

高波浪による沿岸家屋被害とその対策に関する一考察

A study of damaged coastal houses by high wave and countermeasures

(株)アルファ水工コンサルタンツ ○ 正 員 吉野真史 (Masafumi Yoshino)
 室蘭工業大学大学院工学研究科 正 員 木村克俊 (Katsutoshi Kimura)

1. 研究の目的

2004年9月8日、強く発達した台風18号は北海道を横断し、その際に北海道内全域に甚大な被害をもたらした。沿岸においては、港湾・漁港・海岸施設のみならず、家屋にも被害はおよび、大成町(当時)久遠漁港海岸では150棟以上の建物が損壊や浸水する被害に見舞われた。久遠漁港海岸は岩盤上に砂礫が堆積した岩礁海岸であり、背後地は狭く、道道北檜山大成線に平行して密集しながら家屋が立ち並んでいる。海岸線は、既設の道路護岸によって防護されていたが、被害時には非常な高波浪が来襲し、多くの家屋に損害を与えた。

港湾・漁港・海岸保全施設等沿岸構造物については被害のメカニズムについて研究の蓄積があるが、沿岸家屋は波浪が来襲しないことを前提に建造されているので、被害メカニズムに関する研究事例は乏しい。しかし、一般に漁港海岸には家屋が密集しており人口密度も高く、家屋の安全性は人命の安全性に直結する。そのため、高波浪に対する家屋の安全性の評価は重要な課題である。以上に鑑み、本研究では同台風における大成町での家屋被害の状況と原因を分析すると共に、今後の技術課題をとりまとめることを目的とする。

2. 被害時の海象状況

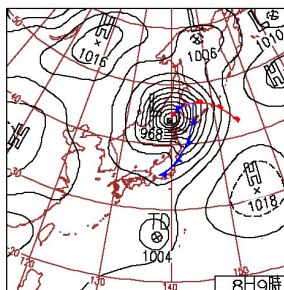


図-1 被災時の天気図

図-1に9月8日の天気図を示す。台風の接近にともない波浪は急激に発達し、後出の図-5に示すように瀬棚港において $H_{1/3}=6.32\text{m}$ 、 $H_{\text{max}}=10.6\text{m}$ に至る非常に厳しい海象条件となった。

なお、被害時の久遠漁港における波浪は、 $H_{1/3}=6.5\text{m}$ 、 $T_{1/3}=11.8\text{s}$ 、波向SSWと推算されており、再現期間は12年確率に相当する高波浪であった¹⁾。

3. 家屋被害の状況

図-2に久遠漁港海岸平面図を示す。図に示す花歌地区で家屋被害が多く発生した。図-3には、被害位置の平面図および被害状況写真を示す。被害家屋の護岸からの後退距離Bは20m程度であり、写真から、概ね地上から2mの高さまで越波が来襲したと考えられる。久遠漁港海岸は渡島半島と奥尻島を両辺とした三角形の最奥部に位置しており、SW方向に開いた地形となっている。更には急深な海底地形と相まって来襲波浪は、平面地形で遮蔽されずに来襲し、護岸を越波して家屋に被害を与えたと考えられる。花歌地区はSW方向を向いて道路を挟んで海岸に面して集落が形成されており、来襲波浪に直接対峙する位置であったため、被害が大きかったと推察される。

4. 被害メカニズムの検討

ここでは、被害時の越波流量と越波水圧を基に被害メカニズムを考察する。検討に用いる諸元を以下に示す。

- ・有義波諸元： $H_o=6.5\text{m}$ 、 $T=11.8\text{s}$ ¹⁾
- ・潮位：D.L.+119cm(江差港実測9月8日10:00)

- ・ H_o' ：5.3m
- ・前面水深：-2m
- ・護岸天端高：D.L.+5.5m(直立護岸、消波ブロックなし)
- ・海底勾配：1/20

換算沖波波高 H_o' は、海底地形をモデル化してエネルギー平衡方程式で屈折係数を求め、 H_o に乗じて算出した。越波流量と越波水圧は、坂井ら²⁾が同じ台風時における神恵内村を対象として行った水理模型実験の結果を基に求めることとした。同論文における水理模型実験の護岸断面は久遠漁港海岸と類似しているため、そのまま適用した。図-4には、同論文の結果を基にした家屋後退距離Bと1/10最大越波水圧 $P_{1/10}$ (P1：地上0.3m、P2：地上2.1mの平均とした)の関係を示す。

被害時の越波流量は $0.02\text{m}^3/\text{m}/\text{s}$ 、越波水圧は 5.6kPa となった。背後地の重要度から見た許容越波流量は、背後地に人家、



図-2 久遠漁港海岸位置

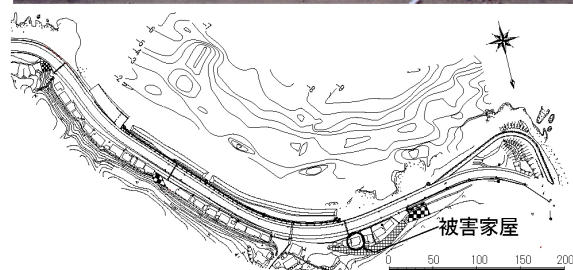
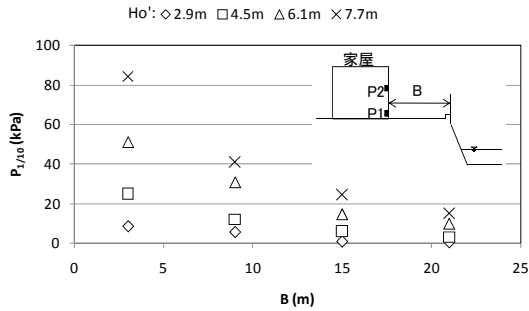


図-3 被害家屋の状況と位置

図-4 家屋後退距離と越波水圧の関係(坂井ら²⁾による)

公共施設が密集しており、特に越波・しぶき等の侵入により重大な被害が予想される地区にて $0.01\text{m}^3/\text{m/s}$ 程度とされている³⁾。また、家屋被害の目安として窓用サッシが被害を受ける限界圧力は 3kPa とされている。すなわち、久遠漁港海岸では、背後地に家屋に被害を与える可能性が高い猛烈な越波が発生していたと考えられる。

次に、潮位、波浪の経時変化を基に、被害が懸念される時間帯について検討する。図-5 は江差港実測潮位、瀬棚港波浪観測結果の経時変化、これら実測結果から求めた越波流量および越波水圧の経時変化である。なお、最下段の図中の越波水圧(消波護岸)については後述する。越波流量が $0.01\text{m}^3/\text{m/s}$ を超えた期間は9月8日8時～20時、越波水圧が 3kPa を超えた期間は同日10時～16時であった。被害家屋の住民は避難していたため、家屋被害はあったものの人的被害は無かったと考えられる。また、予測波浪を適用することで、地域ごとの実効的な避難勧告発令基準を設定できると考えられる。

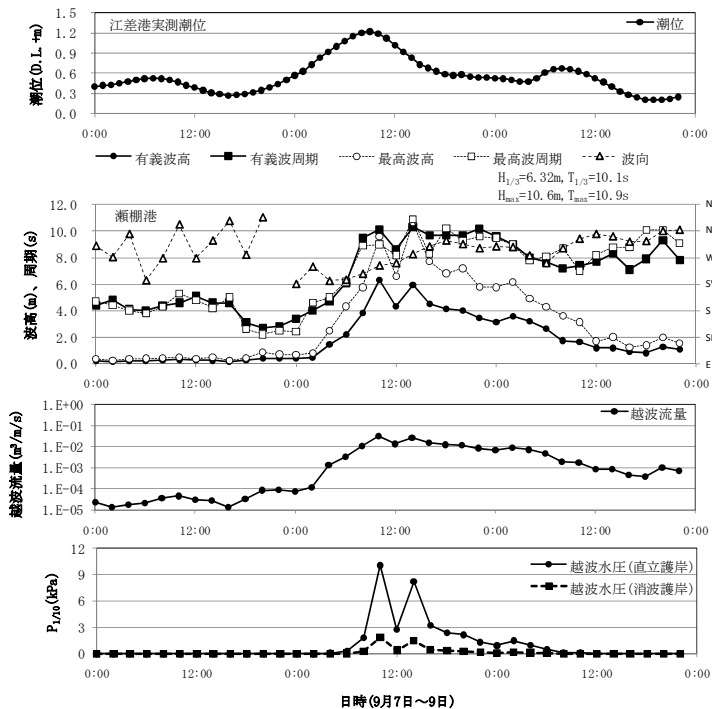


図-5 潮位、波浪、越波流量、越波水圧の経時変化

5. 対策に関する検討

久遠漁港海岸に限らず沿岸部の家屋は高波浪に対して脆弱な状況にあると考えられる。しかも、前述のとおり漁港海岸には家屋が密集しており人口密度も高く、家屋の安全性は人命の安全性に直結しているため、安全確保の施策を講じることは急務である。対策としては、海岸護岸等の消波施設の更なる整備が考えられる。図-5 の越波水圧の図には、坂井ら²⁾が行った消波護岸の水利模型実験結果を基に求めた被害時の越波水圧の経

時変化も併せて示してある。これによると、消波護岸では越波水圧は著しく低下し、窓用サッシが被害を受ける限界圧力 3kPa を全期間にて下回った。よって、消波施設を整備する対策により安全が確保できるようになると考えられる。

ただし、人家が存在する全ての沿岸に対策を施すことは非現実的であり、現地の波浪状況と波力を基にした地域ごとの避難基準の策定や避難の迅速化を図るソフト対策が有効であると考えられる。

本研究では、観測波浪と既往の水利模型実験結果から越波流量、越波水圧を求めた上で被害リスクが高い時間帯を求めると共に、実効的な避難勧告発令基準を設定することが可能であることを示したが、これは久遠漁港海岸に限定したものである。沿岸の海底地形や護岸構造は千差万別であり、その特性を十分把握した上で地域ごとの避難基準をあらかじめ設定しておくべきである。その場合には改めて水利模型実験にて越波流量や越波水圧を検討する必要があるが、近年は数値波動水路が開発され、精度も向上している。

以上の観点から、高波浪による家屋被害に対する対策設定の流れと必要な技術課題を以下のとおりまとめる。

(1) 外力の設定

①簡略かつ高精度な局所波浪予測技術の開発

(2) 被害限界波浪の設定

①被害例を基にした家屋被害限界越波流量、越波水圧設定
②対象地域をモデリングした水利模型実験および数値解析による波浪、越波流量、越波水圧、後退距離、消波工の関係の把握
③地域ごとの避難勧告発令基準の設定

(3) ソフト的防災対策

①局所波浪予測と避難勧告発令基準波高を組み合わせた防災システムの設定
②防災意識の向上

(4) 防災計画の立案

①以上を基にした防災計画立案手順のガイドライン化
上記のうち、(2)-①～②については家屋を対象とした内容のため研究事例が乏しく、特に技術課題とされる項目と考えられる。

6. まとめ

本研究の結論を以下にまとめる。

- ①2004 年台風 18 号による久遠漁港海岸家屋被害の原因は越波流量および越波水圧が許容値を大きく超過していたためである。
- ②越波流量、越波水圧の経時変化を求めることで、被害リスクが高い時間帯を明らかにできた。これと予測波浪を併せて検討することで、地域ごとの避難勧告発令基準を設定できると考えられる。
- ③高波浪による家屋被害に対する対策設定の流れと必要な技術課題をまとめた。

謝辞

本研究実施にあたっては北海道函館土木現業所今金出張所のご協力を賜った。ここに記して感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 平成 16 年度水産土木施設災害異常気象(波浪推算)業務委託報告書、北海道函館土木現業所、2004 年 11 月
- 2) 坂井洋平・山本泰司・木村克俊・古川諭・名越隆雄：護岸背後に位置する家屋の被災特性について、海洋開発論文集 Vol. 22、2006 年 6 月、pp. 277-282.
- 3) 海岸保全施設の技術上の基準・同解説、財団法人沿岸開発技術研究センター、2004 年 6 月、p. 2-64