

最新技術による港湾の浸水被害の評価と対策検討

沿岸・港湾事業部 沿岸解析部 大野 正博、杉浦 幸彦、伍井 稔、成毛 辰徳、花澤 広貴、沿岸・港湾事業部 港湾部 井上 憲

近年の災害の頻発化・激甚化を受け、2020年8月に交通政策審議会より答申があり、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・減災対策のあり方が提言されました。最新技術を導入して浸水被害の評価や対策案の検討をした事例を紹介します。

※本事例は、国土交通省関東地方整備局港湾空港部発注の委託業務のなかで実施した内容の一部です。

はじめに

近年、高潮、高波、暴風等の災害が頻発化・激甚化しています。これをふまえ、2020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」が答申されました。

港湾施設整備では、護岸や岸壁などの構造・規模を決める外力として設計波を用いますが、「令和元年房総半島台風」や「令和元年東日本台風」では、多数の港湾で高波による被害が生じました。頻発化・激甚化する台風による被害への対応として、最新の観測値や波浪推算モデルにより設計波を更新し、施設の耐波性能や浸水被害の評価に取り組むことになりました。

当社は、関東地方整備局管内の一部の港湾に対し、最新技術を適用して1)設計波を更新した施設の安定性照査、2)港湾の浸水被害の評価に取り組み、対策案の検討を行いました。

業務の課題

(1)設計波の更新

設計波の更新では、高精度な波浪推算が必須となります。対象港湾は、台風や低気圧によるうねり性の波浪※が卓越する海域に面しており(写真1)、高精度なうねり性の波浪の予測が必要です。しかし、従来の波浪推算モデルでは、うねり性の波浪について高精度な推算値が得られず、精度の向上が課題でした。

※うねり性の波浪：遠方で台風や低気圧により十分に発達した波。周期が比較的長い。



写真1 対象港湾に襲撃するうねり性の波浪(2021年台風16号による)

(2)港湾の浸水被害の評価

「令和元年房総半島台風」や「令和元年東日本台風」では、高波が護岸や岸壁を越えて流入する越波による埠頭の浸水が生じました。また、将来の気候変動により、浸水のリスクはさらに増大するものと考えられます。埠頭の浸水被害を評価するためには、海水による浸水の深さ(浸水深)を求める必要があります。

しかし、埠頭は平坦な埋立地であることが多く、越波により埠頭に流入した海水の挙動を予測することは困難です。また、流入した海水の一部が岸壁から海に流出することが、海水の挙動の予測をさらに複雑にしています。このようななかで、埠頭の浸水深を求めることが課題でした。

最新技術による浸水被害の評価

(1) Wave WatchⅢによる設計波の更新

うねり性の波浪の推算精度を向上させるため、アメリカ国立環境予測センター(NCEP)により開発された最新の波浪推算モデル(以下、Wave WatchⅢ)を導入しました。

導入に際し、精度検証した例を図1に示します。Wave WatchⅢは、従来の波浪推算モデルより推算値が観測値に近く、推算精度が高いことがわかります。

Wave WatchⅢを用いてうねり性の波浪の推算精度を向上させ、設計波を更新しました。また、港湾施設の安定性照査を実施しました(表1)。

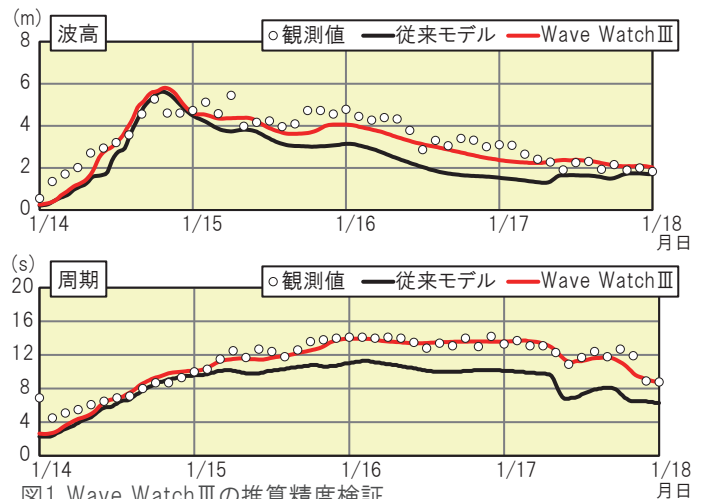


図1 Wave WatchⅢの推算精度検証

表1 防波堤の安定性照査結果例

検討項目		朔望平均満潮位(H.W.L.)	朔望平均干潮位(L.W.L.)
滑動	Om面(上部工継目)	1.281 > 1.000 NG	1.058 > 1.000 NG
	Om面(上部工)	0.874 ≤ 1.000 OK	0.728 ≤ 1.000 OK
	Om面(壁体底面)	1.358 > 1.000 NG	1.135 > 1.000 NG
転倒	Om面(上部工継目)	0.090 ≤ 1.000 OK	0.074 ≤ 1.000 OK
	Om面(上部工)	0.039 ≤ 1.000 OK	0.033 ≤ 1.000 OK
	Om面(壁体底面)	0.623 ≤ 1.000 OK	0.500 ≤ 1.000 OK
支持力	偏心傾斜荷重	1.003 > 1.000 NG	0.828 ≤ 1.000 OK

潮位条件: 現況

(2)高波氾濫解析モデルの導入

越波により埠頭に流入した海水が埠頭でどのような挙動を示すかを数値解析し、予測できる「高波氾濫解析モデル」を導入しました(図2)。このモデルは、岸壁からの海水の流出も考慮することができます。

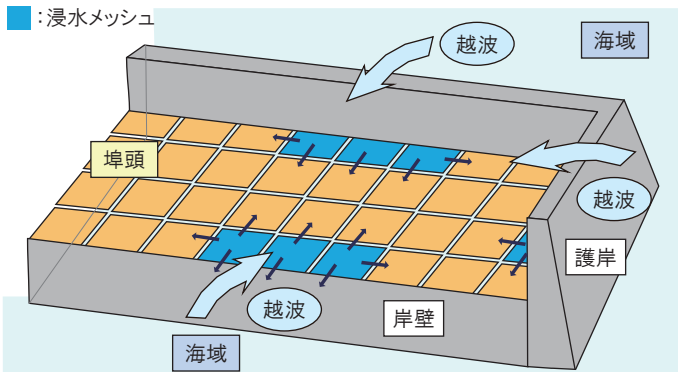


図2 高波氾濫解析モデルの概要

高波氾濫解析モデルにより、浸水深を求めた結果を図3に示します。求めた浸水深と、施設で被害が発生する「浸水深の閾値」を比較することにより、港湾の浸水被害を評価しました(表2)。この結果から、浸水対策の必要な施設を把握し、被害を想定することができます。

高波氾濫解析モデルでは、図3のように浸水深だけでなく、海水の挙動(流れる方向や速さ)も追跡することができます。これにより、海水の流入・流出箇所や、流速が速くなる箇所等も把握することができます。

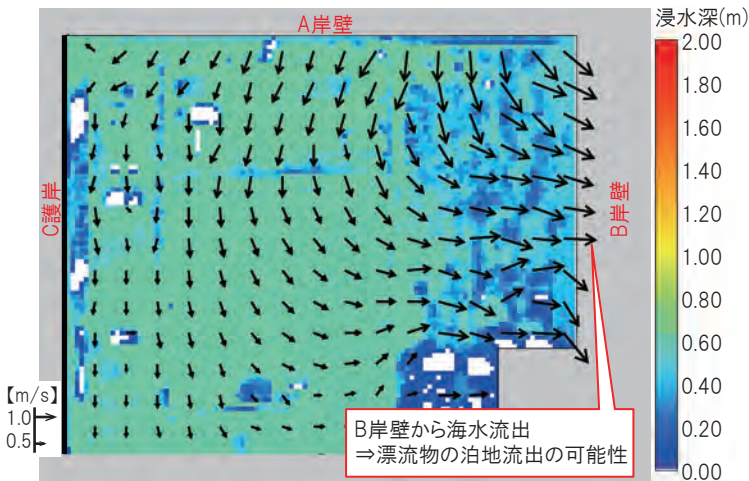


図3 浸水深と海水の挙動(波浪ピーク時)

表2 浸水被害の評価例

No.	施設名	浸水深の閾値(m)	浸水予測結果(浸水深(m))		被害の評価
			最大	平均	
1	A施設	0.7	0.53	0.45	被害なし
2	B施設	0.3	0.68	0.45	浸水被害あり
3	D施設	0.7	0.67	0.65	被害なし
4	E施設	0.1	0.52	0.38	浸水被害あり
5	K施設	0.5	0.62	0.39	一部被害あり

潮位条件: 現況、朔望平均満潮位+潮位偏差

図3では、浸水深が大きくなる箇所に加え、A岸壁から流入した海水が、埠頭内で方向を90°変えてB岸壁から流出している様子もわかります。このことは、埠頭に置かれているコンテナ等が漂流し、B岸壁から泊地(船舶が停泊する港湾内の水域)に流出する可能性があることを示唆しており、今後の浸水対策検討の一助になります。

対策案の検討

本業務で得られた知見、想定される被害等をもとに、対策案の方向性を検討しました。また対策の一例として、代表断面について対策断面図を作成し、概算費用を算出しました。

応急対策についても試験的に検討しました。図4に高波氾濫解析モデルにより、地盤から高さ1m(G.L.+1m)の「土のう」による応急対策をした場合の浸水状況を示します。実施に向けては計算条件の設定を詳細に検討する必要がありますが、応急対策が効果的であることを示唆する結果であると考えられます。

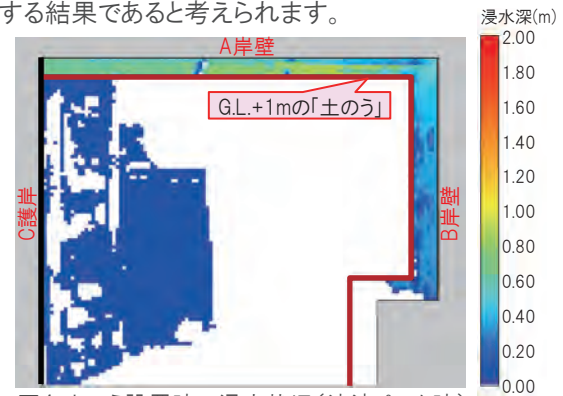


図4 土のう設置時の浸水状況(波浪ピーク時)

おわりに

本業務では、最新技術を導入して従来の課題を改善し、設計波を更新した安定性照査、港湾の浸水被害の評価、対策案の検討を行いました。

今後、気候変動の適応策では、ハード・ソフトを一体とした対策を戦略的かつ順応的に進め、災害リスク増大の抑制が図られると考えられます。本業務で導入した最新技術や得られた知見を活用し、災害リスク増大の抑制に貢献いたします。