

PSB (Process Safety Beacon) 2023年3月号 の内容に対応	SCE・Net の 安全談話室 (No.201) http://sce-net.jp/main/group/anzen/	化学工学会 SCE・Net 安全研究会作成 (編集担当: 金原 聖)
--	--	---

有毒ガス

(PSB 翻訳担当: 山本 一己)

司会 : 今月号は、ヨルダンの港町アカバで液化塩素コンテナをクレーンで積み込み作業中に突然落下し、コンテナが破損して中から有毒の塩素ガスが噴き出した事故で、ちょうど映像が撮られていたことから報道各社から、その映像が生々しく報告されています(URL 参照)。これに関して、本文でも参考文献が紹介されていますが、それらを含めて補足説明下さい。<https://www.youtube.com/watch?v=OqaNXRuPOno>

竹内 : Beacon の情報だけでは詳細がわからないので Jordanian Chemical Process Safety Engineers Society の報告書からも情報を取って分析しました。ワイヤロープは径 32mm 耐荷重 8.6 トンのもので、26KL の ISO コンテナを四隅で吊り上げていたと思われます。ビデオの映像とコンテナの規格からフック部の角度が 90° だったと判ります。吊り荷の総荷重が 28.9 トンとありますので、「ワイヤロープ安全荷重表」の 90° 4 点吊りの最大荷重 24.1 トンを超えていました。Beacon や報告書では3倍以上の力が掛かった様に書かれていますが、違うと思います。報告書の写真(右図)からもワイヤが老朽化しており、保守点検ができていなかった為に強度が低下していたことが切断の直接原因と考えられます。



切断したワイヤロープの写真: 出典 <https://www.linkedin.com/showcase/jordanian-chemical-process-safety-engineers-society/posts/?feedView=all>

山本 : 今回の事故のコンテナを吊り上げている動画を見ましたが、クレーンのフックに掛けたコンテナ側のワイヤロープが破断してコンテナが落下していますね。調査すると、ワイヤロープの破断が原因の事故は数多く出てきます。したがって、ワイヤロープは定期的に点検して、損傷や劣化の状態を常に把握しておき、取替時期を失しないようにしなければなりませんね。ワイヤロープの素線の破断数や摩耗、腐食、形くずれとキンク(ねじれ)など、ワイヤロープの主な点検項目と廃棄基準は法規や協会で決められていますので、しっかりと守らなければいけませんね。

木村 : 以前に事故時の安全性を確保するために、ステアリングの構造をコラムシャフトからワイヤロープ構造に変更するトライアルを Honda が行い、その際のワイヤロープ構造の信頼性を検討した経験がありますので、その概要を以下に紹介します。この検討結果からもワイヤロープの保守には潤滑剤の塗布が大切です。

https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsmeatem/2003.2/0/2003.2_OS12W0344/_pdf

金原 : この事故を受けて高圧ガス保安協会(KHK)から「クレーンを使用した高圧ガス容器の荷役作業に係る注意喚起」として、以下の内容で報告、注意喚起がされています。

- (1)事故概要: クレーンの故障が原因であり、容器を運ぶ鉄のワイヤロープが切れたという証言がある。調査の結果、アカバ港の運営管理者、上級職員などは、重要な安全に関する訓練を受けていない職員に業務を委任していた。玉掛用具(ワイヤロープ)の定格荷重は、液化塩素の容器の重量に対して、適合性が欠如していた。
- (2)日本の関連法規: 一定能力以上のクレーンを運転する場合、労働安全衛生法に基づき、資格を有する者が運転する必要がある。クレーンの玉掛用具(ワイヤロープ、フック、リングなど)は、労働安全衛生法に基づき、安全性能を有する玉掛用具を用い、使用前は点検をする必要がある。
- (3)国内のクレーン災害、高圧ガス事故事例: 多数紹介されている
- (4)注意喚起: 高圧ガス容器を移動する場合は、高圧ガス保安法を順守し、転落、転倒などによる衝撃およびバルブの損傷を防止する措置を確実に講じる。高圧ガス容器を移動するため、クレーンを用いる場合は、労働安全衛生法を順守し、安全性能を有する玉掛用具を用い、使用前は点検を確実にを行う。

司会 : おかげで理解が深まりました。今月号の事故について皆様からご感想や意見をお聞かせください。

竹内 : Beacon で指摘されているように、吊り上げ作業時の有資格者によるチェック体制も大切ですが、吊り上げ作業計

画書を作成して安全であることを確認すると共に、設備・器具の点検が大切です。重心が中央にある4点吊りではワイヤロープの長さに差が出ると実質的には2点吊りになってしまうので、特に注意が必要です。この事例では瞬間的に2点吊りになった可能性があると考えています。

山岡 : 今月号は、タンクを吊り上げるワイヤロープが切れてタンクが落下し有毒ガスが放出されて災害になった事例で、有毒性物質の荷役時の安全対策が主題ですが、内容物が有毒性物質でなくてもワイヤロープが切れてタンクが落下して、それが従業者にあたると大けがをします。ワイヤロープの健全性の定期的検査や吊り上げ下げの作業前の安全性チェックと手順の確認が必要と考えます。私の居た現場ではワイヤロープの検査後に検査済を表すリボンを付けていた記憶があります。

竹内 : よく似た例を紹介します。私が知っている重量機器の会社では、ワイヤロープを3組持っており、3組それぞれに違った色のリボンを持っていて、毎月変えて使い、例えば今月は赤リボンの月、次月は青のリボンの月という形で管理し3ヶ月でローテーションします。一方、休んでいる2カ月の間にワイヤロープを点検し、傷んでいないこと確認し、傷んでいる場合は交換します。さらに実際に使用する前にも確認点検を

金原 : 右の写真は前に紹介のあった報告書にあるワイヤロープの切断状況を表す写真で、左側はスプレッダーという吊り具の紹介写真(計装サービス社)ですが、見方によっては、事故後の写真は2点吊りであったようにも見えますね。



いずれにしてもやはり毒性の強い化学物質に対しては、このようなスプレッダーのような補助具を使い、かつ日頃のしっかりとした管理で運搬することが大切かと思えます。

竹内 : クレーン作業で天秤やスプレッダーを用いることは、貨物に無理な力が掛からないようにするのに有効です。ただし、その分だけ重量が増えることも考慮することが必要です。また、重心が吊り荷の中心にない場合は、レバールックでワイヤロープ長さを調節してクレーンのフックが重心の真上に来るようにします。

牛山 : 報告書では今回のコンテナの吊り上げは5基目ということですが、4基目まで落下しなかったというのは、今回は吊り方が悪かったのか、4基目までにワイヤロープが劣化したのではないかと思います。一般的に重量物を持ち上げる時は、少し持ち上げて重心の位置を確認することや、ワイヤロープに均等に力がかかっているかチェックしますよね。1基目はきちっと点検したものの、5基目は油断して点検が不十分になったのではないかということが懸念されますね。

竹内 : 今回の事故のワイヤロープは、実際は1本でも吊れる耐荷重を持つワイヤロープなんです。安全率を6倍としているので計算上約50トンまでは吊る力のあるワイヤロープのはずなのです。それが切れたというのは、老朽化が原因とみています。

金原 : 大雑把な計算ですが、仮に25tの液体塩素が漏洩してガス化し、半径50mの円筒状に拡散して内部が均一にLC50(50%致死濃度)である146ppmになったとした場合、28kmの長さまで到達するという計算になります。風向きによってはさらに被害が大きくなっていたかもしれません。

司会 : 類似事故とはいえ、さすがに毒物の入ったコンテナを落下させるような事故は経験がないと思いますが、まずは吊り上げ作業時の落下事故あるいはヒヤリハットについてご経験や知見があればご紹介下さい。また、再発防止についてどのような取り組みをされたかについても紹介下さい。

塩谷 : 近隣の工場で、パワーショベルにて鉄骨を3m程吊り上げた時これが落下し、下にいた協力会社の作業員を直撃する死亡事故が発生したことがありました。労働安全衛生規則第164条では、車両系建設機械はパワーショベルによる吊り上げ等建設機械の主たる用途以外の用途に使用してはならないとしています。現場に移動式クレーンを準備していないときなど、パワーショベルを用いて安易に吊り上げ作業を実施してしまうことはあり得ることです。このような作業が絶対行われないう安全管理を徹底する必要があります。尚、この164条では“作業の性格上やむを得ないとき”のような特定条件下では規定する安全対策を実施の上、パワーショベルによる吊り上げを実施できるとしています。この特定条件の事例として、土砂崩壊による労働者の危険を防止するためヒューム管等を吊り上げるような作業や移動式クレーンを搬入して作業すると作業場所が錯綜して危険が増す場合等が挙げられています。

竹内 : よくあるのがフォークリフトの爪にワイヤロープを引っかけて物を吊るということもよくやりますね。フォークリフトのブレーキを掛けたら、ワイヤロープが爪の上を滑って落下するという事は結構あるようですよ。

金原 : 爪につける治具がありますし、そもそも爪の角にワイヤが当たって擦れるので危険ですね。

竹内 : それをチョットだけだからというのでやってしまうのですね。

三平 : プラントの運転から設計、建設担当へ転進して以降に多くのプラント建設工事に携わりましたので、建物の解体や建設さらに大型機器の撤去や据え付けで難しい吊り降ろしの作業を見る機会が多くありました。プラントオーナー側の技術者あるいは管理者として施工者側から安全対策の説明を受ける立場でしたが、真剣にやり取りして大きな事故は起きませんでした。しかし大型建屋の建て方作業で物の落下による労働災害を1件出しました。H型鋼に替えて角形鋼管を使った建屋の組み立てで、柱を建て次いで梁を渡す作業で鳶工が登る柱に仮設された梯子が外れて落下して、鳶工の太腿に突き刺さり重傷を負ったのです。柱の上部に溶接したボルトで梯子を止めてあるはずが、組み立て時の連絡ミスと不注意でボルトに梯子を挿しただけで、ナットで止めていなかったのです。この事故はその後新しい工法を採用する際の教訓になりました。

司会 : 次に毒物、劇物の漏洩事故、あるいはヒヤリハットについてご経験や知見があれば紹介下さい。また、再発防止についてどのような取り組みをされたかについても紹介下さい。

頼 : 毒物・劇物の種類やリスクの程度によりますが、一般論としてリスクの非常に高い物質の製造設備を新設する場合でも、機器・配管からの漏洩を皆無に出来ると考えるのは無理があると思います。漏洩の早期発見が原則になりますが、配管を二重化し、機器は建屋内に設置し 微量漏れを早期に検知できる様にしていました。貯蔵容器は原則持たない(必要な場合は貯蔵タンク専用建屋を作りそこに保管)事だと思います。

三平 : シアン化合物を研究ではなく実設備の反応で扱うことになり、出身会社では安全対策について十分な知見を持っていなかったのが、本社の生産技術部にいた私が応援しました。シアン化合物の製造会社の技術者と化学工学会で長い交流があり、後にその方が技術コンサルタントになっていたのが、シアン化合物取り扱いの安全対策書の作成を発注しました。関係者がその対策書をよく読んで進めたので、トラブルや事故は全くありませんでした。

金原 : 厚生労働省から発行されている「毒物劇物の安全対策」の中に「毒物または劇物の流出・漏洩事故詳細」があり年度ごとに詳細に報告されています。例えば令和3年度(令和3年4月～令和4年3月)で報告されているのが127件あります。上は数m³から下は1リットル未満の漏洩トラブル迄要領よく纏めてあります。目立つのは水酸化ナトリウムのトラブルで、フランジやノズルから漏れ出たものです。大方は怪我や環境事故に至らないものですが、事例研究に使うには良い資料であると思います。

上田 : 最近発生した工場外への有害物漏洩事故の代表例を紹介します。

(1)'22/6 製鉄業 : シアンの河川への流出 (2)'22/8 化学品製造: 塩酸約1,200トン(タンク全量)の漏洩

(3)'23/1 発電所 : バイオマス発電所で使用する木材ペレットを保管するサイロで火災。近所に異臭拡散

(4)'23/1 医薬中間体: トルエン漏洩。一部河川にも

竹内 : CCPSの関係者から今年の2月3日に米国オハイオ州で発生した貨物列車の脱線事故について紹介がありました。脱線した貨物列車は、クロロエチレンやアクリル酸ブチル、2-ブトキシエタノール等の危険物を積んでいたのが、流出による環境汚染が懸念されているとのことです。2014年にオバマ政権が列車全体に急ブレーキを掛けられる電子制御式エアブレーキの搭載を義務付ける規制を導入したのに、アメリカ鉄道協会のロビー活動を受けて、トランプ政権がこの規制を緩和していました。その為に事故を起こした列車には電子制御式エアブレーキが搭載されていなかったようです。これがあれば、事故は防げたかもしれないという批判もあるそうです。

金原 : 国内ではガソリンなど石油製品の貨車輸送が行われています。四日市、根岸、千葉などの製油所から長野や北関東、東北に送られています。途中、名古屋や横浜、千葉などの都市を経由しますので、脱線および火災事故があると大きな被害が予想されます。中には老朽化した機関車もあり、維持や更新が必要とのことです。

司会 : 毒物、劇物の取り扱い作業に関し、輸送時の対応も含めどのような安全対策をされているか教示ください。

頼 : 毒物・劇物取扱いはドラム・ボンベ・コンテナ・タンカーと多数経験して居りますが、輸送安全対策の基本は取扱い物質の危険性を一番熟知している荷主(製造メーカー)に頼りました。荷主がリスクアセスメント(RA)を徹底的に実施、容器の設計・作成、取扱方法の決定・教育、輸送経路の決定(含む輸送業者教育)を主導すべきだと思っています(レスポンシブル・ケア(RC)の精神)。ベースはRAですが、特に輸送経路・手段の決定に最も注意を払いました。タンカーによる輸送が最も安全で次が鉄道輸送、容器のトラック輸送・船輸送は非常にリスクが大き

かった記憶があります。鉄道輸送でも発送元・受入先の工場に引込線が無い場合はトラック輸送も使う事になり輸送経路中の安全確保がRAの肝でした。劇物・毒物の種類によりますが、危険度の高いものは定量的RAと輸送業者教育が最重要と認識して居ります。(この事例では荷主から統括輸送責任者への教育と統括輸送責任者から港湾事業者への教育に懸念を感じました。記事から見る限り港湾事業組織として塩素取扱いリスクに対する感性が低かったのではとの印象を受けて居ります＝取扱業務に対するRAの不足)

金原 : アンモニアの保管時は常圧で-30℃という低温ですが、輸送時には温度を常温迄上げ、その分加圧します。ローリーで輸送しているときに事故が起きると大きな災害に繋がります。そこで、少々遠回りをして交差点で、極力左折をするルートを選んでいました。

山岡 : 私が勤務していた事業所では、塩素、アンモニア、モノシランなどの毒性・高圧ガスを生産していましたので、出荷、受入れも含めて、漏えい防止対策はもちろんですが、漏えいした場合に備えて拡散防止と除害措置、作業者の安全確保を講じていました。ガス漏えい検知警報設備の設置、ガスの毒性に適應する除害設備と除害剤、空気呼吸器や防毒マスクの用意・保管などです。防毒マスクは毒性ガスの濃度が高いと破過が速いので、はっきりしない場合は空気呼吸器の着用としていました。

司会 : 毒物、劇物の取り扱い作業に関して、どのような教育あるいは訓練をされているか教えてください。

頼 : 硫化水素(H₂S)をトンポンベで大量に取扱っている会社から工場で安全教育をして欲しいと依頼され、インドのボパールの事故事例(猛毒ガスが大量漏洩し、通報&治療の遅れで多数の死者が出た)を参考にトップの役割、運転員の役割の教育をした事があります。講義後工場長から“明日市内の全医療機関に我が社が硫化水素を扱っている事を伝え&治療方法を関係者に徹底する様依頼する”と言われた時には教育して良かったと思いました。

木村 : 危険性のある製造所はCSRにより環境白書などで開示したり、共同で訓練したりして周知されると考えますが。

頼 : 消防署とは情報開示されており、合同で訓練したりすることはありますが、地元の自治会と共同して訓練することをされていなかったこと、また医療機関まで情報が届いていなかったことを気づいてもらったと考えています。

金原 : 入社して1年も満たない時期に経験した事故です。試運転中の不具合によって噴出した塩化水素ガスの雲の中で立ち往生したことがあります。一週間前に、防毒マスクの装着訓練をしたことを思い出し、やや高所でしたが、下から投げれば届く高さなので「防毒マスクを下から投げてくれ!」と叫びましたが、皆、右往左往するばかりで、対処してくれません。装着訓練も大切ですが、どのような時にどのように対応するかの訓練も大切です。

竹内 : 毒物や劇物の取り扱いでは、何がどの様に危険な物質であるかを教育します。その上で、適切な保護具がどれであるか、正しく着用するために注意すべきことを教えた上で、実際に着用させて正しく出来ているかを確認します。防毒マスクはフィットテストをして、本人の顔に合ったものを着用させるようにしていました。

頼 : 毒物や劇物の取り扱いに関する教育は、その物質を日常的に取り扱っている工場では出入り業者への教育的確な教育体系が組まれていると思いますが、気になるのは工場を出た後です。街中の走行中の事故や、この事例の様に積み替え作業中の事故等で漏洩が発生した場合の対応(緊急措置&事前教育)については基本的には輸送業者の責任範囲に入りますが、その責任を自覚していない事業者が多いのが製造元としての悩みでした。特に輸出に関しては国によって規制も異なる為、前段で述べた様に事業計画立案&変更時に物流時のリスクを十分に考慮(輸送業者の選定まで含めた)しないとイケない時代になってくると思います。

司会 : 今回は毒性の高い物質が入ったタンクを船に積み込み作業をしている際に安全管理が不十分であったことによる大災害の例を取り上げて議論していただきました。吊り荷の取り扱いや有毒物質の取り扱いについて議論を深めていただきました。有難うございました。

キーワード: ヨルダン・アカバ、液化塩素、クレーン積み込み、有毒ガス漏洩、漏洩時の対応、落下事故、耐荷重、輸送安全対策、輸送経路、輸送業者、シアン化合物、H₂S、保護具の着用、訓練

【談話室メンバー】

今出善久、上田 健夫、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、