

201032003B

厚生労働科学研究費補助金

(労働安全衛生総合研究事業)

静電気リスクアセスメント手法の確立

平成20年度～22年度 総合研究報告書

研究代表者 大澤 敦

平成23年5月

目次

総合報告書：静電気リスクアセスメント手法の確立（大澤敦）

| | |
|-----------------------------|-----------|
| A. 研究目的 | 1 |
| B. 研究方法 | 1 |
| B.1 静電気リスクアセスメントの現状調査 | 1 |
| B.1.1 アンケート調査 | 1 |
| B.1.2 静電気事件事例分析 | 2 |
| B.1.3 現場実態調査 | 2 |
| B.1.4 海外調査 | 2 |
| B.2 従来分析手法の静電気リスクアセスメントへの適用 | 2 |
| B.3 静電気リスクアセスメント手順の整理 | 2 |
| B.4 静電気リスクアセスメント手法 | 2 |
| B.4.1 IEC/ISO Guide 51 の適用 | 2 |
| B.4.2 科学的・教育的分析手法 | 2 |
| B.4.3 ハザード同定 | 2 |
| B.4.4 リスク見積 | 2 |
| B.4.5 試験運用 | 2 |
| B.4.6 手法の文書化 | 2 |
| C. 研究結果および考察 | 3 |
| C.1 静電気リスクアセスメントの現状調査 | 3 |
| C.1.1 アンケート調査 | 3 |
| C.1.2 静電気事件事例分析 | 3 |
| C.1.3 現場実態調査 | 4 |
| C.1.4 海外調査 | 4 |
| C.2 従来分析手法の静電気リスクアセスメントへの適用 | 4 |
| C.3 静電気リスクアセスメント手順の整理 | 5 |
| C.4 静電気リスクアセスメント手法 | 7 |
| C.4.1 工程・作業のレビュー | 7 |
| C.4.2 静電気着火ハザードの同定 | 7 |
| C.4.3 静電気着火リスクの見積 | 8 |
| C.4.4 静電気着火リスク評価 | 8 |
| C.4.5 リスク低減策 | 8 |
| C.4.6 試験運用の実施 | 8 |
| C.4.7 手法の文書化 | 9 |
| D. 結論 | 10 |
| D.1 静電気リスクアセスメントの現状調査 | 10 |
| D.2 従来分析手法の静電気リスクアセスメントへの適用 | 10 |
| D.3 静電気リスクアセスメント手順の整理 | 11 |
| D.4 静電気リスクアセスメント手法 | 11 |
| E. 健康危険情報 | 11 |

| | |
|---------------------------|-----------|
| F. 研究発表 | 11 |
| F.1 論文発表 | 11 |
| F.2 国際会議発表 | 11 |
| F.3 国内学会発表 | 11 |
| G. 知的財産権の出願・登録状況 | 11 |
| 研究成果の刊行に関する一覧 | 12 |
| 別紙 1 アンケート調査票および結果 | 13 |
| 別紙 2 ガイドライン「静電気リスクアセスメント」 | 51 |

静電気リスクアセスメント手法の確立

研究代表者 大澤 敦，労働安全衛生総合研究所上席研究員

研究要旨：本研究は，平成 18 年 4 月の改正労働安全衛生法の施行により努力義務が明示されるようになったリスクアセスメントが静電気において的確に実施されるための支援技術として，静電気リスクアセスメント手法を確立することを目的としている。活用される手法を開発するために，静電気リスクアセスメントの現状の実態をアンケート調査および現場調査により把握することから研究を始めた。さらに，50 年にわたる事故を分析し，過去の事故傾向を調査し，事故にみる静電気ハザードの傾向も把握した。これらをもとに，国際規格の ISO/IEC Guide 51 の流れに沿った科学的・系統的・網羅的な静電気リスク分析手法を開発した。開発した手法はいくつもの現場試験運用を積み重ねることによって，適宜に必要な修正を施しながら，その妥当性を検討・確認されたものである。ガイドライン「静電気リスクアセスメント」として開発手法の文書化が完成しているもので，今後は，さらなる運用およびセミナー等により手法の普及に努めたい。

研究期間

平成 20 年 4 月 1 日～平成 23 年 3 月 31 日（3 年間）

研究代表者

大澤 敦（労働安全衛生総合研究所上席研究員）

研究分担表者

島田行恭（労働安全衛生総合研究所上席研究員）

研究協力者

泉 房男（産業安全技術協会）

太田 潔（住友化学安全工学センター）

三原一気（三菱化学 RC 推進部）

向殿政男（明治大学大学院工学研究科教授）

M. Glor (Swiss Inst. Safety & Security)

P. Holdstock (Holdstock Technical Services, UK)

J. Smallwood (Electrostatic Solutions, UK)

U. von Pidoll (PTB, Germany)

本研究の成果は別紙 2 のガイドライン「静電気リスクアセスメント」としてまとめられている。重複を避けるため，詳細はこれに譲ることにして，本報告本文では重要な概要に留める。また，ガイドラインには，不向きであるが，重要な研究結果および私的意見も本報告本文に示す。

A. 研究目的

リスクアセスメントはいくつかの産業災害を教訓に欧州で十数年の試行錯誤の末に確立された事故未然防止の安全技術であり，グローバル・スタンダードになっ

ている。我が国でも平成 18 年 4 月の改正労働安全衛生法の施行により，リスクアセスメントの努力義務が明示されるようになったが，静電気着火リスクの事前評価に適用する場合，研究で実施した現場での実態調査においても確認されているように，実施者の知識不足からの確に実施されていないのが現状である。

リスクアセスメント実施の技術的支援として基盤技術となる静電気リスクアセスメント手法を確立するのが本研究の目的である。

B. 研究方法

B.1 静電気リスクアセスメントの現状調査

我が国でも平成 18 年 4 月の改正労働安全衛生法の施行により，リスクアセスメントの努力義務が明示されるようになったが，静電気着火のリスクアセスメントの現状調査により，その実態を把握して，確立しようとするリスクアセスメント手法を検討する材料とする。

B.1.1 アンケート調査

アンケートにより静電気リスクアセスメントの実態を調査する。静電気リスクアセスメントの実施，静電気対策の基本・静電気対策およびリスクアセスメントに関する法制の理解と実施・遵守，安全管理・教育について実態と管理者のレベル等に関して調査するのが目的である。

B.1.2 静電気事故事例分析

研究代表者が所有している事故事例のほかに研究協力者の所有する事故事例を追加する。静電気による災害はどのようなことが原因となっているか調査・分析する。分析結果は開発リスク分析手法に活用される。

B.1.3 現場実態調査

現場での静電気リスクアセスメントの実態を調査する。現状の問題を開発手法に活用することが目的である。

B.1.4 海外調査

リスクアセスメントの分野で先進している欧州の静電気リスクアセスメントの状況を調査する。

B.2 従来分析手法の静電気リスクアセスメントへの適用

従来から用いられている様々なリスクアセスメント手法に対して、これらを静電気着火のリスクアセスメントに適用することの妥当性を検討する。また、静電気における災害発生過程を考慮したリスクアセスメント手法の流れを体系化する。

プロセス産業を対象としたリスクアセスメント手法について整理するとともに、静電気リスクアセスメントの現状を調査する。これにより、従来から用いられているリスクアセスメント手法を静電気のリスクアセスメントに適用することの是非について検討する。従来手法の調査対象はPHA, FMEA, HAZOP, FTA, ETA, What-ifとした。

また、静電気リスクアセスメント手法の体系化を目的として手法のモデル化を試みる。

B.3 静電気リスクアセスメント手順の整理

操業開始後のプラント（設備）において、(1) 網羅的なハザード検出を目的とした可燃性雰囲気の有無の把握および着火源の管理に関するチェックポイント、(2) 安全対策を提案する上での検討ポイントと注意点、および(3) 対策の有効性を確認するためのチェックポイントを示した静電気リスクアセスメントの手順を整理する。

化学プラントの安全設計の考え方を参考に静電気リスクアセスメント実施時のチェックポイントなどを整理し、手順の整理を目指す。ISO/IEC Guide 51 に示されたリスクアセスメントの手順を基本として、プロセス安全確保のために考慮される3つの観点（構造、挙動、操作（作業環境））から静電気リスクアセスメント実施時のチェックポイントなどを整理し、手順を体系化する。具体的なチェックポイントの例は現場指導を通してまとめる。

B.4 静電気リスクアセスメント手法

B.4.1 IEC/ISO Guide 51 の適用

ISO/IEC Guide 51* で示されているリスクアセスメントの流れをベースとして、静電気着火ハザードの同定および静電気着火リスクの見積の方法について検討する。

B.4.2 科学的・教育的分析手法

科学的に根拠のあるリスク分析手法にするため、可能な限り理論的にハザードを同定してリスクを見積もれるようにする。

静電気リスクアセスメントの実施とその内容は実施者のレベルに強く依存することが実態調査から判明したので、管理・作業者のレベルアップも期待して静電気安全の基礎も学習できるようにする。

B.4.3 ハザード同定

静電気による労働災害は爆発・火災であり、静電気の帯電から起きる静電気放電が着火源となっている。つまり、帯電とそれによる放電が可燃性雰囲気で起きるときがハザードとなる。これらのハザードを論理的・系統的に同定できるようなフローおよびチェック項目を活用する。

さらに、リスク分析を科学的に実施できるように、可燃性雰囲気の着火性、帯電レベルおよび着火性放電の生起に関しては、可燃性物質、設備、作業員、製品、工程等の物理的諸量から、系統的に静電気着火リスクを評価できるようにする。そのためには、静電気着火リスクを網羅的に調査するに必要十分な要素が手法に導入されていなければならない。また、理論計算が可能な場合はそれを示し、ハザード同定に応用する。

事故事例分析および現場調査結果を活用してハザード抽出の欠落を防止する。

B.4.4 リスク見積

静電気着火リスクの見積には可燃性雰囲気の形成と静電気放電の出現とその着火性によって決定する方法を提案する。

リーズナブルな安全管理、つまり、適切なリスク低減のためのリスクの順位付け（優先順位）を検討できるようにする。

B.4.5 試験運用

開発した手法は、試験運用により妥当性を検討する。

B.4.6 手法の文書化

開発手法を的確に実施することを可能とするガイドラインを文書化する。

* ISO/IEC Guide 51: Safety aspects – Guidelines for their inclusion in standards, 2nd Ed. 1999

(倫理面への配慮)

研究の性質上、倫理面の問題がないと判断する。アンケート調査、現場実態調査および試験運用などで得られた個人情報の取扱および守秘義務事項に配慮する。

C. 研究結果および考察

C.1 静電気リスクアセスメントの現状調査

C.1.1 アンケート調査

実施したアンケートの内容と回答の集計結果は別紙1を参照されたい。回答数は45件である。静電気リスクアセスメントを実施している事業場等はまだまだ多くなく、かなりの程度までに実施しているところはまれであることが示されている。

静電気対策として間違いの(対策の意味がわかっていない)回答も多くある。開発手法を文書化するとき、静電気安全の基礎を学習できる機能が含まれることが必要であることを痛感した。

また、このアンケートで多くの事業場が現場調査および試験運用に参画することになった。

C.1.2 静電気事事故事例分析

詳細な分析結果は、別紙2付録Cを参照されたい。ここでは、静電気が原因とされている310件(1960-2010年)の事故のうち、静電気が原因であると推定できた153件の事故の分析調査結果を報告している。なお、ほかの157件については、情報不足、あるいは、静電気以外の着火原因の方が確からしいと考えられるものであるので除外しているが、静電気を原因とするならば、着火に至る過程(シナリオ)は同様な傾向が得られている。

静電気が原因の事故は、静電気対策を実施しているといっているところ(結果的に対策が不十分だった)でさえも、未だに起きている。これらの事故は軽微なものもあるが、設備の損害や死亡も含めた被災者が伴う重大な災害となることも残念ながら少なくない。

リスクアセスメントが誕生した経緯にみられるように、事故を教訓として、事故に学ぶことは重要である。このときに実施する事故分析が新しい知識・対策・ルールを導き、より信頼性の高い安全を提供するものでなくてはならない。さらに、事故事例を調査し、その原因を究明して得られた結果を公開することは再発防止につながる説得力のある新しい知識となる。1件の事故調査だけでも十分に再発防止に役立っていることは確かであるが、本報告のように多数の静電気事故を包括・系統的に統計分析・調査して、事故の傾向を数量的に示したものはないのであろう。このような調査は、タスクとなっているリスクアセスメント、特にハザード同定に重要な情報を与えることであらう。

目的は事故傾向の把握および開発中のハザード同定法に活用すべく静電気ハザードを洗い出すことであつた。

海外でも静電気事事故事例を紹介している書籍があるが、それらの事故は類似したものばかりであり、ここで得られた結果は日本に特有なものではなく、国際的に共有できるものと考ええる。換言すれば、類似の事故が繰り返し起きているということである。事故事例分析の公開の重要性がここでも表れている。

分析・調査した内容は、静電気着火ハザードの同定に活用するため、可燃性雰囲気形成、帯電の原因、静電気放電のタイプと原因および工程・作業である。これの数値的な傾向はハザード同定およびリスク見積りに応用されている。

主な興味深い結果は以下のとおりである。

- (1) 最も興味深いことは、70%以上の事故は、絶縁体からの火花放電が着火源となっていたことであり、これは、静電気対策の基本である導体の接地または靴と床による作業員人体の接地により、容易に防止できていたことである。この種の事故が絶えないのは知識や管理不足によるものと考えられる。ハザード同定において静電誘導ハザードが確実になされるよう配慮することが必要である。
- (2) ブラシ放電による着火は、可燃性蒸気または蒸気と粉じんのハイブリッド雰囲気でのみ起きている。
- (3) 沿面放電による着火は、粉体を取り扱うFIBCおよびバッグフィルタにおいてのみ起きている。
- (4) コーン放電による着火の可能性は低く、ガス抜き不足を原因とする可燃性ガス-粉じんハイブリッド雰囲気での空気輸送にのみ起きている。
- (5) 90%以上の着火は、作業員が係わる作業において起きている。
- (6) 事故の半分以上は、生産工程ではなく、メンテナンス、トラブル対応および漏洩時に起きている。生産工程以外のリスクアセスメントも重要である。
- (7) ヒューマンエラーによるリスクもアセスメントの対象とする。漏洩による噴出が比較的多いのは、静電気対策が困難であるので気になるところであるが、漏洩の原因は操作ミスやメンテナンス不良によるフランジ部やバルブからの漏洩である。このようなヒューマンエラーのリスク低減策が必要である。また、着火原因は絶縁体からの火花放電がほとんどであるので、漏洩の危険性がある場所の周辺には絶縁体となりうるものを置かないようにすることである。
- (8) 緊急時のリスクアセスメントも必要である。たと

えば、避難経路は2つ以上確保することは基本であり、幾人かの犠牲者は助かっていたであろう。

静電気対策の5つの原則（別紙2の10.1参照）を十分に理解して、実施していれば、これらの事故は未然に防止できていたことは確かである。これには、組織化された安全管理体制をベースとして、教育・リスクコミュニケーションを含めて、的確なリスクアセスメントに基づいた静電気対策が重要であると考えられる。

分析によって得られた事故が起こる典型的なシナリオおよびFTAを別紙2の図4.1および図B.1に示す。

C.1.3 現場実態調査

静電気リスクアセスメントの現場実態を6社8事業場で調査した。いずれの安全対策も管理者のレベルに依存しており、網羅的、系統的にはリスク分析、評価がなされておらず、リスクアセスメントといえるような状況にないことがわかった。このような状況にもかかわらず、何とか対策できているのは管理者の努力の賜と解せる。

実際に抽出されていたハザードを分析すると、絶縁導体、帯電要因となる噴出、噴霧、はく離、摩擦、流動をガイドワードしてハザードを抽出できることが示され、開発手法に応用した。

導体の接地という静電気対策の基礎ともいえる対策が欠落しているところが散見できている。ハザード同定の手法に工夫が必要であると同時に、管理者および作業者の静電気安全のレベルを高めるためにも、開発する静電気リスクアセスメントには、静電気の基礎をわかりやすく学習できる配慮・構成が必要である。また、作業の手順によって対策が不備となることもあったので、このような作業手順によって生じうるハザードも示す必要がある。さらに、的確なリスクアセスメントのためには対策（リスク低減策）の物理的意味・根拠を提示することも必要と考える。

C.1.4 海外調査

リスクアセスメントで先進しているといえる欧州（フランス、イギリス、スイス、ドイツ）の静電気リスクアセスメントの現状を調査した。その多くは静電気エキスパートのいるコンサルタン会社に委託するという方法によりリスクアセスメントが実施されている。エキスパートによる静電気リスクアセスメントの内容は充実している。このようなコンサルタント会社では、試験（MSDSの作成）、教育、トレーニングなども含まれ包括的な安全のための充実した業務（商品）が提供されている。

現状では、静電気エキスパートに充実したコンサルタント会社が多くない日本においてこのような方法を

適用することは困難と考えるが、的確な静電気着火のリスク分析にはエキスパートの支援が不可欠である。

さらに、作業・工程などで使用される材料のMSDSを調査依頼できる試験機関・会社の充実も、特に中小企業にとって（大企業では自前の試験設備がある）必要かつ重要である。

今後、多くの関連団体および個人がリスクアセスメントのコンサルタント業務に参画し、利用者側もその重要性を的確に把握して海外と同様にコンサルタント業務が商売として成り立つような風土が醸成されることを期待する。

また、このような海外事情は、リスクアセスメントの実施と定期的な見直しが法令により義務化されていることが大きく影響している。我が国においてもリスクアセスメントが本格的に実施されるためには、近い将来、法的規制による義務化が必要であろう。本手法が我が国の法制改正を支援するための基盤技術の一助となることを望む。

このようなコンサルタント会社においても静電気リスクアセスメントが網羅的、系統的にできるような支援技術としてマニュアルやガイドライン等が開発されているのではなく、各エキスパートの知識に依存しているとのことであった。筆者もそうであるように、エキスパートの頭の中では独自に静電気リスクアセスメント手法ができあがっているであろう。

しかしながら、本研究ではエキスパートでなくても的確にリスクを判断して、（最低限のところまでは）評価できるような支援技術を提供しようとしているので、開発する手法は、実施者が学習できるように、静電気安全の基礎にも充実したものでなくてはならないであろう。

C.2 従来分析手法の静電気リスクアセスメントへの適用

化学工学会、安全工学会などのセミナー等で紹介されている化学プロセスのリスクアセスメント手法について調査し、各々の手法の長所、短所をまとめた。その中で、チェックリスト方式は過去の知見（事故事例等で明らかになった点）を活かしたハザード発見が可能であること、HAZOP（Hazard and Operability Study）は手引き用語等を用いることで、経験的には気付きにくいハザードの発見も可能であること、さらにFTA（Fault Tree Analysis）はハザード発生からトップ事象（もっとも望ましくない事象）発生に至るシナリオを明記することができ、さらに事象の因果関係等からシナリオを断ち切るポイント（事故発生に至る事象発生を防ぐ対策）を同定することができる。この結果、静電気リスクアセスメント手法としてもこれらの手法

の長短所を組み合わせた手法を検討することが有用である。

静電気リスクアセスメントの最も重要な課題である潜在するハザード要因を網羅的に発見するためには過去の知見を活かしたチェックリスト方式、HAZOPのような網羅的な手法を組み合わせることが有効であり、さらにFTAのような事故発生に至るシナリオ表現などを用いることでリスクを低減するための対策の検討が可能となる。静電気に適応したチェックリスト、手引き用語、シナリオなどの開発が課題となる。

C.3 静電気リスクアセスメント手順の整理

リスクアセスメント実施でもっとも難しいのは如何に網羅的にハザードを見付け、効果的な安全対策を提案するかである。化学プラントのリスクアセスメントではHAZOPやFMEAのような対象プロセスに潜在するハザードを網羅的に発見するための手法が用いられているが、これまでの化学物質を対象としたリスクアセスメントではハザードの抽出は着火の三原則（可燃性物質の有無、着火源の存在、空気存在）が揃う環境であるかどうかを判断の基準とし、対象設備の特性（プラントの構造）、作業による作業（操作手順や工程管理）についての検討は経験的な判断に委ねられていたと言える。このため、これらのプラントの構造の不備（設備管理の不備などを含む）や作業環境の不具合（作業者の作業着などの不備を含む）が原因となるハザードを網羅的に抽出することは困難とされてきた。

一方、化学プラントの設計の基本は次のようにまとめられる。

- ①製品を得るために起こさせたい反応（プロセス挙動）がある。
- ②プロセス挙動を実現するための操作（操作手順）を決める。
- ③プロセス挙動と操作を行うために必要な反応器や周辺装置などの機器を選択し、プラントの構造を決定する。

本研究では、これら化学プラント設計の3つの視点を参考にした静電気リスクアセスメント手順について検討した。

図1の左はISO/IEC Guide 51にも示されているリスクアセスメントの手順であるが、プロセス挙動、プラント構造、プラント操作手順（工程管理）のそれぞれの面から検討することで、網羅的で論理的な潜在ハザードの抽出とリスク低減対策の検討が可能となる。以下、図1の流れに沿って説明する。

(1) リスクアセスメント対象（前提条件、使用条件）の把握

対象プロセス（設備）で取り扱う物質および反応の特性、プラント設備仕様の確認、およびプラントの操作手順（工程）に加え、作業環境の確認を通してリスクアセスメントの対象（範囲）を把握しておく。

①取扱物質については可燃性物質であるかどうかに加え、それぞれの物質の引火点や最小着火エネルギーなどを把握し、使用される条件（反応条件や作業条件）を把握しておく。

②プラント設備の仕様については、設備の誤った使用方法も含め、劣化の具合や設備の材質、故障モード（どのような故障を引き起こすかをまとめたリスト；FMEAではよく利用される）などを確認しておく。

③プラントの操作手順あるいは実際の現場で用いられる工程管理表などを参考に操作手順あるいは作業手順を把握しておく。

さらに④静電気発生の有無を検証するために、③で実施する操作あるいは手順がどのような環境で実施されるかを確認しておく。この時、作業者の作業着、作業靴、作業周辺環境に置かれている作業道具（計測器、清掃用具なども含む）の材質やその使用方法なども調べておく。

(2) 現場ハザード抽出（原因想定）

(1)での確認事項を基に、リスクアセスメント対象に潜在するハザードを抽出する。ハザード抽出については網羅性を確保することが最も重要であるが、ここでは、次のような観点から検討することを提案する。

1) 取扱物質について（可燃性物質の有無）のチェック

可燃性雰囲気形成の可能性を調べるためには取扱物質の置かれる環境（密閉系か開放系かなど）、設備的な漏れは考えられないかなどを検討する。

2) 着火源有無（静電気発生の有無）のチェック

着火源の有無を網羅的にチェックするためには何らかの手順、分類に従って解析をすることが重要である。ここでは、①作業の流れに沿った分析、②プラント（設備）の構造に沿った分析、③作業環境の分析に分けて考える。

①作業の流れに沿った分析

一般に操作手順書（SOP；Standard Operating Procedure）、品質管理工程管理表（QC工程図）、作業工程表などがあるが、それぞれに記載された作業手順に沿って分析を行う。作業状況の観点から検討する場合には次のような分類が考えられる。1) 定常/非定常作業時（原料仕込み、サンプリング、製品取り出し）、2) 非定型作業時（切り換え作業、清掃作業）。その他、考えられる作業としては外部協力会社による工事対応などがあるが、この場合、オーナー会社と同様の条件を満足しているかどうか重要な確認ポイントとなる。

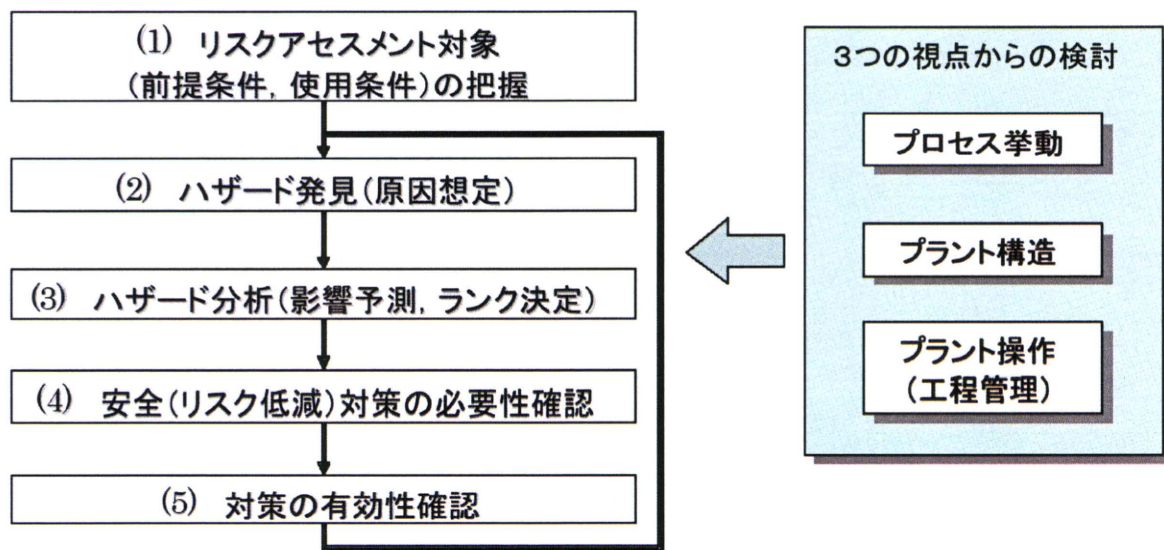


図1 静電気リスクアセスメントの手順

②プラント（設備）の構造に沿った分析

プラント（設備）の情報としては PFD（Process Flow Diagram），P&ID（Piping and Instrumentation Diagram）などがあるが，それぞれの図面により，プロセス（製造）の流れに沿って分析を行う。この時，設置されている設備，装置などの故障モード毎にハザード発生の有無（漏洩の可能性など）を確認することで，網羅的な検討が可能になる。また，設備についてはその材質により静電気対策を必要とするかどうかの判断を行うとともに，現場の診断で絶縁状態になっていないかを確認することも重要である。

③作業環境のチェック

作業環境が密閉された場所であるか開放環境であるかなどの観点からの解析を進める。既に静電気対策を行っているとされている場合でも，作業の途中で一時的に解除し，絶縁状態にしてしまう場合があり，再度のチェックを要する。また，清掃用具などを含む作業道具についてもその仕様意図，材質，保管方法などをチェックし，静電気を発生させる可能性が無いかを解析する。さらに，作業者の服装（作業着や作業靴など）については，自社作業員については厳しいルールが定められ，静電気防止対策を行っているとしている場合が多いが，実際には素材の有効性が活かし切れていない場合（例えば重ね着により効力を失う）がある。また，非常作業時などに入構する協力会社の作業員やその他一時的に作業を行う作業員については必ずしも定められた基準通りの服装となっていない場合が多い。実際の事故事例として，自社作業員よりも協力会社の作業員が被災する例が多いのはこのような基準が守られていない場合が理由の一つとしてあげられる。作業者の服装についてもその特性を把握し，常に定められた

ルールが守られているかどうかを解析する必要がある。

(3) ハザード分析（影響予測，リスクランク決定）

(2)で抽出されたハザードとその原因に対して，爆発・火災に至るかどうかの異常の伝播構造（シナリオ）を検討する。この時，現状の対策は存在しないものとして影響解析を行う。現状の安全対策の有効性については(4)で確認する。これにより，現状の対策の意図と必要性も明確にすることができる。異常伝播のシナリオを検討する際には，作業者の人数や設備の配置，避難経路の有無なども含めて解析を行う。

異常伝播のシナリオに従って，ハザード発生頻度（確率；できれば作業員による誤操作，誤判断の可能性も含める）と影響の大きさを推定し，定性的な解析で十分な場合にはリスクマトリクス表などを用いてリスクの大きさを決定する。定量的な解析を必要とする場合には静電気発生可能性の有無を前提とし，要素の故障発生確率などを調べるとともに，影響度解析手法などにより被害の大きさを求め，リスクの大きさを算定する。

(4) 安全（リスク低減）対策の確認

(3)で得られた異常伝播シナリオに従って，安全対策の必要性を検討する。まずは現状の対策の有無を確認し，異常伝播のシナリオのどこまでを断ち切る対策が実施されているかの有効性を確認する。この時，現状の対策がどこまでカバーできているかを把握しておくことが重要である。現状の対策で不十分であれば，さらに追加の対策を検討するが，ここでは一つのシナリオへの対策の候補として挙げておき，最終的には全シナリオについての検討結果として得られた対策でもっとも有効な（合理的な）対策を実施することになる。どこまで対策を実施すればよいのか？という課題に対

しては ALARP の原則に従うこと。

対策を検討する際の優先順位は以下の通りである。

- (1) 本質安全化：取扱物質（量）の変更，作業条件の変更（影響緩和にも繋がる）など
 - (2) 作業環境改善：静電気発生対策，作業の自動化（ハザード発生頻度を下げる）など
 - (3) 設備上の対策：センサの冗長化，安全インターロックの設置，防爆壁・防液堤などの設置，緊急時対応計画，防災訓練などによる被害の局限化（影響緩和）対策，など
 - (4) 作業改善：作業着，安全靴，教育・訓練，など
- (5) 対策の有効性確認（継続的管理）

作業開始後にリスクアセスメントを実施する際には，次の点を考慮に入れて安全対策の有効性を確認する。

(1) 安全対策の維持管理の確認

- 引き続き，安全対策は維持されているか？
- その後，外されていないか？
- 放置されているものはないか？

(2) 現場作業員による安全対策の把握

- 安全対策の意図（カバーされている範囲なども含めて）を現場作業員が理解しているか？
- 設計論理の共有と理解
- ドキュメント作成の有無
- 基準類整備

専門家による静電気安全の診断過程（経験的な知見）に着目し，静電気リスクアセスメントの手順の整理を試みた。一般に化学プラント（設備）安全設計の基本はプロセス挙動，プラント構造，プラント操作（管理）の整合性確保であるが，どの要素に不具合が生じても異常が発生し，最悪の場合には事故・災害に至る。本研究では静電気リスクアセスメントを網羅的に実施するために，3つの視点をベースにした分析・検討を整理した。その結果，従来の経験ベースで実施されてきたリスクアセスメントの手順を論理的に体系化し，検討の網羅性を確保することに繋がる。

C.4 静電気リスクアセスメント手法

国際規格 ISO/IEC Guide 51 に示されているリスクアセスメントの流れをベースとして静電気リスク分析手法（別紙 2 図 3.1）を構築している。静電気着火ハザードは，事故事例分析により得られた静電気着火のフロー（別紙 2 図 4.1）に沿って，可燃性雰囲気形成，帯電，静電誘導，静電気放電ハザードを順に検討する方法を用いている。このハザード同定法では科学的・

系統的・網羅的に静電気着火ハザードを抽出できるようにチェック項目を選定している。このハザード同定の段階でリスク見積に必要なハザードレベル（可燃性雰囲気の形成可能性と範囲・頻度およびその着火性，帯電ハザードに応じて発生しうる放電タイプと着火性）を導出して，総合的に静電気着火リスクを見積もれるようにしている。さらに，対応する静電気対策を示している。

C.4.1 工程・作業のレビュー

可燃性物質を取り扱うプロセス・工程・作業は数え切れないほど多種多様であるので，ハザードを生起する条件もプロセス，工程条件，工程・作業の手順および環境などに依存して，多種多様となる。まずは，リスクアセスメントの対象となる工程・作業のプロセス，工程条件，工程・作業の手順および環境を調査する必要がある。

C.4.2 静電気着火ハザードの同定

評価するリスクは静電気着火であるので，可燃性雰囲気を形成するハザードと帯電（ハザード）によって発生する着火性の静電気放電ハザードを洗い出すことがハザード同定となる。したがって，別紙 2 図 4.1 に示すように静電気着火に至る過程の流れに沿って，可燃性雰囲気の形成，帯電および着火性静電気放電の発生ハザードを抽出していくのが合理的と考える。各ハザードレベルは適切な要素を用いたマトリックス法により決定される。主なハザード同定の流れは以下のようになる。

(1) 可燃性雰囲気形成ハザードの同定（別紙 2 第 5 章）

(a) 可燃性雰囲気形成の可能性と着火性

使用する可燃性物質の燃焼範囲，最小着火エネルギー，引火点などにより物質の可燃性を求めて，工程空間・作業現場に適合させた雰囲気の可燃性を調査する

(b) 可燃性雰囲気の範囲と形成頻度

Zone の概念を用いて工程・作業場所における可燃性雰囲気形成の範囲と頻度を調査して，可燃性雰囲気の形成ハザードを同定する。Zone を用いた可燃性雰囲気の形成の範囲と頻度については，実施の支援として例を示した（別紙 2 付録 A）

(c) 可燃性雰囲気形成のハザードレベル

可燃性雰囲気形成のハザードレベルは，別紙 2 表 5.4 に示すように可燃性雰囲気の着火性のクラス IIC，IIA，IIB，III またはハイブリッド IIA/B/C+III と可燃性雰囲気形成の頻度 Zone 0，1，2，20，21 または 22 の組み合わせによって

見積もる。

(2) 帯電ハザードの同定 (別紙 2 第 6 章)

- (a) 電荷発生と電荷緩和に関する項目を調査して帯電ハザードを抽出する

固体の帯電性 (別紙 2 表 6.1), 液体の導電率のクラス分け (別紙 2 表 6.3), 粉体特性と静電気ハザード (別紙 2 表 6.5) により, 固体, 液体および粉体に分けて帯電ハザードを同定する。

- (b) 帯電ハザードレベル

さらに, 電荷漏洩の有無および帯電促進要因の有無を考慮してハザードの程度 (別紙 2 表 6.6) を同定する。

(3) 静電誘導ハザードの同定 (別紙 2 第 7 章)

これは, 事故事例および現場でも実際に多くみられるハザードであるので, 帯電ハザード同定と別に設けている。

- (a) 絶縁導体 (人体も含む) の有無を調査して静電誘導ハザードを抽出する

帯電ハザード同定の結果から静電誘導ハザードの原因となる帯電の調査, 事故事例に見られた絶縁導体の例, 漏洩抵抗, 静電容量および放電ギャップの形成可能性による静電誘導ハザードの絞り込み

- (b) 静電誘導ハザードレベル (別紙 2 表 6.6)

(4) 静電気放電ハザードの同定 (別紙 2 第 8 章)

- (a) 帯電および静電誘導ハザードの同定により帯電および静電誘導の状況が把握できているので, これをもとに放電生起の可能性を調査する。ここでは, 起こりうる放電タイプを調査することによって放電ハザードを同定する

- (b) 起こりうる着火性放電のタイプ (火花放電, ブラシ放電, 沿面放電および IIC でのコロナ放電) は, 各タイプの放電発生条件から判断して可能性を同定できるようにしている

C.4.3 静電気着火リスクの見積

可燃性雰囲気形成ハザード同定で得られた可燃性雰囲気の着火性とその範囲・頻度および帯電・静電誘導ハザード同定をもとに同定された起こりうる放電の着火性放電ハザードから得られたリスクと, さらに, これらのハザードによって誘起される危害のひどさを考慮し, 総合的に判断して静電気着火リスクを見積もられる。

可燃性雰囲気形成ハザード, 帯電・静電誘導ハザード, 放電ハザードで同定された各場所に対して各放電タイプごとに静電気着火リスクを見積もる。リスクレベルは可燃性雰囲気形成ハザード, 帯電・静電誘導ハ

ザード, 放電ハザードの乗算による静電気着火ハザードレベルと危害のひどさ A-C を加えて決定する。なお, 危害のひどさは人災・設備被害および経済的損害に関して低 (人災: 軽傷, 設備被害・損害: 軽微), 中 (重傷, 設備被害・損害: 大), 大 (死亡, 設備被害・損害: 重大) の 3 段階 (A-C) 程度が妥当であろう。このとき, この 3 つひどさのレベルがそれぞれ異なる場合はもっとも高いひどさにする。したがって, 静電気着火リスクレベルは, たとえば, 静電気着火ハザードレベルが 100 で, 危害のひどさが A のとき 100A となる。詳細は別紙 2 第 9 章を参照されたい。

C.4.4 静電気着火リスク評価

可燃性雰囲気形成・帯電・静電誘導・放電ハザード同定および可燃性雰囲気形成・着火性放電可能性見積から着火リスク評価をする。これに応じて必要なリスク低減策 (静電気対策) を実施し, 対象とする工程・作業を許容できるリスクとすることが必要である。対策後に関しても, 同様の手順でリスク分析して, 対策の効果を確認するため静電気着火リスクを改めて評価する。また, 残存リスクについても共有する必要がある。詳細は別紙 2 第 9 章を参照されたい。

C.4.5 リスク低減策

静電気対策の 5 つの原則を示すとともに (別紙 2 第 10 章), 静電気対策は固体, 液体, 粉体, 気体によって異なるので, それぞれ別に固体, 液体, 粉体および気体のリスクアセスメントして (別紙 2 第 11-14 章), これらに関連するハザードおよびリスク見積も含めて対策を示している。

C.4.6 試験運用の実施

開発した静電気着火リスク分析手法の妥当性を検討するために実際の現場にて試験運用を実施した。

実施した試験運用の対象は, 事故事例に多い静電気着火リスクが高い工程を選択している。研究協力者の支援により実施した静電気リスクアセスメントの対象は以下のとおりである。

- (1) 液体への粉体投入
- (2) バルブからの液体のサンプリング
- (3) 粉体のマニュアル充てん
- (4) FIBC からの粉体排出
- (5) タンク洗浄

例を示すことは実施の支援となるので, 液体への粉体投入の実施結果を例として別紙 2 第 16 章に示した。

試験運用では, 想定したハザードの抜けもなく, 安全側に問題なくリスク分析が実施できることを確認できた。

実施者によっては, 知識不足からハザードを過大評

価することがあった。

静電気対策が適切に行われていた場合は、リスクアセスメントの簡便化のためハザード同定の対象から除外するようにしていたが、対策の重要性の認識とヒューマンエラーなどで対策の効果がなくなる不測の事態を想定して、初回のリスク分析では、そのハザードを除外せず、リスク分析を実施するようにした。

これらの試験運用を積み重ねることによって修正された主要点は以下のとおりである。

- (1) 実施者のレベルにも対応して、基礎から静電気安全を学習・理解できるように文書化したガイドラインには「静電気安全の基礎」を章として設けた。
- (2) ハザードレベルの妥当性の修正およびリスク低減の優先順位を決定できるように、放電のタイプによるハザードの重みを事象事例の分析結果を応用して定義した。この追加は、結果的にリスクの過大・過小評価を避けることを可能とした。
- (3) 初回のリスク分析では、適切に対策されたハザードも除外せず、すべてのリスク分析を実施するようにした。
- (4) ヒューマンエラーのリスク、たとえば、接地忘れなどを検討できるように文書（開発したリスク分析手法を文書化したガイドライン、別紙2）を修正するとともに実施例に非接地のリスクを示した。

C.4.7 手法の文書化

リスクアセスメント実施の支援および普及に必須となる文書化されたガイドラインを作成した。ガイドラインに沿ってリスクアセスメントを順に的確に実施すれば、ハザード同定、リスク見積・評価およびリスク低減策ができていくようにした。このことは、試験運用において利用者がリスクアセスメントを実施できていることから確認できる。また、支援ツールとなるチェック項目、同定シートなども設けている。文書化したガイドラインの内容は以下のとおりである。

はじめに リスクアセスメントの必要性和エンジニアまたは管理・事業者としての実施義務を含めたイントロダクション

1章 リスクアセスメント リスクアセスメントの一般論

2章 静電気安全の基礎 アンケート調査、現場実態調査により静電気安全の基礎の欠如がリスクアセスメントの実施を阻害していることは明らかである。また、誤った評価・対策がなされている事例が散見された。これを、解決するために静電気安全の基礎を学習できるように配慮した。

3章 静電気着火リスク分析 開発した静電気着火リスク分析手法の概説（別紙2図3.1）。着火リスク分析に収集しなければならないデータの必要事項および災害事例にみるハザードも含む。

4章 静電気着火ハザードの同定 静電気着火過程のフローに基づいたハザード同定。可燃性雰囲気形成、帯電、静電誘導、静電気放電ハザード同定からなる。静電誘導ハザード同定は、事故統計分析から、火花放電が着火源となった事故が70%を超えていることから、帯電ハザード同定から分けて設けている。

5章 可燃性雰囲気形成ハザードの同定 可燃性物質の洗い出し、着火性、可燃性雰囲気形成の可能性、範囲および頻度を調査し、IEC 60029-10-1のクラス分けを用いて、着火性をExplosive groupと頻度をZoneにより表現して、マトリックス法によりハザードレベル（別紙2図5.4）を求める手法を開発した。同定手順および結果は可燃性雰囲気形成ハザード同定シート（別紙2表5.5）によりまとめられる。

6章 帯電ハザードの同定 帯電物体の洗い出しとその場所の調査、可燃性雰囲気ハザードとの照合および静電気対策の適合による帯電ハザードの絞り込み、電荷緩和（漏洩抵抗・導電率・抵抗率）による帯電ハザードの同定、帯電促進要因の調査により帯電ハザードを総合的に同定する。ハザードレベル（別紙2表6.6）は導電率・抵抗率による帯電レベル、電荷漏洩および帯電促進要因の有無により求める。同定手順および結果は帯電ハザード同定シート（別紙2表6.7）によりまとめられる。

7章 静電誘導ハザードの同定 帯電ハザードで同定された帯電物体により静電誘導ハザードとなる絶縁導体を洗い出す手順を示している。事故事例に見る絶縁導体。漏洩抵抗、放電ギャップ形成の可能性、静電容量の調査により、静電誘導ハザードを同定する。ハザードレベルは、絶縁導体の特徴から別紙2表6.6の導電性で電荷漏洩がない場合として求められる。漏洩した際にも多く現れるハザードであるので、これについても調査することを注意している。同定手順および結果は静電誘導ハザード同定シート（別紙2表7.1）によりまとめられる。

8章 静電気放電ハザードの同定 起こりうる着火性放電タイプ（火花、ブラシ、沿面、コーン、IICでのコロナ放電）を発生条件と照合して同定し、着

火性放電の可能性については、理論・実験または経験的な知識により調査して、可燃性雰囲気着火性と比較して見積もれるようにしている。着火性放電の有無と放電タイプに対応する重みを用いて放電ハザードレベルを決定している。同定手順および結果は放電ハザード同定シート（別紙2表8.3）によりまとめられる。

9章 静電気着火リスクの見積・評価 可燃性雰囲気形成、帯電・静電誘導、放電ハザードレベルの積と危害のひどさ（人災・設備被害および経済的損害に関して低（人災：軽傷、設備被害・損害：軽微）、中（重傷、設備被害・損害：大）、大（死亡、設備被害・損害：重大）の3段階（A-C））の組み合わせによりリスクを求める。結果は静電気着火リスクの見積・評価シート（別紙2表9.1）にまとめられる。

10章 リスク低減策 静電気対策の5つの原則を示した。安全管理および安全教育の必要性を示した。

11章 固体のリスクアセスメント 静電気の帯電ハザードおよび対策は固体、液体、粉体、気体および作業員によって異なるので、それぞれ、11-15章に分けて解説した。11章では固体の帯電によるハザード、これによるリスクの見積法およびリスク低減策を示した。

12章 液体のリスクアセスメント 液体の帯電によるハザード、これによるリスクの見積法およびリスク低減策を示した。また、リスクアセスメントに必要な確認事項も示している。

13章 粉体のリスクアセスメント 粉体の帯電によるハザード、これによるリスクの見積法およびリスク低減策を示した。また、リスクアセスメントに必要な確認事項も示している。

14章 気体のリスクアセスメント 気体に係わるハザード、これによるリスクの見積法およびリスク低減策を示した。また、リスクアセスメントに必要な確認事項も示している。

15章 作業員のリスクアセスメント 作業員に係わるハザード、これによるリスクの見積法およびリスク低減策を示した。また、リスクアセスメントに必要な確認事項も示している。

16章 リスクアセスメントの実施例 開発したリスクアセスメント手法の実施例として試験運用で行った液体への粉体投入の結果を示し、実施のための参考とした。

付録 A 可燃性雰囲気の見積 可燃性雰囲気の見積に参考・支援となる事項を示した。

付録 B Fault tree analysis 事故事例分析によって得られたFault treeを示し、リスク分析の参考とした。

付録 C 静電気事故の統計的分析 事故事例分析をまとめたものである。得られた新しい知識はリスク分析手法に応用されている。

参考文献 引用文献のリスト。引用により本書で用いた事項の根拠を示すことは重要である。

D. 結論

D.1 静電気リスクアセスメントの現状調査

実態調査により静電気危険性の認識不足と静電気安全の基礎の知識不足から現状では静電気リスクアセスメントを実施しているとはいえないことがわかった。静電気着火のリスクを的確に評価し対策する、すなわち、静電気リスクアセスメントを的確に実施するためには、静電気安全の基礎が学習できる要素、また、静電気対策の know how ではなく、know why が開発するリスクアセスメント手法に含まれていなければならない。そうでなければ、本質的にリスクを評価していることにはならない。この点の工夫が必要で、根拠を示したリスク分析手法を開発している。さらに、文書化したガイドラインでは静電気基礎を学習するための章を設けた。

50年間の事故の統計分析によって得られた事故原因および傾向はハザード同定およびリスク見積に活用された。最も多い着火源となる火花放電のハザード抽出のため静電誘導ハザード同定を帯電ハザード同定から分離させて設けることにした。

事故防止には、組織化された安全管理体制をベースとしたリスクアセスメントに基づいた対策の実施が不可欠である。

静電気リスクアセスメントを的確に実施するためには、エキスパートの援助は無視できない。海外のようにコンサルタント会社が充実させることを期待する。また、リスクアセスメントが確実に実施されるためには、法的規制も必要であろう。

D.2 従来分析手法の静電気リスクアセスメントへの適用

従来からプロセス産業を対象として用いられているリスクアセスメント手法について整理し、静電気に適用するときの長所、短所をまとめた。

D.3 静電気リスクアセスメント手順の整理

国内、数カ所の大手企業を訪問し、静電気を中心としたリスクアセスメントの現状調査と静電気安全の専門家による指導ポイントを分析することで静電気リスクアセスメントの体系化について検討した。これまでの静電気リスクアセスメントについては現場をよく知る作業員による経験的な判断に基づいてハザード抽出が行われていたが、現場に慣れ過ぎていて、解析漏れに気付かない場合、目的が明確にされていないままに対策が施されている場合、対策の有効性が現場作業員に伝わっていない場合などがあった。本研究では化学プラント安全設計の基本的な考え方と専門家による指導ポイントを組み合わせることで、静電気リスクアセスメントを進める上での手順の整理を試み、これらの手順を実務ベースで議論した。

D.4 静電気リスクアセスメント手法

静電気リスクアセスメントの現状の実態をアンケート調査、現場調査および海外調査により把握し、さらに、50年にわたる事故を分析し、過去の事故傾向を調査し、事故にみる静電気ハザードの傾向も把握した。これらをもとに、国際規格のISO/IEC Guide 51の流れに沿った科学的・系統的・網羅的な静電気リスク分析手法を開発した。

開発した手法は現場試験運用を積み重ねることによって、適宜に必要な修正を施しながら、妥当性を検討・確認したものであり、より現実的な手法とすることができたと確信している。

開発手法に沿ってリスクアセスメントを順に的確に実施すれば、ハザード同定、リスク見積・評価およびリスク低減策ができていくようにした。試験運用において利用者がリスクアセスメントを実施しできていることが、これを確証している。

また、諸外国においてもこのような手法が確立されていないため、日本発信の新しい安全技術を創出できたと確信している。

ガイドライン「静電気リスクアセスメント」(別紙2)として開発手法の文書化が完成しているため、今後は、さらなる運用による手法のポリッシュアップおよびセミナー等により手法の普及に努めたい。さらに、このガイドラインの英訳の準備も進めている。

E. 健康危険情報

なし

F. 研究発表

F.1 論文発表

- (1) Ohsawa A, "Prevention criteria of electrostatic ignition by a charged cloud in grounded tanks," J. Electrostat., 67, pp.280-284 (2009)
- (2) Ohsawa A, "Statistical analysis of fires and explosions attributed to static electricity over the last 50 years in Japanese industry," J. Phys.: Conf. Ser., (2011) Accept to be published

F.2 国際会議発表

- (1) Ohsawa A, "Prevention criteria of electrostatic ignition by a charged cloud in grounded tanks," 11th International Conference on Electrostatics, Electrostatics 2009, Valencia, Spain (2009)
- (2) Ohsawa A, "Statistical analysis of fires and explosions attributed to static electricity over the last 50 years in Japanese industry (Invited lecture)," 13th International Conference on Electrostatics, Electrostatics 2011, Bangor, UK (2011)

F.3 国内学会発表

- (1) 大澤敦, "電界中の絶縁導体の火花放電エネルギーの計算," 静電気学会講演論文集'08, 第32回静電気学会全国大会, pp.239-240, (2009)
- (2) 大澤敦, 島田行恭, "事故事例にみる静電気危険源," 第42回安全工学研究発表会 (2009)
- (3) 大澤敦, 島田行恭, "事故事例分析に基づいた静電気着火危険源の抽出," 2010年度静電気学会研究会 (2010)
- (4) 大澤敦, "最近50年間の静電気事故の統計的分析," 安全工学会第39回災害事例研究会 (2010)
- (5) 大澤敦, 島田行恭, "静電気リスクアセスメント手法," 第43回安全工学研究発表会 (2010)

G. 知的財産権の出願・登録状況

なし

研究成果の刊行に関する一覧

| 著者 | 論文タイトル | 発表誌 | 巻号 | ページ | 出版年 |
|-----------|---|---|----|------------|------|
| 論文発表 | | | | | |
| A. Ohsawa | Prevention criteria of electrostatic ignition by a charged cloud in grounded tanks | Journal of Electrostatics | 67 | pp.280-284 | 2009 |
| A. Ohsawa | Statistical analysis of fires and explosions attributed to static electricity over the last 50 years in Japanese industry | Journal of Physics: Conference Series (to be published) | | | 2011 |
| 国際会議発表 | | | | | |
| A. Ohsawa | Prevention criteria of electrostatic ignition by a charged cloud in grounded tanks | 11th International Conference on Electrostatics, Electrostatics 2009, Valencia, Spain | - | Poster 1-3 | 2009 |
| A. Ohsawa | Statistical analysis of fires and explosions attributed to static electricity over the last 50 years in Japanese industry (Invited lecture) | 13th International Conference on Electrostatics, Electrostatics 2011, Bangor, UK | - | p.13 | 2011 |
| 国内学会発表 | | | | | |
| 大澤敦 | 電界中の絶縁導体の火花放電エネルギーの計算 | 静電気学会講演論文集'08, 第32回静電気学会全国大会 | - | 239-240 | 2009 |
| 大澤敦, 島田行恭 | 事件事例にみる静電気危険源 | 第42回安全工学研究発表会講演予稿集 | - | 57-58 | 2009 |
| 大澤敦, 島田行恭 | 事件事例分析に基づいた静電気着火危険源の抽出 | 2010年度静電気学会研究会 | - | 1-12 | 2010 |
| 大澤敦 | 最近50年間の静電気事故の統計的分析 | 安全工学会第39回災害事例研究会 | - | 1-15 | 2010 |
| 大澤敦, 島田行恭 | 静電気リスクアセスメント手法 | 第43回安全工学研究発表会講演予稿集 | - | 11-12 | 2010 |

別紙1 アンケート調査票および結果

「静電気リスクアセスメント手法の確立」 のためのアンケート-1

以下の質問は、静電気災害防止管理対象について実施致します。管理対象外の設備（静電気災害の恐れのない設備）に関しては、含めないようにして下さい。回答は□にはチェックを入れて下さい。□にはチェックとして‘x’を記入して下さい（回答が複数ある場合は、できたらその数・量が多いものから順に1, 2, …と番号を入れて下さい）。また、その他の場合には、お手数ですが枠内へ具体的にご記入頂けると、大変参考になります。

1 一般事項

1.1 貴事業所または部課の業種は

1.2 製造にかかわる従業員数はおおよそ

名

1.3 どのような作業工程がありますか

1.4 静電気安全担当者はいますか

いる いない その他

その他の場合

1.5 静電気リスクアセスメントの有無

実施している 実施していない 静電気も含めてリスクアセスメントを実施している その他

その他の場合

2 技術的な取り組み状況

2.1 実施の元になっている基準

静電気安全指針 (2007 年度版) 静電気安全指針 (1988 年度版) 社内規格・基準 その他

その他の場合

2.2 静電気災害防止エリア（管理エリア）について

2.2.1 どの様に規定していますか

建家単位 部屋単位 作業現場単位 作業場所単位 その他

その他の場合

ただし、作業現場および作業場所単位とは、たとえば、あるプロセスタンクから液体をサンプルする作業をするとき作業場所とはサンプル作業を実施する場所（タンク開放部）のことで、作業現場とはそのタンク全体周辺部を指す。したがって領域の空間は作業現場の方が広い。

2.2.2 危険場所をどの様に規定していますか（どのような場所を危険場所（Zone 0 (0 種場所), …, 22) としていますか）

2.2.3 上記の管理エリアの床面について

金属床 (塗装なし) 金属床 (導電性塗装) 金属床 (一般塗装)

導電性塗り床 一般の塗り床 コンクリート床

その他の床

2.3 可燃物の種類

2.3.1 取り扱い危険物の種類は何ですか

特殊引火物 第一石油類 アルコール類 第二石油類

その他の危険物類

2.3.2 使用している可燃性液体の種類は何ですか

アルコール類 ケトン類 トルエン キシレン ヘキサン ヘプタン

その他の可燃性液体

2.3.3 使用している可燃性粉体の種類は何ですか

合成樹脂 (フレーク状) 合成樹脂 (顆粒状) 合成樹脂 (粉末) 合成樹脂 (微粉末)
食品 (顆粒状) 食品 (粉末) 食品 (微粉末)

その他の可燃性粉体

2.3.4 ほかに使用している可燃性物質は何ですか

2.4 作業者の対策

2.4.1 静電気帯電防止作業服を使用していますか

使用している 使用していない 使用しているが、協力会社には指示していない
協力会社にも使用させている

2.4.2 静電気帯電防止作業服の性能検査を定期的に行っていますか

している していない その他

その他の場合

2.4.3 静電気帯電防止作業服を使用している場合、その種類は

JIS 適合品 (構造要件, 性能要件共) JIS の性能要件のみ適合品 JIS 適合不明の静電服 その他

その他の場合

2.4.4 静電気帯電防止靴を使用していますか

使用している 使用していない 使用しているが、協力会社には指示していない
協力会社にも使用させている

2.4.5 静電気帯電防止靴を使用している場合、その種類は

JIS 適合品 JIS 適合不明の静電靴 その他

その他の場合

2.4.6 静電気帯電防止靴の性能検査を定期的に行っていますか

している していない その他

その他の場合

2.5 設備の対策

2.5.1 固定設備（反応釜、原料タンク、ホッパー、脱水機、乾燥機、集塵機、気粉分離器等）の接地は

アース線で接地を実施 接地を測定により確認 確認していない その他

その他の場合

2.5.2 固定設備が絶縁物製の場合に実施している対策は

2.5.3 半固定設備（計量器、局所排気用ダクト等）の接地は

本体のみアース線で接地を実施 部品を含めアース線で接地を実施

本体のみ接地を測定により確認 部品を含め接地を測定により確認

確認していない その他

その他の場合

2.5.4 半固定設備が絶縁物製の場合に実施している対策は