

<p>PSB (Process Safety Beacon) 2013年4月号 の内容に対応</p>	<p>SCE・Net の 安全談話室 (No.82) http://www.sce-net.jp/anzen.html</p>	<p>化学工学会 SCE・Net 安全研究会作成 (編集担当: 渡辺紘一)</p>
--	---	---

今月のテーマ：安全弁のチャタリングを聞いたことがありますか？

(PSB 翻訳担当: 山崎 博、渡辺紘一、小谷卓也(纏め))

司会： 今月号は、安全弁のチャタリングについて取り上げています。あまり聞きなれない言葉ですが、どなたか少し説明していただけませんか。

山崎： 安全弁のチャタリングとは、「弁の頻繁な開閉により、ディスクと弁座との衝撃でガタガタ音、ビビリ音」が生じる現象です。これに対して、弁座には触れずディスクが振動する現象をフラッタリングといいます。チャタリングとフラッタリングの簡単な解説をこの資料の最後に付けておきましたので参照ください。

司会： どうもありがとうございました。それでは、皆さんこのような音を聞いた経験がありましたらお話しください。

牛山： 安全弁のチャタリングはほとんど聞いたことはありませんね。減圧弁で頻繁にガタガタ音がしているのは聞いたことがあります。ポンプ吐出側にリリーフバルブを使ってプロセス流体を上流プロセスに戻すラインを組んだことがあり、このケースではリリーフバルブは頻繁に作動し、音を出すことはあります

山崎： 安全弁ではありませんが、逆止弁がチャタリングを起こしたことがあり、対策を検討したことがあります。

渡辺： 油圧ポンプの逃がし弁で細かな周期的な音があったことを経験したことがあります。

小林： 経験はありませんが、チャタリングの原因からみると圧縮機についている安全弁で起こる可能性がありますね。

山岡： 私も聞いたことはありませんが、そもそもプロセスプラントでは、安全弁が作動すること自体が異常ですので、安全弁が開くのは稀なはずですし、その安全弁がチャタリングを起こしているのを聞く機会はさらに少ないと思います。

中村： 安全弁でチャタリングが起こることは先輩から聞いていましたが、実際に安全弁がチャタリングを起こしているのを聞いたことはありません。

司会： 現場で安全弁のチャタリングをどなたも実際に聞かれたことがないようですが、チャタリングの原因となる安全弁の配管設計に関して何かありますか。

牛山： チャタリングは以下の5つくらいの原因で起こるようです。

- ①入口配管の過大な圧損、②安全弁背圧が安全弁設定圧の1/10以上ある場合、③放出量に比べ過大な弁を設置、④液体の安全弁で、長い入口配管で弁作動により液流速が加速されノッキング現象を起こす場合、⑤同じ容量の複数の安全弁設置の場合。

実際に設計した場合、特に安全弁の入口配管圧損を小さくするため、安全弁設置時、極力機器本体のノズルに直接設置するようにしていました。

長安： チャタリングを起こしているということは安全弁入口圧が設定圧以下になった瞬間も本体は設定圧以上の圧となっていて危険な状態が続いていることですね。安全弁の入口出口配管の圧損の計算もしっかりやり設計することが必要だと思います。

渡辺： 釜の上部の気相部で重合物が生成し、安全弁への入口配管を閉塞させるような反応釜では、破裂板を取り付けノズルの側近に設置していました。

中村： チャタリングを含めて安全弁の計画には、最大放出量の適正な推定は、圧損計算のベースになりますので、大事ですね。圧損計算で特に注意することの1つには、放出気体の背圧計算で、圧損が大きくなるときは、圧縮性流体の圧損計算を考慮する必要があることです。又、安全弁のタイプが、コンベンショナルかバルンスペローズかを知る事は、チャタリングの可能性推定には必要です。

小林： 安全弁の上流配管での圧損が大きくなる要因として、ポリマーが配管内に付着し詰まるケースがあります。このような場合は破裂板の使用を考慮したほうが良いですね。

牛山： 腐食性流体を扱う安全弁などでは、安全弁の上流に破裂板を入れることがあります。

司会： チャタリングが原因で実際に事故になった国内の事例は報告されていますか。

山崎： 調べてみると、国内で破損漏洩を起こした事象事例が数件報告されています。

- ・1979年に川崎市の製油所で水添脱硫装置の運転中、反応器下流の気液分離塔の圧力が上昇し安全弁が作動しましたが振動を起こし、しかも安全弁の取り付け位置が悪く、振幅が増幅されるような位置にあったため安全弁の接続フランジ部がゆがみ、ガスと重油分が噴出して火災になりました。

- ・1995年に倉敷市の製油所で重油脱硫装置の運転中、ポンプ下流側の圧力調整弁が突然、全閉になり圧力が上昇し、ポンプの出口配管系側のバイパス配管に設置されていた安全弁が作動しましたがチャタリングを起こし安全弁のベント配管の分岐部が破断、重油が噴出しました。

- ・2007年に四日市市の製油所で流動接触分解装置の運転中、ブタンコアレッサー入口配管に取り付けられた安全弁がフラッタリング(チャタリングより低振幅で高周波振動)を起こし、その影響で配管が振動、ベントノズルが共振して破断、液化ブタンが噴出しました。

このように、構造的に問題のある周辺配管やフランジが、安全弁のチャタリングやフラッタリングを原因とする振動で共振を起こし、破損、漏洩、更に火災事故を起こした事例が報告されています。

司会： 「あなたにできることは？」について、ご意見はありますか。

山岡： 「あなたにできることは？」の後半に、探すべきいくつかの事項が述べられています。これらの探すべき事項は、安全弁の場合に限らず他の場合にも当てはまります。現場のパトロールの際には、良く注意して設備を観察し、おかしいところがあれば問題を修正するために、しかるべき担当者に知らせ、**“是正要望”**や**“改善提案”**に繋げることが重要です。

司会： “チャタリング”について、内容の理解を深めていただくために、簡単な解説を作りました。以下の記事をご覧ください。ありがとうございました。

.....

解説： 安全弁のチャタリングとは

安全弁(圧力逃し弁)で、弁体が全開・全閉を繰り返し激しく弁座を叩く状態をチャタリングと呼びます。チャタリングと似た現象ですが、弁体が弁座を叩かずに中間開度で高周波数の開閉を繰り返す状態をフラッタリング、と API の RP520 では定義されています。(参考図はチャタリングとフラッタリングにおける弁の開閉の特長を図化したものです)

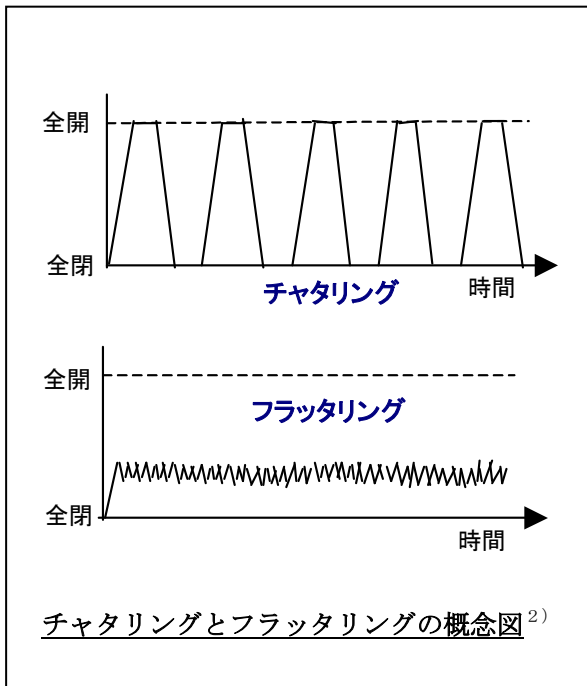
ばね式安全弁は、弁体をばねの力で弁座に押し付ける構造になっており、内部流体の圧力が安全弁の設定圧を超えると弁体を押し上げて内部流体を放出し、装置の圧力上昇を防ぎます。安全弁の入口配管の圧力損失が大きいと、安全

弁からの放出量に対して、入口配管を通して瞬間的な流入する流体量が追いつかず、安全弁の入口圧力が設定圧力以下に低下し、一旦開いた弁が急に閉じますが、弁が閉じることで入口圧力が急回復して設定圧力を超え再び弁は開きます。このように、弁の急速な開閉を繰り返すことで、弁体が弁座を毎秒数回から数十回も急激にたたきチャタリングが起こります。チャタリングを避けるためには、通常、入口配管の圧力損失を安全弁の設定圧力の3%以下になるように設計するのが良いとされています。オーバーサイズの安全弁も、チャタリングの原因になります。

一方、安全弁の出口側の圧力損失が大きいと、安全弁が排気した瞬間に排気管の圧力損失のために背圧が急に上がり、弁体のばねとの力のバランスで一旦、安全弁が閉じますが、弁が閉じるとすぐに背圧が急に下がり、再び弁が開きます。このようにして、弁が開閉を繰り返すチャタリングを生じますが、チャタリングを防ぐには、背圧の影響を受けるコンベンショナル型の安全弁では、背圧が安全弁の設定圧の10%以下になるように、背圧の影響を受けにくいベローズ型の安全弁では、設定圧の30%以下になるように設計するのが良いとされています。

チャタリングは、気体用、液体用の安全弁のどちらでも発生し

ます。弁の開閉頻度が毎秒数十回を超えるフラッターリングは、特に液の安全弁でみられ、圧力変動と弁体振動の位相差が180度反転した状態で圧力変動が開閉運動を増大させ、自励振動が発生すると考えられています。フラッターリングは、チャタリングに比べて弁の開閉度は小さいものの、圧力変動が大きくなるので注意が必要です。なお、安全弁の上流の圧力変化は、配管での圧力損失に加えて運動量変化の影響を受けるので、液体で入口配管が長い場合には、運動量変化が大きくなるため、気体の場合に比べて振動が発生しやすくなります。（山崎）



1) 動画でチャタリングを発生させる実験を見て、同時に発生するチャタリング音を聞くには、

例えば http://www.youtube.com/watch?v=QSNGyUNK3_g

(グーグルでチャタリングの動画数件が検索できます)

2) チャタリングについて更に詳しく知るには、

井土久雄「安全弁に起因する振動現象」

バルブ技報〔一般社団法人 日本バルブ工業会発行〕VOL.19 No.2 P.34-39、2004年9月

(同文献は、<http://www.j-valve.or.jp/valve-faucet/valve-trouble/vt05.pdf> で見られます)

【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、
中村喜久男、長安敏夫、日置 敬、山岡 龍介、山崎 博、渡辺紘一、