



研究

沿岸レポート

ヨーロッパにおける 洋上風力発電施設に 関する調査

一般財団法人沿岸技術研究センター
洋上風力研究室 辰巳 大介

1. 調査概要

わが国の洋上風力発電施設の設計・施工・維持管理を安全かつ効率的に行うため、2019年9月に、ヨーロッパ(デンマーク、オランダ、ベルギー、ドイツ)の洋上風力発電施設や作業拠点となる港湾施設を訪問し、現地の関係者から情報収集を行った。主な訪問先は表1に示すとおりである。

なお、本調査は、日本港湾協会をはじめとする関係機関と当センターが共同で実施したものであり、調査の実施にあたっては、日本港湾協会の関係各位に多大なるご支援をいただいた。また、訪問先の皆様には、ご多忙中にもかかわらず、大変丁寧なご対応・ご教示を頂いた。ここに記して、深甚なる謝意を申し上げる。

表1 主な訪問先

9月9日	デンマーク・エスビアウ (Esbjerg) 港 - MHI Vestas Offshore Wind社、港湾管理者
9月10日	オランダ・フリッシンゲン (Vlissingen) 港 - MHI Vestas Offshore Wind社 ベルギー・オーステンデ (Oostende) 港 - 港湾管理者
9月11日	ドイツ・ロストック (Rostock) 港 - EEW Special Pipe Constructions社
9月12日	ドイツ・ムクラン (Mukran) 港及びアルコナ (Arkona) 洋上風力発電所 - E.ON社、港湾管理者

2. デンマーク・エスビアウ (Esbjerg) 港

エスビアウ港は、1970年代から海底油田・ガス開発の拠点として利用されていたが、2000年代からは洋上風力発電の組み立て・積み出し、運用・維持管理の拠点として利用が進んだ港である。エスビアウ港は、既に55の洋上風力発電プロジェクトに関わっており、洋上風力発電関係の寄港実績は、据付用船舶 (Installation Vessel) が年間100便以上、作業員運搬船 (Crew Transfer Vessel) が年間2000便以上となっている。

洋上風力発電施設の組み立て・積み出しと運用・維持管理で

は、使用される船舶・資機材、ヤードの利用方法等が大きく異なるため、組み立て・積み出しは港の東地区、運用・維持管理は港の西地区が使われている。

今回訪問させていただいたMHI Vestas Offshore Wind社は、港の東地区で洋上風力発電施設の組み立て・積み出しを行っている。使用するヤードの広さは約18ヘクタール、使用する岸壁は延長550m、水深10.5mである。岸壁延長と水深は、SEP船(自己昇降式作業船)と資機材運搬船の2隻が同時接岸することを想定している。

ヤードを見学させていただいて驚いたことは、荷役機械の数が少ないことである。実際、ヤードで使用する主な大型の荷役機械は、岸壁で使用する1350トン吊りクレーン、ヤード内で使用する300トン吊りクレーン、そして、4台の自走式多軸台車 (Self-Propelled Modular Transporter) である。これは、ブレードやタワーの架台の下に自走式多軸台車が潜り込み、クレーン無しで運搬作業が可能となっているためである。さらに、自走式多軸台車には立て起こし装置が付いており、クレーン1台でタワーの荷役作業が可能であるためである。

また、エスビアウ港のMHI Vestas Offshore Wind社のヤードの特徴として、PCM (Power Converter Module) の組み立て及び設置工程が挙げられる。風力発電機の大型化に伴い、PCMはナセル内部ではなくタワー内部に設置する必要性が生じている。このため、ヤードには、PCMを組み立てるための建屋があり、組み立て終わったPCMを300トン吊りクレーンでタワー内部に設置する作業が行われている。

一方、港湾管理者にご案内いただいた、港の西地区には、洋上風力発電施設の運用・維持管理のため、作業員運搬船が係船する岸壁と資機材保管倉庫等が整備されている。作業員運搬船用の岸壁水深は6~7m程度である。

エスビアウ港の西地区で興味深かった事柄は、運用・維持管理の人員を育成するため、作業員運搬船からモノパイル式基礎に乗り移る訓練のための着船設備が、岸壁に設置されていることである(参照：写真1)。組み立て・積み出しだけではなく、運用・維持管理の拠点として、長い期間にわたって港湾を利用してもらう工夫が施されている。



写真1 モノパイル式基礎に乗り移る訓練のための着船設備(エスビアウ港)

3. オランダ・フリッシンゲン (Vlissingen) 港

今回訪問させていただいたMHI Vestas Offshore Wind社は、2017年からフリッシンゲン港で、洋上風力発電施設の組み立て・積み出しを行っている。使用するヤードの広さは、約20ヘクタールである。

エスビアウ港のヤードとは異なり、フリッシンゲン港のヤードでは、PCMの組み立て及び設置は行われていない。したがって、エスビアウ港のヤードでPCMの設置が完了したタワー部材をフリッシンゲン港まで海上輸送し、フリッシンゲン港のヤードで3本のタワー部材を1本のタワーに組み立てた後、SEP船に積み込んで風車建設地点まで搬送する。

写真2は、1350トン吊りクレーンによるタワーの組み立て作業とSEP船に積み込む前のタワーの様子である。写真中央のクレーン奥側に4本のタワーが並んでいる場所が、岸壁法線である。SEP船は、完成したタワーを1航海で4本運搬できるため、岸壁法線に4本のタワーが保管されている。写真の左手と右手には、それぞれ9本のタワーを保管可能である。



写真2 1350トン吊りクレーンによるタワーの組み立て作業(フリッシンゲン港)

4. ベルギー・オーステンデ (Oostende) 港

オーステンデ港では、2010年に港湾管理者と民間企業が共同出資し、REBO (Renewable Energy Base Oostende)社を設立した。REBO社は、洋上風力発電施設の組み立て・積み出しのために岸壁及びヤードの改良工事を行い、約15ヘクタールのREBOターミナルが供用されている。REBOターミナルの地耐力は20 t/m²であり、船長200mまでの船舶が利用可能である(参照：写真3)。

オーステンデ港は、組み立て・積み出しだけでなく、運用・維持管理の拠点港湾としても利用されている。作業員運搬船の寄港実績は、2015年の年間



写真3 REBOターミナルに接岸中のSEP船(オーステンデ港)

2129便から2017年の年間3234便へ増加している。

5. ドイツ・ロストック (Rostock) 港

今回訪問させていただいたEEW Special Pipe Constructions社は、オランダのSif社と並び、洋上風力発電施設基礎の主要な製造企業である。EEW Special Pipe Constructions社のロストック港の工場では、主にモノパイルを製作している。モノパイルに関しては、口径10m、重量1500t、長さ120mまで製造可能な設備を有している。工場はロストック港の岸壁近くに位置しているため、製造したモノパイルを自走式多軸台車で岸壁まで運搬可能である(参照：写真4)。

モノパイルは、台船やクレーン付き貨物船(Self-Geared Vessel)で運搬されることも多いが、風車建設地点までの距離が近い場合は、シーリングして浮かせながら曳航することもある。アルコナ洋上風力発電所のモノパイルはロストック港で製造されたが、ロストック港からアルコナ洋上風力発電所までの距離が比較的近いため、モノパイルは浮かせながら曳航された。



写真4 EEW Special Pipe Constructions社で製造されたモノパイル(ロストック港)

6. ドイツ・ムクラン (Mukran) 港及びアルコナ (Arkona) 洋上風力発電所

アルコナ洋上風力発電所は、E.ON社がEquinor社と共同で開発した洋上風力発電所である。アルコナ洋上風力発電所はムクラン港の沖合約40kmに位置し、発電出力6MWの風力発電機60基と洋上変電所(Electrical Offshore Substation) 1施設から構成される。洋上風力発電施設の基礎の構造形式はモノパイル、洋上変電所の基礎の構造形式はジャケットである(参照：写真5)。

施工工程は、2017年8月からモノパイルとトランジションピースの打設・設置を開始し、その後、洋上変電所の設置と海底ケーブルの敷設を行ったあと、2018年10月までにRNAとタワーの設置を完了した。



写真5 船上から望むアルコナ洋上風力発電所