

はじめに

神奈川県くらし安全防災局防災部消防保安課は、県内で発生した高圧ガス・液化石油ガス及び火薬類の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、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保安協会は、神奈川県くらし安全防災局防災部消防保安課より2020年度並びに2021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」を設置して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（以下「石災法」という。）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、事故件数の減少及び大規模事故の未然防止を図ることを目的とする。

※異常現象：石災法第23条第1項の「当該特定事業所における出火、石油等の漏洩その他の異常な現象」に該当するもの。

2 業務内容

2020年度は、過去5年間（2015～2019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・分析を行うとともに、前回調査結果（2010～2014年）との傾向比較を行い、2021年度は2020年度の分析結果に基づいて、発生件数の多い事故類型の選別をして事例情報シートの作成を行った。

具体的な業務内容は以下のとおりである。

- 2020年度業務—————
- (1) 情報収集、データ整理、分析（前回調査結果との比較含む）
- 2021年度業務—————
- (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、表ア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。

表ア 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とおりである。

	氏 名	所 属 事 業 所
委員長	田口 智裕	ENEOS(株) 川崎製油所 環境安全副所長
副委員長 (前任)	佐藤 博	(株)ENEOS NUC 川崎工業所 環境保安グループマネージャー (2020年10月まで)
副委員長 (後任)	後藤 浩文	(株)ENEOS NUC 川崎工業所 環境保安グループ担当マネージャー (2020年11月から)
委員	橋 香樹	JFEスチール(株) 東日本製鉄所 環境・防災部 副部長
委員 (前任)	五内川 真	ENEOS(株) 根岸製油所 環境安全グループマネージャー (2021年3月まで)
委員 (後任)	松根 繁樹	ENEOS(株) 根岸製油所 環境安全グループマネージャー (2021年4月から)
委員	藤田 昌司	ENEOS(株) 川崎製油所 環境安全1グループマネージャー
委員	福本 康史郎	昭和電工(株) 川崎事業所 環境安全部プロセス安全管理担当課長
委員 (前任)	三谷 幸三	日本ゼオン(株) 川崎工場 環境安全課長 (2021年12月まで)
委員 (後任)	伊藤 修	日本ゼオン(株) 川崎工場 環境安全課 防災担当 (2022年1月から)
委員	八田 拓士	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
委員	松浦 智之	東亜石油(株) 京浜製油所 環境安全部 部長
委員	伊藤 善浩	日本プチル(株) 本社・川崎工場 環境安全部長
委員	山本 匡哉	(株)日本触媒 川崎製造所 環境安全部長
委員	中津井 宏	旭化成(株) 製造統括本部川崎製造所 環境安全部 部長
事務局	児玉 孝徳	(一社)神奈川県高圧ガス保安協会
事務局	檜原 聖	(一社)神奈川県高圧ガス保安協会

(2) 開催頻度

委員会は計4回以上開催することとし、次のとおり開催した。

開催年月日	会議内容
第1回 2021年7月5日(月)	(1) 受託事業内容の仕様書確認及び事業実施計画討議 (2) 今後の検討スケジュール
第2回 9月17日(金)	(1) 事例分析の進め方の確認 (2) 今後の検討スケジュール
第3回 10月22日(金)	(1) 事例データの確認及び作業分担割り振り (2) 今後の検討スケジュール
第4回 11月26日(金)	(1) 事例分析検討結果の確認検討 (2) 今後の検討スケジュール
第5回 2022年1月7日(金)	(1) 報告書(ドラフト版)の内容確認 (2) 今後の検討スケジュール
第6回 1月27日(木)	(1) 報告書(ドラフト版)の内容確認 (2) 今後の検討スケジュール

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

ア 情報収集

神奈川県消防保安課から、石災法第26条に基づく災害・応急措置報告書(2015~2019年)、及び異常現象事例一覧表の電子データを受領。

イ データ整理

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、発生原因別に分類し、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、各年ごとに整理した。

ウ 分析

上記イ項のデータを整理・分析し、さらに前回調査(2010~2014年分)結果(東日本大震災による影響事例を除く)との比較を行った。

(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より、発生が多い原因・発生場所等の分類から保安教育に有益と思われる事例を選定し、事故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・作成した。

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。

図 1 神奈川県内における異常現象発生件数推移

ア 発生件数の推移は、2013年まで増加傾向にあったが2014年で減少に転じた。その後は40件前後で微増傾向であったが、2018年は58件、2019年は70件と急激に増加し、前回調査の5年間(2010年～2014年)の214件に対し、今回調査の5年間(2015年～2019年)では249件となっている。

(2) 発生原因別件数の分析

資料 1 の表 1、及び図 3、4 に発生原因別件数分析結果を示す。

表 1 a 発生原因別件数 (2015～2019年)

表 1 b 発生原因別件数 (2010～2014年)

図 2 発生原因別の統計と解析

図 3 発生原因別件数

図 4 a 各年別発生原因別件数 (2015～2019年)

図 4 b 各年別発生原因別件数 (2010～2014年)

ア 表 1 a b、図 3 のとおり、発生原因は今回調査においても前回調査と同様に、「A5劣化」(86件)、「A3工作不良」(18件)、「A7その他(自然災害等)」(21件)、「B2認知・確認のミス」(38件)、「B6作業基準の不備」(16件)が多い傾向は変わらず、設備の劣化に起因するトラブルが前回調査52件から86件に顕著に増加している。一方で、「A7その他(自然災害等)」は前回調査36件から21件、「B8点検不良」は前回調査20件から11件、「B6作業基準の不備」は前回調査20件から16件、「B4誤操作」は前回調査13件から6件に減少している。これは自然災害による被害が少なかったこと、作業基準、点検要領等の整備が進んだ影響と推察する。

イ 図 4 a b のとおり、発生原因の各年ごとの傾向は、東日本大震災による影響事例を除くと今回調査と前回調査でほぼ同じである。

(3) 事故の種類別分析

資料 1 の表 2、及び図 5、6 に事故の種類別分析結果を示す。

表 2 事故の種類別件数

図 5 事故の種類別件数

図 6 a 事故の種類別の割合 (2015～2019年)

図 6 b 事故の種類別の割合 (2010～2014年)

ア 表 2、図 5、図 6 a b のとおり、事故の種類別では、今回調査においても前回調査と同様に、漏洩166件(67%)が多く、次に火災75件(30%)で漏洩と火

災で97%を占めている。

(4) 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3、及び図7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3 a 事故の種別と原因区分別件数（2015～2019年）

表3 b 事故の種別と原因区分別件数（2010～2014年）

図7 a 事故の種別と発生原因別件数（2015～2019年）

図7 b 事故の種別と発生原因別件数（2010～2014年）

(7) 表3 a bについて、発生原因は、今回調査では設備関係が149件（60%）で、運転管理関係が99件（40%）となっており、設備関係の事故が多い。前回調査時は、設備関係が98件（50%）、運転管理関係が92件（47%）とほぼ同じ割合だったことから、事故件数全体に占める設備関係の事故が件数、割合ともに増加している。

(イ) 設備関係では、「A5劣化」が86件（35%）と最も多く、設備関係および運転管理関係全体の発生原因の中で最も割合が大きくなっている。前回調査でも「A5劣化」による事故が52件（27%）で最多であったが、件数・割合ともに大きく増加している。

(ウ) 運転管理関係では、「B2認知・確認のミス」が38件（15%）と最も多い。前回調査でも「B2認知・確認のミス」が23件（12%）で最多であったが、件数・割合ともに増加している。

イ 設備（ハード）関係の内訳分析

資料1の図8～10に設備面の内訳分析結果を示す。

図8 a 発生原因別件数（設備関係 2015～2019年）

図8 b 発生原因別件数（設備関係 2010～2014年）

図9 事故の種類別件数（設備関係）

図10 a 事故の種類別割合（設備関係 2015～2019年）

図10 b 事故の種類別割合（設備関係 2010～2014年）

(7) 事故の種別の割合・件数を前回調査と比較すると、図9、10 a bにおいて、漏洩事故の割合・件数ともに大きく増加しており、火災事故はほぼ同じ、破損、爆発は減少している。

(イ) 表3 a bについて、今回調査では、設備関係の事故のうち漏洩の原因として「A5劣化」が65%（75件/116件）を占めており、前回調査の68%（45件/66件）とほぼ同じである。

ウ 運転管理（ソフト）関係の内訳分析

資料 1 の図11～13に運転管理面の内訳分析結果を示す。

図11 a 事故の種別と発生原因別件数（運転管理関係 2015～2019年）

図11 b 事故の種別と発生原因別件数（運転管理関係 2010～2014年）

図12 事故の種類別件数（運転管理関係）

図13 a 事故の種類別割合（運転管理関係 2015～2019年）

図13 b 事故の種類別割合（運転管理関係 2010～2014年）

(ア) 図 13 a bについて、事故の種別割合は、51% (50/99 件) が漏洩、44% (44/99 件) が火災となっている。漏洩の割合が減少傾向、火災の割合が微増しているものの、その他の傾向については前回調査と大きな差はみられない。

(イ) 表 3 a bについて、今回調査では、運転管理関係の漏洩の原因は「B2 認知・確認のミス」19 件 (38%=19/50 件)、次いで「B6 作業基準の不備」13 件 (26%=13/50 件) が多い。前回調査では「B2 認知・確認のミス」は 18 件 (32%=18/56 件) と今回調査と同様に多いが、「B6 作業基準の不備」は 8 件 (14%=8/56 件) から顕著に増加している。一方で「B4 誤操作」は 11 件 (20%=11/56 件) から 4 件 (8%=4/50 件)、「B8 点検不良」は 13 件 (23%=13/56 件) から 6 件 (12%=6/50 件) に大幅に減少している。

(ウ) 火災の原因も「B2 認知・確認ミス」18 件 (41%=18/44 件) が今回調査で最も多く、前回調査の 5 件 (14%=5/35 件) から大きく増加している。一方で前回調査最多の「B6 作業基準の不備」12 件 (34%=12/35 件) は、今回調査で 2 件 (5%=2/44 件) と大幅に減少している。

(5) 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 4、及び図14, 15に事故の発生場所と発生原因との関係の分析結果を示す。

表 4 事故の発生場所別件数

図14 事故の発生場所別件数

図15 a 事故の発生場所別割合 (2015～2019年)

図15 b 事故の発生場所別割合 (2010～2014年)

(ア) 表 4、図 15 a bについて、今回調査では配管系が 99 件 (40%)、塔槽類が 52 件 (21%) で全体の 61%を占めている。前回調査の配管系が 73 件 (37%)、塔槽類が 41 件 (21%) に比較して件数は増加しているが、発生場所の割合の傾向は、前回調査と大きな差はみられない。

イ 配管系事例の内訳分析

資料 1 の表 5、及び図16, 17に配管系事例の内訳分析結果を示す。

- 表 5 a 配管系事例の内訳分析 (2015～2019年)
- 表 5 b 配管系事例の内訳分析 (2010～2014年)
- 図 16 配管系事例の内訳分析 (原因別件数)
- 図 17 a 配管系事例の内訳分析 (原因別割合 2015～2019年)
- 図 17 b 配管系事例の内訳分析 (原因別割合 2010～2014年)

(7) 表 5 a b、図 16、図 17 について、配管系事例は前回調査と同じく、設備関係の「A5 劣化」57 件 (58%)と運転管理関係の「B2 認知・確認のミス」11 件 (11%)が顕著で、事故全体の原因種別と同じ傾向である。

ウ 塔槽類事例の内訳分析

資料 1 の表 6、及び図 18、19 に塔槽類事例の内訳分析結果を示す。

- 表 6 a 塔槽類事例の内訳分析 (2015～2019年)
- 表 6 b 塔槽類事例の内訳分析 (2010～2014年)
- 図 18 塔槽類事例の内訳分析 (原因別件数)
- 図 19 a 塔槽類事例の内訳分析 (原因別割合 2015～2019年)
- 図 19 b 塔槽類事例の内訳分析 (原因別割合 2010～2014年)

(7) 表 6 a b、図 18、図 19 について、塔槽類事例も設備関係は「A5 劣化」16 件 (31%)が主たる要因となっている。運転管理関係は「B2 認知・確認のミス」5 件 (10%)に加えて、「B6 作業基準の不備」6 件 (12%)が顕著となっている。塔槽類事例の要因では「B6 作業基準の不備」が多いことが特徴である。

(6) 事故発生時の運転状況分析

資料 1 の表 7～10、及び図 20～29 に事故発生時の運転状況分析結果を示す。

- 表 7 運転状況別件数
- 表 8 発生場所の内訳
- 表 9 a 発生原因別件数 (2015～2019年)
- 表 9 b 発生原因別件数 (2010～2014年)
- 表 10 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 20 事故時の運転状況別件数
- 図 21 a 事故時の運転状況別割合 (2015～2019年)
- 図 21 b 事故時の運転状況別割合 (2010～2014年)
- 図 22 定常運転時の発生場所の内訳
- 図 23 スタートアップ操作時の発生場所の内訳
- 図 24 シャットダウン操作時の発生場所の内訳
- 図 25 a 発生原因別件数 (2015年～2019年)
- 図 25 b 発生原因別件数 (2010年～2014年)
- 図 26 a 発生原因別割合 (定常運転時 2015年～2019年)
- 図 26 b 発生原因別割合 (定常運転時 2010年～2014年)

- 図27 a 発生原因別割合（スタートアップ操作時 2015～2019年）
- 図27 b 発生原因別割合（スタートアップ操作時 2010～2014年）
- 図28 スタートアップ操作時の事故の種類別件数
- 図29 シャットダウン操作時の事故の種類別件数

ア 表7及び図21のとおり、事故発生時の運転状況については、前回調査と同様の傾向があり、定常運転時が最も多く、155件で全体の62%を占めている（前回調査時128件、66%）。また、非定常運転に関わる運転状況は、シャットダウン操作中6件、スタートアップ操作時26件の合計で32件、12%（前回調査時21件、11%）となっている。運転状況の時間あたりの件数でイメージする（例えばシャットダウン操作・スタートアップ操作の運転時間を1週、定常運転の運転時間を40週と仮定した場合）と、非定常運転時（特にスタートアップ操作時）の事故の発生頻度が、定常運転時より顕著に高くなる。

イ 表8および図22、図23のとおり、事故の発生場所は、定常運転時とスタートアップ操作時において配管系が最も多くなっている。次に塔槽類の件数が多い状況であり、この傾向は前回調査時と変わっていない。一方、回転機器の事故発生件数は11件と前回調査の17件から減っており、定常運転時が7件と前回調査の14件から半減している。

ウ 表9および図25～27のとおり、発生原因別の事故件数を設備関係と運転管理関係で比べると、定常運転時では前回調査時と比較して設備関係の比率が52%から65%に上昇している。その中でも「A5劣化」の増加が顕著であり、62件（40%）と前回調査時の34件（27%）よりも大幅に増加している。

定常運転時の運転管理関係では、前回調査時は「B8点検不良」17件（13%）「B2認知・確認のミス」16件（13%）が上位であったが、今回調査では「B2認知・確認のミス」は17件（11%）と最も多い反面、「B8点検不良」は9件（6%）と減少している。

スタートアップ操作時に於いても、前回調査時と同様に設備関係では「A5劣化」が最も多いが、今回の調査では、前回調査時に0件であった運転管理関係の「B2認知・確認のミス」が8件（31%）と増加している。

エ 表10および図28、図29のとおり、スタートアップ操作時における事故は、漏洩15件（58%）が多く、次に火災11件（42%）となっており、前回調査時と同じ傾向であるが、前回調査時の漏洩11件（65%）、火災5件（29%）から件数が増加している。

シャットダウン操作時における事故でも、漏洩4件（67%）が最も多い。

6 事故発生件数増加に対する考察

2015年から2017年までは毎年40件前後の事故発生件数が、2018年・2019年にはそれぞれ58件、70件と顕著に増加したことについて、増加につながる要因がないか調査を行ったが、個別の事故事例を確認しても特に事故の増加につながる共通事象は見いだせなかった。

事故の分析結果から、発生原因の“設備関係”で一番多い「劣化」、並びに“運転関係”で一番多い「認知・確認のミス」の二つの原因より、一般論として「設備の老朽化」「世代交代による技術の伝承問題」が事故の増加につながっていることが考えられる。

別の観点から、消防庁通知「平成24年3月30日付 消防特第62号 異常現象の発生時における迅速な通報の確保について」が、通知から5年以上経過したことで事業者に浸透したこと、コンプライアンス意識の向上などが事故（通報）の増加に少なからず影響していることが推測される。

7 前回調査以降の事故のフォロー状況

発生した事故に対する再発防止対策等のフォロー状況について、部会員事業所に対するアンケート調査を実施した。その結果、発生した事故に対する対策については100%実施済みであり、類似設備等への水平展開も実施されている。

ただし、一部の事例で事故の再発や、水平展開範囲が広く対策を継続的に実施する必要があるなど、類似を含む事故の発生を“ゼロ”にはできていない。

その一方で、事故によって得られた知見により、効果的な対策が施され、再発防止につながっている事例もあり、事故に対するフォローは着実に進められている。

8 保安への提言

上記6でも記載したとおり、事故事例分析結果は、設備管理関係の「劣化」と運転管理関係の「認知・確認ミス」が多く見られた。

設備の劣化では、保温材等で発生する外面腐食と機器・配管等の滞留部に堆積した腐食物質による内面腐食が大部分を占めている。

認知確認のミスでは、手順書や図面を活用した作業標準や確認・点検といった基本動作が徹底できていないことが多く見られた。

この結果は前回実施した調査と同様である。本調査の目的である、事故発生の抑制と大規模災害の未然防止を図るうえで下記のとお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、建設時から長期間にわたって稼働してきた設備が多く、「劣化」をどのようにコントロールするのが課題である。その対策として下記を提案する。

ア 保温材下で発生する外面腐食のように、事業所内に膨大な検査対象が存在しているものを網羅的かつ適切な周期で検査していくこと。

イ 滞留部に堆積した腐食物質による内面腐食のように、運転条件・仕様の変化、

停止中の管理を含む使用頻度が変化している部位の存在に気づくこと。

(2) 運転管理上の課題

運転管理に係る必要な技量を向上させることと、作業している環境を正しく理解して正確に作業することが課題である。

特に通常運転時と状況が異なる「非定常運転(スタートアップ・シャットダウン操作)時」において、ラインアップの確認不足や弁の誤操作が多くみられる。そこで下記対策を提案する。

ア 作業手順・図面を整備し確実に活用すること(作業・工事前の確認を含む)。

イ 弁操作などの基本操作や一連の運転操作の技量向上を図ること。

上記の提言は前回調査時とほぼ同じ内容になっている。これは、改善活動の対象が膨大であることと、人手と時間のかかる作業であることが前回調査後の進捗が促進できていない理由と考える。

これらの課題に対する取り組みをさらに促進し、事故発生を減少するためにも、ITやデジタルの力を活用することで、効率的に進めていくことが重要と考える。

9 県へのお願い

本委託事業にて得られた事例分析の結果が、神奈川県内の事業者に対する大規模事故・類似事故の未然防止への啓発活動に活用願いたい。例えば、タンク減圧による圧潰事故などのような、調査期間5年間の間に、似たような事故が複数の事業所で発生している事例があることから、こういった事例について県広報等などで事業者に注意喚起を促すなどしていただきたい。

また、県様式の「石油コンビナート等災害防止法第26条に基づく災害・応急措置報告」において、記入欄の記入方法が個別の事業者で統一されていない事項があるため、記入方法の手引きの整備をお願いしたい。