

800 t 吊 SEP 型多目的起重機船

CP-8001

高倉 遼矢都

CP-8001（以下「本船」という）は、大型クレーンを搭載した SEP 船で、船名はクレーン作業（C）と杭打ち作業（P）が可能な 800 t 吊の起重機船の 1 番船であることを意味している。近年、政府により再生可能エネルギーの導入が推進されるなか、我が国の特性に適した洋上風力発電の導入が大きく期待されている。本船は、欧州および日本の技術を結集し、日本での洋上風力発電設備の建設作業を可能とする。また、洋上風力発電設備の建設のみならず、気象・海象条件の厳しい海域における各種土木工事においても活躍が期待される最新鋭の SEP 船である。

キーワード：洋上風力発電、SEP 型多目的起重機船、自己昇降式作業台船、SEP、Jack-up Barge

1. はじめに

2011 年の東日本大震災をきっかけにして日本の電気やエネルギーをめぐる環境が大きく変わり、再生可能エネルギーの導入が推進されている。洋上風力発電については 2016 年 7 月に港湾区域内での風力発電導入の円滑化を目的として港湾法が改正され、2018 年 11 月に一般海域での利用促進を目的とする新法が成立した。

この背景のもと洋上風力発電設備の建設に必要な不可欠な、大型クレーンを搭載した SEP 型多目的起重機船を建造した（写真—1）。

2. 基本仕様

(1) 基本仕様の検討条件

建造開始前に、大水深防波堤やパースの建設、臨港道路の海中基礎の建設、港湾施設の維持更新、離島の各種土木工事などに活用することも念頭に、本船の特徴でもある以下に示す 4 つの条件を考慮して基本仕様を検討した。

- ①気象・海象条件の厳しい海域でも、安全性、稼働率、精度の高い作業が可能である。
作業内容は、海上運搬、自動船位保持、ジャッキアップ、クレーン作業などである。
- ② 10 MW 級の風車や大型海洋構造物の運搬、設置作業が可能である。
- ③水深 50 m での作業が可能である。



写真—1 本船外観

- ④外洋での長期滞在を可能とするため十分な居住スペースと緊急時の人員輸送のためのヘリデッキを備える。

欧州の SEP 型洋上風力発電設備設置船の 7 割以上を手掛ける海外の設計会社と基本仕様を検討し、関係者と十分な協議を重ね、新規の設計形式を採用して設計した。

(2) レイアウトと主要諸元

本船は、海上運搬時の安全性、ジャッキアップ時の安全性、デッキ面積を多く確保すること、作業効率を向上させること、省力化などを考慮した。図—1に一般配置図を、表—1に主要諸元を示す。

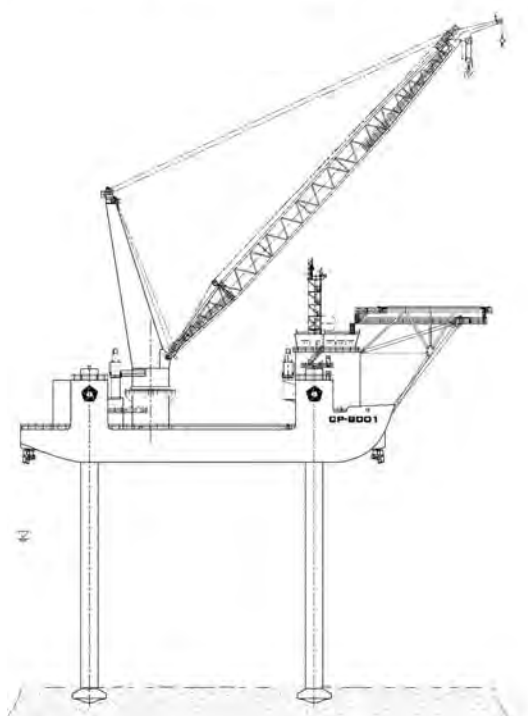
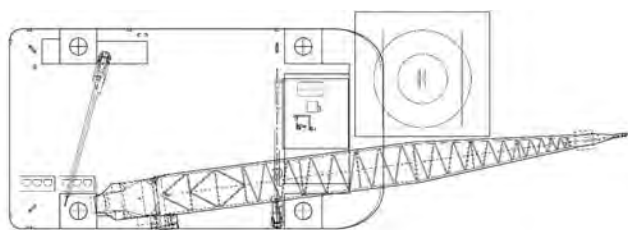
レイアウトの概要については、船体の四隅にレグとジャッキ装置を配置し、800t吊全旋回クレーンを右舷の舷側近傍に配置した。ジャッキアップ時の船位保持を目的として、水平方向に360°回転可能な推進装置（以下、スラスター）を、船首船尾の両舷にそれぞれ1基ずつ、合計4基配置した。

120名が居住可能な居住施設とヘリデッキを船首部に配置した。デッキ面積は洋上風力発電設備の部品やツールを搭載するために約1,750m²を確保した。

ジャッキ装置、クレーン、スラスターなどの電源装置を船内に配置し、クレーン以外の主要機器をブリッジで一括遠隔操作できるようにした。

表—1 主要諸元

船体寸法	長さ	73 m
	幅	40 m
	深さ	6.5 m
	喫水	4.35 m
	デッキ面積	1,750 m ²
レグ	レグ長さ	66.7 m
		設計 86 m
ジャッキ装置	連続式油圧ジャッキ装置	
	ジャッキ能力	2,400 t/本
	昇降速度	0.4 m/分
	レグ操作速度	0.6 m/分
クレーン	定格総荷重×作業半径	
	800 t × 26 m	
	600 t × 35 m	
	400 t × 48 m	
	200 t × 76 m	
位置保持装置	ClassNK DPS-B	
最大搭載人員	120 人	



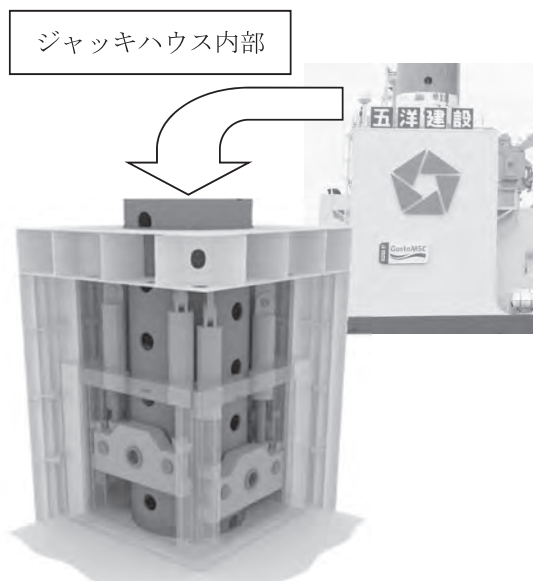
図—1 一般配置図

3. 主要機器

(1) ジャッキ装置

前述の設計会社が開発した連続式油圧ジャッキ装置（図—2）は従来式のようなジャッキの盛り替え時間が不要で、毎分40cmの速度で連続したジャッキアップが可能である。

従来のジャッキの場合、昇降用の3本のピンをレグに挿してジャッキの可動域までレグを昇降させ、固定ピンを挿して昇降用ピンを挿し替え、また昇降するという作業を繰り返す。連続式油圧ジャッキ装置では、



図—2 連続式油圧ジャッキ装置

4本のピンの位置をずらし、常に3本のピンでレグを昇降させ、残りの1本のピンが挿し替え作業を行う。4本のピンが歯車のように動くことで、ピンの挿し替えによるレグの昇降を停止する時間がなく、従来よりも昇降時間が約40%短縮される。写真-2にジャッキ装置操作盤を示す。



写真-2 ジャッキ装置 操作盤

レグ1本当りのジャッキ荷重は2,400tである。

着床式洋上風力の建設が計画されている港湾区域の最大水深が約30mであるため、レグの地盤への貫入、海水面からのジャッキアップ高さ、船体の高さなどを考慮してレグの長さを66mとした。ただし、最大水深が50mと想定される一般海域での建設を考慮し、レグの長さは86mまで延長可能である。

海底にレグが埋まって引き抜けない場合に引き抜きやすくするため、レグの先端からジェット水を噴射させる構造とした。

(2) クレーン

定格800t吊の設置型全旋回クレーン(写真-3)には、カスタムメイドした国産のインバータ制御ドライブシステムを搭載した。吊上げ、起伏、旋回の全ての操作においてセンチ単位の精度の高い作業が可能である。

最小作業半径はブーム起伏角度が85°で約13mである。作業半径が小さいことで、クレーンポスト周りでも洋上風力発電設備の部品やツールをハンドリングし、デッキを有効活用できる。またモーメントが大きく、最大作業半径はブーム起伏角度が15°で約90mである。

クレーン作業時に船体重心が偏心し、レグに反力の差が発生する。通常のジャッキ荷重の1.6倍のプレロードを事前にかけて、クレーン作業時でもレグと海底地盤の安全性を確保する。



写真-3 800t吊全旋回クレーン

(3) 自動船位保持装置

自動船位保持装置(DPS = Dynamic Positioning System)は、潮流や風など船を動揺させる外力をリアルタイムで把握して、自動でスラスターの回転数と向きを制御し、船位を指定位置に保持する装置である。写真-4に自動船位保持状況を、写真-5に船首部スラスターを、写真-6に自動船位保持装置操作盤を示す。

安全性と稼働率を考慮し、ClassNKのDPS-Bを取得した。DPS-BはNK鋼船規則P編10章7節で定義されており、スラスター、制御装置、電源装置などのいずれか1つが損傷しても、自動位置保持機能を失わない信頼性の高い装置である。

またスラスターの駆動装置として、永久磁石電動機を搭載し軽量化を図った。

(4) 電源装置

電源装置として、4サイクル船用高速発電機を搭載した。コンパクトな構造であり、一般的な中速機と比べて軽量である。



写真—4 自動船位保持状況



写真—5 船首部スラスタ



写真—6 自動船位保持装置 操作盤

各作業による需要電力に大きな差があり、発電機の運転台数を複数選択することにより発電能力を調整可能とした。

パワーマネジメントシステムにより、高負荷時に発電機運転台数を自動で増加させる。また需要電力を抑制することも可能であり、安全に電源を管理する。

(5) オペレーション支援システム

オペレーションを支援するシステムを各種装備した。

警報監視システムでは、全ての機器の運転状態をブリッジおよび機関室にてリアルタイムで監視し、機器の遠隔操作も可能とした。

カメラ監視システムで船内機器の運転状況や船上・船外での作業状況をブリッジおよび機関室にて遠隔で目視監視する。

バラスト制御装置では、船体重心を監視し、バラスト水の調整を遠隔制御し、重心を中心に維持することが可能である。

円滑なオペレーションを陸上からサポートする目的で、衛星通信システム、TV会議システム、遠隔アクセス保守管理システムなども装備している。

写真—7に操作室を示す。



写真—7 操作室

4. 洋上風力発電設備の建設

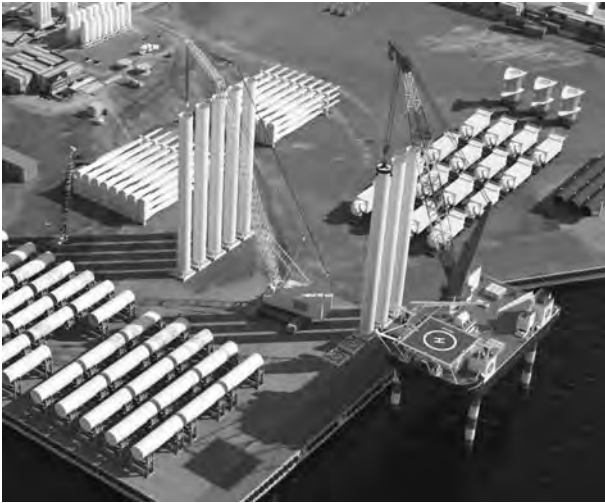
洋上風力発電設備を建設する際、積込→海上運搬→モノパイル打設→風車設置の一連の作業が本船1隻のみで可能である。

まず、基地港にて複数のタワー、ナセル、ブレードなどの風車部材や杭、油圧ハンマーなど基礎部材をクレーンにてデッキへ積み込む（写真—8）。

部材を搭載した後、風車設置場所まで曳航し、到着後に船位を保持してジャッキアップする。

着床式洋上風力の基礎には杭を使用することが多い。杭の立て起こしには、通常は2隻の船と2台のクレーンが必要である。杭立て起こし装置を使用することにより、本船1隻で直径が約7mまでの杭を立て起こすことができるようにした。写真—9に杭立て起こし状況を示す。

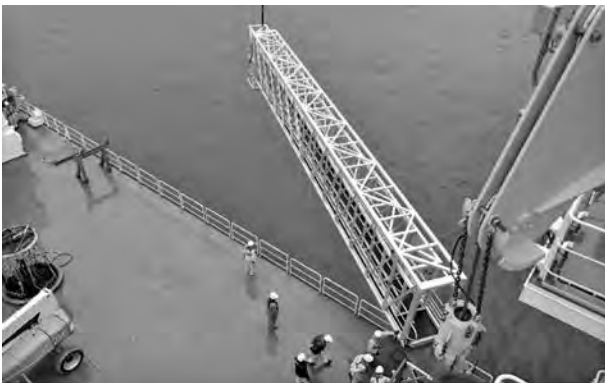
風車を組み立てる際、タワー、ナセル、ブレードの接続作業のための人員移動や電力供給などが必要となる。本船と風車との間を人やモノが安全に往来できる



写真—8 風車部材の積み込みイメージ



写真—9 杭立て起こし状況



写真—10 ギャングウェイ

ようギャングウェイを使用する (写真—10)。

ナセルやブレードの設置作業では、海面上 100 m 以上の高さで多数のボルトとボルト孔を合わせて接続するため、ミリ精度の非常に繊細なクレーン操作が求められる。本船では、精度の高い操作性および作業性の向上を目的としてタグラインシステムを装備した。タグラインシステムは、吊荷の振れ止めや方向制御を



写真—11 タグラインシステム使用状況

行うシステムで、ブーム上に設置したウインチと、ブームから出るワイヤーの高さ調整をするスナッチブロックからなる。2本のワイヤーを風車部材または風車部材の専用吊具に接続し、ウインチ操作によって吊荷の振れ止めや方向制御を行う。写真—11 にタグラインシステム使用状況を示す。

前章の主要機器に加え、これらの装備および専用吊具を使用して、洋上に大型風力発電設備の設置を実現できる (写真—12, 13)。



写真—12 風車基礎設置イメージ



写真-13 風車設置イメージ

5. おわりに

本船は、気象・海象条件の厳しい海域でも、杭の打設や海中基礎工事などの海洋土木工事が、従来の作業船に比べて高い稼働率で、安全かつ高精度に実施可能であり今後共洋上風力発電設備の建設のみならず、海洋土木工事にも積極的に活用していく予定である。

謝 辞

最後になりますが建造に際してご指導ご協力をいただきました関係者の皆様に誌面を借りてお礼を申し上げます。

JCMA

[筆者紹介]

高倉 遼矢都 (たかくら はやと)
五洋建設㈱
土木部門 土木本部 船舶機械部

