

大規模台風の高潮・高波に起因する志布志港内の存置物流出と防波堤被害の検討

山本 隆信*・高山 知司**・光行 忠司***・松岡 英雄****

* (一財) 沿岸技術研究センター 調査部 主任研究員

** (一財) 沿岸技術研究センター 参与

*** 国土交通省 九州地方整備局 志布志港湾事務所 工務課 沿岸防災対策官

**** 国土交通省 九州地方整備局 志布志港湾事務所 工務課 沿岸防災調査官

志布志港は台風の常襲地帯にあるため、今後想定される大規模な台風に対しても被害を最小限に防ぎ、港湾機能や経済活動を保持することが重要となる。そのためには、台風に伴う高潮や高波に対して外郭施設の安全性確保と港内存置物等の流出を防止する必要がある。

本稿では、志布志港を対象にして、襲来する可能性の高い最大規模台風を想定するとともに、その台風に伴う高潮や高波のシミュレーションを行った。現地踏査やシミュレーション結果からコンテナや木材などの浸水、流出の被害について検討するとともに、既設防波堤の安定性について調べ、必要な場合にはその補強対策について検討している。

キーワード：台風、高潮、シミュレーション計算、浸水

1. はじめに

志布志港では、平成 16 年及び平成 17 年に台風に伴う高潮や高波によって防波堤の被災(写真-1)が発生している。平成 16 年の台風 16 号では、志布志港の NOWPHAS での観測値で波高 $H_{1/3}=9.03\text{m}$ (それまでの既往最大 8.30m) を記録し、さらに平成 19 年の台風 0704 号では平成 16 年の既往最大値を上回る波高 $H_{1/3}=10.30\text{m}$ を記録した。

このように、近年、志布志港に襲来する波浪は大きくなってきており、高波・高潮及び防波堤被災に伴う港湾施設や港湾貨物の流出被害等が懸念されている。

また、志布志港近海の海水温の変化をみると、過去 3 年の九州南岸の海水温は、7 月から 9 月にかけて高い状態にあり、これが台風の発達に大きく寄与することが懸念され、将来的な地球温暖化の影響もふまえると、台風の激化に伴って高波浪や高潮が増大することが考えられる。

本稿は、志布志港を対象にして、襲来する最大規模の台風を想定し、その台風に伴う高潮と高波のシミュレーションを行った。シミュレーション結果を基に、港内存置物の浸水、流出の被害について検討するとともに、既設防波堤の安定性とその対策についても検討した。

2. 港内存置物の流出被害想定

2.1 港内存置物の現況把握

港湾貨物及び臨海部に駐車する車両配置などの現状把握のため、志布志港の港湾統計資料等の公共施設及び民有施設における港湾貨物等の存置状況に係る資料(存置範囲、取扱量)を収集・整理した。

また、港湾貨物の存置状況の確認のため、現地調査を実施した。現地調査及び衛星写真による確認のもとに各地区の港湾貨物等の存置状況を整理した。収集資料及び現地調査結果による各地区の状況の整理結果を



写真-1 台風に伴う高波・高潮による防波堤の被災状況
(左：台風 0416 号による防波堤被災，右：台風 0514 号による防波堤被災)

図-1 に示す。



図-1 港湾貨物等の存置範囲

2.2 台風の想定

(1) 台風経路の検討

高潮シミュレーションを実施する台風コースは、志布志港に実際に襲来し、高潮をもたらした3台風(台風0416号、台風0514号、台風0704号)をベースとし、これらの台風経路を東西方向に平行に移動させ予備計算を行い、影響が最も大きい経路を選定した。

(2) 台風規模の検討

本検討における台風規模としては、わが国で最大の高潮を発生させた伊勢湾台風を想定台風とした。そして、想定台風の中心気圧は、同じ緯度での伊勢湾台風の中心気圧を採用した。つまり、台風上陸時の中心気圧は、志布志港と同緯度の伊勢湾台風の値(北緯31.5°、925hPa)を採用した。

(3) 台風半径の検討

台風半径については、志布志港において最大級の高潮・高波が発生するように、半径60kmから280kmの間で変化させ行計算を行い、台風半径(最大風速半径)の微調整を行った。

(4) 想定台風

上記検討より、志布志港に与える影響が最も大きくなる台風として、以下の台風条件を、シミュレーション検討における想定台風とした。

- ・ 台風経路：台風0514号コースより0.5°東へ平行移動
- ・ 台風規模：伊勢湾台風
(同緯度の中心気圧をあてはめる)
- ・ 台風半径：220km

2.3 流出被害の検討手法

(1) 浸水計算手法

高潮シミュレーションは、浅水長波理論(非線形長波理論)に基づくもので、連続式と運動方程式を差分化し、時間発展的に水位と流量を追跡する計算方法とした。なお、志布志港のように高波浪が支配的な外力

となる港湾では、Wave setupの効果が潮位偏差の上昇に大きく寄与すると考えられたため、高潮シミュレーションではWave setupの効果を考慮した。

波浪シミュレーションは、港湾局の設計沖波算定調査で一般的に用いられている第三世代波浪推算法WAMを用いた。

(2) 存置物の流出判定

各存置貨物については以下に示す流出条件を採用した。

a) コンテナの流出条件

既往調査事例から表-1に示す水位となる場合に流出するとした。

表-1 コンテナの流出条件

段積数	空コンテナ (20ft)	実入りコンテナ (20ft)
平積み	0.2m以上	1.2m以上
2段積み	0.4m以上	2.5m以上
3段積み	0.6m以上	3.7m以上
4段積み	0.8m以上	5.0m以上

出典：「大規模地震津波対策検討調査

(平成16年3月、国土技術政策総合研究所)」

b) 木材の流出条件

木材が位置する場所の浸水深が木材の直径(30cmと設定)以上となる場合に流出するとした。

c) 一般車両の流出条件

経験的事例による自動車が浮かびだす水位(喫水50cm)を流出条件とした。

2.4 流出被害の想定結果

図-2は、高潮浸水による港湾地区内の存置貨物の流出発生の有無に関して、判定結果を整理したものである。ただし、高潮の浸水計算では防波堤等の港湾施設は被災しないという条件で行っている。判定は、空コンテナ、実入りコンテナ、車両、木材について実施した。空コンテナについては、積み段数によって流出の限界水深が異なることから、流出が懸念される2段積みについて判定結果を記載した(平積みについては、2段積み以上に流出することになる)。

空コンテナは、平積みおよび2段積みの場合は多くのコンテナヤードで流出する結果となった。しかし、図には記載していないが、3段積みの場合は流出はわずかであり、4段積みの場合は流出は発生しない結果となった。コンテナが実入りの場合では、平積みの場合においても流出の危険性は無い。車両については、若浜地区にて一部の車両の流出が懸念されるほかは、流出は発生しない。木材については、各地区の中で最も浸水深が大きい外港地区に存置されているものは、大半が流出すると考えられる。しかし、若浜地区に存置されている木材については流出しない結果となった。

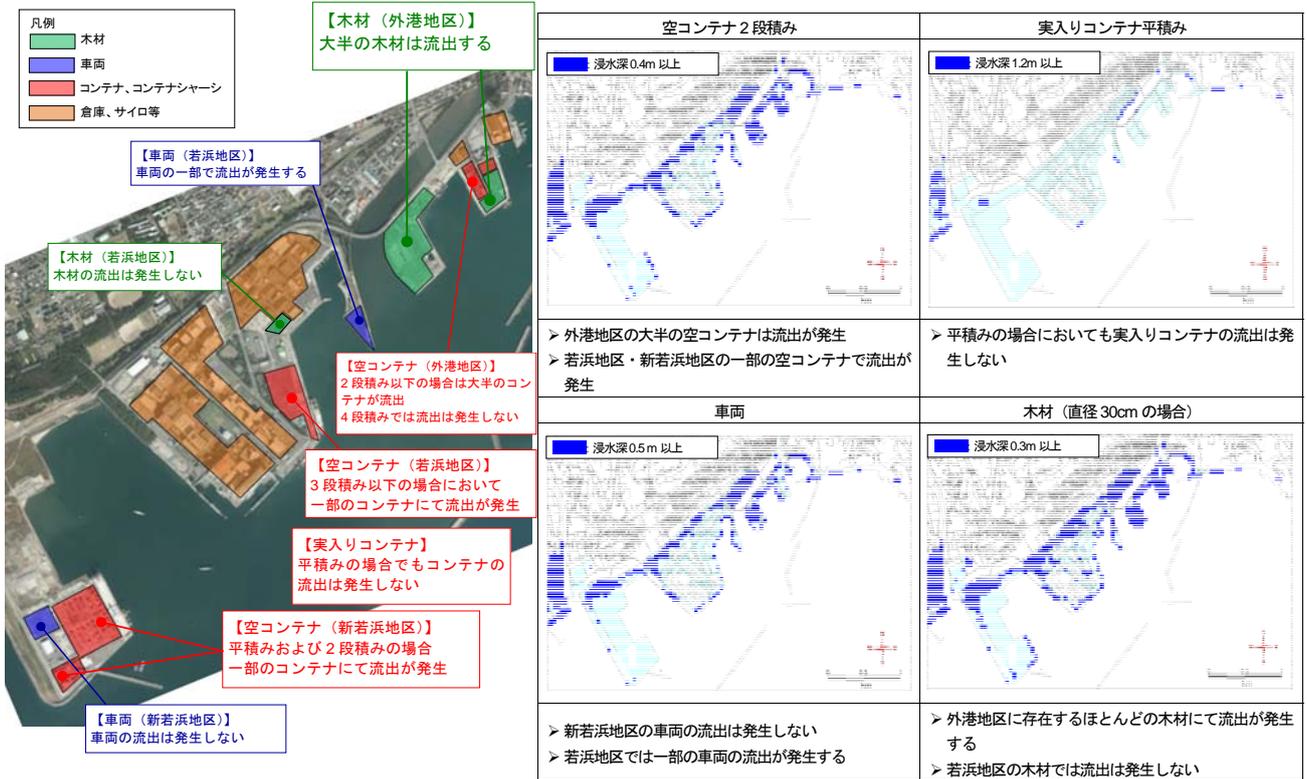


図-2 存置物の流出判定結果

3. 既設防波堤の被害想定

3.1 防波堤前面の外力条件の算定

高潮・高波が同時に作用するときの防波堤の安定性の評価では、想定台風によって発生する最大潮位偏差のときに最大波浪が作用すると仮定した。また、既設防波堤前面での波高は、砕波による波高変化を考慮する必要がある。そのため、砕波後の波高については、港湾基準に準拠し、砕波波高の略算式によって求めた。

防波堤前面の水深が高潮によって 1.5m 程度増大すると、有義波高及び最高波高は 2.5m 程度増大した。

3.2 既設防波堤の被害想定

既設防波堤の検討は、代表区間として II 工区、VII-5 工区、VII-8 工区で行った。そのうち、VII-8 工区について図-3 に断面図を示す。

(1) 消波工の安定性

消波ブロックの必要重量は、一般化されたハドソン式により算出した。表-2 に、代表区間の既設消波

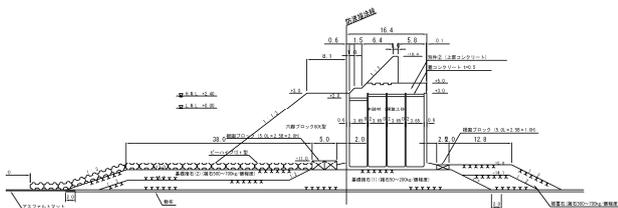


図-3 代表断面図 (VII-8 工区)

ブロック形状と必要重量について示す。

想定した台風が襲来した場合、各区間における消波ブロックの必要重量は 110 t 以上となり、既存の重量では不足する結果となった。

表-2 既設消波ブロック形状と必要重量

	既設消波ブロック		必要重量 (t)	判定
	K_D 値	t 型		
II 工区	8.3	50 t	115.07	NG
VII-5 工区	8.3	64 t	178.88	NG
VII-8 工区	8.1	80 t	212.96	NG

(2) 既設防波堤の安定性

上記の消波ブロック安定性の結果を考慮し、消波工被災時の安定性について検討した。消波工の被災度から、消波ブロックの被害個数・被害面積を算出し、図-4 に示すように被災による波圧を増大させて検討を行った。

表-3 に安定性照査結果を示す。今回検討した代表区間については、滑動に関しては 3 区間とも 1.0 を下回る結果となった。また、転倒に関しては、VII-5

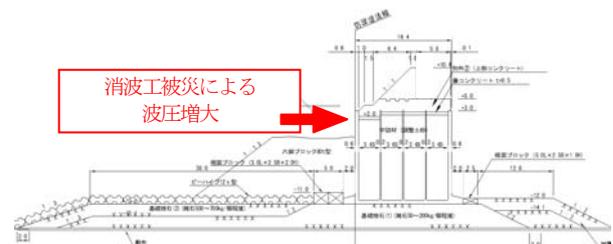


図-4 消波ブロック被災状況の想定

