

<p>PSB (Process Safety Beacon) 2012年2月号 の内容に対応</p>	<p>SCE・Net の <b>安全談話室</b> (No.68) <a href="http://www.sce-net.jp/anzen.html">http://www.sce-net.jp/anzen.html</a></p>	<p>化学工学会 SCE・Net 安全研究会作成 (編集担当: 齋藤興司)</p>
--	---	---

**今月のテーマ: 力学的健全性—ボルトが短すぎる!**  
(PSB 翻訳担当: 小林浩之、齋藤興司、小谷卓也(纏め))

司会: 今月のBeaconは、フランジ継手のボルト締めの不具合の問題を取り上げていますが、皆さんの経験と照らし合わせてみて如何ですか。

牛山: 昔は正規のボルトが無い時にとりあえず間に合わせに短いボルトを使ったこともありますが、今はそのようなことはしないのではないのでしょうか。

山岡: 失敗事例にも出ている事故ですが、大口径のフランジから水素が漏れて火災になった例があります。フランジの片締めと昇温と降温の繰り返しによる緩みが原因とみられます。当時はトルクレンチを使用せず手で締めていましたから片締めになったのでしょう。

長安: 私の会社でも昔はトルクレンチは使いませんでした。締める順序とか締め方の教育を現場で受けてから作業したのを思い出します。

中村: 内圧 30 Kg/cm<sup>2</sup> G のある水添リアクターの本体フランジを締め付けたことがあります、口径が大きいこともあってけっこう大変でした。

渡辺: マンホールのような口径の大きいフランジではトルクレンチを使っていました。一方、小口径のフランジは手で絞めつけていました。ボルトの長さは締め付け後にナットからネジ山が2~3山出るのが普通です。そういうことから言うとこの PSB の写真では赤丸を付したボルトのほかにもおかしいボルトが何本かあります。

小谷: ナットの先にボルトがどれくらい出なければという規定は、熱交の TEMA 標準量が両側 1/8" づつというのがあったのを覚えています、それ以外にあったかどうか... 理屈でナットの厚さいっぱいにきっちり嵌合していればよいわけですから。ところで、今でもこの写真のような事例があるのでしょうか。業者がやったとしたらそんな業者は出入り禁止ですね。

注 TEMA: Tubular Exchanger Manufacturers Association, Inc. 米国熱交換器工業会/規格

中村: 新設の設備では考えられませんね。

小谷: 「フランジのボルトの締め付けは対角線に」と言われますね。

現場に出たことのある皆さん、一度は聞いたことがあるでしょうね。しかし、本数が多い場合はどうでしょうか。一口に対角線方向と言いますが、細かいことを言うとボルト総本数が8で割り切れるかどうかで(アメリカで推奨しているやり方\*に従うと)9番目に締めるボルトの場所が違うことを認識しているエンジニアは少ないのではないですか。

中村: 話は少し変わりますが、プラント全体で内容物のバランスを考える時に継手からの漏れなどのロスはどう考えますか。

牛山: たとえば A 槽から B 槽へ液を送る場合、A からの送り出し量と B の受入れ量が一致しないことがあります。基本的には一致するはずですが、操作前後の配管やポンプのホールドアップの違いとか継手からの漏れとかによるものと思われます。

中村: 真空ポンプなどは継手部分からの漏れ込み量等を考慮して設計します。

渡辺: PRTR のロスの算出ではメーカー指示による許容値を考慮して算出しますが誤差が大きいですね。

牛山: 貯槽や配管の壁面への付着の問題もあります。付着液は、結局は蒸発してロスになりますから。

渡辺: そういう点も考慮して、PRTR では原料側を基準にして算出するのが普通だと思います。

渡辺: 話は戻りますが、若い頃は水の貯槽のマンホールなどの蓋はボルトを2本おきくらいに締めていたようなこともありますね。ある会社でモノマータンクの爆発事故がありましたが、直接の原因ではなかったものの、モノマータンクのマンホールの蓋が本来14本の蝶ネジで締めるところ5-6本の蝶ネジでしか締め付けられていなかったという話を聞いたことがあります。昔は危険物でもそのようなことがありました。もちろん、管理する立

場になってからは自分自身の反省もこめて全部のボルトを締めるように指導してきましたが。水だからといって手抜きをしないことで、高圧のものも必ずキチンとやるという習慣がつくのではないのでしょうか。

小林: バッチ作業の釜などは適当にやっていた時期がありますね。もちろんそれなりの根拠を持って計算づくでやっていたわけですが。

牛山: グラスライニング槽のマンホールなどはめんどろでした。蝶ネジの本数も多かったし。

齋藤: グラスライニング釜のマンホールの締め付けには苦労しました。口径が大きいとシール性が悪くて、ヘタに締めるとライニングが破損するし神経を使いました。また、フランジ締め付けに気を遣ったのはラプチャーディスクですね。片締めしたりすると作動圧力に影響が出ますから。

牛山: ホットボルティングのタイミングを間違えて失敗したことがあります。所定の温度より低い温度で締めてしまって結局高温になってから再び締め直すことになってしまいました。

山岡: 確かに締めるタイミングが難しいですね。ホットボルティングするフランジは決まっていますから所定の温度近くになったら現場で注視することがだいじだと思います。

牛山: 温度が高すぎる場合には締め付けるとボルトがどんどん伸びてしまいます。高温度での伸びをきちんと理解しておかないといけませんね。

中村: LNG のような極低温設備では締め付けるボルトの順番(位置)が決められておりトルクレンチを使用していることがあります。

渡辺: “コールドボルティング“というのはやるのですか？

中村: この工事ではやっていなかったと思います。“コールドボルティング”については、石油学会規格の JPI-8R-15-2005 に、石油事業所で自主的に規定している基準例が例示されています。

溝口: この PSB の写真はボルトの長さが適切でない例ですね。決められた長さのボルトを使っていないというのはやはりまずいと思いますが・・。

牛山: この写真は低圧のラインだと思います。フランジは 10K フランジでしょう。高圧ラインだったらきちんと所定のボルト・ナットを使うと思います。圧力が 1~2KG 程度なので適当な長さのボルトで間に合わせたものと思われる。

小林: ボルトを探すよりも適当なボルトで間に合わす方がラクだし、また、適正なボルトの手配が間に合わないこともよくありますね。薦められることではありませんが。

牛山: 昔のことですが、あるプラントを作った時古い設備からボルトを拾い集めて使ったことがあります。低圧ラインだったので長さがマチマチでもかまわないということで。今ではちょっと考えられませんが。

小谷: いろいろ皆さんの話を聞くと、アメリカの現場を笑えないですね。

渡辺: 昔はともかくとして今はきちんとやっています。監督官庁の立ち入りでも細かく見られますし。

小林: 適正なボルトとナットを使って均等に締め付けることが基本だと言うことは、工場に入って最初に教えられたことのひとつです。全てのフランジを、専門の配管工がやるわけではなく、トルクレンチを使うわけでもなく、自らスパナやレンチを使ってこのような作業を行うことは少なくありません。家庭でもこのような機会はあります。ここでレポートされていることは、日本の工場ではあまり見かけることはないと思いますが、単純な作業でも基本が大切だと言うことをあらためて教えています。

山岡: PSB も時々はこの記事もいいですね。つい間に合わせで使ったりすることも考えられますので、現場の教育の意味からも、なぜこういう作業が重要なのが現場に伝承されないといけませんから。

司会: ボルト・ナットで継手をつなぐ作業は化学工場の現場で日常的に行われている作業です。今回の PSB は、適正な本数の、適正なボルトとナットを使用し、適正な手順で作業することが設備の健全性にとって基本でありまた重要であることをあらためて思い起こさせるものです。慣れた作業であるからこそ今一度足元から見直そうということでしょう。

長時間にわたるご討論ありがとうございました。

【談話室メンバー】

日置 敬、 井内謙輔、 小林浩之、 加治久継、 小谷卓也、 溝口忠一、 長安敏夫、  
中村喜久男、 齋藤興司、 澁谷 徹、 牛山 啓、 渡辺紘一、 山崎 博、 山岡 龍介