



NEWS RELEASE

2012年4月9日
東ソー株式会社

南陽事業所 第二塩化ビニルモノマー製造施設 爆発火災事故について（第7報）

2011年11月13日に発生しました弊社南陽事業所 第二塩化ビニルモノマー製造施設 爆発火災事故に関しまして、近隣住民の皆様、行政官庁などの関係先、関連する会社やお客様などに多大なご迷惑をお掛けし、深くお詫び申し上げます。

当該事故の発生を厳粛に受け止め、事故原因の究明および再発防止対策の策定を目的として、2011年11月14日に「南陽事業所事故対策委員会」を設置するとともに、2011年11月25日には外部有識者を交えた「事故調査対策委員会」を設置致しました。

「事故調査対策委員会」では、これまでに計6回の委員会が開催され、「南陽事業所事故対策委員会」の報告に基づき、審議が行われました。2012年3月31日開催の第6回委員会において「南陽事業所事故対策委員会」から報告した事故原因および再発防止対策について「事故調査対策委員会」に承認されたことを受けて、弊社は「南陽事業所事故調査報告書」を取り纏め、4月3日に関係行政官庁へ提出し、4月6日に受理されました。

「南陽事業所事故調査報告書」の概要につきましては、添付資料をご参照願います。

本リリースに関するお問い合わせ先

広報室（TEL：03-5427-5103）

以上

東ソー株式会社 広報室

東京都港区芝3-8-2 〒105-8623
TEL 03(5427)5103 FAX 03(5427)5195
<http://www.tosoh.co.jp>

2012年4月9日

東ソー株式会社

南陽事業所 第二塩化ビニルモノマー製造施設 爆発火災事故について（第7報） 添付資料

1. 事故の概要

- ・2011年11月13日3時39分、第二塩化ビニルモノマー製造施設オキシ反応工程A系の緊急放出弁の誤作動を発端に、6時頃プラントを全停止。その後、プラント点検のために液抜き等の作業を実施
- ・塩酸塔還流槽から液塩酸一時受タンクへの液抜き作業中の15時15分頃、液塩酸一時受タンクのマンホール周辺からガス（塩化ビニルモノマー（以下、VCM）、塩化水素他）が漏洩
- ・15時24分頃にVCM精製工程の塩酸塔還流槽を中心に爆発（2回）及び火災が発生し、液塩酸一時受タンクへも延焼

2. 発生場所

山口県周南市開成町4560番地

東ソー株式会社 南陽事業所 第二塩化ビニルモノマー製造施設

3. 発生日時

2011年11月13日（日） 15時15分頃

4. 被害状況

（1） 人的被害

弊社従業員1名死亡

（2） 物的被害

- ・VCM精製工程の塩酸塔還流槽を中心に甚大な損壊
- ・爆風及び飛来物による周辺プラントでの一部損壊

（3） 環境への影響

1) 大気関係

- ・敷地境界の塩化水素ガス測定結果は確認地点では許容限度(0.05ppm)未満
※確認地点：9地点、確認時刻：2011年11月13日15時30分以降

2) 水質関係

- ・西排水口排水の水質測定(37項目)を行い、1,2-二塩化エタン(以下、EDC)は排水基準(0.04mg/l)を一時的に超過したが、その他の水質測定項目については異常がないことを確認

※西排水口のEDC測定結果

2011年11月15日18時30分：0.15 mg/l

2011年11月17日10時15分：0.051 mg/l

2011年11月19日7時30分～22時30分：0.060～0.096 mg/l

- ・西排水口における pH、その他の水質測定項目については異常なし
- ・排水基準超過に起因する人的・物的被害の報告はなし

3) その他の調査 (参考) : ダイオキシン類の測定結果

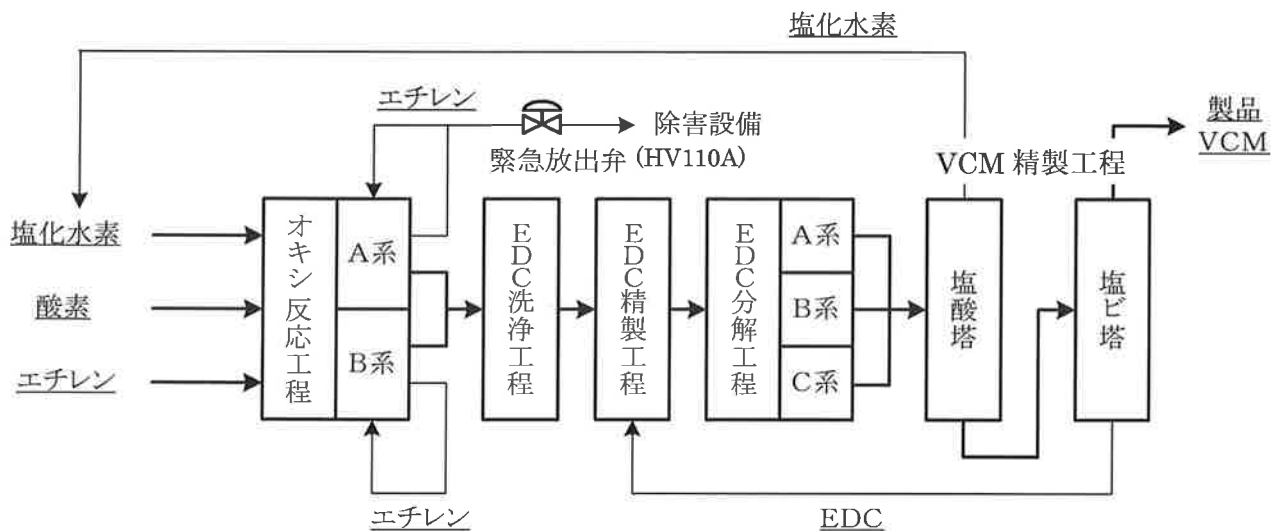
- ・西排水口排水、事業所敷地境界土壌、周南市内土壌、事業所周辺海域の、いずれの測定地点も、排出基準または環境基準に適合しており、事故による地域環境への影響は認められていない

[西排水口]	2011年11月18日	: 0.84pg-TEQ/l (排出基準 10pg-TEQ/l)
[敷地境界土壌]	2011年11月16日	: 0.035~16pg-TEQ/g (環境基準 1,000pg-TEQ/g)
[市内土壌]	2011年11月17日	: 0.021~0.093pg-TEQ/g (環境基準 1,000pg-TEQ/g)
[周辺海域]	2011年11月24日	: 0.055~0.12pg-TEQ/l (環境基準 1pg-TEQ/l)

5. 第二 VCM 製造施設の概要

(1) 工程概要

- ・南陽事業所には、ポリ塩化ビニルの原料となる VCM の製造施設が 3 施設あり、原料にエチレン、塩化水素 (以下、HCL)、酸素を使用し、年間 121 万トンの VCM を製造
- ・その内、第二 VCM 製造施設は、VCM を年間 55 万トン製造
- ・本施設は、以下の工程から構成され、主工程は、オキシ反応工程、EDC 分解工程、VCM 精製工程



(図-1) 第二塩化ビニルモノマー製造施設のブロックフロー

※オキシ反応工程 : エチレン + HCL + 酸素 → EDC

※EDC 分解工程 : EDC → VCM + HCL (+ 未反応 EDC)

※VCM 精製工程 :

- ① EDC 分解工程で生成した VCM、HCL 及び未反応 EDC は塩酸塔で蒸留分離
- ② 塔頂から分離された HCL をオキシ反応工程へ原料としてリサイクル
- ③ 塩酸塔の塔底から分離した VCM 及び EDC は、塩ビ塔で VCM と EDC に蒸留分離
- ④ VCM は製品として出荷設備へ、EDC は再び EDC 精製工程にリサイクル

6. 事故発生時の経緯

2011年11月13日(日)

- 3:39 オキシ反応工程 A 系エチレンリサイクルコンプレッサーの緊急放出弁が誤作動で全開となり、リサイクルエチレン圧力低下を確認
- 3:52 オキシ反応工程 A 系インターロック停止
- 3:53 EDC 分解炉 A、B 系緊急停止
- 5:57 オキシ反応工程 B 系内酸素濃度が上昇したため全停止(オキシ反応工程 B 系、分解炉 C 系停止)し、液処理等、停止後の作業を開始
- 11:40 塩酸塔還流槽から、液塩酸一時受タンクへの内容液の移液開始
- 15:00 頃 液塩酸一時受タンクの圧力上昇を認知し、圧力除去作業を実施
- 15:15 頃 同タンク上部から異音とともに白煙噴出を確認
- 15:23 頃 塩酸塔還流槽の圧力が 2.0MPa 以上に急激な速度で上昇(設計圧力:1.9MPa)
- 15:24 頃 塩酸塔還流槽が爆発、炎上

7. 事故の調査体制

- ・事故の調査及び原因究明にあたっては、災害鎮圧後(2011年11月14日)、直ちに「南陽事業所事故対策委員会」を立ち上げ
- ・2011年11月25日に社内委員5名、社外委員5名による「事故調査対策委員会」を設置
- ・「事故調査対策委員会」では、「南陽事業所事故対策委員会」の報告に基づき、原因究明、同種災害防止対策について審議
- ・「事故調査対策委員会」を計6回(2011年12月17日、2012年1月28日、2月12日、3月6日、3月17日、3月31日)開催し、第6回「事故調査対策委員会」において、事故の状況及び事故原因の特定、並びに再発防止対策を承認

8. 事故の発生状況

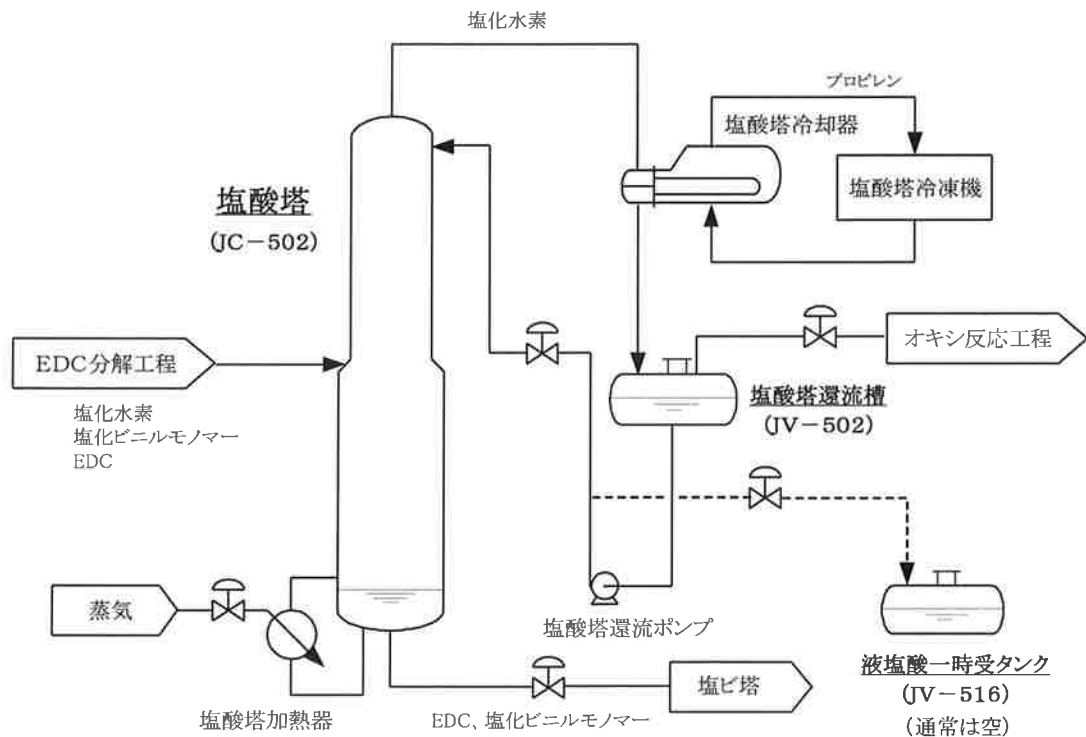
- ・本事故は、非常に複雑な要因が絡まり合って発生しており、事象と原因の関連性に基づき、事故の発端事象から事故発生までを大きく四つの Phase(発端事象、進展事象、確定事象、終末事象)に分類・整理
- ・これらを「爆発火災事故の進展シナリオ概念図」にまとめ、各 Phase について事故に至るまでのシナリオや要因を洗い出し、原因の特定を実施

(1) 2011年11月13日 3:39~3:52 Phase 1 [発端事象]

- ・オキシ反応工程は、HCL ガスを原料として消費
- ・そのうち、オキシ反応工程 A 系は、当該 VCM プラントの 60%相当の HCL 消費能力
- ・オキシ反応工程 A 系のエチレンリサイクルラインに設置している緊急放出弁の誤作動により、エチレン圧力が変動し、エチレンリサイクルコンプレッサーが過負荷トリップし、オキシ反応工程 A 系がインターロックにより緊急停止

(2) 2011年11月13日 3:53~5:56 Phase 2 [進展事象]

- ・HCLの大量消費先であるオキシ反応工程A系の緊急停止に伴い、この消費能力の減量に見合う、発生元である分解炉2系列(A系及びB系)を緊急停止
- ・オキシ反応工程及びEDC分解工程の緊急停止に伴い、その後工程にある塩酸塔(蒸留塔)が大幅な緊急ロードダウン
- ・その後、塩酸塔へのフィード組成の変動に気づかず、塩酸塔の塔内温度分布を適正に保てなかったために、塩酸塔塔頂のHCL組成が異常となり、塩酸塔還流槽にVCMが多量に混入



(図-2) VCM精製工程 塩酸塔まわりフローシート

(3) 2011年11月13日 5:57~8:40 Phase 3 [確定事象]

- ・組成異常となった塩酸塔塔頂のHCLガスは、VCMが混入された状態のままVCMプラントのもう一系列のオキシ反応工程B系に原料として供給されたため、この系列でHCLの不足状態が発生
- ・この結果、オキシ反応工程B系における酸素濃度上昇を引き起こしたため、オキシ反応工程B系の緊急停止を実施
- ・併せて、残りの分解炉C系列も停止し、VCMプラントの全反応工程は停止
- ・プラント停止後、通常の塩酸塔停止基準に基づき、塩酸塔還流槽内にVCMが混入したまま還流操作を停止し、更に、塩酸塔還流槽を塩酸塔から完全に切り離し、閉鎖
- ・これ以降、塩酸塔還流槽の温度と圧力は徐々に上昇を開始(上昇速度は小さい)

(4) 2011年11月13日 8:41~15:24 Phase 4 [終末事象]

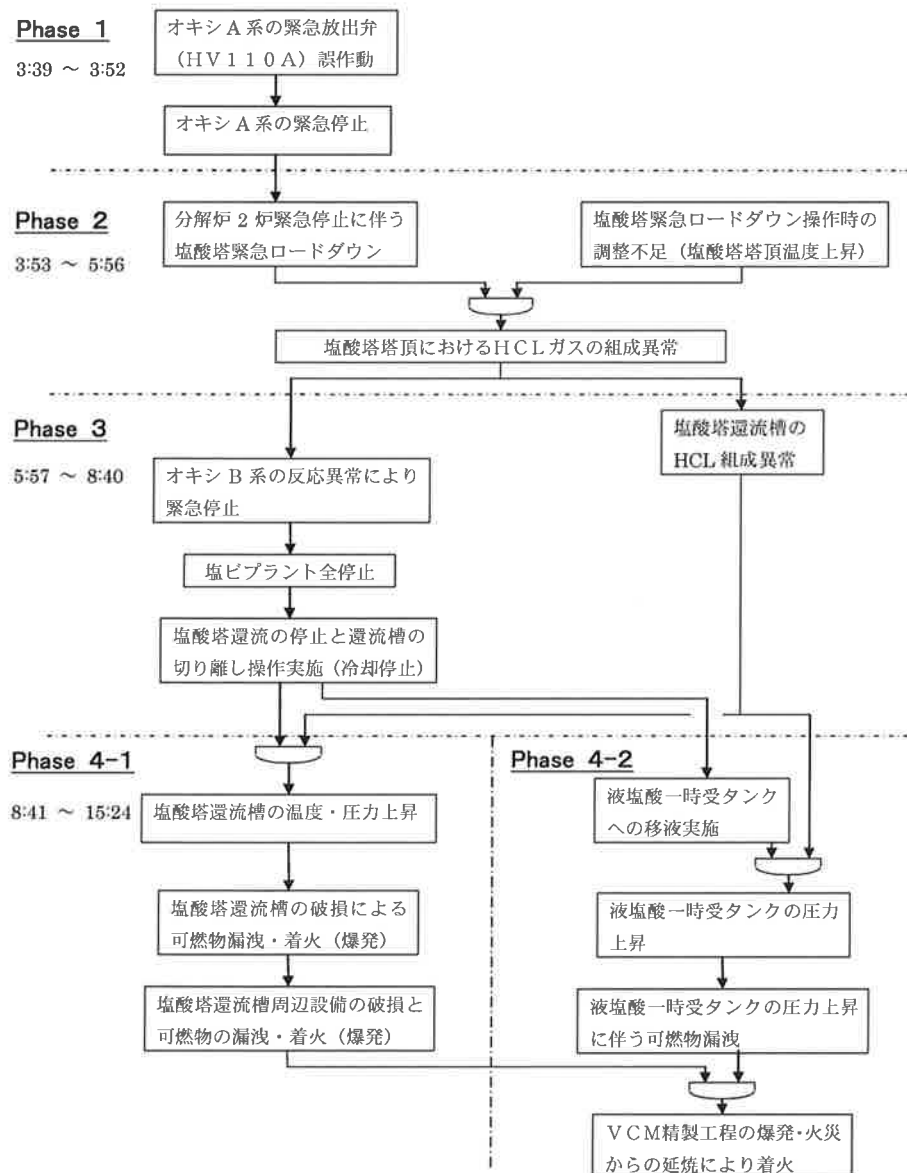
1) 塩酸塔還流槽

- ・ 塩酸塔還流槽内が HCL、VCM 混合状態で通常より高い液レベルであったことから、槽内の通常気相部内壁に存在していた塩化第二鉄(FeCl₃)と接触し、これによる触媒作用で、約6時間を経てHCLとVCMによる1,1-二塩化エタン(1,1-EDC)の生成反応が進行
- ・ この反応に伴う発熱により塩酸塔還流槽の温度と圧力が急上昇し、槽の破損に至り、何らかの着火源により着火・爆発
- ・ この爆発により、塩ビ塔還流槽(内容物:VCM)や上階に設置してあった塩酸塔コンデンサー(内容物:プロピレン)の破損に伴う、更なる大量の可燃物漏洩、火災が発生

2) 液塩酸一時受タンク

- ・ 塩酸塔と切り離れた塩酸塔還流槽の内容物の一部は、塩酸塔還流槽の退避設備である液塩酸一時受タンクへ移液
- ・ 液塩酸一時受タンク内でも塩酸塔還流槽と同様に圧力が急上昇したため、周囲へ内容物が漏洩。これに着火し、火災

【爆発火災事故の進展シナリオ概念図】



9. 事故原因の推定

事象毎の検証結果から、次の原因により爆発火災事故に至ったと推定

(1) Phase 1 [発端事象]

- ・緊急放出弁の誤作動（弁が閉から開状態へ移行）の原因は、緊急放出弁のバルブポジショナーのトルクモーターコイルの温度変化による接触不良であることが判明

(2) Phase 2 [進展事象]

- ・塩酸塔フィード組成に変動があったこと、緊急ロードダウンの必要性があったこと、アラーム表示に気がつかなかったこと等の背景も加わり、塩酸塔の塔頂温度が適正に管理されず、塩酸塔還流槽内でHCLとVCMの混合状態を作った

(3) Phase 3 [確定事象]

- ・オキシ反応工程B系へVCMガスが流入したことで酸素消費量が減少し、系内酸素濃度が上昇
- ・塩酸塔還流槽へのVCM混入の可能性は想定したが、1,1-EDC生成の異常反応の知識が無かったため、塩酸塔停止基準に基づく通常の停止操作に入り、VCMの混入した還流槽を塩酸塔と切り離して閉鎖系にしたこと、冷却源を停止したことで急激な圧力上昇の要因を作った

(4) Phase 4 [終末事象]

- ・塩酸塔還流槽及び液塩酸一時受タンク内に反応触媒となる塩化第二鉄が存在したことで、HCLとVCMによる1,1-EDCの生成反応（発熱反応）が進行し、温度・圧力が急上昇
- ・液塩酸一時受タンクから内容物が漏洩
- ・一方、塩酸塔還流槽が破裂し、VCMと1,1-EDCが漏洩、着火し、爆発火災
- ・塩酸塔還流槽廻りの爆発火災により、液塩酸一時受タンクは着火・延焼に至ったと推定

10. 事故の再発防止対策

- ・事故の再発防止対策にあたっては、直接的な原因を排除するだけでなく、本事故の原因とはならなかったが、事故となりうる要因を排除するための対策も策定
- ・また、運転員の判断、行動に影響を与えた要因についても対策を策定

(1) 発災施設の再発防止対策

- ・本事故の再発防止対策として、Phase毎に以下を実施

1) Phase 1 [発端事象]

ハード対応

- ・緊急放出弁の運用を変更し、緊急用破裂板を設置

2) Phase 2 [進展事象]

ハード対応

- ・ 塩酸塔温度異常の警報強化
- ・ 塩酸塔塔頂の温度異常時の自動停止設置

ソフト対応

- ・ 塩酸塔運転マニュアルの改訂並びに教育訓練の見直し

3) Phase 3 [確定事象]

ソフト対応

- ・ 塩酸塔停止基準の明確化（塩酸塔停止及び緊急停止マニュアルの見直し）

4) Phase 4 [終末事象]

ハード対応

- ・ 塩酸塔還流槽内の温度異常及び圧力上昇の検知システムの設置
- ・ 液塩酸一時受タンク異常監視システムの強化（温度計の設置、周辺での可燃性ガス検知器設置）

ソフト対応

- ・ 塩酸塔還流槽内、液塩酸一時受タンク内での 1,1-EDC 生成などの異常反応抑制対策（赤錆の除去、発錆の抑制）
- ・ 運転マニュアルの改訂並びに教育訓練の見直し（1,1-EDC 生成反応に関する注意事項、塩酸塔還流槽から液塩酸一時受タンクへの移液手順）

5) VCM プラント全般

ソフト対応

- ・ プラント異常停止時の対応と運転マニュアルや教育訓練の見直し

(2) 類似設備の再発防止対策

第二 VCM プラントの類似施設である第一 VCM プラント及び第三 VCM プラントについても各プラントの特性に合わせて同様の対策を実施

1 1. 事故発生の背景に係る再発防止対策

- ・ 現在、今回の事故に関する背景となった課題に対して、諸施策を「南陽事業所事故対策委員会」及び「事故調査対策委員会」で審議中
- ・ その他、弊社では、2012年2月1日付けで社長直轄の「安全改革委員会」を設置
- ・ 当委員会は、本事故を教訓とし、生産活動、設備保全の現状を総点検し、6月末を目処に「安全な化学メーカー」を再建するための安全改革指針を策定

12. まとめ

- ・本事故の要因は、オキシ反応工程のA系列での緊急放出弁の誤作動を発端に、プラント全体の大規模な緊急ロードダウンが発生し、その過程で塩酸塔の温度管理が適切ではなかったため、HCL の中にVCMを混入させたこと、HCLとVCMから1,1-EDCが生成する反応に対する知識が不足していたため、通常と同じ考えに基づいた各機器の停止処置操作を行ったこと、異常時の対応マニュアルが十分でなかったこと、等である
- ・最初のトラブルから爆発炎上に至るまで約12時間の長時間が経過しており、その間、幾度も災害を回避する機会があったと思われるが、十分な対処に至らず、今回の様な重大な結果を引き起こした
- ・弊社は、本事故を真摯に反省し、発災部門はもとより、グループ企業を含む事業所全体での保安防災に、この教訓を生かしていく
- ・既に、再発防止策に対しては具体的な活動を開始しているが、事業所の体質的な課題に関しては、再発防止策が浸透し、効果を上げるまでには相当の時間を要すと思われる。地道な活動とはなるが、一步一步着実に成果を上げ、事業所の安全文化を構築していく

以 上