

平成29年度神奈川県委託事業

平成29年度 高圧ガス施設等保安推進業務委託

— 石油コンビナート事業所における緊急移送設備の
能力及び運転管理に係る実態調査 —

報 告 書

平成30年3月

一般社団法人 神奈川県高圧ガス保安協会

目 次

	ページ
はじめに	1
1 目的	1
2 業務内容	1
3 受託の内容	1
4 事業の推進	1
5 事業の方向性	3
6 調査内容	4
6.1 アンケート調査	4
6.2 先進的な取り組み事例調査	4
7 調査結果	5
7.1 フレア(ベント)スタック関係のアンケート結果	5
7.2 毒性ガスの除害設備のアンケート結果	20
7.3 先進的な取り組み事例調査果	29
7.4 課題の抽出	30
8 緊急移送設備の設計及び運転管理についての提言	32
9 まとめ	33

[資料集:アンケート調査結果まとめ]

- 資料1 調査票0 フレア(ベント)スタックの保有数と能力
- 資料2 調査票Ⅰ フレア(ベント)スタックの仕様・構成
- 資料3 調査票Ⅱ フレア(ベント)スタックの地震対策
- 資料4 調査票Ⅲ フレア(ベント)スタックの運転管理
- 資料5 調査票Ⅳ 毒性ガスの除害設備関係(仕様条件、地震対策、運転管理関係)

1 はじめに

高圧ガス施設には、プラントの運転開始・停止時に施設内で発生する、余剰ガスを安全に処理・放出するために、緊急移送設備が設置されている。また、地震や停電など突発的な事態により施設を緊急に停止した場合には、緊急移送設備は災害防止のため重要な役割を担うものである。

緊急移送設備は、緊急時の重要な保安設備でありながら、これらの設備に関する実態調査はこれまであまり調査されていなかった。

この度、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29年度に「石油コンビナート事業所における緊急移送設備の能力及び運転管理に係る実態調査」を受託し、協会内のコンビナート部会に調査検討委員会を立ち上げ、平成29年度の委託事業活動として取り組み、その成果を本報告書にまとめた。

2 目的

神奈川県内の石油コンビナート地域の特定製造事業所で、緊急移送設備を有する事業者において、その設備の能力及び運転管理について実態調査を行い、保安設備として取り組むべき対策の指針を検討し、提言として取りまとめる。

なお、緊急移送設備は、異常な事態が発生した場合に設備内の内容物を当該設備外に緊急かつ安全に移送し、及び処理する設備である。

3 業務内容

(1) 実態調査

県内の緊急移送設備を有するコンビナート事業者における、設備の処理能力や運用状況、地震対策について調査する。

(ア) 現在設置されている緊急移送設備の設計思想

(イ) 通常運転、非定常作業及び災害発生時の運転管理方法

(ウ) 地震対策(耐震性の検証状況及び耐震化事例など)

(エ) その他

(2) 緊急移送設備の設計及び運転管理についての提言

(1)の調査結果に基づき、取り組むべき対策等について検討を行い、提言として取りまとめる。

4 事業の推進

(1) 委員会構成員の選任

本事業に関する検討は、平成29年度のコンビナート部会に調査検討委員会を設置して検討を実施した。また、本事業内容について高度な知識を有する有識者を構成委員に加え広い視野からの意見を伺った。

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	堤 克一路	JXTGエネルギー株式会社 根岸製油所 副所長
副委員長	佐藤 秀雄 (平成29年11月末まで) 桜井 義明 (平成29年12月より)	東亜石油株式会社 京浜製油所 環境安全課長 東亜石油株式会社 京浜製油所 環境安全課長
委員	市川 淳	JXTGエネルギー株式会社 根岸製油所 環境安全グループマネージャー
委員	橋 香樹	JFEスチール株式会社 東日本製鉄所(京浜地区) 環境・防災部 副部長
委員	吉田 真	JXTGエネルギー株式会社 川崎製油所 環境安全グループマネージャー
委員	足立 典之 (代理者:山中 元一)	JXTGエネルギー株式会社 川崎製造所 環境安全1グループトマネージャー
委員	福本 康史郎	昭和電工株式会社 川崎事業所 環境安全部 課長補佐
委員	西塚 裕明	株式会社NUC 川崎工業所 環境保安課長
委員	流 浩一郎	株式会社日本触媒 川崎製造所 環境安全部長
委員	三谷 幸三	日本ゼオン株式会社 川崎工場 環境安全課長
委員	林 克行	日本ポリエチレン株式会社 川崎工場 環境安全グループマネージャー
委員	伊藤 善浩	日本ブチル株式会社 本社・川崎工場 環境安全部長
委員	澤井 茂樹 (平成29年10月末まで) 八尋 修二 (平成29年11月より)	旭化成株式会社 川崎製造所 環境安全部長
有識者	大原 良友	大原技術士事務所 (元 千代田化工建設株式会社 上席技師長)
事務局	鈴木 雅美	(一社)神奈川県高圧ガス保安協会

(2) 開催経過

委員会は次の通り開催した。

開催年月日	会議内容
第1回 平成29年 8月30日	(1) 受託事業内容の確認及び事業実施計画討議 (2) 調査方法・項目についての検討 (3) 今後の検討スケジュール
第2回 9月27日	(1) アンケート調査項目についての検討 (2) アンケート調査対象事業所の検討 (3) 今後の検討スケジュール
第3回 11月15日	(1) アンケート調査結果の集計 (2) 調査結果の取り纏め方の検討 (3) 今後の検討スケジュール
第4回 12月26日	(1) アンケート結果の検討 (2) 課題の抽出・検討 (3) 今後の検討スケジュール
第5回 平成30年 1月25日	(1) 対策指針提言検討 (2) 報告書(ドラフト版)の審議 (3) 今後の検討スケジュール

有識者の大原氏は、2回出席していただき、第1回と第4回で検討内容のレビューをいただいた。

5 事業の方向性

業務内容について、以下の方針の下に事業を推進して行くこととした。

(1) 県内特定事業所へのアンケート調査による実態調査

ア 県内の特定製造事業所から緊急移送設備を保有していると思われる事業所を選定してアンケート調査を行う。

イ 調査内容は、既設フレア(ベント)スタック、及び付帯設備の仕様・構成関係、地震対策、運転管理方法に係る項目、と毒性ガスの除害設備についての仕様・構成関係、地震対策、運転管理方法に係る項目とする。

ウ アンケート結果から、取り組むべき対策等について検討して提言をまとめる。

(2) 先進的な取組事例の調査

アンケート調査と並行して、緊急時の移送に関する先進的な取組事例についてインターネット調査を行う。

(3) 有識者の選任と意見収集

本委員会にてまとめる提言案に対して、有識者として、(元)千代田化工建設株式会社上席技師長の大原良友氏にご意見を頂くこととした。

6 調査内容

6.1 アンケート調査

緊急移送設備に関する実態把握として、アンケート調査を実施した。

(1) 調査対象事業所について

神奈川県工業保安課の協力を得て、調査対象となる県内の特定製造事業所から緊急移送設備を保有していると思われる33事業所を選定した。

アンケートの回答は、31事業所から得られた。

(ア) フレア(ベント)スタック関係 17事業所

(イ) 毒性ガスの除害設備関係 21事業所

(2) 調査票について

調査対象事業所がそれぞれ保有する設備対応した調査票を次のとおり作成した。

ア 調査票 0 フレア(ベント)スタックの保有数と能力

各事業所で保有しているフレアスタック、ベントスタックの保有数と公称能力の把握を目的とした調査票

イ 調査票 I フレア(ベント)スタック関係

調査票0で回答した設備で、設計思想が明確な設備、または、当該事業所で処理量が最大の設備を選択し、その設備仕様と構成についての調査票

ウ 調査票 II フレア(ベント)スタック関係

調査票 I で記載した設備(本体と配管)の耐震評価及び地震対策についての調査票

エ 調査票 III フレア(ベント)スタック関係

調査票 I で記載した設備の運転管理についての調査票

オ 調査票 IV 毒性ガスの除害設備(仕様、耐震評価・地震対策、運転管理関係)

当該事業の毒性ガスの除害設備毎に、その仕様と耐震評価・地震対策、及び運転管理についての調査票

(3) アンケート実施期間 平成29年10月10日から11月9日の1か月間

6.2 先進的な取組事例調査

アンケート調査と並行してインターネット調査を実施した。その結果、他県ではあるが大規模地震時の安全安定操業の強化として、

地震計と連動してフレア負荷を制御しながら自動的に各製造装置を順次停止するシステムを導入している事業所があることが分かり、訪問ヒアリング調査を実施した。

7 調査結果

アンケート調査結果纏めは、資料1～5に示す。

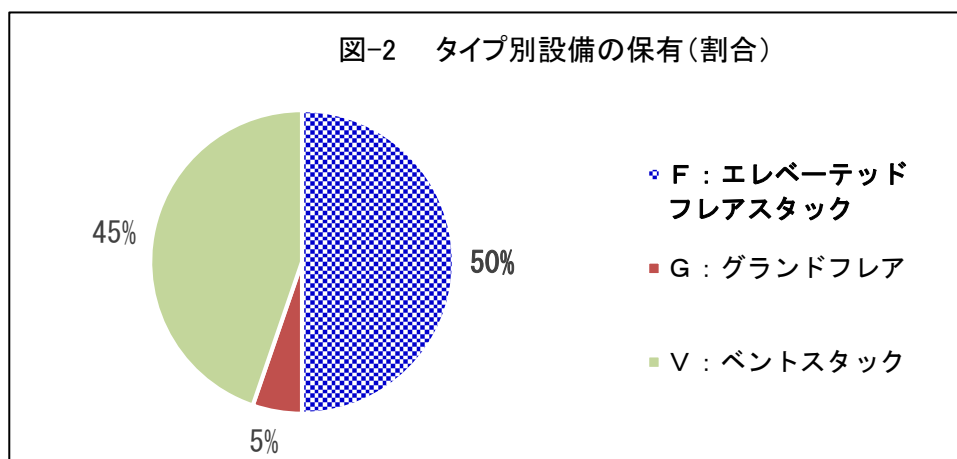
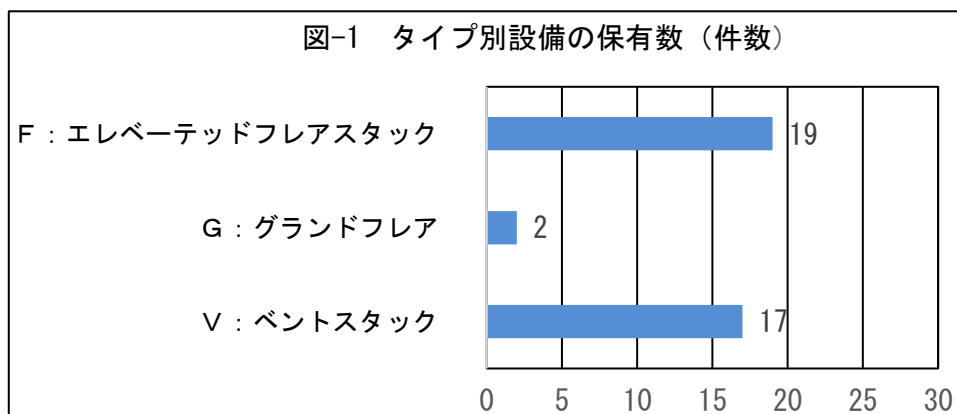
- (1) 資料1 フレア(ベント)スタックの保有数と能力
- (2) 資料2 フレア(ベント)スタックの仕様・構成
- (3) 資料3 フレア(ベント)スタックの耐震評価・地震対策
- (4) 資料4 フレア(ベント)スタックの運転管理
- (5) 資料5 毒性ガスの除害設備関係(仕様条件、地震対策、運転管理関係)

7.1 フレア(ベント)スタック関係のアンケート結果

7.1.1 フレア(ベント)スタックの保有数と公称能力

(1) 設備のタイプ別保有数

回答を得た17事業所におけるタイプ別保有数は総数38基で、内訳は※¹エレベーターテットフレアスタックが19基、※²ベントスタックは17基、※³グランドフレアは2基で、エレベーターテットフレアスタックが半数であった。



※¹ エレベーターテットフレアスタック:高圧ガス設備等から排出される余剰の廃ガスを安全に燃焼させて大気に放出させる設備で塔支持型や多脚型などがある。

※² ベントスタック:大気中に直接廃ガスを放出する設備で、毒性ガスは除害措置を講じた後に放出する。

※³ グランドフレア:地上に置かれた円筒状の炉内で廃ガスを焼却処理する。

(2) 設備のタイプ別公称能力

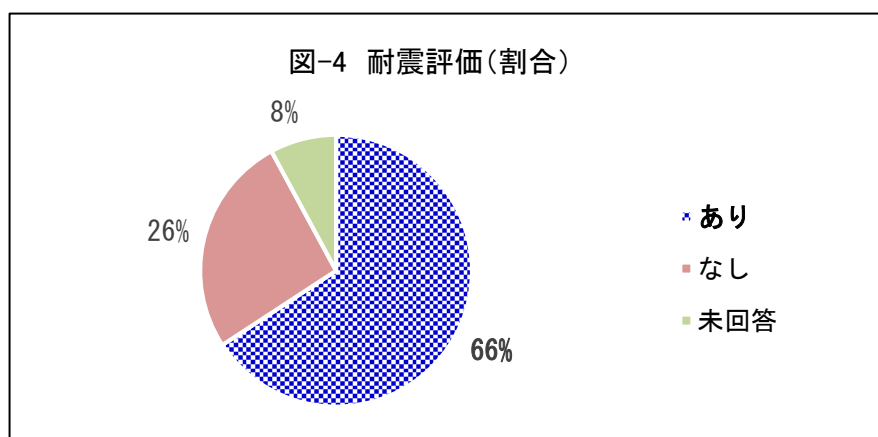
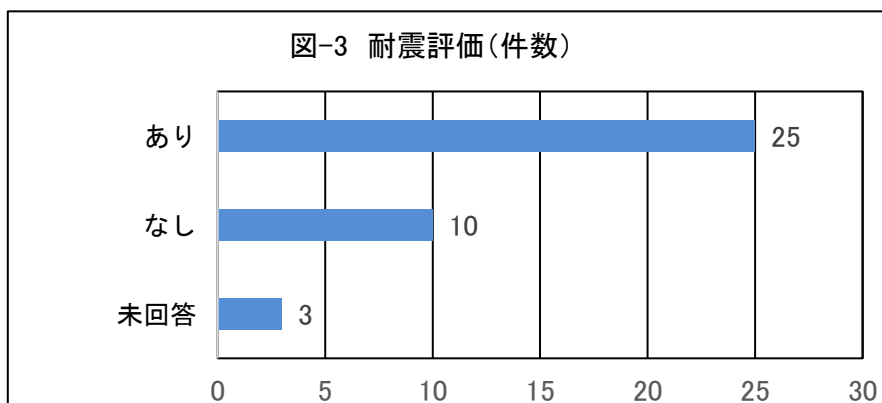
タイプ別設備の公称能力は表1に示したように、最大放出量はエレベーターフレアスタックで24～542Ton/h、ベントスタックは5～659Ton/h、グランドフレアは5～60Ton/hであった。

表1 設備のタイプ別公称能力

設備の公称能力結果	範囲
(1)エレベーターフレアスタック(19基)	
最大放出量(Ton/h)	最大 542 最小 24
最大輻射熱(Kw/m2)	最大 4.65 最小 0.03
(2)グランドフレア(2基)	
最大放出量(Ton/h)	最大 60 最小 5
(3)ベントスタック(17基)	
最大放出量(Ton/h)	最大 659 最小 5

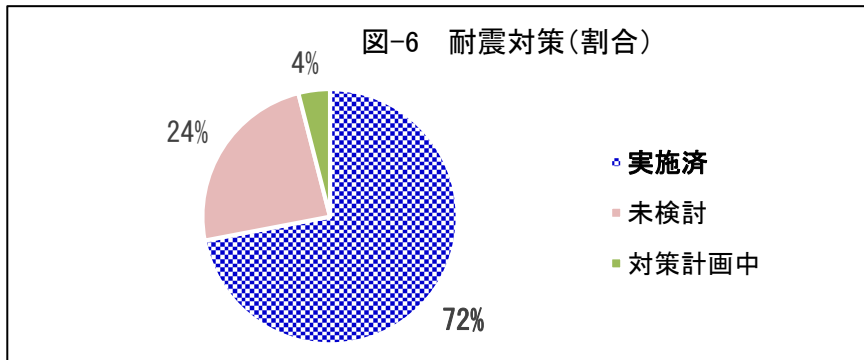
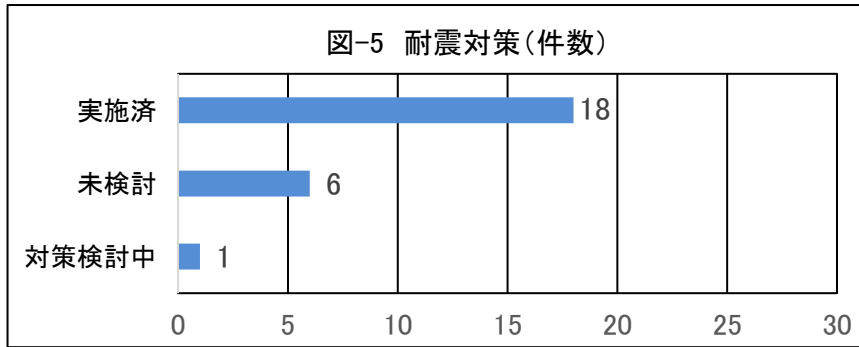
(3) 耐震評価の実施状況

設備の耐震評価の実施状況は、以下の通りで耐震評価“あり”は25件、“なし”は10件で、約7割の設備で耐震評価を実施していた。



(4) 耐震対策の実施状況

耐震評価に基づく耐震対策では、“実施済”が18件、“未検討”は6件で、7割の設備で耐震対策を実施していた。

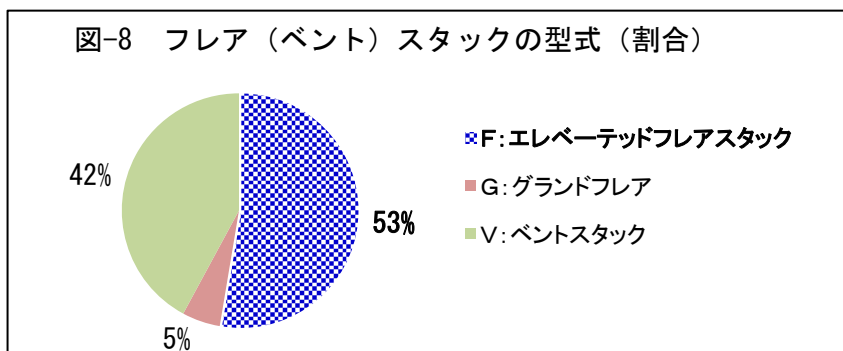
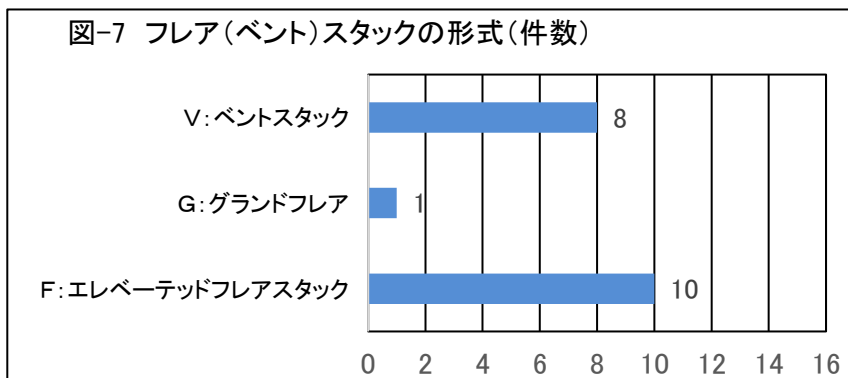


7. 1. 2 フレア(ベント)スタックの仕様・構成

フレアスタック、またはベントスタックを保有している17事業所で、設計思想、または当該事業所での最大処理能力を有する設備について回答された19設備について評価した。

(1) 設備の形式と構成

エレベータッドフレア10件、ベントスタックは8件で、グランドフレアは1件であった。



フレスタック、ベントスタック構成の基本形は、B1とB3タイプが多かった。付帯設備として、ノックアウトドラム、シールドドラムを設置しているのが大半であった。

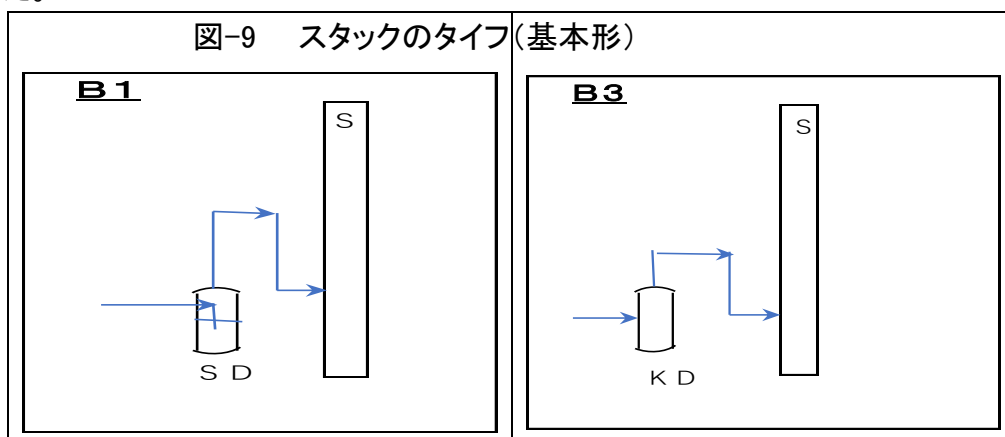


表-2 付帯設備 ノックアウト

付帯設備	件数	割合
ノックアウトドラムあり（横型）	10	53%
ノックアウトドラムあり（縦型）	3	16%
ノックアウトドラムなし	6	32%

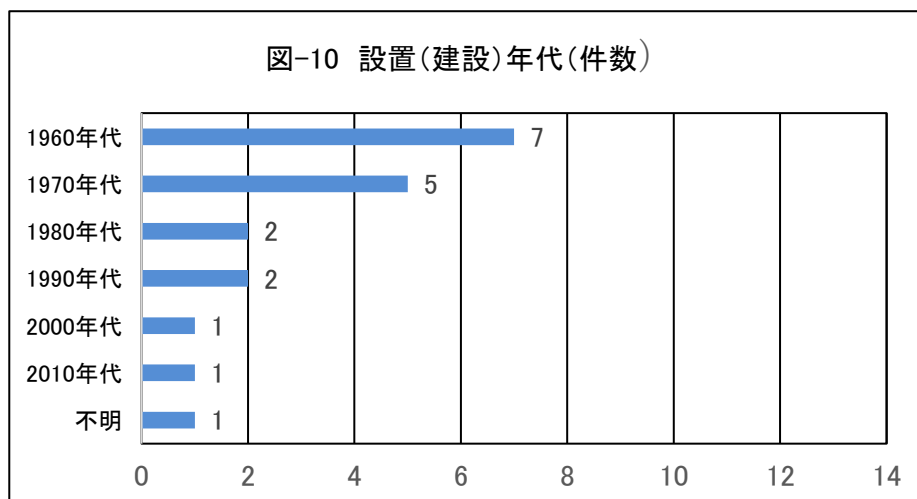
表-3 付帯設備 シールドドラム

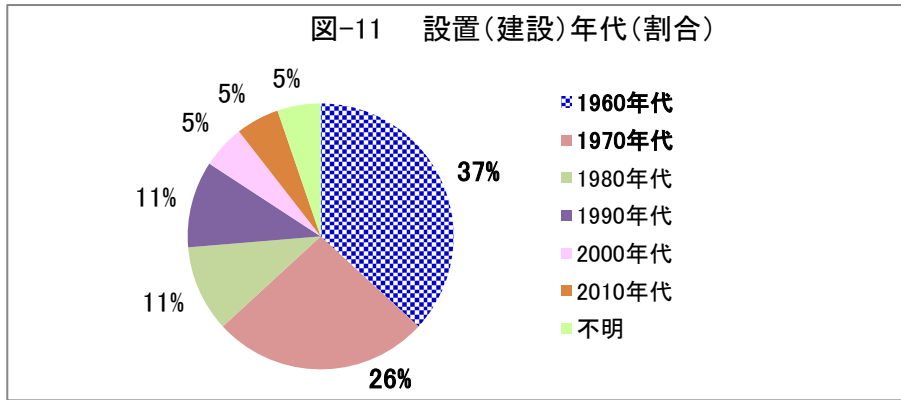
付帯設備	件数	割合
シールドドラムあり（横型）	9	47%
シールドドラムあり（縦型）	5	26%
シールドドラムなし	5	26%

(2) 建設(設置)年代と改造履歴について

建設(設置)年代別に整理分類すると、1960年代が7件、1970年代が5件であり、設備全体の約6割が1960年代から1970年代に建設されたものであった。

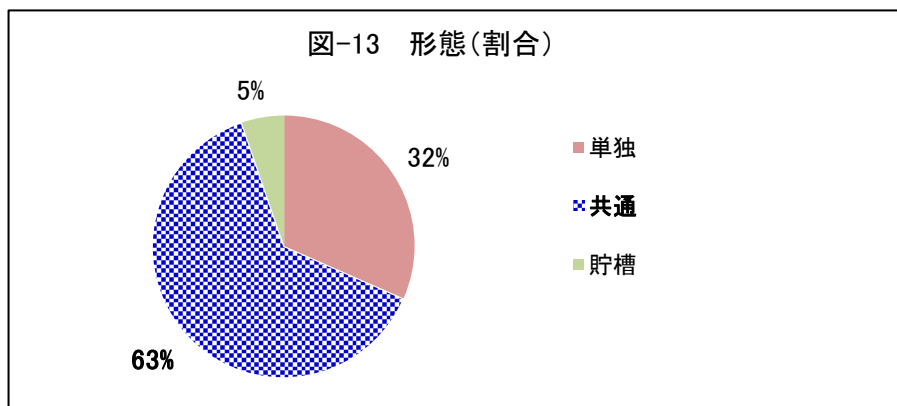
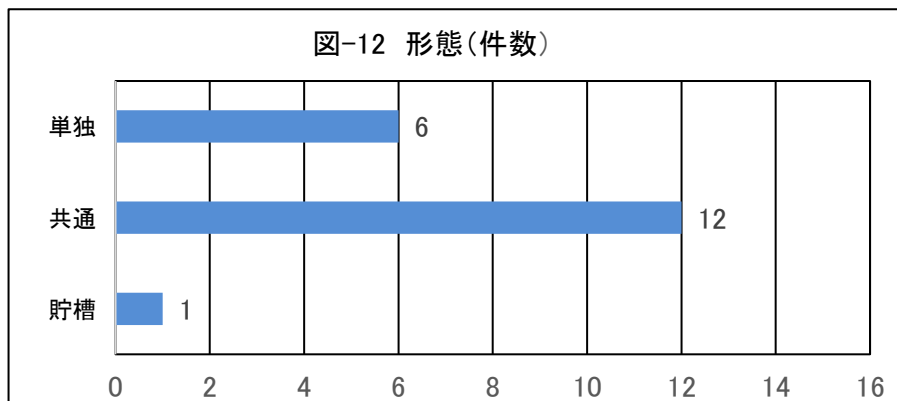
改造履歴は、1960年代から1970年代のものが経年劣化対策や性能向上のためにバーナー更新を行った例が1件あった。





(3) 仕様形態

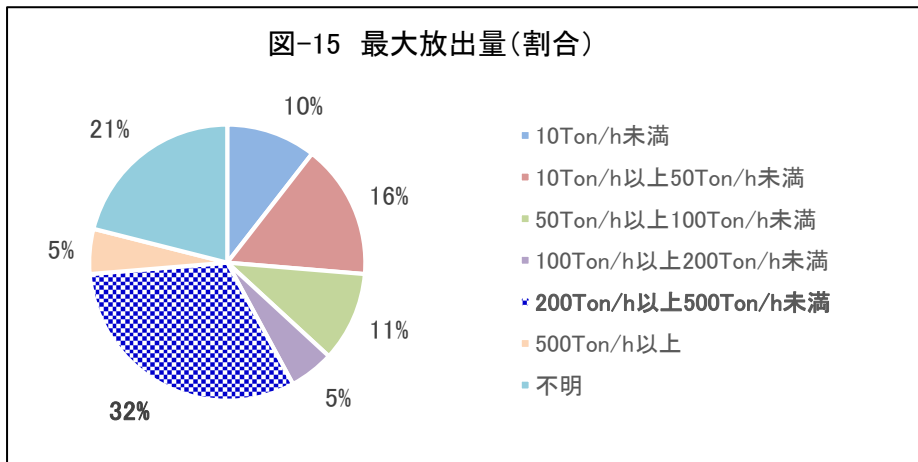
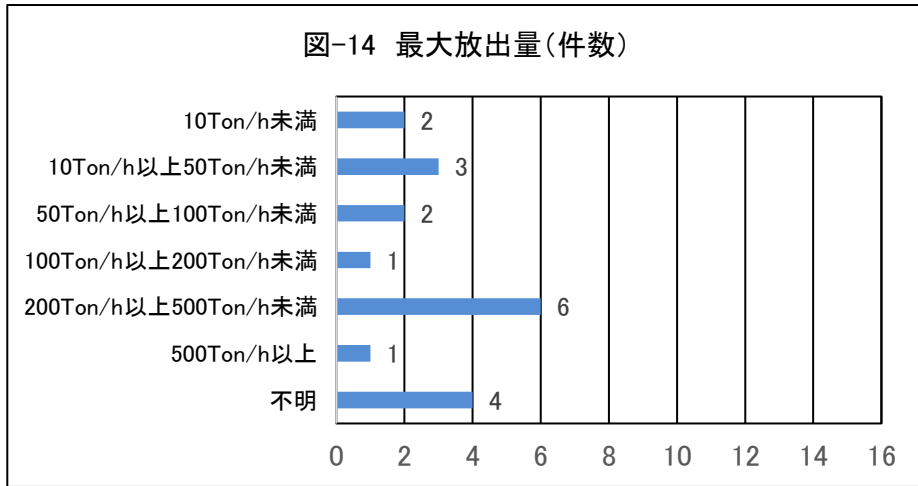
仕様形態では、共通が12件で全体の約6割であった。



(4) 最大放出量

最大放出量を整理分類すると“200 Ton/h以上500Ton/h”が6件で3割であった。

最大放出量的前提条件は、プラントのシャットダウン、装置のトラブル(ユーティリティーの喪失等)や安全弁からの放出量としていた。各設備とも想定される異常現象を定量的に評価し、最大放出量を設定している事業所が多かった。



7. 1. 3 フレア(ベント)スタックの耐震評価と地震対策

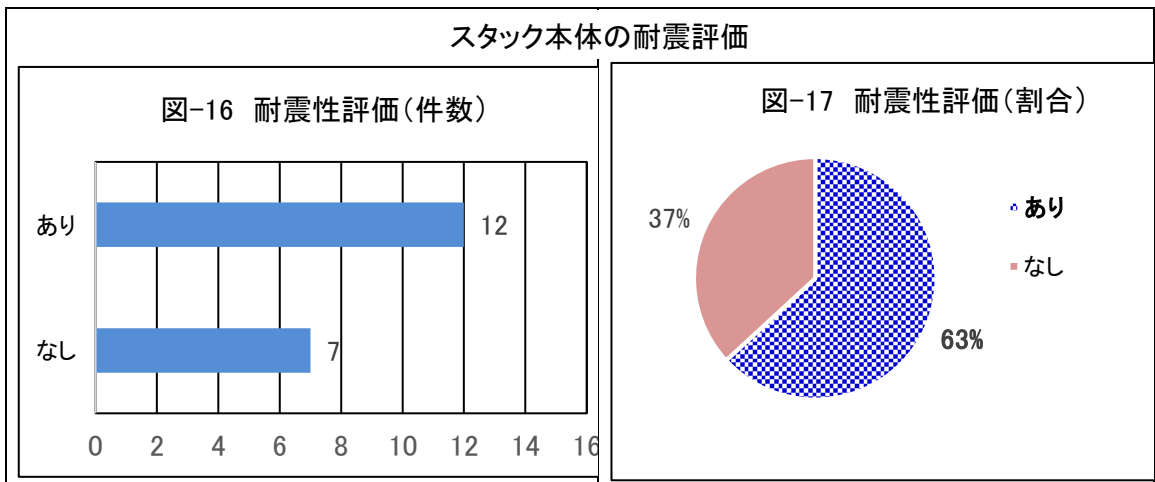
7. 1. 2項(フレア(ベント)スタックの仕様・構成)で回答した19設備について評価した。

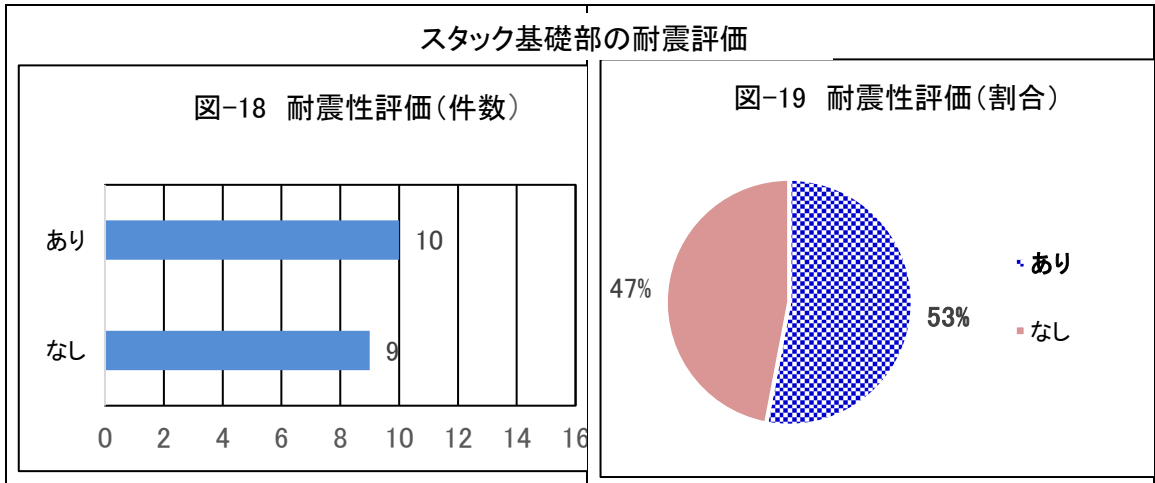
(1) フレア(ベント)スタック本体・基礎部関係

ア 耐震評価の実施状況

スタック本体での耐震評価の“実施(あり)”は12件で約6割であった。

スタック基礎部では、耐震評価の“実施(あり)”は10件で約5割であった。





イ 耐震評価に使用した手法(基準)

(ア) スタック本体

使用した手法は、一つの設備に対して複数手法で評価しているものもあり、すべて合わせると16件であった。

“建築基準法”での評価は7件で約4割を占め、“高圧ガス設備等耐震設計基準”が4件、その他が5件であった。

その他の手法の回答例として、表-4に示した。また、建築基準法・施行令の回答には風荷重が地震力を上回るので風荷重(建設省告示第1454号)の計算をもって耐震性評価としている設備があった。

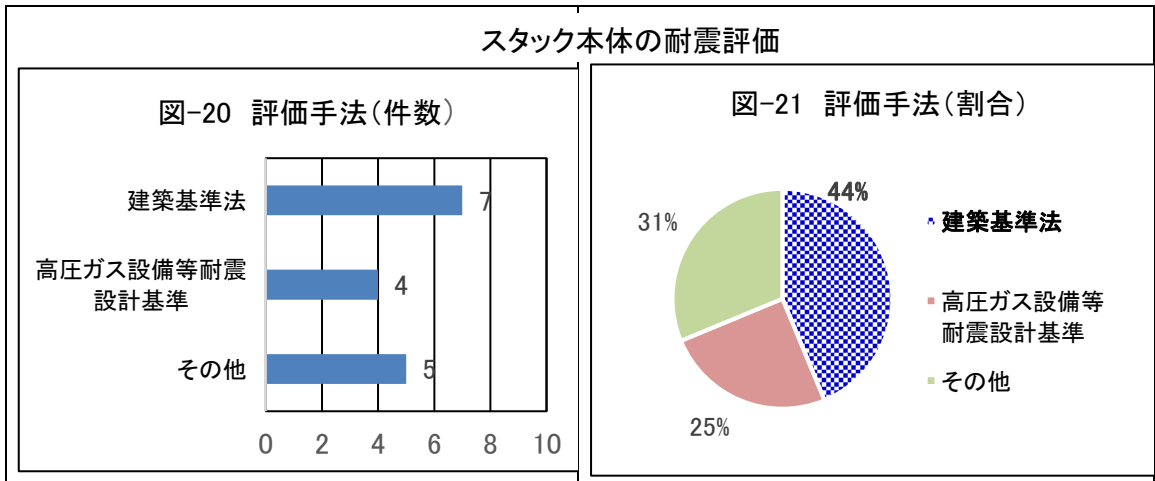


表-4 その他の手法の回答例

その他手法の内訳(スタック本体)
産業・エネルギー基盤強靱性確保調査・強靱性手引き
石油学会規格(JPI-7R-35:スカート有する塔槽類強度計算)
煙突構造設計施工指針
搭状構造設計指針・同解説
鋼構造設計基準
FEM解析

(イ) スタック基礎部

使用した手法では一つの設備で複数手法での評価があり合わせると15件であった。建築基準法での評価は4件、高圧ガス設備等耐震設計基準が6件、その他が6件であった。その他の手法の回答例として、表-5に示した。

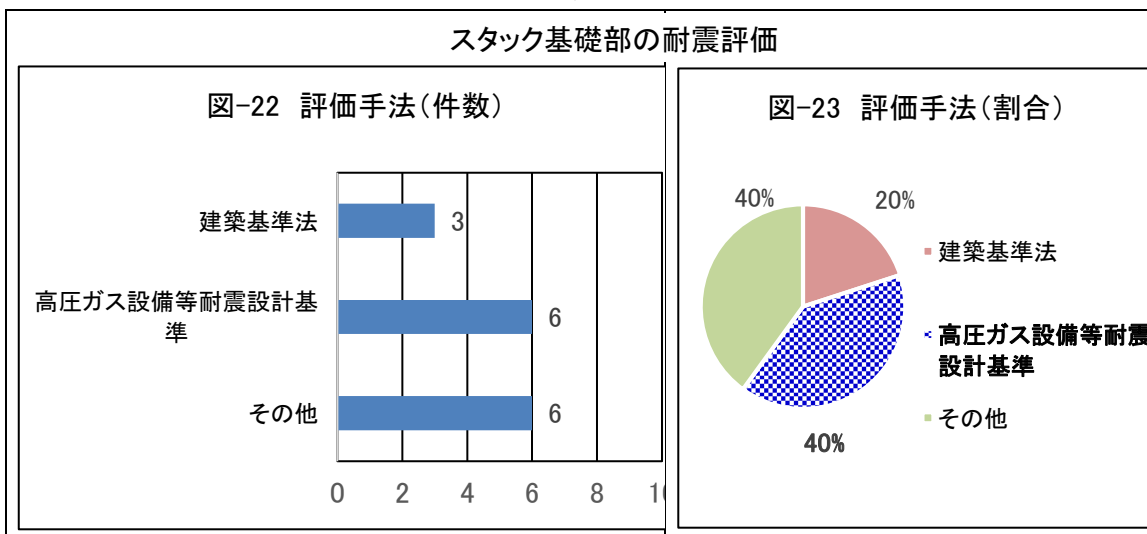


表-5 その他手法の内訳

その他手法の内訳(スタック基礎部)
産業・エネルギー基盤強靱性確保調査・強靱性手引き
石油学会規格(JPI-7R-35:スカート有する塔槽類強度計算)
搭状構造設計指針・同解説
鋼構造設計基準

ウ 地震動レベル評価

高圧ガス設備等耐震設計基準のレベル1耐震性能の評価をしたのは、本体が2件、基礎部が2件であった。また、基礎部についてはレベル2耐震性能の評価をしたのは、1件あった。

表-6 スタック本体における地震動評価

スタック本体における地震動のレベル評価	件数
レベル1	2
レベル2	0
未回答	2

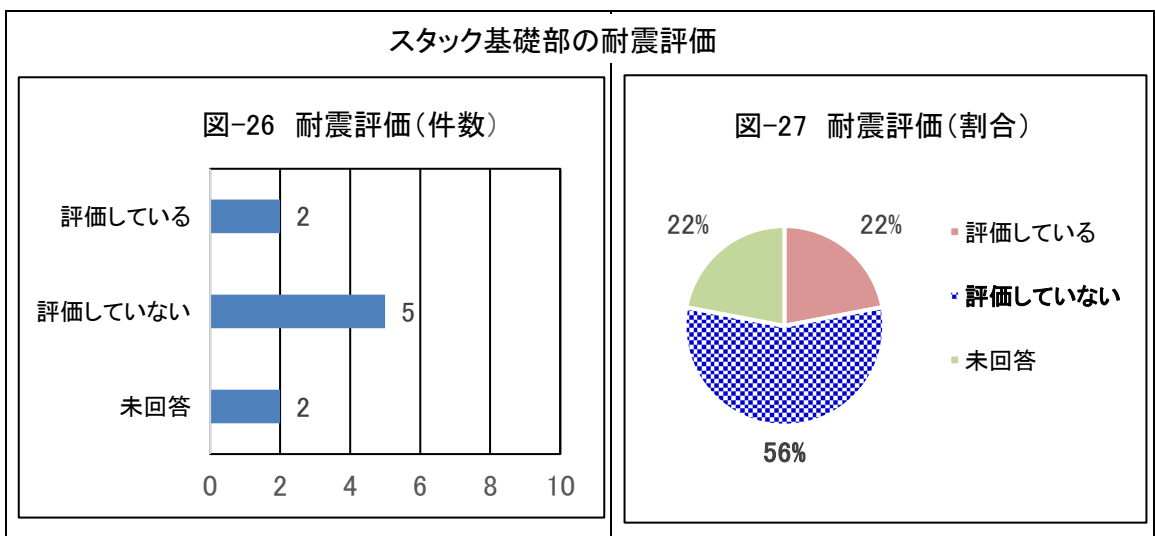
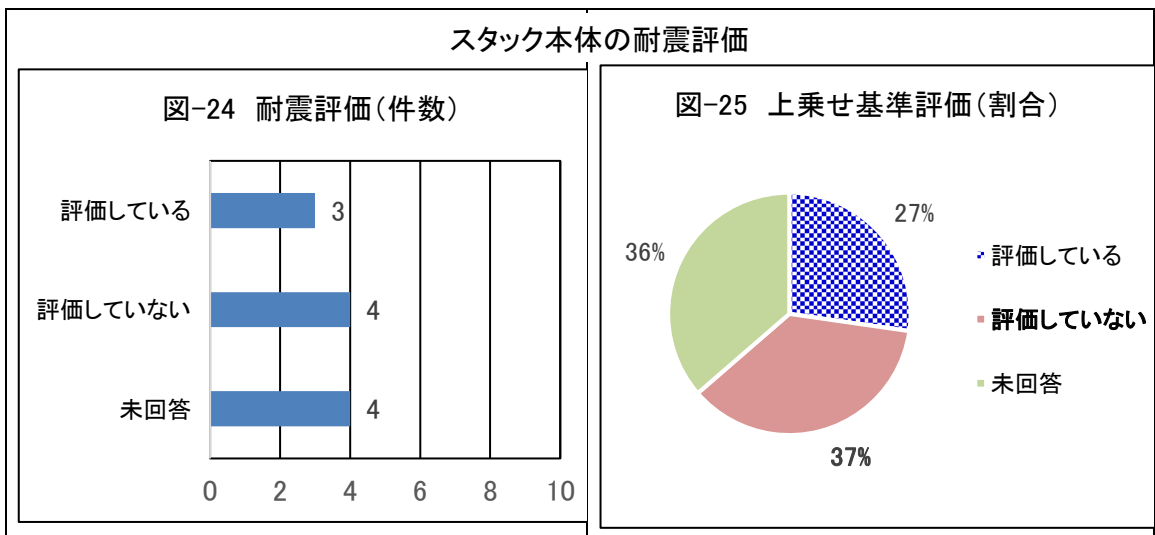
表-7 スタック基礎部における地震動評価

スタック基礎部における地震動のレベル評価	件数
レベル1	2
レベル2	1
未回答	3

エ 上乗せ評価

耐震評価で高圧ガス設備等耐震評価基準及び建築基準法を使用した設備において、上乗せ評価は、スタック本体で評価しているのは3件で、その内2件は高圧ガス設備等耐震設計基準のレベル1耐震性能評価の際に地震動の上乗せなどを行っており、1件は建築基準法上の風速34m/sに対し、40m/sで評価していた。

スタック基礎部では2件であり、高圧ガス設備等耐震設計基準のレベル1耐震性能評価の際に地震動の上乗せなどを行っていた。



オ 耐震化事例

検討中のものも含めて回答は、以下の通りであった。

a スタック本体

(a) 支持構造部材に補強部材を新たに接合(ボルト接合)することを検討中。

b スタック基礎部

(a) 杭の打ち増し、既存基礎(地中梁・フーチング)の断面補強の実施。

(b) 杭の引き抜かれ対策として基礎梁上に重しの増設を検討中。

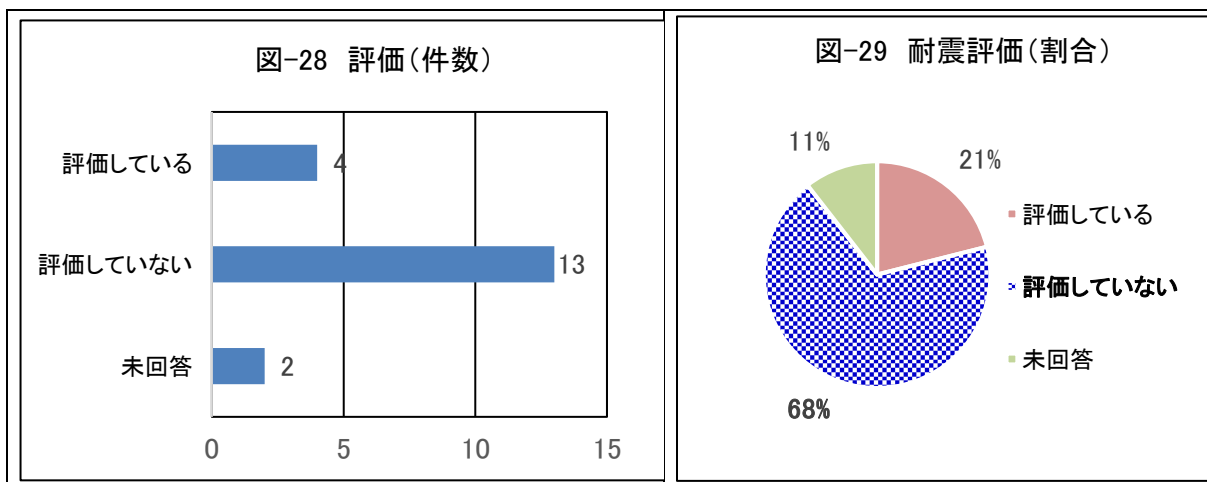
c その他(補強不要、問題のないことの確認)

(a) 産業エネルギー基盤強靱性確保調査-強靱性手引きに基づき、東京湾北部地震動に対し、高圧ガス設備等耐震設計基準のレベル1耐震性能を有することを確認した。

(2) 配管(スタック本体に接続されている配管)関係

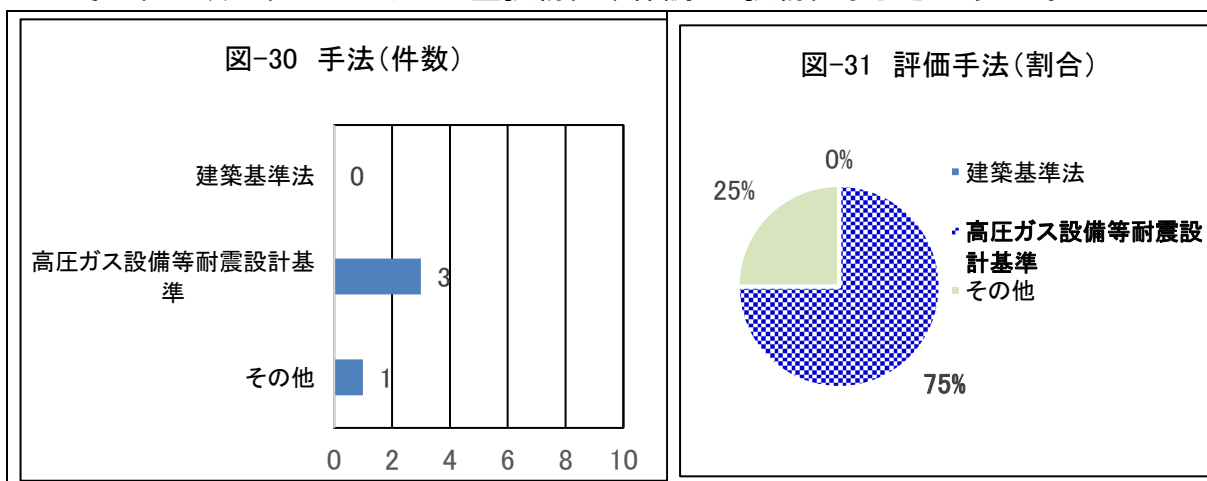
ア 耐震評価の実施状況

耐震評価済み(評価している)は4件、未評価(評価していない)13件で、約7割が未評価であった。



イ 耐震評価に使用した手法(基準)

耐震評価済みの4件は、高圧ガス設備等耐震設計基準が3件、その他1件であった。その他は、産業エネルギー基盤強靱性確保調査-強靱性手引きであった。



ウ 上乗せ評価

高圧ガス設備等耐震評価基準で評価した3件の内、高圧ガス設備等耐震設計基準のレベル1耐震性能評価の際に東京湾北部地震の地震動を用いた回答が2件あった。

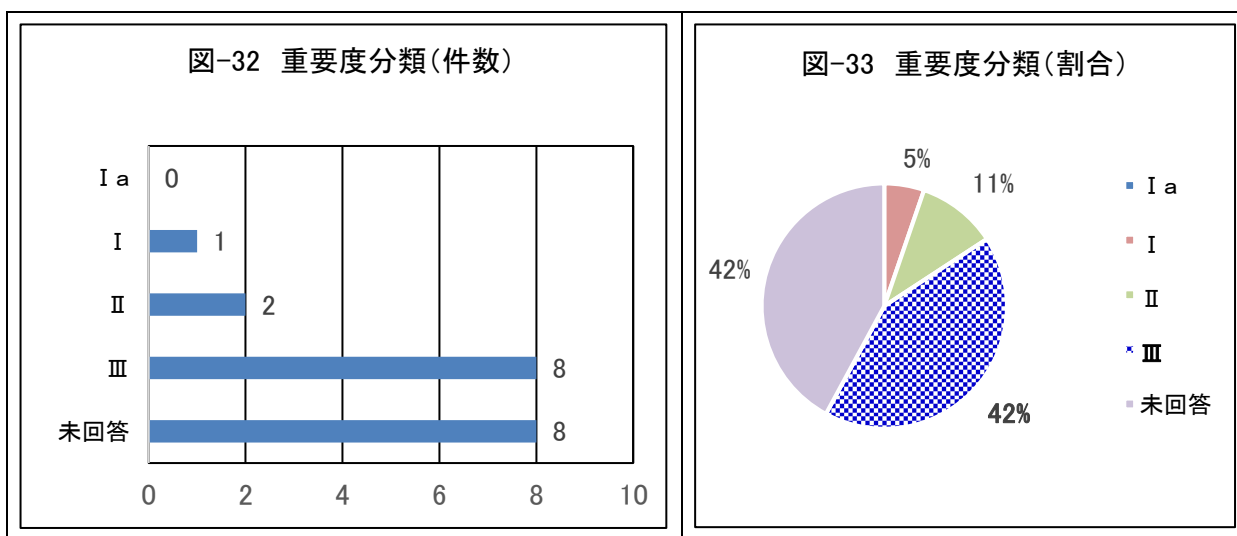
エ 耐震化事例

実施事例として、以下の回答があった。

- a エルボー及びティーの肉厚化
- b サポートの形状変更・追加、分岐部の形状変更
- c フレキシブルチューブの挿入

オ 重要度の試験的分類

耐震設計指針の手法で計算した場合、いずれに相当するか試算してもらったところ、Ⅲ(通常の耐震性を有する)に該当する設備が、8件で4割であった。



〔注釈〕

- I a : その損傷もしくは機能喪失が、事業所外の広範囲の公衆財産、環境に破壊的損害を与える恐れのあるもの
- I : その損傷もしくは機能喪失が事業所外の公衆財産、環境に多少の損害を与える恐れのあるもの
- II : その損傷もしくは機能喪失が事業所外の人命を損なう恐れのないもの
- III : 通常の耐震性を有するもの

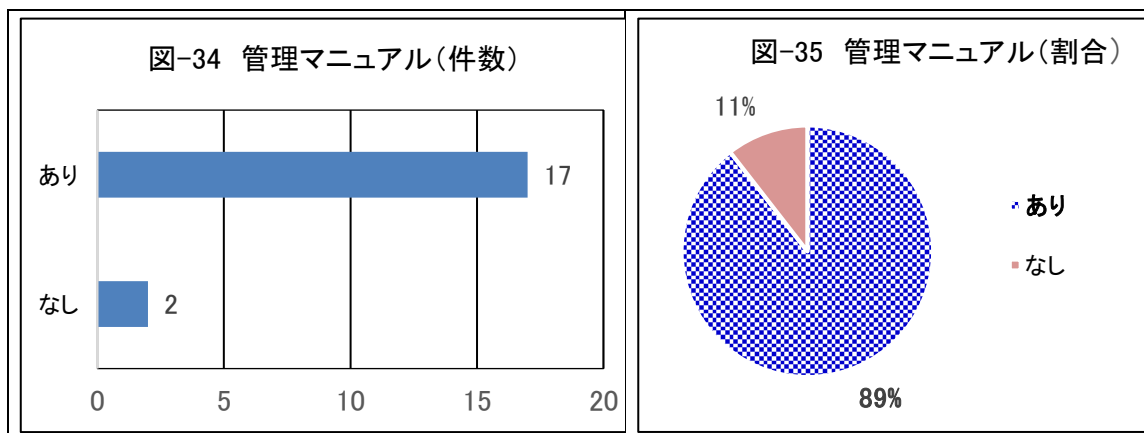
7. 1. 4 フレア(ベント)スタックの運転管理関係

7. 1. 2項(フレア(ベント)スタックの仕様・構成)で回答した19設備について評価した。

(1) 通常運転時の管理

ア マニュアル(作業基準・標準)の整備状況

マニュアルの整備“あり”は17件で9割が整備していた。



イ 運転管理及び監視項目

運転管理、及び監視項目としての回答は、以下の通りで、フレアスタックは分散制御システム(DCS)にて圧力、温度の管理、監視カメラによる炎の状況確認、パイロットバーナーの失火の有無、騒音管理等が主な項目であった。ベントスタックではDCSにてガス流量の管理、ガス検知器によるガス濃度管理、配管内のドレン管理が主な項目であった。

表-8 運転管理及び監視項目

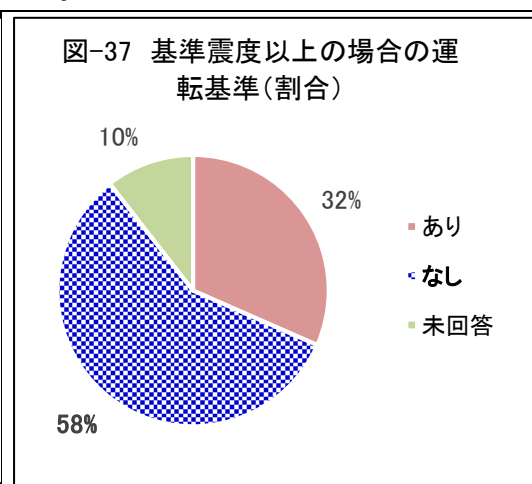
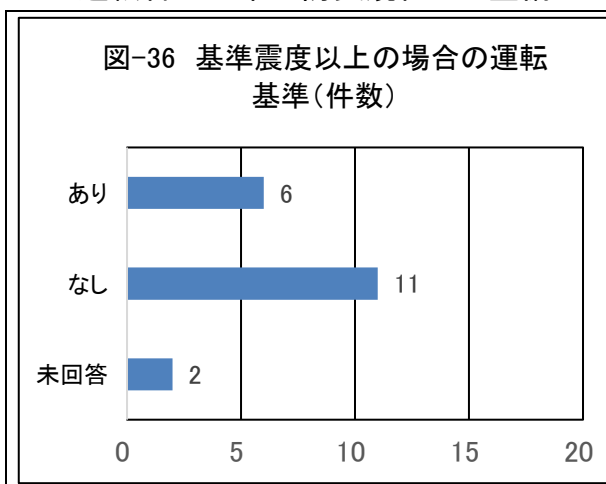
フレアスタック	ベントスタック
[計器室] ・DCS(分散制御システム)にてパイロットの失火の有無(温度監視) ・パイロットバーナーの火種のプロパンガスの圧力監視 ・フレアヘッダーラインの圧力監視(負圧による逆火防止) ・近隣に設置された検知器によるガスリーク有無の監視 ・監視カメラ(炎の状況) [フィールド(現場)] ・ノックアウトドラムのレベ・内部液温度確認 ・シールドラムのレベル確認 ・黒煙・騒音・振動等有無 目視	[計器室] ・DCS(分散制御システム)にてライン中の流量管理 ・近隣に設置されたガス検知器によるリークの確認 [フィールド(現場)] ・エバポレータ内のレベル確認 ・スチームコンデンセート配管にドレン滞留有無確認

(2) 災害・地震発生時の管理

ア マニュアル(作業基準・標準)の整備状況

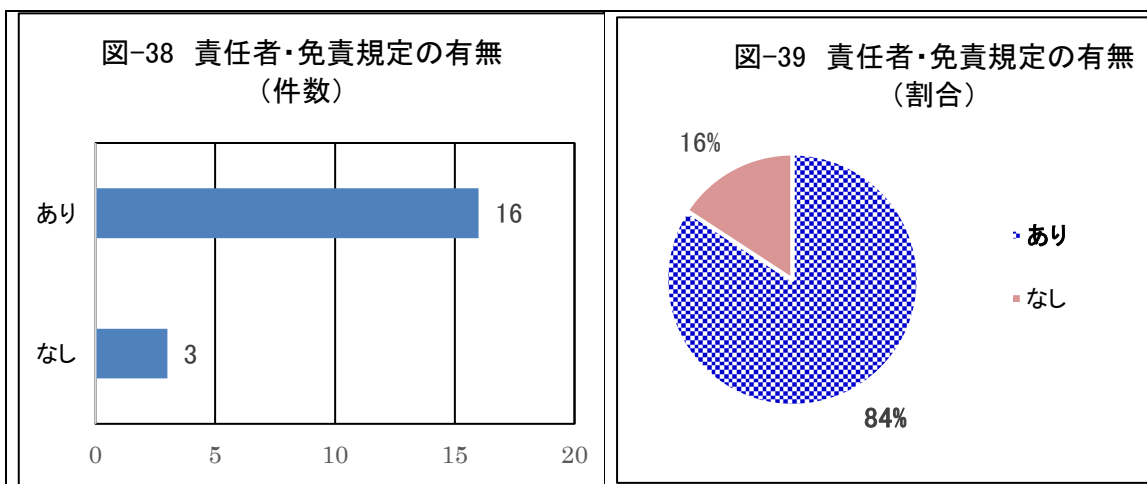
(ア) 基準震度以上の地震発生時における運転基準

“整備していない(なし)”が11件で6割となっているが、この11件すべてが大規模地震時(基準震度以上)では自動停止システムを導入していた。“あり”では、運転管理基準や防災規程にて整備していた。



(イ) 装置の緊急停止を判断する責任者の明示と免責規定

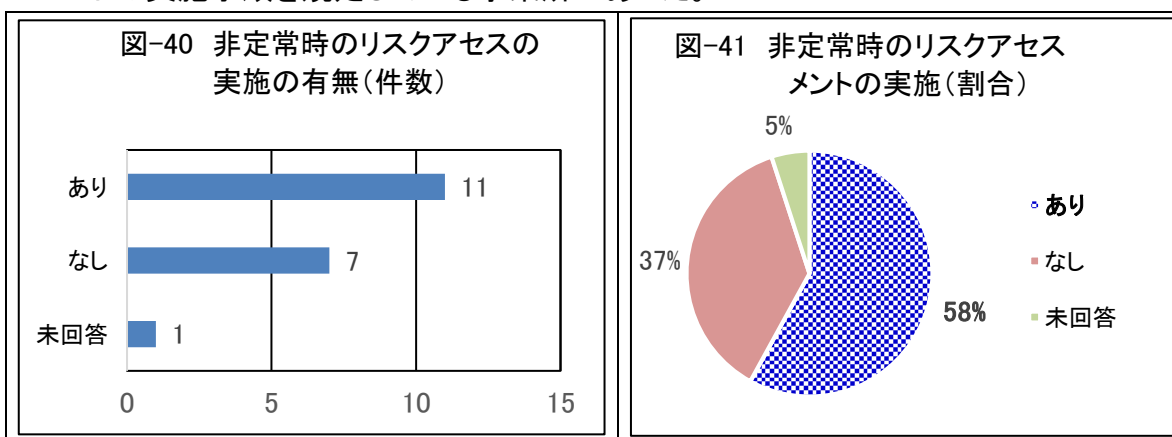
緊急停止を判断する責任者及び代行者の明示と免責規定を明記では、“あり”が16件で約8割が規定していた。



イ 非常時(地震発生時)のリスクアセスメントの実施状況

非常時(地震発生時)でのリスクアセスメントは、“実施している(あり)”が11件で約6割が実施していた。

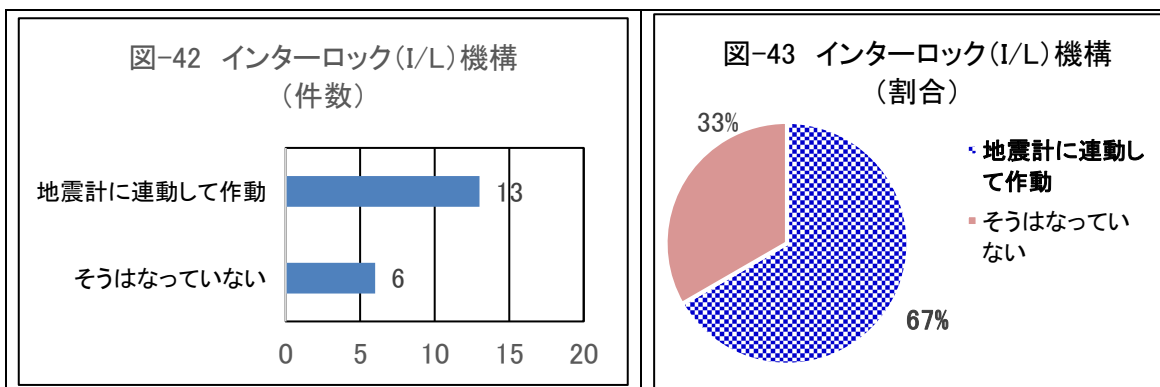
リスクアセスメント実施にあたって、リスク管理要領や緊急停止処置手順にリスクアセスメントの実施手順を規定している事業所があった。



ウ 制御システム(インターロック機構と安全システムの状況)

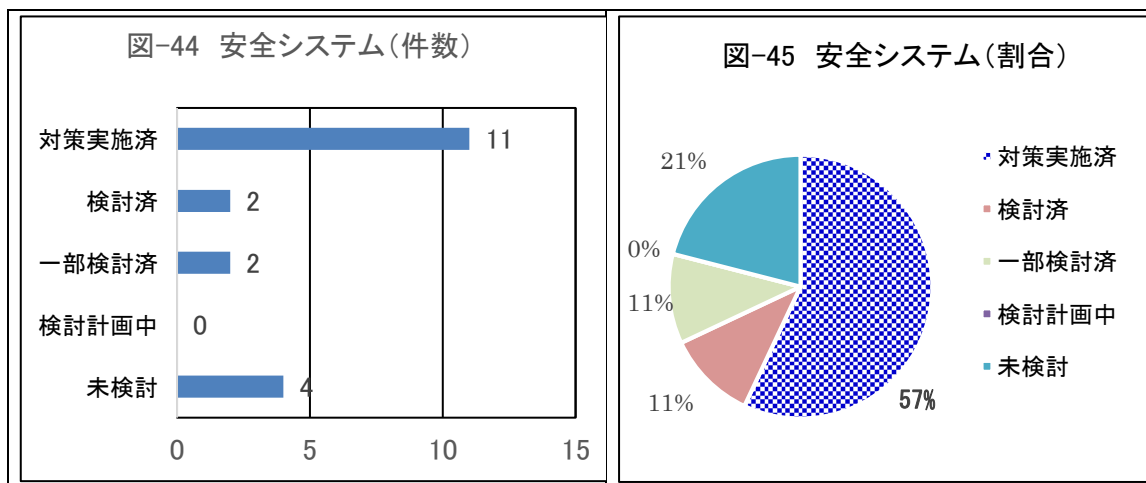
(ア) インターロック機構

地震発生時に連動するインターロック(I/L)が基準震度以上の場合、自動的にフレアを使用するシーケンスを導入している設備は、13件で、約7割であった。



(1) 安全システム

地震時に自動的に停止させる安全システム(例えば脱圧シーケンス等)では、“対策実施済”が11件で、約6割がすでに導入済であった。その対策は、地震計と連動した2 out of 3(地震計3個のうち2個が基準値を超えると作動)の停止システムであった。



(3) 運転管理項目

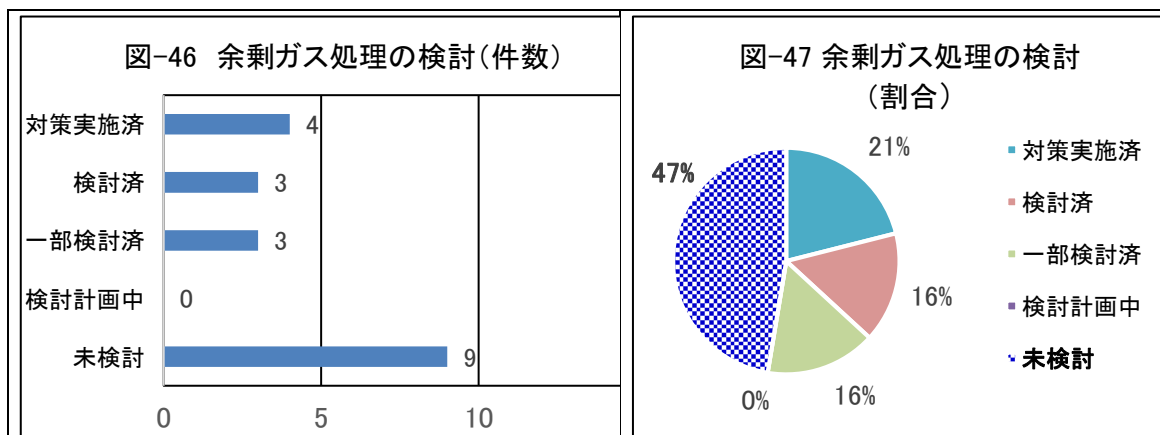
通常運転時の管理項目(表-8)の他、下記の項目を付加していた。

表-9 災害・地震発生時の管理項目

フレアスタック	ベントスタック
・処理量異常有無 ・回転機異常有無 ・消防設備・建屋・防液堤・通信異常有無	・スタック、散水ラインの目視点検 ・散水用水循環ポンプ圧力監視
・計装異常有無(温度圧力等) ・タンク液面異常有無	

(4) 余剰ガスの処理対策と処理方法

地震でフレアスタック(ベント)の機能が損なわれた場合、発生した余剰ガスの処理は、“未検討”が9件で、約5割であった。



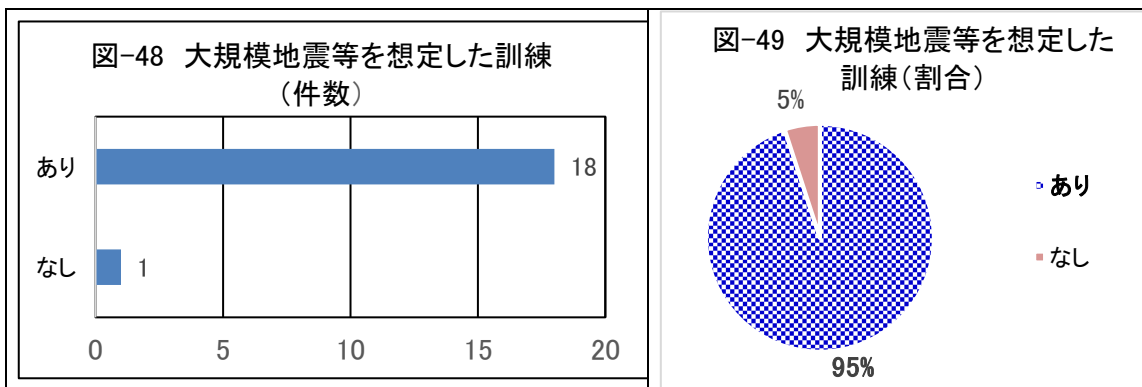
“検討済”、“一部検討済”では、以下のような回答があった。

- ・ディーゼル発電機による計装用電源供給等でフレア機能を維持する。
- ・拡散するための配管を設置した。(ベントスタック)

- ・別系統のフレアスタックが健全であることを前提に切り替える。
- ・大規模地震によるフレア機能喪失の主要因は電源・計器用空気等の喪失のため、計器用電源供給用ディーゼル発電機の設置等を検討している。

(5) 地震時の訓練

大規模地震を想定した訓練は、ほぼすべての事業所が実施していた。



訓練内容は、安否・通報連絡、緊急措置対応、被害低減対応が主であった。

〔訓練の実施例〕

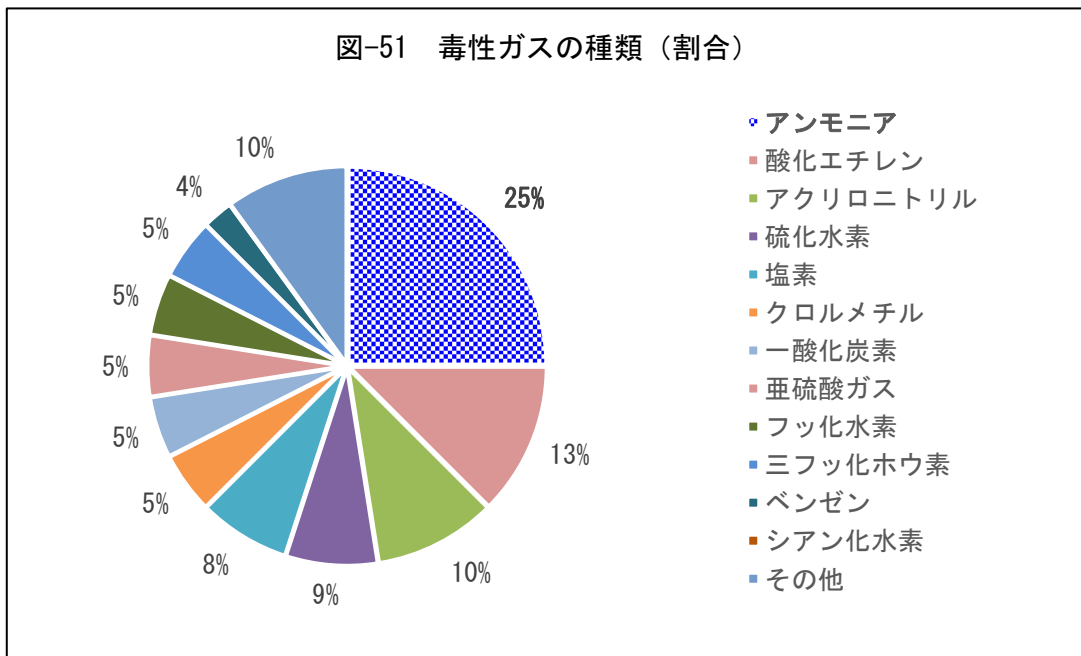
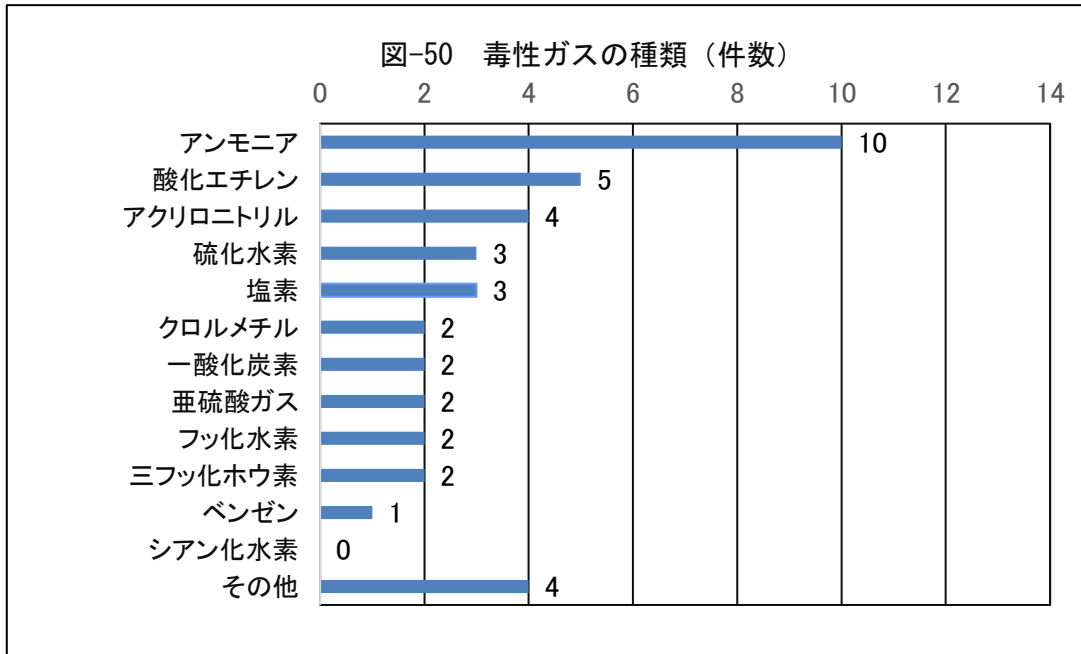
- ◇概要 震度5強の地震が発生し、配管損傷によりガスが漏えいした想定で緊急対応、及び被害低減対応についての訓練を実施
- ◇緊急対応 基本対応事項の模擬訓練安否確認、被害状況確認、緊急時連絡網による連絡 等
- ◇被害低減対応 緊急遮断弁操作、漏洩部前後のバルブ閉止作業 等

7.2 毒性ガスの除害設備のアンケート結果

(1) 仕様関係

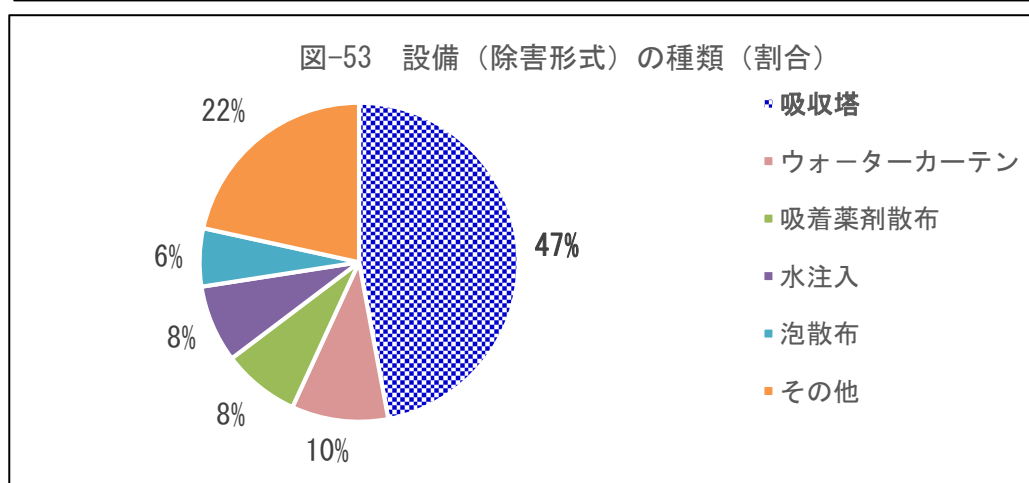
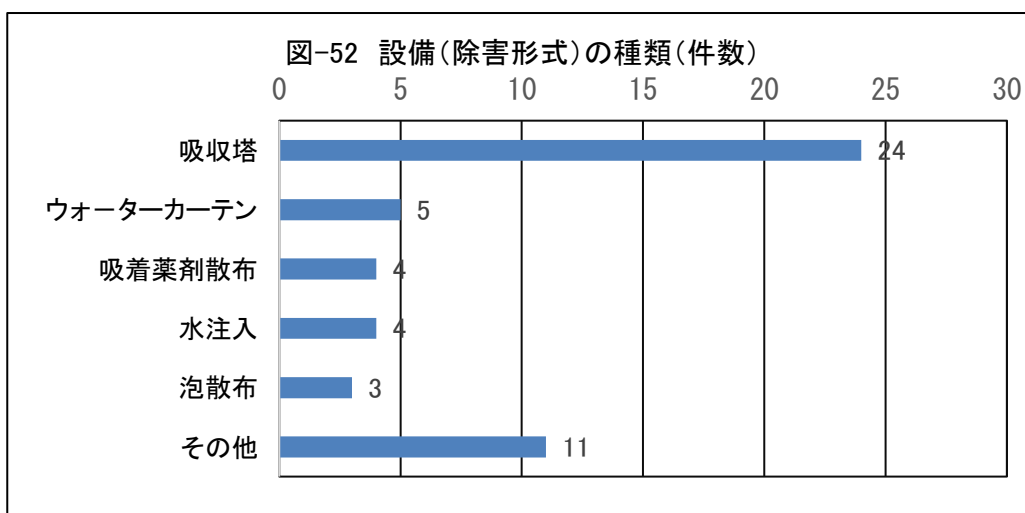
ア 取り扱っている毒性ガスの種類

回答を得た21事業所(総数40設備)で扱っている毒性ガスの種類は以下の通りで、アンモニアが一番多く10件、次に酸化エチレン5件、アクリロニトリル4件となっていた。その他として4件(10%)あるが、毒性ガスの種類は塩化メチル、フッ素、ジメチルアミン、ETBE(Ethyl Tert-Butyl Ether)であった。



イ 除害設備(除害形式)の種類

除害形式は、設備によっては複数設置していて総数は51件で、吸収塔方式が24件と約5割を占めていた。



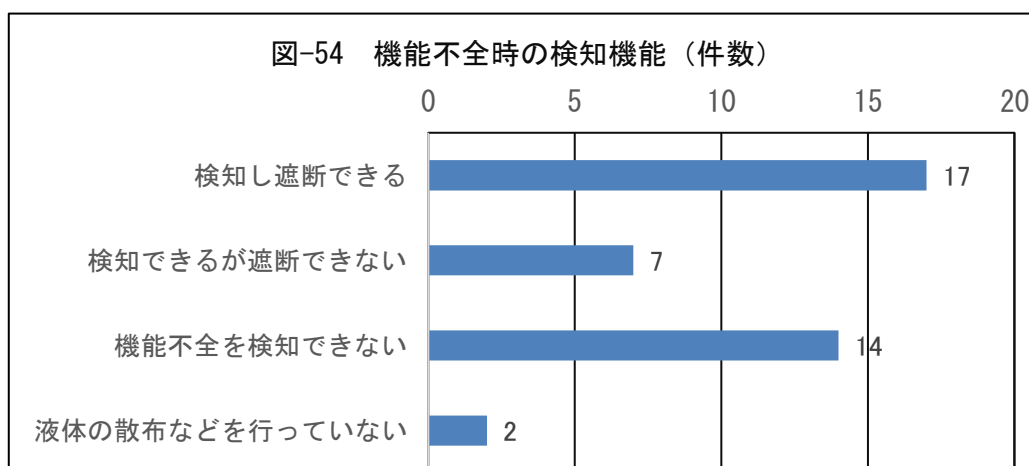
ウ 遮断設備機能

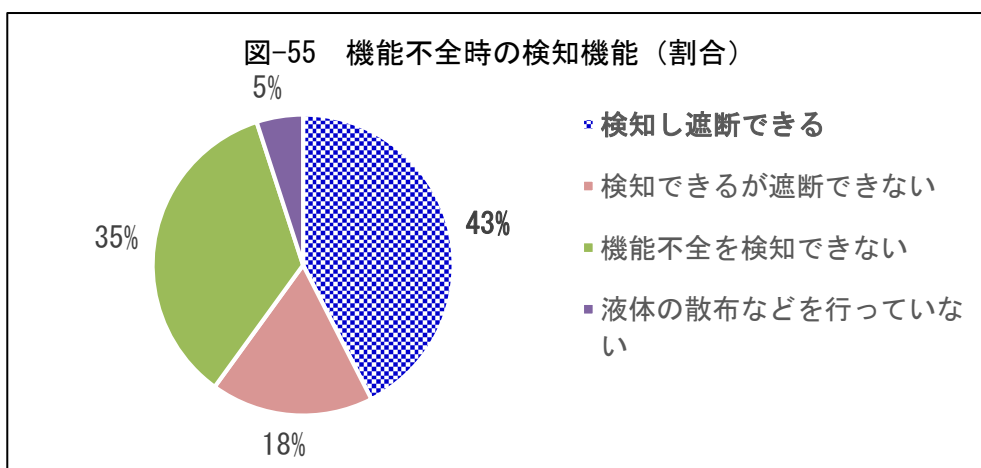
(ア) 除害設備の機能不全時の検知機能の設置有無

除害設備の機能不全を検知して、毒性ガスの受払いを遮断する機能においては、“機能不全を検知し遮断できる”は17件で、約4割であった。

“検知できるが遮断できない”事例として、以下のような回答があった。

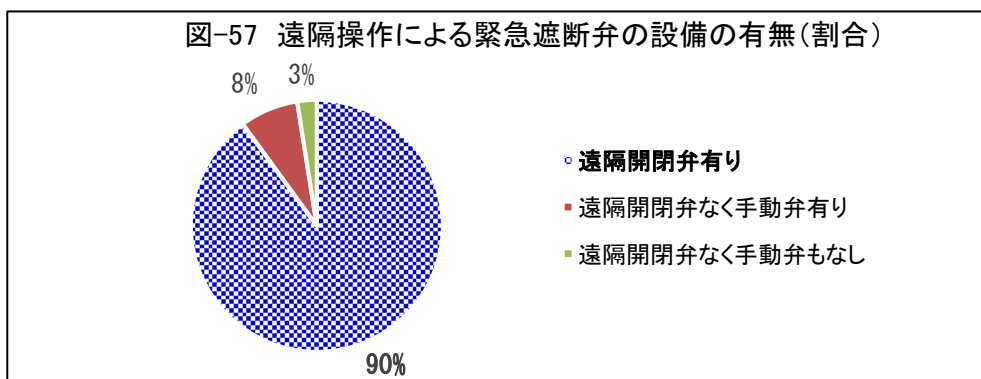
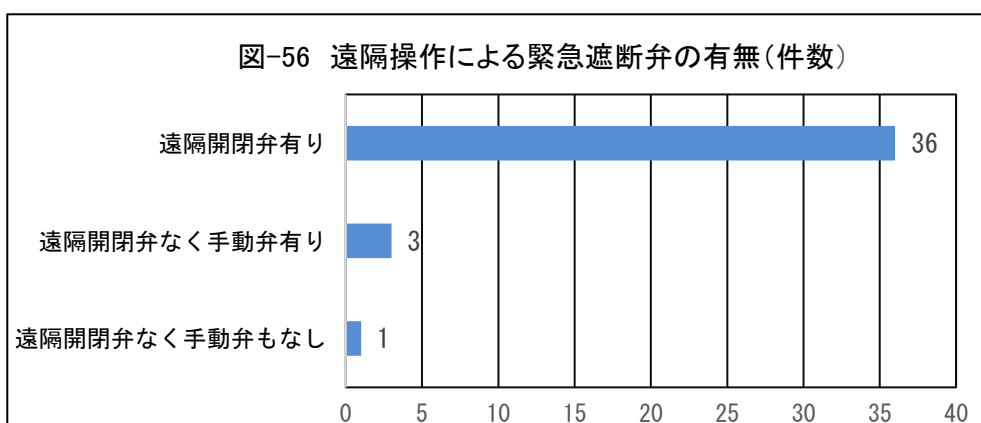
- ・機能不全(ポンプ停止、循環流量、PH計、排ガスガス検知をDCS管理)を検知できるが遮断できない。





(イ) 遠隔操作による緊急遮断弁の設置状況

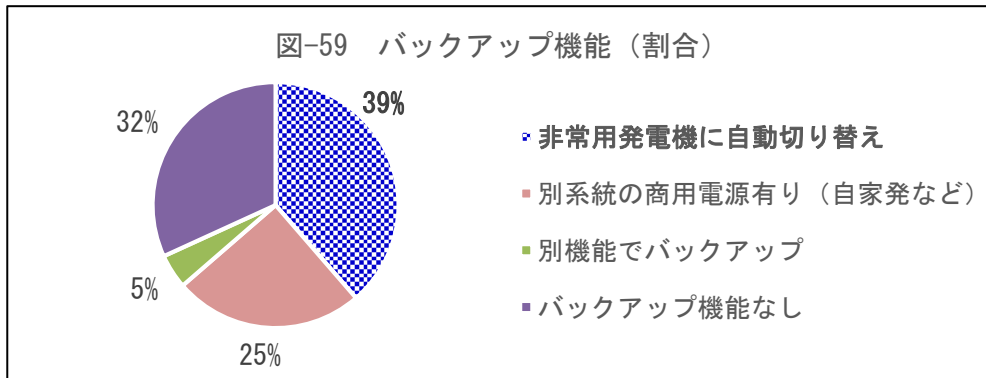
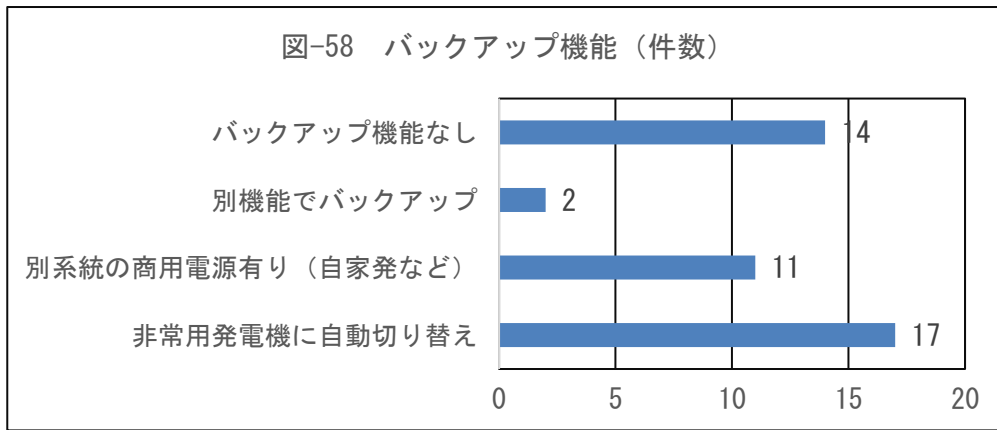
遠隔により開閉操作が可能な受払弁、または緊急遮断弁では、“遠隔開閉弁あり”が36件とほぼ全てで遠隔操作できる機能となっていた。



(ウ) 常用電源喪失時のバックアップ機能の有無

回答では、一つの設備で複数のバックアップ機能を有した設備があり、その総数は44件であった。

除害設備の常用電源が喪失した場合のバックアップ機能では、“バックアップ機能がなし”は14件で、別機能（高所タンクからの散水等）、非常用発電機や自家発電等の“バックアップ機能を有している”は全体で26件となっており、約7割がバックアップ機能を有していた。

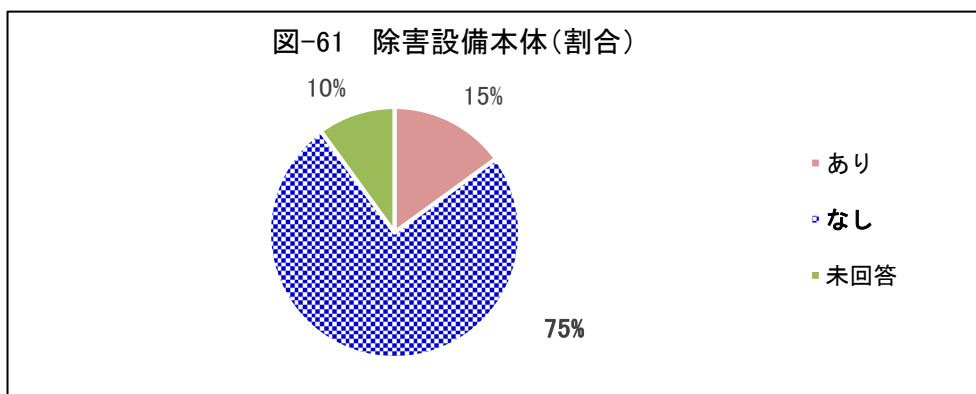
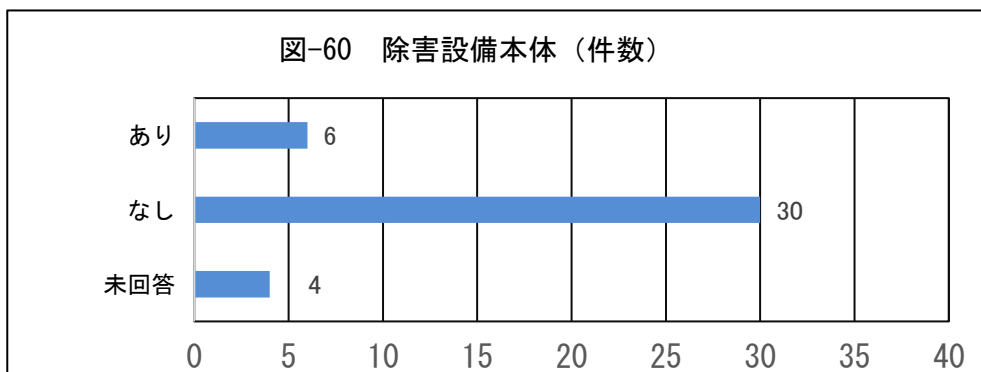


(2) 地震対策関係

ア 耐震評価の実施状況

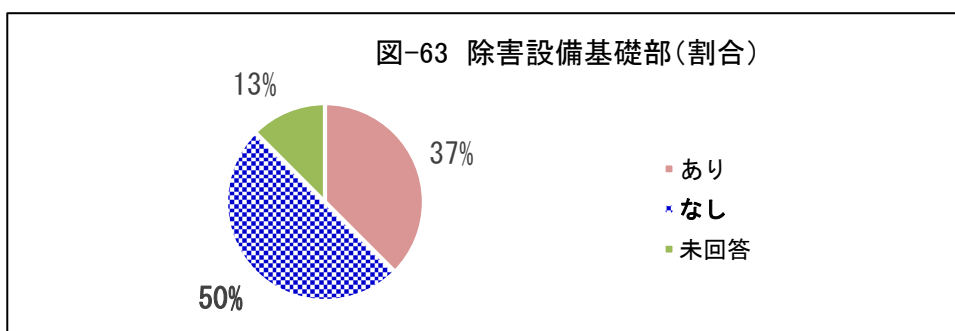
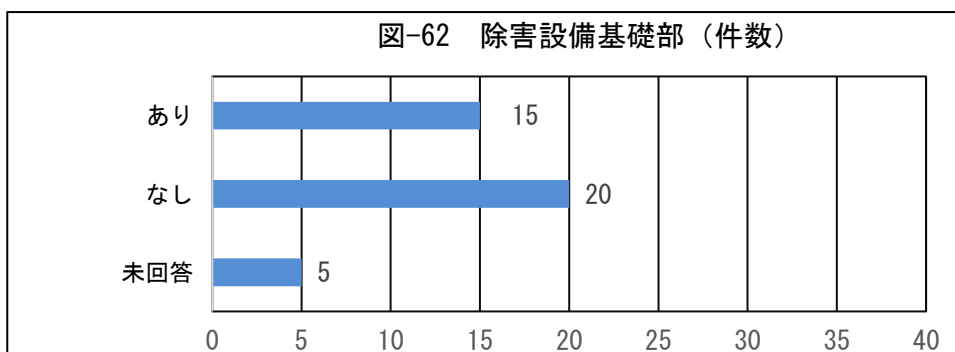
(ア) 除害設備本体の耐震評価

“耐震評価していない(なし)”は30件で、約8割であった。



(イ) 除害設備基礎部の耐震評価

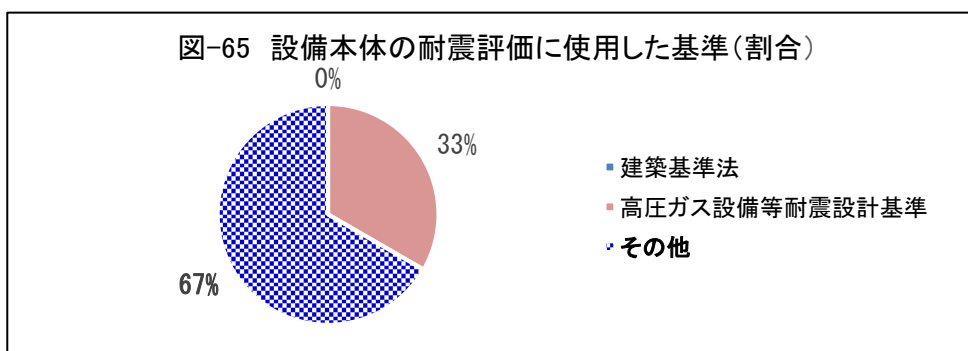
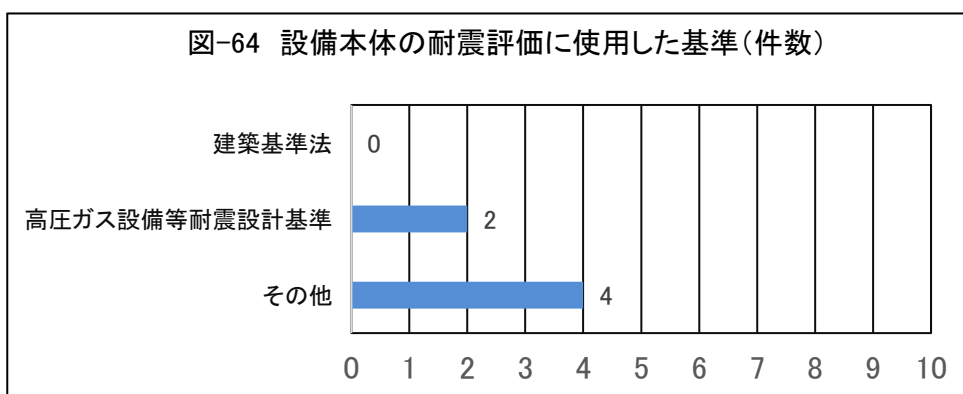
“耐震評価していない(なし)”は20件で、5割であった。



ウ 耐震評価手法(基準)

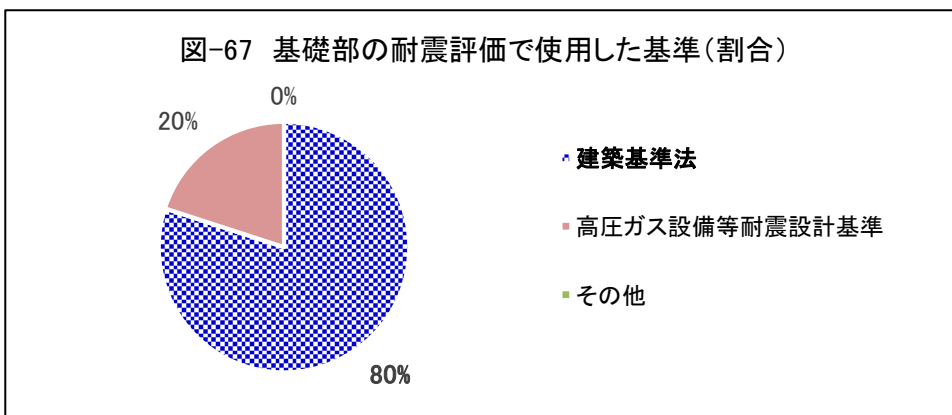
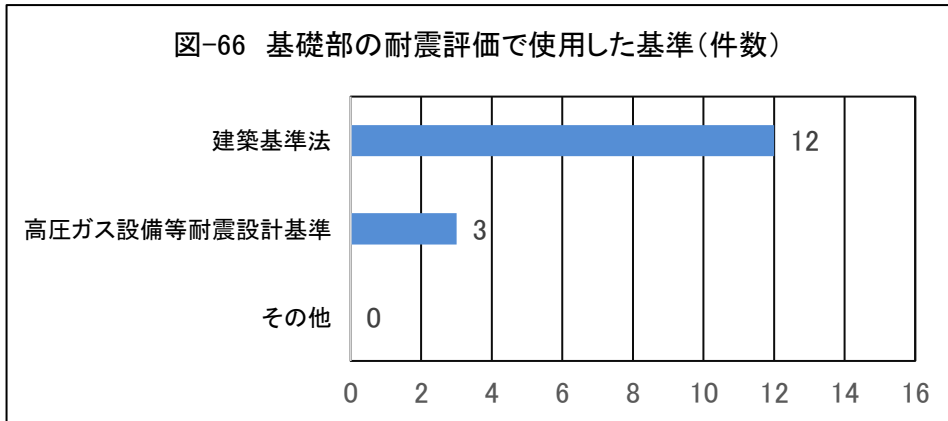
(ア) 除害設備本体

耐震評価した設備(6件)において、“高圧ガス設備等耐震設計基準での評価”は2件で、“その他”での評価が4件であった。その他での回答で使用した手法としては、JPI(石油学会)規格を使用していた。



(イ) 除害設備基礎部

耐震評価した設備(15件)において、設備基礎部では建築基準法が12件で、“高圧ガス設備等耐震設計基準”は3件であった。



(ウ) 地震動レベル評価

設備本体では、高圧ガス設備等耐震設計基準(レベル2)で評価した設備が1件であった。また、設備の設置時の資料から、同基準レベル1で評価した設備が1件あった。

基礎部では同基準(レベル2)で評価したものが2件であった。また、設備の設置時の資料から同基準レベル1で評価した設備が1件あった。

表-10 地震動レベル評価

設備本体: 高圧ガス設備等耐震設計基準での地震動レベル評価	件数	備考
レベル1	1	←設備設置時資料による評価結果
レベル2	1	
設備基礎部: 高圧ガス設備等耐震設計基準での地震動レベル評価	件数	
レベル1	1	←設備設置時資料による評価結果
レベル2	2	

(I) 事業所独自の上乗せ評価

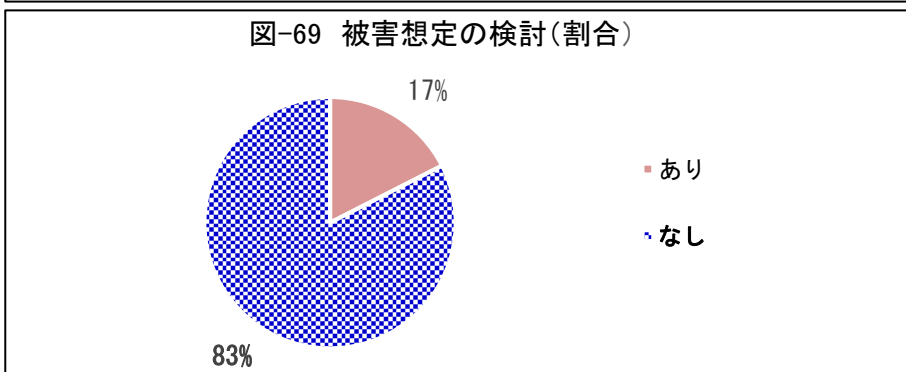
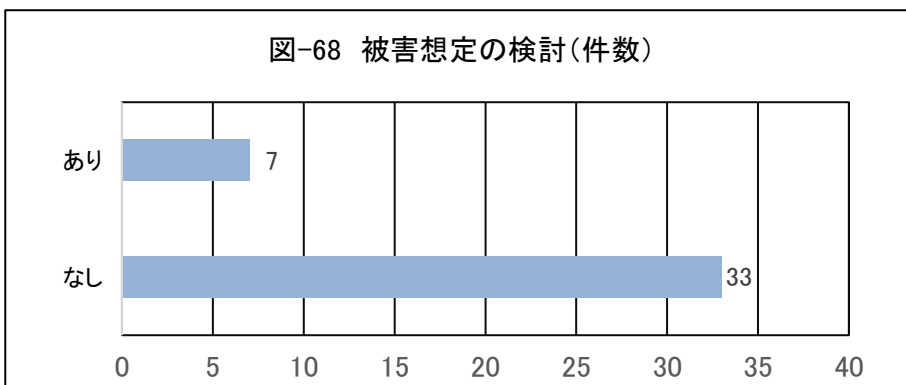
建築基準法や高圧ガス設備等耐震設計基準で評価した施設において、事業所独自の上乗せ評価をしているところはなかった。

表-11 事業所独自の上乗せ評価

設備本体	件数	基礎部	件数
①評価している	0	①評価している	0
②評価していない	6	②評価していない	15

エ 被害想定

地震等の自然災害による被害想定を“検討している(あり)”は7件で約2割、“検討していない(なし)”が33件で、約8割が検討していなかった。



被害想定を検討した事業所においては、その低減対策として以下のような回答があった。

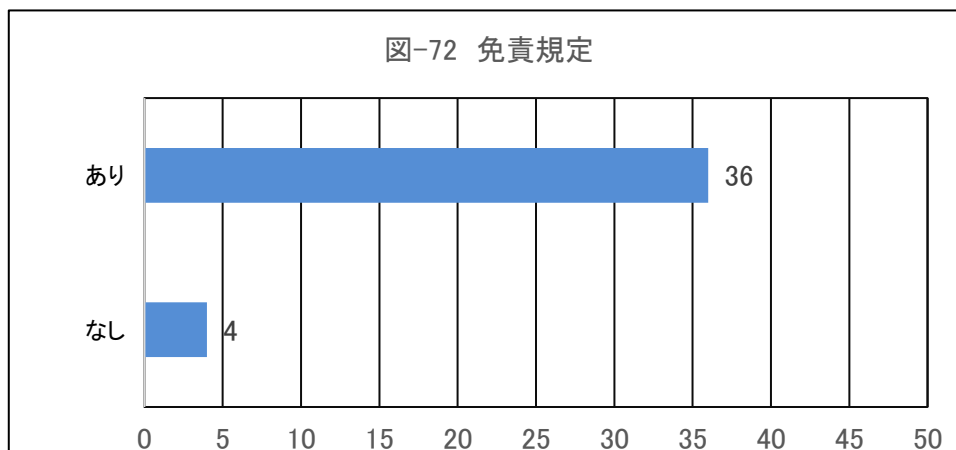
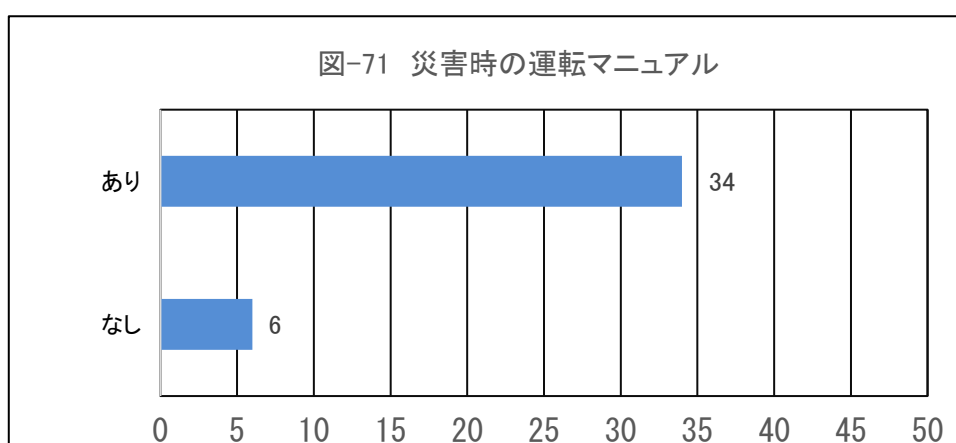
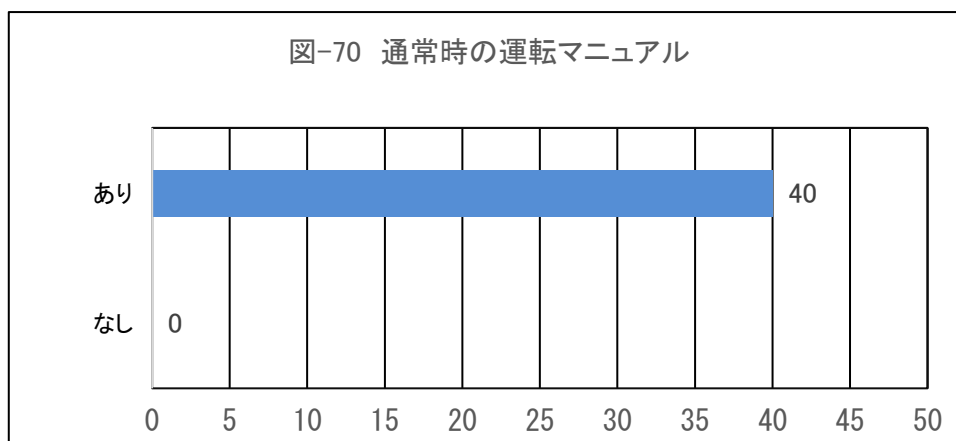
- ・主な除害設備は消火用水を使用した散水設備であり、消火用水の供給はディーゼル駆動ポンプを設置している。
- ・除害設備(散水)から燃焼放散(フレアスタック)へ処理を切り替える。

(3) 運転管理

ア マニュアルの整備状況

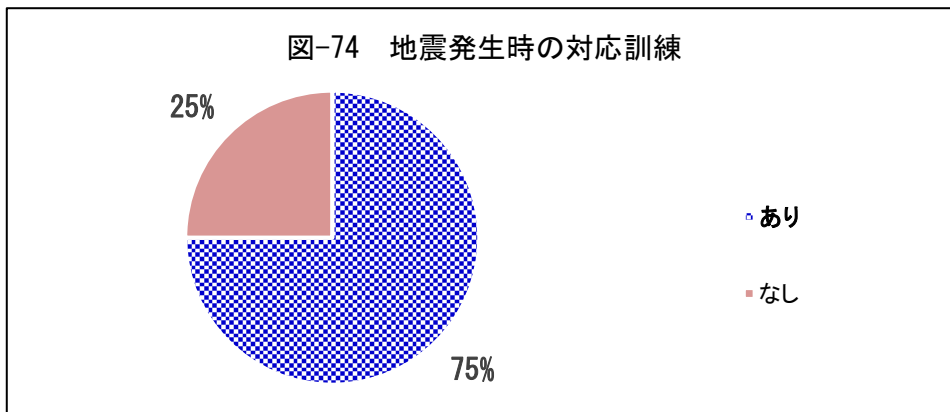
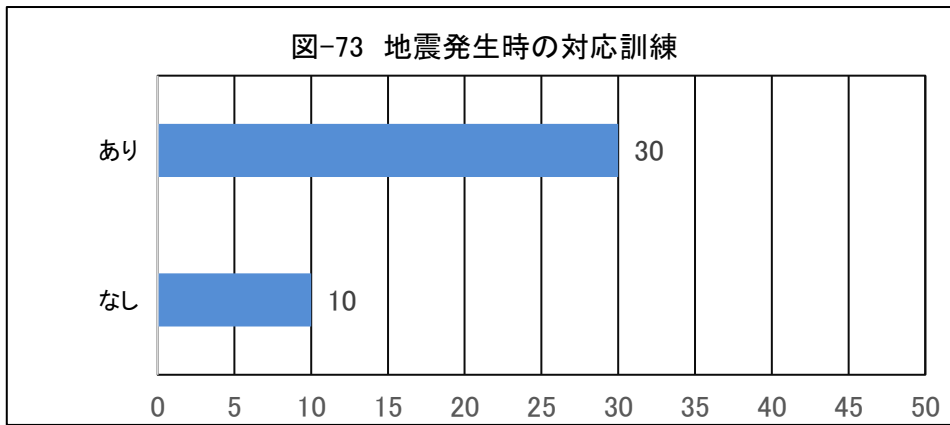
通常時、及び災害時(地震発生時)の運転マニュアル整備状況で、通常時のマニュアルについては、全ての設備で整備されていた。災害時のマニュアルについては34件で9割近くで整備されていた。

また、緊急停止を判断する責任者及びその代行者の規定と緊急停止に対する免責規定については、38件で9割で整備されていた。



イ その他(地震発生時の対応訓練の実施状況)

除害設備を含めた地震発生時の対応訓練は、“実施している(あり)”が30件で、8割近くが実施していた。



訓練内容では、各事業所とも安否・通報連絡、緊急措置対応、被害低減対応が主であった。

〔訓練実施(例)〕

- ◇(概要) 震度6強の地震が発生し、ガスが漏洩した想定で緊急対応及び被害低減対応についての訓練実施
- ◇(緊急対応) 基本対応事項の模擬訓練
(安否確認、被害状況確認、緊急時連絡網による連絡 等)
- ◇(被害低減対応) 漏洩ガス拡散防止処置 等

7.3 先進的な取り組み事例調査(他県の事業所へのヒアリング調査)

地震災害発生時等の緊急時に、各装置内部にある大量の可燃性ガスを安全に排出しながら迅速に装置を停止するために必要な、緊急移送設備(フレアスタック)の能力を考慮した製油所全体の一括緊急自動停止システムを導入している事業所へ訪問し、ヒアリングを行った。

(1) ヒアリング調査

日時 平成29年10月24日 午後1時30分から午後3時30分
 場所 千葉県内の石油会社
 訪問者 検討委員会委員4名

(2) ヒアリング結果

この製油所では、阪神淡路大震災(1995年)を契機に来るべき世代交代(団塊世代の退職)の対応、情報の一元化・共有化、安全・安定操業体制の強化を図るために、製造各課毎に手動操作による緊急脱圧を行うこととしていたものを、緊急移送設備(フレアスタック)の能力を考慮した製油所全体の一括緊急自動停止システムを2009年に全面導入していた。

ア システム概要

大規模地震発生時には、地震計(2 out of 3)と連動して自動的にフレア負荷を許容値以下に抑えるべく、シーケンス制御により決められた順序に従って、製油所全体の高圧系装置群を安全に降圧するシステムとなっていた。

参考までに、緊急脱圧構成図、緊急脱圧制御概要図を下記に示す。

イ 重要なケーブルの二重化

システムの幹線通信ケーブルは二重化とし、しかも異なるルートで制御計器室、制御計器室間に敷設している。災害等でケーブルが遮断されても、別のルートのケーブルがバックアップする理想的なシステムになっていた。

緊急脱圧構成図

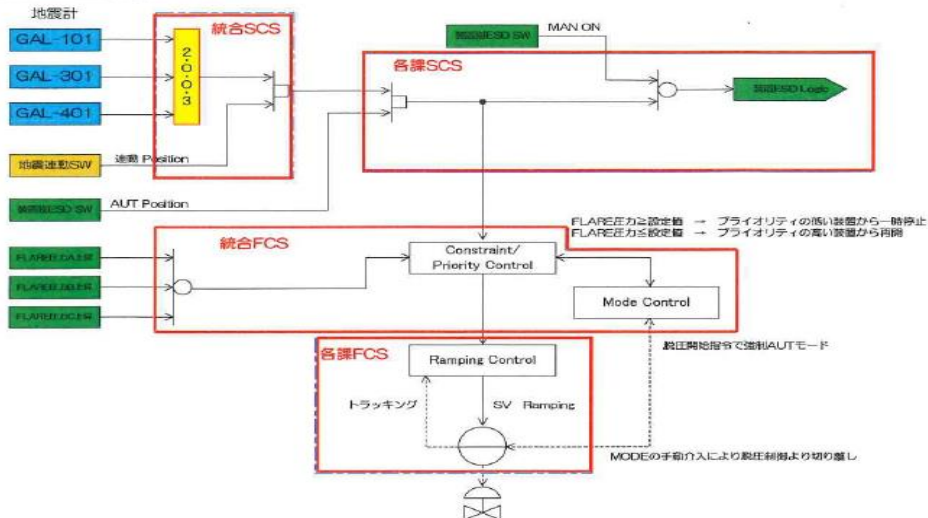


図1 緊急脱圧構成図

緊急脱圧制御概要

(1 装置の脱圧概念)



図2 緊急脱圧制御概要

7. 4 課題の抽出

神奈川県内の石油コンビナート地域の特定製造事業所における実態調査結果を踏まえ、課題と考えられるものを抽出した。

7. 4. 1 フレア(ベント)スタック関係

(1) 仕様(技術情報)関係

今回の調査では、1960年代から1970年代に建設されたものが全体の約6割を占めていること、プラントのシャットダウン時、装置のトラブル時(ユーティリティーの喪失等)や安全弁吹き出し時の放出量を最大放出量として設計しているフレア(ベント)スタックが多いことが分かった。

その一方で、一部事業所においては、フレア(ベント)スタックについての設計ベースとなる各種データ(想定や前提条件)や思想、最大放出量の数値自体が不明であることが分かり、フレア(ベント)スタックに関わる技術情報の継承が必要である。

(2) スタックの耐震評価

ア スタック本体・基礎部

スタック本体で約4割、基礎部で約5割が耐震評価を未実施であった。耐震評価した事業所においては、建築基準法による評価が約4割で、設置した年代が1960年代から1970年代が大半であることから旧法(静的振動法評価)と思われる。フレアスタックシステムは、製造設備を安全に停止するための重要な保安設備であり、最新の耐震性評価手法(基準)にて評価をしておく必要がある。

イ スタックに接続されている配管

配管では、約7割が耐震評価を未実施であった。これは、フレアスタック廻りの配管は、高圧ガス設備に該当しないことから、耐震評価を実施していない事業所が多いと思われる。スタック本体・基礎部と同様に最新の耐震評価手法(基準)にて評価をしておく必要がある。

(3) 運転管理

ア 通常運転時や非定常時の運転管理マニュアルは整備されていたが、非定常時のリスクアセスメント評価は約4割が未実施であった。非定常時では、迅速な判断、対応が求められるため、リスクを評価し、若手運転員や作業未経験者も共有できるようにしておく必要がある。

イ 緊急停止を判断する責任者及び代行者と免責規定を明記していない事業所が2割弱ある。規程化されていない場合、判断が遅れ、さらに大きな災害になる恐れもあり、責任者及び代行者の明示と免責規定の明記が必要である。

ウ その他〔余剰ガスの処理〕

地震で機能が損なわれた場合、発生した余剰ガスの処理方法について、半数が未検討であり、安全に大気へ放出する方法などの検討をしておく必要がある。

7. 4. 2 毒性ガス除害設備関係

(1) 仕様関係

遮断設備機能については、遠隔操作可能な緊急遮断弁を設置している事業所が9割とほぼ全てであったが、毒性ガスの漏洩を検知して自動遮断できる設備は約4割、常用電源喪失時のバックアップ機能を備えているのは4割であった。

除害設備は製造装置に付随した設備であることから、製造装置の緊急停止と内容物（毒性ガス）の移送、遮断等の確実な操作が行えることは重要であり、その機能を備えておくことが必要である。

(2) 耐震評価

除害設備本体の耐震評価は、約8割が実施していなかった。

毒性ガスの発生する製造装置が緊急停止した場合、ガスの発生は減少して止まることから、装置内に毒性ガスをブロック（封じ込め）するシステムが一般的に採用されている。よって、除害設備の機能が一部損なわれても大きな災害へは繋がらないと思われる。

しかしながら、製造装置と運転管理されていることから耐震性を把握しておくことが望ましいと考える。

8 緊急移送設備の設計及び運転管理についての提言

緊急移送設備は、高圧ガス設備の運転開始・停止時や、地震や停電など突発的な事態により装置を緊急に停止した場合に発生する余剰ガスの処理として、重要な役割を担い高圧ガス設備の保安施設として確実に機能する必要がある。また、毒性ガス除害設備は、製造装置に付随した設備で安全装置として重要な設備である。

今回のアンケート調査結果を基に、緊急移送設備の設計、耐震性及び運転管理について、どのような考え方で取り組んで行くべきかについて、以下の通り提言する。

(1) 現在設置されている緊急移送設備の設計思想

ア 技術情報の継承

設備の維持管理、さらには増設・改造にあたっては、対象となるフレア(ベント)スタックの技術情報が重要であり、それをベースに再評価、検討そして対応がなされるべきもので

ある。また、今後想定される耐震対策や老朽化対策を行う上でも必要不可欠なものであると言える。よって、技術情報の確実な継承が必要である。

具体的には①最大放出量・輻射熱となる想定・前提条件や②実施した検討・工事の記録類については、書面または電子媒体で確実に次世代に継承できる管理体制が必要である。

イ 常用電源が喪失した場合のバックアップ機能の確保

除害設備は製造装置に付随した設備であることから、緊急時の保安確保の思想として、常用電源が喪失した場合のバックアップ機能についても検討しておくことが望ましい。

(2) 通常運転、非定常作業及び災害発生時の運転管理方法

ア 非定常時のリスクアセスメントの実施

非定常時には迅速な判断、対応が求められる。若手運転員や作業未経験者が設備、製造工程、運転等における保安に影響を与える要因(危険源)を理解するひとつの手法として、非定常時のリスクアセスメント評価を行い、評価結果を事業所内で共有できる体制を構築することが必要と思われる。

また、地震で緊急移送設備の機能が損なわれた場合の余剰ガスに対する検討も望まれ、そのリスクアセスメントを実施しておくことが望ましい。

運転管理マニュアルは、緊急停止を判断する責任者、その代行者と免責規定の明記が必要であると考えられる。夜間・休日の発災時には、シフト勤務者の迅速な判断が求められ、日勤の管理者に状況連絡して確認している時間的余裕は無い場合も想定される。責任者及びその代行者と免責規定の明記が無ければ判断に迷い、二次災害を引き起こすリスクが高くなると考えられることから、運転管理マニュアルに明記すべきである。

(3) 地震対策(耐震性検証状況)

ア スタック(本体・基礎部)の耐震性の検証

建築基準法や高圧ガス保安法における耐震設計基準は、阪神・淡路大震災や東日本大震災等の経験から、その都度改定が行われており、最新の基準で評価しておくことが必要である。

耐震設計・評価にあたって、適用すべき基準、解析手法について、本検討委員会の有識者から分かり易い解説と指針が示されているので参照願いたい。

別紙:「耐震設計の考え方」 大原技術士事務所 代表 大原 良友

イ スタック廻りの配管の耐震性検証

高圧ガス設備に係る配管およびその支持構造物を含む配管系の耐震設計基準は、高圧ガス設備等耐震設計基準で規定されている。

一方、スタック廻りの配管は、高圧ガス設備に該当しないことから、事業者が自主的に行っているのが現状であり、実施率は低い状況にある。

スタック廻りの配管についても耐震評価しておくことは重要であり、上記で紹介した「耐震設計の考え方」で配管の耐震設計方法についての指針も参照願いたい。

9 まとめ

緊急移送設備は、緊急時の重要な保安設備でありながら、これらの設備に関する実態調査はこれまであまり調査されていなかった。

本事業では、県内の石油コンビナート事業所における緊急移送設備の能力及び運転管理について実態調査を実施した。その結果から課題を抽出し緊急移送設備の設計、耐震性及び運転管理について、どのような考え方で取り組んで行くべきか8項で提言として取り纏めた。

石油コンビナート事業所においては、自主保安は事業所の責務として取り組まれて行くことを期待したい。