

熊本港における航路埋没防止潜堤の実証試験について

小笹 博昭*・辻 安治**・大山 洋志***
岸 弘之***・大瀬 信一****

1. はじめに

熊本港は、図-1 に示すように、有明海に流入する白川、緑川の河口にはさまれた熊飽海岸に計画された港である。周辺海域は有明粘土と呼ばれる超軟弱な粘土が厚さ約 40 m にわたり堆積しているほか、水深が浅く、また、潮位差が最大 4.5 m と大きい。このため、航路・泊地の浮泥による埋没（シルテーション）が予想され、船舶の航行や岸壁への離着岸に支障をもたらすことが懸念される。このため、昭和60年度より運輸省第四港湾建設局を中心に、軟弱地盤海域における効果的な航路埋没防止対策に関する調査を開始し、ポケット浚渫地における現地観測および埋没量予測シミュレーション計算法の開発等を行ってきた。これらの成果をもとに、熊本港の航路・泊地の埋没防止対策工法としてコンクリート製造T型の潜堤を採用し、図-2 に示すように、水深 4.5 m、幅 100 m 航路の両側約 2 km にわたって潜堤を

設置（平成3年7月設置終了）している。その後、航路・泊地を浚渫しており、これにあわせて、潜堤の航路埋没防止メカニズムを把握し、埋没防止効果を実証するための現地観測を実施している。

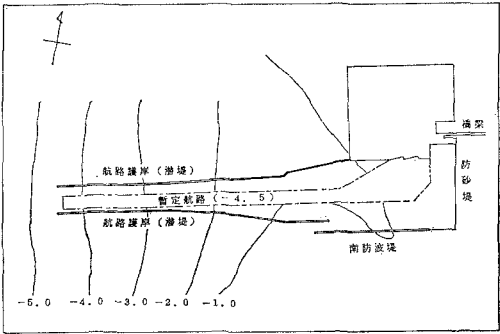


図-2 熊本港平面図（平成4年暫定供用時）

2. 航路埋没防止潜堤設置に係る調査

（1）ポケット浚渫地における埋没量の観測

昭和61年12月～63年2月までの間、熊本港海域において長さ 50 m×幅 30 m×深さ 2 m のポケットを浚渫し、埋没防止対策として高さ 1 m の潜堤で囲んだ浚渫地と潜堤を設けていない浚渫地の埋没量を観測し、比較した。その結果を図-3 に示す。図中の矢印は波が高い時化時を表している。

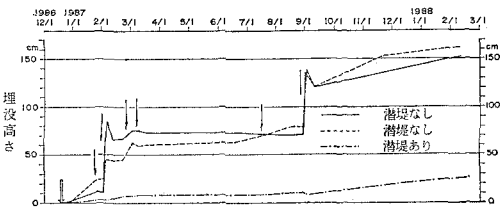


図-3 浚渫地中央部での埋没量の経時変化

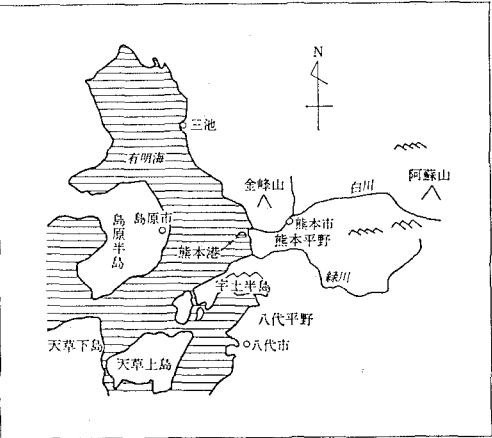


図-1 熊本港位置図

* 正会員 工博 運輸省第四港湾建設局下関調査設計事務所長
** 正会員 工修 運輸省第四港湾建設局下関調査設計事務所次長
*** 正会員 工修 運輸省第四港湾建設局下関調査設計事務所
**** 運輸省第四港湾建設局下関調査設計事務所

台風時あるいは冬期風浪時といった荒天時に集中的に埋没が生じており、潜堤を設けていない浚渫地においては1年間で150cm程度埋没している。これに対し、潜堤を設けた浚渫地では時化時にも顕著な埋没は生じず、1年間で30cm程度と潜堤なしの場合の約1/5となっている。この結果から潜堤の設置がシルテーション防止のうえで効果的であることが確認された。

(2) 埋没量予測シミュレーション

航路埋没防止に最適な潜堤の配置を求めるため、埋没量予測シミュレーション計算法を開発した。図-4に示すように、計算モデルは、航路・泊地の埋没は底層に沿う高濃度SS層の密度流的な流動により生じると考え、海底近傍の浮泥層濃度を一定濃度に固定し、浮泥量の増減を浮泥層厚の増減として表すレイヤーモデルである。

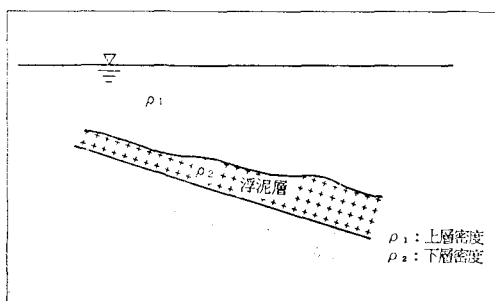


図-4 シルテーションのモデル

熊本港の平成4年度暫定供用時の航路・泊地に対して、図-5に示すように潜堤の配置および高さを4種類設定し、埋没量を予測した。波浪・潮位は昭和62年8月31日の時化とした。

図-6にブロック別埋没高さを示す。潮汐により浮泥を強制的に沖へと押し流すフラッシュ効果を期待した曲

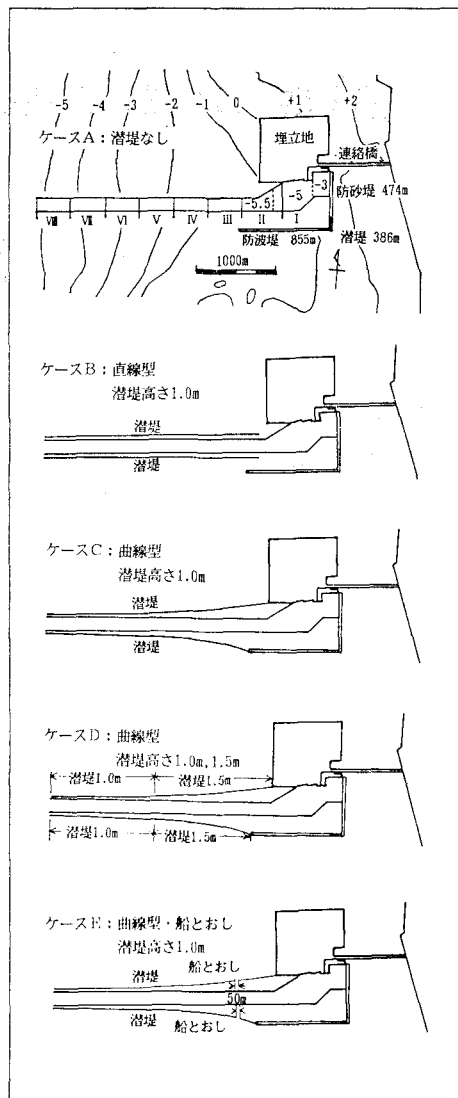


図-5 埋没量予測シミュレーション計算ケース

線型で、浮泥の流動の激しい岸側の高さを1.5mとしたケースDの埋没量が最も少なく、このケースを基本的な潜堤の配置とした。

3. 潜堤の航路埋没防止効果に関する実証試験

潜堤の構造は経済性、施工性を勘案し、図-7に示す逆T型のコンクリートブロックとした。底版の大きさは地盤の土質により、沖側で大きくなっている。また、各ブロックの隙間には目地版を施工し、不透過としている。潜堤の設置にあわせて、実海域における潜堤の航路埋没防止メカニズムを把握し、航路埋没防止効果を確認するため、浮泥の流動状況の計測、航路・泊地の埋没量の計測、潜堤の安定性の観測等を実施している。

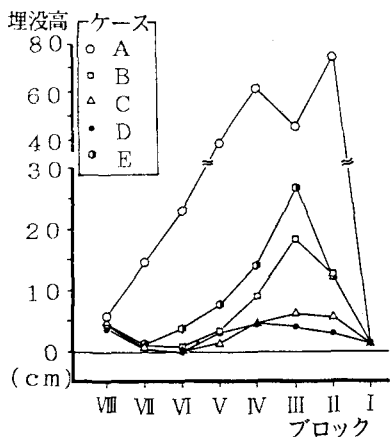
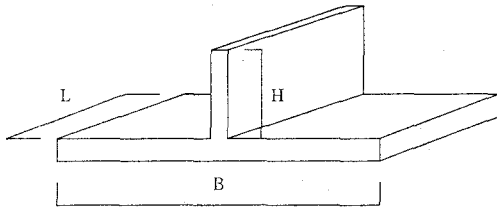


図-6 ブロック別埋没高さ



L (m)	B (m)	H (m)
4.5 ~7.0	4.0 ~9.0	1.0 ~1.5

図-7 潜堤ブロック

3.1 観測項目

①浮泥の流動状況の計測

電磁流速計、濁度計、自動採水器により、荒天時（台風期3回、冬期風浪時1回）における浮泥の流動状況を計測する。計測は連続4日間の自動計測とする。

②航路埋没量の計測

荒天の前後および定期的に音響測深機およびレッドによる深浅測量を実施するとともに、測定板（鉄板）を航路・泊地に設置し、測定板上の堆積高さをダイバーにより計測する。

③潜堤の安全性の観測

潜堤近傍に測定棒を設置し、沈下量、移動量、洗掘・堆積量をダイバーにより計測する。

④底泥の物理特性の計測

底泥の舞い上がり、沈降現象の基礎となる含水比、粒度組成、比重および強熱減量を計測する。

3.2 観測結果

（1）音響測深周波数の設定

浮泥が存在する海域においては、音響測深機の発信周波数により音波の反射面が異なるため測深値が変化することが知られている。音響測深機により航路埋没量を測定するためには、基準となる海底面を定義し、これに対応する測深周波数を設定する必要がある。海底面は浮泥

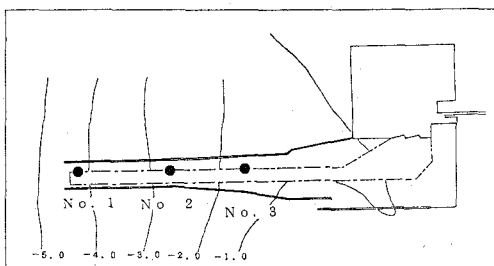


図-8 観測位置

測定用レッド（底面積 113 cm²、重さ 2.7 kg の円錐形）の着底面とし、4種類の周波数による測深値と浮泥層測定用レッドによる測深値を比較した。表-1 にその結果を示す。4種類の周波数による測深値とレッドによる測深値はほぼ一致している。これは、今回の調査は静穏な状態が続いた期間に測定しており、熊本港の場合、このような通常期には浮泥は存在しないためであると考えられる。このため、熊本港において航路埋没量を測定する場合、精度の高い高周波数の 200 kHz を用いるのが適当である。

表-1 音響測深機とレッドによる測深値の差

周波数	測点 NO.1	測点 NO.2	測点 NO.3
SH-10	12KHz	0.05	0.00
	210KHz	0.00	0.00
PDR-501	28KHz	0.00	0.05
	190KHz	0.00	0.00
4B型	110KHz	0.00	0.00
	190KHz	0.00	0.00

（2）潜堤内外の浮泥の流動状況の違い

平成3年8月の台風12号時において、潜堤近傍に流速計および濁度計を配置し、潜堤内外における浮泥の流動状況を観測した。観測地点は水深 -2m 付近の南側潜堤である。

図-9 に SS 濃度の経時変化を示す。8月21日の午後に潜堤外側において SS 濃度の鋭いピークが観測された。図-10 に SS 濃度が高い期間（8月21日11時~17時：以下「特定期間」という）における潜堤内外の SS

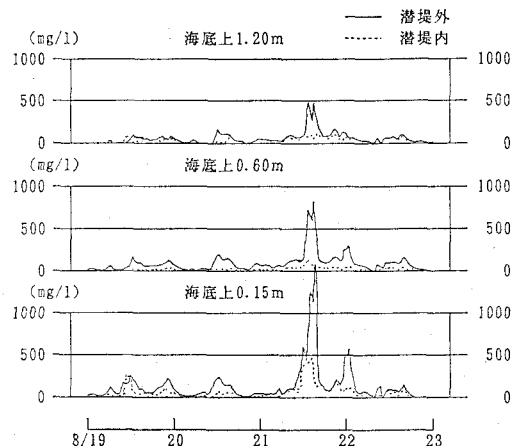


図-9 SS濃度の経時変化

濃度の鉛直分布(平均値)を示す。潜堤外側の海底面付近で観測された高濃度 SS は、潜堤内側ではあまり顕著でなく、外側の約 1/3 となっている。

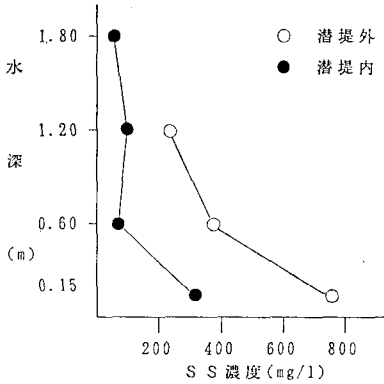


図-10 潜堤内外の SS 濃度の鉛直分布

また、図-11 に特定期間における全 SS フラックスを示す。特定期間においては、流向は潜堤に沿う方向となっており、潜堤は SS 高濃度層の流入を遮蔽している。そのため、潜堤内外で SS 濃度に差が生じたと考えられる。

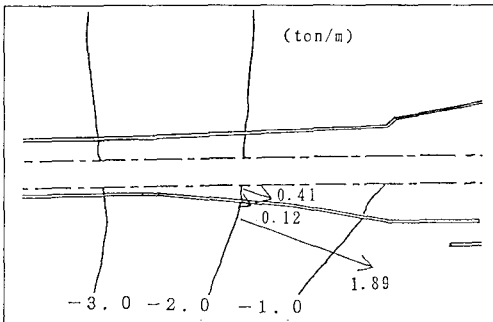


図-11 全 SS フラックス (台風 12 号)

(3) 荒天時における浮泥の流動状況と埋没量

平成 3 年 9 月の台風 17 号および 19 号による荒天時に図-12 に示す。浮泥の流入が予想される潜堤上、船どおしおよび航路近傍に流速計、濁度計を配置し、また、航路・泊地に測定板(鉄板)を設置し、台風通過前後における測定板上の堆積高さを計測した。台風 12 号と比較し、17 号および 19 号は勢力が強く、特に台風 19 号においては、有義波高も最大 2.5 m と台風 12 号の約 4 倍であった。このため潜堤上においても SS 濃度が 10,000 mg/l 以上と台風 12 号と比較して 1 オーダー高い濃度が観測された。

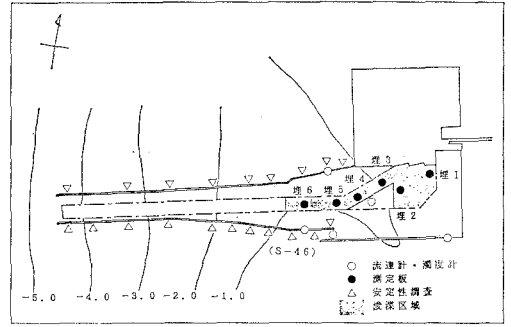


図-12 観測位置

SS 濃度ピーク期間(台風 19 号: 9 月 27 日 14 時~23 時)における全 SS フラックス 図-13 に示す。航路を横切る SS フラックスが観測され、表-2 に示すように、測定板における計測では最大 30 cm 程度の埋没が観測された。

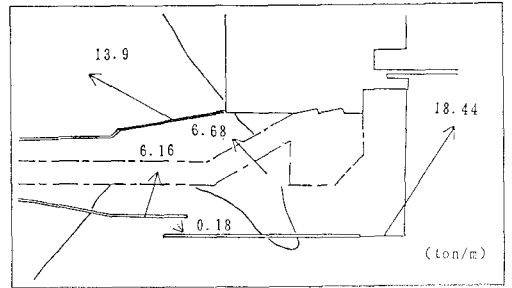


図-13 全 SS フラックス (台風 19 号)

表-2 測定板における埋没高さの計測 (台風 19 号)

(単位: cm)					
埋 1	埋 2	埋 3	埋 4	埋 5	埋 6
16	11	30	23	10	12

(4) 潜堤の安定性

潜堤の安定性を確認するために、図-12 に示す 20 箇所の潜堤の近傍に基準となる杭を打設し、潜堤の沈下、水平変位・洗掘・堆積量を荒天後および定期的に計測した。沈下については図-12 に示す南側潜堤の S-46 において 40 cm 程度の沈下が観測されたが、他の潜堤は沈下、水平変位ともになく安定している。S-46 についても、10 月以後沈下は観測されず安定している。洗掘・堆積量については、南側潜堤の岸より港外側で 20~80 cm 程度の堆積が見られる他は数 cm 程度の堆積にとどまっている。現在のところ潜堤の安定性について

は問題はないが、長期的な安定性を確認するため、今後
も継続して観測していくこととしている。

4. おわりに

熊本港における航路埋没防止潜堤の実証試験は平成3
年度より開始し、平成5年度まで継続調査する予定であ
る。平成3年度は、航路浚渫工事途中であったために、
浚渫が先行して行われている岸側を中心に浮泥の流動お
よび航路埋没量の観測を行ったが、平成4年度には暫定

航路が完成するため、航路全体において調査する予定で
ある。

本調査は、熊本港技術委員会（委員長：入江功九州大
学教授）において調査、解析方法等に関する意見、ご指
導を賜った。ここに深く謝意を表します。

参 考 文 献

日本水路協会編：水路測量関係規則集