

沿岸部の平均水位上昇を抑制する潜堤形状に関する研究

九州大学 学生会員 ○植村崇博

九州大学 正会員 吉田明德 山城賢

1. 序論

世界各地で、海岸浸食が問題となっている地域は数多くあり、浸食を防ぐために防波堤等の構造物が使用されている。沖合潜堤は、浸食を防ぐことを目的に設置される防波堤の一種であり、景観、環境に与える影響を抑えつつ入射波の低減が可能なため、近年、新潟西海岸をはじめ設置が進められている。一方で潜堤設置は潜堤背後の水位上昇を引き起こすことも知られており、この水位上昇が新たな浸食の要因となりうる、という新たな問題も指摘されている。中川ら(2011)は、複列潜堤は、新潟に設置されている単列潜堤と比べ平均水位上昇を引き起こす危険性が低いことを室内実験、SMAC 法・VOF 法による数値計算で検証しており、潜堤形状の違いは平均水位上昇量に影響を与えることが予想される。本研究では、実際に新潟西海岸に設置されている単列潜堤と比較し、水位上昇に与える影響のより小さい潜堤形状はないか検討するため、複数の潜堤形状に対し SMAC 法・VOF 法を用いた数値計算を行った。なお、本研究における潜堤は延長の長いものを想定しているため、断面二次元での検討を行った。

2. 計算条件

数値計算は SMAC 法・VOF 法に基づく数値波動水路 (CADMAS-SURF) によって行われた。図 1 に解析領域を、表 1 にパラメータを示す。解析領域は水平方向に 1000m、鉛直方向 15m であり、潜堤背後には勾配 1/100 のスロープが設けられている。また、いずれのケースも水深 8m、造波位置 250m、潜堤位置 550m とした。水平方向の格子間隔は、 $\Delta x=1.0\text{m}$ を基本としているが、潜堤付近でより詳細な形状を表すため、 $x=425\text{m}$ から 675m の間では $\Delta x=0.5\text{m}$ を採用している。 $x=400\text{m}$ から $x=425\text{m}$ 、 $x=675\text{m}$ から 700m の領域では可変格子を採用しており、隣接する格子の格子間隔は等比級数的に減少、又は増加させている。また、鉛直方向格子間隔は全領域で一定で $\Delta z=0.25\text{m}$ とした。潜堤設置位置は常に一定とし、天端の中心位置が $x=550\text{m}$ となるようにした。また、入射波は、Bretschneider-光易型スペクトルを有する不規則波を採用し、 $H_{1/3}=2.0\text{m}$ 、 $T_{1/3}=10.0\text{s}$ および $H_{1/3}=3.0\text{m}$ 、 $T_{1/3}=10.0\text{s}$ の場合について検討を行った。本研究で比較検討したケースは a)新潟西海岸に実際に設置されている単列潜堤 (図 2) 及び、b)新潟西海岸における潜堤と同一の天端幅を持ち、潜堤内に不透過矩形構造部を鉛直方向に 3 列埋め込んだケース (図 3) である。

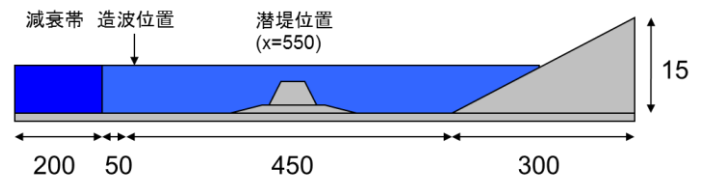


図 1.解析領域の概略図

表 1.パラメータ

パラメータ	値
水平方向長さL(m)	1000
水路高さH(m)	15
X方向の格子間隔 Δx (m)	0.5-1.0(可変)
Z方向の格子間隔 Δz (m)	0.25
造波位置(m)	250
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
ポアラス間隙率	0.5
慣性力係数 C_M	1.2
抵抗係数 C_V	1.0
動粘性係数 ν (cm ² /s)	0
水深h(m)	8.0
有義周期 $T_{1/3}$ (s)	10.0
計算時間(s)	1500

図 2.既存潜堤

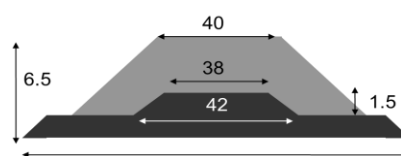


図 2.既存潜堤

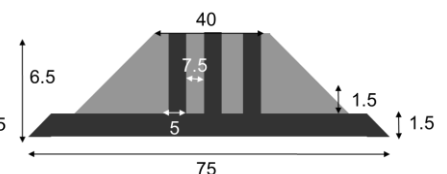


図 3.新型潜堤

3. 数値計算結果

計算は水位変動 0 の初期状態から開始したため、結果を整理するにあたり、計算初期の水位は比較に適さない。したがって、1500s 間の計算時間のうち、後半 1024s 間のデータのみ抽出し、比較した。

有義波高 2.0m のケース a) 及び b) の $x=650\text{m}$ におけるスペクトル図を図 4 に示す。既存の潜堤形状と比較し、提案した潜堤形状は広範囲に渡る周波数域において入射波のパワーが小さくなっており、同時に

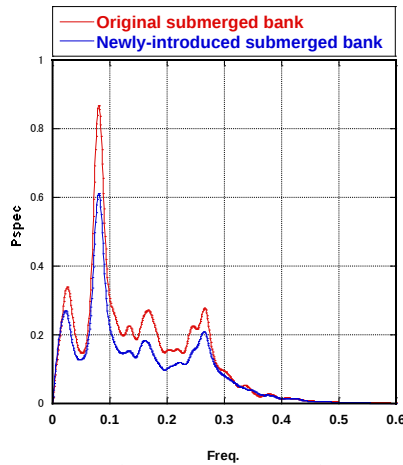


図 4. スペクトル図

($H_{1/3}=2.0\text{ (m)}$)

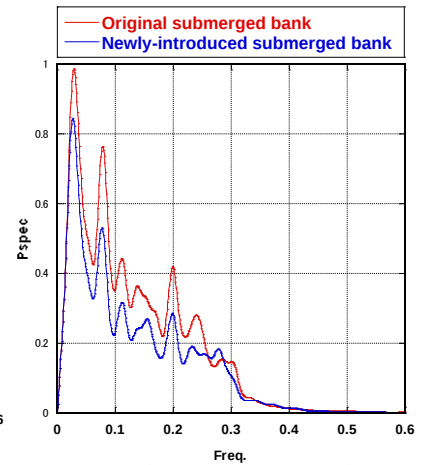


図 5. スペクトル図

($H_{1/3}=3.0\text{ (m)}$)

ピーク値も小さくなっていることが分かる。図 5 に示される有義波高 3.0m のケースでも同様に入射波が減少している。

続いて、有義波高 2.0m のケースにおける平均水位の分布を図 6 に、3.0m のケースの分布を図 7 に示す。有義波高 2.0m では a), b) の両ケースに水位上昇の差は顕著に見られないが、3.0m のケースでは顕著であり、提案した潜堤の方が既存の潜堤より平均水位上昇幅が大きいという結果となった。

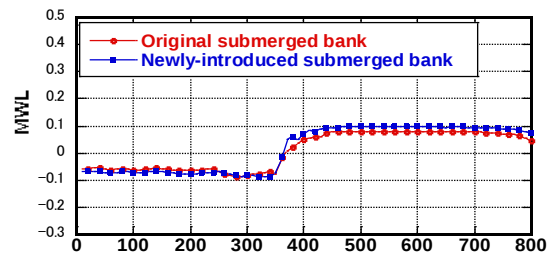


図 6. 平均水位 $H_{1/3}=2.0\text{ (m)}$

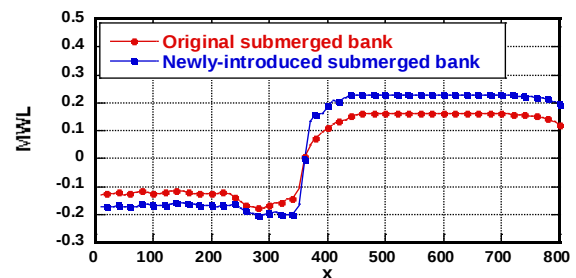


図 7. 平均水位 $H_{1/3}=3.0\text{ (m)}$

4. 考察

本研究では、入射波スペクトルと平均水位上昇をともに低減させる潜堤形状として、潜堤内に不透過直立構造部を 3 列埋め込んだ潜堤を提案し検討を行った。その結果、入射波スペクトルの低減効果はあったものの、平均水位は上昇する結果となった。

5. 今後の課題

吉田ら(1988)によると、複列鉛直板を設置した場合、その設置間隔によって波の制御能力は大きく変わることが示されている。したがって、本研究においても今後は 3 列の配置間隔を変え、同様の計算を行う予定である。また、今回行った数値計算では流体の粘性の影響が考慮されておらず、渦によるエネルギー減衰の効果が考慮されていない。現実には、潜堤付近では渦の影響は非常に大きいことを考慮すると、今後は粘性を考慮した数値計算を進めていく必要があるものと思われる。

参考文献

中川洋一・大下善幸・山川一美・長谷川巖・稲垣茂樹：大規模海岸保全施設の潜堤断面と端部処理，海洋開発論文集(2011)

吉田明徳・木佐貫徹・古賀諭志・小島治幸：複列鉛直版潜堤による波の制御，第 35 回海岸工学講演会論文集(1988)