

2012. 7. 10 (財)消防科学総合センター

## 「石油コンビナートの防災アセスメント指針の改訂に関する調査検討」 調査計画（案）

### 1. 概要

東日本大震災等における石油コンビナートの事故や被災状況を踏まえ、「石油コンビナートの防災アセスメント指針（平成13年、消防庁特殊災害室）」（以下、「現指針」）の改訂を行うことを目的として必要な調査検討を行い、現指針の改訂案を作成する。

### 2. 調査検討の前提

#### 2.1 現指針の概要

「石油コンビナートの防災アセスメント指針」は、コンビナートを有する都道府県（石油コンビナート等防災本部）が、「石油コンビナート等防災計画」の作成／修正にあたって、災害想定を行うためのガイドラインである。現指針では、平常時（通常操業時）と地震時の災害を対象として、次の手順により計画上の災害を想定するものとしている（図1）。

- ① 災害の発生・拡大シナリオの想定（イベントツリーの展開）
- ② 災害の発生危険度（発生頻度・確率）の推定
- ③ 災害の影響度の推定
- ④ 総合的な災害危険性（リスク）の評価
- ⑤ 災害の想定、防災対策の検討

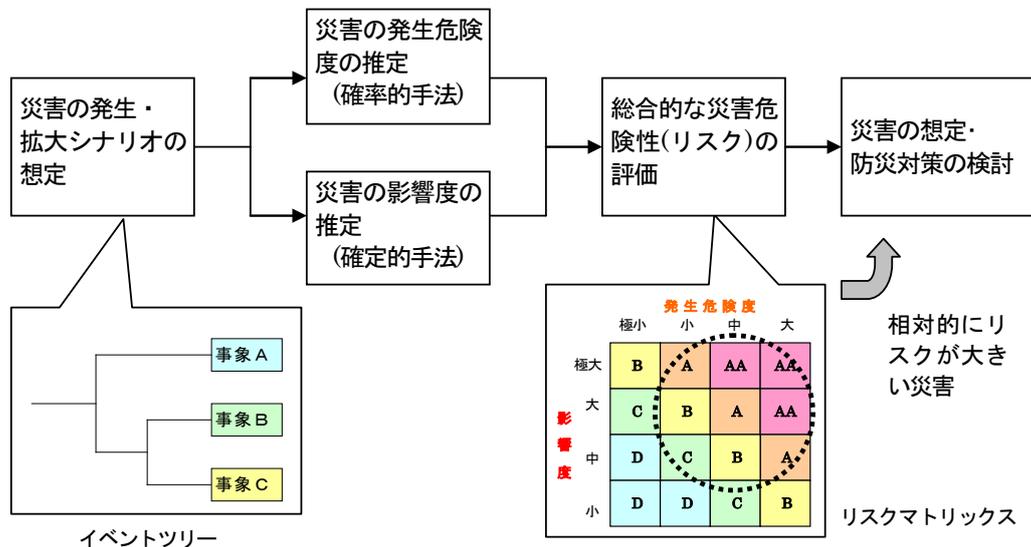


図1 防災アセスメントの基本概念

このような防災アセスメントは、事業所の個別施設を対象とした詳細なアセスメントとは異なり、自治体がコンビナート全体を対象として実施するものであるため、以下のような特徴がある。

○コンビナートには多種多様な施設があるが、全ての施設について評価することは現実的に難しく、潜在危険性の高い代表的な施設を抽出して評価することになる。

○災害の発生拡大シナリオは、頻度推定の観点からもあまり複雑なもの好ましくなく、小規模災害から大規模災害までを適切にモデル化することが必要である。

また、現指針の改訂に当たっては、以下についても留意する必要がある。

○災害想定手法は、自治体において実施可能な(高度な専門的技術を必要としない)簡便なものとする。

○防災アセスメントの具体的な実施方法(頻度・確率値の設定、影響度のしきい値の設定等)や、アセス結果に基づく対策の立案は、各自治体において判断すべき事項となる(ただし、今回の改訂に当たっては可能な範囲で例示したい)。

## 2.2 調査検討の前提

現指針の評価手法は『リスク』の概念に基づくものであり、災害の危険性を発生危険度と影響度の両面から捉えて、防災計画において想定すべき災害を抽出しようとするものである。このような評価手法は、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、本調査検討ではこの基本概念を踏襲することを前提とする。

東日本大震災をはじめとする近年の石油コンビナートにおける災害事例からは、想定外の大規模災害の危険性が指摘されている。防災アセスメントは防災計画における災害の想定を前提としているため、対策の実施が困難な大規模災害については、低頻度の事象としてあまり考慮されてこなかったという問題がある。このような状況を踏まえ、本調査検討では、都道府県が災害想定を行う場合の参考となる、より現実的、実用的な指針とすることを目指す。

## 3. 調査検討の実施事項

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。これらの要点を踏まえ、3.1～3.3に示す事項について、調査・検討を行う。

- 防災アセスメントで評価対象とする災害事象の見直し
- 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

### 3.1 災害の発生・拡大シナリオに関する検討

東日本大震災では、仙台市の製油所火災をはじめ、コンビナートにおいて津波による設備の損傷や危険物の流出・火災等の被害が多数発生し、市原市では高圧ガスタンク支柱のブレース（筋交い）が破損したことに起因する大規模な爆発火災（ファイヤーボールを伴う BLEVE\*）が発生するなど、津波や地震動による様々な災害が発生した。また、平常時においても、2012年4月に山口県の化学工場で発生したプラントの爆発火災事故のように、

近年、コンビナートの周辺地域に影響を及ぼすような爆発火災や漏洩事故が何件か発生している。これらの災害事象とその発生・拡大シナリオは、現指針ではほとんど示されていない。現指針における災害の発生・拡大シナリオは評価の一例として示されているものがあるが、本調査検討では、近年の事故・災害について事例調査を行い、災害の発生要因や拡大要因を調査・分析することによりシナリオの見直しを行い、より実態に近いシナリオの提示を検討する。

**\*) BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion)**

火災により加圧液化ガスの容器・貯槽が熱せられ、大気圧下での沸点より高い温度まで過熱し内圧が高まった状態で、容器・貯槽が破損して圧力が急激に下がると、内容液が突沸して爆発的に蒸発する。この現象を BLEVE といい、内容液が可燃性であれば着火してファイヤーボールを形成することがある。

## **3.2 災害想定手法に関する検討**

### **(1) 災害発生危険度の推定**

現指針では、災害の発生危険度の推定について、基本的な考え方は示されているものの、具体的には触れておらず、アセスメントの実施を困難にしている一因になっていると考えられる。特に地震時においては、これまで被害事例も少なく、地震動の強さに応じた事故発生確率の推定が難しくなっている。今回の東日本大震災では、被害エリアが広域にわたり、軽微なものも含めると危険物施設や高圧ガス施設に数多くの被害が発生した。本調査検討では、これらの被害状況の調査結果を整理し、地震動の強さに応じた破損や流出などの発生確率を算出し、指針に発生危険度推定の目安を示すことを検討する。

### **(2) 防災設備の不作動確率の推定**

危険物の屋外タンク貯蔵所や高圧ガスタンクなどの施設には、事故・災害が発生した場合に緊急停止・遮断、緊急移送、消火・冷却などを行うための防災設備が設置されており、災害の拡大防止に重要な役割を果たす。現指針では、これらの防災設備による災害の拡大防止の成功・失敗を考慮して、災害の発生危険度の推定を行う手法（フォールトツリー解析：FTA）が示されている。東日本大震災では、これらの防災設備の直接的被害や、電力などの駆動源の停止による不作動が多く見られていることから、被害状況や被害数を調査し、地震動の強さに応じて整理することにより、災害発生危険度の推定に反映する。

### **(3) 災害影響度の推定方法の見直し**

災害の影響度は、火災の放射熱、爆風圧、可燃性ガスや毒性ガスの拡散などの影響が、人体に対する許容限界値を超える範囲によって評価することになる。現指針では、都道府県が防災アセスメントを実施することを念頭に、このような火災、爆発、拡散現象を解析して影響範囲を算定するための比較的簡易な解析モデルが示されている。しかし、東日本大震災における高圧ガスタンクの爆発火災や山口県の化学プラントにおける爆発事故では、数 km 離れた家屋の窓ガラスが破損するなど、非常に広範囲の影響が確認され、想定外的事

故災害への懸念が高まっている。このようなことから、本調査検討では、現在国内外で提案されている解析モデルについて調査・検討と試算を行い、簡易でかつ現実的な影響度の推定手法を検討する。あわせて、国内外で提案されている許容限界値についても調査検討を行う。

#### (4) 長周期地震動、津波、液状化による災害の評価手法の検討

現指針では、地震時の評価において、長周期地震動、津波、液状化による災害評価についてはほとんど触れられていない。長周期地震動については、現指針が発行された後の平成 15 年に発生した十勝沖地震による被害を踏まえた危険性評価、あるいは法令改正による安全性向上などを考慮した上で、現存する石油タンクの適切な評価手法について検討する。津波については、平成 21 年に消防庁危険物保安室により石油タンクの被害を予測するための簡易手法が示されている。この中で、タンクの浮きあがり及び滑動に関しては、東日本大震災における被害状況からほぼ妥当な評価結果が得られることが示されており、この手法を組み込んだ評価方法を検討する。また、液状化、特にこれに伴う側方流動による被害については、定量的な評価方法の確立は難しいと考えられるが、危険物の海上流出による広範囲の被害も懸念されていることから、東日本大震災等の被害状況を調べ、可能な範囲で評価に含めていきたい。

### 3.3 防災計画における災害想定のお考え方の検討

#### (1) 地震・津波の想定

防災基本計画をはじめとする東日本大震災以降の国の防災計画においては、発生頻度の高い地震・津波と、発生頻度は低いが甚大な被害をもたらす地震・津波の 2 つのレベルを想定することが示されている。地震時の評価にあたっては、自治体における地震・津波想定のお考え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、現時点では必ずしもその考え方が整理されていないことから、石油コンビナートの防災アセスメントで想定する地震・津波についての考え方を検討・整理する。

#### (2) 想定災害の抽出方法

防災アセスメントでは、災害の発生危険度と影響度をあわせて評価することにより、計画上の想定災害を抽出する。現指針では、想定災害の抽出を行うために、リスクマトリックスによる方法を提示している（図 2）。リスクマトリックスを用いてどの程度の災害を想定すべきか、防災対策の優先度をどのように設定するかは、評価を行う都道府県が地域の状況を勘案して決定することになる。東日本大震災で発生した高圧ガスタンクの爆発火災のような大規模災害は、これまで低頻度の災害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お考え方について検討、整理する。

		発生危険度				
		極小	小	中	大	
影響度	極大	B	A	AA	AA	AA：最優先 A：優先度大 B：優先度中 C：優先度小 D：優先度極小
	大	C	B	A	AA	
	中	D	C	B	A	
	小	D	D	C	B	

図2 リスクマトリックスによる評価の概念

### 3.4 想定災害に基づく対策のあり方の検討

#### (1) 評価結果に基づく防災対策のあり方

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は、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、第一義的な責任を有する特定事業者における、具体的対策の実施を念頭に置く必要があるが、防災アセスメントで実施するのは災害の想定までであり、その後の取組みは都道府県や事業所の判断事項となる。また、東日本大震災で見られたような大規模災害への対応は、事業所のみならず、都道府県や国と連携した取組みや、災害の想定レベルに応じた対策の検討が必要と考えられる。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を行い、評価結果に基づく防災対策のあり方を整理する。

#### (2) 周辺住民の避難のあり方

高圧ガスタンクの爆発火災のような大規模災害に対しては、災害の発生頻度が低くとも災害が発生した場合の周辺地域への影響を評価しておくことが必要と考えられる。また、発災時に万一周辺地域へ影響が及ぶ可能性が生じた場合には、住民等の避難により対応することになる。そのためには、事前に周辺住民に対してコンビナート災害による避難の可能性や避難方法などを周知しておくとともに、発災時に事業所から災害の拡大や二次災害の可能性などに関する情報を収集し、周囲の状況を踏まえながら避難エリア、避難ルート、避難場所を設定し、迅速に避難の誘導を行う必要がある。本調査検討では、そのために必要な計画策定のあり方など、基本的事項の検討を行う。

#### (3) 緊急停止・遮断のあり方

設備の緊急停止・遮断は、危険物の流出などの事故が発生した場合、あるいは津波などによる被害の発生が懸念される場合、被害の低減や局所化を図るために極めて重要な防災対応となる。しかし一方では、緊急停止・遮断操作自体の危険性が指摘されており、山口

県の化学プラントにおける爆発事故のように、緊急停止・遮断時の事故が少なからず発生している。そこで本調査検討では、既往の調査結果<sup>1</sup>を踏まえ、緊急停止中の事故事例について詳細に調査することにより、安全な緊急停止・遮断のあり方について検討する。

#### 4. 基礎調査の実施

3で示した調査検討内容の実施に必要な情報の収集・整理を行う。収集にあたっては、消防庁をはじめ他省庁や研究機関等における調査結果や、既に整理されているデータを可能な限り活用する。

##### (1) 既往調査結果の収集・整理（東日本大震災による被害状況）

東日本大震災におけるコンビナートの被害状況に関しては、消防庁における危険物施設等の被害状況調査<sup>1</sup>をはじめ、消防研究センターにおける現地調査、経済産業省の高圧ガス部会によるアンケート調査等、多くの調査結果がとりまとめられている。本調査検討においては、これらの既往の調査結果の収集・整理を行い、調査検討に活用する。

##### (2) 防災設備の被害状況に関する調査

防災設備の不作動確率の推定にあたっては、地震動強さに応じた防災設備の被害程度、被害数を調査する必要がある。そこで、東日本大震災の被災地域に所在する特定事業所を対象として、防災設備の被害状況に関するアンケート調査を実施する。

##### (3) コンビナートにおける事故事例の詳細調査

東日本大震災における主な被害事例や、近年発生した主な事故事例について、現地調査及び関係機関のヒアリングを行い、被害状況や範囲、災害の発生・拡大プロセスに関する資料・情報収集を行う。調査結果は(1)で収集した結果とあわせて、災害の実態把握に努める。

##### (4) コンビナートの地震動データ等の収集

地震時のコンビナートの被害状況は、地震動の強さに応じた被害程度のデータとして整理する必要があるため、気象庁や防災科学技術研究所等において整理、公開されている東日本大震災の地震動データ等を収集し、地震時の災害発生危険度の評価に活用する。

---

<sup>1</sup> 消防庁「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会」

## 5. 指針改訂案の作成

3、4に示した調査検討結果をもとに現指針の改訂事項を検証し、指針改訂案を作成する。表1は、現指針の目次構成と、現時点で考えられる主な改訂事項をまとめたものである。指針改訂案の作成にあたっては、都道府県における防災アセスメント実施の際の参考となるよう、できるだけ具体的内容を記載する。

表1 現指針の目次構成と主な改訂事項

現指針の目次構成		主な改訂事項
第1章 防災アセスメントの目的と対象		
1.1	防災アセスメントの目的	・指針改訂経緯 ・災害想定の基本方針
1.2	防災アセスメントの対象	・対象災害の考え方
第2章 防災アセスメントの考え方		
2.1	防災アセスメントの基本概念	
2.2	防災アセスメント手法の概要	
2.3	評価レベル(評価の細かさ)	
2.4	評価にあたっての留意点	
第3章 評価対象施設の選定と区分		
3.1	対象施設の選定	
3.2	対象施設の区分	
第4章 平常時の防災アセスメント		
4.1	災害の拡大シナリオの想定	・平常時の災害シナリオの見直し
4.2	災害の発生危険度の推定	
4.3	災害の影響度の推定	・影響解析モデルの見直し
4.4	総合的な災害危険性の評価	・想定すべき災害の考え方
第5章 地震時の防災アセスメント		
5.1	前提となる地震動の想定	・地震の想定 of 考え方
5.2	災害の拡大シナリオの想定	・地震時の災害シナリオの見直し
5.3	災害の発生危険度の推定	・地震時の災害発生確率の推定例
5.4	災害の影響度の推定	・影響解析モデルの見直し
5.5	総合的な災害危険性の評価	・想定すべき災害の考え方 ・確定的評価の追加更新(スロッシング被害等) ・定性的評価の追加更新(津波被害)
第6章 防災アセスメント結果の活用と公表		
6.1	防災アセスメント結果の活用	・防災計画への反映 ・想定災害を前提とした対策のあり方
6.2	防災アセスメント結果の公表	
参考資料		
参考資料1	災害拡大ETの一例	・イベントツリーの見直し
参考資料2	災害現象解析モデルの一例	・災害影響の評価手法の見直し

## 6. 調査検討フロー

