

これまでの検討内容について

第6回石油基地等地震・津波対策検討会

平成30年10月16日

高知県危機管理・防災課

1 検討会の趣旨

南海トラフ地震を震源とする巨大地震は、概ね、100年150年周期で発生しており、その都度、揺れや津波により、本県に大きな被害をもたらしてきた。

特に浦戸湾沿岸周辺では、昭和の南海地震の際にも、地震による揺れや津波による被害に加え、広域地盤沈下による長期浸水による被害も発生しており、今後、発生が想定されている南海トラフ地震においても、強い揺れや津波による被害はもとより、広域地盤沈下による長期浸水する地域の発生が想定されている。

また、先の東日本大震災では、宮城県気仙沼市をはじめ、多くの沿岸地域で石油・ガス施設の破損やタンク本体の流出、また、津波により流出した油やガレキによる火災が発生し、市街地に燃え広がるといった被害が発生している。

この浦戸湾沿岸地域においても、昭和南海地震以降において、石油の油槽所やガスの充てん所などが集積し、石油については県内の約9割の燃料を供給している状況であることから、同様の被害の発生が想定される場所であり、浦戸湾沿岸域における石油・ガス施設の地震・津波対策は、避難した住民が火災に巻き込まれるといった最悪の事態を防ぐために大変重要であるとともに復旧、復興のために必要となる燃料の確保対策として重要である。

このことから、県では学識者や関係する国の担当者などからなる「石油基地等地震・津波対策検討会」を立ち上げ、石油・ガス施設の耐震性や地盤の変形などの解析を行うとともに最悪のシナリオを想定しての被害軽減対策についても議論を行う。

検討会の基本方針

➤ L1 地震・津波

被害の発生がほとんど無い状態を目指す

- ・海岸堤防については、L1地震発生後も津波高以上を確保できる施設とする。
- ・石油・ガス施設については、L1地震においても、軽微な被害にとどめ、早期の復旧が可能な施設とする。

➤ L2 地震・津波

甚大な被害を発生させない「減災」の視点で対応する

- ・海岸堤防については、L1地震・津波対策により、粘り強い構造とし、L2地震・津波発生時において被害が軽減できる施設とする。
- ・石油等の流出があった場合においても、拡散の防止と周辺住民の生命を守る対策を行う。

検討会の開催概要

○平成 25 年 6 月 5 日 検討準備会開催

- ・基本方針の決定
- 安政南海地震クラスの地震・津波（L1）に対しては、被害の発生がほとんど無い状態を目指す。
- 発生しうる最大クラスの地震・津波（L2）に対しては、甚大な被害が発生しない状態を目指す。
- ・関係機関での取り組み状況の照会

○平成 25 年 10 月 10 日 第 1 回検討会

- ・基本方針を踏まえた L1、L2 地震・津波に関する調査項目

○平成 26 年 2 月 19 日 第 2 回検討会

- ・被害の全体像（シナリオ）の検証
- ・地盤調査の実施計画

○平成 26 年 8 月 27 日 第 3 回検討会

- ・石油・ガス施設の L1 地震動に対する被害想定（耐震照査）
 - ※施設本体の耐震性能照査の結果、L1 地震動に対して耐震性に問題のないことを確認
 - ※液状化により護岸が沈下し、地表面変位の大きい箇所（タナスカ地区護岸から 100m 程度）では、配管の継ぎ手部に対する対策検討が必要
- ・被災シナリオをもとにした対策の検討

○平成 27 年 9 月 10 日 第 4 回検討会

- ・石油・ガス施設の L2 地震動での被害想定（耐震照査）
 - ※対象施設の L2 地震動に対する耐震性能照査の結果、貯槽を支える部分の一部で耐力不足があったものの全ての施設で貯槽本体は耐震性を有していることを確認
 - ※L1 での検討結果と同様に、液状化により護岸が沈下し、地表面変位の大きい箇所（タナスカ地区護岸から 100m 程度）では、配管の継ぎ手部に対する対策検討が必要
- ・最悪の被災シナリオをもとにした対策の検討

○平成 28 年 8 月 8 日 第 5 回検討会

- ・最悪の被災シナリオをもとにした対策の取りまとめを実施
 - ※6つの重点対策（①防潮堤、護岸の機能強化、②石油・ガス施設の耐災化、③漂流物対策、④火災対策、⑤避難対策、⑥救助・救出対策）に分類・整理
- ・重点対策の優先度等を判断するためにがれきシミュレーションの実施を検討
- ・今後の取り組みとして、以下の方向性をもって取り組みを進めることを決定
 - (1) 6つの重点対策の着実な推進
 - (2) 多重的な対策の実施による被害軽減効果の増大
 - (3) 行政、事業者が連携し、官民協働で被害軽減対策を推進

2 L1地震動における石油・ガス施設の被害想定（耐震照査）

2-1 石油・ガス施設の耐震性照査

地上構造物は検討対象地区の石油・ガス施設のうち、設置年が古く、耐震性が低いと考えられる施設の中で、規模が大きい施設、あるいは数が多い規模の施設として6施設を選定し、静的照査法により耐震性能照査を実施。

また、対象6施設のうち石油円筒形貯槽1基、高圧ガス球形貯槽1基については、動的照査法による耐震性能照査を実施。

(1) 静的照査法

施設本体の静的照査は「高圧ガス設備等耐震設計指針（2012）」に示すエネルギー法とする。地震外力は、高知県L1地震動より得られる震度とする。

液面の高さは通常は地震の発生確率を考慮し平時の液面高さとするが、今回は最悪の事態を想定するため、液面最大高さについて検討を行った。

(2) 動的照査法

動的照査は、静的照査を実施した6施設のうち、スロッシングによる影響を考慮し、石油円筒形貯槽1基、高圧ガス球形貯槽1基を対象に実施。

なお、横置円筒形貯槽等は、液面揺動の影響がないこと、1自由度系で振動することが明らかであることから、静的照査法による評価で十分であるため、動的照査は実施しない。

石油円筒形貯槽の解析手法は、3次元FEMモデルによる時刻歴応答解析とし、液面揺動による影響を考慮する。

高圧ガス球形貯槽の解析手法は、3次元骨組みモデルによる時刻歴応答解析とし、支柱・ブレース材の照査を主に行った。

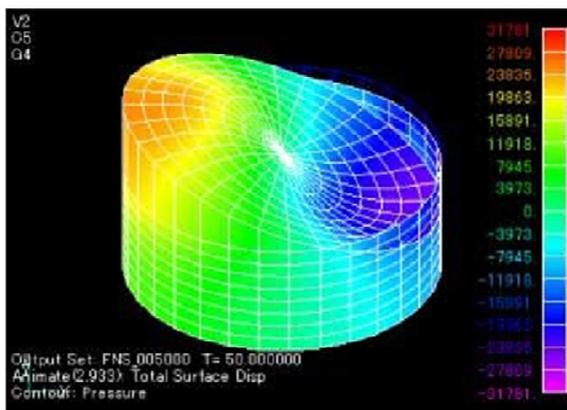


図 2-1.1 石油円筒形貯槽解析モデルイメージ

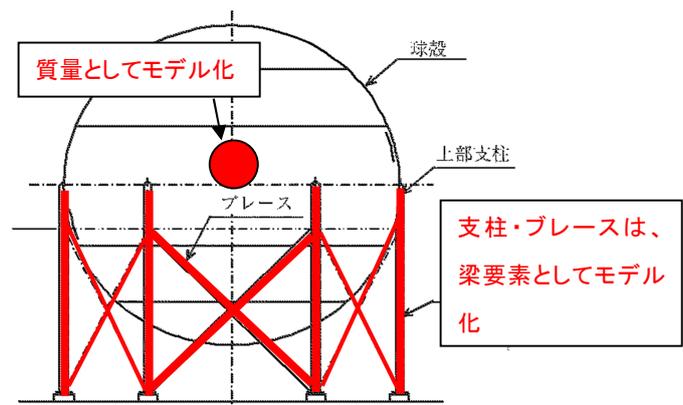


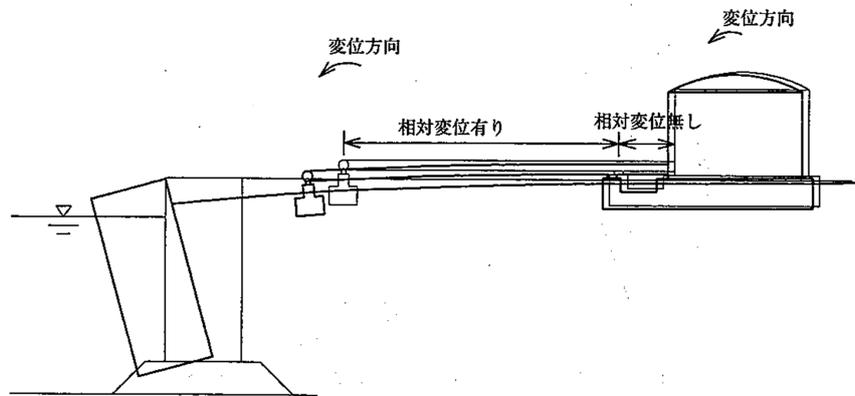
図 2-1.2 球形貯槽解析モデルイメージ

(3) L1地震動での照査結果

L1地震動に対する静的照査及び動的照査の結果、石油円筒形貯槽、高圧ガス球形貯槽ともに全ての施設、部材で耐震性能を満足する結果となり、L1地震動について、耐震性は問題ないことを確認した。

2-2 施設本体と管渠接続部の評価

- 地震後の地盤の液状化を考慮した地表面変形量を算定し、配管継ぎ手等の安全性について評価を行った。



[図10.4.2(1)] 変形状態図

図 2-2.1 タンク安定性評価イメージ

(1) 対象断面

地盤の変形量を算出する断面は、施設が多く存在すること、代表的な地層断面であることに配慮し、図 2-2.3～図 2-2.5 に示す 5 断面（タナスカ地区：3 断面、中の島地区：2 断面）とした。

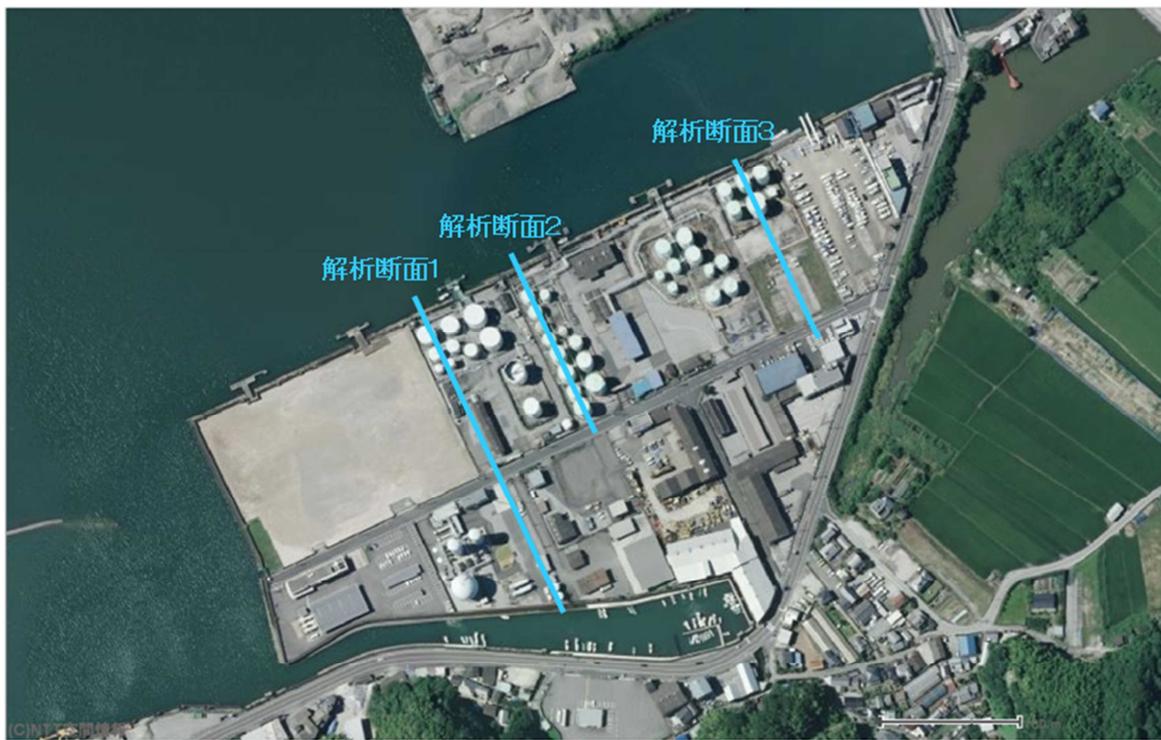


図 2-2.2 対象断面位置図（タナスカ地区）



図 2-2.3 対象断面位置図（中の島地区）

(2) 施設本体と管渠の接続部に及ぼす影響

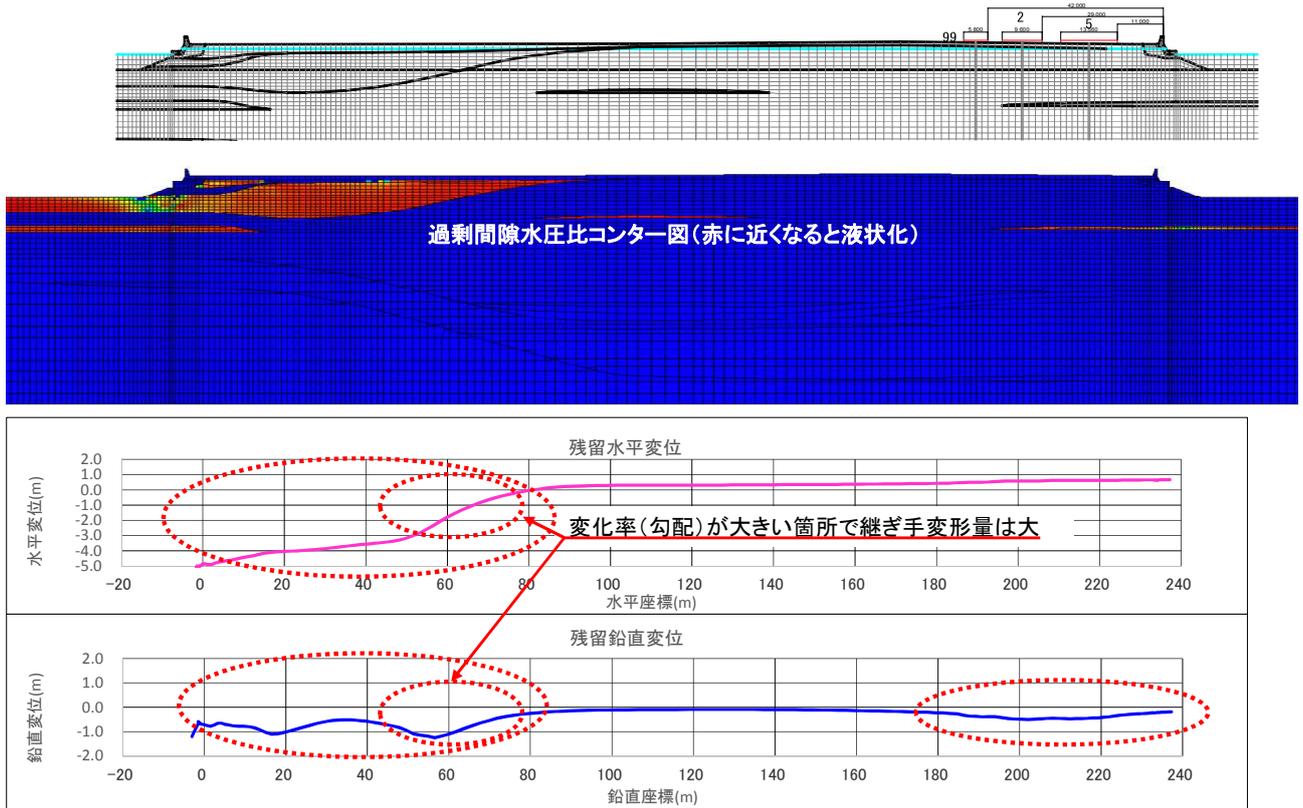


図 2-2.4 タナス力断面 1

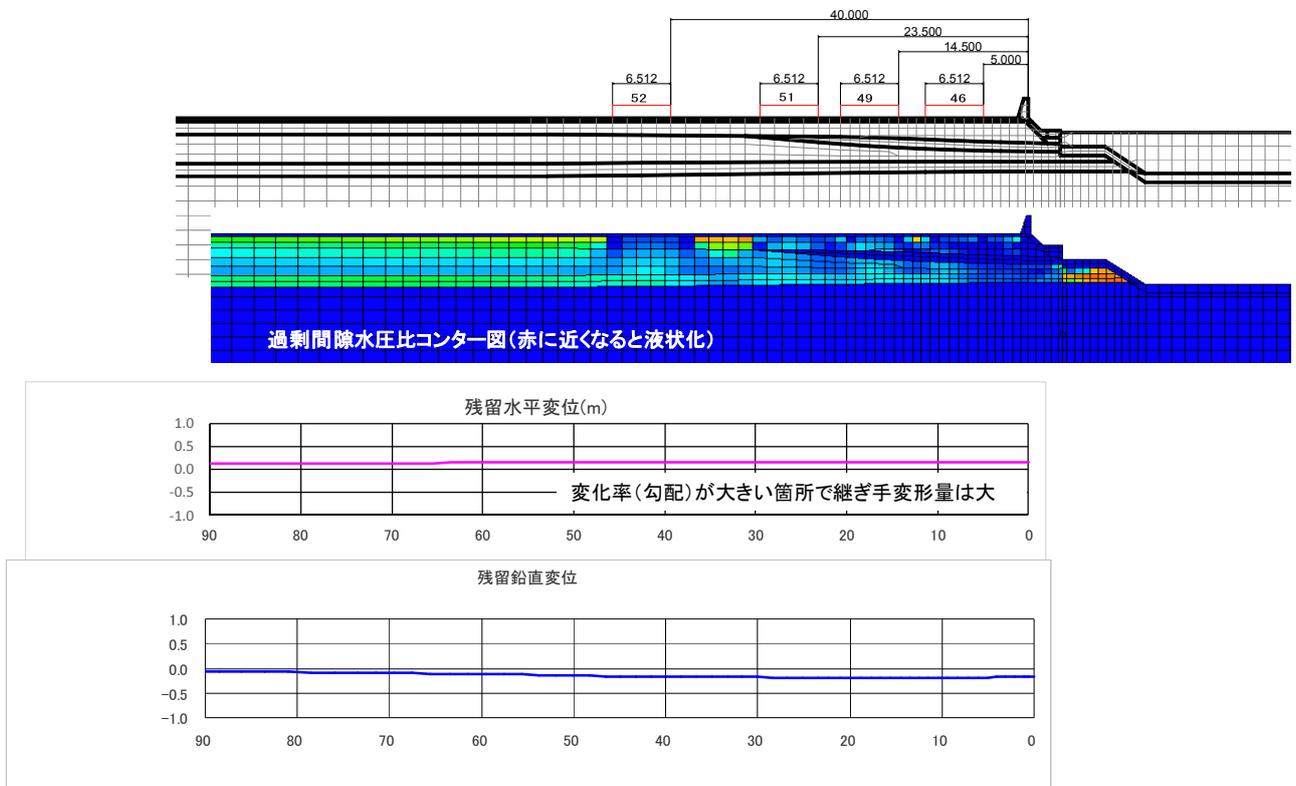


図 2-2.5 中の島断面 1

タナスカ地区について、地盤変形の変化率が大きくなると予測される範囲を、図 2-2.6 に示す。

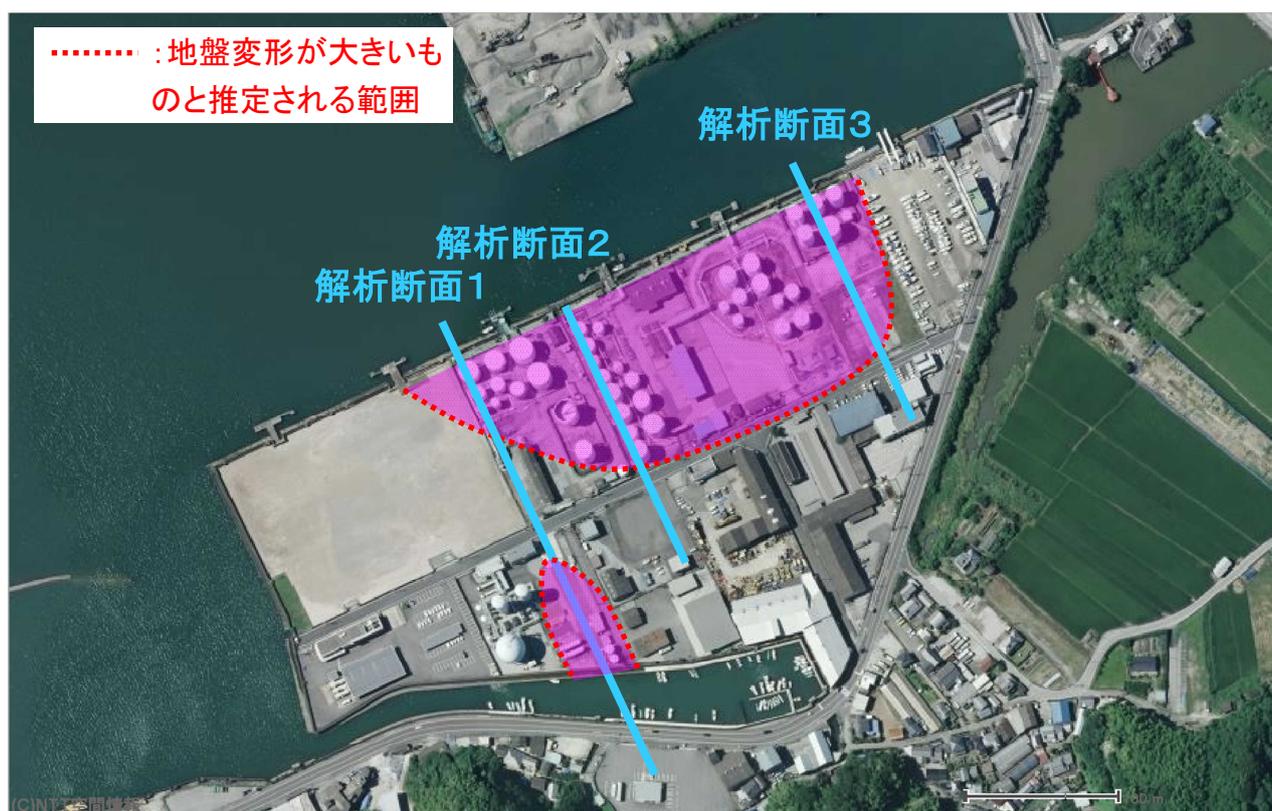


図 2-2.6 施設本体—管渠接続部の変形に留意する範囲

タナスカ地区および中の島地区に対する地盤の変形解析の結果、地表面変位の変化率が大きいのはタナスカ地区の防潮堤から約 100m の範囲であった。中の島地区は、液状化層が薄いため特に変化率が大きい範囲はなかった。

したがって、タナスカ地区の防潮堤から約 100m の範囲については、接続部に対する対策が必要であると判断する。

地盤変形が大きい箇所における施設本体—管渠接続部の対策として、緊急遮断弁の設置、フレキシブルな継ぎ手の設置、地盤改良工などが考えられるが、各事業者で、緊急遮断弁の設置やフレキシブルな継ぎ手の設置など、自主的な安全対策が進められている。

このことから、地震時に地盤が変形し、接続部に大きな相対変位が生じたとしても、内容物が大量に漏れ出す可能性は低いものと想定されるが、配管内に残る内容物の漏えい等が発生する可能性はある。

3 L2地震動における石油・ガス施設の被害想定（耐震照査）

3-1 石油・ガス施設の耐震性照査

L1地震動と同様、検討対象地区の石油・ガス施設のうち、6施設について静的照査法により耐震性能照査を実施。

また、対象6施設のうち石油円筒形貯槽1基、高圧ガス球形貯槽1基について、動的照査法による耐震性能照査を実施。

対象施設のL2地震動に対する耐震性能照査の結果、貯槽を支える部分の一部で耐力不足があったものの、全ての施設で貯槽本体は耐震性を有していることが確認され、致命的な被害は無いことが分かった。

ただし、揺れのあとに発生する津波等により損傷が拡大し、内容物の漏えい等が発生する可能性が懸念される。

3-2 施設本体と管渠接続部の評価

L1地震動と同様、地盤の液状化を考慮した地表面の変形量を算定し、配管継ぎ手等の安全性について評価を行ったが、L1地震動とほぼ同様の結果となり、事業者での対策により内容物が大量に漏れ出す可能性は低いものと想定されるが、配管内の内容物の漏えい等が発生する可能性が懸念される。

3-3 照査結果等による石油・ガス施設の被害想定のとりのまとめ

以上の照査検討結果や東日本大震災での津波による被災事例より考えると、浦戸湾沿岸地域における石油・ガス施設の被害想定は下記の通り。

安政南海地震クラス、いわゆるL1クラスの地震の揺れに対しては、タンク本体やタンクを支える基礎、支柱は耐震性を有していることを確認。

ただ、一部の箇所では、液状化により護岸が沈下し、背後の地盤が変形することで、配管類への影響が懸念されるが、これに対しては、各事業者が、停電しても作動する緊急遮断弁の設置や揺れに対応できる柔軟性のあるパイプへの付け替えなど、自主的な安全対策を進めている。

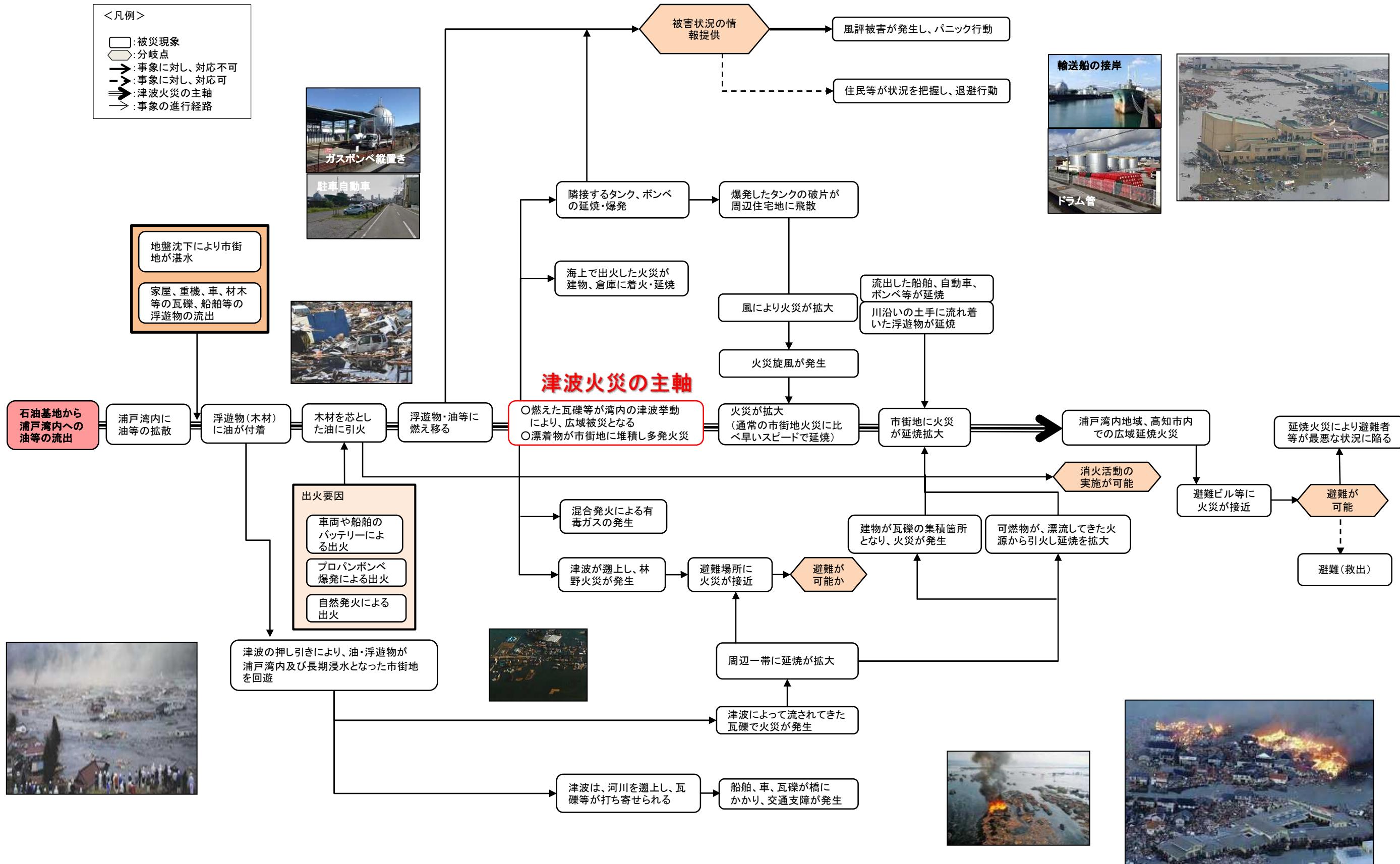
また、L1クラスの津波に対しても、浸水深の想定が1m以下となっていることから、東日本大震災の事例でも、タンクや配管類への被害は無く、石油などが基地の外へ多量に流れ出すといった事態が発生することは無いとされている。

一方、発生しうる最大クラスの地震、いわゆるL2クラスの地震の揺れに対しては、貯槽を支える部分の一部で耐力不足があったものの全ての施設で貯槽本体は耐震性を有していることを確認。ただし、揺れの後に発生する津波等により、損傷が拡大し、内容物の漏えい等が発生する可能性が懸念される。

L2クラスの津波による被害については、浸水深の想定が、東日本大震災において、タンク本体の流失といった被害が出始めた3mとなっており、石油が基地の外へ流れ出す可能性も否定できない。

<凡例>

- :被災現象
- ◇:分岐点
- :事象に対し、対応不可
- ⇄:事象に対し、対応可
- ⇨:津波火災の軸
- :事象の進行経路



〇6つの重点対策の実施スケジュール

