

高圧ガス事故概要報告

整理番号 2020-274	事故の呼称 合わせ板ガラスを圧着するオートクレーブからの出火		
事故発生日時 2020年8月27日(木) 8時50分	事故発生場所 茨城県 神栖市	事故発生事象 1次)火災	事故発生原因 主)操作基準等の不備
施設名称 圧縮空気製造施設	機器 オートクレーブ	材質 ASME SA516 Gr70	概略の寸法 外径 3052mm 長さ 7840mm 容積 50 m ³
ガスの種類および名称 支燃性ガス(空気)	高圧ガス製造能力 7,566.3 m ³ /日	常用圧力 1.35MPa	常用温度 150°C
被害状況(人的被害、物的被害) 人的被害:なし 物的被害:ヒーター、クーラー、ガラス製品の焼損			
事故の概要 <p>圧縮空気を使用したオートクレーブ(図1、図2参照)で、安全弁が作動し、放出管から煙を伴った圧縮空気が漏れ出した。オートクレーブ内には煤が付着しており、公設消防により火災と判定された。</p> <p>以下、事故の概要を時系列で記す。</p> <p>6時10分 協力会社運転員 A は合わせ板ガラス圧着工程として、No.2 オートクレーブの運転を開始した(11時10分終了予定)。</p> <p>8時37分頃 温度異常アラームが鳴った為、協力会社運転員 B が操作盤の表示において、オートクレーブ運転温度が通常である 135°Cより高くなっていることを確認した。</p> <p>8時39分 運転員 B は当該職場のリーダーへ電話連絡を行った。</p> <p>8時42分頃 連絡を受けた協力会社リーダーおよび社員が現場へ駆けつけ、操作盤の表示において、運転温度が 170°C程度まで上昇していることを確認した。</p> <p>ほぼ同時にオートクレーブ内の内部圧力上昇により安全弁(設定圧 1.5MPa)が作動した。</p> <p>8時45分頃 リーダーはオートクレーブ内部の圧力を下げるため、手動で圧力調整弁を全開とし、オートクレーブ内の圧力が降下することを確認した。直後に社員が圧抜きラインにあるサイレンサーから白っぽい煙が出ている事に気づき、保安センターへ緊急通報した。</p> <p>9時10分 運転課課長、環境安全部員が現場へ到着し、外部から火災等確認できなかったが、状況判断より保安センター経由で消防へ通報を行った。</p> <p>9時57分 公設消防が到着した。</p> <p>10時25分 リーダーはオートクレーブの圧抜き開始した。 (臭気あり)</p> <p>10時30分 リーダーはオートクレーブを開放した。</p> <p>10時34分 公設消防が火災と判定した。</p> <p>10時51分 公設消防が退場した。</p>			

事故発生原因の詳細

以下の①から⑤により、クーラーのフィンに異物(可塑剤、パウダー(緩衝材)、断熱材)が目詰まりし、ヒーターで加熱されることで異物が発火し、その異物がオートクレーブ内気流(図3参照)に乗り手前側に移動、手前側の工程台車にある固定ロープや合わせ板ガラスよりはみ出した樹脂膜に着火、延焼したと推定する。

- ① クーラーのヒーター側にあるフィン(純アルミニウム(推定):融点約660℃)の一部が溶損していた(図4参照)。
- ② クーラーは、1回/2月の頻度で外観の目視点検を実施していたが、事故後に解体調査を行ったところ、クーラー内側のフィンに多数の異物が付着していることが分かった(図5参照)。異物は繊維質と黄色、黒色部分が絡み合っていた。異物の成分を分析した結果、繊維質のものは断熱材で、黄色の部分はパウダーを主成分とした混合物であった。黒色の部分は火災により発生した煤と推測された。
- ③ クーラーは、ヒーターに近接した場所にあるため、ヒーターからの輻射熱を常に受ける環境であった。また、クーラーのフィンに異物が多量に付着していたため、空気の循環による冷却効果が低下し、表面温度が上昇したと考えられる。ヒーター本体の表面温度は、340℃程度であることが分かっている。
- ④ クーラーに付着した異物が発火温度を超え、発火したと推測する。クーラーに付着した異物の熱重量示差熱(TG-DTA)分析結果から、295℃付近にて発熱反応が起こっていることが確認された。この発熱により異物に対する蓄熱が進み、発火温度を超えたのではないかと推測される。
- ⑤ 発火した異物がオートクレーブの気流に乗り、手前側から合わせガラスを載せた台車にある固定ロープやはみ出した樹脂膜に着火、延焼した。

事故後の調査において、設備保全部門と運転部門で互いに、クーラーフィンへのエアブローについて担当する認識がなかったため、マニュアルに記載されていたエアブローが実施されていなかったことが判明した。なお、事故時のようにフィンに異物が大量についてしまった状況では、エアブローでは取り除くことはできないと考えられる。

事業所側で講じた対策(再発防止対策)

発火源の除去、自然発火の危険性の除去(空焚きによる残留可塑剤の除去)について、2012年に発生した事故の再発防止対策を新たに見直し、追加対策(表1参照)を加え、運用中である。

① 発火源の除去

(2012年対策の見直し)

- 左右両側とも1回/2月(2013年に1回/月から変更)でヒーター、クーラーを取り外し、ヒーターの絶縁点検、目視点検、エアブローを実施中(点検済の発火リスクのないヒーターを使用する)。
- クーラーについては目視点検、エアブローを実施中である。

(追加対策)

- クーラーの目詰まりを定量的に把握するため、1回/月の頻度でオートクレーブ内の風速測定を行い、下限風速以上であることを確認している。下回った場合には、予備品への交換を行う。
- クーラーの仕様を見直し、異物が蓄積されにくい、フィン間隔の広いクーラーへ変更した。

<ul style="list-style-type: none"> ● クーラー表面温度が異物の発熱温度以上にならないことを監視するため、クーラー表面直近に温度計を新規に設置した。 ② 自然発火の危険性の除去 (2012年対策の見直し) ● 点検窓からの可塑剤、パウダーの侵入防止、および断熱材の飛散防止の観点から点検窓を塞ぐ措置を行うこととしたため、点検窓による定点観察の実施を廃止する。 (追加対策) ● 断熱材への可塑剤、パウダーの蓄積状態をモニタリングする。モニター用の断熱材を設置して定期的にサンプリングし、2021年3月より、定量的に閾値を決めた管理を行うための調査を実施中である。 ● 固定ロープは今後使用せず金属製の固定治具に変更した。 また、教育、風土については以下の対策を行う。 ① 上記で定めた事項を2020年9月16日の運転開始前までに手順書に定め、関係者に対して運転従事前教育を行い、実施記録残した。 ② ヒーター、クーラー点検頻度を1回/月から1回/2月に変更したこと(消防本部への報告がされていなかった)、定期保全におけるクーラーのエアブロー不実施について、今後はルールを守ることを部の活動を通じて徹底する。ルールが実情にそぐわない場合は、関係各所への相談を徹底させ、自ら判断しないようにする。
<p>教訓(事故調査解析委員会作成)</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 2012年にも、マニュアルが順守されず、別のオートクレーブで火災が発生している。安全かつ安定した事業所の運転には、マニュアルの順守が必要不可欠である。 ② 保安統括者等の高圧ガスの製造に係る保安に関する業務を統括管理する者は、マニュアルの順守について、作業監督者(管理者)、作業員からの報告を待つだけでなく、定期的に、事業所の監査において、マニュアルと実際の作業内容を比較し、確認することが重要である。 ③ 圧縮空気中では、圧縮酸素中と同様に、物質の発火温度が低下し、予期しない火災の要因となる。圧縮空気中で取り扱う物質の発火温度を確認し、運転条件に反映するとともに、発生する異物等の明確な除去方法と定量的な除去の確認方法を定め、確実に実行することが有効である。
<p>事業所の事故調査委員会</p> <p>—</p>
<p>備考</p> <p>事故調査委員会では、2012年に同事業所で発生したオートクレーブの火災事故について、高圧ガス事故概要報告(高圧ガス事故概要報告(2012-027)「合わせ板ガラスを圧着するオートクレーブからの出火」)を作成した。</p>
<p>キーワード</p> <p>火災、オートクレーブ、圧縮空気、異物、清掃、目視検査</p>

関係図面(特記事項以外は事業所提供)

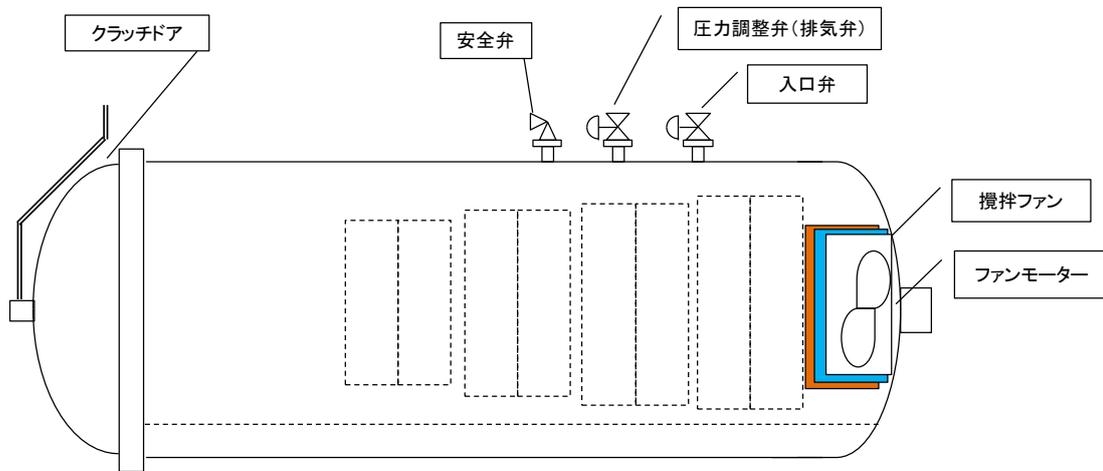


図1 オートクレーブ(概略図)
(オートクレーブを合わせ板ガラスの搬入、搬出口の左手に側面から見た図)

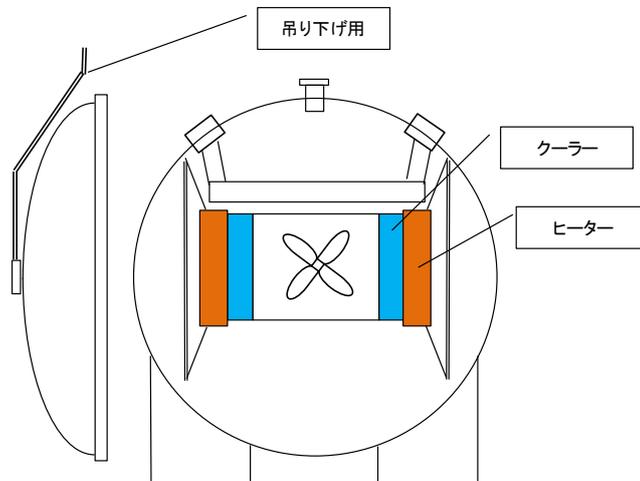


図2 ファン、ヒーターおよびクーラー取付位置
(オートクレーブを合わせ板ガラスの搬入、搬出口の正面から見た図)

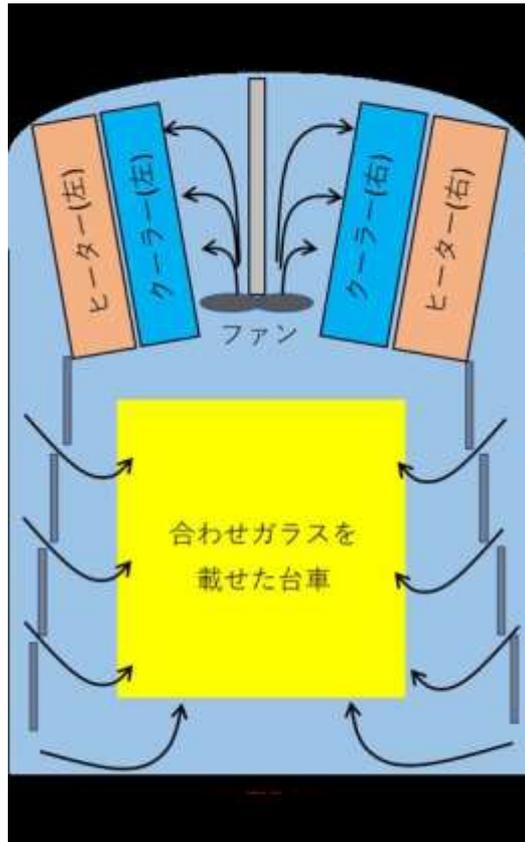
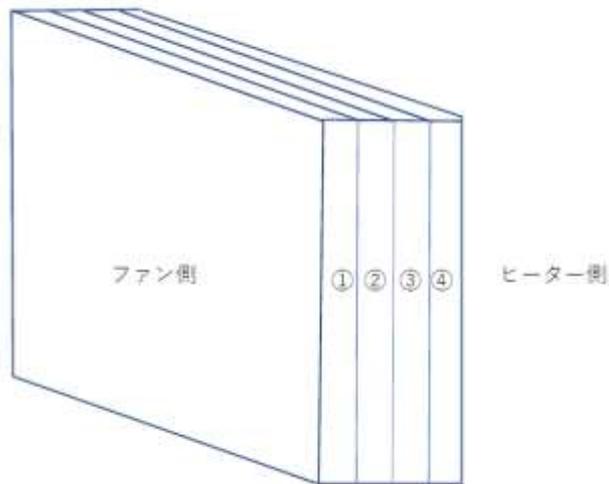


図3 オートクレーブ内の空気循環概略図
 (オートクレーブを上面から見た図。矢印はオートクレーブ内の気流を示す。)



図4 火災後のクーラー外観



ユニット① ファン側

ユニット② ヒーター側



ユニット③ ヒーター側

ユニット④ ヒーター側

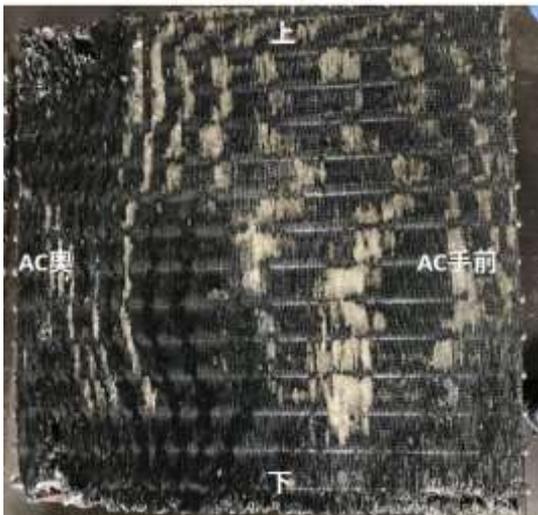


図5 クーラーフィンの溶損および目詰まり状況
 (①ファン側および④ヒーター側は外観による目視確認が可能である。その他の部分は事故後の切断面であり、事故時には目視検査ができない。)

表 1 2012 年に定めた対策の見直しおよび追加対策

大項目	2012 年事故時の対策	見直し
発火源の除去	発火可能性のある物質を除去するため空焚き毎にオートクレーブ内を掃除機で掃除し、内部の埃を除去する。	継続中。
	内部のヒーター、冷却クーラーの点検頻度を現行 1 回/3 月→1 回/月とし、スパーク等の有無を確認する。この際、ヒーターは取り外して、全体を目視点検する。	左右両側とも 1 回/2 月でヒーター、クーラーを取り外し、ヒーターの絶縁点検、目視点検、エアブローを実施中。(=点検済の発火リスクのないヒーターを使用する)。クーラーについては目視点検、エアブローを実施中である。
	ヒーターおよびクーラーは定期保全毎に片側ずつ外して、エアブローを行う。	
	クーラーは 2 セット必ずセットして運転することとし、片側運転はしない。故障時のために予備を保有する。	継続中。
	(追加対策)	<p>クーラーの目詰まりを定量的に把握するため、1 回/月の頻度でオートクレーブ内の風速測定を行い、下限風速以上であることを確認している。下回った場合には、クーラーの整備あるいは予備品への交換を行う。</p> <p>クーラーの仕様を見直し、異物が蓄積されにくい、フィン間隔の広いクーラーへ変更した。</p> <p>クーラー表面温度が異物の発熱温度以上にならないことを監視するため、クーラー表面に温度計を新規に設置した。</p>
自然発火の危険性の除去 (空焚きによる残留可塑剤の除去)	<p>【空焚き方法の変更】</p> <p>①空焚き方法を、従来の方法(加熱後常圧で蓋解放)から、サプライヤーの推奨方法(加圧し、密閉したまま内部空気を排気する方式)に変更する。</p> <p>②空焚き頻度は、処理面積管理とする。</p> <p>③延焼可能性のある下面にたまった可塑剤を除去するため、下面断熱材は撤去し、空</p>	継続中。

	<p>焚き毎に、下面残留可塑剤をウェスで拭き掃除することとする。作業性向上のため、下面鉄板は分割方式とし、一人でも簡単に作業ができるようにする。</p>	
	<p>【管理の徹底】</p> <p>① 空焚き、拭き掃除を確実にやったことを確認するため、記録用紙を更新し、都度分区長、主任が実施内容を確認することとする。また、できる限り空焚き時は、社員が立ち会う。</p> <p>② また引き続き、空焚き毎に、断熱材の濡れ状況は定点観察を行う。(記録に残す) 濡れ状況のチェック結果、空焚き不十分と判断した場合は、追加で空焚きを行う。</p> <p>③ 残留可塑剤によるオートクレーブ火災の事例は、毎年4月に繰り返し教育を行い(保安防災計画に記載)、危険意識の退行を防止する。</p> <p>④ 新人入社または配転時教育に、本事例を入れ、危険性を認知させる。</p>	<p>継続中。ただし、②については点検窓からの可塑剤、パウダーの侵入防止、および断熱材の飛散防止の観点から点検窓を塞ぐ措置を行うこととしたため、点検窓による定点観察の実施を廃止した。</p>
	<p>(追加対策)</p>	<p>断熱材への可塑剤、パウダーの蓄積状態をモニタリングする。モニター用の断熱材を設置して定期的にサンプリングし、2021年3月より、定量的に閾値を決めた管理を行うための調査を実施中である。</p> <p>固定ロープは今後使用せず金属製の固定治具に変更した。</p>