

洋上風力基礎スカートサクシジョンの実海域実験（その1：実験概要）

(株)大林組 正会員 ○松岡義博 住永哲史 伊藤政人 栗本 卓 松元和久
 (株)大林組 非会員 沼崎孝義

1. はじめに

洋上風力基礎スカートサクシジョンは、ポンプ排水によって貫入させるため、騒音振動がなく海洋環境に与える影響が少ないこと、また注水によって完全撤去が可能なことから、洋上風車などの海洋構造物基礎としての適用が期待されている。筆者らは、これまでに、小型模型による性能検証実験¹⁾²⁾や港湾区域内での大型試験体を用い実証実験³⁾などを実施してきた。今回、2020年5月より実物大鋼製スカートサクシジョン試験体を用い、実海域実験を実施した（Photo 1,2）。本実験では、試験体を実海域に1年間継続して設置し、実規模での施工性の確認、長期の挙動計測および再現解析による波浪に対する安定性の検証および海洋環境に与える影響調査のための環境DNA分析による生息魚類の調査⁴⁾を実施した。本報告（その1）では、その実験概要について報告する。

2. 実験概要

設置個所は日本海側の秋田県男鹿市沖の洋上風力発電施設設置予定箇所の実海域で、年間平均風速7.5m程度、水深13m、汀線から約1.7kmの箇所であり、海底地盤はN値5~50程度の砂地盤である。

試験体（全長35.7m）は鋼製でスカート部（スカート径12.0m、スカート長8.0m）とタワー部（外径2.5m、高さ27.7m）およびステージ部（直径8m、海面からの高さ17.5m）からなる（Photo 3）。計測項目は、傾斜角、波高、作用波圧、ひずみ、気温・水温・湿度等である（Table 1, Fig. 2）。

排水ポンプは、スカート内に隔壁を設け4分割し、各部屋の頂部に水中ポンプをそれぞれ1台設置し、貫入時の傾斜管理を行えるようにした。排水ポンプ位置が浅い段階から十分な貫入力を得られるよう、排水ポンプを収めたポンプ室をバキュー



Photo 1 試験体実海域曳航状況



Photo 2 試験体実海域設置状況



Photo 3 試験体



Photo 4 ステージ上設備

Table 1 計測項目

計測項目	計器名	個数
● 天端変位(x,y,z)	3次元GNSS	1
★ 天端傾斜角(θx, θy)	固定式傾斜計	1
■ 波高	水位計	1
▲ 作用波圧	土圧計	8
□ 構造体ひずみ	ひずみゲージ	20
● 基礎固有周期	加速度計	2
● スカート内外水圧	間隙水圧計	5
● スカート内地盤隆起量	変位計	2
○ 気温、水温	熱電対	3
● 湿度	湿度計	2
▲ 排水流量	電磁流量計	4

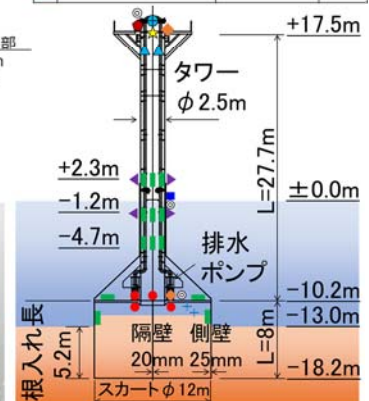


Fig. 2 計測器配置図

キーワード スカートサクシジョン基礎、サクシジョン、実海域、実物大、長期計測

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南2-15-2 品川インターシティB棟(株)大林組 TEL 03-5769-1307

ムポンプにより大気圧以下にすることにより圧力差を付加できるようにした。撤去時のスカート内への注水は、起重機船側部に設置した水中ポンプを試験体配管に接続させ行った。排水/注水中の流量はステージ上に設置された電磁流量計で管理した。排水による貫入、注水による撤去時の計測結果は（その2）にて報告する。

ステージ上には、計測通信機器、ドップラーライダー2基、計測通信用電源である小型風車4基、補助電源である発電機を搭載した（photo 4）。

3. 年間挙動観測結果

2020年5月から1年間の観測結果について Fig.2 にタワー基部の東西方向の曲げひずみ（+：西側引張）、Fig.3 にタワー天端傾斜角を示す。タワー基部には、波主方向である西からの波力によって西側引張の曲げが生じており、特に1月末から2月中旬の冬季に大きなひずみが生じている。

Fig.4 に2021/2/16～18にかけての近傍のナウファスで観測された最高波高を示す。最高波の観測値から、現地では設計波高以上の高波浪が襲来した可能性が高く、50年確率波高相当の波高であったものと予想される。

Photo 5 に2/16 夕刻のWebカメラ写真を示す。水深13m地点においても砕波し、白波となっている状況が見てとれる。この時に、ステージ上（海面上17.5m）まで波浪が襲来し、一時的に電源を失ったため計測データが途切れた。しかし、Fig.3 に示す電源回復後のステージ天端傾斜角は、設計波高以上の高波浪を受けたにもかかわらず有害な残留変位が生じておらず、1年にわたって健全な状態を確保できた。設計波力以上を受けても有害な変位が生じていないことに関して、FEM再現解析により考察した結果を（その3）で報告する。

Photo 6 に撤去時の状況を示し、Photo7 に撤去作業中の海中の状況を示す。注水による撤去作業中でも、多くの魚類が基礎周辺で回遊しており、施工中の海洋生物に対する影響はほとんどないことも明らかになった。

4. まとめ

2020年5月より実施した実物大鋼製スカートサクシオン試験体を用いた実海域実験の概要および1年にわたる挙動観測結果について示した。設置および撤去にあたっては、実施工で想定される注排水設備を準備し、実際の施工手順、施工スピード、施工精度などを検証した。1年にわたる長期試験中、冬季には50年に一度という厳しい海象条件に見舞われたが、大きな変位をきたすことはなかった。これらによりスカートサクシオンの洋上風車基礎への適用性を実証することができた。

【参考文献】1)伊藤政人 栗本 卓, 松元和久, 粕谷悠紀, 山田祐樹, 高橋真一：スカートサクシオン基礎の実海域実験（その1：概要および貫入実験），土木学会第72回年次学術講演会，pp997-998，2017.9. 2)伊藤政人, 栗本卓, 粕谷悠紀, スレンソッキアン：スカートサクシオン基礎の水平支持特性におけるサクシオンの影響，第52回地盤工学研究発表会，pp1127-1128，2017.7. 3)加藤一紀, 伊藤政人, 栗本卓, 粕谷悠紀, 樋口俊一：基礎形状の違いに着目した砂質地盤におけるスカートサクシオン基礎の遠心模型実験，第54回地盤工学研究発表会，pp1159-1160，2019.7 4)山本縁, 相澤章仁, 金井貴弘, 高森万貴, 大島義徳, 千野裕之：環境DNA分析による洋上風車基礎周辺部の魚類調査，第56回日本水環境学会年会，2022.3

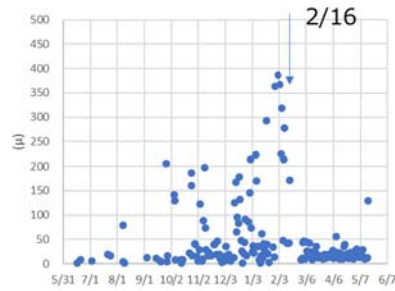


Fig.2 タワー基部曲げひずみ

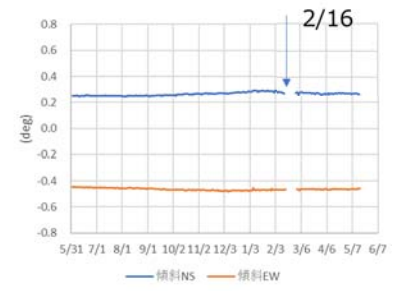


Fig.3 タワー天端傾斜角

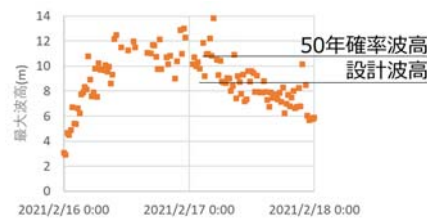


Fig.4 2021/2/16 ナウファスデータ



Photo 5 2021/2/16 Webカメラ



Photo 6 完全撤去状況



Photo 7 撤去作業時の海中状況