

安全管理基礎講座 (V)

労働衛生コンサルタントのための 「安全管理」

労働安全コンサルタント 野原石松

セーフティ・アセスメント

1. セーフティ・アセスメントの意義

アセスメント (Assesment) は、「評価」ということであるから、セーフティ・アセスメントは、「安全面からの評価」ということになる。その目的からいって評価は、プロセス、工法、設備、原材料などについて計画段階で行われるから、これらについて安全上問題がないかどうかを事前にチェックすることであるといえる。

最近発生している災害の中には、新しいプロセス、工法、設備、原材料などの導入にあたってこの評価が十分なされなかったことにより生じたものが少なくない。換言すれば、事前に安全面からの検討が適切に行われておれば、その段階で問題点は検出され、それらに対する手だてが講ぜられたはずであるから、こうした事態は未然に防ぐことができたといえる。

新しい技術、プロセス、工法などを開発したのは人間である。その人間がそれに伴う安全上の問題点に気がつかないということはある得ない。また、それらの解決策を見出すことができないということも考えられない。ただ、それが災害を起したあとであってはならないのである。セーフティ・アセスメントは、計画段階においてこうした手順を踏み、安全を先取りすることである。

今日までの科学技術進歩の過程をふり返ると、それに対する評価は、分れるような気がする。新しい技術がもたらしたメリット（新製品の開発、生産性の向上など）は高く評価されるが、反面、それに伴うデメリット（環境汚染、新しい型の災

害の発生など）についてはきびしい反省が求められているからである。いくら卓越した治療効果を発揮することがわかっているとしても万に一つ、そこに副作用のおそれがあるようでは、「新薬」として世に送り出すことは許されない。新しい技術についても同様の考え方が求められていることを銘記すべきである。

2. セーフティ・アセスメントに関する法制面の対応

労働安全衛生法は、事業者に対し、労働災害防止について講ずべき措置を定めているが、同時に機械器具その他の設備を設計し製造し、若しくは輸入する者、原材料を製造し、若しくは輸入する者または、建設物を建設し、若しくは設計する者に対してもこれらの物の設計、製造、輸入または建設に際して、これらの物が使用されることによる労働災害の発生の防止に資するよう努力すべきことを求めている。これは、機械器具その他の設備、原材料、建設物などに係る災害を防ぐためには、それらの物の設計、製造、建設などの過程における安全面からの配意が極めて重要であることにかんがみたまものである。

労働安全衛生法は、一定規模以上の事業場について総括安全衛生管理者の選任を義務づけ、さらに、それを補佐する者として安全管理者および衛生管理者の選任を求めている。その安全管理者の措置事項およびその措置をなし得る権限の付与が労働安全衛生規則において規定されている。そして、この措置事項の一つとして、「設備新設時、新生産方式採用時における安全面からの検討」が解

積例規において示されている。

一方、一定規模以上の事業場について設置が義務づけられている安全委員会および衛生委員会の付議事項の一つとして、新規に採用する機械器具その他の設備または原材料に係る危険の防止に関すること、および、新規に採用する機械器具その他の設備または原材料に係る健康障害の防止に関することがそれぞれ掲げられている。

さらにこうしたセーフティ・アセスメントが確実に行われるよう業種および規模が政令で定めるものに該当する場合について、事業者に対し、当該事業場に係る建設物若しくは機械などを設置し、若しくは移転し、または、これらの主要構造部分を変更しようとするときは、その計画を当該工事を開始する日の30日前までに一定の手順により、労働基準監督署長に届け出るべきことが義務づけられている。これは、建設物、機械器具などが法で定める基準を満し、安全が確保されていることを計画段階において国がチェックしようという趣旨にほかならない。したがって、届出に係る事項が法定基準に適合していない場合には、工事開始の差し止め、計画の変更などが指示される。

建設業その他政令で定める業種に属する事業の仕事で特定のものについても同様の規定の適用がある。

前記の届出があった計画のうち、高度の技術的検討を要するものについては、労働大臣が審査を行うこととされ、この審査を行うにあたっては、労働大臣は学識経験者の意見を聞くことが求められている。

さらに、国は、化学プラント、トンネル建設工事、橋梁建設工事などを対象として、セーフティ・アセスメントの具体的な手順を定め、これらをガイドラインとして公表している。また、国が5年ごとに定める労働災害防止計画の中においてもその都度、主要な労働災害防止対策の中で、「安全衛生に係る事前審査の充実」が掲げられ、その一環として生産技術の進歩に即応した事前評価手法の開発、建設物、機械器具などの設置時における計画の届出に対する審査制度の適切な運用が図られ

ている。

3. セーフティ・アセスメントのポイント

セーフティ・アセスメントの基本理念は、危険性を前提として対策を講ずるのではなく、危険性そのものを排除するというにある。すなわち、つぎに掲げるような考え方に取り組むことが必要である。

(1) 危険性から作業を守るということよりも機械などの構造に工夫を凝らす、プロセスを改変するなどの措置を講ずることによって危険性そのものが生じないようにするという考え方を優先させること。

動力伝導装置は、回転部分が多く、接触によりはさまれ、巻き込まれなどの災害を起すおそれがあるから、モーター直結式を採用することはこの原則にかなうわけである。

(2) 作業員の身体の一部が危険限界に入らないよう設備側で措置すること。材料の送路や製品の取り出しを自動化することはこの見地からのぞましい方法といえる。

(3) 爆発や火災の危険性が高い材料や健康障害のおそれが著しい原材料は、他の材料との代替を考慮すること。それが困難な場合には、設備を密閉化するなどの方法により原材料から出た蒸気、粉じんなどが作業場内に放散しないようにすべきである。

(4) 機械設備などに異常が生じた場合に安全側に移行するよう構造面で配慮すること。いわゆるフェール・セーフ機構の採用である。油だきやガスだきのボイラーでは、ガス爆発発生のおそれがある。このため、運転中に突然火が消えた場合には、火災検出器からの信号によって燃料シャ断弁が直ちに閉じるようになっている。燃料シャ断弁を作動させる動力源に異常があった場合も同様である。これらは、その例といえる。

(5) 作業の流れに応じて機械設備を配置するなどレイアウトについて十分検討すること。作業の流れと機械設備の配置とが一致していな

いと不要の運搬作業が多くなり、それに伴う災害発生リスクが高くなるからである。

- (6) 自動化の導入、産業用ロボットの採用などにあたっては、新しい危険性が付加されないようにすること。デジタル制御系を採用したプレス機械などでは、電気雑音（ノイズ）によって誤作動を生ずるおそれがある。また、産業用ロボットでは、何かのトラブルがあるとインターロック停止をするようになっているものがあり、その修理作業が終了とたんにはロボットのアームが動き出し、作業者を加工用機械に押しつけ死亡させるといった例がある。これらは、いずれも事前にこうした面からのチェックが行われておれば防ぐことができたものであり、残念でならない。
- (7) 作業者がミスや勘ちがいを犯しても、機械設備の側で、これらをカバーし安全を確保するというフルプルーフ面からの配慮が行われること。こうしたヒューマン・エラーは人間の特性によるものであり、これらをなくすることはできないからである。安全囲いの設置、バルブなどに対するインターロック方式の採用などはその例といえる。
- (8) 作業用設備、制御用パネルの高さ、照明などについて人間工学的アプローチを行うこと。これは、作業性の改善にもつながることである。

4. セーフティ・アセスメントの手順

セーフティ・アセスメントは、その過程において危険性を正しく評価し、それに対応した安全対策をハード・ソフト両面にわたって検討することが必要である。新しい設備、プロセス、工法の採用や原材料の導入にあたっては、それらの危険、有害性について研究所レベルにおける実験はもちろん、パイロットプラントにおける実証試験などを行い、安全性を確認すべきである。このため、アセスメントにはかなりの期間を要する場合がある。ドイツの大手の化学会社ではアセスメントの手順がマニュアルによって具体的に示されており、

それぞれのステップにおいて評価結果を役員会に報告し、その承認を取ることが求められている。同社では、アセスメントに要する期間は、新しい設備やプロセスについては、2年を要する、急ぐときでも1年は必要であるといっている。

また、予見される危険性に対して講じられた措置については、過去の災害情報をあてはめたり、F.T.A法（フォルト・トリー・アナリシス法）を適用したりしてそれで十分であるかどうかを再評価することがのぞまれる。

さきに述べたように化学プラント、トンネル建設工事などについては、労働省からセーフティ・アセスメントの手順がガイドラインとして示されている。このガイドラインによると化学プラントのセーフティ・アセスメントは、つぎに示す6つのステップを追ってすすめることとされている。

第1段階……関係資料の整備検討

第2段階……定性的評価

第3段階……定量的評価

第4段階……対策の検討

第5段階……災害情報による再評価

第6段階……F.T.A法による再評価

（第6段階は、定量的評価の結果、危険性のランクがIになった場合に行われる。）

第1段階

この段階では、原材料、中間体、製品などの物理的および化学的性質並びに人体におよぼす影響、起り得る反応、製造工程の概要、配管、計器系統、安全装置の種類および設置場所などに関する資料について整備、検討が行われなければならない。

第2段階

この段階においては、建設物、プロセス、原材料、中間体、製品、輸送、貯蔵などについてチェックリストなどを用い、危険、有害性についての定性的な評価を行う。その結果、プラントの安全確保について問題点が発見されれば必要な設計変更をする。

第3段階

この段階においては、危険性を左右する5つの項目（物質、装置容量、温度、圧力および操作方

表1 危険度の区分

点数	危険度の区分	危険度のレベル
16点以上	ランク I	危険度が高い
11~15点	ランク II	周囲の状況, 他の設備との関連で評価する
10点以下	ランク III	危険度が低い

式) について定量的な評価を行う。

この評価を実施するにあたっては、プラントをいくつかの要素を含むブロックに別け、各ブロックのあらゆる要素についてまず、危険性を定量的には握し、それが最も大きいものをもって当該ブロックの危険度とする。

危険性の定量化の方法としては、前記の5つの評価項目に対し評価を行い、一定の評価区分にしたがってA、B、C、Dの4つに区分する。それぞれの区分について点数(A:10点、B:5点、C:2点、D:0点)があたえられ、それらの合計をもって危険度のランク付けを行う(表1参照)。

5つの項目についての評価基準は、つぎのとおりである。

① 物質：爆発性の物は、Aとする。発火性の物は、種類に応じ、ランク別けをする。可燃性ガスのうち、圧力2kg/cm²以上のアセチレンはA、その他はBとする。引火性料品のうち、引火点が-30度未満のものはB、引火点が-30度以上30度未満のものはCとする。

② 装置容量：取り扱うものが気体の場合は、1,000m³以上がA、100m³未満がD、B、Cはその中間とする。液体の場合は、容量の基準を気体の1/10とする。

③ 温度：取り扱う温度と物質の発火温度とを勘案し、4ランクに別ける。たとえば、つぎのとおりである。

1,000度以上の温度で取り扱う場合で、その温度が物質の発火温度以上のとき……A

1,000度以上の温度で取り扱う場合で、その温度が物質の発火温度未満のとき……B

④ 圧力：つぎのとおり区分する。

1,000kg/cm²以上……A

200~1,000kg/cm²未満 ……………B

10~200kg/cm²未満……………C

10kg/cm²未満 ……………D

⑤ 操作方式：爆発限界またはその附近での操作はAとし、その他はつぎの式で求められるQの値に応じランク別けをする。また、運転条件が通常の条件から25%変化した場合Qの値がどのランクに該当するかをみてランクを定める。さらに操作方式や操作が化学反応を伴うか、否かなどによっても区分を考える。

$$Q = Qr / Cp \rho V$$

Qr=反応による発熱速度 (Kcal/min)

Cp=要素内における物質の比熱(Kcal/kg)

ρ =要素内における物質の密度 (kg/m³)

V=要素の容量 (m³)

(この式は、発熱反応を伴う設備において、冷却機能が停止した場合、どの程度の速さで温度が上昇するかをあらわすものである。)

第4段階

この段階においては、前段階における評価の結果に基づき、ハード・ソフト両面からの対策を検討する。正常運転時はもちろん、試運転時、定期修理時などのいわゆる非定常作業および異常事態発生時における対応措置についても考えなければならない。

その内容は、危険度のランクによって異なり、危険度が高くなるにしたがってよりきびしい措置が要求される。それらの措置を講ずることがむづかしい場合には、5つの項目の内容を変更して危険度のランクを下げることを検討すべきである。

第5段階

この段階においては、第4段階で講じられた措置について同種のプラントまたは装置に関連のある災害情報をあてはめ、対策の再評価を行う。その結果、改善すべき個所が認められれば、第4段階に戻って対策を見直す。

第6段階

危険度のランクがIIまたはIIIであるプラントにあたっては、第5段階で評価を終り、パイロットプラントまたは本プラント建設にすすむが、危険

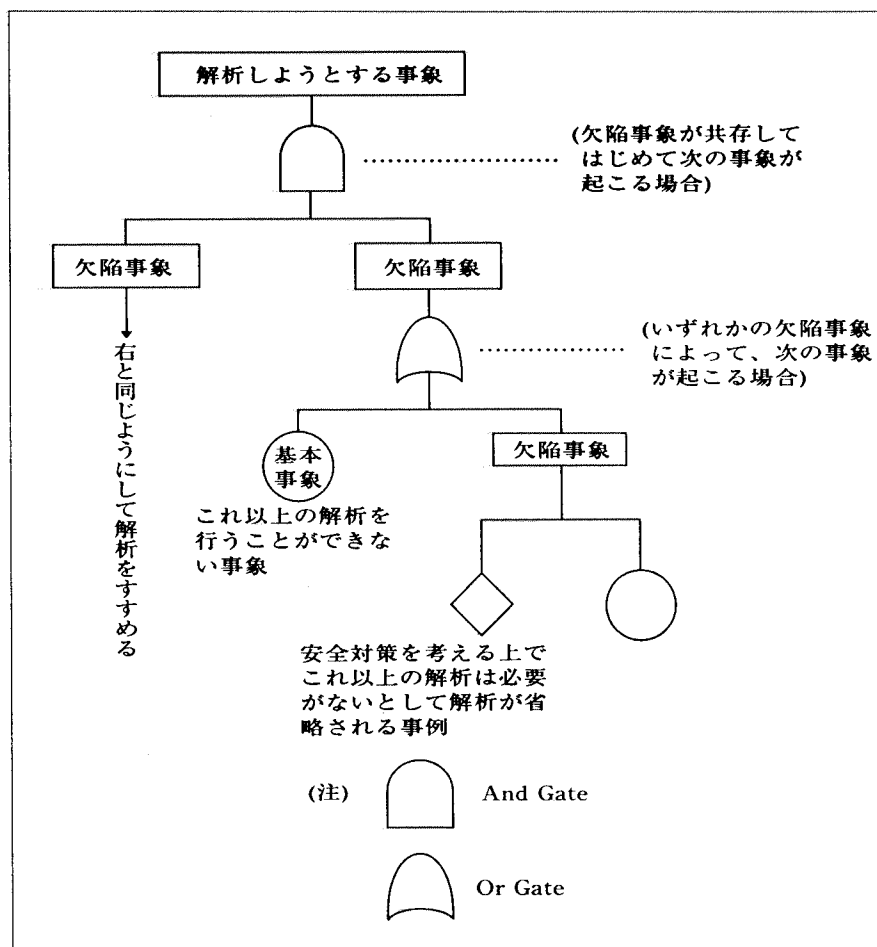


図1 F.T.A法による欠陥の解析

度のランクがIであるプラントについては、さらにF.T.A法によって対策の再評価を行う。

F.T.A法 (フォルト・トリー・アナリシス法)

災害事故などをもたらした要因(欠陥)を解析する手法である。一つの現象(災害、欠陥事象など)は、先行する欠陥によってもたらされたものであるとみなし、次々に欠陥を掘り起してゆく手

法である。最終的に、当該現象(災害、欠陥事象など)を頂点とし、多くの欠陥を枝とする樹が構成されるのでこのように呼ばれている。

図1に示すように、解析は基本事象または解析省略事に至るまですすめられる。このようにして抽出された欠陥全部に対して対策を講ずることによってはじめて解析事象(災害事故など)を防止することができるという考え方に立っている。