

平成20年2月日本海高波浪による佐渡島の 漁港被災メカニズムについて

High Waves Disaster Mechanism of Fishing Ports in Sado Island on February, 2008

片山裕之¹・大塚浩二²・高倉信幸³・水上秀樹⁴・佐藤昭人⁵・中泉昌光⁶

Hiroyuki KATAYAMA, Koji OTSUKA, Nobuyuki TAKAKURA, Hideki MIZUKAMI
Akito SATO and Masamitsu NAKAIZUMI

Several fishing ports in Sado Island, especially on its east part, were damaged extensively by high waves on February, 2008. This study investigates high waves disaster damage of fishing ports in Sado from conditions of the weather and numerical simulation by energy balance equation. As a results, it became clear that high and long period waves attacked from NNE with little sheltered area of capes, and impulsive wave pressure acted under the influence of submarine topography around damaged fishing ports. Moreover, it was suggested that cautions are required for a future high waves from NNE on some fishing ports designed by waves from N.

1. はじめに

平成20年2月23日から24日にかけて、強い冬型の低気圧により北日本から西日本にかけて日本海側に激しい高波浪が発生し、新潟県佐渡島の本土側に位置する鷲崎漁港、北小浦漁港および水津漁港では防波堤が相当延長にわたり被災した。直ちに災害原因を追及し、速やかに災害復旧を行うため、水産庁主催の「平成20年2月の日本海高波浪に関する技術検討委員会」が設置された。佐渡島の被災については泉宮ら(2008)、片山ら(2009)、中泉ら(2009)の報告があるが、佐渡島全域の波浪来襲特性に着目して被災原因を検討したものはない。

本研究は、当日の気象状況や数値計算により佐渡島の漁港被災の原因を追究し、災害復旧に資することを目的とした。また同時に、来襲波浪の波向特性について着目し、佐渡島広域の波浪来襲特性について検討した結果を報告するものである。

2. 漁港の被災状況

平成20年2月23日夜半から24日に発生した高波により、新潟県と富山県を中心に日本海沿岸14県において人的被害や家屋被害の他、30漁港、6漁港海岸、漁業用施設、共同利用施設、漁業集落環境施設、並びに漁船・漁具等が被災し、水産関係で267億円の被害報告があった。今回の高波浪による被害のほとんどは新潟県と富山県に

集中しており、全国の中でも新潟県は特に被害が多かった。なお、新潟県では9漁港、1漁港海岸、漁船266隻などに被害が発生し、水産関係の被害報告額は197億円と甚大であった。

図-1には新潟県内の主な被災漁港位置図を示した。県内で特に被害が大きかったのは佐渡島北部の鷲崎漁港、北小浦漁港および両津湾東端の水津漁港であった。3漁港の被災状況を写真-1に示した。各漁港とも、外郭施設である第一線の防波堤の相当延長で滑動被害が生じた。また同時に衝撃碎波力によるとみられるケーソンの損壊

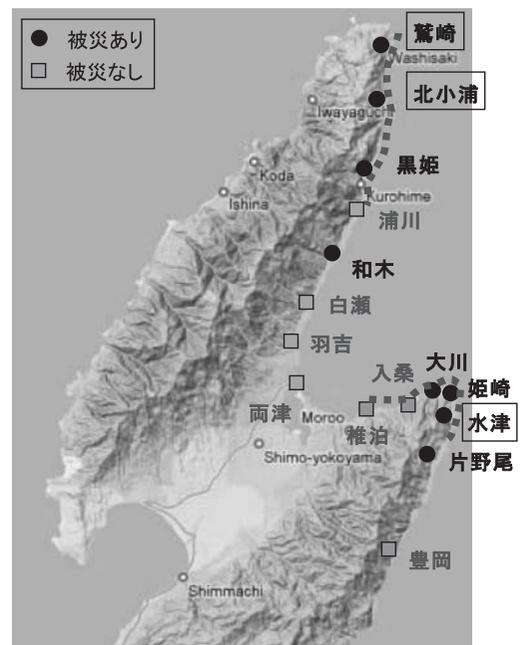
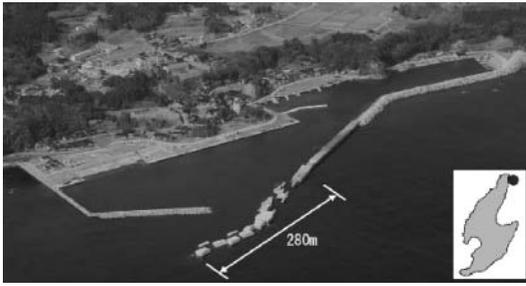
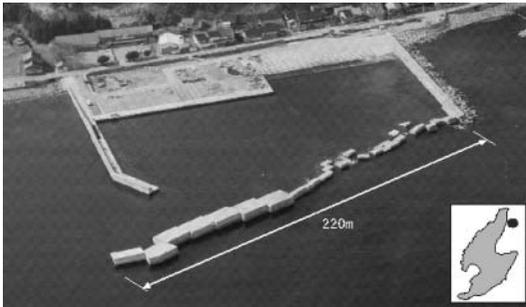


図-1 佐渡島の被災漁港位置図

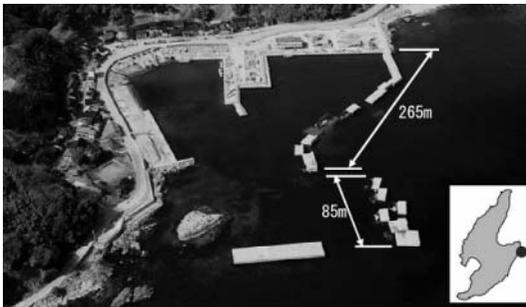
1 正会員 博(工) (財) 漁港漁場漁村技術研究所
2 正会員 (財) 漁港漁場漁村技術研究所
3 正会員 元新潟県農林水産部漁港課長
4 新潟県佐渡地域振興局
5 正会員 水産庁漁港漁場整備部
6 正会員 工博 (社) 水産土木建設技術センター



(1) 鷲崎漁港の被災状況



(2) 北小浦漁港の被災状況



(3) 水津漁港の被災状況



(4) 漁協協に打ち上げられた漁船 (水津漁港)

写真-1 佐渡島漁港の被災状況

が見られ (写真-2), 設計以上の大きな波力が生じたものと推定される。また, 物揚場, エプロン, 臨港道路などで被災も生じており, 陸上施設においても大きな被害が生じていた。



(1) 鷲崎漁港のケーソン損壊



(2) 水津漁港のケーソン損壊

写真-2 衝撃砕波力による被災状況

3. 被災時の気象状況

23日に日本海を低気圧が東進するにつれ, 日本海西部から日本海中部の沿岸へ移動した強風域と, 北海道西方海上から秋田沖へ継続した強風域がともにあわさるよう

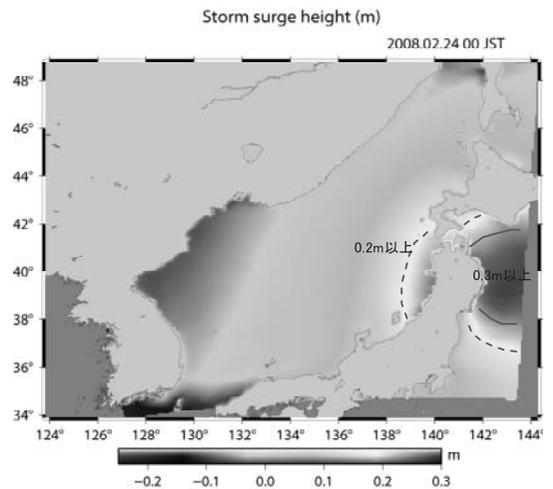


図-2 日本海全域の高潮推算結果

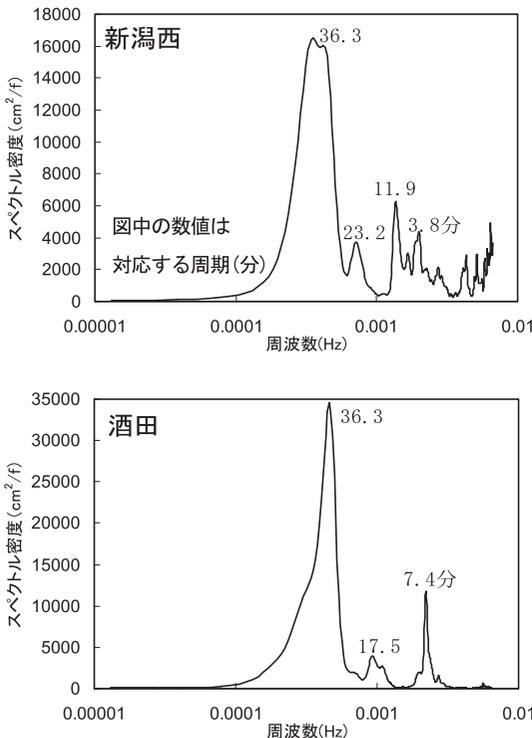


図-3 観測潮位のパワースペクトル

に新潟沿岸へ到達した。さらに24日には冬型気圧配置が強まった影響により、新潟沿岸の海域では強風域が重なり北～北西方向からの強風が継続した。被災時の日本海全域の高潮推算を行ったところ、気圧低下と吹き寄せにともなう20cm程度の高潮が大潮の満潮時と同時期に日本海全域で発生していたことが確認された(図-2)。

また、図-3に示すように被災時の新潟西と酒田(いずれもNOWPHAS:港湾局)の観測潮位偏差時系列のパワースペクトルから、35～36分周期の長周期成分が発現しており、有義波高換算で数10cm相当となる。これは新潟沿岸の陸棚によって励起される長周期の潮位変動と想定され、一様海底勾配のエッジ波と考えた場合35km程度の陸棚波となり、酒田の陸棚に相当する。これらが加わり、被災時には高い潮位が形成されていた。

4. うねり性の高波浪の発生状況

(1) 被災波の発生・来襲状況

北海道西方海上の低気圧により発生した波浪が日本海を長軸方向に伝播する際に、強まった冬型気圧配置による北東寄りの強風が長時間継続し、長い吹送距離と吹送時間によりうねりとして発達した。佐渡島へは、更に北西からの風波が重なりうねり性の高波浪が形成されたものと推定された。図-4に鷺崎漁港の被災時の沖波推算結果を示した。沖波波高ピーク時刻は北小浦漁港・水津漁

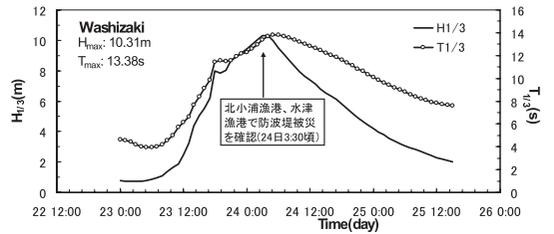


図-4 被災時の鷺崎漁港沖波推算結果

港で防波堤被災が確認された時刻(24日3時半頃)とほぼ同じであることがわかる。

また被災漁港は、通常は北寄りの高波が岬等の地形により遮蔽される頻度が高いが、今回のうねり性高波浪は過去の北寄りの最大波を越えるものではないが、遮蔽の影響が小さい北北東から来襲し、更に北北東からの高波としては波高、周期とも最大(波高は100年確率相当)であったため、それぞれの漁港までの波高減衰が小さかったことが漁港施設等への被害の発生及び拡大の大きな要因であったと考えられる。

(2) 佐渡島本土側への波浪来襲状況

今回の高波では、佐渡島の本土側の漁港で大きな被害が生じた。本土側では、通常は大陸からの北西風による北寄り波浪が支配的であるのに対して、今回はうねり性の発達した波浪が、岬等による遮蔽効果の影響が小さく、また通常では高波が来襲することが少ない北北東から来襲したことが大きな要因であった。ここでは、沖波向と佐渡島本土側各漁港への来襲波浪との関係をエネルギー平衡方程式による波浪変形計算を用い検討し、今後の高波浪に対する安全性について確認した。

入射波浪条件を表-1にまとめた。沖波向NとNEについては本土側北部漁港の設計沖波条件を用い、NNEのみ被災時の沖波とした。潮位は被災時の佐渡島の実測潮位を参考に0.5mとした。計算領域は東西70km、南北64kmの範囲とし、計算格子間隔は50mとした(図-5)。

計算結果のうち、沖波向NとNNEの波高平面分布を図-6に、沿岸部の水深20mライン上の波高分布を図-7に示した。通常の来襲高波であるNでは、両津港以南の漁港への来襲波浪は岬による遮蔽および屈折効果により著しく減衰しているが、NNEではその減衰効果が低減し両津湾内に7mを超える高波が来襲している。NEになるとフェッチが短くなることに起因し沖波が小さくなるため

表-1 計算に用いた沖波条件

沖波向	N	NNE	NE
沖波波高	10.7m	9.92m	5.8m
沖波周期	13.3s	13.23s	10.5s
備考	設計沖波	被災沖波 設計沖波は8.5m	設計沖波

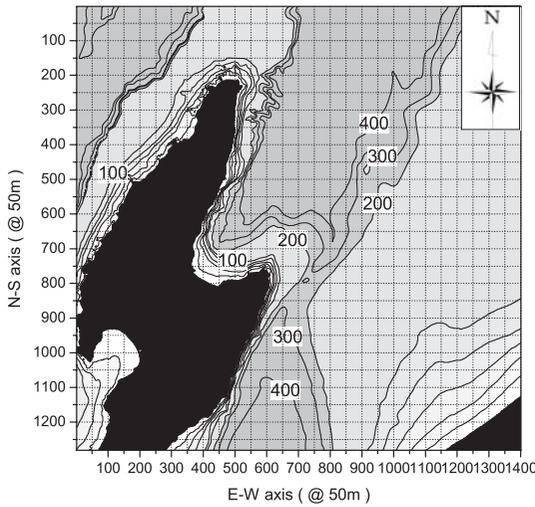


図-5 計算領域

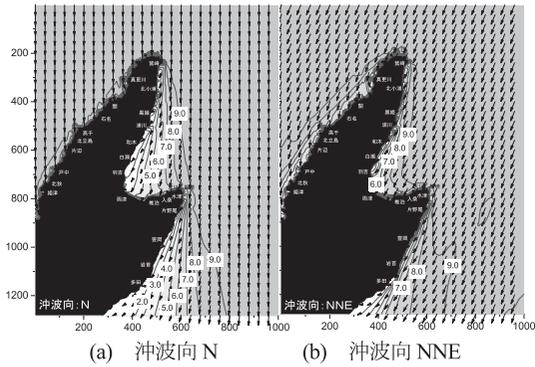


図-6 有義波高・波向ベクトル図

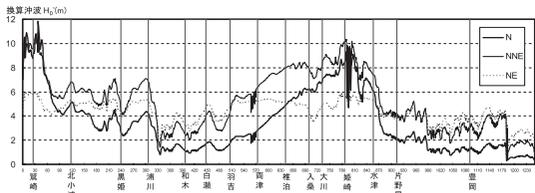


図-7 水深20mの換算沖波分布

全体に来襲波浪が小さくなり、本土側漁港ではNNE方向からの高波に注意が必要である。特に、北側では鷺崎漁港から蒲川漁港、両津湾以南では椎泊漁港から水津漁港の範囲で北寄りから東寄り波浪になると来襲波高が大きくなる傾向が顕著であった。

5. 漁港周辺地形による来襲波浪特性

(1) 鷺崎、水津漁港周辺地形特性による波浪特性

特に被害が大きかった鷺崎漁港、水津漁港については、更に漁港周辺を対象とした放物型方程式による波浪変形計算を行い、漁港周辺地形による被災防波堤への来襲波

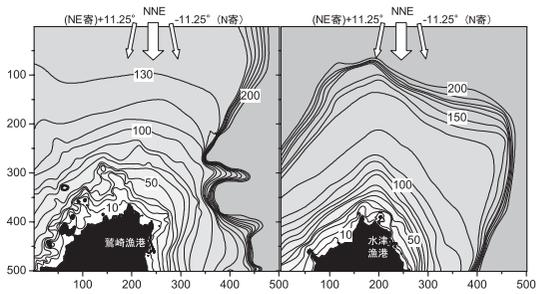


図-8 鷺崎・水津漁港周辺の計算領域

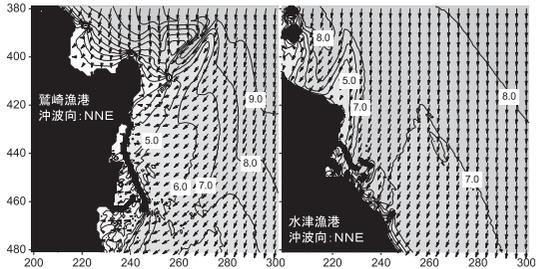


図-9 有義波高・波向ベクトル図 (左:鷺崎、右:水津)

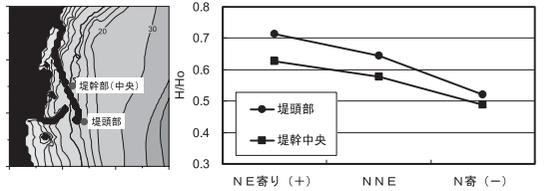


図-10 鷺崎漁港防波堤への来襲波の増幅特性

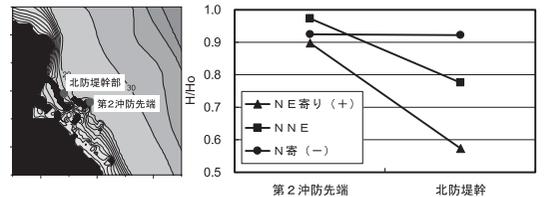


図-11 水津漁港防波堤への来襲波の増幅特性

浪状況を検証した。

入射波浪条件は各漁港の被災沖波（鷺崎漁港：9.92m, 13.23s, NNE, 水津漁港：8.5m, 13.64s, NNE）とした。計算範囲は東西10km, 南北10km (図-8), 計算格子間隔は20m, 計算潮位は前述の0.5mとした。

計算結果の波高・波向ベクトル図を図-9に示した。両漁港とも直前の岬による遮蔽と周辺海底地形による屈折効果により波向が大きく変化しながら被災防波堤まで来襲している様子がわかる。

また鷺崎漁港では、海底地形の影響等により波向が東寄りに変わる程、また被災防波堤の先端に行く程、来襲波高の増幅率が大きくなる傾向が見られた (図-10)。NNEにおける堤頭部と堤幹部と波高比の差は0.1ではあ

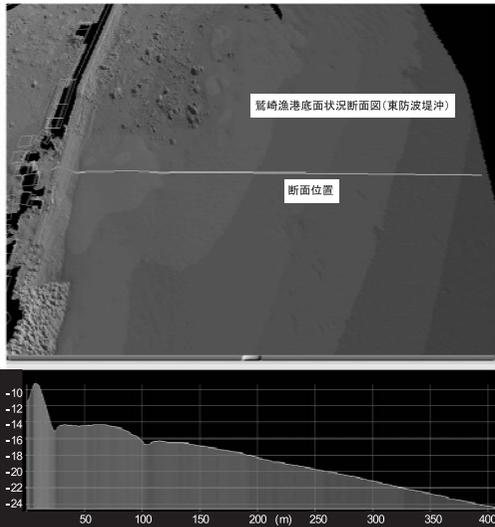


図-12 被災防波堤直前の海底地形例（鷺崎漁港周辺）

るが、沖波10mに対しては1mの波高の違いになる。水津漁港では、東寄りになる程増幅率が大きくなる傾向は同様であったが、その傾向は北防波堤の方が顕著であることがわかった（図-11）。

(2) 衝撃砕波力の発生

鷺崎漁港等のケーソン損傷状況から、ケーソン堤体に衝撃砕波力が作用した可能性が高い。被災した防波堤まで波高が減衰せずに作用したことに加え、被災した防波堤のマウンドの形状や前面の海底勾配などの条件（図-12）が重なったことが要因であると考えられる。鷺崎漁港と水津漁港の被災（滑動、転倒、沈下）した防波堤の設置条件を整理したところ、滑動量とマウンド水深の相関が高く、マウンド水深が10mに近い条件で滑動量が大きくなっていることがわかった（図-13）。

また被災した防波堤は、築造時の設計波に対するマウンド上水深 d と波高 H の比 d/H は1.8~3.7とほとんどが重複波圧領域（ $d/H > 2.0$ ）であるが、今回の高浪に対しては d/H が0.8~2.1となり砕波圧領域（ $d/H \leq 2.0$ ）に変わっていた（図-14）。これら沖波向と海底地形の影響による来襲波高の増大や、来襲波条件と防波堤の設置条件により衝撃砕波圧が発生したものと考えられた。

6. おわりに

平成20年2月の高波による佐渡島の漁港被災メカニズムについて、被災状況および来襲波浪特性から検討を行った結果、以下のことが明らかとなった。

(1) 佐渡島本土側の鷺崎漁港等に被災をもたらせた高波浪は、通常の北西風による北からの高波ではなく、発

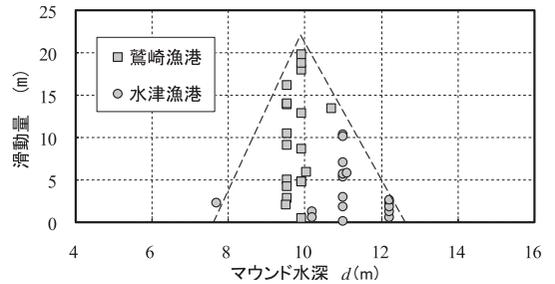


図-13 マウンド水深と滑動量の関係

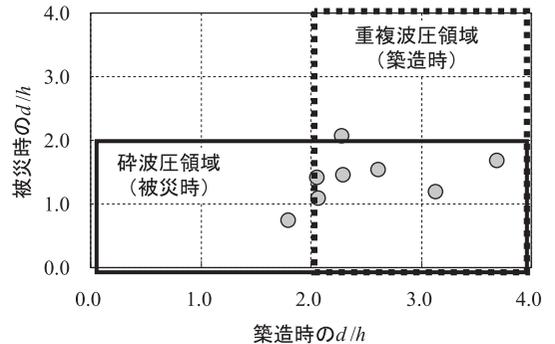


図-14 築造時と被災時のマウンド水深比（中泉ら，2009）

達したうねりとして北北東から来襲したため岬等の遮蔽の影響が小さかったことに加え、被災時に発生していた高潮や陸棚波の影響により高い潮位となっていたことが被害を増大させた主要な要因であった。

- (2) 遮蔽の影響が小さく波高が減衰せずに堤体に作用したため重複波領域から砕波圧領域に条件が遷移したこと、漁港周辺の海底地形の影響により衝撃砕波が発生しケーソンが被災したものと推定された。
- (3) 北寄りの波浪により設計されているいくつかの漁港では、今後の北北東からの高波の来襲に対して注意が必要であることが示唆された。

参考文献

泉宮尊司・白 晃栄・石橋邦彦（2008）：2008年2月24日新潟・富山高波災害の気象・海象からの要因分析，海岸工学論文集，第55巻，pp.181-185。
 片山裕之・橋本 牧・中泉昌光・野口博之・大塚浩二・駒口友章（2009）：2008年2月日本海高波浪による漁港・海岸災害の波浪特性について，海洋開発論文集，Vol.25，pp.677-682。
 中泉昌光・中村克彦・黒澤 馨・水上秀樹・窪野 修・齋藤正文（2009）：2008年2月日本海高波浪による漁港・海岸の被災分析と復旧について，海洋開発論文集，Vol.25，pp.671-676。
 平成20年2月の日本海高波浪に関する技術検討委員会（2008）：平成20年2月の日本海高波浪に関するとりまとめ，<http://www.jfa.maff.go.jp/j/study/seibi/index.html>