

PSB (Process Safety Beacon) 2013年9月号 の内容に対応	SCE・Netの 安全談話室 (No.87)	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: 空気の力!

(PSB 翻訳担当: 井内謙輔、渡辺紘一、小谷卓也(纏め))

司会: 今月号は圧縮空気(窒素)による耐圧テストでの事故例を取り上げ、安全上留意すべき事項を記載しております。事故の写真をみて、あらためて圧縮空気の怖さを認識させられましたが、皆様、これらの記事の内容自体納得できたかどうかお話しください。

山岡: 事故例が3つありますが、いずれもどうして爆発したのかが明記されていないため、何を訴えたいのかイメージできません。圧力テストの手順処置が悪かったのか、設備側の問題(劣化や腐食など)だったのでしょうか。

小谷: ここでは「耐圧テストは水で、水では具合が悪いときにのみ気体を使え。いきなり気体を使うのは危険」というのが一番言いたいことなのでしょう。

牛山: 第二の事故例についてですが、配管とタンクの設計圧が異なる場合には、通常圧力区分毎に安全弁が設置されるので、設計がしっかりされていれば、溶接などの欠陥がない限りタンクが飛ぶとは考えられません。

竹内: この事故は2006年1月26日ブラジルのある工場で起こった事故です。詳細がわからないのですが、非常に不思議ですね。

渡辺: 写真から推して当該タンクは常圧タンクと思いますが、構造上弱い部分である天板と側板、底板と側板の溶接部が先に一部裂けて気体が放出されるので、膨らむことはあってもロケットのように飛ぶとは思えませんね。

竹内: 「あなたにできることは」の一項にある「空気の風船と水の風船」を実際に作り、針で割って音を比較してみたときの録画があります。結果は水のほうが音が小さかったです。

長安: 確かに空気入りの風船の方がパーンと弾ける感じで威力を感じますね。

山岡: 第二項の後半にある「機器がテストに合格しなかった場合にどんな事故が起こるのか—そのことがテストであることを忘れないこと」とありますが、この文章で何を言おうとしているのか、特に「そのことが」が何を指すのか読み取れません。運転に入ってから機器が壊れるかもしれないことを言っているのでしょうか。日本では、高圧ガス設備の定期検査などでは、耐圧テストは原則として実施せず、設備の耐圧性能の確認は、目視検査と非破壊検査によって行うことになっています。これは、耐圧テストで実際にかかる圧力以上の負荷をかけることが設備上好ましくないという理由のようです。

長安: 合格しないということは機器自体はすでに欠陥があることを示しているのでは。例えば昇圧中に機器が破損するとか、溶接部が飛ぶとかが起こる可能性があるということでしょうか。

小林: これは耐圧を確認するテストであり、テストであれば何が起こるか判らないので、そのところを十分検討いろいろ手を考えよ、と言っているのでしょうか。

司会: 日本では圧力テストに関する法令が整備されているので、圧力テスト時の事故は少ないと思いますが、事故、ヒヤリなど経験や情報がありましたら教えてください。

牛山: 少ないとは言うものの、日本でも事故が起っています。3件ほど最近の事故例を説明します。

- ①2009年6月 設備の気密試験で、液化窒素ローリー車からの窒素での昇圧開始。11.3MPaに達したとき耐圧ホースが破裂。即、元弁閉止。高圧ホースと低圧ホースを間違えて使用したのが原因。
- ②2008年8月 道路拡幅に伴う高圧導管(400A、1.95MPa)の移設工事で、当該配管の耐圧テストを窒素ガスで実施中3MPaに昇圧したとき、導管端部の窒素ガス導入短管の閉止板が100m飛び、導管は反動で10m反転。1名死亡、3名重軽傷。仮設閉止板は片側スミ肉溶接で強度不足—溶接方法が不適切。
- ③2007年6月 バルブ工場では仕切り弁の耐圧テスト(3.14MPa)を窒素ガスで実施。1.65MPa時にフランジに取り付けたフタ板(795mm径)が吹き飛び死傷者がでた。水でのテスト指示の無視、フランジとフタ板の

規格が合わずM33×20本のボルトのところ一部M20×10本を使用。ボルトナットがフランジの孔をすり抜けた。

以上ですが、圧力テストで使用する仮フランジや蓋板がテスト圧に耐えられるかどうかを、溶接やフランジの形状を含め十分吟味しなければなりません。

竹内： スプリンクラー配管を圧縮空気で行った気密テストをして、ヘッドの一部が飛んだという話を聞いたことがあります。また、ガス噴出の反動で設備が破損した例もあるので、2番目のケースも破損したフランジから圧縮空気が噴出した反動で設備が破損したと思われます。

小林： ヒヤリですが、圧力テスト中、プラグが飛んで作業員の上着の左ポケットに当たったことがあり、それ以後、ポケットにメモ帳用のケースをいれることにした例があります。

牛山： テスト中、作業で頭を下げた途端、頭上をテストに使用したフランジが飛んでいったことがあります。また、球形タンクの水压テスト中に溶接線が切れて、大量の水が鉄砲水のように吹き出したことがあります。高張力鋼が使われ始めの頃に溶接棒の材質が不適だったのかもしれませんが。試験対象の機器のそばに、人が絶対にいないようにすることが肝心です。

渡辺： 気密テスト終了後、ホースから圧を抜くとき、やり方が拙くてホースが踊ったり、脱圧のためプラグを緩めている時にそれが飛んだり、底バルブから圧を抜くとき設備内部のゴミや汚れでバルブがつまったりと細かなことですが経験しました。圧力テスト後は稼動開始が迫り急いでいることもあり、脱圧時にも十分安全に注意することが必要です。

司会： 圧力テストはどのように実施していますか。何か問題を感じたことはありませんか。

山岡： エチレンプラントでは、プロセスの中に12MPaのスチームラインがあり、その耐圧テストでは高圧なので何かあれば大変ですので、厳密に作業手順書通り実施しており、問題が起きたことはありません。設備を製作した場合の耐圧テストはメーカーで実施しますので、プラント側では現地工事の溶接部だけのテストなので、当然、水で実施します。

中村： 現場での配管の耐圧テストで、特にテスト後脱水等の作業が難しく、法規上許容される範囲で、ガス(空気)を使うケースを見るがありました。

山岡： 耐圧テストを行う場合、現場立会者は作業に必要な最小限度の人数とし、また、現場と周囲は整頓し緊急時に避難できるようにしておき、二次的な人体への危害を生じないように行うことが基準に定められています。また、やむを得ず空気などの気体での耐圧試験では、試験圧力の1/2まで昇圧し、その後試験圧力まで1/10づつ段階的に上げて行くことになっています。

牛山： 気密で耐圧試験を行う場合、下記の条件に限ってのみ可能としています。

JIS B 8265: 圧力容器の構造 一般事項 8.5 耐圧試験 付属書 12、

JIS B 8266: 圧力容器の構造 特定規格 11.6 耐圧試験 付属書 17

- ①水の存在が容器使用上許されない場合 ②水压試験後の水抜きが完全に出来ない場合
- ③容器、支持構造が変形や応力が発生し、対策が実用的でないとき ④水の入手が困難なとき
- ⑤適切な水質の水の入手が困難なとき

また、耐圧試験の保持時間は設備にかかる圧力の影響を考慮し、10分から20分と短時間にしています。

司会： 今回の記事を読まれて、強調したいことがありましたらお願いします。

竹内： やむを得ず空気での耐圧テストを実施する場合は、テスト手順書が承認され関係者に徹底されない限り実施しないのが基本ですね。

山岡： 耐圧テストは水でやる。ガスではやらない。これを徹底することに尽きますね。

長安： 原則、耐圧テストは水でやる。詳細に検討し、本当にどうしようもない時のみガスとする。その時は絶対に事故を起こさないよう万全の策をとること。

渡辺： 圧力テストでは物理的に当該テスト対象物を完全に切り離すことも重要ですね。

小林： 「あなたにできること」には、事故を防ぐためにということと、事故が起こったときの被害を減ずるにはどうすべきかという観点が述べられています。安全確保の原点は事故防止と減災ですから、その通りですが、個々の問題だけに終わらせないためには、いわゆるPKY活動(プロセス危険予知活動)、ETA(イベントツリー解

析)、FTA(フォルトツリー解析)のような思考法を常態化するような訓練を取り入れることの必要性をもっと強く訴えることがあっても良いと思います。このようなベースがないと。対策は一時のことになるでしょう。

司会： 今月号は「空気による耐圧テストでの事故例」でしたが、耐圧テストは工事があるとよく実施する作業で、これに伴う事故も起こっていますので、「耐圧テストは水で」を徹底することが一番です。

色々なご意見ありがとうございました。

今月号のキーワードとして次の語句を登録します。

耐圧テスト、ガスでの耐圧テスト、立入り規制、圧力破損、設備の縁切り

【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、竹内 亮
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