

## 化学工場の爆発事故から学ぶ

化学工場では、一般に引火性、爆発性、毒性、腐食性など様々な性質を持つ化学物質が大量に貯蔵、取り扱われ、プラント設備は高温、高圧環境下で運転されている。化学反応は密閉された反応器の中で進むので、外部から反応の進行を目で確認することが困難となる。また、構内は反応器や塔槽類、配管、タンクなどの製造・貯蔵施設、ユーティリティ施設が複雑かつ過密に配置されている。こうしたことから、運転管理や保全管理を適切に行われないと爆発・火災等を引き起こし、かつ設備装置の被害のみならず、人的被害や周辺への環境問題に発展する大規模な災害につながるものが少なくない。

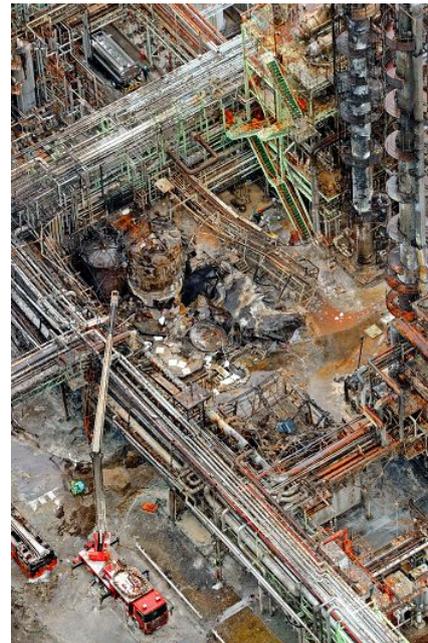
化学工場の大規模な事故が、最近相次いで発生しているが、本稿では9月末に発生した化学工場の事故を例に、工場の安全対策などについて再確認する。

### 1. 化学工場における爆発事故の概要

#### (1) 事故状況

9月29日午後2時頃、兵庫県にある日本触媒の化学工場で爆発火災が発生した。アクリル酸を貯蔵する中間タンクに異常があると消防署に通報があり、消防隊員等が現場に駆け付け放水活動を行っていたところ爆発が発生した。この爆発により消防自動車が被災するなど消火作業は難航し、鎮火に25時間を要した。この事故により、消火活動を行っていた消防隊員1名が死亡し、36名が重軽傷を負う大惨事となった。事故原因の詳細は、有識者で構成される事故調査委員会で今後究明されることになるが、何らかの原因によりタンク内で異常反応が起き、発熱により爆発したと見られている。なお、同社は工場の製造設備が停止した場合、機会損失額は1カ月で約45億円、設備損害額が約50億円以上と予測している。

事故のあった工場は、紙おむつなどの高吸水性樹脂とその原料となるアクリル酸を製造している。アクリル酸は、プロピレンを酸化反応させ、吸収、精製の工程を経て製造される。アクリル酸の誘導品であるアクリル酸エステルは高吸水性樹脂や合成樹脂・繊維、塗料および接着剤等の原料となる。アクリル酸は、引火性の高い液体であるとともに、火災により毒性ガスを発生する危険がある。さらには、重合反応が起きやすい物質である。したがって、対象とな



提供：朝日新聞社

る設備装置への徹底した温度管理のほか、熱や火花、静電気など着火源の排除、酸や鉄塩、不純物などの接触を排除するなど、その貯蔵・取り扱いには細心の注意が必要とされる。重合反応を防止するため、通常は重合停止剤を添加し安定させているが、それでも制御可能な範囲を超える熱源や過酸化合物、鉄錆などがあれば重合を促進するおそれがある。発熱反応である重合が連鎖的に進むと、温度と圧力が急激に上昇して爆発の危険がある。

## (2) 事故原因の推定

今回の爆発はアクリル酸の中間貯蔵タンクから発生した。タンクの温度監視はタンクに設置された温度計を従業員が現場で目視でのみ確認を行っており、温度監視体制が不十分であったことが指摘されている。

タンクの異常（白煙）が確認された時には、臭気が発生しており現場に近づくことができず、タンク内の温度を遠隔から把握することが困難であった。このため、タンクの危険性を正確に予測することができず、必要な情報が伝達されないまま初期対応が進められていた可能性がある。このことが、消防隊員など人的被害を拡大させた要因として考えられる。

一般に、重合反応は温度が低い状態では緩やかに進行するため、放水冷却や重合停止剤などの対策を講じることで制御される。一方、高温下で発熱を伴い重合が進行している状態では、重合停止剤を投入しても効果は得られないことが多い。（タンクの異常が確認された時点で、すでにアクリル酸の重合反応が進行し、内部が高温・高圧状態になっていたと指摘する専門家もいる。）タンク内部の異常を早い段階で把握できていれば、今回のような最悪の事態は回避できた可能性がある。タンクで急激な温度上昇が起きたことの原因は現時点で特定されていないが、反応暴走の潜在危険性がある貯蔵タンクは、中央監視室などで遠隔監視による温度管理が必要となる。

また、タンクの冷却システムについて、事故当時、ハード面/ソフト面の双方において正しく機能していたかは現時点では不明である。同システムが何らかのトラブルで機能しない場合には、内部の反応熱を除熱できず、発熱による爆発事故を引き起こすことにつながる。冷却装置や温度計の故障などによる動作不良を想定し、これらを多重化したシステムとして構成しておくことが重要である。冷却装置（配管やポンプなどの構成設備）、複数の計装類による監視、バックアップ用の動力源の確保などがこれに該当する。

## (3) 事故の影響

化学産業が製造する石油化学製品は、基礎製品およびその誘導品であり、合成樹脂・繊維をはじめ、合成ゴム、合成洗剤、界面活性剤、塗料、接着剤、医薬、農薬、香料などの原材料として広く使用される。また、製品ごとに生産拠点を集約する傾向にある。このことは、多数の完成品メーカーに対して供給責任を負うこととなり、ひとたび事故や災害で工場の操業が中断した場合には、原料の供給において大きな影響を与えることになる。

今回の事故を受けて、行政機関から同工場の一時使用停止命令を受けており、現在、工場の生産再開の目処が立っていない。再開には、事故原因の究明と再発防止への対策構築などが求められるため、操業中断が長期化する可能性も考えられる。

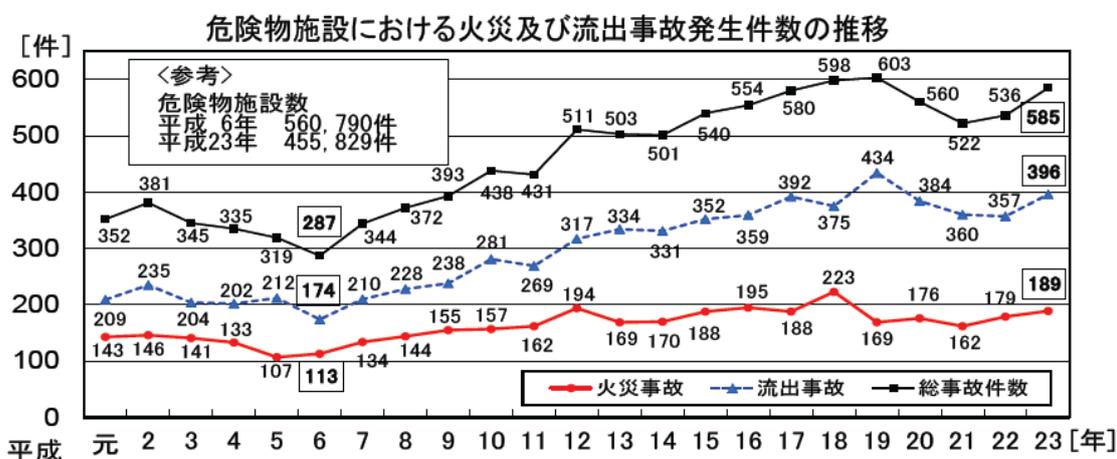
アクリル酸は高吸水性樹脂の原料となるが、同製品は世界でトップシェアを誇る。高吸水性樹脂を同社から購入する紙おむつメーカーでは、自社の生産への影響を最小限にするため供給先の調整に追われている。一方、アクリル酸は電子部品の貼付材料、産業用粘着テープ、表面保護材などの原料にも使用されるため、電機・電子部品業界への影響も心配されている。

事故のあった工場は国内では唯一のアクリル酸の製造拠点であり、また、同社で製造するアクリル酸の約70%を占めているという。製品の在庫も持たない体制で操業をしていたといわれており、現在、同社の海外生産拠点での増産などの対応を進めている。

## 2. 化学工場等における火災・流出事故の発生状況

化学工場は消防法危険物に該当する可燃性、引火性、反応性などの化学物質を多量かつ多種にわたり貯蔵・取り扱っており、その多くが消防法の危険物施設に該当する。

消防庁が公表する平成23年中の危険物施設における火災・流出事故件数は、全国で約600件発生している。平成元年からの件数の推移は下図のとおりである。



(注1) 事故発生件数の年別の傾向を把握するために、震度6弱以上(平成8年9月以前は震度6以上)の地震により発生した件数を除いています。なお、東北地方太平洋沖地震及びその後の余震のうち、震度6弱未満で発生した火災及び流出事故はありませんでした。

(注2) 東日本大震災による事故件数等については、「東日本大震災を踏まえた危険物施設等の地震・津波対策のあり方に係る検討報告書」(平成23年12月消防庁危険物保安室・特殊災害室)をご覧ください(ホームページURL [http://www.fdma.go.jp/neuter/about/shingi\\_kento/jishin\\_tsunami/index.html](http://www.fdma.go.jp/neuter/about/shingi_kento/jishin_tsunami/index.html))。

総務省消防庁「平成23中の危険物にかかる事故の概要の公表」平成24年5月25日より抜粋

件数が最も少なかった平成6年以降、平成19年まで増加の傾向にあり、一旦減少傾向を示すものの、直近2年間では再び増加に転じている。とりわけ、平成6年度に対して、危険物施設の件

数は20%程度減少しているにもかかわらず、事故発生件数は増加傾向にあることを同庁も指摘している。本統計は、化学工場に限定されたものではないが、危険物施設における火災・爆発リスクが増大傾向にあるといえる。

危険物が出火原因物質となった火災事故についてみると、その約90%が第4類の危険物で占められている。また、火災事故の発生要因別に内容をみると人的要因（維持管理不十分、操作確認不十分、操作未実施など）によるものが約60%を占めている。

工場では事故を経験していない世代が増え、他方、ベテラン従業員の技術・技能が次世代に上手く伝承できず退職を迎えた2007年問題が、製造業においても指摘されている。こうしたことが、臨機応変な現場対応力を低下させ、工場の経年と併せて事故の増加の背景として考えられる。

### 3. 求められる対策（危険性評価と緊急時対応マニュアル）

今回の事故では、重合停止剤は投入されていなかったと見られるが、緊急措置に対する手順や指揮命令系統、判断基準など明確にしておくことが重要となる。例えば、設備装置の不具合、運転状況の異常などが発生された場合、想定される危険度から、どのような判断や指揮に従って対応を図るかを規定しておく必要がある。従業員の安全確保から、避難活動に移行する時期を明確にすることも重要となる。こうした事項を踏まえ、実際の事故の場面で遅滞なく対応できるよう緊急時対応マニュアルを整備しておく必要がある。特に重合停止剤の投入などの緊急措置は、大量の製品ロスを生じる可能性もあるため、その指揮命令は重要となる。

これまでの事故を起こさないという発想から、事故は起きることを前提に、その際、被害をいかに最小限に食い止めるための対策検討も必要と考えられる。緊急措置は定常時の操業とは異なる緊迫した状況下での対応である。このため、例えば、引火や地震、漏洩などシナリオベースでの緊急対応訓練・教育を行い、マニュアルに則った手順や行動、役割について、各従業員（構内で就業する異なる会社の従業員を含む）が確認しておくことが重要となる。実際の訓練を通じて問題点を確認するとともに、必要に応じてマニュアルの見直しを図ることで、より実際に即した緊急時対応基準として改善を進める必要がある。この訓練・教育活動には、物質固有の引火危険性や毒性、反応危険性などの教育、保護具着用・避難方法の確認、シミュレーターの活用や事故事例研究などの活動も含まれる。

また、今回のような重大災害に発展する可能性のある事故シナリオについては、事前に社内で危険性評価を行い、ハード面（固定式散水設備等）・ソフト面からの必要な対策について十分に分析・検討しておくことが重要となる。

運転状況の変化・変更が生じた際には、その都度、危険性を再評価し、事故防止に有効な処置を見直し、マニュアルなどに適切に反映する必要がある。工場では生産効率や品質の向上などを目的に、原材料や添加剤、設備や運転条件、それに伴う操作手順などの多くの“変更”が行われる。これら変更に伴うリスクを漏れなく抽出・評価し、設計・運転・設備保全などの各領域での事故防止対策に組織的・系統的に反映する“変更管理”の重要性が挙げられる。なお、欧米では、プロセスセーフティマネジメント（安全管理システム：PSM）のなかの要素として変更管理が規定

されており定着している。

これらの事故に関する事故調査委員会や行政機関などの調査報告から得られる原因・再発防止策などに基づいて、企業はリスクの分析、評価を強化徹底し、事故災害の防止に繋げるべく安全管理体制の一層の強化・整備を行っていくことが必要である。

(2012年10月30日発行)