

危険物保安技術協会理事長賞

危険物事故防止に向けた職場の安全活動及び対策

東ソー株式会社 南陽事業所化成成品製造部 アミン課
菊川 輝

1. はじめに

私たちの職場ではアミン類や苛性ソーダをはじめとした強アルカリ性物質や酸性、可燃性、毒性の物質など、さまざまな危険物を日々取り扱っています。消防庁の統計を見ても、危険物製造施設における事故発生件数は近年高い水準で推移しており、私たちは常に危険と隣り合わせの環境で業務を行っていることを実感しています。

私は製造業に携わって7年になりますが、この間「安全」という言葉を耳にしない日はありません。製造業に限らず、どこの企業や職場においても「安全」が最優先に掲げられています。しかし、改めて「安全」とは何を守るためのものなのかを考えてみると、設備や製品の保全、環境、社会的信用の維持などももちろん大切ですが、やはり根底にあるのは「自分自身と仲間の貴重な身体、そして尊い命を守ること」だと感じています。

弊社では2011年に第二塩化ビニルモノマー製造施設にて従業員1名が命を落とされる重大な爆発火災事故が発生してしまいました。事故発生から約14年経過した今、この経験を直接知らない社員が私の職場では31人中16人と過半数を占めています。この悲惨な事故を風化させることなく、再発を防ぐためには一人ひとりの「安全」に対する意識の差をなくすとともにそれを高めていくこと、そして全員が同じ方向を向いて安全文化を築き、醸成することが重要です。

そこで本稿では、私の職場で取り組んでいる危険物に係る事故防止に向けた安全活動や対策を紹介し、その効果と今後の課題について考察していきます。

2. KYT 活動

事故を防ぐためにはどれだけ設備を整えていても、最終的には「人の注意力」や「危険を察知する感覚」に頼る部分が大きいです。

消防庁の「令和6年中の危険物施設に係る事故の概要」の統計においても、発生原因多くが操作確認不十分・維持管理不十分等の人的要因によるものであったと報告されています。また、社内外で共有される労災事例においても、根本原因の多くは“人の不注意や思い込み”等のヒューマンエラーに起因しています。

こうした“人の意識”を高めるために、私の職場ではKYT(危険予知訓練)に力を入れて取り組んでいます。KYTは、作業手順の中に潜む危険を事前に話し合い、危険ポイントや行動指針(対策)を明確にする活動です。

当職場では、経験年数に応じてKYTの内容を変え、より効果的に危険の感受性を高められるよう取り組んでいます。

具体的には、入社5年目以下の若年者を対象とした「ワンポイントKYT」を毎月実施しており、5年目以降の中堅者を対象とした「状況付与型KYT」を半年に1回程度の頻度で行っています。

ワンポイントKYTでは、実施者が自由に作業状況や場面を設定し、その中に潜む危険を想定します。一方、状況付与型KYTでは、係長が直近に行われる予定の非常作業や過去にトラブルが多かった作業を中心に状況を設定し、より実務に沿った形で危険予知を行っています。

どちらのKYTも基本的な進め方は同じで、専用のシートを使用して実施します。

3. PYT 活動

運転員一人ひとりの判断力と対応力を高めることを目的に、「PYT(プロセス予知訓練)」を実施しています。PYTとは、プラント運転中に発生しうる異常やアラームに対し、事前にその原因と対応を検討する訓練であり、当職場では各班に分かれ、2カ月に1回程度定期的に行っています。

DCS監視業務では、アラーム発報時の的確な判断と迅速な処置が安全運転の要です。対応を誤れば、設備損傷や製品ロス、さらには重大な災害につながる恐れがあります。そのため、ひとつのアラームに対して多角的な想定を行い、最適な対処方法を導き出すことがプラント運転における極めて重要です。

訓練では、実際のアラーム発報をひとつ 選定し、専用のPYTシートに沿って5つのラウンドに分けて討議を進めます。

実施日	2024年 9月 15日 日曜	プロセス危険予知訓練シート (P, Y, T)	実施場所	班名	TNC-2000 15年度 Low
実施メンバー			班長	YEDA	班員 TAG 記入 → TTT1504 (F15班員)
1R 予想原因の抽出			2R 予想原因に対する処置		
1Rで抽出した原因に対して運転員の対応を具体的に記載する。(例：〇〇をしたので〇〇に連絡した) 1 経年劣化による機器故障(TTT1504表示不点) 2 〇〇の圧力確認不足→〇〇の異常発生→〇〇の異常発生 3 〇〇の異常発生(異常発生)→〇〇の異常発生→〇〇の異常発生 4 TNC-2000の表示確認不足→〇〇の異常発生→〇〇の異常発生 5 TNC-2000の表示確認不足→〇〇の異常発生→〇〇の異常発生 6 〇〇の異常発生→〇〇の異常発生→〇〇の異常発生 7 〇〇の異常発生→〇〇の異常発生→〇〇の異常発生 8 〇〇の異常発生→〇〇の異常発生→〇〇の異常発生			1Rで抽出した原因に対して運転員の対応を具体的に記載する。(例：〇〇をしたので〇〇に連絡した) 1Rで抽出した原因に対して運転員の対応を具体的に記載する。(例：〇〇をしたので〇〇に連絡した) 1Rで抽出した原因に対して運転員の対応を具体的に記載する。(例：〇〇をしたので〇〇に連絡した) 1Rで抽出した原因に対して運転員の対応を具体的に記載する。(例：〇〇をしたので〇〇に連絡した) 1Rで抽出した原因に対して運転員の対応を具体的に記載する。(例：〇〇をしたので〇〇に連絡した) 1Rで抽出した原因に対して運転員の対応を具体的に記載する。(例：〇〇をしたので〇〇に連絡した) 1Rで抽出した原因に対して運転員の対応を具体的に記載する。(例：〇〇をしたので〇〇に連絡した) 1Rで抽出した原因に対して運転員の対応を具体的に記載する。(例：〇〇をしたので〇〇に連絡した)		
3R 討議項目の選択			質問・要望		
3Rで抽出した原因の中から、特に重点的に深掘すべき項目に◎印を付け、4R・5Rで扱うテーマを絞り込みます。 4R 原因究明と対策立案 5R 異常が進むとどうなるか?			質問・要望 1Rで抽出した原因に対して運転員の対応を具体的に記載する。(例：〇〇をしたので〇〇に連絡した) 1Rで抽出した原因に対して運転員の対応を具体的に記載する。(例：〇〇をしたので〇〇に連絡した) 1Rで抽出した原因に対して運転員の対応を具体的に記載する。(例：〇〇をしたので〇〇に連絡した) 1Rで抽出した原因に対して運転員の対応を具体的に記載する。(例：〇〇をしたので〇〇に連絡した) 1Rで抽出した原因に対して運転員の対応を具体的に記載する。(例：〇〇をしたので〇〇に連絡した) 1Rで抽出した原因に対して運転員の対応を具体的に記載する。(例：〇〇をしたので〇〇に連絡した) 1Rで抽出した原因に対して運転員の対応を具体的に記載する。(例：〇〇をしたので〇〇に連絡した) 1Rで抽出した原因に対して運転員の対応を具体的に記載する。(例：〇〇をしたので〇〇に連絡した)		
5R 異常が進むとどうなるか?			コメント		
5Rで抽出した原因に対して運転員の対応を具体的に記載する。(例：〇〇をしたので〇〇に連絡した) 5Rで抽出した原因に対して運転員の対応を具体的に記載する。(例：〇〇をしたので〇〇に連絡した) 5Rで抽出した原因に対して運転員の対応を具体的に記載する。(例：〇〇をしたので〇〇に連絡した) 5Rで抽出した原因に対して運転員の対応を具体的に記載する。(例：〇〇をしたので〇〇に連絡した) 5Rで抽出した原因に対して運転員の対応を具体的に記載する。(例：〇〇をしたので〇〇に連絡した) 5Rで抽出した原因に対して運転員の対応を具体的に記載する。(例：〇〇をしたので〇〇に連絡した) 5Rで抽出した原因に対して運転員の対応を具体的に記載する。(例：〇〇をしたので〇〇に連絡した) 5Rで抽出した原因に対して運転員の対応を具体的に記載する。(例：〇〇をしたので〇〇に連絡した)			コメント 1Rで抽出した原因に対して運転員の対応を具体的に記載する。(例：〇〇をしたので〇〇に連絡した) 1Rで抽出した原因に対して運転員の対応を具体的に記載する。(例：〇〇をしたので〇〇に連絡した) 1Rで抽出した原因に対して運転員の対応を具体的に記載する。(例：〇〇をしたので〇〇に連絡した) 1Rで抽出した原因に対して運転員の対応を具体的に記載する。(例：〇〇をしたので〇〇に連絡した) 1Rで抽出した原因に対して運転員の対応を具体的に記載する。(例：〇〇をしたので〇〇に連絡した) 1Rで抽出した原因に対して運転員の対応を具体的に記載する。(例：〇〇をしたので〇〇に連絡した) 1Rで抽出した原因に対して運転員の対応を具体的に記載する。(例：〇〇をしたので〇〇に連絡した) 1Rで抽出した原因に対して運転員の対応を具体的に記載する。(例：〇〇をしたので〇〇に連絡した)		

※添付2 PYTシート



※添付3 PYT活動実施の様子

● 1R 「予想原因の抽出」

アラームがなぜ発生したのか、考えられる要因を班員全員で洗い出し、複数の予想原因として記載します。この段階では、設備不良・弁操作ミス・プロセス変動など、さまざまな可能性を広く挙げていくことを重視しています。

● 2R 「予想原因に対する処置」

1Rで挙げた各原因に対して、運転員が実際にどのような対応を取るべきかを、できるだけ具体的に記載します。例えば「〇〇の圧力を確認し、異常があれば〇〇に連絡する」といった手順レベルの表現にすることで、より実務に即した討議となるよう工夫しています。

● 3R 「討議する項目の選択」

1Rで抽出した予想原因の中から、特に重点的に深掘すべき項目に◎印を付け、4R・5Rで扱うテーマを絞り込みます。

● 4R 「原因究明と対策樹立」

3Rで選んだ項目が「なぜ発生したのか」を根本原因の視点から整理し、その上で「発生を防ぐためにどのような対策が必要か」を検討し記載します。

● 5R 「異常を放置した場合の影響」

選択した異常を適切に対処しなかった場合、どのようなトラブルや事故に発展する可能性があるのかを想定し、最悪のケースまで含めて記載します。これにより異常対応の重要性を再認識し、危険感受性を高める効果があります。

● 「質問・要望」

設備構造やプロセスの詳細について不明点があればスタッフに質問し、運転員の視点から設備改善等をしてほしい箇所があれば要望として記載し、後日回答をもらう仕組みとしています。

各班で作成したPYTシートは係長へ提出され、係長が評価・コメントを記入し、より効果的な対応策や補足があれば追記を行います。その後、スタッフによる回答を加えて各班へ返却し、最終的に全運転員で内容を共有しています。

PYTは、単にアラーム対応の手順を確認するだけではなく、さまざまな原因を想定し、自分で考えて適切な対処を導き出す訓練です。これにより、運転に必要な想像力や判断力を養うことができ、過去のトラブル事例から最悪のシナリオまでを体系的に理解することにつながっています。

また、PYTを継続して実施することで、若手運転員の意識にもはっきりとした変化がみられています。実際のアラーム発報時に、訓練で想定した内容を踏まえて「この異常は〇〇が原因ではないか」「次にこうなる可能性がある」といった意見が若手から積極的に出るようになりました。以前は指示を待つ場面が多かった若手も自ら考えて発言し、班の議論をリードする姿が見られるようになっていきます。

このようにPYTは、異常の気づきや即応力を高めるだけではなく、若手の成長を後押しし、職場全体の安全レベル向上にも大きく貢献していると感じます。

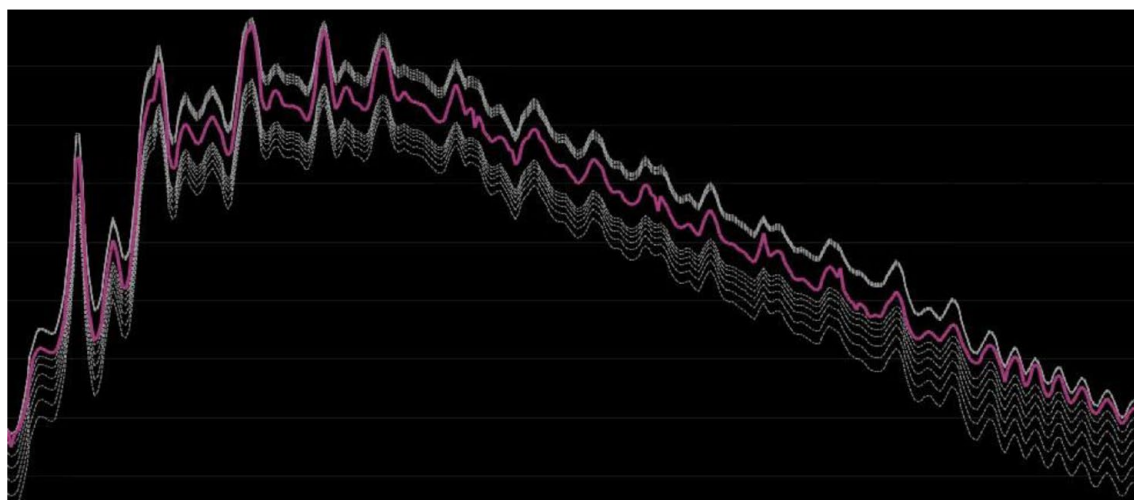
4. BiG EYES™ (オンライン異常予兆検知システム) 活用及びストラテジー検討

化学プラントの安全・安定運転を維持するためには、異常をいかに早く察知し、適切に対応するかが極めて重要です。私の職場では通常業務の中でDCS(分散制御システム)による運転監視を行っています。しかし、アラーム発生後の対応に追われることが多く、異常を“予兆段階”で検知することは容易ではありません。異常を未然に覚知できれば、トラブルの拡大防止や重大な事故の回避につながり、より高い安全性と安定性を確保することができます。

そこで当職場では、アズビル株式会社の「BiG EYES」を導入し、異常予兆検知の強化に取り組んでいます。

BiG EYESは、装置やプロセスのデータを常時監視し、通常とは異なる挙動を自動で検知・通知するシステムです。例えば、ポンプの圧力や流量のわずかな変動傾向を捉え、従来のDCSアラームでは検出できなかった兆候を可視化でき、これまで運転員の経験や感覚に頼っていた異常兆候をシステムが定量的に示すことで容易に発見できます。

当職場で実際に活用しているBiG EYESの監視画面の一例を以下に示します。



※添付4 BiG EYES監視モニター画面の一部

当職場では、反応器の反応中における水素流量の異常監視にBiG EYESを活用しています。原料フィードポンプが起動されている際、原料フィード量に応じて水素ガスが供給されるプロセスとなっています。

BiG EYESでは、水素流量の変動要因となる他の関連計器(原料フィードポンプの吐出圧力や流量、反応器の差圧など)の実測データを同時に取り込み、過去の学習データを基に水素流量の推定幅を算出します。

実測値がこの推定幅から一定時間以上乖離が継続した場合にアラームが発報され、異常を予兆段階で覚知できる仕組みとなっています。

このようにBiG EYESは従来のDCSでのアラームやトレンド監視だけでは捉えにくい微小な変化を検知し、異常の早期発見に大きく役立っています。

このシステムをより効果的に活用するために、定期的に「戦略会議」を実施しています。検討会では、係長・スタッフ・運転員が参加し、専用のフォーマットを用いて「どのような異常を早期に発見したいか」、「検知精度をどのように高めるか」といったテーマを議論しています。運転員が実際に活用してみて、改善してほしい監視モデルのシステムパラメータの見直しや新たな監視対象モデルの設定などを行っています。

検討の大きな流れとしては、

- ① 予兆したい事象の設定
- ② その事象が発生する原因の整理
- ③ 事象を予兆段階で検知できるメリットの確認
- ④ 異常を精度高く検知するために取り込むべき変数の選定（なぜその計器の値を取り込むと予兆できるのかを論理的に説明する）

というプロセスで行っています。

この整理の仕方は、現象やアラームを段階的に分解し「原因→関連要素」を紐付けて考えていく点において、PYTで行っている“原因抽出”や“異常の進展予測”の思考プロセスと通じるものがあります。

PYTが“発生したアラームに対して、原因の洗い出しや処置の判断を鍛える訓練”であるのに対し、戦略会議では“発生前の微小な変化を捉えるために、どの計器をどう見るべきかを論理的に整理する場”です。つまり、両者は目的こそ異なるものの、「現象を構造化して捉え、関連要素の因果関係を整理する」という点で共通しており、PYTで養われた原因推察力や思考の深堀が戦略会議でも確実に活かされていると感じます。

このような検討活動を継続することで、BiG EYESの異常予兆検知精度が向上し、結果としてプラント全体の安全・安定運転、さらには事故防止につながっています。今後も人とシステムが協働しながら、より高いレベルの安全管理を目指していきたいと思っています。

5. おわりに

危険物を取り扱う化学プラントの製造現場では、安全はすべてにおいて優先する最重要事項です。いかに設備が自動化・高度化しても、最終的に安全を守るのは現場で働く“人”であり、その一人ひとりの意識と行動が事故防止の鍵を握っていると思います。

当職場では、ここで紹介したように、KYT（危険予知訓練）による現場での危険感受性の向上、PYT（プロセス危険予知訓練）による異常時の対応力・判断力の強化、そしてBiG EYES（異常予兆検知システム）の導入による設備異常の早期検知といった多角的な安全活動を展開しています。これら三つの活動は、いずれも「事故を未然に防ぐ」という共通の目的を持ち、それぞれが相互に補完し合うことで、安全レベルの底上げを図っています。

また、こうした活動を通じて、単に“手順を守る”ことだけではなく、自らが考え、感じ取り、行動する安全文化を根付かせることが重要だと感じます。安全活動を“やらされるもの”ではなく、“自分たちのためにやるもの”として主体的に取り組む意識が、組織全体の安全風土をより強固にしていきます。

今後も、過去の事故の教訓を風化させることなく、一人ひとりが安全の担い手として責任を持ち、より安全で安心して働ける職場づくりを目指していきたいです。

※BiG EYESはアズビル株式会社の登録商標です

引用文献：消防庁「令和6年中の危険物施設に係る事故の概要」