

200736005B

厚生労働科学研究費補助金

化学物質リスク研究事業

毒物劇物の事例解析に基づく安全管理創生に関する研究

(H17-化学-一般-005)

平成17～19年度 総合研究報告書

主任研究者 長谷川 和俊

平成20(2008)年9月

厚生労働科学研究費補助金

化学物質リスク研究事業

毒物劇物の事例解析に基づく安全管理創生に関する研究
(H17-化学-一般-005)

平成17～19年度 総合研究報告書

主任研究者 長谷川 和俊

平成20(2008)年 9月

目 次

- I. 総合研究報告
毒物劇物の事例解析に基づく安全管理創生に関する研究 ----- 1
長谷川 和俊

- II. 研究成果の刊行に関する一覧表 ----- 7
(論文発表および口頭発表の複写を添付)

- III. 研究成果の刊行物 (1冊) ----- 別冊にて添付

毒物劇物の事例解析に基づく安全管理創生に関する研究

（主任研究者）：長谷川 和俊 千葉科学大学 教授

研究要旨

研究目的は、毒物劇物に関する事故リスクの軽減を図ることである。このため、毒物劇物の事故データベース、危険性評価方法（チェックリスト方式）、危害防止規定のモデルなどを構築し、これらの成果物を基盤にした安全管理の支援システムを開発し、広く公開、提供する。平成17-19年度に得られた成果は次のとおりである。●事故データの収集：厚生労働省および消防庁からそれぞれ1999-2006年度および1999-2006年の過去8年間の毒劇物に関する計1,014件の事故事例の提供を受け、事例ごとに電子化およびフォーマット化作業を行った。●事例解析：収集した計1,014件の事故事例に関して、事故の原因を物的、人的、管理的原因などに区分し、さらに事故の経緯、影響、被害などに区分し、それぞれの区分に関する素因子の洗い出しを行う事例解析を行った。●要因分析：その上で、平成18年度までに収集し、事例解析を行った615件の事故事例に関して、その内の化学品製造業について要因分析を行った。平成19年度までに収集し、事例解析を行った計1,014件の事故事例に関して、その全体、その内の輸送業および販売業について要因分析を行った。●危険性評価法（チェックリスト）の開発：事故事例ごとに原因を回避または被害を軽減するための方策をチェック項目として引き出す作業を化学品製造業、輸送業および販売業の事故事例について行った。先の要因分析の結果を踏まえて、化学品製造業、輸送業および販売業に関して定量化されたチェックリスト方式の危険性評価法を開発した。●危害防止規定のモデル構築：毒劇物を扱う事業所の訪問、関係者との交流などの機会を通して、安全管理の実態を把握すると共に、危害防止規定に関して情報収集を行った。これらの実情を踏まえて、要因分析の結果を基盤にして、化学品製造業、輸送業および販売業に関わる危害防止規定のモデルを構築した。●公開セミナーを開催：平成19年度末に、化学品製造業に関する成果物を、公開セミナーを開催して公開した。

（分担研究者氏名）	（所属機関名）	（職名）
大野 晋	元千葉科学大学	元教授
関谷正明	千葉科学大学	准教授
飯塚義明(平成17年度のみ)	PHAコンサルティング(有)	社長

A. 研究目的

毒物劇物に関する事故リスクの軽減を目的として、危害防止対策の創成を行い、毒物劇物の安全管理方法のモデルを構築し、これらの活用によって毒物劇物に関する安全な管理を図る。さらに、安全管理の支援システムを開発し、広く提供する。一方、システムの利用および普及によって、毒物劇物に係わる事業所等の自主的な安全管理の促進および消防等の関係防災機関の対応技術を支援する。毒物劇物に関する事故は決して少なくない現状にある。とくに、盗難・紛失および流失・漏洩は多くを占めている。毒物劇物の安全管理に関する技術情報を広く提供し、関係者の自主的な安全管理の促進を図る。

B. 研究方法

本研究の方法は次の項目からなる。

- (1) 事故事例データの集積： 毒物劇物に関する厚生労働省が有する事故データおよび消防庁が有する事故データを収集する。収集した全ての事故事例データを所定のフォーマットに従って電子化し、事故の要因分析、危険性評価方法の開発および安全管理方法の構築を行う基礎資料とする。

- (2) 事故の事例解析： 事故の原因を物的、人的、管理的原因などに区分し、さらに事故の経緯、影響、被害などに区分し、全ての事故事例について個々に、それぞれの区分に関する素因子を洗い出す事故事例解析を行う。現場での安全実務の高度な経験を必要とし、膨大な事故事例件数があり、個々の事例に関して実行するため、長い時間を要する地道な作業になる。
- (3) 事故事例の要因分析： 事例解析結果を基に、製造所、販売、輸送などの業態ごとなどに統計的に事故の要因分析を行う。毒物劇物の危害に関わる事故の実態ならびに事故の直接原因および管理的原因を把握することを目的とするものである。要因についての統計的な取り扱いによってその頻度またはリスクの大小が判明し、それぞれの原因の重要度を明らかにする。一方、業態ごとの事業所の実態調査を行い、要因分析の進め方および分析結果を検証する。
- (4) 危険性評価方法の開発： 毒物劇物を取り扱う業態ごとに個々の事業所のリスクを評価するため、危険性評価方法（チェックリスト方式）を構築する。事故事例の要因分析結果に基づき、危険要因ごとの重要度の算定結果を基にして、定量的な危険性評価手法を開発する。チェック文は個々の事故事例から抽出し、チェック文ごとの重複度を定量化へ算入する。開発段階の折々に評価手法を実地にサンプル事業所へ適用して評価結果の善し悪しおよび使い易さを検証しつつ開発を進める。
- (5) 安全管理方法（危害防止規定のモデル）の構築： 以上の展開を基盤にして、実態調査による実状を考慮して、それぞれの要因の重要度を勘案した具体的かつ実効性の高い危害防止対策を創成する。併せて、危険性評価方法を取り入れた毒物劇物の安全管理方法（危害防止規定のモデル）を策定する。安全管理方法は、要因分析による事故事象の重要度に鑑みて、とくにリスクマネジメントの視点に重点を置いて構築する。
- (6) 公開セミナーを開催： 事故事例データベースおよび危険性評価方法を基盤とした事故情報および安全管理技術情報を提供し、広く利用が可能なシステム化、つまり安全管理支援システムの開発を行う予定であったが、予算の裏付けが得られず、公開セミナーを開催し、化学品製造業に関する研究成果を公開するに止める。

これら6つの研究方法は互いに密接に関係し合っており、全体で総合的研究として3年間で完成する。ただし、(6)を除く各要素に関しては初年度から年度ごとにプロトタイプの成果物を出す。(6)は第2年度以降に取り掛かり第3年度に完成させる予定であったが、平成19年度までに、支援システムの開発に関する予算の裏付けが得られなかった。

以上の研究方法における研究の計画および各段階における研究の進め方に関して、研究計画との整合性および研究成果の実効性を図ることを目的として、研究実施グループとは別に研究検討評価委員会（アドバイザーグループ）を設置する研究体制とした。研究検討評価委員会の構成メンバーは、産官学（毒劇物に関する企業の取り扱い経験者、行政官および研究者）の学識経験者から成り、研究の計画、実施および成果に関して審議、検討し評価することとした。

（倫理面への配慮）

事故事例の報告書に個人情報または企業秘密情報を含む場合が極稀にありうると考えられるが、これらの情報はすでに消防庁または厚生労働省から公開されているもので、問題にはならない。また、実態調査の段階で事業所等から危害防止規定に関する秘密情報の提供を受けることがあるが、それらの情報をそのまま外部へ出すことはなく、参考にするに過ぎないので、倫理面から問題にならない。その他、倫理面から懸念することは本研究には含まれない。

C. 研究結果

研究結果をまとめて総合すると次のようになる。

- (1) 事故データの収集： 厚生労働省および消防庁からそれぞれ過去数年間の毒劇物に関する併せて約1,000件の事故事例の提供を受け、これらの厚生労働省および消防庁データのそれぞれの事故事例について電子化およびフォーマット化の作業を行った。結果は以下に示した。
 - ・平成17年度研究報告書：消防庁データ2004年、厚労省データ2003年度
 - ・平成18年度研究報告書：消防庁データ1999-2003年、厚労省データ1999-2002年度
 - ・平成19年度研究報告書：消防庁データ2004-2006年、厚労省データ2004-2006年度
- (2) 事例解析： 厚生労働省の事例（1999-2006年度分）および消防庁の事例（1999-2006年分）の計約1,000件の事故事例に関して、事例ごとに、事故原因を物的、人的、管理的原因、事故の経緯、影響、被害などに区分し、それぞれの区分に関する素因子の洗い出しを行い、事例解析を行った。結果は以下に示した。

- ・平成17年度研究報告書：消防庁データ2004年、厚労省データ2003年度
 - ・平成18年度研究報告書：消防庁データ1999-2003年、厚労省データ1999-2002年度
 - ・平成19年度研究報告書：消防庁データ2004-2006年、厚労省データ2004-2006年度
- (3) 要因分析：事例解析を行った消防庁データ（1999-2006年）および厚労省データ（1999-2006年度）の総件数1014件に関して、その全体1014件、販売業58件および輸送業186件についてそれぞれ要因分析を行った。化学品製造業205件については、消防庁データ（1999-2003年）および厚労省データ（1999-2003年度）の総件数615件から抽出して、要因分析を行った。要因分析の結果は以下に示した。
- ・平成18年度研究報告書：化学品製造業205件に関する要因分析
 - ・平成19年度研究報告書：全体1014件、販売業58件および輸送業186件に関する要因分析
- (4) 危険性評価法（チェックリスト）の開発：化学品製造業、販売業および輸送業に係わるそれぞれ205件、58件および186件の事故事例に関して、事故事例ごとに事故の原因を回避または被害を軽減するための方策をチェックステートメントとして引き出し、延べ数でそれぞれ4,802項、408項および820項のチェックステートメントを見出した。このときのステートメントの重複度に加えて、要因分析の結果を勘案して、個々のステートメントの重要度を算定して、さらに先の要因分析結果に基づいてステートメントを整理した定量化チェックリストを創成した。毒物劇物を取り扱う化学品製造業、販売業および輸送業に関して定量的なリスクアセスメントの実施が可能な危険性評価法であり、それぞれ121項目（簡易版、実用版は410項目）、61項目および77項目からなるチェックリストを開発した。それぞれの定量化チェックリストは以下に示した。
- ・平成18年度研究報告書：化学品製造業の121項目簡易版および410項目実用版定量化チェックリスト
 - ・平成19年度研究報告書：販売業および輸送業のそれぞれ61項目および77項目定量化チェックリスト
- (5) 危害防止規定（モデル）の構築：化学品製造業、販売業および輸送業は業種が異なることからそれぞれに危害防止規定を作成した。併せて、危害防止規定を作るとき、規定する項目の抜け防止およびPDCA活動サイクルの包含を目的としたチェックリストも作成した。このチェックリストには、先に開発した危険性評価法としてのチェックリストのチェックステートメントを多用した。危害防止規定と同様の内容ではあるが、忘備録としての意味合いが強いので、危害防止規定作成のツールとしての活用が有効であろう。それぞれの危害防止規定（モデル）および危害防止規定策定のためのチェックリストは以下に示した。
- ・平成18年度研究報告書：化学品製造業の危害防止規定（モデル）および危害防止規定策定のためのチェックリスト
 - ・平成19年度研究報告書：販売業および輸送業の危害防止規定（モデル）および危害防止規定策定のためのチェックリスト
- (6) 公開セミナーを開催：2008年3月5日「毒物劇物リスク管理セミナー ―毒物劇物を取り扱う事業所の自主保安のために―」と題して公開セミナーを開催した。同セミナーの資料は下記のとおり。
- ・公開セミナー資料：「毒物劇物リスク管理セミナー ―毒物劇物を取り扱う事業所の自主保安のために―」千葉科学大学、3月5日（2008）

D. 考察

本研究は、開発研究に分類されるものであり、研究方法の体系および研究の進め方は、研究者の経験と知見に基づいて独創性が発揮されて、それぞれ研究目的に合致したものが構成されまた構築されるものであり、成果物が創生されるものである。さらに、研究の進める過程において、研究検討評価委員会の審議、検討結果および意見を取り入れて、修正等を行いつつ実効性のある成果物へ仕上げようとするものである。従って、ここでの考察は、基礎研究における考察とはおのずから意味が異なり、論理的な展開を述べるものではなく、創意および工夫の仕方、安全施策の創生の導出などを述べることになる。

なお、本研究に設置した研究検討評価委員会は、各年度2回開催され、同委員会で提案され、審議された事項については、本研究に取り込むようにした。

- (1) 事故データの収集：これまでに事例解析を行った厚生労働省（年度毎）および消防庁（年毎）による毒物劇物に係わる事故データをまとめると、下記のとおりである。
- ・消防庁 平成11年01月～平成18年12月（1999-2006年） 575 件
 - ・厚労省 平成11年04月～平成18年03月（1999-2006年度） 566 件
- これらの事故データには重複事例が127件存在していた。従って、上記の8年間に於いて両省庁から開示された事故事例の総件数は1014件であった。

(2) 事例解析：事故原因、事故の経緯、影響、被害などの区分に関して、種々の事例解析の区分の仕方を参考にして、経験と知見を踏まえて、事故防止の観点から毒物劇物の事故に最も相応しい区分とした。さらに、事故解析を進める過程で必要に応じて区分項目の追加を行い、毒物劇物の事故事例解析の区分としてより適切なものとした。しかし、事象の展開の区分項目に関しては、要因分析との係わりを踏まえ今後さらに検討が必要である。

(3) 要因分析：要因分析の結果から、多くの事故件数割合を占める因子に対して、そのような因子が現れないための対応策として具体的な安全対策を帰納的に打ち出すことができる。このことは、リスク環境の実態に基づいた対応策であり、実効性が期待できる安全対策の創生を可能にする。

化学品製造業、販売業および輸送業に関して、要因分析の結果から創生され、国内のリスク環境に即応した、つまり、安全対策の要訣を以下に示す。

・化学品製造業

- ① 毒物劇物を取り扱う化学品製造業においては危害防止規定の見直しを実施し、安全施策の強化および促進に努めるべきである。
- ② 強酸、強塩基、塩素、塩化水素、アンモニア、硫化水素、フッ化水素、ホスゲンなどの化学特性に応じて特化された安全対策を見直し、強化する必要がある。
- ③ 毒物劇物の有する人・動物への危害特性としての皮膚・目への腐食・刺激性および毒性ならびに装置への腐食性の観点から、人体・動物への安全対策ならびに装置等への防護対策をそれぞれ適切に強化しなければならない。
- ④ 毒物劇物に関わる装置類について保全の励行が求められる。また、これらの装置類へ本質安全、フェイルセーフなどを実施した安全化の強化が望まれる。
- ⑤ 事故の多くが確認不足による過失に起因している。確認を励行するため次のような手法を適用しなければならない。処罰を含めた規定の強化、教育による危険性の認識を強める、現場に対するフェイルセーフなどの技術的支援などである。
- ⑥ 運転管理、設備管理、危険性評価体制などの強化が必要である。

・販売業

- ① リスク環境に基づいた危害防止規定を策定し、危害防止活動の強化および促進に努めるべきである。
- ② 化学特性に応じて化物質に特化された安全対策を見直し、強化する必要がある。
- ③ 毒物劇物に関わる紛失および盗難に関しては重点的な施策の強化が求められる。
- ④ 毒物劇物に関わる装置類について保全の励行が求められる。
- ⑤ 従事者へ基本事項およびルールへの遵守徹底（自己管理）の強化が図られなければならない。
- ⑥ マネジメントに関して、日常管理の強化が最優先事項である。

・輸送業

- ① リスク環境に基づいた危害防止規定を策定し、危害防止活動の強化および促進に努めるべきである。
 - ② 化学特性に応じて化物質に特化された安全対策を見直し、強化する必要がある。
 - ③ 荷重による設備破壊を重点的にした安全対策が最も優先されなければならない。
 - ④ 毒物劇物に関わる装置類について保全の励行が求められる。
 - ⑤ 従事者へ基本事項およびルールへの遵守徹底（自己管理）の強化が図られなければならない。
 - ⑥ マネジメントに関して、日常管理の強化が重要であり、併せて、運転管理が求められる。
- (4) 危険性評価法（チェックリスト方式）の開発：開発したチェックリストは実効性のあるものとするため、次のような効用を持つ。

①開発方法について： 化学品製造業、販売業および輸送業におけるそれぞれ205件、58件および186件の事故事例に関して個々の事例ごとに5から30項目のチェックステートメントを創出し、延べチェックステートメント数それぞれ4,802項目、408項目および820項目、独立にそれぞれ121項目（簡易版、実用版は410項目）、61項目および77項目のチェックステートメントを創出した。これら個々のステートメントの定量化を行い、毒物劇物を取り扱う化学品製造業、販売業および輸送業に関してチェックリストを造った。数値化された重要度のランクをA、B、CおよびDの4段階に区分した。重要度の高いAおよびBのステートメントは、基本的な安全管理の普及と実現に向けたものである。CおよびDのステートメントは、より詳細かつ高度な安全管理によって網羅的なリスクの発見およびそれらの実効的な低減化を目指したものである。

②使用方法と定量化： 使用者は、個々のチェックステートメントについて事業所での実施の如何によ

ってチェック（YesまたはNo）を付す。そして、チェックステートメントの得点を中項目および大項目ごとに計を求め、それぞれ中項目および大項目の満点との差を求める。差が最も大きい大項目は最優先に実施されるべき大項目のリスク軽減化策であり、差が最も大きい中項目は最優先に実施されるべき中項目のリスク軽減化策である。それらの具体的方策は、Noが付された個々のチェック項目のステートメントで謳われている内容になる。この場合もチェックステートメントに付けられた相対的重要度の数値の大きい順にチェック項目のステートメントの優先度は高いことになる。

- ③特徴： 化学品製造業、販売業および輸送業における毒物劇物に関わる事故の原因に関して特徴があり、化学品製造業と販売業および輸送業に大きく分けることができる。とくに、組織的要因の中で人的因子およびマネジメント因子に大きな違いが見られ、化学品製造業では確認の励行、運転管理、設備管理、危険性評価体制などの強化が必要であるのに対し、販売業および輸送業では基本事項およびルールの遵守徹底（自己管理）および日常管理の強化が重要である。また、販売業および輸送業では、紛失および盗難の因子が大きく出現した。販売業および輸送業に対して創生したチェックリストの重要度もこれらの因子が高い値を占めている。販売業において、とくに顕著である。

それぞれの定量化チェックリストは以下に示した。

- ・平成18年度研究報告書：化学品製造業に関するチェックリスト
- ・平成19年度研究報告書：販売業および輸送業に関するチェックリスト

(5) 危害防止規定のモデル構築

- ①本研究は、毒物劇物による危害の発生を防止することを目的とし、過去の事故事例を基盤にして、そこから得られる知見に対して、研究者および実務者の見識および経験とを合わせ、体系的に危害防止策を創生するようにした。また、研究を進める計画段階から成果物を得る最終段階までの段階毎に外部識者からなる研究検討評価委員会を開催し、その審議および検討による結果、意見等を取り入れ、危害防止規定を実効性のあるものに仕上げるように配慮した。これらの研究方法は基礎研究とは異なっている。
- ②毒物劇物の危害防止規定は上述のように「事業者の自主的な規範」として制定されることとなっている。従って、法令に規定されているので実施するという受動的な意識を払拭し、自主的に危害要因を見出しそのリスクを低減していくために、毒物劇物の危害防止に関する自主精神の高揚および自覚が基盤になる。このことは、要因分析の結果に鑑みて、販売業および輸送業において、特に重要である。このような基盤づくりのための活動推進の手引き書として本危害防止規定が活用されることを期待してやまない。
- ③なお、継続的に自主的活動のレベルを向上させるためにはPDCAサイクルの確立と推進が必要である。PDCAサイクルは、多くの分野で採用されており、安全関係の分野では世界的な広まりを見せており、その実効性が裏付けられている。本危害防止規定を活用して、危害防止規定の見直しを行い、「保健衛生上の危害の未然防止」の強化を図っていただきたい。
- ④毒物劇物の危害防止のためには、その業務に従事する人たちが一丸となって自らの管理レベルを上げ、継続的にリスク低減活動を行えるようにしてゆかなければならない。このような考えから毒物劇物危害防止規定は管理システムの構築を前提としており、危害防止規定は守るべき規範であると同時に毒物劇物を取り扱う人たちのテキストとして活用し、周知徹底を図っていただくことを期待する。
- ⑤化学品製造業の事故事例の解析から得られた結果として、リスク管理を基盤とした事故防止の視点およびマネジメントが弱いと判断された。このことに鑑み、望ましい毒物劇物危害防止規程は、法的遵守事項や手順等を主体に規定する内容だけではなく、事業者とそこに働く従業員が一丸となって、協力し合って、安全衛生管理システムを構築し、自主的な活動を促進させ、管理レベルが向上をするような内容とすることが望ましい。
- ⑥販売業および輸送業はそれぞれの事業所ごとに事業内容が異なり、規模も異なる。また、保管業務、運搬業務等を外部に委託している事業所もある。このため、毒物劇物に関する危害防止について一律に規定することは難しい。しかしながら、販売業および輸送業に関しての危害防止規定のモデルは、大きな事業所で、かつ販売業および輸送業についてそれぞれほぼすべての業務内容を包括すると考えて構築した。従って、このことを配慮して、事業所の危害防止規定を制作または見直しに際して本危害防止規定を活用する場合には、事業所の規模およびその事業内容に応じて危害防止規定のモデルから項目を取捨選択する必要がある。

それぞれの危害防止規定（モデル）および危害防止規定策定のためのチェックリストは以下に示した。

- ・平成18年度研究報告書：化学品製造業の危害防止規定（モデル）および危害防止規定策定のためのチェックリスト
- ・平成19年度研究報告書：販売業および輸送業の危害防止規定（モデル）および危害防止規定策定のためのチェックリスト

E. 結論

毒物劇物の事故リスクの軽減施策の創生を重点的な目的として進められた「毒物劇物の事例解析に基づく安全管理創生に関する研究」（平成17～19年度）は、結論として以下のようにまとめることができる。

- (1) 厚生労働省および消防庁からそれぞれ1999-2006年度および1999-2006年の過去8年間の毒劇物に関する計1,014件の事故事例の提供を受け、事例ごとに、事故の原因を物的、人的、管理的原因などに区分し、さらに事故の経緯、影響、被害などに区分し、それぞれの区分に関する素因子の洗い出しを行う事例解析を行った。
- (2) 化学品製造業、販売業および輸送業に関する毒物劇物の事故原因についての要因分析の結果から、販売業および輸送業における事故のリスク環境が明らかになった。このことを基盤にして毒物劇物に対する安全施策を創生した。
- (3) 化学品製造業、販売業および輸送業に対するチェックリスト方式の危険性評価法を開発した。事例解析および要因分析の結果を踏まえて整理、集約して、開発されたチェックリスト方式の危険性評価法は、基本的な安全管理の普及と実現および高度な安全管理における網羅的なリスクの低減化に関して、実効性が期待される。
- (4) 化学品製造業、販売業および輸送業における毒物劇物に関する危害防止規定（モデル）をそれぞれ構築した。危害防止規定を作るとき、規定する項目の抜け防止およびPDCA活動サイクルの包含を目的としたチェックリストも併せて作成した。
- (5) 平成19年度末に、化学品製造業に関する研究成果物に基にして、公開セミナーを開催して公開した。
- (6) 研究検討評価委員会におけるご審議およびご提案は、本研究を進める上で有効に機能し、研究成果の創生に多大な寄与をした。

F. 研究発表

Ⅱ. 研究成果の刊行に関する一覧表 に一括記載した。

G. 知的所有権の取得状況

なし

II. 研究成果の刊行に関する一覧表

1. 刊行物

- (1) 千葉科学大学：「毒物劇物リスク管理セミナー」 千葉科学大学公開セミナー3/5(2008)

2. 論文発表

- (1) Kazutoshi HASEGAWA, Susumu OHNO, Masaaki SEKIYA and Yoshiaki IIZUKA: "On the Strategic Safety Measures deduced from the Factor Analysis of Poisonous Materials Accidents", National Institute of Occupational Safety and Health, Japan (JNIOSH), Proceedings of the International Symposium on Industrial Safety and Health 2006(ISISH2006), pp.28-34, Tokyo Japan, 3/4Oct. (2006)
- (2) Kazutoshi HASEGAWA, Susumu OHNO, Masaaki SEKIYA and Yoshiaki IIZUKA: "On the Safety Measures against Poisonous Substance Accidents and the Management of Poisonous Substances", Proceedings of the 2006 International Symposium on Safety Science and Technology, pp.1287-1292, Changsha, Hu'nan, China, 24/27Oct. (2006)
- (3) Kazutoshi HASEGAWA, Susumu OHNO, Masaaki SEKIYA and Yoshiaki IIZUKA: "Strategic Safety Measures for the Toxic and/or Corrosive Materials-handling manufacturing industries", 12th International Symposium on Loss Prevention and Safety Promotion In the Process Industries, Paper088 (2007)
- (4) Kazutoshi HASEGAWA, Susumu OHNO, Masaaki SEKIYA and Yoshiaki IIZUKA: "On the Quantified Check List for Safety Promotion in the Poisonous and/or Deleterious Substances-handling Manufacturing Industries", APSS2007; Asia Pacific Symposium on Safety, Busan in Korea, PP.359-362, 30Oct.-2Nov. (2007)

3. 学会発表（口頭発表）

- (1) 長谷川和俊、大野晋、関谷正明、飯塚義明：「事例解析による毒物劇物事故の実態と対策」、安全工学会、第39回安全工学研究発表会講演予稿集、pp.159-163, 30Nov./1Dec. (2006)
- (2) 長谷川和俊、大野晋、関谷正明、飯塚義明：「毒劇物事故の要因分析による安全管理の創生」、安全工学シンポジウム2007、5-6Jul.(2007)
- (3) 長谷川和俊、大野晋、関谷正明、飯塚義明：「毒物劇物事故の定量的リスク評価法について」、安全工学会、第40回安全工学研究発表会講演予稿集、pp.23-26, 6-7Dec. (2007)
- (4) 長谷川和俊：「危険物および毒劇物の事故統計をリスクベースで解釈する」、安全工学シンポジウム2008、10-11Jul.(2008)
- (5) 長谷川和俊：「産業の事故統計をリスクベースで解釈する」、安全工学会、第41回安全工学研究発表会講演予稿集、No.19, pp.51-54, 27-28Nov. (2008)
- (6) HASEGAWA Kazutoshi, OHNO Susumu and SEKIYA Masaaki : The Development of the Quantified Check List for Safety Management in the Poisonous and/or Deleterious Substances-handling Manufacturing Industries, ICMS2008; International Crisis Management Symposium on CBRN and Emerging Infectious Diseases, Proceedings, p.134, 13-16Sep. Chiba Institute of Science (Choshi, Japan)(2008)

注：論文発表および口頭発表の複写を次頁以降に添付した。

On the Strategic Safety Measures deduced from the Factor Analysis of Poisonous Materials Accidents

Kazutoshi HASEGAWA*, Susumu OHNO*, Masaaki SEKIYA* and Yoshiaki IIZUKA**

*Department of Risk and Crisis Management System, Faculty of Risk and Crisis Management,
CHIBA INSTITUTE OF SCIENCE, 3,Shiomi-cho, Choshi City, Chiba 288-0025,Japan
khase@cis.ac.jp, sohno@cis.ac.jp, msekiya@cis.ac.jp,

**PHA Consulting Co. Ltd. 3462-1, Nakatu, Aikawa-cho, Aikou-gun, Kanagawa 243-0303, Japan
pha-iizuka@kkf.biglobe.ne.jp.

Abstract: The authors have analyzed the accidents of the poisonous substances, amounting to 615 cases, reported to Ministry of Health, Labor and Welfare (MHLW) and Fire and Disaster Management Agency (FDMA) by the local public authorities in Japan for six years until 2004. The accidents were analyzed from the many points of view, that is, chemicals, facilities, phenomena, physical factors and human factors concerning the accidents. Especially, from the points of view of the organization factors and the technical factors, an accident causes were investigated and analyzed into the detailed factors. The accidents resulted repeatedly from similar causes and in similar events, namely, characterized typically by the technical factors (poor equipment), by such human factors (mal-operation) as the unconsciousness and by the lack of ordinary management. The poor equipment of technical factors accounted for a large number of percentages, and their causes were divided into two factors of poor maintenance and improper and/or faulty design mainly. The opening of physical damage caused by corrosion and/or burst occurred quite often. And, the unconscious unsafe action of human factors resulted in the desultoriness and the lazy and/or slipshod work chiefly. In order to prevent the accident due to the major causes from repeating itself, the strategic safety measures were deductively found by devising the means so that the causes ranking higher risk, based on the statistical analysis for the cause factors, can be avoided and/or eliminated. Conclusively, this calls not only the middle management into question who manages the design, the workmanship of plant formation and the maintenance, but also the operators and the laborers. The risk assessment and the awareness of the hazard are hardly enough to fulfill their duties on the fundamentals of safety.

Keywords: toxicity, safety-measures, accidents, factor-analysis, causes

INTRODUCTION

This work is conducted as part of the research project to build the database of the accidents in regard to the chemical substances having the property of toxicity for the purposes of decreasing the accidents and promoting safety. If there were no systematic data of the accidents, it would be impossible to assess the risk properly. The

safety measures must be a wide variety of the methods to reduce the risk and to avoid the risk. Without an accurate risk assessment, the practicably effective measures against the risk would be never thought out.

The purpose of this work is to invent the methodology to find out the effective measures against the risk and to confirm whether it is true or not by applying it to the real

cases. Firstly, the case histories of the accidents, related to the poisonous substances, are collected all-inclusively in Japan for the limited years and they are systematically arranged in a suitable format for a factor analysis. It is just basic data for the accident database. Secondly, what is the major cause of an accident connected with the chemical substances having the property of toxicity, what kind of chemicals it occurs chiefly to, where it happens, and how it develops from and into will be made clear with a comprehensive survey. The factor analysis, which is applied to the accident data, must be useful. The risk will also become evident semi-quantitatively. And thirdly, on the basis of the results of factor analysis, the measures can be thought out so as to reduce the risk and to avoid the risk. Practical data and authors' experiences are essential for conducting this process.

BACKGROUND

Chemical substances having the property of toxicity are controlled by Poisonous and Deleterious Substances Control Law, falling under the jurisdiction of the Ministry of Health, Labor and Welfare (MHLW) in Japan. The chemicals under the control of the law, hereinafter called PDS', are divided into three categories of poisonous substances, deleterious substances and specified poisonous substances. The 101 chemicals having strong toxic property such as sodium cyanide, arsenic and phosgene are designated the poisonous substances. The 358 chemicals weak toxic property such as sodium hydroxide, sulphuric acid and chloropicrin are done the deleterious substances. And, the 13 chemicals very strong toxic property such as tetraethyl lead, tetraalkyl lead and phosphates are done the specified poisonous substances, at present.

If an accident should occur, it is reported to the local authority. The accidents concerning on dispersion, leakage and spill are investigated by the public health department, the district police station and/or the local fire department. The accidents on theft and loss are done by the district police station. The accidents on fire and explosions are done by the local fire department. The investigation reports from the public health departments and the district police stations are submitted to the MHLW and ones from the local fire departments to the

Fire and Disaster Management Agency (FDMA) through their own prefectural government, respectively. And then, the MHLW and the FDMA compile the investigation reports from the prefectural governments into the annual reports severally and publish them one by one officially.

PROCEDURES

Collection of Case History

The whole accidents of Japan were collected concerning on the chemicals of PDS' by quoted from the annual reports of the MHLW and the FDMA for the limited period of recent six years from 1999 to 2004. The accidents amount to 615 cases.

Case Analysis

The accident reports are mostly described in the sentence style unsuitable for the factor analysis. As a general rule, an accident is composed of a cause-and-effect sequence of events. Various factors combine to produce the sequence of the accident. The case analysis is to consider seriously the sequence of the accident and to determine carefully its own factors, based on its accident report.

The causes shall come entirely to two divisions of the technical factors and the organization factors. The technical factors shall result in two factors of the property of substance and the installation, which seem to be equivalent to a viewpoint of hardware in material safety and process safety respectively. The organization factors shall contain the human problems and the inferior management. Furthermore, these major four factors, 1st factors, are divided into the many detailed factors, 2nd and 3rd factors, as shown in Table 1 and Table 2.

Table 1. Technical factors

1st	2nd	3rd
Property of substance	Damages	Explosive
		Flammability
		Exotherm
		Corrosion/erosion
		High temperature/high pressure
	Injury and poisoning	Others
		Toxicity
		Narcotic
		Explosive
		Flammability
Installation	Improper/faulty design	Corrosion/irritation to skin/eye
		Others
		Others/unknown
		Process
		Equipment/machine
	Others/unknown	Control system
		Safing
		Others
		Shoddy workmanship/trouble in execution
		Poor maintenance
		Unlawfulness
		Others/unknown

Table 2. Organization factors

1st	2nd	3rd
Human (individual)	Unconsciousness	Lack of knowledge
		Desultoriness
		(failing to make sure)
		Lazy/slipshod work
		Others
	Consciousness	Offense against manuals/ rules at work
		Illegality
		Shenanigan
		Terror/arson/ willful misconduct
		Others/unknown
Management (inferior)	Others/unknown	Identification and evaluation of hazards
		Improvement-planning and action
		Care of works
		Operation management
		Change management
		Control of hazardous materials
		Plant engineering and management
		Social customs and patrol
		Education and training
		Others/unknown

Judging an accident from a standpoint of these major four factors, a factor corresponding to its causes will be chosen from the detailed factors belonging to each major factor. Namely, four detailed factors concerning on the causes will be selected for every accident.

Factor Analysis

The case history of an accident combines not only the factors of causes but also other factors, a category of business, a kind of the concerned chemicals, its state, the course of an event and so on. All the accidents are analyzed into the factors and are indicated with the factors what the accident is. And then, the statistical measures are applied to the whole accidents, that is, the factor analysis.

Safety Measures

Based on the result of factor analysis, it is easy to find out the predominant factors which appear frequently among the cases. If these factors are concerned in the causes of the accident, the safety measures could be extracted from the meanings of the factors as the measures to avoid, escape and seal the causes in principle, referring to the concerned accidents. These safety measures will prove to be effective in practice and must be strategic.

RESULT OF FACTOR ANALYSIS

A Category of Business

The whole accidents concerning on the chemicals of PDS', were 615 cases in Japan for six years from 1999 to 2004. These accidents were distributed over a variety of business as shown in Figure 1. And, Figure 2 and Figure 3 are given the breakdowns of the manufacture and the transportation respectively of which the sum accounts for 66 percent of all poisonous material accidents.

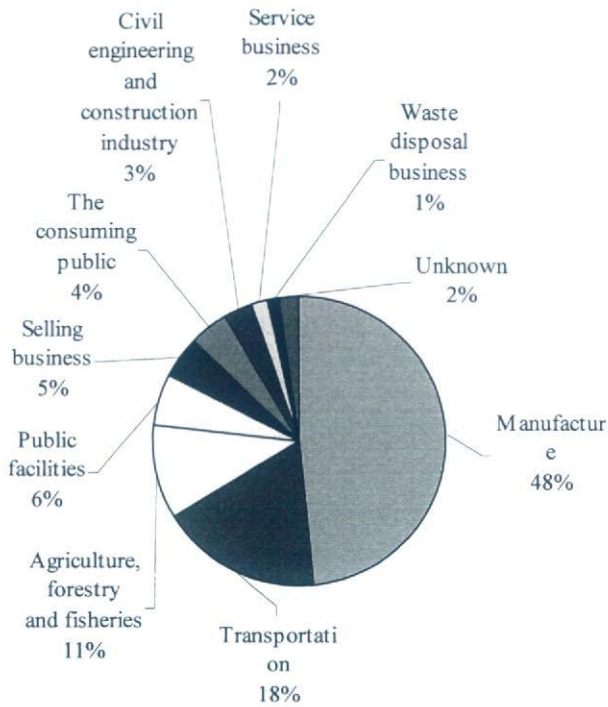


Figure 1. A category of business

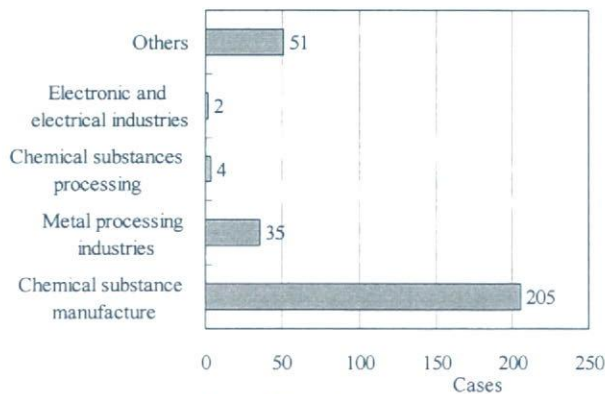


Figure 2. Manufacture

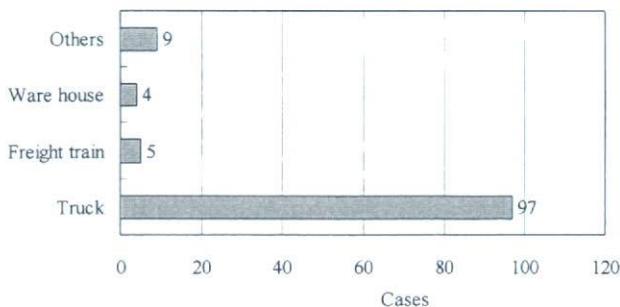


Figure 3. Transportation

Concerned Chemicals

The substances concerned in the 615 accidents extended to a wide variety of 118 chemicals as shown in Figure 4. Strongly basic compounds and strongly acidic compounds rank high in many chemicals. Ammonia, which is used as refrigerant, is also very high. Chloropicrin, which is a soil fumigant of agricultural chemicals, is remarkable. The 15 cases of cyanides (approximately 2 percent) and the 6 cases of phosgene (approximately 1 percent), which are highly poisonous, are predominant. The states of these substances are divided into 64 percent liquid, 25 percent gas, 10 percent solid and others.

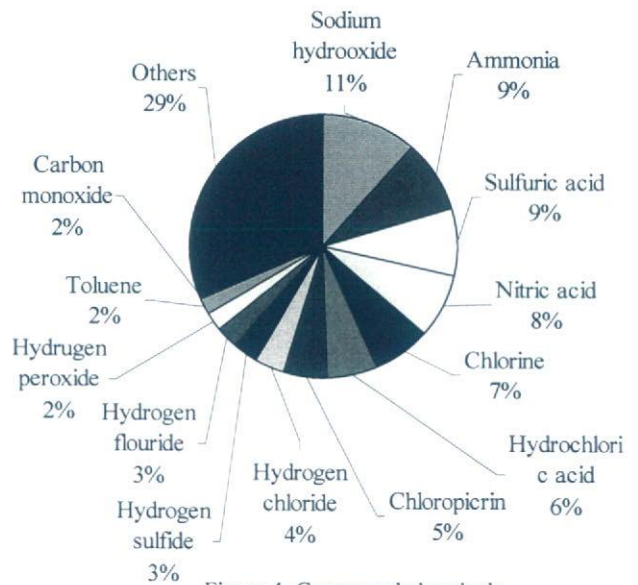


Figure 4. Concerned chemicals

Technical Factors of Causes

Properties: The factor analysis of the causes was performed for the all 615 cases with regard to the technical factors as shown in Table 1, firstly. The accidents due to the property of substance result in the injury and poisoning and the damages, whose approximately equal shares in the all accidents are shown in Figure 5. Others/unknown contain the accidents on theft and loss mostly.

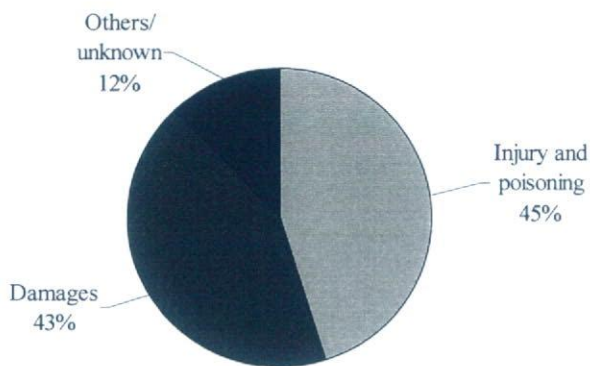


Figure 5. Technical factors on the property of substance

The properties caused to the injury and poisoning and to the damages are two of the corrosion/irritation to skin/eye and the toxicity and one of the corrosion/erosion as the principal factors respectively, as shown in figure 6 and Figure 7. Therefore, these three are recognized to be key factors to the safety measures regarding the properties.

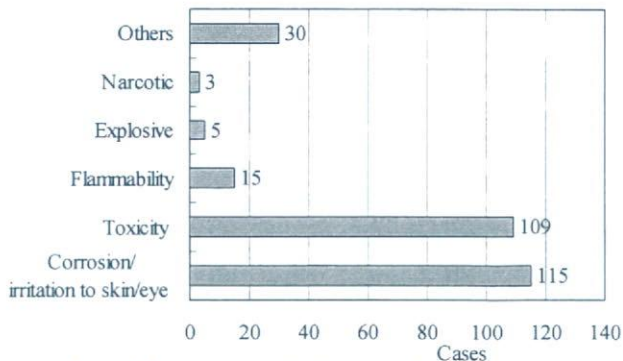


Figure 6. Properties caused to the injury and poisoning

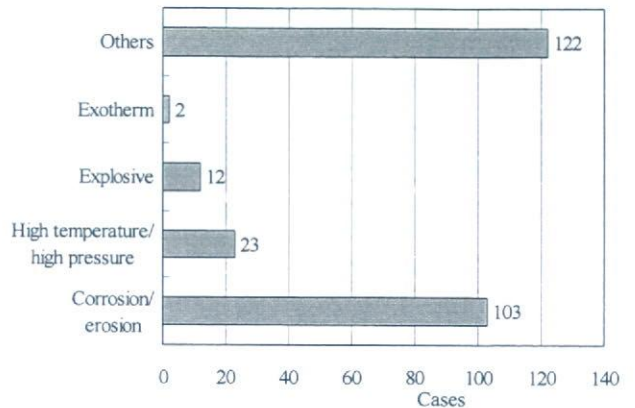


Figure 7. Properties caused to the damages

Installation: Secondly, if there is a problem in the installation as a technical factor, an accident may occur and its damages will expand occasionally. As shown in Figure 8, the problems concerned in the installation are poor maintenance, improper/faulty design, shoddy workmanship/trouble in execution, and so on in order. However, others/unknown accounts for more than 50 percent of all accidents. This means that it is difficult to identify the cause of an accident as the problem concerned in the installation.

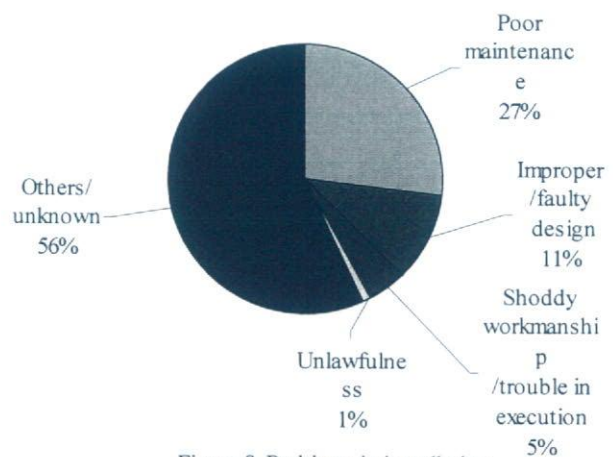


Figure 8. Problems in installation

The detail of poor maintenance has not been elucidated, but a breakdown of improper/faulty design was figured out as shown in figure 9. The factor analysis concerning the technical factors indicates to bring into basic questions on technical safety such as poor maintenance and installation-safing design.

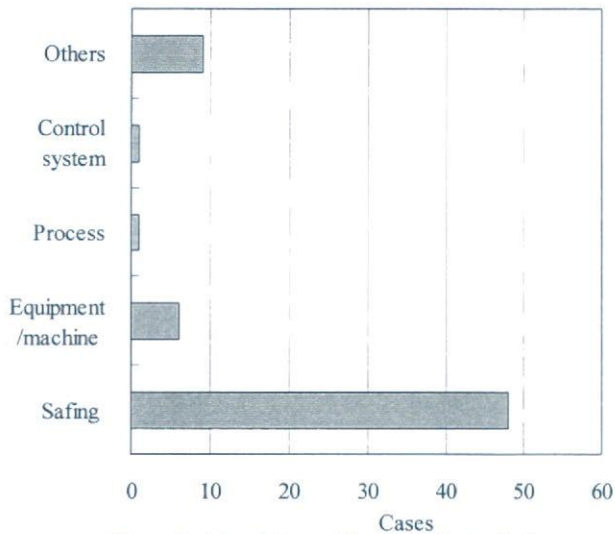


Figure 9. A breakdown of improper/faulty design

Organization Factors of Causes

Human: The organization factors were divided into two of the human problems and the inferior management as the major factors as shown in Table 2. Firstly, through the analysis of all 615 cases, the human problems are established as shown in Figure 10. Doing in a state of unconsciousness leads largely you to an accident and the states of unconsciousness are desultoriness, lazy/slipshod and lack of knowledge in descending order of the occurrences of the accidents as shown in Figure 11.

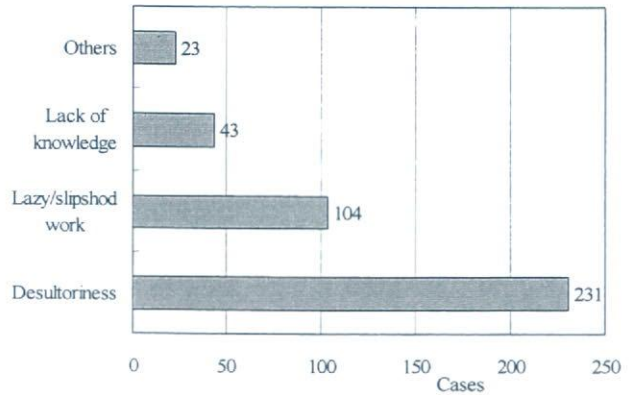


Figure 11. Problems in unconsciousness

Management: Secondly, from the view point of the management in the organization, many kinds of inferior management are found over the causes of all 615 accidents as shown in Figure 12. It seems that there are many problems in the middle-level and the daily management rather than in the professional management. Contrastively, the accidents in the hazardous material facilities, of which manufactures the flammable and the explosive substances are handled in, are chiefly caused by the professional management such as the identification and evaluation of hazards[1]. As a general speaking, it is needed that the rational and scientific management must be introduced and the upper level management to be stable and seasoned will be grown in the middle management level under the strong top management.

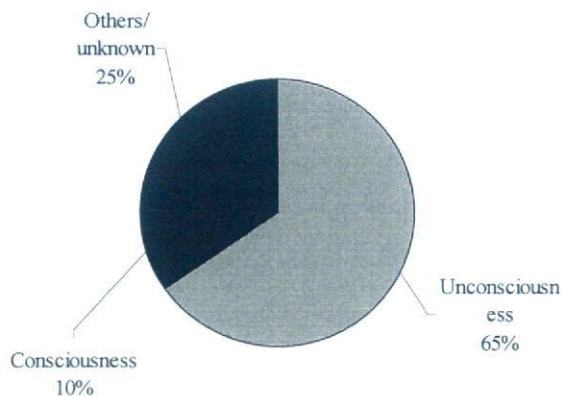


Figure 10. Organization factors on the human problems

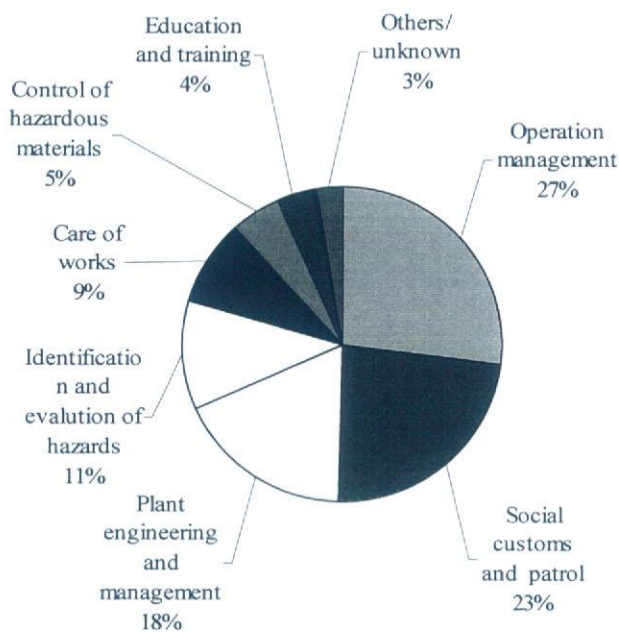


Figure 12. Organization factors on inferior management

DEDUCED SAFETY MEASURES

On the basis of the results of factor analysis, the practically effective measures can be deduced from the predominant factors as follows:

1. It is necessary to step up the measures for safety in the manufacture of chemical substances and the truck transportation.
2. The safety measures applied to strongly basic compounds, strongly acidic compounds, ammonia, chloropicrin, cyanides and phosgene should be specified and intensified.
3. From the point of view of the corrosion/irritation to skin/eye, the toxicity and the corrosion/erosion, the safety measures for the human-beings and the protective measures for the installations must be strengthened concretely.
4. There are a variety of problems in regard to the installation. To carry out not only the proper and strict maintenance but also the friendly and safer design are

more important than anything else.

5. In view of most cases caused by the unsafe act in a state of unconsciousness as a human factor, to be diligent in your own work is a matter of the highest priority and to make thoroughly a confirmation of your act is demanded.

6. It is absolutely necessary to keep the fundamental matters of management rather than the higher level management. Especially, this shall be urgently required of the middle management level under their following the top management.

CONCLUSIONS

This work gives obviously the main backgrounds and the major causes to the accidents in regard to the PDS'. As the countermeasures of dealing with this, the essential items which are related to the fundamentals on safety and the basis of management are deductively devised. Namely, it is need to step up the standards of safety and risk management.

The above is the gist of this article. Conclusively, the systematic methodology of deriving the rational measures from the accidents is established.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors wish to thank the Ministry of Health, Labor and Welfare of Japan for the Health and Labor Sciences Research Grant to the Research on Risk of Chemical Substances.

LITERATURES

- [1] Hasegawa, K., Kurose, T., Tujimoto, N., " On the Quantified Check Lists for Self-imposed Safety Management and Technical Safety in the Chemical Processing Industries", Progress in Safety Science and Technology, Vol.5, Part B, Proceedings of Asia Pacific Symposium on Safety 2005, pp.2312-2316,[2005]

On the Safety Measures against Poisonous Substance Accidents and the Management of Poisonous Substances

HASEGAWA, K. *, OHNO, S. *, SEKIYA, M. * and IIZUKA, Y. **

*Department of Risk and Crisis Management System, Faculty of Risk and Crisis Management,
CHIBA INSTITUTE OF SCIENCE in Japan

**PHA Consulting Co. Ltd. in Japan

Abstract: The authors have analyzed the accidents of the poisonous substances, amounting to 615 cases, reported to Ministry of Health, Labor and Welfare (MHLW) and Fire and Disaster Management Agency (FDMA) by the local public authorities in Japan for six years until 2004. The accidents were analyzed from the many points of view, that is, chemicals, facilities, phenomena, physical factors and human factors concerning the accidents. Especially, from the points of view of the organization factors and the technical factors, an accident causes were investigated and analyzed into the detailed factors. The accidents resulted repeatedly from similar causes and in similar events, namely, characterized typically by the technical factors (poor equipment), by such human factors (mal-operation) as the unconsciousness and by the lack of ordinary management. The poor equipment of technical factors accounted for a large number of percentages, and their causes were divided into two factors of poor maintenance and improper and/or faulty design mainly. The opening of physical damage caused by corrosion and/or burst occurred quite often. And, the unconscious unsafe action of human factors resulted in the desultoriness and the lazy and/or slipshod work chiefly. In order to prevent the accident due to the major causes from repeating itself, the strategic safety measures were deductively found by devising the means so that the causes ranking higher risk, based on the statistical analysis for the cause factors, can be avoided and/or eliminated. Conclusively, this calls not only the middle management into question who manages the design, the workmanship of plant formation and the maintenance, but also the operators and the laborers. The risk assessment and the awareness of the hazard are hardly enough to fulfill their duties on the fundamentals of safety.

Keywords: toxicity, safety-measures, accidents, factor-analysis, causes

INTRODUCTION

This work is conducted as part of the research project to build the database of the accidents in regard to the chemical substances having the property of toxicity for the purposes of decreasing the accidents and promoting safety. If there were no systematic data of the accidents, it would be impossible to assess the risk properly. The safety measures must be a wide variety of the methods to reduce the risk and to avoid the risk. Without an accurate risk assessment, the practicably effective measures against the risk would be never thought out.

The purpose of this work is to invent the methodology to find out the effective measures against the risk and to confirm whether it is true or not by applying it to the real cases. Firstly, the case histories of the accidents, related to the poisonous substances, are collected all-inclusively in Japan for the limited years and they are systematically arranged in a suitable format for a factor analysis. It is just basic data for the accident database. Secondly, what is the major cause of an accident connected with the chemical substances having the property of

toxicity, what kind of chemicals it occurs chiefly to, where it happens, and how it develops from and into will be made clear with a comprehensive survey. The factor analysis, which is applied to the accident data, must be useful. The risk will also become evident semi-quantitatively. And thirdly, on the basis of the results of factor analysis, the measures can be thought out so as to reduce the risk and to avoid the risk. Practical data and authors' experiences are essential for conducting this process.

BACKGROUND

Chemical substances having the property of toxicity are controlled by Poisonous and Deleterious Substances Control Law, falling under the jurisdiction of the Ministry of Health, Labor and Welfare (MHLW) in Japan. The chemicals under the control of the law, hereinafter called PDS', are divided into three categories of poisonous substances, deleterious substances and specified poisonous substances. The 101 chemicals having strong toxic property such as sodium cyanide, arsenic and phosgene are designated the poisonous substances. The 358 chemicals weak toxic property such as sodium hydroxide, sulphuric acid and chloropicrin are done the deleterious substances. And, the 13 chemicals very strong toxic property such as tetraethyl lead, tetraalkyl lead and phosphates are done the specified poisonous substances, at present.

If an accident should occur, it is reported to the local authority. The accidents concerning on dispersion, leakage and spill are investigated by the public health department, the district police station and/or the local fire department. The accidents on theft and loss are done by the district police station. The accidents on fire and explosions are done by the local fire department. The investigation reports from the public health departments and the district police stations are submitted to the MHLW and ones from the local fire departments to the Fire and Disaster Management Agency (FDMA) through their own prefectural government, respectively. And then, the MHLW and the FDMA compile the investigation reports from the prefectural governments into the annual reports severally and publish them one by one officially.

PROCEDURES

Collection of Case History

The whole accidents of Japan were collected concerning on the chemicals of PDS' by quoted from the annual reports of the MHLW and the FDMA for the limited period of recent six years from 1999 to 2004. The accidents amount to 615 cases.

Case Analysis

The accident reports are mostly described in the sentence style unsuitable for the factor analysis. As a general rule, an accident is composed of a cause-and-effect sequence of events. Various factors combine to produce the sequence of the accident. The case analysis is to consider seriously the sequence of the accident and to determine carefully its own factors, based on its accident report.

The causes shall come entirely to two divisions of the technical factors and the organization factors. The technical factors shall result in two factors of the property of substance and the installation, which seem to be equivalent to a viewpoint of hardware in material safety and process safety respectively. The organization factors shall contain the human problems and the inferior management. Furthermore, these major four factors, 1st factors, are divided into the many detailed factors, 2nd and 3rd factors, as shown in Table 1 and Table 2.

Table 1. Technical factors

1st	2nd	3rd
Property of substance	Damages	Explosive
		Flammability
		Exotherm
		Corrosion/erosion
		High temperature/high pressure
	Injury and poisoning	Others
		Toxicity
		Narcotic
		Explosive
		Flammability
Installation	Improper/faulty design	Corrosion/irritation to skin/eye
		Others
		Others/unknown
		Process
		Equipment/machine
	Others/unknown	Control system
		Safing
		Others
		Shoddy workmanship/trouble in execution
		Poor maintenance
Others/unknown	Unlawfulness	
	Others/unknown	

Table 2. Organization factors

1st	2nd	3rd
Human (individual)	Unconsciousness	Lack of knowledge
		Desultoriness
		(failing to make sure)
		Lazy/slipshod work
		Others
	Consciousness	Offense against manuals/ rules at work
		Illegality
		Shenanigan
		Terror/arson/ willful misconduct
		Others/unknown
Management (inferior)	Others/unknown	Identification and evaluation of hazards
		Improvement-planning and action
		Care of works
		Operation management
		Change management
	Management (inferior)	Control of hazardous materials
		Plant engineering and management
		Social customs and patrol
		Education and training
		Others/unknown

Judging an accident from a standpoint of these major four factors, a factor corresponding to its causes will be chosen from the detailed factors belonging to each major factor. Namely, four detailed factors concerning on the causes will be selected for every accident.

Factor Analysis

The case history of an accident combines not only the factors of causes but also other factors, a category of business, a kind of the concerned chemicals, its state, the course of an event and so on. All the accidents are analyzed into the factors and are indicated with the factors what the accident is. And then, the statistical measures are applied to the whole accidents, that is, the factor analysis.

Safety Measures

Based on the result of factor analysis, it is easy to find out the predominant factors which appear frequently among the cases. If these factors are concerned in the causes of the accident, the safety measures could be extracted from the meanings of the factors as the measures to avoid, escape and seal the causes in principle, referring to the concerned accidents. These safety measures will prove to be effective in practice and must be strategic.

RESULT OF FACTOR ANALYSIS

A Category of Business