

<p>PSB (Process Safety Beacon) 2022年1月号 の内容に対応</p>	<p>SCE・Net の <b>安全談話室</b> (No.187) <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: 竹内 亮)</p>
--	--	---

図面と手順書に欠けていたものがあつた

(PSB 翻訳担当: 林 和弘)

司会 : 今回の Beacon の事例は、P&ID や作業手順書に書かれていなかった為に、PHA(プロセスハザード分析)で見落とされていたことがきっかけになって発生した事故でした。まず、この事故についてもう少し説明して頂ける方はいますか?

竹内 : この事故は 2008 年 10 月 11 日にペンシルバニア州 Petrolia の INDSPEC Chemical Corporation の工場が発生し、Petrolia, Bruin, Fairview の3つの町に硫酸の蒸気雲が漏洩したものです。元の設計ではポンプは一度に1台しか稼働できず、しかもタンクのレベルが HH になれば電源を遮断して供給が停止するようになっていましたが、電源供給設備のトラブル時に部品入手が困難で修理に時間が掛かる為、制御の無い仮設の非常用電源を設置した様です。その後、監査の指摘で仮設を恒久化したが、その時インターロックを導入せず、図面や手順書にも記載しませんでした。そして、その後の DCS 導入や PHA でも見落とされたままになっていました。現場のオペレーター達は口伝で、この非常用電源を利用し続けていたそうです。今回の事故はこのインターロックの効かない非常用電源を使用していた為に過充填が発生したものでした。

金原 : 最終報告書によるとこの事故は土曜日に起きたとのことであり、月曜日の貨車からの受け入れに支障がないようにタンク 610~612 を空槽化していたようです。したがって間に合わせるため土曜日に、管理監督者のいないのを良いことに非常用電源を使って作業することが常態化していたようです。本来は別の作業をする為に休日出勤しているのですが、その作業が2時間半ほどかかるので、その時間を活用して発煙硫酸の移送作業を行っており、そのためにポンプ2台で運転すればより多く送れるようにしてやれば時間内にタンク 610~612 の空槽化が進むことからやり続けていたとのことです。また、PHA はオペレーターも参加して行っていたとのことです。非常用電源を使って移送している旨を公言しなかったのが、対策に抜けが出てしまう結果になったとのことです。

司会 : ありがとうございます。それでは、この事故について皆さんのご意見を頂きたいと思います。

金原 : 最近の Beacon の紹介事例は経営者層や管理監督者の安全管理に対する杜撰な例が多いのですが、今回は何度も PHA を行って不安全箇所を見つける努力をされており、その点は随分と異なると思います。加えて、オペレーターの負荷低減の為に要員数を2名から3名に増やしており、その点の配慮も評価できると考えます。やはり、オペレーターが長年作業を行って来て、さらに不安全な状態で作業をやって来て大きなトラブルがなかったことによる慢心があつたのではないかと思います。

塩谷 : 当初は、3基のポンプの電源プラグに対して1個の電源レセプタクルしか設置せず、複数のポンプによる移送を絶対に阻止する強い設計思想になっていたと思います。しかし、この設計思想は共有化も伝承も行われず、いつしかこの設計思想を理解する人は誰もいなくなり、ポンプ2台運転による移送が日常化しています。この事故事例は、プロセス安全にとって Know-why を理解することがいかに重要であることを示していると思います。

林 : OSHA PSM のプロセス安全規制による要求事項が Beacon の“知っていますか”の最初に記載されています。規制前から稼働している設備は同じ轍を踏む可能性があるとのことです。PHA も何回か行われています。ただプロセス安全に取り組む規制の在り方が異なっている日本では、示された規制による防止策は適切でないと思います。この移送作業は定例的であったとしても非定常作業であり、操作手順が定められていなければなりません。操作手順と実際の操作が違っておれば改訂の手続きを行うのが通常の手順と認識しています。日本では厚生労働省から非定常作業に関わるガイドラインが1996年(2008年改訂)に通達され、作業計画書の作成や見直しなどが義務付けられています。さらに1997年(2015年改訂)には鉄鋼生産設備で同ガイドラインが通達され、RA(リスクアセスメント)や変更管理、安全対応策なども指示されています。しかし、プロセス安全に取り組む規制としては不十分であると感じます。いずれにしろプロセス安全は法規制に関わらず各企業が真摯に取り組むのが在るべき姿だと思います。

木村 : 経済産業省のコンビナート認定制度の従来の通常認定では、PSM の思想が充分ではありませんでしたが、この数年で出てきたスーパー認定ではようやく取り入れられて来たと感じています。しかし、やり方については、各社に任されていて、こうでなければならないといった強い規制までは行っていません。過去の 10 年の重大事故発生を受けて重要度を上げたのは、本社の第三者性、変更管理、危険源の特定、リスクの分析などがありますが、スーパー認定と通常認定の明確な区別についてはまだ経済産業省で議論中です。

竹内 : 米国の場合は、OSHA PSM を守らなければ罰すると言っているのに対して、日本では PSM をしっかりやっている業者にはスーパー認定というご褒美を上げると言っているように感じます。これでは日本の事業者はスーパー認定はいらないからやらなくても良いと思うところも出てきてしまいそうですね。

林 : 私はスーパー認定を受ける側で PSM に関わったことがあり、それなりの成果を得られたと思います。ただ認定取得の取り組みは規模の大きな事業者でなければ出来ないことで、中小零細の事業者には難しいと感じました。しかし、その様な工場こそ体制的にはリスクが高いため PHA をしっかりとやるべきで、米国の考え方の方が理に適っていると思います。日本では何故それが出来ないのか、不思議です。

木村 : 日本には事業者が一万数千社もあるのですが、経済産業省はリスクアセスメントの実施が要求出来ていないのが現状で、KHK などリスクアセスを行うガイドラインは作成しているが、きちんとやりなさいと教育するところまでは出来ていないのが現状だと思います。

金原 : Beacon の「知っていますか」の最初の文を見るとプロセス安全上の規制を守っていれば事故ならなかったのに、その規制の前に作られた設備だから事故が起きたように見えますが、そう理解して良いのでしょうか。日本の読者には理解できないのではないかと感じています。

林 : そうですね。日本にはきちんとした PSM の規制が無くガイドライン程度なので、この文は日本人には分かり辛いと私も思いました。

金原 : ただ日本でも労働安全基準法、消防法、高圧ガス保安法、地域によってはコンビナート等の規制もありますね。

牛山 : いや、私は法を守っていれば安全なものが出来るとは誰も思っていないと思います。法は必要条件であり、十分条件ではありません。従来は会社の思想や設計者個人の技量などで安全を確保して来たのだと思います。

金原 : 仰る通り、かつて米国で OSHA が法の順守のみならず PSM を導入して工場の潜在リスクを評価し、その低減を図る設計・管理を求める方向に転換したように、法順守のみでカバーするのでは不十分です。一方で企業では長い歴史の間に培ってきた内部ルールがあり、結果的に PSM の基本要素事項 14 項目のうちのかなりの項目が含まれていると考えます。ただ、OSHA のように体系化されておらず、管理体制が不十分なのは否めません。日本も EU のように原型があれば、「セベソ II 指令」のような形で見直すことができたのかもしれない。

竹内 : OSHA PSM は対象となる事業者は危険な物質を指定数量以上保管または扱っているか否かで判定され、規則を破れば罰則があります。一方で、中小企業は無料のコンサルティングを受けられるようになっている様です。

金原 : 添付の FTA には多くの本質原因が挙げられていますが、その中で休日出勤が常態化していることが摘出されています。平日にタンク 610~612 が空槽化できるように受け入れ、払い出しの計画を作るべきです。労務管理上、目が行き届いていないと考えられます。オペレーターは移送ポンプのうち通常電源に繋がっている方のポンプは DCS で停止したのですが、非常用電源に繋がっている方のポンプを停止せずに帰宅したようです。本人はそちらのポンプも停止したと信じていると証言しているようですが、DCS で停止したことにより、非常用電源に繋がっているポンプも停止したと勘違いしたものと考えます。休日なので早く帰りたい気持ちから、つい忘れたのでしょう。

牛山 : 管理者が非常用電源について知らなかったとありますが、米国であれば非常用電源を設置したからには管理者が関与し、管理していた筈だと思います。なぜオペレーターしか知らなかったのか不思議に感じます。

竹内 : このケースでは非常用電源設置を極めて軽く考えていたのだと思います。停電中に移送作業をしたいので、一時的なものとして設置し、その後の監査では仮設状態では宜しくないとの指摘で PHA もせずに安易に恒久化してしまっただけです。OSHA PSM の施行が 1992 年ですからその前にやってしまったのでしょう。

金原 : 管理者に伝承されていなかったのは、この施設の所有者が 1988 年後半に変わったことも影響していると思います。前の責任者はよそに行き、後継の管理者に細かいことを伝えなかったのだと思います。

司会 : 今回の事例は、事故が起こる前に何度も是正するチャンスがあったのに、それらを逃していた様に思います。その辺りも含めてご意見を伺えないでしょうか。

金原 : PHA では、次の対策を取ることを決定しています。①タンクのレベル表示、②高レベルでのアラーム、③オペ

ーターによる監視。これでは不十分と考えます。液面計が不良になることがあります。その時の為の対策が必要です。例えば、液面計を TGM(フロート式自己診断機能あり)にして信頼性を高めるとか、2つあるタンク 1501 と 1502 の H の位置で連通にするなどをして、仮に一方の液面計が誤指示しても受け入れる容量を持つこと。また、この両方のタンクの液面計の情報を常時監視している本プラント(レゾシノール工場)にも繋ぎ、多面的に異常を発見できる体制を取ること。さらにオーバーした時の対策として、小型タンクに繋ぐこと、等が必要かと思えます。

竹内 : タンク間に連通管を設けるのは良い方法だと思います。また、PHA でオーバーフローの発生を考慮したのであれば、どこに流れるかも検討した筈です。従って、これだけ危険な物質であればオーバーフローの受けタンクを設置することも考慮すべきだったでしょうね。

頼 : 私も発煙硫酸を扱ったことがあり、輸送船から客先タンクへの荷揚時に船の送出空気圧力が高すぎて、客先タンクの天板を飛ばしたことがあります。直ぐに中和剤の散布とスクラバー付き地下ピットへ拔出す等の対処が出来たので非常事態には至りませんでした。(客先タンク設置時に製造元として安全対策をアドバイスしていたのが功を奏しました。オーバーフロー対策として例えばスクラバー付き地下ピットの屋外設置等があれば、大量漏洩するまで気付かないことは無かったと思います。この事例ではオーバーフロー対策が弱かったと感じています。

金原 : 素晴らしい対策を取っておられます。PHA ではそこまで考え抜いた対策を立てることが大切だと思います。

竹内 : そうですね、PHA では最悪の事態を考えて、そのリスクを受け入れることが出来るレベルまで防護層を積み重ねることが求められています。そう考えると金原さんが指摘された様に、HH レベルのインターロックだけで良しとしたのは、PHA としてお粗末だったと思いますね。

金原 : PHA ではオペレーターも参加していたとこのことですが、何故、非常用電源の話をしなかったのでしょうか。あるいはできなかったのでしょうか。「ポンプを2台使えば大量に輸送でき、自分たちの仕事が効率化できます、ついでには安全対策を取った上で、使わせてください」と提案すれば良かったのではないかと思います。長い間、不正な方法でやってきた後ろめたさがあったのでしょうか。そこは風通しのよさという風土作りが必要かと思えます。さらに言えば寛容な風土作りが必要です。なんてことをしていたのだ！と怒ってしまうと、口をふさいでしまいます。

竹内 : それは大事ですね。悪い知らせほど早く知らせなさいと言いますね。

金原 : 悪い報告は聞きたくないのですが、悪い報告こそ早くしろと言われる。ところで、竹内さんが作った FTA は良くできていて、事故の全容が把握できました。読者の皆さんも模範例としてこの例を勉強されると良いと考えます。作成上の注意点は事実関係に基づくことです。ツリーを作成しなければという思いがあまりに強いと、想像で繋いでしまいがちです。連想ゲームになると全く異なった原因になるので心がけましょう。

今出 : デュポンではどんな小さな事故でも事故報告書には FTA のチャートを付けることがルールになっていました。事故の原因を設備や人に関してのみでなく管理システムまで掘り下げて抽出することが要求されていました。FTA を実施するには、経験を積んだ方が参加して分析が発散していかないように誘導するのが良いと思います。

司会 : この事例の様に、書類の不備が原因で事故になってしまった、若しくは事故になりそうになった経験や事例をご存知の方、お話を聞かせください。

金原 : 最も大きな事故の例は 1999 年に発生した JCO の臨界事故と考えます。有名な事故なので詳細は省略しますが書類の不備というよりは、裏マニュアルが存在して、正常作業方法を逸脱した為に発生した事故です。

山岡 : 古い事例になりますが、1974 年に発生した英国ナイプロ社・フィリックスポローのナイロン原料工場の爆発事故を思い出しました。この事故は、シクロヘキサンの酸化反応工程の6つあるうちの5番目の反応器に亀裂が生じてシクロヘキサンが漏れ出したため運転を止め、運転再開を急ぐためその反応器を取り外し一時的に4番目と6番目の反応器をバイパス配管で接続する工事をしました。この工事に不適切な事案が重なり運転再開後バイパス配管と反応器に接続していたベローズが座屈により破損し、大きな爆発に至ったものです。不適切な事案とは、運転再開を早めるため安易なバイパス配管で代用したこと、そのバイパス配管の強度確認や配管及びベローズの支持や固定をしなかったこと、設備変更に係わる工作図面を作成せずに工事をしたことなどが挙げられています。一時的あるいは軽微な変更でも PHA と変更管理を適切に行わなければ大事故につながるという事例として教育の教材に使っていた経験があります。

竹内 : その事故では、監督者も設備の安全に関する知識の無い研究所の所長だったと記憶しています。

金原 : 書類の不備もあってはならないことですが、今回は盲点があったことも問題です。管理監督者の知らないところで不適切なことをさせないことが大切です。以前、正しい保護具を着用せずに、労働災害になったことがあります。

す。安全活動の中には作業実査と称して、管理監督者の前で作業をやらせてマニュアル通りに行っているかを定期的に調べています。その時には正しく保護具を着用して作業していたのです。ところが、実作業になると未着用でやっており、それが常態化していたのです。その背景を調べていくと、昔のベテランから、保護具なんか着けずにできるのが一人前、と教えられ、それが長きにわたって踏襲されていたのです。監督者は部下の命と体を守る事が最大の責務ということを徹底的に意識改革させるべく、各種教育を受けさせました。

今出：私の職場では作業手順書から抜粋した作業を実際にやらせてみて、手順通りに出来ているか、手順書に間違いや不具合が無いかなどを定期的にチェックしていました。また、夜勤に手順書通りに作業をしているかを抜き打ちでチェックするシステムもありました。夜勤は管理者の目が行き届かない傾向がある為でしょうね。

金原：その意味でも、管理者の安全パトロールは大切ですね。実際に正しい作業をやっているか、不安全行動をしていないかを、柱の陰などに隠れて見ることによって見出した事実がいくつかありました。

竹内：よその会社の事例ですが、安全コンサルの仕事でパトロールに行った時にルールを守れていない人たちが作業を止めてしまうことに直面したことがあります。パトロールが作業者の違反を摘発するのが目的ではなく、作業者の安全を守る為であることをパトロールする側もされる側も理解していなければなりません。

金原：される側の心理を受け身でなく、能動的にさせるためには褒める文化を根付かせることが大切だと思います。

竹内：そうですね、デュボンの安全トレーニングでも褒めることが大切だというのですが、それがなかなか難しいことです。

澁谷：私の最初の勤務場所は中央研究所でしたのでルーチン作業は少なく、いろいろ工夫しながら実験を含め作業を行っていました。五十年前のことですが、開発を担当していたフッ素樹脂のプラントを建設し生産することになり、工場勤務となりました。工場は三交代の運転を4組で行っており、各組は三交代主任が束ねており、各組には複数の分区(プラント)があり、分区は分区長が束ねる複数名の運転員で構成されていました。私は作業手順書を詳細に書いたつもりで生産を始めましたが、実際に作業を始めると細かいところを含め最初の手順書では不都合な個所が多くあり、修正を重ねながら作業を続けていました。改善提案で各種の提案を奨励し検討の上、手順書の変更を行うことにしていましたが、時間と共に、細かい個所を含め各組の分区で少しずつ異なっているのが見られました。一番良い手順に統一するため、四人の分区長も参加した検討会を開いたり、分区長のローテーションを行ったりしました。しかし、PSBの警句は理想ですが、実行するのは大変ですね。まだMOCなどの安全管理についての考え方も形作られていないときの話ですが、現場では今でも同じような苦労があるのではと思います。

司会：今回の事例は、OSHA PSMが施行される前の設備であった為にPHAが実施されていなかったとあります。日本でもPHAが実施されずに建設されたプラントは多いと思いますが、皆さんの所ではどうされていたでしょうか。

金原：これは以前から何度も申し上げている例ですが、様々な化学反応を行った後の廃液を、一つのタンクを經由して個別の廃液貯槽に入れるプロセスで、タンクの構造上、前の廃液が少しずつ残り、それが積みもり積もって異常反応を起こしたことがあります。設備増強にあたり、他府県にある別の工場内に新設したことによって起きた事故です。設計にあたり廃液の混合危険に対する配慮が不足していたことによるもので、PHAが不十分であったことを反省点として上げ、HAZOPなどをしっかり行うことを義務化致しました。

竹内：ある合弁会社に出向していたことがあります。その工場もOSHA PSMが施行される前に建設されたもので、協力会社の敷地内にありました。以前、Beaconにも紹介したルーツフロアの破損事故があった所ですが、PHAが実施されていませんでした。順調に稼働していたので、事故が起こるまではPHAを実施することに踏み切れていませんでした。

金原：少し話が違いますが、休日出勤によるトラブルの例を紹介します。ある工場でゴールデンウィークの最中にトラブルを起こしました。夕方になったこともあって早く帰りたい、一部の操作を標準書から外れた手抜きを行いました。その結果、蒸発不十分な状態で次工程の作業に移ることになりました。次工程は夜中に小型乾燥機を無人運転で行う作業ですが、その運転途中にトラブルが起きたのです。原因調査の段階で、そのオペレーターが手抜きをしたことを正直に言ってくれたので原因究明はすぐにできました。やはりゴールデンウィーク中に作業をさせることは避けるべし、ということから作業方法を見直して、ゴールデンウィークの作業をなくしました。

竹内：従業員が気持ちよく仕事を出来る様にするには極めて重要なことだと思います。プロセス産業では従業員を教育してプロセス安全文化を身に付けさせるのに時間が掛かりますから、その様な配慮が大切です。

金原：「知っていますか」に「プロセスに影響を与える可能性のあるすべての変更はMOCに」とありますが、影響を与え

るかどうかの判断基準をどうやって定めるかです。「あなたにできること」には「小さな変更」に注意しMOCの手順を経ることとあります。結局はすべてMOCを経るよと言っているようなものです。私は全社の変更管理の仕組み作りを作った経験がありますが、製造の要素技術が様々に異なる会社であり、苦労しました。ISOのシステムに落とし込んで、仮設も含めて変更したものを可能な限り記録しておいて、定期的に必要有無などを見直して、基準化や文書化することも一つの方法かと思います。

牛山 : デュポンでは変更の定義をきちんとやっていると聞いていますが・・・。

今出 : デュポンでは同等の物との交換以外の変更は全て変更管理に載せることになっています。詳細なPHAが必要になることもあります。ただ、現場の人が判断できない場合は、上司に相談することになっています。

木村 : しかし、変更管理は規定どおりにやっているかが問題で、東日本大震災の時、C社が大火災を起こしたのは、インターロックを開にしてロックしていたからで、変更管理をしていなかったのです。しかしながら、球形タンクには検査のために水を張っていたため地震動のために配管が破断し、遅かれ早かれ火災には至ったであろうとの説明も伺っていますが。

竹内 : 変更管理はPSMの中で最も難しいことの一つでして、購買や人事の人も含めて全ての人が変更管理を理解していなければならないのですが、実際には出来ていないと思います。

牛山 : そうですね、購入先の変更なども購入品中の不純物が製品に影響を与えることもありますね。

木村 : 原油をトッパーで分離する油の硫黄分が変わるので変更管理の対象としなければならないのに、対象としなかった為に発生したのがJ社の和歌山にある事業所の火災事故です。それが事故の内容を説明する報告資料にも出てこないことが問題です。I社では同じことが何年か前に起きていたのですが、それを他社事例として検討していませんでした。

金原 : そういう意味ではISO9000と14000で、かなり網羅できるのではないかと思います。

今出 : そうですね、基本的な考え方はISOと管理システムは同じだと思います。

牛山 : 人の問題でも組織が変わって管理者がいなくなり、大事故になった例もあります。オーストラリアのビクトリア州のガス会社の例がそうです。やはり、人事異動は小さな変更だと思われがちですが、人や組織の変更もしっかりと管理しなければならないでしょうね。

木村 : ある会社の事故も結局、組織を統合して課長が複数の部署を見なければならなくなったことが原因で、判断できなくなっていたので組織を元に戻したということと伺ったことがあります。人の変更管理も重要です。

金原 : それもまた、判断基準が難しいですね。ある課長なり部長なりをするには何の資格なり、能力を持っていることが必要かということを定量的に把握する必要があります。一方で、やらせてみて伸びることもありますし。

木村 : それはコンピテンシーマップなり、どれだけ教育したことが身についているかを整理しているかですね。それは事業所の体質というか、事業者の基本姿勢というか、取り組みに依存すると思います。

金原 : そこまでしっかりと整理されているかどうかですね。

木村 : ですから、システムを作ると同時にしっかりと実施することの重要性が認識されなければならないですね。

金原 : かつて自部門の掛長以上工場長までのローテーションマップを作っていました。育成5カ年計画でもありました。これは良い、というので全社に展開され、部門間で多面的にチェックできるようになりました。

司会 : 今回は皆様から活発なご意見を多数頂戴致しました。設備であれ、人事問題であれ、現状を正しく把握できていないと正しく是正することも出来ない、という点が全てに通じている様に思いました。PSBの事例は手順書と図面の不備でしたが、あらゆる情報が正確に書かれていないといけないことは、最近ニュースで話題となっているGDPの計算に偽りがあった問題にも言えることだと思います。本日は、ありがとうございました。

キーワード: 発煙硫酸(オレウム)、図面の不備、手順書の欠陥、PHA(プロセスハザード分析)、変更管理、仮設電源、非常用電源、インターロック

添付書類: 発煙硫酸漏洩事故のFTA

#### 【談話室メンバー】

今出善久、牛山 啓、金原 聖、木村雄二、塩谷 寛、澁谷 徹、竹内 亮、永嶋良一、  
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

以上