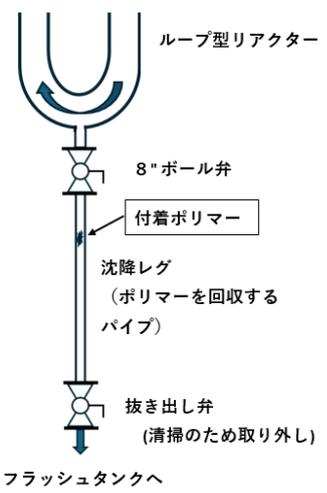


ショートカットは命を縮める
 (PSB 翻訳担当: 木村 雄二)

司会 : 今月号は、決められた手順を守らずに事故になったと考えられるエチレンの重合設備の例が紹介されています。本題はショートカットの危険性ですが、まず初めにこの事例についてご意見などを伺いたいと思います。どうか、この事故事例の説明をして頂けますか。

竹内 : 今月号の事故は Beacon に記載の参考資料を読むと、1989年10月23日に米国テキサス州のパサディナで発生したフィリップス社の事故であることが分かります。従業員と請負業者23名が死亡した大事故でした。事故後の調査で、ループ型反応器の下についているレグへのバルブが開いていました。レグは重合したポリマーを収集するためのパイプ状のパーツで、詰まりが発生すると清掃することが常時行われていたようです。この作業に関与していた人が死んでしまったので推測だとのことですが、レグ内の届かない場所に詰まったポリマーの塊をプロセスの圧力を加えて押し出そうとしたのではないかとされています。近くにいて生き残った人によると、作業員は経験の浅い協力会社の従業員だったとのこと。



右の図は、Beacon に記載された参考資料をもとに描いた「沈降レグ」のイメージです。実際にはリアクターの下には沈降レグが6本ありました。

牛山 : レグ内の届かない場所に詰まったポリマーの塊をプロセスの圧力を加えて押し出そうとしたのではないかとされていますが、プロセスガスで押し出す作業のために、許可申請を2回行ったものの、2回共拒絶されたとのこと。許可されない作業を実施するはずはないのですが、それにも拘わらずこの事故では、請負の作業員がなぜこの作業を実行してしまったのか、経緯は定かではありません。

頼 : レグは径 8-inch で長さ 8-ft なので上部に詰まった塊は下から書き出すのが難しく、牛山さんのコメントの様に上からプロセスガス(イソブタン・エチレン・水素・ヘキセンの混合ガス)で下に押し下げることを運転と共同でやろうと思った様です(運転としては許可できない非常に危険な作業を運転に無断で作業員がやってしまった事になるが=プロセスの内容を知らない作業員が思いつくのは不自然ですね??)。レグ内の付着物除去作業はボール弁に取り付けたままでなく、完全に取り外して作業をすれば(又は予備のレグと取り換えてレグは作業場で整備すれば)このような危険な作業は無かったはずで、保全作業員の目線に立った(スケール付着防止又は除去作業まで考慮に入れた)事業計画(含むレイアウト計画)の策定がポイントと思いました。

三平 : このループ型反応器は、U字型の底部に付いている製品ポリマーの抜き出し部(沈降レグ)に問題があると思いました。沈降レグを外してポリマーの詰まりを解除し、クリーニングする作業が頻繁に行われていましたが、反応器側とフラッシュ設備側を遮断するバルブが共にダブル化されておらず、また閉止フランジも使っていなかったようです。作業中はバルブ一つで高圧の反応液を止めていたので、何かあれば反応液が噴出する危険度が高かったのです。また沈降レグの細部構造も気になりました。この短管がフラッシュ設備側へ絞られていて、この形では重合反応しているスラリーが詰まりやすい構造ではないかと思いました。直管にして内壁を研磨し、管の内面に重合防止の細工をすることで、重合物の付着が減り、閉塞の頻度が減らせるのではないかと思いました。技術的な改善を怠り、協力会社の作業員を大勢動員して、危険性の高いレグの取外しと清掃作業を頻繁に行うことで、生産を維持していた会社の姿勢が問題だと思いました。

頼 : 作業員が手順を守らなかった事が強調されていますが、設計者及び作業手順を作った人及び管理者が何処まで作業員に寄添っていたかが気になりました。プロセス設計時には現場作業の全てを配慮するのは不可能だと思います。その為に実務に対するラインスタッフの役割があると思います。関係者が皆死亡しているので事情は分かりませんが、作業員の他に作業の指導者はいなかったのかが報告書では良く分かりませんでした。日本ではこの

様な危険な作業をする場合(活きた危険ラインとの隣接作業/縁切り作業)には依頼側からも請負側からも監督者が立会すると思います(三菱・鹿島の事故事例)。特に粉体による閉塞除去作業は私の経験では、本事故の様に想定通りに行かない一番悩ましい作業ですが、その様な作業の米国での現場監督の在り方が一番気になりました(作業手順の意味を理解できる指導者の立会が必要では?)

司会 : 詰まりを回復するための作業標準はあったのでしょうか? 並列のループ反応器では、閉鎖・停止は可能の様に思えますが。一般的な技術手順書では、作業手順・装置などの変更に対し、その方法・安全性の確認・認証などが規定されていると思われますが、今回の事例・皆様のご経験などをお話し頂けると宜しいのですが。

松井 : 今回の件では、ポリマー回収用のパイプを清掃中に、本来、一か所の閉鎖箇所に対し、一回の重複ブロックを行うよう指示して居たにも拘わらず、実際には、単純ブロックしか行われなかった様です。

竹内 : Beacon にもあるように、この沈降レグの部分の設計はリアクター運転中に取り外して清掃を行う想定にはなっていません。リアクターにプロセス物質が存在する状態で沈降レグの下部を開けるのであれば、リアクターとの縁切りはダブルブロックにするか、仕切り板を入れなければなりません。作業員本人が死亡しているので推測になっていますが、下から清掃しきれない付着ポリマーをレグの下部を開放した状態で上からプロセス物質で押し出そうとしたと報告されています。極めて危険な行為であったと思います。

塩谷 : 私の元いた会社では 50 年前に類似の爆発事故が発生しています。ポリプロピレン重合器には重合液をポンプによる外部循環にて冷却する補助冷却装置が設置されていました。この補助冷却装置ではたびたび重合物による詰まりが発生し生産技術的には未熟なものでしたが、生産能力増強には非常に効果は大きく、詰りの問題を解決できないままこれを使い続けました。これにより、非定常作業であるライン洗浄作業が頻発し、次第に次のスタートを考えて、循環ポンプの吸入ラインが外されていたのに閉止板を付けず、サクシオン弁を開放のまま重合器の下部遮断弁一つだけで締め切られている状態で待機する、安全を無視した安易な作業法をとるようになりました。この状態で夜間に停電が発生し、緊急停止操作を実施中に誤操作によりこの重合器の下部遮断弁を開放したために大量のプロピレン等が放出され、大爆発の事故となってしまいました。バルブによる二重閉止や閉止板の取り付けを怠ったルール違反は明らかですが、その一方で、この事故では詰まりの頻発→配管分解・水洗作業→配管復旧→運転再開をできる限り短期間で実施するよう求められていたものと想像します。オペレーターは次第にショートカットの誘惑に負けてしまったものと思われる。これは非定常作業が多発する状況を放置した管理者の責任も大きいと思います。事故の多くは非定常時に発生します。大小を問わずトラブルが多発する状況をしっかりと把握し適切な対策を実施することにより、プラントの安定運転を維持することはプロセス安全にとって非常に重要です。

司会 : 化学プラントでは、この事例のような配管部の清掃など、パイプラインの保守作業は少なくないと思います。そのような作業での注意点や失敗事例等ご経験がありましたら、ご紹介ください。

竹内 : 配管清掃ではありませんが、2軸の押し出し機のパレル内面の清掃は大事でした。スクリューを抜いて内面をブラシで磨くのですが、長いブラシを回転させてパレルに突っ込むにはかなりの腕力が必要だったようです。

牛山 : 配管のみならず機器でも閉塞の問題は、多くの場合化学工学を駆使しても解決できず、頭の痛い問題だった記憶があります。一旦配管や機器が詰まると、基本的には設備を停止し、閉塞物を除去洗浄するのが一般的で、今回の事例のように設備運転中に洗浄作業を行うということは少ないのではないのでしょうか。私が会社に入って現場で最初に与えられた課題も、オイル-オイル熱交型蒸発器の閉塞対策でした。当時その設備は運転停止して閉塞物の除去洗浄のため、月の半分の期間を取られていましたが、それでも何とか利益は出ていたようで、稼働率アップが喫緊の課題でした。そこで、熱収支は若干悪化するものの、一番閉塞が激しかった一部の機器をスチーム加熱型の蒸発器に変更することで大幅に閉塞が減り、稼働率も月間 9 割近くに向上出来、生産量も大幅に向上出来ました。設備閉塞の解決には、単に洗浄除去をするだけでなく、出来れば設備を変更するなどの抜本的な方策も考慮するべきだろうと思われます。

頼 : プラント間の原料・製品の輸送配管の閉塞除去作業には悩まされました。外部からの加熱で貫通しない場合は配管を開放して対処する必要があると思いますが、何処でどの様に閉塞して居るかの判断が難しいので、予め決めた手

順通りの作業にならない事が多く、責任者が現場で立会しながら作業手順を決める事が多かったです。特に内圧の有る配管の解放閉塞除去作業時では閉塞解除と同時に内液が噴出するので安全面で気を使いました。

竹内 : そうですね、2014年11月のデュボンのラポルテの事故も配管清掃の失敗から生じたものでした。メチルメルカプタンの配管に水分が侵入し、外気温が低くなったために配管内に水和物の固体が生じたことが始まりでした。それを除去しようとして配管を外から温水で温めて水和物を溶かそうとしていたのですが、排気ダクト系に繋がっていたために排気系の圧力が上昇しました。その圧力を逃がそうとして屋内に繋がるバルブを開けてしまいました。そのことにより、メチルメルカプタンが排気ダクトから室内に大量に流れ込んで4名の犠牲者を出しました。設計の時点で水和物の可能性を考慮した対策を講じていれば、この悲惨な事故は起こらなかったと思います。今回のBeaconの事例でも重合物の付着は設計時点でも十分に考えられますので、沈降レグの上部から溶剤を流すなどの設計も可能だったと思います。清掃しづらい設備が違反行為を読んだとも言えると思います。

司会 : この事故では危険性の高い作業の協力会社への委託と安全管理が大きなポイントになっています。協力会社への作業委託やその際の安全管理のご経験や知見がありましたらご紹介ください。

三平 : PVCの製造では、反応器の内壁等に重合物の付着を無くす技術が確立するまでは、製品の品質維持のために、反応、抜き出し後に反応器内に協力会社の複数の作業員が入って清掃を行っていました。壁面に付着したフィルム状のポリマーのかきとり除去は器内に足場を組んで行う危険な作業で、毎バッチに協力会社の作業員たちが入って作業していました。その安全管理は発注者である製造部門で、係長以下シフトのフォアマン、オペレーターが責任を負っていました。具体的な安全確認にはVCモノマー仕込み弁のダブル閉止と鎖錠、上下マンホールの開放と大型換気扇による器内換気の徹底、攪拌機起動回路の完全遮断(操作回路でなく元を切る)と鎖錠で、それらを行った後に鎖錠した鍵は、協力会社の作業フォアマンに持たせていました。

司会 : 可燃性の気体や引火性の液体を扱う上で、安全な手順や、間違った手順によるトラブルのご経験がありましたらお話しください。また、万が一、プラントで火災がした場合の対処法についてもご経験、ご意見がありましたらお話しください。

竹内 : 海外の事例ですが、消火活動に訪れた消防隊員の多くがプロセスタンクの爆発で命を落としたという報告書を見たことがあります。火災が発生した場合は、公設の消防隊に、危険な場所や物質の危険性を正しく伝えることが大切であることを教育するための資料だったと思います。禁水性の物質がある場合は放水できないので、その場所を消防隊に知らせることは重要です。また、火災への対応は各社で実施されていると思いますが、火災の程度がどうなったら従業員等を避難させるかを決めておくことが重要です。避難訓練もただ実施するのではなく、風向きなどを考慮してどこに避難するかを判断できることも重要です。

司会 : それでは、Beaconの本題、ショートカットに話題を移したいと思います。ショートカットの典型的な例は作業手順の簡略化・変更などでしょうが、これについてご意見、ご提案などありましたらお話しください。

竹内 : 1999年東海村のJCOで発生した臨界事故は有名です。作業員が硝酸ウラニル溶液を沈殿槽にバケツで流し込む作業をしていたのですが、これは元々の手順にはないやり方でした。この方が効率的だと思って改善のつもりでしていたのですが、それが命取りになりました。正式な手順書には面倒でも安全を確保できる方法が書かれています。現場が勝手に変更するのは危険です。しかし、変更は手順に限りません。購入部品の変更、人の業務の変更、協力会社の変更なども含まれます。従って、作業員だけでなく全ての社員は何が変更であるかを知っておく必要があります。しかし、この周知徹底が中々難しいです。

木村 : JCOの事故は技術者倫理の側面からも注目され、JABEE(技術者教育認定機構)工学教育プログラムの認定要件においても、技術者が備えていなければいけない基本的な素養の一つとして取り上げられ、この技術者倫理の視点を育成する教育テキストにも好ましくない事例としてしばしば引用されています。

一方では、この事例は作業手順を勝手に変更していることが重大であったので、現場でこのような変更を十分に管理していなかった事例としても重要です。事業所で起こる事故の多くが非定常時あるいは変更時に生じることから、変更管理の重要性が指摘され、コンビナート認定の審査時にも重要項目として取り扱われてきています。したがって、多くの事業者は変更管理教育の重要性を認識し、これの高度化に対して腐心しています。

林 : 今回 Beacon の焦点である安全な作業手順のショートカット(手抜き)には、発注者と請負者の両面があると思います。発注者は作業者が安全に工事できるよう液抜き、洗浄、LOTOなどで環境を設定し、さらに安全な作業手順に関わる情報を、工事安全仕様書などの書類や安全打合せなどを通じて作業者と共有します。厚生労働省の死傷災害発生状況によれば、死亡労働災害のうちの入場初日の割合は3割におよび、安全な作業手順や環境を知っておく重要性が理解できます。また同様に死傷病者数の約4割が経験3年未満の労働者であることもその必要性を裏付けています。作業を守る思いが大事で、仮に家族が作業すると思えば、工事実施に関わる制度や手続き、立会を含め、とても手抜きなどできないと思います。また無知から手抜きとなる新人と、過信やおごりで手抜きをするベテランでは異なる防止策を採らねばなりません。

請負者には常駐工事会社と臨時で入場する工事会社があります。場合により発注側のスタッフより作業に熟知している常駐工事会社が、自らの判断で安全な作業手順を遵守せず事故に繋がる場合があります。事例事故はそのケースに類似しています。臨時に入場する工事会社では、安全な作業手順の理解不足から不履行による事故に繋がる場合があります。入場時の制度やルールの教育が重要なことはもちろんですが、作業手順の意味である「なぜそうするのか」、「なぜそうしてはいけないのか」の Know-Why の理解度が、従業員を含め、その作業手順を遵守する姿勢に大きく影響します。

その他、CCPS(Center for Chemical Process Safety)による RBPS(Risk Based Process Safety)の20のエレメントが安全な作業手順のショートカット防止に有効であると認識できます。

山本 : 労災の原因のほとんどがショートカットによるものと認識しています。2012年頃のことですが、富士フィルムの神奈川工場で、過去10年間に起きた労災事故を分析して、誰もがこれだけ守れば重大災害(休業労災)を起こさないという、シンプルな7つのルールを「安全行動共通ルール」として決めました。これを遵守して、重大事故防止の安全活動を実施しているという記事(出典:化学工業日報“安全行動で共通ルール”、2012年7月25日、環境・新エネルギー)を読んだことがあります。大変参考になったので、元いた会社の職場集会で職場の皆さんに紹介した覚えがあります。

ここで、この記事からの7つのルールを紹介すると、『①動体・回転体に触れない、②設備や機器を停止し、動体・回転体に触れるときは起動がかからない「2重の安全対策」をする、③重量物の下に入らない、④高所作業(2メートル以上)はヘルメットを着用し、落下防止のための措置をする、⑤溶剤、薬品を取り扱う作業では保護メガネを着用し、必要に応じマスク・手袋を着用する、⑥ガラス器具洗浄作業は、保護手袋を着用する、⑦タンク内、ピット内の閉所作業を行う場合は、酸欠に対するKY実施した「非正常作業申請」を提出する』です。

この記事を読んだ感想ですが、説明の必要が無い自明な危険行為でも、しっかりとルールを定めて強く意識させないと危険行為(ショートカット)を防止できないのだとつくづく思いました。

司会 : 前述の設問に拘わらず、安全関連の話題や、ご意見、ご提案などありましたらお話しください。

松井 : 最近、広島市の透析の病院で、次亜塩素酸ナトリウムと酢酸を間違えて混合し、塩素ガスが発生し、多くの人が健康被害を受けたことが報道されました。

竹内 : それは、混色危険のケースですね。以前 Beacon で CRW4 が紹介されていましたが、山本さんが談話室を担当されていたと思います。

山本 : 次亜塩素酸ナトリウムは消毒剤や漂白剤として広く使用されているので、酸や水酸化ナトリウムと混触して塩素ガスが発生した事故は、化学プラントに限らず家庭でも頻繁に起きています。Beacon でも、これらの混触事故はたまに取り上げられています。混触の危険物質は CCPS が提供しているデータベースソフト CRW4 によって調べることができます。CRW4 は次のサイトから容易にダウンロードすることができますので、ぜひ使用してみてください。(<http://www.aiche.org/ccps/resources/chemical-reactivity-worksheet-40>)

司会 : 引火性の液体の移送の前に、アースを行わずに行ったために、火災が発生したケースはかなりあるようです。その他、手順を守らなかったことで発生した事故はご存じですか。

竹内 : 私が一時期、管理していた工場で私とその職場を離れた後の事故ですが、製品の巻取り用の芯替えて、芯が正しい位置に収まっていないことに気づいた作業者が位置を補正しようとして手を出してしまいました。別の作業

がそうとは知らずに装置の操作をしたために手を出した作業者が手を負傷しました。手を出すのであれば、装置を止めて LOTO をしたうえで行わなければならなかったのですが、その瞬間は忘れていたようです。

木村 : 高圧ガス設備事故の原因において、誤操作・誤判断というヒューマンエラーが劣化損傷(腐食管理不良)に続き第 2 位を占めているところから、これに対する対応に多くの事業者が腐心しています。いくつかの事業所では、特に、労働災害が非常駐下請け会社に多い点の改善が必要であるとの認識から、協力会社に対して協調から管理監督の姿勢に転換しています。また、安全に関する下記の「グラウンドルール」を制定し、ヒューマンエラーの撲滅に取り組んでいる事業所もあります。《グラウンドルール》・作業前に一呼吸置く・不安全行動に対して相互注意する・機器可動部には手を出さないさらに、これに関連し、協力会社社員の BBS(Behavior based safety)活動に積極的に取り組み、安全習慣という文化の構築を意図して、この活動のオブザーバーとしてまた協力会社協議会監督者パトロールへの参加のために工事安全専従者の配置を開始している事業所もみられます。

竹内 : 改善提案がショートカットを助長しているケースに出会ったことがありました。安全コンサルタントの仕事をしていて、ある工場で実行不可能な改善提案が出てくるので実際にできることを示してから出させていると聞きました。やってみて出来たことを示さなければ改善提案として認めないと言うのです。これが手順に関するものであれば、「報告する前にショートカットをやって見せなさい」と言っていることになるので、絶対にやめてくださいと申し上げました。

飯浜 : 私も安全コンサルタントの仕事で多くの事業所を訪問しましたが、改善提案の大多数はコスト低減対策または単位作業時間の短縮で、安全対策は極めて少数です。プロセス安全の観点では、特に重要な部品(例:シール部品)について、購買部の担当者が「A 社の現行部品より B 社の部品の方が単価が安いから変更しよう」のように、変更管理の手続きをショートカットして発注先を変えてしまうのは大きな危険を伴います。資材の調達等では、価格だけでなく、安全面からの多角的な検討も重要です。また、改善提案制度は会社の方針として行っていることが多く、現場の課長や職長は強いコストプレッシャーの下で「とにかく提案件数を上げる」方向に意識が向きがちです。このような状況もショートカットを生み出す大きな要因になっていると感じています。

司会 : 今月号の Beacon は、化学プラントでの仕事のショートカット・簡略化・変更などに関するものでした。このような場合、適正な手続きを経て、安全を確保しながら変更をする必要があります。しかしながら、一部の関係者だけでショートカットが行われ、事故に至る例が数多く発生しています。今回の案件及び関連の事案に対し、参加の皆様から多くの安全対策の提案をいただきました。読者の皆様に有用な助言となるでしょう。ありがとうございました。

キーワード:

ショートカット、ループ型リアクター、沈降レグ、プラント火災、避難、禁水性物質、JCO、CRW4、ヒューマン・ビヘイヴィアー、改善提案、

【談話室メンバー】

安喜 稔、飯濱 慶、今出 善久、上田 健夫、牛山 啓、木村 雄二、塩谷 寛、澁谷 徹、竹内 亮、中田 吉彦、林 和弘、春山 豊、松井 悦郎、三平 忠宏、山岡 龍介、山本 一己、頼 昭一郎、