

PSB (Process Safety Beacon) 2025年1月号 の内容に対応	<div style="text-align: center;"> SCE・Net の 安全談話室 (No.223) </div> <div style="text-align: center;"> https://sce-net.jp/main/group/anzen/ </div>	化学工学会 SCE・Net 安全研究会作成 (編集担当: 竹内亮)
<div style="text-align: center;"> 何かに気づいたら、声を上げよう (PSB 翻訳担当: 中田 吉彦) </div> <p>司会 : 今月の Beacon は窒素とエアの二つのホースの仕様が全く同じであることに気づいて、窒素とエアを間違えて接続した場合の危険性を指摘したことで、リスク低減につながった例を挙げています。わずかな危険の種でも気付いたら声を上げて欲しいという内容のものでした。いつもの様な事故の事例ではありませんが、この事例について、ご意見のある方はいませんか。</p> <p>竹内 : この窒素とエアを間違えて接続する危険性については会社に勤めていた時に何度も耳にしていたし、私も何度も説明しました。特に危険なのはエアラインマスクに窒素を接続するという間違いです。そのようなことが起これば直ぐに死亡事故に繋がります。従って、私のいた会社では窒素とエアのホースコネクタの形状を変えて、間違っても繋がらない様にしていました。</p> <p>林 : 石油化学プラント内の各所には、作業用空気、窒素、蒸気、工業用水などのユーティリティ(用役)のホースコネクションが設置されています。コネクタ付きのゴムホースを繋ぐことで、洗浄作業やその他の作業に使用できるよう設置されたものですが、表示や色別だけでは誤操作が生じる可能性があり、窒素の接続にはコネクタの仕様を変更し、場合により窒素ホースコネクションの位置も別に変更するなどの予防策を取るプラントもありました。またその他の誤接続の可能性のある場合は、サイズの変更やコネクタ仕様の変更などで1対1対応になる工夫をしているプラントもありました。特に窒素と空気の誤接続対策には、社として注意を喚起し対策を取るよう指示していました。</p> <p>山本 : 同じ兆候でも見かけが同じホースと、直接的に振動とか音を発生する兆候とでは、兆候の強弱のレベルや質が異なると思います。振動や音などの兆候は、注意していれば気づくことも多く、必ず対応されるべきものですが、見かけが同じホースのケースでは、安全に対する高い感度と危険に対する洞察力がなければ、見逃される場合が多いのではないのでしょうか。感度や洞察力を高めるためには、事故とその原因について幅広い知識が必要だと思います。その点、Beacon では多くの事故事例を取り上げて、原因を色々な視点で分析しているので良い教材になります。ぜひ活用して欲しいと思います。また、日本ではKYT(危険予知訓練)活動を導入している企業も多いと思います。教材によりますが、これも感度や洞察力を高める有効な訓練だと思います。</p> <p>頼 : 窒素と空気が同じ色のホースとコネクタで配置されているのを見て監査チームが誤使用時に起きるリスクに気付いた事例ですが、監査チームにはもう一歩踏み込んだ指摘をして欲しいと思いました。この指摘だけではホースリールの色を例えば青と赤に変えるだけで対応は完了とされるかもしれませんが、しかし、ホースをローリー充填場所まで引っ張っていった先では同じ色のホースでは間違える可能性が残されています(ホースの色を変えるか?)。この事例ではホースとリールを使用法を踏む込んで議論して、リスクを探す事が監査チームには求められると思います。その議論の中で竹内さんの言われたホースコネクタの形状変更までのアイデアが出てくるかもしれません。またローリー側の事情でコネクタの形状変更が出来ない場合の対応も議論できると思います。例えばホースリールを吊り下げている梁(図1の黄色の部分)をローリーの充填場所まで延長してホースリールが充填場所まで移動できる様にすればホースリールの色を変える効果が出ると思います。その様な議論を通じ現場の管理職&運転員のレベルを上げる事が監査チームの本来の役割だと思います。その為には現場の実務に精通し、且つ山本さん御指摘の多くの事故事例に精通した監査員を育成する必要があると感じました。</p> <p>司会 : 「知っていますか」で機器の異音や振動について触れていますが、実際に経験されたことがあれば、紹介して頂けますか。例えば、異音に気づいて事故を未然に防ぐことが出来たなどですが、如何でしょうか。</p> <p>竹内 : 私がジョイントベンチャーの工場に赴任した時、ラインミキサーの付近で甲高い音が出ていました。保全担当の課長に尋ねるとラインミキサーの通常の音だとのことでした。しかし、実際にはすぐ近くの減圧弁から出ていた音でした。目的よりも大きいポンプを流用していた為に極端に絞り込んで運転されていて、減圧弁の下流部分でキャビテーションが発生して、エルボ一箇所でもエロージョンを起こしていました。大事故ではありませんが、品質トラブルの原因の一つとなっていたものでした。</p> <p>飯濱 : 私の勤務先では顔料を溶剤に混ぜるための攪拌機が多くありまして、攪拌槽内を低速でインペラが回転しているので音はほとんど発生しません。一方で攪拌槽を手で触れると微振動を感じられるのですが、私が毎朝の巡回時に全ての攪拌槽を指先で触って回りにしていました。稀にですが振動が大きい場合があり、その時には制御室に戻って職長に「No.XXの攪拌槽の振動が大きくなっているので、次に停止する時に点検してみてください」のように伝言していました。後日点検後に、インペラの回転軸が少し偏心していたことが判りました。</p> <p>三平 : オペレーターから関わったPVCプラントの現場パトロールで、回転機器類の軸受部で発生する振動や異音を診断して異常の有無を判定する方法を、現場に常駐していた保全担当者から教わりました。ベアリングの球と溶接</p>		

棒で作った簡単な聴音棒を持ち歩き、球を耳にはめて棒の先端を軸受に当てると、ベアリングの摺動音がよく聴こえました。通常は澄んだ音ですが、異常があると別の音が加わります。その段階で直ぐ故障発生とはなりません、保全担当者へ連絡して対応を決めていました。回転機器の音や振動に敏感になって、聴音棒無しでも早い段階で小さな異常に気付くようになりました。具体的な事例はどれも軽微なもので忘れませんでした。

林 : 運転員が気づきで事故を未然に防いだ事例は多くありますが、気づきの感性が高い人とそうでない人がおられ、感性の高い人のコンピテンシを解明する必要性を感じておりました。また、「いつもと違う何かを見つけたら社員に連絡してください」と事業所の定修時期に入場される 3000 名以上の協力会社の皆さんにお願いしたところ、1 ヶ月程度で約 100 件を実際に見つけてくださり、表彰した経験があります。意識を高くすることが大きな成果を産む証ではないかと思えます。

かつて「もっとあいてね」をスローガンにパトロールを推奨した事例が紹介されていました。漏れ、詰まり、塗装（外観）、油、異音、振動、点検（計器など）、熱（耐熱）の頭文字を取ったものですが、パトロールの際の的を射たもので意識向上に効果があるものと思えます。

竹内 : 実は今日、私はマンションの消防設備点検に少し立ち会ったのですが、その時に係りの方が消火器を振り上げて中の消火剤の流動状態を確認しているのを見ました。会社で、消火器の点検をしていた時は消火器の目視点検でノズルやストッパーに異常が無いかを見ていましたが、音でチェックする事も必要だと知りました。

牛山 : プラント建設後に巡回中でコンプレッサーの音に異常を感じてチェックして貰ったら弁が割れていたという経験があります。前回巡回した時と音が違うと気付いたのですが、プラント巡回では、毎回同じところを巡回することで前回との違いを感じる事が出来るので大切だと思います。

司会 : 「あなたにできること」でプラント巡回中の気づきについて触れています。機器の異音や振動以外で何かに気付いて事故防止に繋がった経験がありましたらお願いします。

竹内 : 以前にも紹介しましたが、原料の準備をしていたオペレーターが今回の原料は酸っぱい臭いがすると報告してきたことがありました。そこでロット番号を調査したところ、原料出荷元の親工場が間違っって不良品を出荷していたことが判明しました。この報告があったお陰で不良製品を作らずに済みました。その後は、親工場からのものでも原料を入荷するたびにロット番号と照合して品質の確認をするようになりました。

塩谷 : 臭気への気づきの事例をご紹介します。プラント巡回中のオペレーターがごくわずかな異臭に気づき周辺のチェックを行いました。近傍の固定式ガス検知器は作動しておらず、風向によって臭気が消えてしまうこともあり、原因は判らないままでした。しかし、翌日のプラント巡回の際にも再び異臭を感じたため、今度は一人ではなく三人で、それぞれがポータブルガス検知器を用いてフランジ面を中心に周辺のガス検知を徹底して行いました。その結果、ある機器の保温部でガス検知器が作動することが判りました。保温材を解体して調べると、溶接線近傍のピンホールから少量のガス漏洩が発生していました。この事例はちょっとした異変をそのまま放置せずに、シフトメンバーの協力で徹底した調査を行うことによって機器の異常を早期に発見することができたものです。事故を未然に防いだ優れた取り組みであるとして、そのシフトメンバーに対して安全表彰を行いました。

飯濱 : 私の勤務先の別の事例ですが、冷凍機のコンプレッサー吐出圧力をシフト毎に点検して記録する作業があり、シフト班長の業務の一つなのですが、ブルドン管圧力計の針がゆらゆら振動している中央値を読み取って記録するという少々熟練を要する作業です。ある時、A 班長が当日の読取値と指針の振動状況、および前日の値と状況とを比較して、「何か変な状況です。冷凍機を止めて点検した方が良いのでは？」と製造課長に報告してくれました。幸い 2~3 日後に計画停止日があったので、コンプレッサーを点検したところ不具合が見つかり直ぐに修理することができましたが、A 班長の観察力と「何かおかしい」と感じて直ぐに上司に報告することが無ければ、冷凍機はさらに深刻な故障を生じていたかもしれません。

司会 : 計器を見ることで異常を感じるのは大事なことです。

飯濱 : はい、その時の値を記録しているだけでは発見できないことです。前日の値を覚えていて、その差異に気付く必要があります。このことは Beacon にも指摘されていましたね。

三平 : PVC の原料である塩化ビニルモノマーは可燃性の高圧ガスで、漏洩を起さないように厳重に管理していました。小口径の配管の溶接部でピンホールからの漏れを数回経験しましたが、モノマーはクロロホルムに似た特有の臭気があるので、漏れに気付くやすく、直ぐに対応できてこの点はよかったです。モノマーの回収設備の高所にある細い配管の下で、時々弱いモノマーの匂いを感じて漏れを疑いましたが、いつもではないので放置していました。少し離れた重合設備で製品抜き出し後のマンホール開放時に出る、モノマーを含んだ換気ガスの匂いではないかと思っていました。気になるので石鹼水を使って詳しくチェックしたところ、細い配管の溶接部にピンホールが見つかりました。配管の解体取外しが出来ないため、微少な漏れも考慮して監視しながら放置し、2 ヶ月後の定修時に現場で溶接補修を行いました。

竹内 : 私が勤務していた工場では燃えない紙を製造していましたが、ある時、切れ端回収用のサイクロンで焦げ臭いという報告があり調べてみたら、サイクロンのハンドホールの隙間に紙片が刺さって動けなくなっているところに次々と紙片が飛んできて擦られ、摩擦熱が生じて焦げていました。元々、自己消火性の紙なので燃えはしませんが、異常発生が発見に匂いが関与した別の事例です。ところで、匂いの感覚には個人差が大きいと言います。特定の匂いに対して匂いを感じられない人を嗅盲とよぶことがあります。

山岡 : 工場で安全管理部門の長をしていた頃の経験ですが、私の職場は現場から離れた事務所なので、毎日、午前と午後に現場パトロールをしていました。、ある時、保温材で覆われた配管の部分で匂いを感じたので、運転担当者に知らせたのですが、その人は現場に来て匂いを感じる事が出来ませんでした。どうしても異臭を感じたので 保温材を剥がしてみたら、その人も匂いを感じる事が出来ました。直ぐに対処して事故にはなりません。その時の教訓ですが、現場の人は匂いに慣れてしまって匂いを感じづらいことが判り、その後は私のスタッフも異臭、異音、汚れ等がないか毎日現場をパトロールする習慣づけをしました。

飯濱 : 匂いは特に毒性ガスの場合、濃度が高いと感じない特性があります。メチルメルカプタンなどは ppb レベルでは臭く感じますが、数十 ppm などと濃度が高くなり有害性が現れる程度になると、臭いとして感じなくなります。従って匂いがしなくなったから大丈夫ではなく、濃度が上がっているかもしれないのです。従って、毒性ガスを扱っている工場では匂いがしなくなったから直ぐに安全な建物内に逃げろと訓練しておく必要があります。

牛山 : 大学時代に先生から、「若い君たちは現場に行ったら鼻を効かせなさい、ただし顔は効かない。顔が効くようになったころには鼻がきかなくなる」と言われたことを思い出しました。

林 : 小口径分岐配管の振動では、割れを発生する可能性のある振幅を整理した表がサウスウェスト研究所 (SwRI) や API から出されていますが、 $100 \mu p-p$ 以上で振動支配の周波数を計測したら評価が必要と言えます。パトロールの前に加振器や往復動圧縮機の吐出配管など、予め $100 \mu p-p$ を体験してから点検すると発見する効果があります。

塩谷 : シフト間の申し送り日誌の中に気がかり事項を記入する欄を設け、異音、振動を始め現場巡回やパネル運転で感じた気がかりな事項を些細なことでも良いので記入するように指導していました。記入された気がかり事項は次のシフトに申し送られるため、次のシフトメンバーもその気がかり事項に注意して現場巡回するようになり、また、プラント管理者は申し送り日誌を必ずチェックしますので、記載された気がかり事項を確実に把握することができました。これにより、記載された気がかり事項がすぐに対処すべきものか、経過観察でよいものかの見極めも容易にできるようになりました。

司会 : 「知っていますか」では、多くの大事故は事故調査でその予兆があったことを指摘しています。有名な事故で予兆があったと報じられているものがいくつかあると思います。印象の深い事故について紹介して頂きたいと思います。

竹内 : 予兆があったのに事故を起こしている組織は安全文化に欠点があったことが指摘されていると思います。米国の NASA は何度も大きな事故を経験しています。例えば 2003 年のコロンビア号の事故の場合は、発泡断熱材が剥離してシャトル本体の左主翼前縁を直撃して耐熱パネルを剥離させていました。シャトルが大気圏に突入した際に熱に耐えられずに大破したとされています。断熱タイルの剥離はそれまでの飛行でも何度も確認されていたにも関わらず、大きな事故にならなかったことで放置されていました。

牛山 : 1985 年の日航機墜落事故ですが、圧力隔壁が破壊したために操縦困難になり墜落したものでしたが、それまでに何度か修理を繰り返していましたので、その時点で隔壁破損の危険性を予測出来ていたなら、このような事故にはならなかったと思います。

木村 : この事故は日航ジャンボ機墜落事故と言われ、520 名の死者を出し、日本の民間航空史上最悪の事故であると共に、単独機としては死者数において史上最悪の航空事故でした。その原因は、しりもち事故 (1978 年に大阪伊丹空港着陸の際に機体尾部を滑走路面に接触させた事故) の後にボーイングによる機体尾部修理の不良と設計上の欠陥であり、特に機体修理中に使用されたりベットの留め方が不適切だったことが明らかとなっています。すなわち、米国調査団が 2 回目の現地調査を行った際、後部圧力隔壁に絞った調査で凶面を広げて調べているうちに、修理された隔壁の一部に一列しかリベットが効いていない箇所があることを発見しています。その結果、米国調査団のひとりのアメリカ連邦航空局 (FAA) 技術アイザーは、修理ミスから金属疲労破壊が発生したと推定しました。また、事故前の不具合 (予兆) として事故直前の 1985 年 (昭和 60 年) 2 月 - 本事故までの間、客室後部の化粧室ドアの不具合 28 件の発生が報告されていました。なお、当該事故の直接原因とされる後部圧力隔壁や後部胴体をはじめとする残存機体、コックピット・ボイスレコーダー、ご遺品、乗客の方々が残されたご遺書、事故の新聞報道や現場写真は JAL の羽田の安全啓発センターに展示されています。

司会 : もし、自社で経験された事故で予兆に気づいていたら防止できたかもしれないというものがありましたら、ご紹介いただけますか。

頼 : 先程のコロンビア号の事故にも通じることでありますが、現在の設備・プロセスの安全が維持できているメカニズムの本質を真に理解しているスタッフを育成する事が大切だと思います。多くの人には過去の経験をベースに行動を判断する傾向があるので、上記事例の断熱材剥離の様に、“警告”を“成功体験”と受け止めてしまいます。私の経験した殆どの事故には予兆がありました。しかし、再スタートを急ぐことから直接原因への対策までで、“予兆の見逃し防止対策”、迄には及びませんでした。人には、これ以上自分の仕事を増やしたくないと言う無意識の思いがありますので、見かけ上の成功体験の中から危険の芽を拾い出す、“嫌われ役”を育て上げる事が経営者の役割だと思いましたが (これも冒頭に述べた監査役の育成に繋がると思っています)。

山本 : 電気ケーブルの三相防爆コンセントについて経験したのですが、気付いていたら事故を防げたと思います。その三相防爆コンセントでは、アース線を加えてプラグ側に軸対象に4つのピンがあり、ソケット側には4つの差込み穴がありました。その配置には問題があり、ピンや差込み穴のどちらかが90度回転すれば、間違った接続でも差し込めるようになります(図1参照)。通常はプラグとソケットは金属の防爆ケースにビスで固定されていて、防爆ケースのキーとキー溝構造により正常な位置で接続されるのですが、事故が起こった時はプラグ側のビスが緩んでおり、90度回転した状態で接続されました。その結果、アース線にも電気が流れて事故が起きました。そのような可能性があることに気づいていれば、ビスが緩んでも、本質的に正常な位置でしかピンが差し込めない、配置が非対称(図1参照)なものを採用したと思います。軸対称の場合は、ビスが緩んでないか、外れてないかを使用する前に点検する必要があります。

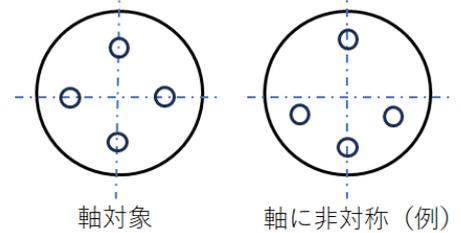


図1 防爆コンセントのピンと穴の配置

今出 : 今もそのようなプラグは市販されているのでしょうか。

山本 : はい、私がか会社にいた頃は市販されていたと思いますが、工場の全ての防爆コンセントを非対称のコンセントに交換しました。

司会 : 其他のご意見がありましたらお願いします。

飯濱 : 製造現場でのいわゆる「安全パトロール」では、個人の知識・観察力に過度に頼ることなく、工場あるいは会社全体としての実施方法を明文化して整備しておくことが非常に重要です。この実施方法の一部として、管理職・ベテラン社員・若手社員がグループとして現場巡回をして、観察した事柄を話し合いながら一定の様式に記録していく必要があります。これにより現場観察技術やプロセス安全の要点を若手社員に教育する絶好の機会になるわけです。安全コンサルタントとして多くの製造工場に伺いましたが、「課長が変わると、安全パトロールのやり方が変わる」という話をよく聞きました。属人的な現場巡回に頼りすぎますと、規模の大きなプロセスでは手に余るだろうと思います。また、安全についてなら上下関係無しに自由に意見を話せる職場にすることが必須で、この点は管理職やベテラン社員の責務だと思います。

司会 : 今日の話の中で、予兆に気付くためには知識が無くてはならないと感じました。多くの事故はそれまでに同様な事故が発生していると言われてはいますが、事故事例が多すぎてどれが自分のプラントの参考になるかを見つけることが難しいのではないかと思います。

牛山 : 普段行かないヤードのパトロールをした時のことですが、何かいつもと違うと感じてはいたのですが、何が違うのかが判りませんでした。何度も確認したところ、配管のたわみがいつもと違っていました。配管のサポートのアンカーボルトが腐食して外れていて、配管がサポートを吊っていたのです。事故には至っていませんが、現場ではいつもと違うことを感じる感性が必要だと思います。

竹内 : 何か違うと感じても、何が違うのか分からないことは、私も経験があります。安全コンサルの仕事で知多半島に行って姉齒の設計したホテルに宿泊した時に、何か広々としているなと感じたのですが、柱が足りないとは判りませんでした。後に事件になって、あの時の感覚はそう言うことだったのか、と思ったことがあります。

飯濱 : 先程の牛山さんのお話と関係するのですが、パトロールのやり方の教育が大切だと思います。ベテランが若手に「これが正常で、これがダメだ」と計画的・具体的に教えて行かないと、あるべき姿が何かを若手が知ることが出来ないと思います。それを知らないまま現場をいくら巡回しても、異常な状態は発見できません。

竹内 : そうですね、パトロールのやり方の教育は大切です。今朝、消防点検に同行して歩いたのですが、ベテランの人が若手に、どういう状態ならOKでどうなっていたらダメかを現物を見ながら説明していました。

司会 : 皆さん、色々なご意見をありがとうございました。大きな事故にならないうちに異常に気付いて対処することの重要性を改めて認識させる貴重な議論だったと思います。また、異常に気付くのは人ですので、その能力を身に付けるための教育が大切です。ベテランの社員の方たちにはそのスキルを積極的に若手に伝授して頂きたいと思えます。

キーワード: 予兆、異音、振動、匂い、感度、洞察力、知識、KYT(危険予知訓練)、キャビテーション、エロージョン、聴音棒、ガス検知器、安全文化、日航機墜落事故、安全パトロール、姉齒事件、

【談話室メンバー】

安喜 稔、飯濱 慶、今出 善久、上田 健夫、牛山 啓、木村 雄二、塩谷 寛、澁谷 徹、竹内 亮、
中田 吉彦、林 和弘、春山 豊、松井 悦郎、三平 忠宏、山岡 龍介、山本 一己、頼 昭一郎、