

PSB (Process Safety Beacon) 2018年1月号 の内容に対応	SCE・Net の <b>安全談話室</b> (No.139)	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: あなたのプラントは自然災害を受けないか?

(PSB 翻訳担当: 飯濱 慶、山岡龍介、竹内 亮)

司会: 今月号はプラントにおける自然災害がテーマですが、この記事についてご意見や疑問などがありましたらお聞かせください。

長安: 有機過酸化物を積んだトレーラーが何故工場敷地内で停電のために爆発したのか疑問です。必ず自身で冷却装置をもっているはずですが。

三平: 調べたところ、2017年8月31日の未明にヒューストン近郊のクロスビー市で起きた、フランスに本社を置くアルケア・インクの工場で起きた事故と分かりました。大雨により工場が水浸しになり、停電が続いて補助発電機を使っていたのですが、それが故障して低温に保持する必要がある有機過酸化物が爆発したとのこと。トレーラーについては詳しい情報がありませんが、積載物の危険性から見てタンクではなく、車台に大型の冷蔵庫を積み、その中に有機過酸化物を入れたポリ缶を多数収納していたのだと思います。冷却に工場内では車載の冷凍機を工場電源で使い、輸送中はドライアイスで冷却していたと想像します。ネットの記事では工場の設備も爆発したように読み取れ、補助電源が限られる中でドライアイスが無くなったトレーラー積載分が先に爆発したのかもしれない。

長安: トレーラー輸送では長時間走るため、途中で車体の故障や渋滞に巻き込まれることもあるので、それに備えた冷却装置とか、最低でも安全弁をつけるなどの対策が必要だと思いますが。

澤: このトレーラーは前部と後部に分かれていて、後部に冷却装置をつけていると思います。走行中はトレーラーの前部にある動力(電気)で冷却装置が稼働していて、工場内で止まっている時は工場側の電気で作動していたのを停電によって冷却設備が止まり、このような事態になったのではないのでしょうか。

三平: PVCプラントではラジカル重合の開始剤として有機過酸化物を使っています。昔は常温で貯蔵できる粉体の有機過酸化物を使っていましたが、昭和40年代に低温活性の有機過酸化物が開発され、PVCの増産に大きく寄与しました。この物質は自然放置すると温度上昇により分解反応を起して危険なので、保冷用冷蔵装置が重要でした。この有機過酸化物を取り扱うときには、冷蔵庫からの出し入れや小分け計量などですごく神経を使っていました。有機過酸化物はトルエンなどの溶液として、手で運べるように幅15cm程度で縦長の平べったいポリ缶に入れ、一缶十数kgでした。

渡辺: 過酸化物を冷蔵庫に入れておいて停電になったため、ドライアイスで冷却しようとしたのですが補充が間に合わず冷蔵庫が燃えたことがあります。

三平: 冷蔵庫の管理は厳しくしていました。停電でも1日以上は保てるように、メーカーが輸送時に使ったドライアイスを貰って貯蔵していました。短時間の停電を経験しましたが、影響はありませんでした。

司会: 日本で自然災害といえば台風、地震、津波、集中豪雨など多岐にわたっていますが、プラントで自然災害に遭われた経験がありましたらお聞かせ下さい。

山岡: 直接、間接あるいは原因は別として、停電のケースが多かったです。電力会社の発電プラントや配線のトラブル、コンビナート内の自家発用にスチームを供給するボイラープラントのトラブル、配線の劣化による地絡、高圧配線工事中のミスによるショートなどによる色々な停電があり、停電の都度関係するプラントが停止しました。

牛山: 停電は台風のあとによくありました。台風襲来時に塩をかぶって碍子がやられて停電したことがありました。塩害による停電はよく聞きます。

澤: 買電とか自家発とか、どういう電力を受けているかによりますが、高圧受電の場合は配線がループ形式になっているのでどこかで断線しても影響は少なかったようです。

- 牛山： 普通、電源は2系統にしていますが、常時は信頼性の高い自家発の電力を受けていました。
- 三平： 私の会社も自家発を持っている工場では買電と自家発の二系統の給電で、反応器など重要機器は自家発系から給電していました。停電の可能性は自家発の方が少ないということでした。
- 竹内： 停電の可能性では地域差もあります。特に栃木県は雷の発生が多く、年に何回も停電が起きていました。工場の直近に落雷があった時は、アースを取っていたオフィス内のファックスマシーンがアース線からのサージ電流を拾って壊れたことがありました。
- 牛山： 工場の蒸留塔に落ちたこともありますし、電流を下から拾ってアースしている電子機器がやられたこともあります。
- 山岡： 小さなプラントでは可燃性の排ガスをベントスタックから放出していた時に雷で着火した例を聞いたことがあります。雷が鳴ったら放出を止めないと危ないです。
- 山本： 1970～1980年頃、東京電力で避雷針に落ちた雷の影響で送電線がやられ、停電になったことが度々ありました。一度だけ、この停電により重合槽の攪拌機と冷却システムが停止し、暴走反応を起こしたことがあります。攪拌機が停止すると重合禁止剤が液中に入っていないので、現場のオペレーターが攪拌軸をパイプレンチで掴み、手で攪拌翼を回したというのが伝説として残っています。このときから、工場の電気系統を2系統にし、自家発電機を導入しました。
- 竹内： 停電でプラントがストップした後、復電した際にプラントが勝手に復旧することがあっては危険です。また、大きなモーターなどは起動電流が大きいので複数が同時に起動スイッチオンになると電源のキャパシティーを超えることも心配です。従ってハード面では保持回路で保護しています。運用面では、必要に応じて配管などプロセスを清掃し、スタートアップ手順に従って起動することが大切です。
- 澤： 竹内さんと逆のケースになりますが、瞬停でプラントが停止した時、主要な機器がすぐに復旧できなくて大きなトラブルになったことがありました。その時は電気主任技術者が帰宅した後で呼び戻そうとしたが間に合わず、結果として製品が不良品になった例です。
- 飯濱： 私は竹内さんと同じ事業所の別の工場で勤務していたのですが、従業員が休みである週末も連続運転している設備が雷の影響による瞬時停電で毎年数回停止するため、その都度出勤して、安全点検後にマニュアルで再起動をしていました。私だけがこの復旧作業をしていると夏の週末には旅行に行くことも出来なくなると思いまして、2年目以降には、この復旧作業の手順書を作成して、事業所近くに在住の数名の従業員が対応できるようにしました。
- 斎藤： 停電で攪拌機が緊急停止すると数分間で内容物が固まってしまう反応器があり、自家発の電力で攪拌機を最優先で動かすことにしていました。この反応器は原料に無水硫酸を使う反応でしたので固めてしまうと後の処理が大変で、薬傷の危険性も高く、ディーゼル発電機の整備に神経を使いました。
- 井内： 3・11の大地震のとき、千葉県のある製油所でLPG球形タンクが損壊・焼失した事故がありました。私の勤めていた会社は同じ千葉県にあるのですが、以前から検査担当者が水張りテスト中に大きな地震が来たらどうするかを気にしていました。たまたま千葉県に地震が来てあのような事故が発生したことに衝撃を受けたとのことです。ただ、茨城県のある会社では、3・11地震発生時に咄嗟に水張りの水を抜くという危機管理をして同じような球形タンクの損傷事故を防いだとのことです。万が一のことを考えて大地震に対する適切な想定と措置が重要だと思います。
- 澤： 確かに、あの時は最初の地震ではブレース部分が破損されたがタンクの脚に損傷はなかったが、三十分後に発生した大きな余震で球形タンクの足の部分も崩れた。大きな余震の可能性を想定して、最初の地震の直後に急いで水抜きを実施していればほかのタンクも爆発するような大きな災害にはならなかったかもしれません。
- 三平： 水張りテストの際に、そのタンクを完全に切り離しておけばよかったと思いましたが、タンク間の連絡配管系が複雑だったので、実際には難しかったと思います。やはり縁切りの緊急遮断弁の操作ができなかったのが問題でした。
- 竹内： 3・11の地震では地盤の強さの違いが顕著に出ました。宇都宮市近辺では、鬼怒川より東側に大きな被害が出ましたが、宇都宮市中心部のある西側の被害は比較的軽く済みました。死者の出た自動車工場も、鬼怒川の東に位置していました。
- 渡辺： 地震対応については、事業所の緊急マニュアルに規定しており、通常地震発生時にはそのマニュアルで対応しています。しかしあのような大地震は考えていませんでした。今後は検討が必要です。

司会: それでは、自然災害に対する備え、あるいは備えをしたので守られたという事例がありましたらお聞かせください。

山岡: 私の体験では、色々な自然災害への備えとして各々の事象に応じた緊急措置の訓練を定期的に行ったことが大いに役立ちました。私が勤務していた大阪府のコンビナート事業所では、プラント毎の緊急訓練を毎月、事業所全体での総合防災訓練を年に2回行って、台風時の停電や阪神淡路大震災時などにこの訓練の成果が出て適切に対応でき、事なきを得たことを覚えています。

三平: 出身会社の工場とコンタクトがありますが、地震対応訓練は私の現役時よりも熱心で、かなりの頻度で行っています。訓練では協力会社の社員も一緒に退避場所を決めて実施しているとのこと。地震以外の自然災害に対応する訓練は、マニュアルに項目が上がっていても、具体的な内容に乏しくて実際の訓練を実施しておらず、今後力を入れるとのこと。

渡辺: ある工場では、雷が遠くで鳴ると、よく瞬停が起こることがありますので、そういう時には、現場の班長の判断で事前に停電の緊急処置手順の確認を全員で行い、実際に難を免れたことがあります。

竹内: 火災を想定した訓練は定期的に行っていましたが、地震を想定した避難訓練はしていませんでした。しかし、3.11の地震では従業員が速やかに避難したおかげで、私のいたプラントでは一人のけが人も出ませんでした。また、火災でも風向きによって避難場所を変えることも考えなければなりません。ある有毒ガスを扱う工場では、従業員は朝出勤した時に必ず風向きをチェックしていましたが、このような習慣も自然災害防止につながると思います。

井内: 災害そのものの備えだけでなく、住民との対話も大事です。住民に「こういう地震が来ると工場はこうなる可能性があるのですがこのような備えをしている」ということを説明すると、不安が先にたつて拒絶反応を示す場合があります。そのような場合でも工場側は住民に丁寧に説明し、住民側はもっと聴く耳をもってもらい、お互いが相手を理解することが自然災害の備えに繋がると思います。住民との対話を密にして安全の共有を図ることが大事です。

澤: アメリカやカナダで始まって全世界的に取り組んでいるレスポンシブル・ケア(RC)は、正にそのことが目的でおこなわれています。コミュニティとの間にレスポンシブル・ケアのプログラムに要求されているアドバイスパネルを作って工場で取り扱っている化学品の物性や生産活動について理解を求める活動しています。

長安: RC は日本でも 1995 年の日本化学工業協会による日本レスポンシブル・ケア協議会設立により多くの化学関係の企業が始めています。RC 活動は「化学物質を扱うそれぞれの企業が化学物質の開発から製造、物流、使用、最終消費を経て廃棄・リサイクルに至る全ての過程において、自主的に『環境・安全・健康』を確保し、活動の成果を公表し社会との対話・コミュニケーションを行う活動を展開」というものです。組織(企業など)の社会的責任(SR)の国際規格である ISO26000 が 2010 年に発行されたことに比較しても非常に先進的な取組みだと思います。

山岡: 停電の時の対処法ですが、買電と自家発の両方が同時に停電になった場合は全プラントが緊急停止になりますが、どちらか一方の場合はプラントごとに電力の供給カットの優先順位を決めてあるので、それにしたがって対処できたので混乱はなかったです。ちなみにエチレンプラントは最後なので止まったことはなかったです。

渡辺: 私の所も事業所内の停電の時、「選択遮断」によってプラントのストップ順位を決め、絶対に止めてはならないプラントを設定していました。また、反応器の攪拌をどうしても続けたいときに窒素による攪拌をしたことがありました。

澤: 色々な自然災害を想定して想定される事故に対して訓練シナリオを作って臨場感をもって実施することが大切です。

山本: 国の地震調査委員会では、南海トラフ地震は 30 年以内に 70%の確率で起こるとされています。静岡県浜岡原発では、東日本大震災後に津波対策の防潮堤の工事を 18m で始めましたが、国の想定した津波の高さが計画を上回ったため、その後 4m かさ上げして、22m の工事を行っています。近くの工場でも、対応計画を策定し、津波警報が報じられたら、工場内の建屋の最上階に避難する訓練に真剣に取り組んでいます。

澤: アメリカに勤務していた時の話ですが、アメリカには「逃げる」という対処のしかたがあつて、日本とは違う文化を感じました。アメリカの沿岸地域では猛烈なハリケーンが来ることもあり、それらが来た後の被害で生活ができず生命の危険があるので、予報が出ると住民は居住地から離れた所に用意された場所逃げて避難し

ます。もともと、突然発生する竜巻や地震では逃げ。るひまはありませんが。

竹内： 米国の大手化学会社には、たとえ何万年に1回の事故でも甚大な被害を出して補償することが出来ないようならそのビジネスはしないという思想の会社もあります。つまり、責任を取りきれないビジネスはしない、という考え方です。

牛山： しかし、そこまでいくとほとんどのビジネスはできず、日本では現実的ではないかもしれません。福島第1原発の事故でも、色々な不備が重なって起こったもので、津波が来れば危ないことはわかっている、「対策をとります」と言いながらやっていない。原発に限らずそういうことが問題だと思います。

澤： アメリカでは普通になっている ALARP (As low as reasonably practicable) という「リスクは合理的に実行可能な限り出来るだけ低くしてその対策を容認する」日本でも学会会議などが提唱していますが、まだまだ浸透していないようです。浸透させてこのような文化を作っていくべきだと思います。

司会： 自然災害は台風や雷のように事前の情報が得られて予防できるものと、地震や停電のように予測できず突然襲われるものがあります。本日の談話室では、事前の情報による予防措置や緊急訓練などを適切に実施しておけば突然の事象にも役立つ多くの事例や知見が出されました。大いに参考になると思います。ありがとうございました。

キーワード： 自然災害、地震、津波、停電、緊急訓練、レスポンスブル・ケア(RC)、有機過酸化物

【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