

ドラグサクシヨン浚渫兼油回収船建造と 浚渫効率検証

宮島正悟¹・恩田充²・干山善幸³・坂村浩³

¹正会員 工修 国土交通省 中部地方整備局 名古屋港湾空港技術調査事務所
(〒457-0833 名古屋市南区東又兵ヱ町1-57-3)

²国土交通省 中部地方整備局 名古屋港湾空港技術調査事務所
(〒457-0833 名古屋市南区東又兵ヱ町1-57-3)

³国土交通省 中部地方整備局 名古屋港湾事務所 (〒455-0045 名古屋市港区築地町2番地)

国土交通省では、コンテナ港湾の国際競争力を強化するためにスーパー中枢港湾プロジェクトを推進しており、中部地域では伊勢湾スーパー中枢港湾として指定を受けた名古屋港と四日市港で重点整備を図っている。名古屋港等における航路・泊地の浚渫や日本沿岸域を海洋汚染から防除する油回収には、ドラグサクシヨン浚渫兼油回収船「清龍丸」が従事してきたが、建造後 26 年を経て老朽化による機能低下が顕著になってきたことから、浚渫・油回収の機能向上に加え新たに防災機能を装備した同名の「清龍丸」を建造した。種々の技術開発の結果、年間浚渫土量が約 35%増加することが検証されており、大幅な浚渫工期の短縮とコスト縮減により今後の港湾整備を支えていく。

キーワード：港湾，浚渫機能，油回収機能，防災機能，コスト縮減，工期短縮

1. ドラグサクシヨン浚渫兼油回収船の役割 と建造の背景

貿易額4年連続日本一の名古屋港など、我が国の港湾は貿易貨物の物流拠点として経済を支える重要な役割を果たしている。しかし近年の近隣アジア主要港の躍進による相対的な地位の低下を受け、国土交通省では、我が国のコンテナ港湾の国際競争力強化のためスーパー中枢港湾プロジェクトを推進している。中部地域では平成16年7月に名古屋港と四日市港が伊勢湾スーパー中枢港湾として指定を受け、その中核的施設となる次世代高規格コンテナターミナルの整備が名古屋港飛島ふ頭で進められている。

コンテナターミナルの整備に不可欠な航路および泊地の浚渫は岸壁などの施設を供用しつつ作業を行う。名古屋港では自航式のドラグサクシヨン浚渫兼油回収船「清龍丸」（以下「旧清龍丸」）で浚渫してきたが、昭和53年の建造から26年を経て老朽化による浚渫機能の低下が顕著になり、プロジェクトへの影響が懸念された。それに加え、浚渫土砂の処分場の逼迫から、浚渫土砂の減量化も強く求められ、旧清龍丸の浚渫効率の問題が顕在化してきた。



図-1 ドラグサクシヨン浚渫兼油回収船
「清龍丸」（平成17年4月就航）

また、旧清龍丸は日本沿岸域の海洋汚染防除の役割も担っており、平成9年に日本海で発生したナホトカ号油流出事故など、大量油流出事故の発生時には浚渫作業を中断して現場海域へ出動して油回収を行い、海洋環境の保全に貢献してきた。しかし、老朽化に伴って油回収効率の低下も問題となってきた。

このような背景から、旧清龍丸の代替船として図-1のドラグサクシヨン浚渫兼油回収船「清龍丸」

(以下「新清龍丸」)を建造した。建造にあたっては、種々の技術開発によって大幅に機能を強化するとともに、発生が懸念される東海・東南海地震などに対応するための防災機能も新たに装備した。

2. 新清龍丸の機能

新清龍丸の設計・建造においては、旧清龍丸での課題を整理して¹⁾、5つの目標(①安全性の確保、②効率的な事業遂行、③自動化・省力化、④容易な維持管理、⑤建造コストの縮減)を掲げ、浚渫・油回収の各機能を強化し、新たに防災機能を装備した。

(1) 浚渫機能

ドラグヘッドを海底に接地させ、航行しながら浚渫ポンプで海底土砂を吸い上げて泥艀に積載し、満載になれば土砂処分場まで運搬して土砂を排出するのが一連の浚渫システムである。

新清龍丸においては、幅広ドラグヘッドとセンタードラグ方式の採用やリサイクルシステムの増強などにより浚渫効率を向上するとともに平坦浚渫と余掘り量の削減を可能にした。

a) センタードラグ方式の採用

旧清龍丸で採用されていたサイドドラグ方式(図-2)ではドラグヘッド幅が小さく、浚渫の掘り跡が溝状となり凹凸が大きく残っていた。そのため規定水深を確保するためには深く浚渫して均し仕上げを行う必要があり、余掘り量の増大や仕上げに苦慮する課題があった。そこで、センタードラグ方式(図-3)を採用するとともに、ドラグヘッドを均し効果も期待できる幅広一体型(世界最大級の幅7.2m)とした。これにより、平坦浚渫が可能になり余掘り量が低減される。また、全旋回型推進器の搭載などによる浚渫時の操船性向上も図っている。

センタードラグ方式の採用にあたって、浚渫効率を確認するためサイドドラグ方式との比較実験を行った。実験では、縮尺1/10の模型を用いて計画水深-150mmまでの浚渫状況を比較した。図-4に示すように、サイドドラグ方式の浚渫断面では40回(片舷浚渫のため幅広ドラグヘッドの20回相当)の浚渫後も凹凸があり計画水深に仕上げられなかったが、幅広センタードラグ方式の浚渫断面では20回で計画水深まで平坦に仕上げられることが確認できた。

b) リサイクルシステムの増強

浚渫の際には土砂と海水がポンプで吸い上げられ泥艀に積載されるが、薄泥水(泥槽に積載した土砂の上水)をドラグヘッドに戻し、土砂の積載量増加

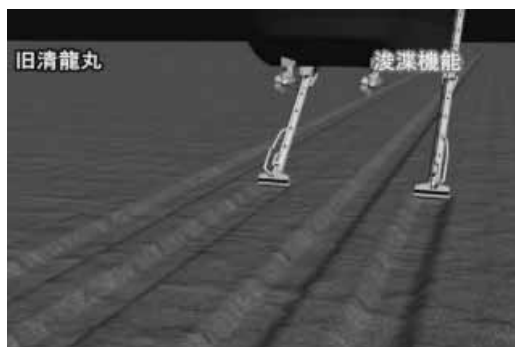


図-2 サイドドラグ方式(旧清龍丸)

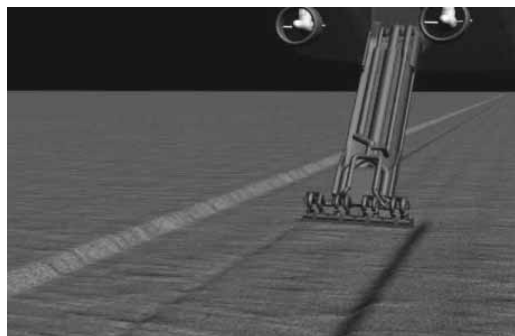


図-3 センタードラグ方式(新清龍丸)

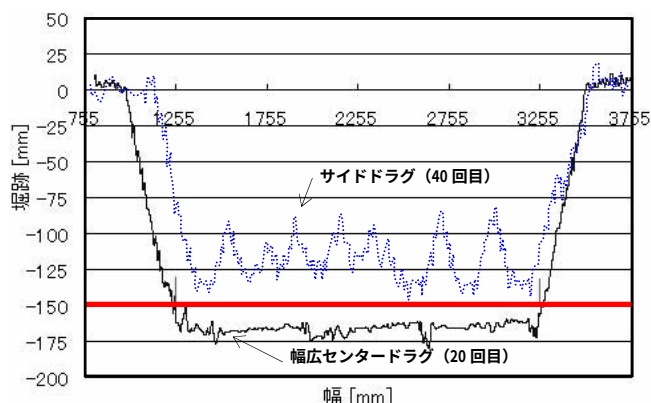


図-4 浚渫方式による浚渫断面の比較

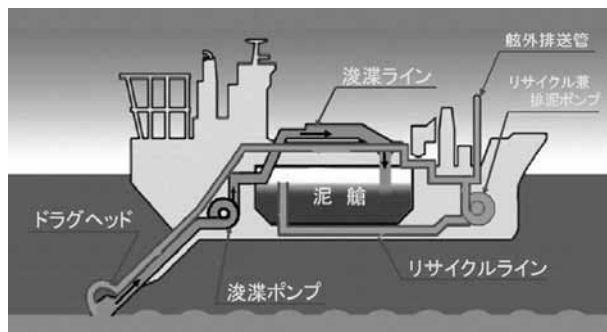


図-5 浚渫・リサイクルシステム

を図るリサイクルシステム(図-5)を装備した。リサイクルシステムは旧清龍丸にも装備していたが、新清龍丸ではポンプ機能向上を図り浚渫能力を高めている。なお、泥艀の容量は1,700m³、浚渫ポンプお

よびリサイクル兼排泥ポンプの能力はともに8,000m³/hで、リサイクル時にはリサイクル兼排泥ポンプを4,000m³/hで使用している。

c) 舷外排送システムの採用

浚渫土砂の排泥方式には、直接船底から排出する方法もあるが、海洋汚染につながる場合もあるため、環境保全の観点から、従来と同様に中継台船へ排出する舷外排送システムとした（図-6）。泥艀内の土砂は中継台船を経由して処分場に排出される（図中、右側が中継台船）。なお、排泥時にはリサイクル兼排泥ポンプを8,000m³/hで使用している。

(2) 油回収機能

油回収器を舷側からスライドさせ海面に降ろし、回収油水ポンプで吸引またはすくい上げて回収油水槽へ積載し、満載になれば回収油水ポンプ等で陸揚げするのが油回収システムである。

新清龍丸では、高波浪域での油回収器の効率性や浮遊油の集油効果、高粘度油の回収といったナホトカ号事故以来の課題に対し、高波浪域での回収効率を向上させる渦流式油回収器を採用し、また集油性を向上させる水ジェット集油装置と高粘度油回収に対応できるスキッパー式油回収器を開発した。

a) 渦流式およびスキッパー式油回収器の装備

旧清龍丸では渦流式油回収器を搭載していたが、性状の変化する浮遊油に対応するため、低粘度油から高粘度油までの回収に対応できる装備により回収効率の向上を図った。

低粘度油の回収には、旧清龍丸で実績があった図-7の渦流式油回収器を搭載した。これは油回収器内に進入した油水を分離して回収油水ポンプで吸引して回収油水槽へ送るものである。また、高粘度油の回収には、籠ですくい上げて回収するスキッパー式油回収器（図-8）を開発して搭載した。この油回収器は、すくい上げた油を甲板上で洗浄して回収油水槽へ移送するものである。

スキッパー式油回収器を開発するに当たり、仕様を決定するための実験を行った。メッシュ間隔が異なる網により粘度の異なる油をすくい上げて通過時間の比較を行った結果、想定する高粘度油の回収に必要なメッシュは10mm以下であることが判った。

b) 水ジェット集油装置の開発

拡散した浮遊油の回収は、油回収器だけでは非効率であるため、水ジェットを利用した集油装置（図-9）を開発し世界で初めて採用した。集油方式としては、従来からオイルフェンス（集油ブーム）を展開して集油する方式もあるが、海面に接するため航行の抵抗となり、高波浪時には船体バランスに大き



図-6 舷外排送システム



図-7 渦流式油回収器（低粘度油用）



図-8 スキッパー式油回収器（高粘度油用）



図-9 水ジェット集油装置

く影響する場合がある。冬季風浪の厳しい日本海の家象条件などでも浮遊油を安全で確実に回収するため、操船性に影響を及ぼさない装置が必要となった。

水ジェット集油装置は、海面にジェット水を噴射することにより波紋を発生させ、その波紋により浮遊油を堰き止めて油回収器に導くものであり、渦流式油回収器と併用する。

水ジェット集油装置の開発に当たり、オイルフェンス方式と油回収率の比較実験を実施した。波高を変えて油回収率（遭遇油量に対する回収油量）を比べた結果、平穏な海域では集油効果に大きな差異はないが、高波浪域（波高1.4m相当）では水ジェット集油装置を用いた場合には油回収率が大幅に向上することが判った（図-10）。水ジェット集油装置を用いることにより、厳しい海象条件下でもオイルフェンスと同等以上の回収効率を確保し、操船性に影響を受けず安全で効率的に浮遊油を回収できると考えられる。水ジェット集油装置については、現在特許出願中である。

c)回収油水槽

泥艙の両舷に配置される回収油水槽は左右の各タンクが3槽に分割されており、各槽で油から重力分離された海水（油分15ppm以下）は3番目のタンクから船底へ排出される。

回収油水槽の内部は、油回収後の清掃を容易にするために補強材などを無くした平坦な構造とし、さらに油が付着しにくい防汚塗料を施し清掃コスト縮減を図っている。回収効率の向上と合わせて、油回収の総コストの縮減が見込まれる。なお、回収油水槽の容量は1,500m³、回収油水ポンプの能力は1,000m³/hである。

(3)防災機能

防災機能としては、油流出事故や東海・東南海地震等の災害時に迅速な対応を図るため、陸上施設に代わる防災拠点として活用できるよう、防災要員の搬送のためのヘリコプターデッキ（図-11）や、被

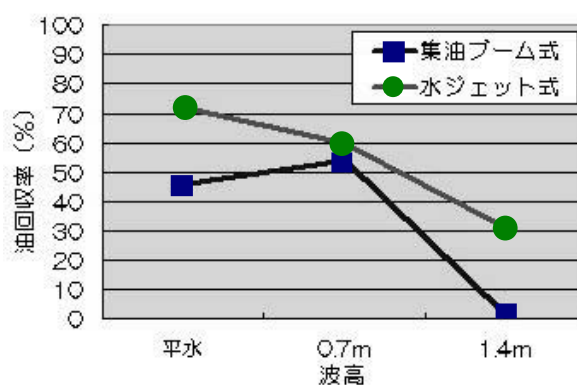


図-10 集油方式比較実験



図-11 ヘリコプターデッキ



図-12 災害対策室

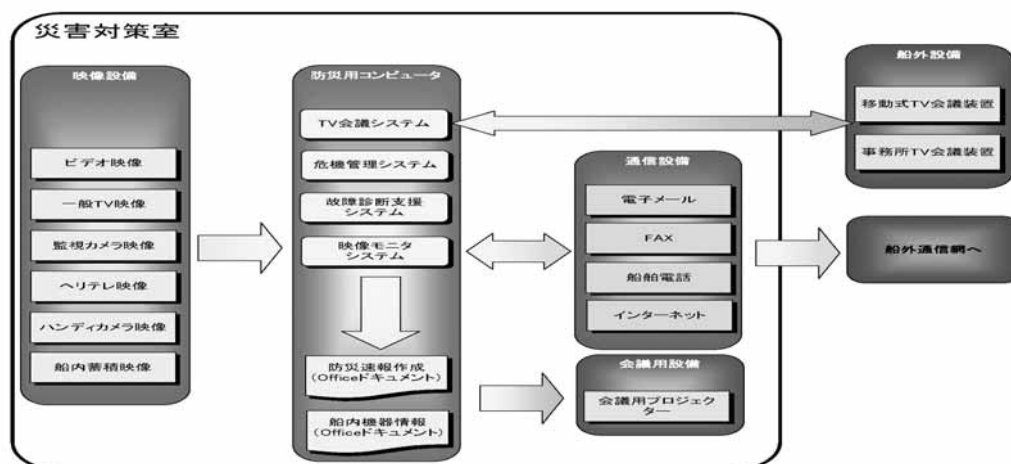


図-13 情報収集システム

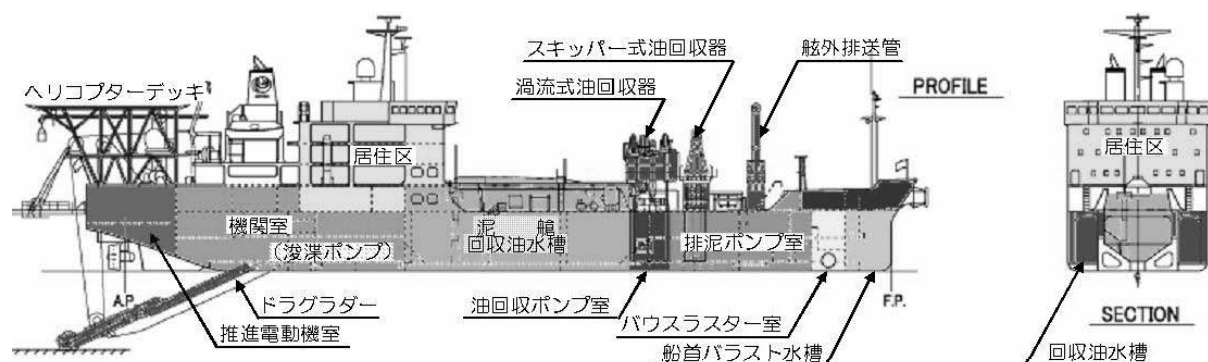


図-14 新清龍丸の一般配置

災地からの映像を受信できる装置などの情報収集システム（図-13）を備えた災害対策室（図-12）を設けた。

(4)その他の特徴

a) 自動制御総合システム

新清龍丸に装備された自動制御総合システムは、前述の設計・建造における目標の中でも主として「安全性の確保」と「自動化・省力化」を図るため、操船および浚渫・油回収作業の集中制御と機器の管理を目的としたものである。操舵室・機関監視室での操船・機関・浚渫・油回収の各機器類の集中操作と、各機器類の監視・制御・記録をコンピュータ盤で一元管理しており、各機器の記録を蓄積することで、故障診断が容易になった。

さらに、機器の作動状況を監視するため、居住区域以外の船内各所に 41 台の監視カメラを装備し、監視強化により省力化を図った。

b) 船体配置

船体配置は、図-14に示すとおり、各機能の能力を確保するとともに作業性や通行性にも十分に配慮して、全長104m、幅17.4m、深さ7.5m、総トン数4,792tとした。



図-15 浚渫位置図

表-1 浚渫実績

項目	旧清龍丸	新清龍丸
浚渫工事区域	名古屋港東航路港内Ⅱ (-15m)	
浚渫設定深度	-13.9m~-15.1m	-15.1m~-15.7m
浚渫工事区域 土質	74 μ m 粒径透過重量百分率 90~100(%) 「粘土」	
データ取得期間	H16.12.22 ~H17.2.25	H17.5.9 ~H17.6.2
浚渫数	203 浚渫	117 浚渫
1 浚渫時間平均	27.6 分 (100%)	30.5 分 (111%)
浚渫サイクル時間平均	123.0 分 (100%)	119.0 分 (97%)
浚渫土量平均	702.0 m ³ (100%)	921.0 m ³ (131%)

3. 浚渫効率の検証

平成17年4月の就航以降、新清龍丸によって名古屋港で実施した浚渫工事の実績から、浚渫効率の検証を行った。検証は、浚渫後の深浅図による平坦性ならびに浚渫サイクル時間と土量について、旧清龍丸の浚渫実績と比較して行った。

(1)検証方法

浚渫実績を比較する上で全く同一条件での比較ができないため、図-15に示す名古屋港内（Ⅱ工区）

における浚渫区域で行った旧清龍丸による浚渫（荒掘りに相当）と、新清龍丸による浚渫（仕上げ掘りに相当）とを比較した。

(2)検証結果

a) 浚渫サイクル時間と土量

表-1に示した実績の比較より、浚渫ポンプ、リサイクル兼排泥ポンプおよび推進機器の増強によって、浚渫サイクル時間（浚渫・運搬・土捨）が約3%短縮された。その一方で、リサイクル兼排泥ポンプの増強によって浚渫土砂の積載量増加が可能になり、一サイクルにおける浚渫時間が11%長くなり、浚渫

土量は約31%増加した。これらの浚渫サイクル時間の短縮による浚渫回数の増加と浚渫土量の増加により、年間浚渫土量が約35%増加することが見込まれる。

b) 浚渫の平坦性

旧清龍丸による浚渫後の深浅図（図-16）と新清龍丸による浚渫後の深浅図（図-17）とを比較すると、荒掘りと仕上げ掘りによる違いはあるものの、新清龍丸による浚渫後の凹凸は旧清龍丸による凹凸に比べて小さくなっていることが判る。両図中の断面aでの浚渫断面の比較（図-18）から、凹凸が非常に少ないことが確認でき、新清龍丸ではより平坦な浚渫が可能であることが判る。平坦浚渫により、浚渫の仕上げに要する作業も大幅に容易になっている。

(3) 浚渫効率向上の効果

浚渫効率の検証の結果、リサイクル装置等の機能増強による浚渫効率の向上および幅広一体型ドラグヘッドを装備したことによる平坦浚渫によって、余掘り量も削減でき、計画水深までの浚渫が容易となった。その結果、浚渫工事に要する工期の短縮およびコスト削減が見込めるとともに、余掘り量の削減による土砂処分場の延命化も図られる。さらに、平坦浚渫による効率向上を含めると、浚渫面積はさらに大きな割合で増加することが見込まれる。

4. 建造の成果

新清龍丸は、平成17年4月の就航以降、伊勢湾スーパー中核港湾プロジェクトの中核施設となる名古屋港飛島ふ頭南側コンテナターミナルの整備に伴う航路・泊地の浚渫に従事し、順調に作業を進めている。平成17年4月から9月末までに名古屋港内において浚渫土量の合計が約36万 m^3 に達する浚渫を行い、同年12月の第1バース（図-19）の供用開始を支えた。今後も引き続き、現在整備が進められている第2バースなど港湾施設の整備を支えていくことになる。

さらに、日本沿岸域の海洋汚染の防除のための大規模油流出事故に備えた大型油回収船として、あるいは、東海・東南海地震等の発生が懸念されている中での防災拠点として、万一の事態が発生した際には本船が大いに貢献するものと期待される。

参考文献

- 1) 国土交通省中部地方整備局、三菱重工業株式会社：新船紹介 ドラグサクシオン浚渫兼油回収船「清龍丸」、作業船、Np.279, pp.3-13, 2005.

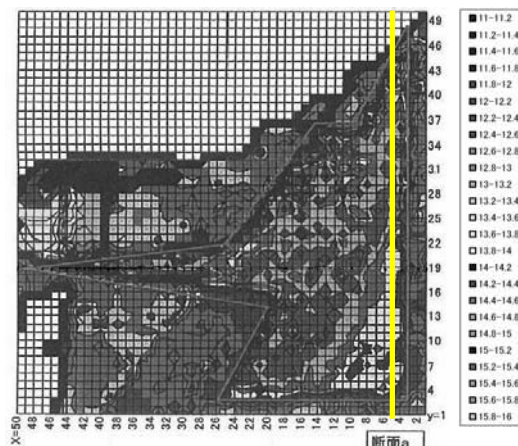


図-16 旧清龍丸による浚渫後の深浅図

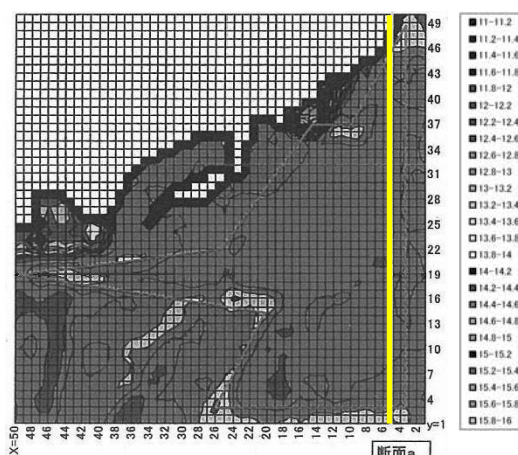


図-17 新清龍丸による浚渫後の深浅図

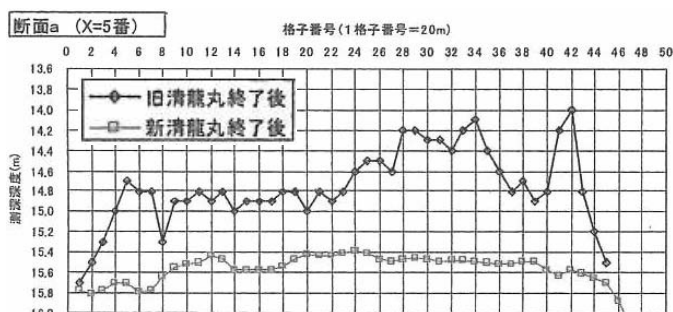


図-18 浚渫断面の比較



図-19 名古屋港飛島ふ頭南側コンテナターミナル第1バース（平成17年12月完成）