

港湾工事における起重機船の変遷

島田 伊浩¹

¹正会員 (一財) 港湾空港総合技術センター (〒100-0013 千代田区霞ヶ関3-3-1 尚友会館 3階)

E-mail: shimada@scopenet.or.jp

起重機船の変遷については、これまで概要的に整理されてきたものがあるが、時代区分や時代背景を網羅できる考え方を整理した資料が無かった。今後の全国的なプロジェクト動向を見ても起重機船での施工が計画されているものが減少傾向で、様々な場面で活動する起重機船の特殊技術については、技術の継続性が危ぶまれる状況が考えられる。

そのため、「港湾工事における起重機船の変遷」をとりまとめた。ここではとりまとめの概要について述べる。

Key Words : crane ships, construction, transition

1. 研究の概要

(1) はじめに

起重機船は、消波ブロックやケーソンの据付、海上における橋桁の架設など、重量物を製作場所から運び出し現地に据え付けを行う作業船である。また、起重作業のみならず、浚渫作業、杭打作業も行うことができるよう兼用船として造られる場合も多い。そのため、保有隻数も他の作業船に比べて多く、2021年の資料では、兼用船を含め約480隻を数える。

明治時代に横浜港築港のため、英国から動力付きの起重機船を輸入したのが、わが国の起重機船の歴史の始まりであるが、戦後の復興の過程で、起重機船は港湾工事に広く使われるようになり保有隻数も増えていく。また、その後の高度成長期における、海上工事の規模の大型化や工期短縮の要請により、吊能力等の性能が向上した。他方、造船や動力・制御技術の発達、近年は環境やICTに関する技術を取り入れて、質的にも様々な発展を遂げている。

本報告は、港湾工事における起重機船の変遷に資する資料として取り纏め、技術の伝承を図ることを目的とする。また、最新の技術情報を網羅し、整理して資料として取り纏めた。

(2) 資料の構成

起重機船の発展には、その時代背景が大きく関係しているため、時代を区切って出来事をまとめるのが理解しやすいと考えた。

なお、明治時代以前も船を用いた水中の工事が行われていたが、動力を使った起重機を用いて重量物を扱うようになったのは明治以降の工事であり、英国から起重機

船を輸入した年をスタートとした。

- ① 明治時代～終戦まで (1891～1945)
(明治24年～昭和20年 (終戦まで))
- ② 戦後混乱期からの立上げ・復興期 (1945～1959)
(昭和20年 (戦後から) ～34年)
- ③ 高度成長期 (オイルショック頃まで) (1960～1972)
(昭和35年～47年)
- ④ 安定成長期 (バブル崩壊頃まで) (1973～1990)
(昭和48年～平成2年)
- ⑤ 低成長期Ⅰ (経済停滞) (1991～2000)
(平成3年～12年)
- ⑥ 低成長期Ⅱ (デフレ+公共投資減少) (2001～2010)
(平成13年～22年)
- ⑦ 低成長期Ⅲ (デフレ脱却を目指す) (2011～現在)
(平成23年～現在)

なお、時代の区切りは諸説あるが、高度経済成長期の終わりをオイルショック頃、安定経済成長の終わりをバブル崩壊頃とした。

また、近年の低成長期を3つに区分した。Ⅰ期は低成長だが高水準な公共投資が続いていた時期で中央省庁再編頃まで、Ⅱ期は低成長に加え公共投資も減少した時期、Ⅲ期は東日本大震災を契機とし災害復旧・国土強靱化などを中心に公共投資が復活した時期である。

各章の構成は以下のようにした。

- ① 時代背景 ② 港湾をとりまく情勢
- ③ 作業船建造の動向 ④ 起重機船の開発・建造・活用
- ⑤ 年表による作業船建造等実績 ⑥ まとめ

ここでは、以下に示す視点で整理した。

2. 保有隻数の増減

戦前は、国が直営で港湾工事を行ってきた。明治の終わりにから内務省の土木出張所が順次設置され、起重機船は港湾建設を行う事務所に1隻程度配備された。

終戦後5年間は、国も新たな作業船の建造ができなかったが、1950年（昭和25年）頃から新船が竣工し始めた。同じ頃に、民間の建設会社でも作業船が竣工し始めた。そのような中、朝鮮戦争が勃発し、鉄の買取価格が上昇したことを契機とするサルベージ業のニーズで民間の起重機船の建造と大型化が進んだ。

高度成長期（昭和35～48年頃）は、工業港整備が全国展開し、昭和47年は自航：81隻、非自航：606隻と大幅に増加した。

以後、安定成長期（昭和48～平成2年）では、ほぼ横ばいだが、低成長期Ⅰ（平成3～12年）で再び増加し平成13年でピークを迎える、という世の中の景気とは異なる動きを示した。

平成13年以降は一転して減少し、減少幅は順次拡大した。前期（2年前）と差は、平成21年に107隻まで拡大するが、平成23年には37隻にまで縮小する。平成23年は東日本大震災が発生し、航路啓開等で起重機船の有用性が認識された年であるが、それより前に下げ止まりが始まっていた。なお、平成23年以降も減少傾向は続き、令和3年は自航：26隻、非自航：454隻となった。自航起重機船は既に昭和36年を下まわり、非自航起重機船は昭和36年より100隻多い程度の水準にまで減少した。

保有隻数の増減を図-1に示す。

3. 大型化（吊能力アップ）、高性能化

明治24年に輸入された起重機船「霧島号」が、「非自航固定式、鋼製、蒸気機関、吊能力が20t」であったのに対し、大正から昭和（戦争直前）にかけて国で保有していた港湾工用起重機船の平均像は、「非自航固定式、鋼製、蒸気機関、吊能力が25t程度」で導入時とあまり変化はない。その一方、船舶艀装用は、1941年（昭和16年）に「自航旋回式、鋼製、DE駆動、吊能力350t」の起重機船が海軍用に建造された。

戦後復興期、国は最新の技術を取り入れた作業船を建造した。具体的には、動力を蒸気機関からディーゼルエンジンに替え、ディーゼルエレクトリック式はワードレオナード制御方式、ディーゼル直結式はトルクコンバーターを採用し、操作性を大幅に向上させた。特に、1953年（昭和28年）建造した第7号起重機船は、吊能力を50tにアップし、ディーゼル直結式でトルクコンバーターを採用した。なお、同じ頃に民間企業が建造した起重機船も吊能力は国とほぼ同じである。

当時は、サルベージ業で大型船引き揚げのニーズがあり、民間企業は、国に先行して吊能力アップを図った。更に、1954年（昭和29年）に、神戸市が大型埋立工事「神戸港東部海面埋立工事（1区）」に着工、建造した大型起重機船を用いて港湾工事に参入することになった。

1960年（昭和35年）から始まる高度成長期には、工事のスピードアップが求められた。関西地方ではケーソンを陸上のヤードで製作し大型起重機船で吊って据え付ける工法が採用され、ケーソンが大型化するのに合わせ起重機船も大型化した。

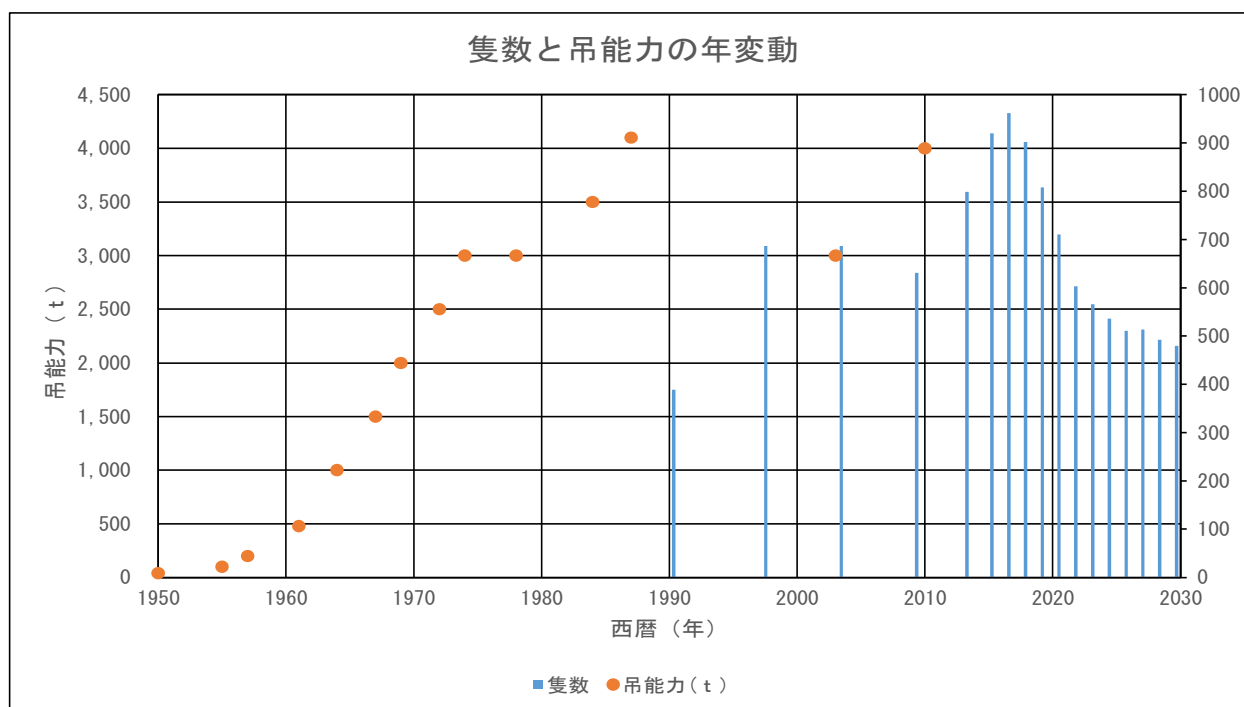


図-1 隻数と吊能力の年変動

1973年（昭和48年）のオイルショックで、わが国は、高度成長期から安定成長期に移るが、本四架橋、洋上備蓄などの大型プロジェクトが行われた。これらのプロジェクトでは大ブロックで一括据付のニーズが強く、起重機船の大型化は高度成長期に続き進んだ。

安定成長期の終期に近い1987年（昭和62年）に、現在でも最大の吊能力4100tを有する「海翔」が建造されたが、吊能力アップは「海翔」までとなり、以後これを超える起重機船は建造されていない。「吊荷」となる橋桁等の重量は4100tを超過するものが数多くあるが、2隻または3隻による「相吊り」という技術で克服する方法を選んだ。吊能力アップの年変動を図-1に示す。

4. 他用途化

起重機船は、1つの船で様々な作業ができるようグラブ浚渫船との兼用船として建造されることが多く、杭打船を兼ねる船も建造されている。

一方、安定成長期の終期から低成長期Ⅰの前期にかけて、吊能力1000t以上ありながら旋回式でグラブ浚渫及び杭打が可能な「多目的船」が数隻建造されている。

5. 装備の進化

起重機船は、グラブ浚渫船との兼用船であることが多く、その装備については、浚渫作業のニーズから発生したものが多く。

記載する内容は、「スパッド」「スラスター」の操船系の装備、「GPS測位システム」「海底探査ソナー」そして、これらを利用する「施工管理システム」である。

(1) スパッド

- ・1970年代にはスパッドを装備した船が建造され始めた。
- ・1981年（昭和56年）建造の「第61良成丸」、1990年（平成2年）建造の「俊海丸」は歩行式スパッドを採用した。
- ・1991年（平成3年）以降建造の船の記事には、スラスターとスパッドがセットで記載されていることが多いので、スパッドは1990～2000年代に普及したと思われる。

(2) スラスター

- ・1987年（昭和62年）建造の「第一豊号」は船首尾にスラスターとスパッドの両方を備えた。以降、両方を備えた浚渫船が多く建造されている。
- ・1993年（平成5年）以後建造の船には、「スラスター装備」と記載されていることが多いので、スラスターは1990年代に普及したと思われる。

(3) GPS測位システム

- ・国は、1989年（平成元年）から5年間かけて、RTK-GPS測位システムを開発した。
- ・1990年代にはグラブ浚渫船にもGPS衛星測位装置が導入された。
- ・2001年（平成13年）には、関門地区の港湾工事で利用するため、1994年（平成6年）に協議会が設立された。
- ・「2000年代になると港湾工事に従事するほとんどの作業船で、RTK-GPS測位システムを利用するようになった。
- ・GPS測位システムは1990年代～2000年代初期に普及したと思われる。
- ・以後、GPS受信機を船体だけでなくクレーントップ等にも設置し、基礎捨石の投石管理を行うなど、GPS測位システムは様々な応用が進んだ。

(4) 海底探査ソナー

- ・超音波により海底地形を探査し、データをCRTディスプレイにリアルタイムで表示することで、堀跡形状を見ながら浚渫でき、1970年代後半に採用されて以来、多くの浚渫船に採用された。
- ・2000年代には、ナローマルチビームが開発され、海底地形がよりリアルに表現できるようになった。
- ・2019年（平成31年）建造の起重機船には、「ナローマルチビームを搭載」している。

(5) 施工管理システム

- ・施工管理システムは、海底探査ソナーで採ったデータをCRTディスプレイにリアルタイムで表示するプログラムであり、ソナーとセットで、1970年代後半は多くの浚渫船に採用された。
- ・海底探査ソナーによる堀跡の出来形情報に加え、GPS測位システムによる絶対的位置情報が統合されることで施工管理に必要な精度の高い情報が得られるようになった。
- ・1998年（平成10年）建造の起重機船には「GPSを用いた施工管理システムを装備」している。
- ・2009年（平成21年）に3隻の起重機船による相吊りで行われた東京ゲートブリッジの架設では、羽田空港の進入表面に抵触しないよう、各大型起重機船のジブ先端にGPSを設置してモニターで監視した。
- ・トランスポンダーを安全管理に用いている起重機船もある。2014年（平成26年）建造の起重機船は、ブロック据付工事で、ブーム先端のGNSSデータから得たブロックの3D座標と、潜水士が持つトランスポンダー及び圧力センサーの位置情報を管理モニターで確認し、潜水士とブロックの接触を防止する。

6. 環境性能

I M O 放出ガス1次規制が2005年（平成17年）から行われ、2006年（平成18年）建造の起重機船が、国際大気汚染防止原動機証書（EIAPP証書）の交付を受けた。

近年、環境問題に対する関心が高まっており、2011年以降に建造された作業船で環境対策、CO₂削減対策の取組がされている。

また、太陽光発電システムを搭載しLEDライトを用いている。他のCO₂削減対策としては、2012年（平成24年）建造の起重機船が回生エネルギーを利用したハイブリッドシステムを取り入れている。

CO₂削減以外では、騒音対策として低騒音マフラーや防音材の使用、生分解性オイルの使用、生ごみ処理機、循環式汚物処理装置、船内緑地の取組を取り入れている。

7. 変遷の概要

- ① わが国では、明治時代に外国人技術者を雇い入れ、築港の指導にあたらせた横浜港は英国人パーマーの指導の下で行われ、英国の築港技術・工法、作業機械・作業船が英国から輸入された。その中で、1891年（明治24年）には初めて起重機船が輸入された（非自航で固定式、鋼製、動力：蒸気機関式、吊能力：20t）。
- ② 1899年（明治32年）には、15t吊起重機船を自国で建造できるようになり、1912（大正元年）には、20t吊ジブ固定の蒸気式起重機船が開発され、サルベージや船舶艀装用として使用されるようになった。
- ③ 戦後間もなくは、新たな起重機船の建造はなく、老朽化した作業船を修理して用いていたが、戦後復興のため港湾整備の要請が強く、国は、昭和23年に作業船整備費を予算に計上し計画的に作業船を修理・建造していった。当時、最も必要とされた浚渫船に建造の重点が置かれたが、起重機船の建造も一定進められた。
- ④ 戦後復興期に引き続き、開発政策が採られた。特に、新産業都市建設促進法、工業整備特別地域整備法により、工業港の開発モデルが全国展開され、これらを進めるために、起重機船の建造が進み保有隻数を大きく伸ばした。

⑤ 高度成長期から安定成長期への移行は公共投資の抑制となった。国内工事の減少を受け作業船への投資は抑制された。安定成長期には、起重機船の保有隻数がほとんど変化していない。

⑥ 1991年（平成3年）～1995年（平成7年）までの前半5年は、安定成長期から引き続き公共投資が増加し、起重機船の建造隻数が増加し保有隻数が増えた。

⑦ 国の財政事情の悪化を背景に公共事業費は減少を続けた。自航・非自航を併せた隻数は、2001年（平成13年）をピークに減少に転じる。年を経るごとに減少幅が大きくなり、2007～2009年（平成19～21年）にかけては、100隻を超える減少となった。

⑧ 自航・非自航を併せた起重機船の隻数は、公共事業の減少が収まっていなかった2011年（平成23年）から下げ止まりはじめ、以後は、減少であるものの、減少割合（前期との比）は10%以内にとどまっている。

8. まとめ

本資料が、今後の起重機船の施工に活用資するものと確信している。

謝辞：本検討の結果の取りまとめに当たり、（一社）日本海上起重技術協会 専務理事 野澤良一様より貴重なご意見を頂きました。ここに記して感謝します。

REFERENCES

- 1) （一社）日本作業船協会：作業船 40 年のあゆみ、1998。
- 2) 運輸省第二港湾建設：作業船 機械のあゆみ、1985。
- 3) 運輸省第一港湾建設局：百年のあゆみ、1986。
- 4) 第三港湾建設局：七十五年のあゆみ、1994。
- 5) 寄神建設（株）：つなぐ 70 年史、2020。
- 6) （株）吉田組：七十年のあゆみ、1984。
- 7) 深田サルベージ建設（株）：海上の巨大クレーンこれが起重機船だ、2017。
- 8) （一社）日本海上起重技術協会：マリーンプロフェショナル、。

(2023. 10. 23 受付)

EVOLUTION OF CRANE SHIPS IN PORT CONSTRUCTION

Yoshihiro SHIMADA

Up until now, there have been summaries of the changes in crane ships, but there has been no material that organizes the ideas that cover the era divisions and background of the times. Looking at future project trends nationwide, the number of projects planned to be constructed using hoist ships is decreasing, and the continuity of the special technology of hoist ships, which are used in a variety of situations, is at risk. Conceivable. For this reason, we have summarized the "Evolution of crane ships in port construction". Here we provide an overview of the compilation.