

PSB (Process Safety Beacon) 2016年5月号 の内容に対応	SCE・Net の 安全談話室	(No.119)	化学工学会 SCE・Net 安全研究会作成 (編集担当:渡辺紘一)
	http://www.sce-net.jp/anzen.html		

今月のテーマ:事故は何度も繰り返す!

(PSB 翻訳担当:牛山 啓、渡辺紘一、竹内 亮、小谷卓也(纏め))

司会: 今月のテーマは、倉庫に貯蔵されている危険物第1類の硝酸アンモニウム(以下硝安)にかかわる火災事故2例を掲載しています。これらの内容について何か捕捉補足があればお願いします。

渡辺: このテーマについて、PSBの2014年2月、2016年2月号を参照とあります。2014年2月号は活性炭吸着装置の発熱事故、2016年2月号は貯蔵タンクのオーバーフローによる火災事故を取り上げています。何れも繰り返されてきた同じ事故について取り上げています。

また、1947年のTexas Cityの事故ですが、硝安積載の貨物船内の小火程度のものが、放水を躊躇した(硝安が濡れてダメになる)ため、火勢が広がり放水するも甲斐なく、硝安が分解爆発に至ったと言われております。多数の消防士、見物人が死亡し、付近の石油精製装置、タンクにも甚大な被害が出た事故でした。

小谷: この事故については、2005年のお茶の水女子大の公開講座で紹介したことがあります。埠頭に接岸したりバティ型戦時標準船の風通しの悪い下部船倉に硝安を積んでいたこと、他の貨物に及ぼす影響を恐れ肝心の早期冷却が遅れた…つまり、積荷がどんなものであるかを船主も船長も認識していなかったことに起因しています。この事故の損害は、硝安2300トン、死者470人、負傷者3000人、町の建物の90%が損壊と報じられていますが、火災を起した船以外に沖待ちの船が沈んだり、埠頭の先端が吹き飛ばされたり、隣接のMonsanto社のプラントで145人の死者を出したことなどはあまり知られていないようですね。

竹内: 今回PSB記載のテキサス州Westの爆発事故では、保管されていた40-60トンの肥料用硝安が爆発して、マグニチュード2.1の地震が観測されたほどのスケールでした。爆発が午後7時50分だったので、近くの学校の校舎は破壊されましたが、学生に犠牲者が出なかったことは幸いでした。消火栓が火災発生現場の近くになく、ホースの接続に手間取っていた矢先に爆発して、12名の消防団員が犠牲になりました。また、ごく近くに硝安100トンを積んだ貨車があったものの爆発しなかったのは運が良かったと言われています。米国では大量の肥料用硝安を貯蔵しているところが多くあり、テキサス州だけでも19箇所が学校や病院の付近にあるといった状況とのことでした。

牛山: 硝安の分解爆発(爆轟)ですが、起きる時もあるし、起きない時もあり、その条件とか原因はまだ明確にはなっていないようで、この事故の後2014年にテキサス州Athensで起きた火災事故の際は爆発が起きませんでした。硝安に少量の炭化水素や、金属粉などのコンタミがあると爆発の危険性が高まるようです。また、硝安の融点は155~169℃で、これ以上の温度では各種の分解反応が起こり、250℃までにNOやN₂O、それ以上でアンモニアなどのガスが生成し、これらのガスが溶融硝安の中でバブル状になり、爆発の危険性を高めるようです。

三平: 窒素、燐酸、カリウムを合わせた複合肥料が製造されるようになったのはずっと後のことで、アンモニア合成の確立後は単一肥料としての窒素肥料は硫酸と硝安が製造されていました。日本では硫酸が欧米では硝安が主に使われて来ました。降雨量の多い日本では、硝安中の硝酸分が溶解・流失しやすく、ロスが多かったからです。降雨量の少ない欧米では昔からずっと硝安が使われて来ました。単位数あたりの窒素分が高く、施肥が効率的にできるからだと思います。欧米の硝安の爆発事故では規模の大きさに驚かされますが、日本では使用量が限られており、製造や取り扱いでも充分注意しているので、大きな事故を聞かないのだと思います。

司会: 危険物1類(酸化性固体)の事故について経験、情報等ありましたらお聞かせください。また、その他これらの事故のコメントもお願いします。

澤: 1921年にドイツで、BASFの爆発事故があります。屋外で山積みして吸湿固化した4500トンの硝安と硫酸の複塩(肥料)を崩すため、いつものようにダイナマイトを使用していたところ大爆発が起こり、500人が死亡、

160人が不明となった事故です。この作業は以前から定常的にやっていた作業です。肥料なのだから大丈夫との先入観のためなのか、その扱いはいい加減、適当に行っていたのでしょね。

牛山：日本でも1952年T社のカプロラクタム工場で硝安爆発事故が起きています。カプロラクタム生産工程で副生物の硫酸回収の際、真空蒸留装置で濃縮し過ぎ、硫酸水溶液に少量含有する硝安が過濃縮され、分解爆発した事例です。

渡辺：2013年、滋賀県の化学洗浄の工場で、硝酸液の洗浄槽が衝撃などの原因で爆発し、薬傷1名、建屋の一部損壊が報告されています。これは、製品からの洗浄された付着物の沈殿物と硝酸が反応し、硝安が生成され、それが分解爆発したと言われております。

竹内：日本では、硝安は爆薬の原料ともなるので、反政府運動の対応として純度の高いものは使わせないようにしているそうです。

長安：硝安、硫酸は単独で、肥料としては使わないですね。肥料としては、各種の肥料を混ぜ合わせたものを「混合肥料」として取り扱っているようです。硝安の含有量も下げられます。

竹内：この事故では、消火活動に駆けつけた消防団員たちには硝安が爆発することを知らされていなかったそうです。米国でも、消火活動をする人にはプロの消防隊員と地域の消防団員がいますが、後者は教育や訓練の機会も充分でない様に思われます。

長安：中国天津の事故もそのようですね。カーバイドに放水していますし、教育訓練はされていなかったのでしょう。日本では危険物の取り扱い、保管を消防署に届け出るとは法規制上で当たり前のことであるし、消防署が消火のために化学工場に到着した場合には必ず工場の担当者と共に危険物などの存在場所を確認した上で消火活動を実施します。

牛山：硝安を屋外に山積みされているのは問題ですね。

竹内：この事故調査の結果、法規制にも穴が見つかり、法改正が勧告されています。

小谷：世界中で硝安の事故がありましたが原因がわかっていないものの中に、北朝鮮の龍川(Rongchon)で、40トンの硝安を積んだ貨車が、燃料油を積んだ貨車と接触したための大事故(死者161名、負傷者1300名)があります。半径500mの穴が開き1869棟が崩壊、6300棟が損害を受けたそうです。事故の1時間程前に金主席の乗った列車が通過したばかりで、注目したメディアもあったとか。しかし、UNEP APELLは、「日本統治時代の古い設備の更新がゆきとどいていなかったため」と見たようです。今はどうか知りませんが、事故が多いので硝安85%以上のものの保管を禁じた保険会社もあったそうです。

竹内：今回のテキサス州の爆発では2億3000万ドルの損失に対して保険が100万ドルしか掛けられておらず、事故を起こした会社は倒産しています。

司会：今回のPSBでは過去にも掲載されている「同じような事故が繰り返し起きている」ことに焦点を当てています。以前のPSBの2014年、2016年の同テーマの談話室では、安全会議・教育、変更管理・安全性評価、設備の点検、それらの充実、同業者間の事故情報交換と活用が話されております。今回もあらたに、事故を繰り返さないために、具体的にどのようなことを検討し実施してきたのかお聞かせください。

澁谷：工場では安全衛生委員会があり、発生した事故、ヒヤリなどについて協議し、労使で共有します。更に、下部の職場安全会議などを通じ、上記事項についてきめ細かく情報伝達、検討されていきます。また、当然職制として課長から課員にも指示徹底されます。このような活動を地道に、継続してやっていましたね。

長安：40年ほど前私が勤めていた工場で大きな事故があり、その際にその関係の名称を付けた委員会を設置し再発防止にとりくみました。その委員会は現在も引き続き活動しており安全に関する事項を検討していることを最近確認し安心しました。また、最近は毎月初めに当月の工場の安全カレンダーが全従業員にメール配信され、過去に起きた当月の事故例を知らせることにより、安全意識の高揚を図っています。

澤：ダウ社では自社の事故例、他社の事故例から学ぶということで、“A look back in time”というタイトルのビデオを作って反応性化学物質(reactive chemicals)やプロセス安全の教育に使っておりました。ビデオは過去の事故とその事故がもとになって新たに制定された基準の重要性を説明してありました。プロセス安全の実施には、特にルール違反は認めないことを徹底するよう活動していました。

司会：近隣の住民に対して、被害を繰り返さないといった点ではどうでしょうか。

- 竹内： PSB の事故事例の施設は、当初は周囲に何も無い原っぱに建設されましたが、その後、周りに学校、病院が出来てしまい、被害が大きくなってしまいました。危険な施設の周辺に居住エリアが出来ない様に、行政的な配慮が必要ですね。
- 小谷： BLEVE でよく知られた Mexico City の LPG ターミナルも、周りには何も無いところに建設したものの、事故のときは密集状態になっていました。日本でも、関西で、建設時周りに何もなかったプラントが民家に囲まれてしまい、臭いと騒音でもめた会社がありました…このもめごとを煽ったのは左系の団体でした。後知恵ですが陸上では周囲1kmとか 500mとか保有空地が欲しいですね。
- 牛山： 都市計画法でいう工業地域には学校、病院は設置できず、住むには適さない地域です。石油コンビナート等災害防止法ではコンビナートを隔離するための緑地、緩衝帯の設置の計画が求められており、また、工場立地法で緑地の広さと配置の規制があります。このように法ではある程度、住工分離を考慮していますね。
- 澤： インド、ボパールの事故でも、最初は広い野原のように人が住んでいない地域だったのに、工場の近隣に住民が住みだし、ひどいところでは工場の塀を住居の壁として利用していたとのこと。
- 司会： 広く化学業界を見て、同じ事故を繰り返さないため、業界として大きな課題である技術の伝承について、何かご意見があればお聞かせください。
- 井内： かなり前(1973 年頃)にアセチレンの水添やジシクロペンタジエンからのエチリデンノルボルネン生成による発熱反応起因の火災があり、最近もまた発熱反応起因の火災が頻発しています。化学会社は反応に関する事故防止の活動をずっと続けてきていますが、いまだに同じような事故を繰り返しています。反応プロセスでなぜこのような危険な事象起こるのかといった技術の伝承が不十分なためであり、人が変わっても伝承するシステムを作ることが重要と思います。
- 澤： プロセス設計段階で、誰がどの段階で何に基づいて何をするのかの役割と機能を明確にし、定められたレビューを実施し、記録してその後のフォローに誰が責任をもって実施するのか記録して、実施を確認記録に残すことです。その結果設計思想が伝承されます。
- 井内： 日本では導入技術が多く、最初はエンジニアリング会社から提示されます。製造側が設計段階で係わるためには、知識、経験、人材、体制等十分でなく難しい状況もあります。
- 中村： 法律で決められている事項は厳しくやっています。自社開発の場合や導入技術の場合も安全性は詳細に検討します。指定の仕様に基づいて建設する場合も、安全性は詳細に検討し施工しました。
- 澤： 一番重要なのは、そのプラントの設計思想がどうであるか、それがはっきりしており現場にきちんと伝わっているかです。デザインする人が設計思想を自分のプラントとして見直し、安全とか現場の問題についてもレビューし、それを伝えることだと思います。
- 井内： 設計のレビュー、チェックでは携わっている人に対して、設計の一部を特化して担当してもらいますが、全体から見ると各担当それぞれの進めかたになってしまい、体系的に進めているとは言い難いです。例えば、現場のオペレータには緊急時の対応だけやってもらうとかで、結局、携わる人によるため、マニュアルやリスクマネジメントなど抜けが多くなっています。
- 澤： プラントで使用する物質について、そのプロセスの安全に係わる安全データの収集、管理、教育も重要です。どのような項目を調査し、帳票にまとめ、取り扱いへの反映、オペレータへの教育等について体系的に役割と機能について基準を作り、きちんと実施することです。原料、製品はもとより、中間体まで、その物理的、化学的性質、反応性、衝撃安定性、DTA(示差熱分析)や ARC(断熱型暴走反応熱量計による測定)などによる熱的安定性などすべてのデータをそろえて設計しているのでしょうか？エンジニアリング会社任せの工事用設計や建設では抜けやすいところだと思います。
- 牛山： 過去、安全の仕組みを PSM のような体系的に見たことはありませんでしたが、それでも安全について要所は抑えられていました。当時は、組織でなく人が事故を防いでいました。今後昔のような人がいなくなりますので、組織で対応せざるを得ませんね。
- 司会： 最近では、自主保安の更新審査は、事故事例の教育、潜在危険の対策、第三者のチェックなども審査することとし、事故防止を進めていますが、工場の取り組みはどうか。ご意見をお願いします。
- 三平： 近年の化学プラントでの重大事故の多発により、関係当局の指導は厳しくなっています。高圧ガスの(自主

保安)認定事業所の更新審査では、事業者が取り組むべき事項として自主保安向上に向けた安全確保体制の整備と実施、リスクアセスメントの徹底、人材育成の徹底、社内外の知見の活用を掲げて取り組むように指導されています。これまでは事業所の自主的な保安力評価が行われて来ましたが、現在はそれに加えて第三者による保安力評価が必要になっています。その評価項目は安全基盤項目と安全文化項目に別れていて、隙のないチェックが行われるようになっていきます。これらの評価をしっかりと行えば、事業所の弱いところが見えてくるので、それらにしっかりと対応することで事故を減らすことが出来ます。

澤：法律を守るだけでは、本当に工場に必要な技術とか人員とか要求が出てきません。法律を厳しく守ることで、多少は良くなっていますが、工場が自分の安全のために自律的に、技術、人、金などを要求し、それに対応するリスクはどうかと考えていくことが必要です。

井内：法律には穴があり、体系的に完全なものではありません。埋めるのは各企業ですが、自分たちの安全のためという観点ではなく、監査のために埋めていることが多くなっています。事故が繰り返されるのは、緊急時のリスク、装置内のリスクなどのプロセスのリスクアセスメントが一部の企業を除いて厳密にはなされておらず、明文化も不十分で、従って技術伝承に問題が発生していることが大きいと思います。

牛山：法律には実施すべき最小限のことが書かれていません。プラントを海外に輸出する場合、先方の状況に応じて、安全を検討し、防護のための設備を付加することもあります。日本では同じプラントでも設置しなくても法的に問題なければ設置しないといったケースがあります。リスクを評価し、自らどこまで取り入れるかが今後の課題ですね。

竹内：法律をきちんと守っている企業もあれば、中には守れていない企業もあり、まちまちだと思います。米国でも安全に対する企業の意識レベルは高低様々です。しかし、安全を目指す方向としては、法律を守るだけではなく、PSMを理解し実施していくことが大切だと思います。既存プラントでは難しいことも多いでしょうが、着実に積み上げていくことが求められます。

澁谷：事象事例の教育は必須のものですが、特に同じ取扱物質やプロセスでの事故は身近に感じられ最も有効な事例です。英国の会社から技術導入をした時、ヨーロッパでは同じ物質を製品とするいわゆるコンペティター同士でも事故情報は共有し業界の安定に活用すべきだとして、事故の検討委員会を設置していると聞きました。日本でも同様の意識を持って取り組むべきだと思いましたが、残念ながら、いまでも実現していないようです。

牛山：日本の事故報告書を見ても、肝心なところが記載されていなかったり、必ずしも他山の石にならないことも多いですね。

井内：欧米と日本の事故報告書の詳細内容はちがいますね。欧米では全体に伝え、安全になるよう導くことを旨に記述されています。日本では同業種の会社間の情報ならまだ使えますが、公開された情報となると難しい状況です。

司会：「事故を繰り返さない」ために何をやるかは、開発・設計から建設・運転といった作業段階で、実施すべきこと、また、研究開発、設計、保全、保安、監査といった部門で実施すべきことがあり、工場だけでなく全社で、これらを体系的に、かつ全体的に着実に進めていくことが重要です。幅広いご意見有難うございました。

(キーワード) 硝酸アンモニウム(硝安)、硝安の事象事例、繰り返される事故、技術の伝承、認定事業所の更新審査、

【談話室メンバー】

井内 謙輔 牛山 啓、加治 久継、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、日置 敬、松井 悦郎、三平 忠宏、山岡 龍介、山本 一己、渡辺 紘一

以上