

11. 化学プロセスにおける爆発災害防止支援システムの開発

板垣晴彦*

11. Development of the Support System for Prevention of Explosions at Chemical Processes

by Haruhiko ITAGAKI*

Abstract : Explosion and fire often happen at the chemical plant. A search for the problem, the selection of the effective countermeasure and accurate cause study are very useful to prevent these accidents. The chemical process accident database based on the accident information provided by the Ministry of Health, Labour and Welfare was created, and accidents were analyzed in the National Institute of Industrial Safety. However, there is a little useful literature when a countermeasure to the specific device is selected at the factory. Therefore, the cooperation of the specialist who has knowledge and an experience is often necessary. So, the software named "Support system for prevention of explosions at chemical process" for the purpose of the support of the clarification of the explosion hazard and the cause investigation at the chemical process plant was developed. This system is composed by the chemical process accident database, the countermeasure database of chemical process accident and the program which refers to two databases. The main targets of this system are the business worker and the safety manager who are not a specialist of the safety. This system searches the accident cases which contains input search words at a moment. Then, this system shows the statistic of the countermeasure with the ignition source, the cause and other factors. This report was mentioned about the frame of the support system for prevention of explosions, the contents of the countermeasure database and the interactive search program.

This system can't replace a specialist. However, this system will suggest a useful countermeasure based on the statistics on about 500 recent accident which happened in the Japanese chemical process plant. This system is probably a good adviser to the business worker and the safety manager when a countermeasure is selected in the various industry which is not only a chemical process plant.

Keywords; Chemical process, Chemical plant, Prevention of Explosion/Fire, Counter measure, Database

1. はじめに

化学プロセスにおける爆発・火災災害が、近年続発している。これらの爆発・火災災害の防止のためには、過去の類似災害の情報の分析による問題点の明確化、有効な防止対策の実施、および、災害事例の迅速かつ的確な原因究明がきわめて有用である。

産業安全研究所においては、研究用の基礎資料と

して収集した労働災害情報に基づいて化学プロセス災害情報データベースを構築し、過去の化学プロセスにおける災害事例の整理・分析を行っているが、爆発・火災災害の防止対策の選定にあたっては、知識と経験を有する専門家の協力が必要である。そこで、化学プロセス爆発災害防止対策データベースを新たに構築し、さらに 2 つのデータベースで提供される基礎データを自在に引き出して有効に利用する

* 化学安全研究グループ Chemical Safety Research Group

ための事例検索・集計プログラムを加えることにより、爆発災害防止支援システムの開発を試みた。

このシステムは、専門家ではない実務者や安全担当者を主たる対象者とした対話型のコンピュータソフトウェアであり、検索条件を自由に設定して過去の災害事例を瞬時に検索・集計し、それらの事例において可能性の高い着火源や原因などの要因とともに、防止対策を示す機能を有している。

以下では、化学プロセスにおける爆発・火災危険性の明確化や事故後の原因調査の支援などを目的とした爆発災害防止支援システムの構成、防止対策データベースの収録項目とその内容、および、対話型の検索・集計システムについて述べる。

2. 化学プロセスにおける爆発災害防止支援システムの全体構成

Fig. 1 は本システムの各ブロックの関連図である。最初に対話型の災害状況入力システムがユーザーの必要とする検索条件を取得する。検索条件の指

定のしやすさがシステム全体の使いやすさのキーポイントであるので、対話型の入力システムを採用した。画面上には最新の検索条件を常時表示して、各項目の指定を任意の順序で行えるようにした。詳細については3章に述べる。

次に、指定した検索条件に合致する過去の類似事例を化学プロセス災害情報データベースから引き出し、データベースの各情報項目について集計する。集計結果は数値表だけでなく、グラフにより視覚的に表示・印刷する機能を有する。

集計に使用する化学プロセス災害情報データベースは、様々な災害資料を原資料として作成し、当所で運用している爆発・火災災害データベースを化学プロセスにおける爆発・火災災害を対象に特化したものである。詳細については、別稿を参照されたい。その次に、それらの過去事例の防止対策を化学プロセス爆発災害防止対策データベースを参照して集計し、推定される危険性や防止対策をユーザーに提示する。この爆発災害防止対策データベースは、過去

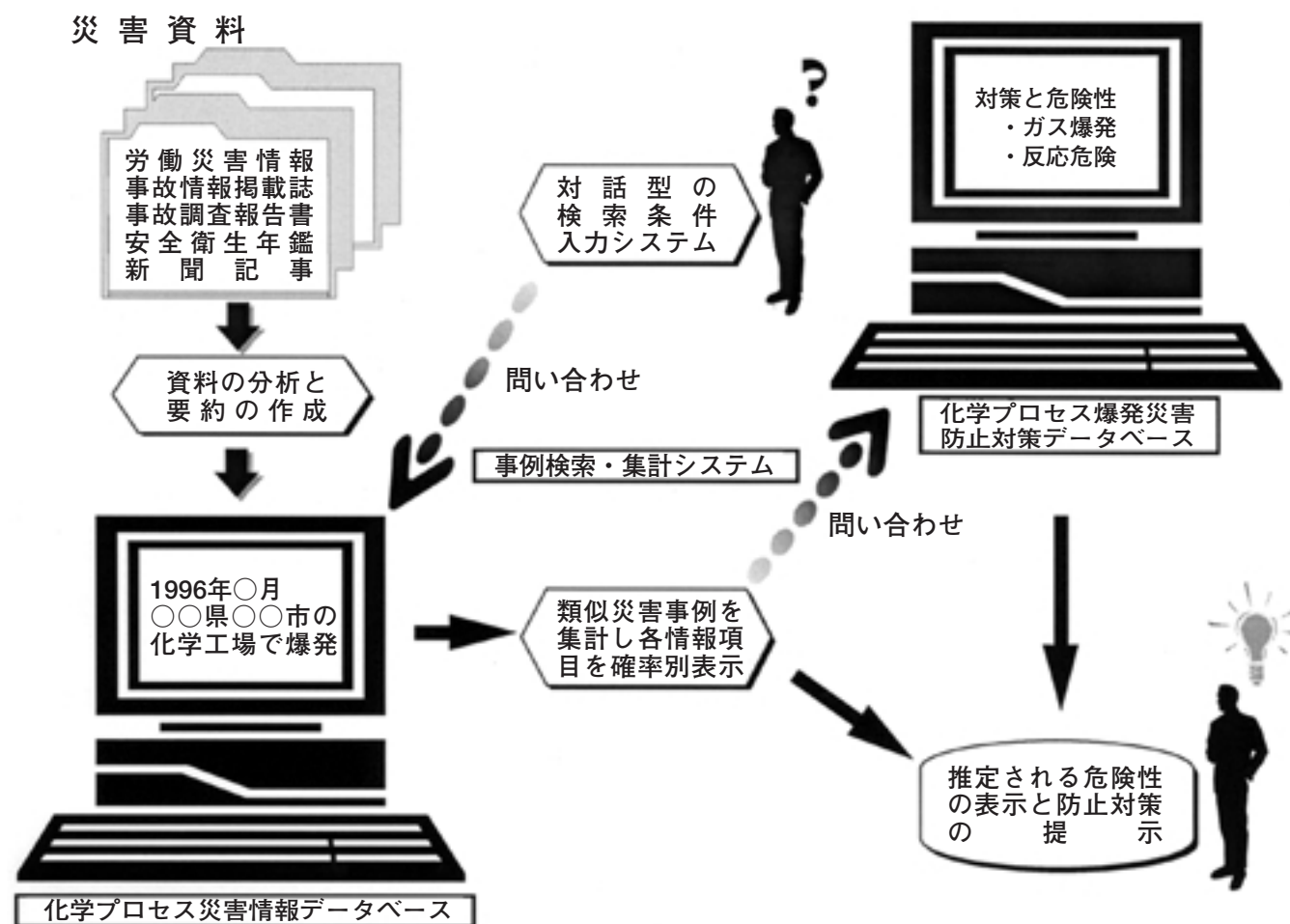


Fig. 1 Structure of the support system for prevention of explosions at chemical process. 爆発災害防止支援システムの全体構成

の事例における原因要因などを類別し、これに対応する災害防止対策を分類し列挙したものである。具体的には、文字項目と数行程度の文章項目の組み合わせにより、防止対策を表現したものである。詳細については4章に述べる。

なお、この爆発災害防止支援システムは、コンピュータのソフトウェアであり、市販されている汎用のパーソナルコンピュータ上で動作する。手軽に使用できるように、2つのデータベースは各項目をコード化した表の形として内蔵した。

3. 事例検索・集計システム

3.1 事例検索・集計システムの構成

事例検索・集計システムのフローチャートをFig. 2に示す。このシステムでは、最初に防止したい災害の条件を設定し、その条件設定に類似する事例を検索・抽出する。そして、その類似災害の諸条件を

集計することにより、過去の事例で問題となる割合が多い要因を図や表で示すとともに、その防止対策を提示する。

3.2 検索条件の入力と集計

Fig. 3は対話型の検索条件入力システムの画面である。指定できる項目は6項目あり、それぞれ大分類と小分類を設定できる。この図では、上の3つの項目を設定した状態であり、発生装置・機器と原因物質の小分類を「推定する」と設定した。下の3つの項目はまだ未選択の状態であり、初期状態は「推定する」になっている。

設定を終えたら「検索・集計の実行」を選択して「OK」ボタンをクリックすると検索・集計を行う。集計が終了すると、Fig. 4が表示される。この例では検索条件に類似する該当事例が124件であったことを示している。

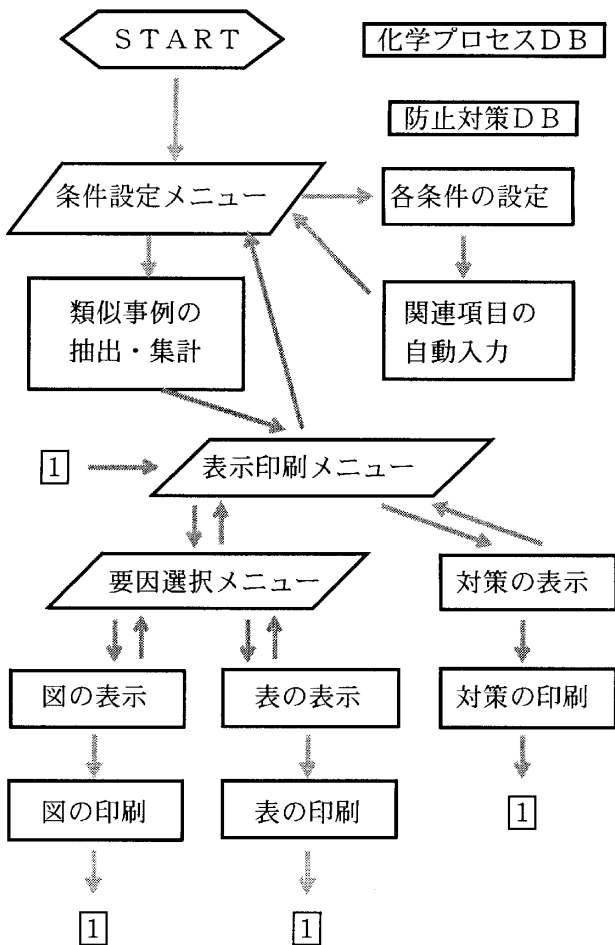


Fig. 2 Flow chart of the search program for prevention of explosions at chemical processes.
事例検索・集計システムのフローチャート

爆発災害防止支援システム
検索・集計の条件設定

	大分類	小分類
災害発生場所	プラント	塔槽類
発生装置・機器	塔槽類	推定する
原因物質	可燃性液体	推定する
着火源・原因	推定する	推定する
作業工程	推定する	推定する
原因要因	推定する	推定する

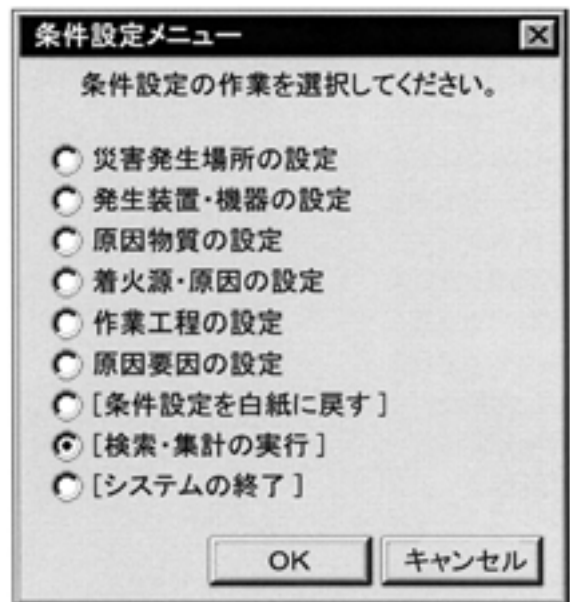


Fig. 3 Input screen of search items.
検索項目の入力画面

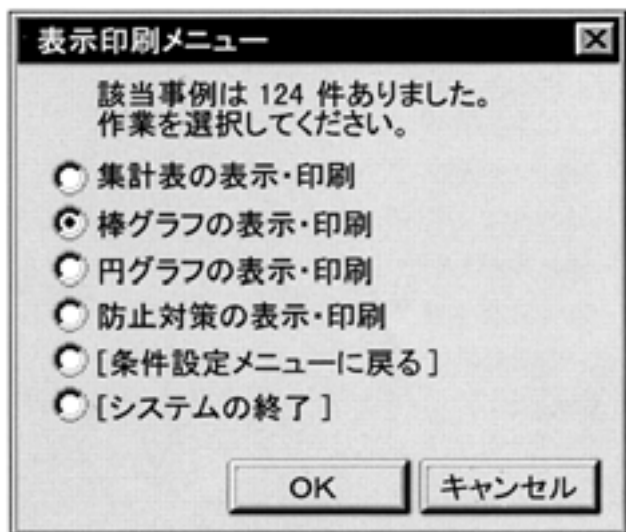


Fig. 4 Display and print menu of results.
集計結果の表示印刷メニュー

発生装置・機器の小分類

爆発災害防止支援システム

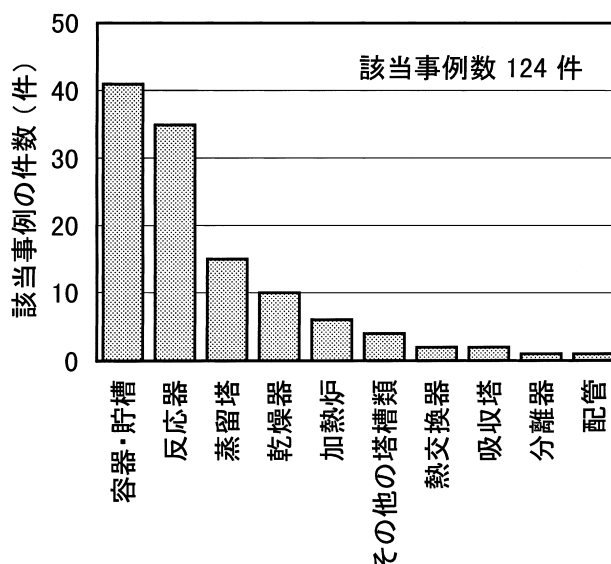


Fig. 6 Example of statistic result of caused devices.
発生装置・機器の小分類の棒グラフの例

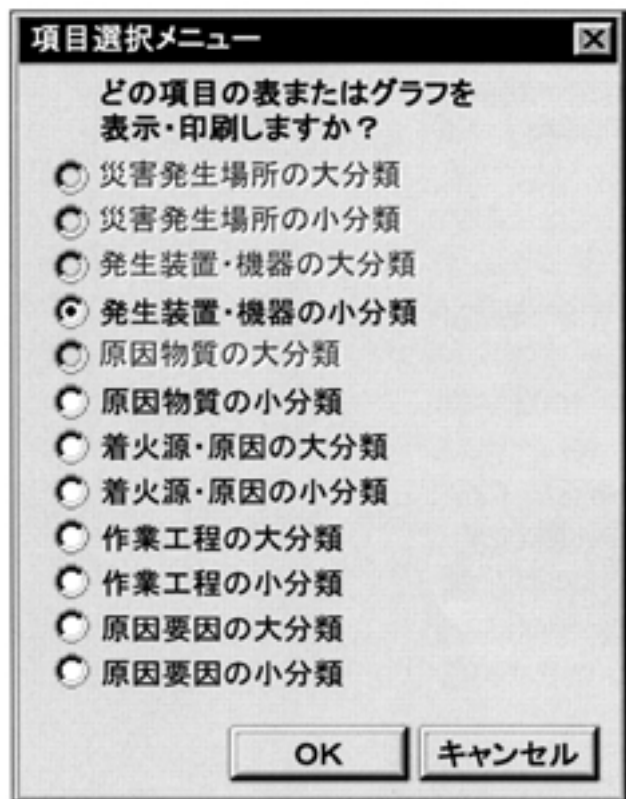


Fig. 5 Selection menu of display/print item.
表示印刷の項目選択メニュー

3.3 検索・集計結果の表示

Fig. 4 は検索結果の表示印刷メニューも兼ねており、集計表のほか、棒グラフと円グラフの表示と印刷が行える。作業を選択した後、Fig. 5 の項目選択メニューにおいてFig. 3 で「推定する」となっている項目のいずれを表示／印刷させるかを選択する。Fig. 6 は表示印刷メニューを「棒グラフ」とし、項目選択メニューで「発生装置・機器の小分類」を指定して表示を実行した例である。

大分類を「塔槽類」と指定しているのので、その小分類が多い順に表示され、最も多い小分類は「容器・貯槽」、その次が「反応器」であることがわかる。

4. 化学プロセス爆発災害防止対策データベース

4.1 データベースの原資料

本データベースの原資料は、労働災害の再発防止の調査・研究のため、基礎資料として収集した労働災害情報、および、事故情報が掲載された報告書や文献である。

これらの原資料は、化学プロセス災害情報データベースと共通であるが、従来から着目してきた災害の発生状況と原因だけでなく、発生原因の型や応急対策、災害防止対策、実施された改善策の観点から資料を再度精査し、データベースとしたものである。

4.2 データベースの情報項目

化学プロセス爆発災害防止対策データベースの情報項目は、原資料の掲載項目の中から化学プロセスにおける爆発・火災災害の再発防止に関連する項目を選択した。Table 1 にその情報項目を示す。

ところで、この化学プロセス爆発災害防止対策データベースの目的は、専門家ではない実務者や安全担当者、安全衛生の行政担当者を主たる対象にした爆発災害防止支援システムにおいて、防止対策についての統計資料を提供することにある。このため、各文字項目については統計的な集計作業が容易なようにコード化のための分類を行った。Table 2.1 と 2.2 にその分類の具体的な内容を示す。

災害防止対策の内容は、ほとんどの場合に複数の要素を有するが、それらのコード化では、各コードを列記する複数入力方式とした。なお、最終的な爆

Table 1 Items of the countermeasure database of chemical process accident.
化学プロセス爆発災害防止対策データベースの項目

数値項目	ID 番号 西暦年	文章項目	災害発生原因
文字項目	発生原因の型 災害防止対策		応急措置 災害防止対策 改善措置

Table 2.1 Classification of cause type.
発生原因の型の分類

不十分な安全設備	安全設備や防護設備が設置されてはいたが、その機能が発揮できなかったか不十分であった事例
異常回避操作の誤り	異常の予兆があり、これを回避するための操作をしたが、その手順や方法が誤っていたか、不足していたため回避できなかった事例
異常を検出できず	予期しない物質の生成や蓄積など、異常の検出できず予兆がなかった事例、あるいは異常の検出と同時に災害となった事例
設備不良	プロセス要因ではなく、化学設備の腐食や劣化、金属疲労などによる事例
運転操作の誤り	プロセス要因ではなく、誤った判断や認知確認などによって運転員が操作の対象や方法を誤った事例

Table 2.2 Classification of countermeasure.
災害防止対策の分類

大分類	小分類
安全装置	安全弁、緊急遮断装置、緊急放出装置、破裂板、爆発放散口、逃がし弁、耐爆構造、除害装置、逆止弁など
防災装置	消火器、消火設備、水噴霧・散水設備、スチームカーテン、ウォーターカーテン、防液堤、防油堤、非常用電源など
計測・制御機器	火災報知器、ガス検知器、漏洩検知器、液面計、圧力計、温度計、流量計、警報装置、警報音、表示の色分け、標識の取付、冗長化、フェールセーフ、フール・プルーフ、インターロックなど
着火源の排除	防爆構造電気機器、漏電検知機、逆火防止器、喫煙場所、機器の接地、静電服、静電靴、帯電防止剤、避雷器、遮光、遮熱、蓄熱防止、異物除去装置、安全工具、火気工事の管理など
危険性物質・状態の排除	換気設備、不活性ガス導入設備、安定剤添加、プロセス手順の変更、反応時の温度・濃度の変更など
腐食・金属疲労	適正な材料・設計、防食構造、防食塗装、防食被覆、電気防食など
工場・機器の配置	保安距離、機器配置、防爆壁、耐火構造、制御室の位置など
安全管理体制	管理者の選任、安全衛生実施計画、安全衛生委員会、設備の新設・変更時の事前評価、プロセスの変更管理、異常時・緊急時の体制など
作業規程の整備	スタートアップ時、シャットダウン時、定常運転時、保守点検時、定期修理時、補修工事時、規程の改訂など
安全教育・訓練	雇用時教育、資格取得、危険作業教育、職長等の管理者教育、危険予知訓練、ヒヤリ・ハット報告、模擬運転装置訓練、消防訓練、避難訓練など
安全保護具	安全帽、ガスマスク、安全めがね、安全帯、安全靴、耐熱服など
保守点検	日常点検、定期自主検査、法定定期検査など

発災害防止支援システムへ組み込まれるデータベースでは、文章や単語は省略され、数値と各分類のコード値、及びコード分類表のみが収録される。

5. おわりに

産業災害を対象にした文献は多く、知識を深めることを目的とするならば、さほど苦勞することはない。また、過去の災害事例に対する再発防止対策の解説記事が雑誌などにしばしば掲載されている。しかし、特定のプロセス機器を対象として防止対策を策定するには、多数の文献を総合的に調査するか、もしくは、長い実務経験を有する作業員や防災分野の専門家に頼る必要がある。

本研究で開発した「爆発災害防止支援システム」は、専門家にとって代わるほどの実力はないが、国内の化学プロセス関連工場で昭和 50 年以降に発生

した 500 件近くの事故事例を知識として持っており、過去の対策事例を数字の面から後押しする有力な助言者の 1 人にはなり得ると考えている。

化学プロセス関連事業所に限らず様々な事業所における爆発・火災災害を防止対策の策定にあたって、現場の実務者や安全担当者の良き支援者となることを期待している。

参考文献

- 1) 板垣晴彦, 爆発・火災災害の統計分析, NIIS-SD-NO.15 (1997).
- 2) 産業安全技術総覧委員会編, 産業安全技術総覧, 丸善 (1999).
- 3) 労働省安全衛生部安全課監修, 化学工場の安全管理総覧, 中央労働災害防止協会 (1992).

(平成 14 年 8 月 26 日受理)