

台風第19号による防波堤被災時の波浪特性について

安田 裕紀¹・田邊 貢一郎¹・杵原 友和¹・石田 道昭²・倉石 悠生²

¹伏木富山港湾事務所 工務課 (〒930-0856 富山県富山市牛島新町11-3)

²前 伏木富山港湾事務所 工務課 (〒930-0856 富山県富山市牛島新町11-3)

2019年10月12日から13日にかけて伊豆半島に上陸し関東地方を通過した台風第19号は、東日本から北日本の広範囲にかけて甚大な被害をもたらした。

伏木富山港においても、新湊地区西防波堤の先端部巻止め消波ブロックが飛散・消失する被害を受けた。

本報告は、今後の伏木富山港における港湾整備を進める上で重要となる、被災時の波浪特性について検証したものである。

キーワード 伏木富山港, 台風第19号, 高波浪, 防波堤

1. はじめに

伏木富山港は、日本海沿岸のほぼ中央部に位置し、その恵まれた地理的条件から、古くより日本海側の重要な港として栄えてきた。1986年には特定重要港湾（2011年より国際拠点港湾）に指定され、日本海側で有数の工業集積を誇る富山県（2015年度第2次産業従事者割合全国1位）はもとより背後近隣県を含め、県内外の社会経済の一翼を担っている。

2019年10月12日から13日にかけて伊豆半島に上陸し、関東地方を通過した台風第19号は、日本国内各地で記録的な大雨・暴風を観測した。富山県内においても北東寄りの風が非常に強く吹き荒れ、海上は大時化となり、伏木富山港新湊地区西防波堤の先端部巻止め消波ブロックが飛散、消失する被害を受けた。（図-1）（図-2）

西防波堤は、港内への波浪の侵入を防ぎ、伏木富山港新湊地区の航行・岸壁係留船舶の安全及び安定的な港湾荷役を確保するための重要な港湾施設である。西防波堤の再度災害防止の観点、並びに今後の伏木富山港における港湾整備を進める上で重要となる、被災時の波浪特性について検証を行った。

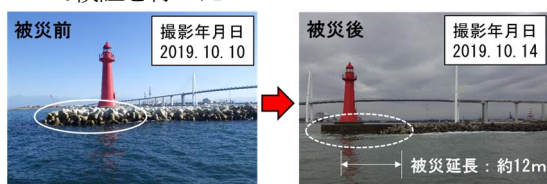


図-1 伏木富山港新湊地区西防波堤被災状況



図-2 伏木富山港新湊地区西防波堤被災箇所

2. 被災時の気象・海象条件

2019年10月12日から13日にかけて大型で強い勢力を維持しながら伊豆半島に上陸し、関東地方を通過した台風第19号の影響による風浪※1は非常に強く、波浪警報発令（注意報からの切替）から解除までの期間約1日半にわたり高波浪が続いた。（表-1）

表-1 台風第19号通過時の注意報・警報の推移
(富山地方気象台発表)

区域：射水市		種類			
年月日	時刻	注意報	警報	発表	備考
2019年10月11日	16:38	強風、波浪		発表	
	4:32	大雨、洪水、雷	暴風	発表、切替（強風注意報→暴風警報）	
	7:27	高潮		発表	
2019年10月12日	10:58		大雨、波浪	切替（大雨注意報→大雨警報）、切替（波浪注意報→波浪警報）	
	15:49		洪水	切替（洪水注意報→洪水警報）	
	23:20			解除（雷注意報）	
2019年10月13日	4:09	強風		解除（雷注意報）	
	10:36	大雨、洪水		切替（暴風警報→大雨注意報）、解除（高潮注意報）	
	16:32			切替（大雨警報→大雨注意報）、切替（洪水警報→洪水注意報）	
	19:11			解除（大雨注意報、洪水注意報）	
	22:51		波浪	切替（波浪警報→波浪注意報）	
2019年10月14日	16:37			解除（強風注意報）	
				解除（波浪注意報）	

また、今回の台風第19号通過に伴い、伏木（アメダス）では、12日19時に最大瞬間風速24.8m/s（北北東）を、12日12時40分には平均風速14.6m/s（北北東）を観測した。

有義波高については、波高計設置地点（伏木沖水深46.4m）において、12日20時に台風通過時の最大有義波高4.78m、有義波周期9.8secを観測し、西防波堤の設計で用いる波高計設置地点における有義波高4.65m（50年確率波高）、有義波周期12.0secを超える波浪が襲来した。

3. 伏木富山港の波浪特性

(1) 伏木富山港港湾施設の設計において諸元決定に用いている波浪（うねり性波浪）

伏木富山港が在する富山湾では、富山湾特有のうねり性波浪により、多くの高波浪被害が発生している。

（表-2）

うねり性波浪は、主に冬期において低気圧が日本海北部を発達しながら通過し日本の東海上に停滞すると、北海道の西海上で暴風が吹き、この風で風浪が発生する。この風浪はうねり※2として南へ伝わり、富山湾に高波浪が到達する。（図-3）

更に、富山湾では「あいがめ」と呼ばれる急峻な海底地形により、来襲した高波浪が浅瀬までせり上がり、勢いを保ったまま沿岸に打ち寄せる。（図-4）

2008年2月に発生したうねり性波浪により、伏木富山港の港湾施設は甚大な被害を受けた。（図-5）

近年の伏木富山港港湾施設の設計で用いる波浪諸元は、この被災を受けたうねり性波浪を基に施設設計を実施している。

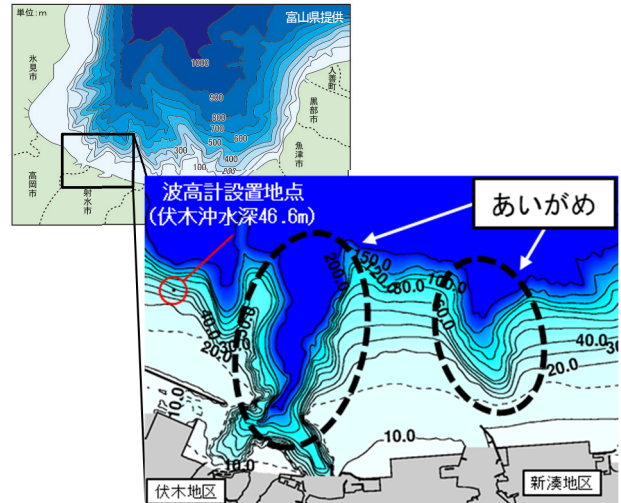


図-4 伏木富山港周辺海底地形図

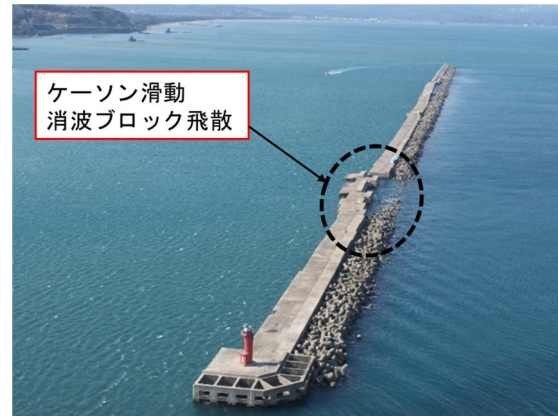


図-5 2008年2月発生うねり性波浪での被災状況
（伏木地区北防波堤）

表-2 過去に発生した主なうねり性波浪での被害
（富山地方気象台HP）

年月日	被害状況
1963年 1月 7日	負傷4名、家屋全半壊19棟、浸水247棟、護岸破壊
1970年 2月 1日	負傷18名、家屋半壊8棟、浸水197棟、護岸破壊
1972年 12月 2日	死者1名、負傷10名、家屋半壊9棟、浸水92棟
1979年 3月 31日	死者2名、行方不明2名
1991年 2月 17日	死者1名、負傷2名、浸水92棟、護岸破壊
2008年 2月 24日	死者2名、負傷16名、家屋全半壊57棟、浸水92棟

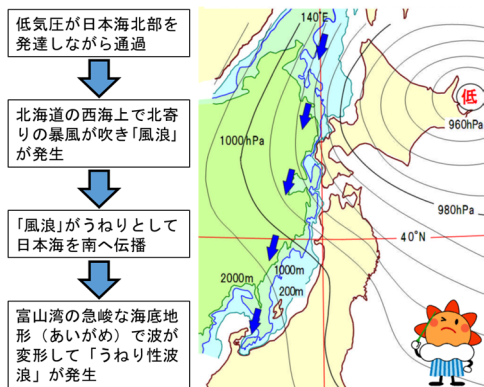


図-3 うねり性波浪発生時の天気図例と水深概略図
（富山地方気象台HP）

(2) 西防波堤被災時（台風19号）の波浪特性とうねり性波浪の比較

台風第19号通過時と2008年2月に発生したうねり性波浪発生時の天気図（最大有義波高出現時刻付近）と有義波高、有義波周期、波向、平均風速、風向の推移を比較した。

最大有義波高出現時における台風第19号での気圧配置は台風通過時に出現しているのに対し、うねり性波浪は日本の東海上で低気圧通過時（西海上で等圧線の間隔が狭い）に出現している。（図-6）（図-7）

また、台風第19号における平均風速と有義波高が一致傾向にあるのに対し、うねり性波浪は、風速のピークが早く、その数時間後に有義波高のピークが発生する。

また、台風第19号とうねり性波浪の有義波周期を比較すると、台風第19号が短周期であることから、台風第19号で発生した波浪は、富山湾周辺で発生した風浪であり、近年の伏木富山港港湾施設の設計で用いるうねり性波浪と異なる波浪諸元であることが判った。

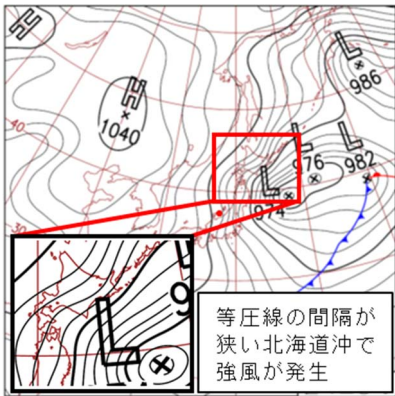


図-6 (1) うねり性波浪発生時天気図
(2008年2月24日9時)

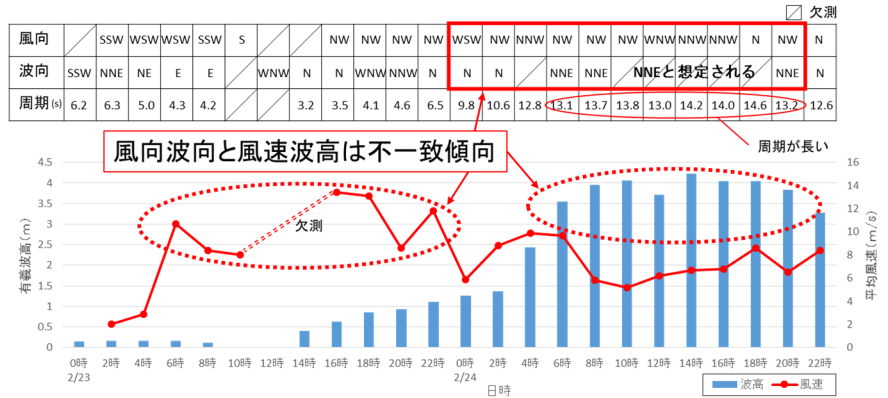


図-7 (1) うねり性波浪発生時 有義波高・風速関係図
(2008年2月23日0時～2月24日22時)

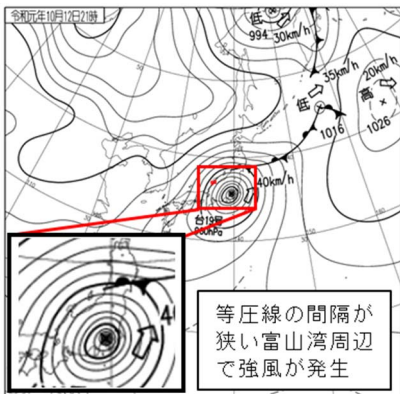


図-6 (2) 台風第19号通過時天気図
(2019年10月12日21時)

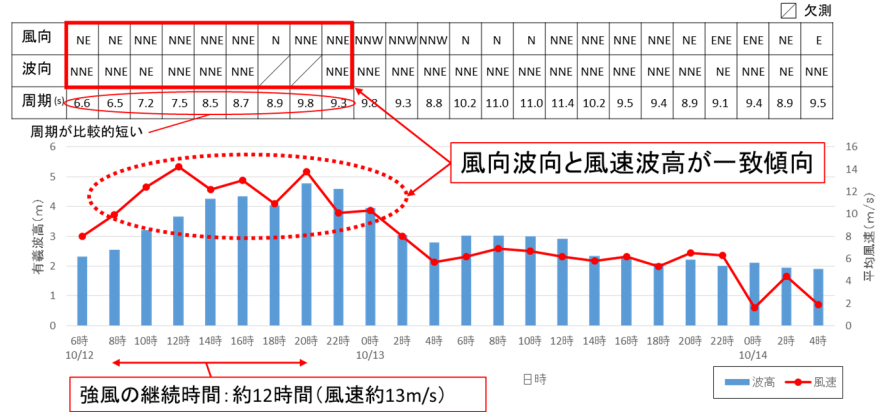


図-7 (2) 台風第19号通過時 有義波高・風速関係図
(2019年10月12日6時～10月14日4時)

また、このような風浪は、年最大有義波高の推移から、近年増加傾向にあることが分かる。出現要因としても、冬型の気圧配置より今回の被災波浪と同様に台風によるものが多くなっている。近年、台風が大型で強い勢力を保ったまま上陸し通過する頻度が増えていることに鑑み、伏木富山港の港湾構造物の設計を行う上で、台風により発生する風浪の影響を加味する必要がある。(図-8)

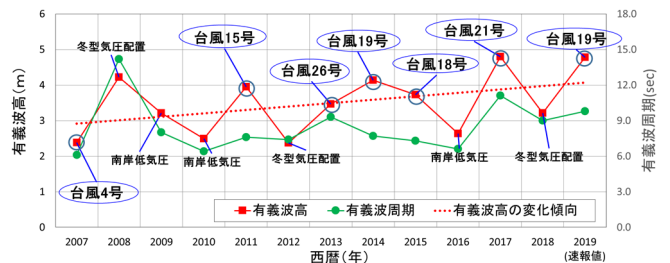


図-8 伏木富山港年最大有義波高推移 (伏木沖水深46.4m)

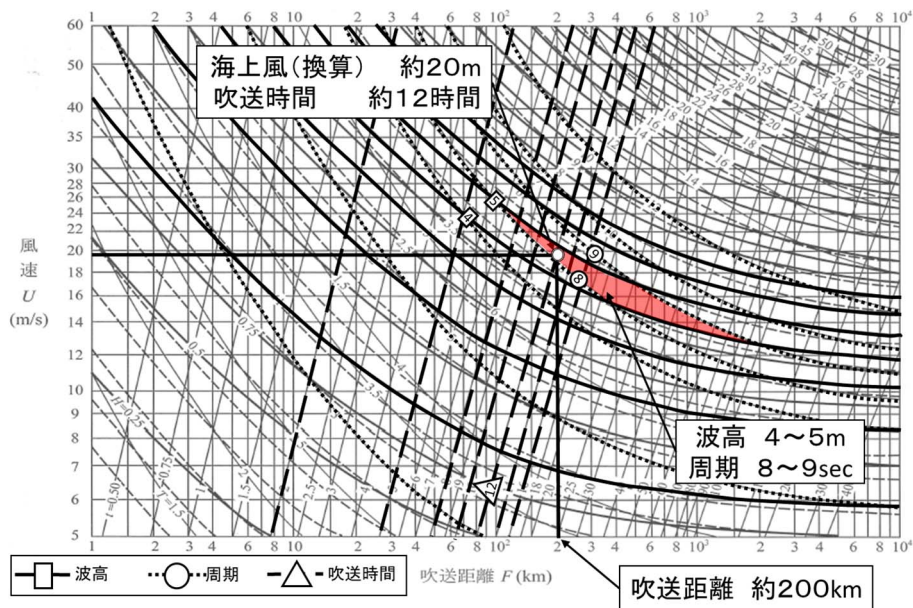


図-9 SMB法による波浪予知曲線

(3)西防波堤被災時(台風第19号)の波浪の推算

台風第19号被災時の波浪特性を簡易的に推算した。推算方法は、風向、風速、強風の継続時間で有義波高、有義波周期、風域(吹送距離)を算定するSMB法を用いた。(図-9)

海上風(陸上風約13mより換算)約20m、強風の継続時間約12時間(図-7(2))で読み取ると、波高4~5m、周期8~9secとなり、波高計設置地点の観測値(波高4.78m、周期9.8 sec)と同程度、且つ吹送距離も約200kmと富山湾周辺での風域によるものと推定された。

4. 西防波堤の復旧方針

台風によりうねり性波浪と似た北東からの高波浪が発生し、波浪観測地点において設計波浪を超える数値が観測された。それを踏まえて、被災波浪(波高計設置地点)に、「あいがめ」の影響を考慮した西防波堤設計波浪を波浪推算(ビジネスモデル)により算出し、消波ブロックの必要重量を算定した。(表-3)

現在、2019年度補正予算で直轄港湾災害復旧事業が採択され、算定した消波ブロックによる復旧工事を鋭意施工中である。

表-3 被災時波浪に対して安定性を確保できる消波ブロックの所要重量

区間	被災時波浪諸元(波高計地点)	被災時波浪諸元(堤前波高)	被災時波浪に対して安定性を確保できる消波ブロック質量(※テトラポッドとした場合)
堤幹部	波高: 4.78m 周期: 9.8sec	4.12m	6.78 t 以上
堤頭部		4.19m	10.70 t 以上

5. おわりに

従来、伏木富山港の港湾構造物への設計は「うねり性波浪」を用いて行っていた。しかし今回、台風第19号の影響による「風浪」での被災が確認されたことで、今後の設計に反映する必要がある。

近年、全国的にも台風による高潮、高波浪により護岸等が損傷・倒壊し、大規模な浸水被害が発生している。そのため、新潟港湾空港技術調査事務所において、2019年10月(台風第19号含む)までの気象擾乱を追加した設計波浪を更新し、各施設の照査を実施している。引き続き、伏木富山港の強靱化に努めていく所存である。

謝辞: 今回の被災の波浪特性を検証するにあたり、ご指導頂いた長岡技術科学大学犬飼准教授にこの場を借りてお礼申し上げる。

付録

- ※1 風浪: 海上で吹いている風によって生じる波。
- ※2 うねり: 風浪が風の吹かない領域まで進むなどして、風による発達が無くなった後に残される波。うねりは風浪よりも波長や周期が長いために水深の浅い海岸付近では海底の影響を受けて波が高くなりやすいという性質を持つ。(図-10)

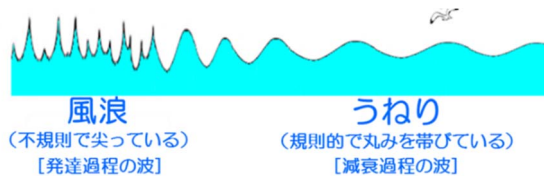


図-10 風浪とうねり(気象庁HP)