

被災事例データに基づく防波堤の被災傾向の分析と考察

国土技術政策総合研究所 正会員 ○神保 壮平
正会員 竹信 正寛

1. 研究背景・目的

各種構造物の設計手法の検討に際し、既往の被災事例の分析は重要である。このうち防波堤については、台風や冬季風浪による防波堤の被災防波堤集覧¹⁻⁵⁾としてとりまとめられてきた。防波堤の被災分析として、例えば高山ら⁶⁾は当該データのうち、1991年までの被災事例を活用し、防波堤の被災特性について統計的分析を行っているものの、近年のデータを含めた分析事例は筆者の知る限り見当たらない。本稿では、1949年から2007年までの被災事例を活用し、特に被災した防波堤や消波ブロックの設置からの経過年数、および堤体の被災延長に着目した分析結果を提示する。

2. 被災形態の分類方法

本分析で対象とする堤体の被災形態は、被災防波堤集覧での分類方法に基づき、「滑動」、「傾斜・沈下」、「破損」の3つとした。なお、図-1に示すように、これら3つの現象はそれぞれ単独で発生したケースのみならず、堤体の滑動に伴って破損が生じた場合等、複合的に被災したケースも存在する。よって、単独の被災形態での発生を示す場合は、以後語尾に「のみ」を付記することとする。また、消波ブロック被覆堤の堤体前面の消波ブロックの被災形態は沈下、散乱の2つとし、同様に沈下・散乱両方が生じた事例も存在する。

3. 被災年数に関する分析

対象施設の設置から被災までの年数を被災年数と定義し、堤体の被災形態を上述のように分類して、被災年数ごとの被災件数を集計した。対象の構造形式はケーソン式混成堤、消波ブロック被覆堤、ブロック混成堤の3つとした。全構造形式をまとめた被災形態別の集計結果を図-2に示す。いずれの被災形態においても、被災年数は0～5年が多数を占めており、次点で施工中の被災も多いことが分かる。一方、破損のみが生じたケースについては、図-2(iii)の赤のヒストグラムが示すように満遍なく分布している。これらの傾向は、先述の3つの構造形式に共通して確認された。なお、堤体の設置時期及び被災時期が一時期に集中している等、大きな偏りはないことは確認している。破損のみの被災年数に違いが生じた要因は、この分析から明確に立証することは困難だが、被災形態の発生メカニズムの違いが推測される。すなわち、堤体の滑動、傾斜・沈下は、堤体・捨石マウンド間の噛み合わせによる摩擦力の増加⁷⁾や、締固め効果に伴うマウンドの支持力の増大等により、堤体の安定性が経時的に上昇した一方、破損のみの被災は、主に異常波浪の発生や堤体への物の飛来等、発生確率の時間的変動が少ない要素に起因するためと推論される。

さらに、消波ブロック被覆堤の堤体前面の消波ブロックについても、被災形態を沈下、散乱に分類して、被災年数ごとの件数を集計した。その結果を図-3に示す。被災年数は沈下、散乱いずれも0～5年に集中している。この要因も前述のものと同様に、ブロックの経時的な安定性の増加が推論される。

4. 被災延長に関する分析

防波堤の堤体が被災すると、被災箇所からの波浪の侵入に起因し、荷役稼働率の低下が想定される。その度合を把握する上では、堤体の被災有無の事実のみならず、どの程度の被災が生じたかを把握することが重要である。そこで、堤体が連続して被災した区間の長さを被災延長と定義し、これをケーソン式混成堤と消波ブロック被覆堤について被災箇所平面図から抽出して、その被災件数を集計した。なお、消波ブロック被覆堤の場合は、堤体前面の消波ブロックのみの被災は除外している。集計結果を図-4に示す。いずれの構造形式においても、堤体の被災延長は50m前後に集中していることが分かる。一方、連続して数百メートルを超える被災

キーワード 防波堤、消波ブロック、被災年数、被災延長

連絡先 〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬3-1-1 国土技術政策総合研究所 TEL 046-844-5029

事例は比較的少数であることが読み取れる。

5. まとめ

本分析によると、堤体の滑動や傾斜・沈下、消波ブロックの沈下、散乱は設置から5年以内での発生が多い傾向にあった。消波ブロック被覆堤は、堤体前面の消波ブロックが被災すると、ブロックが不完全被覆状態となり、堤体に作用する波力が増大することが知られている⁸⁾。したがって、防波堤の点検や維持管理は、設置後初期段階から行うことが重要であると考えられる。また、堤体の被災延長は、ケーソン式混成堤、消波ブロック被覆堤いずれも50m前後が多く、これは函数に換算すると2~3函程度に相当する。

参考文献 1)北島昭一, 中野拓治, 堀井修身, 柿崎秀作, 降旗健一, 花木芳雄: 被災防波堤集覧, 港湾技研資料 No. 0058, 1968.

2)武山秀夫, 中山種清: 被災防波堤集覧 (その2), 港湾技研資料 No. 0200, 1975. 3)服部千佳志, 柴田鋼三, 大堀晃一: 被災防波堤集覧 (その3), 港湾技研資料 No. 0485, 1984. 4)宮井真一郎, 大平勝司, 塩見雅樹: 被災防波堤集覧 (その4), 港湾技研資料 No. 0765, 1993. 5)浅井茂樹, 宮田正史: 被災防波堤集覧 (その5), 国総研資料 No. 717, 2013 6)高山知司, 東良宏二郎: 防波堤の被災特性に関する統計解析, 海洋開発論文集, 第18巻, pp. 263-268, 2002. 7)中村孝明, 水谷守: Bayesian 統計理論による防波堤ケーソンの摩擦係数の推定, 海岸工学論文集, 第42巻, pp. 871-875, 1995. 8)五明美智男, 堺和彦, 高山知司, 寺内潔, 高橋重雄: 消波ブロック被覆堤のブロックの安定性に関する現状調査, 海岸工学論文集, 第42巻, pp. 901-905, 1995.

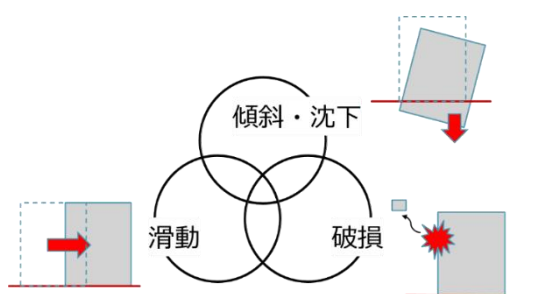


図-1 堤体の被災形態の分類と模式図

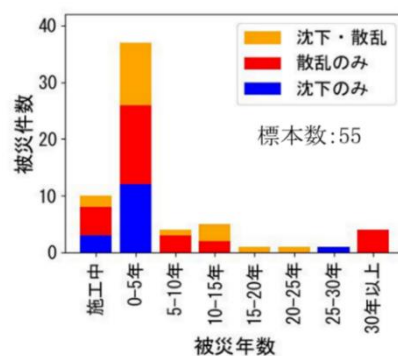


図-3 消波ブロックの被災年数の頻度分布

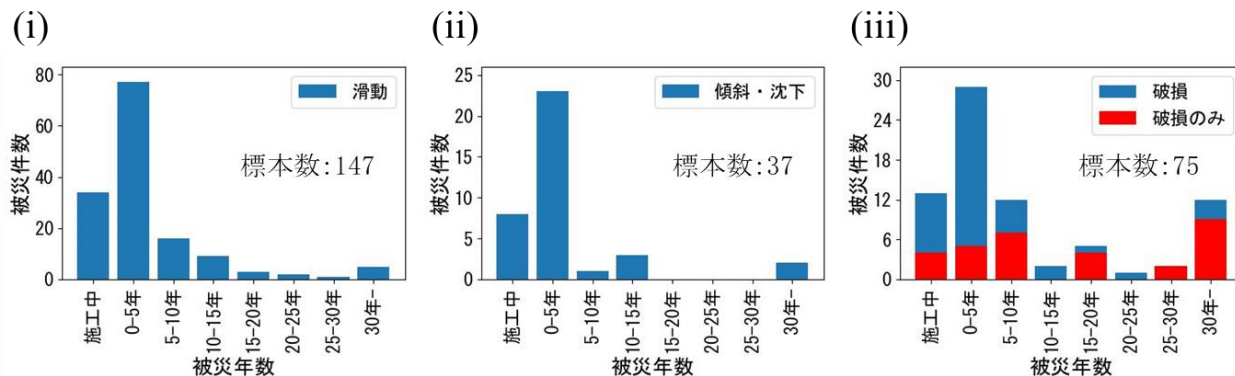


図-2 堤体の被災年数の頻度分布 (i)滑動 (ii)傾斜・沈下 (iii)破損

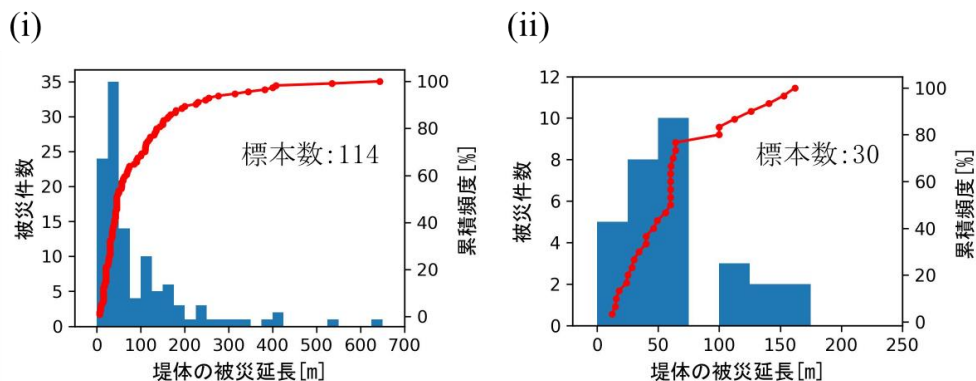


図-4 堤体の被災延長の頻度分布 (i)ケーソン式混成堤 (ii)消波ブロック被覆堤