

| | | |
|--|---|--|
| PSB (Process Safety Beacon) 2018年3月号 の内容に対応 | SCE・Net の 安全談話室 (No.141) | 化学工学会 SCE・Net 安全研究会作成 (編集担当:竹内 亮) |
| | http://www.sce-net.jp/anzen.html | |

今月のテーマ:ニアミスの報告と調査

(PSB 翻訳担当:中村 喜久男、竹内 亮)

司会: 今月号の PSB は「ニアミスの報告と調査」がテーマで、ニアミスがきちんと報告されていれば、大事故を未然に防止することが出来たという事でした。二つの事例が紹介され、一つ目がスペースシャトル・チャレンジャーの事故、もう一つがニュージャージー州でのバッチプラントの事故でした。まず、チャレンジャーの事故についてお話を伺いたと思います。

飯濱: あの事故は PSB にも書いてあります様に O-リングが機能を果たさなかったために発生した事故でした。その O-リングはデュポンのフッ素系ゴムのバイトン®の一種でして、高温や耐薬品性にはかなり強いゴムですが、低温には強くなって、脆化が起こり易く、硬くなりやすいという性質があります。

渡辺: ゴムパッキンの経験は少しありますが、発射当日の外気温は低いと言っても-10℃位の温度ではゴム系のパッキンは脆化しないと思いますが。

飯濱: そうですね、バイトン®の場合、ガラス点移点は-50℃以下ですので、-10℃ではガラスのように脆化しない温度ですが、弾力性は大部分失われている温度域だと思います。外部からの振動などの影響で、シール隙間が短時間周期で変動した為 O-リングが追従できなくなったのではないかと思います。

渡辺: パッキンの仕様としては、当地の最低気温から使用の最高温度に耐えるものと規定しなければなりません。ダメなら、別の方法手段を徹底して検討すべきですね。

飯濱: ご指摘のとおりです。皆さんご存知のとおり、O-リングというのはとても使いやすいシール部品です。しかし、過酷な条件下で極めて高い信頼性を必要とするシール部分にはゴム系 O-リングではなく、金属系ガスケットを私はお奨めしています。一方で金属系ガスケットを使おうとすると、ガスケットを保持するフランジや配管に大きな強度が必要になりますので、ロケットのような飛行体のシール部分をできるだけ軽量に設計したい場合には相反する要件を上手く調整する必要があり、難しい課題です。

中村: この事故が発生する前にメンテナンスの技術者たちが気温低下がもたらす危険性を指摘していたにも拘わらず、発射が強行されたという記事を見たことがあります。チャレンジャーの発射は色々な事情が重なってかなり延期され続けていた為に、焦りがあったとも聞いています。PSB に書いてあるように以前にもニアミスを経験していたのであれば、更に延期する勇気を持つべきだったと思います。

牛山: この O-リングを設計したのは、2 番目の事例当事者でもあるモートンチオコール社でしたが、発射基地の現場技術者は当日の気温低下に危険信号を発していたようです。しかし、その会社の上層部は今までも 1 次シールはやられても、2 次シールが正常で問題なかったということで、現場の声を無視し、発射 OK を NASA に進言したようです。本来一次シールが破損した際の原因究明と対策を徹底しなければならなかったものを、2 次シールがあるという安易な安全神話に頼った形になりました。

竹内: 米国の Wikipedia によると、NASA は O-リングが二重化されているので問題ないと考えたのですが、実はこの O-リングは”Critical-1”に指定された重要部品で、初めからバックアップの部品を充ててにはならないものだったとのことです。”Critical-1”とは言わば最重要保安機器といったもので、命に関わる重要なものです。”Critical-1”に指定された重要部品のニアミスを放置していたことが事故の要因の一つだったと言うことですね。

山本: 詳しく説明して頂いて良く分かりました。これは「知っていますか」の 5 項にある「バックアップ装置(ここでは、2 次シール)が起動したことはニアミスとみなす」に当たりますね。それを放置していたのは、続くコロンビア号事故で調査委員会が明らかにしたように、NASA の安全文化がこの頃から崩壊していたのですね。

司会: それでは 2 番目のバッチプラントでの事故についてはどうでしょうか。

- 牛山：調べてみましたら、これは Morton International 社の事故だと判りました。この Paterson プラントでは *o*-NCB(オルトニトロクロロベンゼン)と 2-EHA(2 エチルヘキシルアミン)を反応させて石油製品着色用 Yellow96 Dye を製造していました。この事故は反応が反応器の冷却能力を超えて加速され、更に高温になった為に二次的な染料分解暴走反応を起こしたものです。
- 澤：このケースでは、初めに反応物の全てをバッチに投入しているとのことですが、それは危険ですね。通常は反応物のどれかを少しずつ加えるので、この様な事故にはならない筈です。
- 三平：牛山さんが調査された内容を見ると、この染料合成の開発段階ではセミバッチ方式で、先に仕込んだ 2-EHA に *o*-NCB を添加するやり方でした。7.5 m³の反応器の実プラントでは最初から原料の全量を仕込むバッチ方式を採用しています。セミバッチ方式では反応成分が抑えられるので、発熱量が安定して冷却制御がやり易く、一般的な有機合成で反応性の高い原料を使う時は採用されています。バッチ方式は条件によっては短時間に全量反応する可能性もあって危険性が増しますが、反応温度と反応速度の関係をしっかり把握して適切な冷却設備を備えていれば、暴走反応を起こさないようにできます。PVC など一部のポリマー製品は品質面から大型プラントでもバッチ反応方式が採用され、冷却制御を工夫して安全に運転されています。この事故は反応方式の選定、反応器の加熱・冷却制御や脱圧装置の設計などラボから実プラントへの移行段階の検討が不十分だったために起こったと考えます。
- 渡辺：バッチ反応では原料モノマーを最初から仕込んで、そのまま反応終了まで持っていくものと、途中でモノマーをプロップしていく方式がありますが、出来たポリマーの物性(特に、分子量、分布)が異なります。
- 山本：事故例で過去6回も温度異常があったのに、対策が取られていなかったのは信じられませんね。私の関係する会社では、温度異常があると、事故として原因調査と対策が取られます。反応器をスケールアップすると内液容量に対して冷却面積が必ず小さくなり、冷却能力が足らなくなることが多々ありますので、反応の発熱速度と反応器の冷却速度の検討は必ず実施しなくてははいけません。
- 牛山：温度異常への対策欠如だけでなく、開発時のセミバッチから商業運転時のフルバッチ方式への変更や、反応器容量の変更などに対しても変更管理(MOC)を行わず、この会社の安全管理体制がずさんであったことに驚きますね。
- 三平：実プラントの反応器に要求される運転温度は 150-153℃で、195℃以上になると分解反応が起きて暴走する状況だったのに、スタート時の加熱や反応開始後の冷却が、運転員によるスチーム弁や冷却水弁の手動操作に拠っていたのに驚きました。反応温度より数度低くまで加熱後にスチームを止めて水冷却へ切り替える自動切換え・定温移行操作の採用は難しくはないと思います。反応温度が高いので激しいハンマーリングを避けるために、加熱・冷却のジャケットやコイルをスチーム・水の共用とせず、別々にする必要があります。常用の冷却装置に余裕をもつ形に設計すれば、調査報告に提言されている緊急冷却装置は、プラントを複雑化するので要らないと思いました。
- 竹内：このケースも過去のニアミスに対してきちんと調査をしておけば、この様な対策を打つことが出来た良い例だということですね。
- 齋藤：皆様のご指摘はその通りなのですが、少し調べてみましたら、この PSB の Paterson 工場では反応生成物の分解については知らなかったようです。“Essential Practices for Managing Chemical Reactivity Hazard”(WILEY) という本が web で見ることができます。それによりますと Paterson プラントの PSI(プロセス安全情報)パッケージには主反応の発熱反応のことは記されていますが、分解反応についての情報は含まれていなかったとのこと。工場ではこの PSI をベースに 1995 年に PHA(プロセスハザード分析)を実施したとのことですから、分解反応は考慮の外だったのでしょうか。反応に関する情報は大事ですね。合成の主反応だけでなく条件的に幅広く検討しておくことが必要である、ということの実例だと思います。もちろん、みなさんご指摘のような運転と管理上の落ち度は許されることではありませんが…。
- 司会：それでは、今回のテーマとなっているニアミスの報告と調査の件ですが、ニアミスを見逃していた為に事故になった経験や、ニアミスの段階できちんと調査して事故の未然防止に役立った経験などをお話いただけますか。
- 竹内：色々な大事故の事故報告書を見ていると、事故の前兆が報告されている例が少なくありません。今年度の経産省プロジェクトで担当した流動接触分解 FCC から電気集塵機に可燃性ガスが漏れて爆発したケースで

も、その前に危険性を把握できるチャンスが沢山ありました。不具合を起こした装置をバルブで隔離出来ていたら間違いを起こさなくて済んだものでした。

牛山： 建設工事や保全工事の終了後の点検が不十分でよく起きたニアミスは、仮パッキンのまま試運転に入ってそれが破損するというトラブルでした。30k スチーム本管の末端に閉止板を取り付けていましたが、それが低圧のパッキンだったため、通気開始後しばらくして、そこから大音響をあげてスチームが噴出しました。幸いそばに人がいなかったため人身事故にならずに済みました。

山岡： プラント内のパトロール中に、ある特定の場所で臭いを感じたので、計器室の運転者にその現場で臭いを確認してもらったところ、「特に感じない」とのことだったのですが、一週りして再度その場所に戻ったらやはり臭うので、現場のスタッフを呼んで確認してもらったところ「臭う」でした。そのため、近辺の配管の断熱材をはがしてチェックしたところ、フランジ部分から微量のガス漏れ(可燃性のガス)が認められたので、応急措置をして事なきを得たことがありました。

竹内： 臭いもプラントが発しているメッセージですね。山岡さんの言われるように臭いの感じ方は個人差が大きいので、誰かが「臭う」と言ったら、自分が感じなくても異常を疑う必要がありますね。ガスに着けてあるメチルメルカプタンの臭いでも 1000 人に一人くらいは感じない人がいるそうです。

司会： 日本ではニアミスとは呼ばずにヒヤリ・ハットと呼んでいる会社が多いと思いますが、ヒヤリ・ハットはきちんと報告されて、事故防止に役立てられているのでしょうか。問題点などがあれば、それも含めてお願いします。

長安： 私はある調査会社による調査のプロジェクトに加わっておりますが、プロジェクトの活動として多くの企業を対象にアンケート調査をすると共にいくつかの会社に現地調査・ヒアリングした経験もあります。ヒヤリ・ハットを如何に収集し活用しているかも重要な調査要素ですが、この面で最近私の現役時代に比べてずいぶん進歩していると感じました。ヒヤリ・ハットは社内イントラネットで広く周知するなどの情報共有だけでなく、出されたヒヤリ・ハット情報に対しては所属長(工場長の場合もある)が報告者にヒアリングすると共にすぐにリスク評価して、対策を記入して実施するなど確実な対応がなされているところが多いようです。

山岡： 私が工場で保安管理の仕事をしていた時は、まだ「ニアミス」という言葉はなく、「ヒヤリ・ハット」でした。当初、保安・防災活動の一環として、ハインリッヒの法則からの大事故防止の考え方をもとに、プラントの現場だけでなく、工場全体で「ヒヤリ・ハット発掘運動」を実施しました。初めはなかなか出なかったのですが、「想定ヒヤリ」でもよいことにしたら出始めました。現場パトロール、設備の点検、工事中などで危なかった体験、放っておいたら危険と思うものを報告しあい、「なぜ危なかったか」、「なぜ危ないと思ったか」を皆で話し合っただけで危ない原因を絞り出し、設備面や行動面で対策を講じました。この運動が直接、事故防止に繋がったかはわかりませんが、ヒヤリ・ハット事例とその対策は他の職場にも水平展開をするようになり、ほとんどの職場は日常業務の中で習慣づいていったので、事故・災害の防止に役立ったと思っています。

渡辺： プロセス上のニアミスは、工程異常の A.B.C ランクの下位の C ランクとし報告、ヒヤリ・ハットはどちらかといえば労働災害になりそうな事象または微少な赤チン災害を報告という活動をしていました。工程異常 C ランクは当該班で PDCA を行い、再発したものは慢性不具合として、職長、スタッフが入り、重点的に取り組むことにしていました。実際ニアミスをなくす活動は安定した安全なプラントにするためには効果が大きく、あるプラントでは工程異常の件数が取組前の半分になったところがあります。また、日常では朝のミーティングでニアミスを報告させ話し合うことを実施し、それが意識の高揚につながったと思います。

大事なことは初めに、ニアミスとはどんなものか、何のためにこれをなくしていくのか、どのような取り組み方でやっていくのかを十分話し合い納得させることです。問題としては、職長、班長、スタッフへの負担がどうしてもかかりますので仕事の役割区分、ニアミスの内容による実行計画への配慮が必要でした。

竹内： 私のいた会社では「ニアミスは神様からのプレゼント」だと言っていました。誰も怪我をしていないし、設備の損傷もない時点でその設備の持つ危険性に気付いて、その対策を打つことができるのですから、それほど有難いものはありません。

山本： ヒヤリ・ハット活動のやり方は会社によって異なりますが、工場で起きた安全上の懸念事項は全て全社で取り上げるようにしなければいけませんね。例として、関係する会社のヒヤリ・ハット活動では、かなりの件数が出てきます。出て来たヒヤリ・ハットは、一つのエクセルシートに纏められ、社内の皆で見ることができません。それぞれ重大さのレベルが違いますので、軽微と軽度、重大とランク付けをして、取られた対策につい

て部署長、安全管理者がコメントを記入します。また、重大とランク付けされたものは、安全衛生委員会などで取り上げて、更に対策など議論するようにしています。現場から何でも提案する雰囲気醸成しているという点で効果があります。この活動で重要なことは、ヒヤリ・ハットの一件々しかり対応して現場にフィードバックすることです。

井内：ニアミスとヒヤリ・ハットの意味の違いも考える必要があると思います。ニアミスは、日本では一般的ではありませんが、米国では明確に定義されていて、SCE-Net で和訳している「CCPS プロセス安全先行および運行測定基準」では、「事故につながる恐れのある少量の漏洩またはシステム故障」です。少量の漏洩は、例えば、石油類では引火点毎に 0.5～2 トン以下の漏洩、システム故障は、安全弁やインターロックの作動です。ヒヤリ・ハットは、日本固有で、事故に至る前のひやりとした事例です。日本の事故の定義は、少量の漏洩も事故となるので、ここがニアミスとの大きな違いになります。いずれにしても、ニアミスとヒヤリ・ハット段階の情報について企業を超えて業界で共有することも、大事故を防ぐために大切だと思います。

長安：私の現役時代の経験では「ヒヤリ・ハット体験記」を出し合うという表現もあり、自分自身のちょっと危ない行動の反省や、見て感じた危ない状態などが多く出されていたように記憶しています。勿論井内さんの言われる米国で定義のニアミスも含まれますし、今はそちらを重視しているかもしれませんが。日本のヒヤリ・ハットの方が、範囲は広いのかなと思っております。

竹内：色々な会社を訪問する中に、「ヒヤリ・ハットを毎月〇〇件出さない」と言ったことをしている所もありました。これをやられると従業員は大変です。苦し紛れに殆ど意味のないものも出されていました。管理者も膨大な数のヒヤリ・ハットを処理しなくてはならなくなり、どれが重要なヒヤリ・ハットかを見つけることが困難になっていました。

三平：出身会社と今もコンタクトがあるので状況を聴きました。ニアミスの言葉は一切使わず、ヒヤリ・ハットのみで把握しています。私も在籍した石化工場では隣接の研究所を含めて、環安部門が年間約五千件のヒヤリ・ハットを把握しています。私が管理職をしていた昔は紙ベースで処理していましたが、今は大きなデータベースが作られ、活用されています。運転員や研究員が経験したヒヤリ・ハットは、対応策も含めて直ぐにパソコンでデータベースの自部署領域に自身で登録します。内容的に重要なものは運転員等だけで対応せず、作業長や係長など上司がチェックした際に適切な対応策をとるようにします。この大きなデータベースは環安部門が点検、整理していて、工場・研究所内の誰でも見ることができます。保安三法の関係省庁の査察等で、従業員の安全に対する意識が高いかどうかを判断する材料として、ヒヤリ・ハットの摘出数の多少を見ていたとの発言があったと聞きました。なお実際にトラブルになってしまったものは、小さなものでも別に把握していて、ヒヤリ・ハットはこの言葉通りのものだけをまとめています。

司会：今日は色々貴重なお話をありがとうございました。今回の副題は「プラントはニアミスで語りかけている-その声を聴いているか?」でしたが、日本の多くの企業ではもう少し意味を広げたヒヤリ・ハットを用いて隠れたハザードが重大事故に繋がらないように各社で努力されていることが分かりました。プラントが稼動している限り、この活動は続けられることでしょう。現場の声を拾うことと、現場が声を上げることの重要性を再認識することができました。

キーワード：

ニアミス、ヒヤリ・ハット、報告、事故調査、Oリング、パッキン、安全装置、バックアップ装置、

【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