

豊田PCB廃棄物処理施設において生じたPCB漏洩事故対策
について

平成18年6月15日

日本環境安全事業株式会社

目 次

| | |
|------------------------------|----|
| 1 . はじめに..... | 1 |
| 2 . 発生した漏洩事故の内容..... | 2 |
| (1) 事故の経過..... | 2 |
| (2) 周辺への影響..... | 4 |
| (3) 初期対応者の作業安全衛生..... | 9 |
| 3 . 発生した漏洩事故の原因..... | 10 |
| (1) 圧力計の脱落の原因..... | 10 |
| (2) PCB 蒸気漏洩の原因..... | 13 |
| 4 . 再発防止策..... | 15 |
| (1) 漏洩事故の原因に係わる対策..... | 15 |
| (2) 安全に係る総点検とその対策..... | 18 |
| (3) 試運転による施設健全性の確認とその対策..... | 23 |
| (4) ヒューマンエラー防止策..... | 28 |
| (5) 本社による継続的なチェック体制..... | 32 |
| 5 . おわりに..... | 33 |

1. はじめに

平成 17 年 11 月 21 日、当社(以下「JESCO」と言います)豊田 PCB 廃棄物処理施設内におきまして PCB 濃縮洗浄油が漏洩し、この漏洩した PCB 濃縮洗浄油から揮発した PCB 蒸気の一部を未処理のまま外部に排出するという事故が発生いたしました。あらためまして事故に関して多大なるご心配、ご迷惑をおかけいたしました皆様方に心からお詫び申し上げます。

JESCO は事故発生以来、豊田 PCB 廃棄物処理施設の操業を停止し、「事故対策委員会」(委員長：事業担当取締役、開催数：11 回)を設置し、さらに財団法人産業廃棄物処理事業振興財団の技術支援を得て、事故原因を徹底的に究明し、事故原因の対策を実施し、また、施設の安全に係る総点検及び試運転により、施設の安全性の確認・検証を行い、再発防止と一層の安全対策の確立に向けて、調査、検討および作業を重ねてまいりました。

この結果を以下の通りご報告申し上げます。

[事故対策委員会開催履歴]

| | | | |
|--------|----------------------|---------------|-----------------------|
| 第 1 回 | 平成 17 年 12 月 07 日水曜日 | 09:00 ~ 14:40 | (途中 12:10 ~ 13:00 中断) |
| 第 2 回 | 平成 17 年 12 月 16 日金曜日 | 13:00 ~ 20:00 | |
| 第 3 回 | 平成 17 年 12 月 22 日木曜日 | 13:00 ~ 18:00 | |
| 第 4 回 | 平成 18 年 01 月 13 日金曜日 | 13:00 ~ 18:00 | |
| 第 5 回 | 平成 18 年 01 月 27 日金曜日 | 13:00 ~ 16:00 | |
| 第 6 回 | 平成 18 年 02 月 09 日木曜日 | 13:00 ~ 16:00 | |
| 第 7 回 | 平成 18 年 02 月 24 日金曜日 | 13:00 ~ 16:00 | |
| 第 8 回 | 平成 18 年 03 月 08 日水曜日 | 15:30 ~ 17:30 | |
| 第 9 回 | 平成 18 年 03 月 24 日金曜日 | 13:00 ~ 16:00 | |
| 第 10 回 | 平成 18 年 05 月 12 日金曜日 | 13:30 ~ 16:00 | |
| 第 11 回 | 平成 18 年 06 月 07 日水曜日 | 13:30 ~ 16:30 | |

2. 発生した漏洩事故の内容

(1) 事故の経過

PCB 濃縮洗浄油の漏洩から、PCB 蒸気の外部放出に至る経緯及び当日の経過は以下の通りです。

平成 17 年 11 月 21 日午前 2 時頃、第 1 蒸留塔底ポンプの圧力計が脱落し、防油堤内に PCB 濃縮洗浄油(温度：約 200℃、漏洩量：約 200L、PCB 濃度：約 90%)が漏洩。(am2:07 火災警報発報(火災ではなく蒸気を検知したもの))

蒸留エリア(管理区域レベル 1)が PCB 蒸気により汚染。(am2:35 第 5 系統オンライン PCB 計異常値アラーム)

隣接天井裏(一般 PCB 廃棄物取扱区域)に PCB 蒸気の一部移行。(am2:47 第 6 系統オンライン PCB 計異常値アラーム)

通常活性炭処理していない第 6 系統から PCB 蒸気漏洩。

am6:02 活性炭処理系統(第 5 系統へ合流)にライン切り替え。

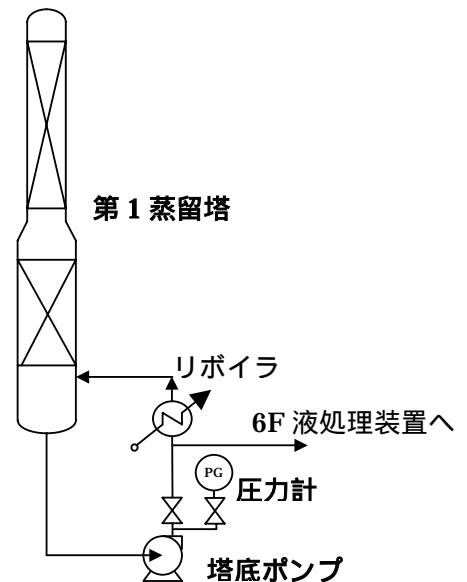


図 2-1 第 1 蒸留塔底ポンプ廻り概略図

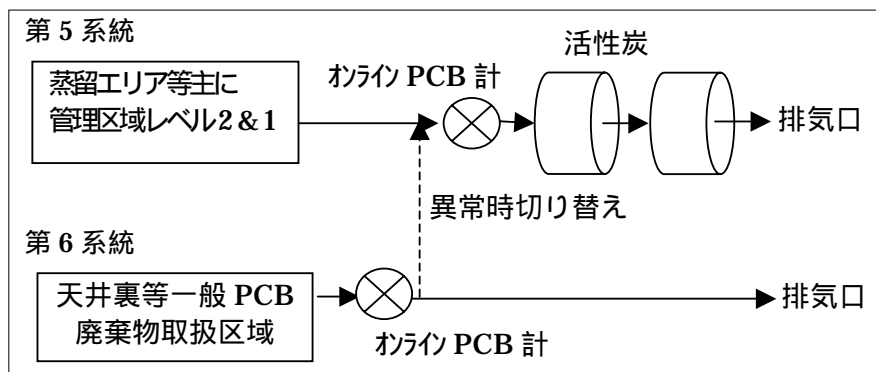


図 2-2 第 5・6 系統排気概略図

表 2-1 PCB 漏洩事故当日の経過

| 時刻 | 事象 | 作業員等対応 |
|----------|---|--|
| 勤務 状況 | | 勤務中：運転会社職員 (6名) 残業中： " (1名) 他：建設 JV 指導員(1名) |
| 2:02 | 火災報知器で煙濃度上昇。 | |
| 2:05 頃 | 運転会社職員が 1 階通路通過時に異臭に気付き、発生源をたどったところ、蒸留エリアで異常な白煙(PCB 蒸気)を確認。 | |
| 2:07 | 火災警報発報(蒸気を感知)。 | |
| 2:08 | 第 1 蒸留塔底ポンプ A が過負荷により停止。これに伴い第 1 蒸留塔がインターロックにより緊急停止。 | 運転会社職員及び建設 JV 指導員が現場を確認し、火災でなく、漏洩であることを確認。 |
| 2:24 | | 運転会社職員が運転会社職員*に緊急電話連絡。 |
| 2:35 | 第 5 系統オンライン PCB 計異常値アラーム。 | 運転会社職員が中央制御室にて異常値アラームを確認するも、オンライン計の異常と思い、対応せず。 |
| 2:47 | 第 6 系統オンライン PCB 計異常値アラーム。 | |
| 3:00 頃 | 漏洩 PCB の回収作業を開始。 | 運転会社職員、建設 JV 指導員及び同応援者が漏洩 PCB の回収作業を開始。 |
| 3:10 頃 | | 運転会社職員が運転会社社長*の携帯電話に電話するも不通(以降 2 回試みるも不通)。 |
| 4:02 | | 運転会社職員*が JESCO 副所長*に電話連絡。副所長が所長*及び JESCO 職員に電話連絡。 |
| 4:05 | | 運転会社職員*が運転会社社長*の自宅電話に連絡。 |
| 4:30 頃 | 床面漏洩油回収完了。 | JESCO 指揮開始。 |
| 5:30 頃 | | JESCO 副所長*が第 6 系統排気のオンライン PCB 計が異常に高い値を示している(210 µg/m ³)ことに気づき、中央制御室の運転会社職員に即時切り替えを指示。 |
| 6:02 | 第 6 系統排気を活性炭処理系統(第 5 系統への合流)に切り替え。 | 運転会社職員が中央制御室にて、建設 JV 管理技術者の説明を受け、第 6 系統排気を第 5 系統への合流に切り替え。 |
| 8:50 頃 | | JESCO 所長*が豊田市環境部に電話連絡。 |

* 緊急時対応マニュアル上の管理職等職員

(2) 周辺への影響

排気中の PCB 濃度と量

事故当日 15 時 42 分にサンプリングした第 6 系統排気口における排気中 PCB 濃度測定値および PCB 排出量算定値は以下の通りでした。

- 排気中 PCB 濃度測定値： 0.17mg/m³_N
- PCB 排出量算定値： 21g (5.3g/h)

この濃度測定値は、施設設置許可申請における維持管理値のうちの最大値(0.1mg/m³_N)及び豊田市との協定に基づく管理目標値(0.01mg/m³_N)を超過した結果となります。なお、施設設置許可申請の際に提出した生活環境影響調査における濃度と排気量の積から算出される本施設全体からの通常時 PCB 排出量は 7.3g/h です。

環境中の PCB 等の濃度

大気中 PCB 濃度について、当日の風向き(一貫して北北東)・風速により計算した結果、最大着地地点における濃度推定値の推移は図 2-3 の通りとなり、最高濃度推定値は以下の通りでした。

- 環境大気中 PCB 最高濃度推定値： 0.011 μg/m³

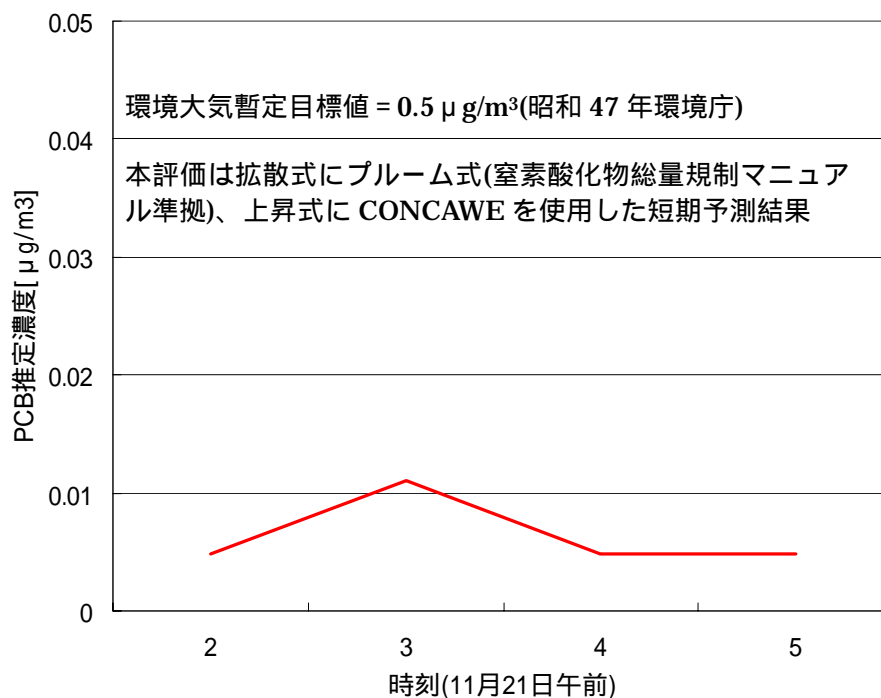


図 2-3 事故当日の最大着地地点*における大気中 PCB 濃度推定値の推移
(* 施設の南南西 午前 3 時は 1.9km、他は 10km の地点)

この濃度推定値は「PCB等を焼却処分する場合における排ガス中のPCB暫定排出許容限界について」(昭和47年環大規第141号)において示された環境大気の暫定目標値 $0.0005\text{mg}/\text{m}^3$ ($0.5\ \mu\text{g}/\text{m}^3$)を十分下回る値でした。

また、事故翌日等(河川水質は事故後初めての降雨時)に豊田処理施設周辺の大気、水質、底質及び土壌中のPCB濃度等を測定いたしました。この結果をまとめますと以下の通りとなります。詳細を表2-2に記します。

- 大気・水質・底質・土壌・河川中PCB濃度：全測定点で不検出(定量下限未満)
- 大気・水質・底質・土壌中ダイオキシン類濃度：全測定点で環境基準値を十分下回る

以上のように、最大着地地点における環境大気中PCB濃度推定値が環境大気の暫定目標値を十分に下回ったこと、事故発生後の環境濃度測定結果においてもPCB濃度は全て不検出であり、ダイオキシン類に関しても環境基準等と比較して十分低い値であったことから、健康への影響のおそれはないと考えられます。

表 2-2 周辺環境調査結果

大気(採取日 11月22日～11月23日)

| 採取場所 | 項目 | 測定結果 | 基準等 | 参考(設置前測定値)*3 |
|---------------------|---------|-----------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| - 1 敷地境界 (北側) | PCB | 不検出*1 | 0.5 μg/m ³ *2 | 0.00027 μg/m ³ *4 |
| | ダイオキシン類 | 0.058 pg-TEQ/m ³ | 0.6pg-TEQ/m ³ (年平均) | 0.063 pg-TEQ/m ³ |
| - 2 敷地境界 (南側) | PCB | 不検出*1 | 同上 | 0.00027 μg/m ³ *4 |
| | ダイオキシン類 | 0.057 pg-TEQ/m ³ | | 0.072 pg-TEQ/m ³ |
| - 3 敷地境界 (東側) | PCB | 不検出*1 | 同上 | - |
| | ダイオキシン類 | 0.058 pg-TEQ/m ³ | | - |
| - 4 敷地境界 (西側) | PCB | 不検出*1 | 同上 | - |
| | ダイオキシン類 | 0.065 pg-TEQ/m ³ | | - |
| - 5 最大着地点 | PCB | 不検出*1 | 同上 | - |
| | ダイオキシン類 | 0.049pg-TEQ/m ³ | | - |

*1 定量下限値：0.005 μg/m³(GC / ECD による定量)

*2 「PCB 等を焼却処分する場合における排ガス中の PCB 暫定排出許容限界について」(昭和47年環大規第141号)における環境大気の暫定目標

*3 年平均値(平成13年及び平成15年の平均値)

*4 定量下限値：0.00000005 μg/m³(高分解能 GC / MS による定量)。施設設置許可申請にあたって実施した生活環境影響調査では、最高で0.00285 μg/m³になると算定している。

水質(採取日 11月23日)

| 採取場所 | 項目 | 測定結果 | 基準等 | 参考(設置前測定値)*3 |
|--------------|---------|---------------|-------------------------|------------------|
| - 1 放流口上流 | PCB | 不検出*1 | 検出されないこと*2 | 0.0000034mg/L *4 |
| | ダイオキシン類 | 0.13 pg-TEQ/L | 1pg-TEQ/L(年平均) | 0.39 pg-TEQ/L |
| - 2 放流口下流 | PCB | 不検出*1 | 同上 | 0.0000015mg/L *4 |
| | ダイオキシン類 | 0.17 pg-TEQ/L | | 0.096 pg-TEQ/L |
| 3 最終放流口 | PCB | 不検出*1 | 0.0005mg/L (排出管理目標値) | - |
| | ダイオキシン類 | 0.56 pg-TEQ/L | 5pg-TEQ/L (排出管理目標値) | - |

*1 定量下限値：0.0005mg/L(GC / ECD による定量)

*2 0.0005mg/L 未満を示す

*3 平成15年2月(冬季)の測定値

*4 定量下限値：0.000000005mg/L(高分解能 GC / MS による定量)

底質(採取日 11月23日)

| 採取場所 | 項目 | 測定結果 | 基準等 | 参考(設置前測定値)*3 |
|--------------|---------|--------------|-------------|---------------|
| - 1 放流口上流 | PCB | 不検出*1 | *2 | - |
| | ダイオキシン類 | 1.4 pg-TEQ/g | 150pg-TEQ/g | - |
| - 2 放流口下流 | PCB | 不検出*1 | 同上 | 0.001 μg/g *4 |
| | ダイオキシン類 | 2.7 pg-TEQ/g | | 1.2 pg-TEQ/g |

*1 定量下限値：0.01 μg/g(GC / ECD による定量)

*2 参考値：細谷町(逢妻男川)の平成 14 年度の測定値 0.017 μg/g
(豊田市環境報告書 平成 15 年版より)

*3 平成 15 年 2 月の測定値

*4 定量下限値：0.00001 μg/g(高分解能 GC / MS による定量)

土壌(採取日 11月23日)

| 採取場所 | 項目 | 測定結果 | 基準等 | 参考(設置前測定値)*2 |
|------|----------|--------------|--------------|----------------------|
| 敷地内 | PCB(含有量) | 不検出*1 | - | 不検出*1 |
| | ダイオキシン類 | 0.51pg-TEQ/g | 1000pg-TEQ/g | 0.078 ~ 3.9 pg-TEQ/g |

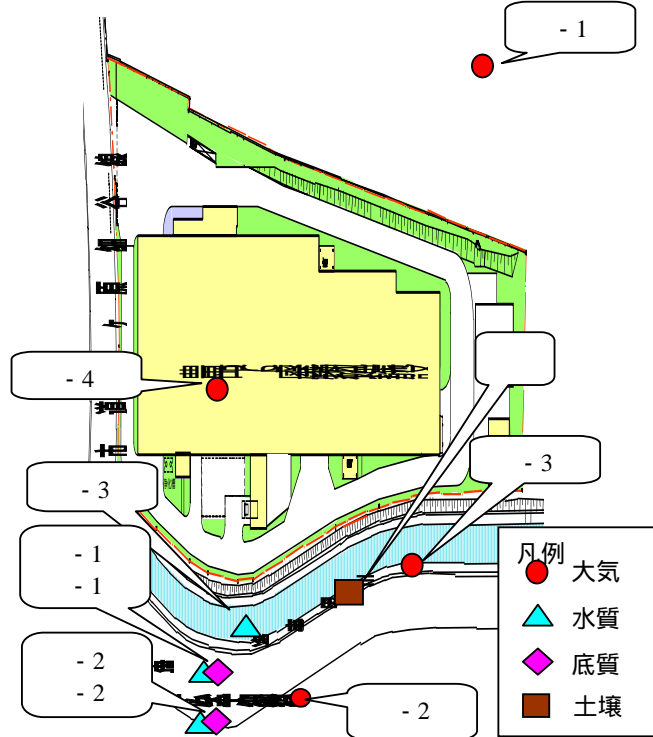
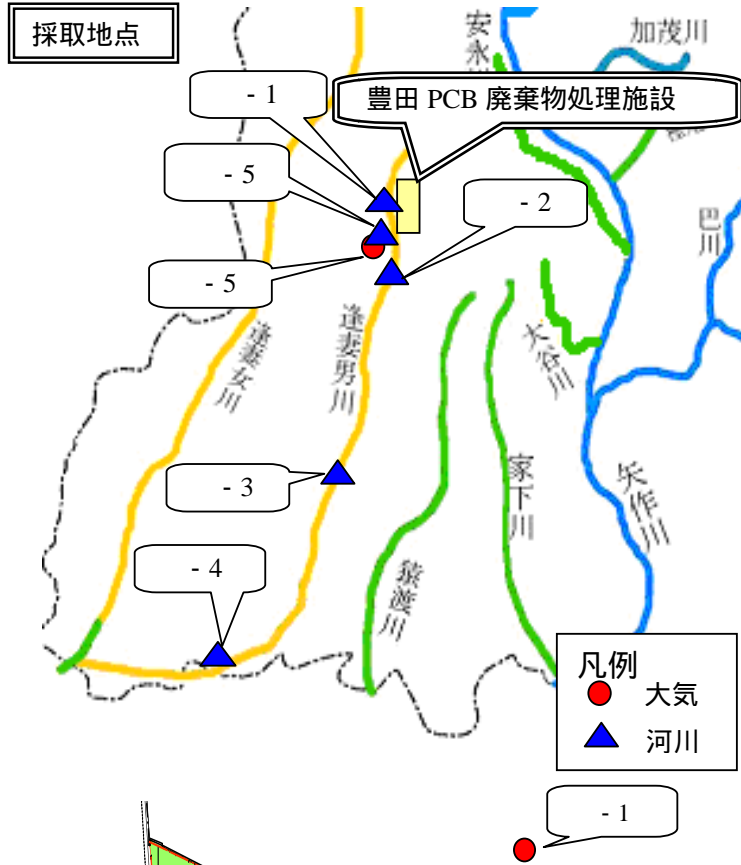
*1 定量下限値：0.01 μg/g(GC / ECD による定量)

*2 平成 16 年 4 月の測定値

河川(降雨後：採取日 12月2日)

| 採取場所 | 項目 | 測定結果 | 基準等 |
|-------------------|-----|------|------------------------------|
| - 1 放流口上流 | PCB | 不検出* | 検出されないこと (0.0005 mg/L 未満) |
| 2 鴻巣橋 | PCB | 不検出* | |
| - 3 宮前橋 | PCB | 不検出* | |
| 4 雲目橋 | PCB | 不検出* | |
| - 5 - 5 近傍 雨水槽 | PCB | 不検出* | |

* 定量下限値：0.0005mg/L(GC / ECD による定量)



(3) 初期対応者の作業安全衛生

PCB 漏洩事故の際に、PCB 濃縮洗浄油の回収・洗浄作業を行った作業者 10 名(以下「漏洩事故初期対応者」とします。JESCO 職員 1 名、建設 JV 職員 3 名を含みます。)について、事故後(平成 17 年 12 月 12～19 日)の血中 PCB 濃度(HRGC/HRMS)及びダイオキシン類濃度(公定法)を測定したところ、以下の測定結果が得られました。

- 血中 PCB 濃度：0.59～15ng/g-全血
- 血中ダイオキシン類濃度 5.2～45pg-TEQ/g-脂肪

この結果は、有識者より構成される PCB 廃棄物処理事業検討委員会作業安全衛生部会が定めた当面の健康管理の目安^{*1}を満足していると判断されます。

^{*1} PCB：25ng/g-全血以下、ダイオキシン類：ダイオキシン類関係作業に従事していない者と同等程度又はそれ以下

3. 発生した漏洩事故の原因

(1) 圧力計の脱落の原因

事故発生後の現場状況から以下のことが判明いたしました。

- 脱落した圧力計は袋ネジで接続される形式であった。(図 3-1)
- 事故の約 50 時間前に銅製パッキンがつぶれていたため、当社の承認等が必要とされていたにもかかわらず、建設 JV の現場判断によりテフロン製パッキンに取り替えを行った。
- パッキン変更後、液処理設備への送液のため吐出弁のバルブ操作を行ったところ、流体関連振動*²と考えられるバルブの振動が確認されていた。(図 3-2)



図 3-1 脱落した圧力計

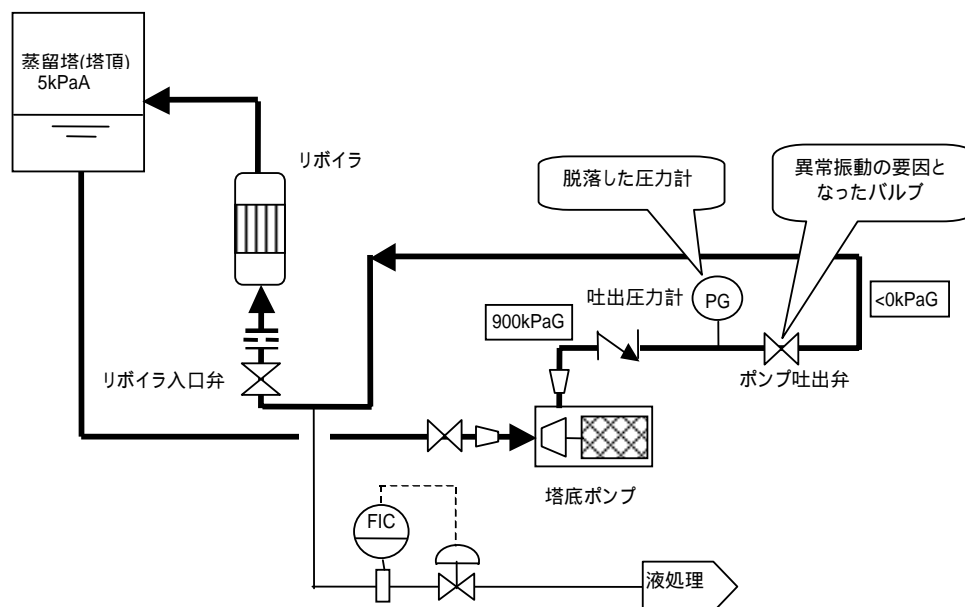


図 3-2 流体関連振動発生時の配管ラインと運転圧力

*² 流体運動によって起振される構造体の振動

また、圧力計脱落の確認実験(実物モデルを用いた加熱・加振実験)を行った結果、緩みトルク^{*3}はテフロンパッキンの場合、温度影響により締付け直後に 15N・m 以下に低下、その後 15～30 分程度でさらに低下し、それ以降は 10N・m 程度の緩みトルクとなりました。銅パッキンについては締付け後 15 分経過しても緩みトルク 20N・m を維持しておりました。また、テフロンパッキンでの加振実験の結果、異常振動(流体関連振動)の場合は締付けトルク^{*4}15N・m 以下、定常振動の場合は締付けトルク 5N・m 以下で緩みが確認されましたが、20N・m 以上では緩みは発生しませんでした。そのためテフロンパッキンでは加熱状態において緩みトルクが低下し、振動による緩みが発生し得る状況になるものと考えられます。

表 3-1 圧力計脱落の確認実験結果

| 試験条件・内容 | | 実験結果 | |
|--------------------------|---|------------------------------------|------------------------------------|
| | | テフロンパッキン | 銅パッキン |
| 加熱実験(40) | 初期締付トルクを 30N・m で締め付け、加熱し、緩みトルクを測定(15～30 分以降ほぼ一定) | 緩みトルクが 10.5N・m に低下 | - |
| 加熱実験(60) | | 9N・m に低下 | - |
| 加熱実験(80) | | 9N・m に低下 | 20N・m に低下 |
| 加振実験(16.25Hz: 流体関連振動を模擬) | 所定の締付トルクで締付後、加振し(最大 15 分)、緩み(圧力計が目視回転)が発生するトルクを同定 | 締付トルク 15N・m 以下で緩みが発生(20N・m では発生せず) | 締付トルク 10N・m 以下で緩みが発生(15N・m では発生せず) |
| 加振実験(340Hz: ポンプ振動を模擬) | | 締付トルク 5N・m 以下で緩みが発生(10N・m では発生せず) | 締付トルク 10N・m 以下で緩みが発生(15N・m では発生せず) |

さらに、事故時の流体関連振動が起きていたか確認するため、圧力計が脱落しないよう、接続をフランジ接続に変更した上で、実際にポンプを起動させる動的確認試験を実施いたしました。その結果、定常運転を模擬した操作時には異常振動は生じませんでした。吐出バルブを絞り、事故前の流体関連振動発生時の操作を模擬したところ流体関連振動と考えられる異常振動が発生しました。このときの加振力測定結果は以下の通りでした。

表 3-2 流体関連振動確認試験における枝管部の加振力測定結果

| 振動方向 | 定常運転時 ¹⁾ | 流体関連振動発生時 ²⁾ |
|------|---------------------|-------------------------|
| 水平 | 0.9G | 1.8G |
| 鉛直 | 1.4G | 3.4G |

1) 定常運転時操作：リボイラ入口弁を微開(約 1 / 8)とし、ポンプ吐出弁にて、ポンプ電流値を 52～54 アンペア、吐出弁 2 次側圧力を 0.12Mpa に調整した。

2) 流体関連発生時操作：リボイラ入口弁開度を大きくし、ポンプ吐出弁 2 次側圧力が負圧(-0.04Mpa)であることを確認の上、ポンプ吐出弁を徐々に開けて流体関連振動を発生させた。

^{*3} ネジ部を締め付けた後、緩めるために必要なトルク

^{*4} ネジ部を締め付けて固定する際のトルク

以上の状況を基に圧力計の脱落原因は以下の通りと判断いたしました。^{*5}

当該圧力計の接続に袋ネジを使用していたため、フランジや溶接接続と比較すると緩みやすい構造であった。

事故前にパッキン材質をテフロン製に変更しており、使用温度条件等の運転条件に対して不適切な材質であったため、締付トルクが低下した。(事故当時、銅製パッキンの予備品もありませんでした。)

本来はポンプ吐出弁を全開状態として、リボイラー入口弁で圧力調整等を行うべきところ、ポンプ吐出弁を用いて圧力調整等を行ったため、吐出弁の下流側が減圧状態になり、流体関連振動と考えられる異常振動が発生し、その振動によりさらに締付トルクが低下した。

その後、ポンプ運転による微振動で徐々に緩み、脱落に至った。

^{*5} 当時の運転条件を基に検討した結果、仮に流量異常が生じ 120m³/h の大流量が流れたとしても、NPSH_r(要求 NPSH(有効吸込みヘッド:Net Positive Suction Head))は 2.6m で、当時の運転状況から推測される NPSH_a(有効 NPSH)が 3.4m となるため、NPSH 不足によるキャビテーションは発生せず、それに伴う振動は発生しなかったものと考えられます。

(2) PCB 蒸気漏洩の原因

事故発生後の現場状況調査等から以下のことが判明いたしました。

- 排気口における PCB 濃度が 0.17mg/m^3 となった第 6 系統につないでいる各エリアの PCB 濃度を測定したところ、小型トランス解体エリアの天井裏で 0.40mg/m^3 と高濃度になっていた。
- 当該解体エリアの壁貫通部の仕舞いが不十分で明らかな隙間があった。
- 第 6 系統排気異常時は、速やかに活性炭処理設備のある第 5 系統に切り替えを行うことになっていたが、実際の切り替えは事故発生後約 4 時間経過してからであった。また、当該作業の手順書が中央制御室で保管されておらず、運転会社職員に対する教育が実施されていなかった。

また、PCB 蒸気漏洩経路確認試験(非 PCB ガスを用いたスモーク試験)を行った結果、以下のことが判明いたしました。

- PCB 蒸気漏洩経路の負圧を確認した結果、解体エリア天井裏(一般 PCB 廃棄物取扱区域)の負圧測定値は $-39 \sim -40\text{Pa}$ であり、一方蒸留エリア(管理区域レベル 1)の負圧値が -36Pa であり、負圧の逆転が生じていた。(図 3-3)
- また、PCB 蒸気漏洩経路確認試験において蒸留エリアで発生させたスモークが天井裏エリアに浸入し、その一部が第 6 系統排気口に至ることが確認された。(図 3-4)

以上から、PCB 蒸気の外部漏洩および排気切り替えの遅れの原因は以下の通りと判断しました。

小型トランスエリアの天井裏(一般 PCB 廃棄物取扱区域)の配管貫通部等の仕舞いが不十分で漏洩経路となり得る隙間が空いていた。

さらに、天井裏が負圧となり、蒸留エリア(管理区域レベル 1)との間に負圧の逆転が生じて、PCB 蒸気の一部が天井裏に流入した。

非常時の運転会社職員に対する教育が不足しており、第 6 系統の活性炭処理ラインへの切り替えが遅れた。この点について、建設 JV から運転会社への教育プログラムおよび教育管理が不十分であり、運転会社の安全意識・技術レベルが不十分であった。また、これらの状況については JESCO としても把握し、改善すべきであった。

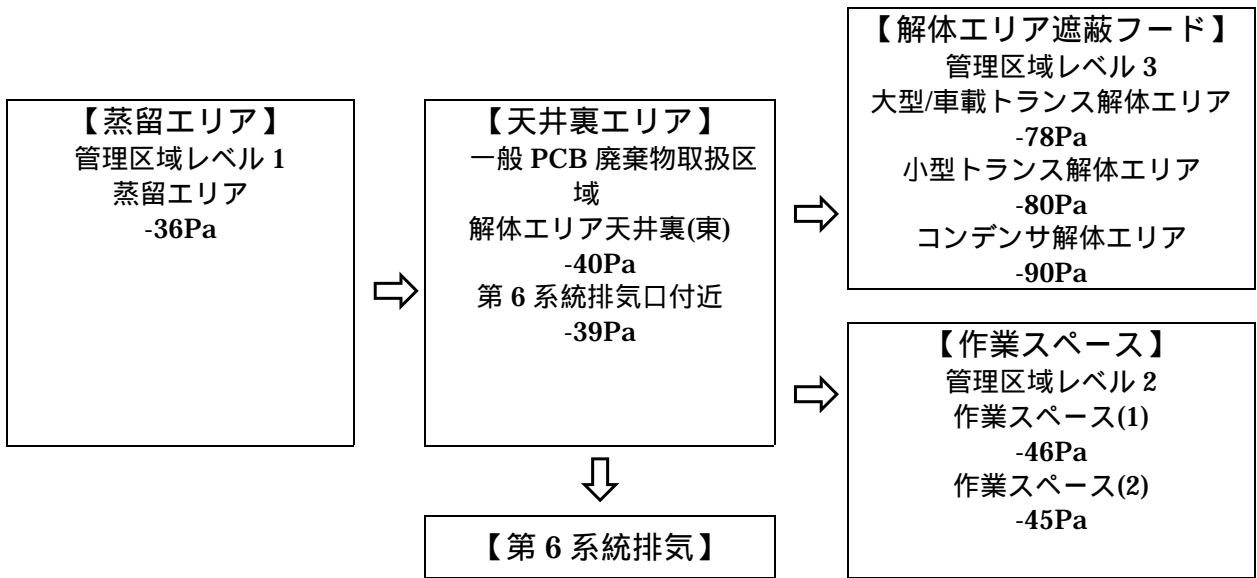


図 3-3 PCB 漏洩エリアの負圧値確認結果

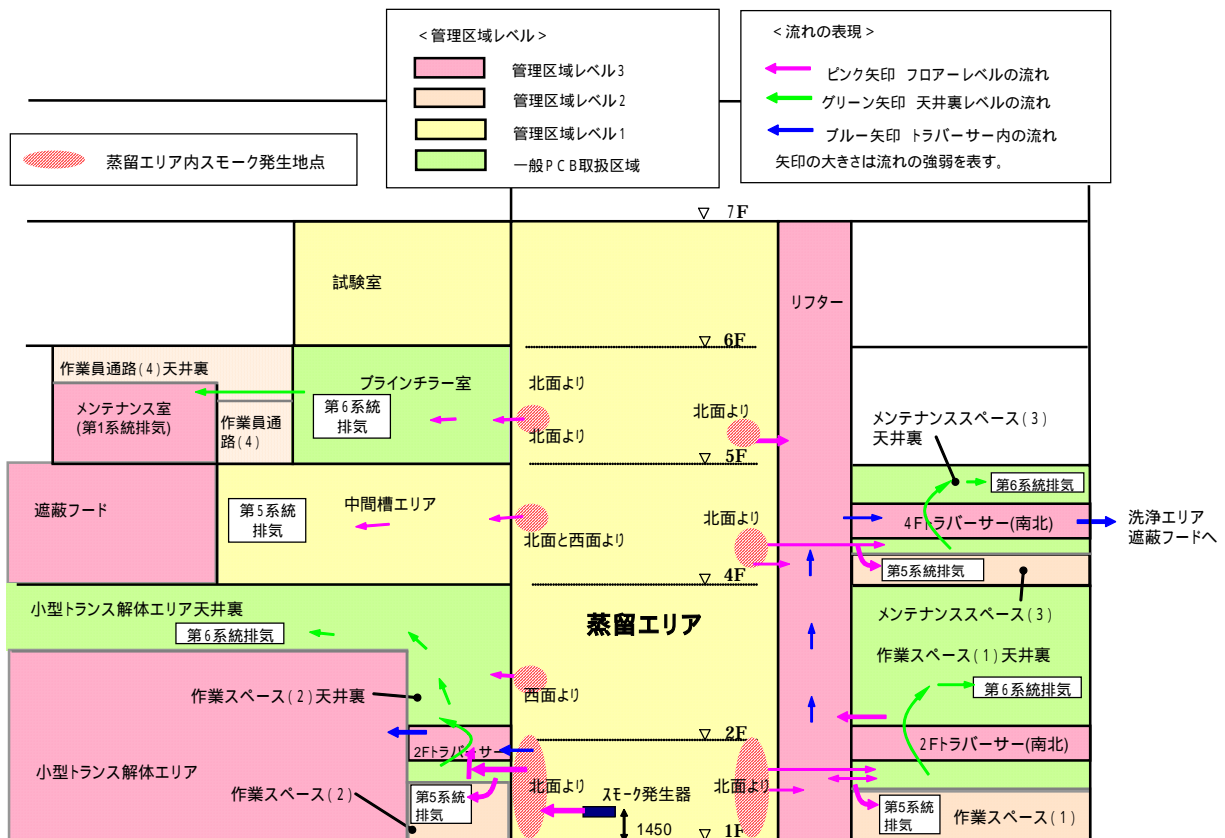


図 3-4 スモーク流立面概念図(スモークテスト結果)

4. 再発防止策

(1) 漏洩事故の原因に係わる対策

圧力計の脱落に係わる対策

- 第1蒸留塔塔底ポンプからの流体関連振動の発生を防止するため、財団法人産業廃棄物処理事業振興財団の専門家の意見を踏まえ安全性評価を行い、リボイラ入口弁及びポンプ吐出弁を全開で運転できるように、ポンプ吐出側及びリボイラ入口弁の上流側に制限オリフィスを挿入し、異常振動確認を行って異常振動のないことを確認しました。
- さらに、この塔底ポンプの機能は、大流量低揚程のリボイラ循環機能と小流量高揚程の液処理への送液機能の二つであり、これを1台で満足させるため高流量高揚程の大型ポンプ仕様となっております。そのため、現状ポンプ及び上記の追設オリフィスを撤去し、それぞれの機能に特化させたりボイラ循環用塔底ポンプと液処理送液用ポンプを設置して、エネルギーロスを低減する変更を行いました。この変更により、余計なエネルギーが消費されないこととなり、それに伴い、振動も低減されました。

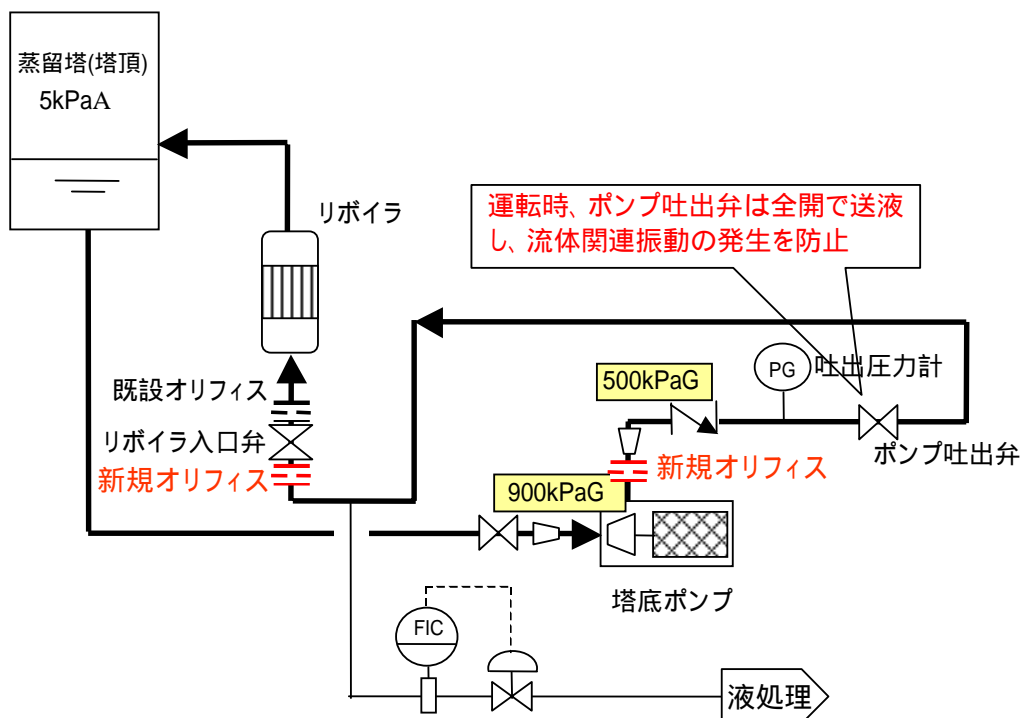


図 4-1 振動抑制対策後の配管ライン

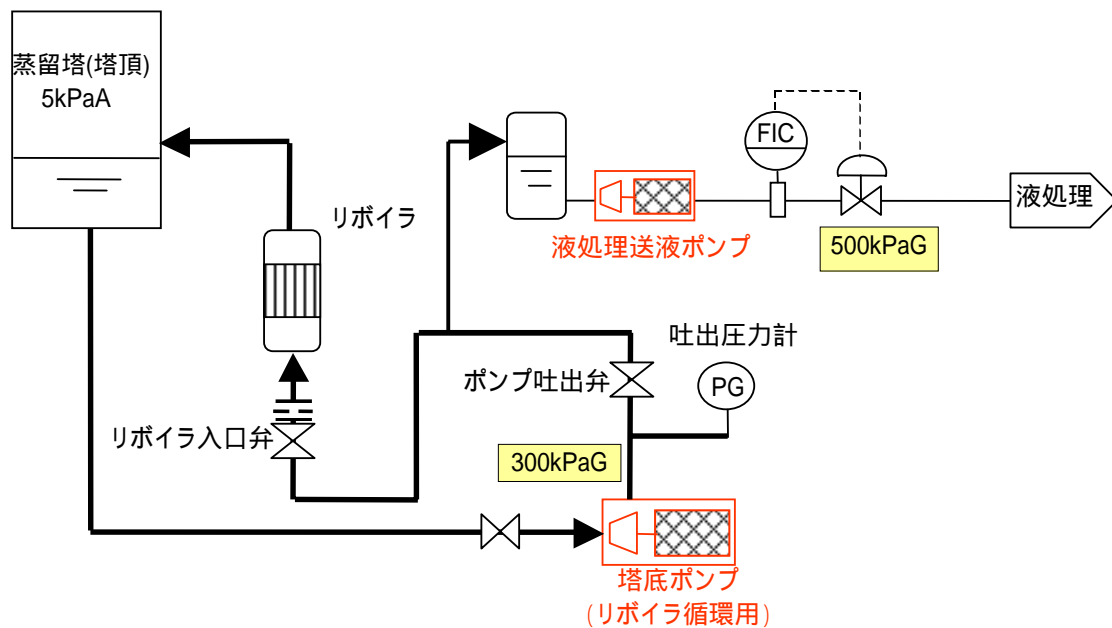


図 4-2 送液ポンプの低エネルギー化対策後の配管ライン

- 圧力計取付け部の緩みが生じにくくなるよう、接続方法を袋ネジ方式からフランジ接続方式に変更しました。また、圧力計を配管とは別の支持に固定し、キャピラリー(導圧管)で接続し、視認性の向上等を図りました。また、PCB、油類(危険物)の配管に設置していた全ての袋ネジ方式の圧力計についてもフランジ接続方式に取り替えしました。なお、これら対策につきましては想定される配管振動でフランジ接合部に緩みが生じないことを建設JV研究所の加振実験装置で確認いたしました。

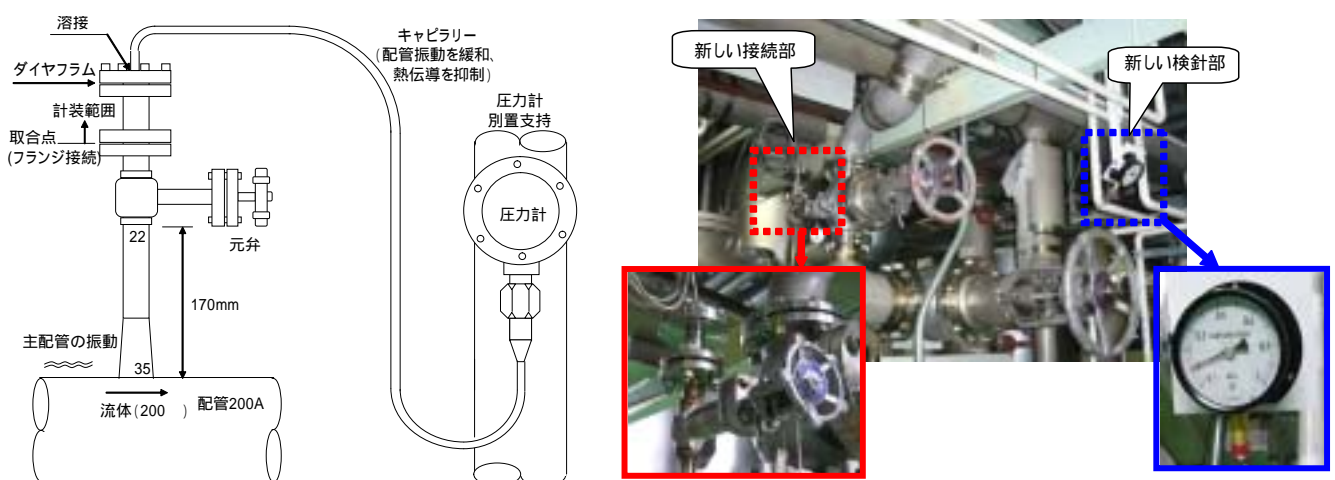


図 4-3 圧力計固定方法対策

- なお、テフロンパッキンを使用した原因は銅パッキンの予備品在庫がなかったためであり、このような事が発生しないよう在庫管理をシステム的に実施することとしました。

PCB 蒸気漏洩に係わる対策

- 配管貫通部等の開口仕舞いを確実に密閉するよう、安全総点検において開口部の確認を行うとともにシーリング等の対策を行いました。(4.(2) 参照)
- 第 6 系統排気においても、事故時に未処理の排気が外部に排出されないよう、活性炭吸着槽を設置し、第 6 系統排気を常時活性炭処理することといたしました。

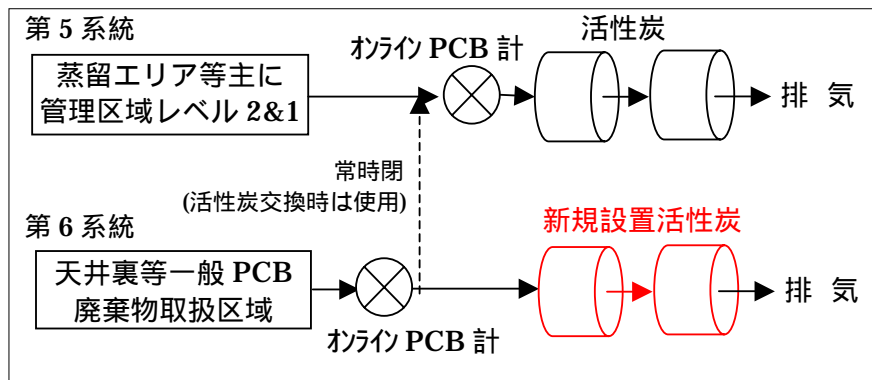


図 4-4 第 6 系統排気に活性炭槽設置後の第 5・6 系統排気概略図

- 豊田事業所施設では管理区域レベル 3 に隣接し、かつ通常は人が立ち入らない天井裏区域のような一般 PCB 取扱区域が存在します。このような区域を管理できるようにするため、第 6 系統排気エリアである一般 PCB 廃棄物取扱区域においても圧力測定が出来るよう、マンメーターを設置し、常時差圧値が表示されるようにしました。今後、この一般 PCB 廃棄物取扱区域の差圧値を日常的に管理し、管理区域レベル 1 の負圧レベルより深くないようにしてまいります。

(2) 安全に係る総点検とその対策

今回の事故の原因究明と対策に留まらず、事業再開にあたっては、施設の安全性について総点検を行うことが重要と認識しています。このため、見直しを行った袋ネジ以外にも配管のゆるみがないか、事故エリア以外にも漏洩経路となり得る隙間はないか、施設の安全性について設計コンセプト及び仕様(仕様変更含む)が設計から運転・保全に至るまで継承されているかについて、施設全体の安全に係わる総点検を行い、発見・抽出された不具合箇所について対策を実施いたしました。また、点検結果については、立会検査等により、その健全性を確認し、安全性の再確認を行いました。

具体的点検・対策実施内容は以下の通りです。

配管のゆるみ

今回の漏洩事故では袋ネジ部の緩みによるものであり、先述の通り、同様箇所についてはフランジ接続にする等の対策を施しました。ここではさらに施設の安全性を確保するため、フランジ接続箇所から PCB 漏洩が生じることの無いよう、以下の点検及び対策を実施いたしました。

- PCB 配管、危険物配管および窒素ガス配管 P&ID 図に従い各配管毎の仕様に関するチェックシートを作成し(総点検箇所数:約 12,400 箇所)、パッキンの有無、フランジ接合部のずれ、ボルト出代が十分であるか、漏洩・滲みの有無、及びボルトのゆるみの有無、について点検を実施いたしました。その結果、表 4-1 に示す数の不具合が確認され、次のように対策を施しました。
- それぞれの不具合につきましては表 4-2 に示す不具合対策を実施し、パッキン及び締付け等に異常が無いようにいたしました。特に、漏洩・滲みが確認された箇所や、漏洩・滲みにつながる可能性がある不具合箇所(配管ずれに伴うフランジずれ、ボルト出代不足、熱や振動によるボルト緩み)については、その不具合原因となった事象を解消するため、開放点検・修正やホットボルティングを実施しました。対策実施後には経過観察及び動的確認を行い、異常が生じないことを確認しました。
- 今後、日常点検、ウィークリー点検、マンスリー点検、年次点検により漏れ点検を行います。また、ボルトの緩みについては安全総点検でゆるみが集中していた箇所を中心に、熱や振動により緩む可能性のあるところは定期的(年 3 回)にゆるみの有無について確認し、これらの点検活動を通じて事故を未然に防ぐよう努めます。

表 4-1 配管のゆるみ点検結果

| パッキン 欠落 | フランジ ずれ | ボルト 出代不足 | 漏洩・滲 み* | ボルトゆるみ | | | | |
|------------|------------|-------------|------------|--------|--------|--------|------|-----|
| | | | | 1/8 回転 | 1/4 回転 | 1/2 回転 | 1 回転 | 共回り |
| 0 | 203 | 410 | 23 | 82 | 72 | 13 | 5 | 28 |

総点検数 12,403 箇所

* : 漏洩・滲みがある場合、その原因はフランジずれ等であるが表中では個数として重複していない。

表 4-2 配管のゆるみ点検不具合箇所対策

| 不具合項目 | 不具合原因 | 対策内容 |
|---------|--|--|
| フランジずれ | 配管ずれ | フランジ開放・配管ずれ修正、配管・サポート改造及びパッキン交換の実施後、規定トルク ¹ にて均等締め付け。 |
| | フランジ径違い(鋳物フランジの収縮に伴う若干量のずれ) | 漏洩の可能性が低いため、経過観察。 |
| | フランジ穴とボルト径のあそび | |
| ボルト出代不足 | 規定長さのボルト不使用 | 規定長さのボルトへの変更後、規定トルクにて均等締め付け。 |
| | 両切りボルトのバランス調整不足 | バランス調整後、規定トルクにて均等締め付け。 |
| | 機器等との干渉(JIS10k 規格フランジに対し、JPI 規格ボルトを使用し、干渉) | フランジと同規格(JIS10k)のナットに変更後、規定トルクにて均等締め付け。 |
| 漏洩・しみ | 配管ずれのままフランジの片締め | フランジ又は配管及びパッキン交換の実施後、規定トルクにて均等締め付け。 |
| | パッキンの繰り返し使用によるへたり | フランジ開放及びパッキン交換の実施後、規定トルクにて均等締め付け。 パッキンの繰り返し使用の禁止。 |
| | フランジのキズ | フランジ、配管、パッキンを取り替え後、規定トルクにて均等締め付け。 |
| ボルトゆるみ | 熱 | 熱が原因の箇所はホットボルティング ² 、振動が原因の箇所は増し締めの実施。動的点検実施。 |
| | 振動 | |
| | 熱と振動の同時影響 | |
| | その他(トルク管理せずに締め付け) | 増し締め後、経過観察。 |

1 規定トルク：JIS B 8265 圧力容器の構造（一般事項付属書 3）

2 ホットボルティング：運転状態に合わせた温度条件におけるボルト締め付け調整

配管等貫通部および建築の隙間仕舞

今回の漏洩事故では、隙間が原因となって天井裏(一般 PCB 廃棄物取扱区域)を經由して、外部漏洩に至りました。そこで以下の点検・対策を実施いたしました。

- そこで事故エリアに限らず PCB 管理区域全体の配管等貫通部および建築の隙間仕舞いについて、仕舞い仕様が不十分な箇所、シール性能の不良箇所、未施工箇所の不具合について点検を実施いたしました。その結果、表 4-3 に示す箇所の隙間の存在が確認されました。
- それぞれの不具合内容に対して表 4-4 に示すとおり、隙間発生の原因調査、対策検討・実施を行いました。なお、表中、「仕様改訂」とは、従前の気密対策では防火対策のみが考慮され、気密性が考慮されていない仕様の箇所が確認されたため、仕様を変更したところ、「シール不良」は施工されているがコーキング材の割れや剥離、ずれ等が生じていたため、シール性能を再確保するための処置を行ったところ、「未施工」とは仕様通りの施工がなされていないため、施工を実施したところを示します。

表 4-3 配管等貫通部および建築の隙間仕舞いの点検結果

| 対象箇所 | 不具合項目 | 不具合内容 | 不具合箇所数 |
|------------------------------|-------|---------------------------------------|--------------------------|
| プラント配管等 (851箇所) 建築間仕切り | 仕様改訂 | 当初設計仕様に適合しているが、気密性を向上させるため追加施工する必要がある | プラント配管等：304 建築間仕切り：82 |
| | シール不良 | ・コーキング割れ/剥離 ・モルタル割れ ・塞ぎ板の歪み/ずれ | プラント配管：19 建築間仕切り：118 |
| | 未施工 | ・コーキング無し ・モルタル未施工 | プラント配管：7 建築間仕切り：25 |

表 4-4 配管等貫通部および建築の隙間仕舞い不具合箇所の原因と対策

| 不具合内容/項目 | | 原因 | 対策 |
|--------------|-------------|--|--|
| 仕様改訂(気密対策強化) | | 1) 塞ぎ板周りコーキング無し 2) 防火仕様のみ | 1) 塞ぎ板周りコーキング追加 2) 仕様変更(防火+気密仕様) |
| シール不良 | コーキングの割れ/剥離 | 1) コーキングの厚み不足 2) 油脂の拭き取り不足 3) 振動(推定) | 1) 厚み仕様を 3mm から 5mm に変更 2) 拭取をウェスから洗浄液+ウェスに変更 3) 振動影響を稼働時に確認 |
| | モルタル割れ | 乾燥収縮による | はつり、目荒らし、水分配合、養生の各状態を確認して再施工 |
| | 塞ぎ板の歪み/ずれ | 1) 施工後の外力による 2) 施工不良 | 取り外して再施工(歪みの生じているものは交換) |
| 未施工 | | | 施工実施 |

安全管理記録のレビュー

施設の安全性は、設計から据付、試運転に至る過程における設計コンセプト及び仕様の継承、並びに仕様変更の際の十分な検証が確保されていることが前提となります。しかし、今般の漏洩事故においては、施工段階でパッキンの材質変更を行ったことが、設計者・工事監督者にも知らされていなかったこと、最終確認検査でも把握できなかったという問題点も明らかになりました。そこで、以下に示す安全管理記録のレビュー及び対策を実施いたしました。

- PCB 漏洩・暴露及び火災・爆発というリスクに絞って、第三者によるチェックを受けながら JESCO 管理下において、設計コンセプト及び仕様(管理区域レベルの設定、密閉構造の採用、漏洩検知器の設置、防油堤・オイルパンの設置、着火源の排除、酸素の混入防止、温度・圧力管理等)の継承が確実に行われたか、安全管理記録に不備がないか、という観点で、安全設計意図が、設計、製作、据付・施工、試運転、運転・保全の各段階で本設備を構成する全ての機器(総点数 5371 点)に反映・継承されているかレビューを行いました。
- さらに、レビューにおいて設計意図に合致しない点が抽出された機器について

は、安全検討を実施し、必要な安全対策を実施いたしました。

- 具体的なレビューによって抽出され、安全性の再確認を行った項目は8件あり、それらのうち、再確認後、4件については安全対策を実施し、今後定期点検及び試運転等を通じて経過観察いたします(条件付き合格)。これら一連の作業により、施設全体の安全設計思想との整合を確保し、安全性の再確認を行いました。安全管理記録レビューにより抽出された設計意図と合致しない項目とその対応について表4-5に示します。
- 施設の安全性の確保に関しまして、仕様変更や設備の改造・改善の安全性に対する検証の一環として、安全性評価を改めて実施いたしました。この結果、施設を構成する機器のプロセス異常、機器の故障および誤操作を起因事象とするPCB漏洩・暴露及び火災・爆発に至るリスクは設計で意図したとおり、十分許容できるものであることを再確認いたしました。

表 4-5 安全管理記録レビューにより抽出された設計意図と合致しない点とその対応

レビュー対象 配管：2,471点、静機器：189点、動機器：191点、計装品：2,520点

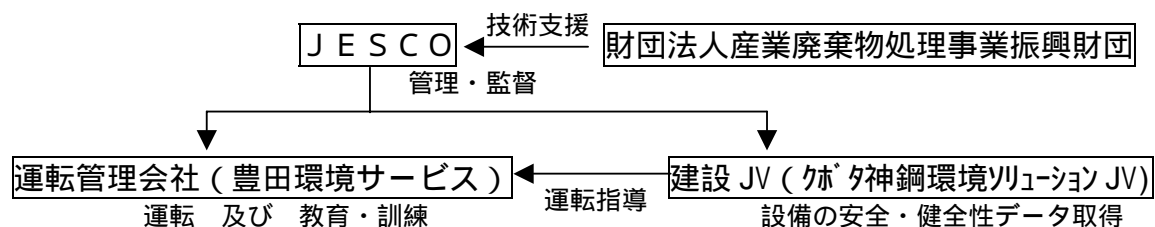
| 対象エリア | 機器 | 項目 | 抽出された項目 | 判定根拠、対策等 | 判定 |
|---------|------------|------------------|--|--|----------------|
| 蒸留IIA | 真空ポンプ（動機器） | 設計検証(設計仕様) | ドレンポットの部品図からネジ締付を発見(本来は溶接又はフランジ) | 気密試験及び振動を確認し、現物チェックを行った結果、振動防止型の接続方式であり、緩む可能性が低いため、毎年の定期点検で確認していく。 | 条件付合格 |
| 蒸留IIA | 配管 | 現地確認(外観) | PCB 配管のオアフィに片側しかガスカートが入ってない | 設置済み。試運転時に最終確認する。 | 試運転時確認合格 |
| 排気処理IIA | 計装品 | 設計検証(設計仕様) | 第1再生溶剤ラインの現場指示差圧計(流量計)が導圧配管施工(ネジ付)になっていた | スウェーじロックにより固定しているため、安全上問題が無いことを確認した | 再確認後合格 |
| 液処理IIA | 配管 | 現地確認(外観) | 一部の配管・計装機器が防油堤内に無い | 流体が卒業物であるため、漏洩防止目的の防油堤は不要と判断。危険物としての観点からもタンク類でないため、問題はない。 | 再確認後合格 |
| 液処理IIA | 配管 | 現地確認(外観) | SD 受入室において、配管、計装機器が防油堤内に無い | 流体はSD(危険物4類3石)でPCBは含有していない。漏洩の物的対策(乾燥砂、低湿クロス)及び人的対応(回収作業及び回収品の保管)により安全性は確保される。 | 再確認後合格 |
| 液処理IIA | 配管 | 現地確認(外観) | 静電気対策用アースボンドが水素排気ラインのみに設置 | PCBや鉱物油等のラインはサポート等で接地されており、機器・計器の防爆仕様を現地確認の上、消防署に再確認し、安全を確認した。 | 再確認後合格 |
| 液処理IIA | 配管 | 品質検証(ホットボルトティング) | 現地運転記録にホットボルトティングに関する指示書は確認されたが、実施記録が無い | 試運転でホットボルトティングを実施し、ホットボルトティング資料を保存する。 | 試運転開始時までに完了し合格 |
| 液処理IIA | 計装品 | 現地確認(外観) | PCBラインの計器が防油堤内に無い | 計器下にオイルパンを設ける。 | 設置して合格 |

(3) 試運転による施設健全性の確認とその対策

試運転（実施期間：5/17 から 6/7）では、事故対策と安全総点検により改善した施設全体の安全性・健全性（環境保性能を含む）について確認するとともに、試運転を通して分かった施設の安全性・健全性をさらに向上させるための改善項目について、その対策について検証しました。

試運転にあたっては、JESCO 事故対策委員会の管理・監督体制のもとに、JESCO 豊田事業所の指揮下において施設の運転を運転管理会社が担当し、安全性・健全性の確認項目のデータ取得を建設JVが行い、以下の体制で JESCO 本社・豊田事業所、運転管理会社、建設JVが一体となって、安全にかつ確実に進めました。

[試運転全体制図]



その結果、前処理設備について試運転を通じて個々運転の安全性・健全性及び連動運転の安全性・運転性ともほとんどの工程で良好であることを確認し、また事故対策による改善がなされていることを確認しました。液処理設備については合計 69 バッチの試運転を行い、全ての処理バッチで分解完了基準をクリアし安全性・健全性を確認するとともに、処理残渣についても全て卒業判定基準を満足していることを確認しました。さらに、総点検での経過観察項目についても良好な観察結果を得ました。試運転による施設全体の安全性・健全性の確認項目・方法並びにその結果を表 4-6 に示します。

また、試運転を通して、施設の安全性及び健全性をさらに向上させるための改善項目が判明しました。これらは長期間の停止後に施設を稼働させたことに伴うもの、事故前の施設の稼働中から調整を進めていたものです。これらについて必要な対策を講じ、その改善効果を確認しました。これらの改善項目及び対策について表 4-7 に示します。

以上の結果、施設全体が適正に稼働し、設備が安全であることを確認しました。また経過観察項目につきましては、引き続き定期的に点検を行い、施設の安全性・健全性の継続的確認を実施していきます。今後も定期的に施設の点検、確認を行い、施設の安全性・健全性をさらに向上させていきます。

表 4-6 試運転による施設全体の安全性・健全性の確認項目・方法並びにその結果

| | 確認項目及び方法 | 確認結果 |
|----------------|--|--|
| 前処理設備の確認 | <p>設備内の各ライン上等に貯留している仕掛品および施設内に保管している未処理品のうち確認に必要な量を用いた処理運転により、次の確認を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・各設備の個々運転の安全性・健全性の確認 ・各設備間の連動運転の安全性・運転性の確認 | <p>各設備毎運転の安全性・健全性及び連動運転の安全性・運転性とも、ほとんどの工程で良好であり、改善されていることを確認した。いくつかのさらなる改善必要項目(表4-7)について措置を施し、その結果、異常は認められず前処理設備は適正に稼働し、設備が安全であることを確認した。</p> |
| 液処理設備の確認 | <p>各設備の連動運転時の安全性と健全性を確認する。</p> | <p>合計 69 バッチの試運転を行い、全ての処理バッチで分解完了基準をクリアし安全性・健全性を確認した。また処理残渣についても、全て卒業判定基準を満足した。また試運転期間中にインターロックによる一時停止(表4-7参照)が発生したが、原因確認・対策を施し、その結果、異常は認められず液処理設備は適正に稼働し、設備が安全であることを確認した。</p> |
| | <p>長期停止後運転再開時の安全確認</p> <ul style="list-style-type: none"> ・SD 移送配管に閉塞がないこと。 ・PCB 受入配管(特にトランス油)において、ヒータトレース動作確認後、閉塞がないこと。 ・その他、各機器が安全に一連の連動動作すること。 | <p>左記事項の全てについて異常は認められず、長期停止後の運転再開時の安全性を確認した。</p> |
| | <p>配管変更による動作確認</p> <p>停止期間中に仕様変更した項目の、循環ヒータ廻りの油送液ルートの変更等に伴う、システム動作の安全を確認する。</p> | <p>左記事項について異常は認められず、配管変更による安全性を確認した。</p> |
| 総点検での経過観察項目の確認 | <p>配管ずれを起こしたまま組み付けたためにフランジずれが生じていた箇所は、フランジを開放して配管再調整を行ったので、流体を流す試運転を通して健全性を確認する。</p> | <p>総点検で配管ずれに起因したフランジずれの是正箇所(全 33 箇所)、漏洩・滲みに対する是正箇所(全 23 箇所)全てについて経過観察を行ったところ、漏れ、滲みは確認されず良好であった。</p> |
| | <p>同様に配管ゆるみが確認された箇所は、ホットボルティングが増締めを行っており、試運転期間中に健全性を確認する。</p> | <p>熱媒ボイラーを運転開始し、加熱された部位について順次ホットボルティングを行い、全ての箇所で異常は認められず、ホットボルティング・増し締め箇所の安全性を確認した。</p> |
| | <p>施設内負圧については試運転期間中に、隣接する管理区域レベル間の負圧が逆転しない適正状態であることを確認する。</p> | <p>5/20～5/21 において第 6 系統排気ファンの絞り込み運転により一部の隣接した管理区域間で負圧の逆転が認められ、その原因確認・対策を施し、改善されたことを確認した(表4-7)。それ以外の期間では負圧が逆転しない適正状態であったことを確認した。</p> |

| | 確認項目及び方法 | | 確認結果 |
|-----------|--------------------------------|---|--|
| 環境保全性能の確認 | 活性炭前排気 | PCB / 常時 / オンラインモニタリング | 真空加熱分離処理を行った際、活性炭吸着槽の前で計測している第3排気系統オンライン PCB 計の指示値が上昇し、排気を停止する必要性が生じた(表 4-7)。(排気ガラの測定値は検出限界(5 µg/m ³)未満であり、外部環境に影響は無い) それ以外について異常は認められず、活性炭前の排気状態が適正であることを確認。 |
| | 排気 | PCB / 当初毎日1回、その後毎週1回 / 施設内分析 | 全て協定値を満足していることを確認。 |
| | | PCB、DXNs、ベンゼン / 試運転中一回 / 外部委託分析 | 全て協定値を満足していることを確認。 |
| | 浄化槽排水 | PCB、pH、BOD、全窒素、全リン、n-ヘキサン / 試運転中一回 / 外部委託分析 | 全て協定値を満足していることを確認。 |
| | | PCB / 毎週1回 / 施設内分析 | 全て協定値を満足していることを確認。 |
| | | pH、全窒素、全リン / 2週に1回 / 施設内分析 | 全て協定値を満足していることを確認。 |
| | 最終放流口排水 | PCB、DXNs / 試運転中一回 / 外部委託分析 | 全て協定値を満足していることを確認。 |
| | | その他有害物質(26項目) / 試運転中一回 / 外部委託分析 | 全て規制値を満足していることを確認 |
| | | pH、COD、全窒素、全リン、油分 / 毎月1回 / 施設内分析 | 全て維持管理値を満足していることを確認。 |
| | | PCB / 週1回 / 施設内分析 | 全て協定値を満足していることを確認。 |
| 騒音 / 振動 | 敷地境界4箇所 / 試運転中一回 / 外部委託分析 | 全て維持管理値を満足していることを確認。 | |
| 悪臭 | 特定悪臭物質(22項目) / 試運転中一回 / 外部委託分析 | 全て規制値を満足していることを確認。 | |

表 4-7 施設の健全性・稼働性のさらなる向上のための改善項目とその対策

| さらなる向上のための改善項目 | 対策 |
|--|---|
| コンデンサ解体の素子取出解体工程において、洗浄液のオイルパンへの液だれ対策として設置した受け樋によりオイルパンへの液だれは大幅に改良されたが、まだ受け樋から少量の跳ね返り飛沫がオイルパンにたれた。 | 受け樋を大型化し、跳ね返り飛沫が受け樋を越えないように改善する。 |
| コンデンサ解体の素子裁断工程において、改良した素子押さえ板の固定方法に改善の余地があることが判明した。 | 裁断機のブラケットに新しい素子押さえ板を取り付けた際に、素子押さえ板を取り付けるブラケットを取り外して適正トルクで締め付けてから、ブラケットと一緒に取り付け直したことで固定状態が改善された。今後は、この作業手順に変更する。 |
| コンデンサ解体の缶体反転工程への搬送中に缶体の位置ズレが若干発生した。 | 反転機を自動運転だけでなく手動運転できるようにして位置ズレが生じた場合にも手動運転で修正できるように改造することを検討。 |
| 大型トランス解体の大型切断工程において、コアの固定に時間を要した。 | 切断方法・作業手順を変更する。 |
| 車載トランス缶体の真空超音波洗浄において、ストレーナの閉塞によるメンテナンスの必要が生じた。 | 解体前工程において車載トランスの外部汚れを取り除くことにより、ストレーナ閉塞頻度を低減させるとともに、ストレーナの洗浄専用ブースを設け、遮蔽フード内環境を改善する。 |
| 真空加熱分離処理を行った際、活性炭吸着槽の前で計測している第3排気系統オンラインPCB計の指示値が上昇し、排気を停止する必要が生じた。(排気ガラの測定値は検出限界(5 µg/m ³)未満であり、外部環境に影響は無い) | <p>主な原因は、真空加熱オイルスクラバのスプレーノズルに夾雑物が引っ掛かり易い構造であったため、スクラバ油の噴霧パターンが乱れたことにより真空加熱スクラバ能力が低下したことにあることから、スプレーノズルを変更するとともに、さらに安全性を向上させるために以下の措置を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・第3排気系統の活性炭吸着槽の後段を第1系統オイルスクラバに接続し、第3排気を常時第1系統に送気する。 ・このとき第3排気系統のオンラインPCB計は排気管理用、第3排気系統の活性炭吸着槽及び第1系統オイルスクラバを排気処理装置として位置づける。 ・第1系統オンラインPCB計によりPCB濃度が協定値(10 µg/m³)を満足していることを常時監視できるようにする。 ・その後、セーフティネット活性炭吸着槽を通して排気されることにより、安全性を向上させる。 ・なお、この改善による第1系統排気システムへの負荷増大の影響が無いことを検証した。 |
| VH用オイルスクラバ循環ポンプの一部の圧力が不足していた。 | <p>原因：調査の結果、スプレーノズル部に素子詰まりが生じていた。</p> <p>対策：素子詰まりを除去し、循環運転を行った結果、異常が無いことを確認した。</p> |

| さらなる向上のための改善項目 | 対策 |
|--|---|
| <p>液処理設備において、安全のためのインターロック作動による一時停止が発生した。</p> <p>1) 遠心分離機異常による安全のための自動工程停止。</p> <p>2) 回収油槽とベース油槽で 0.5 ~ 1mg/kg の PCB コンタミが発生。</p> <p>3) システムを一時的にシャットダウンした際、工程開始時に流量計がカウントされるのにタイムラグが生じて、システムが安全のため工程停止した。</p> | <p>1) 原因：長期停止後の立ち上げであったため、遠心分離器に固形物が蓄積していたため。 対策：全ての遠心分離機で残留固形物排出工程を手動で行い、正常運転に復旧した。</p> <p>2) 原因：長期停止中に設備改造のため配管洗浄 PCB 汚染油を反応槽に長期保管したが、この時反応槽内の付着物に PCB が浸透した。通常の処理では PCB は金属ナトリウムの入った油に PCB を注入するので PCB が反応槽に残ることはないが、最初から PCB が入っていたため、後から金属ナトリウムを注入して処理したことにより、付着物に浸透した PCB までは処理できなかった。その後、処理した洗浄油だけを外部排出する為、ベース油槽にあった反応媒体油を一旦反応槽に入れて、油槽類の油を次々に取り回す作業を行った際にコンタミが発生した。 対策：コンタミ油をベース油として高濃度処理に使用し、分解処理を進めて浄化した。なお、その後は回収油への PCB コンタミは確認されていない。</p> <p>3) 原因：システムを一時的にシャットダウンしたことにより、一部配管が満液状態でなくなっていた。満液状態には自動的に復旧するが、工程開始時に流量計のカウントがシステムに到達するまでにタイムラグがあるためにシステムが満液状態でないと感知して工程停止したもの。配管が満液状態になると通常状態に復帰した。 対策：停電時にも同様なことが起こるため、今後は工程開始する際に配管内が確実に満液状態であることを確認した後に再開することとした。</p> |
| <p>5/20 ~ 5/21 において一部の隣接した管理区域間で負圧の逆転が認められた。</p> | <p>原因：第 6 系統排気の風量を絞り込んだ運転により、風量の変動現象(サージ現象)が生じたため。</p> <p>対策：第 6 系統排気ファンの排気風量を調整し、負圧変動が生じないことを確認した。</p> |

(4) ヒューマンエラー防止策

今回の漏洩事故においては、銅製からテフロン製へのパッキン変更が現場判断のみで行われた点、変更内容について運転会社への申し送りが十分でなかった点、活性炭処理系統への合流操作に遅れが生じ、PCB 蒸気の漏洩を継続させてしまった点、緊急時の連絡に遅れが生じた点で問題がありました。こうしたヒューマンエラーの発生を反省し、

対策 1 (変更が現場判断のみで行われた点): 管理体制の見直し

対策 2 (申し送りが不十分であった点): 指示・連絡の改善

対策 3 (排気処理切替が遅れ、漏洩を継続させた点): 教育・訓練の再実施

対策 4 (緊急時連絡の遅れ): 緊急時連絡の見直しと訓練

を実施いたしましたので、以下にその内容を示します。

管理体制の見直し

銅製からテフロン製へのパッキン変更が現場判断のみで行われたことは、管理面の問題として重大であると認識しております。従前の運転管理体制では、管理監督職相当の作業員も通常の作業員と同様にラインに入っていたため、作業員の作業状況を十分把握できておりませんでした。また、これまでの運転管理会社は、施設を設計、施工した JV と同じ組み合わせのクボタ神鋼環境運転 JV であり、互いの意思疎通が十分ではありませんでした。

そこで、管理体制を強化するとともに、内部組織の一体化を強化するため、2 月から豊田環境サービス株式会社に移行し、作業員を増やすなどにより 94 名から 105 名に増員しました。これにより、管理職相当の作業員が設備及び作業に係る管理監督に専念できる体制といたしました。

また、新たに安全行動基準・安全作業基準ガイドラインを策定し、災害の発生予防を強化する上で重要と判断する事項を小冊子等にして JESCO 及び運転会社の全従業員に配布、周知させ、安全行動・安全作業の徹底を図り、また、個々の作業員が自己評価し、上司が助言できる仕組みを構築しました。

さらに、事故やトラブルにつながる小さな兆候を見逃さないように普段から作業員との意思疎通を図り、ヒヤリハットの報告や設備改善提案等、作業員が意見を出しやすい環境及び仕組みを構築しました。

指示・連絡の改善

申し送りが十分でなかった点について、これまで JESCO と運転会社の間での作業上の指示・注意、不具合の発生等の報告については、ライン停止などの緊急時以外は、朝の担当別打合せ時の口頭と夕方の夕例会議（前日の状況を文書化）で行ってききましたが、文書化による項目漏れや報告遅延が生じていました。また、JESCO からの指示・回答が一部口頭で済まされていたため、運転会社内での伝達漏れや誤解が発生していました。

事故発生以降、こうした事項を文書化するよう改善するとともに、JESCOからの指示・回答についても全て指示書として通知することを徹底しています。

また、運転会社内での指示者から作業員への指示・連絡については、朝礼、班別ミーティングでの口頭指示であり、申し送りについては日誌記載でしたが、要点だけを申し送りしていた状況でした。これらの状況については、JESCOとしても把握し、改善すべきであったところです。

事故発生以降、運転会社内での指示者から作業員への指示、連絡等(作業上の注意、不具合の発生等を含む)はホワイトボードに図解入りで表示して見やすい場所に置くことにより、担当作業員全員が反復して確認できるようにしました。また、シフト交代にあたって必要時間を確保して周知徹底するとともに、各種ミーティングの実施にあたっては、関係者の相互確認により伝達・内容に遺漏がないように措置しています。

教育・訓練の再実施

今回の事故において第6系統排気のオンラインPCB計が警報を発したにもかかわらず活性炭吸着槽を設置している第5系統排気ラインへの切替ができなかったというヒューマンエラーは、教育事項が一部完了していなかったこと、その習得状況を確認していなかったこと、それ故に危険予知及び危険に対する対応の能力に欠けていたことに起因します。

このため、事故後にこのような緊急時対応を含め、通常の操業中にはあまり発生しない低頻度作業についてマトリックスを作成し教育漏れの無いようリストアップし、これらの作業手順書を整備し直して作業員の再教育と訓練を行ってきました。

また、管理体制の強化のため増員された新規作業員に対しては、全体教育(導入教育及び処理フロー概要)及び各処理工程の定常作業教育について、机上教育、実機の空運転による教育を熟練作業員とのマンツーマンで実施しました。その習熟度

表 4-8 非定常作業教育項目

| 教育項目 | | |
|-----------------------|-----------------|---|
| 大項目 | 中項目 | 小項目 |
| 緊急時・異常時対応訓練 (62項目) | 全体 | ・停電時対応 他 |
| | 除染 | ・ユーティリティー・排気の非常停止 他 |
| | 液処理 | ・PCB漏洩検知器作動時対応 他 |
| 低頻度作業 | 液処理 (25項目) | ・異常停止からの復旧 ・自動運転 手動運転での切替処理 ・自動発停機器の立ち上げ 他 |
| | 蒸留分離 (105項目) | ・蒸留塔スクラパーの起動停止 ・ポンプ洗浄 ・リークチェック ・起動確認 他 |
| | 解体 (67項目) | ・刃、治工具の交換 ・微調整 他 |
| 階層教育 | 緊急時対応マニュアルの再読 | |
| | 職場運営 | ・報連相の徹底 |
| | 見える化 | ・異常判断 ・日常管理項目 |
| | 指導方法確認 | |

評価としてペーパーテストを実施し、受講者の得た知識、理解度が高いことを確認するとともに、各員の不得手部分の個別フォローを行いました。教育にあたっては、運転員一人一人の危険予知及び危険要因に対する適切な対応の能力を向上させ、リスクマネジメントの意義を理解した上で施設を運転することができるよう社内でのリスクコミュニケーションを重視して行いました。

なお、中央監視装置の異常対応訓練や非定常作業にあたってはシミュレーターを導入し、運転管理技術のさらなる向上を図っています。

さらに試運転期間中には運転会社全体教育(試運転開始にあたっての注意及び意識教育、試運転での管理・品質・安全教育事項の再確認)、スキルアップ教育(運転経験者のさらなるレベル向上教育及び運転中のトラブル処理能力(低頻度作業・異常時対応)の向上)、新人教育(実機稼働による運転訓練による通常運転作業の習熟、トラブル対応作業の習熟)を実施しました。また、試運転後の停止期間中に緊急時対応訓練(火災)を予定しています。

これらの教育・訓練は、JESCO 職員と運転会社で共同して行っていますが、個々の作業者に係る作業習熟の状況を確認し、更なる向上を確保していきます。また、安全意識・技術レベルの維持・向上を図るため、毎年教育訓練計画を定め、月毎の重点安全目標を定め、日常的な安全管理活動を実施しています。

緊急時連絡の見直しと訓練

今般の漏洩事故にあたっては、事故発生後に運転会社内で連絡しようと思った相手に連絡できなかったこと、特に携帯電話が通じなかったこと等から運転会社から JESCO に対する連絡に遅れが発生しました。このため、連絡網を二系統の連絡ができるようにし、また不在等で連絡が取れない場合には、飛び越して連絡するなど、迅速で確実に連絡が伝わるように見直しました。

また、今般の漏洩事故にあたっては、JESCO から関係機関への連絡がさらに遅れたことを反省し、今後は遅滞無く対応できるように緊急時対応マニュアルを見直しました。

緊急時対応マニュアル改正のポイント

今般の漏洩事故において、連絡しようと思った相手に連絡できなかったこと、特に、携帯電話が通じなかったことから、JESCO への連絡に遅れが発生したこと及びこのことに端を発し、関係機関への連絡に遅れが発生したことから、夜間・休日の緊急時通報連絡図及び管理職等の緊急連絡先を以下のように変更しました。

携帯電話番号のほか、固定電話番号及び携帯電話のメールアドレスを併記した。

中央制御室からの緊急連絡先を JESCO 及び運転会社の両方とした。

上記において携帯電話しか所持していない場合や不在である場合にも、確実に連絡体制が機能するように、不在である場合には、連絡先を先送りする

よう明記した。

関係機関への連絡を遅滞なく行うため、連絡時点を明記した。

また、非常停止や地震による緊急停止及び火災の対応等、全員で熟知すべき訓練を継続的に実施し、緊急時の迅速な対応と連絡を徹底します。

(5) 本社による継続的なチェック体制

処理施設の健全性、運転・操業の確実性の確保等とこれらの維持向上を図るために、これらに関連する事項を様々な視点で評価する内部技術評価（図 4-4 実施フロー、評価責任者：JESCO 本社事業部長）を早い時期に実施します。さらに、内部技術評価はその後も定期的実施し、この結果を監視委員会等で報告します。また、評価結果は評価対象事業所と運転会社全体に幅広く周知し、各職員の担当外の事項も含め、課題等について理解を深めてまいります。

| 実施事項等 | | 実施者 | 承諾・報告等 | 助言・指導等 |
|------------|----------------------------|------------------|-----------------|-------------------|
| 評価実施計画 | | 評価責任者 | 事業担当 取締役(承認) | |
| 評価実施 | | | | |
| 事前準備 | | 評価チーム | | |
| 開始時打合せ | | 評価チーム | | |
| ヒアリング | | 評価チーム | | |
| 実地観察等 | | 評価チーム | | |
| 評価チーム会議 | | 評価チーム | | |
| 終了時打合 | | 評価チーム | | |
| 講評 (総括) | | 主任評価員 (評価責任者) | | |
| 評価結果報告 | 評価終了後 | 評価責任者 | 取締役(報告) | |
| 評価結果通知 | 評価対象事業所宛 | 評価責任者 | | |
| 是正方針書案 | 評価責任者に提出 評価対象事業所に修正要求 | 評価対象事業所 評価責任者 | | P委員会* 事業部会(指導) |
| 評価報告書 | 評価対象事業所に是正等要求 公表 | 評価責任者 評価責任者 | 取締役(承認) | |
| 是正等措置 | 評価責任者に完了報告 評価対象事業所に修正要求 | 評価対象事業所 評価責任者 | | |
| 方法等見直し | 必要に応じて | 評価責任者 | | P委員会(指導) |

* P委員会: ポリ塩化ビフェニル廃棄物処理事業検討委員会

図 4-4 内部技術評価実施フロー

5. おわりに

報告させていただきましたように、当社では漏洩事故後、事故原因及び関連事項に係る対策、並びに安全に係わる総点検及び点検結果に基づく施設対策を実施し、さらに試運転により施設の健全性を確認いたしました。また、ヒューマンエラーを起こすことの無いよう様々なヒューマンエラー防止策を実施いたしました。

当社といたしましては、本施設を設置、管理している立場から、当社の直接的行為の他、建設JV、運転会社の行為を含め、二度とこのような事故を起こさないよう、万全の体制で安全な運転・管理を継続して実施して参る所存でございますので、皆様のご理解を賜りたくお願い申し上げます。

最後になりますが、今般の事故におきましては、近隣住民の皆さま、豊田市、愛知県をはじめ多くの方々に多大なご迷惑をおかけし、また多くのご助言・ご指導を頂きました。書面をお借りいたしまして厚く御礼申し上げます。

お問い合わせ先

日本環境安全事業株式会社

本社事業部 安全・技術開発課 TEL (03)5765-1930

豊田事業所 運転管理課 TEL (0565)25-3110