

# END 工法

## ～新しい環境浚渫（Environmental Dredging）技術～

八 島 慎 治

END 工法 = 環境浚渫（Environmental Dredging）工法」は、従来の浚渫工法が持っていた課題を一気に解決する、新しい grabs 浚渫工法である。本工法は、END grabs および浚渫・操船管理システムの2つの技術から構成されている。主な特長として、必要な堆積土砂だけを薄く水平に掘り取ることができる、余分な水分を水面上に吸い上げずに高濃度で浚渫することができる、浚渫時の濁り発生量を少なくすることができる、が挙げられる。主に、水底の表層に堆積する底質の除去、ダイオキシン類に汚染された底質の除去に有効である。

キーワード：薄層浚渫、水平掘削、高濃度浚渫、環境保全、汚染土壌

### 1. はじめに

浚渫工事において、重金属やダイオキシン類で汚染された水底土砂の浚渫時の水質汚濁防止、浚渫土砂の処分地不足問題の解決など、21世紀の浚渫工法は環境保全型であることが重要な要素になってきた。

これらのニーズに対応する工法として、濁りの発生が少ない密閉式 grabs 浚渫工法がある。

従来の grabs では、grabs の構造上、必要以上の厚

さで浚渫するので、浚渫・運搬・処理のコストアップの問題以外に、慢性的な処分場不足の問題にさらに負担をかけることになりうる。

また、高濃度底泥浚渫船による高濃度浚渫工法は、高度な浚渫技術により、水質汚濁の低減と薄層浚渫を可能としているが、精密な浚渫機器を使用しているため、作業条件を限定するという弱点がある。

こうした課題を一気に解決するため、新しい grabs 浚渫工法「END 工法 = 環境浚渫（Environmental Dredging）工法」を2002年に開発した。

現在までに、7件の工事を行った。

施工土量約 69,000 m<sup>3</sup>、施工面積約 157,000 m<sup>2</sup>、平均層厚約 44 cm を施工し、各種調査を実施し、有効性を検証した。

END 工法の開発の背景を図-1に示す。

### 2. END 工法の技術

END 工法は、END grabs と浚渫・操船管理システムの二つの技術から構成される。

END grabs および管理システムは、陸上運搬可能であり、専用船を必要としないため、全国各地に在港しているあらゆる grabs 浚渫船またはクレーン付台船に設置して施工することができる。

#### (1) END grabs

米国やカナダでは、港湾や河川において、堆積する重金属等を含んだ汚染底質の浚渫が、1990年初頭か

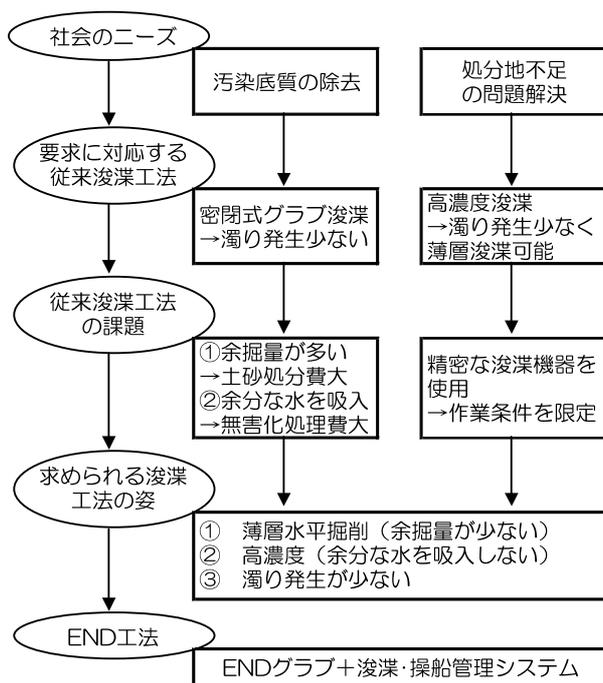


図-1 END 工法の開発の背景

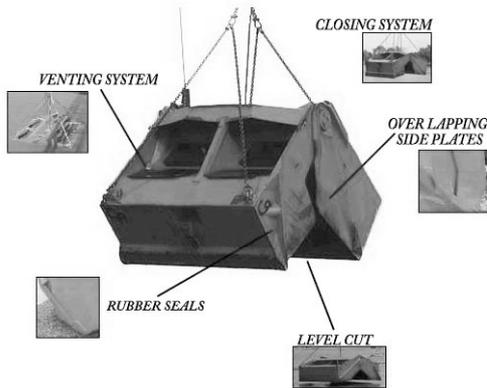
ら行われている。

これらの施工では、水平掘削での余掘の低減による浚渫土量の減容化、および水質汚濁の低減のため、米国で開発されたEND グラブが数多く使用されている。

日本においても、そのような浚渫の需要は確実に多くなってきており、END グラブはまさにその需要に合ったグラブであると言える。

END グラブを写真—1 に示す。

現在当社では、米国から技術導入した7 m<sup>3</sup> 級（浚渫面積 23 m<sup>2</sup>）および4 m<sup>3</sup> 級（浚渫面積 13 m<sup>2</sup>）の2つのEND グラブを保有している。

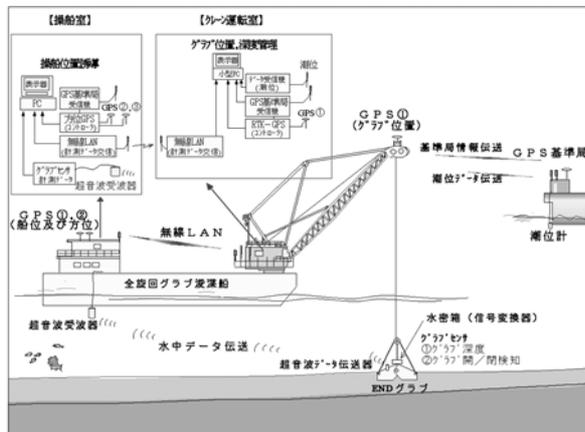


写真—1 END グラブ

### (2) 浚渫・操船管理システム

END グラブは、全旋回式起重機船に取り付けて浚渫する際に、浚渫毎にグラブの位置および深度を管理することで、工事区域全体の仕上がりの向上につなげることができる。

そこで、目標浚渫位置および深度へグラブを誘導することにより、浚渫精度の向上および時間短縮を図ることを目的として、浚渫・操船管理システムを開発した。浚渫・操船管理システムの概要を図—2 に示す。



図—2 浚渫・操船管理システムの概要

浚渫・操船管理システムでは、事前に入力しておいた浚渫目標位置および目標深度がモニタ画面上に表示される。

また、END グラブの現在位置および深度はリアルタイムにモニタに表示される。

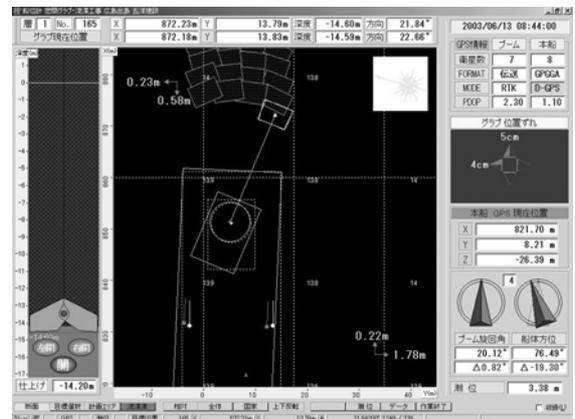
現在位置は、クレーンのブーム先端に取り付けたRTK-GPSによりEND グラブの平面位置をそれぞれ1 cm 単位の精度で計測することにより表示される。

現在深度は、END グラブに取り付けた水圧式水深計および陸上に設置した潮位計との組み合わせにより刃先の深度を測定することにより表示される。

オペレータは、モニタ画面の表示に従い、目標位置にグラブを誘導し、目標深度まで下げて閉じるだけで、浚渫作業を進めることができる。

グラブを掴み終わると、自動的に浚渫目標位置が次の位置に変わるため、オペレータは、キーボード入力等を行う必要はない。

写真—2 にモニタ画面の例を示す。



写真—2 モニタ画面

### 3. END 工法の特長

END 工法の技術的な特長は、大きく分けて3点ある。

1つ目は、必要な堆積土砂だけを薄く平らに掴み取ることである。

2つ目は、余分な海水を水面上に吸い上げずに高濃度で浚渫できることである。

3つ目は、浚渫時の濁り発生量が少ないことである。

#### (1) 薄層水平掘削

従来型グラブを使用した浚渫では、グラブ先端の深度が下がりながら閉じることにより、土砂を掴んでいた。

図-3 に従来グラブの浚渫機構を示す。従って、掘り跡が円弧状になり、余分に土砂を掴み、掘り跡も凹凸になっていた。

それに対し END グラブは、その特許であるユニークな機構により、吊り上げに伴う単純なグラブ閉じ操作だけで、海底土砂を薄く水平に掴み取ることができる。

図-4 に END グラブの浚渫機構を示す。

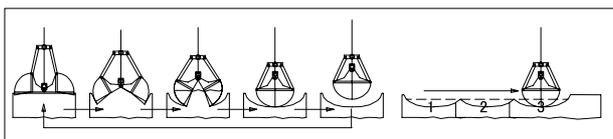


図-3 従来型グラブの浚渫機構

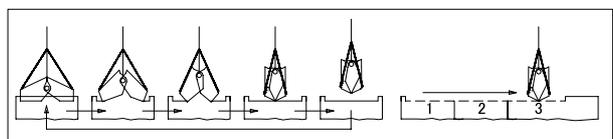


図-4 END グラブの浚渫機構

また、工事区域全体を薄く水平に仕上げるためには、1掘削毎のグラブの深度を同じ高さとし、平面的に掘り残しがないように重ね合わせて掘っていく必要がある。

オペレータは、それを確認しながら END グラブを操作することにより、工事区域全体を薄層で水平に浚渫することができる。

写真-3 にオペレータによる操作状況を示す。



写真-3 オペレータによる操作状況

2003年夏に、広島において面積約75,000 m<sup>2</sup>の航路を浚渫した。

深浅測量から得られた測点の水深から、出来形を調査した。

広島港での浚渫状況を写真-4 に示す。



写真-4 広島港での浚渫状況

目標水深-14.5 m に対して、出来形の約85%が±10 cm に収まり、精度の高い浚渫ができることを確認した。

出来形管理図を図-5 に示す。

不陸（掘り跡の凹凸）を20 cm 以内に抑え、水平に仕上がることも確認した。

また、従来のグラブ浚渫工法では浚渫土量が約50,000 m<sup>3</sup>になることが想定されたが、END 工法により浚渫土量が約30,000 m<sup>3</sup>に、約40%低減できることも確認することができた。

図-6 に不陸管理図を示す。

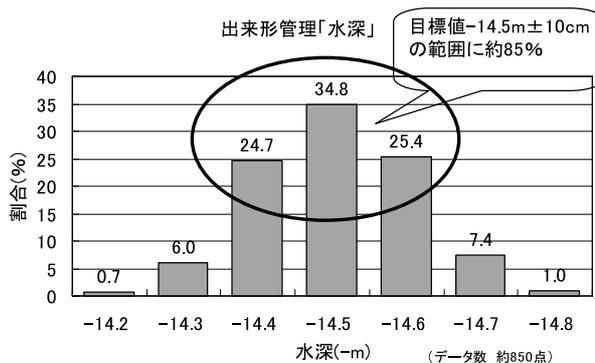


図-5 出来形管理図

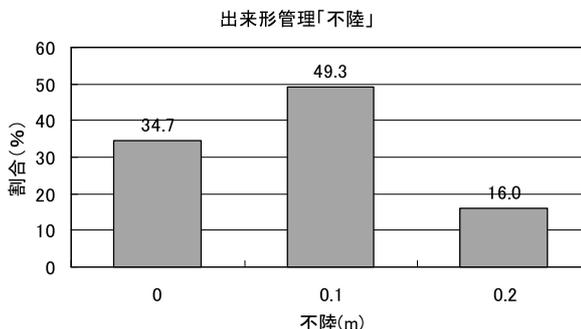


図-6 不陸管理図

(2) 高濃度浚渫

浚渫・操船管理システムでは、1掘削あたりの浚渫土量に対するグラブ容量を一致させて、海底の土砂を掴み取る。

さらに、グラブ内に溜まった余分な水を、ENDグラブの通水口から海面へ排出することにより、高濃度で土砂を浚渫することを可能としている。

ベンチングシステムを写真—5に示す。



写真—5 ベンチングシステム

2004年春、境港において見かけ容積含泥率を調査した。

含泥率は72.1～93.0%、平均84%であり、高濃度で浚渫できることを確認した。

計測状況を写真—6に示す。



写真—6 含泥率計測状況

(3) 水質汚濁の低減

END工法によって濁りの発生が少なくなる理由は以下の4点である。

①土砂を掴み取る際、図—3に示したようにENDグラブの刃先のみが海底面に接する。

従って、接触面積が広い従来型グラブのように、グラブ吊り上げ時の吸い上げや付着した泥による濁りの発生が起こらない。

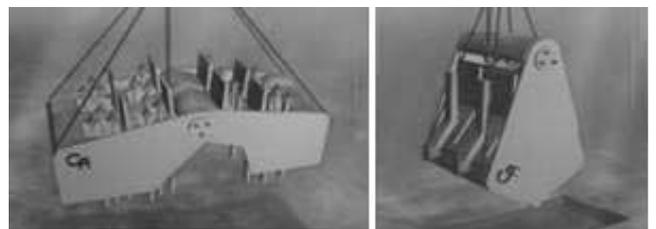
②ENDグラブの左右は、オーバーラップして閉じる構造であり、かつゴムシールを装備しているため、土砂を掴んだ時、密閉状態となる。

③ENDグラブのベンチングシステムにより、グラブ下降時には、図—7(左)のように通水口が開き、水圧による海底地盤の土砂の舞い上がりを防止することができる。

グラブ上昇時には、図—7(右)のように通水口が閉じ、掴んだ土砂がグラブの外に逃げないため、濁りは発生しない。

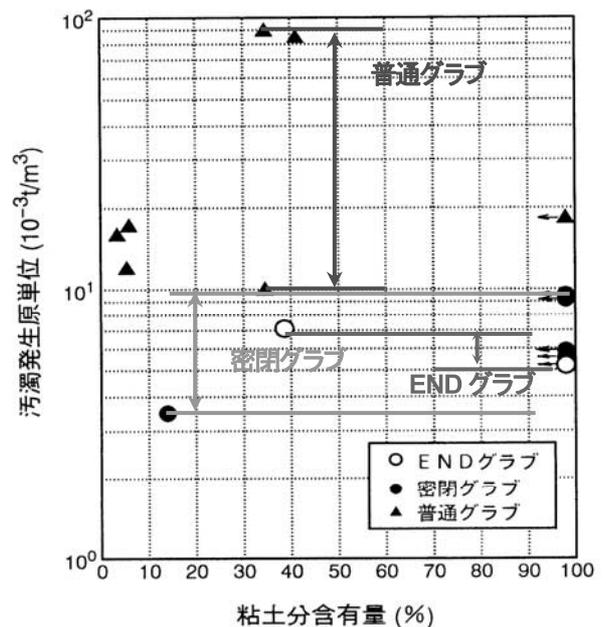
④ENDグラブにセンサを取り付け、モニタでグラブの刃先が完全に閉じたことをオペレータが確認することができる。

また、異物を噛み込んで、グラブが中途半端に閉じて浚渫土砂が漏れるのを未然に防ぐことができる。



図—7 ENDグラブ下降時と上昇時の様子

広島と境港での調査で得られたEND工法による汚濁発生原単位を、既往の普通グラブおよび密閉グラブの調査結果と併せて図—8に示す。



図—8 汚濁発生原単位

広島での調査結果、ENDグラブ7m<sup>3</sup>級の汚濁発生原単位は7.13 × 10<sup>-3</sup> t/m<sup>3</sup>となった。

境港での調査結果、ENDグラブ4m<sup>3</sup>級の汚濁発生原単位は5.20 × 10<sup>-3</sup> t/m<sup>3</sup>となった。

既往の文献によると、密閉グラブは  $3.50 \sim 9.54 \times 10^{-3} \text{ t/m}^3$ 、普通グラブは  $10 \times 10^{-3} \text{ t/m}^3$  以上である。END 工法は、密閉グラブと同様に、汚濁発生量を低減できることを確認した。

#### 4. 最後に

今後、以下に示すフィールドで、END 工法を積極的に活用していきたいと考えている。

##### (1) 水底の表層に堆積する土砂の除去

水質浄化を目的とした表層に堆積する軟弱底泥の除去、航路や泊地の水深を維持するために周辺から流れ込んだ土砂の浚渫のニーズが、近年増加している。

表層に堆積する軟弱底泥の除去については、傾斜や凸凹の大きい地盤、岸壁や栈橋などの構造物前面において、高濃度底泥浚渫船で浚渫することが困難であった。

高濃度底泥浚渫船と併用して、そのような場所で END 工法を活用していく。

航路や泊地の水深を維持するための浚渫について、除去が必要な土砂の厚みが約 50 cm 以下の場合、END 工法は、従来のグラブ浚渫工法よりも浚渫コストを最大 20% 低減できる。

また、除去が必要な土砂の厚みが数 m と厚い場合でも、従来のグラブ浚渫工法で上層を掘った後に、END グラブと管理システムを取り付けて、END 工法で余堀を抑え、表面を平坦に仕上げるといった使い方もできる。

土砂の運搬費や処分費の削減、また処分場の延命化という観点からも、END 工法が活用できる。

##### (2) 汚染された水底土砂の除去

環境省や地方自治体独自で行った調査結果などから、水底土砂の環境基準値を超えるダイオキシン類汚染が全国 5 つの港で確認されている。

2003 年度から国土交通省港湾局を中心として、環境基準値を超えるダイオキシン類に汚染された水底土砂の除去対策についての取り組みが進められている。

前述の通り米国で既に 10 年以上、END グラブを使用した環境浚渫の実績がある。

対象物質は、ダイオキシン、重金属、PCB、クレオソートなどである。

水底の汚染土砂の分級無害化処理は非常にコストがかかる。

従って、薄層浚渫、高濃度浚渫、少ない汚濁拡散という特長を持つ END 工法は、このニーズにまさに適合する工法である。

施工現場において、ダイオキシン類による汚染防止を想定して、浚渫中のリアルタイムモニタリング手法も同時に確立した。

その他にも原位置固化処理工法や無害化処理技術なども開発しており、底質調査・計画から最終処分までを行う一連の「底質ダイオキシン類対策システム」の技術を確立している。

JICMA

##### 【筆者紹介】

八島 慎治 (やしま しんじ)  
五洋建設株  
土木本部機械部

