

高圧ガス施設等の津波被害軽減対策調査

1. 背景	2
2. 調査の目的	3
3. 調査の内容	3
4. 県下高圧ガス事業所における津波被害軽減対策等に関する実態調査	4
4.1 津波被害軽減対策に関するアンケート調査	4
4.2 アンケート調査を踏まえた訪問調査	5
5. 現状における課題の抽出・分類	6
6. 高圧ガス施設等の津波被害軽減のための取組について	9
6.1 高圧ガス施設等津波被害軽減対策事例シート	9
6.2 高圧ガス施設等の津波被害軽減対策の要点について	9

別添

高圧ガス施設等津波被害軽減対策事例シート

1. 背景

平成23年3月11日の東北地方太平洋沖地震では、想定を超えた大津波により多くの高圧ガス設備が流され、流出した貯槽や容器からガスが漏えいして火災が発生した。また、漂流物の衝突により設備が破損するなど、甚大な被害を受けた。これら多くの被害を背景として、国から津波対策を総合的かつ効果的に推進し、社会の秩序の維持と公共の福祉の確保に資することを目的に「津波対策の推進に関する法律」が施行された。同法第12条では（危険物を扱う施設の津波からの安全の確保）として“国及び地方公共団体は、産業との調和に配慮しつつ、石油類、火薬類、高圧ガス、核燃料物質その他の危険物を多量に扱う施設の津波からの安全の確保に努めなければならない。”と規定されている。

経済産業省の資源エネルギー調査会の高圧ガス部会（以下「高圧ガス部会」という）では“高圧ガス施設の津波対策について”が議論され、その提言が平成23年度末に取りまとめられた。提言では、津波対策に係る基本的な考え方や設備的な対応と手順等のソフト的な対応の必要性を述べるとともに自治体、事業者に対しても自然災害に対して最新の科学的知見・技術を踏まえて積極的な対策を講じることを期待している。当県では、京浜臨海部に石油化学コンビナートが集積され、大規模な高圧ガス施設を抱えた多くの事業所がある。これらが津波の被害を受けた場合には甚大な被害になりかねない。また、その他の沿岸部や河川の流域でも、津波の遡上等による大きな被害が懸念されるため、平成23年度に想定している津波の規模、浸水範囲等について再検証を行い、「神奈川県津波対策推進会議」の下に、学識者、国、県等から構成される「津波浸水想定検討部会」（以下「検討部会」という。）を設置して被害の軽減に関する検討を行っている。

そこで、高圧ガス施設の津波被害軽減に係る施策の積極的な推進を図るため、高圧ガス施設等の津波被害軽減のための取組について調査を実施することとした。

2. 調査の目的

県内のコンビナート事業所や沿岸部の事業所を対象に、主に事業所の自主保安の視点から高圧ガス施設の津波対策の現状と課題を調査して、被害軽減のための対策を報告書としてとりまとめ、津波被害軽減に向けた早期の取組および対策実施に資することを目的とする。

3. 調査の内容

本事業を進めるのに当たり、周辺情報の収集、委員間での情報の共有化を図ること、またアンケートによる各事業所の現状把握を行うこととした。これにより現在事業所として抱えている課題を抽出することもできるため、課題について委員会にて検討を加えて提言案を作成することとし、また有識者の意見・コメントを伺って更に検討し、事業所として対応を取ることが望ましいと考えられる事項を提言としてまとめることとした。なお、情報収集、アンケート調査等の実施に関しての留意事項は次に記載の通りである。

1) 周辺情報の収集と情報共有化

本事業を進めるのにあたり、経済産業省、国土交通省など国の機関における津波被害低減に係わる検討情報、神奈川県が想定した慶長型、元禄型、明応型地震など各種の地震による津波浸水予想図、横浜市消防局のまとめた津波からの避難に関するガイドライン等の情報を収集した。また、平成23年3月の東北地方太平洋沖地震の発生時に東北地方の石油精製製油所に勤務し、地震・津波被害の復旧工事を担当した技術者から地震の発生被害から津波が襲来するまでの1時間の事業所における対応策の状況について情報収集した。東北地方太平洋沖地震時の津波により破壊された三陸地域の防波堤、防潮堤に関する情報、被害を受けた津波後の住宅等の状況や静岡県 の狩野川河口から富士につながる防潮堤について現地を訪問し構造等について情報収集し、これらの情報を委員会に提供し、情報の共有化を図ることとした。

2) アンケート調査による現状把握と課題の抽出

本事業に係わる調査検討委員会の委員は、京浜工業地帯コンビナート地域事業所より参画しており、個々の事業所において地震・津波対策について独自の対応をとっていることが想定されたため、東北地方太平洋沖地震時による津波被害を踏まえて具体的にどのような検討がなされ、またハード面及びソフト面でどのような対策、措置が取られているのかに関して現状把握をする目的で、6項に記載のアンケートを実施した。アンケートの結果から、個々の事業所における津波対策に関する検討状況や被害軽減に関する対応を現実的に取ることが難しい課題について概要の把握はできたが、種々の津波被害軽減のための対応策について現地を訪れ確認する必要があるとの結論から、次項に記載の実例調査を実施することとなった。

3) 事業所訪問による津波被害軽減対策の実例調査

アンケート結果の詳細内容について把握するため個々の事業所を訪問し、事業所の海拔や浸水深、敷地内の浸水範囲、予想される流失物質等アンケート結果のみでは情報とし不

足する事項について事業所の関係者よりヒアリングを実施した。本ヒアリングは9事業所について行い、所要時間はそれぞれ概ね2時間としている。

4) 対策事例の項目毎の分類整理

各事業所にて津波被害軽減対策が取られている事項について、項目ごとに分類整理することとし、今回の調査に係わる全体の実例一覧表と個々の事例とをリンクさせて整理することとした。

5) 有識者の選任と意見収集

本委員会にてまとめた提言案に対してコメントを頂く有識者は横浜国立大学大学院教授の大谷教授にお願いすることとし、一次提言案についてご説明後コメント戴くこととした。

6) 各事業所における浸水被害軽減対策の促進

本委員会の委員が所属する各事業所は、それぞれ個々に浸水被害軽減に向けた対策をとっていることが予想されたが、個々の事業所の取組内容を委員が相互に把握し、自身の事業所に持ち帰り、それらの事例を参考情報として結果的に浸水被害軽減対策が促進されることを思慮した。

4. 県下高圧ガス事業所における津波被害軽減対策等に関する実態調査

4.1 津波被害軽減対策に関するアンケート調査

(1) 調査内容

県内の高圧ガス事業所のうち、津波浸水のおそれがある沿岸部に位置するコンビナート事業所は高圧ガスの取扱い量も多く、また一度津波災害が発生した場合には大きな災害に繋がることが予想されるため、本検討はコンビナート事業所を中心に行うこととした。

ここで、アンケート調査の対象とした事業所は、県内のコンビナート事業所のうち、当委員会の委員が所属する事業所（9事業所）とした。調査対象事業所をコンビナート事業所に絞った理由は、第一に、県内のコンビナート地区は首都高速道路や羽田空港にも近接しており、また、横浜市や川崎市といった人口密集地域にも隣接していることからとりわけ徹底した防災対策が求められており、こうした背景から津波対策についても自主的に取り組んでいると考えられること、第二に、コンビナート地区は県の津波浸水予測においても最大3m程度の浸水が想定されており、最大クラスの津波が発生した場合は浸水による高圧ガス施設に被害が発生することも想定されること、第三に、コンビナート事業所以外の高圧ガス事業所においても一部浸水が想定されるものの比較的小規模な事業所がほとんどであり、その被害の程度はある程度限定的であることが想定されるため、比較的規模の大きいコンビナート事業所における取組状況等の実態を把握することにより内容として包含できると考えたことによる。

今回のコンビナート事業所を対象として実施した津波時の防災対応、避難などに関するアンケート内容は表1の通りである。

表1 高圧ガス事業所（コンビナート事業所）に対するアンケート調査項目

	大項目	細項目
1	津波対策の検討の有無	想定津波の有無、津波発生頻度の区分、想定津波高さ、津波到達時間、
2	危害予防規程上の津波に関する内容の反映	従業員の避難、装置の停止基準、権限、手順、設備の破損・流失に伴う被害、容器やローリーなどの措置
3	人命保護のための津波対策	情報伝達の方法、避難方法、定期的な訓練
4	津波到達までに設備を安全に維持できる機能	地震防災遮断弁の遠隔設備、フェールセーフ機構、自動SDシケンスの有無、計装空気の保有量、非常用電源の容量、フレアスタックの容量
5	津波対策における課題	ローリー車の流出対策、消防車両の避難先、津波による被害想定、護岸の補強、防潮堤の設置・嵩上げ、電気設備の浸水対策

4.2 アンケート調査を踏まえた訪問調査

(1) 調査内容

6.1 のアンケート調査の結果を踏まえ、津波被害の軽減に資すると考えられる対策の実施状況に関して、その実施に係る考え方や内容、実施状況等について具体的な対応例を含めて実情を把握するため、アンケート調査対象事業所を対象に調査・確認事項を次の通り一部見直し、訪問調査を実施した。

高圧ガス事業所（コンビナート事業所）訪問調査時の確認事項

	大項目	細項目
1	被害想定	想定地震や浸水深、津波到達時間、設備等の破損・流出等による被害
2	設備対策	容器・ローリー等の流出防止措置 高所への移動など
3	情報収集・伝達体制	情報収集の手段・情報伝達の方法及び設備
4	避難体制	避難場所の確保、避難ルート、避難場所の明示、備品類の確保、帰宅困難者対策

5	緊急措置体制	緊急措置基準の整備、地震防災遮断弁の操作、非常用電源の確保、全停電対策、自動SDシーケンス、計装用空気等の保有、フレアースタック容量等
6	施設点検体制	施設点検基準の整備
7	教育・訓練	訓練の内容・頻度、協力会社との連携等

5. 現状における課題の抽出・分類

「6. 県下高圧ガス事業所における津波被害軽減対策等に関する実態」調査を踏まえ、次の区分に応じて、現時点で課題と考えられるものの抽出を行った。

(1) 被害想定

津波に伴う浮遊物と自身の事業所以外からの浮遊物に起因した被害の規模や事業所内のタンクや護岸にある配管等設備がどのような被害を受けるのか津波対策を検討する際の基となる想定地震津波について統一的に示されたものがなく、またそれらに関する対応策をどうとるべきかについて更に検討し、現実に応じた対応をとることが今後の課題である。事業所内にある工事用車両、消防車両、タンクローリー等の車両の避難について高所を有しない事業所でどう対応すべきかも課題として残っている。大地震による地盤の液状化の発生に加えて津波が襲来するシナリオによる被害想定は被害がさらに拡大することが想定されるが、どのような被害規模となるかの検討は更に難題である。

(2) 設備対策

護岸の補強、防潮堤の設置又は嵩上げなどは津波被害軽減対策として有効と考えられるが、一方で多額の工事費を伴うことから設備改善に長期の時間を要すると考えられる。政府の検討報告の主旨である比較的頻度の高い10年～100年に一度の地震・津波には耐えられる設備対応を行い、応急措置により早期の設備復旧を目指した設備対策を取ることを前提とすると、これらに関する対策は事業者任せではなく、国とその行政が設備の調査や改善計画のロードマップ作成に関与し、計画に沿った設備改善を図ることが必要であると考えられる。特に川崎地区にあっては事業所が隣接していることもあり、一事業所だけの対策では効果が薄いことは自明の理である。被害の拡大防止には、地域防災、減災、物流の安定確保といった本来の目的から行政と事業者が連携して必要な対策を行う仕組みの構築が必要と考えられ、幾つかの法律を所轄する行政の垣根を超えた国策として一体的に津波被害低減対策の推進を図ることが課題である。

東北地方太平洋沖地震の被害事例から、非常用電源の浸水被害が想定され、また津波浸水により商業電源、自家発電とも停電となる事態や冠水により電気設備、

計装設備が期待どおりに作動できず使用不能となることが想定されるが、比較的頻度の高い地震・津波対策として、BCPに対する期待から土木建築分野のみでなく、機械・電機・計装等の設備について具体的にどの範囲までどういう対応を取るべきかについての納得感のある指標が示すことが、対応を取るためのトリガーであり大きな課題である。

(3) 情報収集・伝達体制

津波発生時における気象庁から発表される津波情報等の収集や来訪者等含めた事業所内の伝達体制について、以下のような課題が挙げられる。

- ・津波情報の収集について、調査対象事業所においては、非常用発電機の確保等により停電時においてもテレビやインターネット等による情報収集を可能としている事業所が多く、また、石災法上の特定事業所である事業所には県から事業所への情報伝達手段である石コン FAX や防災無線も配備されているが、比較的小規模な事業所や特定事業所以外の事業所において、非常用発電機が確保されていない場合などは、停電時には外部との通信手段が断たれてしまう。
- ・従業員への情報伝達体制は整備されているものの、来訪者等に対しての伝達手段について規定していないケースがあった。
- ・構内一斉放送ではかなり聞き取りづらい場合があり、正確な情報が伝わらないおそれがある。
- ・現場従業員は防災無線を携帯しているが、協力会社の社員等は携帯しておらず、定修工事時など協力会社が多数入っている場合の連絡系統については体制が確保されていない。

(4) 避難体制

津波発生時における避難体制について、以下のような課題が挙げられる。

特に、定修工事時のように協力会社の社員が多数いる場合における課題が目立って挙げられる。

[定修工事時]

- ・定修工事時のように協力会社の社員が多数いる場合において、避難情報などの伝達が上手くいかないことが考えられる。一定期間外部から入構する協力会社員に対して工事中における情報伝達手段、避難場所の明示と共に非常時の対応について教育、周知を図ることが必要である。
- ・避難場所の容量について、定修工事時においては協力会社の社員を含めたスペースの確保が困難である。
- ・備蓄品の数量は協力会社の社員の人数は考慮に入れていない。

[避難場所及び避難経路]

- ・津波発生時における避難場所の検討はなされているが、従業員、常駐協力会社員が日頃から目に見える形で認識できる避難場所、避難経路についての標識等の要所への設置がない。

[避難誘導]

- ・津波時の避難誘導についての取決めがない。

[備蓄品]

- ・備蓄品目は種類、数量など徐々に充実する方向にあるが、帰宅困難者対策とも合わせて考慮し、またBCPや他事業所での事例などを見据えて見直しが必要と考えられる。
- ・備蓄場所が建屋1階部であり想定浸水域内にある場合などは備蓄品の高所への移動など浸水対策が必要だと考えられる。
- ・避難場所と備蓄場所が離れている場合などは、津波浸水後しばらくは水が引かないことも想定し、特にラジオや無線機などの情報通信設備等は避難場所ごとに設置するなど、実際の状況を想定した対応が必要となると考えられる。

(5) 緊急措置体制

津波警報発表時などにおける高圧ガス施設の緊急停止等の緊急措置の実施体制については、以下のような課題が考えられる。

- ・津波発生時の緊急措置に関する規程について、津波発生前には地震が必ず発生しているという理由から「地震発生時における対応を準用する」としている場合があるが、地震動は小さくとも津波が発生するような地震が発生する場合も考えられるため（慶長型地震などはこのパターンの地震と考えられている）、津波発生時における対応を別途規定する必要がある。
- ・特に製造プラントを有する事業所の場合は、津波情報を得てから施設の安全な停止措置までにかかる時間と従業員の避難に要する時間も考慮した対応が求められる。
- ・遠隔操作による停止措置ができない設備については、遠隔操作が可能な設備への改造や緊急遮断弁の遠隔操作を目的とした設備対応が必要と考えられる。前述のことと関係するが、津波に伴う二次災害の防止と従業員の避難時間の確保とに矛盾しない対応が求められる。
- ・ユーティリティ窒素などを供給している事業所にあつては、供給先の事業所も含めて地区全体で緊急時対応について検討する必要がある。
- ・津波発生に伴う稼働中装置の停止後の対応について、フレア能力やBCPを見据えた維持方法（一定圧まで脱圧、保圧など）を明確にしておく必要がある。

6. 高圧ガス施設等の津波被害軽減のための取組について

6.1 高圧ガス施設等津波被害軽減対策事例シート

アンケート調査及び訪問調査の調査対象事業所等において既に自主的に取組まれている対策のうち、高圧ガス施設等の津波被害軽減に寄与すると考えられる対策を抽出し、対策の実施事例として具体的な内容や対策に係る考え方、導入コスト、過去の津波被害軽減対策事例等について一件一葉の形式でまとめるとともに、対策を項目毎に整理・分類した。事例は資料1及び資料2で構成し、内容は次の通りとしている。

別 添 高圧ガス施設等津波被害軽減対策事例シート

なお、事例シートは、それぞれの対策の詳細内容を紹介するという趣旨ではなく、対策の実施の背景となっている基本的な考え方を中心に整理している。これは、具体的な津波対策を検討するに当たっては、それぞれの事業所の事業形態、施設形態、取扱物質、施設立地、想定津波高さ等の様々な状況を勘案して検討する必要があると考えられるため、どのような考え方の下で取組んでいるかについて紹介することで、事業形態等の状況が異なる事業所においても参考にできると考えられるためである。

6.2 高圧ガス施設等の津波被害軽減対策の要点について

抽出したそれぞれの課題等に関して、東北地方太平洋沖地震における高圧ガス施設等の被害状況や、国の各種検討委員会等における検討状況、さらには今回調査により把握した高圧ガス事業所における対応状況等を基に、高圧ガス施設等において津波被害を軽減するために有効と考えられる対策の要点について整理した。

(1) 被害想定

① 津波浸水予測図の活用による各施設設備の想定津波浸水深と浸水レベルの把握

想定津波浸水深の設定は、津波襲来時における高圧ガス施設等との関係、避難対策、その他予防対策を事前検討する上で最も基本的かつ必要不可欠情報であり、予め把握しておく必要がある。その際、対象とした地震、一次避難場所としている建築物の高さなどの情報も合わせて把握しておく。

◆ 関連事例 No. 1 : 津波浸水予測図の活用による各施設設備の想定津波浸水深と浸水レベルの把握

② 津波到達時間の複数ケースの設定

想定する地震は、慶長型の最大津波高さに限定することなく、第1波の到達時間の早いケースなども念頭に、柔軟な対応を考慮する必要もある。

到達時間が早い場合には、逃げ遅れによる人的被害の拡大に繋がる恐れもあり津波最大高さのみが常に対応を取るのに必要な優先情報とはならない。

◆ 関連事例 No. 2 : 津波到達時間の複数ケースの設定

③ 過去の津波被害事例を活用した定性的被害予測

東北地方太平洋沖地震における高圧ガス施設等の被害状況や過去の津波被害に関する被害情報を参考に、自社事業所の高圧ガス設備等の破損、流出等に係わる被害予測を平常時に行い、設備の維持や改造時の留意ポイントとして認識しておく。

◆ 関連事例 No. 3 : 過去の津波被害事例を活用した定性的被害予測

④ 津波波力によるタンクアンカーボルトの強度の検証

東北地方太平洋沖地震では、浸水深3m以上の事業所において高圧ガスタンク等の倒壊・転倒が発生しており、これらは高圧ガス大量漏洩など被害リスクが大きくなることが想定される。津波浸水による栈橋近くに設置されたタンクの浮遊に関して評価と共に機器に働く外力を地震のみに限定することなく、津波に対しての検討が必要と考えられる。なお、津波波力の評価方法は現時点ではデータが不足していると考えられ、データの充実に合わせて評価の見直しが必要と考えられる。

◆ 関連事例 No. 4 : 津波波力によるタンクアンカーボルトの強度の検証

(2) 設備対策

① 護岸の流動化対策等

コンビナート護岸の周辺には高圧ガス・危険物タンクから栈橋に至るまでの入出荷施設を中心に大量のガス・危険物などを取扱っていることが多い。また、県内のコンビナート地区は京浜臨海地区など主に埋立てにより造成されているため、陸地造成の土地に比べて液状化のおそれ大きいと言え、地震により護岸の流動化が起きれば直接的に施設へ被害を被るだけでなく、地震による災害に加えて続く津波による浸水も受けた場合にはさらなる災害の拡大も想定される。

こうしたことから、特に高圧ガスや危険物を多く取扱っている施設が護岸付近にある場合等においては、護岸周辺の液状化評価や評価結果に応じて流動化防止対策を行う必要があると考えられる。

しかしながら、これらの対策を新たに実行していくためには多くの費用や期間を要すると考えられることから、過去の地質調査結果のデータの整備・再評価や施設設備の立地状況等を勘案して、“減災”に重点を置いた対策（流動化により設備の損傷等を受けた場合においても災害を局所化する、ガス漏えい量を最小化するための措置等）を講じていく必要がある。

なお、県内のコンビナート事業所においては、地質調査の結果、比較的液状化のおそれが大きい護岸等について、国の事業を活用して流動化防止対策を実施している事例もある。

◆ 関連事例 No. 5 : コンビナート護岸の液状化対策

関連事例 No. 6 : コンビナート護岸の補強

その他、事業所構内において、構内外周道路に沿って防潮堤を設置(手動)することにより浸水防止を図ることとしている事業所もあった。(もともとは高潮時の浸水防止のために設置したものであったが、津波浸水深が比較的低い場合などは津波による冠水防止としても有効と考えられる。)

◆ 関連事例 No. 7 : 防潮堤（事業所構内）による浸水防止対策

② 容器等の流出防止対策

〔高圧ガス容器等〕

津波による漂流物の一つとして高圧ガス容器があり、容器の流出防止措置は高圧ガスによる二次災害の防止の意味においても重要である。この対策として機械的に容器を固定し、構外への容器流出防止対策を取ることが必要と考えられる。また、設備的に可能であれば、容器の保管場所を浸水深より高い位置にできれば流出の問題はなくなる。

- ◆ 関連事例 No. 8 : 漂流物リストの整備
- ◆ 関連事例 No. 9 : チェーンの2重掛け・角リング等による容器の流出防止措置

〔ローリー車両、消防車両等〕

消防車両は、対応が取れる場合は津波情報によりあらかじめ高所へ移動するなどの対応も有効と考えられる。また、事業所内に高台がない場合は、流失防止措置を検討する。

- ◆ 関連事例 No. 10 : 大容量泡放水設備収納場所の高所化
- ◆ 関連事例 No. 25 : 消防車両等の緊急退避体制の検討

③ プラント等緊急停止システムの構築及び耐震・耐津波対策

津波による高圧ガス施設の被害を最小限にするためには、先行して発生する地震による被害を最小限に抑制とともに、津波による浸水を受ける前に施設を安全な状態にすることが最も重要となる。そのためには、各種プラント施設の安全な緊急停止（ESD）と内容物の移送等、地震防災遮断弁の確実な閉止措置などを行う必要がある。

一方で、地震発生から津波襲来までの限られた時間で適切かつ迅速な操作の実施が求められ、また、従業員等の避難に要する時間の確保も考慮すると、地震計との連動などにより自動でESD可能なシステムを構築しておくことが有効と考えられる。この場合においては、地震計の誤検出により施設設備が誤停止してしまうリスクを軽減するために 2 out of 3 によるシステム設計をすることや工場内の各地区への複数台設置による信頼性の向上を要する場合がある。

ESD操作に係る措置を行うための各種計装設備や電気設備、インターロック等については、これまでも地震時における対応設備として構築されているものが多数あるが、これらの設備が大規模地震発生時においても有効に機能させるための信頼性向上対策を講じる必要がある。

具体的には、ESD操作や地震防災遮断弁の遠隔操作に係る各種設備については、下表のような耐震・耐津波信頼性向上のための対策を講じるなどの対応が必要と考えられる。

- ◆ 関連事例 No. 11 : 地震計の増設による地震情報の信頼性の向上策
- ◆ 関連事例 No. 22 : フェールセーフ設計の拡充
- ◆ 関連事例 No. 23 : ブラックアウト(全電源停止)時の高圧ガス施設の推移検証
- ◆ 関連事例 No. 24 : 非常用電源の高所化

E S Dに係る設備の耐震・耐津波信頼性向上対策

設 備	機 能	耐震・耐津波信頼性向上対策
電気系統設備（受電盤、変圧器、電動機のコントロールセンター等）	計器室からの信号等により確実に作動し、安全設備として作動する。	○高台への移設 ○防護壁の設置による浸水防止 ○地上電気室への浸水防止
無停電電源設備(UPS：電気・計装に係る制御電源用)	概ね 30 分程度で緊急停止できることとし、それ以上の容量	○高台への移設 ○配線系統への浸水防止
DCS 端末機器と現場機器からの（又は電気機器との）信号取り合い盤（JB）	計器室からの信号等により確実に作動し、安全設備として作動する。	○配線系統への浸水防止
緊急用ディーゼル発電機・燃料タンク	全停電時の必要電源の確保	○津波浸水の影響を受けない高台への移設 ○必要燃料量の維持
緊急遮断装置、計装設備で浸水により機能喪失が予想される発信機等の部品とそれらの接続端子類	計器室からの信号等により確実に作動し、安全設備として作動する。	○津波浸水の影響を受けない高台への移設
計装空気用タンク・配管	エア駆動緊急遮断弁の遠隔操作・フェールセーフ作動	○地盤変状によるエア配管の破損等軽減対策 ○弁タイプ再確認（F O/F C）
緊急放送に係る通信設備基地局	緊急時における通信設備の信頼性維持	○電源が津波で切れるので、携帯電話の基地局は浸水しない位置に設置

④ 荷役中船舶の緊急措置

荷役中船舶に対する緊急措置について、津波注意報・津波警報が発表された場合は、荷役作業の中止、ローディングアーム切離し、緊急離棧などの対応が考えられるが、東北地方太平洋沖地震においては、船舶の離岸措置を行う中で、電源喪失によりギャングウェイ（本船と棧橋との連絡橋）の切り離しができなかった事例もあったとのことであるため、ギャングウェイ取り外しを電動で行う設備の場合は、電源喪失を考慮して取外し用バッテリー等の駆動源を確保することも課題と考えられる。

(3) 情報収集・伝達体制

① 津波情報の収集・関係者等への伝達体制

〔情報収集体制の整備〕

地震発生後に的確かつ迅速な対応を行うためには、気象庁から発表される地震発生とそれに伴う津波の発生に関する情報を常時かつ迅速に受信できる体制を構築しておく必要がある。情報の受信は主にテレビ、ラジオ、インターネット、FAX 等から受信することとなるが、地震津波警報器の設置もいち早く情報収集するための重要なツールの一つと考えられる。

地震が発生し、それに伴う津波発生の有無については、地震発生後のテレビやインターネット等によるニュースにより把握でき、また、遠方における地震に起因した津波に関しても、現在のテレビのニュース等を主体とした情報網で充分と考えられる。ただし、職場の中でこれに早期にアクセスすることが必要であり、夜間・休日の対応を考慮すると、職場単位で情報収集できるようインフラ（テレビ等ハード）を準備しておくことが必要と考えられる。これら緊急情報については、自ら情報を取りに行く（pull 型）のとは別に自動的に通知されるシステム（push 型）を併せて採用している事業所もあり、両方式を併せて採用することにより情報収集体制を強化することができると考えられる。

◆ 関連事例 No. 13：地震津波警報器の設置

〔情報伝達体制の整備〕

情報伝達体制としては、事業所構内にいる従業員、協力会社社員、その他来訪者全員に漏れなく、また素早く伝達・周知されることが必要である。

さらに、これらの情報の受信から関係者等への伝達手段については、夜間・休日も考慮した体制を構築しておくことが必要である。

そのためには、緊急地震速報を受信した際、人間を介さずに受信機からの音声情報として事業所内関係者に一斉に放送できる設備の設置は有効と考えられる。

◆ 関連事例 No. 14：緊急地震速報の構内一斉放送

② 非常事態対策本部の設置

津波情報の受信に伴い、その気象警報の区分（津波注意報、津波警報、大津波警報）や予報津波高さなどに応じた各種応急措置を実施することとなるが、適切な措置の実施や情報の錯綜・混乱を防止するためにも、これら応急措置実施に当たっては非常事態対策本部の指揮の下に事業所全体として統制がとれた対応を行うことが必要である。

したがって、対策本部の設置基準や各種措置に関する規程・マニュアル類につい

ても津波を想定して見直す必要がある。さらに、少人数体制となる夜間・休日時における緊急体制についても併せて規定しておく必要がある。

また、協力会社との役割分担によっては協力会社を中心となり対応する部門・施設設備がある場合もあるが、その場合においても事業所の統制の下応急措置を実施していく必要があると考えられるため、従業員はもとより協力会社の社員等を含めた関係者に対しても事前に内容について周知徹底しておく必要がある。

③ 関係者への協力要請と対応措置に関する周知

津波被害低減の目的で整備された規程やマニュアルに基づき緊急措置に係る協力要請を必要に応じて従業員や協力会社員に行う。また、要請した業務終了後の対応、時間的制約、避難に係る情報も併せて連絡する体制を整えておくことを推奨したい。

なお、浸水深さに応じた、事業所としての緊急措置実施後の対応を設定しておくことが望ましい。

津波対策に関しては、地震に対する対策と同様に最低限必要な措置を実施した後の措置が、待機か避難かを判断する基準とともに、どういうプロセスを踏んで、対応が取られるのかについて、検討内容の紹介とともに利害関係者間でコンセンサスを確立しておくことが必要と考えられる。このためには、従業員には職制にて、協力会社員に対しては安全衛生協議会等を通じて、その他関係者に対しては、関係する情報交換の場を通じて日頃より事業所としての取組みに関して認識の共有化を図る機会を定期的に持ち周知・実行できる体制にしておくことが必要と考えられる。

大規模地震を想定すると情報の混乱も予想され、また、そういう事態が夜間・休日に起こることも考慮した対策・行動基準を作成しておくことが肝要であり、当直長が極力判断に迷うことなく対応できる連絡・指示に係る基準の整備（ソフトの整備）を行う。

(4) 避難体制

【避難場所・避難経路の確保】

津波情報を受けて避難を行うためには、先ずは避難場所の選定が必要であり、さらに、避難場所に行くまでの経路が無理なく確保できることが必要条件である。

避難場所の選定に当たっては、以下の事項に留意して選定する必要がある。

- 想定津波高さに対して十分な高さを有していること
- 避難場所までの到達時間に十分な余裕があるか
- 避難対象人員に対して十分な容量が確保されているか
- 耐震性は確保されているか
- 代替となる場所を確保しているか

なお、一般に、津波避難場所は浸水区域外にある高台が原則となると考えられるが、避難に要する時間的制約や容量の確保の問題から、事業所構内の適切な場所を選定することとなると考えられる。また、事業所構内に適切な場所がない場合は、近隣の事業所等において確保している事業所もあった。

一方、着積中の船舶については津波警報等が発表された場合は港外に緊急退避することになると考えられるが、切離し作業に係る作業員等が安全に避難できる場所（栈橋近くに避難する高台がない場合は、津波用避難タワーを設置するなど）を確保することも考えなければならない。

【避難誘導體制の整備】

避難は「津波対応マニュアル」等に従って整然と行い、従業員、協力会社員等が連携をとって行うこととなる。また、スポット的に事業所内に入った来訪者等に対しても、業務で直接関係する従業員が避難誘導を行い、入門管理記録等により確実に安否確認が行われることが望ましい。

避難誘導に当たって有効と考えられる対策として、既にいくつかの事業所においても事例があるように津波避難建屋の位置や距離を示す掲示板を構内に設置することでより効果的に避難が行えると考えられる。その他、海拔表示等を行うことも浸水の程度を知る上で有効と考えられる。

また、情報伝達手段として、避難警報用バッテリー（UPS）を装備しておく（必要時間 30 分以上）。スピーカーについては、取付け方向や聞こえる距離（性能）を確認して設置する。なお、避難警報用 UPS の容量との関係があるが、UPS の容量が充分でない場合は、トランシーバーの携帯を義務つけるなどの対応を取ることも必要と考えられる。

◆ 関連事例 No. 15 : 津波避難看板の設置等による避難誘導體制の強化

【備蓄品の確保】

大規模地震・津波の襲来を考慮すると、自身の事業所以外も含めて多数の帰宅困難者が発生することが想定され、近隣の道路は寸断され、海路・空路からの援助・救出活動が本格的に始まるまでの期間における最低限の備品を確保しておくことが必要である。

また、避難中には特に地震・津波等に関する様々な情報が必要となるので、避難場所には、最低限の食物等とともにラジオ、テレビ等の情報収集設備を準備しておくことが望ましい。

さらに、一般の携帯電話が不通となることも想定し、衛星電話の導入など緊急時の情報連絡に有効な手段について研究・採用しておく必要がある。

備えておくべき備蓄品の保管場所については、場所・数をあらかじめ決めて津波による浸水の影響のおそれがない高所に保管するとともに、常時使用可能な状態とする必要があるため、定期的に点検・更新するなど事業所の職制の業務の一部として割り当て、予算措置も含めて着実なフォローを行う必要がある。

<保管しておくべき食料、備品類の例>

食糧等	非常食、水（3食×3日分）
	調理器具（ポータブルコンロとガスボンベ等）
衛生用品	簡易トイレセット（男女用）
	消毒用アルコール
	ウェットティッシュ
	消臭スプレー
情報収集・連絡設備	懐中電灯
	ラジオ、テレビ
	予備バッテリー、充電器（手回し、電池式）
救命用具	ライフジャケット（避難人数分（想定外の浸水深さを考慮））
記録用具	記録できるもの（ホワイトボード、模造紙、マジック等）

<BCPを考慮した仮設機材、備品 >

用役設備	可搬式のエンジン/ポンプ（高所へ保管）
用役設備	（工事用）仮設発電機、仮設ポンプ、仮設エアーコンプレッサー、燃料タンク
衛生用品	仮設トイレ（早期の復旧のために必要）津波により、浄化槽が使えなくなると衛生状態が非常に悪くなり、早期の復旧の支障となる。
作業環境	石油ストーブ等暖房設備（冬場のことを考えて）

- ◆ 関連事例 No. 17：備蓄品目・備蓄品の整備・強化
- ◆ 関連事例 No. 18：備蓄品の備蓄場所の高所化

(5) 緊急措置体制

① 操業に係る各種の対応・措置

津波情報の受信に伴い、その気象警報の区分（津波注意報、津波警報（津波）、津波警報（大津波））や予報津波高さなどに応じた操業に係る各種対応などの行動基準について地震時における行動基準と同様に、あらかじめルールを明確化しておく必要がある。ただし、ルールの策定に当たっては事業所内外における人命最優先の観点から検討されなければならない。

操業に係る事業所の対応は地震と想定される津波の規模により異なると考えられるが、事業所敷地内へ浸水した場合は、冠水により電気設備全般が機能不全となることが想定されるため、そのことを考慮に入れた対応を検討する必要がある。

また、地震に続いて起こる津波の場合は地震の加速度等（ガル・カイン）に応じて自動的に設備を停止させることで被害が低減できると考えられるため、地震動に連動した自動SDシステムの導入は津波対策としても有効であると考えられる。ただし、事業所には生産設備の他、入出荷設備、用役設備などがあり、これらの停止基準（閾値）を同一にする必要はないが、設備全体の安全確保を念頭に設定することが必要と考えられる。

地震のみの場合はその地震動の規模により設備の点検基準が設定されているが、津波被害を考慮するとオペレーターによるSD後の装置点検も、前述のとおり津波警報が解除されてからとしている事業所もあった。

また、協力会社員、その他関係者が事業所内にいる場合は、従業員と同様に情報伝達ができる体制としておき、設備の停止操作に関する情報がこれらの人々に届くよう情報連絡体制及び設備整備・改善をしておくことが望ましい。装置の停止・操業の停止など必要な措置については、それを実行するための設備環境（SDシーケンス：一次操作＋二次操作：何れも全自動）の確保・充実を行うとともに、事業所内における権限委譲等について「津波対応マニュアル」等を事前に制定し、その中に明記しておくことによりいざという時の適切な判断、措置の実行の円滑化を図る必要があると考えられる。

① 生産設備

大きな地震（例えば、150ガル以上；震度5＝80～250ガル）に対しては（津波対策ではないが）これに連動して自動停止する設備（一次操作）を設けることが有効と考えられる。また、これに連動して、二次操作がシーケンシャルになされるよう、通常時の安全な装置の停止方法を個々の設備毎にこのシステムに組み込むことも推奨したい。地震がなく、津波情報に基づき停止する場合は、手動にて停止するが、その場合もこれらのシステムは有効に作動するシステムとしておきたい。

一方、設備の停止に伴い設備内のガスを脱圧する必要がある場合は、フレアーの

能力を念頭に脱圧速度の検討や再起動の時間短縮を考慮して保圧維持（脱圧しない、又は一定の圧力まで脱圧する）などを検討し、その結果をシステムに組み込むものとする。

② 出入荷設備、用役設備

ボイラー等ユーティリティーに係る設備（用役設備）や出入荷に関する設備は、一般的な生産設備と装置の自動停止基準を同一にする必要は無いと考えられるので、事業所の実情に応じて閾値を決定する。（用役設備は設定値を高く（例えば 250 ガル）、出入荷設備は低くする（例えば 80 ガル）などの方策もある。）地震を伴わない津波には手動SDにて対応する。

海上出入荷用船舶への対応として、船舶については、（地震情報でも同様だが）津波情報により入出荷を停止するとともに栈橋から切り離して、安全な場所に退避させる。

東北地方太平洋沖地震では港外避難の船は助かった事例が多くあり、緊急事態時の事業所の対応について、船舶会社・荷役請負会社との情報共有化を図っておく必要がある。

なお、津波による設備損傷、被害拡大の防止のため、入出荷タンクの元弁は遠隔操作にて閉止措置ができる設備とすることが望ましい。また、当該バルブを電動弁とする場合は、地震で電源が停止することや電源系統の津波による浸水の影響を考慮する。

製品の出荷中（荷捌き中）であれば、直ちに出荷停止とし、事業所の固定設備と車両を切り離し、タンクローリーのハッチは閉止して車両は事業所内の適当な（安全な）場所への移動を検討する。

大地震・津波のケースにおいて、車両による一般道路を使用しての避難は被害拡大の原因の一つとされており、車両（自家用車も含めて）を使つての避難は望ましくないと考えられる。

工事用車両や荷役用車両等については、あらかじめ車両の流出を防止するための固定措置について検討しておき、時間的な余裕がある場合は固定措置（牽引設備等を利用してチェーン等で固定するなど）の実施を行う。

津波により浮遊する場合のことを考慮して、鉄道用タンク車両は時間的な余裕があると考えられる場合は、車両を構外に移動する。地震時にあつては出荷を停止し、（即ち、出荷ラインにある弁は閉止し）最低限、ハッチは閉止する対応をとる。（ただし、簡単には移動できない。）

(6) 津波被害軽減化のための規程・標準類の整備

津波災害の規模を軽減させるためには、ハードの改善を伴う対応に加えて、規程・標準類の検討・制定、事業所内に常駐する協力会社員を含めた関係者との情報の共有化などソフトの部分についても対応を取っておくことが必要と考えられる。

① 危害予防規程の整備

第一種事業所が定めている危害予防規程に津波対策を一つの項目として位置付けるとともに「津波対応マニュアル」等として、設備の停止や船舶、工事用車両、タンクローリーの対応策、避難、訓練、教育、マニュアルの定期的な見直しなどについて記述し、実行に移すことが必要である。特に人事異動による転入者に対して、又は協力会社従業員等に対して事業所としての対応が明確に理解できるよう配慮された教育、訓練の実施は重要である。

危害予防規程の内容周知は、職場懇談会や工事・作業安全衛生協議会、船舶安全協議会の場合等で周知し、具体的な作業・対応策に関しては定期的実施する防災訓練の中に反映し、必要があれば見直しする。

② 「津波対応マニュアル」等の制定

津波に関する情報収集に基づく、事業所としての対応を具体的に決めておくことが必要である。生産設備やその他設備の停止基準、停止後の措置、停止する際の権限委譲などについて、現場責任者を含めたスタッフが参画しての「津波対応マニュアル」等の策定が必要である。

また、個々の対応について、現場責任者が理解・納得し、責任をもって判断を下すことが特に重要と考えられる。

◆ 関連事例 No. 20 : 津波注意報・警報時における緊急措置基準の策定

③ 出社基準、退社基準について

大地震・津波の襲来の場合では、出社困難、退社困難のケースも想定される。

工場で交替勤務するスタッフに関しては、自宅で被災した従業員は交通手段の不通、道路の渋滞など出社ができない事態が想定される。また、事業所で地震・津波を被った場合も同様な理由から帰宅できないことが想定される。これらのことを検討し、具体的な基準を作っておくことが必要である。備品類の充実に関しても、帰宅困難者の数及び日数を考慮して設定する必要がある。

◆ 関連事例 No. 19 : 津波警報等発表時の従業員参集・配備体制の整備

④ 監督官庁（行政機関）への報告

津波の襲来に係る情報（時刻、浸水深さ、設備の停止等に関する情報、避難に関する情報、従業員・協力会社員の避難の状況）を行政機関（県、消防、警察等）に報告

するに当たり、種々の混乱を招かないために報告内容の一元化を図ることが必要であると考えられる。事業所としてこれらの必要報告事項をあらかじめまとめ、統一した報告書式を作っておくことも非常時における情報管理として有効と考えられる。

(7) 教育・訓練

■ 関係者への教育

津波被害低減のための教育を事業所として定期的に行うことを推奨したい。内容は、津波被害情報や被害撲滅を念頭に作成した事業所の具体的対策、設備改善情報、規程類との関係などについての情報に関するもの、事業所の取組み姿勢などについての認識共有化を目的として行う。ここでは、緊急時において組織として又は個人がどう行動するかについて行動基準の全体像を理解することが大切と考えられる。

■ 定期的訓練

既に多くの事業所にて計画され、実施されているように津波を想定した避難や緊急SDを想定した訓練を定期的に実施することが必要である。

訓練の中で従業員、協力会社員の連携や想定事象との違い、課題などを確認し緊急時において円滑な行動に結びつくようにPDCAサイクルを廻すこととする。

■ 規程・マニュアル類の見直し（PDCAサイクルの実施）

津波被害の低減に係る対策は、ニュース等報道からの情報によるもののみでは不十分と考えられ、実際に津波を経験し、被害を被った実体験のある人の意見を反映したものとする必要がある。

また、津波対策をより効果あるものとするべく、

P) 被害想定と想定結果に基づく対策の検討

D) 具体的対策の実施

C) 訓練等による対策の適切性の確認

A) 想定被害、防災対策等の見直し

などの防災計画の内容を（PDCAサイクルに順じて）随時見直すことが必要と考えられる。

◆ 関連事例No. 29：津波想定訓練の実施と体制の見直し

(8) 防災体制全般

■ 油の流出防止用オイルフェンスの流出等

油の流出防止用オイルフェンスの流出、油回収船・フェンス展張船喪失、消火手段喪失を想定した対応策についても代替措置等を検討することが必要と考えられる。

■ 広域的な防災体制との連携

先の東北地方太平洋沖地震の事例では、地域防災組織の幹事会社から防災本部（県）等への連絡により、海上浮遊物の撤去に関して円滑な対応がとれたとのことである。本件と同様な事例であるが、三陸鉄道の部分復旧が震災後1週間で行われた旨報道された。その際必要となった津波による大量の瓦礫撤去作業において行政からの要請で自衛隊の大活躍があったようである。

大量の海上浮遊物の撤去や瓦礫撤去といった一事業者では、機材・人材とも不足し、また作業指揮面でも現実的な対応ができない場合（機材保持とともに訓練された自衛隊の出動要請等）についての検討（ケーススタディー）が必要と考えられる。

■ BCP（事業継続計画）

津波を被り一時的に停止した装置等を事業所として早期稼働させることに関しては、被害の規模・設備について仮定を設け、職制を横断する検討チームを作り原料の手配から用役設備の運転、生産設備の連続的な稼働までの検討を行うこととなる。その際に必要となる仮設の資材や機材についても併せて確認しておくことが必要と考えられる。

なお、工場全体が被災し短期には修復できないケースについては、正常な事業活動に戻れるようサプライチェーンの確保を如何に行えるかについて検討し、製品の一時的振替出荷などについて日頃より検討しておくことが必要と考えられる。同一企業で複数の工場を有している場合は、在庫製品の分散保管といった方法もあるが、工場が単独の会社の場合、万一の場合は委託生産といったことが可能かどうか通常時より考えておく必要があると考えられる。

◆ 関連事例 No. 27：災害時における防災活動に係る協定の締結

高圧ガス施設等津波被害軽減対策事例シート一覧表

	大項目	細項目	No.	実施項目
1	被害想定	浸水レベルの把握	1	津波浸水予測図の活用による各施設設備の想定津波浸水深と浸水レベルの把握
			2	津波到達時間の複数ケースの想定
			3	過去の津波被害事例を活用した定性的被害予測
			4	津波波力によるタンクアンカーボルトの強度の検証
2	浸水・流出対策等	護岸・防潮堤の補強	5	コンビナート護岸の液状化対策
			6	コンビナート護岸の補強
			7	防潮堤（事業所構内）による浸水防止対策
		容器・ローリー・消防設備等の流出防止措置	8	漂流物リストの整備
			9	チェーンの2重掛け・角リング等による容器の流出防止措置
			10	大容量泡放水設備収納場所の高所化
3	情報収集・伝達体制	情報収集体制	11	地震計の増設による地震情報の信頼性向上策
			12	津波監視モニターの設置
			13	地震津波警報器の設置
		情報伝達の方法	14	緊急地震速報の構内一斉放送
4	避難体制	避難誘導體制	15	津波避難看板の設置等による避難誘導體制の強化
			16	避難行動と緊急措置の実施体制の整理
		備蓄品の確保	17	備蓄品目・備蓄量の整備・拡充
			18	備蓄品の備蓄場所の高所化
5	緊急措置体制	緊急参集体制	19	津波警報等発表時の従業員参集・配備体制の整備
		緊急措置基準の整備	20	津波注意報・警報時における緊急措置基準の策定
		自動SDシーケンス	21	製造装置の運転停止に係る地震計との連動措置
		動力喪失時の措置	22	フェールセーフ設計の拡充
			23	ブラックアウト（全電源停止）時の高圧ガス施設の推移検証
		非常用電源の確保	24	非常用電源の高所化（新設）
		車両の緊急退避	25	消防車両等の緊急退避体制の検討
		応急復旧対策	26	土のう（応急対策資機材）の整備
27	災害時における防災活動に係る協定の締結			
6	施設点検体制	施設点検基準の整備	28	地震・津波発生時における施設点検要領の整備
7	教育・訓練	訓練の内容・頻度等	29	津波想定訓練の実施と体制の見直し