

<別 添>

再処理施設前処理建屋における油漏れについて  
(火災に至る可能性及び水平展開)

平成20年2月4日  
日本原燃株式会社

## 目 次

1. はじめに・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1
2. 火災に至る可能性・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1
3. 水平展開及び作業管理の再周知について・・・・・・・・ 2

添付資料－1 火災に至る可能性について

添付資料－2 せん断機油圧装置B室 発火源調査結果

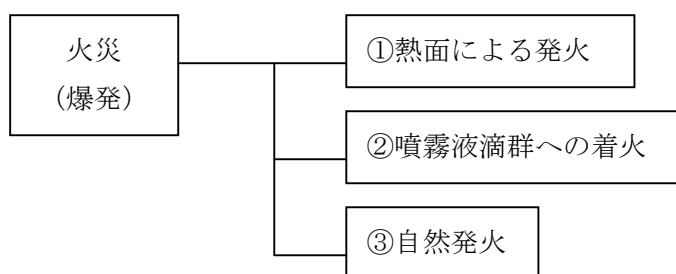
添付資料－3 設備に関する水平展開フロー

## 1. はじめに

平成20年1月1日に当社再処理工場において発生した再処理施設前処理建屋における油漏れについて、1月11日に発生状況、原因及び再発防止対策について報告したが、今般、火災に至る可能性及び水平展開について取り纏めた。

## 2. 火災に至る可能性

仮に本事象において漏えいした油が火災（爆発）に至ると仮定した場合、以下の3つのシナリオが考えられ、各シナリオに対してその可能性を評価した（添付資料－1参照）。



- ① 熱面による発火については、引火点以上の熱面の存在が必要であるが、今回漏えいが発生した室において、熱面となるものは噴霧液滴が浸入しにくい構造となっていることから、発火する可能性はないと考える。
- ② 噴霧液滴群への着火については、最小着火エネルギー以上のエネルギーが必要であるが、今回漏えいが発生した室内には、存在しないことから、着火する可能性はないと考える。
- ③ 自然発火については、発火点以上の熱源の存在が必要であるが、発火点は引火点より高いことから、引火点以上の熱源の存在を検討した①と同様の理由により、発火する可能性はないと考える。

油圧装置における過去の火災事例について調査<sup>\*</sup>した結果、それらの多くがバーナー又は溶接火花等、高温かつエネルギーの大きい熱源により、漏えいした油に着火していることを確認した。今回漏えいが発生した室においては、高温の熱源となるものは噴霧液滴が浸入しにくい構造となっていることを確認している（添付資料－2参照）。以上より、今回の条件で漏えいした油による火災（爆発）に至る可能性はないと考える。

なお、紙くず・ごみ等にしみこんだ作動油に着火した事例も確認されたが、今回漏えいした油を拭き取ったウエスについても、密封し容器に封入することにより適切に処理している。

※油圧装置に係る火災事故、危険物等事故防止技術センター

### 3. 水平展開及び作業管理の再周知について

#### 3. 1 水平展開

今回の事象では、火災に至らなかったものの、油が約 750 リットル漏えいした。その原因として、当該品は社内設計管理の適用対象外であったユニット品であり、配管サポートの固定性に対する考慮が十分でなく、油圧制御ユニット内の電磁切換弁の振動によって、継手部とサポート部が金属疲労により破損したことによるものと推定した。なお、ユニット品以外の配管施工に関しては社内設計管理していたことを確認した。

上記及び「2. 火災に至る可能性」を踏まえ、以下の水平展開を行う。

##### (1) 設備に関する水平展開

今回の事象においては、火災に至る可能性がなかったが、第 4 類第 4 石油類の油が漏えいしたことから、再処理工場において油・薬品を取り扱う設備を対象に、添付資料-3 のフローにより選択されたユニット品について、金属疲労による破損のおそれのある配管サポートに関して振動評価を行い、必要に応じて固定性に優れたUバンド型に変更する等の対策を実施する。

##### (2) 品質標準類に関する水平展開

ユニット品は、社内設計管理の適用対象外となっており、配管施工に関する要求事項が明確になっていなかったことから、今後は重要度に応じて要求事項を明確化し、設計管理等に係る品質標準類に反映していくこととする。

#### 3. 2 作業管理の再周知について

油・薬品を取り扱う室において、保修作業等に入る前に、チェックリストにより室内における熱面及び着火源の有無を確認し、必要に応じて養生等適切な措置を実施するとともに、油・薬品のしみこんだウエスについても密封し容器に封入する等適切に処理することを社内マニュアル等に明記しているが、本件を踏まえ、改めて再周知する。

以 上

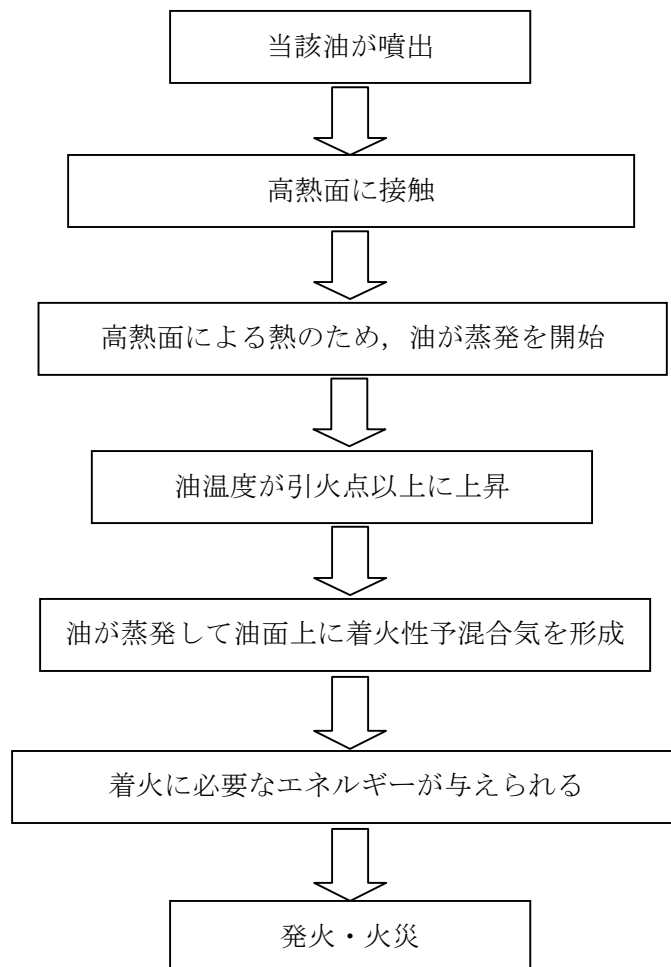
## 火災に至る可能性について

今回の漏えいで噴き出した油は、引火点が 200℃以上の第 4 石油類<sup>1)</sup>であり、揮発性が低い液体である。この噴き出した油に着火するためには、大きなエネルギーを有する着火源が存在する必要があることから、今回の油漏れが火災や爆発に至る可能性は低いと考えられるが、その可能性について詳細に評価を実施した結果を以下に示す。

## 1. 火災（爆発）に至るシナリオについて

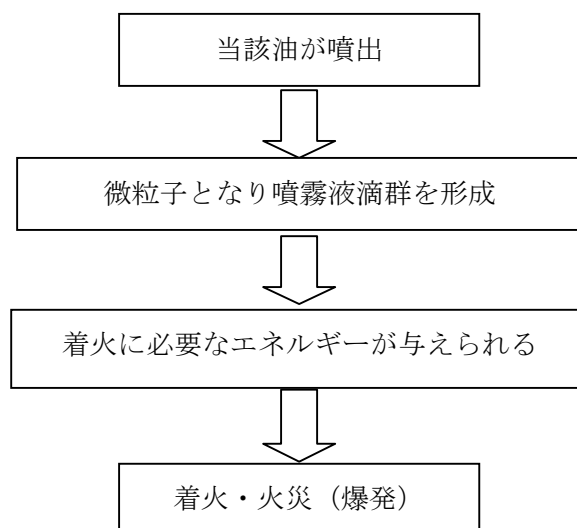
本事象において漏えいした油が火災に至ると仮定した場合、(1)熱面による発火、(2)噴霧液滴群への着火、及び(3)自然発火の 3つのシナリオが考えられる。各シナリオのフロー及び調査結果を以下に示す。

## (1)熱面による発火



噴き出した油が熱面により発火、火災に至るには、上図の通り、液面上に空気と蒸発した油の混合ガスが着火するガス組成（着火性予混合気）を形成する必要がある。今回噴き出した油における空気中の着火性予混合気の範囲は 1～7vol%程度<sup>1)</sup>であるが、その組成の混合気を形成させるための最低温度である引火点以上の熱面に当該油が接触しなければ、熱面による発火は起こらないが、漏えいが発生した室内において、引火点以上の熱面となるものは、密封構造など噴霧液滴が進入しにくい構造となっていることから、発火する可能性はないと考えられる。

## (2) 噴霧液滴群への着火



漏えいした油が噴霧状態となり、火災（爆発）に至るためには、噴霧液滴群に、着火に必要なエネルギーとして最小着火エネルギー以上のエネルギーを与える必要がある。最小着火エネルギーと平均粒子径、及び平均粒子径と流出速度の関係から、今回噴き出した油の最小着火エネルギーは以下のとおりと予測される。

### ① 油の噴出速度について

今回の漏えいでは、油が噴霧状になったことから、図1に示すJISの「円形管路の絞り機構による流量測定方法」を用いて算出した絞り孔径より噴出速度を評価した結果、油の噴出速度は最大でも 70m/s 程度となる。

$$q_m = \frac{C}{\sqrt{1-\beta^4}} \varepsilon \frac{\pi}{4} d^2 \sqrt{2 \Delta P \rho}$$

$$q_m = q_v \rho$$

$$d = \left[ \left( \frac{C \varepsilon \frac{\pi}{4} \sqrt{2 \Delta P \rho}}{q_m} \right)^2 + \frac{1}{D^4} \right]^{-\frac{1}{4}}$$

$q_m$  : 質量流量 (kg/s)  
 $C$  : 流出計数 (-)  
 $\beta$  : 絞り直径比 (-) =  $d/D$   
 $\varepsilon$  : 気体の膨張補正計数 (-)  
 $d$  : 絞り孔径 (m)  
 $\Delta P$  : 差圧 (Pa)  
 $\rho$  : 流体の密度 (kg/m<sup>3</sup>)  
 $q_v$  : 体積流量 (m<sup>3</sup>/s)  
 $D$  : 絞り上流部の直径 (m)

$u$  (噴出速度) =  $q_v / (\pi / 4 \times d \times d)$  【m/s】

図1 円形管路の絞り機構による流量測定方法<sup>2)</sup>

② 油の平均粒子径について

今回噴出した油の流出速度と粒子径に関する文献値がなかったため、同じ液体として比較できる水について文献値を調査した結果、上記噴出速度における水の平均粒子径は 200 μm 程度であった(図2参照)。噴霧状態においては、動粘度の増加に伴い平均粒子径は大きくなる(図3参照)ことがわかっており、噴出した油は水より動粘度が大きいことから、噴出した油の平均粒子径は 200 μm 以上となる。

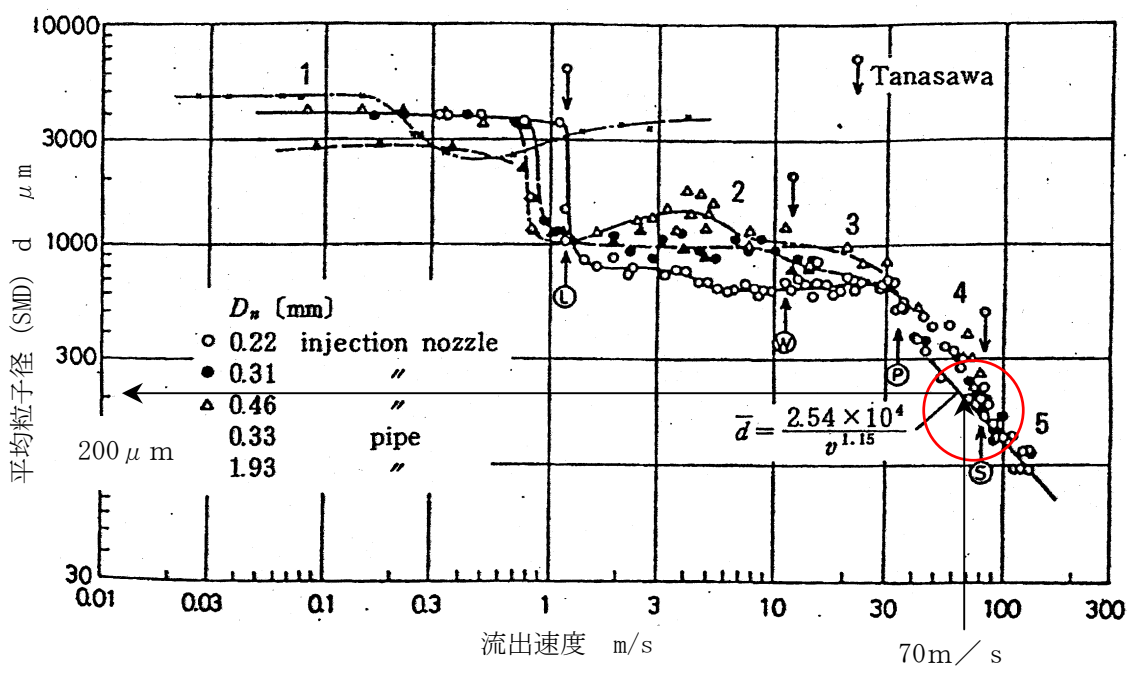


図2 水の流出速度による平均粒子径の変化<sup>3)</sup>

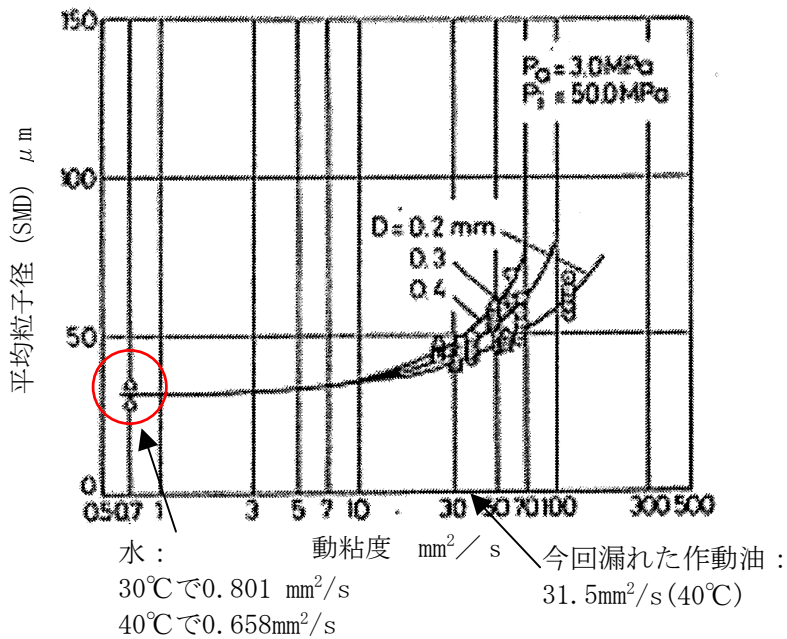


図3 平均粒子径におよぼす動粘度と噴孔径の影響<sup>4)</sup>

③ 最小着火エネルギーについて

今回噴出した油についての文献値がなかったことから、噴出した油より引火点が高い重油（引火点 99°C（C重油））の最小着火エネルギーを調査した結果、平均粒子径 200 μmにおいて、1000mJ 以上であった（図4参照）。今回噴出した油の引火点は重油よりも高いため、重油より最小着火エネルギーは大きくなる。

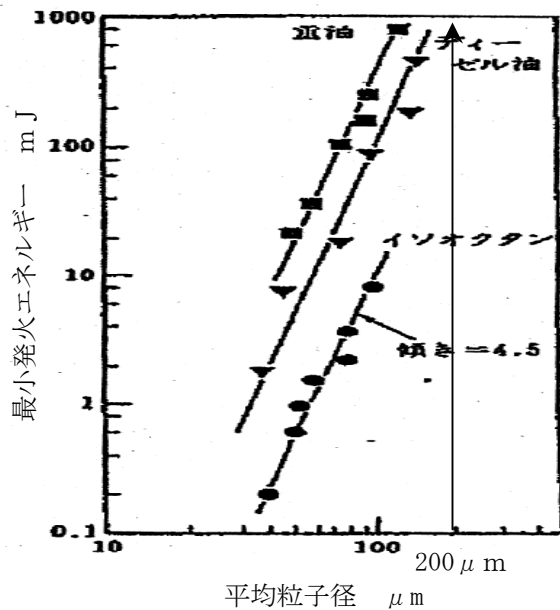


図4 平均粒子径の最小発火エネルギーへの影響<sup>5)</sup>



以上のことから、今回漏えいした油の最小着火エネルギーは少なくとも 1000 mJ 以上必要である。

着火源として代表的な電気火花を想定した場合、一般的な燃焼用プラグの電気火花エネルギーは 100mJ 程度<sup>6)</sup>であり、油の最小着火エネルギーを上回らない。静電気に関しては、油圧制御ユニットは接地されているため帯電は起こりにくい。また、「静電気安全指針 2007」によれば「人からの火花放電については、最小着火エネルギーが 100mJ 以下の可燃性雰囲気であれば、着火するというガイドがある」<sup>7)</sup>となっていることから、油の最小着火エネルギーは上回らない。

これらのことから、当該室においては、電気火花による噴霧液滴群への着火の可能性はないと考えられる。

### (3) 自然発火

自然発火するためには、引火点より温度の高い発火点以上の熱源が必要であるが、(1)の熱面による発火での検討において、引火点以上の熱面に触れる可能性がないことから、自然発火する可能性はないと考えられる。

なお、漏えいした油を拭き取ったウエスについても、適切に処理しており、室内に油を吸収するもの、又は油がしみこむような断熱材はなかった。

## 2. 評価結果について

- ① (1)の熱面による発火には、引火点以上の熱面（200℃以上）の存在が必要であるが、今回漏えいが発生した室において、熱面となるものは噴霧液滴が浸入しにくい構造となっていることから、発火する可能性はないと考える。
- ② (2)の噴霧液滴群への着火には、最低着火エネルギー（1000mJ 以上）以上のエネルギーを与える必要があるが、今回漏えいが発生した室において、最小着火エネルギー以上の着火源は存在しないことから、着火する可能性はないと考える。
- ③ (3)の自然発火については、発火点以上の熱源が必要であるが、発火点は引火点より高いことから、引火点以上の熱源の存在を検討した①と同様の理由により、発火する可能性はないと考える。

以上より、今回の条件で漏えいした油が発火又は着火する可能性がないことから、火災（爆発）に至る可能性はないと考える。

以上

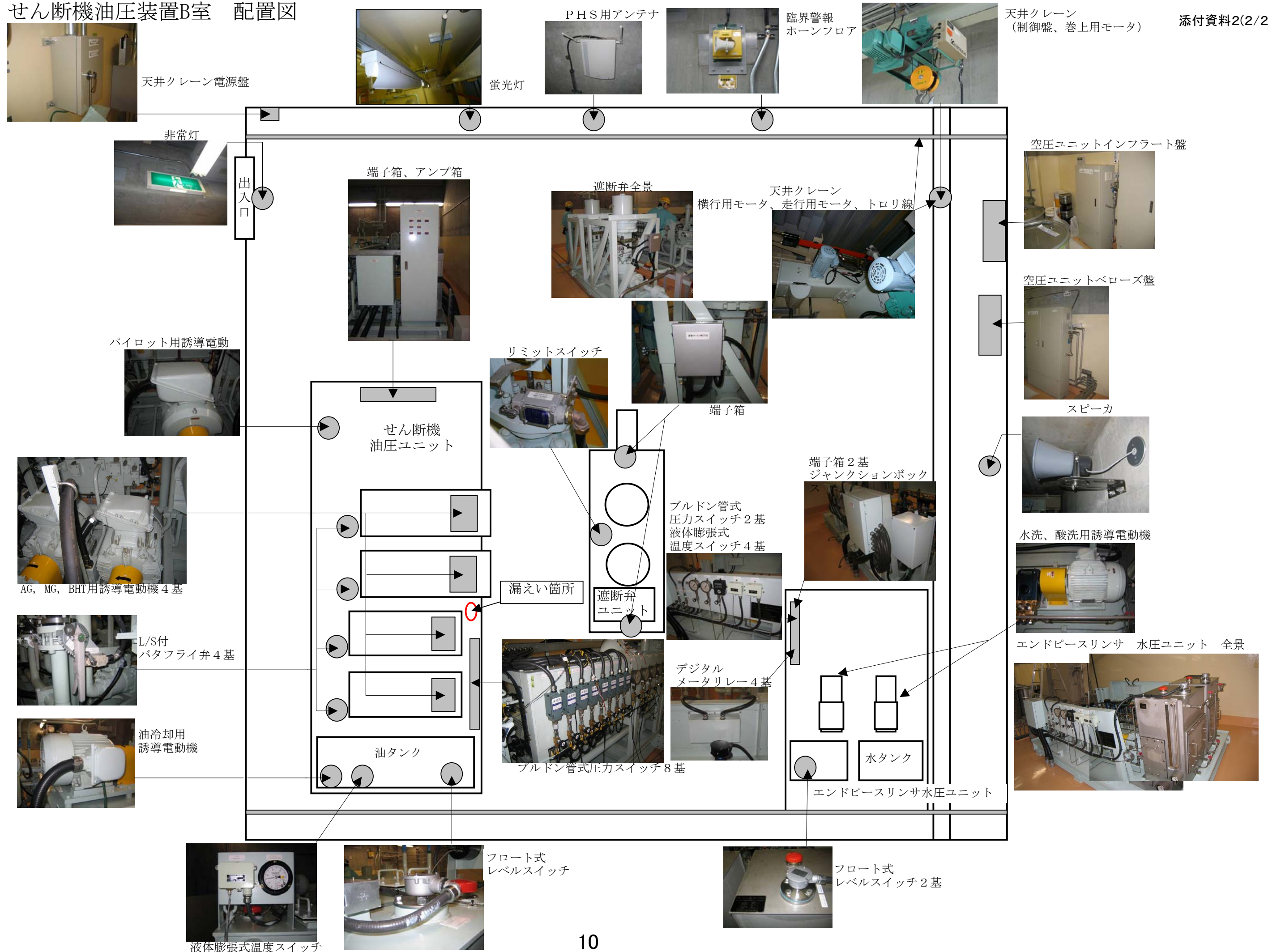
(参考文献)

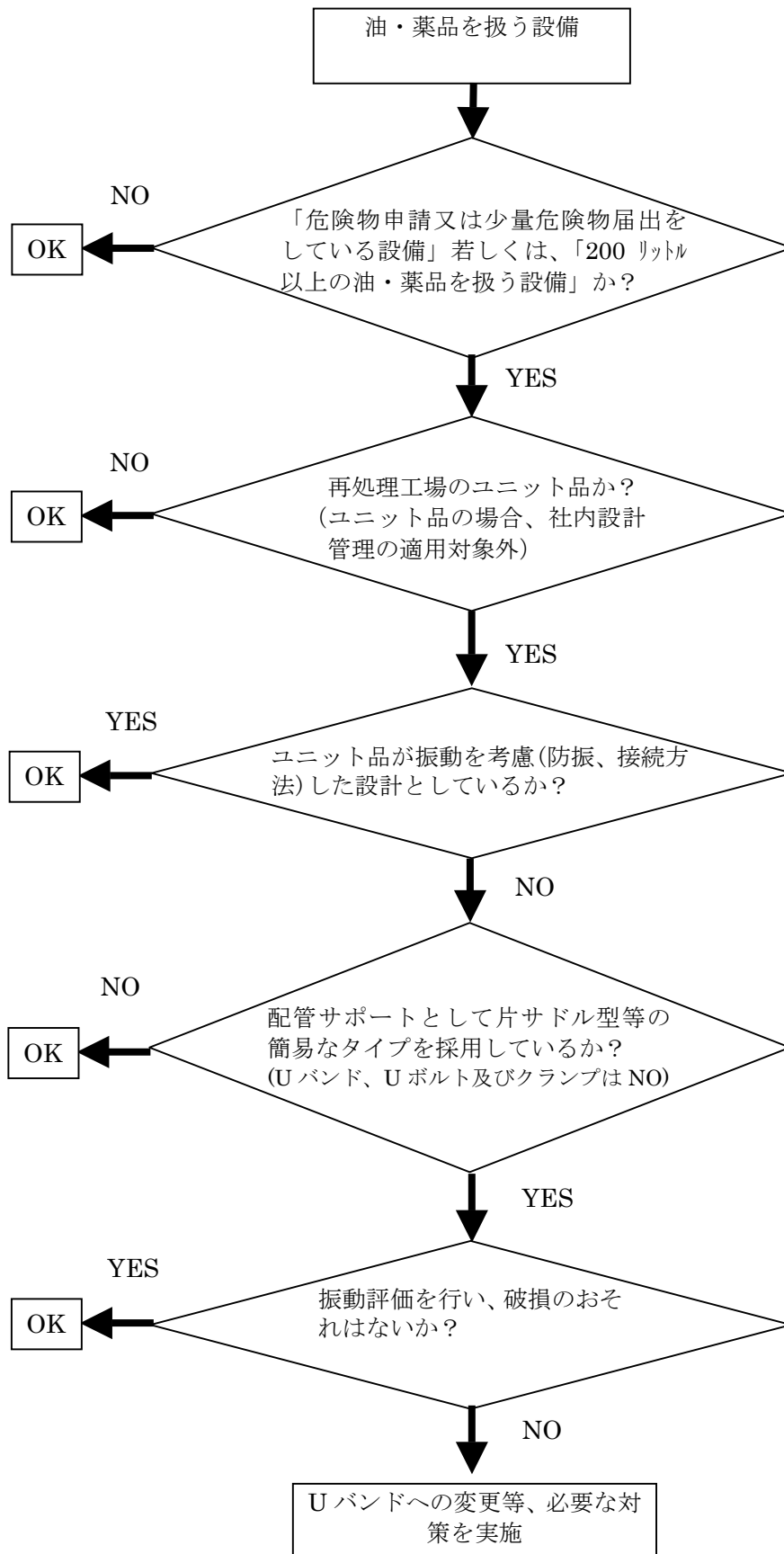
- 1) 「製品安全データシート」, エクソンモービル有限会社
- 2) 「円形管路の絞り機構による流量測定方法」, JIS Z 8762-1
- 3) 倉林俊雄編著, 「液体の微粒化技術」, アイピーシー
- 4) 「陸用・船用ディーゼルエンジンにおける燃料性状とエンジン特性が排出ガスに及ぼす影響調査」(1998), (財)石油産業活性化センター
- 5) 「ガスタービンの燃焼工学」, 日刊工業新聞
- 6) 平野敏右著, 「燃焼学 ー燃焼現象とその制御ー」, 海文堂
- 7) 労働安全衛生総合研究所技術指針「静電気安全指針 2007」, (独)労働安全衛生総合研究所

せん断機油圧装置室B室 発火源調査結果

装置名称	単体機器名称	判定理由	結果
せん断機油圧制御ユニット	アンプ箱	密閉構造	良
	端子箱	密閉構造	良
	ブルドン管式圧力スイッチ 1	密閉構造	良
	ブルドン管式圧力スイッチ 2	密閉構造	良
	ブルドン管式圧力スイッチ 3	密閉構造	良
	ブルドン管式圧力スイッチ 4	密閉構造	良
	ブルドン管式圧力スイッチ 5	密閉構造	良
	ブルドン管式圧力スイッチ 6	密閉構造	良
	ブルドン管式圧力スイッチ 7	密閉構造	良
	ブルドン管式圧力スイッチ 8	密閉構造	良
	液体膨張式温度スイッチ	密閉構造	良
	AG用誘導電動機	端子箱は密閉構造、軸受け部のグリス供給により内部は密閉構造となっている	良
	MG用誘導電動機	端子箱は密閉構造、軸受け部のグリス供給により内部は密閉構造となっている	良
	BHT A 用誘導電動機	端子箱は密閉構造、軸受け部のグリス供給により内部は密閉構造となっている	良
	BHT B 用誘導電動機	端子箱は密閉構造、軸受け部のグリス供給により内部は密閉構造となっている	良
	パイロット用誘導電動機	端子箱は密閉構造、軸受け部のグリス供給により内部は密閉構造となっている	良
	油冷却用誘導電動機	端子箱は密閉構造、軸受け部のグリス供給により内部は密閉構造となっている	良
	L/S付 バタフライ弁 1	リミットスイッチは密閉構造	良
	L/S付 バタフライ弁 2	リミットスイッチは密閉構造	良
	L/S付 バタフライ弁 3	リミットスイッチは密閉構造	良
L/S付 バタフライ弁 4	リミットスイッチは密閉構造	良	
フロート式レベルスイッチ	密閉構造	良	
遮断弁	端子箱	密閉構造	良
	リミットスイッチ	密閉構造	良
エンドピースリンサ水圧ユニット	水洗用誘導電動機	端子箱は密閉構造、軸受け部のグリス供給により内部は密閉構造となっている	良
	酸洗用誘導電動機	端子箱は密閉構造、軸受け部のグリス供給により内部は密閉構造となっている	良
	ブルドン管式圧力スイッチ 1	密閉構造	良
	ブルドン管式圧力スイッチ 2	密閉構造	良
	デジタルメータリレー 1	密閉構造	良
	デジタルメータリレー 2	密閉構造	良
	デジタルメータリレー 3	密閉構造	良
	デジタルメータリレー 4	密閉構造	良
	液体膨張式温度スイッチ 1	密閉構造	良
	液体膨張式温度スイッチ 2	密閉構造	良
	液体膨張式温度スイッチ 3	密閉構造	良
	液体膨張式温度スイッチ 4	密閉構造	良
	フロート式レベルスイッチ 1	密閉構造	良
	フロート式レベルスイッチ 2	密閉構造	良
	端子箱 1	密閉構造	良
	端子箱 2	密閉構造	良
ジャンクションボックス	密閉構造	良	
部屋内設置機器	非常灯	ミストが浸入しにくい構造	良
	蛍光灯	ミストが浸入しにくい構造	良
	天井クレーン用電源盤	密封構造	良
	PHS用アンテナ	ミストが浸入しにくい構造	良
	臨界警報ホーンブローア	端子部は密封構造	良
	天井クレーン トロリ線	通常は電源断であり、使用時は人間が部屋内に存在する	良
	天井クレーン制御盤	密閉構造	良
	天井クレーン 走行用モータ	端子箱は密閉構造、軸受け部のグリス供給により内部は密閉構造となっている	良
	天井クレーン 横行用モータ	端子箱は密閉構造、軸受け部のグリス供給により内部は密閉構造となっている	良
	天井クレーン 巻上用モータ	端子箱は密閉構造、軸受け部のグリス供給により内部は密閉構造となっている	良
	空圧ユニットインフラート盤	ファンがあるがフィルタがあり、ミストが浸入しにくい構造	良
	空圧ユニットベローズ盤	ファンがあるがフィルタがあり、ミストが浸入しにくい構造	良
	スピーカ	端子部は密封構造	良

せん断機油圧装置B室 配置図





設備に関する水平展開フロー