埋立時の微細土粒子を含む余水の拡散予測に関する 実施行上の問題点^{*}

Actual Problems for Expanding Prediction of Spilled Water at Reclamation Using Cutter Suction Dredger

小 林 義 明^{**}

KOBAYASHI Yoshiaki

Abstract Regulations controlling the quality of water discharged from reclaimed areas are becoming more and more strict for reclamation projects which use cutter suction dredgers. These regulations seek to prevent the damaging effects of spilled water on the coastline. For this reason, it is necessary to skillfully manage the growing estimates of water that is discharged along with fine soil particles. Reclamation projects which use cutter section dredgers dredge the sea bed, sucking up soil as well as water, and transport everything to the reclaimed area through a system of distribution pipes. These pipes are also connected to the project's outlet system for discharging water and fine soil particles. The conditions at reclaimed areas under construction change daily, and we must be able to precisely predict these changes. Although several methods have been proposed, one must be selected. This paper will introduce the actual problems of density and the growing estimates of discharged water and fine soil particles.

Keywords : Cutter Suction Dredger, Actual Problems Reclamation, Prediction of Density of Spilled Water

1. ポンプ式浚渫船による埋立方法と汚濁発生原因

1. 1 一般的な埋立方法

海面下の土砂を掘って埋立を行う場合は、浚渫→輸送→埋立の一連のシステムとして行われる。浚渫技術を大別すると、①ポンプで直接水とともに吸い上げるポンプ式浚渫船方式、②グラブバケットを装備した浚渫船で直接掘削するグラブバケット式浚渫船方式、③浚渫区域を締め切り水替を行って陸上機械で直接掘削方式がある。輸送技術としては、①

パイプを通して輸送するパイプライン方式、②船に積み込んで輸送するバージ方式、③陸上運搬機を使用して輸送する陸上輸送方式がある。そして埋立における処分技術としては、埋立地の利用目的に応じた種々の技術がある。ここでは、大量の浚渫を行う場合に最もコストの小さいポンプ式浚渫船方式について取り上げる。

1. 2 ポンプ式浚渫船による埋立方法

一般的なポンプ式浚渫船による埋立工事の概念図をFig. 1に示す。ポンプ浚渫船はスバッ

* 1993.11.1 受付

** 五洋建設㈱九州支店土木部 〒208 福岡市中央区警固1丁目12番11号
TEL(092)781-5157 FAX(092)781-3007

Fig. 1 Constructed reclamation using cutter suction dredger.

トを海底面に打ち込み、船体を固定しラダー先端のカッターを浚渫地盤に接触させ、ラダーをスウィングすることで掘削を行う。掘削された土砂は海水とともにポンプで吸い上げられ、排砂管(パイプライン)を通して埋立地に配置した吐出口より排出され埋立られる。以下、その写真(Photo 1～6)を示す。

埋立地の埋立順序はFig. 2に示すように、吐出口に近い方から順次埋立られることになる。浚渫時に掘削土砂とともに吸い上げられた海水は、掘削土砂に含有されている微細土粒子を含んだまま余水吐から放流されることになる。実際には、埋立地の余水吐周辺に設ける余水処理設備で必要な処理がなされるが、処理できない微細土粒子はそのまま、余水として放流される。

1. 3 汚濁発生の要因

浚渫土砂は一般的に礫分、砂分、シルト分、粘土分以下の土粒子を含んでおり、ポンプ式

Fig. 2 Plan of reclamation method.

Photo 1 Dredging.

Photo 2 Cutter suction dredger.

Photo 3 Distributing pipe.

Photo 4 Distributing pipe.

Photo 5 Distributing pipe.

Photo 6 Sedimentation basin.

Fig. 3 Mechanism for appearance of turbidity.

浚渫船による埋立の一連のシステムの中で汚濁発生はさけられない。

その主な要因は、①カッターの回転による地山から発生する汚濁、②埋立地および余水処理設備で沈殿しない微細土粒子が余水吐から流出する汚濁、③埋立地の護岸の隙間から漏出する汚濁がある。発生要因をFig. 3に示す。

1. 4 工事における汚濁に関する施工管理

水質管理面から見た施工管理の目的は、工事による周辺海域の水質の変化を工事に先立って定められた許容範囲におさめ円滑な工事を保つことと、環境変化を極力小さくすることにある。したがって、埋立工事における施工管理は水質汚濁の要因を把握し、施工管理基準を明確にして進めなければならない。一般的には、工事に先立って水質監視システムを立案して施工される。

2. 余水の拡散予測

余水の拡散予測は、まず埋立地内の余水吐から放流される余水の濃度を予測し、その予測値にもとづいて余水吐から放流された余水の拡散予測をしなければならない。しかし、現状は確立された予測方法はまだない。

2. 1 余水の濃度予測

一般的には、浚渫土砂が埋立地内に堆積することにより徐々に埋立地の有効面積が減少

し、沈澱除去率も合わせて低下するという考え方にもとづいた水面積負荷法と、埋立地の有効面積が減少し、沈澱除去率も合わせて低下するという考え方にもとづいた水面積負荷法と、埋立地内の水流は、偏流、渦流および細土粒子を含む密度流が存在し、吐出口付近の密度流、沈澱土粒子の再浮上、また沈澱限界流速の考え方をいれた通水断面法がある。

2. 2 余水の拡散予測

余水吐から外海へ放流された余水は、地形、潮流、潮位等の自然条件の影響を受けて拡散する。一般的には一定の仮定条件により拡散方程式を簡略化した解析解による方法を用いることが多い。また閉鎖された区域へ潮汐による混合移流がある場合には、水域分割法による方法で予測することがある。さらに放流水域の諸条件を詳細に考慮する必要がある場合は、数値解による方法を使用することがある。以下に3方法の基本的な考え方をTable 1に示す。

Table 1 Standard methods for expanding prediction of spilled water.

	基本的な考え方
解析解による方法	いくつかの条件下で拡散方程式を簡略化し、方程式を直接解くことにより解析解を得る方法
水域分割法による方法	対象水域をいくつかに分割し各ブロックが完全混合をする仮定の上で平衡解を求める方法
数値解による方法	拡散方程式を差分化することにより電算機を用い方程式の近似解を求める方法または有限要素法により解く方法

3. 実施工上の問題点

余水の濃度および拡散予測に要求される条件、機能は適用範囲の広さ、迅速な対応性、条件変化に対する順応性、取り扱いやすさ、および再現性である。各種の予測方法が提案されているが実施工上はそれぞれ一長一短がある。

3. 1 余水吐から放流される余水濃度の予測に関する問題点

前述した2方法には実施工上、次のような問題がある。

- ・埋立地の土砂の堆積状態を考慮できない。
- ・埋立進捗を考慮した埋立地の水面積の予測が困難である。
- ・埋立後期の層流的な水流による余水濃度の急増への対応が困難である。
- ・吐出口から吐出される濃度の予測が困難である。
- ・掘削土砂の粒土組成の把握が平均的な扱いとなる。

3. 2 余水吐から放流された余水の拡散予測に関する問題点

一般的に使用する解析解による方法は、水深、流れ、地形等の複雑な自然条件への対応ができない。したがって工事中に観測結果をフィードバックできない。また、自然条件をより正確に把らえることができる数値解による方法は、取り扱いが複雑で結果を得るまでに時間がかかり、かつ大型コンピューターが必要となるので実施工での使用は限られる。