

はじめに

神奈川県安全防災局安全防災部工業保安課は、県内で発生した高圧ガス・液化石油ガス及び火薬類事故の情報提供として、高圧ガス事故をデータベース化して、高圧ガス事故の中から注意を要する事例について保安教育資料(事例情報シート)を作成して提供している。

一般社団法人神奈川県高圧ガス協会は、神奈川県安全防災局工業保安課から平成27年度に「石油コンビナート事業所実態調査業務」を受託し、「コンビナート事業所の高圧ガス事故等に関する事例分析の検討委員会」を設置しこの業務に取り組み、その成果を本報告書としてとりまとめた。

1 目的

神奈川県内で発生した高圧ガスや危険物の漏洩事故等のうち、石油コンビナート等災害防止法第2条第6号の特定事業所で発生した異常現象に該当するもの(以下「高圧ガス事故等」という。)について、事例の整理・分析等を行い、その結果を県内のコンビナート事業所に活用してもらうことで、大規模事故の未然防止を図ることを目的とする。

2 業務内容

過去5年間(平成22年～26年)に神奈川県内で発生した高圧ガス事故等について、情報収集し、データの整理・分析を行い、高圧ガス事故等の事例選定を行う。さらに、高圧ガス事故等事例のシートを作成し、最終的に保安への提言をまとめる。

具体的な業務内容は以下の通りである。

- (1) 情報収集、データ整理、分析、事例の選定
- (2) 高圧ガス事故等事例シートの作成
- (3) 保安への提言の作成

3 実施方法

- (1) 委員会構成員の選任

業務実施にあたっては、表1の要件を満たす構成員をメンバーとした委員会を中心に実施した。

また、具体的な構成員の選任にあたっては、事前に県と協議の上選任した。

表1 構成員の要件

構成員	最低必要 選任数	構成員の要件
高圧ガス事業所保安 担当者	4名以上	コンビナート事業所等において保安管理業務に携わった経験を有する者

委員会の構成委員は次の通りである。

	氏 名	所 属 事 業 所
委員長	窪田 浩二	昭和電工(株) 川崎事業所 環境安全部長
副委員長	伊藤 善浩	日本ブチル(株)本社・川崎工場 環境安全部長
委員	梅木 昌朗	JXエネルギー(株) 川崎製造所 副所長
委員	橋 香樹	JFEスチール(株) 東日本製鉄所 環境管理部 京浜環境・防災グループ統括(課長)
委員	島村 佳治	昭和電工(株) 川崎事業所 環境安全部 課長
委員	石井 好	東亜石油(株) 京浜製油所 環境安全課
委員	市川 淳	JXエネルギー(株)根岸製油所 環境安全グループマネージャー
委員	吉田 真	東燃ゼネラル石油(株) 川崎工場 環境安全部環境安全第一室長
委員	流 浩一郎	(株)日本触媒 川崎製造所 環境安全部長
委員	三谷 幸三	日本ゼオン(株) 川崎工場 環境安全課長
委員 (前任)	山中 正博	日本ポリエチレン(株) 川崎工場 環境安全グループマネージャー 平成27年11月まで
委員	林 克行	日本ポリエチレン(株) 川崎工場 環境安全グループマネージャー 平成27年12月から
委員	早川 好明	株式会社NUC 環境保安課長
事務局	鈴木 雅美	(一社)神奈川県高圧ガス保安協会

(2) 開催頻度

委員会の開催頻度は表2の通りとし、計4回以上開催することとした。

事例の整理・分析にあたっては検討ワーキングを設けて検討した。

表2 委員会の開催頻度

検 内 討 容	(1)情報収集、 データ整理	(2)分析、事例 の選定	(3)高圧ガス事故等事例 シートの作成	(4)保安への提言 の作成
開 頻 度	1回以上	1回以上	1回以上	1回以上

ア 委員会の開催経過は、次の通り開催した。

開催年月日	会議内容
第1回 平成27年7月24日(金)	(1)受託事業内容の確認及び事業実施計画討議 (2)事例分析方法及び事例情報シート作成方法の検討 (3)今後の検討スケジュール
第2回 9月8日(火)	(1)事例分析の進め方の確認 (2)事例情報シートの様式、及び選定方針討議 (3)今後の検討スケジュール
第3回 10月28日(水)	(1)事例分析検討結果の検討 (2)事例シートの記載事項の確認 (3)今後の検討スケジュール
第4回 11月24日(火)	(1)事例分析検討結果の検討 (2)選定事例情報シート記載内容の確認 (3)今後の検討スケジュール
第5回 12月22日(火)	(1)保安提言への検討 (2)選定事例情報シート内容の確認 (3)今後の検討スケジュール
第6回 平成28年1月27日(水)	(1)報告書(ドラフト版)の内容検討 (2)選定事例情報シート内容の検討 (3)今後の検討スケジュール
第7回 2月24日(水)	(1)報告書(最終版)の審議 (2)その他

イ 検討ワーキングは、次の通り開催した。

第1回 9月1日(火)	(1)事例分析整理方法の検討 (2)事例整理作業分担決定
第2回 9月30日(水)	(1)事例分析整理結果の検討 (2)事例分析結果の取り纏め
第3回 11月9日(月)	(1)事例分析結果のフォローアップ確認 (2)事例分析結果の取り纏め

- (3) 神奈川県高圧ガス保安対策検討委員会との連携
業務実施の各段階で、必要に応じて神奈川県高圧ガス保安対策検討委員会へ業務進捗状況等について報告を行い、委員会からの意見等を反映しながら進めた。

4 業務推進の方向性

業務内容について、以下の方針の下に業務を推進して行くこととした。

- (1) 情報収集、データ整理、分析、事例の選定について
- ア 情報収集
神奈川県工業保安課から、石災法第26条に基づく災害・応急措置報告書(平成22年～平成26年)、及び異常現象事例一覧表の受領。
- イ データの整理
- (ア) 石災法第26条に基づく災害・応急措置報告書事例データベースから、発生原因別分類し、事故の種類、事故の場所、事故時の運転状況等について整理し、また、各年毎に整理した。
- (イ) 平成23年の事例において、東日本大震災による影響事例が多くあるため、この震災の影響事例整理と、震災の影響事例を除いた事例に整理した。
- ウ 分析
上記イ項のデータを整理して分析した。
- (2) 高圧ガス事故等事例シートの作成
原因別分類評価結果から、事例に偏りがないように保安教育に有益と思われる事例を選定し、異常現象事例情報シートを作成した。
- (3) 保安への提言の作成
データの整理・分析結果から保安への提言を検討した。

5 分析結果

(1) 発生件数の推移

資料1の図1に神奈川県内における異常現象発生件数推移を示す。

ア 過去5年間(平成22年～26年)における石油コンビナート災害防止法(以下、石災法という。)第26条に基づく県内の異常現象報告数は214件となっている。

イ 発生件数の推移は、平成25年まで増加傾向にあったが平成26年では減少に転じている。

(2) 発生原因別件数の分析

資料1の表1、及び図2～4に発生原因別件数分析結果を示す。

表 1 発生原因別件数

図 2 発生原因別の統計と解析

図 3 発生原因別件数

図 4 各年別発生原因別件数

ア 全件数(214件)の内、設備関係は117件で55%、運転管理関係は92件、43%となっており、設備関係が多い。

イ 設備関係では、劣化が原因による事例(52件、24%)が多く、運転管理関係では認知・確認ミスによる事例(23件、11%)と多い。

ウ 各年別において、東日本大震災が発生した平成23年では、その他事例(A7)が多い。

(3) 東日本大震災による影響分析

資料1の表2、3、及び図5～8に東日本大震災による影響分析結果を示す。

表 2 事故の種類別件数

表 3 事故の発生場所件数

図 5 事故の種類別件数

図 6 事故の発生場所件数

図 7 事故の種類別割合

図 8 事故の発生場所別割合

ア 平成23年の事例において、東日本大震災による事例は19件であった。

イ 事故の種類別では、漏洩は12件、63%と多く、次に破損で6件、32%となっている。火災は1件と少ない。

ウ 発生場所では、塔槽類が15件、78%と多く、主に貯槽(13件、68%)となっており、タンクのスロッシングによる浮き屋根の損傷からの漏洩である。

エ 破損は6件で、貯槽におけるインナーデッキ、ポンツーンの破損である。

オ 火災の1件は、溶融亜鉛ポットが揺動し溢れ電気ケーブル被覆を焼損した事例である。

カ その他の2件は、倉庫内貯蔵物の落下による容器、施設の損傷事例である。

(4) 事故の種類別分析

資料1の表4、及び図9、10に事故の種類別分析結果を示す。

表 4 事故の種類別件数

図 9 事故の種類別件数

図10 事故の種類別の割合

事例分析にあたっては、東日本大震災事例(19件)を除いた195件について検討した。

ア 事故の種類別では、漏洩が125件で64%と多く、次に火災で60件、29%で漏洩と火災で93%占めている。

イ 火災において、漏洩から火災となった事例は4件、破損から火災となった事例は1件である。

ウ 漏洩の多くは配管系の劣化となっている。火災は溶接、グラインダー火花、配線の接触不良・劣化や堆積物の自然発火であり、工事の安全管理(作業環境)不足が推量される。

(5) 事故の種別と発生原因との関係分析

ア 全体評価分析

資料1の表5、及び図11に異常現象の種別と発生原因との関係分析結果を示す。

表 5 事故の種別と発生原因別件数

図11 事故の種別と発生原因別件数

(ア) 発生原因において、設備関係が起因する事例は98件、50%、運転管理関係に起因する事例は、92件、47%で、ほぼ同数となっている。

(イ) 設備関係では、劣化が52件、27%と多い。

(ウ) 運転管理関係では、認知、確認ミス23件、12%、作業基準の不備/点検不良が、それぞれ20件、10%となっている。

イ 設備(ハード)関係の内訳分析

資料1の図12~14に設備面の内訳分析結果を示す。

図12 発生原因別件数

図13 事故の種類別件数

図14 事故の種類別割合

(ア) 劣化が要因で漏洩につながっている。

(イ) 設備関係(98件)における漏洩の割合は67%となっている。

ウ 運転管理(ソフト)関係の内訳分析

資料1の図15~17に運転管理面の内訳分析結果を示す。

図15 事故の種類と発生原因別件数

図16 事故の種類別件数

図17 事故の種類別割合

(ア) 運転管理関係では、認知・確認ミス、誤操作、作業基準の不備、点検不良等から、漏洩(61%)や火災(38%)事故が起きている。

(6) 事故の発生場所と発生原因との関係分析

ア 全体評価分析

資料1の表6、及び図18、19に事故の発生場所と発生原因との関係分析結果を示す。

表 6 事故発生場所と件数

図18 事故の発生場所別件数

図19 事故の発生場所別割合

(ア) 配管系が73件で37%、塔槽類は41件で21%となり、配管系・塔槽類で約60%占めている。

イ 配管系事例の内訳分析

資料1の表7、及び図20、21に配管系事例の内訳分析結果を示す。

表 7 配管系事例の内訳分析

図20 配管系事例の内訳分析(原因別件数)

図21 配管系事例の内訳分析(原因別割合)

(ア) 設備関係では大半が劣化である。運転管理関係は認知・確認のミス、点検不良等になっている。

(イ) 配管劣化事例(31件)において、事例としては保温材への雨水浸入による外部腐食事例(約45%)、コロージョン、エロージョンによる内面腐食事例(約23%)が多く見られた。その他要因では、配管塗装の剥離や結露等が見受けられ、腐食・防食管理の不足等が推量される。

(ウ) 運転管理関係では、点検不良や認知確認ミス等による作業員のヒューマンエラーが見受けられた。

ウ 塔槽類事例の内訳分析

資料1の表8、及び図22、23に塔槽類事例の内訳分析結果を示す。

表 8 塔槽類事例の内訳分析

図22 発生原因別件数

図23 発生原因別割合

(ア) 塔槽類においても、設備関係では、劣化が10件24%で主な要因となっている。事例としては、貯槽保温材への雨水浸入による腐食劣化、側板の減肉、浮き屋根の腐食やインナーフロート部にある耐油性ウレタンの劣化、ゴムライニング材の劣化等となっており、配管系同様に腐食・防食管理の不足等が推量される。

(イ) 運転管理関係は、認知・確認のミス／作業基準の不備が、それぞれ5件、12%と主な要因となっており、作業員のヒューマンエラーや作業マニュアルの中に必要な事項の落とし込み不足等が推量される。

(7) 事故発生時の運転状況分析

資料1の表9～12、及び図24～31に事故発生時の運転状況分析結果を示す。

表 9 運転状況別件数

表10 発生場所の内訳

表11 発生原因別件数

表12 スタートアップ・シャットダウン操作時の事故の種類別評価

図24 事故時の運転状況別件数

図25 事故時の運転状況割合

図26 定常運転時の発生場所の内訳

図27 スタートアップ／シャットダウン時の内訳

図28 発生原因別件数

図29 発生原因別割合(定常運転時)

図30 発生原因別割合(スタートアップ操作時)

図31 スタートアップ・シャットダウン操作時の事故の種類別件数

ア 定常運転時が128件で68%と最も多い。スタートアップ時は17件で8%と少ない。

イ 発生場所として、定常運転時及びスタートアップ時では配管系、塔槽類が多い。

ウ 発生原因別においては、定常運転時は設備関係で劣化(34件、27%)が多く、運転管理関係では、認知・確認ミス(16件、13%)、点検不良(17件、13%)が多い。

エ スタートアップ操作時は、設備関係で劣化(4件、24%)が多く、運転管理関係では作業基準の不備(5件、29%)、誤操作及び点検不良がそれぞれ2件、12%となっている。

オ スタートアップ操作時における事故の種類では、漏洩(11件、65%)が多く、次に火災(5件、29%)となっている。また、シャットダウン操作時でも漏洩(3件、75%)が多い。スタートアップ、シャットダウン操作時で爆発事例は無かった。

6 異常現象事例情報シート

(1) 異常現象事例情報シート選定

事例の選定対象は事例データベース214件の中から、東日本大震災による影響事例除いた195件とした。

選定にあたっては、発生原因別に事例を分け、偏りが生じないように原因別件数割合を考慮した。また、県内のコンビナート事業所に活用してもらうために類似事故の防止に役立つように事例の教訓内容を考慮して31事例選定した。

選定した事例の一覧は、表3に示した。

表3 情報シート選定事例一覧

	整理番号	発生 年月日	<事故名称>	原因 大分類	原因 中分類
1	H26-23	H26.8.15	塩酸注入ポンプケーシングからの塩酸漏洩	(ハード面)	構造設計不良
2	H25-42	H25.11.16	ローリー出荷場ストレーナーからの熔融硫黄の漏洩		材料不良
3	H25-09	H25.2.21	連結配管の溶接不良による液の漏洩		工作不良
4	H24-13	H24.5.28	フレキシ配管破損による漏洩		計装制御系統の欠陥
5	H22-04	H22.2.7	使用済廃硫酸用配管からの漏洩		劣化
6	H23-03	H23.3.9	発電用蒸気タービン油圧ユニットの火災		劣化
7	H23-39	H23.11.5	ローリーハッチからの潤滑油漏洩		劣化
8	H25-33	H25.8.27	発電機制御盤からの出火		劣化
9	H23-33	H23.9.20	タンク付属配管からの重油の漏洩		劣化
10	H22-24	H22.8.17	分解炉出口配管火災		劣化
11	H26-11	H26.4.17	溶剤抽出蒸留装置溶剤漏洩		劣化
12	H23-20	H23.4.22	製造装置内配管からの酸性ガス漏洩		劣化
13	H22-16	H22.6.25	使用済み硝フッ酸漏洩		外部加重
14	H23-27	H23.6.30	変電所火災		その他
15	H23-36	H23.10.9	高級潤滑油製造内のMEK脱ろう装置熱交換器からの火災		その他
16	H25-38	H25.10.18	ポリエチレン造粒設備押出機の養生クロスからの発火		その他
17	H26-12	H26.4.18	協力会社内作場における洗浄液入りオイルパンの火災		その他
18	H26-07	H26.3.1	反応塔火災	運転管理	作業情報の提供・伝達の不備
19	H24-07	H24.4.14	動力棟の制御室内の電気調整器からの火災	(ソフト面)	作業情報の提供・伝達の不備
20	H24-35	H24.10.23	タンクローリーのオーバーフローによる防護枠内への油漏洩		認知・確認のミス
21	H25-35	H25.9.19	コンプレッサードレン回収配管気相ライン配管破損		認知・確認のミス
22	H23-25	H23.5.27	脱臭ダクト火災		認知・確認のミス
23	H22-35	H22.12.8	アクリロニトリル ローリー充填時充填用ラインからの漏洩		認知・確認のミス
24	H23-24	H23.5.25	危険物製造所での可塑剤漏洩		誤操作
25	H26-27	H26.9.19	反応器からの水素漏洩		作業基準の不備
26	H24-27	H24.9.5	熱媒加熱炉からの出火		作業基準の不備
27	H26-17	H26.6.19	分析機器室火災		作業基準の不備
28	H24-37	H24.11.1	有機溶媒流出		作業基準の不備
29	H26-32	H26.12.9	溶接作業時における電線管焼損		作業基準の不備
30	H25-43	H25.11.19	防油堤内で発生した枯草火災		点検不良
31	H24-34	H24.10.11	ポンプ入口フィルター安全弁作動による有機溶媒漏洩		点検不良

(2) 異常現象事例情報シートの様式及び記載項目

神奈川県及び高圧ガス保安協会の高圧ガス事故事例情報シートを参考に同様な様式とした。表4に様式を示す。

表4 異常現象事例情報シート

整理番号	事故名称	
発生日	事業所の種類	事故の場所
事故の種類	発生施設名	事故時の状況
原因区分	関係物質名	人的被害
事故状況		
必要に応じ概略フロー、略図、写真等の 情報を挿入		
事故原因		
同 上		
措置・対策		
教訓		
必要に応じ参考とすべき類似事故事例、関連参考 資料等の名称を記入。		

7 保安への提言

石油コンビナート等災害防止法では、異常な現象(異常現象)が発生した場合に、直ちに消防署等へ通報することをコンビナート事業所に義務付けている。異常現象には災害の初期事象も含まれ、適切な対応がなされない場合、大規模な災害に発展することもある。

過去5年間の高圧ガス事故等の事例整理、分析からは、社会的に影響するような大規模災害事例は無かった。

事例分析結果から、設備管理関係においては、経年劣化からの腐食による漏洩事例が多く見受けられた。その要因としては、設備の劣化や設計時の(構造・材料)不良が主要因で、特に配管に起因した事故が大半を占めている。運転管理関係では、作業標準(マニュアル)の不備や認知・確認、点検不良による要因が多く見受けられた。

これらから、大規模災害へつながるような軽微な変化や兆候などの見逃がしの未然防止を図る上で以下の通り、保安への提言について記載する。

(1) 設備管理上の課題

コンビナート事業所の設備は、建設時から長期間経過した設備が多く、次のような設備管理の見直し改善が必要である。

- ア 新規検査技術の導入(保温材下の外面腐食検査、運転中検査等)
- イ 計画的設備保全推進(腐食進捗度評価、防食塗装計画)
- ウ 変更管理(設備設計時、変更時等)の強化

(2) 運転管理上の課題

運転管理に係る必要な技量向上や感性の醸成へによるうっかりミス防止への改善として、次のような見直し改善が必要である。

- ア 作業標準の整備(Know-why化、見える化等)
- イ 運転操作技量向上(操作シミュレーション等)
- ウ 過去の事故事例を用いた保安教育の推進
- エ 設備の日常点検化(異常の早期発見)

(3) 非定常運転時の管理

非定常運転の中でもスタートアップ操作時や定修時、設備修理中は事故発生リスクが高く、次のような見直し改善が必要である。

- ア スタートアップ操作時の作業標準の整備と教育の強化
- イ 作業前のリスクアセスメントの推進
- ウ 火気等を使用する工事に対する工事安全管理の強化
(工事施工審査、火気養生審査等)

8 県へのお願い

本委託事業にて得られた事例分析が、神奈川県石油コンビナート等防災計画における災害予防施策への一助として活用願いたい。

また、県保管の「石災法に基づく災害・応急措置報告書」において、事故報告内容で事故原因と対策が克明に記載されているものや、写真や図の無い簡単な報告書となっているもの、また、事故に対する教訓が記載されていない等、事故の調査・検討内容に差があることが分かったので、県には事故再発防止の観点から、事故報告を通して事業所の事故原因調査・分析力の向上につながる指導をお願いしたい。