

第8章 大規模災害における災害評価

8.1 想定する災害シナリオ

大規模災害とは、石油類が防油堤外さらには事業所外に拡大したり、石油類や可燃性ガスの火災・爆発が隣接施設を損傷してさらに拡大していくような事態である。

このような災害は、単独災害のリスクマトリックスにおいて、発生危険度が非常に小さいが、影響度が大きいとされる災害へ拡大したものであり、従来の防災アセスメントではほとんど想定されていなかったものである。

しかしながら、東日本大震災では、LPG タンクの倒壊に端を発し、4 基のタンクが爆発・炎上してヤード内の多くのタンクを破損し、さらに隣接施設や隣接事業所にも被害を与えた。

8.1.1 危険物タンク

危険物タンクにおける大規模災害による災害シナリオとして、消防庁アセスメント指針では初期事象を

- 防油堤から海上への流出
- 防油堤火災からの延焼拡大

として、図 8.1 及び図 8.2 の災害シナリオを示している。

1978 年の宮城沖地震では、仙台地区にある 3 基の重油タンク（20,000～30,000kℓ）の側板と底板の接合部付近が破断し、約 70,000kℓの重油が流出した。

陸上での拡大は流出油等防止堤で防止できたが、一方では排水溝を通過してガードベースン（容量 6,000kℓ）に流出した。直ちに港湾に通ずる排水口の緊急遮断ゲートの閉鎖を行ったが、ヘドロが堆積していたため完全に閉鎖できず、土のうやダンプによる土砂の搬入等により封鎖を完了するまでに数千 kℓが海上に流出したが、海上に流出した重油の大半は第 1 次オイルフェンスでくい止められた。

新潟地震（1964）では、スロッシングにより 5 基の原油タンク（30,000～45,000kℓ）の上部から溢流し、火災となってタンク群が全面炎上した。

さらに、地震により防油堤が破壊されたため流出火災は拡大し、付近の民家にも延焼した。

消防庁防災アセスメント指針では、防油堤火災からの延焼拡大に進展を考える場合、現状では耐震基準が強化された大規模タンクよりも、比較的脆弱とされる準特定タンク（新基準未適合）や特定外タンクでの火災に注意すべき、としている。

これらのタンクは、貯蔵量は比較的少ないものの、多くのタンクが仕切られることなく 1 つの防油堤の中に設置されており、もしも 1 基のタンクから流出して火災になると、周りのタンクを焼損して火災が防油堤全面に拡大する危険性がある。

地震により防油堤が損傷した場合には、火災はさらに拡大し、周辺の施設に影響を及ぼすことも考えられる。

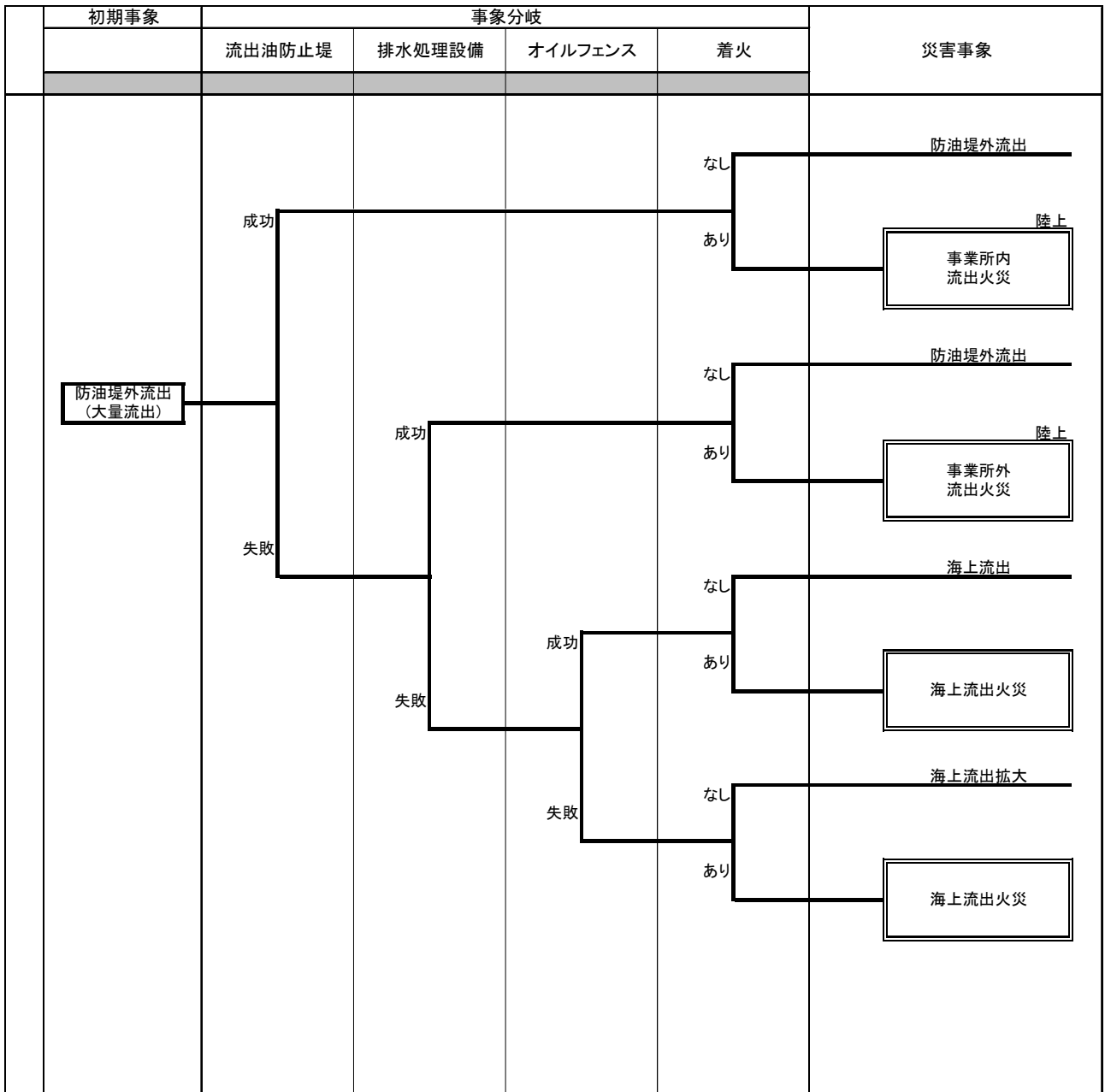


図 8.1 防油堤から海上への流出による災害シナリオ

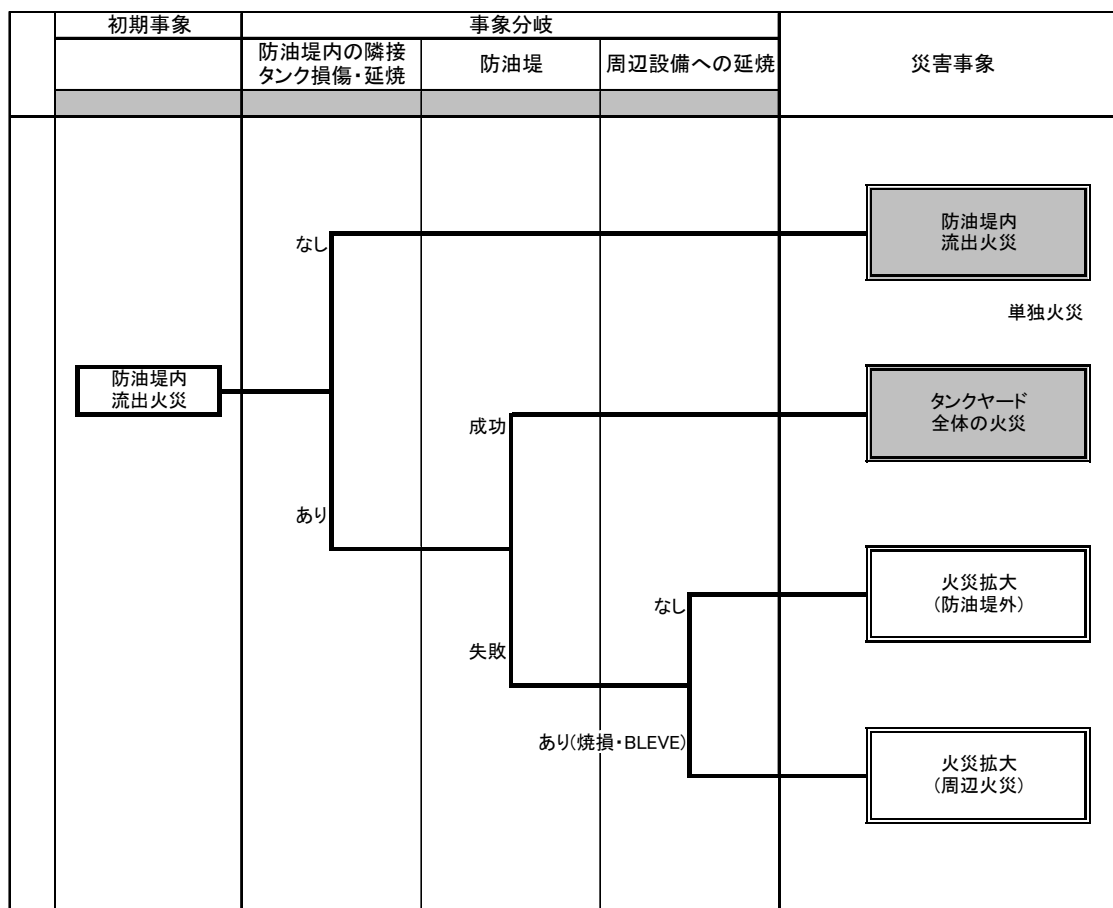


図 8.2 防油堤火災からの延焼拡大による災害シナリオ

8.1.2 可燃性ガスタンク

可燃性ガスタンクにおける災害シナリオとして、消防庁アセスメント指針では初期事象を

- BLEVE による延焼拡大

として、図 8.3 の災害シナリオを示している。

東日本大震災における LPG タンク爆発火災は、満水のタンクの倒壊に端を発し、これにより LPG 配管が破損して火災となり、BLEVE により次々と隣接タンクが爆発して大規模火災に至った。

東日本大震災で被災したタンクヤードは、個々のタンクが仕切られることなく 1つの防液堤内に密集して設置されたものであった。

防液堤内に複数の可燃性ガスタンクが所在する場合は、何らかの原因で配管等が破損して火災が発生すると、隣接タンクが火炎に包まれ BLEVE に至る危険性がある。

また、山口県においては、2011 年、2012 年に 2 件の事故が発生している。

2011 年 11 月に発生した事故では、製造プラントにおいて、反応工程の緊急放出弁の誤作動によりインターロックが作動し、プラント全体の大幅な緊急ロードダウンが発生したが、その際の温度管理が適切ではなかったこと、反応工程の危険性に関する知識が十分でなかったことなど、いくつかの要因により徐々に異常反応が進行し、反応塔の温度・圧力が急上昇して破裂に至ったものである。

この事故により、発災事業所の従業員 1 名が死亡し、発災プラントを中心に周辺プラントの一部に爆風及び飛散物による甚大な損壊が発生した。

2012年4月に発生した事故では、製造プラントにおいて、用役トラブルにより作動したインターロックを解除したことにより酸化反応器へ供給されていた窒素が停止し、液相の攪拌が停止した。

その結果、冷却コイルのない液相上部の温度が上昇し、破裂、爆発、火災に至ったものである。この事故により、発災事業所の従業員1名が死亡、2名が重傷、周辺住民を含む23名の軽傷者を生じた。また、爆風圧や飛散物により事業所内外に大きな被害をもたらした。

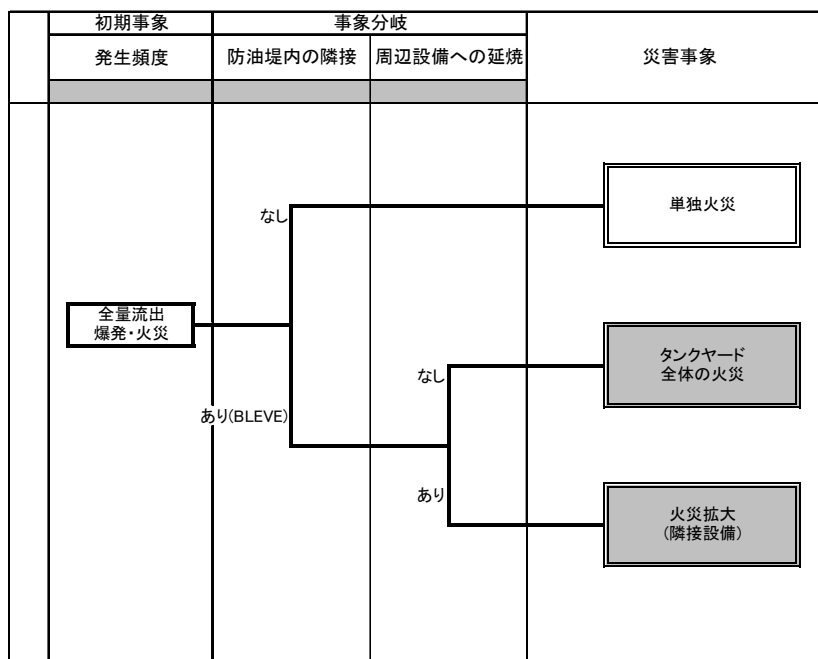


図 8.3 BLEVEによる延焼拡大による災害シナリオ

8.2 危険物タンクの災害想定

8.2.1 防油堤から海上への流出による災害

短周期地震動における災害評価において、想定災害事象は、防油堤内流出にとどまる結果となった。

液状化により防油堤が不等沈下し、防油堤が損なわれた場合でも、流出油防止堤や排水処理設備により事業所外への流出する可能性は低いと考えられる。

さらに、海上への流出に進展する可能性は極めて低いと考えられる。

8.2.2 防油堤火災からの延焼拡大による災害

本評価では、同一防油堤の中に、引火性の高い第1石油類を貯蔵した準特定タンク（新基準未適合）や特定外タンクがあり、複数の危険物タンクが所在するものを対象に、タンクヤード全体の火災（防油堤内の全てのタンクの全面火災及び防油堤内の火災）が発生した場合の輻射熱影響の算定を行った。

下表にタンクヤード全体の火災に至るタンクヤード数、タンク基数及び放射熱影響距離を示す。

影響距離を定める基準については、周辺設備への延焼の可能性をはかるものとして、プロセス機器に被害を与えるのに十分な強度（ 37.5kW/m^2 ）を用いた。

放射熱による周辺設備への延焼の可能性はなく、防油堤外への火災拡大、周辺への火災拡大に至ることはない。

表 8.1 タンクヤード全体が火災に至るタンクヤード数、ヤード内タンク基数及び放射熱影響距離

	タンクヤード数	ヤード内タンク基数	37.5kW/m ² による影響距離 (m)
新居浜地区	3	4	≒0
		3	≒0
		3	≒0
波方地区	—	—	—
菊間地区	—	—	—
松山地区	1	3	≒0

8.3 可燃性ガスタンクの災害想定

本評価では、複数の可燃性ガスタンクが、同一防液堤の中に所在する場合を対象に、タンクヤード内の個々のタンクが破損して爆発・ファイヤーボールが発生したときの影響距離（放射熱及び爆風圧）を算定した。

影響距離を定める基準については、周辺設備への延焼の可能性をはかるものとしては、プロセス機器に被害を与えるのに十分な強度 37.5 (kW/m²) 及び無筋建物、鋼板建物が破壊、油貯槽が破裂される 28 (kPa)、人への影響として、消防庁の防災アセスメント指針では、30 秒で火傷をする放射強度は 5.1kW/m²、また、30 秒で痛みを感じる強度 3.0kW/m² となっている。

本評価では、30 秒で人体の皮膚に第 2 度の火傷を引き起こす熱量として、4.5kW/m² を設定した。

BLEVE¹⁹ (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion) が発生した場合、可燃性ガスタンクの爆風圧により、周辺の危険物タンクは破損し、放射熱により着火し、周辺設備への延焼し、火災拡大すると考えられる。

本評価では、BLEVE として最大の影響範囲が見込める、フラッシュ率を 1.0 (沸点以上の温度で圧力をかけて液化したガスが漏洩して、全量が瞬間的に気化する状態) として算定を行った。

なお、東日本大震災での、BLEVE によるファイヤーボールの継続時間は最大 20 秒程度であり、時間的な人への影響については軽減される。

また、防液堤全体で、散水冷却が有効に機能することにより、大規模な火災爆発に至る可能性は低いと考えられる。

¹⁹ BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion) とは、沸点以上の温度で貯蔵している加圧液化ガスの貯槽や容器が何らかの原因により破損し、大気圧まで減圧することにより急激に気化する爆発的蒸発現象である。

典型的には、火災時の熱により容器等が破損して BLEVE を引き起こす。

BLEVE の発生は内容物が可燃性のものに限らないが、可燃性の場合には着火してファイヤーボールと呼ばれる巨大な火球を形成することが多い。

表 8.2 タンクヤード全体が火災・爆発に至るタンクヤード数、ヤード内タンク基数及影響距離

	タンクヤード数	ヤード内タンク基数	周辺設備への延焼の可能性		人への影響	
			放射熱影響距離(m)	爆風圧影響距離(m)	放射熱影響距離(m)	爆風圧影響距離(m)
新居浜地区	4	4	740	290	3400	1880
		5	310	130	1430	860
		3	420	160	1920	1060
		2	680	140	3110	910
波方地区	—	—	—	—	—	—
菊間地区	1	4	640	240	2920	1610
松山地区	2	2	300	120	1370	760
		2	240	100	1120	660

評価結果を踏まえ、各地区において特別防災区域外に影響が及ぶことが懸念される想定災害及び地域は以下のとおりとなる。

地区名	想定災害	重点区域
新居浜地区	放射熱	菊本町、港町、徳常町、若水町、西町、泉池町、泉宮町、宮西町、中須賀町、西原町、北新町、新須賀町、新田町、前田町、江口町、一宮町、繁本町、久保町、高木町、西の土居町、河内町、庄内町1丁目～5丁目、王子町、星越町、八雲町、田所町、平形町、清水町、松の木町、沢津町、南小松原町、宇高町、東雲町、桜木町、高津町 庄内町6丁目の一部、坂井町の一部、政枝町1丁目の一部、滝の宮町の一部、金子の一部、八幡町1丁目、2丁目の一部、高田1丁目、2丁目の一部、郷1丁目、5丁目の一部
	爆風圧	菊本町、港町、徳常町、若水町、西町、泉池町、泉宮町、宮西町、中須賀町、西原町、北新町 新須賀町1丁目、2丁目、3丁目、4丁目の一部、新田町の一部、前田町の一部、江口町の一部、一宮町1丁目、2丁目の一部、繁本町の一部
菊間地区	放射熱	菊間町種の一部、菊間町佐方の一部、菊間町池原の一部、菊間町浜の一部、大西町別府の一部、菊間町長坂の一部、菊間町高田の一部
	爆風圧	菊間町種の一部、菊間町佐方の一部、菊間町池原の一部、菊間町浜の一部
松山地区	放射熱	海岸通、大可賀1丁目～3丁目、梅田町、須賀町、松江町、若葉町、清住1～2丁目、 別府町の一部、三津ふ頭の一部、三津2丁目、3丁目の一部、元町の一部、神田町の一部、南吉田町の一部、北吉田町の一部、西垣生町の一部
	爆風圧	海岸通の一部、大可賀2丁目、3丁目の一部、別府町の一部、南吉田町の一部