

波浪の履歴特性を取り入れた緩傾斜護岸の被災発生予測に関する研究 ー石川海岸小松・片山津工区を対象としてー

金沢大学 学生会員 ○唐澤恭平

金沢大学大学院 学生会員 松原卓也 金沢大学 正会員 斎藤武久

1. 研究の背景

石川海岸は金沢市の西方に位置し、南西の尼御前岬から北東の白山市と金沢市の市境までに渡る直線的な砂浜海岸であり加賀沿岸の一部をなしている（図-1）¹⁾。背後に北陸自動車道や石川県の産業を支える多くの企業が立地する地理的条件にあり、古くから離岸堤、直立堤あるいは緩傾斜護岸などによる海岸保全が重要な役割を担ってきた。しかしながら、表-1に示すように、台風や冬季の厳しい日本海での高波浪により、海岸構造物がこれまで繰り返し被災され、現在も片山津海岸保全対策技術検討会のもと、海岸保全対策が議論されている。海岸構造物の被災に関して、構造物前面砂の継続的な侵食が主な原因とされ、これらの侵食対策を含めた保全対策がとられはじめているものの、被災後の復旧対策では、原型復旧にとどまっている為、まだ十分な対策によって海岸保全が実現でき



図-1 石川海岸

表-1 被災事例⁴⁾

No	発生日月	発生場所(小松市)	構造形態	被災形態
1	2004/8/19	安宅新町地先(A区間) 安宅新町地先(B区間)	緩傾斜護岸	天端陥没・消波工散乱・土砂の吸出し
2	2005/2/21	日末地先・安宅新地先 浜佐美地先	直立堤・消波工	天端陥没・基礎沈下・被覆ブロック沈下・空洞
3	2005/11/30	安宅新地先	直立堤・消波工	前面洗掘・空洞・被覆ブロック沈下・土砂の吸出し
4	2006/1/23	浜佐美地先	直立堤	天端陥没・直立堤倒壊
5	2006/3/31	同地点増破		
5	2007/1/7	浜佐美地先	直立堤	天端陥没・消波工散乱
5	2007/2/15	同地点増破		
6	2007/10/20	安宅新地先	緩傾斜護岸	天端陥没・消波工散乱・直立堤倒壊
7	2007/11/12	加賀市篠原地先	緩傾斜護岸	天端陥没・消波工散乱
8	2010/1/4	安宅新地先	直立堤・消波工	護岸破壊・被覆ブロック沈下・土砂の吸出し

ているとは必ずしも言い難く、今後においても、繰り返して被災を受ける可能性を否定し難い状況であると考えられる。

2. 従来の研究および本研究の目的

防波堤などの海岸構造物の設計では、堤体の安定性が、外力となる設計波高を用いて評価されている²⁾。設計波工には通常、50年確率波が用いられている。

石川海岸に近接する金沢港の設計波高は9.1mと定められている。ナウファス(全国港湾海洋波浪情報網)³⁾から金沢観測地点での2001年から2011年までの波浪データによると、図-2に示すように、実際の波高データからは設計波高を越える波高は観測されておらず、石川海岸では、上述したような被災が設計波高を下回る波浪の事態で発生していることになる。

これに対して、斎藤・松原ら⁴⁾は、繰り返し被災を受けている石川海岸小松・片山津工区（図-1）を対象として、直立堤に作用している波浪履歴に着目し、海岸構造物の被災発生に対して、設計波高とは別に、新たに来襲波浪の波浪履歴と構造物の被災の関連性を解析している。これにより、対象とした石川海岸小松・片山津工区において、直立堤の被災発生予測に関しては、越波流量の履歴特性を考慮したモデルによって被災発生の予測を可能としうる指標を得ている。

しかしながら、上述の研究⁴⁾では、前面に消波工を伴わない直立堤のみを対象とした被災の1ケースのみ

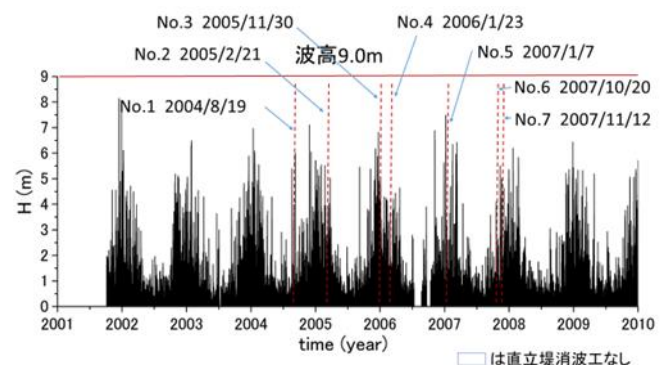


図-2 ナウファス金沢観測地点における波高

の評価に留まっている。石川海岸において被害を受けている箇所は、直立堤以外にも、緩傾斜護岸や前面に消波工がある直立堤など、様々である。

以上の研究の経緯を踏まえ本研究では、石川海岸小松・片山津工区における緩傾斜護岸に対して、波浪履歴と構造物の被災の関連性を解析して将来予測を行い、既存研究の解析手法の有効性を確認する。

3. 研究の手法

本研究では、間瀬ら⁵⁾に従い、図-2に示す波浪の時系列変化を、有義波高が2.0mを超える波浪を（暴浪）と定義し、図-3のように、暴浪のピーク値（最大波高）、ピークへの到達時間、暴浪の継続時間、暴浪の発生する時間間隔を用いてモデル化する。

また、石川海岸小松・片山津工区で被災している緩傾斜護岸は、表-1の被災事例より、3つ存在することがわかっている。この3つのケース全ての場合において、被災発生の直前には、有義波高が4mを超える暴浪が観測されているが、それより前に着目すると、有義波高が2.0mを超える暴浪が来襲する頻度は、主に冬季波浪により被災している直立堤のケースと比較すると、かなり低いと言えるため、来襲した暴浪の波浪履歴を考えるのは困難である。さらに、緩傾斜護岸の被災発生に起因する要因として、本体の破壊、堤体前面の洗掘、被覆工の破壊、捨石の散乱などといった、波浪の直接的作用が関連しているものが多いことがわかっている⁶⁾。上述の内容を鑑み本研究では、緩傾斜護岸が被災する直前に発生した暴浪の特徴や、波高履歴特性を考慮し、これらをもとにした被災予測指標の構築を試みる。

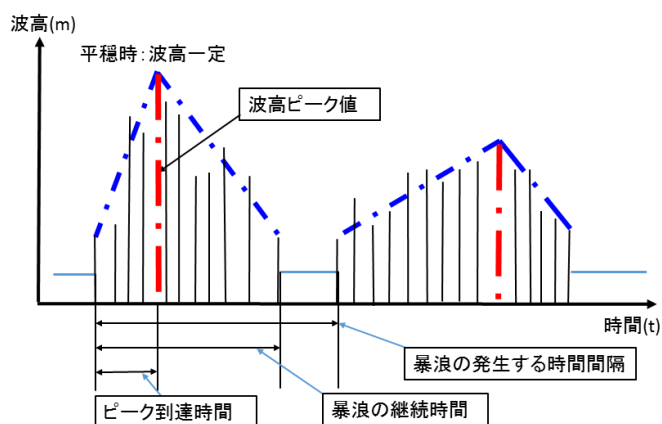


図-3 波浪のモデル⁴⁾

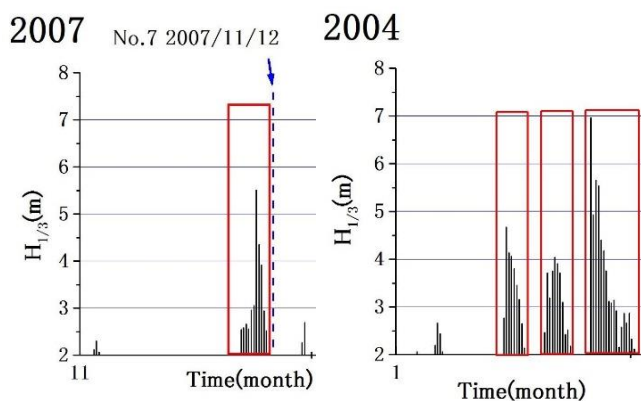


図-4 ナウファス金沢観測地点における有義波高の詳細例

4. 解析結果および考察

本研究では、ナウファス金沢観測地点の波高データの一部を来襲波浪の波形として図-4に示す。表-1のNo.7の被災発生前後の波高について着目すると、被災発生直前に波高5mを超える暴浪が発生していることがわかる。このような波高の発生および時期を調査したところ、主に冬季に、被災直前に類似した、あるいは被災直前よりも大きな波高をもつ暴浪が複数観測されていることがわかった。今後は、緩傾斜護岸の被災が波力に起因することから、来襲波浪の波エネルギーを考慮した波高履歴特性に関する研究を進めたい。

上述の内容に対し、発表当日は、被災時の波高をより詳細に分析した結果や波高履歴特性などを総合的に評価し、石川海岸小松・片山津工区における緩傾斜護岸の被災予測に関して、現時点で発見した被災時の波浪の特徴について発表する。

6. 参考文献

- 1) 北陸地方整備局（2010）：海岸事業の再評価説明資料。
- 2) 高山知司（2008）：わが国における防波堤の現行設計法について 沿岸術研究センター論文集 No. 8
- 3) ナウファス(全国港湾海洋波浪情報網)
<http://www.mlit.go.jp/kowan/nowphas/>
- 4) 斎藤武久・松原卓也（2014）：波浪の履歴特性を取り入れた海岸構造物の被災発生予測に関する研究 土木学会論文集 B2(海岸工学) vol.70 印刷中
- 5) 間瀬肇・安田誠宏・勝井伸吾（2008）：海浜変形評価に供する長期間の波浪・風時系列のモデル化—上越地域海岸を対象として— 海岸工学論文集 第55巻
- 6) 高山知司・間瀬肇・山田雅彦（1998）：護岸被災事例の統計的解析 海洋開発論文集 vol.14