

シルテーションによる港湾施設の埋没の技術的対策について

九州地方整備局 下関港湾空港技術調査事務所

技術開発課 技術開発第一係長 黒田 祐一

1. はじめに

有明海や周防灘の様な泥土分が多い海域にある港湾においては、シルトや粘土等の浮泥が波や流れによって巻き上げられ移動するシルテーションによる港湾施設の埋没によって、大型船舶の航行に支障を生じる可能性が高くなっていく。このため、九州地方整備局港湾空港部では平成3年より潜堤（逆T型）の設置による港湾施設の埋没対策を熊本港において実施しており埋没量低減の成果をあげてきている。（図-1）

一方、潜堤は没水構造物であるため、小型船舶の航行に対して障害となる可能性があることから、できる限り潜堤の天端高を低下させることにより、小型船舶の航行の円滑化を図ることが必要である。

（図-2）

この課題に対応するため、従来の逆T型潜堤よりも天端高を低下させることが可能な潜堤の形状等について検討を行ったものである。

2. 検討内容

2.1 検討方法

熊本港では、従来より航路や泊地を逆T型潜堤で囲むことで、埋没対策を実施しており、その潜堤の有効性は確認されている状況にある。

その有効性を保持しつつ、より低天端化した潜堤のあり方について検討するため、浮泥の流動状況を詳細に観測できる水槽により実験を行った。（図-3）

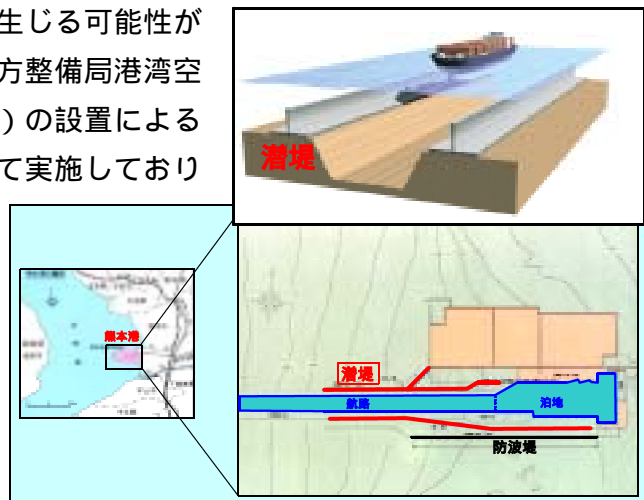


図-1 潜堤設置事例（熊本港）

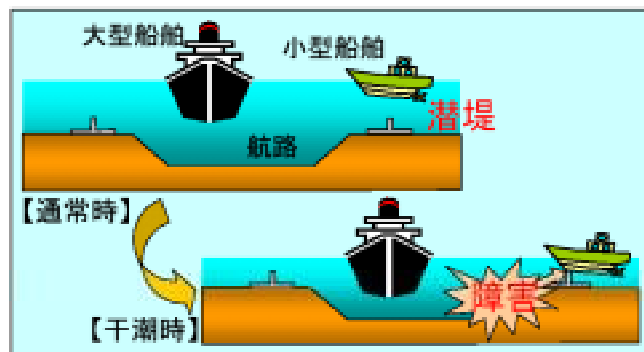


図-2 潜堤の設置状況

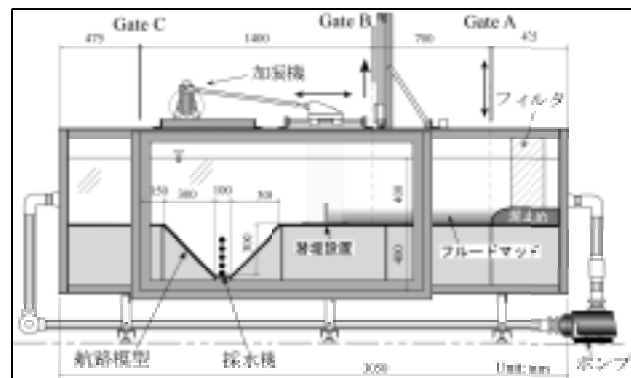


図-3 実験水槽図

この実験水槽は、高濃度浮泥層（フルードマッド）の流動を可視化できるようにしており、また、水槽内部には航路を模した落ち込み部を設けるとともに、ポンプや加振機により流れや波の影響を再現できるようにしている。

なお、水槽実験の再現性を検証するため、密度流モデルを用いた数値シミュレーションにより、潜堤形状による浮泥の拡散効果の違いを取り入れ、潜堤により形成される渦の効果も確認した。

2.2 対象潜堤

埋没阻止効果を高めるためには、流れや波の影響により潜堤上を越えてしまう浮泥に対して、潜堤背後に形成される大規模な渦によって攪拌させ浮泥濃度を低下させることが有効と考えられる。（図 - 4）



図 - 4 渦の効果

そのため、断面形状により渦の形成が異なる4種類の潜堤（逆T型、台形型、雨滴型、逆型）を対象として検討した。（図 - 5）

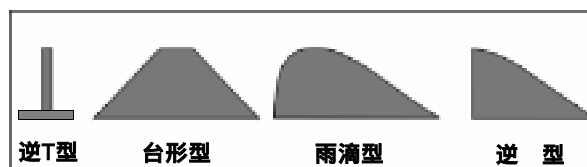


図 - 5 潜堤の種類

3. 検討結果

3.1 潜堤高の比較

潜堤高の影響を検討するため、潜堤高 h_s が10cmと20cmの逆T型潜堤を用いた実験を行った。その結果、潜堤高が10cmの場合には潜堤上を越流した浮泥は航路の斜面に沿って流下しているのに対し、潜堤高20cmの場合には濃度の薄い浮泥が上層部を通過している状況にある。そのため、潜堤高が高くなると、潜堤上を越流する浮泥量自体が少なくなること、また潜堤直上の流速が速くなることにより潜堤航路側の渦の規模が大きくなり浮泥を攪拌する効果がさらに高まることにより、航路への埋没阻止能力はますます高まるものと考えられる。（図 - 6）

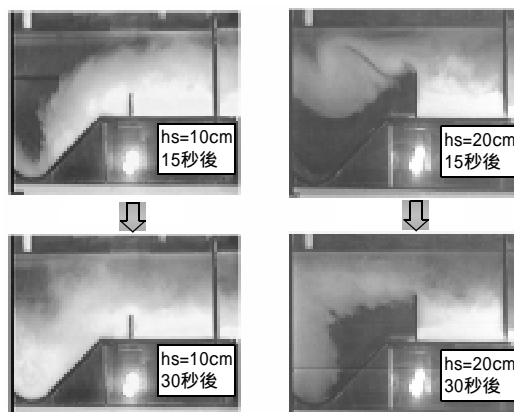


図 - 6 潜堤高の比較（水槽実験）

また、実験と同じ条件により、3種類の潜堤高($h_s=10, 15, 20\text{cm}$)で数値シミュレーションした結果、実験の場合と同様に、潜堤高の高い方が航路側に流入する量が少なく航路へ堆積しにくくなることが再現された。

（図 - 7）

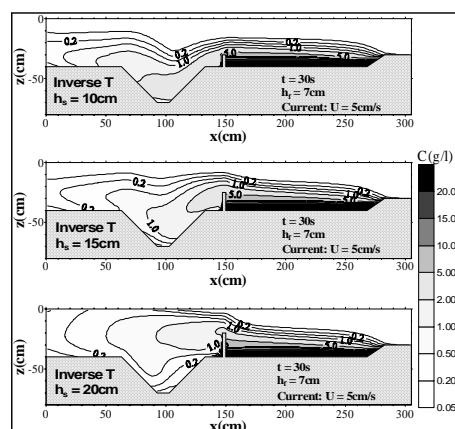


図 - 7 潜堤高の比較（シミュレーション）

3.2 潜堤形状の比較

潜堤形状の違いによる浮泥の埋没阻止効果の相対的な比較検討を流れや波が作用する条件のもとで行った。その結果、潜堤周辺に生じる渦の形成と埋没阻止効果との間に深い関係があることが認められ、特に潜堤上を越流する浮泥が渦によって静水と攪拌混合され、浮泥濃度の低下による沈降速度の減少により航路への堆積が抑制される様な、逆T型潜堤と逆型潜堤が効果的と確認された。(図-8)

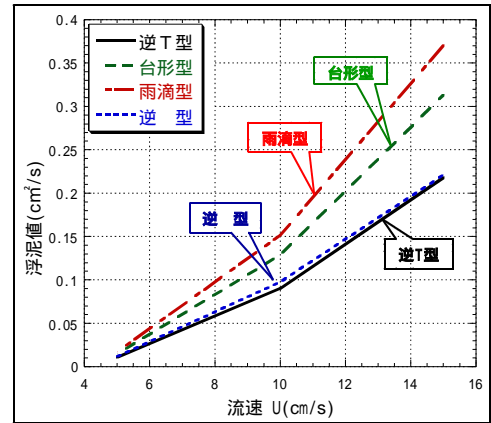


図-8 潜堤形状の比較

3.3 複列潜堤の効果

埋没阻止効果を低下させずに潜堤の低天端化を図るために、潜堤を複列に配置した場合について検討を行った。潜堤の複列化による埋没阻止効果の比較を逆T型潜堤で実験した結果、浮泥厚 h_f が7cmの同条件であれば複列化により航路内の濃度を半分程度に抑えられることが確認された。(図-9)

また、その結果をもとに埋没阻止効果が同程度となると考えられる航

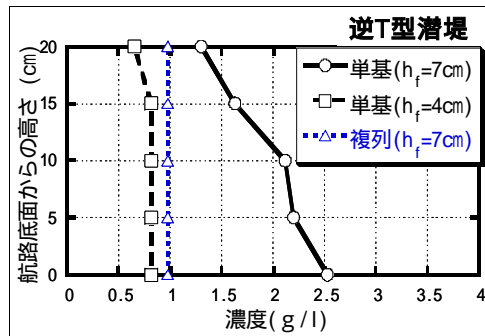


図-9 単基・複列の効果

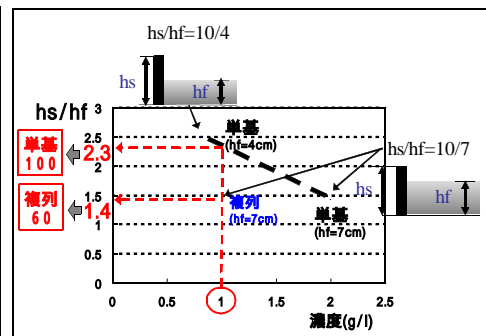


図-10 単基・複列の高さ比較

路内浮泥濃度の条件下において、単基と複列の高さを比較検討することにより、複列潜堤は単基設置の潜堤の6割の高さで同程度の埋没阻止効果があるものと考えられた。

(図-10)

3.4 複列潜堤の組合せ

潜堤形状の違いによる埋没阻止効果の結果で効果的と確認されて逆T型潜堤と逆型潜堤を組合せた3種類(逆T型, 逆型, 逆T型)の複列潜堤により、埋没阻止効果の検討を行った。

その結果、浮泥が堆積している側では浮泥を乱さない様に逆型潜堤を、航路側では越流浮泥を攪拌し濃度低下を促す逆T型潜堤を設置する逆T型潜堤が最も有効な組合せであることが確認された。(図-11)

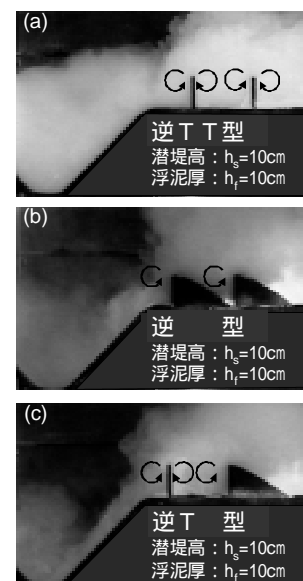


図-11 複列潜堤の組合せ

3.5 複列潜堤の設置間隔

複列潜堤の有効な設置間隔については、渦の攪拌効果により潜堤越流浮泥の濃度低下を促進させるために、潜堤間の渦が十分に発達する距離が必要である。(図-12)

潜堤間に発生する渦の数値シミュレーションを行った結果、潜堤間隔Dは潜堤高の2倍程度は必要であることが確認された。(図-13)

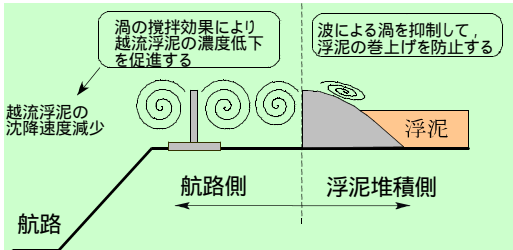


図-12 複列潜堤の渦効果

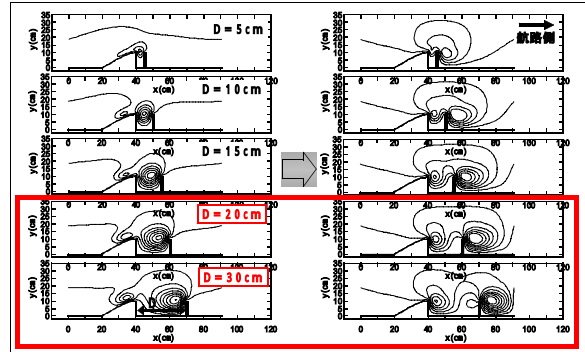


図-13 複列潜堤の設置間隔

4. おわりに

従来の逆T型潜堤と同程度の埋没阻止効果を保持し、より低天端化させる様な潜堤の形状等を研究した結果、技術的に潜堤の複列化が効果的であり、その潜堤高は逆T型潜堤の6割程度とすることが可能であることが確認された。また、複列潜堤としての形状の組合せは逆T型潜堤が有効であり、その際の最適な設置間隔は潜堤高の2倍程度は必要であることも確認された。(図-14)

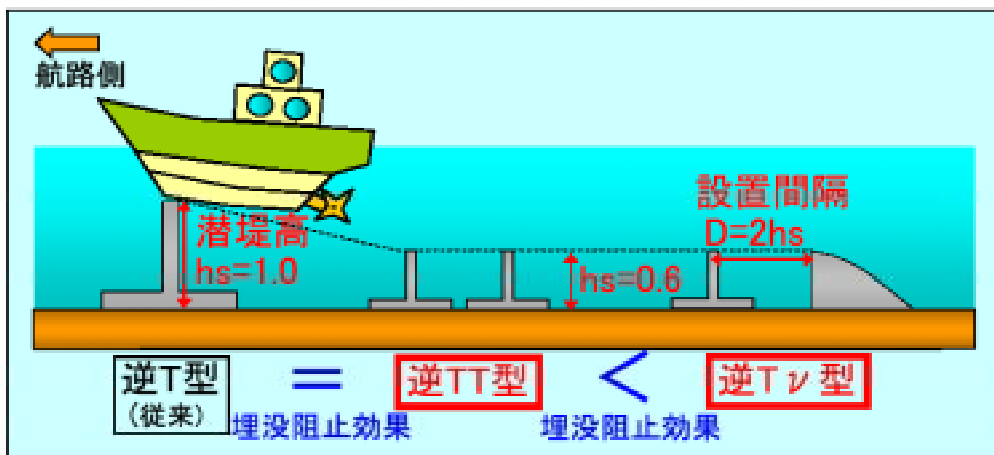


図-14 複列潜堤の効果

一方で、複列化により断面ボリュームがアップし、施工コストの増大等といった課題の発生もあり得ることから、本検討内容の実現化のためには、潜堤の構造や材料を見直し、コスト削減方策等についても検討する必要があるものと考えられる。

また、近年、環境と調和した港湾整備も求められていることから、自然環境協調の付加機能を有する潜堤の検討に取り組み、より効果的・効率的な埋没対策の技術開発を進める必要がある。