

鹿島港洋上風力基地港湾の整備について

荻原 広宣

元 関東地方整備局 鹿島港湾・空港整備事務所 第三建設管理官室
(〒314-0021 茨城県鹿嶋市粟生2254)

現 関東地方整備局 鹿島港湾・空港整備事務所 第一工務課 (〒314-0021 茨城県鹿嶋市粟生2254)

鹿島港は、洋上風力発電の導入促進を図るため、2020年9月2日に国土交通大臣より、港湾法に基づく『海洋再生可能エネルギー発電設備等拠点港湾（基地港湾）』として指定され、重厚長大な洋上風力発電設備の効率的な輸送・建設を行うため、岸壁整備や地耐力強化を進めている。事業の完成に向け、複数工事が進捗する中で現場不一致の発生や工事の輻輳といった課題が発生した。それらの課題について、現場担当者として違う工法の採用や受注者と調整を行い、輻輳回避の取組を行った。

キーワード 洋上風力、基地港湾、疑似重力式岸壁

1. はじめに

鹿島港は、洋上風力発電の導入促進に向けた「海洋再生可能エネルギー発電設備等拠点港湾」（以下「基地港湾」という。）に全国初の4港のうちの1港として、指定されている。基地港湾とは、洋上風力発電設備の設置及び維持管理に利用される港湾のことである。洋上風力発電設備は重厚長大であり、それを扱う基地港湾には、地耐力が強化された岸壁や広大な荷さばき地が求められる。

鹿島港周辺では、鹿島港沖や銚子市沖において洋上風力発電事業が進められている。銚子市沖では、2021年12月24日に洋上風力発電事業者の選定結果が公表、発電容量13.0MWの風車31基、発電出力403.0MWの設置が計画されている。風車本体は、主に「タワー」「ナセル」「ブレード」からなる。それぞれの部材重量は正式に公開されていないが、タワーは組立後約1000t、ナセルは約700t、ブレードは約60t程度の重量を持つと考えられている。組立て後の風車は、図2のとおり、海面からの最大高さが約250mとなり、東京都庁(243m)を超える高さとなる。

鹿島港外港地区国際物流ターミナル整備事業として、前述のように重厚長大な洋上風力発電設備の荷役が効率的で安全に実施できる岸壁(-12m)の整備と地耐力強化を進めている。2023年度末の完成を目標に、複数工事（岸壁の築造、浚渫、地盤改良等）が同時に進捗している状況である。また、鹿島港は波浪の影響を受けやすいため、海象条件の良い日を逃さない様に施工することが重要となる。本論文では、現場担当者として工事が輻輳している中で発生した課題の対応について、事業の完成時期を見据えた取組の報告を行う。

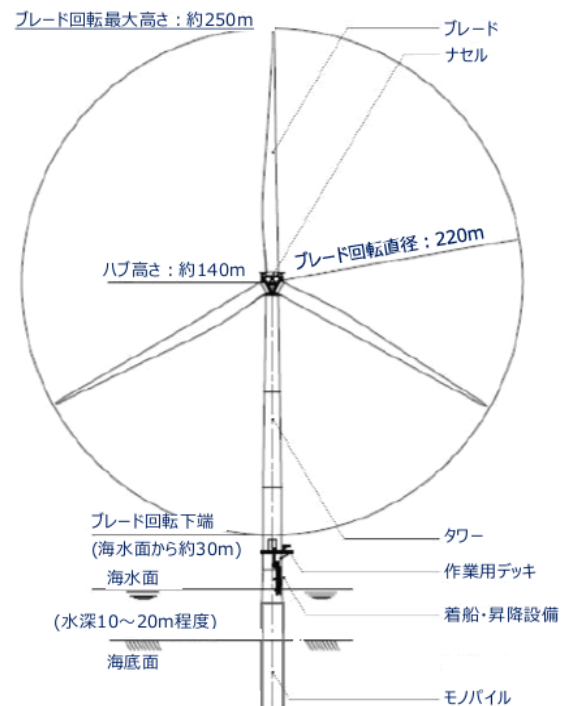


図1 13MW風車概形¹⁾

2. 整備概要

整備する岸壁は、洋上風車部材を取り扱う荷役部側の岸壁と、比較的軽量の部材を取り扱う非荷役部側の岸壁に分けられる。

荷役部側の岸壁は、重量物である洋上風車部材の搬入・仮組立てを行う。タワーの仮組立てには、1ピース約400tのタワーを1600t吊りのクローラークレーンを使用し吊り上げるため、その際に作用するクローラークレーンの接地圧に対して通常の港湾施設の10倍以上である地耐力(350kN/m²)が必要となる。また、岸壁の構造形式は、施工性、施工期間、経済性の観点から、疑似重力式(自立矢板+地盤改良)を採用した。疑似重力式は、国内で開発された工法であるが事例はまだ少ない。あらかじめ打設した自立矢板の背後地盤を深層混合処理工法により固化改良して一体的な重力式構造物とみなした構造形式である。固化改良体構築後は、矢板壁に土圧等が作用しないため、一般的に大水深岸壁では適さないとされている自立矢板式の弱点を補う構造となっている。

非荷役部側の岸壁では、重量物である風車部材を取り扱わない計画としているため、矢板式(控え矢板式)を採用している。控え矢板式は岸壁法線に鋼管矢板を打設し、背後に控え鋼杭を打設してタイ材(矢板と控え鋼杭



図3 外港地区施工箇所



図5 基地港湾平面図
(点線で囲まれた箇所が荷役部)

をつなぐ張力材)により頭部を結合することで鋼管矢板の頭部変位を抑制する構造である。

岸壁は、海外から洋上風力発電部材を載せた貨物船(5万DWT級)が着岸することを想定し、設計水深は、-12mとなっている。

2022年度前期は、以下3件の工事が稼働している。

- ・疑似重力式岸壁整備のため、既設護岸の撤去・掘削、仮設用土留鋼管矢板と岸壁前面の本設鋼管矢板打設を行う荷役部側の岸壁築造工事
- ・控え矢板式岸壁整備のため、鋼管矢板・控え鋼杭の打設を行う非荷役部側の岸壁築造工事
- ・船舶が通る水路である航路及び停泊する泊地の水深確保のための浚渫、鋼管矢板で閉め切った荷役部側岸壁内への揚土・埋立を行う航路・泊地(-12m)浚渫工事

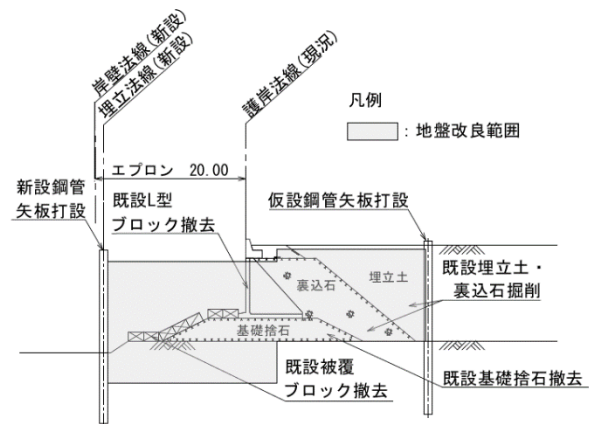


図4 荷役部側岸壁の施工断面図(図4A-A'断面)

3. 実施内容

(1) 地中障害物による対応

a) 陸上部での鋼管矢板打設高止まり

荷役部側岸壁を整備するには、既設L型護岸の撤去が必要となる。最初に、既設L型ブロック撤去時に背後地盤が崩れないよう土留め用の仮設鋼管矢板を打設する(次ページ図6参照)。その仮設鋼管矢板打設の際に既設L型ブロックのマウンドである捨石やL型ブロックの押えとなる裏込石が障害となるため、先行掘削を行い砕石に置換することで、打設することを考えた。しかし、鋼管矢板をパイロハンマで打設したところ、パイロハンマの振動で周辺の裏込石が置換した砕石箇所に入り込み、鋼管矢板が高止まりした。

高止まりの対策として、鋼管杭の中を掘削し、障害物を撤去する中堀併用工法を採用した。撤去した障害物としては、図7のとおり、80cm程度の石が混入していたことが確認された。鋼管矢板内部の障害物を撤去しながらの施工となったため、能力が低下し、3ヶ月程度の遅延が発生した。

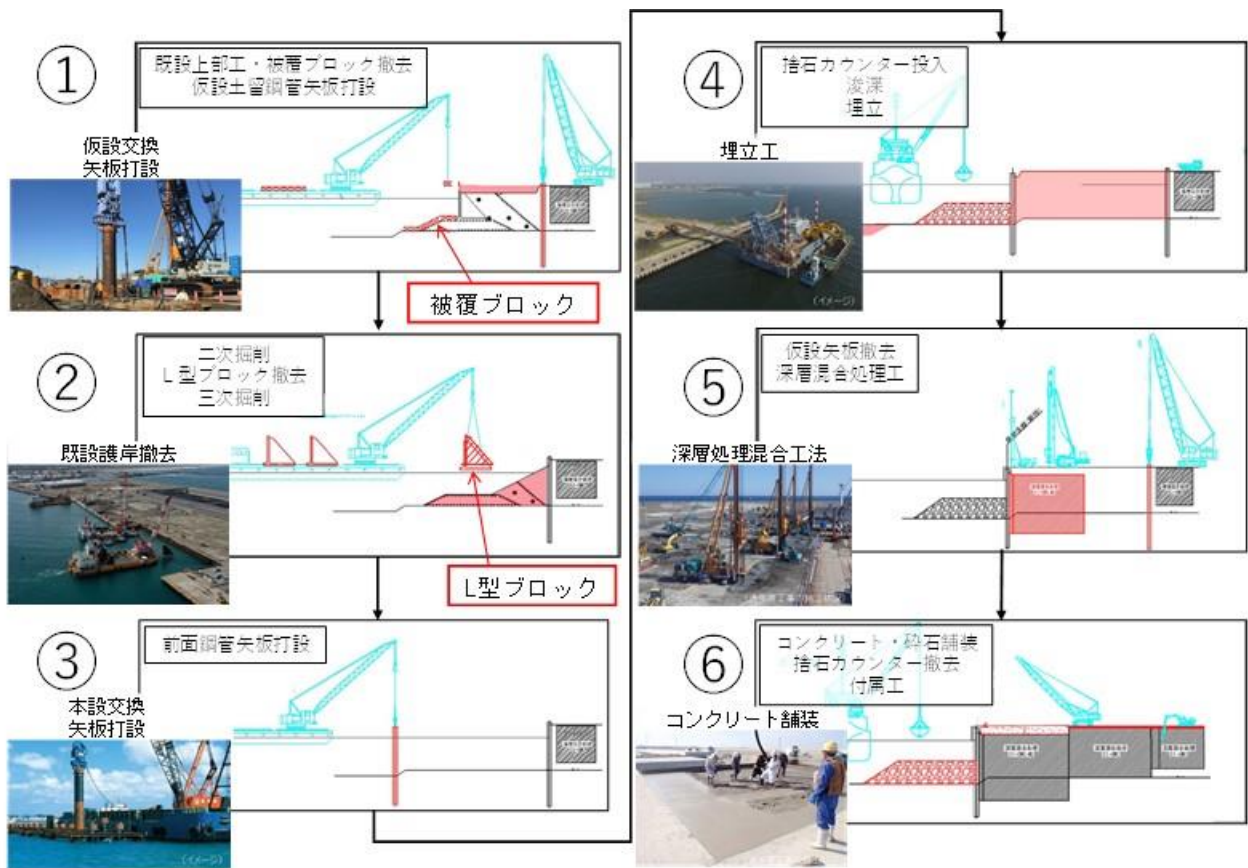


図6 施工ステップ図

b) 海上部における鋼管矢板打設の施工検討

陸上鋼管矢板打設及びL型ブロック撤去後、海上から鋼管矢板を打設する。海上部でも a)と同様の障害が想定されるため、施工方法について検討し、石が入り込まないように先行掘削径を従来より400mm 拡大すること及び砕石の締め固めを行うこととした。加えて、石が入り込んだ際の対策として、施工性、工程、経済性の観点から受注者と以下2案について綿密に協議した。

第1案. 陸上部と同じ中掘併用工法の採用

第2案. ロックパイプロ工法の採用

※ロックパイプロ工法とは、鋼管矢板の先端に高硬度鋼を取り付け、パイプロハンマの打撃により、岩盤を破碎する工法である。

施工性の点から考えると第1案は、地中障害物が陸上部では裏込石（30cm 程度未満）であったのに対し、海上部では基礎捨石（20cm～50cm 程度）となるため、グ



図7 鋼管矢板内地中障害物

ラブ（土砂などをつかみ取る装置）で撤去できない大きい石が混入する可能性があり、その場合、施工不能となることが懸念される。第2案は、石を砕くことができるため、施工性の確実度が高いが混入した石が想定外の大きさや硬度の場合、鋼管矢板自体が破損する恐れがある。

工程の点では、第1案よりも第2案の方が中掘による障害物撤去が不要となるため、1ヶ月程度短縮できる。また、第2案を採用した場合、ロックパイプロ工法で施工するための新たな船舶を用いることから、2隻同時施工が可能となり、工程の遅れを抑制することができる。

経済性では、第1案は第2案よりも単価が高く、また、工程が長いことにより船の拘束費用も増加する。さらに、施工不能が発生した場合、再度先行掘削や鋼管矢板の再

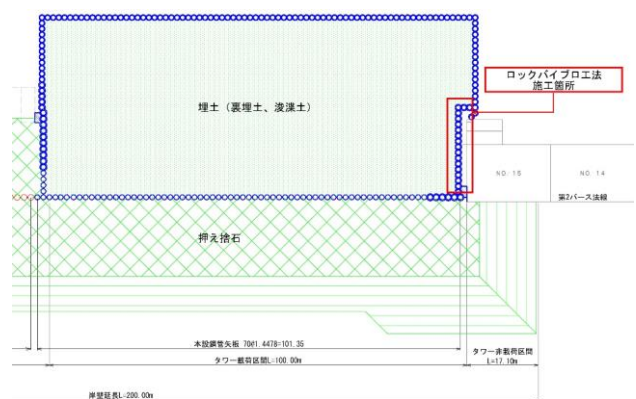


図8 鋼管矢板位置図

打設の費用が必要となる。

以上より、海上部での施工対策として、総合的に優れていると判断される第2案のロックバイブロ工法を採用した。ロックバイブロ工法で施工したことにより、石が入り込んだ状況下でも打設不能となることはなく、1日1～2本ペースで打設を行うことができた。

(2) 現場状況と設計の照査による捨石数量の精査

載荷部側の岸壁には、鋼管矢板で仕切った範囲内に浚渫土を投入し埋立を行う。埋立土の土圧による鋼管矢板の転倒を防ぐため、鋼管矢板の前面に捨石カウンターを投入する(図6④の鋼管矢板左側)。捨石投入範囲を測量したところ、設計時の水深よりも浅くなっている箇所があり、設計照査を行った結果、鋼管矢板の安定性を確保しつつ、押え捨石の数量を削減できることが分かった。設計変更を行い、捨石投入数量を当初数量から1割程度縮減することにより、施工期間を4日程度短縮することができた。

(3) 同時施工を行うための取組

海上部の鋼管矢板打設は、作業船を用いて行う計画であった。(1)地中障害物による対応のとおり、新たな船舶を回航してくるため、2隻同時施工が可能となり、並行して同時に進捗できるようになった。通常は作業船を岸壁に対して横付けにして施工するが、作業船固定のアンカーが相互に干渉することを防ぐため、図9のように作業船を縦付けにし、並べて施工するよう考えた。

この際、航路を示す灯浮標と作業船のアンカーが干渉することが確認されたため、作業に支障の出る間の灯浮

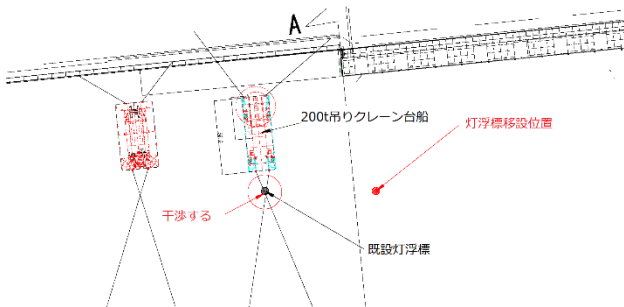


図9 鋼管矢板打設施工図

標について、港湾関係者、水域利用者や海上保安部と協議を行った。当初は、灯浮標を一時的に撤去し、仮設の工事明示ブイを設置することにしていたが、協議の結果、灯浮標の一時移設を行うこととした。この結果、工事が止まることなく、同時施工することができた。

4. 考察と課題

(1) ロックバイブロ工法の採用

鋼管矢板の高止まりを防ぐため、ロックバイブロ工法を採用したことにより、急遽、起重機船の調整が必要となった。船舶の調整は、受発注者双方にとって大変であり、今後も同様の事象が発生する可能性のあることから、今回の事象が想定される仕組みを回避する工法(先行掘削径の見直し、ロックバイブロ工法)の検討が課題である。

(2) 海上作業の輻輳回避や数量縮減による効果

1.はじめにで述べたとおり、鹿島港は海象に影響されやすく施工できない日も多い。海上作業施工方法の見なおしによる輻輳回避や設計照査による数量縮減を行うことで、海象状況の良い日を逃さず効率的に施工できる効果もあったと考えられる。

(3) 休日確保の未達成

完成年度が決まっており、工期延伸が困難な状況下で、工程の遅延を回避しようとするとう休日の確保の達成が難しくなった。現場単位ではなく、個人単位での休日取得も目指したが、元請職員は限られた人数で、並行で進む海上作業と陸上作業の両方を管理しなければならないため、達成が困難となった。このような限られた条件下で、休日確保を達成するための現場体制及び施工方法などについて今後さらなる工夫・検討をしていきたい。

参考文献

- 1) 経済産業省、国土交通省：千葉県銚子市沖公募占用計画の概要