



## 最近の重大化学事故と安全管理の盲点

半田 安  
(化学会社OB)

### 1. はじめに

化学プラントは、取り扱う物質が危険物や毒性物質であるが故に一つ間違えば重大な事故を引き起こす。日本の化学産業は、昭和30年代(1955~1965年)に各地でコンビナートが誕生し、多くの化学プラントが建設されてきた。その後、高度経済成長を迎え化学プラントも大型化、高度化と変遷を続けてきた。

この結果、1970年代に入ると、日本全国で技術の進歩に人がついていけず、事故が多発した。これを受け、高圧ガスや危険物を規制する法令の強化が行われた。更に、コンビナート地域そのものを対象に規制する法令も新規に制定され、その後化学プラントの事故件数は確実に減少していった。

しかし、その後起こったオイルショック(石油危機)で、原油の価格は上昇し、既存製品では成長を続けられず、新規化学製品の開発が急速に進んでいった。この結果、多くの新規化学物質が生み出されることとなり、未知の物質による事故も起こり始めた。

1990年代に入ると、コンピューター化による半導体産業も盛んになり、それに伴って半導体製造に必要な新規化学物質の開発が進んでいった。新規化学物質の事故が増えてきたのがこの時代である。更に、東南アジア諸国の化学企業の台頭により、コスト競争も激しくなった。この結果、化学企業は省人化や外注を進めざるを得ない状況となっていった。製造にかかわる人員の削減や保全業務の外注化などにより、管理レベルの低下も起こり始め、1990年代を境に化

学プラントでの事故件数は増加傾向に転じている。

2000年代に入ると、日本の高度経済成長時代に建設された1960年前後の設備の老朽化という問題が出始めてきた。化学産業のみならず、日本の基幹産業でもある製鉄業なども設備の老朽化が原因で事故が起き始めたのがこの時代だ。

2000年代後半頃からは、設備だけではなく人に関する問題も顕在化してきた。団塊の世代と呼ばれる、1970年代に入社した経験豊富な技術者や運転員が大量に退職する時期となってきたのである。この団塊の世代と呼ばれる人達は、多くのトラブルを経験しながら化学産業の安全基盤を構築してきた人達なのである。団塊の世代が大量に企業を定年で去り始めたのは、2007年頃であった。しかし、幸いなことにこの頃再雇用制度というのが企業で開始されている。60歳の定年を過ぎても、企業が雇用を継続するという制度である。

この再雇用という制度は、最長5年であったことから、2007年に5年を加えた2012年頃までは、実質的に団塊の世代は企業に残り安全を支えることも出来た。しかし、全ての人が再雇用制度を利用して企業に残ったわけではない。この大事な時期である、2008年にはリーマンショックという世界的な経済不況が起こってしまったのである。企業の収益も激減し、設備投資のみならず人への投資も落ち込んでしまった感も否めない。

2010年代に入っては、世間を騒がすような大きな事故が起こってきている。技術は人にあり

と言われるように、企業から人が去って行けば大なり小なり技術力が落ちていくのは避けられない。大きな事故が起き始めたのは、団塊の世代が再雇用の上限である5年を越えた頃と一致する。これらの要因が、複雑に絡んでいると思えるが、製造現場の技術レベルも少なからず落ちてきているのが実情では無いだろうか。

事故は起きてから対策を打つのでは遅すぎる。事故が起こる前に対策を打って、事故が起こることを未然に防止するのが安全管理である。安全管理というと、会社や上司が決められたことをきちんと守ってさえいれば事故は防げると考えがちだ。つまり、管理という言葉は決められたことを守るという意味でとらえられることが多い。管理という言葉は、英語で言うとマネジメントという意味であるが、元々の意味するところとは、時代や環境の変化に臨機応変に対応するという意味合いではないかと思われる。

化学プラント事故を未然に防止するには、安全管理は有効な手段である。今回時代や環境の変化なども考察しながら、最近の重大事故事例を材題に安全管理という切り口で問題点は何か、教訓は何かを考えてみたい。

## 2. 最近の重大化学事故

2011年から2012年にかけて起こった重大化学事故を簡単に振り返ってみたい。

### (1) 事例-1 地震で球形タンクの柱が折れ倒壊し火災爆発事故

2011年3月11日、東日本大震災が発生した。14時46分仙台市の東方沖70kmの太平洋の海底を震源とする東北地方太平洋沖地震が発生した。地震の規模はマグニチュード9.0で、日本周辺における観測史上最大の地震である。震源は広大で、岩手県沖から茨城県沖までの南北約500km、東西約200キロメートルのおよそ10万km<sup>2</sup>という広範囲全てが震源域とされる。最大

震度は宮城県で観測された震度7で、宮城・福島・茨城・栃木などで震度6強を観測した。

東北で起こった地震の数時間後、千葉県市原市のコンビナート地区にある製油所で地震による爆発火災事故が発生した。最初の地震である東北地方太平洋沖地震により市原市では震度5弱、製油所の地震計では114galの地震の影響を受けた。その約30分後余震により震度4.99galの地震が発生した。この程度の地震の揺れでは、コンビナートにある施設の機器はほとんど影響を受けないように設計がされている。

ところがこの地震の揺れにより図-1に示すように、球形タンクを支える柱が折れタンクが崩れ落ちてしまったのだ。その結果タンクの周辺にあった配管が破壊され、隣の可燃物を貯蔵していた球形タンクの液が漏れたことにより着火火災となり周辺にあった多くのタンクが燃えることにより爆発事故になったのである。

地震発生時、事故のきっかけとなった球形タンクには工事準備のため水が張られていた。通常このタンクには、製品であるLPG（液化プロパンガス）という液体物質が貯蔵されている。LPGの液密度は、水よりも軽く0.5である。つまり、水の比重は1.0であるため事故時には「通常の2倍の重さ」がタンクの柱にかかる状態であったのだ。

この球形タンクは、1969年に設置されたタンクで建設当時の耐震設計基準により製作はされていた。その後の耐震設計基準の見直しに対応



図-1 地震で球形タンクの柱が折れる

して、1982年の行政指導で通常LPGを入れて  
いる状態では倒壊はしないよう対策はなされて  
いたという。

しかし、LPGという製品を入れているときと  
比べ2倍も重い水を張った状態では、タンクの  
柱は十分な耐震性能を有していないのは明らか  
である。結果として、100gal程度の地震で球形  
タンクの柱が折れてしまった。更に初期消火が  
うまく出来なかったこともあり、タンク17基が  
爆発火災となる大災害となってしまったのであ  
る。

## (2) 事例-2 蒸留塔の還流槽爆発事故

事例-1の事故から約半年後、又大きな事故  
が起きてしまった。2011年11月13日に徳山に  
ある化学工場で蒸留塔の還流槽（蒸留塔の液を循  
環させるための液を貯める容器）が爆発する事  
故が起きている。現場で対応していた化学工場  
の運転員1名が死亡した。

化学プラントで爆発というと、反応器だと思  
う人が多いかもしれないが、化学物質を取り  
扱っている全ての機器は温度や圧力が上がれば  
事故を起こす可能性があると考えておく必要が  
ある。

蒸留塔という装置は、化学物質毎にそれぞれ  
沸点が違うことを利用して、その沸点の差を用  
いて物質を分離する装置である。沸点の低いも  
のを塔の上部から取り出し、低いものは塔の底  
部から取り出すというのが通常の運転方法であ  
る。つまり、蒸留塔内の「温度」をきちんと管  
理できないと正常な運転が出来ないのである。

ところが、今回の事故では蒸留塔へ供給され  
る液の量が、突然半分になってしまったのであ  
る。蒸留塔の前工程にある製造装置でトラブル  
が起これ、供給量が半分になったことにより通  
常の運転が出来なくなってしまったのだ。運転  
員は、何とか通常の運転を維持しようと努力し  
たものの、うまくいかなかった。

結果として、蒸留塔内の温度バランスが崩れ、

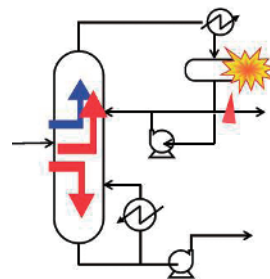
通常の運転では起こりえない状況が生じた。つ  
まり、**図-2**に示すように本来塔底へ行く物質  
が、塔頂側へ混ざり込んでしまった。この結果、  
蒸留塔の上部にある還流槽内で、想定していな  
かった化学物質同士が混合してしまったのだ。  
化学物質は、混ぜる物質との組み合わせにより  
反応を始めることがある。時には激しい反応を  
することもある。このような現象を「混触反応」  
と呼んでいる。すなわち、混合することにより  
望ましくないことが起こる現象だ。

今回の事故では、この混触反応により発熱が  
起こってしまった。さらに、蒸留塔の液の還流  
を停止してしまったことにより還流槽内が液で  
全て満たされるような状態になってしまったと  
いう。その結果、還流槽の上部に付着していた  
鉄さびと液が触れたことにより、鉄さびが反応  
を促進する触媒となり、いわゆる反応暴走に  
至ってしまったのだ。

## (3) 事例-3 反応器の爆発事故

事例-2の事故から約半年後の2012年4月22  
日山口県にある化学工場で、有機過酸化物を製  
造する反応器が爆発する事故が起きている。こ  
の事故では、反応器の近くで緊急対応操作をし  
ていた20代のまだ若い運転員が命を落としている。  
有機過酸化物は、ある温度を超えると急激  
に激しい反応が起こり反応を制御出来なくなる  
性質を持つ。つまり、冷却がうまくいかないと  
事故になってしまう物質だ。

今回事故を起こした**図-3**に示す反応器は、



**図-2** 蒸留塔の還流槽が爆発

発熱反応で発生する熱を逃がす目的で内部に冷却用コイルが設置されていた。反応器などでは、内部の反応液を均等に冷却させる為は何らかの方法で攪拌する必要がある。一般的には、反応器内部に攪拌用の羽根を設置して、モーターで機械的に攪拌する方式が使われている。

しかし、今回事故を起こした反応器は気体を送り込んで攪拌する方式を採用していたのが特徴だ。反応器の下から、気体を吹き込みそのエネルギーを利用して反応器内部の液を攪拌する方式になっていた。この攪拌用気体には、空気を利用している。つまり、この反応器の中の反応は酸化反応であるため、空気に含まれる酸素を原料として使いながら、攪拌用にも上手に使うという一石二鳥の方式を用いていた。

今回の事故のきっかけは、工場内にある蒸気を発生する化学プラントでトラブルが起こったことだ。その影響を受けプラントを停止する操作をしている最中に事故が起きている。用役停止が事故の引き金だ。

化学プラントには、何かトラブルが起きた場合でも、安全にプラントを停止させる装置が設置されている。「インターロック」と呼ばれる安全装置だ。インターロックを作動させると、化学プラントは安全な状態になるように設計されている。運転する人に、負担をかけることなく安全な状態にしてくれるのだ。

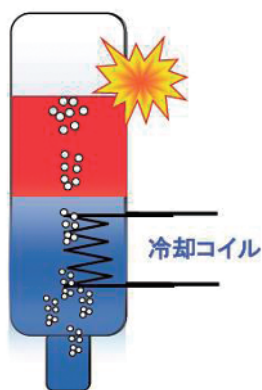


図-3 反応器上部の温度が上昇し爆発

このプラントのインターロックは、作動させると反応器の下から吹き込んでいた気体は自動的に空気から、「安全な窒素」に切り替わる。反応器内には窒素が満たされ安全な状態になるように設計されていた。冷却コイル内には、冷却水が継続して流れ続け、時間の経過とともに反応器内は自然に冷えていくはずだった。

ところが、今回の事故では、一度作動させた「インターロック」を運転員が解除したことにより事故が起こってしまったのです。インターロックを解除してしまうと、冷却水は流れているものの、「窒素」が停止してしまう設計でした。つまり、「窒素」の停止により反応器内の液の攪拌が停止し、液の動きが全く無くなってしまったのです。液の攪拌が停まれば、図-3に示すように、冷却コイルの無い反応器の上部の温度が時間の経過とともに上昇していきます。攪拌が停止したという警報も無かったため、運転員は温度の上昇に気づくのが遅れたのです。反応器の中にある有機過酸化物は一定の温度を超えると、激しい反応を示す物質である為、反応暴走状態となり爆発してしまったのです。

過去繰り返し起きている「冷却コイルの無い部分が危険源になる」典型的な事故といえます。

#### (4) 事例-4 中間タンクの爆発事故

事例-3から更に約半年後の2012年9月29日兵庫県にある化学工場で、試運転のためタンクに貯めていた重合性物質が異常反応を起こし爆発した。飛び散った高温の液体で、消火作業に当たっていた消防士1名が死亡し、多くの負傷者を出す惨事になった事故だ。

重合性物質は、温度が高くなると反応が始まり重合熱という熱が発生する。発生した熱が、冷却や放熱によりうまく逃げ去れば温度は上昇せず安全である。

しかし、一度温度の上昇が始まってしまうと、反応速度はどんどん上昇していってしまうのが

怖いところだ。反応速度が増せば、更に重合反応は進み熱が発生する。ねずみ算のように、温度は上昇し続けてしまい、最後は危険な反応暴走に至ることがあるからだ。

事例-3の有機過酸化物同様、重合性物質も温度が重要な管理項目だ。重合性物質で注意しておくことは、もう一つある。重合反応が進むと、液の粘度が上がると言うことだ。つまり、粘度が上がると液体は動きが鈍くなる。動きが無ければ、放熱に有効な自然対流がおきにくくなってしまう。液の動きが止まれば、熱は逃げにくくなり、内部に蓄積した熱で重合反応が加速的に進み制御できない状況になる。

今回の事故も事例-3と同じ原因だ。図-4に示すように装置（タンク）の上部で、化学反応を制御出来ない状況を引き起こし、最後は反応暴走が起ってしまったのだ。

### 3. 安全管理面での盲点は何だったのか

化学プラントで、事故が頻繁に起こるわけではありません。大きな事故がいきなり起こるわけではありません。ヒヤリや小さな事故もあります。自動化による安定運転や安全管理の徹底によって、事故の未然防止が図られ小さな事故も減っていきます。事故が減ることは望ましいことではあるのですが、最近では小さな事故すら個人が経験する機会は減ってきています。人

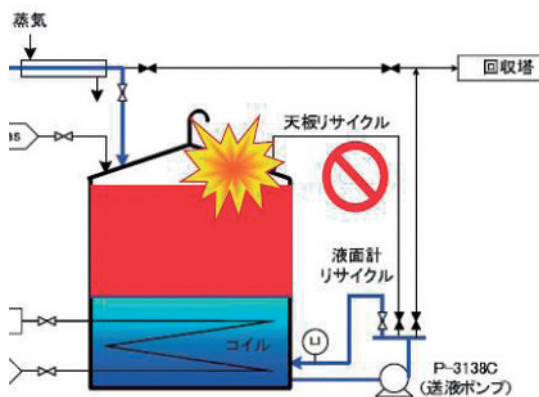


図-4 タンク上部の温度が上昇し爆発

は、失敗を経験して成長していくものなのですが、小さな失敗の経験ができなくなっているのも現実です。

化学プラントには、多くの危険源が存在します。危険源とは、事故の引き金になるものです。事故は危険源が見えていないから起こります。人が一生の中で、事故や災害に遭うチャンスは本当に少ないのです。一企業が保有している、事故や災害事例もそう多くはないはずです。企業にある、情報を使って事故防止の教育をしようと思っても、危険源を「体系的」に教えるのは難しいのです。

過去の多くの事故事例を解析すると、化学プラントの危険源は、図-5のように示すことが出来ます。化学プラントの中に存在する危険源は大きく分けると3つです。一つ目は「物質危険性」です。企業により取り扱う量は変わっても、化学プラントには必ず、危険物などの化学物質が存在します。多くの事故を見てみると、物質危険性を知らないか、甘く見るというのが事故につながる共通のキーワードです。

二つ目は、「人」です。人が判断や操作ミスをするから事故が起こるのです。三つ目は、「設備」です。急に機械が故障するか壊れるかです。又、安全設備などが不十分だと事故が起こります。

化学プラントの中に存在する、危険源は大きく分けると3つですが、もう一つ忘れてはならないのが「プラントの外」から加えられる事故の引き金です。地震などのような天災や、停電、蒸気や空気などの用役が突然停止することが事故の引き金になるのです。最近の重大事故の要因でも、地震や突然の蒸気停止が事故の引き金になっています。

危険源を知らずして、安全管理は出来ません。危険源は、経験で学べるものではありません。きちんと体系立てて過去の事故事例から学ぶしかありません。とはいえ、事故の事実だけを学

んでも意味はありません。全く同じ事故が起きることは無いからです。過去の事故事例を、危険源の種類毎に整理してそこから抽出される「教訓」を抜き出していくことです。得られた教訓をきちんと整理して、化学プラントの安全管理の重要なキーワードを蓄積しておくことが企業に求められているのです。

化学プラントで起こる爆発や火災などの事故を未然に防ぐには安全管理という手法が有効であることは分かっているもののどのような「切り口」で管理していくかが重要です。では、どんな切り口で安全管理の問題を整理するのがいいのでしょうか。

化学プラントを設計し、安全性を評価して、営業運転に入り、点検や修理をして、改造などの工事を行いながら、人への教育訓練も行っていく一連の流れで、整理するのがいいでしょう。また、化学プラントは、時間とともに必ず変化していきはけません。何か、変化があると言うことは「変更管理」という視点を抜かしてはいけません。図-5に示すように7つの管理項目に分類

して安全管理の課題や問題点を整理できます。

まず、1番目は「設計管理」です。事故を防止する最初の切り口は、設計です。2番目は、「安全性評価」です。設計者が、見抜けなかったリスクを組織として、マネージメントすることが求められているからです。3番目は「運転管理」です。4番目は、運転とともに大切な「設備管理」です。設備の維持管理や点検などのマネージメントを怠ると、機械による突然の故障で事故が起こるからです。5番目は、「工事管理」です。工事中の事故や災害にも目を向けておくことが大切です。6番目は、人に関するマネージメントの重要なポイントである教育・訓練です。7番目は、「変更管理」です。化学プラントは生き物です。コストダウンや生産効率を向上させるため、原材料や生産プロセスも変化します。組織や人事異動により管理者が変わるのも「変更管理」で抑えておかなければいけない重要ポイントです。「変化」は危険源です。

最初の管理項目である、設計管理から最近の重大化学事故の管理の盲点を見ていきます。

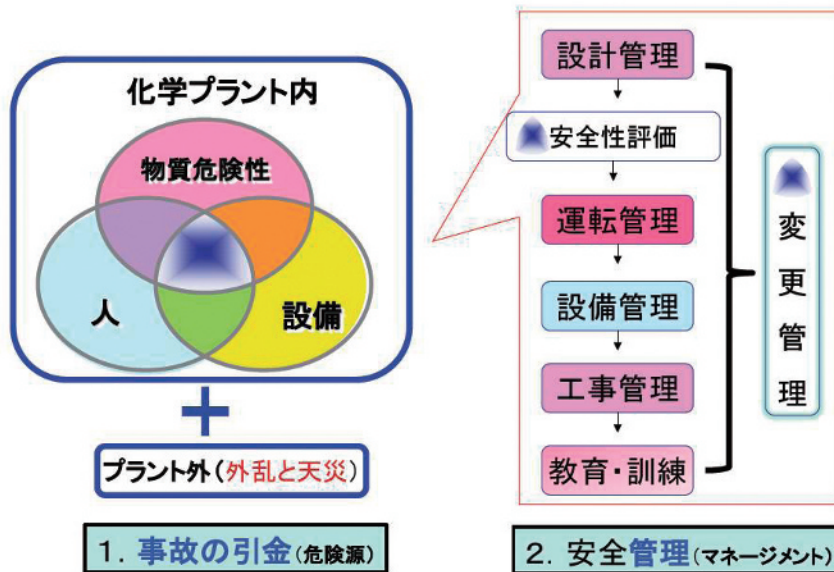


図-5 事故の引き金（危険源）と安全管理（マネージメント）の切り口

## (1) 設計管理

事故を防ぐ最初の砦は、設計です。設計が事故を防ぐ最初の砦であることは事実ですが、設計者が事故に関する知識をどれだけ持っているかによって設計段階での事故を防げる確率は大きく変わってきます。企業では設計基準など多くの情報を参考にして化学プラントの設計が行われていきます。

それらの設計基準がなぜ作られたのかは若いエンジニアには理解されているのでしょうか。設計基準書は、結論は書かれているが、なぜそう設計するのかという know-why などは明文化されていないというのが実情ではないでしょうか。過去の事故事例や運転ミスなどの情報がきちんと明文化されていれば、それに対応した設計は出来るはずだが、残念ながら事故事例という情報は省略されてしまうのが一般的です。

「なぜ」が、わからなければ本質的に安全な設計が出来ないのはあたり前です。設計に関与する人達への、情報提供のしかたもうまくいっていないのが事故の背景にあるような気がするのです。事故を防ぐ最初の砦である設計技術者の知識や経験を増やすことが求められているのではないのでしょうか。

設計管理でもう一つ気になることがあります。「DCS」という設備の設計です。現代の化学プラントは、DCS という制御システムで運転監視が行われています。化学プラントの運転員は、DCS という設備を通じてプラントの情報を集め、運転操作を行っているのです。「DCS」という設備は、化学プラントにとって重要なマン-マシンシステムといえます。

DCS という道具が化学プラントで本格的に使われるようになってきたのは、今から30年前の1980年代だったと思う。それ以前には、計器室内に計器盤を何面も並べ運転監視するアナログ的な運転管理手法が採用されていた。計器盤

を用いた運転管理手法では、誰でもがほしい情報を計器盤の前に行き情報を得ることが出来た。課長は課長の欲しい情報を。係長や現場の班長も運転員も得たい情報は自らの意志で得ることが出来た時代だ。役職や担当によって、人は欲しい情報が異なるが、化学プラントにかかわる全ての人が欲しい情報を共有できたのが、この計器盤による運転管理システムだった。

DCS は便利な道具ではあるが、計器盤の時代と違い必要な情報は自ら要求しなければ取り出すことは出来ない。つまり、予め画面を設計して必要な情報を表示できるように設計しておかないと必要なときに必要な情報が取り出せない仕組みだからだ。「DCS」という重要設備の設計の善し悪しが日常の運転管理のみならず、今回の重大事故のような「非正常時」の対応にもかかわってくる。

今回の一連の事故を見ると、「通常運転時」という視点では適切な DCS 画面が設計されていたのだろうが、「非正常時」という視点では画面設計がうまくいってなかった印象を受ける。トラブルが起こっている緊急時などで、運転員が必要な情報をうまく取り出せなかったことが対応の遅れにつながったのでは無いだろうか。

DCS は、計器盤の時代と違い簡単に警報をいくらでも設定することが出来る。ハード的な改造が必要で無いために警報をいくら設置してもお金もかからない。結果として、安易に警報を増やせばトラブルが起こったときには一斉に大量の警報が鳴り出すことになる。そこでは、当然パニックも起こってしまう。

DCS という道具を使う際の、警報設計という面でもう一度見直してみる必要があるのでは無いだろうか。

## (2) リスク評価

今回取り上げた事故事例 4 件中、3 件は冷却がうまくいかなかったことによる反応暴走で事

故が起こっている。化学プラントにとって、「冷やせない」というのは致命的だ。一般的に、温度が上がれば反応速度は増えていく。温度が10度上がれば、反応速度は2倍くらいになるという。20度上昇すれば、4倍だ。30度になると $2 \times 2 \times 2 = 8$ 倍にもなる。温度が上がれば、倍々ゲームのように、反応速度は指数関数的に増えていくので、冷却が追いつかなければ事故になる。今回の一連の事故を見ると、冷却という視点でのリスク評価が盲点になっていたような気がする。

安全率という言葉がある。機械設備の強度設計であれば、設計条件として材料強度の3倍程度の安全率を見込んで設計するのが一般的だ。つまり、機械設計に関しては工学的な考え方がきちんと適用され設計者によってばらつきが生じると言うことは少ないといえる。

化学プロセスを設計する際の発熱反応に対する安全率はどの程度のだろうか。機械設計のような工学的な安全率は定められているのだろうか。材料設計のように、3倍もの安全率が冷却能力でもとられているのだろうか。今回の事故を見ても、冷却能力に余裕がもう少しあれば防げた事故もある。熱という視点でのリスク評価が盲点になっていたのではないだろうか。

最近の事故が物語っているのは、プロセス設計を行う際の発熱に対する冷却能力について安全率という視点でもう一度自分たちの設備を見直してみてもどうかということかもしれない。

### (3) 運転管理

今回の事故を見ると、いずれの事故も、いわゆる「非常時」に起こっているのが特徴だ。原料や用役のトラブル対応時、テスト運転時でトラブルが起きている。つまり、通常安定して運転している状態で起きた事故では無い。このことは、運転管理に関しては「定常運転時」はそれなりに多くの企業で運転管理体制が整備されてきているともいえる。

運転管理の基本になるのが運転マニュアルであることは言うまでも無い。運転マニュアルは、通常運転時と緊急時などの非常運転時の両方に対応できるマニュアルであるべきだ。しかし、非常時を想定したマニュアルを作ろうとすると、なかなかむずかしい。色々なことを想定しなければならないからだ。

非常時を経験している人もそれほど多くいるわけではない。多くのトラブルを経験してきた団塊の世代も多くが現場を去っているのが実情だ。

緊急時などは想定するケースが多ければマニュアルが膨大となる。マニュアルが厚くなれば、覚えることも大変だ。教育にも時間がかかる。結果として、いざという時は人頼みになってしまう。

そうは言っても、昔と違って最近のプラントは設備の信頼性も上がっているから、なかなか運転員も実際のトラブルを経験するチャンスも無い。トラブルが少ないと、安定運転に慣れて、緊急時の対応能力も落ちていく。やはり、予めしっかりと緊急時などの「非常時」を想定してこつこつとマニュアルを整備しておく必要がある。

今回の事故を見ると、運転マニュアルに関していえば、非常時に何をどうするかという具体的な記述が不十分だったといわざるをえない。運転操作面だけでは無く、インターロック解除など重要な判断条件を含め見直して見る必要があるのでは無いだろうか。

大量の団塊の世代が去り、運転する人達そのものが代替わりしている時代である。若い人達の考えを取り入れ、中堅の世代の知恵や知見を取り入れた運転マニュアルに作り替えていく必要があるのでは無いだろうか。

時代や環境が変わってきているのに、運転管理の基本となるマニュアルの見直しが十分でなかったことが運転管理の盲点だったような気がする。



#### (4) 設備管理

事例-1の球形タンクの事故は、地震が引き金になって柱が折れタンクが転倒した。その結果、タンクの下にある配管が押しつぶされ液が漏れ出した。このような球形タンクには、いざという時のために緊急遮断弁というものが設置されている。つまり、このような事態になったとしても、緊急遮断弁がすぐに閉まれば可燃物の漏洩はすぐに止められ事故は起こらなかったはずだ。

しかし、今回の事故では残念なことにこの緊急遮断弁を動かさなかったのだ。本来なら、緊急遮断弁は、計装用空気を電磁弁という装置で入り／切りすることにより遠隔操作で緊急遮断弁を開けたり閉めたりすることが出来る。ところが、今回の事故では以前から計装空気に漏れがあり、補修する為に電磁弁を動かさないようにしてあったのだ。つまり、この事故の教訓は、保安上重要な設備のメンテナンス時の設備管理に大きな盲点があったと言うことだ。

電磁弁が動かさないような状態にしていた理由が何だったのかは事故報告書には書かれてはいない。私も電磁弁の保全を担当したことがある。たぶん、メンテナンスする担当者や現場の人も、万が一空気漏れが原因で、緊急遮断弁が「誤作動」してはいけないという思いがあったのではないだろうか。連続運転している化学プラントでは、誤作動は望ましくないと誰でも考えることだ。それ自体は、悪いことでは無い。

しかし、設備管理では「重要度」という視点を見落としてはならない。重要度に応じて点検周期や設備の更新も行われていく。今回の事故を見てみると、現場の保守管理を行う際に「重要度」という視点が抜け落ちていたことも事故の要因だ。現場で日々行われる、設備の保全作業で設備の「重要度」の観点からの状況判断が甘かったことは否めない。

安全管理の管理項目の中でも、設備管理はあ

まり表（おもて）に出ることはない。しかし、今回の事故は重要な保安設備の現場作業における安全管理体制に盲点があった事故事例としてとらえておく必要がある。

#### (5) 工事管理

事例-1の球形タンクの事故は、タンクの開放点検工事中に起きている。点検に伴う一連の作業として、タンクの中に水を入れていた時に事故が起きた。水を入れているという期間は、かなり長かったと事故報告書にある。化学プラントの点検工事は、装置を一斉に止めて限られた期間内で行われるのが一般的だ。装置を止める期間は、出来るだけ短い方がいい。装置が止まっている間は、製品を生産できないからだ。つまり、一般的には点検や工事の期間は短い方が良しとされる。

ところが今回の事故事例では、かなり長期間水を入れた状態であった。工期に余裕があったのか、それとも何かの事情があったのかは事故報告書からは読み取ることは出来ないが、装置の中に水を入れた状態は不安定な状態であるとわかってはいたのだろう。事故が起こった現場は、タンクが沢山ならんでいるタンクヤードである。危険物を貯蔵するタンクは、一定期間ごとに点検が義務づけられている。すなわち、工事を担当するものは、沢山あるタンクを順繰りに同じような手順で昔から同じようなやり方で点検してきたのであろう。

今回の事故の教訓は、工事のやり方や水を張るなど非定常の状態にしておく期間などをもう一度見直して見る必要があると言うことでは無いだろうか。重い水を使わず、軽い窒素などの不活性気体で代替えできなかったのだろうか。工事のやり方は、今まで大丈夫だったからといって、将来も安全という保証は無い。工事の管理面についてももう一度原点に立ち戻り見直せと最近の事故は語りかけているような気がする。

## (6) 教育訓練

新人が会社に入ればどこの企業でも教育はする。新人は知らないことが多いからだ。しかし、現場に配属されて時を追う毎に教育の機会は減ってくる。経験で色々なことを身につけていこうという考え方が一般的だからだ。しかし人も減って、現場の作業員は仕事の負担も増えている。限られた時間の中で、教育という時間を生み出すことも現在は難しくなっているのでは無いだろうか。

現場の作業員もさることながら、現場を預かる第一線の管理者に至っては体系的な教育がおろそかになってきているのでは無かるか。特に、管理者なら知っていて当たりまえという風潮があるからだ。そうはいつても、何十年も前に建設されたプラントで働いている最近の若い管理者は、プラントの建設からかかわった管理者では無い。プラントの隅から隅まで知り尽くした管理者は今はいないのが実情では無いだろうか。

安全安定運転が続いているときは、現場の第一線の人が判断し行動してくれる。しかし、ひとたび運転が乱れれば、状況によっては管理者自らが判断を下すこととなる。管理者の知識や経験も重要な要素ではあるが、やはり化学プラントの「設計思想」を知り尽くしていないと的確な指示や判断が出来ない。事故事例-3の反応器の爆発事故も安全装置（インターロック）を解除していいかどうかの判断を管理者が的確に対応できなかった事例だ。この「設計思想」の教育が管理の盲点になっているのでは無いだろうか。

## (7) 変更管理

今回の事故事例の中にも、変更管理の失敗が要因になっているものもある。事例-4の中間タンクの事故だ。タンクへは、少し暖めて液体を入れることになっていた。取り扱う液体は、重合性の物質で温度を上げすぎではいけない物

質だ。昔は、比較的温度の低い温水を使っていたという。当時の技術者は、暖めると危険と言うことを十分知っていて温水を選定したのだろう。ところが、時代を経て事故が起こった時には、温度の高い蒸気が熱源として使われていたという。まさに、熱源を安易に変更したことによる事故だ。変更管理は、設計管理や安全性評価ともかかわる重要事項だ。

変更管理にかかわる事項は、ハード的なものとソフト的なものが存在する。設備を変更したなどは、目で見てわかることから、事故が起こったあとその原因なども明らかにされることも多い。しかし、人や組織の変更にかかわる変更管理というのは、ソフト的なもので事故報告書の中でも原因として表に出てくることは少ない。

最近の事故を見聞きして感じることもある。昔と比べて、一人の管理者が担当する管理範囲が広がっている。私が会社に入った頃と今を見ても、一人の課長がいくつものプラントを担当しているのが実情だ。しかも、モノマープラントとポリマープラントと性質も違うプラントを管理しているケースがある。共通的な技術分野はあるが、どうしても管理が甘くなるころが出てくるのでは無いだろうか。

もう一つ、組織運営で昔と変化したことがある。これも、省人化による弊害なのだろうが、管理者の代理というポストがめっきり減ったと言うことだ。昔は、副課長又は課長代理、係長も副係長や係長代理という職位があった。「副」だとか「代理」という人がその職場で経験を積み、課長や係長に昇格するというステップを踏んでいた。当然、プロセスにも精通し、いざという時は頼れる存在だった。

時代の変化としてやむを得ないのかもしれないという考え方もある。しかし、現場の管理者や組織体制を変える場合、技術や組織の連続性を長期的な視点で見ながら変更をしていくことが不可欠では無いだろうか。限られた人材であ

ることは、事実だ。そのような環境下の中であるからこそ、製造部門は従来以上に人事部門と密接に連携していくことが求められているのでは無いだろうか。人の配置にも管理の盲点があった気がする。

#### 4. まとめ

今回事故を起こした企業は、いずれも大手の化学企業だ。事故を見るといくつかの共通点が見える。いずれの事故も、通常運転時では無く、いわゆる「非定常時」に起きている。

事例-1の球形タンクの爆発事故は、突然襲った地震という非定常時に起きている。事例-2の蒸留塔の還流槽爆発事故は、蒸留塔に供給される原料が突然半分しか来なくなってしまったという状況下で事故が起きている。事例-3の反応器の爆発事故は、工場内の突然の用役停止という非定常状態が発生したことがきっかけだ。プラントに供給される蒸気が止まり、緊急停止中という状況下で発生した事故だ。最後の事例-4のタンクの爆発事故は、通常運転時には使わないタンクを利用してテスト運転中に起きた事故だ。

もう一つの共通点は、いずれの企業も、「長いこと重大事故を起こしていなかった」という共通点がある。企業規模から見ても、安全管理組織や人材面でも十分な体制は備えていたはずだ。安全規則や運転マニュアルもそれなりに見直し整備はしてきていたはずだ。教育や訓練も企業なりに行ってはいたはずだ。

今回の一連の事故を見ると、長い間事故がなかったという安心感が、危険に対する感性のレベルを引き下げているのではないだろうか。事故が無いということは、大変望ましいことではあるが事故が起こる確率はゼロでは無い。事故は一定の確率で必ず起こる。

安全管理を行っていくときには、リスクマ

ネージメントという考え方が使われる。リスクという重み付けをしながら危険源を評価していく。この時大切なことは、「めったに起こらないこと」も大切にすることではないだろうか。地震など起こるはずが無い、突然用役が途絶えるはずが無い、人が一度作動させたインターロックはまさか解除するはずが無いなど、「めったに起こらないこと」が事故の引き金になっているのが最近の重大事故だ。

ここ数十年の変化を見ると企業の分社化や持ち株会社化という事業形態も変わってきている。エンジニアリング部門の本体からの切り離しや分社化というようなことも行われてきた。生産技術が細切れにされ、安全管理の責任もあいまいになってきている部分も多くなってきているのだろう。

生産形態も大量生産から、小規模多品種高性能製品へと変化してきている企業もある。生産品目の変化に対応して、営業販売・生産計画を担当する事業部門も再編され組み替えられることも数多くあったのだろう。工場のプラントもそれに伴い、本来とは性格の異なる事業部門と組み合わせられ管理されるようなケースも増えてきている。運転管理方式も計器盤からDCSへと大きく変化してきた。運転の方法も変わってきた。

技術の進歩も実に早くなった。今までなら、時間をかけて研究し事業化していたものが今のようなグローバル化では通用しなくなってきている。結果として、現場の技術者もじっくり設計思想などを整理できない状況で営業運転に入っていくてしまうのでは無いだろうか。

今回安全管理の盲点のいくつかを書き表してみた。最大の盲点は時代、組織体制、取り扱う物質、人材、設備やシステムがどんどん変化してきているのに、昔ながらの管理体制や手法を使っていることでは無いのだろうか。