

高圧ガス事故概要報告

整理番号 2005-335	事故名称 酢酸ビニル製造施設の爆発・火災		
事故発生日時 2005-9-9 10時43分頃	事故発生場所 岡山県岡山市		
施設名称 酢酸ビニル製造施設	機器名 酸素ミキサー、ミスト分離器、 反応器、配管系	主な材料 C.S、SUS	概略の寸法 ---
高圧ガス名 エレン、酸素	高圧ガス製造能力 4,900 千 m ³ / 日 (標準状態)	設計圧力 1.08 MPa	設計温度 220
被害状況 酢酸ビニル製造施設の反応系に係るインターロックシステムの運転中保安検査を実施していたところ、突然、酸素ミキサーからミスト分離器に至る循環ガス配管内で爆発し、火災が発生するとともに、隣接建物の窓ガラスが破損した(人的被害なし)。			
事故概要 酢酸ビニル製造施設の反応系に係るインターロックシステムに対する運転中検査を実施していた。 検査実施中に、現場の判断で検査手順を変更し、解除してはならないスイッチを解除して、検査が継続されていた。これにより、インターロックシステムが正常に作動しない状態となっていた。 検査項目の最後の項目を確認中、誤ったデータが入力されたため、ガスプロアーが停止した。ところが、インターロックが正常に作動しない状況下であったので、酸素の供給停止動作に至らず、酸素が供給され続け、系内に燃焼・爆発雰囲気形成された。 その後、静電気(推定)によって着火し、爆発・火災に至った。 この爆発により、設備の損壊および近隣企業の事務所等の窓ガラスが破損したが、人的被害はなかった。			
事故原因の分析 反応系のインターロックシステムに対する運転中検査において、酸素カットオフを作動させる要因別検査を開始した 通常は、要因別に設置されているスイッチを一つずつ「運転」(ON)から「検査」(OFF)に切り替えた後に、各々の作動要因を模擬信号で入力し、インターロックの作動確認を行うこととなっている。この一連の作業を要因毎に順次行っていく手順となっている。 インターロックの作動要因が成立すると、計器盤(ハードパネル)上に設けられたアナウンスータランプとアラームが作動する。この確認をもって「要因成立」となることがマニュアルで定められている。 マニュアルでは、模擬信号の入力は、電装作業者が外部から行うことになっていた。 事故当日、作業責任者が、外部信号の入力に比べて、作業が容易で入力ミス恐れも少ないと判断し、分散型制御システム(DCS)上で運転員が入力する方法に変更した(この装置では承認されていない方法であった。) 酸素カットオフを作動させる要因別検査の作業は、チェックリストの一番上の確認から順次行われた。マニュアルに従い、この要因を検査する際は、そのラインの要因毎の検査スイッチを解除(OFF)して検査を実施した。 最初の検査が終了した後、作業責任者は、マニュアルに定めていないメイン回路上の検査用スイッチ(COS21)の解除(OFF)を行って、それ以後の各要因のチェックを行うこととした。			

このとき、作業責任者は、要因毎の検査用スイッチを一つずつ解除するより、検査用スイッチ(COS21)を一つ解除しておけば、要因毎の入力ミスが生じても酸素供給は停止せず、生産停止を回避できると考えた。しかし、この場合には、酸素供給が停止されないことで、系内が爆発雰囲気となって、爆発する危険性があるとは考えなかった。

さらに、酸素カットオフ要因の誤った模擬入力を原因とする全停止(シャットダウン)を防止するため、シャットダウン回路に設けられた検査用スイッチ(COS20)をも解除した。このとき、作業責任者は、入力ミスの発生によるシャットダウンとそれにとまなう生産停止を回避することを強く念頭に置いていた。

このとき、作業責任者と電装責任者は、本来はチェックシートで確認すべきインターロック回路を、DCS画面で確認していたが、DCSのインターロック画面は回路が見難くかったため、COS20 および COS21 を解除しても、ガス量上限値(40,000)が入力されれば、GBトリップインターロックが作動して、ガスプロアー(GB)が停止することを見落としていた。

これ以降、検査用スイッチ(COS20 および COS21)が両方とも解除されたことで、シャットダウンインターロックが作動できない状況下で検査が進行していった。

最後に「ガス量 L」の要因確認に移った。DCS上でガス量流量計の運転モードをCALモードに変更し、ガス量下限値32,000を入力するところ、誤って40,000を入力した。

この40,000は、ガスプロアー停止要因となるガス量上限値であった。このため、GBトリップインターロックが作動して、ガスプロアーが停止した。

通常では、ガスプロアー停止により、シャットダウン要因が成立する。ところが、シャットダウンインターロック検査用スイッチCOS20が解除されていたので、シャットダウン動作には至らなかった。

さらに、酸素カットインターロック検査用スイッチCOS21が解除されていたのでガスプロアー停止後も酸素カットオフが作動せず、酸素供給が継続されていた。このため、系内の酸素濃度が上昇し、爆発範囲内となった。

ガスプロアー停止により、ガスプロアー停止アラーム、関連アラームが一斉に鳴った(約1分間に50アラーム)。

DCSのパネル上で、警報、電流値などからガスプロアーの停止を運転員が確認した。そこで、シャットダウンインターロックを作動させるため、検査用スイッチCOS20を投入した。

これにより、フレアスタックへの放出が開始されたが、COS21が解除したままなので、シャットダウンには至らず、酸素供給は継続されていた。

この後、40秒後に系内で爆発が起こり、酸素ミキサー付近で火災が発生した。このとき、改めて、検査用スイッチCOS21を投入し、インターロックを復旧させたことで、インターロックシステムが正常に機能し、シャットダウンが行われた。

再発防止対策

1. ヒューマンエラー対策

インターロックシステムに対する運転中検査の際は、酸素供給を停止する。
酸素供給元バルブを閉止・施錠する。
作業員の判断が入る余地のないチェックリストを作成する。
関係者への周知徹底と再教育を行う。
重要なインターロックスイッチは施錠する。

2. 着火防止対策

ガスプロアーが停止した場合、静電気発生防止の観点から、溶液フィードを自

動停止する。

酸素ミキサーから反応器に至る配管のアースを強化する。

3.管理強化

責任権限を明確化し、管理レベルの見直しを行う。

変更管理の基準を見直し、適用範囲などについて明確化する。

危険を伴う特殊作業の洗い出しおよびチェックリストの見直しを行う。

関係者への周知、継続的教育を行う。

教訓

エラーが重なると重大事故に繋がる。正にこの事故が物語っている。重要な施設には、二重三重の安全システムが必須であるが、ヒューマンエラー1つの連鎖で、多重システムが破られることのないよう、真の多重安全システムを構築する必要がある。

この事故では、マニュアルを逸脱して現場判断で様々な変更を行っていた。これらの変更は、定められた手続きを踏んでいなかった。変更管理の基準があっても、現場の判断で勝手に変更ができるようなシステムとなっているのであれば安全とはいえない。ソフトのミスはハードでバックアップするなど、ハード面とソフト面の両面から安全システムを見直す必要がある。

COS20 と COS21 を解除すればインターロックが働かなくなるので、本来やってはいけない行為である。マニュアル、チェックシートなどには、やってはいけないことを明確に示し、作業員へノウホワイ (KNOW WHY) を含めた教育を徹底する。ガス量下限値の入力ミスについては、当時、現場責任者に来客があり、責任者が現場を離れていた。このため、ダブルチェックが行われないうえに入力ミスが見過ごされてしまった。重要な検査の最中は、現場を離れないことが原則であるが、責任者が不在であれば作業を進めない仕組みを作るなど安全最優先で取り組むべきである。

作業員は往々にして、運転トラブルを避けたいという意識が働き、よかれと思って行動することがある。この場合、設備および計装システムの理解不足があれば、つねに危険と隣り合わせとなる。思いつきの変更が許されることがないよう、作業員の安全に対する感性、意識が希薄とならないよう、繰り返し、様々な刺激を与え、安全の基本を守る「人」を育てることが保安を預かる管理者の責務である。

インターロックの運転中検査については、より安全で確実な方法を検討すべきである。

人は、易きに向かうものである。言い換えれば、エネルギーがより少なくて済む行動を取るものである。このような性質を念頭に置き、ハード、ソフト、安全管理システムを構築することが重要である。

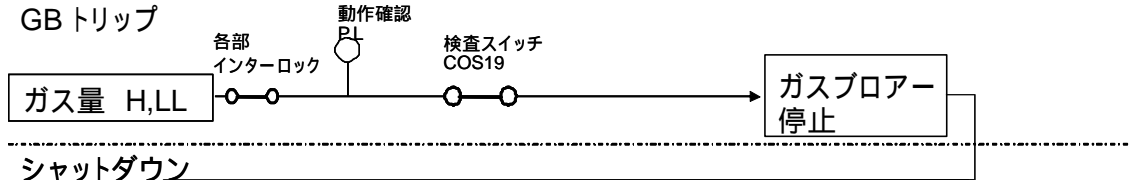
この施設は、近年になって運転操作が DCS 化された。また、インターロックシーケンスのように古い計装パネルがそのまま存置されているシステムも存在する。このため、新旧入り交じったコントロールシステムとなっていたので、人間側で理解不足と誤解が生じる下地が残っていた。マンマシンインターフェイスに紛らわしい部分があれば誤解、誤判断が生じやすい。人間による不測のエラーを誘発させないためにも、シンプル化したシステムとすること、および、アラーム、表示、画面、パネル、チェックシートなどを常に見直すことが大切である。

事故調査委員会

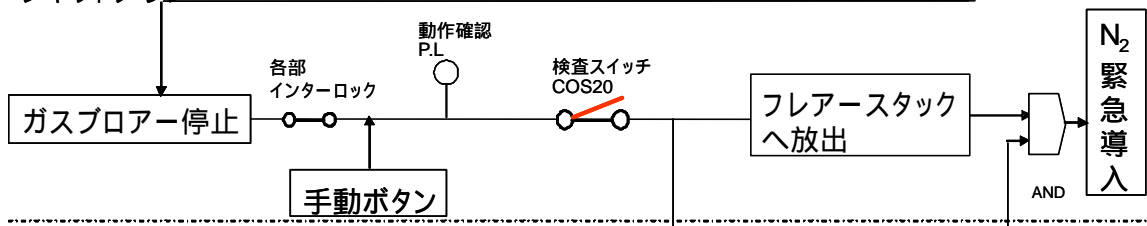
備考

写真・図面

GBトリップ



シャットダウン



酸素カットオフ

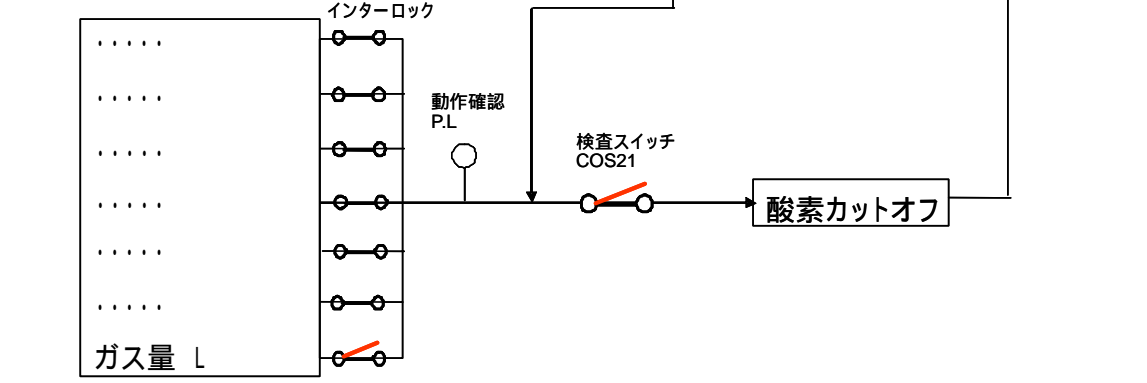


図1 インターロックの概要

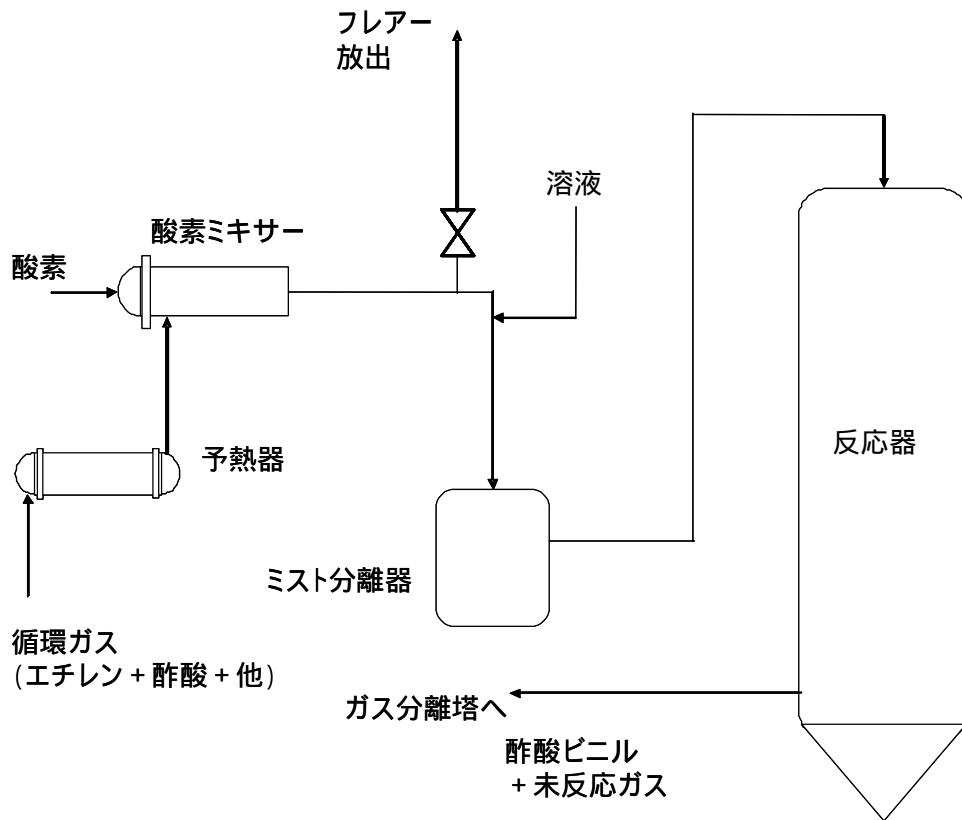


図2 フローの概要



写真1 ミスト分離器の周辺状況



写真2 ミスト分離器の状況



写真3 ミスト分離器のマンホール



写真4 酸素ミキサーの状況(その1)



写真5 酸素ミキサーの状況(その2)