

<p>PSB (Process Safety Beacon) 2007年3月号 の内容に対応</p>	<p>SCE・Net の 安全談話室 (No.11) 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:山岡龍介)</p>
--	---	--

3月のテーマ: 計装 あなたは(計器に)騙される?

(PSB 翻訳担当: 岩村孝雄、山岡龍介、小谷卓也(纏め))

司会: 今月号の記事は分かりにくいという声が聞かれましたが、翻訳を担当された IWM さん、YOK さん、いかがでしたか。

IWM 今月は液面計の作動原理に関する事故であり、プロセス屋が直接解決できるような問題ではないのと、現場で遭遇した経験がなかったこともあり、ピンときませんでした。計装専門家から資料の提供を受け翻訳素案を作りましたが、機器の呼称で不明のものがいくつか残りました。現場では計装システムがブラックボックス化し、オペレーターは計器表示を信用する以外になく、今回のような現象が出た場合たいへん危険であることが示されたと考えます。

YOK 今月の記事の主役である液面計ですが、ディスプレイメント型はディスプレイサー(浮き)の動きをトルクに変換するものであり、構造上「液面が設定測定範囲を逸脱した場合の指示値は当てにならない」ことは皆さんご存知の通りですが、私には、事故に至るまでの経緯、特に次の点がよく理解できませんでした。

ディスプレイサーがなぜ液中に没したか

チャートに示された液面、温度、密度の関係では液面計は正常な動きを示していたように見えるが、実際の液面上昇との関係はどうだったのか

高液面により警報を発する状態にあったにもかかわらず、なぜ警報が鳴り続けなかったか

運転者はこの異常事態に気がつかなかったのか、見落としたのか

KTN Beacon では、時間の経過と事象の関係が説明されていないため、ディスプレイサーの指示が事故の主因と思われやすい内容になっています。今言われた疑問を解く資料としては、会社が公表した社内調査報告書、US Chemical Safety Board(CBS)の最終報告書などがあります。事故は異性化プラントのラフィネート・スプリッターのスタートアップ時に起こりました。事故前夜からの塔底液面・温度・圧力のグラフから次のことが言えます。

プロセス設備が旧式で人力に頼るものであった 上流装置から送られてくるフィードをそのまま受入れ、塔底液面の調節は貯槽へのドレン弁の手動操作に頼っていた。

オペレーターがアラームに反応しなかったため、塔内の液面がディスプレイサーで測定できないところまで上昇した 事故の12時間ほど前(3:00 過ぎ)に液面指示が100%になっていた。

塔内液温が上昇し液比重が下がったためか、現実には満杯になっていたにもかかわらず液面指示は下降傾向を示した。これが誤った安心感を与えたかもしれない 指示値100%の状態が7:00まで続き、以後 Beacon に示されたように下降傾向を示し13時には80%を示していた。(引火爆発は13:20頃)

普通ならば当然液面の異常に気付くべき状態であったにもかかわらず、運転を続けていた。

タンクに通じる塔底のドレン弁が3時間以上閉じたまま、塔内が液で充満し、引火性の高い炭化水素が塔頂から付属のプロダウンドラム(BDD)へと流出し溢れだした。

BDD は直接大気に放出する形式だったため間欠泉のように液と蒸気が噴出し、近くでアイドリングを行っていたジーゼルトラックが着火源となり爆発・火災となった。

事故発生前の 10 時間前からの液面の指示異常に対応しなかったのは本当に「異常」でしたね。ですが、報告書を読むと、単純に「オペレーターの責任」として片付けるのは気の毒な事情もあったようです。

司会 この事故の直接原因の一つとして運転管理上の手落ちがあったことは明らかですが、ほかにディスプレイメント式液面計によるトラブルの経験、あるいは、聞いたことがありますか。

WTB 計器を信用しすぎたら危ないこともあります。この種の計器ではブタジェンやスチレンなど重合性のある物質を扱うところでは特に注意が必要です。

HOK このタイプの液面計は、通常タンク本体の外部に「外筒」を設置してその中に液面計をセットし、外筒と塔を「連通管」で連結して塔の液面を測定します。したがって、この連通管の部分にポリマーが付着したり、閉塞したりすると塔の液面の指示が不正確になります。また、塔本体の液レベルが外筒部分の高さを一度超えてしまうと、以降の液面指示が全く信用できなくなる場合が多くあります。

3月号の事例も、液面が一度レベルオーバーしてしまったために、以降の液面表示が信用できなくなったのがトラブルの大きな原因でしょう。チャート面では液面が一度オーバーしてからまた少し下がったように見えますが、これはディスプレイサー自身が液中に埋没している状態だと考えられるので、指示はほとんど信用できませんね。WTBさんも言われているように重合性のもの、スラリー系のように詰まりやすいものを含むシステムでの使用では十分な注意と閉塞防止措置が必要となります。

YOK プロセスへの影響はなかったものの、液面を正確に示さないケースとして次の例があると聞いたことがあります。

- ・ 重合物ができて液の比重が変わる
- ・ ディスプレイサー上部のトルクチューブを支えている部分が詰まり、トルクへの転換ができなくなる。
- ・ トルクチューブが劣化する

YMZ 今回の設備においてはどのような制御系であったかわかりませんが、蒸留塔の塔底液面はある幅の範囲で制御されることが多く、その場合には上下変動があり、図のように滑らかな挙動を示すことは稀です。その挙動の不自然さに気が付かなかったのでしょうか。

司会 そのほかに、何か。

IWM 今回の問題と直接関係はありませんが、粉体サイロのレベル計はかさ比重の変化で相当な誤差(変位)が見られます。このため在庫の正確な算定ができず、原価計算上の原単位の算出が不正確になり、何度も泣かされました。

KTN 今月の Beacon の記事のタネとなった事故(死者 15 名、負傷者 180 名; 2005 年 3 月)は、アメリカでは 1999 年以降で最悪の精油所事故とのことです。背景にはいろいろな原因が重なっていたようです。

日本だと有耶無耶にしていまいがちですが、CSB の調査も徹底したものだ后感心させられました。見方を変えればそれだけ注目された事故と言えるかもしれません。

司会 確かに 3月号掲載記事だけでは、内容の全体像が理解しにくく、トラブルの原因も掴みにくかったようですが、KTNさんから前後の事実や様子の情報を提供いただいたので、大体の原因と注意すべき点は理解できたと思います。

KTNさん、せっかくですので、得られた情報からこの事故の問題点について簡単にまとめてください。

KTN 事故の問題点をまとめると以下のようになります。

プロセス/計装/運転上の問題:

運転操作を人手に頼りすぎており、事故防止のための然るべき安全措置を講じてなかった。(液面に
応じ上流からのフィード量をコントロールせず、オペレーターが循環量を手動調節していた……過剰充
填を防止する自動制御を行うのが普通だろうが……)

2000 年のスタートアップ時にも似たような高液面の問題があったにもかかわらず、塔の溢れに関する
手順は更新されていなかった

塔底圧力指示計があれば塔内の実際の液面がわかったはず

塔内残留量を自動計算しておらず、塔に出入りする量を同一スクリーンに示すようにしていなかった

ブローダウンドラムの液面警報が鳴らなかった (しかもテスト方法を記述した文書がなかった)

シフト間の連絡・交代を効果的に行うポリシーを持っておらず、オペレーターに対する大切なインストラ
クションは口頭で行われ記録されていなかった

ドレン弁の閉鎖の指示が、(この弁は開くべきでないという)オペレーターの間違った思い込みとシフト
交替時のコミュニケーション不足により起こった

マネージメント上の問題:

2002 年の監査で安全上の問題があることを認識していながら、2004 年に固定費を 25%削減し、異性
化装置のコントロールパネルの人員を半減、ブローダウンドラムを含むフレアー系の更新を見送り、オ
ペレーターの訓練回数・訓練用シミュレーターの使用・異常時の対応訓練を難しくした。(2003 年にスタ
ート時のオペレーターを 2 名にすることを勧告されたがこれも実現しなかった)

コスト削減が安全にどれくらい影響するかアセスメントを行っていなかった。

この事故の前 30 年の間に同じ地域で死者が 23 名出ており、さらに今回 15 名出た

同じ会社の他の精油所でも重大な事故を起こしている

労働環境上の問題:

事故当日までに従業員は連続 29 日あるいはそれ以上 12 時間シフトで働き、オペレーターは過労状態に
あった。(疲労により認識力低下・判断ミス・一つの変数への固執・見かけに騙される・外部からの指示
の無視などが起こりやすい)

入手可能な公開参考資料は下記サイトで

CSB: <http://www.csb.gov> (報告書の他に、事故発生経緯のアニメーションビデオ(約 6 分間)が観られる)

Baker Panel: <http://www.safetyreviewpanel.com/>

司会 こういう事故は起こってほしくないですが、プラント関係者が他山の石とするにはよい例かもしれませんね。
ありがとうございました。

【談話室メンバー】

HOK: 日置敬、IWM: 岩村孝雄 KBS: 小林浩之、KTN: 小谷卓也、MZG: 溝口忠一、NGY: 長安敏夫、
NKG: 中川雅造、SBY: 渋谷徹、UNO: 宇野洋、WTB: 渡辺紘一、YMZ: 山崎博、YOK: 山岡龍介