

SEP型多目的起重機船「CP-8001」 洋上風力の事業推進を施工面から後押し 欧州の技術に学び、日本仕様のSEP船

2010年代半ば、洋上風力発電はまだ、制度面、施工面、事業面で、課題を抱えていた。五洋建設は国内で初となる大型クレーンを搭載したSEP(Self-Elevating Platform)型多目的起重機船の建造を業界に先駆けて決める。欧州の技術に学び、2018年12月、日本仕様のSEP船として完成させたのが、「CP-8001」だ。



名称：SEP型多目的起重機船「CP-8001」
船体寸法：長さ73m×幅40m×深さ6.5m
(喫水4.35m)、デッキ面積1750㎡、最大作業水深50m
レグ：長さ66.7m(最長86mまで延長可能)
ジャッキ装置：油圧連続ジャッキ装置、ジャッキ能力2400t / 本、昇降速度0.4m / 分、レグ操作速度0.6m / 分
最大搭載人員：120人

「再生可能エネルギーの活用に向けて、社会が劇的に変化してきた」。洋上風力事業本部の島谷学はこう指摘する。東日本大震災を契機に、日本における再生可能エネルギーへの関心や期待は急速に高まり、さまざまな制度設計が進んだ。

洋上風力発電事業のプロジェクトがここ数年、活況を見せている。港湾区域に続いて一般海域でも、その利用のルールが明確化されることになり、2017年以降、環境アセスメントの手続きを始めるプロジェクトが急増している。

今に至るこの流れを、当社は設計や施工技術の観点から後押ししてきた。その大きな節目が、SEP(Self-Elevating Platform)型多目的起重機船「CP-8001」の自社建造の判断である。2016年7月のことだ。

土木本部兼洋上風力事業本部の小崎正弘は、「国内には当時、大型クレーンを搭載したSEP型起重機船がなく、それが洋上風力発電事業にとって足かせになっていた。「CP-8001」の建造で、国内の洋上風力の歴史に一石を投じることができた」と語る。

■「CP-8001」の主な設備



◎NEDOの実証研究で専用船の必要性を実感

洋上風力発電事業では、気象・海象条件などの制約を受ける海上工事によって大型の風車を立てる。事業性からすれば、効率良く工事を進めなければならない。着床式風力発電において、風車を設置する際に利用する作業船は、大きく2つの特徴を持つ。

一つは、自己昇降式の作業台船、つまりSEP船であることだ。気象・海象条件の厳しい環境下で、安全性、稼働率、施工精度を確保するには、船体を自立させる必要がある。SEP船はレグと呼ばれる4本の脚を海底に下ろし、船体をジャッキアップによって海面から浮かせることで自立させる。

もう一つは、大型クレーンを搭載していることだ。陸上ヤードから風車部材を積み込んだり、風車の基礎になるモノパイルと呼ばれる大口径の杭を打設する油圧ハンマーを吊り込んだり、風車部材を据付けたりするためには、風車規模に応じた定格荷重を持つクレーンが欠かせない。

大型クレーン搭載のSEP船の必要性を実感することになった工事がある。独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO、現・国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構)の実証研究である。場所は、北九州市響灘沖。当社はそこに2.0MW級の風車を設置する工事を担当した。着工は2011年8月、完成は2013年5月。工事を前に、当時日本最大級のSEP船を調達し、風車の設置工事に臨んだのである。

ところが、この船はクレーンを搭載しない作業台船だった。「台船上にクレーンを載せてしまうと、風車

部材を積み込めない。風車1基を設置するのに、2隻の作業台船が必要になった。これでは作業効率が落ちてしまう。しかも台船上のクレーンでは、安全性に問題があるうえ、風車の設置というミリ単位の精度を要求される作業は困難。実証研究ならまだしも、本格的な事業であれば採算に合わない」と島谷は指摘する。

事業性を考えれば、大型クレーンを搭載してもなお、風車部材をしっかりと積み込めるだけのスペースが必須である。精度の高い作業を安全に行え、高稼働率も期待できる大型クレーン搭載のSEP船が必要ではないか。担当者の間にそうした認識が広まった。

大型クレーン搭載のSEP船確保に向け、口火を切ったのは、土木営業本部長を務めていた代表取締役社長の清水琢三である。洋上風力発電事業の先進地である欧州への視察を提案したのである。

メンバーは、国際事業部、土木営業部、船舶機械部、技術研究所、土木設計部の各部から集まった計7人。2013年1月から2月にかけて欧州視察を敢行した。視察先は、ベルギー、オランダ、英国の3カ国に及んだ。

◎5MWを念頭に、新造船を自社建造へ

欧州視察に参加した洋上風力事業本部船舶部の岡田英明は、「洋上風力発電の本場欧州でSEP船の活躍ぶりを目の当たりにした。このときほど、SEP船なしには何も始められないと強く感じたことはなかった」と振り返る。

自社建造のSEP船が洋上風力発電の市場を開く

視察後も、社内では欧州におけるSEP船の動向を引き続き調査し、洋上風力発電に関する国内情勢の把握も怠らなかつた。2015年4月、そこに転機が訪れる。

欧州視察を提案した清水は2014年6月、代表取締役社長に就任していた。その清水がSEP船の自社保有を検討するように指示したのである。SEP船建造に向け、より本格的な検討を進めることになった。

土木部門では市場の動きを見定めつつ、日本の海域ではどの程度の規模の洋上風力発電設備が主流になるのか、将来を見極める必要がある。

船舶部門では、中古船の購入と新造船の建造という2つの道を並行して検討した。

中古船の候補は、定格荷重400tと同600tの2隻だ。新造船では、同400t、600t、800tの3つのプランを検討した。岡田は、「将来性やコストなどの観点で、複数案を横並びで比較した」と振り返る。

そこに土木部門で探っていた将来の日本市場を重ね合わせ、清水と共に協議を重ねた。その結果、定格荷重800tの新造船を建造する方向を固める。2015年10月のことだ。

岡田は「日本市場の将来性を踏まえ、5MW級の風車をターゲットに据えようと決めた。そこで、それに対応可能な定格荷重800t級のSEP船を新しく建造する方向を固めた」と話す。

完成目標は、国内で洋上風力発電設備の設置が本格化する2年前と目される2018年。目標達成に向け、2016年4月には多くの実績を持つオランダのGusto MSC社に設計業務を先行発注した。

◎次代担う1600t吊りSEP船建造に経験を生かす

ただ、SEP船については初めての発注だったため、勝手が分からない。作業船づくりに対する考え方はそれまでの常識とは大きく異なる。欧州視察に参加した洋上風力事業本部船舶部の室田恭宏は、作業船づくりに対する考え方の違いをこう説明する。

「当社には、作業船はしっかり頑丈に建造するという伝統があるが、そのような伝統はSEP船にはそぐわない。船体を海面上へ昇降させる機構を持つものだけに、航空機のように軽くなやかに建造することが求められる」

設計者側に一つひとつ教を請いながら対応していくほかない。室田は「例えば船体を海面からどの程度まで上げる必要があるかを問われても、知見がなく、すぐには答えられない。ゼロから勉強させてもらった」と苦労を語る。

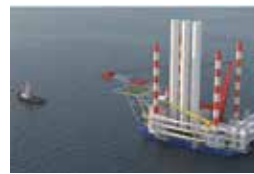
とはいえ、建造するSEP船は国内の海域で作業にあたるため、当然、日本仕様でなければならない。例えばレグを下ろす地盤や厳しい自然条件への対応。日本の海域は欧州と違い、岩、砂、粘土、と地盤

■「CP-8001」を用いた風車設置の流れ



①積み込み

岸壁際に風車部材や基礎部材などをまず仮置きする。岸壁ではCP-8001の船体をジャッキアップし、大型クレーンを用いて部材を船体に積み込む



②運搬

洋上風力発電設備の設置場所まではタグボートで曳航する。風車の設置場所では、自動船位保持装置とアジマススラスタを用いて船体の位置を保ち、レグを下ろす



③モノパイル打設

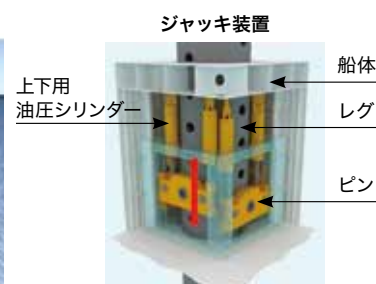
4本のレグを海底まで下ろし、ジャッキ装置で船体を上げる。モノパイルと呼ばれる風車を支える大口径の杭を、所定の位置に打設する



④据付

モノパイル打設後は順次、風車部材を据付けていく。その作業には、精度の高いクレーン操作が求められる

TEC 01 ジャッキ装置 / ピン差し替えによるロスをなくし、約40%の時間短縮



SEP船は、移動時は左の図に示すように海面に浮かんでいるが、作業時は中央の図に示すように脚にあたる4本のレグを海底に下ろし、自立する。船体を上下に昇降させるのは、船体とレグをつなぐ連続式油圧ジャッキ装置だ。右の図は、その内部。レグは4方向に穴が開けられていて、この穴にジャッキ装置のピンを差し込んで船体を昇降させる。例えば船体の高さを上げるとき、従来の装置では、同じ高さにある3方向の

ピンでジャッキアップし、残る1方向のピンでレグを固定してから3本のピンを差し替え、次のジャッキアップに移っていた。ところがこの装置では、ジャッキアップする3方向のピンの高さ、差し替える1方向のピンの高さを、それぞれ段階的に変えていくことで、歯車のように滑らかに船体を上げていく仕組み。連続的なジャッキアップが可能のため、ピンの差し替えによる時間のロスがなくなり、昇降時間を約40%短縮できる。



左写真／警報監視システムやカメラ監視システムなどオペレーションを支援する各種のシステムを搭載

右写真／執務スペースとしては、合計80人ほどが執務可能な事務室10室のほか、こうした打ち合わせスペースも用意している

は多様性に富む。また地震や台風が多く、厳しい自然条件も想定しなければならない。SEP船の建造に関わる法令も当然異なる。設計者の知見だけでは対応し切れない課題は、互いに知恵を出し合い、乗り越えた。

SEP船建造を取締役会場で正式決定したのは、冒頭で触れたように2016年7月。建造は石川島播磨重工業株式会社（現・株式会社IHI）、日立造船株式会社、日本鋼管株式会社（現・JFEエンジニアリング株式会社）、住友重機械工業株式会社の流れをくむ造船会社、ジャパ ン マリンユナイテッド株式会社に発注した。

大型クレーン搭載のSEP船建造に先鞭をつけることができた秘訣を、室田は2つ挙げる。

一つは、経営理念に掲げる「進取の精神の実践」が文化として根付いていた点だ。「担当者としては手探りだったが、新しいことに挑戦し課題に直面しても、五洋建設には前向きに取り組む風土がある」。

もう一つは、オランダの海洋業界における認知度の高さだ。当社は1999年5月、当時世界最大規模の自航式浚渫船「Queen of Penta-Ocean（現・ANDROMEDA V）」を同国で建造したことから、社名が広く知られていた。「SEP船の設計相談でオランダを訪れたとき、設計者側は『PENTA-OCEAN』の名前を覚えていた。その結果、関係構築を図りやすかった」。

再生可能エネルギーの主力電源化に向け、洋上

風力発電には今後さらに弾みがつきそうだ。引き金となったのは、「海洋再生可能エネルギー発電設備の整備に係る海域の利用の促進に関する法律（再エネ海域利用法）」の制定だ。この新法の制定で一般海域の利用ルールが明確になり、事業に乗り出しやすくなった。

新法の施行は、2019年4月。洋上風力事業本部技術部の力石大彦は、「法施行をきっかけに、各事業者はこぞで適地の選定に乗り出し始めた。洋上風力発電設備の設置はますます増えていく見通しだ」と、将来を見据える。

市場が活況を見せる中、当社では鹿島建設株式会社や寄神建設株式会社と共に2隻目のSEP型多目的起重機船の建造に乗り出した。背景には、発電効率の向上を狙った洋上風力発電設備の大型化がある。利用ルールが明確になった一般海域では、もはや10MW級の風車が当たり前を迎えている。

このSEP船で想定している洋上風力発電設備の規模は、10～15MW級。その規模に対応した定格荷重1600tの大型クレーンを搭載する。稼働開始は、2023年3月を見込む。

室田は、「1隻目は試行錯誤しながら建造し、完成後に各工事を経験してさまざまなノウハウを蓄積し課題を克服してきた。2隻目は1隻目の経験を生かし、建造に反映させてアップグレードさせている」と先をにらむ。思い切って一歩を踏み出すという経験が、早くも将来に生きつつある。

TEC 02 自動船位保持装置 / 潮流や波・風の影響を把握し、船体の位置を保つ



洋上風力発電設備の設置では、作業にあたるSEP船から脚にあたる4本のレグを下ろし、船体を自立させる。ところが、レグが海底に到達する前に潮流や波・風の影響を受けて船体の位置がずれると、レグが折れる危険がある。そこで、「CP-8001」には船体の位置を保つ自動船位保持装置を搭載した。上の写真は、その操作盤。この装置は、潮流や波・風の影響をどの程度受けるのかをセンサーでの測定と計算によって把握したうえで、推進装置であるアジマススラスタを連動させる。アジマススラスタは下の写真のように水平方向に360度回転する推進装置で、船首・船尾の両舷にそれぞれ1基ずつ、合計4基が取り付けられている。自動船位保持装置でアジマススラスタを自動制御し、それによって船体の位置を保つ。