

自沈式有孔管を用いた簡易なサンドバイパス工法の開発

独立行政法人 港湾空港技術研究所 施工・制御技術部
流体技術研究室長 野口 仁志

1. はじめに

我が国においては砂浜の侵食に苦慮する海岸が多く、砂浜の保全及び再生回復が課題となっている。その対策の1つとしてサンドバイパス工法がある。陸域ではショベルカーにより砂を集積しダンプカーにより輸送する方法、海域ではグラブあるいはポンプ浚渫船による工法である。これらの方法は、砂の集積装置であるショベルあるいは、グラブ、カッターヘッドを前後左右上下に動かすための移動機構や、これらの機材の操作者等多くの作業員を必要とする。そのため、新たなサンドバイパス工法として、専用の移動機構を有しない簡易で効率的・経済的なシステム・工法の開発に取り組んでいる。

2. 工法の原理と概要

サンドバイパス工法において、砂を集積する場所は、砂の堆積している場所に設定される。砂の集積装置は原則として移動せず、波等により集まる砂を海水とともに集積装置内に取り組み、そのまま土砂水流として、パイプラインによる輸送を行うものである(図-1)。

2.1 砂の集積装置部

砂の集積に用いる有孔管の下部に、沈設及び周囲の砂を流動化させるための水ジェット口を並べておく(図-2)。有孔管の中央部は、管に搭載された泥水ポンプに接続されている。両端部は、通水用の孔を設け海水中に通じている。

水ジェット噴出口よりジェット水を噴出させると、下部の砂が流動化し、有孔管がその自重(含むポンプ等重量)により砂の中へ沈下していく。泥水ポンプを稼働させると、流動化した砂が、有孔管の孔を通して、管内に海水と混合して流入する(図-3)。砂と海水が混合した泥水は、有孔管内を流れて泥水ポンプに吸引され泥水ポンプから排砂管を通して

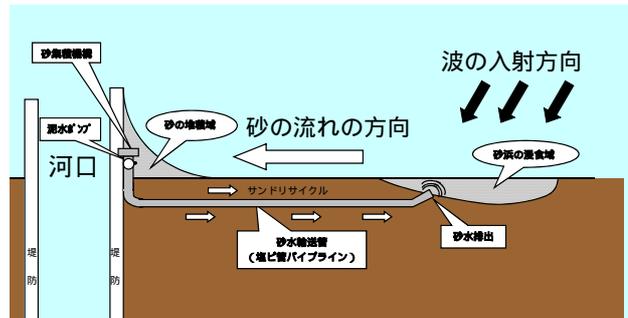


図-1 自沈式有孔管工法概要平面図

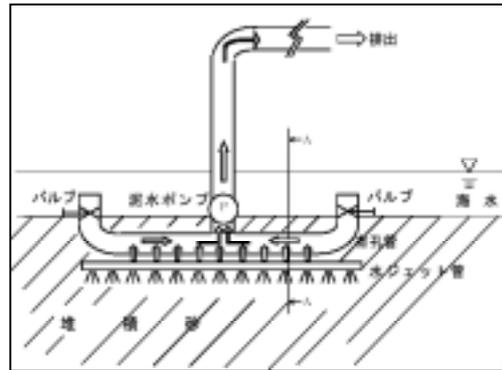


図-2 砂集積装置部概要図(正面図)

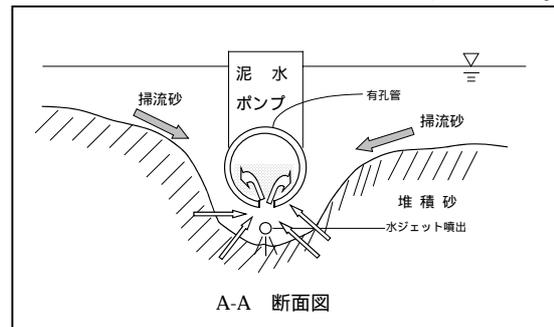


図-3 集積装置概要(A-A断面図)

排砂場所まで輸送され排出される。

波が作用する場所では、装置が自沈して形成された窪みに周囲から砂が掃き流されて流入する。装置の自沈が進行するにつれて窪みも大きくなり流入する砂量も多くなり、吸引する砂量と流入砂量がバランスした時点で、装置の自沈は進行しなくなる。

砂の集積場所は、波の力を利用して砂を集積する点では、「汀線付近」の波打ち際が望ましい。しかし「砂浜（陸域）」及び、浚渫船が近づけないような「狭い水域、水深の浅い水域等」における施工も想定している。

2.2 輸送管部

泥水ポンプから排出された砂と海水が混合した泥水は、硬質塩化ビニル管（以下塩ビ管と記す）を用いたパイプラインを通して排出場所まで輸送される。パイプラインは、海浜の背後の陸上部に布設されることを想定している。

輸送管には流量計及び密度計(含泥率を算出)を設置しておき、泥水流量、含泥率(砂濃度)を計測し、これらのデータから砂流量を算定する。

2.3 排砂部

侵食された海浜の陸側に築堤で囲われた排砂場所へ泥水を排出する(図-4,5)。海水は、底面の砂層に浸透し、砂層でろ過され、ろ過されたきれいな海水は、海へゆっくりと浸出する。残った砂は築堤内に堆積される。排砂地点が堆積砂で盛り上がると塩ビ管を延長し、排砂地点を少しずつ移動させる。海開きの数日前にブルドーザを用いて、海浜の前面に押し広げる。



図-4 排砂場所平面図

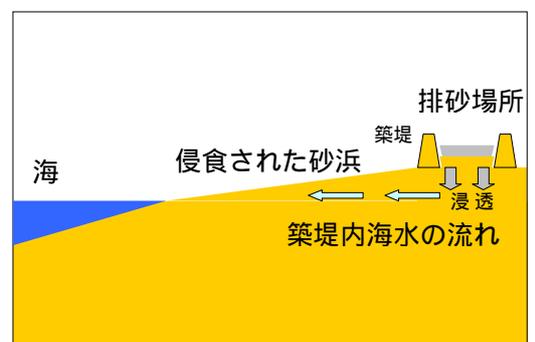


図-5 排砂場所断面図

2.4 期待される効果

期待される主な効果及び特徴を以下に記す。

砂集積効果が継続的に発揮される。

専用の移動機構は不要である。

基本的な動力は、土砂水流の吸引・排出及びジェット水等供給用のポンプ動力だけであり、駆動部の少ない簡易な工法。

可搬式であり、機材はトラック等により簡易に陸上輸送が可能。

砂集積場所は、汀線付近の他、陸上及び狭水域等、汎用的に活用が期待。簡易な装置・構造の工法のため、経済的。

3. 汀線付近における砂集積実験

茨城県常陸那珂港南端海域で実験を行った。実験場所の土砂は、平均粒径0.2mmの細砂であった。

砂集積実験装置は、150mm長さ約4.5mの有孔管の中央部に泥水ポンプ(出力9kw:揚程16m、吐出力2.0m³/分)を搭載した(写真-1)。そして、有孔管下部に水ジェット噴出口を並列し、給水ポンプ(出力9.2kw:揚程40m、吐出力0.8m³/分)により水を供給した。装置の総重量は約0.4トンである。

砂浜の汀線付近において、小型クレーンで吊り下げた砂集積実験装置を降ろし稼働させた(写真-2)。砂が海水とともに連続的に集積され輸送・排出された。砂集積実験装置は約1m程度沈下した状態で、沈下は止まり、この状態を数時間継続していると、砂集積実験装置のある窪みの広さが徐々に拡大されるのが観測された。

砂の集積・輸送量は、1時間連続実験値では、最高47m³/h、半日の実験値(約3時間連続平均値)としては、28m³/hであった。

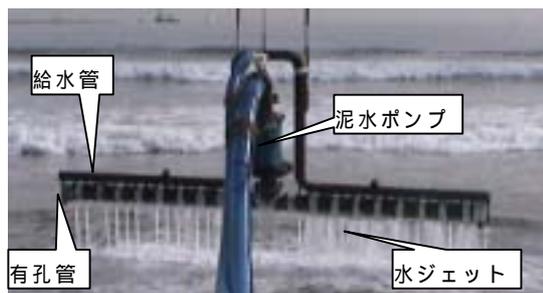


写真-1 砂集積実験装置



写真-2 汀線実験状況



写真-3 排砂管敷設状況

4. 砂浜における砂集積実験

波が作用しない陸上の砂浜に堆積している砂を対象として、このような施工場所においても、本装置を用いて砂を連続的に集積し輸送することを試みた。

茨城県常陸那珂港南端砂浜において、海岸線より約500m離れた、ある程度締め固まった状態の砂浜(平均粒径0.2mmの細砂)において実験を行った。実験装置は3章の汀線付近実験で用いたものと概

ね同様のものである。周囲に水深20cm程度の広い水貯まりがあり水は確保されている状態であった。この実験では、ワイヤーによって水平方向に砂集積実験装置の自重程度の張力を与え、土砂を集積しながら水平方向にゆっくりと移動することで連続的に土砂を集積することを試みた。

その結果、砂集積実験装置は、連続して土砂を集積し、輸送・排出しながら、ゆっくりとした速度(数m/時間程度)で移動した。砂流量は28m³/hであった。

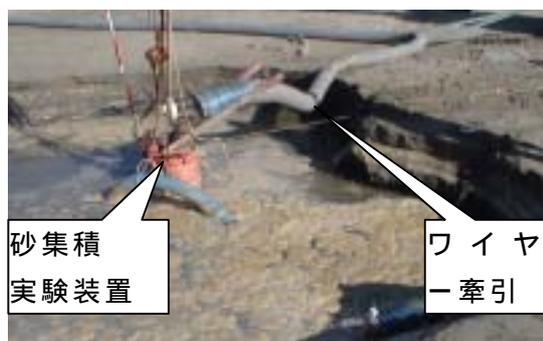


写真-4 砂集積装置のワイヤー牽引

5. 狭水域における土砂除去工事

北陸電力(株)富山火力発電所の取水口前面水域に堆積した土砂の除去工事に本装置が試験的に活用された。奥行き 28m、幅 26～60m、施工前水深約 0.6m の取水口前面水域の堆積土砂を除去するものである。堆積土砂は、平均粒径 0.04mm のシルト(シルト 40%:細砂 34%:粘土 24%)である。



写真-5 狭水域土砂除去工事

砂集積実験装置は、クレーンにて吊り下げられた。除去された土砂は約 50m の排泥ホースを経て陸上の窪みに排出された。クレーンを操作して、対象水域をゆっくり引きずるように移動させながら土砂が除去された(写真-5)。

その結果、概ね順調に連続して土砂を排出する状態においては、21m³/h(約 107m³ の土砂を作業時間 5 時間で除去)の施工効率であった。

6. 施工能力及びコストの検討

施工能力としての砂の集積・輸送量は、砂の集積・輸送に用いる管径の大きさにより、概ね制限・設定される。これまで、管径 150mm の管を用いて各現地実験等を実施しており、実工事想定値として砂の集積・輸送能力を 21m³/h(想定含泥率 15%、

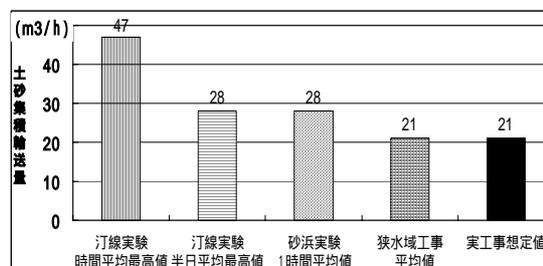


図-6 砂集積輸送量の比較

泥水流量 2.3m³/分)と設定している。各実験等での実績値を実工事想定値(21m³/h)と比較したものを図-6 に示す。各実験等においては、輸送距離が数十 m 程度と短く高含泥率でも管内閉塞は生じにくい状況であったことから、概ね実工事想定値を上回る結果となっている。

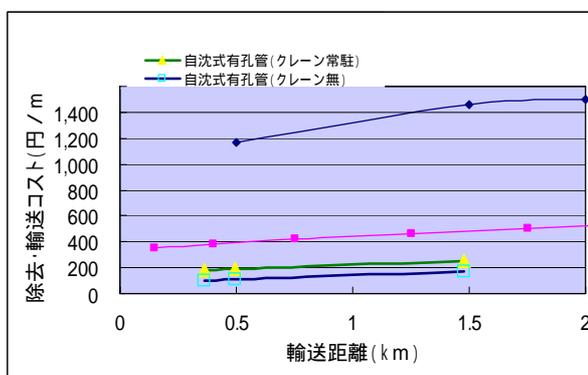


図-7 本工法と従来工法とのコスト比較

また、コストの比較検討として、従来の一般的なサンドバイパス工法と比較を試みた。

その結果、「自沈式有孔管」方式は、「バックホウ積込 - ダンプ輸送」と比較すると、概ね半分以下のコストとなった。また、「ポンプ浚渫 - 排砂管輸送」と比較すると数分の 1 のコストとなった。

7. 終わりに

今後、サンドバイパス工法その他、航路・泊地等の埋没対策工法としての適用も考慮した運用・管理方法、及び安定性、耐久性等の検討を進めていく予定である。