

海・船の視点から見た港湾強靱化の検討

国土交通省 港湾局 海岸・防災課 災害対策室

1 はじめに

南海トラフや日本海溝・千島海溝沿い等の大規模地震の切迫性が懸念されており、巨大地震・津波の切迫性、備えの必要性が再認識されています。これまでに、国・港湾管理者が中心となり、港湾の強靱化に向けて、全国125港の重要港湾以上の港湾における事業継続計画（港湾 BCP）の策定や防災訓練の実施、耐震強化岸壁の整備、緊急確保航路制度の創設、防波堤等の粘り強い化など、ソフト・ハード一体となった防災・減災対策が推進されてきました。

一方で、津波来襲時に船舶に起こり得るリスクを軽減する「海・船の視点」から見た対応は必ずしも十分に講じられてきませんでした。現に、東日本大震災では、津波により港内で船舶が漂流した事例、船舶が係留中に津波の来襲を受け、岸壁等に衝突を繰り返した事例、陸上に船舶が乗揚げた事例が発生しました（写真1）。このような事態が、仮に三大湾（東京湾、伊勢湾、大阪湾）等で生じた場合、幹線物流やエネルギー産業等をはじめ、日本の社会経済全体に甚大な影響を与えることが懸念されます。

上記を踏まえ、国土交通省港湾局では、令和2年6月に「海・船の視点から見た港湾強靱化検討委員会」を設置しました。津波来襲時に、船舶に起こり得るリスクの軽減策の方向性や諸施策等について検討を行い、令和3年3月に『「海・船の視点から

見た港湾強靱化」とりまとめVer.1』が公表されたところです。

以下、本とりまとめの概要を記載します。



写真1 船舶の岸壁への乗揚げ（仙台塩釜港）

2 海・船の視点から見た港湾のリスク

海・船の視点から見た港湾強靱化にあたり、津波来襲時に船舶に起こり得るリスクとして、以下の（1）～（3）が挙げられています。

（1）沖合退避を行う上でのリスク

- ①津波に関する正確な情報が不足し、沖合退避の判断が遅れるリスク
- ②離岸・出港のための作業員が調達できず、乗組員のみで離岸・出港を行わなければならないリスク
- ③沖合退避が間に合わず、港湾内で津波の来襲を受けるリスク
- ④沖合退避の途中で港内で引き波に遭遇し、航路・泊地の水深が浅くなり船舶航行に支障が出るリスク
- ⑤沖合退避の途中で、航路上に多数の漂流物や他の船舶があり、沖合退避の支障と

なるリスク

(2) 係留避泊を行う上でのリスク (図1)

- ①引き波発生時に、船底が海底面に接触するリスク
- ②津波来襲時(高水位)に、船体の傾斜による岸壁等の衝突や船舶が乗揚げするリスク
- ③船体動揺・津波等により係留索・係留柱等の係留系が破断・損壊し、船が漂流するリスク

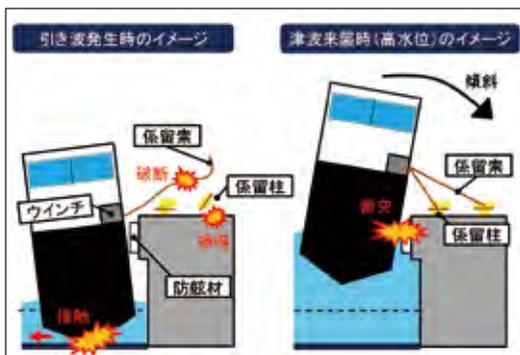


図1 津波来襲時の船舶におけるリスク (イメージ)

(3) 船舶漂流の発生等により起きるリスク

- ①漂流し操縦不能となった船舶が、岸壁等に衝突を繰り返す、または浅瀬に座礁し、航路閉塞を招くリスク
- ②漂流し操作不能となった船が、第2波等により、コンビナート等に乗揚げ、被害が拡大するリスク

これらのリスクを軽減し、被害拡大を未然に防ぐような施策を先手かつ着実に講じていくことが重要となります。

3 海・船の視点から見た港湾強靱化

港湾強靱化について、前節「2. 海・船の視点から見た港湾のリスク」に示されたリスクを軽減するために、想定される施策は以下のとおりです。

(1) 沖合退避の迅速化を促進するための施策

沖合退避は、船舶が津波来襲時にとるべ

き行動として、最も基本的な退避行動となります。

①出船係留の推奨【ソフト・ハード施策】

我が国の港湾は、平時における船舶の安全な入港や経済合理性の観点から、入船係留が多くみられます。しかし、入船係留の場合、出船時に回頭する必要があるため、沖合退避に時間を要します。このため、迅速な沖合退避を可能とする、出船係留が求められます。

②係留索解放の自動化【ハード施策】

津波警報等の発令時に、乗組員自らが下船して離岸・出港作業を行うことが想定されます。このような場合、乗組員が危険に晒される上に、離岸までに通常以上の時間を要することから、岸壁係留中や航路航行中に津波の来襲を受ける危険性を高めることとなります。

上記のリスクについて、クイックリリース型係留装置等によって、綱取り・綱放しに頼らず自動で係留索を開放する係留システムの導入が有効となります。

③津波・引き波から退避しやすい航路の導入【ハード施策】

津波発生時、引き波が生じることがあり、航路上で船舶が座礁する恐れがあります。船舶が迅速に沖合退避するためには、引き波発生時においても、沖合に向かって円滑に航行できる対策が必要となります。各港湾において、津波の規模や到達時間を考慮し、来襲する引き波高に耐え得る航路水深を検討し、実態を踏まえた効果的な対応が求められます。

(2) 係留避泊の安全性を向上するための施策

係留避泊は、港内で係留・荷役中の船舶が自力での離岸・出港作業を完了出来ない場合や沖合退避までの時間的余裕がない場合に選択される行動であり、東日本大震災

においても、同様の手段で津波の来襲を凌いだ事例が多く報告されています。係留船舶の係留系破断・損傷等により船舶が漂流した場合、周囲に甚大な影響が及ぶことが想定されることから、安全な係留避泊を可能とする施策が重要となります。

①津波を考慮した係留柱・防舷材の導入

【ハード施策】

係留避泊を念頭においた場合、係留施設と船舶の接点である係留系（係留柱・係留索・防舷材等）が津波に対して機能する必要があります。しかし、係留柱や防舷材の設計において、津波荷重が船舶に作用した場合の牽引力は考慮されていません。また、2024年のSOLAS条約改正に伴う新規則の適用により、係留索の強化が予定されています。それに伴い、津波襲来時において、係留索に比べて、係留柱が先に限界状態を迎えることが判明しています。そのため、既存の係留柱の安全性照査を行い、リスク評価により得られたふ頭毎の優先度を勘案し、津波外力と新規則を考慮した係留柱の設置・改良を促進する必要があります。

②津波エネルギーを減衰する防波堤の

延伸・高上げ・補強【ハード施策】

防波堤は、防波堤背後への津波流入を抑制するとともに、背後地の津波到達時間を遅らせ、係留避泊の安全性向上に寄与し得ることから、津波を配慮した、防波堤の延伸が有効となります。加えて、地震による防波堤の沈下が越流を発生させる可能性があることから、防波堤の嵩上げ・補強を行う必要があります。

また、設計津波を超える津波発生時に、防波堤が倒壊し、係留避泊が困難になる事態を防止するため、全壊しにくく、全壊に至るまでの時間を延ばすことを可能とする「粘り強い防波堤（図2）」の整備を推進

しております。

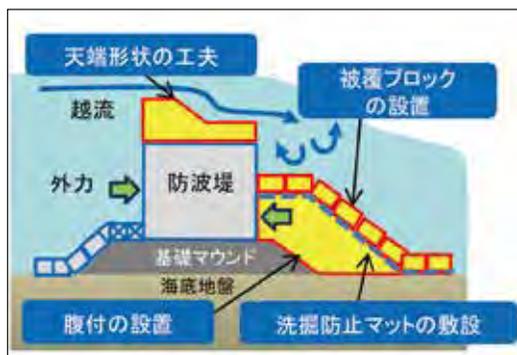


図2 粘り強い防波堤の構造モデル

③船員等の人命を守る津波避難タワー等の整備【ハード施策】

港湾における産業・物流施設は、大部分が背後の市街地を防護する防護ラインの外側に立地しており、レベル1津波であっても浸水することが想定されます。このことから、港湾労働者や港湾利用者等が安全に避難できるよう、平成25年9月に「港湾の津波避難対策に関するガイドライン」が策定されています。当該ガイドラインを踏まえて、津波発生時に堤外地で活動する港湾労働者や船員等が安全に避難できるよう津波避難施設（写真2）等の設置を引き続き推進しております。



写真2 津波避難タワーの設置

(3) 衝突・乗揚げを抑制するための施策

東日本大震災の際、岸壁係留中に津波の

来襲を受け、岸壁等に衝突を繰り返した事例や、津波により岸壁に船舶が乗揚げた事例が報告されています。このような事態に対するリスク軽減策を、以下に示します。

① 民有護岸の耐震化等による航路等の

安全性確保【ハード施策】

臨海部のコンビナート等の施設は、石油タンクその他危険物を備えており、これらの損壊が施設周辺に甚大な被害を与えるおそれがあります。特に、耐震性や所要の天端高が確保されていない護岸については、早期に対策を講じる必要があります。しかし、臨海部の護岸等の民有施設の約1/4については、対策の有無・実施時期は各事業者に委ねる必要があります。

現在、耐震強化岸壁等に接続する航路沿いの護岸については、当該航路の機能維持の観点から無利子資金の貸し付けや税制特例が措置されています。当該制度の適用にあたり、出船係留や自力回頭等の動線による離岸を念頭におきながら対策を実施し、津波到達時間や沖合退避時間に基づいて優先順位を決めることが必要となります。

② 防衝施設や乗揚げ・流出防止施設の整備

【ハード施策】

防衝設備は、台風や津波来襲時において、船舶の橋梁への衝突リスクを軽減する

効果があります。また、後背地の安全性を向上する対策として、護岸等の嵩上げ（写真3）、乗揚げ防止柵、津波対応型燃油タンク、津波防御壁等の設置による船舶乗揚げ前後のリスクを軽減することが有効であり、乗揚げ・流出防止施設の整備を推進することが求められます。

4 おわりに

本稿では、切迫する巨大地震・津波に対する海・船の視点から見たリスクを整理し、リスク軽減策の一部を紹介しました。

今後は、船舶の沖合退避の迅速化、係留避泊の安全性向上、衝突・乗揚げの抑制の観点から、各港湾の事業継続計画（港湾BCP）の更なる充実化に取り組むほか、退避しやすい航路・泊地の実現、津波を考慮した係船柱・防舷材の導入に向けて、国土技術政策総合研究所や港湾空港技術研究所と連携し検討を進めて参ります。

今年3月にも、福島県沖を震源とする最大震度6強の地震が発生するなど、巨大地震・津波に対する切迫性は高まりを見せています。これらのリスクに対応するため、ソフト・ハード一体となった総合的なリスク軽減策を具体化すべく検討を進め、より安全・安心な港づくりを進めて参ります。



(a) 嵩上げ前



(b) 嵩上げ後

写真3 護岸の改良