

<p>PSB (Process Safety Beacon) 2021年12月号 の内容に対応</p>	<p>SCE・Net の <b>安全談話室</b> (No.186) <a href="http://sce-net.jp/main/group/anzen/">http://sce-net.jp/main/group/anzen/</a></p>	<p>化学工学会 SCE・Net 安全研究会作成 (編集担当: 山岡龍介)</p>
---	--	---

状況把握:それが失敗を避ける鍵

(PSB 翻訳担当: 澁谷 徹)

**司会** : 今月号の事例は、バルブハンドルの取り外し作業中にバルブの型式が違うことに気づかずに作業したために配管内の内容物が漏えいし火災となった誤操作による事故と言えますが、今月号の記事で何か補足することがありましたらお願いします。

**金原** : ここで紹介されている内容は Beacon の 2020 年 2 月号と同じものです。簡単に要約しますと、修理を行う上でポンプの切り替えの為に予備ポンプのサクシオンにあるプラグバルブを開けようとしたのですが、ハンドルが空回転してバルブが開かなかったのです。そこで二人いるオペレーターの一人がギアボックスを取り外して、コックをパイプレンチで開けようとした。その際本来はブラケットの中心部にあるボルトを外すべきところを、ブラケットの押さえを兼ねているバルブ本体のカバーのボルトを外してしまったのです。このブラケットタイプのプラグバルブは旧型で、この工場でもすでに多くは新型に交換され、残りは3%になっていました。新型というのは、ブラケット押さえのボルトが別にあり、本体押さえボルトとは別になっています。残り3%が特殊な構造であったために、新型と勘違いして外すべきボルトを間違えてしまったのかもしれない。

**司会** : 補足の情報ありがとうございます。今月号の事故事例の内容がよりわかり易くなりました。続いて、今月号の記事全般についてのご感想やご指摘の点がありましたらお聞かせください。

**塩谷** : 今回の事故は新型バルブと勘違いして、バルブ本体の垂直にある4本のボルトを緩めてしまったものですが、バルブの構造を正しく理解していれば、バルブ上蓋を緩めればどのような事象になるかは予想できたのではないのでしょうか。バルブの構造といった基本的な知識を正しく理解することも事故の防止には大変重要であると思います。特に、運転中の機器のボルトを緩めるときは慎重に行うべきだと思いました。

**三平** : 私は化学プラントの現場でオペレーターも管理職もやりましたので、その時の経験からの感想を申し上げます。この事例は LPG のプロセスのメインの配管のバルブで、自動弁ではなくても操作を間違えれば大きな事故を起こす重要なバルブだと思います。このようなバルブの操作機構にオペレーターが直接手を出すことはやらせていませんでした。オペレーターが操作して動かなかつたらすぐ駆動機構を解体するようなことは、日本ではやらせないのではないのでしょうか。私の所ではそのような場合はまず作業長に相談してどう対応するか決めていました。オペレーターの判断で行える範囲はどのあたりまでか難しいですが、皆さんの会社ではどうされていましてでしょうか。

**金原** : バルブが作動不良になった場合、私のいた会社ではオペレーターではなく、保全課レベルでなくても操業課にある整備グループが対応したと記憶しています。ただ今回は、何かの事情でオペレーターが対応するとして話をします。この事故を防止するには、本文にあるように①「失敗の罨」即ち3%残った特殊構造のバルブであることを知らせるためにタグをつけること。②「take two」で事前に作業内容を確認する事。③暫く行っていない作業は手順書を確認する事。であると考えます。ただ、③については、ポンプ切り換え作業の手順確認にとどまり、ギアボックス取り外しまでは確認がいかなかったと思うので、やはり①、②がポイントかと思います。二人作業で行っても、二人が勘違いしてしまったのでは、事故防止に繋がらないと考えます。二人が②をしっかりと行って、手順確認を行うことが大切かと思います。

**三平** : 昔のプラントではシフトオペレーターによる現場作業が多く、職務に着いたら直ぐに各種工具の使い方を教育され、水や空気などの非危険物ラインや自家作業ができる単純構造の機器などの解体と組み立てを実地で覚えめました。これらはシフトに割り当てられた日勤日に行っていました。休日を増やす中でその後なくなり、今は定修などのプラント停止期間に行っているはず。危険物や高圧ガスラインのバルブや機器に異常が出た際は、危険回避のための閉止や停止をシフトの作業長と相談して行い、機器の機構に手を出すことはオペレーターに禁じていました。金原さんのお話のように日勤者にベテランが何人かいて、彼らが処置できれば行い、無理ならば保全部門を呼んでいました。

林 : 二人作業は良かったのですが、ダブルチェックとなっておらず各々が一人作業であったと考えられます。多重防護で TPO(時間をずらして確認、場所や人を代えて確認、目的や視点を変えて確認)が有効ですが、本事故では作業と監視で二人作業となるよう役割を分担しておれば、ハンドル空回転の対応も違っていたと思います。

竹内 : バルブの切り替えなどの操作はオペレーターの仕事ですが、ハンドルが回らないといったバルブに異常がある場合、一般的にはメンテナンスの専門家に任せると思います。このケースではハンドルを取り外してステムを直接回す作業がオペレーターに認められていたかどうか問題だと思います。オペレーターにこのような作業を許すのであれば、ハンドルの外し方を教える際に、異なるタイプのバルブが存在することも教える必要があります。一方、会社としてこのような作業をメンテナンスの専門家に任せるのであれば、逆にオペレーターにはやってはいけないこととして、教育する必要がありますね。

林 : 省人化が進んだ運転員の現状は、計器監視主体のボードマンとパトロールや点検記録、簡単な調整作業を担当するフィールドマンに主任の 3 名/班の最小構成で、定例・非定例の作業などは日勤班で担当する体制となっている企業も多いです。ポンプの切り替え作業は通常業務の範疇と思いますが、「ギアボックスを外して」のバルブ操作は作業の可否、取り外し作業の安全対策の検討等をメンテナンス部門に連絡・相談することが必要だと思います。少なくとも非定常作業では、作業手順を記載した指示書やチーム内での事前検討が必須事項でしょう。

金原 : 暫く行っていない作業は手順を読み直すように、と「あなたにできること」に記載されています。私のいた会社では暫く行っていない作業は「非定常作業届」を提出して、作業するようにしていました。「非定常作業」の定義は、①手順書にない作業、②手順書があっても一カ月以上やっていない作業、と定めていました。今回の事例のように、ポンプ切り換え作業の非定常作業届となるでしょうが、バルブ不良発生となると非定常作業届というよりは、しかるべき部署に修理依頼することが筋でしょうね。

山本 : 今回はヒューマンエラーを起こす人間特性の「思い込み」が起因です。「思い込み」を誘引したのは、Beacon にもあるように、工場内で新型と旧型の型式の異なるバルブを混在させたことにあると思います。工場内では、新型のバルブの個数が97%あり、運転員はこの新型のバルブのブラケットの取り外しの作業に慣れており、旧型のバルブを新型のバルブと思い込んで事故を起こしてしまいました。「思い込み」は人間本来の特性なので、油断をするといつでも起こることです。Beacon の「あなたにできること」の対策は重要ですが、一方では、型式を統一するなど、思い込みによるヒューマンエラーを誘引しないような設備的な対策も必要かと思います。

司会 : 今月号の事例と同様な事例のご経験や知見がありましたらお聞かせください。

塩谷 : ここに挙げる事例はバルブの事故ではありませんが、状況把握を行わないで圧力がかかっているフランジを開放したという似た事故です。その中身は、海外工場で反応器に内圧がかかっているにもかかわらず、反応器のノズルの閉止フランジを開放して、フランジが吹き飛び作業員が負傷する事故が発生しました。反応器の残圧を確認しないまま作業を実施してしまったことが原因です。Beacon にあるように、直ぐに作業に着手するのではなく、まずプロセスがどのようになっているかの状況把握を実施することなど KY を必ず実施すること、およびフランジ等を開放する場合の注意点を再教育しました。

金原 : 「状況把握」を誤った例として、2012 年に岩国で発生した酸化反応器での爆発事故があります。この事故は過去に色々なテーマで何度も取り上げられていますが、今回は「誤った状況把握」の例です。この事例は、全工場が発生した用役停止により、当該プラントも緊急停止しました。保安計装が作動して、反応器の攪拌は窒素により、また冷却は緊急冷却水で確保できていました。ところが、反応器の温度の低下が鈍いことから冷却水が不足と判断しました。これが誤った状況把握でしたがインターロックを解除して手動で通常の冷却水ラインに切り替えました。インターロックが解除されたために窒素攪拌が停止し、反応器内の流動が無くなりました。残存していた有機酸化物が反応し、その熱でさらに反応が進み、ついには反応が暴走して爆発に至ったものです。

木村 : バルブ操作上の事故ということで調べたところ、1974 年の資料なのですが、横浜国立大学井上威恭先生ご執筆の資料(※)にバルブに起因する事故の事例が数多く記述されております。また前年 1973 年に起きた大きな事故として T 社大阪工場、I 社徳山工場、C 社五井工場、N 社浮島工場、S 社直江津工場の事故はすべてバルブの誤操作に起因していると述べています。さらに、分析結果として、バルブの修理中の事故(26.5%)、誤操作による(23%)、縁切りバルブからの漏れ(16.4%)、構造・材質に起因する事故(15%)、バルブ取付位置不良(5%)、酸素事故(14.1%)などに分類されています。過去にバルブ操作に係わる事故が数多く起こっていますので紹介しました。

(※)「化学工場における最近の災害事故と防止対策」、圧力技術、第 12 巻、第 4 号、1974、pp.184-190。

金原 : 自分の経験はないので国内事例を調査しました。今月の Beacon の事例はハンドルが空回りしたのでギアボックスを取り外してコックを開けようとした。その例と少し異なりますが、バルブ・コックを開けるために無理な力をかけたという事例があります。一つの事例はかなり古いのですが木村さんの紹介にもある、1973 年に新潟の塩ビ工場で起きた事故です。フィルターのエレメントを交換しようとしてフィルターを開放したところ、一次側のバルブが漏れていることが分かったのでバルブを閉めようとしたが閉まらなかったのです。そこで、ハンドル回しを使って増し締めを行いました。過大なハンドル回しであったため、バルブのヨーク部が切断されてモノマーが噴出したとのことです。「ハンドル回し使用基準」を明確化し、それを遵守させることが教訓となっています。もう一つは 1999 年にポリエチレン工場で起きた事故です。バルブのハンドル操作を行ったところハンドルが緩んでいて操作できないことが分かりました。本来は六角レンチを使って取っ手を固定すべきでしょうが、横着をして近くにあったパイプレンチをハンドルに絡ませてバルブを操作しようとした。ハンドル部分に無理な力がかかり、弁座部分が破損してエチレンなどが噴出したとのことです。私が入社後の工場実習をしていた頃、ハンドルコックが作動しない時に大きなパイプをコックに突っ込み無理やり開けていたことを思い出しました。力づくで操作することは避けなければいけませんね。

司会 : 「状況把握」はエラーを防止する重要な要素ですが、エラー・誤操作による事故を避ける鍵は色々あると思います。エラー・誤操作の防止策について、ご経験や知見がありましたらお聞かせください。

金原 : 「失敗の罨」の中でも、特殊構造の機器による誤操作を防ぐ一つの方法は「改善提案」にあると思います。今回の例ばかりでなく、配管構造や計器の設置方法がまずい場合に誤操作や読み取り間違いがあると思います。それにより多く気づいて簡単で良いからそれを防止するための工夫があれば、完全ではないですがかなり防止できると考えます。表示でも良いですし、可能であれば抜本的に変えてしまうなどによって随分良くなると考えます。

竹内 : 「改善提案」は気付いたことを報告するだけであれば良いですが、何かやり方を変えとなると「変更管理」の対象として、手順に則って行わなければならないので、勝手に変更しない様に注意する必要があります。

金原 : 確かに改善提案では、良かれと思って行ったことが別の危険性を生じることがあります。かつて、フランジカバーの代わりにビニールテープでフランジを巻き付けるという提案がありましたが、そんなことをしたら、フランジパッキンの少量漏れが発見できず、漏れが大きくなって内圧がかかってからテープが外れるのではないか、かえって危ないからやめるように、と言ったことがあります。一方、私が今回言う改善提案は、例えばボルトをペンキで色付けし。「ギアボックスを外す時はこれ」と表示するという程度のものです。色付けしたボルトを見て、ハッと気づかせるような提案です。

澁谷 : 1999 年に JCO 東海事業所の核燃料加工施設で起きた大事故も、臨界事故防止を重視した正規のマニュアルではなく、作業を安直に進めるために別にマニュアルを作って、それに沿って作業したのが原因とされていますが、このようなことは絶対にしてはいけませんね。

金原 : 「失敗の罨」の削減するためのもう一つは「ヒヤリハット」提出活動です。今回の事例のように、ボルトを間違えて外しそうになった経験はあったのではないかと思います。それを PR して共有することによって、オペレーターの方々の意識改善につながると思います。ヒヤリハットは提出が面倒にならないように工夫すれば良いと思います。私は課長時代にコピー付きホワイトボード(電子黒板)に一覧表を作り、いつ、どこで、どんなヒヤリがあったか、それにどのように対応したかを書いてもらうようにしました。表が一杯になると、コピーし、それをファイリングすれば良いので手間が簡単です。そうすると気軽に書けるし、情報共有ができ、沢山出るようになりました。

澁谷 : ヒヤリハットの体験を出すように言っても実際にはなかなか出してもらえないのが現実でした。色々な工夫が必要だと思います。

山岡 : 私のいた工場でも「ヒヤリハット発掘運動」をしたことがあります。現場の人たちは発掘運動の趣旨を理解しながらも、出すのを躊躇してなかなか集まりませんでした。そこで、実際に体験してなくても「こんなヒヤリがありそう」を思いついたら出させる「想定ヒヤリ」を含めたら多く出るようになり、事故防止に活用したという経験があります。

金原 : 「改善提案」にしる「ヒヤリハット」にしる「非定常作業届」にしても、やはりオペレーターの安全に対する知識と感性が大切であると考えます。そのベースがないと、いくらいいシステムがあっても空回りになります。上司が熱意と根気を持って、簡単なレベルで良いので一つ一つやらせてみて、教えていく必要があると考えます。

山本 : ヒヤリハット活動のもう一つの狙いは、報告書を作成することにより、自分のヒューマンエラーへの感性や気づきの力が高まり、ミスを予防するのに役立つことです。収集したヒヤリハットからは、人間の認知特性や作業環境面

でどのような問題があったかを明確にする必要があります。

山岡 : 人間の行動には勘違い、思い込み、忘れなどのエラーがつきものなので、これらヒューマンエラーによる誤操作を防止する方策としてチームワークでカバーすることその 1 つと考え、そのためには職場の良好な人間関係が重要なので、オペレーター間、管理者とオペレーター間の信頼関係を築き、職場内のコミュニケーションを活発にすることに心がけていました。

金原 : 「Take two」という言葉を聞いたのは私の製造部長の時代ですから、今から 20 年くらい前に知りました。ある生産課長が、どこからか聞きつけて安全活動に取り入れていました。ただし彼が実施していた「Take two」は 2 分ではなく、2 秒の間を置くというものでした。咄嗟の行動による誤操作を防止するために、少し間を置いて、その操作が正しいかを考える時間を置くというものでした。少し間を置くというのを 2 秒と表現して分かり易くしたものでした。納得できる良い活動であると感銘しました。それに似たものが「指差し呼称」です。少し間を置き、目と指とそして脳で確認する間を持つことです。ところが「指差し呼称」は良い活動ですが、なかなか定着化しないのが頭の痛いところ。私は車の運転では、信号や交通標識、T 字路で「指差し呼称」をやりますが、本当にやっていて良かったと思うことが何度となくあります。是非定着化して欲しいものと考えます。

竹内 : 私は「Take two」を DuPont のトレーナーから教わりました。そのトレーナーに「2 秒」なのか「2 分」なのかを尋ねたところ、「秒」とか「分」とか、時間が決められたものではなく、その場に応じて冷静に判断をすることだと説明された覚えがあります。日本語では「一旦、落ち着け」が近いだろうと思います。指差呼称もこれに似た内容だと思います。

今出 : 「TAKE two」は、日本ではかなり前から安全のトレーニングの中に取り入れられています。私のいた職場でも「TAKE two」の考え方を取入れていました。作業を安全に行うために、始める前に考える少しの考える時間を取りなさいということでした。TAKE は考える内容の頭文字を表しています。T は Talk で関係者とコミュニケーションを取ったか、A は Actions で作業の手順はあるか・知っているか、K は Knowledge で安全に行うための知識を持っているか、E は Equipment で保護具や用具は適切か、ということでした。考えてみて、不確かなことや不安があれば手順書を確認したり、同僚や上司に聞くように指導していました。特に急でいる時やあわてている時はミスを犯しやすいので有用な考え方だと思います。また、Two は考える時間で代表的に 2 分となっていますが、作業を始める前に一呼吸おいて落ち着いて行動することの重要性を言っているのだと思います。日本でやっている 1 人 KY や指差呼称の考え方に近いかもしれません。

金原 : 「TAKE」にそのような深い意味があるとは知りませんでした。英語の代わりに、例えば「T:手順の確認」「A:安全な作業と道具」「K:コミュニケーション」「E:エラーがないか危険予知」などで自分流に翻訳して共有化すれば、分かり易く定着化するかもしれません。

司会 : その他、今月号の記事に関連して、お気づきのことがありましたらお聞かせください。

金原 : 最初に言いました通り、今月の事例は 2020 年 2 月号と同じトラブルです。前回は、作業中に判らないことが出て来た際は先輩に遠慮せずに質問して、間違いによるトラブルや事故を防止しようという内容でした。同じ事例でも切り口を変えれば別のテーマになるという意味で、事例研究をする上で良い例を与えてくれたものと考えます。即ち、前回のように経験を重ねても知らないことはいくつもあるはずですから、知ったかぶりをせずに聞いて正しい知識を身に付けた上で作業すること、そして今回のように少し間を置いて現場をよく観察して考え、操作方法・作業方法に誤りがないかを確認すること。これらは現場での安全作業の基本です。事例研究を通じてそれを教えてくれたと考えます。

司会 : エラーや誤操作による事故をいかに防ぐかについて、色々な角度から経験談や知見、ご意見をいただきました。工場で安全管理に携わっている人たちに大いに参考になると思います。ありがとうございました。

キーワード: 状況把握、バルブ、バルブ操作、ポンプ切り替え作業、誤操作、失敗の罨、Take Two、非定常作業、ヒヤリハット、指差し呼称、思い込み、勘違い、ヒューマンエラー

【談話室メンバー】

飯濱 慶、今出善久、牛山 啓、金原 聖、木村雄二、塩谷 寛、澁谷 徹、竹内 亮、春山 豊、林 和弘、松井悦郎、三平忠宏、山岡龍介、山本一己、頼昭一郎