

# 港湾における高潮・高波被害軽減のための 土のう設置事例集

～港湾 BCP 直前予防対策 参考資料～

令和 2 年 9 月

国土交通省 港湾局

# 目次

|   |    |
|---|----|
| 1. はじめに.....                              | 1  |
| 2. 本事例集で紹介する事例.....                       | 2  |
| 事例1：和歌山下津港の事例（平成30年台風第21号及び第24号への対応）..... | 2  |
| 事例2：横浜港の事例（令和元年台風第15号及び台風第19号への対応）.....   | 3  |
| 3. 台風の直前予防対策として土のうを設置する際のポイント.....        | 4  |
| (1) 手順.....                               | 4  |
| (2) 土のうの製作及び運搬.....                       | 5  |
| ① 土のう袋.....                               | 5  |
| ② 中詰材.....                                | 5  |
| ③ 製作.....                                 | 6  |
| ④ 運搬.....                                 | 6  |
| (3) 土のうの設置.....                           | 7  |
| ① 平面配置.....                               | 7  |
| ② 積み方.....                                | 9  |
| ③ 結束等.....                                | 9  |
| ④ 設置工事.....                               | 10 |
| 4. 台風の直前予防対策を円滑に進める上での留意事項.....           | 11 |
| (1) 直前予防対策の体制構築.....                      | 11 |
| (2) 資材の確保.....                            | 11 |
| (3) 事業所や住民等との連携.....                      | 11 |

## 1. はじめに

平成30年台風第21号、令和元年台風第15号（房総半島台風）や第19号（東日本台風）など、近年、高潮・高波による護岸等の損壊や、これに伴う背後地の浸水、また堤外地の上屋や電源設備の浸水など、港湾機能に甚大な影響を及ぼす台風被害が相次いでおり、施設の応急復旧や浸水被害の被害軽減を目的として土のうを使用する機会が増加している。

本年5月に公表した「港湾の事業継続計画策定ガイドライン（改訂版）」でも、台風対策を念頭において、新たに「直前予防対策」という概念を導入し、その具体策として、脆弱箇所に対する土のうの設置を例示している。

土のうは、河川堤防の応急復旧や家屋・地下街の浸水防止を目的として広く使用されているが、港湾において土のうを設置する場合、波力や越波への対策が必要であり、台風で被災した港湾の現場では、様々な工夫を凝らして対応している。しかし、このような経験が少ない港湾も存在しており、港湾での土のう設置に関するノウハウの共有が求められている。

このような背景を踏まえ、令和2年5月に公表した「港湾等に来襲する想定を超えた高潮・高波・暴風対策検討委員会 最終とりまとめ」では、土のう設置について具体的な優良事例を元にマニュアル等を整備するなど知見の共有化を図ることとされた。

これを受け、今般、横浜港港湾管理者である横浜市及び和歌山下津港港湾管理者である和歌山県のご協力をいただき、台風の直前予防対策として一定の効果が得られた土のうの設置事例を事例集としてとりまとめた。

本事例集が、台風の直前予防対策の参考資料として、港湾での高潮・高波被害の軽減に貢献することを期待する。

## 2. 本事例集で紹介する事例

### 事例1：和歌山下津港の事例（平成30年台風第21号及び第24号への対応）

平成30年9月4日、和歌山下津港沖を通過した台風第21号に伴う高波で、和歌山下津港雑賀崎地区の護岸のパラペットが5箇所延132mにわたり倒壊し、越波により背後の工業団地に浸水被害が発生した。

このため、港湾管理者である和歌山県が、9月11日からパラペット倒壊箇所に土のう600個を設置する応急復旧に着手し、9月17日に完成した。

しかし、マリアナ諸島近海で9月21日に発生した台風24号が和歌山に接近する予報が発表されたことから、9月26日～28日の3日間で、第1防護ラインとなる応急復旧箇所の更に陸側に土のう709個を設置し、第2防護ラインを構築した。この結果、9月30日の台風第24号最接近の際には、応急復旧箇所に設置した土のうの一部が飛散したものの、背後の浸水被害は回避された。



図1 和歌山下津港での土のうの設置状況

## 事例2：横浜港の事例（令和元年台風第15号及び台風第19号への対応）

令和元年9月9日、東京湾を通過した台風第15号（房総半島台風）に伴う高波で、横浜港金沢地区の護岸のパラペットが約830mにわたり倒壊し、越波により背後の工業団地に浸水被害が発生した。

このため、港湾管理者である横浜市は、9月11日から応急復旧としてパラペット倒壊箇所に土のう約4,500個を製作・設置する応急復旧に着手し、9月27日に設置を完了した。

しかし、南鳥島近海で10月6日に発生した台風第19号（東日本台風）が東京湾に接近しつつあったことから、10月10日・11日の2日間で、第1防護ラインとなる応急復旧箇所の更に陸側に土のう約1,700個を設置し第2防護ラインを構築した。

この結果、10月12日に台風第19号が最接近した際には、応急復旧としてパラペット倒壊箇所に設置した土のうの一部が飛散したものの、第2防護ラインで浸水を防止することに成功した。



図2 横浜港での土のう設置状況



### 3. 台風の直前予防対策として土のうを設置する際のポイント

#### (1) 手順

台風の直前予防対策として、土のうの設置を検討する場合は、図3に示す手順が基本になる。

台風接近時に気象庁が発表する台風の進路や勢力に関する予報等について情報収集を行い、脆弱箇所の状況に鑑みて、土のう設置が必要と判断される場合、業界団体（施工業者）への工事要請・契約や資機材・要員等の調達可否の確認、土のう設置計画の策定、設置工事の実施という一連の対応を極めて短時間で講じる必要がある。

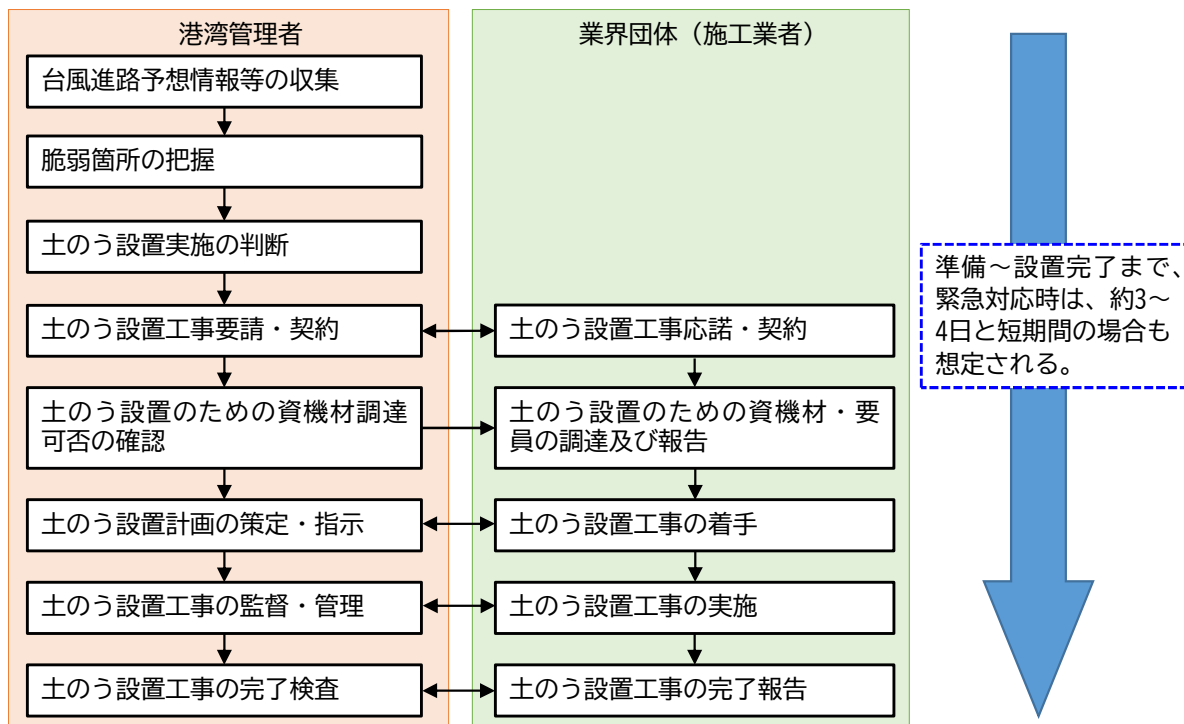


図3 土のう設置の手順

## (2) 土のうの製作及び運搬

### ① 土のう袋

応急復旧箇所やその背後に設置する土のうは、本復旧が完了するまで現地で防護ラインとして機能することが求められる。このため、一定期間機能が保持できるよう、耐候性を有する土のう袋（以下、耐候性土のう袋）を使用することが望ましい。ただし、台風の前予防対策のように準備期間が限られ、まとまった数量の調達が困難な場合は、調達が容易な一般のフレキシブル・コンテナバッグの使用も考えられる。

事例2では、当初、一般のフレキシブル・コンテナバッグを使用した。その後、これを耐候性土のう袋に詰め替える作業を実施している。（第1防護ラインは、中身を土砂から碎石に入れ替え、第2防護ラインは袋ごと覆って詰め替え作業を行った。）

なお、事例1及び事例2では、施工効率を上げるため1トン単位の大型土のう袋を使用した。



図4 土のう袋（横浜港の例）（左：フレキシブル・コンテナバッグ／右：耐候性土のう袋）

### ② 中詰材

波力が作用した際に土のうの変形を防止するため、中詰材には内部摩擦角による抵抗力が期待できる碎石を用いることが望ましい。しかし、台風の前予防対策のように準備期間が限られ、まとまった数量の調達が困難な場合は、事例1及び事例2のように、土砂を中詰材として使用する対応が考えられる。なお、事例2では、後日、中詰材を土砂から碎石に入れ替え、防護ラインの強化を図っている。

### ③ 製作

土のう製作は、広い作業ヤードで複数のパーティーにより、効率良く実施することが望ましい。事例1及び事例2では、土のう中詰材充填用の専用機材を手配して作業の効率化を図っている。

土のう製作に必要な重機・要員の目安は1パーティーあたり以下のとおりである。

- ・ 重機：バックホウ（地面上に置かれた土のう袋に中詰材を充填することから、パワーショベルより使い勝手が良い）
- ・ 要員：重機のオペレータ 1人
- ・ 中詰の補助要員 3人（安全確認要員1人を含む）

※複数のパーティーが同時に作業する場合には、交通誘導等の警備員が必要になる。



図5 土のうの製作状況（横浜港の例）（右：中詰材充填／左：充填で使用した機材）

### ④ 運搬

土のうの製作場所と設置場所が離れている場合、ダンプでの運搬が必要だが、土のう袋を満杯にした場合、土のうの断面が円形となり積載効率が低下することに留意する必要がある。事例2では、中詰材の充填量を7割程度に抑え、時間当たりの製作個数の増大と運搬の効率化を図っている。なお、中詰材の充填量を7割程度とした場合、10tダンプ1台に、約8袋が積載可能となる。



図6 10tダンプでの土のう運搬（横浜港の例）

（左：製作現場での積込み作業：中：積込み作業に使用した敷鉄板、右：運搬）



### (3) 土のうの設置

#### ① 平面配置

土のうを、高潮・高波による浸水の防止を目的として護岸や岸壁の直背後に設置する場合、波力による土のうの飛散や、高さ不足による越波に注意する必要がある。特に、損壊箇所の応急復旧として土のうを設置する場合、この箇所に高波に対する防護効果を期待することは危険である。

このため、土のうによる防護ラインを多重に配置し、浸水防止効果の確実性を向上させることが重要である。事例1及び事例2では、護岸のパラペット倒壊部に土のうを設置して、これを第1防護ラインとし、そこから一定の距離をおいて波の影響が及ばない位置に、土のうで第2防護ラインを構築している。この結果、第1防護ラインを構成する土のうの一部が飛散して、海水が流入したものの、第2防護ラインによって、背後地の浸水や土砂流入を防止することに成功している。



図7 和歌山下津港での土のう配置例及びその効果



図8 横浜港での土のう配置例及びその効果

## ② 積み方

第1防護ラインを構成する土のうは、波力や越波を考慮して一定の強度と高さを確保するため、2～3段積みでかつ2列以上の設置が望まれる。

なお、土のうの設置にあたっては、別途、内的安定として袋体の圧縮耐力、外的安定として滑動、転倒、支持力、また、防護ラインを含む全体安定性を照査することが必要である。

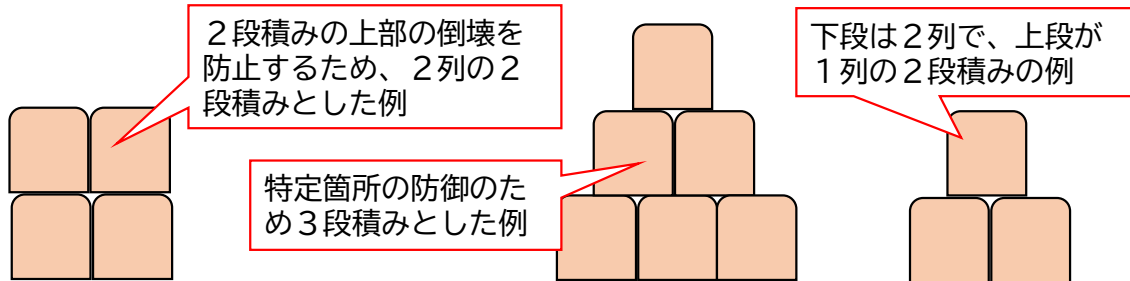


図9 土のうの設置断面例

※ 事例1及び事例2とも、第2防護ラインに設置した土のうについては、浸水予防が主目的であることから、1段1列又は1段2列の設置となっている。

## ③ 結束等

土のうの設置にあたっては、個々の土のうの流出や倒壊を防止するために、ロープやネットで結束することが望まれる。また、事例2では第2防護ラインを構成する土のうを道路のガードレールに沿って設置するなど、波力に対して抵抗力を高める工夫をしている。

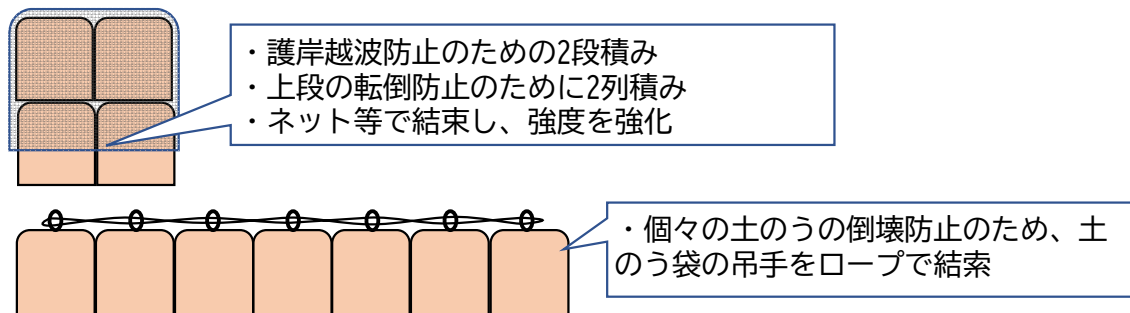


図10 土のうの結束例



図11 土のうの結束等（左：結束作業／右：ガードレール沿いに設置した土のう）



#### ④ 設置工事

土のうの設置工事は、短期間での対応が求められるが、周辺の交通状況にも配慮しながら、安全を最優先で施工することが重要である。

土のう設置に必要な重機・要員の目安は1パーティーあたり以下のとおりである。

- ・重機＝バックホウ、パワーショベル
- ・要員＝重機のオペレータ 1人
- ・設置の補助要員 2人（安全確認要員1人を含む）

※ 上記以外に、設置現場の出入口等での運搬ダンプの誘導や安全確保のための警備員が複数人必要になる。



図 12 和歌山下津港での土のうの設置工事の状況



図 13 横浜港での土のうの設置工事の状況  
(上段：被災護岸応急復旧及び下段左／下段右：交通誘導員等)



## 4. 台風の直前予防対策を円滑に進める上での留意事項

### (1) 直前予防対策の体制構築

台風の直前予防対策は、極めて限られた時間での対応となることから、工事の実施体制を早期に整えるため、事前に港湾管理者と業界団体等が災害協定等を締結するなど、緊急的な工事に対応できるルールを構築しておくことが望まれる。

また、施設が被災した場合、被害状況の迅速な把握や応急復旧が求められることから、施工業者のみならず、測量・調査業者等を含めた包括的な協定を締結することが望ましい。

### (2) 資材の確保

土のう設置に必要な土のう袋や中詰材としての砕石等を迅速に確保することが求められる。事例 1 及び事例 2 では、土のう袋を 1,000 袋単位で必要とした。このような場合に備え、港湾管理者は、土のう袋、結束用具等を一定量備蓄しておくことが望ましい。

また、中詰材として使用する砕石や土砂については、その都度の調達せざるを得ないことから、流通在庫を迅速に把握する方法を港湾 BCP 等に明記しておくことが望ましい。

### (3) 事業所や住民等との連携

浸水の恐れのある地域で、立地する事業所や住民等が土のうを用いて自らの敷地を防護することを希望する場合には、港湾管理者等が土のうを貸与するなど、行政と民間が連携して被害を最小限に抑制する取組を行うことが望ましい。