

33. 現地観測データによる大規模潜堤周辺の波・流れに関する研究

原 亮介

1. 目的

新潟西海岸では潜堤・突堤・養浜を組み合わせた面的防護工法による侵食対策が計画され、1988年に着工後現在まで延長1500mの潜堤と4基の突堤が施工され、さらに続行中である(図-1)。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、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と考えられる汀線後退も生じている。これらの漂砂現象を解明し対策を講じるため、新潟西海岸では潜堤近傍における波浪や流れの観測が実施され多くの報告がなされているが、現地波浪観測データの詳細な解析は必ずしも十分にはなされていない。本研究では、潜堤による波の変形、潜堤背後の平均水位の上昇、潜堤近傍の流速変動を明らかにする目的で現地データの解析検討を行った。

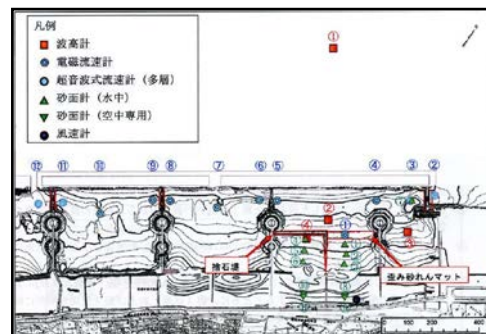


図-1 観測機器設置図

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、2010年12月6日から2011年2月23日までのほぼ3ヶ月間に亘って計測されたもので、水圧式波高計、超音波式波高計、電磁流速計、超音波流速計等を設置し(図-1)、毎正時前後10分間(計20分)の水面変動と流速の観測および毎正時2分間の平均流速の計測等が実施されている。本研究では、上記の観測値のうち、St.1~St.4(赤丸数字①②③④で示す)における波浪の観測データと毎正時2分間の平均流速のデータ(青丸数字②③⑪⑫で示す)を用いて解析を行った。

2.2 潜堤による波の遮断効果とスペクトルの変形

潜堤前方のSt.1(入射波)と後方のSt.2(通過波)について、有義波高の相関を図-2に示している。入射波が小さく比較的穏やかな波の時には潜堤による波の遮断効果は小さく、St.1に対するSt.2の有義波高の比は0.65~0.7程度であるが、入射波が大きくなるとともに波の遮断機能は大きくなり、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で5割以下にまで減少する。急激に水深が浅くなる潜堤上を通過する波は非線形干渉と碎波の程度により性質が大きく異なることが知られている。そこで入射波(St.1)について、有義波高を0.5m刻みで波高4.5m以上までの10階級、また有義周期を7秒以下、7秒~10秒、10秒以上の3階級に分割して各階級に入るスペクトル $S(f)$ の平均値を算定した。得られた平均スペクトルの例を図-3(a)(b)(c)に示す。波高が小さい場合には潜堤通過前後でスペクトルの分布形状の変化は小さいが、波高が増大すると非線形干渉によって通過波は明確な二山形状を示すようになる。さらに波高が増大すると潜堤上で碎波が大きく生じはじめ、高周波数部分のピークが明確には現れなくなる。このような傾向を定量的に捕らえるために、20秒(0.05Hz)~7秒(0.14Hz)と7秒以下の周期帯についてスペクトルを積分して換算波高を算定した。その結果を各スペクトルより算定した有義波高に対する比として図-4に示す。入射波では高周波数部分の割合は小さく波高の増大とともにその割合もほぼ一様に減少しているのに対して、通過波では7秒以下の高

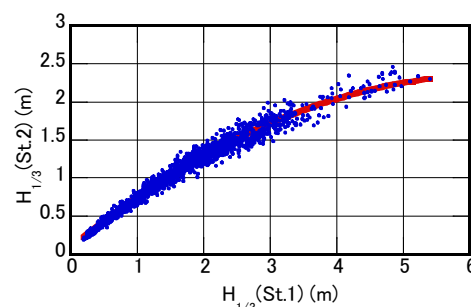


図-2 有義波高の相関

周波数部分の方が大きく入射波の有義波高が増大するにつれていったん増大し、その後砕波が生じ始めると徐々に減少するが、それでも波高が 4.5m を越えるあたりまで低周波数部分の換算波高よりも大きな値をとる。

2.3 潜堤背後の平均水位と潜堤端部の流速の変動

潜堤背後の砂は最終的には大部分が潜堤端部近傍の流れによって堤外に流出していると考えられており、波浪と平均水位上昇量および堤体端部での平均流速との関連を明らかにすることは重要である。20 分間波浪観測データの平均値より平均水位を各観測地点について算定し St.1 との差をとって水位差 Δh を算定した。観測期間中の St.2 での水位差の変動を入射波の有義波高とともに図-5 に、両者の相関を図-6 に示す。有義波高が 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 1m 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。図-7 に観測期間中の水位差と潜堤端部近傍（青丸③）での平均流速（潜堤に沿い堤外に向かう流れ）の変動を、図-8 に両者の相関図を示す。水位差と流速に関しても若干ばらつきは大きいものの両者にはほぼ線形的な相関が見られ、水位差が 0.2m で流速は 70cm/s 程度に達していることが分かる。

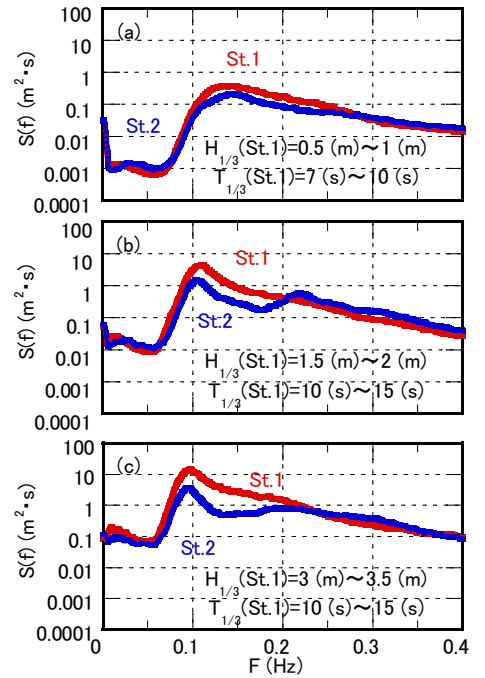


図-3 平均スペクトル

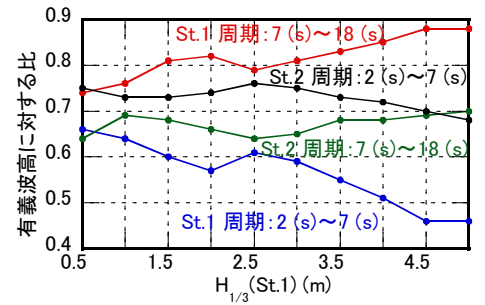


図-4 換算波高の比

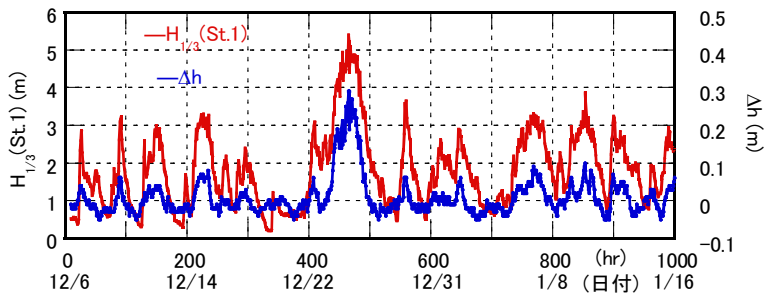


図-5 観測期間中の有義波高(ST.1)と水位差

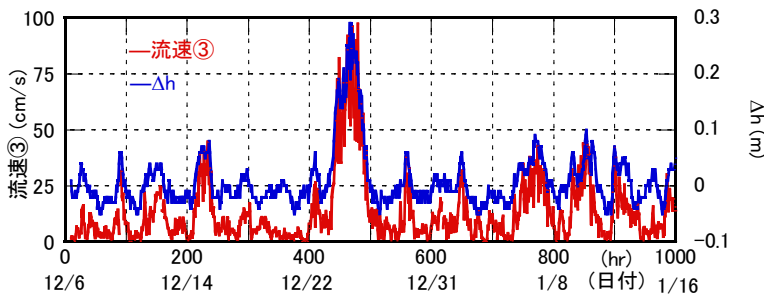


図-7 観測期間中の流速③と水位差

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、潜堤による波の変形特性、入射波の波高と背後海域での平均水位変動の相関特性を明らかにした。さらに、平均水位上昇とそれが引き起こす潜堤端部での平均流速との相関を得ることが出来た。

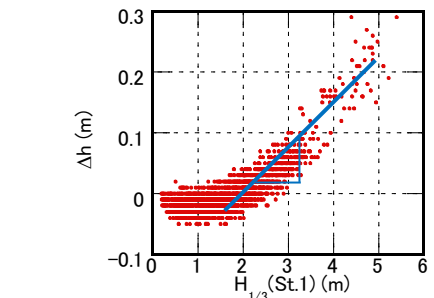


図-6 有義波高(ST.1)と水位差の相関

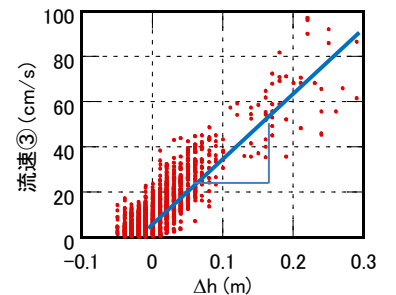


図-8 水位差と流速③の相関