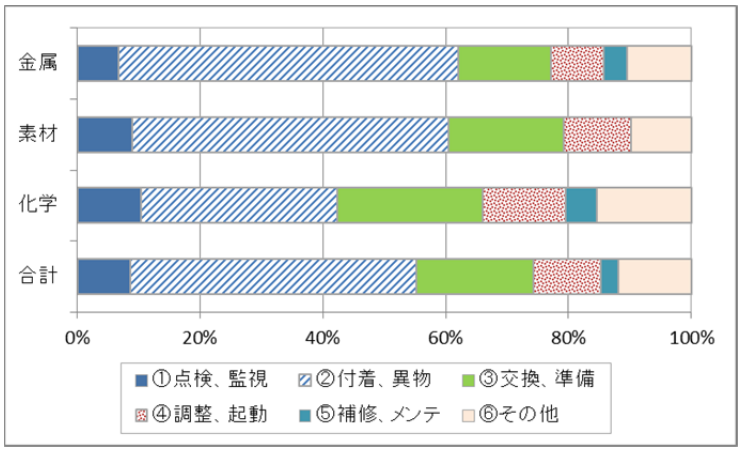




●連続運転している設備の方が災害の発生割合が多い傾向にあります。

## ４．「はさまれ、巻き込まれ」災害の特徴

「はさまれ、巻き込まれ」災害発生時の作業内容と原因について示します。

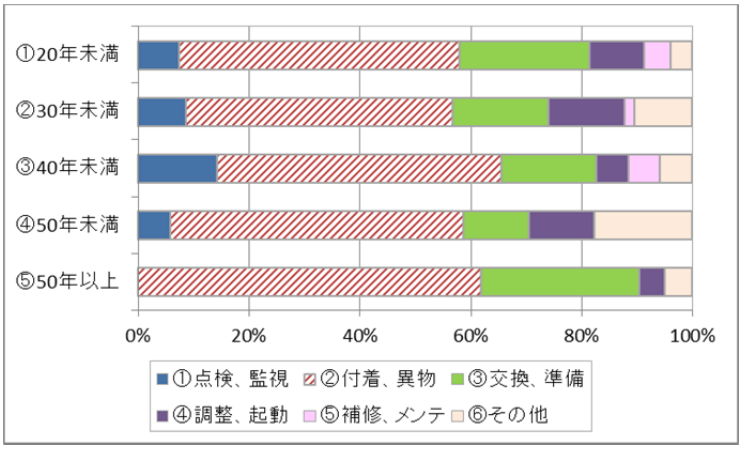
### １）災害発生時の作業内容




●「はさまれ、巻き込まれ」災害発生時の作業内容としては、「付着、異物」が最も多い結果でした。

●「交換、準備」、「調整、起動」、「点検、監視」などでも災害が起きています。

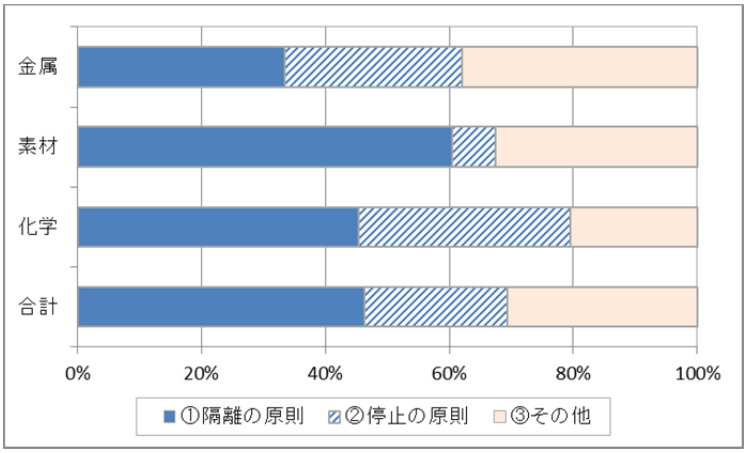
## ２）作業内容と設備の経年数




●「付着、異物」が最も多く、どの設備経年数でもこの傾向は変わりません。

●「交換、準備」、「調整、起動」、「点検、監視」などの作業でも設備の経年数によらず災害が起きています。

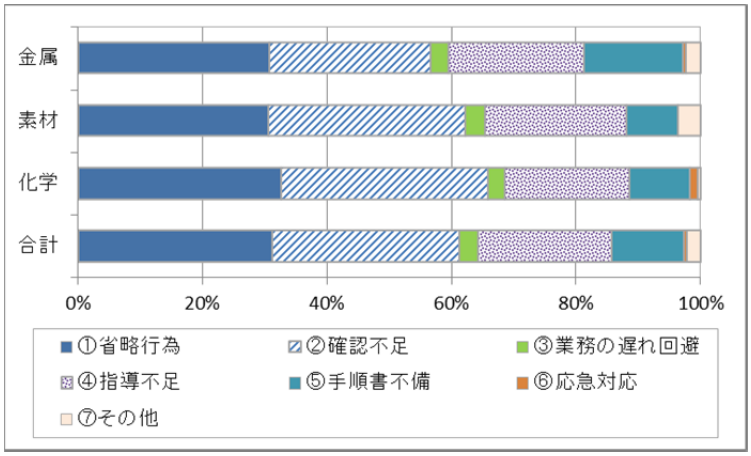
## ３）災害の原因（設備要因）




●「はさまれ、巻き込まれ」災害の原因（設備要因）では「隔離の原則」が守られていない場合が多い結果でした。

●「停止の原則」が守られていない場合も少なからずあります。

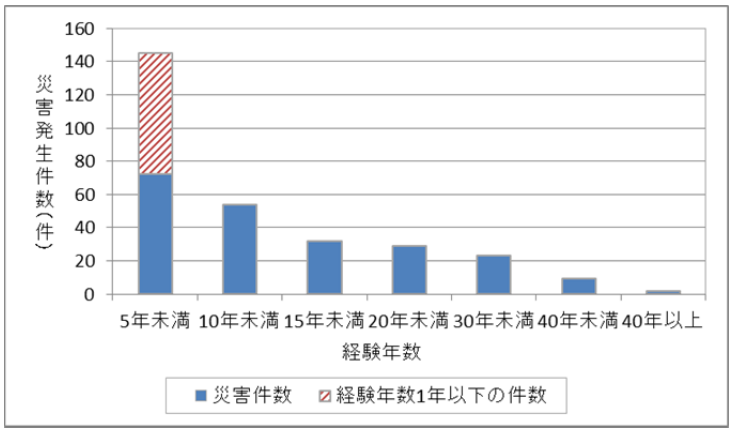
## ４）災害の原因（人的要因、管理要因、作業環境要因）




●「はさまれ、巻き込まれ」災害の原因（人的要因）では「省略行為」や「確認不足」が多い結果でした。

●「はさまれ、巻き込まれ」災害の原因（管理要因）では「指導不足」や「手順書不備」などが多い結果でした。

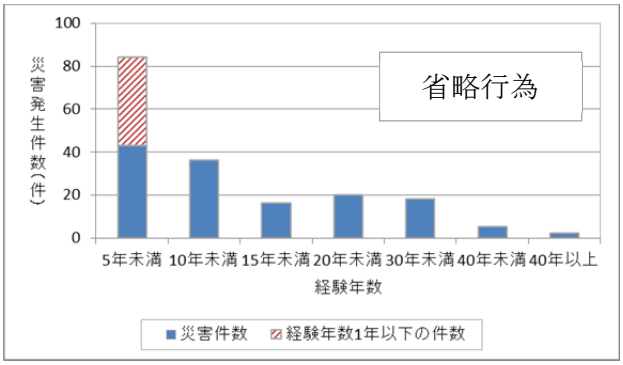
## ５）死傷者の経験年数

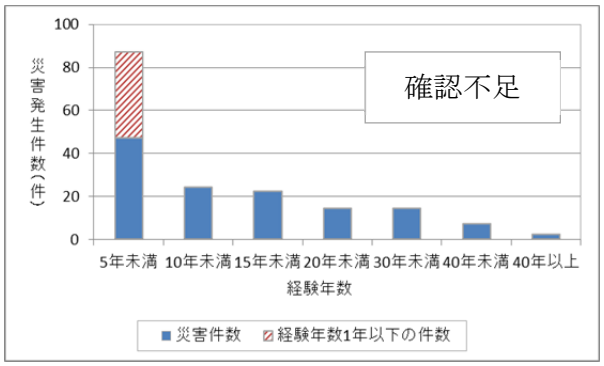


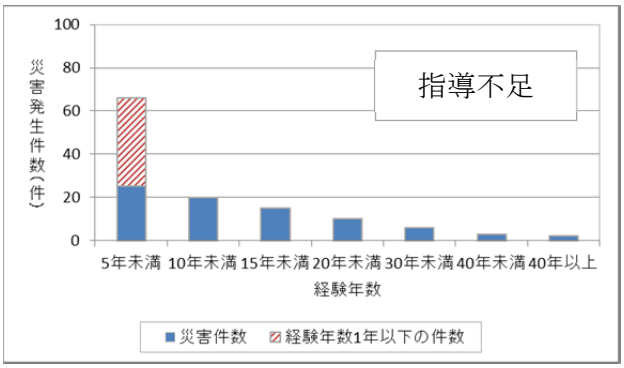

●死傷者の多くは、経験年数５年未満の人です。

●5 年未満のうちでも、１年以下の死傷者が半数を占めています。

## ６）災害の原因（人的要因、管理要因、作業環境要因）と死傷者の経験年数



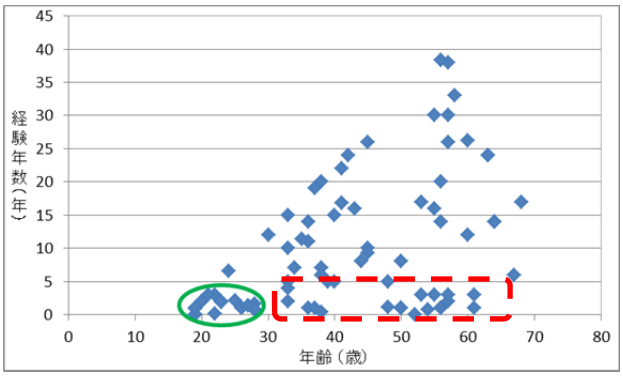




●経験年数が短い死傷者の災害原因は、「省略行為」、「確認不足」、「指導不足」などによるものです。

●5 年未満のうちでも 1 年以下の死傷者が多い結果でした。

## ７）死傷者の経験年数と年齢（コンベア）



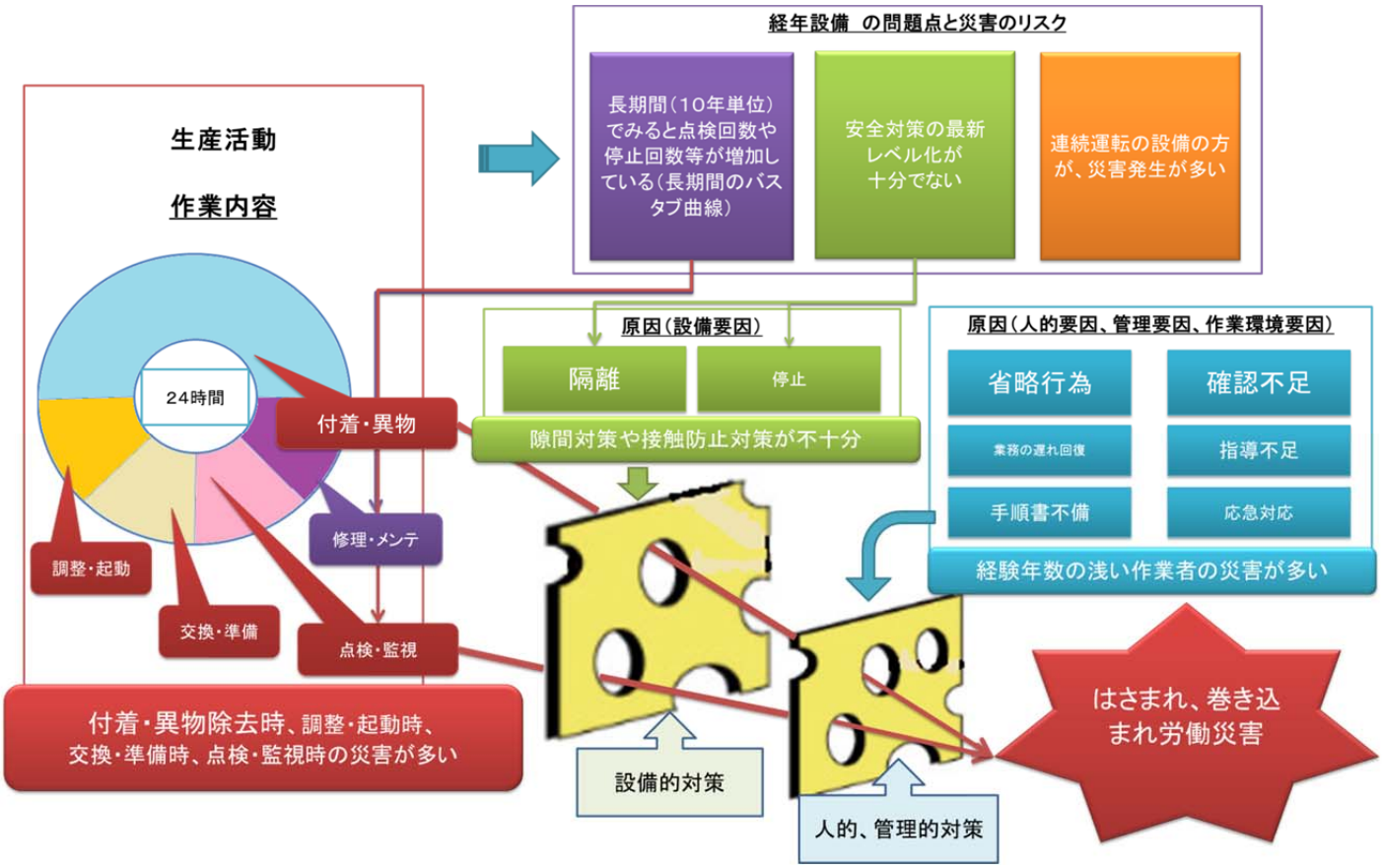

●コンベアの災害死傷者の経験年数と年齢の分布を示します。

１）新入社員で、経験年数が少ない（5 年未満）層で災害が発生しています。（実線の枠）

２）年齢 30 歳～60 歳の中で、経験年数の少ない層で災害が発生しています。（点線の枠）この層は中途採用あるいは職場配置転換で、その職場での経験が短い人たちと推定されます。

## ５．「はさまれ、巻き込まれ」災害の特徴のまとめ

アンケート結果にもとづいて、「はさまれ、巻き込まれ」災害の背景的要因について、また、設備の経年化の影響、災害のリスク、災害防止の方策をスイスチーズモデルで整理します。




アンケート結果から、設備の高経年化により、点検回数、計画外停止回数、修理回数などが増加し、「はさまれ、巻き込まれ」災害が発生しやすくなることが懸念されます。災害のあった設備では、これらの回数は災害のなかった設備よりも多い傾向がありました。

報告された 306 件の「はさまれ、巻き込まれ」災害について解析すると、生産活動のうちで、「付着、異物の除去時」が最も多く、次に「調整、起動時」、「交換、準備時」や「点検、監視時」などで災害が起きています。また、「連続運転」の設備の方が「間欠運転」の設備より災害発生が多い傾向があります。

原因（設備要因）でみると「隔離の原則」である隙間対策や接触防止対策が不十分であり、原因（人的要因、管理要因、作業環境要因）からみると「省略行為」や「確認不足」によるものが多く、死傷者の多くは経験年数の短い作業者でした。

これらの災害は、第 1 のスイスチーズ（設備的対策）により防止できるはずですが、隙間対策や接触防止対策またインターロックによる停止対策などが不十分であり、しかも第 2 のスイスチーズ（人的、管理的対策）が不十分であったために、チーズに開いた穴をすり抜けるようにして災害に至ったと考えられます。

## ６．「はさまれ、巻き込まれ」災害の防止対策

調査結果から、「はさまれ、巻き込まれ」災害を防止するために、以下の６つの項目が課題となります。

①高経年設備での故障や計画外停止を減少させるための適切な設備保全
②隔離の原則や停止の原則に準拠した設備対策
③隔離や停止の原則などの設備対策が不完全な場合の残留リスク対策
④付着物、異物の除去作業での災害防止
⑤省略行為、確認不足など人的要因による災害の防止
⑥経験年数の短い人への危険感受性の向上などの教育指導

設備面、人的面、管理面での良好な対策事例について紹介します。

## ６－①．高経年設備における設備保全の良好事例

生産設備は、長期的な保全計画に基づいて、検査、修理、更新が行われています。主要設備は定期保全、特に重要な設備では予防保全、部品等は定期交換が行われています。

また、設備の劣化を防止するために日常保全（注油、増し締め等）が行われています。

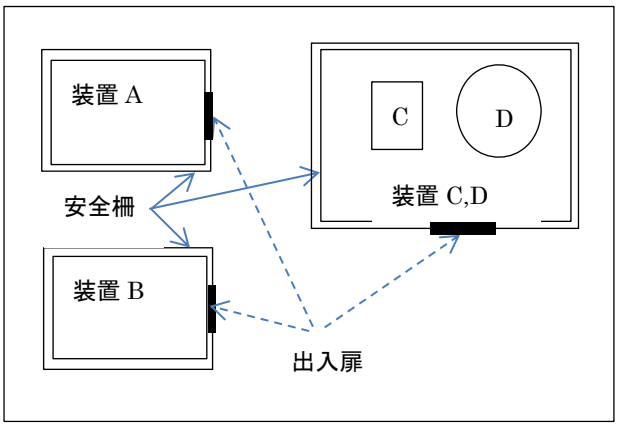
劣化が発見されれば点検回数を増やし、劣化部を診断して、修理又は更新計画を作成し、長期保全計画を修正しています。

長期保全計画の取組の中で高経年化設備の点検、修理、更新計画に関係する取組事例を下表に示します。

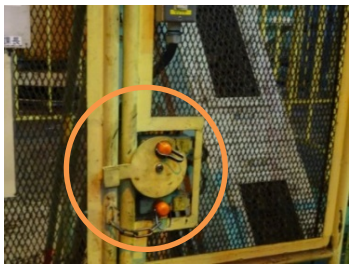
| 経年設備対策の例 | 具体的内容 |
|---|---|
| 高経年化設備の点検強化 | 長期保全計画（設備の点検方法、点検頻度など）の作成と点検結果に応じた点検頻度を増加・減少 |
| | 経年劣化が確認されれば点検頻度を増加、必要に応じて更新時期を早める（設備の種類ごとに点検頻度を設定する） |
| 設備の経年数を考慮した設備の重要度ランク付け | 設備が停止した場合の影響度評価に、設備の使用年数も加える。生産、品質、コスト、安全・環境への影響度と同様に設備の重要度を定め、重要度に合致した保全方法と保全計画を作成する |
| 定期的な設備更新 | 設備保全ロードマップ（長期保全カレンダー）を作成し、計画的に設備を更新または部分更新する |
| 定期的な部品交換 | 保全カレンダーに沿って定期的に部品交換する<br>例１）主要部品は１年毎に交換<br>例２）高経年設備の部品供給期間の情報に応じて部品を確保 |
| 日常の設備保全 | 点検結果、修理履歴、トラブル実績を勘案して、日常保全、定期保全計画を作成し、設備を健全な状態に維持する |
| 設備の不具合の早期発見と対応 | 平常運転中に気が付いた気がかりなことを、設備不調報告書に操業課が記載し、設備保全課が検査し、必要に応じて修理を行う。（設備劣化、機械不調による災害を防止する） |
| | パトロール、ヒヤリハットの情報を設備の不具合発見に活かしている |

## ６－②ａ．隔離の原則、停止の原則に準拠した設備対策の良好事例

### １）設備の配置が入り組んでいる場合の設備対策事例




個々の設備に安全柵を設置するのでなく、関連設備をエリア毎に安全柵で囲み、運転中は立ち入れないようにしています。
扉には電磁ロックやプラグ式インターロックキーが設置されており、扉を開けるとインターロックが作動して機械が停止します。



電磁ロック　　プラグ式インターロック

### ２）安全柵の設置スペースが狭い場合の設備対策事例

機械横に安全柵の設置スペースがないため、代替策として人が機械に近づけないように安全バーを設置しています。
この対策は、最新の安全基準を完全には満たすことができず、くぐり抜けができるなどの残留リスクがあります。残留リスクに対しては、安全教育と注意喚起標示で周知しています。

## ６－②ｂ．停止の原則に準拠した設備対策の良好事例

人が機械に接近したらインターロックで緊急停止する事例を紹介します。

**１）安全柵を開けると機器を停止する事例**

安全柵の扉にリミットスイッチを設置して、扉が開いたら、機械が停止するインターロックを設定しています。

**２）機械が停止しないと鍵が開かない事例**

機械が完全停止しないと安全柵に設置した電子錠が開かないようにインターロックを設定しています。

## ６－③ａ．残留リスクへの取組良好事例

事業者は厚生労働省のリスクアセスメント指針に従って、リスクアセスメントを行い、リスクレベルが高い場合は、リスク低減対策を実施し、リスクレベルを許容範囲内に抑えなければなりません。しかし、技術的に対策が困難、代替策または応急的対策を実施したがリスクが残っている、対策実施までに時間がかかるなどの理由で、リスクレベルが許容範囲内に入らない場合があります。

この時に、残留リスクの存在を把握し、周知し、災害防止のための措置を取ることが重要です。残留リスク管理の良好な事例を紹介します。

一定のレベル以上の残留リスクがある場合は、立入制限など応急的な防護措置を取り、残留リスクの内容、災害防止のための注意事項、今後のリスク低減対策の実施計画等を周知徹底して災害を防止に努めています。

また、現場には残留リスクがあることを注意喚起する標示をしています。

**①技術的にリスク低減対策が困難な場合**

その設備での作業を特別管理作業に指定し、作業は作業手順を熟知した作業員に限定して許可しています。

**②すぐに対策が実施できない設備の災害防止の取組**

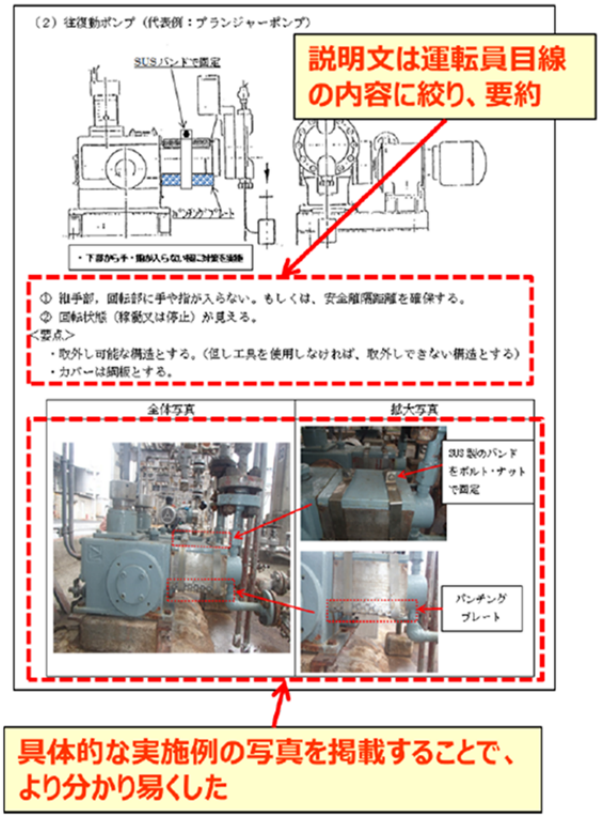
残留リスク対策実施計画一覧表に登録して、定期的に対策実施状況を確認し、対策完了までフォローしています。

## ６－③ｂ．「はさまれ、巻き込まれ」災害防止ガイドラインの作成

社内設計基準の中の「はさまれ、巻き込まれ」災害防止対策について、対策の優先順位、対策要否判定、対策事例、残留リスクがある場合の対応などをまとめています。

対策事例は、図、写真、簡潔な解説によって適正な状態をわかりやすくまとめています。

**【安全カバー、安全柵構造の代表例】**




**【はさまれ、巻き込まれ災害防止対策例】**

## ６－④．付着物、異物の除去作業での「はさまれ、巻き込まれ」災害防止対策

| 防止方策 | 対策内容 |
|---|---|
| 近接作業をなくす | エアブロー装置や水洗装置を設置して、離れた場所から付着物や異物を除去する |
| 設備運転中の除去作業を禁止する | 多少の付着物や異物が運転および設備に影響しない場合は、定期停止時に除去する |
| 躊躇せずに運転停止する | 運転停止することを明確にし、周知する |
| | 運転停止するルールを遵守しているかどうかを相互監視、助言する |
| | 上司は運転停止したことを叱責しない |

## ６―⑤．人的要因による災害を防止するための良好事例

人的要因による災害は、省略行為、ルール不順守、確認不足などが主な原因です。このような人的要因による災害の防止は長年の課題ですが、地道に取り組んでいる良好事例を紹介します。

### １）ルール遵守を徹底する取組：「安全のきまり」活動

「安全のきまり」シートに、取り決めが必要な理由、注意のポイント、危険予測、災害事例を記入することで、ルール制定の意味をよく理解して、ルール違反がなくなる様に取組をしています。現場の要所要所に安全のきまり事項を標示しています。

**安全のきまり（共通）**

制定　年　月　日（初　版）
改訂　年　月　日（第　版）

| No. | 取り決め事項 | 注意のポイント。なぜ取り決め事項なのか。 | 災害事例・危険予測 |
|---|---|---|---|
| 1 | 無免許・無資格で業務を行わないこと。 | 災害全般の防止。法令順守。<br>無資格者はその業務の怖さが分からない。 | クレーン点検中、運転台と柱に挟まれ。 |
| 2 | 動いているもの（設備、材料等）には直接手を出さないこと。 | 回転物に手を出さない。<br>見た目よりも力が強く危険性が高い。 | 回転中のロールに手を出し巻き込まれ。 |
| 3 | 設備を止めずにライン内（設備稼働域）に立ち入らないこと。 | 自動運転中には立ち入らない。 | 自動運転中稼働部位への挟まれ。 |
| 4 | 決められた保護具・安全帯、治具・工具・器具、等を必ず使用・着用し作業すること。 | 災害全般の防止。 | 治具・保護具等不使用による挟まれ。 |
| 5 | 異常やトラブル時の復旧対応は、必ず上司（係長、班長等）へ連絡をし指示を仰ぎ行うこと。 | 止める・呼ぶ・待つの徹底。 | 非定常作業における巻き込まれ。 |
| 6 | 決められた通路・出入口を使用し、安全を確認した上で通行すること。 | 近道行為・省略行為による災害全般の防止。安全配慮義務・安全順守義務。 | 倉庫内の通路外を歩いて資材で足を切断。 |
| 7 | 車輌・フォーク車・クレーンを優先させ歩行者が待ってから通行すること。 | 構内は車輌、フォーク車、クレーンが人より優先である。クレーンの吊り荷の下には絶対に入らない・入らせないこと。 | フォーク車に接触。 |

### ２）確認不足をなくす取組：危険予知活動（ＫＹ活動）実践力の向上

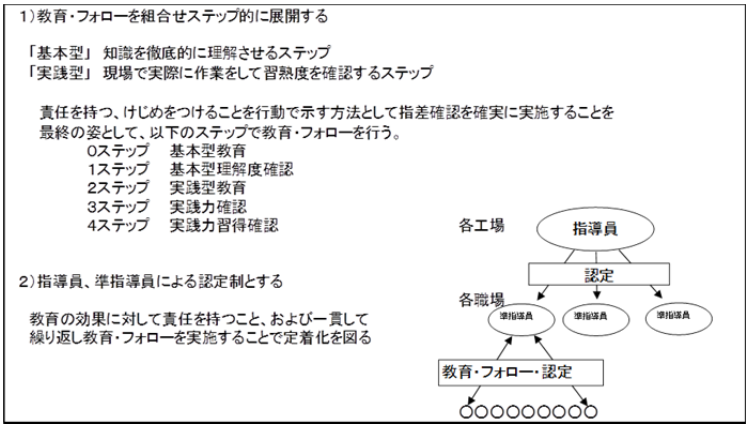
危険性を軽視して確認が不十分であったことが災害の原因として挙げられています。その場合、ＫＹ活動をしなかった、ＫＹ活動が不十分であったとの回答が多数ありました。

ＫＹ活動が災害防止に極めて重要であると認識し、実践力強化に取り組んでいる良好事例を紹介します。特に一人ＫＹ活動の実践力向上に力を入れています。

良好事例では、ＫＹ能力向上の方法として、０ステップから４ステップで展開し、確認のステップでは指導員が一人一人を対象に確認を行っています。

基本型（知識を徹底的に理解させる）・・・⓪基本型教育　①基本型理解度確認

実践型（現場で実践し習熟する）・・・②実践型教育　③実践力確認　④実践力習得確認



## ６－⑥．経験年数が短い作業者への危険感受性の向上などの教育指導

**危険体感教育**

若年者は、現場経験が少なく、機械設備の理解も不十分で、設備や作業に潜む危険を感知する力が不十分と思われます。中途採用者、配置転換で新しい職場に配属になった人は、ある程度は安全に関する知識がありますが、現場特有の危険について十分な把握ができていないと思われます。

危険に対する感受性を高めるためには、危険を疑似体験させるのが効果的と考え、危険体感教育を積極的に取り入れる事業場が増えています。

「はさまれ、巻き込まれ」災害の疑似体験装置としては、ベルトコンベア、スクリューコンベア、ロール機、ロータリーバルブなどの模擬装置が活用されています。

体感実験では、竹の棒（人の骨と類似強度）をコンベアやロール機の回転部分に巻き込ませて、一瞬に砕け散る様子を見せたり、ロール機にウエスを巻き込ませて、人力では勝てない強い力で引っ張られることを体験させたりして、ちょっとした油断から重篤な災害に到ることを肌で感じて、現場にある設備の危険性を認識し、作業をするときの注意事項を学びます。

受講者は社員だけでなく、構内で働く協力会社の人も対象に行われています。

ロール機によるはさまれ、巻き込まれ危険体感教育設備

左の図は、センサーや安全装置を装備した体験機で、手を近づけると自動停止することや、センサーの機能を外すと指をはさまれることを体験し、設備の安全対策と安全装置がないときの危険性を教育しています。

危険体感設備を自前で設置する事業場が増えていますが、危険体感設備を事業場に持ち込んで行う民間の教育機関や他社の危険体感設備を利用している事業場もあります。

## 7．まとめ

今回のアンケート調査、実地調査の結果を通して、経年設備の状況、経年化した生産設備（動力機械）による「はさまれ、巻き込まれ」災害の特徴、生産設備の労働災害防止の点から分析を実施しました。

アンケート調査では、12 業界団体の 221 社、492 事業場から回答を得ました。

今回の調査対象事業場の調査対象設備、約 5 万 1500 箇所の約 35%が設置後 30 年以上を経過した設備であり、生産工程の設備が圧倒的に多い結果でした。

経年化した設備では、点検回数、計画外停止回数、修理回数が増加している傾向がみられました。災害の起きた設備では起きていない設備よりもこれらの回数が多く、経年化とともに増加傾向でした。一方で、点検箇所や点検項目については、経年化による違いは見られませんでした。

「はさまれ、巻き込まれ」災害（死亡及び休業 4 日以上）について、306 件の回答がありました。

報告された「はさまれ、巻き込まれ」災害の事故時の作業内容をみると「付着、異物」によるものが多く、次に、「交換、準備」、「調整、起動」、「点検、監視」などの順番でした。

設備要因による原因としては、「隔離の原則」が守られていない場合が多く、人的要因、管理要因、作業環境要因による原因としては、「省略行為」や「確認不足」が多い結果でした。

実地調査では、このような経年化した設備の設備面や管理面での「はさまれ、巻き込まれ」災害の対策として、他の参考となる良好事例が数多くみられました。

理想としては、「本質的安全設計方策」が望ましい訳ですが、「安全防護」、「付加保護方策」、「使用上の情報の提供及び作業の実施体制の整備、作業手順の整備、労働者に対する教育訓練の実施」などでも良好な対策が行われていました。また、「残留リスク」対策にも工夫がされていました。

今後、ますます、設備が高経年化する装置産業においてこのような設備の経年化による労働災害を未然に防止するためには、設備面及び人的面、管理面、作業環境面での従来とは違った対策が求められます。今回、収集した良好事例も参考になると考えられます。

また、設備面での対策、管理面での対策には費用もかかることから、予算の裏付けや経営トップの積極的な関与による未然防止対策の推進が求められます。

本調査によって得られた設備の労働災害及び労働災害防止のための取組事例などについて、パンフレットとしてまとめました。

## ８．調査事業について

今回の調査の概要について、以下に記載します。

**１）調査の目的**

①動力機械などの設備による、「はさまれ、巻き込まれ」災害などの労働災害を防止する上での問題点の把握と対策について、また、経年化の影響について調査を行いました。

②動力機械を操作する上での安全基準の最新化など設備の経年化に起因する労働災害の防止対策について調査を行いました。

**２）調査方法**

**①アンケート調査**

経年化した生産設備の中で動力機械（一般動力機械、動力運搬機、金属加工用機械など）について、各業界共通機械である「コンベア」、「ロール機」、「成形機」などを選定した上で、さらに業種ごとに絞り込んだ調査対象設備について設備の状況、管理の状況、また、特に過去 10 年間で、「はさまれ、巻き込まれ」災害が起きた設備について調査をしました。また、設備の経年化による労働災害を防止するための、設備の点検、保全等の取組に関してもアンケート調査を行いました。

**②事業場訪問調査**

アンケート回答企業の中から、6 事業場を訪問して、動力機械などの設備の点検や労働災害防止に取り組んでいる具体的な優れた取組事例を調査しました。

**③調査対象産業**

調査対象産業は、各種非鉄金属製造業、セメント製造業、紙パルプ製造業、石油精製、化学工業などの装置産業の事業場を対象としました。以下の分類で結果を集計しました。

**調査協力団体と分類**

| 分類 | 業界団体（順不同） |
|---|---|
| 金属 | 日本鉱業協会、日本アルミニウム協会、日本伸銅協会、日本マグネシウム協会、新金属協会、日本チタン協会 |
| 素材 | 日本製紙連合会、セメント協会 |
| 化学 | 日本化学工業協会、石油連盟、化成品工業協会、日本肥料アンモニア協会、農薬工業会 |

日本鉄鋼連盟からは、調査実施に対して労働災害のデータなどの提供を受けるとともに、本検討会のオブザーバーとして種々助言を受けました。

参考)「機械の包括的な安全基準に関する指針」に記載された用語の定義

| 用語 | 定義 |
|---|---|
| 保護方策 | 機械のリスク（危険性又は有害性によって生ずるおそれのある負傷又は疾病の重篤度及び発生する可能性の度合をいう。以下同じ。）の低減（危険性又は有害性の除去を含む。以下同じ。）のための措置をいう。これには、本質的安全設計方策、安全防護、付加保護方策、使用上の情報の提供及び作業の実施体制の整備、作業手順の整備、労働者に対する教育訓練の実施等及び保護具の使用を含む。 |
| 本質的安全設計方策 | ガード又は保護装置（機械に取り付けることより、単独で又はガードと組み合わせて使用する光線式安全装置、両手操作制御装置等のリスクの低減のための装置をいう。）を使用しないで、機械の設計又は運転特性を変更することによる保護方策をいう。 |
| 安全防護 | ガード又は保護装置の使用による保護方策をいう。 |
| 付加保護方策 | 労働災害に至る緊急事態からの回避等のために行う保護方策（本質的安全設計方策、安全防護及び使用上の情報以外のものに限る。）をいう。 |
| 使用上の情報 | 安全で、かつ正しい機械の使用を確実にするために、製造等を行う者が、標識、警告表示の貼付、信号装置又は警報装置の設置、取扱説明書等の交付等により提供する指示事項等の情報をいう。 |
| 残留リスク | 保護方策を講じた後に残るリスクをいう。 |

本パンフレットは、「平成 30 年度老朽化した生産設備における安全対策の調査分析事業」の一環として作成したものです。

平成 31 年 3 月

厚生労働省労働基準局安全衛生部安全課