九州大学 学生会員 〇原 亮介 九州大学 正 会 員 山城 賢 吉田明徳

1. はじめに

大規模な海浜再生を目的に大水深域に施工される潜堤の背後海域では、平均水位の上昇により開口部(法線が切 れた開口部や潜堤端部の開口部)から水位の低い沖側へ向かう強い流れが発生し、大規模な海底砂の流出が生じて いることが報告されている(例えば、吉田ら、2009). 捨石やブロックを用いる一般的な台形潜堤の場合、平均水位 上昇を抑えるには天端水深を大きく取るほかなく、そうすると本来の波の遮断機能を大きく損なうというトレード オフの関係にあり、両者を同時に満足することは極めて難しい. そこで著者らは図-1 に示すように潜堤上を通過す る波を徐々に減衰させることで、台形潜堤に比べて高い波浪制御効果と平均水位上昇の抑制効果を期待できる連立 壁潜堤を考案し、数値計算により、連立壁の条件によっては高い効果が得られることを示した(山城ら、2013). 本 研究では、連立壁潜堤による波浪制御と背後水域の水位上昇抑制のメカニズムの詳細を明らかにし、よりコンパク トで効率的な潜堤構造を把握することを目的に数値実験を

実施した.

2. 計算条件

数値計算には数値波動水路 CADMAS-SURF V5.1 ((財) 沿岸技術研究センター,2008)を使用し断面2次元での検 討を行った.設置水深,潜堤サイズ,入射波などの計算条 件は新潟西海岸の大規模潜堤(吉田ら,2009)を参考とし た.潜堤は,高さや数・間隔などの条件を様々に変えた連 立壁潜堤に加え,台形潜堤についても幾つかのケースを設 定した.図-2 に計算領域を示す.計算領域は水平方向に 1,000m,鉛直方向に15mを設定し,一定水深部の水深を 8m,沖側端には減衰帯を200m(有義波の約2波長分),岸

側端には勾配 1/20 の不透過斜面を設定した.格子のサイズは,計算の安 定性と計算に要する時間について予備的な検討を行い,次のように設定し た.水平方向の格子間隔はΔx=1.0mを基本とし,潜堤付近でより詳細な形 状を表すため,潜堤の中心を x=0m とし, x=-125m から 125m の間では Δx=0.5m として, x=-150m から x=-125m, x=125m から 150m の領域につい ては格子間隔を等比級数的に減少・増加させる可変格子とした.また,鉛 直方向の格子間隔は全領域でΔz=0.25mに固定した.入射波は有義波高 3.0m, 有義波周期 10.0s の修正 Bretschneider-光易型スペクトルを有する不規則波 とし,計算時間は 1,500s(有義波周期で 150 波)とした.潜堤透過部分の 間隙率は全て 0.5,抵抗係数は 1.0,慣性力係数は 1.2 とした.その他の計 算条件については表-1 に示すとおりである.図-2 に示す潜堤前後の 87 点 において水位変動を 0.5s 間隔(データ数 3,000)で記録し,波のスペクト ル,平均水位,通過波高,反射率等を求めた.また,造波開始後に定常と なった 500s から 1500s までについて 0.5s 間隔の流速データから渦度の分布 を求めた.





図-2 計算領域の概略図

パラメータ	值
計算時間間隔(s)	AUTO(安全率0.5)
造波モデル	造波ソース
造波関数	マトリクスデータ
左端境界条件	開境界
左端減衰領域(m)	200
ポーラス間隙率	0.5
ポーラス下限値	0.01
慣性力係数C _M	1.2
抵抗係数C _v	1.0
動粘性係数v(m²/s)	1.0*10 ⁻⁶
計算時間(s)	1500
差分スキーム	DONOR-0.2
流速・圧力境界条件	ノンスリップ
VOF関数Fの境界条件	フリー
気泡上昇速度(m/s)	0.2
水滴落下速度(m/s)	3.0

3. 考察

計算ケースのうち、図-3 に示す新潟西海岸に設 置されている潜堤をもとに設定した台形潜堤 Case A,および,連立壁枚数 n が 9 枚で連立壁の 壁上水深が 2m の Case B2.0(n=9),壁上水深が 3m の Case B3.0(n=9)の 3 ケースについて比較する.

図-4 に通過率,反射率,潜堤前後の水位差を示 す.連立壁潜堤は台形潜堤に比べて反射率,潜堤 前後の水位差が小さくなっている.特に,Case B3.0 では水位差が大きく低減されている.連立壁 潜堤の2ケースを比較すると,壁上水深が小さい と反射率が高く,通過率が低下する代償として水 位差が大きくなっている.

図-5 に時間平均した渦度の分布を示す. 台形潜 堤では天端上の全域で渦度が分布しており,沖側 から岸側に向かって渦度が減少している. 一方, 連立壁潜堤では各連立壁の頂部で顕著な渦の発 生が確認でき,こちらも岸側にいくほど渦度が減 少している.

図-6 に平均流速のベクトルを示す. 台形潜堤で は天端上で岸向きの大きな流れが発生しており これが潜堤前後の水位差の原因となっていると 考えられる.一方,連立壁潜堤では各連立壁間で 渦の発生に伴う循環流が生じており,台形潜堤に みられるような岸向きの強い平均流が生じてい ない.

連立壁の壁上水深による違いをみると, Case B3.0(n=9)は流速, 渦度ともに Case B2.0(n=9)に比 べて若干大きくなっている. これは壁上水深が小



さい Case B3.0(n=9)では、Case B2.0(n=9)よりも反射率が低く、潜堤上を通過する波のエネルギーが大きくなるため と考えられる.

4. おわりに

本研究では、連立壁潜堤の効果的な構造を把握するために、連立壁潜堤上での渦の生成や流れの状況等の詳細に ついて数値実験を行った.その結果、連立壁潜堤は、台形潜堤とは天端上での渦や流れの様子が大きく異なり、通 過率や潜堤前後の水位差にも違いが生じることがわかった.また、計算結果から推測すると、壁上水深や連立壁の 間隔を段階的に変化させることで、より高い効果を発揮する潜堤構造となることが考えられる.今後は通過率、渦 度等の指標を整理して連立壁潜堤の性能を評価し、コンパクトで効率的な潜堤構造を把握する必要がある.

参考文献

吉田秀樹,金井 実,山田貴裕,片野明良:潜堤背後の洗掘溝の漂砂特性,第56回海岸工学講演会論文集(2009) No.1 P 701-705 山城 賢,吉田明徳,原 亮介,植村崇博:連立壁潜堤の波浪制御効果と平均水位上昇抑制効果に関する数値実験,第60回海岸工学講演会論 文集(2013) No. 2 P781-785