

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of
National Institute for Land and Infrastructure Management

No.919

June 2016

作業船の老朽化対策に向けた活動状況・基礎情報に関する分析

鈴木 啓介・井山 繁・坂田 憲治

The Analysis on the Activities and Basic Informations
Toward the Deterioration Measures of Workvessels

Keisuke SUZUKI, Shigeru IYAMA, Kenji SAKATA

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan

作業船の老朽化対策に向けた活動状況・基礎情報に関する分析

鈴木啓介*・井山 繁**・坂田憲治***

要 旨

近年の港湾整備における工事の大規模化、複雑化とともに、施工安全性に対する意識の高まり等を背景として港湾工事に不可欠となる作業船に求められる能力もますます高まってきている。

一方で作業船は、その特殊性に起因して建造、維持管理、運用時の費用などが多額となることから更新が進まず、老朽化の進行が問題となっている。このため、関連の施策として、競争参加資格審査の際の作業船保有・作業船の性能向上による企業評価や総合評価落札制度における入札時における企業能力点への加点等の取組がなされているが状況を大きく改善するには至っていない。

このような状況を踏まえ、本研究では、作業船の必要性やニーズの高まりに的確に対応するため、これまでほとんどなされていなかった作業船の船種毎の稼働率の推移等の定量的なデータの整理・分析を行い、作業船の老朽化対策に向けた施策立案等の基礎資料として取りまとめた。

キーワード：作業船，老朽化，LORIS，隻数

*港湾研究部 港湾施工システム・保全研究室 係長
**港湾研究部 港湾施工システム・保全研究室長
***港湾研究部 主任研究官

〒239-0826 横須賀市長瀬3-1-1 国土交通省 国土技術政策総合研究所
電話：046-844-5019 Fax：046-842-9265 e-mail: ysk.nil-kikaku@ml.mlit.go.jp

The Analysis on the Activities and Basic Informations Toward the Deterioration Measures of Workvessels

Keisuke SUZUKI *

Shigeru IYAMA **

Kenji SAKATA ***

Synopsis

In recent years, the workvessels that carry out large-scale and complex construction for port development have come to need more advanced abilities to ensure safety.

Meanwhile, because of the peculiarity of those workvessels, there are rising expenses for their construction, maintenance and operation and so they are not being renewed sufficiently and their deterioration is becoming a serious problem.

Therefore, as a related measure, actions have been carried out such as adding points when evaluating a company's ability in a corporate evaluation and comprehensive evaluation bid system. However, it has not improved the situation.

Based on this circumstance, in order to appropriately cope with growing needs related to workvessels, we analyzed data on changes in the rate of operation for every class of workvessel. We summarized the results as basic data for policy planning, aiming to develop measures to combat the deterioration of workvessels in this study.

Key Words : workvessels, deterioration, LORIS, number of vessels

*Chief Official, Port Construction Systems and Management Division, Port and Harbour Department
**Head of Port Construction Systems and Management Division, Port and Harbor Department
***Senior Researcher, Port and Harbor Department
National Institute for Land and Infrastructure Management
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism
3-1-1 Nagase, Yokosuka, 239-0826 Japan
Phone : +81-46-844-5019 Fax : +81-46-842-9265 e-mail: ysk.nil-kikaku@ml.mlit.go.jp

目 次

1. はじめに.....	1
1.1 本研究の背景・目的	1
1.2 本研究の構成	1
2. 分析データ及び作業船の概要	1
2.1 分析データの選定	1
2.2 分析データの概要	2
2.3 作業船の概要	3
3. 作業船の活動状況・基礎情報の分析	5
3.1 作業船の隻数分析	5
3.2 作業船の能力分析	14
3.3 作業船の稼働率分析	19
3.4 作業船の建造年分析	20
3.5 作業船の老朽化分析	21
4. 作業船の実態把握調査	23
4.1 作業船所有者へのアンケート	23
4.2 各種作業船の現地調査	23
5. まとめ	27
6. 最後に	28
謝辞	28
参考文献	28
付録 A 船種別作業船の写真	29
付録 B 船種別作業船の隻数割合（年代別）	31
付録 C 船種別作業船の建造数	33
付録 D 船種別作業船の建造年割合	35
付録 E 全作業船の売船・廃船数	37

1. はじめに

1.1 本研究の背景・目的

近年の港湾施設の整備における工事の大規模化、複雑化とともに、施工安全性に対する意識の高まり等を背景として、港湾工事に不可欠となる作業船は、施工場所の大水深化、波浪の激しい場所、軟弱地盤の悪条件下での施工が多くなり、求められる能力もますます高まってきている。

一方で作業船は、その特殊性に起因して建造、維持管理、運用時の費用などが多額となることから更新が進まず、老朽化の進行が問題となっている。このため、関連の施策として、競争参加資格審査の際の作業船保有・作業船の性能向上による企業評価や総合評価落札制度における入札時における企業能力点への加点等の取組がなされているが、状況を大きく改善するには至っていない。また、港湾施設の整備に従事する作業船の多くは推進機関を搭載していない非自航作業船であるにも関わらず、自航船（自航作業船含む）のみが、固定資産税を優遇（課税標準1/2）されている。

さらに、非自航作業船における安全点検や修理の時期は、所有者の判断に委ねられており、これらも港湾施設の整備に従事する多くの非自航作業船が修理・更新が進まずに老朽化が進行している一つの原因となっている。

こうした作業船を取り巻く環境の中で、本分野に関する既往研究では類似のデータ整理として、主に港湾施設の整備に従事する主作業船とそれを補助する付属作業船の隻数、廃船隻数、船齢、新造船隻数の推移等について整理されたものがあるが、主作業船における船種毎の稼働率の推移等までの定量的な分析はほとんどなされていない。また、作業船所有者以外の者は作業船の老朽化状況等の実態を把握していないのが現状である。

したがって、本研究では、作業船の必要性やニーズの高まりに的確に対応するため、これまでほとんどなされていなかった自航作業船、非自航作業船両方の主作業船を対象に船種毎の稼働率の推移、老朽化状況等の定量的なデータの整理・分析を行った。また、作業船の老朽化対策に向けた施策立案等の基礎資料として取りまとめた。

1.2 本研究の構成

図-1.1 に示すとおり、第1章では、本研究の背景と目的を記述する。第2章では、分析データと作業船の概要について記述する。第3章では、作業船の活動状況・基礎情報を把握するため、現状の各種作業船の隻数割合を踏まえつつ、隻数、能力、稼働率、建造年、老朽化状況について分析を行う。第4章では、実際の作業船の老朽化状況を把握するため、実態把握調査として各種作業船の所有者へのアンケートを行うとともに、現地調査

の結果を示す。第5章では、本研究のまとめを行う。第6章では、作業船の老朽化対策に向けた施策の提案と今後検討を要する課題を明らかにする。（図-1.1）

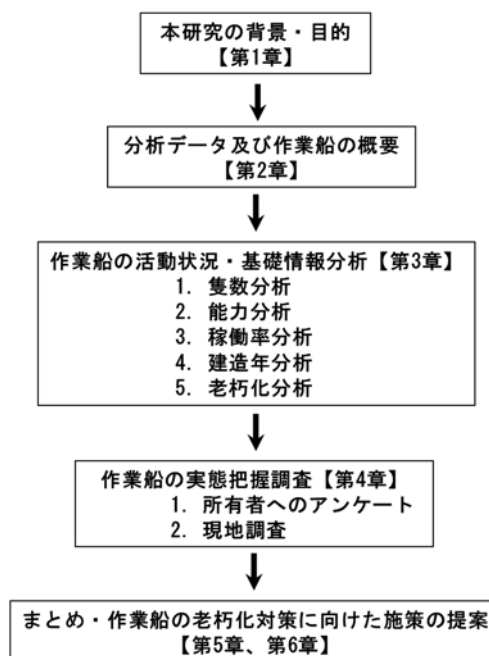


図-1.1 本研究の構成フロー

2. 分析データ及び作業船の概要

2.1 分析データの選定

本研究にあたり、作業船の実態を把握するために用いる分析データの検証を行った。検証は作業船在港情報システム（Location Record Information System of work ship 以下「LORIS」と示す。）データと稼働実態調査（実績）データの2つについて行い、どちらのデータが分析に適しているか、メリット、デメリットを整理しつつ、比較検証を行った。

(1) 作業船在港情報システム（LORIS）データ

作業船在港情報システム（LORIS）データは、常時作業船在場調査を実施し、これにより得られる作業船の「稼働予定」「規格情報」「保有企業」などの各種情報を一元管理しているデータベースである。

a) 分析隻数

1,151 隻（主作業船 13 船種）

b) メリット

- ・船舶の長さ、幅、深さ及び建造年等の船舶諸元の基礎情報が多いため、多様な分析が可能である。
- ・主作業船の登録数が多いため、傾向がつかみやすい。

c) デメリット

- ・稼働予定のデータであるため、実際と異なる可能性がある。
- ・主作業船と付属作業船の種類が乏しい。

d) 稼働率推移

図-2.1 は作業船在港情報システム (LORIS) データの主作業船 13 船種における平均稼働率について 2010 年度から 2014 年度までの推移を示したものである。なお、稼働率の詳細な算出根拠については、3.4 作業船の稼働率分析で示す。

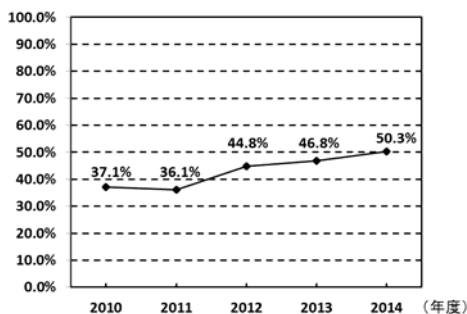


図-2.1 全作業船の稼働率推移 (LORIS)

e) 5 カ年平均稼働率

43.3%

(2) 稼働実態調査 (実績) データ

稼働実態調査 (実績) データは、「船舶および機械器具等の損料算定基準」に記載の基礎価格や維持修理費等の改訂に用いるデータである。

a) 分析隻数

6,212 隻 (主作業船 23 船種, 付属作業船 15 船種) うち, 主作業船 612 隻が分析対象となる。

b) メリット

- ・実際の稼働データである。
- ・主作業船と付属作業船の種類が豊富である。

c) デメリット

- ・船舶の長さ, 幅, 深さ及び建造年等の船舶諸元の基礎情報が少ないため, 多様な分析が難しい。
- ・主作業船の登録数が少ないため, 特異値が出やすい。

d) 稼働率推移

図-2.2 は作業船在港情報システム (LORIS) データと比較するため, 稼働実態調査 (実績) データの主作業船 23 船種, 付属作業船 15 船種のうち, 主作業船 13 船種のみを抽出して, 平均稼働率について 2010 年度から 2014 年度までの推移を示したものである。なお, 稼働実態調査 (実績) データの稼働率についても作業船在港情報システム (LORIS) データと同様の算出方法としている。

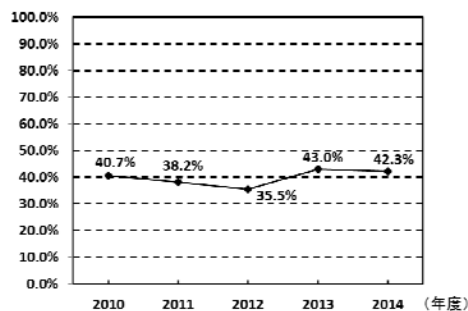


図-2.2 全作業船の稼働率推移 (稼働実態調査)

e) 5 カ年平均稼働率

40.0%

(3) 比較検証のまとめ

稼働実態調査 (実績) データは実際の稼働データであるが, 主作業船の登録数が少なく, 特異値が出やすいことや船舶の長さ, 幅, 深さ及び建造年等の船舶諸元の基礎情報が少ないため, 多様な分析が難しいこと, また両者の平均稼働率に大きな違いがないことから, より幅広い分析が可能な作業船在港情報システム (LORIS) データに基づき分析を行う。

2.2 分析データの概要

以下に, 本資料で取り扱った対象作業船及び対象作業船を抽出するために用いたデータである作業船在港情報システム (LORIS) の概要を示す。

(1) 対象作業船

作業船は大きく官庁所有と民間企業所有の2つに分けられる。官庁所有の作業船は, 港湾業務艇及び交通船のように施工監督業務や港湾管理業務等に使用する作業船, 並びに油回収船や清掃船のような海洋環境を保全するための作業船が中心となっている。一方, 民間企業所有の作業船は, 大水深化, 高波浪, 軟弱地盤改良等の施工条件及び施工環境の変化に対応する船舶として, 建造が行われている。

本研究における分析の対象作業船は, 作業船在港情報システム (LORIS) に登録されている民間企業所有の作業船としている。ただし, 第 4 章 4.2 の各種作業船の現地調査では, 民間企業所有の作業船と比較するため, 一部官庁所有の作業船も含まれている。

(2) 作業船在港情報システム (LORIS) データの概要

作業船在港情報システム (LORIS) データとは, 国土交通省港湾局において, 計画・調査から施工管理・維持管理に至る港湾施設のライフサイクル全体にわたる各種情報を電子化し, 最新の

情報技術を利用して連携・共有していく仕組みである港湾整備事業支援統合情報システムの1つであり、常時、作業船在场調査を実施し、これにより得られる作業船の「稼働予定」「規格情報」「保有企業」などの各種情報を一元管理しているデータベースである。これらの情報は、国土技術政策総合研究所のサーバを介して、各地方整備局等の利用者へ提供することにより、港湾工事積算の一層の適正化・効率化（適正な船種選定）を図ることに寄与している。

作業船在港情報システム（LORIS）では、「船種」、「規格（能力）」や「地域」などを指定することによって、在港する作業船を検索できる。検索した作業船については、当該地域に在港する作業船在港一覧の表示および11ヵ月先まで稼働予定をバーチャートでグラフィカルに表示される。また、作業船の規格情報や所有企業の連絡先等の情報も把握できる。作業船の規格情報は、毎年調査を実施して、会社から提供されたデータを基本に改訂されるものである。

(3) 対象作業船の分類及び隻数

作業船在港情報システム（LORIS）の登録隻数を基に対象作業船の分類及び隻数を以下に示す。（表-2.1）

表-2.1 主作業船13船種名

	主作業船13船種名	現有隻数
埋立浚渫系作業船 600		
1	グラブ浚渫船	168
2	ポンプ浚渫船	19
3	バックホウ浚渫船	71
4	揚土船	46
5	土運船	296
構造物築造系作業船 507		
6	起重機船	277
7	クレーン付台船	120
8	コンクリートミキサー船	31
9	ケーソン製作用作業台船	58
10	杭打船	21
地盤改良系作業船 44		
11	深層混合処理船	24
12	サンドコンパクション船	18
13	サンドドレーン船	2
合計 全船種		1,151

本研究では現有する作業船のうち、港湾施設の整備に従事する主作業船13船種1,151隻（平成27年3月31日現在）を対象とした。また、対象作業船は、埋立浚渫系作業船、構造物築造系作業船、地盤改良系作業船の大きく3つの工種に分類した。埋立浚渫系作業船はグラブ浚渫船、ポンプ浚渫船、バックホウ浚渫船、揚土船、土運船とし、構造物築造系作業船は起重機船、クレーン付台船、コンクリートミキサー船、ケーソン製作用作業台船、杭打船及び地盤改良系作業船は深層混合処理船、サンドコンパクション船、サンドドレーン船と定義した。したがって、主作業船の補助を行う引船、押船及び交通船等の付属作業船においては、本研究の対象外としている。なお、グラブ浚渫船と起重機船及び杭打船等の多機能を兼ね備えた多目的船については、主

に港湾施設の整備に用いられる船種を分析船種とし、各種作業船それぞれが重複してカウントしないようにした。

(4) 対象期間

対象期間は、2010年4月から2015年3月までの過去5年分のデータを使用した。対象期間には2011年3月の東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）も含まれている。なお、建造年、売船及び廃船した年の情報は2010年3月以前のものも含まれているため、作業船の経過年数等の算出に使用した。

(5) 対象エリア

対象エリアは、国内の港湾及び空港とし、海外の港湾及び空港に関しては対象外とした。

2.3 作業船の概要

本資料で取り扱った主作業船13船種の概要について、参考文献²⁾より以下に示す。なお、主作業船13船種それぞれの代表的な写真については、付録Aに示す。

(1) グラブ浚渫船

グラブバケットによって水底土砂をつかみ揚げ、自船の泥艀または舷側に接舷した土運船に積載する浚渫船である。自船の泥艀に土砂を積載する場合、甲板上に積載する甲板式と泥艀に積込む泥艀式があり、泥艀式には船艀部の船底が開いて土砂を水底に投棄する底開式、箱状の船艀からグラブ、バックホウ等により揚土する密閉式等がある。グラブ浚渫船には自船の推進器により航行する自航式と引船、押船等を用いて航行する非自航式があり、土砂の硬軟に応じてグラブバケットの容量（重量）を変えて作業する。近年では、掘削深度、位置を正確に管理できる装置を備えているものが増えている。

(2) ポンプ浚渫船

主として航路、泊地の浚渫に使用され欧米ではカッターサクシオン浚渫船と呼ばれている。スパッドやクリスマスツリーと呼ばれているワイヤーにより船体を固定し、固定点を中心に船体をスイングさせながら、ラダー先端に取付けられた回転式カッターにより海底地盤を掘削し、浚渫ポンプにより吸入・送泥を行う浚渫船である。軟泥から岩盤まで各種土質に対応でき汎用性が高く、近年ではラダーポンプの搭載、スパッドキャリッジの装備等により性能向上を図っているものである。

(3) バックホウ浚渫船

バックホウと呼ばれる油圧ショベル型の掘削機を搭載した硬土盤用浚渫船である。バックホウは掘削深度及び作業半径を大

大きくするために台船の船首端の低い位置に据え付けられている。通常3本のスパッドが装備され、前部の2本が掘削中船体を保持し、掘削反力を支え、後部の1本は移動用に使用する。

(4)揚土船

海上埋立工事等において、土運船により運搬されてきた土砂を各種の揚土装置により受入れ、埋立地に排送する一連の揚土システムを装備した作業船である。揚土システムにより以下の3種類に区分される。

a) リクレーマ船

土運船により運搬されてきた土砂をグラブバケット、バックホウ等の機械式揚土装置におり受入れ、ベルトコンベヤにより埋立地に払出しする揚土システムを装備した揚土船である。

b) バージアンローダー船

土運船により運搬されてきた泥船内の土砂等をジェットポンプで注水して土砂を攪拌混合し、これを揚土ポンプにて吸い上げ埋立地に管路輸送する揚土船である。汚濁防止のため、排送に使用した水は注水ポンプに環流し、余水を外海に排出しない方式がとられていることもある。

c) 空気・油圧圧送船

土運船により運搬されてきた土砂を搭載のバックホウ等で土砂受けホッパーに揚土・投入し、これを圧縮空気または油圧圧送装置で埋立地まで管路輸送する揚土船である。(本研究における上記3船種の取扱いは、工事での使用実態に合わせて全て揚土船とした。)

(5)土運船

浚渫船や陸上積出基地等から土砂を泥船に受け入れ運搬する作業船である。土運船には自船の推進器により航行する自航式と自ら航行できない非自航式があり、非自航式には引船による曳航方式と押船による押航方式がある。また、泥船の型式としては甲板上に土砂を積載する甲板式と船体内部に積載する船艙式があり、船艙式には船艙の船底部が左右に開いて土砂を水底に投棄する底開式、船艙部全体が中央部より長手方向に開いて土砂を投棄する全開式、箱状の船艙からバックホウ等の機械を用いて揚土する密閉式等がある。

(6)起重機船

港湾工事、海洋開発、サルベージ、港湾荷役等の各種重量物の吊上げ、据付けを行う作業船である。起重機船には自航の推進器により航行する自航式と引船、押船を用いて航行する非自航式がある。また、クレーンの形式により、ジブ固定・ジブ俯仰・旋回式に区分される。

(7)クレーン付台船

台船の上に、クローラクレーンを乗せ固定し、港湾工事の比較的小型軽量物の吊上げ、据付けを行う作業船である。クレーン付台船は陸上で使用されているクローラクレーンを使用できるようにしたところに特徴がある。

(8)コンクリートミキサー船

防波堤、岸壁等の上部コンクリートや橋梁基礎等の海洋構造物のコンクリート打設作業を行うため、現地でコンクリートを製造し打設する作業船である。コンクリートミキサー船には以下の2種類がある。

a) バッチ式

大容量強制練りミキサーを2基備えたバッチャープラントにより、コンクリートの製造打設を行う方式である。

b) 連続式

連続式ミキサー(セメント、水、細骨材、粗骨材等を適切な配合比で連続的に投入して練り混ぜを行い、練り上げられたコンクリートとして連続的に排出する構造を有するミキサー)によりコンクリートを製造し打設する方式である。

(9)ケーソン製作用作業台船

防波堤、岸壁等に使用される大型コンクリートケーソンを安全、確実に製作し進水させる台船である。フローティングドック型、ドルフィンドック型がある。ケーソン製作作業に使用する旋回式クレーンや進水時の喫水を調整するバラストタンクの注排水ポンプシステムを装備している。

(10)杭打船

港湾工事における各種杭、矢板の打設を行う作業船である。近年では複雑な組杭等の打設に対応できる全旋回式杭打船が一般的で、斜杭打設のため櫓を前後に傾斜できるように設備した傾動式のもの、走行式のものがある。杭打機の種類により、ディーゼル、油圧、空圧、蒸気圧、振動(バイブロハンマー)等に分けられる。

(11)深層混合処理船

処理機を海底地盤中に貫入し、スラリー状にしたセメント系の安定処理剤を海底下深層軟弱地盤中にポンプ圧入するとともに攪拌翼の回転により練り混ぜ固化させ強固な地盤に改良造成する作業船である。

(12)サンドコンパクション船

軟弱地盤中にケーシングパイプを振動あるいは衝撃荷重を用いて砂を供給しながら圧入し、大径の締め固められた砂杭を所

定の間隔で造成するとともに杭周辺の泥土も圧密し海底地盤の改良を行う作業船である。

(13) サンドドレーン船

軟弱地盤中に砂杭を定期的に打ち込み、地盤内の間隙水を砂柱のドレーン効果により排出し地盤を圧密して改良する作業船である。近年では大水深・急速施工に対応するためケーシングパイプが多連装（12連装～14連装）の大型船が建造され、大規模工事に従事している。

3. 作業船の活動状況・基礎情報の分析

3.1 作業船の隻数分析

(1) 全作業船隻数の推移

作業船在港情報システムデータ (LORIS) を基に主作業船 13 船種における全作業船隻数推移 (図-3.1) を調べると、特に 1990 年代には作業船隻数の増加は顕著であったが、2002 年の 1,340 隻を境に減少傾向に転じ、2015 年では 1,151 隻でピーク時の 85% 程度の隻数となっている。

(2) 船種別作業船の隻数割合

2015 年 3 月時点における船種別作業船の隻数割合を整理したものを以下 (図-3.2) に表す。船種別作業船の隻数割合は、土運船の割合が 26%、起重機船の割合が 24%、グラブ浚渫船の割合が 15%、クレーン付台船の割合が 10%、バックホウ浚渫船の割合が 6%、ケーソン製作用作業台船の割合が 5%、コンクリートミキサー船の割合が 3%、サンドコンパクション船・ポンプ浚渫船・杭打船・深層混合処理船の割合が 2%、サンドドレーン船の割合が 0.2%であった。土運船の隻数割合が最も高く、続いて起重機船、グラブ浚渫船、クレーン付台船の隻数割合が高い。工事の工種別における作業船の組み合わせで見れば、土運船とグラブ浚渫船の隻数割合が高くなっていることから、浚渫工事では主に土運船とグラブ浚渫船の組み合わせによる使用頻度が高いことが推察される。また、防波堤築造工事のようなケーソン等の重量物を据え付ける工事では、全体に占める隻数割合からも主に起重機船が使用していることが考えられる。

一方で、サンドコンパクション船、サンドドレーン船及び深層混合処理船のような地盤改良系作業船については、いずれも全体に占める隻数割合が低い。

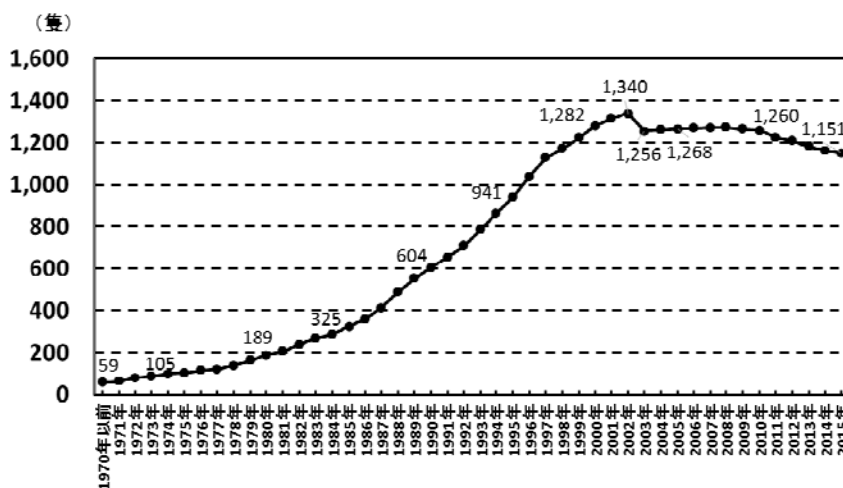


図-3.1 作業船隻数の推移

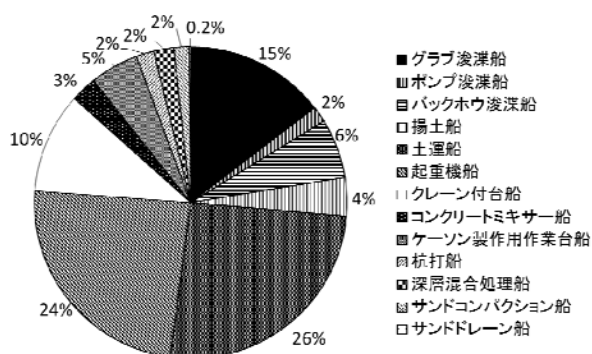


図-3.2 船種別作業船の隻数割合

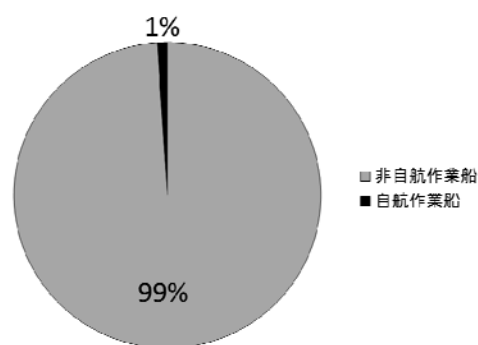


図-3.3 自航作業船・非自航作業船の割合

(3) 自航作業船・非自航作業船の割合

2015年3月時点における自航作業船・非自航作業船の割合(図-3.3)は自航作業船の割合が1%であり、残りの99%は非自航作業船の割合であった。したがって、作業船のほとんどが推進機関を搭載しておらず、引船や押船等に曳航されて移動していることが分かる。これらより、推進機関を省いた方が作業船建造費用も抑えることができ、また推進機関搭載による特有の船舶検査実施の必要がなく、推進機関のメンテナンス費用も発生しないため、非自航作業船の割合が圧倒的多数を占めていることが考えられる。

(4) 埋立浚渫系作業船の隻数分析

a) 埋立浚渫系作業船隻数の推移

図-3.4は埋立浚渫系作業船5船種における船種別作業船の隻数推移を示したものである。埋立浚渫系作業船は、土運船の隻数が最も多く、続いてグラブ浚渫船の隻数が多くなっている。特に土運船とグラブ浚渫船はともに、1990年代に作業船隻数の増加は顕著であったが、2002年を境に減少傾向に転じている。バックホウ浚渫船は減少傾向にないが、揚土船及びポンプ浚渫船は減少傾向となっている。

図-3.5～図-3.9は埋立浚渫系作業船における各船種の隻数について1970年以前から2015年までの推移を示したものである。

グラブ浚渫船における隻数の推移は1990年代に増加が顕著であり、2002年の196隻をピークに減少している。その後10年間は緩やかに減少し、2015年ではピーク時の83%である162隻となって1990年代後半の水準まで落ち込んでいる。(図-3.5)

ポンプ浚渫船における隻数の推移は1970年代前半に増加が顕著であるが、その後は10隻程度しか建造されていない。2002年の27隻をピークに2015年ではピーク時の70%である19隻となって1970年代後半の水準まで落ち込んでいる。(図-3.6)

バックホウ浚渫船における隻数の推移は1970年代後半から

2000年頃にかけて一定の割合で増加しており、2008年の67隻をピークに2015年でもピーク時の97%である65隻とほぼ横ばいの水準を保っている。(図-3.7)

揚土船における隻数の推移は1990年代に増加が顕著であり、2008年の51隻をピークに緩やかに減少し、2015年にはピーク時の88%である45隻となって2000年頃の水準まで落ち込んでいる。(図-3.8)

土運船における隻数の推移は1985年頃から2002年にかけて増加が顕著であり、2002年の354隻をピークに減少し、2015年にはピーク時の82%である290隻となって1990年代後半の水準まで落ち込んでいる。(図-3.9)

b) 埋立浚渫系作業船隻数割合の推移

図-3.10は1970年以前から2015年までの埋立浚渫系作業船の隻数割合の推移を示したものである。1975年はポンプ浚渫船の割合が33%、グラブ浚渫船の割合が21%、バックホウ浚渫船の割合が12%、土運船の割合が27%、揚土船の割合が7%であった。

一方で、2000年はポンプ浚渫船の割合が4%、グラブ浚渫船の割合が29%、バックホウ浚渫船の割合が10%、土運船の割合が50%、揚土船の割合が7%であった。その後、2015年までほぼ同様の割合で推移していた。

上記の埋立浚渫系作業船については、1970年代から近年にかけて特にポンプ浚渫船の隻数割合の減少と土運船の隻数割合の増加が顕著となっている。

これは文献³⁾に示すとおり、近年のポンプ浚渫船の新造は埋立事業の減少により需要が低下傾向にあること。またグラブ浚渫船の大型化により、比較的大規模の浚渫工事にも対応できるようになってきたことによる土運船の利用増加が起因していると考えられる。さらにグラブ浚渫船は浚渫深度の制限、土質の制限も少なく、岸壁等構造物前面や狭い場所でも浚渫できる等、適用範囲が極めて広いことが隻数割合の結果に影響している。

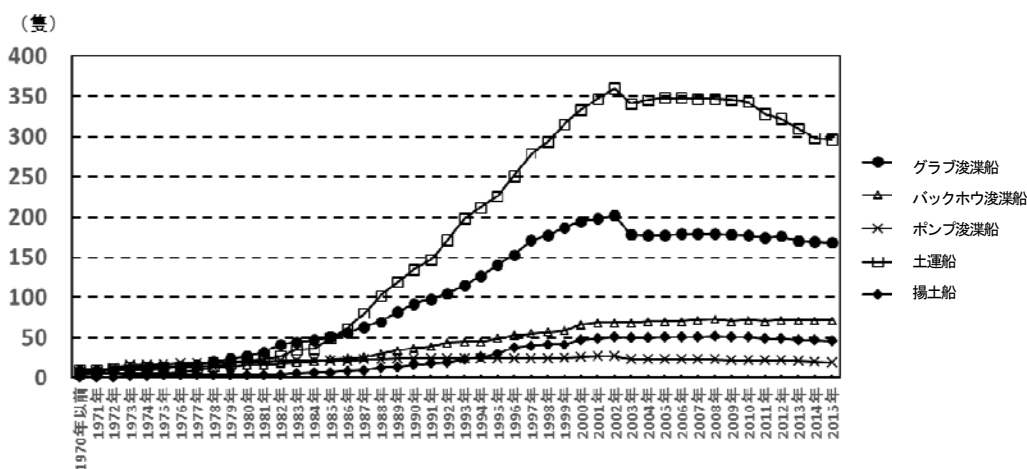


図-3.4 埋立浚渫系作業船隻数の推移

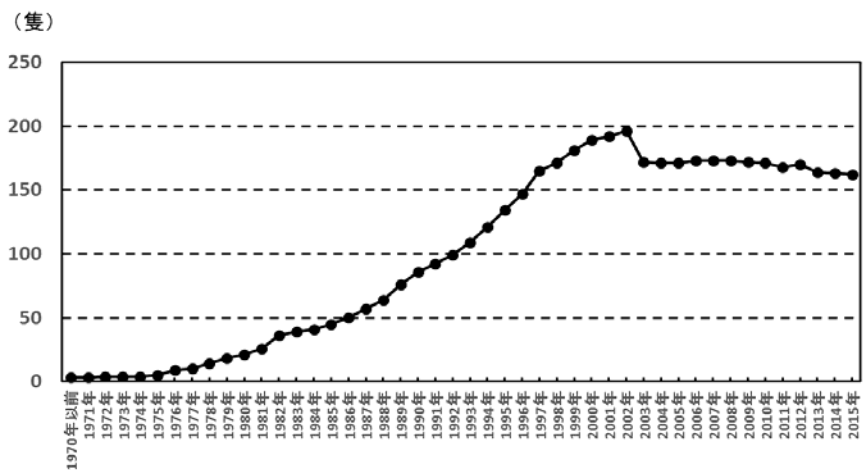


図-3.5 グラブ浚渫船隻数の推移

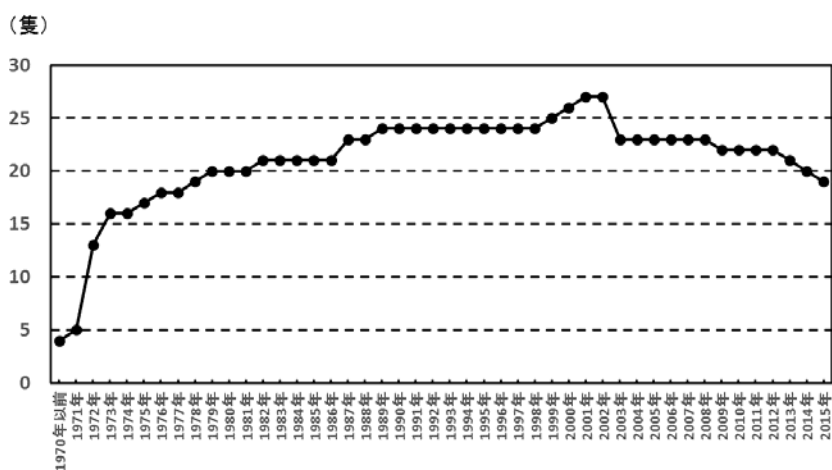


図-3.6 ポンプ浚渫船隻数の推移

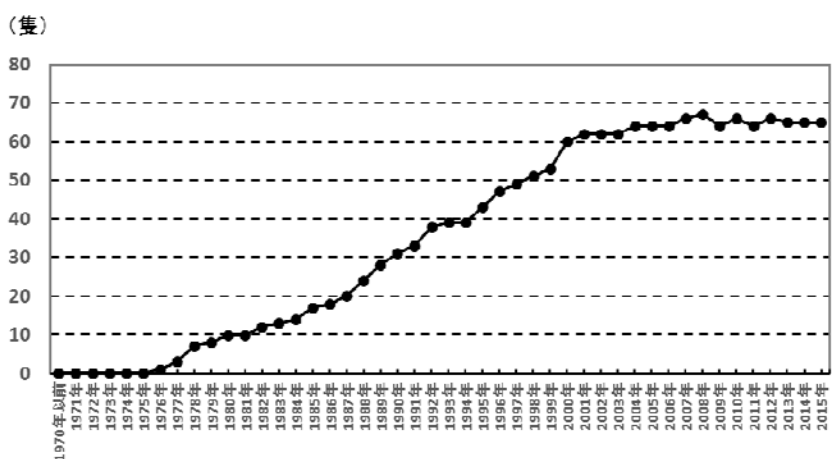


図-3.7 バックホウ浚渫船隻数の推移

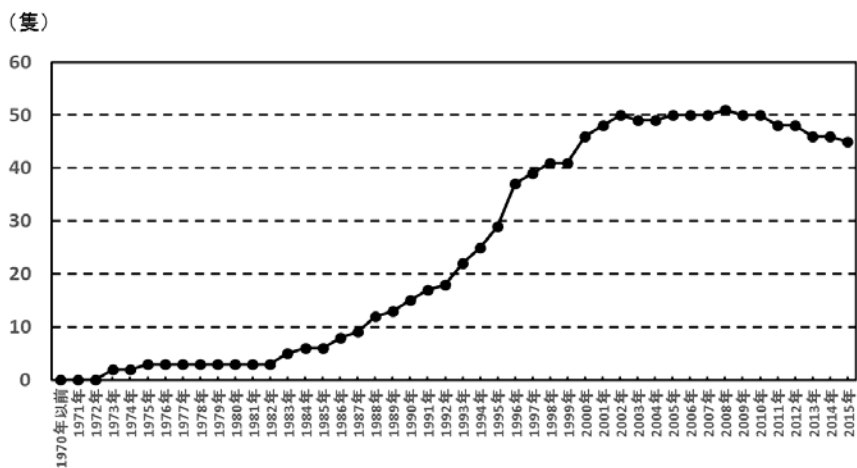


図-3.8 揚土船隻数の推移

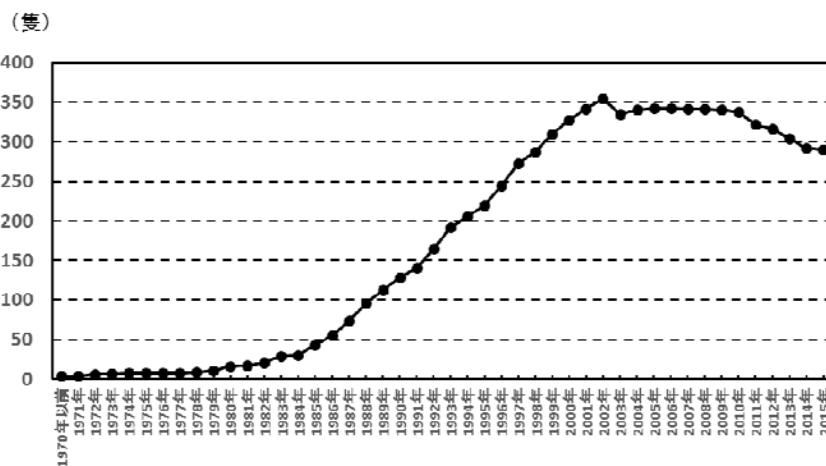


図-3.9 土運船隻数の推移

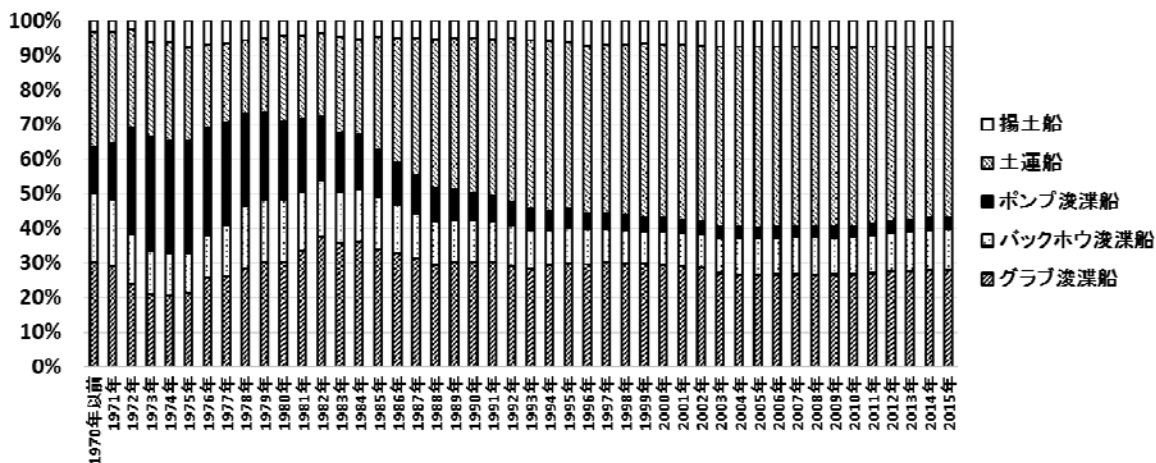


図-3.10 埋立浚渫系作業船隻数割合の推移

(5) 構造物築造系作業船の隻数分析

a) 構造物築造系作業船隻数の推移

図-3.11 は構造物築造系作業船 5 船種における船種別作業船の隻数推移を示したものである。構造物築造系作業船では、起重機船の隻数が最も多く、続いてクレーン付台船の隻数が多くなっている。特に起重機船は、1990 年代に作業船隻数の増加は顕著であったが、2002 年を境に減少傾向に転じている。クレーン付台船及びケーソン製作用業台船も 1990 年代に作業船隻数が増加しているものの、起重機船ほど顕著ではなかった。

ケーソン製作用業台船、コンクリートミキサー船、杭打船は最も隻数の多い年代でも 100 隻に満たなかった。

図-3.12～図-3.16 は構造物築造系作業船における各船種の隻数について 1970 年以前から 2015 年までの推移を示したものである。

起重機船における隻数の推移は 1990 年代に増加が顕著であり、2002 年の 307 隻をピークに減少している。その後 10 年間は緩やかに減少し、2015 年ではピーク時の 88%である 270 隻となって 1990 年代後半の水準まで落ち込んでいる。(図-3.12)

クレーン付台船における隻数の推移は 1980 年頃から 2002 年にかけて一定の割合で増加しており、2002 年の 122 隻をピークに減少し、2015 年にはピーク時の 86%である 105 隻となって 1990 年代後半の水準まで落ち込んでいる。(図-3.13)

コンクリートミキサー船における隻数の推移は 1980 年代の増加が顕著であり、2009 年の 36 隻をピークに緩やかに減少し、2015 年にはピーク時の 83%である 30 隻となって 1990 年代前半の水準まで落ち込んでいる。(図-3.14)

ケーソン製作用業台船における隻数の推移は 1980 年頃から 2002 年にかけて一定の割合で増加しており、2002 年の 68 隻をピークに減少し、2015 年にはピーク時の 85%である 58 隻となって 1990 年代中頃の水準まで落ち込んでいる。(図-3.15)

杭打船における隻数の推移は 1990 年代後半の増加が顕著であり、2002 年の 24 隻をピークに緩やかに減少し、2015 年にはピーク時の 88%である 21 隻となって 1990 年代後半の水準まで落ち込んでいる。(図-3.16) また、起重機船は 270 隻、クレーン付台船は 105 隻とそれぞれ 100 隻以上現存しているのに対して、コンクリートミキサー船は 30 隻、杭打船は 21 隻とともに 30 隻以下となっていることから、港湾工事では海上でのコンクリート打設や杭打ち作業よりも重量物の吊上げ・据付作業の方が多くなることが考えられる。

b) 構造物築造系作業船隻数割合の推移

図-3.17 は 1970 年以前から 2015 年までの構造物築造系作業船の隻数割合の推移を示したものである。1975 年は起重機船の割合が 47%、クレーン付台船の割合が 37%、杭打船の割合が 6%、ケーソン製作用業台船の割合が 6%、コンクリートミキサー船の割合が 4%であった。

一方で、2000 年は起重機船の割合が 54%、クレーン付台船の割合が 24%、杭打船の割合が 4%、ケーソン製作用業台船の割合が 12%、コンクリートミキサー船の割合が 6%であった。その後、2015 年まではほぼ一定の割合で推移していた。

上記の構造物築造系作業船については、1970 年代から近年にかけて特にクレーン付台船の隻数割合の減少傾向となり、起重機船の隻数割合の増加傾向となっている。

これは、港湾施設の大型化・大水深化により吊上げ重量が増加したことに伴い、クレーン付台船よりも大きな重量物を吊上げることのできる起重機船について、隻数が増加したことが考えられる。しかし、クレーン付台船の隻数割合は 25%前後から減少することがないことから、クレーン付台船は各種建設用資材の搬入・搬出をはじめとした消波ブロック等の軽量物の吊上げに用いられ、重量物の違いにより起重機船との作業の棲み分けが行われているのではないかと思慮される。

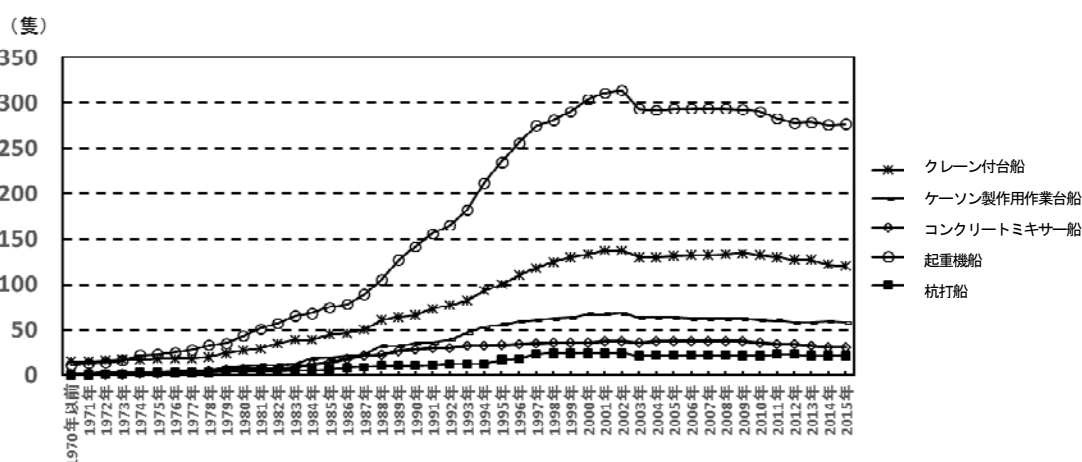


図-3.11 構造物築造系作業船隻数の推移

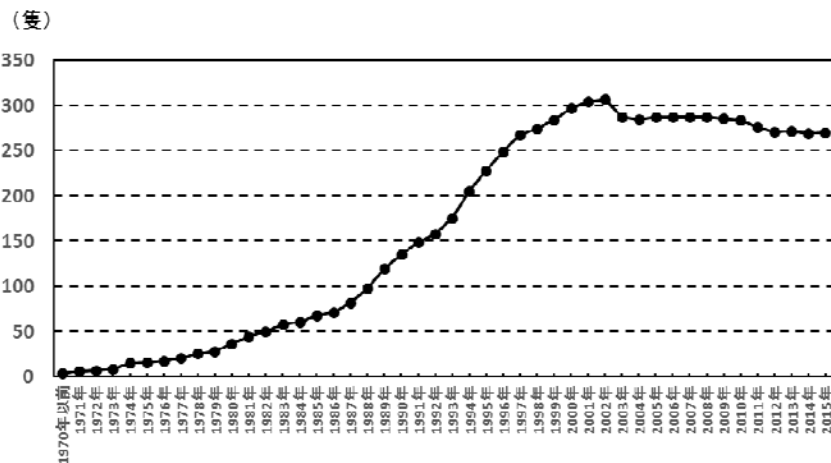


図-3.12 起重機船隻数の推移

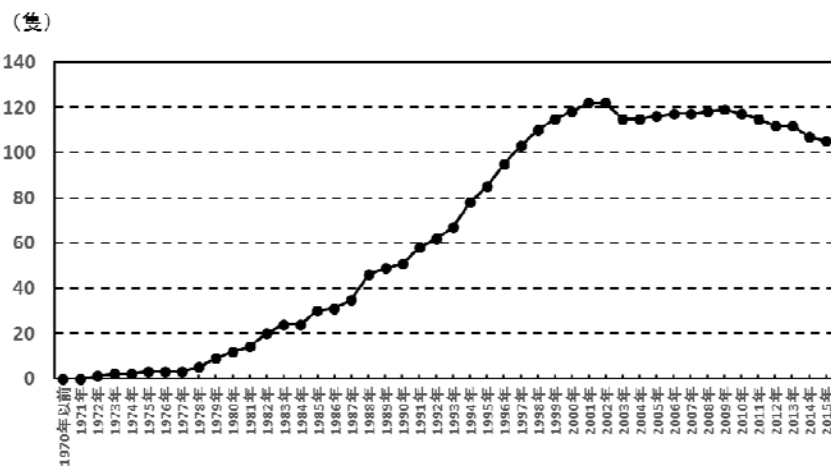


図-3.13 クレーン付台船隻数の推移

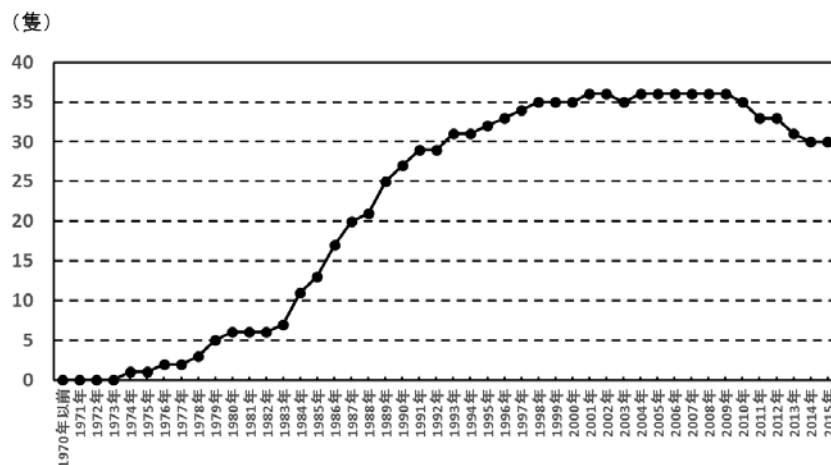


図-3.14 コンクリートミキサー船隻数の推移

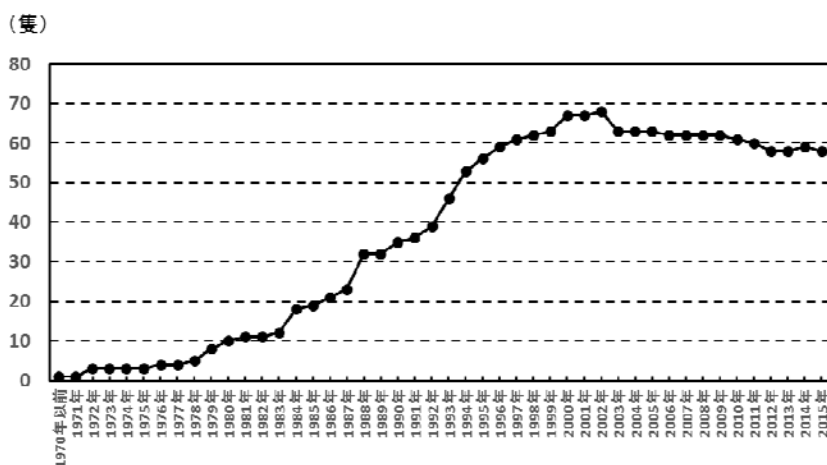


図-3.15 ケーソン製作用作業台船隻数の推移

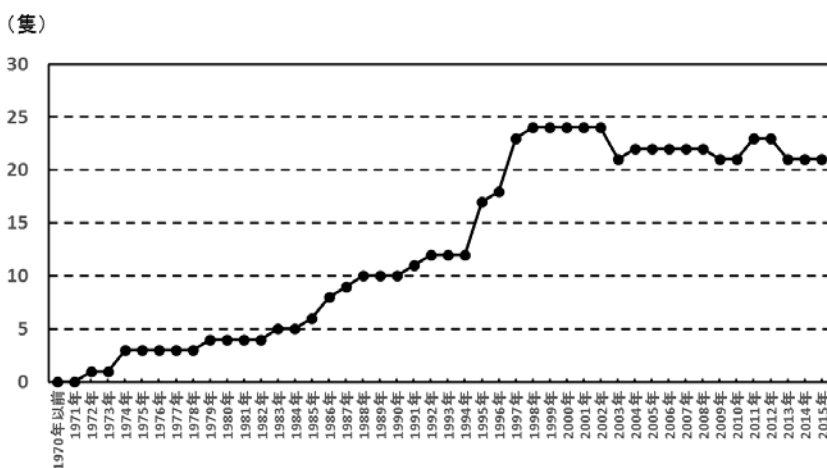


図-3.16 杭打船隻数の推移

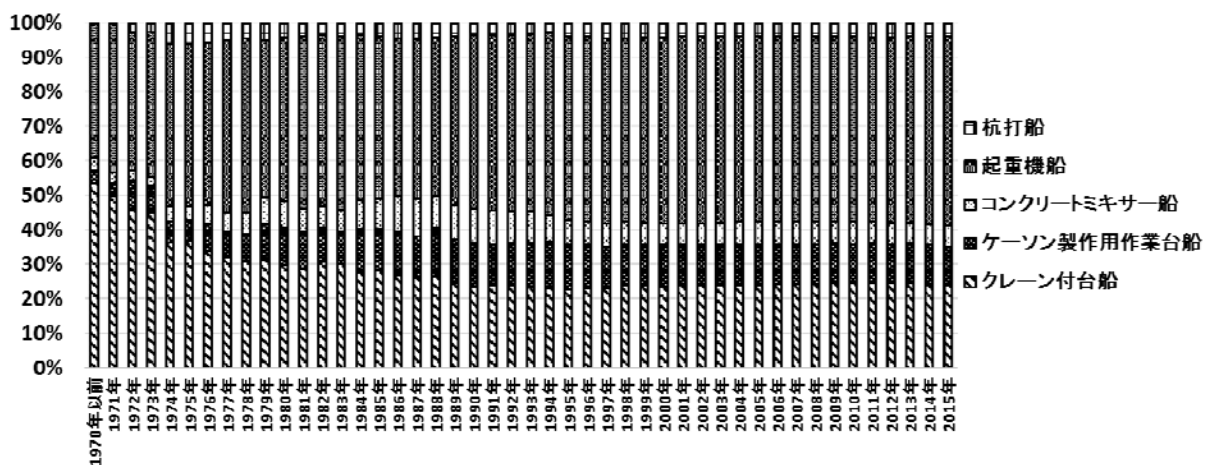


図-3.17 構造物築造系作業船隻数割合の推移

(6) 地盤改良系作業船の隻数分析

a) 地盤改良系作業船隻数の推移

図-3.18 は地盤改良系作業船 3 船種における船種別作業船の隻数推移を示したものである。地盤改良系作業船では、深層混合処理船の隻数が最も多いものの、サンドコンパクション船と均衡している。上記 2 船とも、1990 年代に作業船隻数の増加は顕著であるが、サンドドレーン船は最多でも 5 隻に満たなかった。

図-3.19～図-3.21 は地盤改良系作業船における各船種の隻数について 1970 年以前から 2015 年までの推移を示したものである。

深層混合処理船における隻数の推移は 1970 年代後半と 1990 年代後半の増加が顕著であり、2011 年の 27 隻をピークに緩やかに減少し、2015 年にはピーク時の 89%である 24 隻となって 2000 年代前半の水準まで落ち込んでいる。(図-3.19)

サンドコンパクション船における隻数の推移は 1990 年代中頃の増加が顕著であり、1999 年の 25 隻をピークに減少し、2015 年にはピーク時の 72%である 18 隻となって 1990 年代中頃の水準

まで落ち込んでいる。(図-3.20)

サンドドレーン船における隻数の推移は 1990 年代後半の増加が顕著であり、2010 年の 4 隻をピークに減少し、2015 年にはピーク時の 50%である 2 隻となって 1990 年代中頃の水準まで落ち込んでいる。(図-3.21)

b) 地盤改良系作業船隻数割合の推移

図-3.22 は 1970 年以前から 2015 年までの地盤改良系作業船の隻数割合の推移を示したものである。1975 年はサンドコンパクション船の割合が 75%、深層混合処理船の割合が 25%であった。

一方で、2000 年はサンドコンパクション船の割合が 47%、深層混合処理船の割合が 45%、サンドドレーン船の割合が 8%であった。その後、2015 年まではほぼ一定の割合で推移していた。

上記の地盤改良系作業船については、1970 年代から近年にかけて特にサンドコンパクション船の隻数割合の減少傾向となり、深層混合処理船の隻数割合の増加傾向となっている。

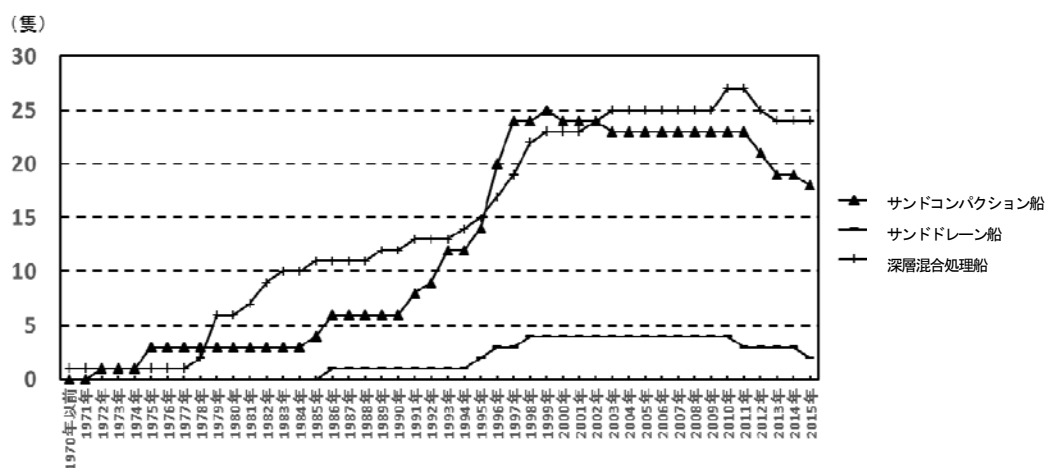


図-3.18 地盤改良系作業船隻数の推移

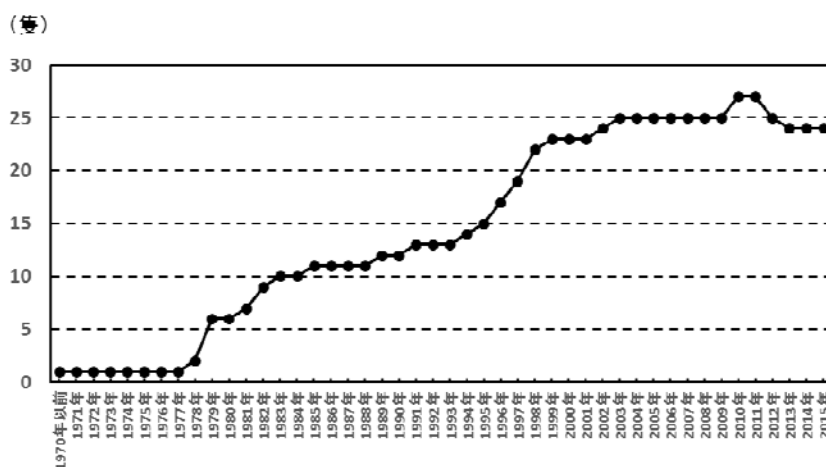


図-3.19 深層混合処理船隻数の推移

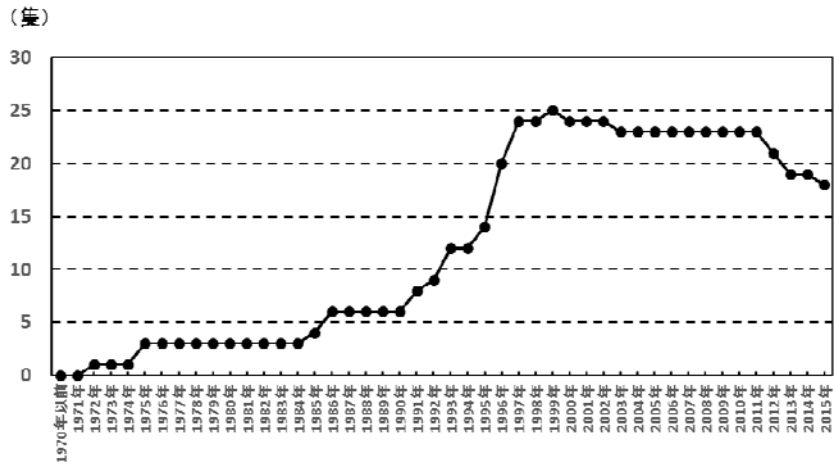


図-3.20 サンドコンパクション船隻数の推移

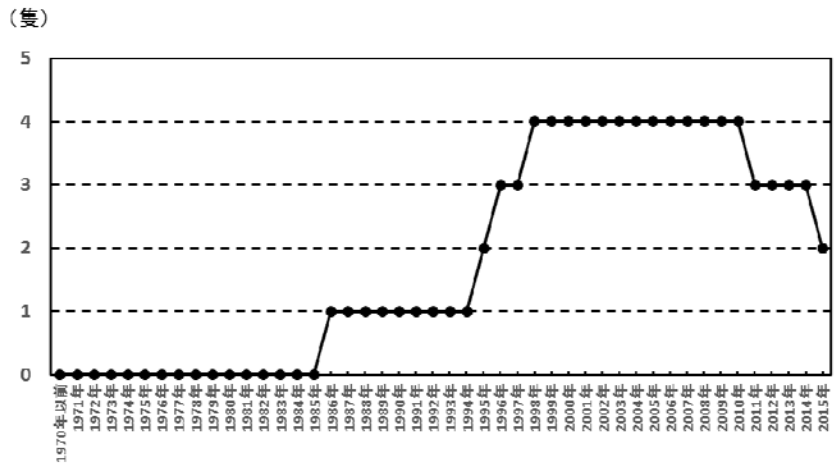


図-3.21 サンドドレーン船隻数の推移

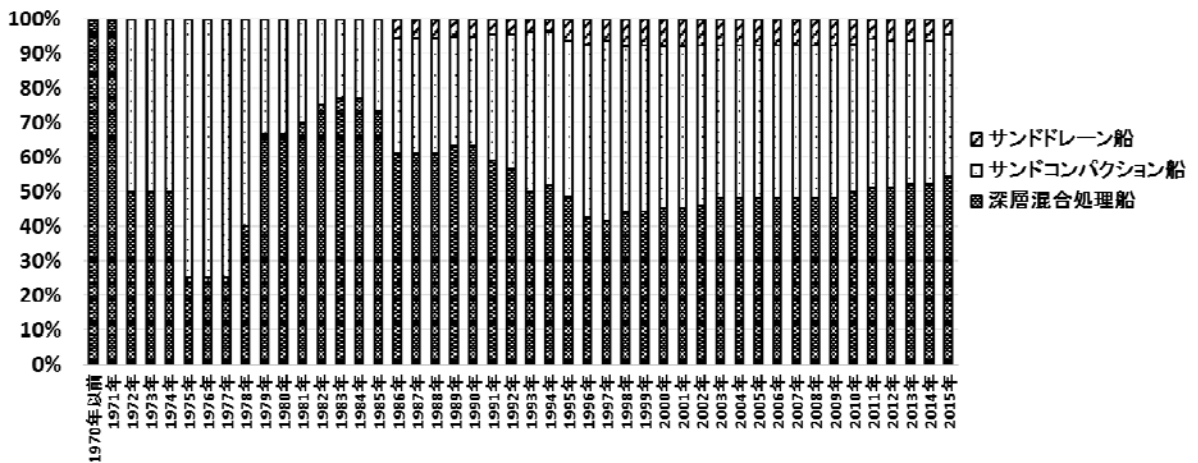


図-3.22 地盤改良系作業船隻数割合の推移

地盤改良工事は構造物を建設する際、その現地盤上に直接構造物を築造すると安定を確保できない場合や、施工中あるいは施工後に生じる予想される変形が構造物の機能上許容しえない場合の軟弱地盤の対策として用いられる。従来は、このような軟弱地盤を避けて構造物を建設することもできたが、最近では臨海部の開発が進み、港湾全体の利用計画等の関係から地盤条件の良い所ばかりを選んで構造物を建設することが困難になってきた。したがって、港湾構造物の計画場所が軟弱地盤であったとしても、積極的に地盤改良を行うことにより、所定の位置に構造物を建設することが多くなってきている⁴⁾。これが地盤改良系作業船が1980年代から1990年代にかけて隻数の増加が顕著である理由であると考えられる。

(7) 船種別作業船隻数における考察

主作業船13船種における隻数の傾向として、ポンプ浚渫船と深層混合処理船以外の作業船については、概ね1990年代に一定の割合で隻数が増加しており、2002年頃をピークに減少に転じている。

一方で、ポンプ浚渫船の隻数は1970年代前半に増加が顕著であり、深層混合処理船においては1970年代後半と1990年代後半の増加が顕著であった。

また、船種別作業船の現有数は、ポンプ浚渫船がピーク時の70%、サンドコンパクション船がピーク時の72%であり、サンドドレーン船においては4隻しかないため、極端ではあるもののピーク時の50%まで隻数が減少している。その他の作業船については、ピーク時の80%以上の隻数が現有しているため、大幅な減少傾向は見られなかった。

埋立浚渫系作業船及び構造物築造系作業船における隻数割合の推移は、1990年以降ほぼ一定の割合で推移している。また、地盤改良系作業船は、1995年以降ほぼ一定の割合で推移してい

た。一方、1980年頃までは、いずれの船種においても隻数割合の変動が大きい。これは、全船種における作業船の隻数が200隻に満たないこともあり、全体的な隻数が少ないことが起因していると考えられる。

3.2 作業船の能力分析

図-3.23～図-3.35は主作業船13船種における平均作業能力について1970年以前から2015年までの推移を示したものである。なお、グラブ浚渫船、ポンプ浚渫船、バックホウ浚渫船は平均浚渫能力、揚土船は平均払出能力、土運船は平均容泥艙容量、起重機船、クレーン付台船、ケーソン製作用作業台船は吊上能力、コンクリートミキサー船、深層混合処理船は平均処理能力、杭打船、サンドコンパクション船、サンドドレーン船は平均打込深度に対して分析を行った。

グラブ浚渫船の平均浚渫能力は1980年前後に一度落ち込んだものの、その後能力増加傾向が見られた。バックホウ浚渫船、揚土船、クレーン付台船、ケーソン製作用作業台船については、2015年にかけて能力増加傾向が見られた。

一方で、土運船、起重機船、深層混合処理船については、2015年にかけて能力減少傾向が見られた。ポンプ浚渫船、杭打船、コンクリートミキサー船、サンドコンパクション船、サンドドレーン船は1970年代から能力変化が見られず、一定の水準で推移していた。ただし、コンクリートミキサー船のみは1980年前後に一度落ち込みが見られた。

船種別作業船で比較すると、埋立浚渫系作業船については、ポンプ浚渫船、土運船以外は全体的に能力増加の傾向が見られた。構造物築造系作業船については、クレーン付台船及びケーソン製作用作業台船で能力増加傾向が見られた。また、地盤改良系作業船は能力変化が見られないもしくは能力減少傾向であった。

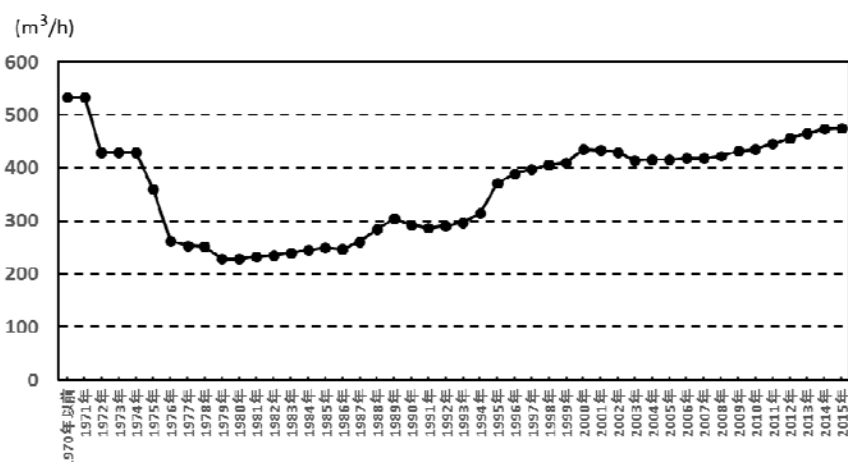


図-3.23 グラブ浚渫船浚渫能力 (m³/h) の推移

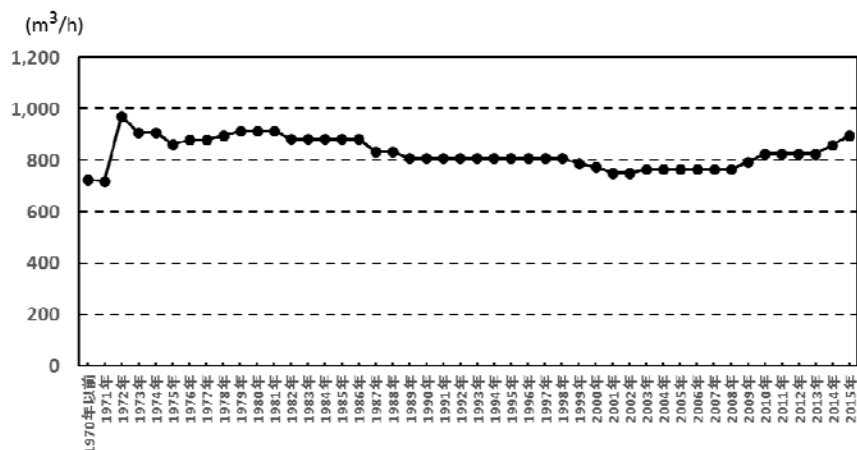


図-3.24 ポンプ浚渫船浚渫能力 (m³/h) の推移

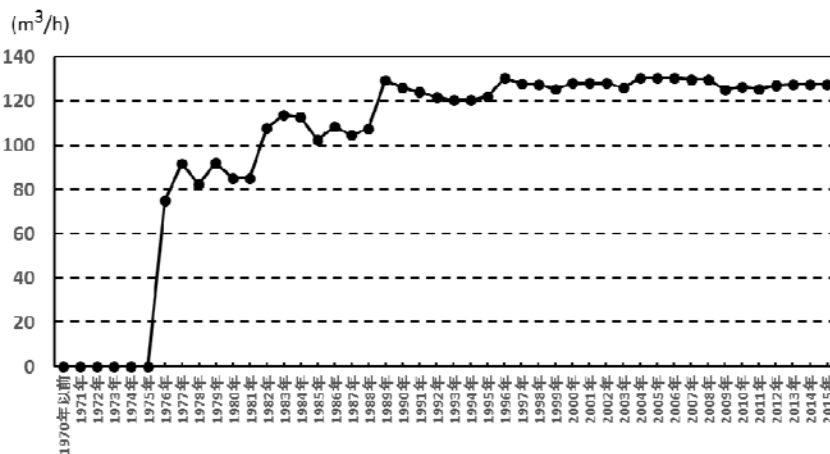


図-3.25 バックホウ浚渫船浚渫能力 (m³/h) の推移

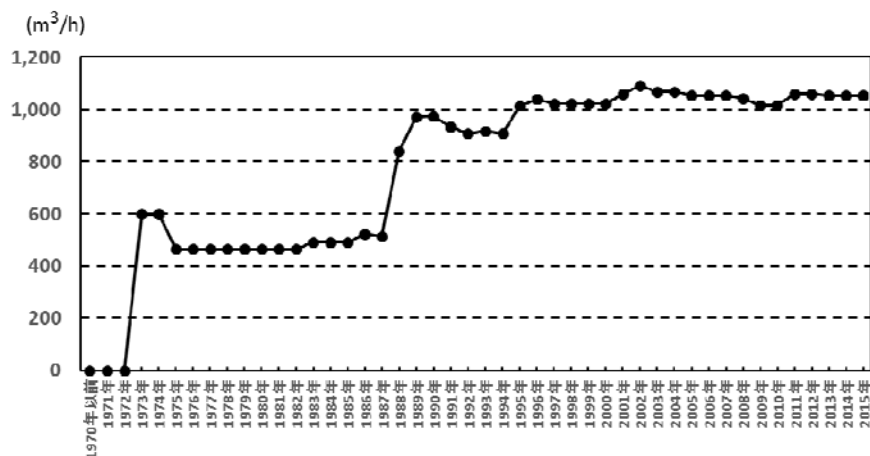


図-3.26 揚土船払出能力 (m³/h) の推移

作業船の老朽化対策に向けた活動状況・基礎情報に関する分析
鈴木啓介・井山繁・坂田憲治

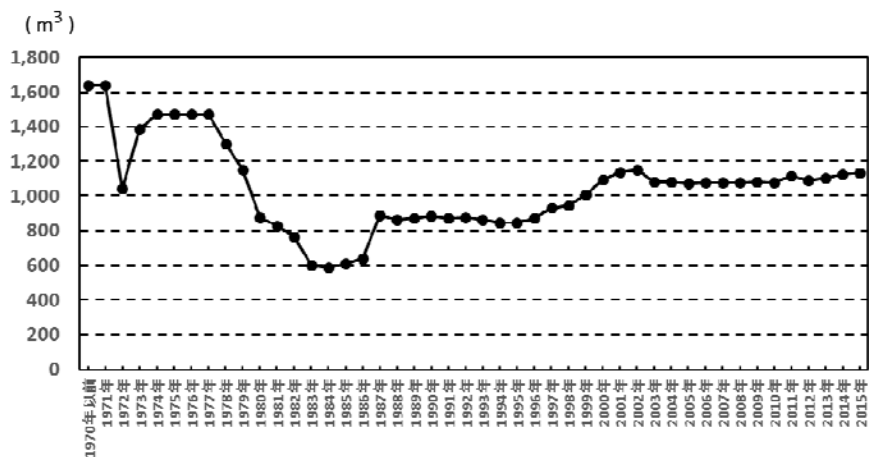


図-3.27 土運船泥艙容量 (m³) の推移

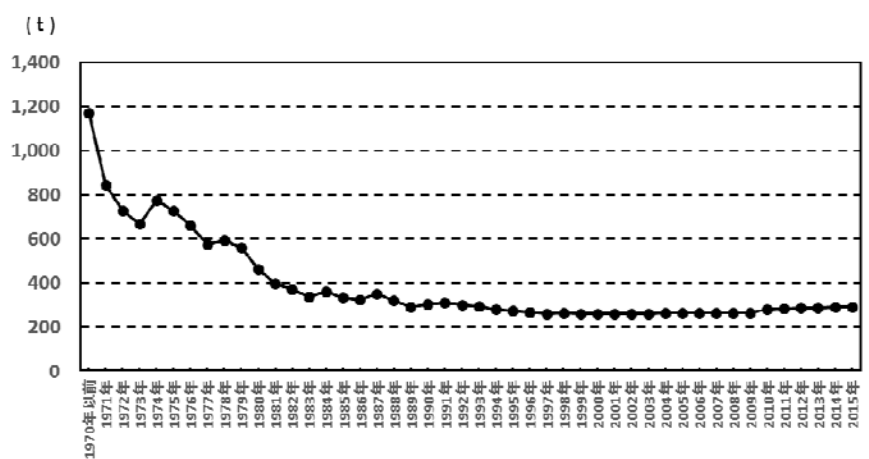


図-3.28 起重機船吊上能力 (t) の推移

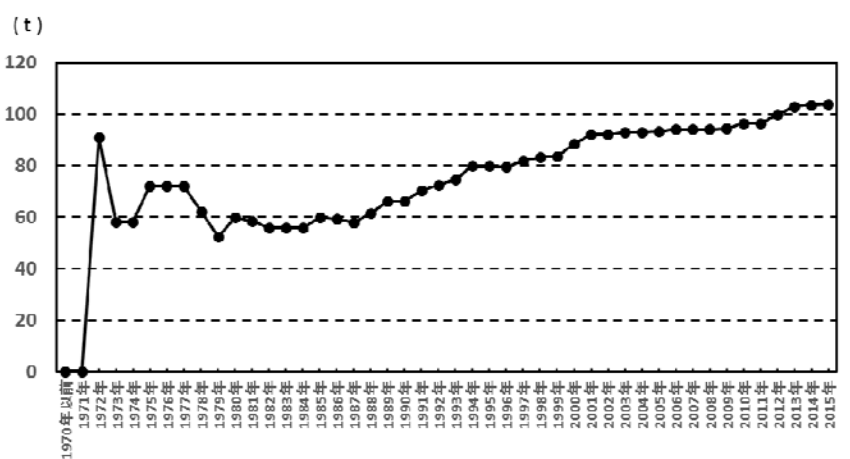


図-3.29 クレーン付台船吊上能力 (t) の推移

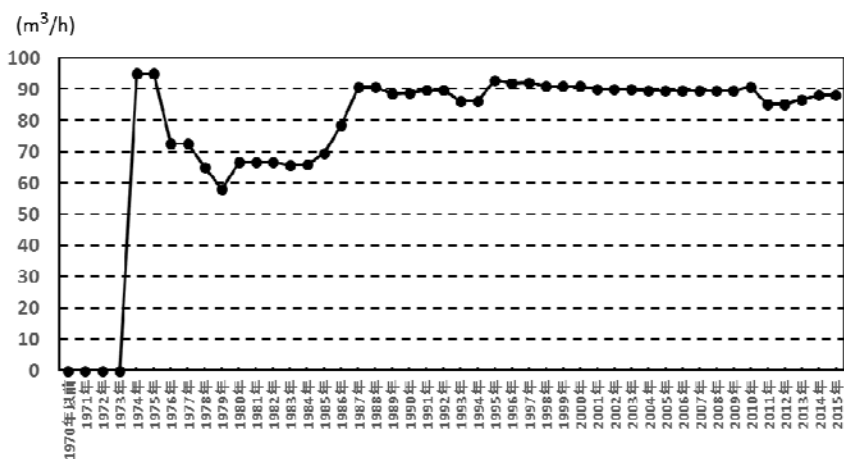


図-3.30 コンクリートミキサー船処理能力 (m³/h) の推移

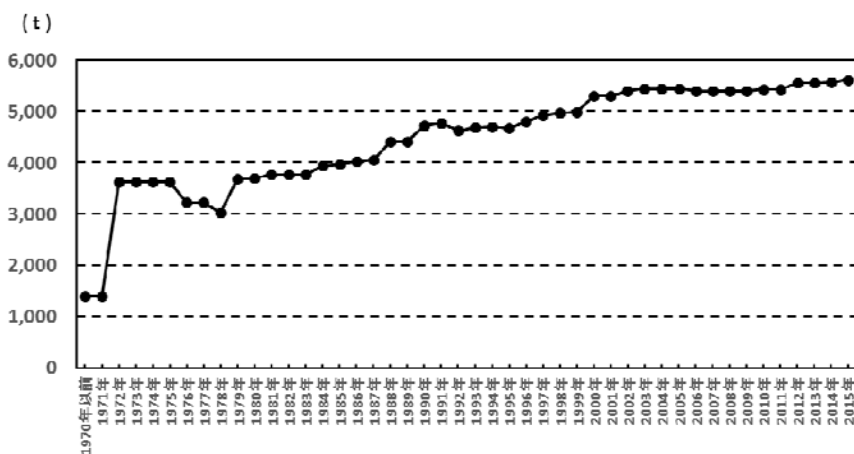


図-3.31 ケーソン製作用作業台船吊上能力 (t) の推移

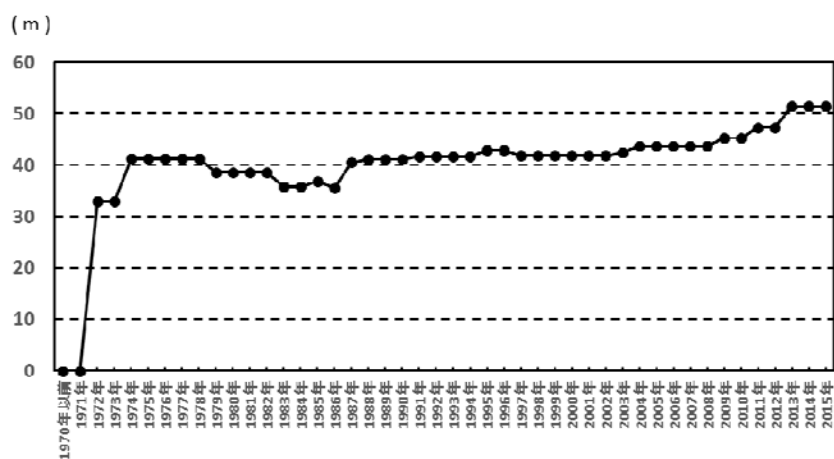


図-3.32 杭打船打込深度 (m) の推移

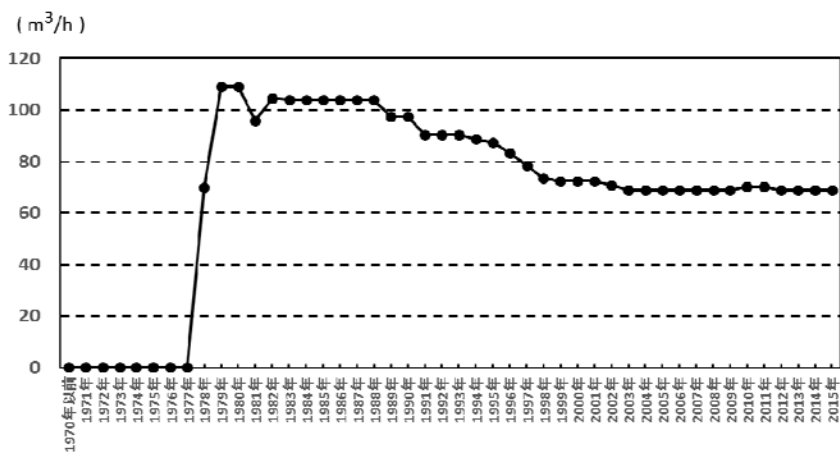


図-3.33 深層混合処理船処理能力 (m³/h) の推移

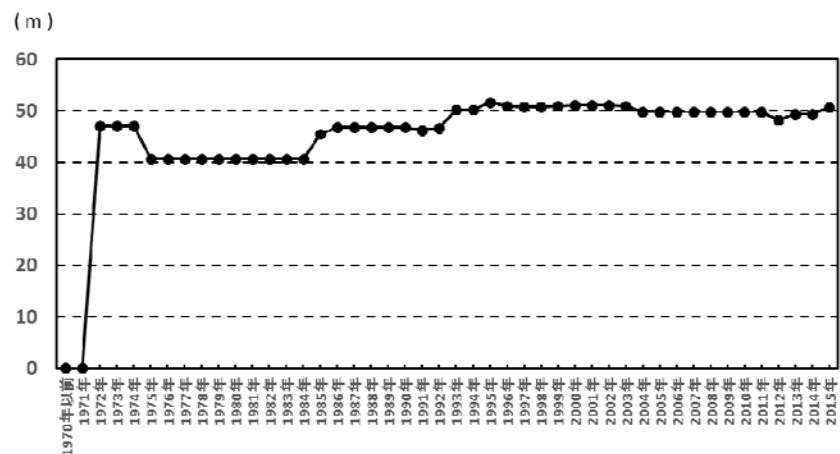


図-3.34 サンドコンパクション船打込深度 (m) の推移

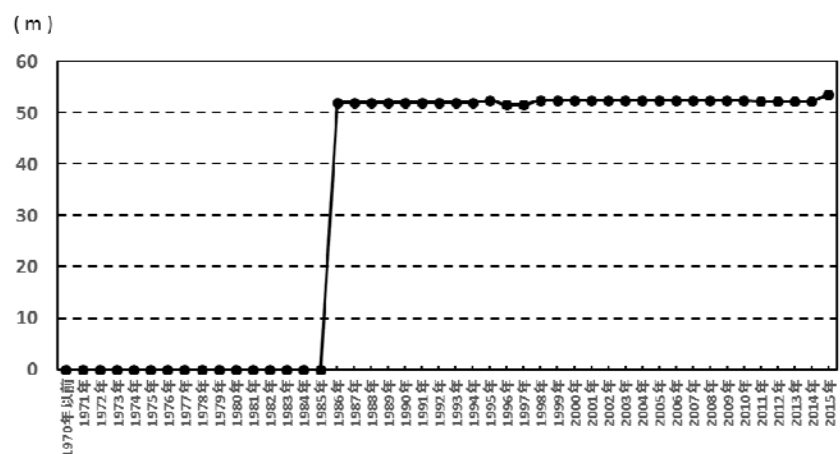


図-3.35 サンドドレーン船打込深度 (m) の推移

特にグラブ浚渫船、揚土船、土運船、起重機船、クレーン付台船、コンクリートミキサー船は、1970年代から1980年代にかけて能力の落ち込みが見られる。これは、1970年代前半の全体的に隻数が少ない時期には、当初比較的能力の高い作業船を新造しており、1970年代から1980年代にかけて徐々に隻数が増えていく時期には、1970年代前半よりも能力の低い作業船が増えていったものであると考えられる。その後、起重機船以外の作業船は、1990年代以降再び能力の高いものが増えていったと思慮される。

3.3 作業船の稼働率分析

(1) 作業船稼働率の推移

図-3.36は主作業船13船種における稼働率について2010年度から2014年度までの推移を示したものである。なお、ここで扱う稼働率は以下のとおり、稼働日を稼働日と非稼働日の和で除した値とした。また、稼働日には作業船が造船所で行うドック等の修理日及び作業船が回航等を行う移動日も含むものとして定義した。

$$\text{稼働率} = \text{稼働日} / (\text{稼働日} + \text{非稼働日})$$

※稼働日にはドック等の修理日及び回航等の移動日を含む。

2010年度から2014年度までの主作業船13船種における稼働率は37.1%~50.3%で上昇傾向となっており、5カ年における平均稼働率は43.3%であった。特に2011年度から2014年度にかけて、稼働率が14%程度上昇していた。なお、この数値は前述のとおり、稼働日には作業船が造船所で行うドック等の修理日及び作業船が回航等を行う移動日も含まれているため、港湾施設の整備を行う日数から算出される稼働率と比べると高い数値となっていることが想定されるものの、全体的な稼働率の傾向を把握する上では有効であると考えている。

次に図-3.37は2010年度から2014年度までの5カ年における船種別作業船1隻あたりの稼働日数を示しており、各船種別の作業船における稼働頻度の大小を表したものである。なお、これは2010年度から2014年度までの5カ年において、船種別作業船の全稼働日数を船種別作業船の隻数で除したものである。

コンクリートミキサー船が1,031日/隻で最も使用頻度が高く、続いてケーソン製作用作業台船の971日/隻、起重機船の932日/隻、グラブ浚渫船の915日/隻であった。

一方で、バックホウ浚渫船、ポンプ浚渫船、土運船、深層混合処理船は5カ年で600日/隻前後となっており、他の作業船に比べると使用頻度が低い。なお、全作業船の平均稼働日数は790日/隻であった。

以上より、構造物築造系作業船における1隻あたりの稼働日

数は、いずれの作業船においても800日/隻を超えており、使用頻度が高い。また、埋立浚渫系作業船において、グラブ浚渫船は使用頻度が高いものの、その他の作業船は平均稼働日数よりも使用頻度が低い。地盤改良系作業船については、全ての作業船において、平均稼働日数以下となった。したがって、クレーン機能を搭載した作業船は使用頻度が高いことが分かる。

なお、使用頻度の高い作業船について、年間の稼働日に換算すると、コンクリートミキサー船は206日/隻、ケーソン製作用作業台船は194日/隻、起重機船は186日/隻及びグラブ浚渫船は183日/隻となった。

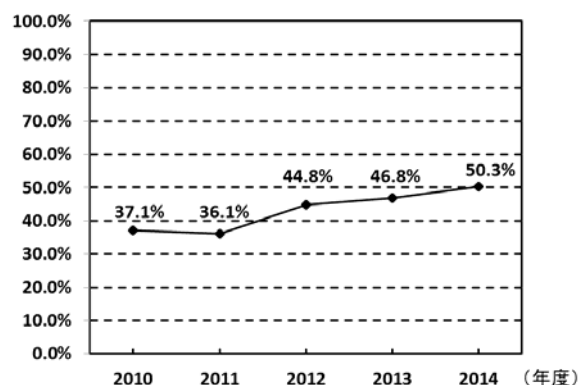


図-3.36 全作業船の稼働率推移

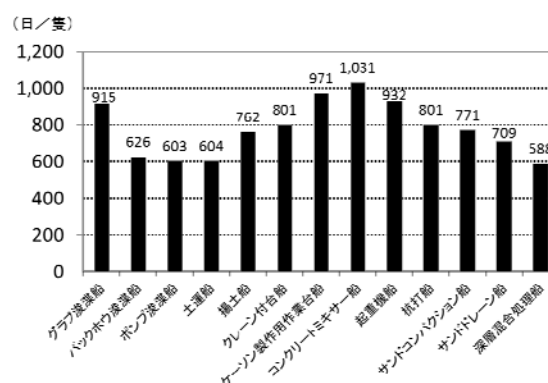


図-3.37 船種別1隻あたりの稼働日数

(2) 船種別作業船稼働率の推移

図-3.38~3.40は2010年度から2014年度までの埋立浚渫系作業船、構造物築造系作業船、地盤改良系作業船における稼働率の推移を示したものである。

埋立浚渫系作業船の稼働率は28%~55%で推移しており、特にグラブ浚渫船の稼働率が相対的に高くなっている。続いて揚土船の稼働率が高く、バックホウ浚渫船、ポンプ浚渫船、土運船の稼働率は30%~40%程度で比較的均衡している状況であった。埋立浚渫系作業船全体の稼働率の傾向としては、大きな変動もなく一定水準のまま推移している。

構造物築造系作業船の稼働率は25%~79%で推移しており、特にケーソン製作作業台船の稼働率が相対的高くなっている。その他の作業船についても2014年度に向かって稼働率が上昇傾向にあるため、構造物築造系作業船全体として稼働率が上がっている。特に2011年度以降、稼働率が上昇傾向にあるため、東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）以降にケーソン製作・築造等において、作業船の使用頻度が高まったことが影響していると考えられる。

地盤改良系作業船の稼働率は24%~79%で推移しており、特にサンドドレーン船の変動が大きかった。これはサンドドレーン船が2隻しか現有しないことに伴い、特異な数値が出ていると考えられる。サンドドレーン船を除けば、地盤改良系作業船全体の稼働率の傾向としては一定水準を推移していると考えられる。

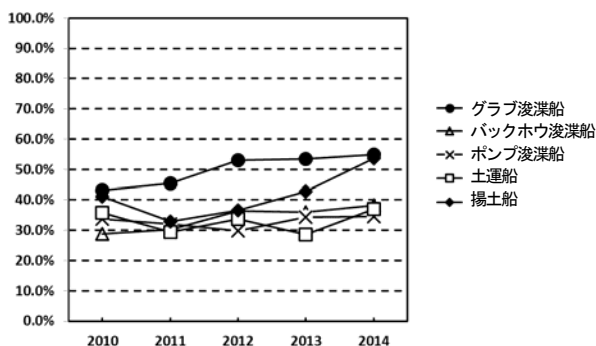


図-3.38 埋立浚渫系作業船の稼働率推移

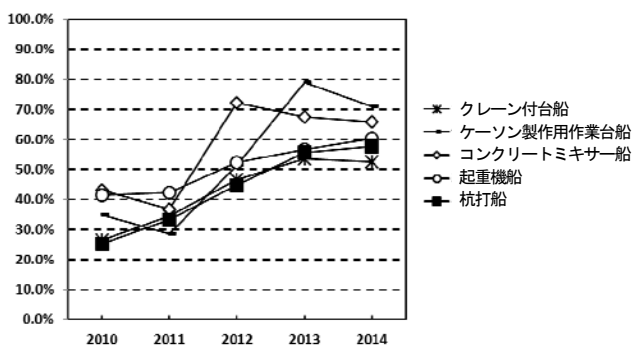


図-3.39 構造物築造系作業船の稼働率推移

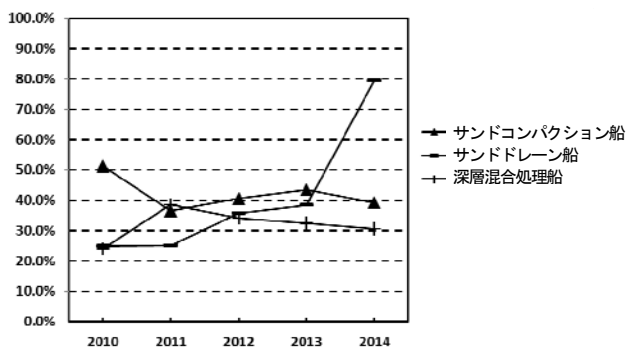


図-3.40 地盤改良系作業船の稼働率推移

3.4 作業船の建造年分析

(1) 作業船の建造年別における隻数

図-3.41 は主作業船 13 船種の建造年別における隻数を示したものである。作業船の建造は1996年の95隻をピークに減少し、近年では年間で5隻前後まで落ち込んでいる。特に、1997年から1998年にかけて極端に建造隻数が減少し、その後は減少の一途をたどっている。また、図-3.42 は主作業船 13 船種の建造年の割合を示している。作業船の税制上の耐用年数である建造後15年以上を経過している作業船は89%であった。また、3.5 作業船の老朽化分析に示すとおり、本研究における全船種作業船の平均寿命は25.2年となったため、建造後25年以上を経過している作業船を確認すると42%を占めていることがわかった。このことから、近年ではほとんど新規で建造される作業船は少なく、経過年数の多い作業船が増えていることが分かる。

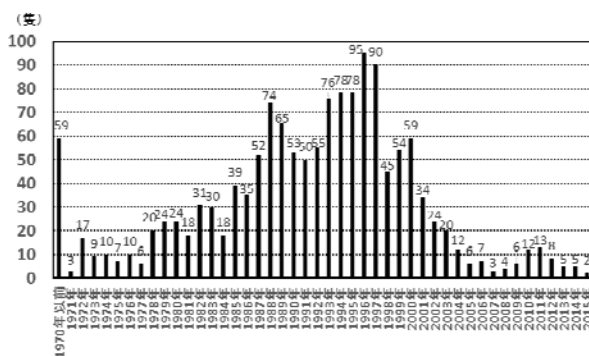


図-3.41 全作業船の建造年別における隻数

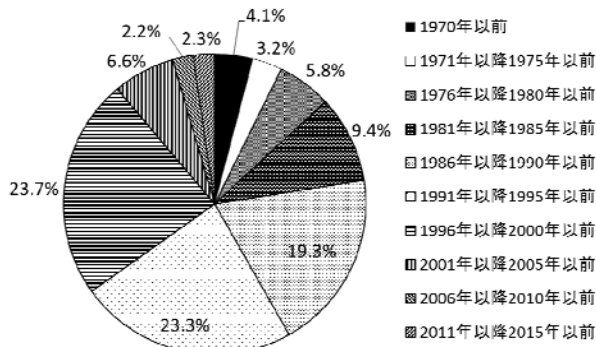


図-3.42 全作業船の建造年割合

(2) 工種別作業船の建造年割合

図-3.43 は埋立浚渫系作業船の建造年別における隻数を示したものである。埋立浚渫系作業船では作業船の税制上の耐用年数である建造後15年以上を経過している作業船は87%であり、作業船の平均寿命である建造後25年以上を経過している作業船は39%を占めている。また、図-3.44 は構造物築造系作業船では作業船の税制上の耐用年数である建造後15年以上を経過して

る作業船は92%であり、作業船の平均寿命である建造後25年以上を経過している作業船は46%を占めている。さらに、図-3.45の地盤改良系作業船では作業船の税制上の耐用年数である建造後15年以上を経過している作業船は92%であり、作業船の平均寿命である建造後25年以上を経過している作業船は33%を占めている。これらの内訳では、埋立浚渫系作業船と地盤改良系作業船は建造後15～20年経過（1996年以降2000年以前までに建造）した作業船が26%、37%で最も高く、構造物築造系作業船は建造後20～25年経過（1991年以降1995年以前までに建造）した作業船が26%で最も高い。近年ではほとんど新規で建造される作業船は少なく、経過年数の多い作業船が増えていることが分かる。

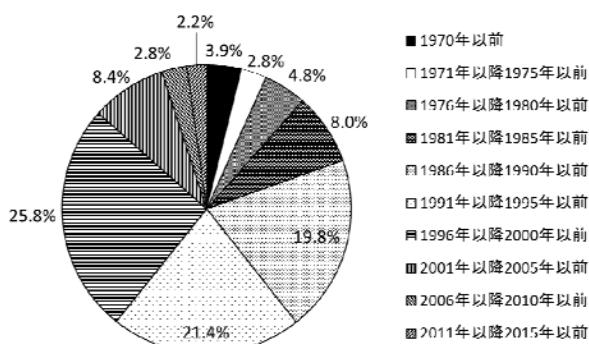


図-3.43 埋立浚渫系作業船の建造年割合

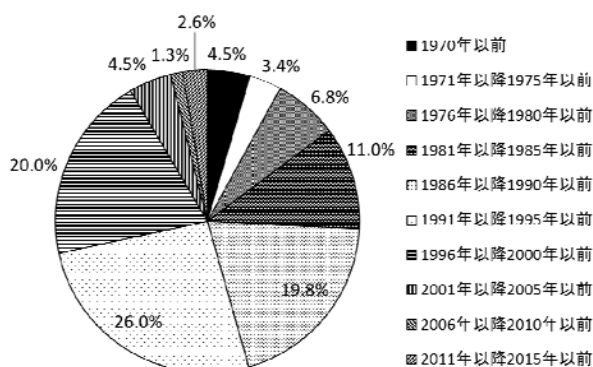


図-3.44 構造物築造系作業船の建造年割合

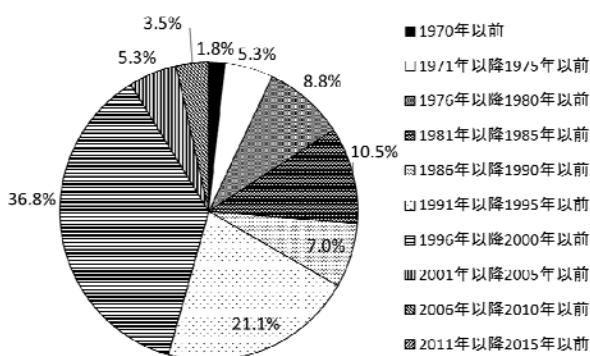


図-3.45 地盤改良系作業船の建造年割合

(3) 作業船の年別における隻数の増減

図-3.46は主作業船13船種の年別における隻数の増減を示したものである。なお、図-3.46は建造数、売船及び廃船数を合成した隻数となっており、プラス側は建造数、マイナス側は売船及び廃船数を示している。建造数は前に述べたとおりであるが、売船及び廃船数については2000年以降から発生（付録 図-E.1、図-E.2）している。近年マイナス側に転じているのは、売船及び廃船数が建造数を上回っているためである。その中でも特に2003年は-84隻となり、大きくマイナスとなっている。これは2003年に104隻の作業船が売船（付録 図-E.1）されたためである。したがって、多数の作業船が売船された原因について作業船所有者等へヒアリングを行った。ヒアリングによると、当時の景気の動向等から各社で売船が増えたとの回答であった。その他大きな制度変更やビックプロジェクトが完了したことに伴い、売船が進んだ可能性もあるため、原因については更なる調査が必要であると考えている。

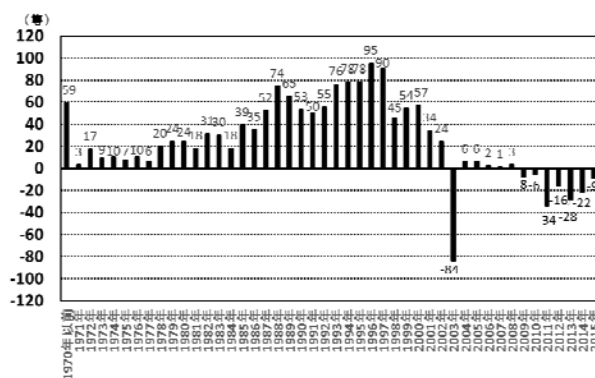


図-3.46 全作業船の年別における増減数

3.5 作業船の老朽化分析

(1) 作業船の売船・廃船までの年数

表-3.1は主作業船13船種における建造から売船、廃船までの経過年数及び現有作業船の平均経過年数、稼働隻数を示したものである。また、図-3.47は表-3.1の関係をグラフとして表したものである。廃船平均経過年数よりも現有作業船の平均経過年数が上回っていれば、過去の実績に基づく平均経過年数を超えているため、現状で老朽化が進行していることを示す。

表-3.1より、売船までの平均経過年数が最も大きい作業船はポンプ浚渫船の29.8年であった。続いて経過年数が大きい作業船はサンドドレーン船の19.0年、杭打船の18.7年であった。

一方で、建造から売船までの経過年数の最も小さい作業船はサンドコンパクション船の9.5年であった。また、深層混合処理船は売船実績が確認できなかったため、売船平均経過年数から除外した。なお、全船種作業船における売船平均経過年数は15.6年であった。

次に廃船までの平均経過年数が最も大きい作業船は、ポンプ浚渫船の35.3年であった。続いてコンクリートミキサー船の27.3年、ケーソン製作用作業台船の27.0年であった。なお、一般的には売船する年数より廃船する年数の方が大きい数値となることが考えられるが、サンドドレーン船は1970年から2015年までにおいて、廃船平均経過年数よりも売船平均経過年数の方が大きい数値となっている。これは、最多隻数を現有していた時期でも4隻、近年では2隻と隻数が少ないためであると考えられる。なお、全船種作業船における廃船平均経過年数(平均寿命)は25.2年であった。

また、廃船平均経過年数と売船平均経過年数の差においては、

土運船の14.7年が最も大きく、続いてケーソン製作用作業台船の14.3年、コンクリートミキサー船の13.3年、サンドコンパクション船の13.0年となっている。揚土船の廃船平均経過年数と売船平均経過年数は3.0年と差が最も小さく、4.3年の杭打船、4.8年のクレーン付台船がそれに次いで小さかった。

したがって、土運船、ケーソン製作用作業台船、コンクリートミキサー船、サンドコンパクション船についてはともに廃船平均経過年数と売船平均経過年数の差が13.0年以上となっているため、作業船所有者は作業船の廃船が近づく前に売船していることが思慮される。

さらに、現有する全ての作業船は20年を超えており、過去の

表-3.1 作業船の売船・廃船までの経過年数

NO.	船種名	現有作業船の 稼働隻数(隻)	売船平均経過年数(年)	廃船平均経過年数(年)	廃船と売船の差(年) (廃船-売船)	現有作業船の 平均経過年数(年)
1	グラブ浚渫船	168	16.0	23.2	7.2	21.7
2	ポンプ浚渫船	19	29.8	35.3	5.5	37.8
3	バックホウ浚渫船	71	17.4	26.0	8.6	20.5
4	揚土船	46	17.0	20.0	3.0	21.4
5	土運船	296	11.9	26.6	14.7	20.4
6	起重機船	277	17.5	24.6	7.1	23.1
7	クレーン付台船	120	16.9	21.7	4.8	21.5
8	コンクリートミキサー船	31	14.0	27.3	13.3	27.2
9	ケーソン製作用作業台船	58	12.7	27.0	14.3	25.2
10	杭打船	21	18.7	23.0	4.3	21.8
11	深層混合処理船	24	-	20.7	-	25.2
12	サンドコンパクション船	18	9.5	22.5	13.0	22.2
13	サンドドレーン船	2	19.0	16.0	-3.0	23.0
全船種の売船・廃船平均経過年数		1,151	15.6	25.2	9.6	22.3

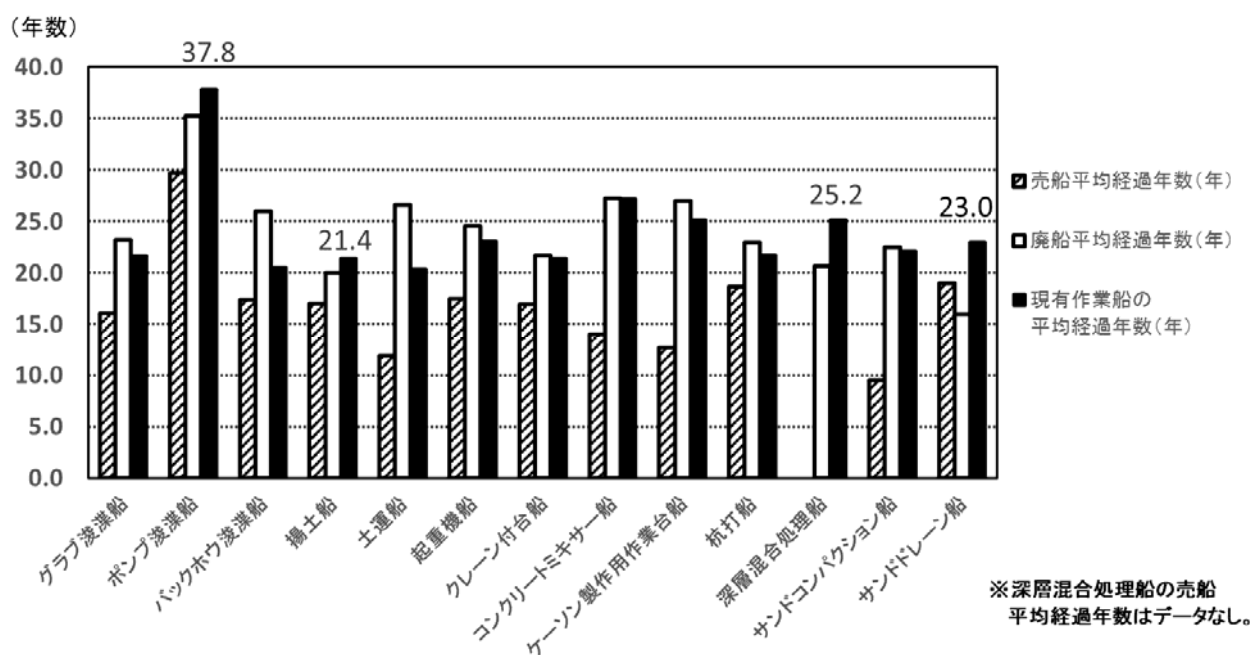


図-3.47 船種別作業船の経過年数

実績に基づく作業船全体の廃船平均経過年数が25.2年であることを考えても、作業船は全体的に老朽化が進行していることが分かる。特に、ポンプ浚渫船、揚土船、深層混合処理船、サンドドレーン船は過去の実績に基づく廃船平均経過年数よりも現有作業船の平均経過年数が上回っているため、老朽化が進行していると思われる。なお、最も老朽化が進行している作業船は平均経過年数37.8年のポンプ浚渫船であった。

以上より、ポンプ浚渫船は売船及び廃船平均経過年数がともに最も大きいため、作業船自体の寿命が長いものの、過去の実績に基づく作業船の平均寿命が25.2年に対して、現有作業船の平均経過年数が37.8年と10年以上も超えているため、早急な対応が求められる。

4. 作業船の実態把握調査

前章までに作業船在港情報システム（LORIS）データによる老朽化状況等の分析を行った。しかし、実際の作業船の老朽化状況等は各所有者個々にしか把握していない。したがって、実際の作業船ニーズや作業船を取り巻く環境を把握するため、作業船所有者、造船所、作業船乗組員に対してアンケート及び現地調査を行った。アンケートは日本作業船協会会員の港湾・護岸工事や浚渫等の海洋土木を主力とする建設会社5社に対して、平成27年9月の1ヵ月間で実施した。また、現地調査は平成27年10月から11月かけて、造船所にてドック修理中であった国土交通省中部地方整備局名古屋港湾事務所所属の浚渫兼油回収船清龍丸と千葉県袖ヶ浦市を基地港として民間企業が所有している全旋回式起重機兼杭打船及び深層混合処理船について実施した。現地調査時には浚渫兼油回収船清龍丸は建造後10年、全旋回式起重機兼杭打船は建造後18年、深層混合処理船は建造後36年を経過していた。なお、現地調査では造船所の担当者、作業船の乗組員に対してもヒアリングを行った。

4.1 作業船所有者へのアンケート

(1) 作業船を取り巻く現状

作業船を取り巻く現状について、作業船を所有する海洋土木を主力とする建設会社5社の主な意見を以下に示す。

- ・作業船の老朽化に対して危機感を感じており、特にポンプ浚渫船の老朽化が著しい。
- ・老朽化した作業船は維持管理費が高くなり、取替部品の調達も難しくなるため、安全性を欠き大事故につながる恐れがある。
- ・推進機関を搭載していない非自航作業船は運輸局による検査がないため、クレーンやボイラー等の個別検査があるもの以外は、修繕実施の有無を所有者の判断に委ねられている。

(2) 作業船の老朽化原因

作業船所有者はビックプロジェクトや明確な事業量の把握ができなければ、作業船の買換や大規模修理等の多額な設備投資ができないとの回答であった。事業量を把握したい理由の一つとして、作業船を買い替えには、銀行等から融資を受ける際にも返済計画（作業船の稼働予定）等を提出する必要があることが挙げられた。

4.2 各種作業船の現地調査

現地調査では実際の作業船の状況を現地で確認するとともに、作業船を所有する海洋土木を主力とする建設会社、作業船を修理・改造する造船所及び作業船を操船する作業船乗組員からヒアリングを行った。

(1) 浚渫兼油回収船清龍丸

a) 浚渫兼油回収船清龍丸の概要

国土交通省 中部地方整備局 名古屋港湾事務所所属の浚渫兼油回収船清龍丸は、通常ドラグサクショソ浚渫船として船舶の輻輳する航路、泊地等の浚渫作業に従事し、大量油流出時には速やかに流出現場に向かい、油回収作業に従事する。さらに、各種災害時においては、迅速な災害復旧を図るための防災作業（的確な災害情報収集作業）を行う。防災作業については、防災要因搬送等のためのヘリコプターデッキや情報収集・発信のための情報収集システム、TV会議システム等を装備し、災害時に迅速に対応する。（写真-4.1）



写真-4.1 浚渫兼油回収船清龍丸の全景

b) ドライドック中の現地調査状況

現地調査は浚渫兼油回収船清龍丸が造船所のドライドックで修理をしているところを調査した。現地での確認状況、造船所の担当者及び浚渫兼油回収船清龍丸の乗組員からヒアリングした内容を以下に示す。

① 現地における作業船の確認状況

- ・平成17年に建造され、10年以上経過しているが、外観腐食等は少なかった。
- ・ドライドックでなければ確認できない推進器、ドラグヘッド、

主発電機関等は入念に点検がなされていた。(写真-4.2~4.4)

②造船所の意見

- 作業船台船内におけるバラストタンクの腐食が激しい場合は、多額の修繕費がかかるため、売船・廃船の契機となることが多い。

③作業船乗組員の意見

- 10年経過頃から浚渫配管の取替が必要な箇所が出てくる。
- 10年経過頃からインバータ等電気機器は、メーカーの取替部品の在庫がなくなり始める。在庫がない場合は、大がかりな本体の載せ替えが必要になる場合がある。
- 推進器や発電器及び浚渫配管等の各機器について、稼働時間や使用頻度及び配管の肉厚計測等の管理を行い、メンテナンスを行うためにチェックリストを作成し、修理・交換時期を記載した計画書を作成する時の参考としている。
- 油回収器は作動させない期間が長いと錆、油の循環等の関係で動かなくなってしまうため、訓練等により定期的に作動させることで、災害時に対応できるように準備している。
- 船舶の航行、浚渫作業及び油回収作業は全て自動制御総合システムにて行っているため、制御システムを担うソフトウェアは数年毎に更新する必要がある。
- 浚渫時に用いるドラグヘッドは建造後10年経過しているが、取り替えていないため、今後大がかりな修理が必要となる。



写真-4.2 推進器の調査状況



写真-4.3 ドラグヘッドの調査状況



写真-4.4 主発電機関解放状況

(2) 全旋回式起重機兼杭打船

a) 全旋回式起重機兼杭打船の概要

今回、現地調査を行った全旋回式起重機兼杭打船は、船首に配置したコントロール室で船体と杭の打設状況を集中管理することにより、作業の安全と効率化を図っている。また、スパッドが装備されており、狭い場所や作業エリアの制約を受ける場所、潮流に影響され易い場所においても本船の操作性と安全性の向上を図っている。(写真-4.5)



写真-4.5 全旋回式起重機兼杭打船の全景

b) 係留中における現地調査状況

①現地における作業船の確認状況

- 建造後18年経過している全旋回式起重機兼杭打船は、台船・甲板、係船機等に一部軽微な腐食が見られるものの、外観腐食も少なかった。(写真-4.6~4.8)

②作業船所有者の意見

- 各作業船の特徴に合わせて点検チェックリストを作成して、安全管理を行っている。
- 作業船を所有する優位性については、入札時の加点・工事が契約できた時に利益が大きいことが挙げられる。
- 5年に1回程度、上架して整備を実施している。
- 作業船に搭載されている機器(特に発電機等の電気機器)は、20年を越えると取替部品の在庫がなくなることが多い。

- ・作業船の老朽化が進行すると、ワイヤーの切断、機器が故障する頻度が多くなり、事故の危険性が高まる。
- ・非自航作業船は船舶安全法に基づく地方運輸局等の船舶検査は必要ない。海上衝突予防法の適用を受けるため、灯火・形象物等は搭載義務がある。
- ・作業船は労働安全衛生法に基づくクレーン、ボイラー等の性能検査を受けなければならない。



写真-4.6 作業船甲板上の状況



写真-4.7 杭打リーダーの船上格納状況



写真-4.8 クレーン旋回台の取付状況

(3) 深層混合処理船

a) 深層混合処理船の概要

深層混合処理船は、改良軸を回転させながら軟弱な海底地盤

に貫入させ、セメント系安定処理剤を注入しながら攪拌・混練し、セメントで改良された円柱を海底地盤に作る CDM 工法 (Cement Deep Mixing Method) の作業船である。(写真-4.9)



写真-4.9 深層混合処理船の全景

b) 係留中における現地調査状況

① 現地における作業船の確認状況

・建造後 36 年経過している深層混合処理船は 3 年間稼働していないこともあって甲板上、係船機等の至る所に著しい腐食が見られた。(写真-4.10~4.12)

② 作業船所有者の意見

- ・定期的に作業船所有者が作業船自体の浸水による異常な傾きもしくは不具合箇所等がないか点検を行っている。
- ・一度稼働頻度が下がると腐食しやすくなり、多額の修理費用がかかるため、ますます稼働しにくい悪循環となっている。
- ・作業船は 30 年を経過すると腐食箇所も多くなり、使用にあたり、支障となることがある。
- ・作業船を保有するにあたり、固定資産税、岸壁使用料、水域使用料、船舶保険料、メンテナンス費用、検査・試験経費、作業員の教育訓練経費等が必要となる。



写真-4.10 掘削攪拌装置の状況



写真-4.11 作業船甲板上的状況



写真-4.12 処理機昇降用ウインチの状況

(4) アンケート結果における考察

作業船保有業者への実態調査によると、現状では作業船全体の隻数は、港湾工事受注に支障がでるほどの不足を感じていないものの、老朽化に対しては危機感を感じている意見が多数寄せられた。しかし、作業船所有者としては、買換・更新するにもビックプロジェクトや明確な事業量を把握できなければ、買換・更新への決定打にならないと考える社が多い。また、非自航作業船における安全点検や修理の時期は、所有者の判断に委ねられており、これらも港湾施設の整備に従事する多くの非自航作業船が修理・更新が進まずに老朽化が進行している一つの原因となっている。

今回のアンケートを踏まえ、作業船の買換・更新を促すためには、ビックプロジェクトや明確な事業量の公表に加え、期限付きの税制改正（固定資産税の減免）が有効であると考えられる。また、非自航作業船に関して、作業の安全性が担保される最低限のメンテナンスを実施する事務連絡を出すことも有効であると考えられる。ここで、期限付きの税制改正（固定資産税の減免）が有効である理由として、固定資産税は作業船の購入当初に最

も負担が大きく、徐々に税額が下がっていくことになる。作業船を購入してある程度の年数が経過している作業船は、固定資産税の減免があったとしても、あまり税負担額が変わらない。しかし、所有する作業船が老朽化等により新規に買換を考えている社があるとすれば、減免により固定資産税の税負担は大幅に軽減されるため、買換・更新が促されると考える。

(5) 現地調査における考察

現地調査では、経過年数10年の浚渫兼油回収船清龍丸は外観腐食等が少なく、ドライドックでなければ確認できない推進器、ドラッグヘッド、主発電機関等は入念に点検がなされていた。

経過年数18年の全旋回式起重機兼杭打船は台船・甲板、係船機等に一部軽微な腐食が見られるものの、外観腐食も少なかった。しかし、経過年数36年の深層混合処理船は3年間稼働していないこともあって甲板上、係船機の腐食のみならず、櫓の一部が腐食で穴があき、掘削攪拌装置を吊っている処理機昇降用ウインチにも著しい腐食が見られた。稼働予定も決まっていないため、稼働に向けた修理も見送られている現状であった。したがって、継続的に稼働のある作業船ほど修理費用はかからないが、一度稼働頻度が下がるとますます稼働しにくい悪循環となっていることがわかった。

また、多数の作業船所有者は港湾施設の整備に関する事業量の確保や事業計画を明確化することで作業船の買換・更新が促されると考えていた。

さらに近年、中・長距離の不特定航路を運航する大型プッシャー・バージは、事故が増加していることを受け、プッシャーとバージが一体となって航行するプッシャー・バージのうち一定の要件に該当するものについては、結合形態にプッシャー・バージに係る海事関係法令の適用を受けることがわかった。（経過措置平成15年8月1日～平成30年7月31日）具体的には沿海を越えて押航する場合に、今まで押船2名程度の乗組員でよかったものが、押船と作業船を合わせたトン数（何千トン）に対して法定乗組員が必要となるため、実質十数名の乗組員を確保する必要があるというものである。数年後に迫っている大型プッシャー・バージへの対応についても業界内では問題意識を持っているものの、今後の対応に苦慮していることが見受けられた。

一方、作業船を保有する優位性については、入札契約時の加点があることや工事が契約できたときの利益が大きいことが回答であった。そのため、作業船の買換・更新を促すためには今後の港湾工事の見通しが明確になることが一番効果的であると思われるが、作業船所有者に入札契約時の加点配分を高くすることで買換・更新を促すきっかけになると考えられる。

個々の作業船の経年劣化の程度は、それぞれのメンテナンスの程度によって変わってくるが、建造後10年程度を超えると取

替が必要な箇所が徐々に出てくるのがわかった。建造後 20 年程度まではメンテナンスの程度により、腐食の大小はあるものの、稼働に支障が出る場合は少ないと思われる。しかし、建造後 30 年を超えると腐食が激しくなり、場合によっては稼働できない作業船も出てくるのが考えられる。

作業船所有者は老朽化や不具合箇所があることも十分認識しており、修理もしくは買換・更新を行いたいが、それができないのが実態である。

5. まとめ

作業船の老朽化状況を踏まえた活動状況・基礎情報の分析結果、アンケート・現地調査結果について、以下に示す。

(1) 現有作業船の概要

a) 船種別作業船の隻数割合

主作業船 13 船種における全作業船の隻数は、2015 年現在で 1,151 隻となり、2002 年のピーク時の 85% 程度である。また、船種別作業船の割合は、土運船が 26% で最も多く、続いて起重機船の 24%、グラブ浚渫船の 15% であった。一方、サンドコンパクション船、サンドドレーン船及び深層混合処理船のような地盤改良系作業船の隻数は全体に占める割合が少なかった。また、自航作業船の割合は 1% であり、残りの 99% は非自航作業船であった。

(2) 作業船の活動状況・基礎情報の分析

a) 作業船の隻数分析

埋立浚渫系作業船は、土運船とグラブ浚渫船ともに 1990 年代に隻数の増加が顕著であった。特にポンプ浚渫船は、1970 年代前半に隻数の増加が顕著であったが、その後は近年までに 10 隻程度しか建造されていない。

構造物築造系作業船は、起重機船において 1990 年代に隻数の増加が顕著であった。ケーソン製作用作業台船、コンクリートミキサー船、杭打船は最も隻数の多い年代でも 100 隻に満たないことから、港湾工事では海上でのコンクリート打設よりも重量物の吊上げ・据付け作業の方が多いためと考えられる。

地盤改良系作業船は、深層混合処理船とサンドコンパクション船において 1990 年代に隻数の増加が顕著であった。しかし、サンドドレーン船は最多でも 5 隻に満たなかった。

b) 作業船の能力分析

1970 年以前から 2015 年までの平均作業能力において、グラブ浚渫船、バックホウ浚渫船、揚土船、クレーン付台船、ケーソン製作用作業台船は、能力の増加傾向が見られた。しかし、深層混合処理船、サンドコンパクション船、サンドドレーン船等の地盤改良系作業船は、能力の変化が少なかった。

c) 作業船の稼働率分析

2010 年度から 2014 年度までの主作業船 13 船種における稼働率は 37.1%~50.3% で上昇傾向となっており、5 ヶ年における平均稼働率は 43.3% であった。特に 2011 年度以降、構造物築造系作業船の稼働率が上昇傾向にあるため、東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）以降にケーソン製作・築造等において、作業船の使用頻度が高まったことが考えられ、ニーズが高いことが分かった。埋立浚渫系作業船及び特異値と想定されるサンドドレーン船を除く地盤改良系作業船の稼働率は、変動が少なく一定の水準を推移していた。

また、2010 年度から 2014 年度までの 5 ヶ年における船種別作業船 1 隻あたりの稼働日数は、コンクリートミキサー船が 1,031 日/隻で最も使用頻度が高く、続いてケーソン製作用作業台船の 971 日/隻、起重機船の 932 日/隻、グラブ浚渫船の 915 日/隻であった。

d) 作業船の建造年数分析

作業船の建造は 1996 年の 95 隻をピークに減少し、近年では年間 5 隻前後まで落ち込んでいる。特に、1997 年から 1998 年にかけて極端に建造隻数が減少し、その後は減少の一途をたどっている。

また、埋立浚渫系作業船、地盤改良系作業船は、建造後 15~20 年経過した作業船がそれぞれ 26%、37% で最も高く、構造物築造系作業船は、建造後 20~25 年経過した作業船が 26% で最も高かった。

e) 作業船の老朽化分析

過去の実績に基づいて算出された最も寿命の長い作業船は、平均寿命 35.3 年のポンプ浚渫船であった。続いて 27.3 年のコンクリートミキサー船、27.0 年のケーソン製作用作業台船であった。

また、現有する全ての船種の作業船において、平均経過年数が 20 年を超えており、過去の実績に基づく作業船全体の廃船平均経過年数（平均寿命）が 25.2 年であることから、作業船は全体的に老朽化が進行していることが分かる。特にポンプ浚渫船、揚土船、深層混合処理船、サンドドレーン船は廃船平均経過年数よりも現有作業船の平均経過年数を上回っているため、他船よりも老朽化が進行していることが考えられる。その中でも、ポンプ浚渫船の平均経過年数は 37.8 年と飛び抜けて高いため、早急な対応が必要であると考えられる。

(3) 作業船の実態把握調査

a) アンケート

作業船保有業者への実態調査によると、現状では作業船全体の隻数は、港湾工事受注に支障がでるほどの不足を感じていないものの、老朽化に対しては危機感を感じている意見が多数寄

せられた。しかし、作業船所有者としては、買換・更新するにもビックプロジェクトや明確な事業量を把握できなければ、買換・更新への決定打にならないと考える社が多い。また、非自航作業船における安全点検や修理の時期は、所有者の判断に委ねられており、これらも港湾施設の整備に従事する多くの非自航作業船が修理・更新が進まずに老朽化が進行している一つの原因となっている。

b) 現地調査

継続的に稼働のある作業船ほど修理費用はかからないが、一度稼働頻度が下がるとますます稼働しにくい悪循環となっていることがわかった。

また、個々の作業船の経年劣化の程度は、それぞれのメンテナンスの程度によって変わってくるが、建造後 10 年から 20 年程度までは、腐食の大小はあるものの、稼働に支障が出る場合は少ないと思われる。しかし、建造後 30 年を超えると腐食が激しくなり、場合によっては稼働できない作業船も出てくる考えられる。

6. 最後に

前項の 4. 作業船の実態把握調査に示したとおり、多数の作業船所有者は港湾施設の整備に関する事業量の確保や事業計画を明確化することで作業船の買換・更新が促されると考えていた。したがって、作業船の老朽化対策に向けた施策の提案として、作業船の買換・更新を促す方策の有効な案は、港湾施設の整備に関する事業量の確保及び事業計画を明確化すること、非自航作業船に対して期限付きの税制改正（固定資産税の減免）を行うこと、非自航作業船について、最低限の安全性を満たすための通知を行うことなどが考えられる。

港湾の整備・維持管理、防災対策等に不可欠である作業船の老朽化に伴う陳腐化に歯止めをかけるためには、作業船をとりまく現状を的確に把握し、対応策を検討する必要がある。本資料は、作業船の活動状況・基礎情報を把握しているデータの範囲内において整理分析したものである。したがって、使用データは抽出条件の違いにより、他の調査・実績データ等と一定の誤差や偏りがある点に留意されたい。

また、本分析では、作業船の隻数、作業能力、稼働率、建造年及び老朽化状況に着目して詳細分析を行ったが、大規模地震等が発生した場合における作業船の能力についても分析が必要であると考えている。したがって、今後の課題は東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）における稼働実績の整理を行うとともに、今後想定される南海トラフ地震、首都直下地震等が発生した場合に港湾施設を復旧するために必要な作業船船団や作業能力について分析することを考えている。また、各種作業船の隻数が大

幅に減少する時期の推定し、隻数減少に伴い危惧される問題についても整理すべきと考えている。

(2016 年 5 月 31 日受付)

謝辞

本資料のアンケート、現地調査にあたっては、一般社団法人日本作業船協会及びその会員の建設会社、造船所及び浚渫兼油回収船清龍丸の方々に多大なる協力を頂いた。また、国土技術政策総合研究所積算支援業務課ならびに、港湾研究部の皆様から様々な助言を頂きました。ここに記し、感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 財団法人港湾空港建設技術サービスセンター：vo1. 004 SCOPE NEWS 2008. 10
- 2) 一般社団法人日本作業船協会、国土交通省港湾局監修：現有作業船一覧 2015
- 3) 財団法人港湾空港建設技術サービスセンター：初級・中級技術者のための港湾工事施工実務（改訂版）2011
- 4) 安達逸雄、遠藤聖五郎著：最新港湾工事施工技術 1991
- 5) 公益社団法人日本港湾協会、国土交通省港湾局監修、一般財団法人港湾空港総合技術センター編集：船舶および機械器具等の損料算定基準（平成 26 年度改訂版）
- 6) 社団法人日本作業船協会：作業船設計基準 2001. 3
- 7) 商船高専キャリア教育研究会：マリタイムカレッジシリーズ 船舶の管理と運用
- 8) 池田宗雄著：港湾知識の ABC（11 訂版）
- 9) 川崎豊彦著：よくわかる最新船舶の基本と仕組み（第 2 版）
- 10) 池田良徳監修、田村正隆発行：プロが教える船のすべてがわかる本
- 11) 関西造船協会編集委員会編、日本船舶海洋工学会発行：船引合から解船まで
- 12) 木原知己：船主経営の視座 税務・為替の手引

付録A 船種別作業船の写真



写真-A.1 グラブ浚渫船²⁾



写真-A.5 揚土船 (バージアンローダー船)²⁾



写真-A.2 ポンプ浚渫船²⁾



写真-A.6 揚土船 (空気圧送船)²⁾



写真-A.3 バックホウ浚渫船²⁾



写真-A.7 土運船²⁾



写真-A.4 揚土船 (リクレーマ船)²⁾



写真-A.8 起重機船²⁾



写真-A.9 クレーン付台船²⁾



写真-A.13 深層混合処理船²⁾



写真-A.10 コンクリートミキサー船²⁾



写真-A.14 サンドコンパクション船²⁾



写真-A.11 ケーソン製作用作業台船²⁾



写真-A.12 杭打船²⁾



写真-A.15 サンドドレーン船²⁾

付録B 船種別作業船の隻数割合（年代別）

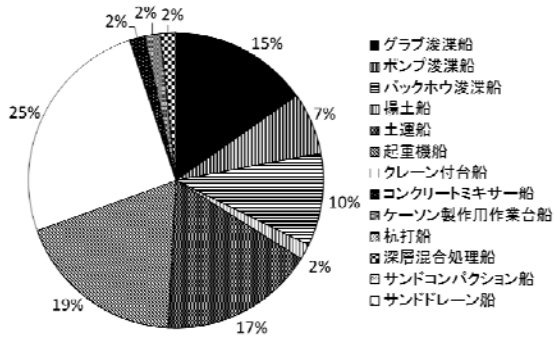


図-B.1 船種別作業船の隻数割合（1970年以前）

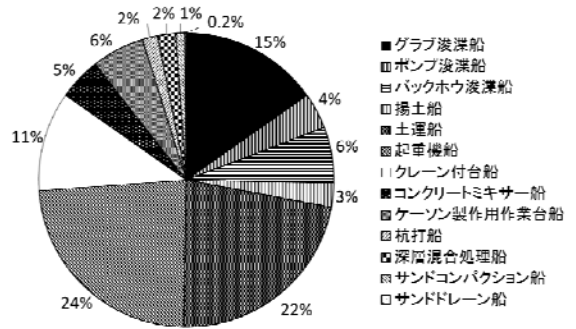


図-B.5 船種別作業船の隻数割合（1990年）

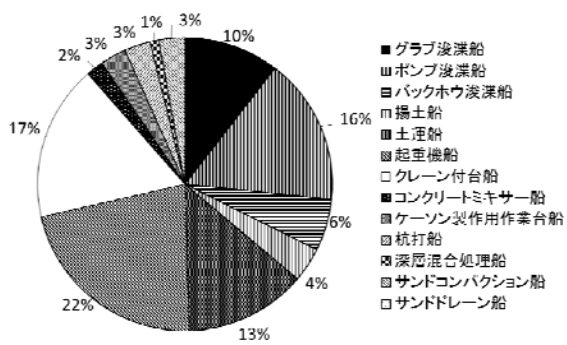


図-B.2 船種別作業船の隻数割合（1975年）

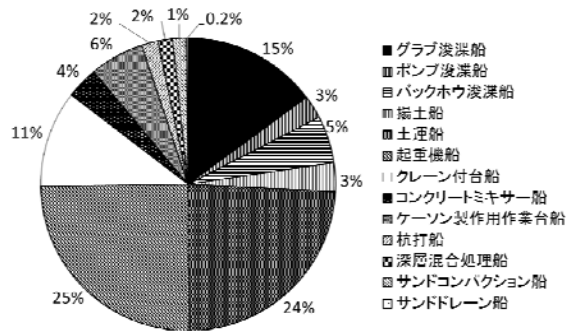


図-B.6 船種別作業船の隻数割合（1995年）

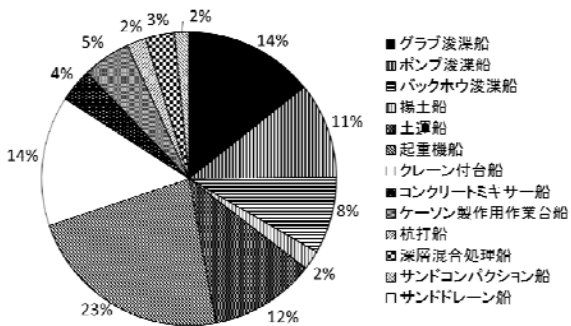


図-B.3 船種別作業船の隻数割合（1980年）

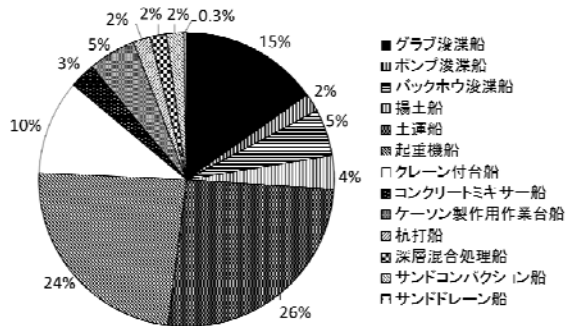


図-B.7 船種別作業船の隻数割合（2000年）

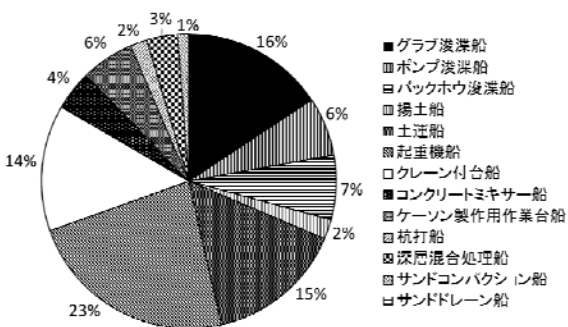


図-B.4 船種別作業船の隻数割合（1985年）

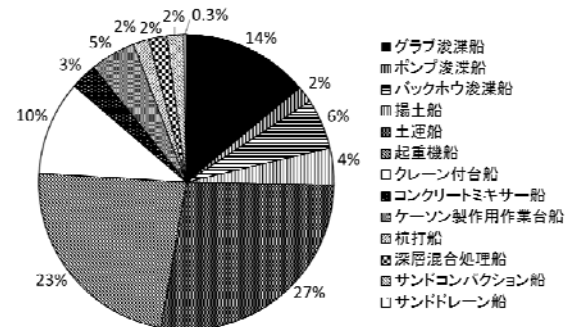


図-B.8 船種別作業船の隻数割合（2005年）

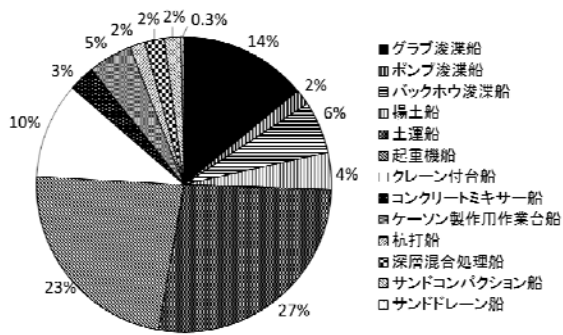


図-B.9 船種別作業船の隻数割合 (2010年)

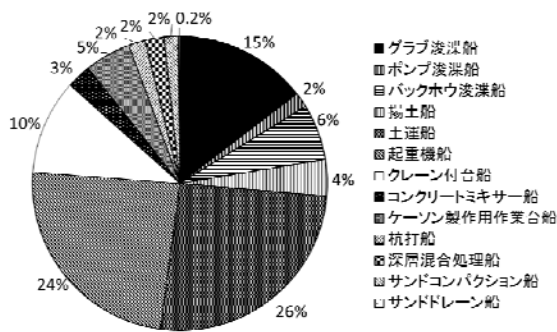


図-B.10 船種別作業船の隻数割合 (2015年)

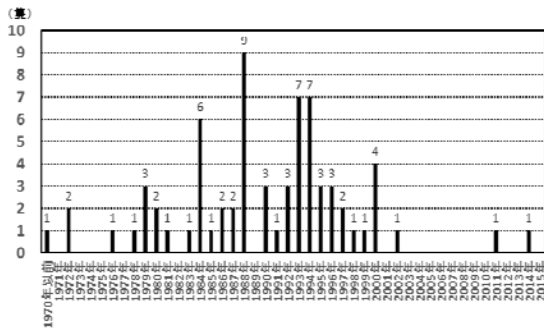


図-C.9 ケーソン製作用作業台船の建造数

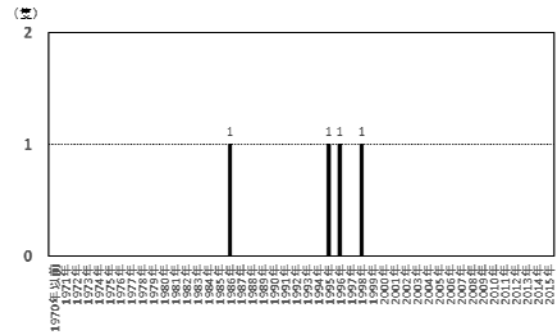


図-C.13 サンドドレーン船の建造数

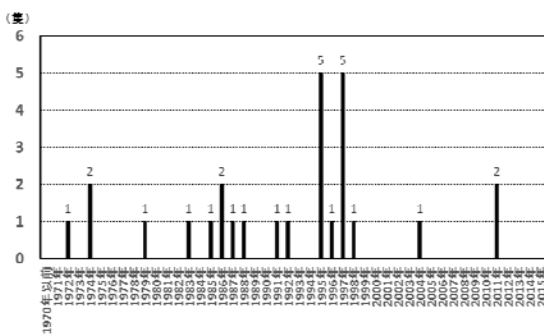


図-C.10 杭打船の建造数

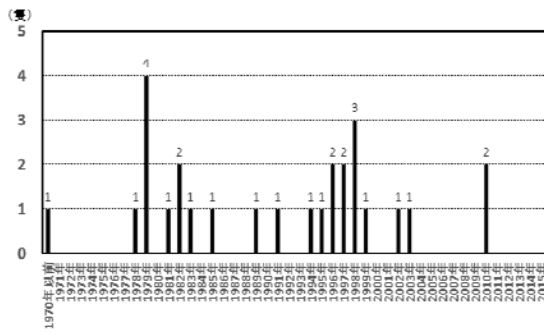


図-C.11 深層混合処理船の建造数

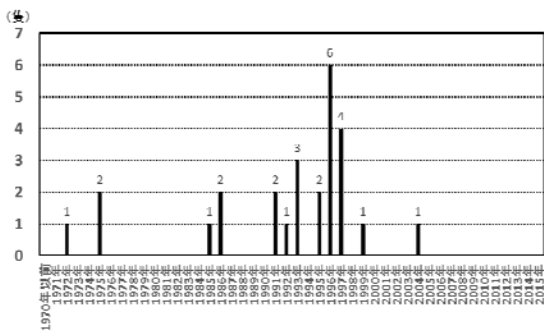


図-C.12 サンドコンパクション船の建造数

付録D 船種別作業船の建造年割合

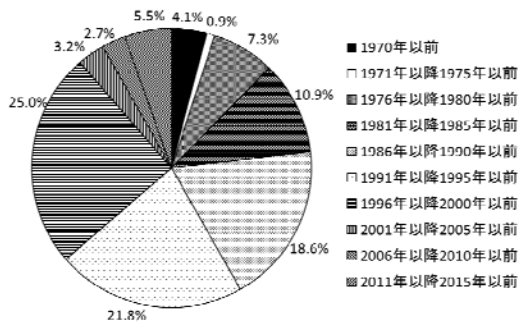


図-D.1 グラブ浚渫船の建造年割合

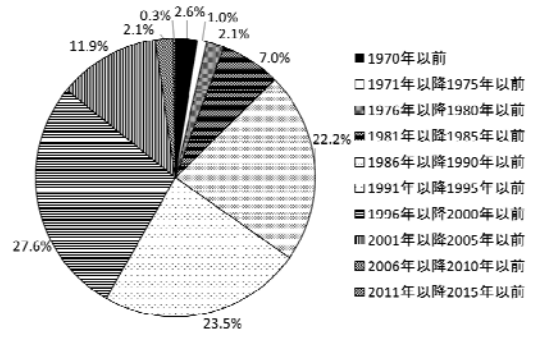


図-D.5 土運船の建造年割合

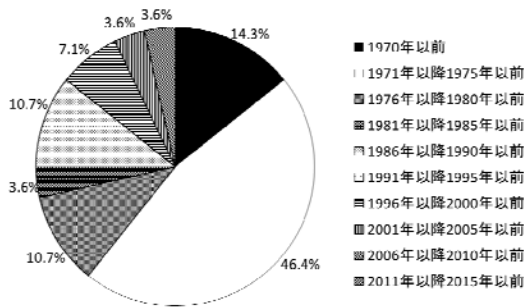


図-D.2 ポンプ浚渫船の建造年割合

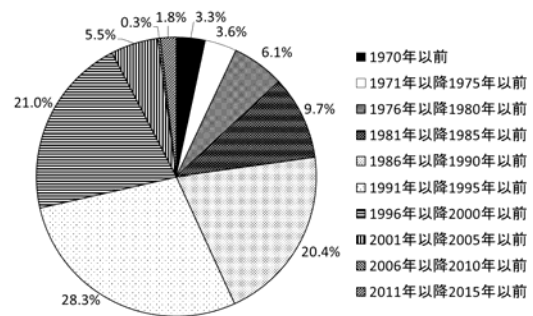


図-D.6 起重機船の建造年割合

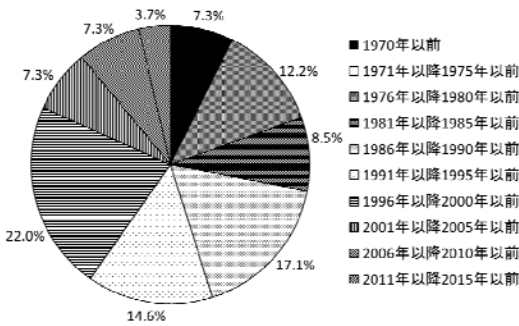


図-D.3 バックホウ浚渫船の建造年割合

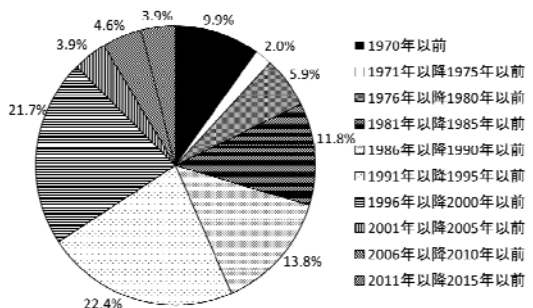


図-D.7 クレーン付台船の建造年割合

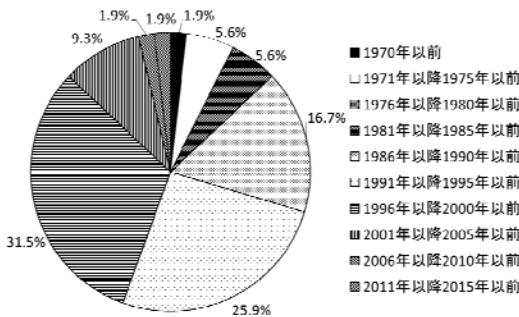


図-D.4 揚土船の建造年割合

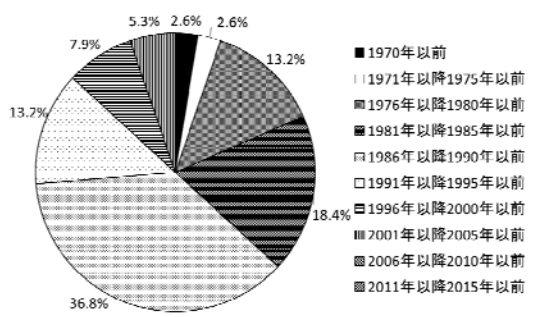


図-D.8 コンクリートミキサー船の建造年割合

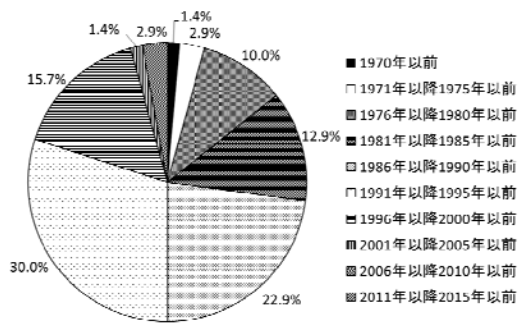


図-D.9 ケーソン製作用作業台船の建造年割合

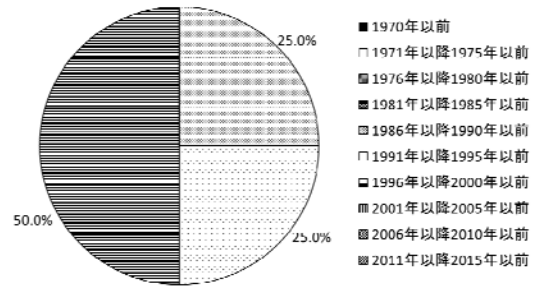


図-D.13 サンドドレーン船の建造年割合

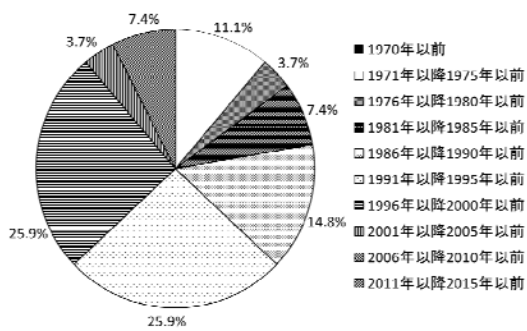


図-D.10 杭打船の建造年割合

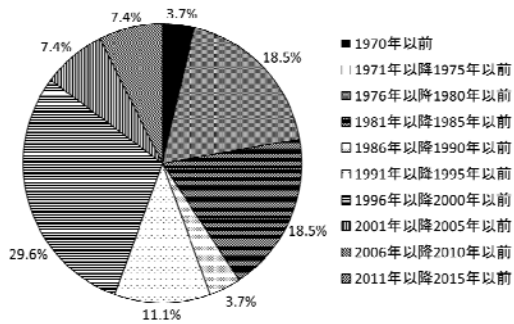


図-D.11 深層混合処理船の建造年割合

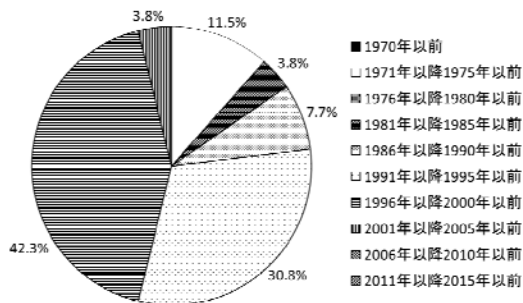


図-D.12 サンドコンパクション船の建造年割合

付録 E 全作業船の売船・廃船数

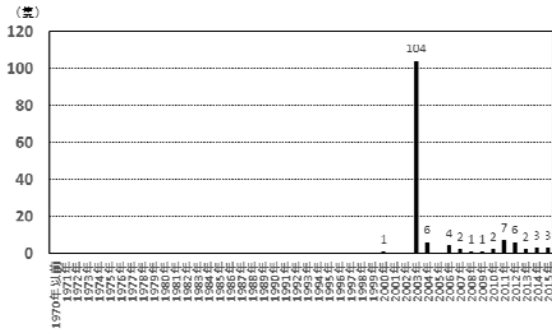


図-E.1 全作業船の売船数

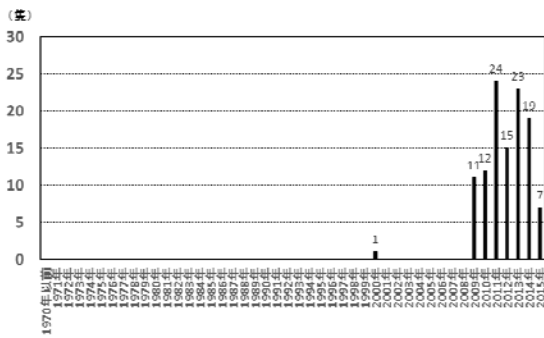


図-E.2 全作業船の廃船数

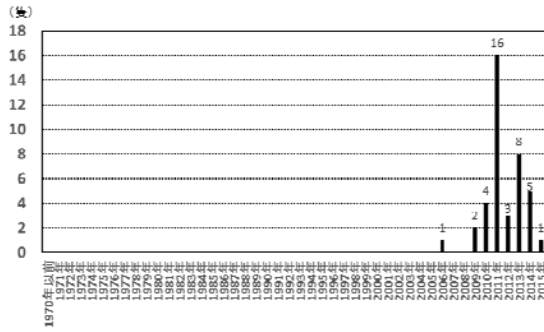


図-E.3 全作業船の調査終了隻数 (売船・廃船以外)

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of NILIM

No. 919

June 2016

編集・発行 ©国土技術政策総合研究所

本資料の転載・複写のお問い合わせは
〔〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1
管理調整部企画調整課 電話:046-844-5019〕
E-mail:ysk.nil-kikaku@ml.mlit.go.jp