

奨励賞

事故原因の解明による安全文化構築を目的とする次世代の教育
～塩ビ爆発火災事故からの再出発～

東ソー株式会社 南陽事業所 ソーダ製造部 無機課 無機係 安永 浩昭

1.はじめに

2011年11月13日15時15分頃、当社の第二塩化ビニルモノマー製造施設において、爆発火災事故が発生しました。この事故により、近隣住民の方々にご迷惑をお掛けするとともに、私たちの同僚1名が命を落としました。同じ事業所で働く者として、これほど身近な所で重大な事故が発生し、人命が無くなるということに大変な衝撃を感じたことを、昨日のこのように覚えています。また、社会からの信頼を失うと同時に、企業として今後存続できるのかという不安も、強く感じました。

事故発生以降当社では、事故の徹底した原因究明と同時に、二度と事故を起こさない「安全な化学メーカー」に生まれ変わるために、継続・徹底・改善を基本とする風土・文化（＝安全文化）を再構築することを目的として、社長直轄の安全改革委員会を設置し、実際の製造現場が今どうなっているのか、どんな問題があるのかを、現場の運転員と何度もディスカッションを行い洗いなおすことで、多くの課題が見つかりました。

事故の原因究明とディスカッションにより判明した課題は、大きく分けて3つあります。私達はその3つの課題を解決するため、各種の教育と活動に取り組んでまいりました。現状の把握と、それに合わせた教育と活動を進めたことで、安全に対する知識と技能は、事故前と比べ確実に向上していると感じています。本論では、塩ビ爆発火災事故以降の当社の安全に対する取り組みと、それに応え、私たちが職場で自ら考え実行した取り組みを紹介します。

2.爆発事故を振り返り問題点を抽出

事故は、東ソー南陽事業所第二塩化ビニルモノマー製造施設において発生しました。OXY反応工程の緊急放出弁の故障を発端に、塩酸塔緊急ロードダウンに伴う調整不足で塩酸塔還流槽にVCMが混入し、その後槽内の錆びを触媒とした1,1-EDC生成の異常反応が徐々に進み、爆発火災に至りました。この事故の爆発火災に至るまでの事象を一つずつ解析し、問題点の抽出を行っていきます。

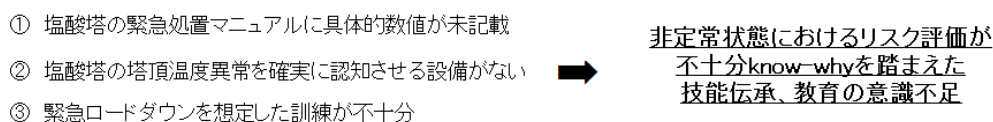
Phase1 緊急放出弁の故障

まず事故の発端事象である、緊急放出弁の故障を解析した結果、緊急放出弁が故障した場合に対するリスク評価が不十分であったため、計装設備故障に対するリスク管理が不足していた。このことから、設備故障におけるリスクの再評価と設備異常の早期発見のためには、予防保全の展開が必要だということが分かった。



Phase2 緊急ロードダウンに伴う調整

次に、緊急放出弁の故障に対応した緊急ロードダウンだが、緊急ロードダウンに対するリスク評価が不十分で、緊急処置マニュアルに具体的数値が未記載であったうえ、塩酸塔塔頂の異常を確実に知らせる設備が不備であった。また、緊急ロードダウンを想定した教育や対応訓練が不十分で、緊急事態に適切に対応できなかった。



Phase3 反応暴走への対応不足

塩酸塔還流槽へVCM混入が発生したが、塩酸塔停止基準に塩酸塔還流槽へVCMが混入した場合の対応が未記載であったうえ、過去の事故事例の危険源特定と真因への対応が不十分であった。また、1,1-EDC生成（発熱）に伴う反応暴走、タンク壁の赤さびが触媒となる知識を持っていなかった。

① 塩酸塔停止基準に塩酸塔還流槽のVCM混入時の対応が未記載	➔	過去の事故事例から危険源の特定と真因への対応が不十分 世代交代などで製造現場の知識・経験が低下、低下の把握不足
② 1,1-EDC生成に伴い反応暴走が発生する理解が不足		
③ タンク内壁の赤さびが触媒となる知識がない		

Phase4 異常発見の遅れ

オペレーターによる予兆変調の発見を支援するシステムと、アラームマネジメントによる重要警報の選択が不十分であったため、塩酸塔還流槽・液塩酸バッファータンクの初期の温度・圧力の上昇速度が小さく、事故直前まで異常に気づくことが出来なかった。

タンク内の初期の温度・圧力上昇速度が小さく 直前まで異常に気が付かなかった	➔	予兆・変調の発見を支援するシステムが 不十分 アラームマネジメントによる 重要警報の選択が不十分
--	---	--

事故を事象毎に検証した結果、大きく分けて3つの課題があることがわかった。

- ① 製造現場における知識・経験が低下していた（技術スタッフ・運転員の力量不足）
- ② 製造現場における技術・技能の伝承不足（若年層比率の増加により、指導者自身が未熟で指導方法が分からない）
- ③ リスク感性・安全意識の低下（長年にわたり大きな事故もなく運転されてきたことにより、危険に対する意識の低下）

3.それぞれの課題に対する取り組み



蒸留実習設備全景

蒸留設備を用いた新規技術講座

講座名称	受講対象
① 化学工学(基礎)講座(実習編)	製造/研究スタッフ
② 現場・DCS操作実習講座	製造オペレーター
③ (緊急時)自動弁操作体験講座	製造スタッフ
④ トラブル対応力強化講座	製造オペレーター

1) 経験の低下に対する対応

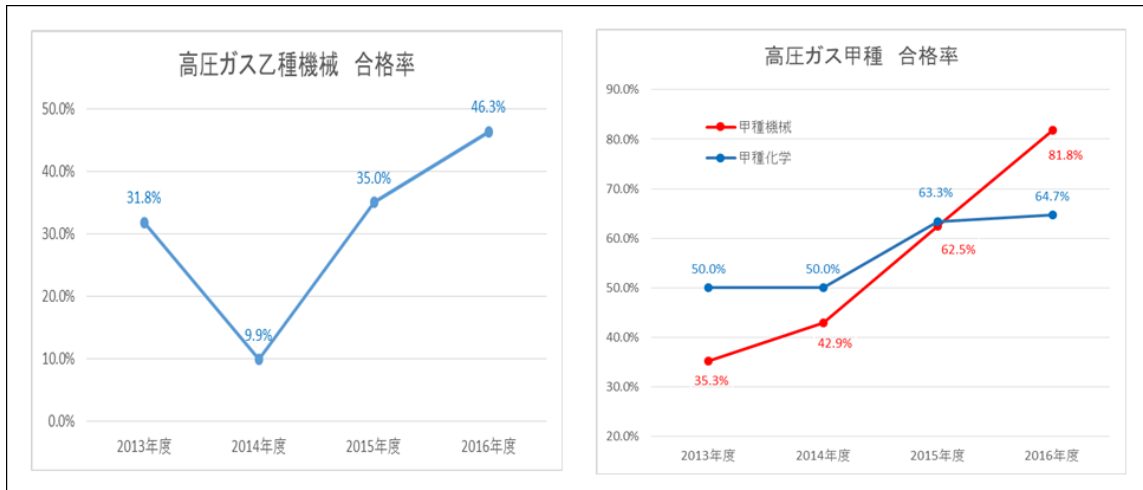
製造現場における知識・経験不足を補うため、教育設備内に蒸留実習設備を新たに設け、設備を用いた新規技術講座を開設した。実習では、通常時及び異常状態におけるプラントの挙動やその制御方法を体験します。通常時及び異常時の状態を実際のプラントと同様に操作・体験することで、理論上の知識を現象としてとらえ体験することができるようになり、製造現場の操作感覚を醸成しプラント操作技術の強化を図ることができた。

2) 知識の低下に対する対応

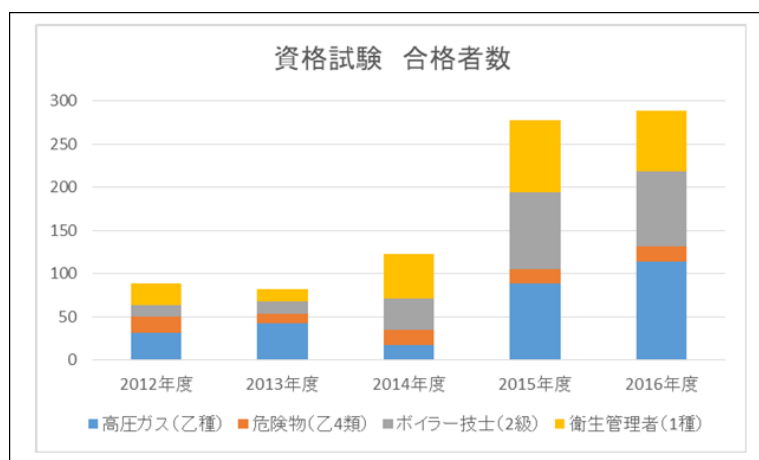
高圧ガスに対する知識力を高めるため、高圧ガス製造保安責任者資格取得の強化を図った。資格試験受験予定者を対象とした模擬テストの実施や、各職場で自ら勉強会を開き、お互いに教え合うなどの交流が広がったことで、高圧ガス製造保安責任者免状取得の合格率が改善され、高圧ガスに対する知識力が高まった。

事故原因の解明による安全文化構築を目的とする
次世代の教育 ～塩ビ爆発火災事故からの再出発～

東ソー株式会社 南陽事業所
ソーダ製造部 無機課 無機係 安永 浩昭

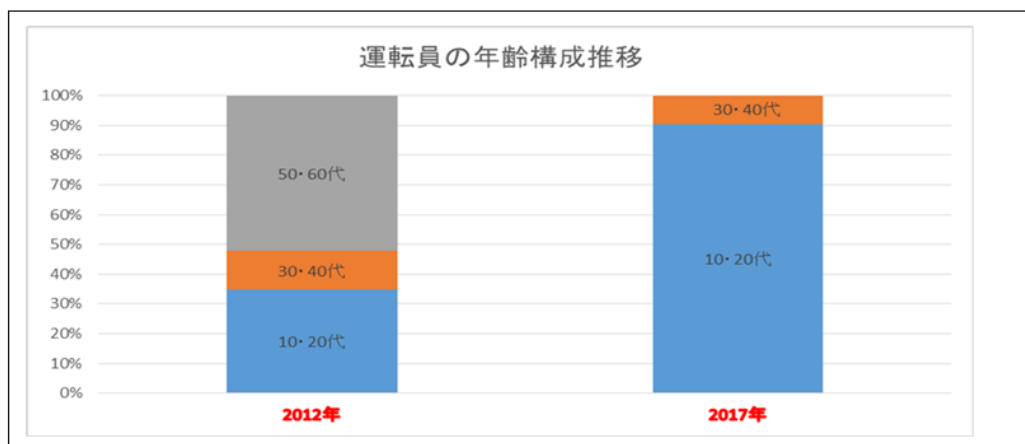


また、資格取得と職分昇格をリンクさせた以降、資格の取得者数についても確実に増えている。



3) 製造現場における技術・技能の伝承

現在、社内の多くの職場では、運転員（班長を除く）の若年化が急激に進んでいる。以下の図の示す通り、私の職場の年齢構成をみると、5年前は10・20代8人（35%）、30・40代3人（13%）、50・60代12人（52%）だったが、現在では10・20代が19人（90%）、30・40代が2人（10%）、50・60代は0人となっている。



このように、実に運転員の90%が10・20代の経験年数10年以下の若手運転員ということになる。このような状況では、ベテラン運転員とマンツーマンで指導を受けながら経験を積むという、私たちが学んだ教育方法は行えない。当課ではこのような人員構成になることを見据え、ベテラン運転員の多くいた5年前より、作業基準書やチェックリストの整備とあわせ、ベテラン運転員の知識と経験を盛り込んだ、「パトロールマニュアル」の作成を新しく行った。プラント

の異常を見つける手段として、DCS計器による監視と、現場パトロール時の五感による監視の二つがあるが、DCSでの異常は警報発令により異常の有無がすぐにわかるうえ、計器室には他の運転員や班長もいるため、プラントの変調を班内ですぐに共有し、班員全員の過去の経験による知識に照らし合わせ、対処することができる。しかし、パトロールによる異常の早期発見には、個人の感性が大きく関わってくる。その感性を磨くためには、経験年数を積まなければ難しいところだが、そのような時間（年数）はない。そのため、それを補うことができるよう、ベテラン運転員が時間をかけて培った、「感性のマニュアル化」を目指した。

私達が担当する製造プラントは当時 3つあり（重曹・固型苛性・石灰炉）、それぞれ3つのプラント毎にパトロールマニュアルを作成した。パトロールマニュアル作成の手順としてまず、次期若手のリーダーとなる者を3名指名し、プラント毎の責任者とした。次に班長・運転員全員にアンケートを実施し、パトロールに対する心構え、機器の点検箇所、機器の点検方法、点検頻度、処置方法、パトロールに関するエピソードや自分独自のノウハウ等を記入してもらった。そして、それをまとめたものを基に班内でのディスカッションを行った。

ディスカッションでは、日頃あまり話すことのなかった、パトロールやDCS監視に対する自分独自のポイントやノウハウ・考え方を、ベテランと若手が一緒になって話し合った。こうした結果を加え、運転員全員のノウハウを集約した、パトロールマニュアルができあがった。

完成したマニュアルを説明する。パトロールマニュアルは1～5項目で構成されており、1.パトロール範囲の設定、2.パトロールについての注意事項、3.機器共通の基礎知識、4.DCS監視のポイント、5.個別機器の詳細構造・注意点となっている。項目ごとの詳細は、重曹プラントのマニュアルを例にして説明していく。

①パトロール範囲の設定

重曹プラントは2名でプラントの運転管理を行っている。プラントには反応工程と乾燥工程があり、それぞれが担当工程のパトロールを実施しているが、反応・乾燥工程両方の機器が混在しているエリアもあり、どちらの運転員がパトロールするのか曖昧なところがあった。そこでパトロール範囲が明確に判るよう、平面図に線引きを行い明確に区分けした。パトロール範囲を明確にしたことで、より点検密度を上げることができ点検漏れも無くなった。

②パトロールについての注意事項

プラント内で使用する48%苛性ソーダや炭酸ガス、塩化第二鉄等の化学物質や危険物の取り扱いに対して、毒性や危険性を記載している。また、必要な保護具を記載し、毒劇物や危険物に対してパトロール時に適切な保護具を使用するよう徹底している。併せて、パトロールの前にDCSで注意する箇所（管理・運転目標範囲を外れそう

アンケート項目の概要

- 1.パトロールに対する心構え
 - 1)パトロールに出る前にDCSで注意しておく所
 - 2)パトロール中に意識すべきこと
 - 3)パトロールから戻りすること
- 2.機器の点検箇所
 - 1)その機器のどこを見ているか
 - 2)その機器のどこを触っているか
 - 3)その機器で特に注意している所
- 3.点検方法
 - 1)どの位置から点検を行うか
 - 2)点検を行うために使用する道具
- 4.点検頻度
 - 1)その機器の点検をいつ行っているか(1・2・3勤)
 - 2)どのくらいの周期で行っているか
- 5.処置方法

早期に異常を発見した場合の処置方法
- 6.エピソード
 - 1)パトロール中に起こった出来事
 - 2)なぜそのようなパトロールを行うようになったか
 - 3)etc



パトロールマニュアル

になっていないか、警報設定値は正しいか、重要な機器の警報が発令されていないか)なども記載している。これら注意事項に抜けがないか、再見直しを行った。

③基礎知識(機器の基本について)

基礎知識では主要機器の写真を添付し、概要・構造・注意・点検事項を記載している。新入社員にとって現場にある機器は全て初めて見るものであり、どういった内部構造をしているのか、どのような所を点検しなくてはならないのか分からない。だが基礎知識を見ることで、主要機器の基本構造や種類ごとの注意点を学ぶことができる。汎用機器である、ポンプ・ファン・攪拌機・バケットエレベーター・スクリュウコンベア・ロータリーバルブ・丸型振動篩・サイクロン・ダブルフラップなどについて記載することで、駆動部・摺動部といった重要点検箇所をより具体的にイメージできるようにした。

④DCSの監視ポイント

DCSの監視ポイントには、重要な計器ごとにタグNoと管理範囲を記載している。通常時の数値はどの範囲に入るのか、管理範囲を外れて異常が進むとどうなるのかを記載している。管理範囲がなぜこの数値なのか、管理範囲を外れるとどうなるのかを知ることは大変重要であり、一人前の運転員になるためには必須である。このことをしっかりと身につけることで、異常の早期発見と対応を行うことができるようにした。

⑤個別機器の構造・注意点

個別機器の構造・注意点には、機器名称・機器番号・付随機器・担当・概要・構造・機器の写真(外観・内部)・注意点・検事項・過去に起きたトラブルを記載するようにした。ベテラン運転員が培った機器ごとの点検箇所・点検方法・注意点を詳細に記載しており、これを見ることでパトロール者の経験差を無くし、若年者でも機器の早期異常発見を行うことができるようになり、あわせて過去に起きたトラブルを知ることで、同様のトラブルの発見・対処が未経験の運転員でも行えるようになる。また、本体だけではなく付随機器についても記載しており、付随機器がなぜ設けられているのか目的も記載している。

このようなパトロールマニュアルを、次期若手のリーダー達が主体となり作成したことで、自分達で新しい物を「ゼロから作り出す力」の取得と、ベテランから若手のリーダーへ運転に関する技術・技能の伝承が行えた。現在では、このパトロールマニュアルは新人運転員の指導に役立つ、大変重要なマニュアルとなっている。

4) リスク感性・安全意識の低下に対する取り組み

リスクに対する感性を高める取り組みとして、危険予知トレーニング(KYT)を実施しているが、これを更に一歩進め、これから実際に行う作業の危険予知力を高めるため、当課では非常作業指示書の書式を変更した。以前の非常作業指示書では、作業手順を記入した指示書と、各自が一人で行うKYシートをワンセットとし運用していた。実際に非常作業が発生した場合、班長が非常作業指示書を発行し、作業員全員に作業手順や注意事項を説明したうえで、各自が個別に一人KYを行い、KYシートに記入を行ったのち班長に提出し、作業を開始するというものだった。しかし、従来からの手順に問題を感じ、職場の運転員にアンケートを行ったところ、①一人KYでは自分だけの考えなので、危険の抽出がマンネリ化してしまう。②実際には複数人で作業を行うのに、一人KYでは危険の共有ができない。③作業員同士の年齢が近いので、リーダーシップが取りづらく、現場で作業を進めるうえで指示系統や役割分担がうまくいかない等の問題点が見えてきた。特に③にあげた意見が出た理由は、前項であげた年齢構成の変化(若年化)によるところが大きいと考えた。

そこで、若く年齢の近い作業員同士の作業を安全かつ円滑に進めるため、見直し後の非常作業指示書では、指示書とKYを一枚に組み合わせた形にしたうえで、指示書の中にリーダー欄を設け、現場作業員のリーダーを班長が指名し明記することとした。この新しい非常作業指示書の使用方法を具体的に説明する。まず班長が非常作業指示書を発行し、作業員全員に作業手順や注意事項を説明する。その後、作業員全員の中からリーダーを一人指名し、指示書のリーダーの欄に名前を記入する。そして指名されたリーダーは、指示書を使って再度作業内容の把握・手順の確認と併せ、各自の役割分担の指示を行うようにした。また、危険箇所を考えながら作業員全員で、リーダーを中心に一緒にKYを行うようにした。こうして、従来一人KYだったものをグループKYにしたことで、作業を進める上で考えられる危険の抽出件数も増え、作業時の危険に対する意識の共有も行えるようになった。さらにリーダーは、作業員の中でリーダーシップを発揮しやすくなり、指示系統がはっきりしたことで、作業を安全でスムーズに行えるようになった。また、作業終了後に全

事故原因の解明による安全文化構築を目的とする
次世代の教育 ～塩ビ爆発火災事故からの再出発～

東ソー株式会社 南陽事業所
ソーダ製造部 無機課 無機係 安永 浩昭

員集まり、今回の手順で良かったのか間違いはなかったのか、次回に向けての反省・注意点をリーダーがまとめ、非常作業指示書に記入するようにした。この非常作業指示書の変更により、仕事に対するリスク感性・安全意識が向上した。

非常作業指示書(抜粋)	
作業指示事項	
作業名称	フレーク奇性からパール奇性への切替
作業指揮者	安永 浩昭
作業者	原田 実樹 田中 慎吾 真本 健太 松塚 弘樹 原 祐貴
作業年月日	2017 年 10 月 8 日
作業基準(マニュアル)	■ あり □ なし
作業手順・方法等	目的: フレーク奇性からパール奇性への切替 手順: 運転作業基準 フレーク奇性からパール奇性への切替 T-1頁参照
内容物	奇性
危険性の種類	□ 酸欠 □ 塵埃・落下 □ 火災 □ 爆発 □ 中毒 ■ 火傷 ■ 薬傷 □ 切断 ■ 詰まり・巻き込まれ □ 騒音 □ 感電 □ 転倒 □ その他 ()
指定する保護具	■ 耳罩 ■ ゴーグル □ 長靴 □ 合羽 □ 安全帯 □ マスク () □ 逆風機 () □ その他 ()
注意・禁止事項	□ 酸欠 □ ガス検 □ 火気注意 □ 火気解禁 □ 機器の停止・施設 ■ 一人作業の禁止 ■ 周囲の注意 ■ 急激な操作 ■ 立入禁止措置 ■ その他 (現場/DC間の連絡の徹底)
関係連絡先	■ 異常課 ■ 電解課 □ 動力課 ■ 塩ビマナ課 □ セメント課 □ カウチ第三課 □ カウチ6M課 □ 環境管理課 □ 防災センター □ 東ソーカ □ その他 ()
作業前KY	
リーダー	原田 実樹 氏
その他の作業者	田中 慎吾 真本 健太 松塚 弘樹 原 祐貴
危険のポイント	「～なので、～して、～なる ヽシ！」 99%奇性は400℃と高温なので勢よくフレーカーパンを下けた時、 パンケースより大量発生した水蒸気で周囲が見えなくなり、排水溝につまづき転倒する ヽシ！
行動目標	「～する時は、～して、～しよう ヽシ！」 フレーカーパンを下げる時は、水蒸気の発生量を見ながらゆっくりパンを下げよう ヽシ！
指差し呼称項目	「～ヨシ！」
蒸気の発生量	ヨシ！
作業後の気付き (設備・作業方法の問題点など)	作業確認者
リーダーの指示通り安全確認、立入禁止措置がとれ、役割分担もしっかりと行い、作業することが出来た。	

指示書


KYシート

4.おわりに

私の10・20代を振り返ってみますと、作業経験の少ない仕事を行うときにはいつも、若手のリーダーとなる先輩が私と一緒に仕事し指導してくれました。リーダーは班長から指示を受け、そして経験の少ない私と一緒に仕事し経験を積ませることで、私は成長してきました。当時、班長と若い運転員の私を繋いでくれた若手のリーダーは、経験豊富な中堅の30代の運転員でした。しかし残念ながら今、私の職場には中堅の運転員がほとんどいません。これは私の職場だけではなく、多くの職場にもあてはまることです。

このような職場環境の中で、以前のベテラン運転員が多かった頃の教育方法や仕事の進め方では、安全を維持することができなくなり、爆発事故という最悪の結果に繋がりました。事故以降、現状に合わせた会社の包括的なサポートと併せ、職場ごとの業務に合わせた、よりきめ細かなサポートが必要になっていると感じ活動に取り組んでまいりましたが、今後さらに時代は変化していきます。時代の変化に私達もスピーディーに対応し、次の時代の職場を引っ張ってくれる、「若手のリーダー」を育てることを常に考えています。

最後に、2017年12月22日に念願であった、高圧ガス認定を頂くことができました。しかし、これに驕れることなく、これからも二度と事故を起こさない『世界一安全な化学メーカー』を目指し、頑張りたいと思います。



安全の誓い

私たちは、安全と生命の尊さを心に刻み、事故の教訓を永遠に風化させないよう確実に次の世代に語り継ぎ、二度と悲惨な事故を起こさないため、最善の努力を尽くすことを誓います。

東ソー(株)南陽事業所 従業員通用門に設置