

富山県東部海岸における2008年2月高波による被害調査

Field Survey of Damage Due to February 2008 High Wave on East Coast of Toyama Prefecture

川崎浩司¹・水谷法美²・岩田好一朗³・小林智尚⁴・由比政年⁵

斎藤武久⁶・北野利一⁷・鷲見浩一⁸・間瀬 肇⁹・安田誠宏¹⁰

Koji KAWASAKI, Norimi MIZUTANI, Koichiro IWATA, Tomonao KOBAYASHI, Masatoshi YUHI
Takehisa SAITOH, Toshikazu KITANO, Hirokazu SUMI, Hajime MASE and Tomohiro YASUDA

High wave with long wave period, which is known by local residents as “Yorimawari-Nami”, hit the east coast of Toyama Prefecture on February 24, 2008. The high wave, in particular, caused huge human and property damages in Ashisaki district of Nyuzen town. The purpose of this study is, at first, to examine coastal damages induced by the swell-like wave throughout filed surveys. The characteristics of high wave deformation, wave overtopping of a gentle-slop type revetment and inundation flow in the residential area are, furthermore, discussed by performing wave hindcasting with a GFS-WRF-SWAN coupled model and numerical simulation on wave overtopping of the revetment in Ashisaki district using a two-dimensional numerical wave flume “CADMAS-SURF”.

1. はじめに

2008年2月24日未明から日本海で急速に発達した低気圧の影響のため強い冬型の気圧配置となり、うねり性の波が富山県東部海岸一帯に押し寄せ、甚大な被害を引き起こした。特に最も被害が大きかった富山県入善町芦崎地区では、6~9mを超える高波が発生し、護岸を乗り越えた水塊が激しく流入し、護岸背後の住宅地を襲った。高波被害入善町災害対策本部が公表した最終被害状況(入善町, 参照2008-05-01)は、表-1に示すように、人的被害が死者1名、重軽傷15名、住家被害が全壊4棟、半壊7棟であった。非住家の全壊・半壊被害は34件、車両・船の被害数は57件にも上った。また、同地区における被害総額は約34億円と推計されている。

このように、多大なる被害をもたらしたうねり性波浪は地元で「寄り回り波」と呼ばれている。寄り回り波とは、低気圧の影響により北海道西方海上で発達した波浪が風域を離れ、周期の長いうねりとなって富山湾内の各地をあたかも寄って回るように来襲する波のことである。また、図-1からわかるように、富山湾は水深が300m以

表-1 入善町芦崎地区高波被災状況

人的被害 (人)				
死者	行方不明	重傷	軽傷	小計
1	0	2	13	16
住家被害 (棟)				
全壊	半壊	一部損壊 床上浸水	床上浸水	小計
4	7	47	70	128
非住家被害 (棟)				
全壊	半壊	浸水・一部 損壊	浸水	小計
24	10	43	151	230
その他				
車両		船		小計
26		全損3, 損壊28		57

*その他2件を含む

- | | | |
|----------|------|------------------------------|
| 1 正 会 員 | 博(工) | 名古屋大学准教授 大学院工学研究科社会基盤工学専攻 |
| 2 正 会 員 | 工博 | 名古屋大学教授 大学院工学研究科社会基盤工学専攻 |
| 3 フェロー | 工博 | 中部大学教授 工学部都市建設工学科 |
| 4 正 会 員 | 博(工) | 岐阜大学教授 大学院工学研究科環境エネルギーシステム専攻 |
| 5 正 会 員 | 博(工) | 金沢大学教授 理工学域環境デザイン学系 |
| 6 正 会 員 | 博(工) | 金沢大学准教授 理工学域環境デザイン学系 |
| 7 正 会 員 | 博(工) | 名古屋工業大学准教授 都市社会工学科環境都市系プログラム |
| 8 正 会 員 | 博(工) | 金沢工業大学准教授 環境・建築学域環境土木工学科 |
| 9 正 会 員 | 工博 | 京都大学教授 防災研究所 |
| 10 正 会 員 | 博(工) | 京都大学助教 防災研究所 |

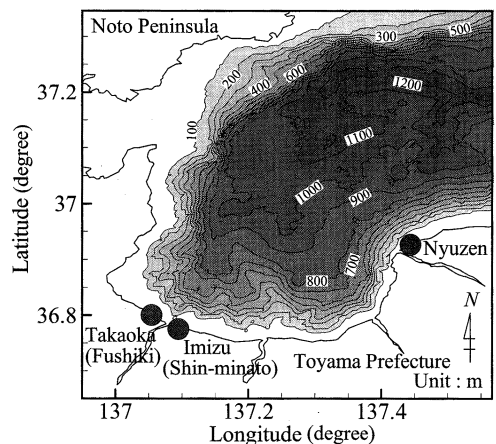


図-1 富山湾の海底地形と現地調査地点

上と深く、海峽谷「あいがめ」と呼ばれる急傾斜地形が存在している。そのため、寄り回り波は沿岸で急激に波高が増大するといった特徴をもち、古来、湾内が静穏に



写真-1 富山県入善町芦崎地区の高波被害状況

なった後、急激に海岸に打ち寄せるため、甚大な被害をもたらすといわれている。しかしながら、今回の高波は強風下で来襲しており、風による吹き寄せ効果も加わって被害が増大した可能性もあることから、被災発生機構の究明と今後の対策が急務である。

本研究では、主に入善町芦崎地区、高岡市伏木地区、射水市新湊地区において現地調査を行い、高波・越流の被害状況およびその原因について検討する。また、GFS-WRF-SWAN援用波浪推算システム(間瀬ら, 2005)を用いた高波追算を行い、ナウファスの観測結果と比較しながら、高波被害前後の波浪状況を調べる。また、高波追算結果に基づき、数値波動水路CADMAS-SURF(財団法人沿岸開発技術研究センター, 2001)による緩傾斜護岸の越流・氾濫計算を実施し、うねり性波浪の伝播特性と住宅地への氾濫状況についても考察する。

2. 高波被害の現地調査

2008年3月4～5日、3月26～28日の2回の期間にわたって富山県東部海岸の高波被害調査を実施した。図-1に現地調査地点を示す。以下に、現地調査の概要とその結果

について述べる。

(1) 第1次現地調査(2008年3月4～5日実施)

高波被害が発生した2008年2月24日から9日後の3月4、5日に、富山県入善町芦崎地区と生地鼻海岸を対象に、地域住民に対する聞き取り調査、海岸護岸の被災状況と住宅地の浸水被害の原因などに関する現地調査を行った。写真-1に入善町芦崎地区の高波被害状況の一部を示す。写真-1(a)から、入善漁港の防波堤(高さ約7m)背後のアスファルト舗装が部分的に被災しており、高波による越波・越流力がいかに極大であったか想像できる。写真-1(b)、(c)はステンレス鋼製防潮扉(長さ約16m、高さ約2m、重さ約3.6トン)の被災状況と当初の設置場所を示す。聞き取り調査によると、2月24日早朝は防潮堤背後の道路は通行可能であったが、その後、高波による波力に耐えきれずに防潮扉の一部が開き、堰き止められていた水が一気に住宅地に流れ込み、浸水した。防潮扉は、写真-1(b)から確認できるように、その左端から約0.9mの箇所

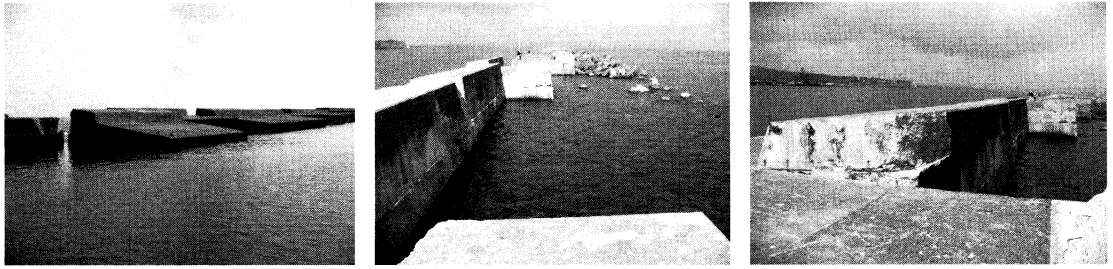


写真-2 伏木富山港北防波堤の被災状況



写真-3 万葉埠頭緑地の被災状況

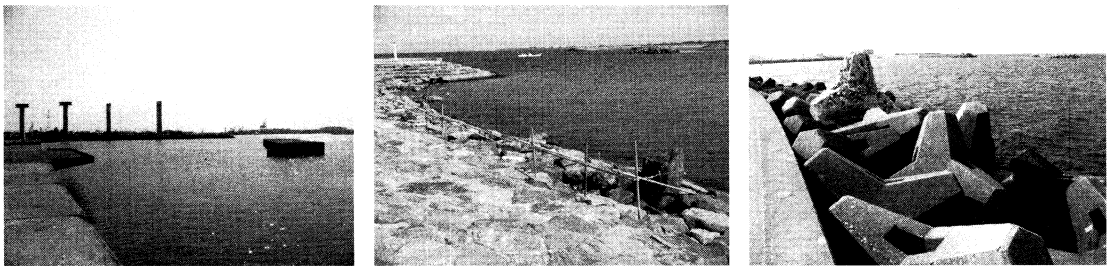


写真-4 射水市新湊地区における被災状況

るように、海岸保全を目的に整備された緩傾斜護岸や離岸堤が高波によって破壊されていた。地元住民によると、離岸堤の天端高は1、2個のブロック高さ分低下したとのことで、離岸堤本来の消波機能が著しく減少したことが高波被害の拡大化にもつながった可能性がある。写真-1(g)~(i)に示す住宅地の被害状況より、防波堤から近い民家の被害が最も甚大であった。また、緩傾斜護岸を遡上した波が住宅地で氾濫した痕跡から、浸水深は1m強であることが判明し、大人でも静止することができないほどの急流であったと予想される。

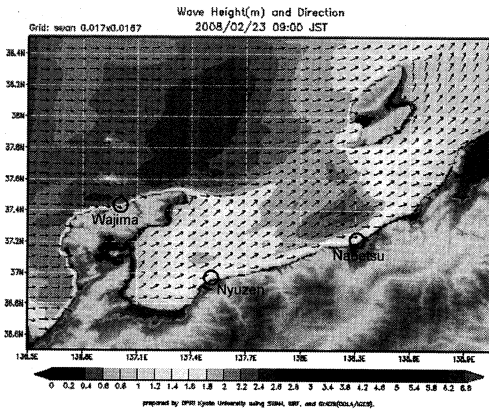
(2) 第2次現地調査(2008年3月26~28日実施)

第2次調査では、まず入善町芦崎地区を再度訪れ、緩傾斜護岸の形状を把握するために、距離と高さを高精度に測定可能なレーザ距離計IMPULSE 200LR(レーザテクノロジー社)を用いて、汀線から護岸上部までの断面測量を4測線実施した。また、ブロックの安定重量を調べるために、被災したブロックの大きさを測定した。ついで、国土交通省北陸地方整備局伏木富山港湾事務所を訪問し、伏木富山港北防波堤と万葉埠頭緑地の被災状況を海上と陸上から把握するとともに、射水市新湊地区に

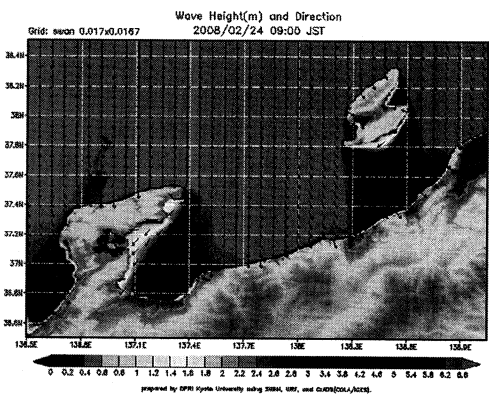
おける被災場所の現地視察を行った。

写真-2は伏木富山港北防波堤の被災状況を示したものである。北防波堤は地元では「沖の一字堤」と呼ばれ、被災前では全長約1500mで一直線に配置されていた。しかし、2008年2月24日の高波により、平成1年~6年の期間に15mケーソンが10函設置されたB区間(全長150m)で、写真-2に示すように、ケーソンが港内側に大きく滑動した。その移動量は最大で約12mであった。さらに、中央の写真を見ると、ケーソンの滑動のみならず、防波堤の沖側前面部に設置されていた消波ブロックが飛散・水没している様子がうかがえる。右の写真からは、一部の消波ブロックがケーソンを飛び超えて港内側に移動した際に、またケーソンが滑動した際に生じたと思われる防波堤上部工の欠損が確認される。

写真-3に、伏木富山港伏木地区の万葉埠頭緑地における浸水被害状況を示す。高波来襲時、この緑地は長さ約300m、幅約70mの範囲で冠水し、緑地内に設置されていたブロックなどが移動する、また土砂流出により地盤が陥没するなどの被害が生じた。また、越波や吸い出しによる護岸裏込と護岸遊歩道の被災が写真-3からも明確



(a) 2008年2月23日 9:00



(b) 2008年2月24日 9:00

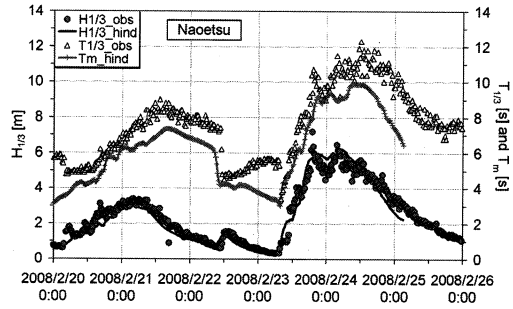
図2 日本海域における波浪追算シミュレーション結果図

にみることができる。

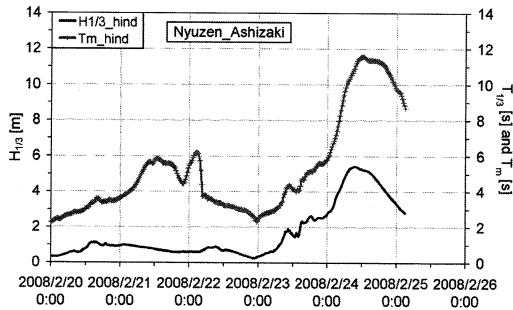
写真-4に射水市新湊地区における高波被害状況を示す。左の写真より、伏木富山港(新湊地区)内の静穏度を向上させるために港口部に設置された長さ約50mの波除堤が完全に決壊している。中央の写真をみると、射水市海老江海浜公園にある突堤の被覆石が被災している様子が、また右の写真からは、海中にあった消波ブロックが高波により飛ばされて突堤前面のブロック群上の上っている様子が認められる。

3. GFS-WRF-SWANによる高波追算

うねり性波浪の広域な伝播特性を理解するために、間瀬ら(2005)が開発したGFS-WRF-SWAN援用波浪推算システムを活用して高波追算を実施した。同システムでは、全球気象予報モデルGFSとメソスケール気象予報モデルWRFを用いて評価された気象場の下で、沿岸波浪推算モデルSWANにより波浪場を計算する手順となっている。図-2に日本海域におけるうねり性波浪の追算シミュレーション結果を示す。なお、詳細な波浪の変化状況につい



(a) 直江津



(b) 入善町芦崎地区

図-3 有義波高と有義波周期の時間変化

ては間瀬ら(2008)を参照されたい。同図より、高波被害が最大であった2月24日9時頃とその24時間前の波浪特性は大きく異なっていること、災害時、入善町~朝日町の沿岸では5.5~6mの有義波高を有する波がほぼ真北から押し寄せたことが判明した。また、図-3から、高波追算結果は、直江津の観測結果をよく再現していることが明らかとなり、同システムの妥当性・有用性が検証された。なお、周期に関しては、計算結果は1次のスペクトルモーメントから求めた平均周期 T_m 、観測値は時間波形から求めた有義波周期 $T_{1/3}$ であり、一般的に前者は後者より小さくなる(例えば、 $T_{1/3}=1.2T_m$)。したがって、入善町芦崎地区では、有義波高約5.5m、有義波周期約14sのうねり性の波浪が来襲していたと推測される。

4. CADMAS-SURFによる護岸周辺の越流・氾濫計算

入善町芦崎地区で被災した緩傾斜護岸の被覆ブロックや防潮扉の作用波力特性を検討することを最終目的に、第2章で述べた現地調査で測量した縦断面に対して、2次元数値波動水路CADMAS-SURFによる越流・氾濫計算を実施した。波浪条件は、第3章のGFS-WRF-SWANによる高波追算結果と国土交通省黒部河川事務所田中観測所データ(平成20年2月の日本海高波浪に関する技術検討委員会、参照2008-05-10)から、有義波のうち最大波高の波が被害を拡大化したと考え、ここでは波高9m、周期14sと設定し、規則波計算を行った。図-4に入善町

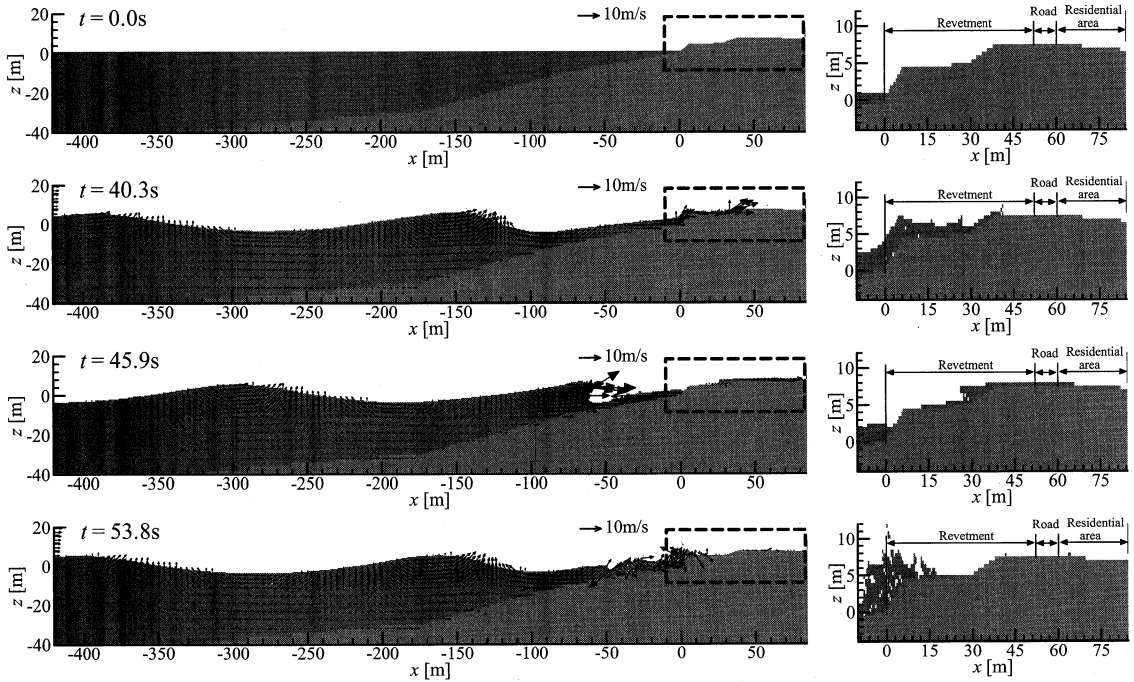


図-4 入善町芦崎地区における越流・氾濫計算

芦崎地区における越流・氾濫計算結果を示す。ここで、左図が計算領域全体を、右図が左図中の点線で囲まれている領域を拡大化したものを表す。計算領域は図-4の $t = 0.0\text{s}$ に示すとおりである。また、陸域の土地利用は、汀線から内陸に向かって、緩傾斜護岸、片側1車線道路、住宅地の順番となっており、住宅地の地盤高は道路高より1mほど低いことがわかる。図-4より、波が岸側に伝播するにつれて、急激な水深変化による浅水変形のため波高が増大し、 $x = -70\text{m}$ 付近で巻き波砕波が発生し、緩傾斜護岸を勢いよく遡上していくことがわかる。また、道路背後の住宅地では、最大浸水深が1m程度となった。これは、第1次現地調査で測定した氾濫流の痕跡高が1m強であったこととよく一致している。しかしながら、本計算では、高波の伝播・遡上・氾濫特性の定性的な議論に限られており、最終目的である構造物の作用波力までの検討には至っておらず、今後残された課題である。

5. おわりに

本研究では、2008年2月24日に発生したうねり性波浪による富山県東部海岸での被害状況を把握するため、最も甚大な被害があった入善町芦崎地区を中心に現地調査を2回実施した。また、GFS-WRF-SWAN援用波浪推算システムに加えて、現地の断面測量と数値波動導水路

CADMAS-SURFを活用することにより、高波来襲時の波浪場と越流・氾濫流特性について議論した。今後は、緩傾斜護岸の被覆ブロックやステンレス鋼製防潮扉に作用した波力算定など、より詳細な検討を行う予定である。

謝辞：現地調査にあたり、入善町役場、国土交通省北陸地方整備局伏木富山港湾事務所・黒部河川事務所の関係者各位方々ならびに富山県木材産業振興会・大角寛治様のご協力を頂いた。また、数値計算では、名古屋大学大学院生M2・笹田泰雄君の協力を得た。ここに謝意を表す。

参考文献

- 財団法人沿岸開発技術研究センター(2001)：数値波動水路(CADMAS-SURF)の研究・開発，沿岸開発技術ライブラリーNo.12, 457p.
- 入善町：入善町芦崎地区高波被害について，<http://www.town.nyuzen.toyama.jp/takanamihigai.htm>，参照2008-05-01.
- 平成20年2月の日本海高波浪に関する技術検討委員会：平成20年2月の日本海高波浪に関する中間取りまとめについて，<http://www.jfa.maff.go.jp/j/press/seibi/080507.html>，参照2008-05-10.
- 間瀬 肇・木村雄一郎・Tracey H. Tom・小川和幸(2005)：GFS-WRF-SWAN援用波浪推算システムの構築と検証，海岸工学論文集，第52巻，pp.181-185.
- 間瀬 肇・安田誠宏・Tracey H. Tom・辻尾大樹(2008)：富山湾沿岸に災害をもたらした2008年2月冬季波浪の予測と追算シミュレーション，海岸工学論文集，第55巻(印刷中).