

岩国大竹工場レゾルシン製造施設爆発・火災事故にかかわる報告書（概要）

1. 事故の概要

- ・2012年4月21日23時20分の岩国大竹工場の蒸気系トラブルにより、23時32分、レゾルシン（以下、RS）製造プラントを緊急停止。RS酸化反応器への空気供給を停止して窒素置換を開始すると共に、酸化反応器の冷却を開始
- ・4月22日0時40分、窒素供給が停止して攪拌が停止し、酸化反応器の温度が上昇開始
- ・2時15分、酸化反応器が破裂して爆発及び火災が発生し、サイメン（以下、CY）製造プラント及び動力プラント配管ラックに延焼
- ・8時05分、酸化反応器で2回目の爆発が発生

2. 発生場所

山口県玖珂郡和木町和木六丁目1番2号

三井化学株式会社 岩国大竹工場 レゾルシン製造施設

3. 発生日時

2012年4月22日（日） 2時15分

4. 被害状況

(1) 人的被害

死亡1名、負傷25名

工場構外 近隣居住の方 負傷14名

JX日鉱日石エネルギー株式会社麻里布製油所様 協力会社の方 負傷2名

工場構内 社員 死亡1名、負傷7名（うち重傷2名）

協力会社社員 負傷2名

(2) 物的被害

工場構外 家屋損傷999件

近隣企業設備一部損傷

工場構内 RS製造プラントが酸化反応器を中心に甚大な損壊

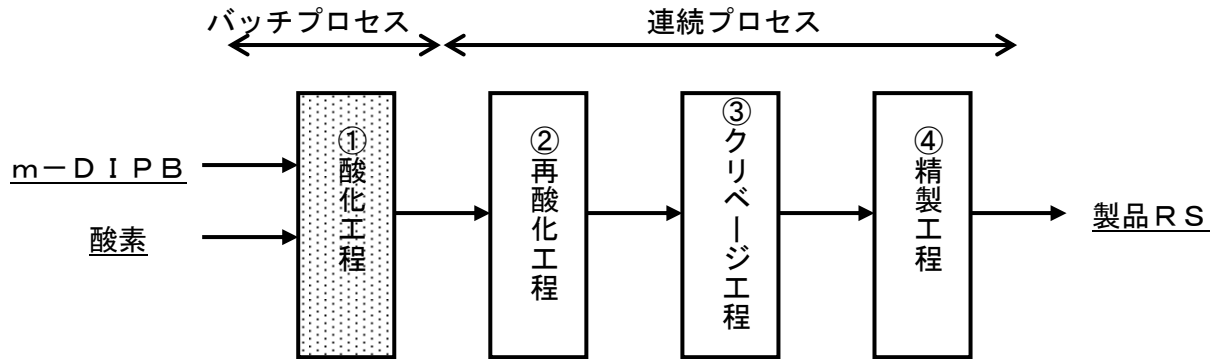
CY製造プラントと動力プラント配管ラックが爆風及び飛来物により損壊・延焼

その他周辺の15プラントが爆風及び飛来物により損傷

5. RS製造施設の概要

- ・1980年に操業開始、1999年に酸化反応器等を新設
- ・生産能力は年間7.6千トン

- ・本施設の主工程は、①酸化工程、②再酸化工程、③クリベージ工程、④精製工程



(図-1) RS製造プロセスのブロックフロー

- ①酸化工程：原料のメタジイソプロピルベンゼン（以下、m-DIPB）を空气中的酸素で酸化し、中間体の有機過酸化物を製造する
 $m-DIPB + \text{酸素} \rightarrow \text{ジヒドロキシパーオキシド（以下、DHP）} + \text{ヒドロキシハイドロパーオキシド（以下、HHP）}$
- ②再酸化工程： $HHP + \text{酸素} \rightarrow DHP$
- ③クリベージ工程： $DHP \rightarrow RS + \text{アセトン}$
- ④精製工程：不純物を蒸留分離及び晶析分離後、フレーキングして製品化

6. 事故の調査体制

- ・2012年4月24日に社外の学識経験者及び専門家からなる委員4名と関係機関からのオブザーバーによる「岩国大竹工場レゾルシン製造施設事故調査委員会（以下、委員会）」を設置

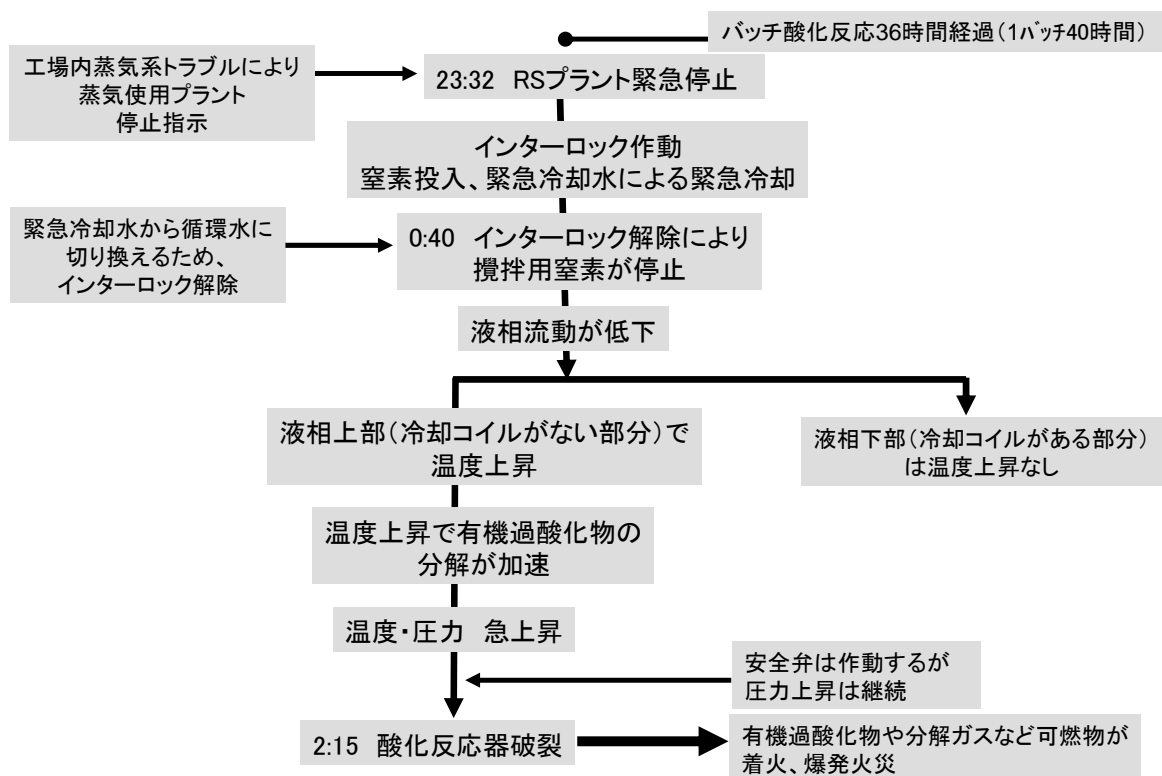
＜委員＞ 小川輝繁 横浜国立大学名誉教授 総合安全工学研究所専務理事
 鈴木和彦 岡山大学大学院自然科学研究科教授
 中村 順 総合安全工学研究所 事業部長
 中村昌允 東京農工大学工学府産業技術専攻教授

＜オブザーバー＞ 経済産業省 原子力安全・保安院
 山口県 総務部防災危機管理課
 岩国地区消防組合消防本部
 高压ガス保安協会

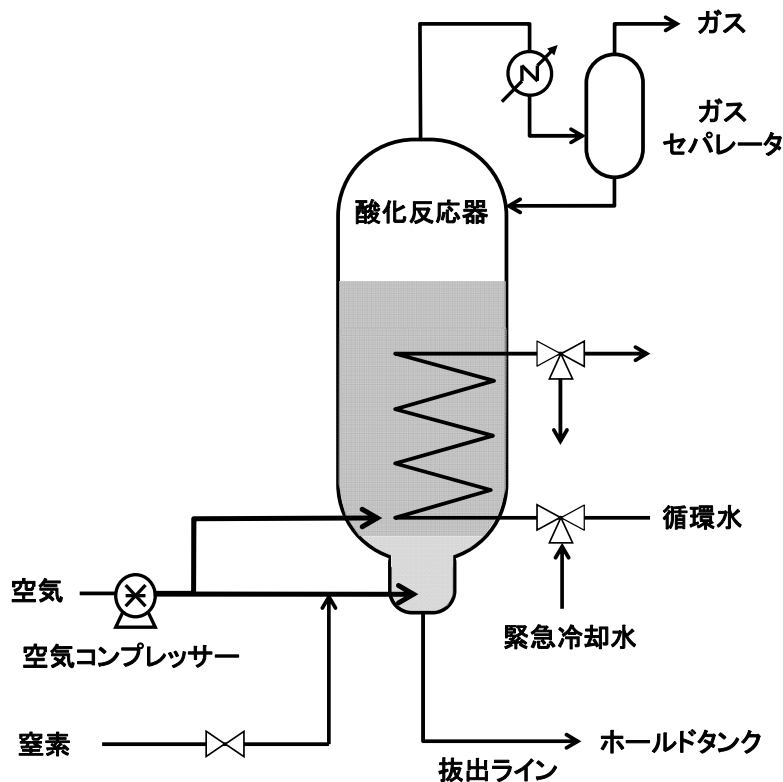
- ・「委員会」を計6回（2012年5月1日、5月27日、6月12日、7月5日、7月26日、8月15日）開催し、事故の状況、直接的な事故原因を特定すると共に、再発防止対策が承認された。

7. 事故の発生過程

- ・事故の発生過程については、運転データ（DCSデータ）、運転者等の証言、断熱熱量計（ARC試験装置）を用いた熱挙動測定、流動シミュレーションの解析等により、以下の発生過程であったと推定した。



(図－2) 爆発・火災事故の発生過程



(図-3) RS酸化反応器まわりのフローシート

- ・事故の発生過程を、緊急停止からインターロック解除に至るまでの事象と、インターロック解除から爆発・火災に至るまでの事象に分けて、以下のとおり整理する。

(1) 緊急停止からインターロック解除に至るまで

- ・2012年4月21日23:20、工場の蒸気系トラブルにより蒸気使用プラントに対して停止指示
- ・23:32、緊急停止レバーの操作によりインターロックを作動させ、RS製造プラントを全工程緊急停止
- ・インターロック作動と同時に自動で弁が作動し、酸化反応器への空気供給が停止して窒素供給が開始されると共に、冷却水が循環水から緊急冷却水に切り換わった
- ・酸化反応器内は空気から窒素に置換されて攪拌を継続し、温度は緩やかに下降
- ・4月22日0:40、酸化反応器の温度が低下していないと判断し、冷却水を緊急冷却水から循環水に切り換えるため、インターロックを解除

(2) インターロック解除から爆発・火災に至るまで

- ・インターロック解除と同時に自動で弁が作動し、窒素供給が停止して酸化反応器の攪拌が停止すると共に、冷却水が緊急冷却水から循環水に切り換わった
- ・酸化反応器の冷却コイルのない液相上部は有機過酸化物の分解熱を除去出来ず温度が徐々に上昇を開始（冷却コイルのある液相下部は温度の下降が継続）
- ・液相上部の温度上昇に気付かず、有機過酸化物の分解反応が進み温度がさらに上昇
- ・2:10頃、有機過酸化物の分解反応が加速して温度が急上昇すると共に、分解ガス発生により圧力も急上昇
- ・安全弁が作動したが圧力は上昇を継続
- ・2:15、酸化反応器が破裂し、着火・爆発して火災が発生

8. 事故原因の推定

- ・要因解析の手法を用いて直接原因を推定し、そこから3つの一次要因を再整理して、さらに二次要因を抽出した。

(1) 直接原因

- ・有機過酸化物を生成する酸化反応器の緊急停止時のインターロック解除により、酸化反応器へ供給されていた窒素が停止し、液相の攪拌が停止した。その結果、冷却コイルのない液相上部の有機過酸化物の分解熱が除去できず、温度が上昇した。温度上昇により、有機過酸化物の分解反応が加速し、酸化反応器の圧力上昇が起こり、破裂、爆発・火災に至った。

(2) 一次要因

- ① インターロックを解除した方が良いと判断した
- ② インターロックを容易に解除できた
- ③ インターロック解除により窒素が長時間停止して攪拌が停止し、温度が上昇した

(3) 二次要因

- ① インターロックを解除した方が良いと判断した
 - ・冷却に必要な緊急冷却水の流量を確保するためには元圧の昇圧が必要であったが、昇圧は自動ではなく現場側からの要請が必要であった。
 - ・緊急冷却水を昇圧し、緊急冷却水の流量を確保しても温度低下が遅かった。
 - ・緊急停止後の安定状態を維持する温度の目標値と、温度低下の目標速度がマニュアルに記載されていなかった。
 - ・通常バッチの酸化反応終了時の冷却の経験から、緊急冷却水から循環水に切り換えた方が良いと判断した。
 - ・DCSメイン画面でデジタル表示の数値を確認するため、温度の下がり傾向が分かりづらかった。

② インターロックを容易に解除できた

- ・緊急停止に関するマニュアルに、インターロックを解除するための「安定状態」を判断する条件が記載されていなかった。
- ・インターロック解除のための規定された手続きを取らなかった。
- ・インターロック解除の重要性の認識が不足していた。

③ インターロック解除により窒素が長時間停止して攪拌が停止し、温度が上昇した

<攪拌停止に対して>

- ・インターロックを解除すると窒素が停止するシステムであった。

<温度上昇に対して>

- ・攪拌が停止した時に液相上部が冷却できなかった。
- ・インターロックが作動する温度計が酸化反応器下部のみで、上部にはなかった。

<攪拌停止と温度上昇の気付きの遅れに対して>

- ・攪拌用ガスが停止したことを検知するアラームがなかった。
- ・DCSメイン画面に窒素流量の表示がなかった。
- ・攪拌が停止した場合に、酸化反応器の温度分布を把握しにくいDCS画面であった。
- ・温度計の位置と指示温度との関係を確認しなかったため、異常な温度上昇に長時間気付かなかった。
- ・インターロックを解除すると窒素が停止することが、マニュアルにも教育資料にも記載されていなかった。
- ・攪拌の重要性の認識が低かったため、インターロックを解除すると、窒素が停止することを知ってはいたが、その時は気付かなかった。
- ・有機過酸化物の分解開始温度が明確に周知されていなかったため、温度上昇に気付くのが遅れた。
- ・有機過酸化物の熱分解挙動に対する技術的知見が不足していた。

9. 事故の再発防止対策

- ・事故の再発防止対策に当たっては、(1) 事故を防止する本質的な対策と(2) 緊急操作の管理・技術の改善を、ハード面とソフト面から策定した。

(1) 事故を防止する本質的な対策

① 緊急停止時における酸化反応器冷却に必要な能力の確保

- 1) 顕著な温度低下に必要な冷却能力(冷却コイルの伝熱面積アップ・設置範囲拡大)
- 2) 緊急冷却水を速やかに昇圧できる仕組みと監視強化
- 3) 酸化反応器の攪拌状態の維持

② インターロックを解除できる条件の明確化

- 1) 緊急停止時にインターロックを解除できる条件である「安定状態」の基準設定
- 2) インターロック解除のチェックリスト作成と運用
 - ・安定状態の確認
 - ・上司承認等

③ 最新手法（断熱熱量計など）を用いた有機過酸化物の熱分解挙動データに基づく温度管理見直しと周知

- 1) 有機過酸化物熱分解データ採取
- 2) 安全設計思想への反映
- 3) 有機過酸化物危険性情報の教育と技術伝承

(2) 緊急操作の管理・技術の改善

④ 酸化反応器のインターロック作動温度計の複数設置

⑤ 緊急停止中の異常に気づきやすいDCS画面構築およびアラームの見直し

- ・攪拌状態（窒素流量表示、攪拌ガス停止アラーム）
- ・温度分布（表示及びアラーム音改善等）
- ・温度トレンド

⑥ インターロックに関する教育資料作成と教育訓練の実施

- ・酸化反応器攪拌の重要性
- ・インターロック解除の課内ルール及び承認ルート
- ・インターロック解除後のプロセス動作内容

⑦ 酸化反応器緊急停止操作手順及び設備のリスク見直し

- ・なお、RSの類似施設であるメタパラクレゾール（MPCR）製造プラント及びハイドロキノン（HQ）製造プラントについても、再稼動にあたっては、今回摘出された課題に対して各製造プラントの特性に合わせて対策を確実に実施し、監督官庁の承認を得る。

10. 事故発生の深層原因の検討

- ・今後、事故の直接原因を生み出した会社の風土や文化等に関する深層原因についても、「岩国大竹工場レゾルシン製造施設事故調査委員会」で課題の抽出と対策の検討を引き続き行う。

1.1. 弊社の今後の取り組み

- ・弊社は、「安全は全てに優先する」という経営方針のもと、様々な安全活動に取り組んできたが、残念ながら今回の重大な事故を起こし社会的にも大きな影響を及ぼした。このことを重く受け止め、弊社の安全に関する問題点を全社的な体制で徹底的に見直し、抜本的な安全への取り組みを考え実施していくことを目的として、2012年6月19日に社長を委員長とする「抜本的安全検討委員会」を設置した。
- ・当委員会では、社外の有識者を加え全社的なチームにより、人・組織・技術・文化等に潜む根本原因を追究し、安全の基礎となる部分の強化対策立案と実施を行う。

以上