

26. 現地観測データによる大規模潜堤を通過する波の変形に関する研究

原田 恵

1. 目的

新潟西海岸では明治時代以降に最大 350mの汀線後退が生じている。そのため、侵食対策として延長 1500mの大規模な潜堤と突堤が施工され（図-1 参照）さらに続行中である。しかし、施工直後より潜堤背後 100m程の位置に潜堤に沿って大きな洗掘溝の発生が確認され、この洗掘溝の形状は安定しているものの、汀線付近の砂が洗掘溝を通過して堤外へ流出することによる汀線後退が生じていると考えられる。これらの漂砂現象を解明し対策を講じるため、潜堤近傍における波浪や流れの観測がこれまでにいくつか実施され、多くの報告がなされている。しかしながら、既往の新潟西海岸に関する報告では、現地波浪観測データの詳細な解析は必ずしも十分には成されていない。そこで本研究では、大規模潜堤による波の低減効果や波の変形、および平均水位の変動などを明らかにする目的で現地データの解析検討を行った。

2. 内容

2.1 現地観測の概要

本研究に使用した現地観測データは、国土交通省新潟港湾・空港整備事務所により、新潟西海岸連続潜堤周辺の海域において、2008年11月23日から2009年2月27日までのほぼ3ヶ月間に渡って行われたもので、図-1に示す St.1～St.5の観測地点にそれぞれ水圧式波高計、超音波式波高計、電磁流速計を海底に設置し、毎正時前後10分間（計20分）、サンプリング間隔0.5秒で、波高と流速の観測が実施されている。観測期間中の海象条件を把握するため、新潟港沖のNOWPHASより得られた観測期間中の有義波高、有義周期の変化（図-2）、また、国土地理院より得られた柏崎港および小木港の潮位データを参照した。

本研究では、上記の観測値のうち、St.1、St.2、St.3における波浪の観測データを用いて解析を行った。解析をする際、超音波式波高計のデータには水面での砕波等によると考えられる欠測値が多く含まれ、特に潜堤背後のSt.2とSt.3の観測値は欠測が多いことから水圧式波高計のデータを用いることとした。水圧式波高計の圧力変動の周波数成分ごとに微小振幅波理論による圧力係数を乗じて水面変動に換算した。図-3に超音波式波高計で得られた水面変動と水圧式波高計の圧力変動、水圧式波高計の変動を水面波に変換したものを示している。また、例として、St.1における水圧波高計の圧力変動と超音波式波高計の水面変動スペクトル、および圧力係数で水面変動に換算したスペクトルを図-4に示す。St.1では換算したスペクトルの0.3Hz以下の成分を用いて合成した水面変動の時系列を用いた。

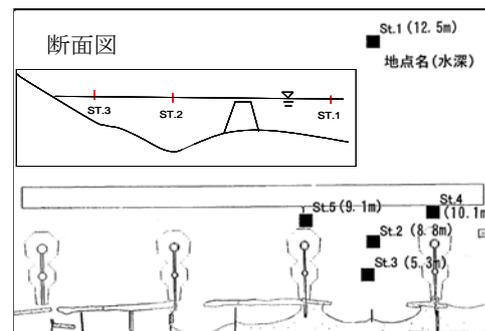


図-1 観測位置図

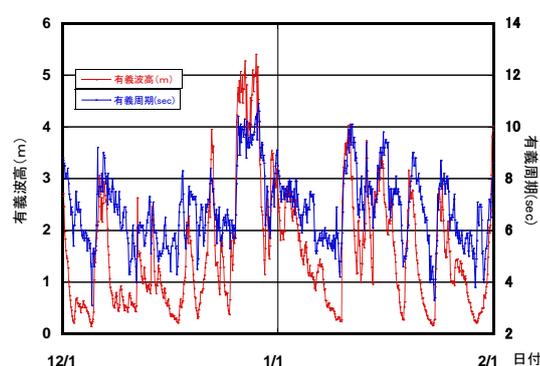


図-2 有義波高・有義周期

(新潟港沖のNOWPHAS)

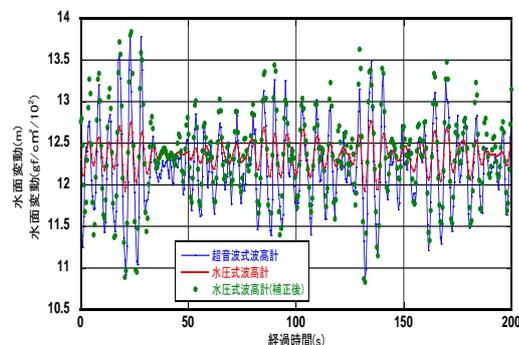


図-3 水面変動（超音波式・水圧式）

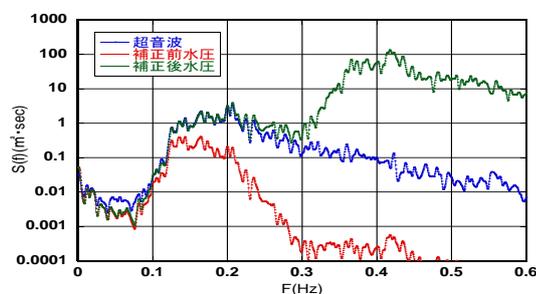


図-4 各観測地点でのスペクトル

(超音波式、補正前水圧・補正後水圧)

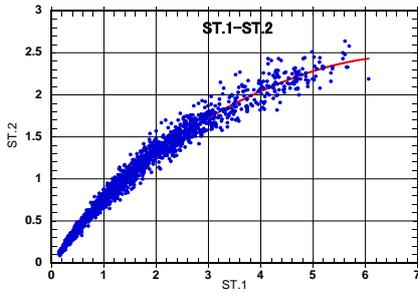


図-5 有義波高の相関

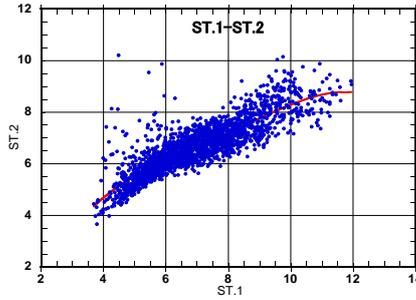


図-6 有義周期の相関

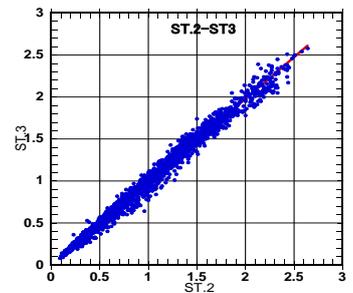


図-7 有義波高の相関

2.2 潜堤による波の遮断効果

St.1, St.2, St.3, の水面変動の時系列について波別解析を行って毎正時ごとの有義周期, 有義波高, 平均水深を算定した. 潜堤前方の St.1 と後方の St.2 について, 有義波高の相関を図-5 に, 有義周期の相関を図-6 に, また潜堤後方の St.2 と St.3 についての有義波高の相関を図-7 に示している. これらの結果より, 入射波が小さく比較的穏やかな波の時には, St.1 での有義波高に対する St.2 での有義波高の比はほぼ 1 に近い値になっているが, 入射波が大きくなるとともに潜堤による波の遮断機能が効果的に働いている. 例えば, St.1 での有義波高が 5m のときには, ST.2 での有義波高はおよそ 2.3m となっており, 1/2 以下にまで減少している. 図中の曲線は回帰曲線を描いたもので, 潜堤前後の有義波高の相関が, ほぼ多項式の曲線で表されることが分かる. St.1 と St.2 の有義周期の相関はばらつきがあるがほぼ線形関係にあり, 潜堤通過後の波の周期は幾分短周期側にシフトしている. また, St.2 と St.3 で比較すると, 有義波高においてはその比はほぼ 1 であり, 潜堤を超えた後 St.2 から St.3 までの進行に伴う波高の増減はほぼないといえる.

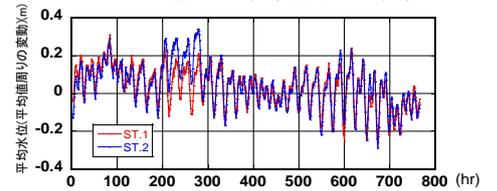


図-8 St.1, St.2 における平均水位

(平均水位周りの変動)

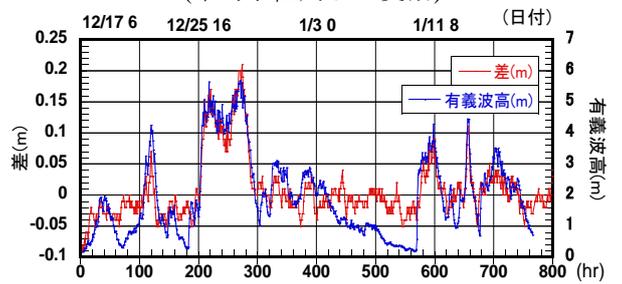


図-9 ST.1 における有義波高と

平均水位の差

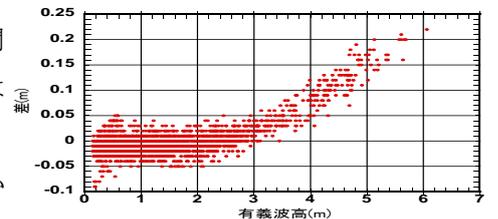


図-10 St.1 における有義波高と

平均水位の差の相関図

2.3 潜堤背後の水位変動

St.1 と St. 2 について波別解析で得られた平均水位の観測期間中の平均値周りの変動を図-8 に示している. 図中に見られる主要な変動は, 新潟西海岸に近い柏崎港で観測された潮位とほぼ一致しており, 潮位変動によるものである. 潜堤を越えて打ち込む波の質量輸送による潜堤背後の水位上昇量として St.1 と St.2 の水位差を St.1 における有義波高とともに図-9 に示す. この図より, 当然ながら St.1 における有義波高と水位差には大きな相関が見られ, 特に有義波高が 2.0m を越えるあたりから水位差が大きく生じているが, 有義波高が 2m 以下の場合には明確な水位差は生じていないことが分かる. 有義波高と潜堤背後に生じる水位差の関係をより明確に見るために, 有義波高と水位差の相関図を図-10 に示す. 図から, 有義波高 2.0m までは差は -0.05~0.05m と小さいが, 2.0m 以上になると有義波高にほぼ比例して潜堤背後の平均水位が上昇しており, 有義波高が 1 m 増大すると平均水深が 7cm 程度上昇する線形的な関係が見られる.

3. 結論

新潟西海岸に施工されている大規模潜堤における現地波浪観測データを解析し, 潜堤による波の遮断機能を明らかにした. また汀線後退の原因となる流れを引き起こす堤体背後海域の水位上昇量と入射する波浪との相関を得ることが出来た. 観測では同位置で流速データも取得されており, 今後これらのデータの解析を行ってさらに詳細に現象の究明を行う予定である.