

PSB (Process Safety Beacon) 2023年8月号 の内容に対応	SCE・Net の (No.206) 安全談話室 https://sce-net.jp/main/group/anzen/	化学工学会 SCE・Net 安全研究会作成 (編集担当: 澁谷 徹)
--	--	---

同時並行作業 (SIMOPS)

(PSB 翻訳担当: 牛山 啓)

司会 : 今月号は、SIMOPS (同時並行作業) についての事故事例を取り上げています。**Simultaneous Operations** を縮めての略語のようですが、私は初めて目にしました。今回の事故は、米国テネシー州チャールストンにある Wacker Polysilicon 社の、HCl 再生設備カーボン熱交で発生したものです。2 週間の定修後、事故前日の 11 月 12 日夜設備を再スタート、13 日朝にはほぼ通常運転状態に達し、設備のボルト増締めのため配管工業者が現場確認後現地に入った際、既に断熱工業者が来ていて、ボルト工事の際は、現場から離れた方が良いか確認したそうですが、配管工業者は内容物には触れないのでその場で作業しても構わないと答えたそうです。カーボン熱交のガス出口 4B 配管は、本体フランジがカーボン、スパーサーおよび接続配管は炭素鋼 PTFE ライニングでそれぞれ、ボルト締め圧力が異なっていたのを、どうやら間違っただけでカーボン熱交フランジのボルトに対し、過大なトルクをかけたためノズルフランジが破損し、HCl ガスが漏れ出したようです。

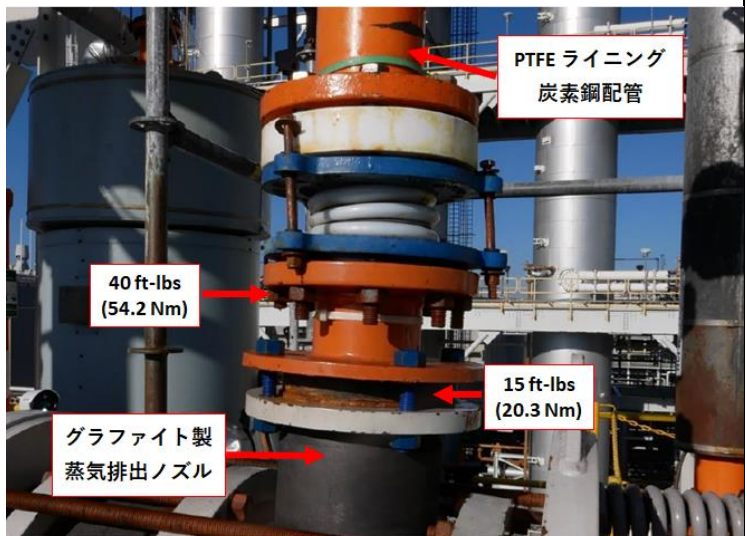
さて、SIMOPS での事故事例・ヒヤリハット事例について、皆さんの経験・知見を聞かせてください。

竹内 : SIMOPS という言葉は私も初めてです。発音は「シモプス」で、CCPS のメンバーによるとアメリカの石油業界の上流工程ではよく使用されている言葉ですが、下流工程や化学産業ではあまり馴染みのない言葉の様です。Beacon に採用したということは、これから SIMOPS という言葉を広めようとしているのかもしれませんが。

山岡 : 高温で運転する設備のフランジは、設備の昇温・降温によるボルトの膨張、収縮の繰り返しによりボルトの締め付け力が低下するためにスタートアップ時に昇温の過程で増し締めをします。スタートアップ時は突発的な作業やパトロールなどで結果的に増し締めの作業と同じエリアへの立ち入りや作業と重なることがあるので事前の確認と注意が必要です。なお、運転中のフランジからのわずかな漏れは増し締めで止まることがありますが、加圧下の場合は増し締めにより片締めを起してガスケットを損傷し、かえって漏れ量が増加する危険があるので大気圧まで減圧して締め直す必要があります。

牛山 : 今回の事故報告書に、米国における同種の事故事例として以下の 5 件が紹介されています。

- ① 2020 年 9 月 21 日 Evergreen Packaging 接続された 2 基のパルプ漂白反応塔のライニング補修作業を別々の業者が実施しており、ヒートガンにより樹脂が引火爆発し、他方の業者 2 名が死亡。Beacon 2022 年 3 月号参照
- ② 2018 年 5 月 19 日 Kuraray America EVAL プラントの定修後立ち上げの際、内圧が上昇し、安全弁が噴いた。放出されたエチレンガスに付近で作業していた溶接火花で着火。架構上部で種々の作業をしていた作業員が避難の際、転落、転倒などにより 23 名負傷。CSB 報告書 No. 2018-03-I-TX 参照
- ③ 2008 年 11 月 11 日 Allied Terminal 液体肥料用の約 7500m³ リベット打ちタンクを、充填可能容積を増加するため、溶接により接続部を当て板補強後、実液を張り込みテスト中、予定張り込み量に達する前にタンクに亀裂が入り破壊。上部で補強溶接中の作業員等 2 名負傷。近隣の川に大量の肥料液漏出。CSB 報告書 No. 2009-03-I-VA 参照
- ④ 2005 年 3 月 23 日 BP Texas City 定修後異性化プラント再スタート時、蒸留塔が満杯になったのを気付かず



出典 : CSB report No. 2021-01-I-TN

原料装入を長時間継続し、塔が満杯となりブローダウスタックからオーバーフローし、隣接地の業者トラックにより着火爆発したと推定された。死者 15 名、負傷者 180 名。CSB 報告書 No.2005-04-I-TX 参照

- ⑤ 2002 年 1 月 16 日 Georgia-Pacific 荷卸しエリアで NaSH をタンクトラックから荷卸し中に若干洩れた液を廃液溝に流した。廃液溝には PH 調整用に硫酸が連続的に添加されており、反応によって硫化水素が発生。近くで作業していた工事業者 2 名が死亡。従業員 7 名を含む 8 名が負傷。CSB 報告書 No.2002-01-I-AL 参照
他の SIMPOS 事例としては、北海の海上油田パイパーアルファにおける事故が有名です。

山本 : 事故原因として SIMPOS への対応が出来ていなかったとして、SIMOPS を強く認識して管理をしていこうとなったのは、海上油田パイパーアルファの事故 (Beacon2005 年 7 月、2013 年 7 月号参照) がきっかけになったようです。そのため、最初は石油やガスの掘削などの海洋での設備や作業についての管理手法に限定されていたようです。海洋作業では、通常作業として、一つのプラットホーム上で、複数の作業が同時並行で行われる機会が多いので、SIMOPS のしっかりとした管理が必要になってきたのではないかと思います。SIMOPS の管理については、IMCA (国際海事請負業者協会) をはじめ、種々の機関からガイドラインが提供されています。ガイドラインでの検討項目としては①「SIMOPS の特定」②「SIMOPS の相互作用の特定」③「SIMOPS を可能とするための対策」④「SIMOPS 間の調整方法」⑤「緊急事態への対応」などがあります。従来の Beacon ですと、主に作業そのものに重点をおいて、安全に作業を実行するための手順や管理について述べられてきました。SIMOPS では、それら作業間の相互作用に重点を置いてリスクを評価します。したがって、ガイドラインには、エリアで計画や実施されているすべての SIMOPS を把握して調整できる人が配置されているかどうか が最も重要であると述べられています。Beacon 記載の CSB 報告書 No.2021-01-1-TN に多数のガイドラインと概要が紹介されていますので参考になります。

山岡 : 平成 7 年に川崎市の石油精製工場で発生した硫化水素の漏えいで 3 人の作業員が死亡した事故が類似しています。この事故は、同工場の脱硫設備内の硫化水素回収ラインに設置されている空気駆動式圧力逃し弁の下流側にあるブロックバルブの交換作業と駆動用の空気配管の補修を同時に行っている中で発生しました。原因は、硫化水素ラインの閉止を圧力逃し弁の上流側にあるブロックバルブで行うべきところ、圧力逃し弁が閉になっていることで硫化水素ラインが閉止していると思い込み、上流側のブロックバルブを開のまま下流側のブロックバルブの仕切り板をはずしました。一方、空気配管の補修作業で空気の元弁を閉止したため空気の供給が停止し自動的に圧力逃し弁が開になり硫化水素が流れて下流側のブロックバルブの取り外し部から漏えいしたものです。

竹内 : 2004 年 11 月 9 日米国カリフォルニア州ウォルナットクリーク (Walnut Creek) で水道工事をしていた際に、バックホーの先端でガソリンのパイプラインを破損して、漏洩したガソリンに溶接作業の火が引火して爆発炎上するという事故が発生しました。この事故で、作業員 5 名が死亡、4 名が重傷、周辺住民 1 名も火傷を負いました。ガソリンのパイプラインの付近を掘削していることは分かっていたのに、水道管を敷設するための溶接作業を近くで実施していたことが、被害を大きくした例です。この事故では、パイプラインを所有していた会社が「パイプラインの所在を適切に表示しなかった」と、「工事に先立って、現地確認を行わなかった」として、50万ドルの罰金が科せられました。工事業者もパイプラインの近くを掘削すると知っていたのですから、火気使用工事を同時並行で行うべきでなかったと思います。

塩谷 : 今月号の Beacon で取り上げている Wacker 社の事故に類似した事例が日本でも発生しているのでご紹介します。2010 年 6 月 15 日に塩ビモノマー製造工場で発生した事故で、発生状況は次の通りです。
塩酸を取り扱うカーボン製シェル & チューブ型熱交換器を定期修理にて新品に更新した。その後、プラントの立ち上げを行い、所定の運転温度に達したため、工場のマニュアルに従って熱交換器の管板のホットボルティングを開始した。増し締めは 4 点測定にてトルクレンチを使用して実施していたとのことである。この作業中に突然の大音響とともにカーボン製熱交換器の管板が破損して熱塩酸が噴出した。足場上で作業していた 8 名の作業員に熱塩酸が飛散し、2 名が死亡し 1 名が失明するという重大事故となった。

カーボン製機器についての知見を有する会社で、管理された増し締め作業を実施していたにもかかわらず、しかも新設機器において、なぜ機器の破壊が発生したのか多くの疑問があります。しかし、私自身は最終的な事故調査結果をチェックしておらず、残念ながら事故原因がどこにあったかを把握していません。

山本 : 同時並行作業の指定範囲を間違っで見積もると、思いもよらぬ事故が発生することがあります。化学プラントの配管は広い範囲でつながっており、離れた距離で互いに影響を及ぼすことがあるからです。この事故例について話します。それは、反応設備が入った建屋が 2 棟あり、その 1 棟で増設工事をしている、他の 1 棟では、通常の製造を

行っていた時の事故です。工事を行っていた建屋にある配管を間違えて開放したところ、他の棟から移送した引火性液体がそこから噴出して、工事の溶接の火花により引火して火災になりました。これは引火性液体のタンクが工事をしている棟にあったためです。製造場所と工事場所が離れていても、同時並行作業については注意を要します。影響を及ぼし合うエリアの入念な調査と関係する部門・部署への連絡、設備全体の把握や工事現場でのラインアップは慎重に行う必要があります。図面だけに頼る調査では、今までの変更工事などにより、実際に反映していない場合があるので、現場での調査も必要です。

竹内 : 確かに距離が離れていると SIMOPS だと認識するのは難しいですね。2007 年 8 月号の Beacon でも、遠く離れた場所での窒素漏洩が窒息事故に繋がった例が紹介されています。大口径の配管にビニールシートをかぶせて作業をした為に、閉鎖空間が形成されていました。そこに約 45m 離れた場所に接続されていた窒素配管から漏洩して、閉鎖空間が酸欠雰囲気になった為、そこで作業をしていた一人が死亡、一人が重症であったと書かれています。遠く離れた場所で不活性ガスや毒性ガスの漏洩が発生すると、何処まで危険が及ぶかを事前に把握する危険予知能力とでも言うべき能力が求められていると思います。

司会 : SIMOPS への対応は、工場新設の場合と既設工場内の場合とでは、共通点も多いと思いますが、少し異なる点もあるかと思うので、先ず工場新設の場合での SIMOPS 対応について聞かせてください。

竹内 : 私は建設プロジェクトに関わるが多かったので、運転中の工事の経験はありませんが、同時並行で作業が進むことは少なくありません。建設プロジェクトも工事期間を短縮させるために同時に複数の業者の作業員が工事を行います。従って、各作業でどの様な危険性があるかを事前に把握して、他の作業員の立ち入りや通行を制限するなども、しばしば行っていました。その場合、避難経路を複数確保できるように配慮していました。典型的な SIMOPS は上下作業で、高い所で溶接作業をすれば火の粉が階下に落ちる可能性がありますので、下に可燃物を置かないのは当然の事として、真下の通行も禁止にしていました。

澁谷 : 私の最初の勤務は中央研究所でした。新しいフッ素樹脂(E・TFE 樹脂)開発チームに所属し、プロセス設計を行い、引き続き建設プロジェクトメンバーとなり、建設後は「君が設計したのだから製造も頼む」と言われ、製造の責任者として工場に転勤しました。工場勤務そしてプラント建設という初めて尽くしのことで、戸惑いが多くありましたが、充実した時期でした。工場では“無事故・無災害”がスローガンとして掲げられていました。建設工事の初期は、杭打ち・基礎工事など土木関係だけですが、工事が進むにつれて SIMOPS が定常となってきました。当日作業を行う業者の責任者全員に、①当日の作業開始前(当日の作業確認) ②午後の作業開始前(午後からの作業確認) ③午後 6 時(当日の作業報告・進捗状況により明日の作業計画調整)の 3 回集まって、エリアで行われる全作業を認識してもらい、現場の全員にも話すよう依頼しました。それぞれの業者の作業進捗による調整は、直接関係する責任者と共にその場で決定し、周知徹底を計りました。打ち合わせに時間を取られるのは一番嫌われることなのですが、自分の作業だけではなく、周りで行われる作業状況を知っておくことは、作業の安全性を高める上で重要だと考え、コミュニケーションの良い作業現場とすべく努めました。

司会 : SIMOPS を避けるのが一番よいのは解りますが、現場では止むを得ず SIMOPS を行わなければならない状況もでてきます。その場合、安全に SIMOPS を実施するための重要事項・皆さんの現場で実施していた対策などを聞かせてください。

林 : 並行作業が事故発生や拡大の基になって協力会社の方が重篤な火傷を負われた事故、さらには死亡された事故が発生した年があり、対策として社内規則や基準の徹底強化を図りました。基本は運転部門と協力会社の並行作業の禁止と運転中のプラントでの工事制限です。並行作業の定義として、「同一機器、配管、エリアで協力会社と社員が別々の目的で作業すること」として同一エリア内の並行作業を原則禁止としました。特にプラント内で漏えいなどの不測の事態が発生する可能性のある設備・配管等の開放作業・工事を実施する場合には、他の作業や工事、例えば保温外しの作業や縁切り作業なども、禁止する同一エリア内の扱いとしました。従って定期修理前の洗浄期間を含む停止操作中や起動操作中の工事は、並行作業となり原則立ち入り禁止となりました。

通常の定期修理では運転部門が液抜きや洗浄を完了して危険区域の解除ができれば、火気使用の工事期間が始まりますが、安衛法第 30 条によりプラント内での従事者が 50 名以上となる期間は統括安全管理組織を設置し、作業間の連絡・調整や仕事の工程、機械・設備等の配置についての計画作成、作業場所巡視、危険性及び有害性

等の情報の提供など、労働災害防止に必要な措置が取られます。従って統括体制の期間は、並行作業についても日々調整され対策していますが、洗浄期間を含む停止操作中や起動操作中の工事は統括期間外となることが多く、並行作業の調整が不十分になることを懸念して安全強化を図りました。

並行作業禁止は定期修理期間の工程にも影響し、強化した年には計画段階で、事業所の定期修理の工程支配となるプラントの洗浄期間中の断熱解体回避で3日、気密テストから実ガス置換期間の断熱復旧回避で2日の計5日間の工期延長が織り込まれ、他プラントも追従を余儀なくされました。

並行作業の考慮事項としては、十分な安全措置が担保でき、運転管理と設備管理、保安管理の部門長の承認を得た場合は並行作業を禁止する同一エリアの解除ができることとしました。ただ十分な安全措置の担保の承認は、危険区域解除など手続き上でも高いハードルとなっています。また緊急時などのやむを得ず並行作業を実施する場合は、作業や工事に関わる各々の課長が調整を行い、運転課長許可作業として対応しました。その他に槽に繋がっている配管は完全に液抜き、洗浄を実施することが困難なことが多く、並行作業の可能性もあることから槽直近での縁切りを原則にしました。

竹内 : ある工場で、宜しくない状況を見かけて担当者に意見をすることがあります。実際は二つの業者が別々の作業をしていたのですが、一見、一つの業者の作業員が数名で保守作業している様に見えました。私は、火気使用作業をしているのに火気使用作業許可証の無い着工許可証が張り出されていると思いました。そこで「火気使用許可証は何処か」と尋ねたら、別の業者が設備の反対側に火気使用許可証を掲示して作業をしていたのです。しかも、作業を統括している人が誰もいない状態でした。この様な状況で事故が起これば発注者の責任は免れません。

牛山 : やむを得ず同時作業をする場合は、必ず事前の安全打ち合わせを実施し、同じ場所で同時に別な工事しないようにスケジュール調整をしていました。また、機器や配管を開放したり、内容物が出てくる可能性がある場合は、運転員も必ず立会するようにしていました。ただ、先の BP Texas City の例のように、広範な隣接工場やエリアも SIMPOS と捉える場合は、相互に影響することを考慮するのが一般には非常に難しいのではと思われます。

竹内 : 私も BP Texas City の事例は SIMOPS だと判断して対策を講じるのは難しいと感じています。事故が発生した当時は、私のいたプラントでも工事の仮設事務所の配置に気を付けるべきだとの話が出ていましたが、あれほどの大爆発が発生するかもしれないと予想するのは困難だったと思います。確かに今回の Beacon の事故の報告書には SIMOPS の例として挙げられてはいますが、BP の事故は SIMOPS と言うよりは、大爆発がプロセスエリアの外の人々を巻き添えにしたと考えて良いと思います。

山岡 : 先ほど紹介した川崎市の石油精製工場の事故ですが、実は、硫化水素回収ラインのブロックバルブの交換は前日に完了する予定の作業でしたが、不具合が生じて完了できず当日への変更作業になり、結果的にブロックバルブ駆動用の空気配管の補修との同時並行作業になったものです。関連する設備の作業なのに双方にその意識がなく、連携した安全確認がなされていないため重大事故になりました。同時並行作業の危険性を認識し、変更管理を適切に行って安全を確認する教育が必要と思いました。

司会 : 本日は有難うございました。SIMOPS は原則禁止としているけれども、現場ではいろいろな事情から実施しなければならない状況が発生します。その場合、「どのようにして安全に SIMOPS を実施するか」事故防止のために努力されてきたことが伺えました。更に、ここで取り上げられた事故事例を反面教師として実際の現場に適應させ、事故防止に役立てて頂けたら幸いです。

キーワード: 同時並行作業(SIMOPS)、作業許可証、カーボン熱交、ボルト膨張・収縮、ボルト増し締め(ホットボルテイング)、ボルト締め付けトルク、パイパーアルファ事故、SIMOPS のガイドライン、同時並行作業の指定範囲、機器・配管の縁切り、

【談話室メンバー】

今出善久、上田 健夫、牛山 啓、木村雄二、塩谷 寛、澁谷 徹、竹内 亮、
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、