

火気使用作業は、溶接、裸火、研削以外にも
 (PSB 翻訳担当: 木村雄二)

司会 : 今回の Beacon の事例について竹内様から詳しくご説明がございます。宜しくお願い致します。

竹内 : CSB の事故調査報告書によると、この事故は 2020 年 9 月 21 日に米国ノースカロライナ州の Canton にある Evergreen Packaging 社でシャットダウン工事中に発生したものです。協力会社2社がパルプの漂白塔で内面補修工事をしていました。B 社がアップフロー側、R 社がダウンフロー側を担当していました。B 社は FRP の補修にエポキシビニルエステル樹脂(VER)でガラス繊維のシートを貼り付ける作業をしていましたが、その日の気温が低かったために樹脂の硬化速度が遅く、シートが剥がれてしまう問題に直面していました。そこで、樹脂を早く硬化させるためにドラムヒーターを使おうとしたが、見つからなかったのでヒートガンを使うことにしました。作業中にそのヒートガンを樹脂のバケツに落としてしまった為に樹脂が燃え出し、アップフローの内面も燃え始めました。B 社の社員たちは避難することが出来ましたが、アップフローと繋がっているダウンフロー側に炎と煙が流れ込み、そこで作業をしていた R 社の社員2名が犠牲になったものです。B 社はヒートガンを着火源と考えずに火気使用許可を取っておらず、施主側にも R 社側にも連絡していなかったとのことです。

司会 : 有難うございました。さらに理解が深まりました。今回の Beacon の事例では、火気工事には溶接やグラインダーだけでなく、他にもあるという警鐘を鳴らしています。本内容について感想をお聞かせください。

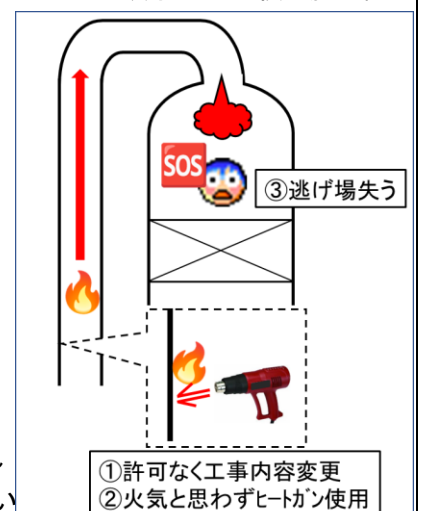
金原 : 感想というよりは疑問なのですが、コーティングを行う業者というのは、低温では樹脂が硬化しないことは知っていたと考えますが、何故それに対する対策を予め施していなかったのかという点と、もう一つは何らかの溶媒で樹脂の流動性を高めていると考えますが、ヒートガンという 400~500°Cもの熱を持つもので加熱することによって溶媒によって引火する危険性を考えなかったかという点、さらに言えば何故ヒートガンが容易に手に入ったのか、です。バケツにヒートガンを落とさなくても、ひょっとしたらヒートガンの熱で引火し、火災が発生していた可能性もあるのではないかと考えます。

竹内 : その可能性は考えるべきですね。因みに、ヒートガンは B 社のトレーラーに載っていたものでした。低温の場合に樹脂を温めるのにはドラムヒーターを巻いて容器の外から温めることが通常の方法だったと思われま。しかし、トレーラーにドラムヒーターが見当たらず、代わりにヒートガンで樹脂を温めることを思いついたようです。参考文献によりますと、低温時の対処方法は次のような取決めがありました。①溶剤である DMA を追加して硬化時間を短縮させること、即ち溶剤を早く飛ばして硬化させること、②一箇所を厚塗りにしないで、薄く塗って横に施工箇所を移動して表面の硬化を繰り返すこと③ドラムヒーターでドラムに入れた樹脂を加熱すること、になっていますが、どれも行っていなかったのです。また、ドラムヒーターは業者のトレーラーにあったのですが、工具の置き場所を変えたことが担当者には知られていなかったのを見つからず、結果的にヒートガンを代わりに使用したということのようです。

金原 : 因みに前にいた会社に確認したら、以前は硬化のためにドライヤーで加熱したことがありますが、最近はやっていないということです。

司会 : 今回の事故では、3つの問題があったと考えます。(右図参照)

- ① 工事の途中で内容を変更したが正規の手続きを踏まずに実行した、
- ② ヒートガンが火気であるという認識がなかった、③ 密閉空間に閉じ込められて逃げ場を失って死亡災害になった、と考えます。このことについて議論したい



と考えますが、まず②の火気の未認識ですが、今回の事例での問題点の指摘あるいは、類似の事例があれば紹介下さい。また、皆さんがご経験なされた所では、このような場合は火気と定義されていたのでしょうか。

林 : ヒートガンに限らず電気器具の使用は火気作業扱いとしていました。また電気器具の使用は絶縁劣化を含め漏電検査や遮断器の対応を必要とし、検査合格証の表示で使用を許可していました。裸火は特定火気作業、それ以外の電機品などの使用を一般火気作業として可燃性ガス検知の測定要領や頻度で区分をしていました。丸太足場を設置した槽内作業で非防爆の照明器具を使用して、発熱で小火が発生した経験があります。丸太は240℃で自然発火しますが、近辺にウェスなどの可燃物があっても小火の可能性があるので注意が必要です。

金原 : その意味でも、コーティング樹脂を溶媒に入れた状態のパケツも危険性があると考えて良いでしょうか。

山本 : 通常の使用方法では火気と考えなくてもよい器具でも、使用する目的や周囲の状況で火気と見なして制限をする必要が出てきます。実験などでは少量の溶剤をビーカーに入れて、固形物を攪拌して溶解することがありますが、料理用器具のハンドミキサーでこれを攪拌すると、ハンドミキサーのモーターブラシ付近では火花がバチバチと飛び散っていますので溶剤が着火します。少量でも着火した溶剤が床にこぼれて広がると大火災になります。盲点になりがちですが、実験に便利だからと言って安易に家電用品を使用すると大変危険な場合があります。

金原 : その通りで、ラボで使う装置は生産や工事で扱うような配慮がされていない可能性があります。かつて場内に生産設備だけでなく、研究開発施設が多くある工場、私のいた会社ではそのような工場を事業場と呼んでいましたが、その事業場の長をやったことがあります。当然、生産関係と研究開発関係では安全や防災に対して取り組む視点が異なるので、部門別に分かれて活動をやってもらいました。研究開発部署でも生産や工事で配慮する安全や防災のポイントを学んでもらい、山本さんの言われたようなミスがないように対応していました。

永嶋 : 電気器具を使用していなくても、火気使用の状況になってしまうことがあります。ある工場で10年以上、実験のためにベンゼンを一斗缶からポリ容器に移す作業を定期的に行っていましたが、あるとき小火が発生してしまいました。作業者は通電靴を着用し、定められた接地も行っていました。接地抵抗も問題ありませんでした。調査の結果ベンゼンを移すときに流動帯電が起こり、着火に至ったものと判明しました。一般に固有抵抗が $10^{10}\Omega\text{cm}$ 以上の物質は流動帯電しやすいと言われています。ベンゼンは固有抵抗が $1.6\times 10^{13}\Omega\text{cm}$ で、引火点が -10°C です。容器の金属化や接地の多重化などの対策をとりましたが、この作業などは『火気を使わない火気使用作業』に該当するもので注意が必要です。

金原 : これは大切な情報です。有機溶媒をポリタンクに移すと流動帯電で発生した静電気が容器内に蓄積します。金属製の容器に移すこととできれば気相部を窒素シールすることが望ましいと考えます。

私がいた会社では、火気使用については2段階に分けており、溶接やグラインダーのような火が出るのが明らかな作業を「直火気」といい、今回の例のようなものを「準火気」と称しています。「準火気」の定義は、「高熱を発するものおよび少量の火気を発するものまたは発生の恐れがあるもの」としています。それに対する区分として①電源を使用する工具・器具で、ケレン用工具などが対象です。②電源を使用する電気機器、測定機器で、電気ドリルが対象です。③内燃機関で、発電機や車両です。意外と高温なのがフォークリフトの排気口です。測定したことがあります。300℃を超えていました。④土木建設機械で、はつり用工具類です。防爆エリアで「直火気」を使う場合は、事前に会議を行い、可燃物の完全排除、遮断または侵入防止対策の実施やガス検知、消火器などの設置などを決め、上級管理者の許可を得ています。一方、「準火気」では、「3者確認」といって、操業・工事管理部署・工事実施部署の責任者が現地で、「直火気」に準じた対策を取る内容を確認し、実行しています。ただし、今回のようなヒートガンを使うことになった時に、これは「準火気」であると気づき、それに対応した対策を取るかは疑問です。感性の高い責任者がいるところでは気づくでしょうが、そうでないときは見逃される可能性があります。特に外注業者の場合、自己流でやってしまうことになりかねないので見逃される可能性は高いと考えます。その為にも工事業者には、持ち込む工事道具を事前に確認することが大切で、そのルールを作って守らせるように致しました。

竹内 : 2005年の3月23日にアメリカ合衆国テキサス州のBP社製油所で発生した、炭化水素蒸気雲の爆発事故は15名が死亡し170名以上が負傷する事故で、着火源は停車中のトラックのエンジンである可能性があると言われています。エンジン式フォークリフトの排ガスは十分に着火源になります。

永嶋 : 私がいた会社でも「直火気」、「準火気」と同様な火気管理を行っていました。呼称は「直接火気」、「間接火気」と呼んで、「間接火気」でも「直接火気」に準じた火気対応を行っていたものです。「直接火気」、「間接火気」のどちら

においても、工事業者が持ち込む電気器具等は事前に漏電検査などを行って、使用が許可されたものには「使用許可のワッペン」を貼って管理していました。こういった管理を今回のヒートガン事故に当てはめれば「使用許可のワッペン」を支給する際に、工事業者ではなく工事を依頼した企業側で『このヒートガンを使用するのはどのような作業か？ また、その使用に際してどのような火気対策を講じるのか？』といったことが問題になり、事前に火気対策を協議することで事故を未然に防止できた可能性があります。

竹内： 私がいた会社では工具を持ち込むときには検査するのですが、使用しない工具は持ち込まないようにと指示してありました。使わないけど持ってきましたというのはどこかで使う可能性があるのですね。今回の事故もそれが徹底されておれば防げた可能性があります。

林： 協力会社が工事に伴う器工具を持ち込み、持ち出しをする際には、持ち込み/持ち出し票による入出門の手続きを必要としていました。その手続きの中で使用の目的などが明確になると思いますので、勝手な器工具の使用は防止できると思います。そのような仕組みがなかったのでしょうか。

司会： 貴重な意見をいただき、有難うございました。それでは次に①工事の途中で内容を変更したが正規の手続きを踏まずに実行した、について今回の事例での問題点の指摘あるいはご経験や紹介事例があればお願いします。

永嶋： 工事や作業の内容を変更した場合、正規の手続きを踏まずに実行することは、当然ですが認められません。しかし工事準備をしていて、作業内容の変更を許可なく行って事故が起こったことがあります。(右図参照)

ある工事の準備を行っていて、タンクから液をポンプで移送していたのですが、移送に10分ほどかかるために、その間に工事の別の準備作業に着手してしまい、液を漏洩させた事故がありました。作業者は一連の工事の準備作業として着手したのですが、この結果ポンプ移送中はその場で現場監視を怠らないというルールを破ってしまったものです。この事例は、『一連の作業』だから応用動作として許されるだろうという安易な妥協が事故を起こしてしまったものです。何がその工事や作業で許されていて何が許されないのかという区別を認識することが大切で、このような安易な妥協を許さない徹底した指導が必要だと思います。



竹内： 漏洩というのはオーバーフローのことですね。複数名で作業をしていて、オーバーフローしたのですか。

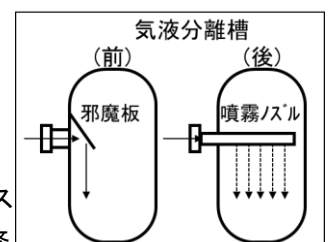
永嶋： ここはインターロックのないタンクで、非定常の移送作業を一人でやっていて、オーバーフローさせたものです。

竹内： 複数いる場合でも、もう一人がやってくれているだろうという安易な気持ちで現場を離れるとトラブルの原因になるので、工事計画を作る時に誰が監視するのかをきちっと決めておく必要があります。

永嶋： その通りですね。この事例では、作業者が一人だったのですが、準備作業が10分もかからないだろうと考えてポンプ移送の現場を離れてしまったことが原因の事故です。安易な妥協は許されないという教訓があります。

金原： 今回の事故では、工事内容の変更という意識がなかったことが問題であると考えます。細かいことですが工事内容の変更には該当すると考えます。往々にして専門業者は独自の技法を持っているので、そこをどうやって管理するかが課題です。よく似た話で、修理などで工事内容の変更があった時には関係者が相談し、対応する必要がありますが、長年駐在している常駐の工事業者は中味が詳しいことから、簡単な変更が発生した時に許可を得ずに工事を行った為に環境設定(危険物の排除など)が不十分になり、葉傷のヒヤリハットが起きたことがあります。如何に簡単な工事とはいえ、許可なく工事を変更するのはとんでもないことです。運転上の変更管理、特に軽微な変更管理をどこまで行うかは難しい課題ですが、工事の変更管理も細かければ細かいほど難しく、言うは易しで徹底することは本当に難しいです。

木村： 変更管理に関連する事故として有名なのが2006.4.16に千葉県の事業所で起きた事例があります。水素製造装置の気液分離槽の構造をバフフルタイプからインナーノズルタイプに変更したために、胴内壁に流体がぶつかりエロージョンを引き起こし開口し水素が漏れ火災になりました(右図参照)。この事例では、構造変更に伴うリスクの評価を行っていなかった点と、事故翌日に千葉県の許可を得ずに開口部の補修(応急補修)を行った点からも、火災事故の発生で損失を被ったのと同時に、完成検査に係る認定ならびに保安検査に係る認定の取り消しの処分も受けました。



金原 : これは驚きの事例ですが、火災が発生後に届け出をせずに応急処置で済ませようとしたのでしょうか。

木村 : 事故を起こした企業のレポートによると、1996年に気液分離槽を取り替えた際、内部構造を変更したことにより、減肉が早まったと考えられたので、内部構造を再度元に戻し、ノズルの直径を大きくし流速を半減させるなど、一定箇所に流体がより当たりにくい構造にした上で、材質も強度の高いものに変更し再発防止を図ることとしました。その後、7月4日、企業倫理ヘルプラインに同社のグループの社員からの匿名の書面が届き、同社が発表した事故原因と再発防止策に疑問を呈するもので、1995年にも今回と同様の事故が発生していたにもかかわらず、発表内容にはそのことに一切触れていないということや、同様の事故が起きたにもかかわらず、以前の構造に戻すという再発防止策に疑問を感じ、「1995年の事故を故意に隠しているのではないか？」との疑いを指摘する内容でした。企業倫理委員会を中心に調査したところ、1995年に同様の事故が起きており、その当時、行政当局へ報告していなかったことや事故後に穴が開いた箇所の補修を無許可で実施していたことがわかりました。その後の調査で、同社は、1997年4月以降高圧ガス保安法に基づく手続きを行わず、無許可で工事を行った事例が2006年8月31日までに7件あることがわかりました。これにより、認定取り消しの処分を受けています。

金原 : 推定ですが、最初はごく小さな変更を許してしまったことが、最終的には大きな変更にまで至り、会社の信用を落とす結果になったという事例かと思いますね。

竹内 : 変更管理もさることながら企業倫理の問題ですね。

木村 : 変更管理のシステムは良くできていたのですが、それを守らなかったという風土があったようです。今はスーパー認定などを取得されて立派に管理されています。

司会 : 貴重な意見をいただき、有難うございました。それでは次に③密閉空間に閉じ込められて逃げ場を失って災害が起きましたが、今回の事例での問題点の指摘あるいは、事故またはヒヤリハットなどのご経験のある方はご紹介下さい。

林 : 今回の場合B社とR社の2社は、区切りの無い場所での相番作業を実施していたと考えられます。何よりも縁切りを行って相番作業を避ける対策が必要であったと思います。避けられない場合、工事前の安全打合せなどで相互の工事内容や連絡体制、指示命令系統を明確にしておく必要があったと考えます。複雑な連絡配管に繋がった槽内で肉盛り溶接作業を実施している際に、縁切りができていない状況下にあった当該槽に、相番作業で製造課が配管中の可燃性の残液を噴出させ、作業者に火傷を負わせた事故がありました。火気作業を実施する槽では必ず縁切りを確実にし、独立した作業環境で作業を実施すること、相番作業は可能な限り避ける工夫をする事が肝要です。

永嶋 : 気がつきにくいのですが、日常的に密閉空間が形成されるものに、前出の火気作業の場合の火気養生があります。火気養生の性質上、火気作業場所が養生でどうしても密閉構造になってしまいます。その場合、養生内部の出口を必ず2ヶ所以上設けるように指導していました。出口がやむを得ず1ヶ所だけになるときは、万一火災が発生したときに出口に向かう動線が火災でふさがれないように配慮していました。

牛山 : 今回の事例にある作業は引火性蒸気を発する作業ですが、作業者はその対策を取って実施したのでしょうか。

竹内 : ポリウムのある報告書なのですべてを読み切っていないのですが、閉所作業で管理していたとのことですから溶剤の蒸気が出ることは想定されていたと思いますが、着火源があれば火災になる可能性も考慮すべきでした。

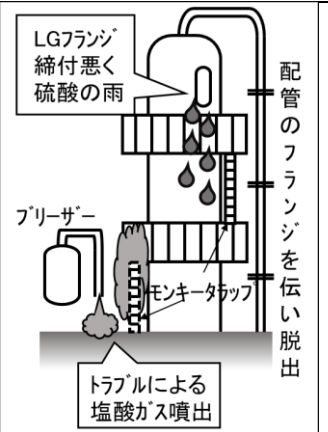
牛山 : このような密閉作業では必ず監視人をつけることと内部に送風する対策を取るなど、作業環境として適切であったのでしょうか。

竹内 : 火気作業の認識があれば、養生や消火器設置などの対策をとっていた筈ですがそれがされていなかったことが問題です。また、火災を起こした作業員たちは逃げて無事でしたが、他社の作業員が犠牲になったことから全体の工事管理がどうであったかも問題であると思います。

牛山 : 我々でしたら換気の為に下のマンホールから空気を入れるとしても、上のマンホールから出すだけでなく、連結管を取り外してやると考えます。そうであればこのような悲惨な事故にならなかった可能性があります。

金原 : 今回の事故は火気を使用するという発想がなかったため、密閉空間に別の作業員が入っていたということ、コーティングの作業で火気を使うということが予め分かっていたのであれば、何らかの対応が取られていたと考えます。とはいえ、密閉空間ですから、何か起きた時に他の業者に被害を及ぼすこともあるかもしれません。両方の業

者に他方に別の業者がいることを伝えておいて、いざという時に連絡することを忘れないように指示しておくことが大切かと思えます。一方で私は入社直後の試運転操作で、逃げ場を失って上から硫酸の雨、下からは塩酸ガスの攻撃を受けました。幸い近くに配管があり、それを伝って降りることができたから良かったですが、右往左往しているときは大怪我が死亡するのではないかという大変怖い思いをしたことがあります(右図参照)。昨年末の大阪での火災では多くの尊い命が失われましたが、逃げ場を失った時の焦りと恐怖は非常に良く分ります。工事の際の槽内作業など密閉空間の事故は酸欠や中毒など配慮すべき点が多々ありますが、逃げ場の確保についても考慮しておく必要がありますね。



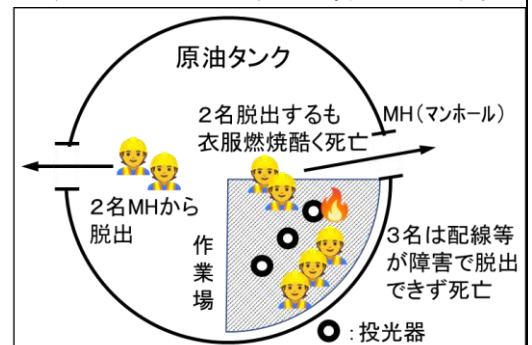
牛山 : 建物の密閉についても考えておく必要がありますね。最近、新潟県で菓子の製造工場で火災が発生し多くの方が犠牲になりました。そのうち4名の方が、停電によって防火扉が閉まったことにより逃げ場を失ったとのことですが、傍にドアがあったにも関わらず、分からなかったようです。槽内だけでなく建物についても考慮しておかなければいけない事例であると考えます。

山本 : 煙が充満して逃げ道が分からなかったようです。日頃から出火場所を想定した避難訓練を十分に積むことが重要です。防火扉が下りても慌てずに通過できる方法を覚えておく必要があります。誘導灯は停電でも機能する蓄光灯などが必要かと思えます。

竹内 : 前にいた会社では、例えばホテルに宿泊する際にも非常口と逃げ道を2箇所確認しておくこと、ということ強く言われました。高い建物では高層階の宿泊を避けるようにとも言われました。上に行けば行くほど危険性が増しますからね。また大阪の火災に事例から、設計の段階で逃げ場について考慮しておく必要がありますね。

金原 : 昭和46年に消防法が改正され、避難場所を2箇所確認することになったのですが、大阪のビルは昭和45年に建設されたため、適用されなかったと聞いています。私が住んでいるマンションも逃げ道を確保するという意味でベランダに避難用の梯子がついています。年に一度点検はしていますが、その存在をどれだけの人が知っているか、知らせるために毎年行う防火訓練でその使い方などを教育したらどうかとマンションの総会で言っています。

三平 : 密閉空間で起きた大きな事故を紹介します。2006年1月17日に愛媛県の製油所で10万klの原油タンクの底部に溜まったスラッジを回収する作業で5名が死亡しました。協力会社の作業員7名がエアラインマスクをつけて槽内に入り、投光器で明かりを取って作業していたところ、突然火災が発生しました。作業員2名は近くのマンホールから脱出しましたが、火元近くで作業していた5名が亡くなりました。法定点検に伴う清掃作業で、スラッジを流動化させるために外部供給の共油(軽油又はA重油)を使っていたため、可燃性蒸気の発生が必然の環境で、防爆構造の排気ブローをを設置して排気していましたが、投光器の落下による打撃火花、電球からの輻射熱、作業ワイパーでの静電気など確定できない原因で着火したものです。発火時の退避手段が限られる危険な作業で、人が内部に入らない別の方法が必要だと思いました。



司会 : 皆様のご経験などいろいろ有意義なお話をいただきありがとうございました。実際の対応はそれぞれ異なり難しい点もあるかもしれませんが、きちんと水平展開されて類似の事故・災害が発生しないことを期待します。

キーワード: 火気工事、工事内容の変更、密閉空間での逃げ場、直火気(直接火気)、準火気(間接火気)、電気器具、工具の持ち込み検査、縁切り

【談話室メンバー】

今出善久、牛山 啓、金原 聖、木村雄二、塩谷 寛、澁谷 徹、竹内 亮、永嶋良一、春山 豊、林 和弘、松井悦郎、三平忠宏、山岡龍介、山本一己、頼昭一郎