

<p>PSB (Process Safety Beacon) 2015年8月号 の内容に対応</p>	<p>SCE・Net の 安全談話室(No.110) 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:三平忠宏)</p>
--	---	--

今月のテーマ: 運転準備完了

(PSB 翻訳担当: 長安敏夫、三平忠宏、小谷卓也、竹内 亮(纏め))

司会: 今月はパイパー・アルファーの大惨事を事例に、運転準備作業の諸問題と対応法が取り上げられています。この事故については、これまで PSB に何回か取り上げられ、「事例に学ぶ化学プロセス安全」でも P46-48 に記載されています。今回は簡単な記載なので、どなたかご自身のコメントも含めて追加説明をしていただけませんか。

齋藤: このパイパー・アルファーの事故については PSB の 2005 年 7 月号や 2013 年 7 月号でとりあげられています。北海油田の原油採掘プラットフォーム上で起きた大惨事です。2 基のコンデンセート圧入ポンプで運転していたポンプが不調になったために、予備のもう 1 基を起用して切り替えたところ、このポンプは保全中で、吐出側の安全弁が取り外され、仮の閉止板がゆるくとりつけられた状態にあり、そこから炭化水素が噴出して着火し大事故になったものです。問題はこの保全状態にあったポンプの情報が、交替シフトの前の組から当該組に全く伝えられておらず、起用してはいけない状態にあることを誰も知らなかったことでした。PSB2013 年 7 月号では、交替勤務引継ぎ時の情報伝達と作業許可システムの二つの管理システムの側面から注意を喚起しています。ただ、メンバーの討議では、日本では現場での歯止めとして必ず現場表示をするのが普通なのにどうして表示をしなかったのか、という疑問が多くの人から出されましたね。

竹内: パイパー・アルファーの事故は 1988 年の英国の事故で、その被害の大きさから、多くのレポート類が出ています。特に National Geographic の動画(<https://www.youtube.com/watch?v=Nwbw5PHZnqk>)が 45 分ほどと長めですが、なかなか面白いと思います。

司会: 今月の PSB の記事全体を読んだ感想やコメントをお願いします。

竹内: 今回の PSB は運転開始前の設備の確認がテーマですが、これは PSM では PSSR(pre-startup safety review)がこれに該当します。特に大きな工事では元請のエンジニアリング会社が主体で行う引渡し前のチェック、施主が運転員を含めて行う PSSR と厳重に確認を実施していました。プロセスの危険性は高くなくても、かなり緊張していましたね。

山岡: 定期修理のような月単位の停止の場合でも、一時的な停止の場合でも、スタート前の点検の不備が事故・災害に直結する危険性のあることを改めて感じました。私が関係していたプラントで、定期修理が終わった後しばらく使用していなかった原料の配管を使用したとき、閉のはずの弁が開いていて、他の原料ラインに流入したことがありました。このトラブルを契機に、バルブの開閉、仕切り板の撤去など配管系のチェック(配管のラインアップと言っていました)を確実にやることを習慣づけました。

井内: BP の 2005 年テキサスシティ爆発事故を連想します。この事故は考えられないくらい原因事象が積み重なった事故ですが、中でも、制御弁の作動不良の修理を怠ったり、計装のクリティカルアラームのチェックを中断したり、しかもそれが、スタートアップの時間がないとのことでスーパーバイザーの命令で行われたことです。会社自体が、利益最優先の安全を軽視する体質になっていたと思います。日本では、少なくとも、スタートアップの前に計器類が正常に作動することをチェックするのは、当然のことなので、驚きました。

司会: 最後に掲げられている提言が、原文では”Walk the Line”になっていて和訳の担当者が苦労しました。この言葉を調べられた竹内さんに解説をお願いします。

竹内: 今回の PSB では”walk the line”という言葉が出てきますが、下に Johnny Cash の名前が出て来るので調べ

てみたところ、米国では非常に有名な歌”I walk the line”から来たもので、”Because you are mine, I walk the line”「お前は俺のものだから、俺はお前にぞっこんだ」、即ち”walk the line”を「ひたすらに何かに向かう」といった意味で使っていると判りました。この言葉は、「生産ラインを歩く」ことにも掛けていて、和訳は難しかったですね。また、和訳の際に分りづらかった”blank”は Bright Hub Engineering の”Piper Alpha Oil Rig Disaster”によると”machined blind flanges”と記述されています。正規の仕切り板では無い様なので、「仮蓋」と訳したのは適切だと思います。

齋藤: “walk the line”の意味は竹内さんが解説された通りですが、日本の現場の若い作業員の皆さんに “walk the line” の重要性を強調したいですね。私たちの世代は、まず現場を歩く、配管に沿ってラインを確認することで化学工場の感覚を養いました。コントロールルームの作業はもちろん重要ですが、計器の数値や動きは現場でのモノの動きと一体になってはじめて真の意味がわかるものです。”Walk the line”、いいですね。ちょっとしゃれた現場の標語(スローガン)に使えそうです。

司会: この事故では交代勤務の引継ぎと情報伝達の不十分が原因の一つに挙げられています。ご自身の経験や見聞から、引継ぎ・情報伝達について特に気をつけることを話してください。またこれらの不十分のために起きたトラブル等の事例も出してください。

牛山: 交代番の引き継ぎによるトラブルは結構多いもので、「事例に学ぶ化学プロセス安全」にも示されていますが、PSBの2009年3月号に引き継ぎが不十分で、シフト責任者は別な物質と勘違いして禁忌物質をタンクに受入れ、重大事故を起こした例がありました。私の経験でも、保全工事が2件並行して行っていたのをしっかり引き継いでいなかったため、別の工事が終了したのを間違え、回転機の電源盤の工事中の札を外してしまい、運転開始して重大事故を起こしたことがあります。

竹内: 事故の原因は一つではないことが多く、多くの事故でコミュニケーションのエラーが関与しています。BPは2005年にテキサスシティで爆発事故を起こしていますが、その事故でも交替勤務の引継ぎが充分に行われていなかったと指摘されています。交替勤務者同士の引継ぎも大切ですが、プロセスの状態を把握している管理者の突然の交代などは、慎重に行う必要があります。身内の不幸で担当者が突然いなくなり、ヒヤリとしたこともありました。

小谷: Texas Cityの事故は、交替勤務の引継ぎが不十分であったことは確かですが、引き継いだ直のリーダーや運転監視者が日頃の計器の指示を頭に入れていれば、「おかしい」と感じてよいだけの異常な傾向を示していたのではないのでしょうか。

単なるコミュニケーションエラーと言うよりは、会社(少なくともTexas Cityに於けるサイト)全体の安全文化が退廃あるいは不在状態にあったためではないかと考えられます。この会社の前身であるStandard Oil Company (Indiana)やその子会社American Oil Company(AMOCO)は、1950-60年代に事故の内容を紹介する色付きパンフレット(10冊ほど)を社外にも無料で配布するなど、現場の安全啓蒙に努めていました。そういう会社がBPの系列下に入ったあと大きな事故を起こしたと知ったときは驚きでした。正式報告書に目を通して感じたのは、引き継いだ直もプロセスの本来あるべき状態を心得ていれば、(言われなくでも)計器の指示が常態と違うことに気づくべきではなかったかということです。

貧すれば鈍するの？ 安全については、人やシステム次第でよくなり悪くなる。教訓は、過去の安全実績に甘んじてはいけないということですね。

長安: 工事や点検、その他の特別な作業で、プロセスのある部分がいつもと違う状態で直の引き継ぎを行う場合、特にバルブの開閉やフランジの取り外しなどについては、単に口頭連絡ではなく記録で伝える必要があります。一般的には申し送り帳に記入し、それを引継ぎ時に確認します。工事を含めて現場の変更は全て運転者の了解のもとに行う、運転者はその都度確実に記録して申し送りするという原則を守れば、パイパー・アルフ

ァーのような事故は起こりえないと思います。

ある職場で「バルブシート」と称して、工程のブロックごとに機器と配管、バルブ、フランジなどを示す図を用意し、これを工事実施時やプラント立ち上げ時などに、状況の記録や確認に利用しています。これは当事者が確実に状況把握するためにも、関係者が情報共有するためにも非常に有効です。

山岡： 交替班の引き継ぎの際に、運転上の変動があった場合、些細なことでも、変動の内容と原因、処置した内容、収束したか現状継続かなどを、漏れなく次班に申し送ることを義務づけていました。

三平： 連続運転操作のプラントではコントロールルームでの計器類の看視作業が主になり、その場で三交代勤務の申し送りをするのがほとんどですが、バッチ運転操作のプラントでは現場作業の最中に交代時刻になることがあります。このような時は必ず現場で作業員間の申し送りを行うようにしていました。慣れてくると途中で作業を中断してコントロールルームに帰り、交代者へ口頭で状況を説明して申し送る例が、管理者の目の届かないうちに行われていました。ある時申し送りに抜けが出て、交代者の現場確認の不十分からトラブルが起きたので、以降は本来のやり方を徹底させました。

司会： 保全作業の許可システムがあっても、運用時に手抜きをしていたのが、この事故の原因の一つに挙げられています。ご自身の経験等からこの関連のコメントをお願いします。例えば自社の許可システムの特徴やこの関連の不備で起きたトラブル事例など。

竹内： 保全作業の許可システムは厳格に運営されていましたが、許可者が危険を正しく認識できなかった為に、許可を出してしまいヒヤリとしたケースはありました。

渡辺： 保全作業について、運転側はフォアマン(職長)・チーフのラインで許可していました。ただし、火気使用および入缶作業などは工場の保安課の許可が必要でした。保安作業の内容、場所、日時期間などの各関係者への徹底が大切なことですので、朝の引き継ぎには保全担当者、フォアマン、当直のチーフ、スタッフは必ず出席するようにし、また保全作業の説明の時間を設定していました。

山岡： 許可が必要な作業として法規で要件が定められている火気工事や塔槽内の作業は、落ちのないように行っていたのですが、事業所で自主的に定めた作業許可では、細かい規定を見落とすことがあるので、作業前に必ず許可条件をチェックし、作業前のミーティングの場で確認していました。

齋藤： 私が現場をみていた中国の工場は、米国のグローバル企業との合弁プラントもありましたので、バリバリの米国流許可作業システムを採用していました。火気使用、閉空間作業、ロックアウト/タグアウト、開管・開缶作業などは大きな事故災害につながる可能性があるため、課長にはいつも規則を守るよう注意していましたね。難しかったのはきちんと実行されているかどうかのチェックで、半年ごとに安全管理部署による許可作業の作業許可証の実物チェックをやりました。各課への監査圧力にはなったようですが、規模の小さい工場だったので、なんとか実施できたのだと思います。中国の工場では製造各課は独立王国のようなものですから、仕組みをつくらないと安全部署のような横串部署は、なかなか各課の作業に口が出せません。作業許可システムはこういう中国の現場風土を変える道具の一つにもなりました。

司会： 「知っていますか」に、プラントにおける一次容器からの内容物放出(LOPC)事故が取り上げられていますが、聞きなれない言葉なので、どなたか解説していただけませんか。それらは適切な立ち上げ準備が出来ていないことによる事故で、4つの共通点が挙げられています。ご自身の経験や見聞で、これらに該当する事故事例はありませんか。

牛山： 我々がはじめて primary containment や secondary containment という言葉を意識したのは、CCPS の Process Safety Metrics の訳に手を付けたときでした。それまでは、欧州化学工業団体協議会(CEFIC)などが、primary あるいは secondary containment からの漏出(leaks and spills)について、LOPC(一次損失)とか LOSC(二次損失)という定義をしていたようですが、どちらかと言えば化学プラント用語というよりも原子力用

語かなくらいの認識でした。プロセス安全メトリックでは containment を「格納施設」とは訳さず「防護施設」と訳していました。(「プロセス安全先行および運行測定基準」初版訳者前書き欄参照)

この場合、タンク・容器・配管・コンテナや輸送用容器が一次容器(防護施設)として示されており、これに対して二次容器(防護施設)としてはタンクの防液堤・施設周辺のダイク・廃液集合システム・二重壁容器の外壁など、一次防護施設から漏れた内容物を受けるシステムと定義されています。

小谷: JIS Z4001(1999)によると、原発プラントでは原子炉が primary containment で、その原子炉を覆っている建屋を secondary containment としているようで、どちらも完全な「封じ込め」が主目的と解されます。これに対して、石油や化学のプラントではダイクのように内容物が外気に触れる堰止めの対応も含むので、言葉は同じでも対象とする漏出物や対応策はかなり違いますね。したがって訳語が原発用語と異なるのもやむを得ないでしょう。環境や人体に影響を与えない程度の物質を含む水やエネルギーの漏出は LOPC または LOSC としてカウントしないというような例外の設定を考えている向きもあるという噂もあるようですが、そういう細かいところで例外を作るよりは、漏出事故を起こさないように努める方が重要ですね。

竹内: PSB で挙げられた4つの共通点との関連はありませんが、LOPC が死に繋がった例として、2010年1月にデュポンのベル・プラントで発生したホスゲン漏洩事故があります。現場の状況から二次容器の設置は難しかったと考えられますが、適切な保護具を着用していれば死なずに済んだと思われます。LOPA(Layer of Protection Analysis 多重防護の検討分析)にも通じることですが、防御策(Protection Layer)が一つでは事故は防げないという典型だと思います。

司会: これまでは PSB の記事に載っている内容からの設問でしたが、運転準備に問題があったために引き起こされた事故、トラブル、ヒヤリハットは、他にも多くの原因でたくさんの事例があると思います。ご自身の経験や社内外での見聞をお話してください。

牛山: プラント建設後のスタートアップではいろいろな事例を経験しています。スタート前には必ず全ラインを点検していましたが、30k高圧スチームラインのガスケットはリングガスケットのはずが、配管末端の仕切板には低圧用のシートガスケットが付いていたのに気づかず、スチーム通気後ガスケットが破損しスチームが噴出しました。幸い人的被害はなかったのですが、これによりスタートアップが半日遅れました。

渡辺: 運転準備は当該のプラントの設備のみでなく、運転に関係のあるもの全てに係わるものです。例えば工程分析機器のゼロ調整がうまくいわずに分析が間に合わなかったり、分析薬剤が劣化していて分析値がおかしかったということもありますし、計器の液抜きや液充填が抜けたために計器の誤差が生じたとか、原料・副原料の品質チェックの忘れで反応がおかしかったなど経験しています。スタートアップの準備については、各関係部署も含めマニュアル、チェックリストなど十分に検討し、抜けが無いようにしなければなりません。一つでも不備などがあるとスタートが遅れたり、判断ミスによりトラブルが発生する可能性があります。

澁谷: フッ素樹脂のプラントをモノマー・ポリマー設備合せて建設しました。プラント建設の終了時期は、いろいろな官庁による完成検査と並行して、メカニカルテスト・危機洗浄・機密テスト・マニュアルチェック・スタッフ並びに作業員教育・試運転計画作成などで、目の回るような忙しさです。全ての準備完了を確認し、最初の運転を行いました。運転自体は無事に終り、最初のポリマーを手にしたときは本当に嬉しく思いました。しかし苦労はその後も続きました。フッ素樹脂は耐熱性に優れているので成型は高温で行われます。異物(コンタミ)があると、黒い斑点が樹脂シートの中でゴマ粒のようにクッキリと浮かび出ます。異物の混入を防ぐために、ポリマーラインのパッキンは PTFE と指定してあります。異物を洗い流しながらバッチを重ねましたが、いつまでもコンタミが無くなりませんでした。止むを得ずラインを止めて全てのパッキンをチェックしましたら、輸入品のポリマー・水分離器内でゴムのパッキンが用いられているのを発見し交換したことがありました。事故ではありませんが、運転前の準備・検査・確認が大切なことを痛感しました。

中村: プラントの試運転前のことで、運転員の問題ではありませんが、通常の運転準備完了の確認以外に、次のこ

とも必要です。機器輸送中の振動対策から機器内部の部品等を保護するため、一時的に内部サポート材を入れてある場合があります。有無を確認してサポート材を取り除いてから、その機器を据付ける必要があります。

井内： 定期修理後のスタートアップ準備の重要なことの一つは、スタートアップのアクション中に必ず漏洩は発生するという危惧のもと、チェック体制を万全にすることだと思います。運転員は立ち上げ操作に集中しているので、保全・安全・事務員を運転員以外のメンバーを総動員して、ガス検知器を持って装置内を駆け回ることです。確かに工場の無い箇所、予想していない配管の部位が漏れるのを毎回経験し、胸をなでおろしていました。安全は工場の全員が守るという心の準備も大切なような気がします。

小林： 昔はたとえば、交換取り替え後、あるいは新品でさえ、バルブや継手にガスケットがないようなこと、また締めつけられていないこともありました。決められたことをきちんとやり、確認するというのは基本にしても、たとえば、バルブは漏れるもの、フランジは漏れるものというような前提で行動することが必要だと思います。井内さんの言われることもこれに近いと思いますが、“安全に限っては、性悪説で物事を考えよ”、“「(……をした)はずだ君」となるな”と戒められたものです。幾重にも防御の手段を持つことは、スタートの時だけでなく、必要なことです。

司会：パイパー・アルファーの大事故で指摘された運転準備の問題点を元に、皆様から多くの貴重なコメントをいただきました。これらを参考にして日本ではこのような大惨事を起こさないようにして欲しいです。本日は熱心なご討議をありがとうございました。

(キーワード)運転準備、交代勤務引継ぎ、保全作業許可システム、装置の再設置、スタートアップ前点検

【談話室メンバー】

井内謙輔 牛山 啓、加治久継、小谷卓也、小林浩之、齋藤興司、澁谷 徹、竹内 亮、中村喜久男、長安敏夫、日置 敬、平木一郎、三平忠宏、山岡龍介、山崎 博、渡辺紘一

以 上