

特集

3.11 東日本大震災から  
もうすぐ10年  
～大きく変わった  
沿岸防災～



# 今後の港湾における ハード・ソフト一体となった 総合的な防災・減災対策のあり方

渡邊 佑輔

国土交通省 港湾局 海岸・防災課

## 1. はじめに

我が国の港湾は、近年、台風被害の頻発化や激甚化に直面しており、また、気候変動に起因する海面水位の上昇など将来の災害リスクの増大が懸念される状況である。これらを踏まえ、令和2年8月に交通政策審議会より、「今後の港湾におけるハード・ソフト一体となった総合的な防災・減災対策のあり方」を答申いただいた。本稿では、港湾における防災・減災対策の基本的考え方や施策方針について示された本答申の内容について紹介する。

## 2. 背景

我が国の港湾は、貿易量の99.6%を扱い、その背後地には人口と資産の約5割が集中するなど、社会経済を支える重要なインフラである。その一方で、沿岸域に存在するからこそ、地震時の津波や台風等による被害や気候変動の影響が顕在化しやすい特性がある。

近年、我が国の港湾は、台風に伴う高潮・高波・暴風による被害の頻発化・激甚化に直面しており、平成30年台風第21号や令和元年房総半島台風（以下「房総半島台風」という。）及び令和元年東日本台風（以下「東日本台風」という。）では、国際戦略港湾である阪神港、京浜港をはじめ多数の港湾で、高潮・高波・暴風により港湾及びその背後地に浸水等の被害が発生し、我が国の社会経済に甚大な影響を及ぼした。（図-1）

加えて、切迫性が指摘される大規模地震・津波災害や気候変動に起因する海面水位上昇など将来の災害リスク増大が懸念される状況である。地震調査研究推進本部地震調査委員会が公表した「今までに公表した活断層及び海溝型地震の長期評価結果一覧」<sup>1)</sup>によると、今後30年以内に南海トラフ地震（M8～9）は70～80%、首都直下地震（M7）は70%、千島海溝における超巨大地震（M8.8程度以上）は7～40%の確率で発生すると想定されている。

気候変動については、「変化する気候下での海洋・雪氷圏に関



図-1 横浜港における高波による護岸倒壊事例  
（令和元年房総半島台風）

するIPCC特別報告書<sup>2)</sup>において、温室効果ガスが高排出された場合の2100年の世界平均海面水位（GMSL）は、1986～2005年の期間と比較して0.61～1.10m上昇すると予測されている。また、「気候変動の観測・予測及び影響評価統合レポート 2018～日本の気候変動とその影響<sup>3)</sup>」では、台風の将来変化予測の研究例として、極端に強い台風の最大強度が顕著に増加し、その強度を維持した状態で日本等の中緯度帯にまで到達する可能性を示唆する予測等を紹介している。

将来の災害リスクの増大が懸念される中、平成28年（2016年）熊本地震、平成30年7月豪雨、平成30年北海道胆振東部地震では、港湾が陸上輸送の代替機能や生活支援の拠点として重要な役割を果たしており、これらの機能の更なる強化が求められている。

このような状況を踏まえ、インフラ整備による「公助」に加え、「自助」「共助」を含めたハード・ソフト一体となった今後の港湾における総合的な防災・減災対策のあり方について、令和元年11月に国土交通大臣より交通政策審議会に諮問された。これを受け、港湾分科会防災部会における5回の審議を経て、令和2年8月に答申としてとりまとめられた。本答申では、東日本大震災の教訓を踏まえた地震・津波対策にとどまらず、切迫する大規模自然災害のリスクや気候変動に伴う災害の激甚化



への対応を整理し、港湾における防災・減災対策の基本的考え方や施策方針について取りまとめたものとなっている。

### 3. 港湾における防災・減災対策の現状と課題

地震・津波対策における主な課題としては、耐震強化岸壁の延長等の不足が挙げられる。阪神・淡路大震災以降、耐震強化岸壁については、背後人口が多い港湾は水深10mとし、それ以外の港湾は水深7.5m程度、延長130m程度を基本とし整備を推進してきたが、近年の災害派遣で使用されている大型船舶に対して、岸壁の延長や水深が不足する耐震強化岸壁の存在が課題となっている。また、耐震強化岸壁は、昭和58年の日本海中部地震以降、全国的な整備に着手し、平成7年の阪神・淡路大震災以降、新たな設計基準を適用して強気に整備を推進してきたが、初期に整備された施設の老朽化も課題である。

台風による高潮・高波・暴風対策における主な課題としては、被災波に対する施設の高さや強度の不足が挙げられる。房総半島台風及び東日本台風では、設計波を大きく上回る高波で、パラペットの倒壊や揚圧力による栈橋の損傷が発生した。この事態を受け、全国の重要港湾以上の港湾を対象に既存施設の設計に使用している波浪（設計沖波）を調査したところ、設計沖波の設定後20年以上が経過している港湾が多数確認されており、近年の台風等に伴う波浪等に対して高さや強度の不足する施設が存在する可能性がある。この他、近年の台風では走錨による橋梁等への船舶衝突、暴風等によるコンテナ等の飛散、被災直後の情報や対応の錯綜等も生じており、それぞれの課題に対して早期の対策が必要である。

### 4. 災害に対して強靱な港湾機能の形成に向けた基本的考え方

国土の中央に急峻な山脈を有し、四面を海に囲まれた我が国にとって、国民生活や産業活動の多くが沿岸部で展開されており、このための物資の補給路となる港湾はまさに島国日本の生命線である。港湾の役割を踏まえつつ、大規模な自然災害の発生に備え、事前の対策により人命防護、資産被害の最小化を図ることは当然として、災害発生時の復旧・復興拠点としての機能強化、複合災害等が発生した場合であっても、国民の安全・安心で豊かな暮らしを支える基幹的海上交通ネットワークを可能な限り維持し、経済活動を支えるサプライチェーンへの影響を最低限に抑制する取組等の推進が求められている。

切迫性が指摘されている南海トラフ地震や首都直下地震では、我が国の政治・経済の中核である三大都市圏が被災地となる恐れがある。このことから、港湾背後の防護とともに、国際

的・全国的な視点から、代替輸送ルートの設定やバックアップ体制の確立を通じて、災害に強い海上交通ネットワークを構築する必要がある。

また、近年の台風では、記録的な高潮・高波・暴風により、護岸や係留施設等の損壊、コンテナターミナルや事業所の浸水、さらには走錨船舶の臨港道路等への衝突の被害が発生し、社会経済に大きな影響を及ぼした。これを踏まえ、再度災害防止の観点から現時点で発生し得る高潮・高波・暴風への対策を早急に講じるべきである。

将来の気候変動については、IPCC特別報告書の将来予測でも複数のRCPシナリオがあり、海面水位の上昇や台風への影響などの見通しに不確実性があるものの、海面水位については、世界平均海面水位、日本周辺海域の海面水位の平均値とも、近年上昇傾向にある。港湾は水際線に存在する特性上、気候変動に対して将来にわたり適応せざるを得ないことから、今後、整備する新規施設や今後とも長期にわたり供用が想定される既存施設については、供用期間中に気候変動の影響が生じる可能性が高いと考えておくことが妥当である。ハード対策は一朝一夕に完成するものではなく、厳しい財政事情のなか、新規の防災投資にも限界があることに留意し、ソフト面でも取り得る対策を十分に講じつつ、計画的な対応を早期に着手すべきである。

### 5. 港湾における防災・減災対策の施策方針

ここでは、ご提言いただいた今後の施策方針のうち主なものを紹介する。

#### (1) 頻発化・激甚化する台風による被害への対応

##### (a) 波浪等に対する施設の安全性確保

既存施設の設計に使用している波浪（設計沖波）について、設定後20年以上が経過している港湾が多数確認されていることから、最新の観測データや推算手法により設計沖波等を更新し、主要な施設を対象に波浪や高潮に対する高さを改めて照査することが必要である。また、耐波性能が不明な施設が多数存在するため、主要な施設について更新した設計沖波等を用いて

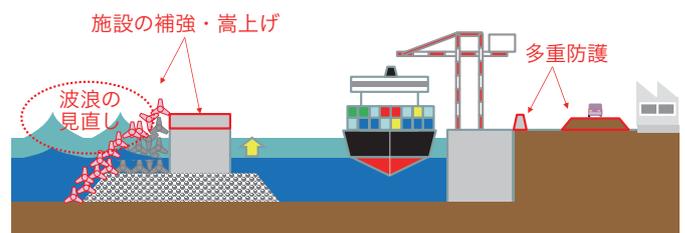


図-2 対策イメージ

波浪や高潮に対する安定性の照査を行う必要がある。これらの照査を実施した上で、被害や影響の甚大性や、過去の被災履歴などの脆弱性等を勘案し、人口や産業が集積するエリアを防護する施設、また、基幹的海上交通ネットワークや緊急物資輸送網を構成する施設など、重要かつ緊急性の高い施設について、嵩上げや補強を実施する必要がある。(図-2)

### (b) 浸水発生時の被害軽減

臨海部の多くは平坦な埋立地であり、大量の越波が生じた場合、広範囲に浸水するリスクがあることから、護岸やコンテナターミナル、臨港道路等を対象に、電源喪失やコンテナ流出も含め、波浪や高潮に対する脆弱性を評価し、台風等接近前に直前予防対応が必要な箇所を、優先順位を示して、港湾BCPに明記するとともに、計画的に対策を講じることが重要である。

さらに、立地する企業や荷役機械等の機能が確保されることは、基幹的海上交通ネットワークの維持に不可欠である。このため、護岸背後への胸壁の設置、臨港道路や埠頭用地の嵩上げなどにより、陸側の施設にも防護機能を持たせる多重防護が、浸水被害の軽減に有効と考えられる。

### (c) 暴風による船舶走錨やコンテナ等の飛散防止対策等

近年の暴風による走錨船舶への橋梁の衝突事故を踏まえ、港内避泊が困難な港湾や混雑海域周辺の避難港等において、防波堤の整備による広域的な視点からの避難水域の確保や船社への周知、また被害軽減に資する橋梁の防衛設備を設置する必要がある。

また、コンテナの暴風からの飛散防止対策について、コンテナの固縛等の技術検討の継続や優良事例の共有を図るとともに、暴風時の対応訓練の実施を呼びかけるなど、港湾関連事業者による取り組みの強化を促す必要がある。

## (2) 気候変動に起因する外力強大化への対応

### (a) 将来にわたる港湾機能の維持

気候変動に起因する外力強大化に伴う高潮・高波により、特に堤外地における浸水の頻発化が懸念される中、基幹的海上交通ネットワークを維持し、臨海部の安全性を確保するため、気候変動に起因する外力強大化に対して、計画的に対策を講じていくことが必要である。気候変動の影響による将来の海面水位の上昇等を考慮した港湾計画等の策定や、各港で将来の気候変動に対応するための計画を関係者で策定し、フェーズ毎の将来想定する外力の設定や対策を講じる優先順位等を定めることを検討する。また、施設整備が講じられるまで、台風の来襲等

の際に越波等の脆弱性が高い箇所に実施する直前予防対策を港湾BCPに明記する等の取り組みが必要である。

### (b) 施設設計への反映

港湾において、気候変動に起因して強大化する外力として、「平均海面水位の上昇量」、「最大風速の増加」、「潮位偏差の極値の増加」、「波浪の極値の増加」等の影響が想定される。今後、建設又は改良する港湾施設については、将来にわたり施設を供用するため、将来の外力強大化を考慮した施設設計が必要である。このうち、平均海面水位の上昇に関しては、現時点において、世界や日本周辺海域の平均海面水位の変化について一定程度の定量化が図られている。このため、今後、建設又は改良する施設については、建設又は改良時点における最新の期望平均満潮位に、当該施設の次の更新時期までに予測される平均海面水位の上昇量を加えて設計等を行うことを基本として、必要な技術基準等の整備を検討する必要がある。

一方で、最大風速の増加、潮位偏差の極値の増加、波浪の極値の増加等については、平均海面水位の上昇量に比べて、現時点では将来予測の不確実性が高い。これらについては、今後、技術的な知見が一定程度得られた時点で、設計に反映することを検討する。(図-3)

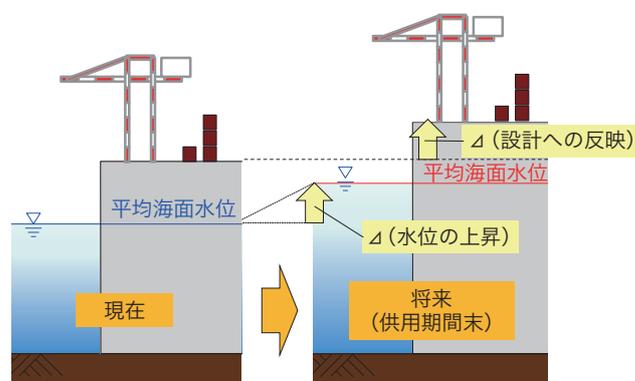


図-3 供用中の水位上昇を加味した設計イメージ

### (3) 災害に強い海上交通ネットワーク機能の構築

#### (a) 災害発生時の基幹的海上交通ネットワークの維持

災害発生時においても、基幹的な人流・物流や緊急物資輸送網を維持し、我が国の社会経済への影響を最小限に抑制することが必要である。災害発生時の対策を講じることで、基幹的海上交通ネットワークの信頼性や港湾背後地の安全性の向上を図ることは、企業が安心して投資できる環境の整備に資するものであり、平常時における企業活動を促進し得る面があることにも着目すべきである。このため、フェリー・RORO船等の就航環境の整備による物流網のリダンダンシーの確保やネットワー



クを意識したコンテナターミナルやフェリー・ROROターミナルの岸壁・臨港道路や関連施設の耐震化が必要である。

また、近年の耐震強化岸壁の老朽化の進行や、自衛隊や海上保安庁が災害派遣に使用している船舶の大型化を踏まえ、老朽化した耐震強化岸壁の性能照査を実施し、埠頭再編等と併せて船舶の大型化も考慮した再配置を行うことが必要である。

係留施設については、設計に津波外力や津波発生時の船舶の係留等による外力が考慮されていないことや、多くの港湾では入船係留が採用されているため津波来襲時の迅速な港外避難が困難な場合があるという課題がある。このため、津波来襲時における船舶の沖合退避や係留強化、背後地の安全性確保を考慮した港湾BCPや港湾施設の機能及び整備配置について検討を行う必要がある。

#### (b) 災害発生時の島嶼部や半島の輸送手段の確保

生活物資が海上輸送に依存する島嶼部や、道路が寸断した場合に代替手段が港湾に限られる半島においては、災害発生後も住民が生活できるよう、交通・物流機能を維持することが求められる。このような地域では、耐震強化岸壁の確保を急ぐ必要があるほか、耐震強化岸壁に求める耐震性能を確保できない場合でも、レベル1を超える地震動に対して、応急的な対応と併せた強靱性を確保する方策等を検討する必要がある。

### (4) 臨海部の安全性と災害対応力の更なる向上

#### (a) 津波被害の軽減

東日本大震災以降、「港湾における地震・津波対策のあり方」<sup>4)</sup>を踏まえ、発生頻度の高い津波（レベル1津波）に対しては、海岸保全施設の耐震化や高さの確保に取り組んできた。また、発生頻度は低いが大規模な被害を及ぼす可能性が高い津波（レベル2津波）に対しては、防波堤等の粘り強い構造化の推進により減災効果を向上させるとともに、住民等の避難等を軸に、施設による多重防護、土地利用、避難施設などを組み合わせたハード・ソフト一体となった総合的な津波対策等に取り組んで

きた。南海トラフ地震等の切迫性が指摘される中、さらにこれを加速する必要がある。(図-4)

#### (b) 災害発生時の迅速な港湾機能の復旧

地震発生直後や台風通過後等において、円滑に初動対応を行うためには、早期の状況把握が必要であるが、現実には人的資源が限られており、また、港湾に接続する道路等の被災や渋滞等により、現地に職員を迅速に派遣することが困難な場合も想定される。このため、リアルタイムで現地情報の収集が可能なライブカメラ、センサー等や、効率的な情報収集が可能なドローンを活用し、迅速に情報収集を行うとともに、IoTを活用した情報の統合・分析を行い、施設の利用可否を早期に判断して、関係者と共有する枠組みが必要である。また、港湾BCPについては、各港で策定が進められ、全国の重要港湾以上の港湾全てで策定が完了している。この実効性を確保するため、例えば、自然災害や感染症等の危機的事象を想定して港湾BCPのリスクシナリオを具体化すること、その策定を担う官民の協議会を法的な枠組みの中に位置づけることなど、関係者が港湾BCPに定められた対応を遵守する仕組みづくりを検討すべきである。さらに、災害発生時の対応や訓練結果を関係者で検証して港湾BCP等の改訂等を図ることや、国において、港湾BCPの訓練の実施状況をフォローアップして、優良事例を周知することで各主体の対処能力の向上を図るなど、継続的に運用を改善していくことが必要である。

#### (c) 復旧・復興の拠点としての機能強化

近年の災害発生時の港湾の活用実態を踏まえ、復旧・復興の拠点としての機能を強化することが必要である。耐震強化岸壁やその周辺の緑地等については、港湾計画にて大規模地震対策施設として位置づけられ、地域防災計画（地震災害対策編）に地震時の緊急物資輸送拠点として、その役割が明記されているが、近年では、台風被害発生後の緊急物資輸送や生活支援の拠点としても活用されていることを踏まえ、耐震強化岸壁やその

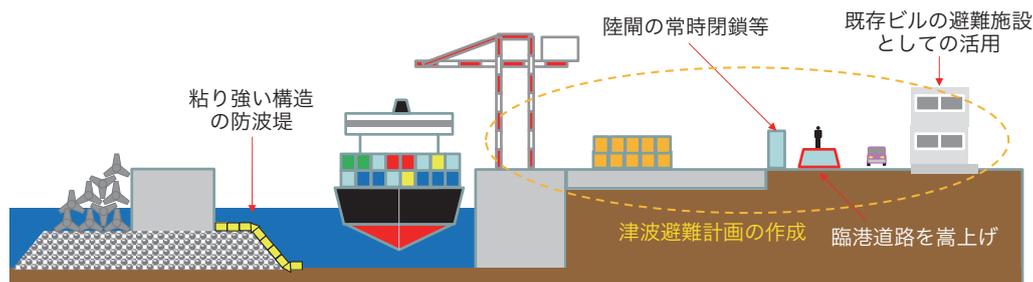


図-4 ハード・ソフト一体となった総合的な津波対策

周辺施設を、地震のみならず、台風等様々な災害に対応した防災拠点として活用することを前提として、高潮・高波等に対して脆弱性を評価し、必要に応じて浸水防止対策等を講じた上で、地域防災計画（風水害編）に、その役割を位置づけることを検討する必要がある。

また、首都直下地震や南海トラフ地震等の大規模な災害の際には、大量の災害廃棄物が発生する可能性が高く、早期の復旧・復興を行うためには円滑な災害廃棄物の処理が必要である。このため、港湾を活用した災害廃棄物の処理の円滑化に向けた、関係機関の連携体制の構築や災害廃棄物の取扱いのルール策定、港湾BCPへの仮置き場の配置・容量等の明記などに取り組む必要がある。この際、静脈物流の拠点となる港湾いわゆるリサイクルポートとの連携についても検討を行うことが必要である。

さらに、地域住民の交流や観光の振興を通じた地域の活性化の拠点である「みなとオアシス」の一部では、災害を想定した訓練等も実施されている状況を踏まえ、一定の条件を満たす「みなとオアシス」を災害発生時に復旧・復興の拠点として機能する災害対応型「みなとオアシス」として位置づけ、資機材や緊急物資の保管等を行うとともに、これらをネットワーク化して広域的な災害に対応可能とする「みなとオアシス防災ネットワーク」を構築することで、港湾の防災機能の更なる向上を図ることが必要である。（図-5）

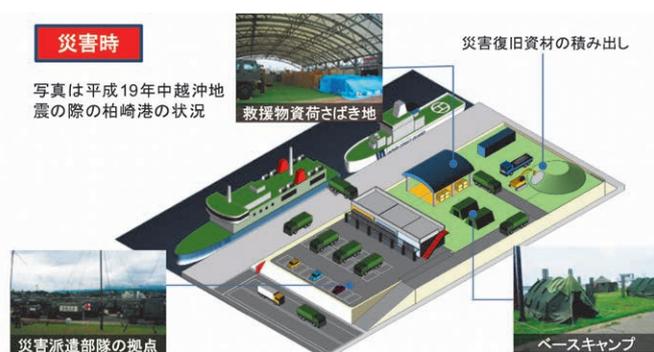


図-5 災害対応型「みなとオアシス」

#### (d) 複合災害や巨大災害の発生も想定した広域的な支援体制の構築

複合災害や同様に発生頻度が低いとされる巨大災害が発生

した際には、ある程度の被害の発生は許容せざるを得ない。しかし、基幹的な人流・物流や、人口・資産が集積する港湾における被害の拡大を抑制するため、被災状況の迅速かつ確かな把握・分析が重要であり、港湾工事におけるi-Construction<sup>注1)</sup>の取組から得られる3次元データ等を有効活用し、港湾関連データ連携基盤<sup>注2)</sup>に取り込むなど、情報の共有を円滑に行う枠組みの構築が必要である。

また、複合災害や巨大災害も視野に入れた訓練、港湾法第50条の4に定める港湾広域防災協議会等を活用した広域的な港湾BCPに基づく訓練、さらには地方ブロックを超えた訓練等を通じて、関係者の連携強化や役割分担の明確化を行い、対応能力の向上を図ることが必要である。

加えて、新型コロナウイルス感染症を例とした感染症が発生している状況下であっても、災害が発生した場合には円滑に対応できるよう必要な対策を講じることや、船内で感染者が確認されたクルーズ船の受入対応中においても港湾の物流機能を継続するため、関係行政機関や事業者との連携体制を確保するなどの取組が必要である。

## 6. おわりに

本答申で示していただいた港湾の防災・減災対策の施策の基本的な方向性に基づき、ハード・ソフト一体となった施策を講じることで、災害で発生する事象を「想定外」から「想定内」にすることで、社会経済への影響を極力抑制することが可能となる。施策の実施に際しては、地域の事情に即した「自助」「共助」「公助」の役割分担について、官民が連携して十分に議論を重ね、実効性ある進め方を検討することが重要である。国土交通省では、本答申にてご提案いただいた施策の具体化に取り組み、災害に対して強靱な港湾機能の形成を進めてまいりたい。

### 参考文献

- 1) 地震調査研究推進本部、活断層及び海溝型地震の長期評価結果一覧(2020年1月1日での算定)、令和2年1月24日(令和2年5月25日訂正)
- 2) Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate, 25th September 2019.
- 3) 環境省・文部科学省・農林水産省・国土交通省・気象庁、「気候変動の観測・予測・影響評価統合レポート2018～日本の気候変動とその影響～」、2018年2月
- 4) 交通政策審議会、港湾における地震・津波対策のあり方(答申)、平成24年6月13日

注1) 調査・測量から設計、施工、検査、維持管理・更新までの全ての建設生産プロセスでICT等を活用し、建設現場の生産性向上を目指す国土交通省の取り組み。

注2) 港湾物流情報など港湾に関する様々な情報を連携させ、データ利活用による我が国港湾の生産性向上及び港湾行政の効率化等を目指す基盤。