

# ■ ウインドウズ オブ Wind (風の窓) 洋上風力発電の基礎構造と施工

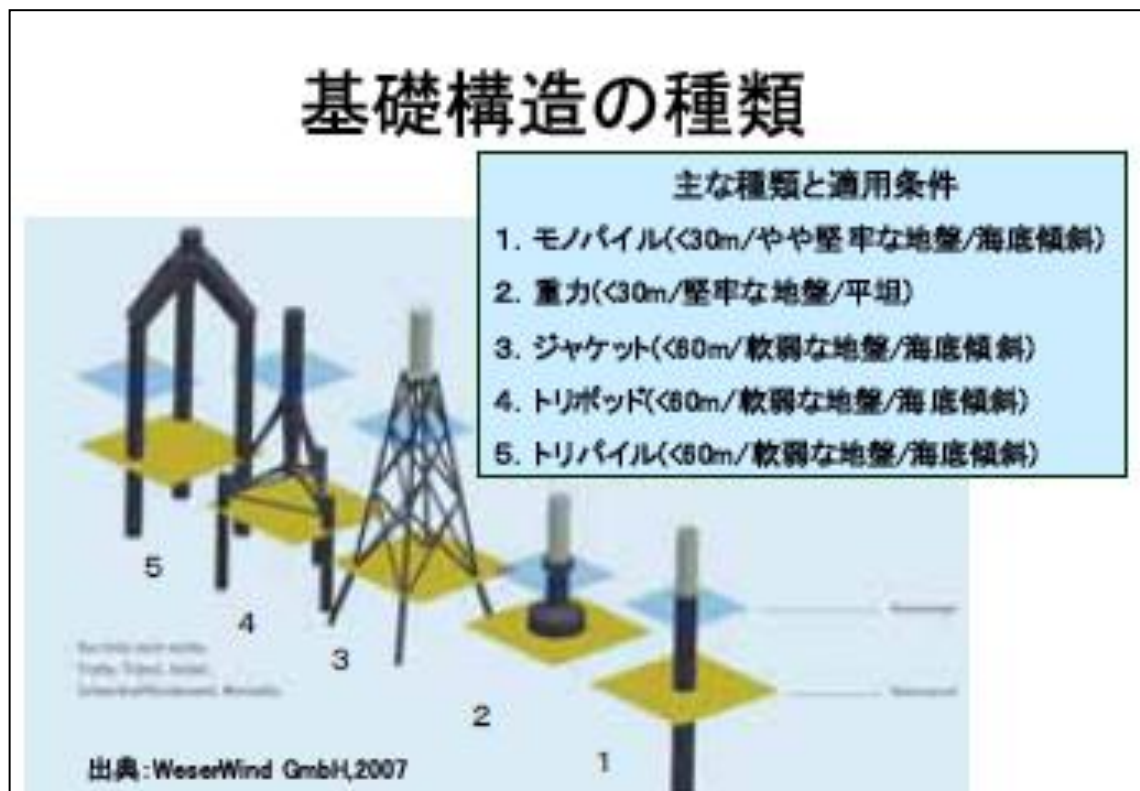
イー・アンド・イー ソリューションズ株式会社 中尾 徹

## はじめに

筆者は、洋上風力発電に係る海外の最新情報を得るために、平成 19 年 12 月 4-6 日にドイツのベルリンで開催された欧州洋上風力会議 (European Offshore Wind 2007:eow2007)、平成 19 年 9 月 7 日に開催された G L 主催のハンブルグ オフショア コンファレンス (Hamburg Offshore Wind Conference) および平成 20 年 9 月 23-24 日の G L 主催のハンブルグ オフショア コンファレンス (Hamburg Offshore Perfect know-HOW) に参加する機会を得た。これらの会

議の概要は、本協会誌第 3 号の「欧州洋上風力発電最新事情調査(執筆:石原茂雄氏)」、同 4 号の「欧州洋上風力会議参加報告(執筆:今村博氏)」の他、日本風力エネルギー協会誌 通巻 84 号の「欧州洋上風力発電最新事情調査(執筆:欧州洋上風力発電最新事情調査団)」などで知ることができるので参考にされたい。

ここでは、筆者が平成 20 年 9 月に作業船協会で講演した「洋上風力発電に係る技術-施工と作業船-」のスライドの一部を紹介することとする。



## 洋上風力発電施設(モノパイル式)

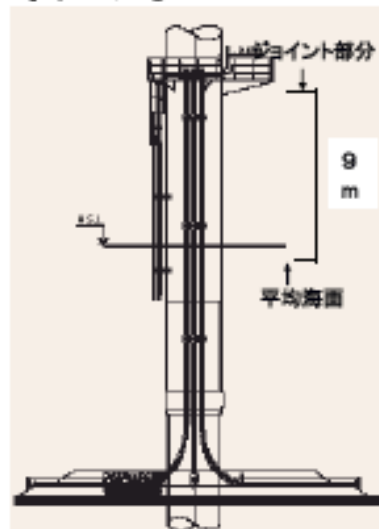


国名: スウェーデン、発電設備: 10MW (2MW × 5基)、基礎構造: モノパイル式、水深: 6-10m、離岸距離: 5km、運開年月: 2001.7 (出典: Yttre Stengrund HP)

## モノパイル式



Horns Revの事例  
モノパイル径: 4m  
海底下打込み深度: 25m  
洗掘防止策: パイル周辺10mに2種類の転石を敷き詰めている。  
出典: Dong Energy et al.(2006)



## モノパイルの施工例(1)

右上図: 油圧ハンマ(Barrow/3MW:水深15-20m)

質量: 138t(内,Ram 60t)  
ハンマー: 直径 1.625m  
長さ 14.065m

出典: jchhh HP



右下図: 掘削機(Blyth/2MW:水深8.5m)

質量: 65t  
シャフトの直径: 6mまで

出典: Licengineering HP



## モノパイルの施工例(2)



SEP(JUMPING JACK)によるモノパイルタワーの打設 出典: A2SEA HP

## 洋上風力発電施設の施工(モノパイル式) (OWEZ Egmond aan Zee/3MW:水深18m)



特殊船(MV SEA POWER:セミジャッキアップクレーン)による運搬と施工/モノパイルタワー(黄色の支柱)/ブレード(2枚翼) 出典: van Kuik(2006)/A2SEA HP

## モノパイル式施工の特徴

- ▶ 国内では大口径(>3m)の施工実績がない。  
(施工機械の新規製作もしくは輸入が必要)
- ▶ 杭の打設が主要工種であるため、他の基礎構造と比較して単一工種からなる施工である。
- ▶ 大口径杭の打設工事は、他の構造型式より海上工事に長い時間を要するので風浪の影響を受けやすい(稼働率の問題)。
- ▶ モノパイルの完全撤去は困難である。

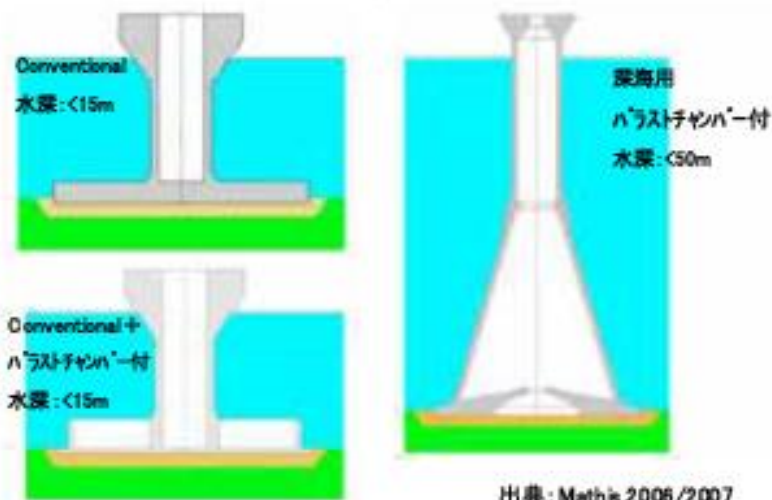
港湾・沿岸域における風力発電推進研究会(2005)

## 洋上風力発電施設(重力式)



国名:デンマーク、発電設備: 165.6MW(2.3MW×72基)、基礎構造:重力式、水深:6-10m、離岸距離:10km、運転年月:2003.12 (出典:www.nystedwindfarm.com)

## 重力式



## 基礎の製造(重力式)

(Lilgrund/2.3MW:水深2-10m)

ポンツーンを並べて基礎(4-5基/台)を製作

本手法により  
コストの低減  
が図られた(49  
基/7-8ヶ月)  
出典:Mathis(2006)



出典:HOCHTIEF Construction AG(2007)



## 洋上風力発電施設の施工(重力式) (Lillgrund/2.3MW:水深2-10m)



上図:フローティングクレーン  
右図:特殊船(MV SEA POWER:  
セミジャッキアップクレーン)  
備船費600万円/日  
出典:A2SEA HP

### 重力式施工の特徴

- 国内では施工実績が多く、信頼性が高い。
- 基礎の据付は、ウインチ方式よりも吊下し方式が精度的に信頼性が高い。
- 吊下し方式は、大型の起重機船などが必要であるため、他の工種の吊り作業との関連を考慮して施工計画をたてることが重要である。
- 地盤の不等沈下や傾斜などに注意して施工することが重要である。
- 施設の撤去は現状技術で可能である。

港湾・沿岸域における風力発電推進研究会(2005)

### 洋上風力発電施設(ジャケット式)



国名:イギリス、発電設備:10MW(5MW×2基)、基礎構造:ジャケット式、水深:45m、離岸距離:25km、運開年月:2006.9(出典:Beatrice HP)

## ジャケット式



BEATRICEの例(Seidei&Gosch, 2006; MacLeny, 2006)



質量  
150t



質量  
600t

## 洋上風力発電施設の施工(ジャケット式) (Beatrice/5MW:水深45m)



基礎構造/風車  
の設置の流れ

出典:Repower HP

## ジャケット式施工の特徴

- 国内では石油プラットフォーム、防波堤などの実績があり、施工技術としては信頼性が高い。
- ジャケット本体は、陸上で組み立てるので、海上作業の実働時間の短縮が図られる。
- 風車本体の接合は、鋼構造のため容易にできる。
- 施設の撤去は現状技術で可能である。

## トリポッド式



Multibrid M5000の実証試験場(ドイツ プレーメルハーフェン)  
 ①・②:組立風景(重量:600t, 2006.11.24撮影) ③完成写真(Schulz,2007)

## トリパイル式



BARD 5MWの実証試験場 (ドイツ:ビルヘルムスハーフェン) Bard HP

## ジャケット式/トリポッド式の施工 に必要な鋼材量の比較

水深(m)	鋼材質量(t)			軌用鋼材質量(t)			基礎鋼材質量(t)		
	ジャケット式(上段)/トリポッド式(下段)			ジャケット式(上段)/トリポッド式(下段)			ジャケット式(上段)/トリポッド式(下段)		
	風車の定番出力(MW)			風車の定番出力(MW)			風車の定番出力(MW)		
	3.0-3.5	3.6-4.4	4.5-6.0	3.0-3.5	3.6-4.4	4.5-6.0	3.0-3.5	3.6-4.4	4.5-6.0
20	360	420	530	110	120	140	470	540	660
	350	480	640	180	210	260	510	600	800
30	450	520	780	130	140	160	560	660	840
	470	600	820	200	240	280	670	800	1200
40		650	880		160	180		810	1060
		810	1060		270	300		1060	1380
50			960			200			1160
			1230			280			1560

注) 基礎構造はジャケット式(上段)、トリポッド式(下段)

Mitzlaff,A. and H.Kahle(2007)