

行政情報

港湾の堤外地等における高潮対策

港湾の堤外地等における高潮リスク低減方策ガイドラインの改訂

森田 祐輝

平成30年台風第21号に伴う高潮により港湾機能が一時停止する被害が起きた。港湾の堤外地等において高潮による浸水被害が発生すると、我が国の港湾物流ネットワークや立地企業の生産活動が大きく停滞する可能性があることから、電源の浸水対策や事前防災行動をまとめた「フェーズ別高潮・暴風対応計画」について台風第21号時の事前防災行動の検証を踏まえ、台風の規模に応じた防護の目標を設定する等、平成31年3月に「港湾の堤外地等における高潮リスク低減方策ガイドライン」を改訂した。

キーワード：港湾の堤外地，高潮，台風第21号，港湾機能，事前防災行動

1. はじめに

近年、台風が強大化しており、港湾の堤外地等において高潮による浸水被害が発生すると、我が国の港湾物流ネットワークや立地企業の生産活動が大きく停滞する可能性があることから、平成30年3月に「港湾の堤外地等における高潮リスク低減方策ガイドライン」を策定し、港湾の堤外地等における高潮対策を推進することとした。

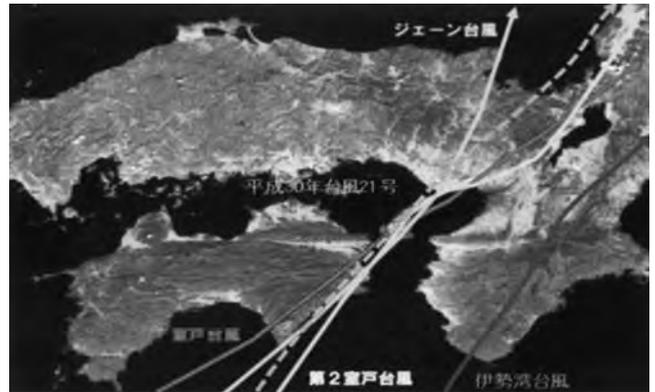
このような中、平成30年9月に大阪湾を直撃した台風第21号に伴う高潮・高波により、神戸港六甲アイランドのコンテナターミナル等が浸水し、コンテナの航路・泊地への流出や荷役機械等の電気設備等の故障により、港湾の利用が一時的に困難となる等、近畿地方の港湾が大きな被害を受けた。

これを受け、国土交通省港湾局では、港湾における高潮対策の充実や対策の技術的な検討を行うため、平成30年10月から「港湾における高潮リスク低減方策検討委員会」（委員長：岡安章夫 東京海洋大学学術研究院教授）を開催し、港湾機能の維持・早期再開の観点から検討を行い、検討結果をガイドラインに反映した。本稿では、ガイドラインの改訂した内容について報告する。

2. 台風第21号の概要

(1) 台風の強さと経路

台風第21号は、四国に上陸後も非常に強い勢力（上陸時の中心気圧：955 hPa，最大風速：45 m/s）を維



図一 台風第21号と主な台風の経路図

持したまま、平成30年9月4日14時頃に神戸市付近に再上陸した。その経路は第二室戸台風とほぼ同じであり、大阪湾の湾奥に向かって強い風を吹かせるものだった（図一）。

(2) 潮位（大阪管区気象台及び府県の潮位計による観測）

台風による潮位の上昇は短時間で急激なもので、最大潮位は大阪湾の湾奥に向かって大きくなる傾向にあり、尼崎の T.P.+3.53 m が最も大きな値を観測した。なお、神戸（T.P.+2.33 m）、大阪（T.P.+3.29 m）、西宮（T.P.+3.24 m）、尼崎（T.P.+3.53 m）、御坊（T.P.+3.16 m）、白浜（T.P.+1.64 m）、串本（T.P.+1.73 m）、阿波由岐（T.P.+2.03 m）の8地点において既往最高潮位を更新した。

(3) 波高（国土交通省港湾局の波浪計）

有義波高については、神戸（4.72 m）、潮岬（7.05 m）、伊勢湾（3.82 m）、徳島海陽沖 GPS（14.46 m）、高知室戸岬沖 GPS（13.66 m）の計5地点で既往最高波高を更新した。

3. 台風第21号による被害

(1) 電気設備の浸水被害

神戸港六甲アイランドのコンテナターミナルの受電所において電気系統（遮断器、保護回路）が浸水し、ガントリークレーン2基の機能が停止し、最後の1基が稼働を再開したのは被害発生後の4ヶ月後だった。

(2) コンテナ等の倒壊・流出被害

台風の暴風を受け、積み上げられたコンテナがヤード内に倒壊した（写真—1）。また、高潮、高波による浸水等により、神戸港及び大阪港で空コンテナが航路・泊地へ流出し、船舶の航行の安全が確認されるまで、神戸港で2日間、大阪港で3日間、港湾機能が停



写真—1 コンテナ倒壊の状況（大阪港）



写真—2 船舶の乗りあげ

止した。さらに浸水により、コンテナ内のマグネシウムが発火し、鎮火までに約2ヶ月の期間を要した。

また、高潮や波浪の影響により、作業船や荷役用のはしけが数十隻漂流し、港湾施設等への乗りあげ等の被害が発生した（写真—2）。

(3) 荷役車両の浸水被害

コンテナターミナル等の高潮浸水により、ターミナル内のトレーラヘッド、フォークリフト、トップリフター等、荷役に必要な車両が稼働不能となり、ターミナルの早期再開に支障をきたした。

4. 高潮対策の技術的な検討

(1) 電気設備の浸水対策

高潮により電気設備が浸水し、ガントリークレーンやリーファーコンテナ等の機能が停止したことを受け、電気設備の浸水対策として、①想定される高潮や津波を考慮して、設備を可能な限り高い位置に設置する、②設備が設置されている上屋等を浸水に耐えられる構造にする、③浸水に耐えられる構造の設備を設置するといった考え方を整理した（写真—3）。また、応急的な措置として土のう設置等の事例も整理した。



写真—3 電気設備の嵩上げ事例

(2) コンテナの倒壊・流出対策

コンテナの暴風による倒壊対策としては、コンテナの積み上げ段数を減らす等の積み方の工夫に加えて、コンテナ同士を固縛する方法がある。

平成30年台風第21号では、5段積みのラッシングベルトによる固縛では約30%のコンテナが倒壊したのに対して、3段積みのラッシングベルトによる固縛では約2%と非常に小さかったことが確認された。

また、国土技術政策総合研究所が実施したコンテナの模型による風洞実験の結果では、倒壊が発生しづらい順から、コンテナの積み上げ段数としては3段、4段、5段。積み方としてはひな壇、隅切り、長方形。

固縛方法としては縦固縛及び横固縛併用、横固縛、縦固縛となった。

このため、暴風による倒壊対策としては3段積み以下としたうえで、積み方はひな壇、固縛方法は縦固縛及び横固縛併用とすることが望ましいですが、コンテナヤード面積や蔵置コンテナ数、作業時間を考慮し、上記対策を取ることができない場合は、状況に応じた適切な対策を講じる必要がある(図-2)。ただし、段数を低くすると、高潮が発生した場合のコンテナが浮上する浸水深が小さくなることも留意する必要がある。

高潮による浸水でコンテナが水域に流出した場合、浮遊したコンテナが航路・泊地内に沈む可能性があり、コンテナの海底探査や引き上げ等の航路啓開中は、船舶の航行が制限される恐れがある。また、浮遊したコンテナの船舶や港湾施設等への衝突や海岸への打ち上げにより、被害がさらに拡大する可能性もある。

コンテナの流出対策としては、特に、わずかな浸水で浮遊する可能性がある空コンテナの対策が重要であり、コンテナに作用する浮力を低減させるためのコンテナの扉を開ける措置とともに、仮に浮遊した場合に航路・泊地への流出を防止するための柵等を設置する方法がある。なお、実入りコンテナが流出の恐れがある場合は、積み増しや高い位置への移動等の方法が考えられる。また、固縛等の倒壊対策が流出防止にも資することから、倒壊対策と併せて検討する必要がある。

さらに、水域にコンテナが流出した場合の航路・泊地の啓開作業(探査・引き上げ等)について、事前に作業手順の整理を行うとともに、必要に応じて関係機関との協定締結を行うことが重要である。

浸水により火災の発生等の危険性のあるマグネシウム等のコンテナ貨物は、高潮に伴うターミナルの浸水

により、火災が発生する可能性がある。一度火災が発生すると消火に時間を要し、ターミナルが一時的に利用不可となる場合や消火まで利用に制限がかかる場合がある。このため、コンテナターミナルでは、船荷証券(B/L)やマニフェスト(積荷目録)を参考とした積荷情報に基づき、浸水による火災の発生等の危険性のあるコンテナ貨物については浸水を回避するための高い場所等の安全な場所に配置するなどの対策を検討する必要がある。

(3) 荷役車両の浸水対策

高潮によりシャーシやトラクターヘッド等の荷役に必要な車両が浸水し、故障したことを受け、トレーラ(シャーシ)やフォークリフト等の荷役車両の浸水が想定される場合、高潮浸水の発生前に浸水のリスクが低い箇所への退避を検討する必要がある。また、退避場所までの移動時間等を踏まえた上で、台風接近時の作業開始時間を事前に決めておく必要がある。

(4) ターミナルの停電対策

台風により送電線の切断等により、港湾のターミナルにおいても停電のリスクがある。停電により、ガントリークレーンやフェリー荷役のための可動橋等が機能せず、被災地支援や経済活動に支障をきたす恐れがある。

北海道胆振東部地震にともなう北海道全域での停電により北海道外への空路・鉄道の移動手段が寸断されたが、苫小牧港のフェリーターミナルに非常用電源が設置されていたため、地震発生当日から本州の自衛隊等が当該ターミナルを活用して被災地支援を行うことができた。

フェリーターミナルの停電対策としては、車両等の

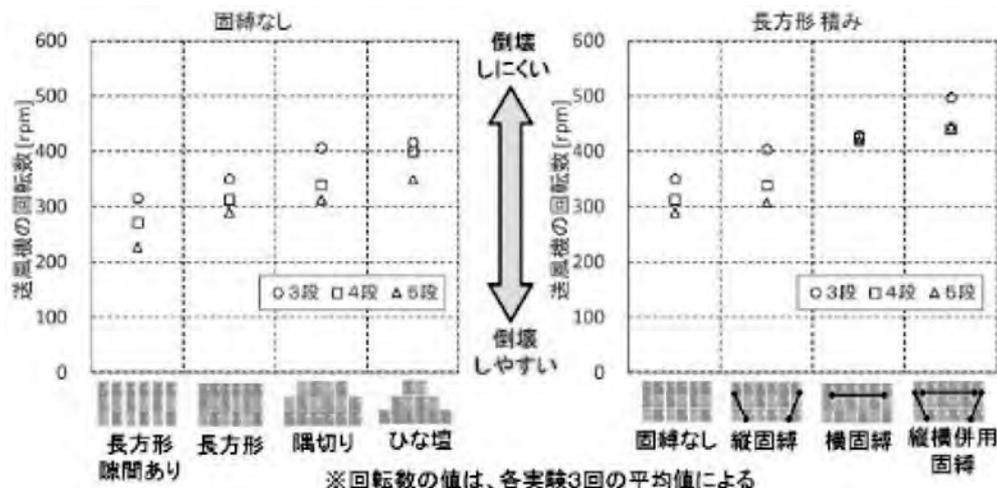


図-2 コンテナ風洞実験の結果

荷役のための可動橋の電源を最低限確保する方法がある。停電時に職員によるチケットの販売や貨物の受付等を行うこととなるため、マニュアルの作成や訓練の実施が必要となる。ただし、フェリーの運航頻度や輸送規模によっては、ターミナルビルの電源確保が必要となる場合がある。

コンテナターミナルの停電対策は、ターミナル周辺の停電による影響を考慮しつつ、停電時に確保すべき機能を十分に検討した上で、非常用電源の規模を検討する必要がある。また、高潮等による浸水リスクがある場合には、電気設備の浸水対策を参照して非常用電源の浸水対策も検討する必要がある。

なお、対策の実施前や何らかの理由により対策が行えない場合は、非常時には港内の他のターミナルや他港への円滑なシフトが可能となるようあらかじめ必要な手順等について、関係者による検討が必要になる。

5. フェーズ別高潮・暴風対応計画

今般の台風第21号等の教訓を踏まえ、コンテナの固縛といった倒壊対策等、事前防災行動の確実な実施の重要性が改めて認識された。今回の台風第21号では、従来整理していた「フェーズ別高潮対応計画」における高潮注意報（フェーズ3）と暴風警報（フェーズ4）が同時に発表されるケースが発生したことを受け、フェーズの見直しを行い、以下3つのフェーズに分け、事前防災行動をまとめた「フェーズ別高潮・暴風対応計画」について台風第21号時の事前防災行動の検証を踏まえ、台風の規模に応じた防護の目標を設定する等の内容の充実化を図った（表—1）。

- ①フェーズ1：準備・実施段階
 - ・週間天気予報（毎日11時、17時）や定時の天気

予報（毎日5時、11時、17時）に合わせて、気象庁から翌日から5日先までの「警報級の可能性」が発表された段階

- ・このフェーズで事前対策を準備・実施することを基本とする。
- ②フェーズ2：状況確認段階
 - ・強風注意報が発表された段階
 - ・このフェーズで対策の実施状況を確認することを基本とする。
- ③フェーズ3：行動完了段階
 - ・暴風・高潮に関する警報が発表された段階
 - ・このフェーズで防災行動が完了したことを確認することを基本とする。

フェーズ1において、保有船への対策準備として、船舶の係留強化（係船ロープの増設等）や避難することとし、注意報が発表されたフェーズ2において、巡視等により対策状況を確認することとしている。続いて、保安庁より、第一体制が発令されたら、退避予定場所への退避準備を行い、第二体制が発令されたら、退避の指示を行う。最後に、フェーズ3において、対策及び退避が完了されたことを確認し、作業者の安全確保を実施することを検討している。

昨年の台風第24号は、台風上陸前には伊勢湾台風級の高潮が想定されるレベルと言われており、各港湾において、台風第21号と同様の被害が発生しないように事前対策が実施された。直轄作業船を退避させた事例として、神戸港直轄工事で使用した起重機船（150t吊）は、台風上陸1日前の夕方に、作業終了後に現場よりも更に湾奥の係船可能場所に退避させ、起重機船前後にアンカーを沖側に投錨し、岸壁と起重機船との距離を確保したり、アンカーに加え、スパットも下ろして係留したりするなど、係留の強化を図った。

表—1 フェーズ別高潮・暴風対応計画のイメージ

防災情報	フェーズ	基本的な防災行動	
		情報収集・体制	対策・関係者対応
警報級の現象が予想される台風の発生	フェーズ1 準備・実施段階	情報収集 災害時の体制準備	事前対策の準備 注意喚起
強風注意報、 高潮注意報	フェーズ2 状況確認段階	関係者への情報提供 避難準備、体制確認 夜間に警報級が予想されている場合には防災行動を繰り上げ	状況確認
暴風警報、 高潮警報 or 暴風特別警報、 高潮特別警報	フェーズ3 行動完了段階	従業員等の避難 暴風が吹き始めると対策や避難が困難となることから、暴風警報が発表されてから暴風が吹き始めるまでの間（概ね3～6時間以内）に防災行動を完了させる	対策完了の確認
	台風接近時		モニタリング
警報解除・体制解除	台風通過後	出動要請、派遣	点検

ただし、台風最接近の1日前に警報級の可能性が発表されるという場合や夜間に高潮警報等が発表される場合もあることから、防災行動の実施主体は、防災情報のみにより各フェーズを開始するのではなく、防災行動に重要な時間を考慮し、気象状況等により柔軟に行動を開始する必要がある。

6. おわりに

国土交通省港湾局では、ガイドラインを踏まえ、「防災・減災、国土強靱化のための3か年緊急対策」の港湾における対策を実施するとともに、港湾関係者の安

全を確保するため、連携による防災・減災に向けた取組が推進されるようガイドラインの周知等に取り組んでいく。

JCMA

【筆者紹介】

森田 祐輝 (もりた ゆうき)
国土交通省
港湾局 海岸・防災課
港湾物流維持係長

