

水島コンビナートの防災

岡山県 危機管理監

角田 保彦 *Yasuhiko Tsunoda*

1. はじめに

水島コンビナートは、岡山県倉敷市の水島臨海工業地帯の大部分を占めるコンビナートであり、石油精製・石油化学、鉄鋼、自動車といった分野の企業コンビナートが形成されている（**図1**）。2010年の工業統計調査によると、この水島コンビナートのある水島工業地帯の製造品出荷額は4兆75億84百万円であり、岡山県全体の製造品出荷額7兆7千5億95百万円の約50%を占めており、岡山県の中核工業地帯として、県の産業・経済に大きな地位を占めている。県では、コンビナートの国際競争力を高めるため、国際コンテナターミナルの整備や「コンビナート・ルネッサンス事業」（コンビナート内の設備の共同運営によ

る原料・製品の最適融通を行う事業）などを進めている。

石油コンビナート等災害防止法では、水島工業地帯内の2,561万㎡を「水島臨海地区」として特別防災区域に指定しており、その区域内には、大量の石油や高圧ガスが取り扱われている第1種事業所14事業所、第2種事業所12事業所の併せて26の特定事業所およびその他の危険物や高圧ガスを取り扱う事業所約67事業所がある。これらの事業所が集まる水島臨海地区で万一災害が発生した場合には、大災害となる恐れがあるため、石油コンビナート等災害防止法に基づき策定された石油コンビナート等防災計画によって、各防災機関および関係事業所が一体となって総合的な防災対策を行う必要がある。

図1 水島コンビナート



岡山県では、東日本大震災や、南海トラフ巨大地震の想定を受けて石油コンビナート防災アセスメントを実施し、石油コンビナート等防災計画にアセスメント結果を反映した修正をしたところである。この防災アセスメントとコンビナート等防災計画の修正の概要を説明し、水島コンビナートの防災について考えたい。

2. 石油コンビナート 防災アセスメント

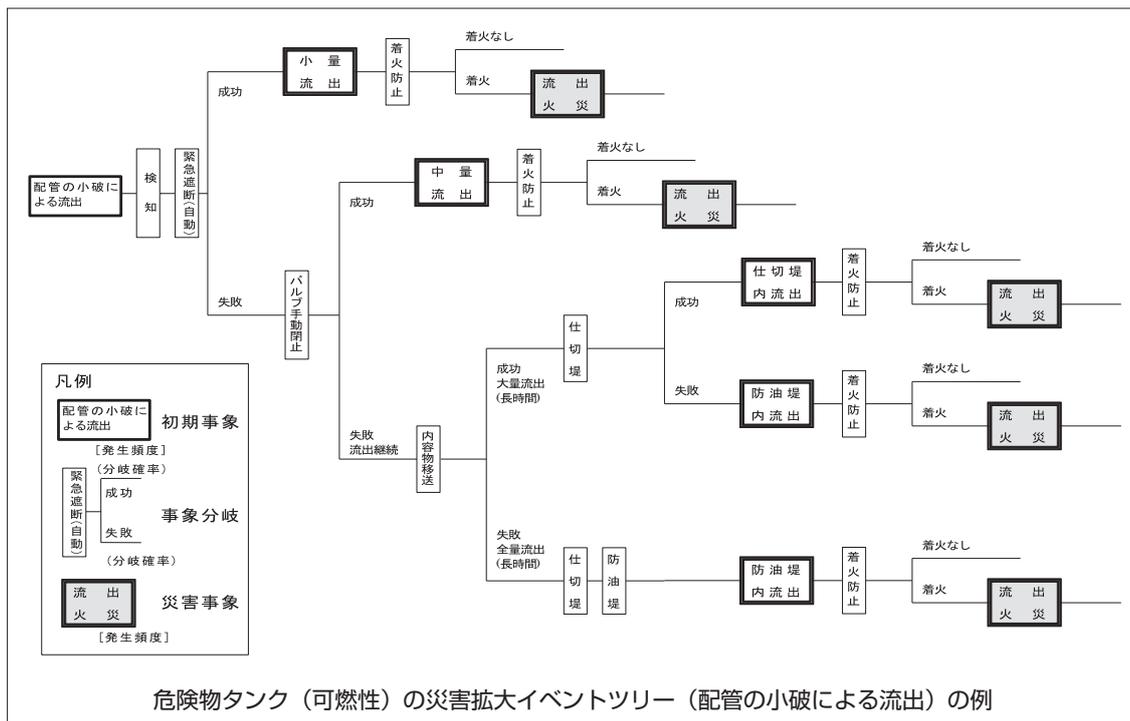
(1) アセスメントの概要

石油コンビナート防災アセスメントは、「石油コンビナートの防災アセスメント指針」(2001年3月19日付け消防特第40号)でその目的や評価手法などが示されており、国においては、東日本大震災およびその後において発生した石油コンビナート災害などの課題を踏まえて2013年3月28日に一部改定がなされたところである¹⁾。岡山県のアセスメントの実施は、国の改定通知前であり、国が発足さ

せた「石油コンビナート等における災害時の影響評価等に係る調査研究会」の検討内容などを踏まえ、極力改定の内容に沿ったものとなるようにした。

概略説明となるが、アセスメントの評価方法は、コンビナートの危険物タンク、高圧ガスタンク、プラントなどの災害を起こす潜在危険性が大きい施設ごとに、事故の発端となる事象から事故への災害拡大シナリオ(イベントツリー)(図2)を作成し、その分岐となる点に災害発生確率を与えることにより、災害事象の発生頻度を算出する。一方で災害の影響範囲については、解析モデル研究などで提案されたものを使用して算出し、その発生頻度と影響範囲によりリスクマトリックス(図3、4)を作成する。そのリスクマトリックスは、取り組むべき防災対策や防災対策の優先度を表すものであり、その評価結果を基に防災対策を考えるものである。また、改定後の指針では、津波による災害や高圧ガスタンク爆発のBLEVE^{※1}による災害シナリオなどが追加されており、そうした災害が起こる可能

図2 災害の拡大シナリオ(イベントツリー)



※1 BLEVE (Boil Liquid Expanding Vapor Explosion) 加圧液化ガスタンクが火災などで熱せられ、内圧が高まった状態でタンクが破損した場合、内圧が急激に下がり、内容液が爆発的に蒸発する。その際、何らかの原因で着火した場合は、ファイヤーボール(巨大火球)を形成する。

図3 リスクマトリックス水島臨海地区における危険物タンクのリスクマトリックス(平常時)の例

注) 防油堤外流出火災は、低頻度大規模災害として別途評価することとしリスクマトリックスは作成しない。

<小量流出火災>

	E	D	C	B	A	AA	計
I	0	18	8	2	0	0	28
II	17	46	24	0	0	0	87
III	38	65	21	4	0	0	128
IV	10	19	0	2	0	0	31
V	0	0	0	0	0	0	0
計	65	148	53	8	0	0	274

<中量流出火災>

	E	D	C	B	A	AA	計
I	22	33	13	0	0	0	68
II	99	106	33	4	0	0	242
III	98	75	13	19	0	0	205
IV	4	52	10	8	0	0	74
V	22	31	2	0	0	0	55
計	245	297	71	31	0	0	644

<防油堤内流出火災>

	E	D	C	B	A	AA	計
I	0	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0	0
IV	0	95	163	93	8	0	359
V	0	24	117	113	31	0	285
計	0	119	280	206	39	0	644

<仕切堤内流出火災>

	E	D	C	B	A	AA	計
I	0	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	0	0	0
V	0	0	157	107	0	0	264
計	0	0	157	107	0	0	264

Bランク以上（オレンジ部）を「第1段階の想定災害」
 Cランク（黄色部）を「第2段階の想定災害」
 E・D（薄黄色）ランクでIのもの「低頻度大規模災害」とし
 防災対策を検討
 平常時では、
 AA：10⁻³/年程度以上
 A：10⁻⁴/年程度
 B：10⁻⁵/年程度
 C：10⁻⁶/年程度
 D：10⁻⁷/年程度
 E：10⁻⁸/年程度

Aランク：10⁻⁴/年程度
 同様の施設が10,000基あれば1年に1度おこるような災害
 I：200m以上に影響が及ぶもの
 II：100m以上200未満
 III：50m以上100m未満
 IV：20m以上50m未満
 V：20m未満
 を示す。

図4 リスクマトリックスの考え方¹⁾

		発生頻度			
		極小	小	中	大
影響度	極大	B	A	AA	AA
	大	C	B	A	AA
	中	D	C	B	A
	小	D	D	C	B

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

性や影響についてもこのアセスメントを通じ
 防災対策を考えることとした。

(2) アセスメント結果

アセスメント結果の詳細は文献²⁾を参照さ

れたいが、ここでは、防災対策の参考として
 アセスメントを実施した中での感じたことを
 記す。

まず、危険物タンクなどの災害拡大シナリ
 オのイベントツリーでは、緊急遮断弁の成功、

不成功により事後の災害影響範囲が大きく異なってくる。当たり前といえば当たり前の話だが、緊急遮断に成功すれば、少量の漏えいで止まり、火災となっても影響範囲は小さいということである。また、緊急遮断弁がないものは、イベントツリーでは「緊急遮断弁の失敗」とするため緊急遮断弁のあるものと比べて影響範囲の大きい災害となっていくということである。つまり緊急遮断弁は、災害の拡大防止といったことから大変有効である災害対策といえる。しかしながら、アセスメントで調査対象としたタンクの中には、法令で緊急遮断弁の設置義務のない危険物タンクや設置義務の法令がない毒劇物のタンクなどが存在する。こうしたタンクは、設置義務がないため事業者の対策も後手とならざるを得ない現状がある。そのため、アセスメントで災害の影響範囲が事業所外へ及ぶとされた設備については、緊急遮断弁の設置や緊急遮断弁の確実な稼働が必要であると考えている。

次に、プラントについてであるが、プラントは複雑な工程のものや複合した設備であることから、他の施設と比べて全国での事故の発生率が高く、そのことは、アセスメント結果でもプラントの小規模な災害の発生確率は、他の施設と比べて相対的に高くなっている。プラントには、緊急停止装置などが設置されているが、起こり得る事故対策として、プラントの異常が早期に検知できるよう自主点検の徹底や見直し、緊急停止装置稼働時の適切な対応などの防災対策が求められる。

また、石油コンビナートの設備は、設置されてから40年以上経過したものもあり、老朽化による事故は、今後も増加することが予想される。特にコンビナートには多数の配管があり、埋設配管のみならず非埋設の配管でも漏えい事故が起こっており、老朽化による配管からの漏えい事故の増加は危惧される。老朽化施設の危険度を把握した保守管理や計画

的な配管の更新を行うなどの取り組みが必要であると考えている。

3. 防災計画

(1) 修正の考え方

岡山県では、アセスメント結果を踏まえて水島臨海地区の石油コンビナート等防災計画の修正を行った。主な修正内容は、アセスメントにおいて想定された災害想定を県防災計画の災害想定に反映し、アセスメント結果に基づき災害予防計画の充実を図った。修正に係る防災についての考え方は、アセスメント結果から、現実的に起こりうると思われるべき災害を「第1段階の想定災害」、発生する可能性が小さい災害を含むが第1段階の次に優先度が高くなる災害を「第2段階の想定災害」、発生する可能性が非常に小さいが、災害が発生すると影響が大きいものを「低頻度大規模災害」と区分し災害想定を行い、「第1段階の想定災害」については、災害の発生危険度を低減させることが最も重要であると考え災害の未然防止を基本とした防止策を、「第2段階の想定災害」については、万一の事態に備え被害の局限化を図るための防災機能の強化や防災時の緊急対応および応援体制などの総合予防体制の確立を、「低頻度大規模災害」については、周辺住民の生命を守るといったことを考え計画の修正を行った。

(2) 修正の概要

主な計画の概要であるが、災害予防計画では、アセスメントで発生する確率の高いとされた災害に対し、災害が発生しても影響範囲を最小限にとどめる局限化対策の具体例として、「緊急遮断弁設備・移送設備の設置及び保守」、「緊急停止マニュアルの作成」、「異常の早期検知」を挙げ、事業所の取り組みを促しているところである。また、地震時などの

発生防止対策として「耐震基準がない法令タンクについて法基準に準じた耐震性の確認」、「停電時の防災設備の駆動源の確保および保守管理」、「万一の事態に備え、地震により緊急停止時のユーティリティ（保安用の窒素など）の確保・確認」、「防災教育実施計画に盛り込む内容にヒューマンエラーによる事故防止」などを追加修正した。

また、改定されたアセスメント指針で追加となった地震に伴う液状化やスロッシング（液面揺動）の影響によるタンクなどの被害、BLEVE、防油堤外や海上への流出などについても、防災計画の災害想定などの修正を行った。

ただし、長周期地震動についてのアセスメントは、南海トラフの巨大地震の予測波形が現段階で得られておらず、長周期地震動の大きさ（速度応答スペクトル）に基づく評価はできていない。そのため、消防法告示による長周期地震動をベースとした定性的な評価となっている。アセスメントでは、水島臨海地区にある対象タンクのスロッシングによる溢流は考えられないといった結論となっているが、予測波形がない段階でのアセスメントであるため、浮き屋根の損傷や浮き屋根上に流出した油がドレン排水口から流出といった災害が発生することが考えられ、そうした事象からのタンク火災や流出火災を災害想定としている。また、2003年に発生した十勝沖地震のタンク火災などの被害を受けて改正された告示基準の浮き屋根の技術基準（2017年3月31日までの経過措置有り）未適合のタンクについて、南海トラフの巨大地震の発生が危惧される中、早期に適合に努めるよう防災計画へ追加修正をした。

危険物などの海上流出については、過去において、石油コンビナート災害防止法の制定の契機となった重油海上流出の事故があった経緯もあり、既に修正前の防災計画でも対応方法などを定めており、従前の計画を承継し

た形で修正を行った。

また、高潮の災害想定についても、岡山県では、2004年8月に襲来した台風により水島企業岸壁で高潮による浸水があったことから、その他災害として計画に定めている。

なお、海上流出についてのアセスメントは、潮流や干満などの影響が把握できないため実施していない。

4. 防災への取り組み

石油コンビナート等防災計画を基本方針として水島のコンビナート事業者や地元消防局である倉敷市消防局などの各関係機関が、水島コンビナート地区保安防災協議会などが開催する講習会・研修会・防災訓練への参加や防災資機材の整備などの防災対策を進めている。県も、高圧ガスに係る保安検査員の増員により検査強化を行うとともに、岡山県石油コンビナート等防災本部（本部長：岡山県知事）の庶務を行う機関として各関係機関と連携しながら石油コンビナート等防災計画の修正や防災対策の推進を行っている。南海トラフの巨大地震による災害を想定した場合、コンビナート災害とほかの災害が複合した場合の防災体制などの課題などを抱えるが、毎年、秋には、知事を本部長とし、各関係機関が参加し実施する大規模災害を想定した水島地区石油コンビナート総合防災訓練を実施している（図5）。この訓練では、訓練担当となった事業所や倉敷市消防局との打合せ会議などで防災対策の検討を行えるよい機会となっている。

また、コンビナート事故があった場合、事故事例検討会を倉敷市消防局が中心となり、防災協議会加盟各社、県、倉敷市などで実施しており、事故防止の水平展開が各事業所間で行われている。こうした取り組みと各事業者の不断の取り組みがあるからこそ、水島地区の「安全」が保たれていると信じている。

図5 総合防災訓練の様子（2012年）



5. おわりに

コンビナートは、戦後、高度成長期の象徴として発達してきた。しかしながら、当初の設計では、壊れないとされているものが壊れたという事故も発生しており、建設から40年以上たった設備についての老朽化対策は喫緊の課題である。われわれは、経験と英知により様々な課題を克服し発展を遂げてきている。コンビナートの老朽化対策については、各関係機関が、各事業所で起こった災害事象や事故およびそれらの対策などについての情報の共有化を図るとともに、様々な場で議論や検討を行い、各事業所による適切な保守管理などの防災対策を実施することにより、「安全」というブランドを維持していかなければならない。

参考文献

- 1) http://www.fdma.go.jp/neuter/about/shingi_kento/h24/sekiyu_eikyohyoka/houkokusho/houkokusho_assessment.pdf
- 2) <http://www.pref.okayama.jp/page/335156.html>

つのだやすひこ

1979年大阪大学法学部法学科を卒業後、岡山県へ入庁。土木部監理課長、土木部次長、美作県民局長を経て、2012年より危機管理監の職に就く。石油コンビナートの防災のみならず地域防災計画などの県全般の防災についての職務を行っている。