

薄層覆砂工法における施工管理装置

HIGH-TECH SAND SPREADER SYSTEM

東亜建設工業株式会社 ○月澤 勉
増田 稔
TUTOMU-TUKIZAWA MINORU-MASUDA

薄層覆砂工法とは、海底に堆積された有機汚泥からの有機質の溶出を防止して海底をリフレッシュし、新鮮で酸素の豊富な底質を創り出すことを目的に、汚泥の上に良質な砂を薄く敷く工法である。従来の敷き砂工法と異なり、砂の散布位置、散布量、散布厚および出来形等を確保するために精度の高い施工管理技術が要求される。

以上の観点から、当社は永年に亘る関連工事の経験と最新の計測および電算処理技術を駆使し、薄層覆砂管理に必要な自動位置決め装置、自動測深装置（オートレッド）、さらにこれらのデータを処理し覆砂厚の出来形を管理、評価出来る管理装置等から構成される薄層覆砂専用の施工管理装置を開発した。

また、同装置を搭載した新造の薄層覆砂専用船「マリンスノー1号」を用いて実験工事を行い、施工管理装置の性能および効果を実証した。

計測、施工管理

1. はじめに

海底に堆積した有機汚泥など軟弱な土質の上に砂を撒く場合には以下の項目に注意しながら施工しなければならない。

- ・軟弱な海底地盤を乱さず砂を穏やかに散布すること。
- ・砂の散布に伴う濁りの発生を出来るだけ少なくすること。
- ・所定の場所に所定の厚さで砂を散布すること。

これらを解決するため永年の経験と実績を基に開発を開始し、また実験を繰り返すことにより砂を穏やかに散布する特殊な「散布装置」、濁りの発生、砂の飛散を防止する「飛散防止装置」及び正確な位置情報や覆砂状況を迅速且つ的確に提供する「施工管理装置」を開発した。これらの装置は、新しく建造された「マリンスノー1号」（図-1）に搭載され、濁りを抑え、砂を薄く散布することの出来る薄層覆砂専用船として完成した。本文においては、当社が開発した薄層覆砂装置の内、「施工管理装置」について述べるものとする。

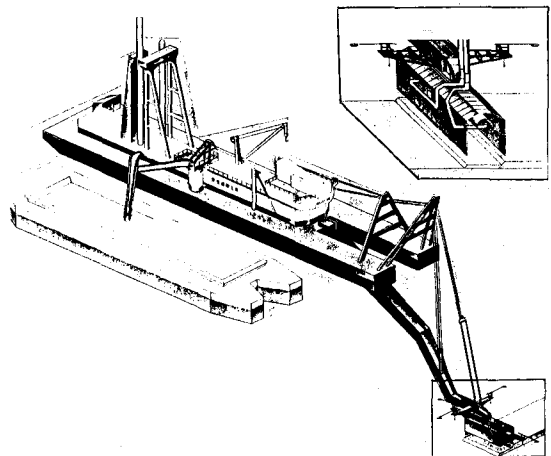


図-1 マリンスノー1号イメージ図

2. 施工管理装置の概要

所定の場所に出来るだけ正確に砂を散布するためには、散布装置の位置と姿勢を正確に把握し、必要に応じてその修正をきめ細かく行わなければならない。また、所定の厚さに精度良く砂を散布するためには、砂の供給量、散布装置の移動速度、前進距離

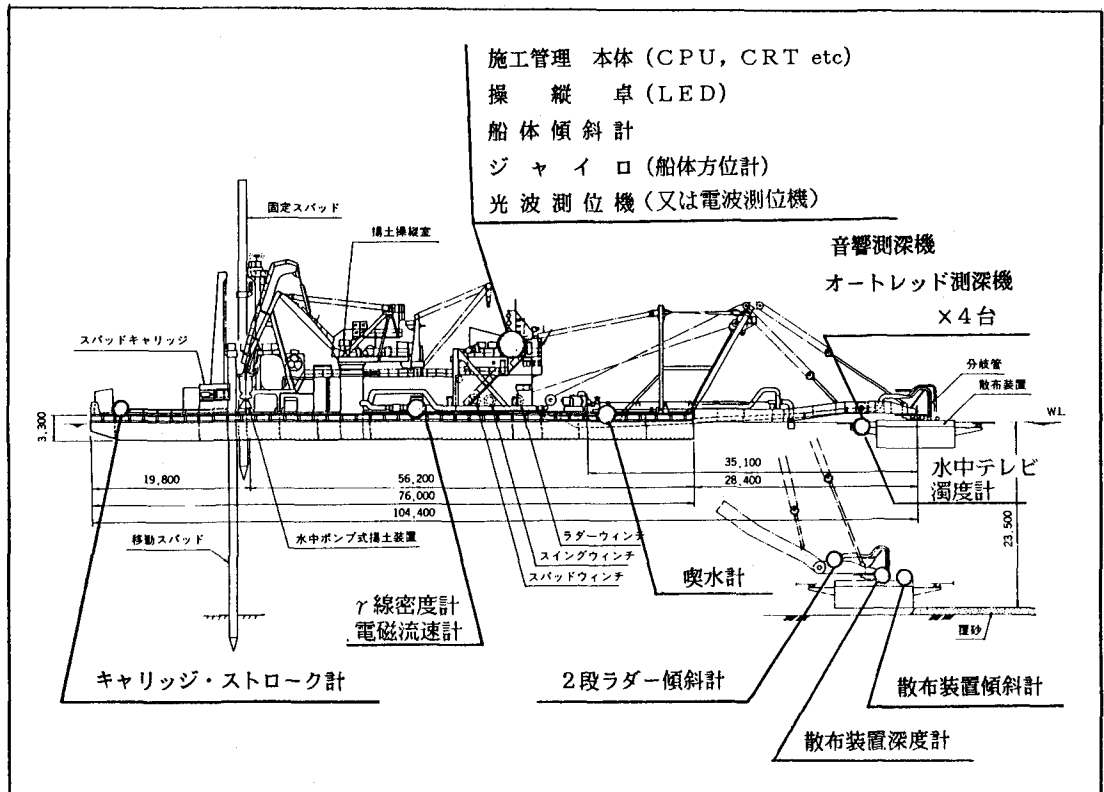


図-2 検出センサー配置図

など砂の散布に関する各種の管理要素を定量化し、砂の散布が計画どおり実施されているかをリアルタイムで確認しながら施工することが重要である。

このことから、薄層覆砂の施工を管理するためには、

- ・覆砂船、散布管の位置管理
- ・砂の供給量の管理
- ・散布した砂の層厚、出来形の管理

の要素に関係する各変位量を正確に検出すると共に、データの伝送、入出力、演算処理、表示および記録を一体化したシステムを組み上げることが必要となる。

以下この装置について概略紹介する。

3. マリンスノー1号の施工管理装置

本施工管理装置は、覆砂船の施工平面位置を管理する「平面位置管理装置」、砂の供給量を管理する「含泥率管理装置」および、撒く砂の厚さを管理す

る「覆砂厚管理装置」を主体とした覆砂管理のトータルシステムである。

基本システムとしては、位置情報として定点の座標及び船位方向、供給砂量情報には密度と流量、さらに覆砂情報として運転中の散布装置の姿勢と深度および散布装置の前後、左右の覆砂厚を計測すると共に、リアルタイムでデータ入力する。

入力されたデータは、覆砂装置の実深度に潮位の値を加えるなど総合的に処理され、オペレーターに直接読み取れる運転情報として表示される。

これにより、オペレーターは散布装置の位置とスイング方向の覆砂厚の変化を直接見ているような運転操作をすることができる。

また、既に覆砂された水底面についても同時に画面表示されるため、目標に対する補正運転が可能となる。

4. 装置の構成

基本的には、船体の平面位置の検出部、船体各部の位置検出部、変位量の検出部、覆砂厚の検出部、データ入力部、演算処理部、表示部および記録部から構成される。

(1) 検出部

船体各部の検出および変位量を検出する各センサーは、その検出対象にあった耐久性、耐水性および耐震性等、充分な機能を備えたものを選定する必要がある。また、それぞれの精度においてもきめの細かいオーダーで計測できるよう高精度で信頼性の高い検出装置の検討も必要である。

以上の観点から、当社では、砂の散布中でも深度測定可能な、重錘を用いた「オートレッド」の開発に取り組み、改良と実験を繰り返しながら覆砂管理に充分対応可能な実機を完成させ、自動的に覆砂厚を測深する検出装置として採用した。

表-1 検出センサー一覧表

検 出 対 象	検 出 セ ン サ ー	使用台数
船 体 の 平 面 位 置	光波測位機又は電波測位機	1台
船 体 の 方 位 角	ジャイロ+デジタル信号変換器	1set
散布中の覆砂対象土の測深	防水型オートレッド装置	4台
覆砂対象土の測深	演算処理装置付測深機	4ch
散布管の深度	水晶水位計	1台
散布管の傾斜	防水型傾斜計(X・Y)	1台
二段ラダーの傾斜	防水型傾斜計(X・Y)	1台
船 体 の 傾 斜	傾斜計(X・Y)	1台
船 体 の 動 揺	加速度計(X・Y・Z)	1set
散布管の船体に対する方向角	水中シンクロ+エンコーダー	1set
キャリッジストロークの移動量	シンクロ+エンコーダー	1set
供給砂水の含泥率	γ線密度計+演算装置	1set
供給砂水の流速	電磁流速計	1台
濁りの状況	水中テレビ	1台
濁りの状況	濁度計	2台

図-2に検出センサー配置図、図-3にオートレッドの概要図を示し、表-1に検出センサー一覧表を示す。

(2) データ入力部

各検出センサーからのデータは入出力装置を経て、リアルタイムに専用人出力装置に取り込

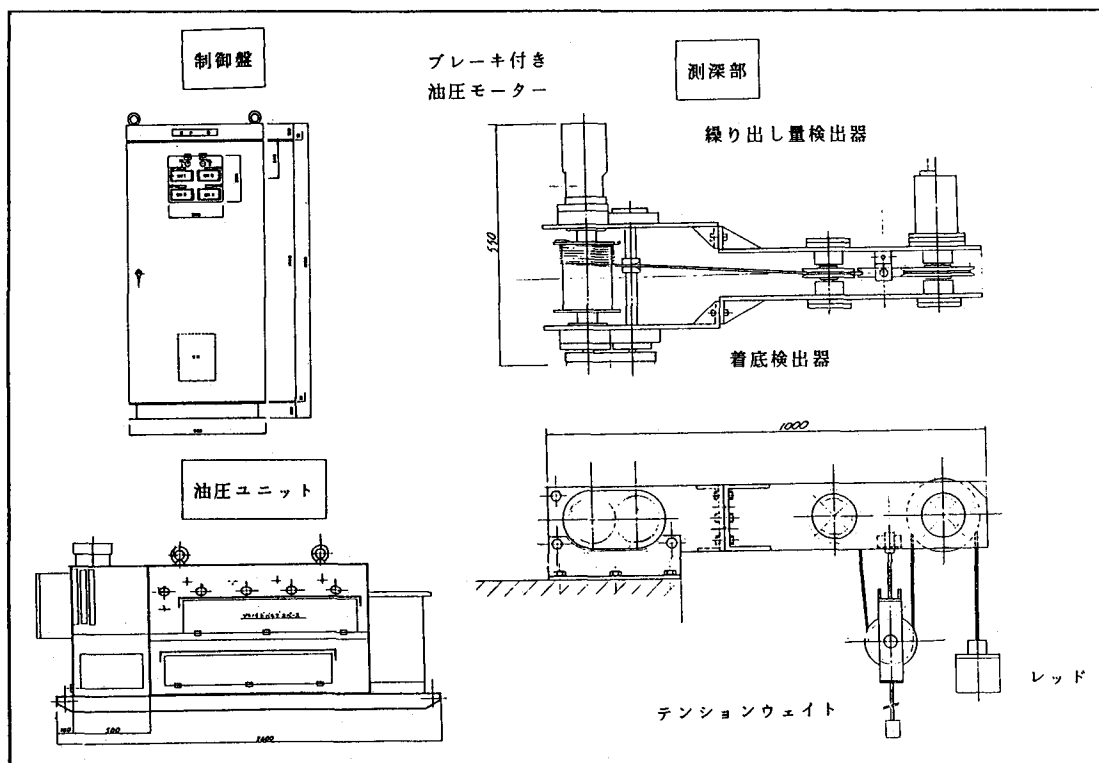


図-3 オートレッド装置概要図

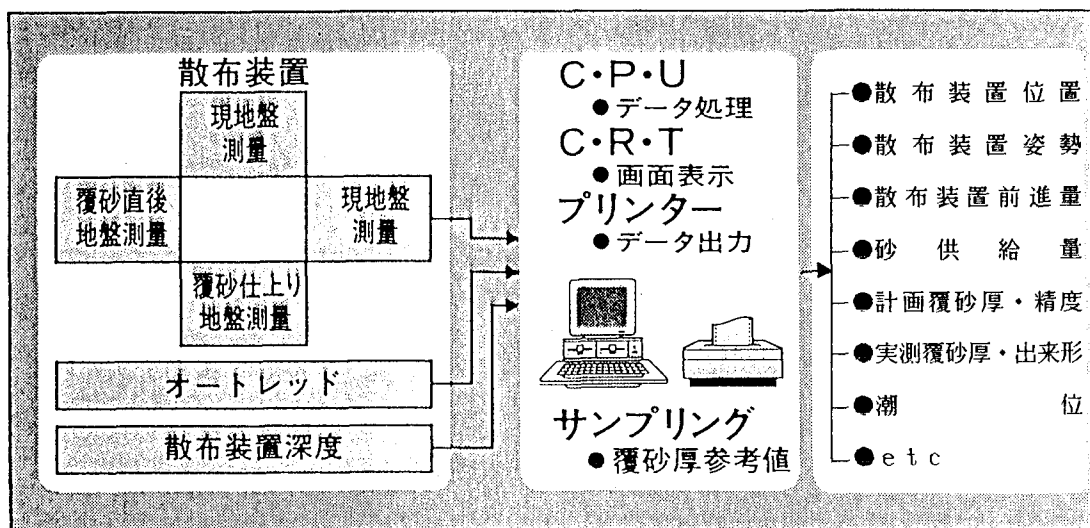


図-4 システムの概略構成図

まれる。また、各種設定装置および覆砂におけるタイミング情報は、従来のキーボード入力とは別に、ペンを用いてワンタッチで操作可能な専用の入力ボードにより行うことができる。

これにより、オペレータによる入力時の誤操作を防止すると共に操作を容易にすることができる。

図-4 にシステムの概略構成図を示す。

(3) 演算処理

検出センサーからのデータは、実際の位置、深度、変位量等の物理量に演算され、後述する画面にモデル表示される。

また、オートレッドによる測深データを中心としたデータ群は、各スイングについて50センチメートルピッチと非常に細かいピッチで記憶される。

特に、散布装置の前後、左右4ヶ所に取り付けられたオートレッド装置の記録データは、各スイングの時間ずれによる位置補正、また設置場所による位置補正を演算しながら同一画面上に分かりやすく表示処理を行い、克明な覆砂データをオペレータに知らせることができる。

図-5 にオートレッドデータ処理参考図を示す。

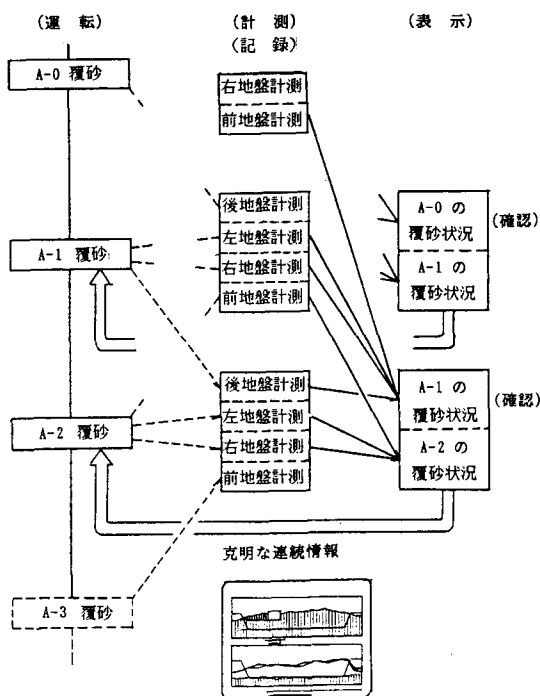


図-5 オートレッドデータ処理参考図

(4) 表示

施工平面位置、覆砂状況表示用およびデータ処理用のそれぞれの専用コンピュータにより、運転能率向上に必要な情報画面をディスプレイ

にカラー表示する。

画面は、覆砂の過程により自動的に切り替わるが、覆砂のタイミング上必要であれば手動切り替えも可能である。また、特に重要な情報については運転者が、容易に確認できるよう適度な大きさのLED表示器でデジタル表示も行っている。

以下、画面表示の一例を示す。

a) 平面位置管理

①位置誘導画面表示(図-6参照)

覆砂船を目的の場所に誘導する為の画面で、現在の船の方位、位置等が画面上に表示され、目標との位置関係が容易に認識出来、船の誘導を正確且つ迅速に行うことができる。

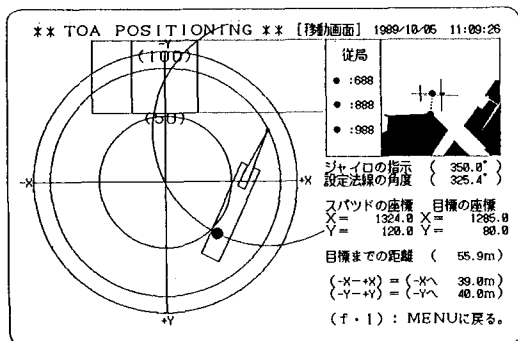


図-6 位置誘導画面表示例

②覆砂運転画面表示(図-7参照)

位置誘導後切り替えて表示される画面で、覆砂法線とのずれや散布装置の工区との位置関係が表示され、精度の良い覆砂を行うことができる。

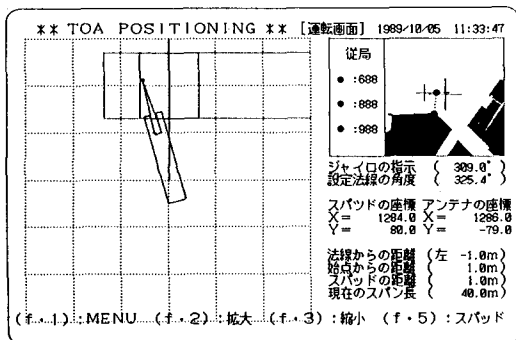


図-7 覆砂運転画面表示例

b) 覆砂状況管理

①覆砂出来形画面表示(図-8参照)

覆砂中のスイング断面と直前に覆砂したスイング断面の2つが同一画面上にモデル表示される。この画面から、前回の覆砂状況を参考にしながら現在の運転操作を行い、変化する水底の状況を的確に把握することによって確実な施工が出来る。

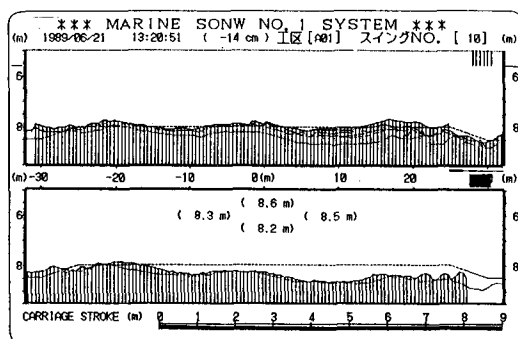


図-8 覆砂出来形画面表示例

②水中部状態表示(図-9参照)

覆砂船を横から見た状態のモデル表示で、散布装置の深度計で検出されるデータにより自動的に覆砂画面から切り替わる表示である。また、運転準備およびスバッド打ち替えによる覆砂船の移動の際にも切り替わるになっている。

この画面により、通常目視出来ない水中部の散布装置の上下位置を確認し、安全な運転操作を可能にしている。

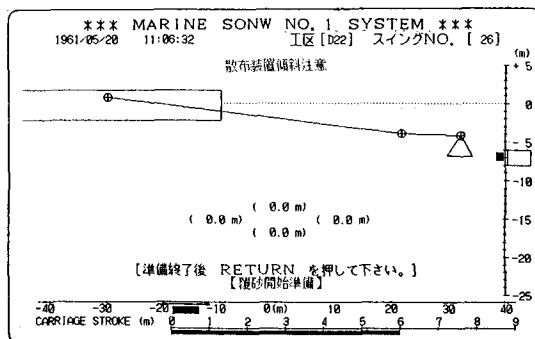


図-9 水中部状態表示例

③覆砂データの再表示

各スイング毎に記憶されたデータは、データ処理専用のコンピュータにより、必要なときに任意に再表示およびプリント出力でき、施工後の出来形分析等に活用できる。

c) その他

その他覆砂施工に必要なデータは、データ処理専用コンピュータに随時記憶され任意に呼び出し可能である。代表的な例として、図-10に潮位グラフを示す。

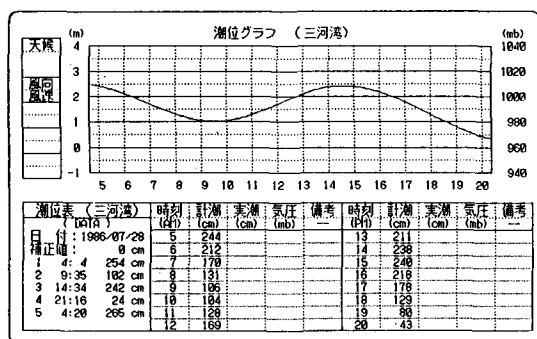


図-10 潮位グラフ表示例

5. あとがき

マリンスノー1号の施工管理装置の開発に当たって最も傾注したことは、従来の運転監視装置から、施工管理装置へのレベルの向上であった。そして、運転者が時系列的に異なる覆砂跡の情報をどのように画面で認識すれば、より正確に覆砂状況を正確に認識出来るかについて努力を重ねてきた。

幸いにも、施工管理装置は当初の計画をほぼ満足し、実海域における実証実験工事においても従来の計器の判断による運転方法に比較して、施工管理装置の有効性をあらためて痛感した次第である。

近年、美しく魅力のある海を取り戻す世論が高まる中、底質の浄化はますます重要な課題となっている。今回建造したマリンスノー1号はこのような時代の要請に充分応える性能を備えていると言える。今後は、さらに周辺機器の性能の充実と施工管理装置の質の向上を図り、最適運転のための自動化を目指すと共に、より精度の高い薄層覆砂工法の確立に努力してゆきたいと考えている。