

PSB (Process Safety Beacon) 2013年8月号 の内容に対応	<b>SCE・Net の</b> <b>安全談話室 (No.86)</b>	化学工学会 SCE・Net 安全研究会作成 (編集担当: 山岡龍介)
	<a href="http://www.sce-net.jp/anzen.html">http://www.sce-net.jp/anzen.html</a>	

今月のテーマ: 水ポンプでも爆発するか?

(PSB 翻訳担当: 中村喜久男、山岡龍介、小谷卓也(纏め))

司会: 今月号の主題は「水ポンプでも爆発することがあるので注意下さい」ということで、内容は比較的易しい感じがしましたが、いくつかの語句の訳が難しかったようですね。

山岡: まず、contamination。単に「汚染物」という訳も考えられましたが、何かによる汚染ということで、「汚染」になりました。どちらにしても汚染だけで爆発があるのかと疑問を持ちました。

平木: 例えば、水に何か溶け込んで溶解熱が発生し、それが蓄積して高温になり、爆発に至ることは考えられると思います。

小谷: 「コンタミ」と言えば、放射能とかゴミのようなものによる汚染を考えがちですか、この場合は、水に何か気化し易い物質が溶解または混入している状態を指すとは考えられませんか? 「混入」「混入物」と訳しても良いことがあります。岩石であれば「混成」、動植物であれば「混入」という訳語も使われます。

中村: deadheading a pump も訳しにくかったです。辞書によれば deadheading は、一般的な辞書に示される訳としては「無賃乗客」とか「無料入場者」ですが、色々な場面でそれぞれに見合う表現が使われている隠語のようですね。ポンプの場合にどういった表現が適切か難しく、deadheading のままにしました。

小谷: 読むだけならば簡単ですが、大勢の方に理解されるような適訳を見つけるのは大変ですね。私もアメリカの知人に語源について尋ねたりしましたが、deadhead, deadheaded pump などは広く使われている jargon なので無理に訳をつけたりせずにそのまま使うほうがよいと思います。

注: 上記以外の deadhead の意味: 輸送関係では「回送車(飛行機)」、鋳物の「押し湯」、鋳造物の「余頭」、棧橋の「係船柱」、園芸の「萎れた花の摘取り」、新聞の「人目を引かない見出し」、「能無し」、「沈みかけた流木」など、“貢献しない”あるいは“目立たない”ことに使われている jargon。ポンプの場合は前後弁を閉じて運転することを意味する。

山岡: position も、“位置”という意味をどう捉えるか、「開」または「閉」か、その間も含めた「開度」か。最終的に「開度」となりましたね。

司会: 全体の内容がイメージできても、個々の言葉を正しく、かつ理解し易いように訳そうと思うと、難しいですね。

司会: それでは本題に入りまして、今月号の記事についてご意見、ご感想をお願いします。特に水ポンプの爆発について知見がありましたらご披露ください。

澁谷: ポンプ内の水が加熱、膨張してもポンプにクラックが入るくらいで、爆発に至ることがないような気がします。今月号の写真や付記されていた2002年10月号の記事を見ると、確かに爆発が起っていますね。想像できないのですが。

山崎: 前後が弁で閉じられた密閉空間にポンプで長時間エネルギーを与え続けると、弁から多少の漏れが生じても気液混相の状態エネルギー蓄積されて密閉空間は更に高温高圧になります。そこにクラックが生じると高温高圧の気液混相が一気に大気開放されて急激に体積膨張して蒸気爆発を起し、その時の運動エネルギーにより、破片が遠距離まで飛散したと考えられます。密閉空間の大きさと、エネルギーの蓄積量、生じる破損の大小により BLEVE の規模は異なるように思います。

澁谷: 閉め切られて満水状態にある水が、熱せられると体積膨張によりポンプ内の圧力が上昇するのはわかりませんが、破片が数10mも飛ぶような爆発がどのようにして起こるか、怖いですが単純には理解できません。

山岡: 水の沸点をはるかに超えていくと圧力の上昇も大きくなるでしょうから、クラックが入ると大気と接して急激に圧力が低下し、一気に爆発、「ブレビー」が起こるのでしょうか。そこまで大きくなる前に、シールが破れたりポンプが部分的に破損して水が吹き出すことは想像できますが。

渡辺: 爆発する前に液体膨張により割れるなどして、液体の状態でも漏れ出すと思います。しかし、そのまま加熱が

続くと、ある温度までは液体膨張のまま進み、それ以上になると気体が発生し、気液の見分けがつかない臨界状態になっていたかもしれませんね。

司会： 爆発事故に至らなくても、ポンプ内で温度や圧力が上昇した例、あるいは、これらを防ぐことをされた経験はありますか。

牛山： 標準的には、ポンプにレリーフ弁を設けて、圧力は一定以上上がらないようにするでしょう。

渡辺： 自動で運転する時は、自動弁の出口側を閉、入口弁を開の状態です。スタートさせますが、吐出量が非常に小さく発熱して止めた経験があります。その後、温度調節のためのバイパスラインを設置して循環するようにしました。

平木： 私のところではミニマムフローラインを入れて戻していました。

中村： 水ポンプではありませんが、長い時間、出口側の吐出弁は開であるも、制御の関係で調節弁が閉となり、吐出側に流れなくなったことで、ある量吸込側にリサイクルされ、吸込側の温度が上昇したことがありました。そのため、吸込側へのリサイクルラインが冷却されるようにクーラーを取り付けたことがあります。

牛山： 遠心ポンプは吐出弁閉の状態です。起動させ、循環ラインを使って徐々にその弁を開けていくようにしていました。往復動ポンプの場合は、必ず吐出弁も開として閉切状態にならないことを確認して起動しました。

長安： いずれにしても、吐出側は閉めることはあっても吸込側を閉めて運転することはないですね。

遠隔操作の場合は起動後にラインの流量変化や前後のタンクなどの液面変化などにより、現場に行かなくてもポンプが正常に働いていることは確認できると思います。

渡辺： 最初の起動の時は現場で確かめますが、自動運転中は計器室で流量、圧力などを監視します。

澁谷： 例えば、ポンプのメンテナンスなどで、作業が終わってポンプを取りつけて復帰させたとき、申し送りや確認が不徹底で、吸込み側、吐出側の両方のバルブが閉の状態のまま起動させて、気がつかないでいると起こりますね。

山岡： 確かに起こりえますし、現実には起こっているわけですが、閉切り状態のままポンプを起動させたヒューマンエラーが主因です。入・出口弁の確認は必須事項ですし、確認を忘れたとしても、時間が経つとプロセスに何らかの異常が現れ、計器室でも感知できますので、通常の監視業務で気がつくと思います。工事側との連携や、作業開始前の確認などを習慣づけることが大切です。

小谷： 爆発に至るまでの間、相当な時間がかかるでしょうがその間締切運転をしていることに気づかない運転管理も問題ではないでしょうか。

司会： 水ポンプの爆発については、皆さんの知見や経験にはないとのことですが、水以外の液体も含めてポンプがらみの事故あるいはトラブルについてはいかがですか。

長安： ポンプに多いトラブルは空引きですね。ポンプの種類によって空引きに強いものもありますが、気をつけています。

渡辺： キャビテーションもあります。気がつかないと熱くなるときがあります。

山岡： グランドやシール部からの漏れによる事故はありますね。水なら多少の漏れはいいですが、引火性液体の場合は火災になりやすいので、注意が必要です。

山崎： 冷却水ポンプが止まって事故になった例として、東日本大震災時の東電第1原発の重大事故を思い出します。地震で外部電源が落ち、津波で非常用発電も使えなくなり、冷却水ポンプが止まって反応器の冷却ができなくなり、加えて圧力を下げるベントの遠隔操作も不能になりました。そのため、炉心から発生する核分裂エネルギーが反応器に蓄積して、高温高圧の沸騰状態で液位が下がり燃料棒が露出し、反応容器と格納容器の圧力が設計圧力を超え破裂の危険に晒されました。もし、どちらかが破裂していたら高温高圧の水蒸気爆発で巨大な BLEVE が起こり、原子炉建屋上部の使用済核燃料プールを破壊し、水素爆発とは別に核燃料が遠距離飛散したと思うと恐怖です。反応容器の底に燃料のメルトダウンで穴が開き、核燃料が格納容器に落ちましたが、途中から海水を投入とベントの手動操作により圧力を下げ破裂は避けられました。今回の記事とは原因も規模も違いますが、化学プラントでもエネルギーの蓄積が続く状態で冷却水が途絶えると大きな事故につながることもあるので、水ポンプといえども侮ってはいけません。

司会： 今月号は「水ポンプでも爆発する」例でしたが、閉め切り状態のままポンプを起動させるという基本的なエラ

一が主因でした。何でもそうですが、事を始める時の安全確認を怠りなく行うことが大切です。色々なご意見ありがとうございました。

司会： 今月号から、PSB(談話室を含む)を活用し易くするための検索方法の1つとして、キーワードを登録することになりましたが、今月号担当の方、キーワードの候補をお願いします。

中村： 最初なので、どういう形のキーワードにすべきか、迷いました。例えば、今月号の主題は水ポンプの爆発ですが、例えば「水ポンプ」や「爆発」などの一般的な単語では出てくるのが多すぎて、かえって検索しにくいと思ひ、「水ポンプの爆発」という連語としました。その他には、「閉鎖されているポンプ」、原文のままの「dead heading pump」、「BLEVE」を挙げましたがいかがでしょうか。

牛山： 確かに、連語だと検索対象を絞り易いですが、そのものずばりでないと出てこないの、逆に難しい面があります。

斎藤： 広い範囲で一般的な単語だと多く出るかもしれませんが、検索を行う範囲が PSB だけなので、それほど時間をかけなくてもヒットするのではないのでしょうか。

平木： 例えば「水ポンプの爆発」の場合、「水ポンプ」と「爆発」を並べれば両方に共通した事例が出てくるので、単語でも大丈夫だと思います。

山崎： 「BLEVE」は、英語だけでなく、日本語読みの「ブレビー」、や「蒸気爆発」も加えてはいかがでしょう。

司会： では、皆さんのご意見を集約して、今月号のキーワードとして次の6つの語句を登録します。

水ポンプ、爆発、蒸気爆発、BLEVE、ブレビー、締切ポンプ

#### 【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、  
中村喜久男、 長安敏夫、 日置 敬、 平木 一郎、 山岡 龍介、 山崎 博、 渡辺紘一