

消防機関から見た危険物施設に係る 危険物事故防止の安全対策に関する考察 = 地下埋設配管からの漏洩事故防止 =

萬 治 亮 三
(京都市消防局)

◎ はじめに

危険物施設の安全確保に関しては、第一義的には、危険物の貯蔵、取り扱いにより経済活動を行っている事業者自身が、その貯蔵、取扱工程に潜む危険性を顕在化させてしまうことによる災害の発生を防止するための保安責任を有しているわけであるが、一方、消防機関としても、消防法による危険物規制行政を通じて危険物施設の安全確保を行政的立場から遂行しているものであります。

そこで、危険物施設の安全確保すなわち事故防止対策に関して消防機関はどのような考え方に基づいてこれを実施していったらよいのであろうか。このことに関して、危険物に起因する事故の原点である漏洩事故を捉え、特に当市で発生した地下埋設配管からの漏洩事故対策を例示として消防機関の立場から見た危険物施設の危険物事故防止の安全対策に関する考察を交え

提言していきたいと思います。

第1 規制基準と自主保安対策

事業者が自主的に実施する安全対策と行政機関が規制の拠り所としている規制基準とは、どこに差異があるのだろうか。

それは、自主保安対策は事業者における具体的な施設の設計思想と結び付いた広範な項目を含むものであるのに対し、規制基準は想定施設が社会的に受け入れられ得る安全レベルを確保するための最大公約数的な最小限のチェックを目的とした項目を取り上げている点にあるのではないかと考えられます。

そこで消防機関が事故再発防止を主眼とした安全対策を検討し、基準として決定する際の過程を整理して図示すれば、図1に示すような4ステップから構成されるものと考えられます。

(1) 第1ステップ

保安規制を行う以上、危険性があると認識

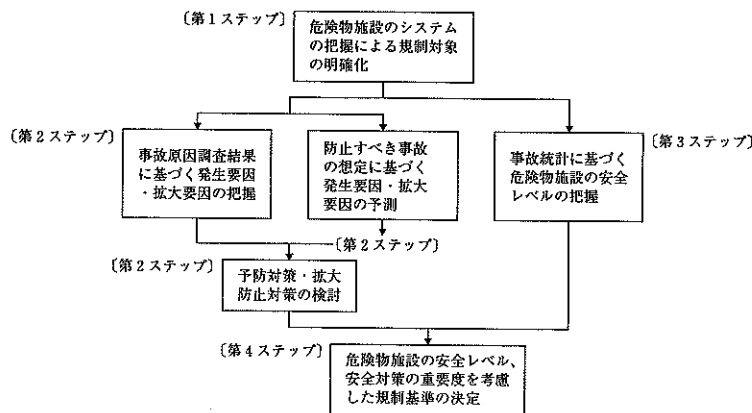


図1 消防機関からみた事故防止安全対策の検討ステップ

される規制対象となる施設を明確化・モデル化し、そのシステムを消防の立場から把握する必要があります。

この場合、事故発生・拡大要因を把握し、対策を検討した後に、最終的には安全確保の立場からシステムの形態そのものを制限する必要がありますが生じることもあります。

(例えば、屋外における低引火点危険物の貯蔵、容器からの自動車等への給油行為の禁止等)

(2) 第2ステップ

危険性があると認識された想定施設に対して、それが潜在的に有していると考えられる事故発生・拡大要因をできる限り洗い出すとともに、これらの要因に対応した有効的な対策を種々検討することとなります。

この段階では、各種の事故事例に関して行われた事故原因調査の中で見い出された要因を集積し、過去の事故の教訓を活かす形での対策の検討による対応、いわゆる『事故対応型』の流れをとることが従来から数多く行われてきました。

しかしながら、技術進歩に伴う新たな新システムの出現に際しても、単に実績がないことで消防機関が否定的見解をとるのではなく、そのシステムの社会的必要性も考慮し、潜在的危険性を予見して指導に当たっていく『事故先取型』対応もこれからは必要となる場合が多く生じてくるのではないのでしょうか。

こうした、消防機関の事故に対する要因の把握能力は、既存システムに対しても広範な事故関連情報の集積の中から、現在は顕著化し、問題化していない問題点を把握して、安全対策の必要性を指導していくうえにおいても重要なポイントになるものと考えられます。

なお、こうした観点に立てば、規制基準は、あまり個々具体的な、詳細な設計基準的内容のものとなるのではなく、

① 安全確保のためにどこがポイントとな

り、それがどんな機能を有していなければならないか、

② どんな試験条件をクリアーするものでなければならないか、

についての包括的な内容を規定すべきではないかと考えられます。

(3) 第3ステップ

基準の検討においては、個々の事故発生・拡大要因に対応した対策の検討の流れと並行して、想定施設のトータルとしての安全レベル、すなわち社会的に受け入れられ得る目標レベルを設定するための、現状の安全レベルの把握が必要となります。

これは、既存システムにあっては、過去の事故関連情報を統計的処理により把握が可能となります。

(4) 第4ステップ

最終的に基準を決定するにあたっては、把握された事故発生・拡大要因に対する種々の対策について、各要因の危険度（各対策の重要度）の差を判断し、その結果、どの対策をどの程度のレベルで取り上げていけば、バランスを失することなく目標とする最低限度の安全レベルとなり得るかについて、現状の安全レベルをにらみながら決定することになると考えられます。

以上のことから、基準検討の思考過程は、およそこのような流れに従って行くものと考えられるが、現状においては、事故発生・拡大要因に対する対策の効果を的確に判断するに足る十分な基礎データ（例えば、施設の故障率等）が得られていないのが現状であります。

したがって、これまで、危険物施設の場合にも、現在に至るまで数多くの施設が作られ、長時間にわたって使用実績が積み上げられ、更にそれに伴って多くの事故を経験してきたという事実を背景として、保安対策に関して十分な経験を有する人々の総合的なフィルターを通した

工学的判断により、安全の目標レベルが結果的に決定されてきたものと言えるのではないでしょう。

このような経験的判断は、決して妥当性を欠いたものであったわけではなく、今後も有力な方法であることに変わりはないであろうが、事業者の設計・工事・運転の各段階における行政側の審査・完成検査・立入検査という対応（規制基準）が危険物施設の規制における現状の安全目標レベルを達成するうえでどのように相互にバランスがとれているかを再評価し、より合理的な基準整備を図っていくためにも、安全目標レベルの設定は今後避けられない問題と考えられます。

なお、従来から指摘されてきた規制基準が予防対策よりも拡大防止対策（例えば、保有空地、防油堤、自衛消防組織等）に重点を置いているとの問題については、システムの安全性を総合的に判断する場合、一般的には

$$\text{危険レベル} = (\text{事故発生率}) \times (\text{被害程度})^{\gamma}$$

といった、被害程度に重みを付けた（ $\gamma > 1$ ）、すなわち大規模な事故の防止をより重視する傾向があるため、被害程度に関係する拡大防止対策にやや重点を置いてきたこと及び比較的多額の設備投資を要する対策については、規制基準以上の自主保安対策があまり選択されず、この点で行政主導型とならざるを得ない面があったことは否めないであろうと考えられます。

結局、規制基準と自主保安対策との大きな相違は、第4ステップにおける目標設定の違いとすることができるのではないだろうか。

規制基準は、危険物を用いた典型的な経済活動に伴い、生じる危険性の受忍限度を基本として安全対策が決定されていますが、受忍限度を守ることは、その経済活動が許されるための必要条件に過ぎないものと考えられます。

類似の問題としては、表示対象物の防火基準適合対象物における火災発生の際にも論議され

ることがあるものの、少なくとも消防機関の規制行政における責任の範囲は明確に認識し、理解していく必要があると考えられます。

よって、事業者が現在の技術によって合理的と考えられる範囲で危険性を低減する努力を常に講じることは、危険物を用いた経済活動を行う者の社会的責任でもあり、そのためのそれぞれの施設の設置条件に応じた受忍限度を十分下回ると考えられることであります。

即ち、規制基準の必要レベルを十分に上回ることであり、自主的安全目標レベル達成のための対策が自主保安対策といえるのではないでしょう。

第2 埋設配管からの漏洩事故防止

次に、これまで述べてきた消防機関の危険物施設の安全確保すなわち事故防止対策に対する考え方を念頭において、危険物事故発生の原点である危険物埋設配管からの漏洩事故を捉え、事故防止の問題点と対策に係る指導方針について過去の事例を基に考察してみたいと考えます。

1 事故の実態把握

過去に発生した全国危険物施設における平均事故発生率は、次のとおりであります。

火災： 2.7×10^{-4} 事故/施設・年

漏洩： 4.8×10^{-4} 事故/施設・年

この数値から気付く疑問点としては、火災発生率と比較して漏洩事故発生率が小さすぎるのではないかということがあげられます。

このことは、危険物施設における火災事故の過半が漏洩事故を引き金的事故として発生している実態を考慮すれば消防機関が把握していない潜在化した漏洩事故がかなり発生していることが想像されます。

それ故に、事故の実態把握が十分できなければ、先に述べた第2のステップである事故要因の洗い出し及び第4のステップにおける安全対策の重要度の判断もできないこととな

Fault Tree Analysis

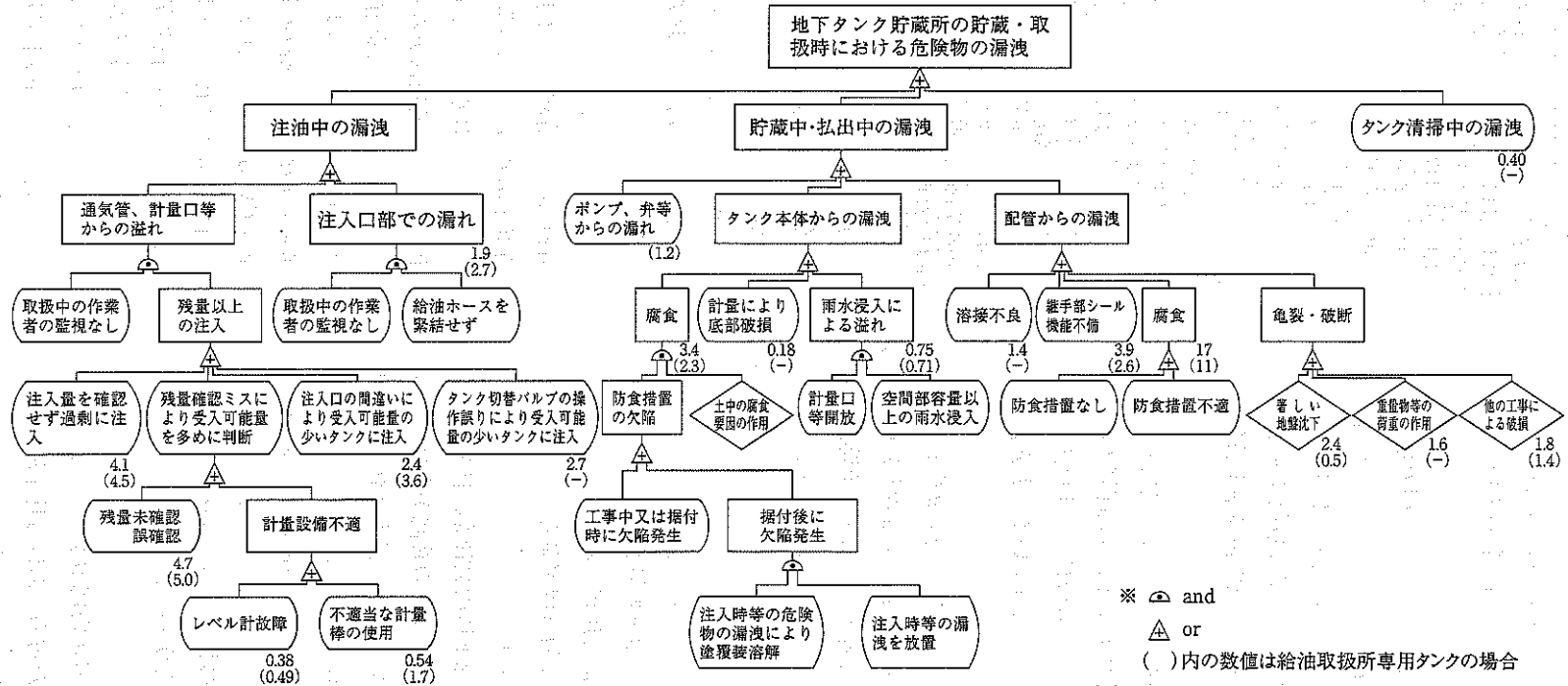


図2 地下タンク貯蔵所（給油取扱所専用タンク）漏洩事故

ります。

そこで、もう少し詳細に漏洩事故の実態把握に関する状況の検討を行っていきたいと考えます。

図2は、過去に発生した全国の地下タンク貯蔵所及び給油取扱所専用タンクに係る漏洩事故の状況を“Fault Tree”によって分析したものであり、併せて各事故発生要因の10万施設当たりの事故原因寄与率を数値で示したものであります。

このことから、これらの施設における漏洩事故発生要因のうち地下埋設配管の腐食をその発生要因とするものは“平均 1.4×10^{-4} 事故/施設・年”となっていることが認められました。

一方、当市における過去に発生した地下埋設配管（少量危険物施設をも含む）の腐食発生事例を変更許可等の実態から追跡調査した結果を表1に示すものであります。

市内の地下埋設配管を有する施設から見た腐食事例の発生率は、

約 8.8×10^{-4} 事例/施設・年

であり、全国の地下埋設配管における漏洩事故発生率の数値と比較すると、少なく見ても5倍程度の潜在的事例が発生していることがうかがわれます。

すなわち、地下埋設配管等、日常の目視点検によっては異常発生の確認が十分にできない箇所については、他の漏洩事故発生要因と比較しても特にその事例が潜在化する傾向にあると考えられ、漏洩事故に対する適切な安全対策の見極めを行う上からも、このような事故等の実態の把握が不十分な点を早急に改善していくことが必要となっていると考えられます。

2 埋設配管からの漏洩事故防止対策の必要性

表1に示した市内における地下埋設配管の腐食発生事例について、設置から変更までの

表1 市内危険物埋設配管の腐食事故例

変更年月日	施設区分	設置年月	塗覆装等
S50.05	地下タンク貯蔵所	S49.05	錆止
S54.11	地下タンク貯蔵所	S46.10	ジュート
S55.11	給油取扱所	S27.08	錆止
S55.11	一般取扱所	S43.04	錆止
S56.01	一般取扱所	S41.07	錆止
S56.05	地下タンク貯蔵所	S46.03	ジュート
S56.07	地下タンク貯蔵所	S51.06	ジュート
S56.09	地下タンク貯蔵所	S41.02	錆止
S56.11	給油取扱所	S44.11	錆止
S58.12	地下タンク貯蔵所	S46.11	錆止
S60.02	給油取扱所	S50.07	無
S60.09	地下タンク貯蔵所	S45.05	ジュート
H02.10	小量地下タンク	S57.12	錆止
H02.11	地下タンク貯蔵所	S48.09	錆止
H06.02	給油取扱所	S51.12	錆止
H07.03	給油取扱所	S60.11	不明
H07.04	小量地下タンク	S60.11	錆止
H08.04	小量地下タンク	S61.11	錆止
H10.06	給油取扱所	S63.10	不明
H10.06	給油取扱所	H03.12	タールエポキシ樹脂

使用年数をもとに整理し、故障率（腐食による異常の発生率と読み替えます。）及び故障密度関数を推定したものが図3であります。

この場合、故障までの平均時間（Mean Time To Failure：平均寿命）は約12年となります。

一方、地下埋設配管の防食対策に関しては、昭和48年の消防法の改正により塗覆装等の措置を講じることが義務付けられましたが、昭和49年4月以前に許可を受けた施設が、市内において景観状からの見地から地上施設よりも地下埋設配管を有する施設が約70%を占めていることから維持管理の徹底が、保安上すなわち事故防止上重要なポイントとなっていると考えられます。

図2で示す“地下タンク貯蔵所及び給油取扱所専用タンクに係る漏洩事故の“Fault Tree Analysis”からも地下埋設配管の腐食・亀裂等は、地下タンク貯蔵所等における漏洩事故発生要因の中で特に大きな比重を占めており、全危険物施設における漏洩事故全

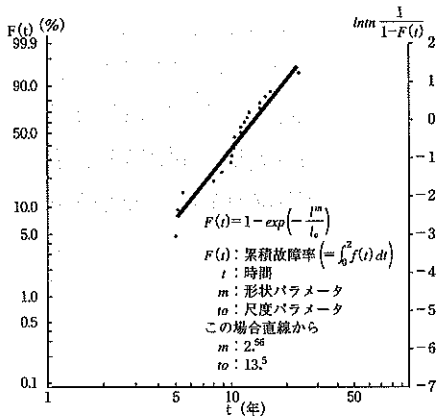


図3 腐食事例からみた故障率と故障密度関係

体でも、その割合が20%を越えています。

こうした発生要因の重要性の認識に基づき地下タンクを有する施設全てについて危険物施設の所有者等維持管理義務を担保するものとして、すでに昭和51年より年1回以上の定期点検の実施が義務付けられてきたわけですが、この間に各種点検方法も具体化しており、しかもこれまでの漏洩事故の中に占める地下埋設配管等の腐食・亀裂等による要因を過小評価してきた恐れが強いことも考え併せれば、地下タンクを有する施設等に対し、定期点検の実施による異常の有無の確認がとりわけ重要となってきたといわざるを得ません。

3 今後の問題点

図2に示した末端事象の事故発生要因の分析は、要因種別が大づかみに把握することができるようかなり包括的な解析に止めていますが、例えば、腐食という要因に関しても、設置場所等の環境条件、防食対策の程度、使用年数等により、当然のことながらその発生レベルに差があるものと考えられます。現状では、こうした詳細な要因ごとの情報集積がなされておらず、従って、これらに対応した弾力的な行政運用もでき得ないでいるのが実態であると考えられます。

今後、この種の情報収集に努め、解析を行

っていく上での一つの例として、図4に示した事故解析の例は、市内の腐食発生事例を、故障解析でよく用いられるワイブル分布にあてはめて整理したものであります。

この事故解析結果を基に定期点検実施から得られた腐食事例を集積することにより、各種条件の差異による安全レベルの差を種々の解析手法を用いて見つけ出していけば、設置条件（危険性）に応じた定期点検の時期、方法に関する合理的な運用基準も見い出せるのではないかと考えられます。

規制基準と自主保安対策と差異については、先に述べましたが、ここで消防機関が事故防止を主眼とした安全対策を指導していく上での留意点を確認する意味から、自主保安対策の一環として事業者が点検実施を決定するに際しての幾つかの問題点について見ていきたいと考えます。

- (1) 事業者の判断の基礎となるものは、過去の故障、事故に関する情報の集積にあると考えられます。

通常、事業者の点検実施時期への判断要素としては、 $T = f(C_i, C_h, h)$

T ：最適点検間隔

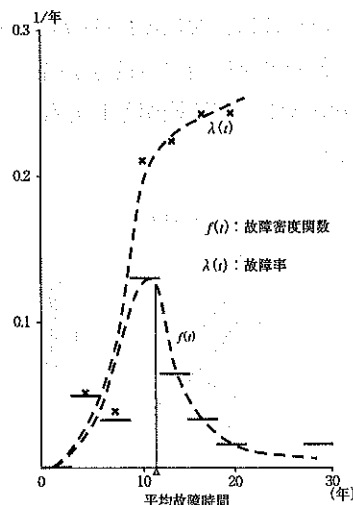


図4 事故解析のワイブル分布

C_i : 一回の点検に要するコスト

C_h : 事故等における単位時間当たりの損失

h : 事故等の発生確率

なる関数における総コストの最小値をもって最適点検間隔の決定がなされるであろうと考えられます。

すなわち、図5のように一回の点検に要するコストが高ければ点検間隔が延長され、損失及び発生確率が大きければ（事故影響の期待値が大きければ）点検間隔が短く選択されるのではないかと考えられます。

- (2) 消防機関として留意しなければならないのは、消防機関の不適切な対応によって、事業者の正常なコスト認識を誤った方向に導いてはならないという点であります。

例えば、配管に腐食等の異常が生じたのではないかと考えられる時に、何らの調査もなされないままに既設配管を埋殺して、新たな配管を取り付ける変更申請を安易に許可してしまうようなことがあげられます。

このような対応は、事業者の事故時の損失 C_h に対する認識を著しく低いレベルにし、結果的に図5に示すように事業者の安全到達目標レベルが低下してしまうことにもなりかねません。併せて必要な措置を講じないままに、対症療法的措置のみを講じることによって事故に関する情報を拾い上げることができず、消防機関としても、今後の行

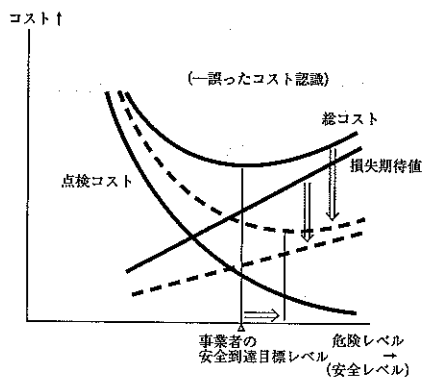


図5 事業者からみた安全レベルとコストの関係

政運用における判断を誤ることにもなりかねないこととなるであろうと考えます。

- (3) 定期点検時等に異常が発見されたものについては、腐食等発生箇所の特特定、漏洩量、範囲等の被害状況の調査及び漏洩原因の究明に基づいた対策の検討について厳格に指導していくことが必要となるものであります。

◎ おわりに

今後のより合理的な危険物事故防止対策の推進のためには、危険物施設における機器、設備の故障事例を含めた広範囲な安全に関するデータベースの整備構築に事業者、消防機関それぞれが協力してデータ蓄積に努めていくことが必要と考えられます。

また、規制行政を適切に遂行していくためには、設計基準に対応した事業者の自主保安対策に対峙して、危険物施設が最低限の安全性を満足しているか否かのチェックを厳格に行っていくとともに、規制基準が目標としている安全レベルが適正かつ合理的なものであるか否かについて、常に事故関連情報から得られる知見をフィードバックさせながら見直しを行いつつ規制行政を進めていくことが重要と考えられます。

今日、規制緩和や様々な分野でのボーダレス化が進む中で、災害の質も多岐にわたってきています。

また、物質的豊かさを優先させた結果、社会経済の生活基盤として活用された危険物が本来有する大切な「本質」を失いつつあることも事実であり、これらに起因する災害・事故が増加している現実を捉え、冷静に認識し、分析し行政に反映させていく必要あるものと考え、行政・事業者とのパートナーシップによる事故防止対策の基本を、危険物事故発生の原点といえる危険物施設配管漏洩事故を例として、消防機関の立場から見た事故防止対策の考察を交えた提言をしたものであります。