

石油コンビナートの防災アセスメント指針

— 東日本大震災におけるコンビナート被害を踏まえた改訂 —

(財)消防科学総合センター

研究員 平野 亜希子

1. はじめに

石油コンビナートにおける災害の発生や拡大を防止するため、コンビナートを有する道府県においては、防災計画を策定して毎年これに検討を加え、必要に応じて修正することが義務付けられている。防災計画の策定や修正にあたっては、コンビナートで起こり得る災害について適切な想定を行うことが不可欠であるため、災害想定的手法に関して消防庁による指針¹⁾が示され、科学的知見に基づく防災アセスメントの実施が、法律(石油コンビナート等災害防止法)上の努力義務となっている。

東日本大震災では、主に東北から関東にかけての石油コンビナートにおいて、地震動や津波による施設被害が多数発生した。また近年では、コンビナートの周辺地域に影響を及ぼすような、大規模な爆発火災や漏洩事故が何件か発生している。このような状況を踏まえ、消防庁では現指針の改訂に係る調査検討を行うこととし、当センターが本業務を受託して調査検討を行う機会を得た。本稿では、指針に基づく防災アセスメントの概要を紹介すると共に、主な改訂事項(予定)について報告する。

2. 指針の概要

現指針では、リスクの概念に基づく防災アセス

メント手法が示されている。リスクは、好ましくない事象(例えば事故や災害)の発生危険度と、発生したときの影響度の積として表わされ、一般的に次のように定義される。

$$R = \sum_i P_i \cdot E_i$$

R : 評価対象とするシステムのリスク

P_i : 事象 i の発生危険度

E_i : 事象 i が発生したときの影響度

上式において、事象の発生危険度は、頻度あるいは確率によって表される。影響度に関しては、評価の目的に応じ、災害の物理的作用により被害を受ける範囲の大きさや、死者数や負傷者数などの人的被害、あるいは損害額などの経済的損失が用いられる。

石油コンビナートの防災アセスメントにおいても、このようなリスクの概念を基本的な考え方としている。ただし、災害の発生危険度と影響度の積としてのリスク表現を用いるのではなく、これらの双方からリスクマトリックスを作成して危険性を総合評価することにより、必要な防災対策やその優先度の検討を行う。

このような防災アセスメントの実施手順を図 1 に示す。

現指針の基本概念は、防災計画上の想定災害として、コンビナートの中で相対的にリスクの大きい災害を抽出しようとするものであり、コンビ

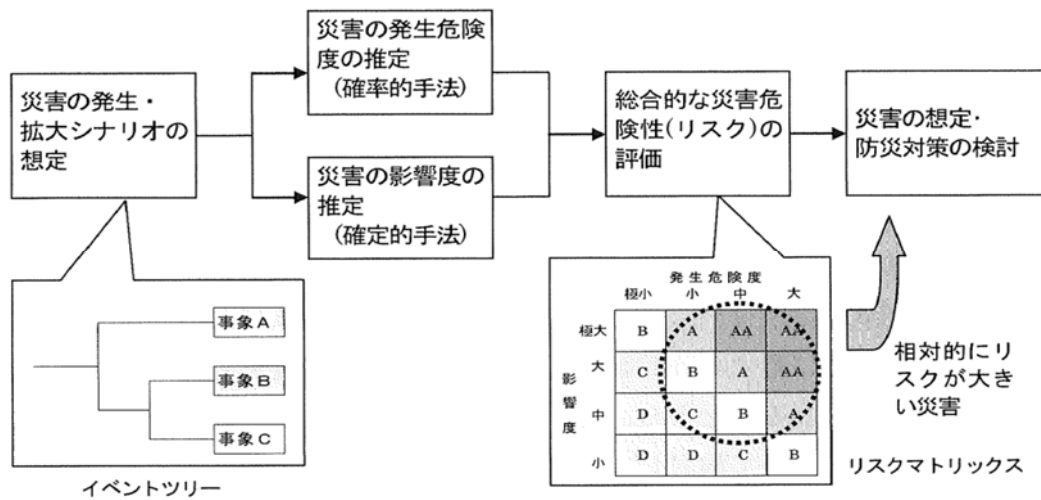


図1 防災アセスメントの実施手順

ナート全体を対象とした基礎的な調査として位置付けられる。これは防災アセスメントの実施目的に沿った妥当なものと考えられることから、指針改訂にあたってはこの基本概念を踏襲することを前提としている。

3. 指針改訂の要点

前述のような近年の事故事例から、想定外の大規模災害への危険性が指摘されている。これを踏まえ、大規模災害のシナリオの適切な想定、評価結果(リスクマトリックス)に基づく想定災害の抽出基準、想定災害に対する対策のあり方といった事項が、指針改訂にあたっての課題としてあげられる。また、現指針が示されてから10年以上が経過していることから、あわせて最新の知見に基づく評価手法の確認が必要である。

従って、指針改訂にあたっての検討の要点は、以下のように整理することができる。

- 災害の発生・拡大シナリオ(イベントツリー)の見直し
- 現指針以降の知見に基づく災害想定手法の見直し
- 防災計画で想定すべき災害の考え方の整理
- 評価結果(想定災害)に基づく防災対策のあり方の整理

4. 指針改訂事項

4.1 災害拡大シナリオに関する検討

地震時に石油コンビナートの主要施設で起こり得る災害拡大シナリオ(イベントツリー)について、東日本大震災での被害事例を踏まえて検討を行う。特に津波による被害については、現状では定量的な評価が難しく、これまで具体的な検討はあまり行われていない。しかしながら、事例等に基づき災害の様相を把握し、定性的にでも災害を想定しておくことは重要であることから、津波による被害も含めて災害拡大シナリオの検討を行う。

4.2 災害想定手法に関する検討

(1) 災害発生危険度の推定にあたって用いるデータ

地震時の災害発生危険度の推定にあたっては、地震動の強さに応じた事故の発生確率や防災設備の不作動確率が必要であるが、このような地震時の被害データは少ないことから、専門的判断により仮定するケースが多い。今回の調査検討においては、地震動によるこれらの被害データを調査・整理することにより、地震時の災害発生危険度推定の参考とする。

(2) 災害影響度の評価手法

災害の影響度は、火災の放射熱、爆発の爆風圧、可燃性ガスや毒性ガスの拡散濃度によって評価する。現指針には比較的簡易な影響解析モデルが示されているが、現在国内外で提案されている解析モデルとあわせて近年の事故事例に基づく試算を行い、解析モデルの妥当性の検討を行う。また、災害の影響度はしきい値(人体に対する許容限界値)の設定によっても大きく異なることから、現指針に示されているしきい値について検討し、必要に応じて見直しを行う。

(3) 長周期地震動による被害の評価手法

平成 15 年十勝沖地震による被害を踏まえた法令改正により、石油タンクのスロッシングに関しては、タンク液面の低下措置や浮き屋根の耐震性向上など、所要の安全性向上が図られていることから、このような現状を踏まえた危険性評価方法について検討を行う。

(4) 津波による被害の評価手法の検討

津波による石油タンクの被害評価手法については、石油タンクの移動(浮き上がり及び滑動)に関して、消防庁よりシミュレーションツール²⁾が公開されたところであり、この手法を組み込んだ評価方法を検討する。また、津波による被害形態は石油タンクの移動以外にも考えられるものの、現時点では定量的な評価手法は示されていない。従って、4.1 で示したように、東日本大震災による被害事例を踏まえて津波被害による災害拡大シナリオを整理し、これに基づき必要な対策を検討することになるであろう。

(5) 液状化による被害の評価手法の検討

液状化による被害は短周期地震動による影響のひとつとして整理される。また、巨大地震が発生した場合には、臨海部の埋立地において、地盤の液状化による護岸の側方流動の発生が懸念されている。現時点では、側方流動によってタンク等の施設の損傷、漏洩の発生等がどの程度生じるかは不明であるが、東日本大震災等の被害状況の調査

結果や、最新の知見を踏まえた検討結果を調査し、可能な範囲で評価に含めていきたい。

4.3 防災計画における災害想定の方の検討

(1) 地震・津波の想定

防災基本計画においては、科学的知見を踏まえあらゆる可能性を考慮した最大クラスの地震・津波を想定し、その想定結果に基づき対策を推進することを示すと共に、津波の想定に関しては、発生頻度が低く甚大な被害をもたらす最大クラスの津波と、それに比べて発生頻度は高いが大きな被害をもたらす津波の2つのレベルで想定することを基本としている。3)石油コンビナートの防災アセスメントで想定する地震・津波は、自治体における想定の方や地震被害想定調査の結果を踏まえることが原則と考えられるが、これらを実際に適用する場合の方や課題について検討・整理が必要である。

(2) 想定災害の抽出方法

リスクマトリックス(図 1)を用いた想定災害の抽出基準は、評価を行う自治体が地域の状況を勘案して決定することになる。しかし、評価上低頻度となる大規模災害についてはこれまでリスクが低いとして見過ごされてきたことが多く、今後はこのような大規模災害についても想定しておくことが求められている。本調査検討では、このような想定災害抽出の方について検討・整理する。

4.4 想定災害に基づく対策のあり方の検討

防災アセスメントの評価結果は、防災計画における想定災害の他、想定災害に対する予防対策計画、応急対策計画へ反映されるが、これまでの防災アセスメントの実施例から、評価結果が実際の対策に繋がりにくい傾向がうかがえる。評価結果を防災対策に活かすためには、評価の前提条件や評価精度を十分に考慮する必要があり、場合によ

ってはさらに詳細な再評価が必要となる。また、評価結果に基づく対策のあり方も一律ではなく、対策の実施主体や災害の想定レベルに応じた対策の検討が必要である。そこで、本調査検討では対策実施にあたっての関係機関毎の役割や、事業所における評価結果の活用方法について検討・整理を行う。

5. おわりに

石油コンビナートで想定される災害は様々であり、現時点では定量的な評価が困難なものも多い。しかし、対策の有無に関わらず、あらゆる可能性を考慮して災害の想定を行うことは、東日本大震災を踏まえた基本的な考え方となっている。このような考え方をどのようにリスク評価に取り入れるべきか、特に定量的な評価が難しい津波災害に

ついてはどのように想定災害を抽出するのか、さらには想定災害を踏まえた対策のあり方はどのようにあるべきか、石油コンビナート防災における課題は多い。今回の調査検討においてこのような課題に対する考え方を整理し、少しでも今後の防災対策に反映していきたいと考えている。

注)本稿の執筆時点においては指針改訂に係る調査検討の実施中であり、改訂内容は今後の検討状況により変更の可能性がありますので、ご留意下さいますようお願い致します。

- 1)消防庁特殊災害室:石油コンビナートの防災アセスメント指針、平成 13 年
- 2)<http://www.fdma.go.jp/concern/publication/simulatetooUindex.html>
- 3)中央防災会議:防災基本計画、平成 23 年 12 月