

老朽化した生産機械設備における安全対策の現状に関する調査分析

株式会社三菱ケミカルリサーチ シニアコンサルタント

渡辺 純哉 Junya Watanabe

1. はじめに

我が国の高度経済成長時代に各種の装置産業の設備が導入されて、長年にわたり操業を続けてきたが、老朽化機械設備に起因した労働災害が発生するようなケースが顕在化し増加することが考えられる。このような老朽化機械設備に起因する労働災害について把握する上で、まずは、各種装置産業の機械設備の老朽化状況について調査をすること、また、機械設備の老朽化が労働災害につながった事例を把握することが重要である。厚生労働省が2017年度から2020年度に実施した「老朽化した生産設備における安全対策の調査分析事業」（以下、「報告書」と記載する。）¹⁾では、主として、基礎素材型製造業の約500事業場のアンケート解析結果から経年化設備の労働災害リスクの要因として、「設備の老朽化」と「保護方策不備」の二つを挙げている。従来、労働災害とその安全対策については、個々の労働災害について解析を行う場合が多い。本稿では老朽化機械設備に起因する労働災害について多変量解析²⁾を用いて俯瞰的に解析を行うことにより現状を把握する方法について検討した。その検討

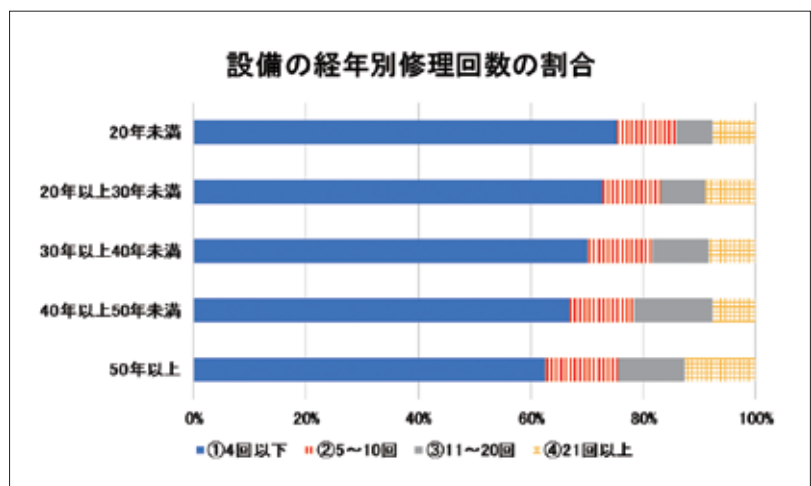
結果について報告する。なお、本稿の内容については、既に安全工学誌に掲載された論文^{3)~5)}のデータを用いている。

2. 老朽化機械設備の現状

厚生労働省「報告書」では、主として基礎素材型製造業へのアンケート結果を取りまとめている。調査対象設備は、約5万1500件であり、その中で約35%の設備が設置後30年以上を経過した設備であったことを明らかにしている。労働災害が発生した設備に着目するとさらに古い機械設備の比率が増える結果であった。

機械設備の年間点検回数や年間修理回数（図1）の割合を経年数別に整理すると、経年化によって修理回数や点検回数が増加していることが明らかとなった。つまり、多くの老

図1 機械設備の経年別年間修理回数



朽化機械設備を更新することなく使うことにより生産を行っている現状が浮かび上がってくる。また、**図2**に示すように、老朽化機械設備は古い安全基準の「保護方策不備」の設備であり「設備の老朽化」による点検・修理回数の増加により機械の近傍で作業する危険点近接作業の回数や時間が増加して、さらに労働災害リスクが高くなっていると考えられる。

3. 老朽化機械設備の経年数と修理回数の俯瞰的解析

老朽化機械設備の経年数と年間修理回数のクロス集計したデータを基にして多変量解析の一手法であるコレスポンス分析⁶⁾を実施した分散図を**図3**に示した。コレスポンス分析では、縦軸・横軸は特別に定義しないこと、距離が近いほど相関性が高いことから、各経年数と各修理回数のそれぞれの間の距離に着目した。「20年未満」及び「20年以上30年未満」の近傍に「4回以下」、「30

年以上40年未満」の近傍に「5回~10回」、「40年以上50年未満」の近傍に「11回~20回」、「50年以上」の近傍に「21回以上」がそれぞれの順番に位置しており**図1**と同様に経年化によって修理回数が増加していることを示すことが明らかとなった。この手法を厚生労働省「報告書」のアンケートのクロス集計データの幾つかに適用して俯瞰的解析を行うこととした。

4. 老朽化機械設備の安全対策

機械設備の経年数と「保全方法」、「安全対策の実施状況」、「定常作業時安全対策」、「安全対策の最新レベル化状況」、「設備の安全対

図2 老朽化機械設備と労働災害リスク

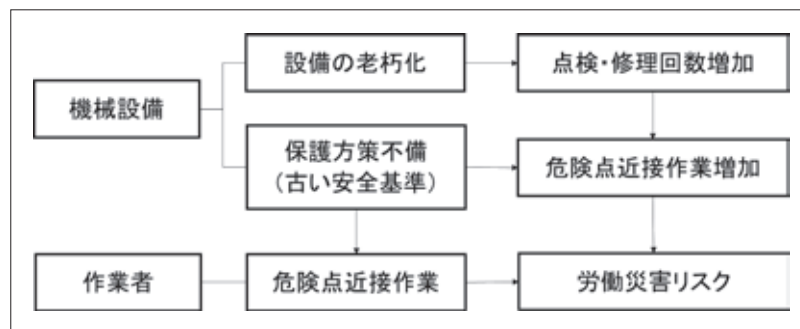
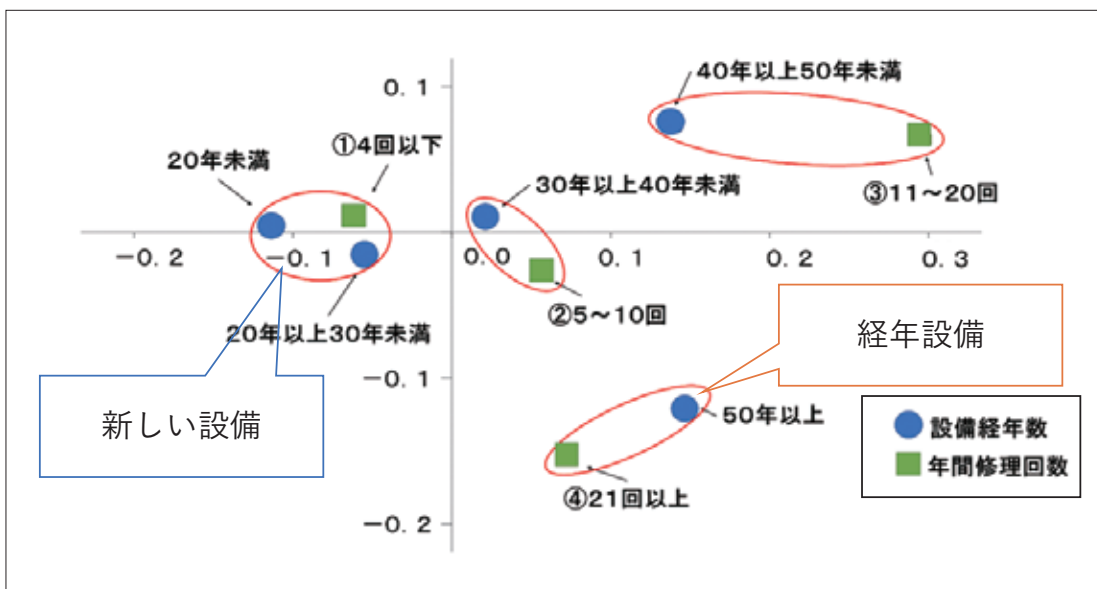


図3 機械設備の経年数と修理回数



策ができない理由」の各分析項目についてクロス集計したデータに基づきコレスポネン分析を実施した。

それぞれの分散図から老朽化機械設備の安全対策の現状について解析した結果を表1にまとめた。

「機械設備の経年数と保全方法」の分散図から「経年設備」では、「寿命予測」や「予知保全」と相関性が高いことが明らかとなった。

図4に、「機械設備の経年数と安全対策の実施状況」の分散図を示した。分散図から「50年以上」の「経年設備」では、「厚生労働省

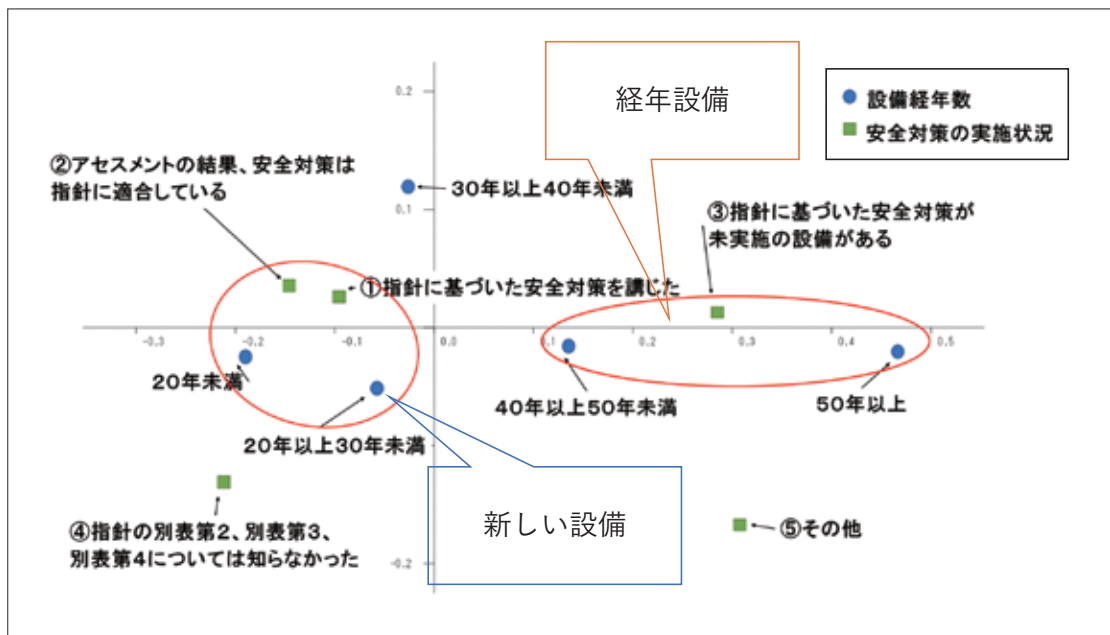
の指針⁷⁾に基づいた安全対策が未実施の設備がある」との相関性が高いことが明らかとなった。一方で「20年未満」、「20年以上30年未満」の「新しい設備」では、「指針に基づいた安全対策を講じた」や「アセスメントの結果、安全対策は指針に適合している」との相関性が高かった。

「機械設備の経年数と定常作業時安全対策」の分散図³⁾から「50年以上」の「経年設備」では、「安全柵による安全対策」との相関性が高いが「新しい設備」では、「センサーや自動停止等」との相関性が高かった。「経年設備」では、安全柵などの物理的な隔離手段との相

表1 老朽化機械設備の安全対策の現状

分析項目\機械設備の新旧	新しい設備	経年設備
点検回数、修理回数	—	頻度が高くなっている
保全方法	定期的交換、定期保全	予知保全、寿命予測
安全対策の実施状況	指針に基づいた安全対策を講じた 安全対策は指針に適合している	指針に基づいた安全対策が未実施の設備がある
定常作業時の安全対策	非常停止、センサー、自動停止など	安全柵を設置
安全対策の最新レベル化状況	当初から最新の安全レベルである 最新の安全レベルに適合させた	最新レベルに対して不十分であるが問題ない 不十分であるが最新レベルに適合させることが困難である
設備の安全対策ができない理由	スペースがない 優先順位が低い	検討する人材がない 予算がない

図4 機械設備の経年数と安全対策の実施状況



関性が、「新しい設備」では、センサーや自動停止装置などの比較的新しく価格も高い安全設備との相関性が高いことが明らかとなった。

「機械設備の経年数と安全対策の最新レベル化状況」の分散図⁴⁾から「経年設備」ほど、安全対策の最新レベル化が不十分であり「問題ないと考えている」や「適合が困難である」などと相関性が高いことが明らかとなった。

「機械設備の経年数と設備の安全対策ができない理由」の分散図³⁾から「経年設備」では、予算や人材の問題で安全対策ができないことと相関性が高かった。

以上の老朽化機械設備の安全対策の現状について解析した結果、経年化設備は点検回数や修理回数が多くなっている。保全方法からは、寿命予測や予知保全との相関性が高い。つまり、設備のメンテナンスの実施や設備の寿命延長を行っている現状が見えてくる。また、「経年設備」の安全対策についてみると、指針に基づいた安全対策が未実施の設備がある。「経年設備」では安全柵などの物理的な隔離手段が用いられている。一方で、「新しい設備」では、センサーや自動停止装置などの新しい設備が用いられている。「経年設備」ほど、安全対策の最新レベル化が不十分であり「問題ないと考えている」や「適合が困難である」などの現状があること、「経年設備」では予算や人材の問題で安全対策ができていないことなどが明らかとなった。

5. リスクアセスメント実施による労働災害防止の安全対策に関する考察

リスクアセスメントを実施することにより「職場の潜在的な危険性や有害性を見つけ出し、事前に的確な対策を講ずる」ことは、「従来の発生した労働災害の原因調査に基づく労働災害防止対策」とは異なり望ましいとされ

ている⁸⁾。

経年化した機械設備においては、「設備の老朽化」と「保護方策不備」による二つの労働災害リスクがあることから、しっかりとしたリスクアセスメントを実施することで労働災害の未然防止に結び付けていくことが望ましい。

厚生労働省「報告書」のアンケート解析データをもとに、事業場で発生した「はさまれ、巻き込まれ」労働災害の状況（死亡災害、休業災害、無災害に分類）と「現状のリスクアセスメントの実施状況」、「リスクアセスメント見直しのタイミング」、「労働安全衛生マネジメントシステムの導入状況」、「安全対策の最新レベル化の実施状況」、「最新の安全指針のレベルに合わせるのが困難な理由」などの分析項目についてクロス集計したデータを基にして、コレスポネンス分析を行って俯瞰的な解析を実施した。

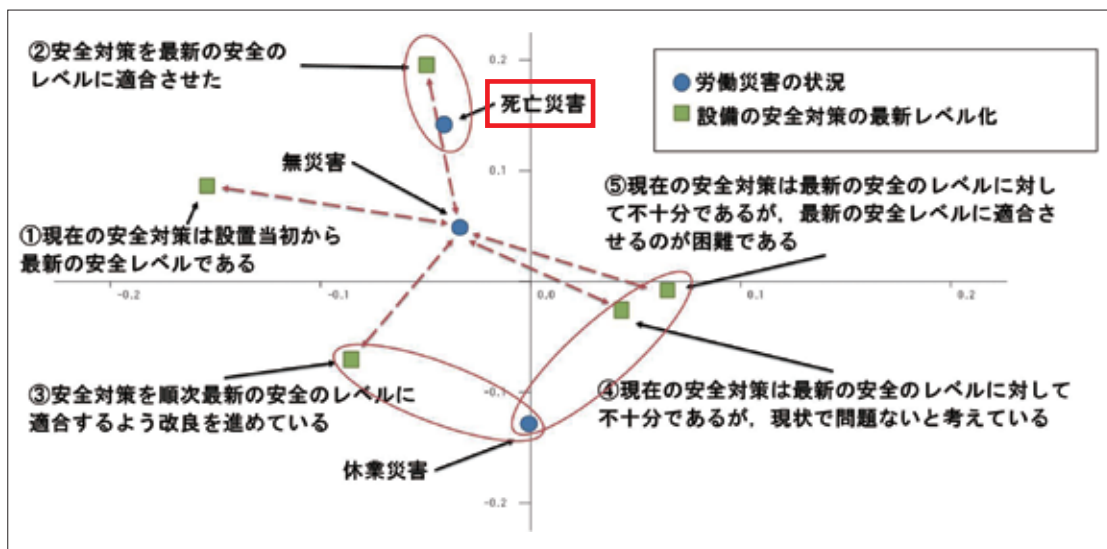
コレスポネンス分析の分散図をもとに解析した結果を整理して表2に示した。表2の中で、特に、重篤な「死亡災害」に着目すると相関性が高い分析項目は「安全対策の最新レベル化の実施状況」のみであり、他の4つの分析項目との相関性が見られなかった。図5に「労働災害の状況と安全対策の最新レベル化」の分散図を示した。分散図からは、「死亡災害」の近傍に「安全対策を最新の安全のレベルに適合させた」が位置していることが明らかである。また、「現在の安全対策は設置当初から最新の安全レベルである」も相対的に近い位置にあった。アンケート回答内容から、労働災害後に新たな安全対策を行った事業場があったことが影響していると考えられる。反対に「無災害」は破線で示すようにどの選択肢からもほぼ同じ距離に位置しており、「無災害」では5つの選択肢それぞれに該当する事業場があることが明らかとなった。

表2及び図5の結果並びにアンケート集計

表2 リスクアセスメント及び労働災害防止の安全対策に関する考察

分析項目\災害状況	死亡災害	休業災害	無災害
動力機械のリスクアセスメントの実施状況	—	①厚生労働省の指針通りのリスクアセスメントを行っている	①厚生労働省の指針通りのリスクアセスメントを行っている②リスクアセスメントを行っているが、厚生労働省の指針通りの方法ではない
リスクアセスメントの見直しのタイミング	—	—	①設備の新設、又は変更②材料の変更③作業方法、又は作業手順の変更⑧新たな安全衛生に係る知見の集積等
労働安全衛生マネジメントシステムの導入状況	—	①OSHMSを導入し、認証を受けている	②OSHMSの認証は受けていないが、他のマネジメントシステムを運用している④労働安全衛生マネジメントシステムの導入をしていない
設備の安全対策の最新レベル化	②安全対策を最新の安全のレベルに適合させた(①現在の安全対策は設置当初から最新の安全レベルである)	③安全対策を順次最新の安全のレベルに適合するよう改良を進めている④現在の安全対策は最新の安全のレベルに対して不十分であるが、現状で問題ないと考えている⑤現在の安全対策は最新の安全のレベルに対して不十分であるが、最新の安全レベルに適合させるのが困難である	①②③④⑤いずれにも該当
最新の安全指針のレベルに合わせるのが困難な理由	—	③安全対策設備を追加設置する予算がない④安全対策設備投資の優先順位が低い	①具体的な安全対策を検討する人材がない②安全対策設備を追加設置するスペースがない

図5 労働災害の状況と安全対策の最新レベル化



結果(論文⁵⁾参照)を整理すると、「死亡災害」、「休業災害」、「無災害」のいずれの事業場でも、指針通りであるかないかは別として、リスクアセスメントが実施されていること、OSHMS (Occupational Safety and Health Management System、労働安全衛生マネジメントシステム)⁸⁾の認証を受けている、ない

しは受けてはいるがOSHMSに準じた労働安全衛生マネジメントシステムを実施している事業場があることがわかった。一方で、労働安全衛生マネジメントシステムを実施していない事業場があることも明らかとなった。

指針に沿ったリスクアセスメントを実施することで潜在的な危険性を見つけ出し、事前

に的確な対策を講ずることで「無災害」となっている事業場があることが明らかとなった。一方で、指針通りのリスクアセスメントを実施していないが、「無災害」となっている事業場も存在しており安全対策の取組状況に大きな差があることも明らかとなった。また、「死亡災害」を経験したことをきっかけとして、徹底した安全対策を実施した事業場があることも明らかとなった。

本稿は製造業における老朽化機械設備を対象とした厚生労働省「報告書」のデータを基にしており、「報告書」では、労働災害の起きた経年化機械設備が、例えば、ガードがない、あってもガードに隙間があったり、容易に取り外し可能であったり、古い安全基準であったことを示している。「死亡災害」の解析結果は、古い安全基準の「保護方策不備」の機械設備で発生した労働災害であり、その労働災害後の安全対策は、冒頭に述べた従来の労働災害防止対策で「発生した労働災害の原因を調査し、類似災害の再発防止対策を確立し、各職場に徹底していくという手法」である。

多変量解析を用いた俯瞰的な解析結果からも、従来の基本手法である発生した労働災害をきっかけとして、新しい安全基準の設備に更新するなどの徹底した労働災害防止対策を実施した事業場が多くあることが明らかとなった。

6. まとめ

老朽化機械設備の調査データに基づいて、現状を俯瞰的に把握するために多変量解析を実施した。その解析結果に基づくと点検回数、修理回数などのメンテナンス回数を増やすこと及び設備の寿命予測や予知保全などにより機械の寿命を延ばすことで長期間にわたり使用されている現状が浮かび上がってきた。また、十分な安全対策が実施されずに使用され

ている。これらの老朽化機械設備が使用されている理由としては、「安全対策設備を追加設置する予算がない」、「具体的な安全対策を検討する人材がない」などが挙げられた。「設備の老朽化」と「保護方策不備」による労働災害リスクのある老朽化機械設備については、しっかりとしたリスクアセスメントを実施することで労働災害の未然防止に結び付けていくことが望ましい。しかしながら、実際には、事業者が重篤な「死亡災害」を経験したことがリスクアセスメント実施や徹底した安全対策実施の背景や動機付けとなっている。本稿で示した老朽化機械設備の調査検討結果を参考にして、これらの機械の安全対策について見直すきっかけとなれば幸いである。

参考文献

- 1) 厚生労働省：老朽化した生産設備における安全対策の調査分析事業、2017年度～2020年度。 https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/koyou_koyou_roudou/roudoukijun/gyousei/anzen/index.html
- 2) 菅民郎：多変量解析，オーム社，2017。
- 3) 渡辺純哉：経年化機械設備の労働災害防止の安全対策に関する考察—経年化機械設備に起因する「はさまれ、巻き込まれ」労働災害—，安全工学，60 (4)，246-254，2021。
- 4) 渡辺純哉：経年化機械設備に起因する労働災害に関する考察—保護方策の不備による「はさまれ、巻き込まれ」労働災害—，安全工学，60 (4)，255-262，2021。
- 5) 渡辺純哉：リスクアセスメント及び労働災害防止の安全対策に関する考察—最新の安全対策実施の背景要因—，安全工学，60 (5)，366-374，2021。
- 6) 福井正康：統計・社会システム分析フリーソフト College Analysis Ver.7.8
- 7) 厚生労働省：機械の包括的な安全基準に関する指針，基発第0731001号 平成19年7月31日。2007。 <https://www.jaish.gr.jp/horei/hor1-48/hor1-48-36-1-4.html>
- 8) 中央労働災害防止協会：OSHMS（労働安全衛生マネジメントシステム），リスクアセスメント，機械安全。 <https://www.jisha.or.jp/oshms/ra/about01.html>

わたなべ しゅんや

東京工業大学工学部化学工学科修士課程修了。三菱化成工業(株)に入社，イオン交換樹脂の研究開発，生産開発，品質管理などに従事。2004年より，現(株)三菱ケミカルリサーチにて各種調査に従事，主幹研究員，理事，取締役，上席研究員などを経て現職。