

<p>PSB (Process Safety Beacon) 2017年9月号 の内容に対応</p>	<p>SCE・Net の 安全談話室 (No.135) http://www.sce-net.jp/anzen.html</p>	<p>化学工学会 SCE・Net 安全研究会作成 (編集担当:長安敏夫)</p>
--	--	--

今月のテーマ:急いては事を仕損じる!

(PSB 翻訳担当:竹内 亮、長安敏夫)

司会: 今月の PSB は初めに実施すべき手順を省くと事故に繋がる可能性がでること、更に必要な手順の確立の重要性を説いています。皆さんからこの教訓にあてはまることや知見などをご紹介ください。

竹内: 今回の PSB では下のスローガンの翻訳に苦労しました。英文には“You”が明示されているので、直接話しかけていることが感じられますが、直訳で「やり直す時間をどうやって見つけるのか」とすると、「やり直しても良いのだ」という間違ったメッセージになる恐れがありました。今回の和訳で、「安全管理ではやり直しは許されない」というニュアンスが伝わってくると良いと思います。

山本: Beacon の肥料工場ですが、硝酸とアンモニアを反応させ、硝酸アンモニウムを生産する工場の爆発事故です。硝酸アンモニウムは肥料の原料ですが爆薬の原料でもあります。強酸雰囲気、触媒作用のあるコンタミ、低濃度で密封状態での加熱などの条件が揃えば爆発反応に移行します。この工場では、硝酸の供給が止まって、設備のシャットダウン中に反応器内に爆発反応の条件が揃ったホットスポットができ爆発しました。シャットダウンの手順が十分に検討されていなかったようです。したがって、工場で規定した手順書もありませんでした。潜在的に危険な化学物質は、物質の信頼できる安全情報をもとに、慎重に手順書を決定しなければなりませんね。設備面からの配慮もちろんのことですが。

澁谷: 異常寒波のため工場全体に水配管のドレイン抜き指示が出され、課内に実施の指示をしましたが、完全には水抜きがされていない部分があり、痛い目に会ったことがあります。ドレイン抜きコックは開けたものの錆詰まりで中の水が抜けておらず、翌朝までにエアコンプレッサーのジャケットが凍結で破損してしまいました。「ドレイン抜きをする場合には、コックを開ければ良いだけではなく、ドレインが抜けていることを確認しなければならぬ」、という確認手順が抜けたという失敗です。

山岡: 今月号の記事では、「手抜き」が事故を招いたり、やり直しをせざるを得なくなるという問題がテーマになっています。我々の経験でも、手抜きだけでなく色々なヒューマンエラーが原因で事故になった例を目にしています。人間は、忘れる、思い込む、勘違いする、複雑な手順は省略する、他人に依存する、などの特性があると言われていいますので、そのことを自覚して、事故ややり直しにつながらないように、作業前に手順のチェックとともに指差呼称や危険予知などを行う習慣をつけることもだいじだと思います。

長安: 結果の確認まで手順化して実施しなければいけないということですね。

司会: なすべきことを確実に実施するためにはチェックリストを正しく作成し、正しく使用することも重要です。

山本: 私の身近な経験ではチェックリストがあるのに、チェックリストの実施項目である「ポンプや攪拌機の停止」をつい見逃してしまったということがあります。ポンプの締め切った状態や攪拌機の長時間運転は内液の温度上昇を招き、内液の種類によっては大変危険です。あつてはならないのですが、人間は忙しかったり、チェック項目が多かったりすると、ついヒューマンエラーを起こしがちです。人を信用しないわけではありませんが、手動で停止する重要なポンプや攪拌機等はある時間を過ぎるとタイマーで自動停止するようにしました。

三平: PVC(ポリ塩化ビニル)のプラントはポリマーの品質維持のために、現在の大規模生産でも反応系にはバッチプロセスが採用されています。私は入社後に PVC プラントのオペレーター、交代作業長、日勤作業長を経験しました。原料仕込み、反応、製品抜き出し、器内クリーニングのサイクルで、反応制御以外はほとんどが現場での一人による手動操作で、多くの項目があるチェックリストを使って作業ミスの防止を図っていました。チェックリストの項目数が多かったので、いくつかの操作をした後に纏めて記入することがしばしばありました。慣れてくるとうっかりして操作をスキップしそうになりました。実際に他の人が操作をスキップしてトラブルを起こしたことがあります。後にエンジニアに転進して PVC プラントを新設する際に、バッチ操作の自動化を可能な限り進め、現場でのチェックリストはなくなりました。

司会：手順通りに実施するのが難しいことに対する解決策の例でもありますね。

三平：例えば反応器の上部など特定の場所では、投入口や弁の開閉、材料投入などいくつかの操作を連続して行います。一つの操作をするたびにチェックするのは面倒だし、時間もかかります。連続して行う操作をいくつかまとめてブロック化し、ブロック内の操作がすべて終わったら、チェックを入れるなど工夫をしました。しかし前述したような慣れによる操作のスキップをなくすことは困難と思います。完全自動化でなくてもリミットスイッチによる弁の開閉確認など設備に応じてきめ細かい対応をすることが大事だと思います。

竹内：チェックリストの間違いチェックの例として BP のテキサス州での事故があります(2005 年 3 月)。レベルアラームを修理していないのに修理したと記入してしまったものです。To Do リストを作成して、1 日の作業が終わった時点でチェック者が作業員だけに纏めて質問して記録するような方式では、次々に出て来る質問に惰性で答えてしまったり、別件と取り違えたりといったことになりがちです。例えば実施者と確認者を分けて、両者に確認することも必要ですね。

渡辺：再発防止の対策にはチェックリストがよく採用されますが、欠点として、チェックを一人で実施しているとマンネリ化が進み結構抜けが出ますので、いわゆるダブルチェックとして、二人でチェックするように変更する、更に二人のチェックシートは同じ対象の点検ですが、チェック項目を異なるものにするなどより抜け防止をやりました。また、あれもこれもチェックするとなるとチェックシートが膨大になり過ぎることもあり、いかに適当な量にするかも工夫しました。マンネリ化を防ぐために時々チェックシートを改定することも必要です。一方マニュアルが合理的、論理的でなく、わかりにくく、間違った操作になる場合もあります。マニュアルは手順についてはフローチャート式に記し、右側に Know-Why など説明を記述することしました。現場には好評でした。工程変更する場合もマニュアルがきちりしてないと間違いが起きやすいです。当然、マニュアルは定期的(定修などで)に見直し、最新版にしておくことは言うまでもありません。

山岡：やるべきことをやらない為に事故に繋がりそうになった例ですが、定期修理の一ヶ月くらい前に配管の漏れの兆候が出たのですが、定修までの一ヶ月の我慢ということで運転側の応急処置によりとりあえずの安全を図りました。しかし運転と保全のコミュニケーション不足により定修時に恒久処置をしないままスタートしたために定修後の運転中に漏れが発生し、プロセスを止めて修理しなければならなくなりました。それ以後は運転と保全のコミュニケーションを確実にするよう改善を図りました。

井内：私も似た経験があり、純水の超高压ポンプのフランジで少しの漏れがありましたが定期修理時に対策すれば良いとの判断で様子見としましたが、数時間後にははるごく激しい漏れになってしまって停止・修理しました。それ以後は少しの漏れも絶対に放置してはならない、ということ徹底しました。

澤：私がエンジニアとして働き始めのころテキサスで製造部の上司よりフリーズプロテクションのチェックリストを作成して実行するよう指示を受けたものの、この地でフリーズ現象が出るとも思わず実施をためらっておりました。しかしある日に-10℃まで気温が下がって、それが二日くらい続きました。製造プラントのほうはフォアマンがちゃんとフリーズプロテクションを実施してくれて問題は起きなかったのですが、オフィスエリアのほうでは全く対策しなかつたために、気温が上がった時点で何か所も水が噴き出す始末となりました。上司にしかかれ、やるべきことはすぐにやらなければならないことがよく分かり、強く反省しました。

長安：現場のプロテクションとは何をしたのですか。

澤：水配管の各先端を流しておくことです。

長安：私も寒冷地に長く勤務し、水の凍結対策は大変でした。製造現場での工業用水等の凍結対策はあちこち水配管の先端で放水しておくことでしたが、事務所や社宅などでは高価な水道水を流しっぱなしにできず、配管の地上露出部にはヒーターを巻くなどきめ細かな対策が必要でした。

牛山：定期修理のあとのスタート時チェックミスによるトラブル例を話します。蒸留塔のスタート時に圧力のハンチングが激しく、いろいろと調べた結果、ベーパーラインに液溜まりがあるためだと分かりました。ベーパーラインの低いところにドレイン抜き配管を付けていたのですが、水平部のフリードレインが逆向きになっていたためドレインが抜けない形になっておりました。配管図ではチェックしたにもかかわらず、現場チェックで見落としただけでした。

渡辺：最低限、マニュアルなどを十分理解できるレベルまでにオペレーターを育てる教育は非常に大事です。例えば新人など未熟な人には、しっかりした人を付けマンツーマンで教育させることをやり、効果が上がったと感じています。

三平： 渡辺さんのお話はブラザー制による新人教育ですね。これは有効な方法で出身会社でも現在実施し、他社も採用していると思います。私は短期間のマンツーマンによる操作手順の教育だけで現場に入りました。大卒が最初から現場に入って作業をするのは大変でしたが、後にエンジニアや管理職になった際には、その経験が大変役立ちました。出身会社では現在も新人を早くから現場に入れる教育を実施しています。

司会： PSB今月号で事故例と共に記述されていますように、危険要因を抱えたプロセスには安全のための文書化された手順が不可欠ですし、変更管理を確実に実施することも重要ですね。手順の不備による事故やトラブルに関して皆さんの経験・知見をお話ください。

澤： 私が経験したカーボンブラックの会社では大きい連続プラントにあるファーネスで、スポットで赤熱して穴が開くことが時々ありました。炉の本体のアフターバーナー部で内部の耐火煉瓦の剥がれや劣化によるものですが、運転責任者はいつ止めるべきか難しい判断を求められました。止めて修理するとなると耐火煉瓦をすべて剥がす必要があります。こういう場合の判断基準を決めておくことが必要ですね。

山岡： 私の経験では、マニュアルにない、つまり想定できなかったトラブルが色々ありました。これらに対しては発生の都度マニュアルに加えることが大事なことで、そのことを現場で教育していました。

渡辺： トラブルについては工程異常報告書というもので PDCA を回していました。これには発生状況、原因、応急対策、再発防止策、設備化マニュアル化の計画などを記載し、管理していました。例えば、マニュアル化の場合、仮マニュアルの発行と検討が済んだ本マニュアルの発行予定も入れていました。

飯浜： 定期修理のあとの復旧で失敗した例があります。多くのアジテーター付き調合タンクがあるプラントで、「分解しました、点検修理しました、組み立てました」などの項目のチェックリストが揃っていて、記録もされているのですが、運転再開後にある反応器で時間が経過しても全然重合度が上がらないという状況でした。調査のためにある調合槽を開放した結果、アジテーターのインペラーが付いていないことが分かりました。経過をよく調べてみると担当する常駐工事事務所がアジテーターを分解点検し、組み立てに入る前に組長さんが身内の訃報のために急遽帰宅し、あとの組み立て作業は別の工事業者に引き継いだのですが、引継ぎが悪くてインペラーをシャフトに組み込まずにリアクター底面に置いたままであることに気付かず（ボルトは工具箱に収めたまま）、シャフトの固定だけして工事完了としたようです。運転員は運転再開でシャフトがちゃんと回転していることは確認しましたが、インペラーが付いてないことは見えないので分からないままでした。この失敗で、会社のPSSR(Pre-Startup Safety Review)が不完全であることを反省し、組み立てて見えなくなる設備については確実に点検できるようにチェックリストを作り替えました。

澤： アジテーターのモーター電流でちゃんと攪拌の負荷がかかっているかどうかチェックする方法もありますね。

井内： 私の経験では開放したタンクや蒸留塔のマンホールなどを閉める前に、運転員部門のメンバーが中の状態を目視点検・確認することになっていました。この背景には、スタートアップ後に運転不調になると必ず工事上の不備、例えば蒸留塔の中にウエスを忘れたのではとか清掃不良だったのではということが議論されるので、運転側で責任を持って最終確認をするということを励行するようにしたものです。

飯浜： 私たちの部門でも工事終了後にマンホールなど閉止する前に運転員が中の状態を確認することとしました。

澁谷： チェックリストですべてチェックすることは大切ですが、だからと言って何もかもチェックリストに載せるのが良いとは限らず、どこまでが必要かはよく考える必要があります。経験した事故事例ですが、ドラム缶を運搬して並べるなどの作業で指詰めの労災を起こしました。どこまでチェックリストに載せ、教育を行うかなど悩ましい問題です。

澤： 一昨年から我々グループのメンバーが産業総合技術研究所に協力して、災害事例をもとに事故進展フロー図とチェックポイントを作成する業務を行っておりますが、これはまさにどこまでチェック項目を入れるかという問題への取り組みですね。

井内： プラントの巡回点検は非常に大事で、運転員、係長、課長など各レベル別実施することが役立ちます。しかし、最近は何の階層も忙し過ぎてなかなか巡回できない状況ようです。その理由として、上司や官庁への報告ミーティングが多いために時間をとられるという話をよく聞きます。各レベル毎の現場パトロールの重要性を認識して人員はどれだけ必要かを明らかにするシステムが必要です。経営層もそういうことに目を向けていただきたいと思います。

牛山： 昔に比べて同じプラントに対する配置人員数は減っていますね。そして運転員はひとつのプラントだけでなくいくつかまとめて見るようになっていきます。一人一人の見る範囲が非常に広くなり大変だと思います。

長安： 一方でDCS(distributed control system:分散制御システム)の発展により制御室で現場の状態がより詳しくわかるようになってきている面もありますね。

井内： それを含めて、現場をちゃんと把握できるための人員を明らかにするシステムが欲しいですね。

山岡： 現場の運転者(交替班の人数)も設備等の合理化により相当数減少しましたが、最終的には、緊急時にプラントを安全に止めるための最低必要な人数として、この必要人数をずっと確保しています。

井内： 海外では機器の種類と数で必要人員を明らかにする仕組みができていると聞いていますが、定量的な手法を日本でも確立することと思います。

渡辺： 人員は経済性から検討されることが多々ありますが、緊急事態やスタートアップ時の必要人数をよく考慮して判断することも重要です。更に法的な面を考えて、例えば自衛消防隊の必要人員数なども考慮しなければなりません。個々の作業については、作業の必要性を第一に検討し、次いで、その作業の量、頻度、レベルなどの分析、代替案の検討も必要です。

飯浜： 私の経験職場では夜間訓練を実際に夜間に実施しておりました。昼間の訓練では実質的な訓練としては不足だという考えです。

澤： 今月号の警句「最初に正しく実行する時間がないなら、後からその時間を本当に取れますか?」に通じる言葉として“DIRFT(Do it right first time ダーフト)”があります。今から20年くらい前にSix Sigma大流行の時代に品質管理でOut of Specになった時にやり直しをすることによるロスがいかに大きなコストになるか考えれば、少し手間がかかっても時間をとってでも最初からin specの製品を作ることの重要性を表現する言葉です。私自身も現場教育などにもよく使っておりました。

司会： 本日は事故防止のためにやっておくべきことは初めに確実に実施すること、それからチェックすべきことを明確にすること、これらの手順をきちっと揃えておくことの重要性について、更に確実に実施するための人員体制のあり方にまで及んでいろいろと皆様の経験と見解をお話いただきました。有難うございました。

(キーワード) 手順の実行、時間確保、文書化された手順、チェックリスト、工事後チェック、スタート前チェック、巡回点検、新人教育、必要人員

【談話室メンバー】

飯濱 慶、井内謙輔、牛山啓、小谷卓也、齋藤興司、澤寛、澁谷徹、竹内亮、中村喜久男、
長安敏夫、松井悦郎、三平忠宏、山岡龍介、山本一己、渡辺紘一

以上