

「科目 NS-1-2 : HAZOP リーダーコース」 (1)
受講のご案内

1. 講座日程：1日目：2024年5月29日（水）
2日目：2024年6月26日（水）
2. 開催形式：オンライン開催（Teams）
3. 時 間： 講 義 9時00分～16時30分
昼休み 12時00分～13時00分
4. 受 付：8時45分から入室（Teams）いただけます。
※上記時間より、後日ご案内する Team 会議を開いて待機しております。入室時、事務局へお声かけください。順次、出席確認をさせていただきます。
※講座当日の緊急連絡先：080-7009-1882（通信上の不具合、入室確認できない場合、当日の欠席などご連絡ください。）
5. 講座開催についてのお願いとご連絡
 - 1) Web 会議システム（Microsoft Teams）を利用して開催します。
 - 2) 受講の環境として、貴社で活用されている Teams 環境の整った PC（※タブレット等不可）を、受講者1名につき1台の準備をお願いします。
（※Teams 環境をお持ちでない場合、グループワークの資料共有や作成編集に制限が出ます。）
 - 3) マイク・カメラ・イヤホン等の環境準備確認もお願いします。
 - 4) 講座開催に関するご連絡や資料は、すべて、各企業様の申込担当者様へ、メールにてお送りします。
 - 5) 事前に申込担当者様から、各受講者様のメールアドレスとアカウント名（受講当日使用される PC に紐づいたアカウント名等）をご連絡下さい。
 - 6) Teams への参加招待メールは、事前にお申込担当者様からお知らせいただいた各受講者様メールアドレスに、5/24までにご連絡します。
Teams への事前セッティング等のご連絡内容の手順は下記となります。
 - (1) 開催用の2つのチームを事前に作成します。
 - (ア) 全体講義用 Teams
 - (イ) グループワーク用 Teams：A グループ用 or B グループ用

- (2) 上記(1)のチーム作成時、Microsoft Teams からチームへの招待についての自動送信メールが届きますので、各自、承諾許可設定をいただきチームに入ってください。すると、講座当日に使用する共有資料データを閲覧編集できるようになります。
 - (3) 別途、Teams 会議を上記(1)の(ア)全体講義用・(イ)グループワーク用の2種類について、それぞれセッティングします。その際、自動的に当方事務局から、会議入室用の Teams 会議招待メールが届きます。
 - (4) 講座当日は、(3)の会議招待メールからの入室いただくか、あるいは、(2)のチーム画面の投稿欄の参加ボタンからの参加も可能となります。
 - (5) 各社様セキュリティの関係でチームに入っていない場合もありますが、当日のご参加や討議実施等については問題ございません。
 - (6) 上記の(1)～(3)について、すべてお申込み担当者様にも送信します。
- 7) 教材テキストは、6)の Teams 会議招待メール送信時(5/24ごろ)に、電子データ(PDF)を添付して送信します。(※資料はすべてお申込担当者様にお送りします。)
 - 8) 受講者名簿、アンケート回答シートにつきましても、7)の教材等資料の案内時に添付してお送りします。

6. 上記6)～8)について、受信確認ができないなど、ご不明な点がある場合、また、事前の Teams への接続確認をご希望されたい場合は、どうぞお気軽に事務局担当谷口(080-7009-1882)までご連絡ください。受講事前課題・提出物、受講当日準備物等についてのお願い

- 1) 事前課題として、下記2点の事故事例報告資料を、事前に必ず確認し、内容詳細をしっかりと読んで、把握しておいてください。
 - ① 1日目のコマ3：グループ演習の題材となる「資料-④：アクリル酸タンク事故：中間報告+受講生に伝えるべき事実」の内容を読んで、詳細を把握した上で、当日参加してください。
 - ② 2日目のコマ6で事例解説される以下の事故報告書資料をダウンロードし、内容を読んで、詳細を把握した上で、当日参加してください。
<https://www.tosoh.co.jp/news/assets/20120613001.pdf>
- 2) 2日目に向けての課題(宿題)の案内と詳細資料の提示については、1日目の最後に、講師より詳しく説明をします。
- 3) 事前配布物(教材等)につきましては、講座当日までに、可能な範囲で結構ですので、目を通しておいてください。
- 4) 自己紹介カードはご記入の上、5月27日(月)までにご返送願います。
- 5) 受講時の準備物：事前配布資料、参加用PC、教材テキスト、筆記用具等

7. 受講にあたってのお願い

- 1) 本講座で使用する資料（当日配信する資料・画像等）・事前送付のPDF教材は著作物であり、無断での録音・録画・複写・転載・配布・上映・販売等すべて禁止します。 ※5の7) で送付するPDF教材の受講者へのデータ配布は除きます。
- 2) 入室待機時は、音声はミュート、カメラはオンで設定準備をお願いいたします。
- 3) 接続について不具合や急なご欠席などは、下記にご連絡ください。
京葉人材育成会 事務局：080-7009-1882（担当：谷口）
- 4) 受講者アンケート回答シートについては、講座当日、講師等指示に応じて、回答入力のご協力をお願いいたします。入力完了後、メールにて直接ご返送、もしくは、お申込み担当者様から取り纏めていただいてのご返送をお願いいたします。
- 5) 講座詳細については、京葉人材育成会ホームページ
<https://keiyojinzai.com/> をご覧下さい。
- 6) 受講に際しご質問・ご要望などございましたら、京葉人材育成会事務局にお問い合わせ下さい。
- 7) 講座配信接続環境や Teams 関係の突発トラブル等、その他、やむ負えない事情により、急遽、講座の開催を中止とさせていただくことがあるかもしれません。ご理解いただきたくお願い申し上げます。

※ お問い合わせ先

一般社団法人京葉人材育成会 事務局

担当：谷口

TEL：080-7009-1882

携帯：090-7491-3808

E-mail：m.taniguchi@keiyojinzai.com

一般社団法人 京葉人材育成会主催
NS-1-2 HAZOPリーダーコース(1)
プログラム

お願い

- この時間割と配布資料は印刷して手元に置いて受講下さい。理由は、グループ演習中はワークシートをパソコン画面で見る必要があり、その他の資料をパソコン画面で同時に見ることは容易ではないためです。
- 配布資料のうち、P&IDはカラー印刷して手元に置いて受講下さい。

1日目 (2024年5月29日(水))

開始時刻	時間	項目	内容
8:45	15分	Teams入室開始	
9:00	15分	開講あいさつ、事務連絡	
9:15	30分	座学1	定常HAZOPの基本ルールの解説
9:45	15分	全体演習	①モデル蒸留塔の概要、前提条件を説明 ②ずれの原因特定、影響分析を行う。
10:00	10分	休憩、アンケート記入	
10:10		グループ演習1 (モデル蒸留塔の還流のノード)	
10:10	15分	演習の進め方の説明	
10:25	5分	グループ内で自己紹介し、HAZOPリーダー、書記、発表者を定める。	
10:30	30分	グループ討議	モデル蒸留塔の還流のノード
11:00	30分	発表・講評	発表5分 x 2、講評5分 x 2、質疑応答10分
11:30	30分	グループ討議	
12:00	60分	昼食	
13:00	30分	発表・講評	発表5分 x 2、講評5分 x 2、質疑応答10分
13:30		グループ演習2 (日本触媒)	
13:30	15分	対象設備の説明	
13:45	15分	演習の進め方の説明	
14:00	60分	グループ討議、休憩	リーダー、書記、発表者を交代する。
15:00	30分	発表・講評	発表10分 x 2、講評5分 x 2、質疑応答10分
15:30	30分	日本触媒の事故の解説	
16:00	15分	2日目の課題(宿題)説明	
16:15	5分	事務連絡	
16:20	10分	アンケート記入	
16:30		終了	

2日目 (2024年6月26日(水))

開始時刻	時間	項目	内容
8:45	15分	Teams入室開始	
9:00	10分	事務連絡	
9:10	5分	質疑応答	
9:15		グループ演習3 (モデル蒸留塔の缶出のノード)	
9:15	20分	各受講者のワークシートの共有。その中からその後に使用するワークシートを1つ選ぶ。	
9:35	45分	グループ討議、休憩	
10:20	40分	発表・講評	発表10分 x 2、講評5分 x 2、質疑応答10分
11:00	60分	グループ演習3の続き	
12:00	60分	昼食	
13:00	40分	発表・講評	発表10分 x 2、講評5分 x 2、質疑応答10分
13:40	10分	休憩、アンケート記入	
13:50	60分	座学2 東ソーの事故の解説	
14:50	25分	座学3 : HAZOPリーダーの役割、非定常HAZOPの紹介、ESD HAZOPの紹介	
15:15	15分	休憩、アンケート記入	
15:30	40分	全体討議	受講者全員が一言ずつ感想または質問をする。
16:10	10分	閉講あいさつ、講師総括、事務連絡	
16:20	10分	アンケート記入	
16:30		終了	

講座事前調査表（自己紹介カード）

- 1) 受講科目 HAZOP リーダーコース 第1回 NS-1-2①
- 2) 受講番号 _____
- 3) 企業名 _____
- 4) 受講者氏名（ふりがな）・年齢 _____ [] 才
- 5) 部署・役職 _____ 例：製造課・リーダー
- 6) 経験年数 _____ 年 _____ ヶ月 例：リーダー5年7ヶ月
- 7) 現在の業務〔業務内容を具体的に記入して下さい〕

- 8) 当講座に期待すること〔この講座に何を求めたいのかを具体的に記入して下さい〕

a)

b)

c)

- ※ 今回取得した個人情報は、本事業に係る範囲内（情報提供、調査等含む）で利用させていただきます。
- ※ 受講者ご本人がご記入の上、5月27日（月）までに、メールにて、お申込み担当者様から、もしくは、受講者ご本人様から返送願います。
- ※ 送付先：一般社団法人京葉人材育成会事務局 m.taniguchi@keiyojinzai.com 谷口宛て
Tel:080-7009-1882

事故調査委員会中間報告

2013年1月18日

事故調査委員会

1. はじめに

2012年9月29日（土）、兵庫県姫路市の株式会社日本触媒姫路製造所において、アクリル酸中間タンクの爆発・火災事故（死者1名、負傷者36名）が発生したことを受けて、10月5日、社外委員4名、社内委員3名で構成される事故調査委員会が設置された。

事故調査委員会の目的は、まず、事故に至った状況を明らかにし、次いで、事故原因を究明し、それに基づき、事故の再発防止対策を提言することである。

これまで4回の委員会を開催し検討を進めた結果、爆発・火災に至る状況と直接原因が明らかになってきたので、中間報告をする。

2. 事故の概要

2012年9月29日14時35分頃、株式会社日本触媒姫路製造所において、高純度アクリル酸精製塔のボトム拔出液を一時貯蔵する中間タンク（機番V-3138、公称容量70m³）が爆発・火災を起こし、隣接するアクリル酸タンク、トルエンタンク及び消防車輛にも延焼した。

3. 発生場所および発災設備

(1) 発生場所

兵庫県姫路市網干区興浜字西沖992-1

株式会社日本触媒 姫路製造所

(2) 発災設備

アクリル酸製造施設内の中間タンク

4. 発生日時

2012年9月29日（土）14時35分頃

5. 被害状況

(1) 人的被害

- ・死者 1名（消防吏員）
 - ・重症 5名（消防吏員2、従業員3）
 - ・中等症 13名（消防吏員8、警察1、従業員4）
 - ・軽症 18名（消防吏員14、警察1、従業員3）
- 合計 37名

(2) 物的被害

- ・当該タンクは大破し、周辺機器及びラック、配管、ケーブル等が損傷した。

6. アクリル酸製造施設の概要

- ・アクリル酸の製造施設は、粗アクリル酸製造設備と高純度アクリル酸製造設備に大別される。

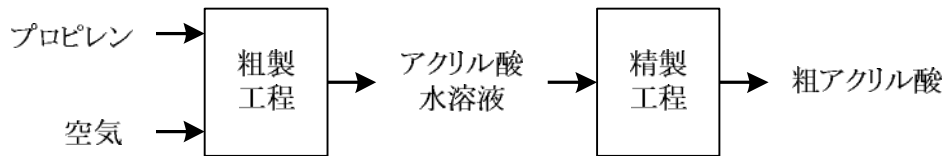
(1) 粗アクリル酸製造設備

- ・粗アクリル酸製造設備はプロピレンと空気中の酸素との気相酸化反応によりアクリル酸ガスを生成させ、これを水溶液として捕集する粗製工程、及び当該水溶液から水、その他の不純物を分離し、粗アクリル酸を得る精製工程から成る。

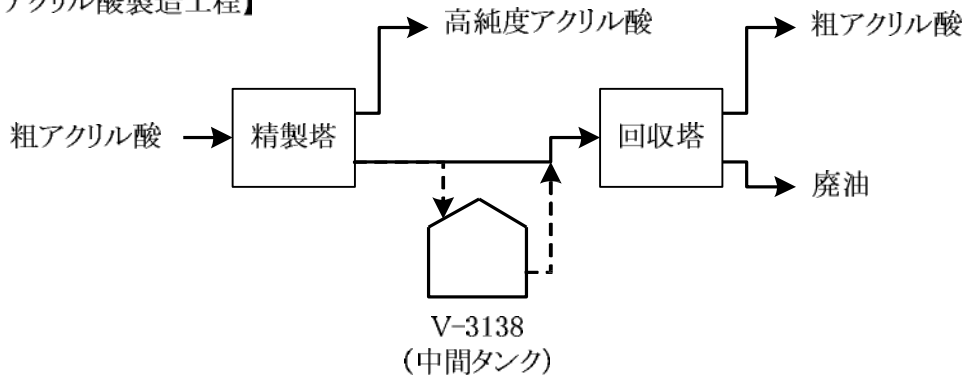
(2) 高純度アクリル酸製造設備

- ・高純度アクリル酸製造設備は、精製塔及び回収塔より成る。
- ・粗アクリル酸を精製塔へ供給して微量に含まれる不純物を分離し、高純度アクリル酸を得る。
- ・分離された不純物を含む精製塔ボトム液は、回収塔へ供給され、不純物を廃油として分離し、回収されたアクリル酸は粗アクリル酸として再利用される。
- ・精製塔ボトム液は、粗アクリル酸に含有する安定剤、精製塔に供給される安定剤が濃縮され、高純度アクリル酸と比べ多量の安定剤を含有しているため重合しにくい。
- ・V-3138は、精製塔ボトム液を一時貯蔵する中間タンクであり、粗アクリル酸製造設備内に設置されている

【粗アクリル酸製造工程】



【高純度アクリル酸製造工程】

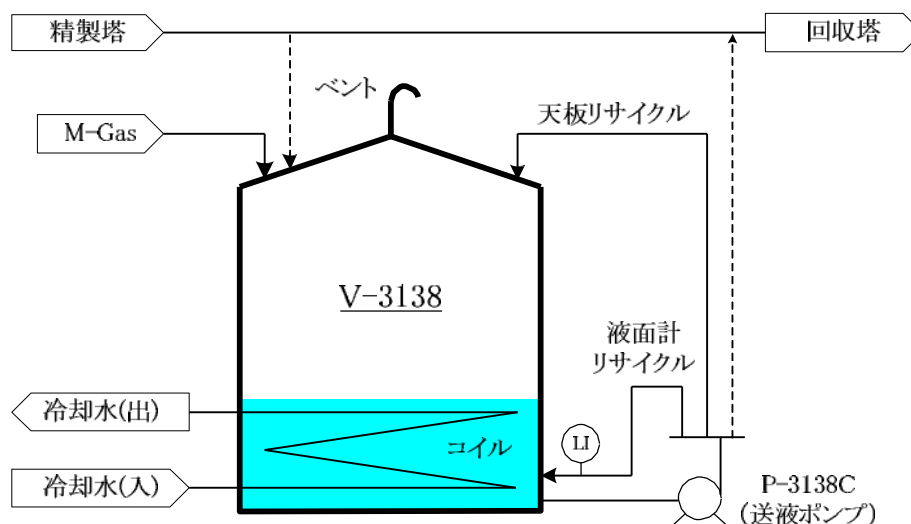


(図-1) アクリル酸製造工程概略図

7. 中間タンク (V-3138) の概要

- ・1985年11月に設置された公称容量70m³のコーンルーフ型タンクである。
- ・精製塔の停止時等に精製塔からの抜き出し液を一時貯蔵する中間タンクであり、通常、精製塔ボトム液はV-3138を経由せず回収塔へ直接供給されるため、当該タンクへの液の出入りはない。
- ・タンク内部には、アクリル酸の凍結防止と当該タンクへ流入した液の冷却を兼ねて、冷却水コイルが設置されている。コイル上面までの液容量は約25m³である。
- ・アクリル酸は引火性液体であるが、その蒸気は酸素濃度が8vol%以下では燃焼しないため、タンク空間部には7vol%の酸素と93vol%の窒素からなるミックスガス(M-Gas)を供給し、シールしている。

- タンクの貯蔵液は送液ポンプ（P-3138C）を介して、同じタンクへ循環されている。循環先はタンク側板下部に設置された液面計ノズル部（液面計リサイクル）及びタンク天板（天板リサイクル）の2箇所がある。



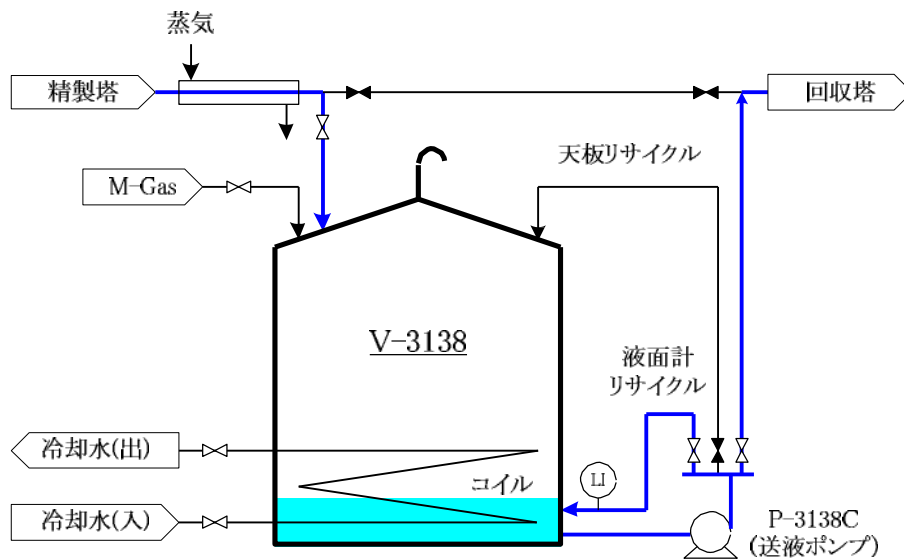
(図-2) V-3138 概要図

8. 事故の発生状況

- 姫路製造所では、2012年9月18日から20日の3日間にわたって全面停電による電気・計装保全工事（全面停電工事）が実施され、その後、各製造設備を順次、スタートさせていた。
- この状況を踏まえて、事故発生までの経緯を4つの段階に区分し、事故シナリオと要因について検討した。

(1) 2012年9月21日～9月25日9時30分頃（全面停電工事後～V-3138液溜め開始前）

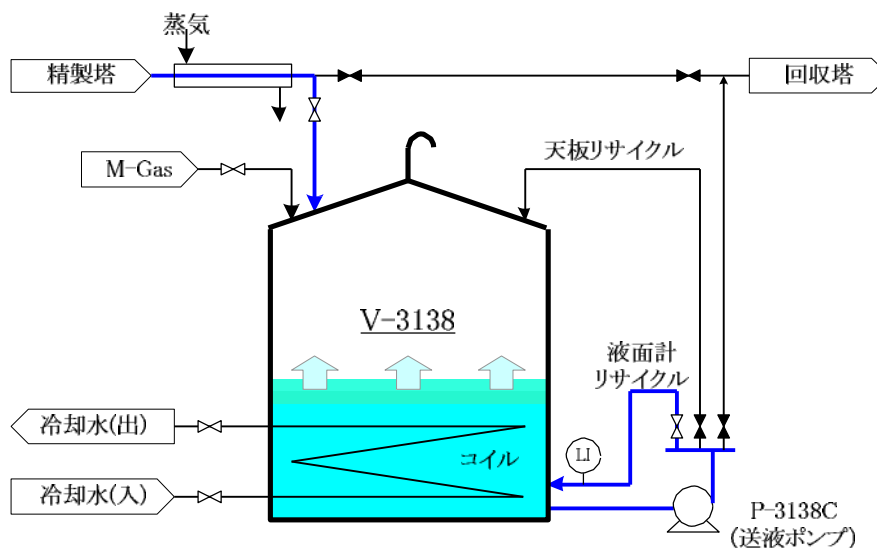
- 全面停電工事終了後、V-3138冷却水コイルへの通水、及びM-Gasシールを開始した。また、送液ポンプ（P-3138C）を起動させ、液面計リサイクルを開始した。
- 粗アクリル酸製造設備の運転状況に特に異常は認められず、精製工程より得られる粗アクリル酸に供給されていた安定剤も基準に対して不足していなかった。
- 高純度アクリル酸製造設備については、9月21日に精製塔及び回収塔の運転をスタートした。この時、精製塔ボトム液は回収塔へ直接供給されていた。
- 9月24日に精製塔ボトム液をV-3138経由にて回収塔へ供給する運転とし、その運転の間はV-3138の液量は約10m³でほぼ一定の状態に保持されていた。
- 精製塔ボトム液は、析出物による詰り防止のため蒸気ジャケット配管を通じて送液されており、V-3138流入時点における液温は、蒸気温度とジャケット配管長さなどから約100℃と推定される。
- 精製塔へ供給される安定剤等は基準に従って投入されていた。



(図-3) V-3138 液溜め前の状態

(2) 2012年9月25日9時30分頃～9月28日14時00分頃 (V-3138 液溜め中)

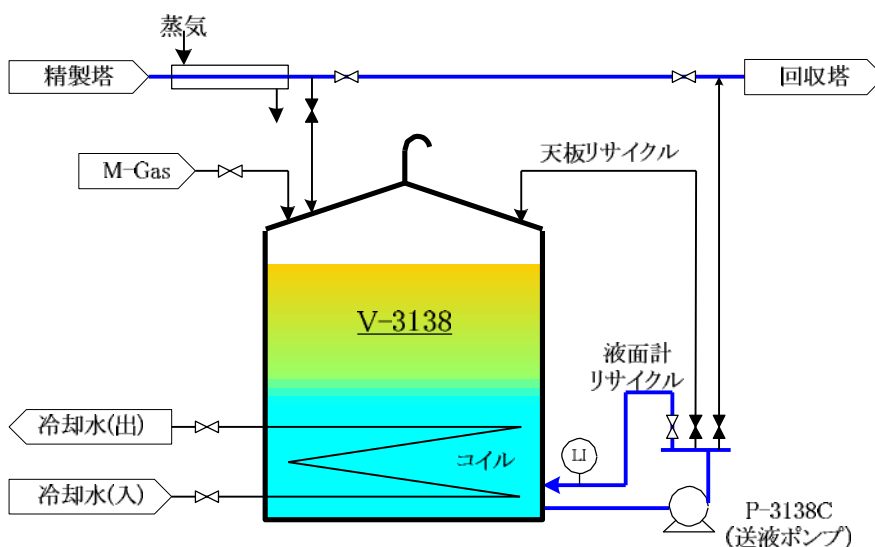
- 後日実施予定の回収塔能力アップテスト準備のため、9月25日9時30分頃よりV-3138から回収塔への送液を停止し、V-3138の液溜めを開始した。
- 精製塔へ供給される粗アクリル酸、安定剤等に特に変化はなく、運転状況にも異常は認められなかった。
- V-3138の液量は、液溜めを開始してから約77時間後の9月28日14時00分頃に60m³に到達した。その間V-3138の貯蔵液の天板リサイクルは実施されなかった。
- V-3138下部の液はコイルにより冷却されるが、コイル上面より上部の液は冷却されにくくなり、貯蔵液縦方向に不均一な温度分布が生じた。その結果、比較的温度が高い領域において、アクリル酸の二量体(DAA)生成反応が緩やかに進行、この反応熱が温度を徐々に上昇させたと推定される。しかし、V-3138には温度計が設置されておらず、温度上昇を検知できなかった。



(図-4) V-3138 液溜め中の状態

(3) 2012年9月28日14時00分頃～14時10分頃 (V-3138液溜め後)

- 9月28日14時00分頃にV-3138の液量が60m³に到達した。その後、精製塔ボトム液を回収塔への直接供給に切り替えた。
- V-3138の貯蔵液の天板リサイクルはその後実施されなかった。したがって、コイル上面より上部の液は冷却されず、比較的温度が高い状態で保持された。



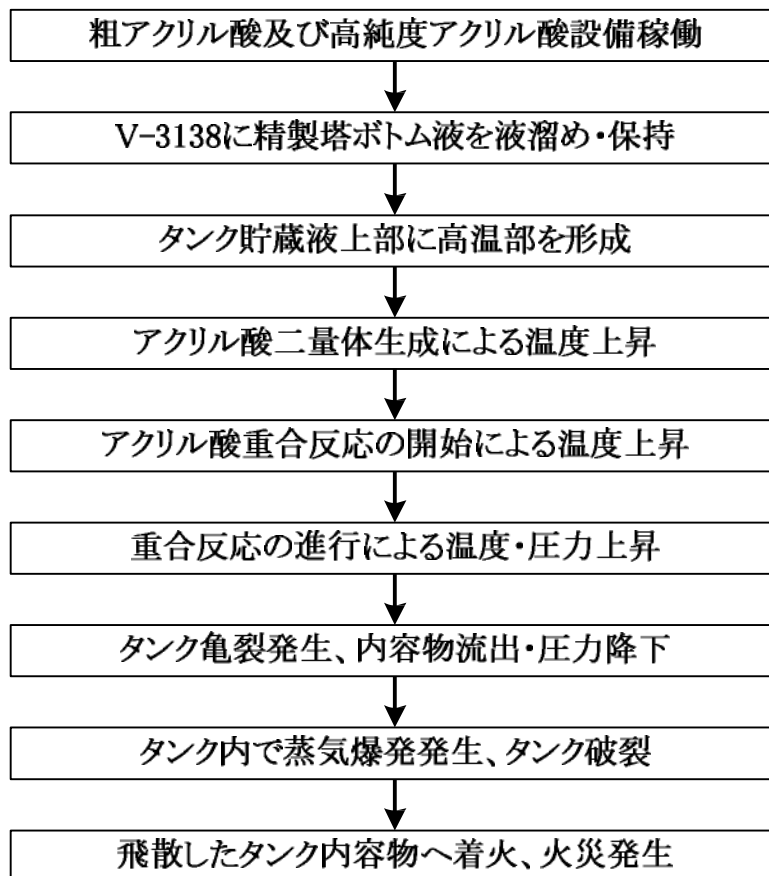
(図-5) V-3138液溜め後の状態

(4) 2012年9月28日14時10分頃～9月29日14時35分頃 (V-3138液保持～爆発・火災)

- V-3138の貯蔵液においてDAA生成反応が更に進行し、その反応熱により温度は上昇を続けたと推定される。
- 温度の上昇の結果、アクリル酸の重合反応が開始し、重合熱により温度が更に上昇したと推定される。
- 9月29日13時20分頃、運転員がV-3138ベントよりアクリル酸蒸気による白煙の流出を発見した。この時、V-3138の貯蔵液温度は高温部で160℃程度と推定される。
- その後、重合反応は更に進行し、V-3138内は沸騰状態となり蒸発量も増加し、ベント等からのガス排出能力を超えて、V-3138の圧力が上昇した。
- その後もV-3138の圧力は上昇を続け、タンクに亀裂が発生した。亀裂発生時の圧力は240～290kPaG、貯蔵液温度は高温部で230～240℃程度と推定される。
- 亀裂からタンク内容物が流出し、V-3138の圧力が急激に低下した。
- 9月29日14時35分頃、温度が保持されたまま圧力が低下したためにV-3138の貯蔵液が急激に沸騰(突沸)し、タンク内で蒸気爆発が発生し、V-3138が破裂した。飛散物の飛散距離より推算した爆発圧力は450～640kPaG程度と推定される。
- V-3138の破裂により飛散した内容物に着火、火災が発生した。着火源は、爆発の際の金属の衝撃や電線の切断による火花の可能性が考えられる。また、爆発の衝撃により損傷を受けた近傍のタンクよりアクリル酸及びトルエンが漏洩し、延焼した。

(5) 爆発・火災事故に至るシナリオ

- 4つの経緯区分による検討により辿り着いた事故シナリオは以下の通りである。液溜めを実施したV-3138の貯蔵液上部に冷却が不十分な高温部が形成され、長時間滞留したために、アクリル酸の二量体(DAA)生成反応が進行、その反応熱により温度が上昇した。その後、アクリル酸が重合反応を開始する温度条件に達し、その重合熱で更に温度が上昇した。そのため、タンク内は沸騰状態となり圧力が上昇、タンクに亀裂が生じた。その亀裂からタンク内容物が流出し、圧力が急激に低下したため、蒸気爆発が起こった。その結果、タンクが破裂し、飛散した内容物に着火し、火災が発生した。



(図-6) 事故シナリオ

9. 事故原因の推定

- 中間タンク(V-3138)の爆発・火災事故に至る直接原因としては次のことが考えられる。
 - (1) 中間タンクへ高温の精製塔ボトム液を受け入れ、また、タンクの貯蔵液量を増加したにもかかわらず天板リサイクルを実施しなかったために、冷却不足となり、タンク内でアクリル酸を高温で長時間滞留させることになった。
 - (2) アクリル酸二量体が、高温時において低温時と比較して早い反応速度で生成することは認識していたものの、その反応熱がタンク貯蔵液の温度上昇まで繋がる潜在的危険性があることを十分に認知していなかったため、タンクの貯蔵液温度の上昇を招いた。
 - (3) タンク貯蔵液の温度検知および温度監視の不備があったことにより、アクリル酸の重合反応が進行するまで異常な状況を把握できなかった。

10. 再発防止対策

- ・発災設備に対する再発防止対策として以下の対策を提言する。

(1) 設備面の対策

- ① 温度検知及び温度管理の強化（遠隔監視等）
- ② 高純度アクリル酸精製塔ボトム液移送配管（蒸気ジャケット）の仕様変更

(2) 管理面の対策

- ① 温度管理範囲（閾値）の見直し及び逸脱時の対応明確化
- ② タンク貯蔵液の天板リサイクルの常時実施
- ③ アクリル酸二量体生成による潜在的危険性に関する教育の徹底

11. 今後の取り組み 日本触媒が社会から信頼される安全な製造会社として再生するため、事故調査委員会は、事故の直接原因の背景にある設備、運転、管理のあり方や組織、風土等についての取り組むべき課題を挙げ、再発防止対策についての提言を行う。

以 上

アクリル酸の二量化及び重合反応

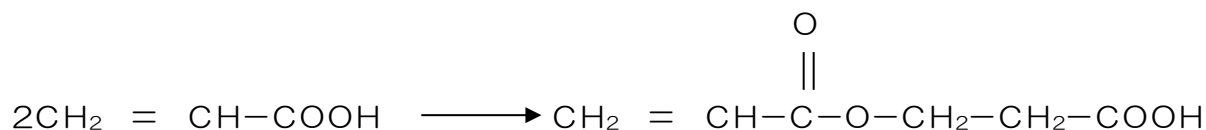
※ 二量体生成反応も重合反応もアクリル酸の二重結合に関わる反応である。

1. アクリル酸の二量体（DAA）生成反応

アクリル酸は二量体を生成し、温度が高くなると反応速度が大きくなる。

この反応は、安定剤を添加しても防止することはできない。

反応熱：145kJ/kg（出典：Plant Operation Progress Vol. 8, No.2“The Anatomy of an Acrylic Acid Runaway Polymerization”）



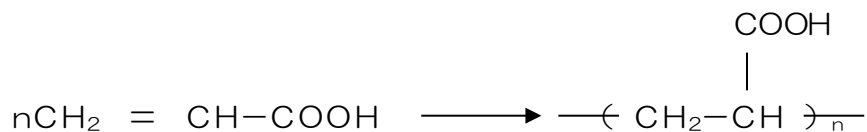
二量体にアクリル酸が付加して、三量体、四量体等を形成することもあるが、本文中ではまとめて二量体と表現している。

2. アクリル酸の重合反応

アクリル酸は熱・光・過酸化物などにより重合物を生成する。

通常、安定剤を添加し重合反応を防止している。

重合熱：1075kJ/kg（出典：アクリル酸及びアクリル酸エステル類 取扱安全指針（第7版） アクリル酸エステル工業会）



アクリル酸タンク爆発・火災事故について

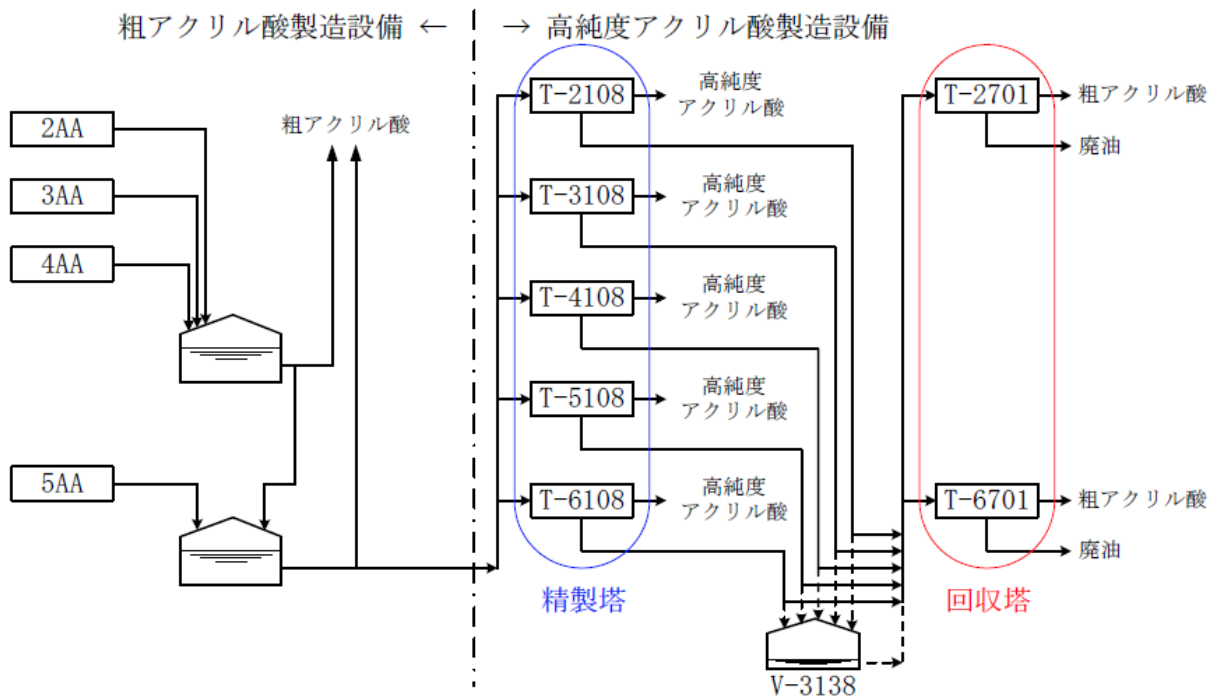
——中間報告書に記述されていない事実（最終報告書より抜粋）——

1. 高純度アクリル酸製造装置には、建設年の異なる 5 系列の精製塔(T2108～T6108)と 2 系列の回収塔(T2701,T6701)がある。それぞれの建設時期は次のとおり。

T-2108、T-3108：1985 年、T-4108：1990 年、T-5108：1994 年、T-6108：1998 年

V-3138：1985 年

T-2701：1985 年、T-6701：1998 年



(図 3-5) アクリル酸製造工程構成図

2. 今回の全面停電工事後、9月21日に精製塔 T-6108 を、24日には T-5108 をスタートした。T-6108 のボトムは回収塔 T-6701 へ直送し、T-5108 のボトムは V-3138 経由で回収塔 T-6701 へ送液した。

25日 09:30、V-3138 から回収塔 T-6701 への送液を停止して、V-3138 の液溜めを開始、28日に液溜めを停止した。(この後、T-5108 ボトムは T-6701 へ直送)

3. T-5108 のボトム温度は約 65°Cである。

なお、5 系列の精製塔ボトムからの送液配管の加熱方式は次のとおりである。

T-2108、T-3108、T-4108：いずれも温水ジャケット配管

T-5108：蒸気ジャケット配管

蒸気ジャケット採用に際し、減圧弁と温調トラップが取り付けられ、**V-3138 入り口で約 65°Cに保たれていたと推定されるが**、その後、温調トラップは、閉塞が重なったため撤去され吹き流しになった。**このため、V-3138 入り口では約 100°Cになっていたと推定される。なお、温調トラップの撤去の時期およびその検討の記録などの設備履歴は残っていない。**

T-6108：蒸気トレース配管

4. 1985 年の V-3138 設置当初のリサイクルラインは天板リサイクルラインのみであったが、液面計誤指示の原因となる検出部での析出物の堆積を防止する目的で、2009 年 2 月に液面計リサイクルラインを設置し、V-3138 の暫定使用方法を定め確認を行った。

5. 2010 年 1 月末に「V-3138 基本管理方法」が整理され、運転引継システムにより通知された（通知内容は 6 項）が、運転マニュアル等へは反映されなかった。ただし、歯止め策として、P-3138C の吐出の天板リサイクルライン操作バルブの上側に「通常閉、25 m³以上で R/C 開」との現場表示を付けた。

6. 運転引継システム通知内容

- (1) 精製塔の稼働時は回収塔へボトム液を直接供給する。精製塔が停止し、塔内の液を抜く時のみ V-3138 へ受液する。
- (2) V-3138 への受液後は、タンク内の液を回収塔へ送り処理し、冷却コイルの下部が液に漬かる最低液量である 5 m³まで液量を低下させる。
- (3) タンク内の液を処理した後は、液処理に使用した配管のブローを行う。また、タンクリサイクルは液面計リサイクルのみを行う。
- (4) タンク内の液を処理できず、冷却水コイルの上部までの液量である 25 m³以上の液量で数日間保持する場合は、タンク天板リサイクルを行う。
- (5) タンクの冷却水コイルへの冷却水のバルブは、通常開とする。

7. その後、V-3138に25m³以上の液を貯蔵する機会はほとんどなかった。なお、5基ある精製塔ボトム液の送液先を回収塔にするか、V-3138にするかの切替バルブは、図-2に記載のP-3138Cの吐出ヘッダーから約15m離れた別の場所にある。従って、この切替バルブ操作時には、P-3138Cの吐出の天板リサイクルライン操作バルブの上側に掲げた「通常

閉、25m³以上でR/C開」との現場表示は見えない。

8. 事業所のルールとして、安全対策に特段の注意を要する作業については「作業危険規則」が、また、それらの作業のうち作業標準に定められていない作業には「定型外作業基準」が適用されることになっている。危険作業の実施には許可が必要であり、あらかじめ作業種別に応じて安全対策書を作成し、作業実施前に作業者に内容を周知している。一方、運転・作業管理に関して、指示書の発行や承認ルート等を規定した規則はない。指示書は、マニュアルの有無に関係なく、運転や作業の実施に際して必要があれば課長承認で発行される。指示書は、マニュアル類の補完として発行されることが多い。
9. 設備・プロセス等の恒久的または一時的な変更に伴うリスク管理については「変更管理規則」が適用される。この規則では、変更規模は変更管理チェックシートにより評価し、その結果により審査・承認ルートが決まる仕組みであるが、併せて、適用対象外も例示されている。例えば、「設備機器の同一仕様での更新」や「安全運転範囲内での運転条件、手順の変更」は適用対象外となる。この「変更管理規則」の適用対象についての解釈は個人によって異なることがあり、適用対象外と見なされれば、変更管理チェックシートは利用されない。
10. 回収塔の能力アップテストは2009年と今回の2回行われている。8,9に示した規則、基準の適用はなされていない。
11. 2009年のテスト
回収塔能力アップテストでは、回収塔の負荷としては過去に実績のある範囲内であったこと、また、V-3138の貯蔵液量も公称容量内であったことから、設備の能力範囲内における調整と認識されていた。テスト計画書は、テスト方法・条件・予定を記載して作成されたが、V-3138液溜めに付随するリスクは未検討であった。テスト計画書は、課長承認を得て発行されたが、指示書の発行はなかった。ただし、この時は、V-3138 暫定使用方法の確認中でもあり、タンク液溜め後に天板リサイクルが実施された。この時の液溜め量は50m³であった。
12. 2012年今回のテスト
回収塔能力アップテストに対する基本的な認識は2009 年度実施時と同様であり、2009年と同様のテスト計画書を作成した。指示書の作成はなし。
13. V-3138の設計図面には温度計座が記載されていたが、実際には取り付けられていなかった。V-3138 の通常の貯蔵液量は少なく、また、タンク内のコイルにより液が冷却

され、液中には安定剤を多く含んでいたことから、常時温度を監視し、制御を行う必要性は、低く認識されていた。また、温度計を設置することに関しては、所内統一的な基準はなく、個々のプラントごとに温度管理・監視の必要性を評価していたため、温度管理の必要性が低く評価された場合、温度計が設置されないこともある。

14. 1994年4月に他のアクリル酸中間タンクにおいて、重合トラブルが発生し、水平展開が行われた。V-3138はこの時の調査により温度計が設置されていないことが確認されたが、水平展開の対象外となった。水平展開の対象設備は80～100℃の蒸留塔ボトム液の受液タンクとされたが、精製塔ボトム温度は65～70℃であったことが理由として推定される。なお、この時点ではT-5108は建設されていない。この水平展開検討はその部署内で完結しており、技術系の他部門が参画した形で幅広く類似トラブルを防止するようにはなっていなかった。

15. アクリル酸の安全対策は、トラブルの予防対策が中心であり、異常事態発生を想定した判断基準、対応手段は未確立であった。

今回の事故時は、V-3138の冷却が必要と判断し、放水を実施した。運転員が6カ所の消火栓より放水を行い（各400ℓ/min）、その後、自衛消防隊消防車による放水（3100ℓ/min）を行った。なお、V-3138は保温施工されている。

16. 事業所規程として自衛防災マニュアルが整備されているが、公設消防への情報提供等の連絡体制の面において不明確な点がある。

17. アクリル酸の性状

化学式 $\text{CH}_2=\text{CHCOOH}$ で表される刺激臭のある無色透明な引火性液体で、消防法第4類第2石油類に分類される。

主な物理的および化学的性質は以下の通りである。

密度 : 1.05 g/cm³ (20℃)

融点 : 13.5 °C

沸点 : 141 °C

粘度 : 1.25 mPa·s

発火点 : 428 °C

引火点 : 51.4 °C

爆発範囲 : 2～17 vol%

比熱 : 2093 J/kg·°C

二量体生成反応熱 : 145.3 kJ/kg

重合熱 : 1076 kJ/kg

導電率 : >10⁻⁷ S/m

反応性 : 別紙 1 に示す二量体 (DAA) 生成反応や、重合反応などを起こすため、通常は、重合反応を抑制する目的で酸素濃度を5vol%以上の雰囲気管理し、安定剤が添加されている。