

2.2.6 工事の実施に係る工法、期間及び工程計画に関する事項

1. 工事期間及び工事工程

(1) 工事期間

対象事業実施区域における工事開始時期は、以下のとおりである。

工事開始時期 : 令和5年3月13日

運転開始時期 : 令和8年3月2日

(2) 工事工程

対象事業実施区域における主要な工事は以下のとおりである。風力発電機の基礎は地質調査の結果を踏まえてジャケット基礎とした。

- ・ ジャケット基礎工事（杭設置工、ジャケット設置工、グラウト設置工、洗掘防止工）
- ・ 電気工事
- ・ 風力発電機据付工事

工事工程は表 2.2-1 のとおりである。

なお、ジャケット基礎工事における杭設置工はオールケーシング工法（AC工法）、RSプラス工法及び打撃工法の3種類とした。

表 2.2-1 工事工程

	令和5年												令和6年												令和7年													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
工事中仮設備の設置																																						
	ジャケット基礎工事	杭設置工																																				
		打撃工法 その他の工法	エリアA																																			
	電気工事	ジャケット設置工	エリアABCD																																			
グラウト設置工		エリアABCD																																				
洗堀防止工		エリアABCD																																				
風力発電機据付工事	エリアABCD																																					
	エリアABCD																																					

2. 主要な工事の方法及び規模

(1) 工事用仮設備の設置

工事期間中は、対象事業実施区域近傍に仮設の工事事務所を設置した。

(2) ジャケット基礎工事

ジャケット基礎工事には、杭設置工、ジャケット設置工、グラウト設置工、洗掘防止工が含まれる。

杭設置工は各風力発電機位置の地質調査結果をもとに、AC 工法、RS プラス工法及び打撃工法の 3 種類のうち、最適な工法を採用した。各杭工法の概要は表 2.2-2、各杭工法を採用する位置は図 2.2-2 のとおりである。打撃工法については A-6、A-7、A-10 及び A-11 で採用するが、それ以外の 21 基については AC 工法及び RS プラス工法の 2 種類から選択した。

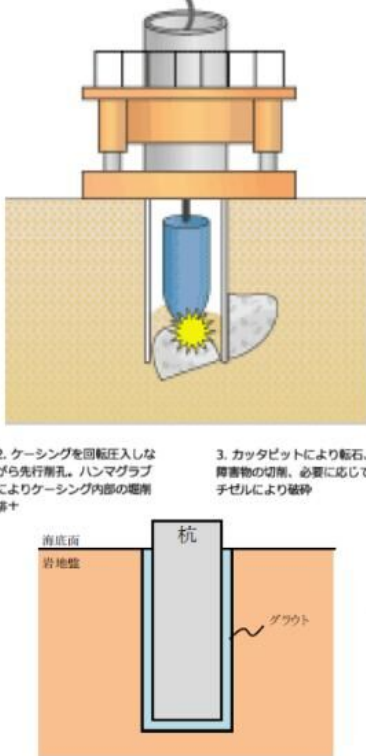
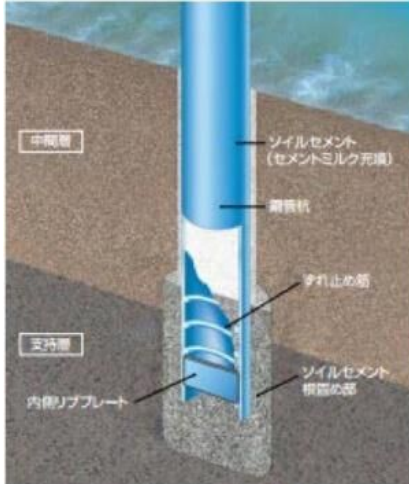

風力発電機 1 基あたりの杭の設置本数は、AC 工法の場合は 4 本、RS プラス工法及び打撃工法の場合は 8 本とした。なお、ジャケット基礎工事におけるバイブロハンマー、油圧ハンマーによる杭打撃は日中のみの作業とした。なお、AC 工法、RS プラス工法及び打撃工法においては、杭設置の位置決めにテンプレートを使用した。

杭設置後、ジャケット設置工により、杭設置工で設置した杭にかぶせて（8 本杭の場合はかぶせるが、4 本杭の場合はジャケットを挿入）ジャケットを設置し、グラウト設置工により、杭とジャケットの隙間にグラウト材を充填した。その後、一部の基礎には、洗掘防止工を設置した。

工事にあたっては、可能な限り低騒音型、低振動型の重機を用い、具体的には、AC 工法掘削機（全周回転型掘削機）、クレーン、発電機などにおいて採用した。

また、汚濁防止対策として、図 2.2-3 に示す汚濁防止膜を使用した。汚濁防止膜は、施工場所周辺に展張し、施工中の汚濁の拡散を防止した。

表 2.2-2 杭工法の概要

<p>AC 工法 (4 本杭)</p>	 <p>2. ケーシングを回転圧入しながら先行掘削。ハンマラップによりケーシング内部の掘削進行</p> <p>3. カッタビットにより転石、障害物の切削。必要に応じてチゼルにより破砕</p> <p>海床面 岩地盤 杭 グラウト</p>	<p>回転するケーシングの先端に取り付けた硬質カッターでケーシングを圧入させ、ハンマラップ、ロックオーガ、チゼル、ダウンザホールハンマーによりケーシング内の掘削を行う。削孔後、杭を挿入して杭と岩盤間にグラウトを充填させて固定する。</p> <p>出典：金城重機株式会社 HP より https://www.kinjyo-yuki.co.jp/6572.html</p>
<p>RS プラス工法 (8 本杭)</p>	 <p>中間層</p> <p>土留層</p> <p>内径リブプレート</p> <p>ソイルセメント (セメントミルク充填)</p> <p>鋼管杭</p> <p>穴れ止め筋</p> <p>ソイルセメント 根固め部</p>	<p>杭の先端に取り付けたノズルから高圧で水を噴射 (ウォータージェット) させた状態でパイプハンマーにより打設する。支持層まで打設後、セメントミルクの高圧噴射で杭先端部に根固め球根を築造し、さらに杭外周面にもセメントミルクを充填する。</p> <p>出典：RS プラス工法カタログより https://www.nipponsteel.com/product/catalog_download/pdf/K118.pdf</p>
<p>打撃工法 (8 本杭)</p>		<p>パイプハンマー、油圧ハンマーにて鋼管杭を打設する。</p>

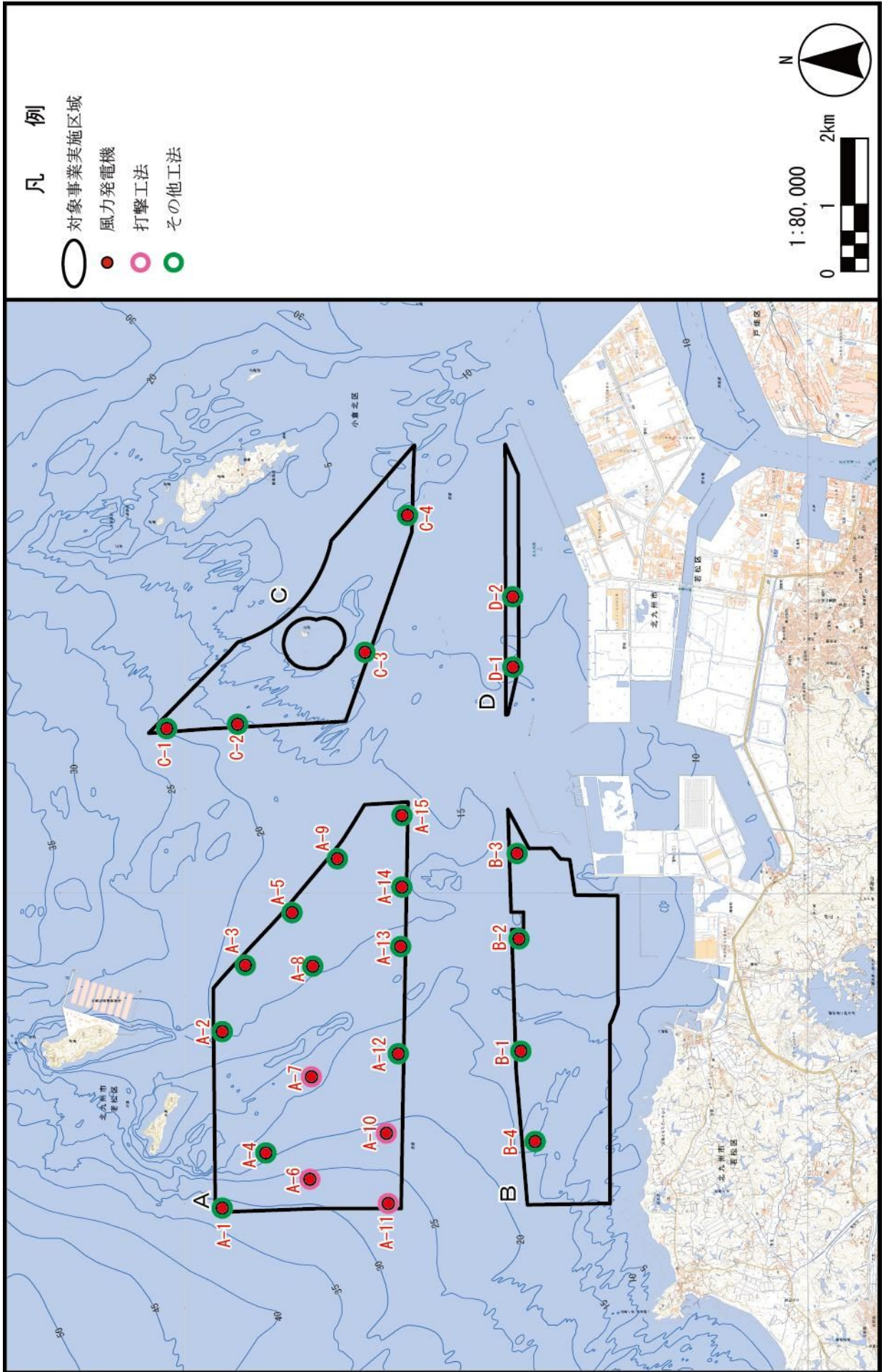


图 2.2-2 各杭工法を採用する位置



図 2.2-3 汚濁防止膜

(3) 電気工事

電気工事には海底ケーブルの敷設及びケーブルの陸揚げが含まれる。

海底ケーブルの配置及び陸揚げ地点の位置は図 2.2-4、海底ケーブルの敷設イメージ図は図 2.2-5 のとおりである。海底ケーブルは埋設を標準とし、地質等の影響で埋設できない場合は防護管等による施工を行った。ケーブルの陸揚げは電源開発株式会社若松総合事業所の旧取水口のコンクリート部分を活用し、新たな改変は行わなかった。また、変電所工事及び陸上送電線工事は同事業所内で行い、工事に伴う新たな改変は行わなかった。

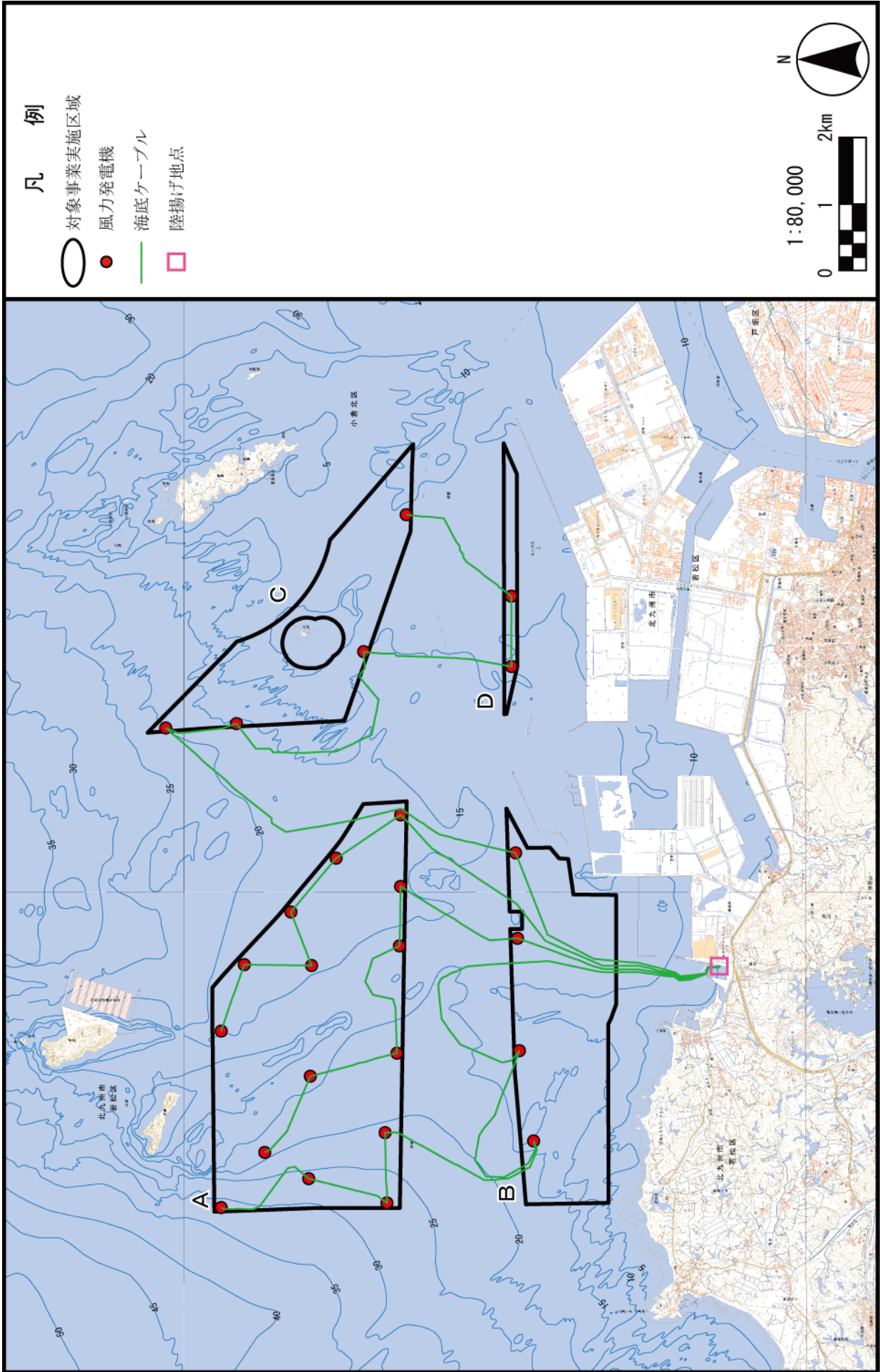
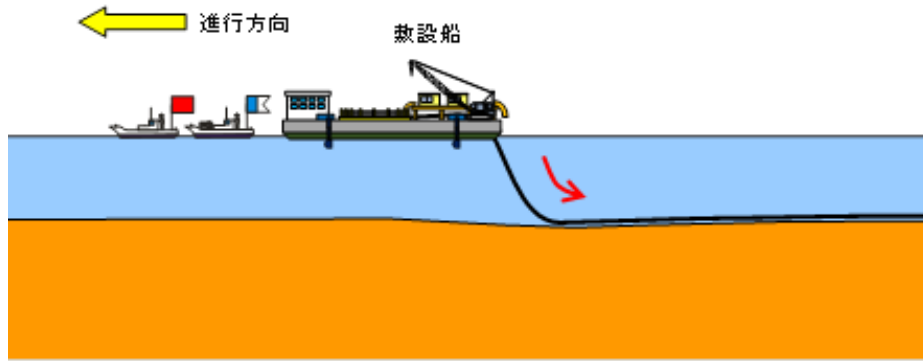


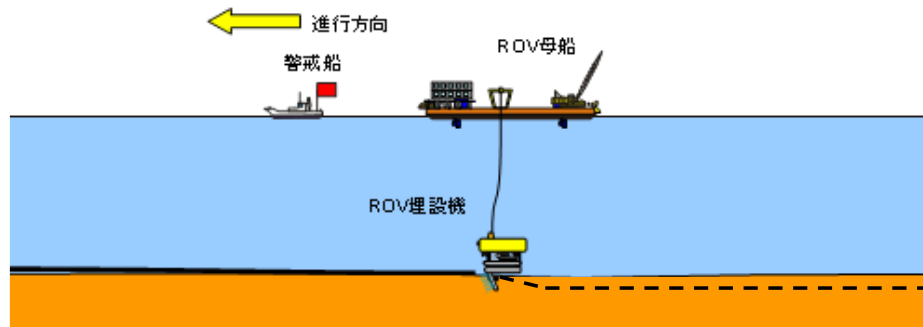
図 2.2-4 海底ケーブルの配置及び陸揚げ地点の位置

敷設作業



埋設作業

・ ROV 埋設



・ アクアジェット埋設

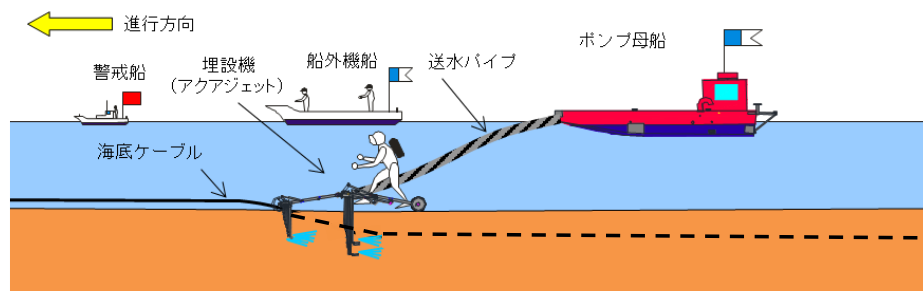


図 2.2-5 海底ケーブルの敷設イメージ図

(4) 風力発電機据付工事

風力発電機据付工事は、港湾管理者が整備した基地港から SEP 船（自己昇降式作業台船）を用いて順次 1 基ずつ支持構造物に設置を行った。大型部品（風力発電機等）の据付搬入ルートを図 2.2-6 に示す。なお、全工事期間において、工事関係船舶の数は一日あたり最大で 59 隻であった。

3. 工事中道路及び付替道路

本事業による工事中道路及び付替道路は新設せず、既存道路も改変しなかった。

4. 工事中資材等の運搬の方法及び規模

大型部品（風力発電機等）の搬入は、海上輸送及び陸上輸送により行った。

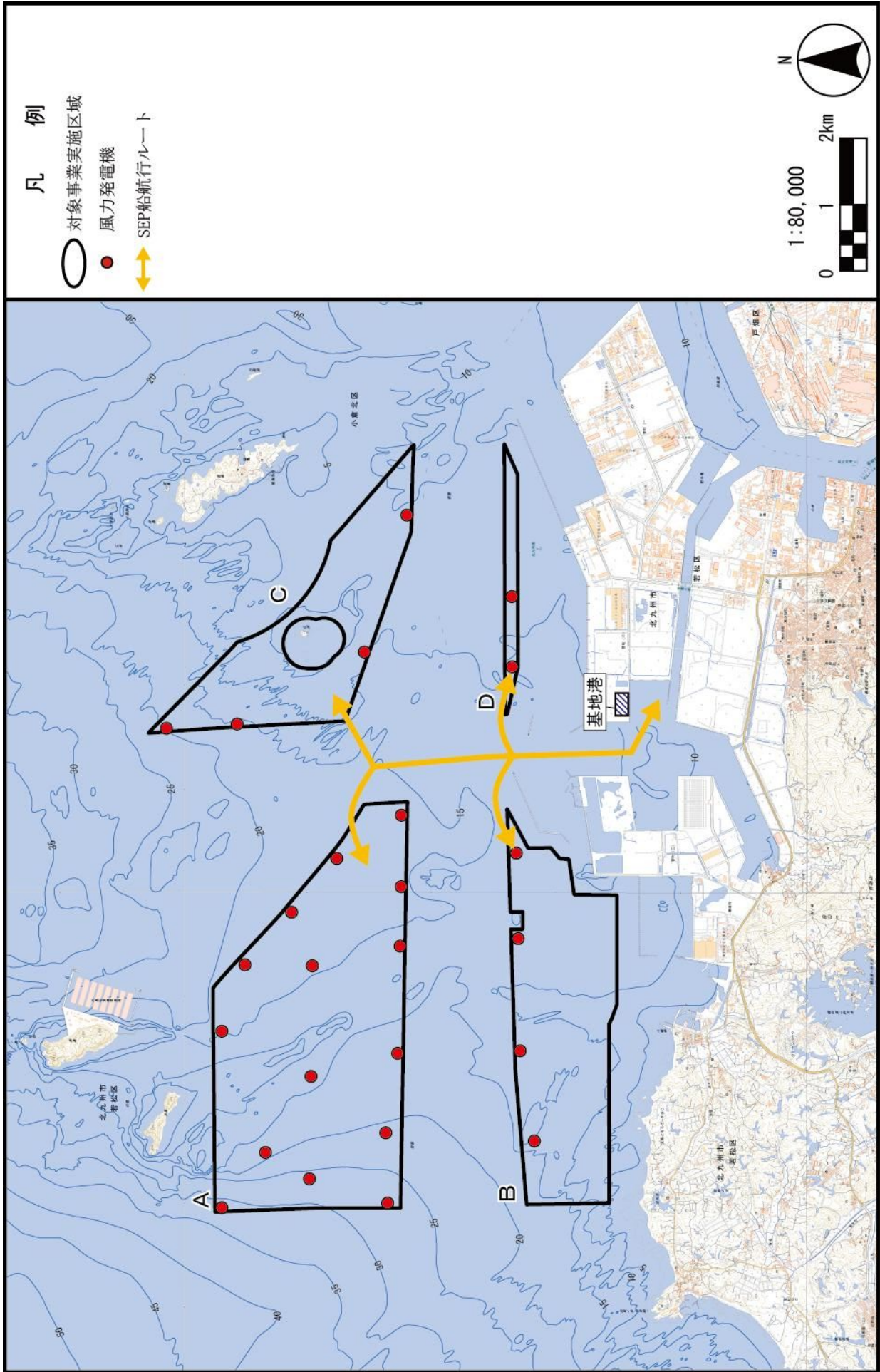


図 2.2-6 大型部品（風力発電機等）の据付搬入ルート

5. 騒音及び振動の主要な発生源となる機器の種類及び容量

ジャケット基礎工事、電気工事及び風力発電機据付工事に使用した主な重機は、表 2.2-3 のとおりである。

表 2.2-3(1) 工事に使用する主な重機の種類（ジャケット基礎工事）

工事種別	機種	規格	用途
杭設置工 (AC 工法)	SEP 船	1,600 t 吊	掘削・杭建込
	SEP 船	800 t 吊	掘削・杭建込
	引船	4,000 PS	SEP 船引船
	引船	3,000 PS	起重機船引船
	引船	2,500 PS	起重機船引船補助
	引船	2,000 PS	資材台船引船
	引船	2,000 PS	500 t 積資材台船引船
	押船	2,000 PS	土運船押船
	起重機船	500 t 吊	資機材運搬・サプライ
	起重機船	1,800 t 吊	テンプレート設置・撤去
	係留支援船	6,000 PS	係留支援・サプライ
	資材台船	500 t 積	テンプレート・杭輸送
	資材台船	3,000 t 積	テンプレート・杭輸送
	潜水土船	180 PS	潜水作業
	土運船	1,300 m ³	掘削土運搬
	揚錨船	30 t 吊	起重機船係留
杭設置工 (RS プラス工法)	SEP 船	800 t 吊	鋼管杭打設
	引船	4,000 PS	SEP 船・台船・係留支援船
	引船	3,600 PS	台船・係留支援船
	引船	3,000 PS	台船・係留支援船
	引船	2,276 PS	台船・係留支援船
	引船	2,000 PS	台船・係留支援船
	引船	1,000 PS	台船・係留支援船
	引船兼揚錨船	5,000 PS	係留支援船
	引船兼揚錨船	2,000 P	SEP 船引船
	起重機船	550 t 吊	鋼管杭打設
	起重機船	500 t 吊	係留支援船
	起重機船	1,800 t 吊	係留支援船
	係留支援船	PC2000-B	係留支援船
	交通船兼作業船	25 PS	係留支援船
	作業船	4,412 KW	係留支援船
	潜水土船	180 PS	杭打設確認
	台船	4,000 t	プラント台船
	台船	3,000 t	テンプレート・杭輸送
	台船	1,000 t	クッション台船
	着火船	575 PS	係留支援船
補助引船	2,600 PS	係留支援船	
杭設置工 (打撃工法)	SEP 船	800 t 吊	施工船
	引船	4,000 PS	SEP 船引船
	引船	3,000 PS	引船
	引船	2,000 PS	引船
	引船兼揚錨船	5,000 PS	施工船
	起重機船	PC2000-8	係留支援船
	起重機船	500t 吊	係留支援船
	起重機船	1,800 t 吊	施工船
	交通船兼作業船	25 PS	施工船
	支援船	6,000 PS	係留支援船

	台船	3,000 t	テンプレート・杭輸送
	台船	3,000 t	鋼管杭輸送台船
	台船	1,000 t	クッション台船
	着火船	575 PS	係留支援船
	着火船	575 PS	施工船
	補助引船	2,600 PS	施工船
	揚錨船	2,000 PS	係留支援船
ジャケット設置工	起重機船	1,800 t 吊	ジャケット据付作業
	クレーン付台船	90 t 吊	据付準備作業
	クレーン付台船	55 t 吊	据付準備作業
	引船	1,600 PS	仮受工切断
	引船	1,000 PS	据付後作業
	引船兼揚錨船	5,000 PS	ジャケット据付作業
	引船兼揚錨船	2,000 PS	据付準備作業
	押船	799 PS	据付準備作業
	押船	750 PS	据付準備作業
	押船	3,000 PS	据付準備作業
	起重機船	500 t 吊	据付後作業
	起重機船	250 t 吊	据付準備作業
	起重機船	120 t 吊	据付後作業
	起重機船	100 t 吊	据付後作業
	作業船	609 PS	ジャケット据付作業
	作業船	575 PS	ジャケット設備復旧
	作業船	350 PS	ジャケット設備復旧
	作業船	245 PS	鋼管杭清掃
	作業船兼揚錨船	240 PS	仮受工切断
	作業船兼揚錨船	209 PS	仮受工切断
	作業船兼揚錨船	150 PS	鋼管杭清掃
	潜水士船	520 PS	ジャケット据付確認
	潜水士船	420 PS	ジャケット設備復旧
	潜水士船	360 PS	ジャケット設備復旧
	潜水士船	330 PS	ジャケット設備復旧
	潜水士船	210 PS	ジャケット設備復旧
潜水士船	165 PS	ジャケット設備復旧	
グラウト設置工	起重機船	250 t 吊	グラウト打設
	引船	4,000 PS	起重機船引船
	引船	2,000 PS	台船引船
	押船	2,000 PS	起重機船押船
	押船	2,000 PS	台船引船
	起重機船	160 t 吊	グラウト打設
	潜水士船	180 PS	潜水作業
	台船	500 t 積	資機材輸送
	着火船	245 PS	係留作業
	着火船	234 PS	係留作業
	揚錨船	2,000 PS	起重機船係留
洗掘防止工	クレーン付き台船	100 t 吊り	ロックバッグ設置
	ラフテレーンクレーン	50 t 吊り	ロックバッグ設置
	引船	550 PS	ロックバッグ設置
	起重機船	500 t 吊	ロックバッグ設置
	警戒船	150 PS	警戒業務
	交通船	150 PS	通船業務
	指揮警戒船	160 PS	警戒業務
	着火船	180 PS	ロックバッグ設置
	誘導船	160 PS	誘導業務

表 2.2-3(2) 工事に使用する主な重機の種類（電気工事・風力発電機据付工事）

工事種別	機種	規格	用途
電気工事 (海底ケーブルの敷設)	ケーブル敷設台船	3,530 t	海底ケーブル敷設
	DP 船	2,000 PS	防護工
	ROV 母船	3,000 t	ROV 作業母船
	ケーブル敷設台船	2,215 t	海底ケーブル敷設
	ポンプ船	273 PS	ハンド埋設、防護管取付
	引船	3,000 PS	ROV 船引船、作業台船引船
	引船	1,800 PS×2	海底ケーブル敷設台船引船
	引船	1,000 PS×2	海底ケーブル敷設台船引船
	引船	1,000 PS	防護工
	曳航船兼警戒船	145 t	海底ケーブル敷設台船引船
	引船兼作業船	4,000PS	海底ケーブル敷設台船引船
	起重機船	100 t 吊	防護工
	交通船	64 PS	人員輸送
	潜水土船	70 PS	防護工
	潜水土船	210 PS	防護管取付
	船外機船	60～70 PS	海底ケーブル敷設
	船外機船	60 PS	防護工
	着火船	575 PS	防護工
風力発電機据付工事	SEP 船	1,600 t 吊	風車据付
	サプライ船兼引船	6,000 PS	人員移動、物資供給
	サプライ船兼作業船	500 t 吊	人員移動、物資供給
	引船	4,000 PS	SEP 船曳航

6. 工事中用水の取水方法及び規模

工事中は、大量の工事用水は、使用しなかった。

7. 工事中の排水に関する事項

対象事業実施区域近傍に設置する仮設の工事事務所からの生活排水（トイレ含む）は、浄化槽で処理し、公共用水域へ排水した。

2.2.7 切土、盛土その他の土地の造成に関する事項

1. 土地の造成の方法及び規模

対象事業実施区域内では、土地の造成は行わなかった。

2. 切土、盛土に関する事項

工事に伴う切土及び盛土は、行わなかった。

3. 樹木伐採の場所及び規模

対象事業実施区域は海域であり、樹木の伐採は、行わなかった。

4. 工事に伴う産業廃棄物の種類及び量

工事に伴う産業廃棄物の種類及び量は表 2.2-4 のとおりである。

工事の実施にあたっては、風力発電機等の大型機器は可能な限り工場組立とし、現地での工事量を減らすことにより廃棄物の発生量を低減するとともに、「建設工事に係る資材の再資源化

等に関する法律」(平成12年法律第104号)に基づき可能な限り再資源化に努めた。

また、有効利用が困難なものについては、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」(昭和45年法律第137号)に基づき適正に処理・処分した。

表 2.2-4 工事に伴う産業廃棄物の種類及び量

(単位：t)

工事種	廃棄物	内容	発生量	有効 利用量	処分量	処理方法
ジャケ ット 基礎工 事	木くず	杭やジャケットの 固縛材	292	292	0	燃料としてリサイクル
	紙くず(段ボール)	梱包材	10	10	0	分別回収し、リサイクル
	金属くず	輸送架台、固縛材	2,297	2,297	0	スクラップ処理
	金属くず	ワイヤー、番線、 銅線	40	40	0	スクラップ処理
	コンクリート殻	グラウト材	185	0	185	中間処理方法：処理場破碎
	廃プラスチック類	梱包材	466	0	466	中間処理方法：処理場破碎
	がれき類	グラウト材	1,400	0	1,400	中間処理方法：処理場破碎
	建設汚泥	スラッジ水	177	0	177	中間処理方法：処理場破碎
	混合廃棄物	廃材	151	0	151	中間処理方法：処理場破碎
	廃油	作動油	8	8	0	再生し、燃料化
電気工 事	海底ケーブル	海底ケーブル残線	104	52	52	金属は可能な限り分別回収、 他は埋立処分
	ケーブル端末処理時 の端材	ケーブル端材	38	22	16	金属は可能な限り分別回収、 他は埋立処分
	木くず	端末梱包材	7	7	0	燃料としてリサイクル
	紙くず(段ボール)	端末梱包材	3	3	0	分別回収し、リサイクル
	樹脂系くず	ロープ、シート類	3	3	0	分別回収し、リサイクル
	金属くず	ワイヤー、番線等	0.3	0.3	0	スクラップ処理
	コンクリート殻	廃材	126	0	126	中間処理方法：処理場破碎
	石膏ボード	廃材	0.3	0	0.3	中間処理方法：処理場破碎
	がれき類	廃材	23	0	23	中間処理方法：処理場破碎
	ガラス陶器くず	廃材	11	0	11	中間処理方法：処理場破碎
風力発 電機 据付工 事	木くず	台木等	93	93	0	分別回収し、リサイクル
	樹脂系くず	梱包材等	99	99	0	分別回収し、リサイクル
	金属くず	仮設用ボルト・ナ ット等	44	44	0	スクラップ処理
	紙くず(段ボール)	梱包材	8	8	0	分別回収し、リサイクル
	ガラス陶器くず	ガラス繊維グラス ファイバ	16	16	0	電気炉処理し、リサイクル
	鉛蓄電池	UPS 動作確認用	1	1	0	分別回収し、リサイクル
	廃アルカリ	洗浄廃液	0.3	0.3	0	中和処理
	廃ウエス	合成繊維製包装	0.1	0.1	0	電気炉処理し、リサイクル
	廃酸	洗浄廃液	0.02	0.02	0	中和処理
	廃油	潤滑油	5	5	0	再生し、燃料化

2.2.8 当該土石の捨場又は採取場に関する事項

1. 土捨場の場所及び量

ジャケット基礎工事において表 2.2-5 のとおり残土が発生したが、土運船にて対象事業実施区域外へ搬出し、既存の処分場で処分した。

表 2.2-5 工事に伴う残土の量

内容	発生量	発生区域	処理方法
AC 工法等による掘削土	6,160 m ³	対象事業実施区域	残土処分場に搬出し処分

2. 材料採取の場所及び量

工事に使用する骨材は、市販品を利用することから、骨材採取等を行わなかった。

2.2.9 供用開始後の定常状態における操業規模に関する事項

1. 発電所の主要設備の概要

対象事業実施区域内に設置する風力発電機の概要は表 2.2-6、外形図は図 2.2-7、基礎構造は図 2.2-8 のとおりである。採用する機種はすべて同一機種であるが、風力発電機によってハブ高さ（ブレードの中心の高さ）が 112～116 m と異なるため、風力発電機高さ（ブレード最上点の高さ）も 199～203 m と異なる。なお、大部分のジャケット基礎の海底面には、洗掘防止対策として図 2.2-9 に示すロックバッグを設置した。また、光化学オキシダントの原因物質となる揮発性有機化合物（VOC）の排出及び飛散の防止を図るため、風力発電機は、原則工場塗装とし、現地での塗装は行わなかった。

表 2.2-6 風力発電機の概要

項目	諸元
定格出力（定格運転時の出力）	9,600 kW
ブレード枚数	3 枚
ローター直径（ブレードの回転直径）	174 m
風力発電機高さ（ブレード最上点の高さ）	199～203 m
ハブ高さ（ブレードの中心の高さ）	112～116 m
カットイン風速	3.0 m/s
定格風速	13.0 m/s
カットアウト風速	31 m/s
定格回転数	10 rpm
設置基数	25 基

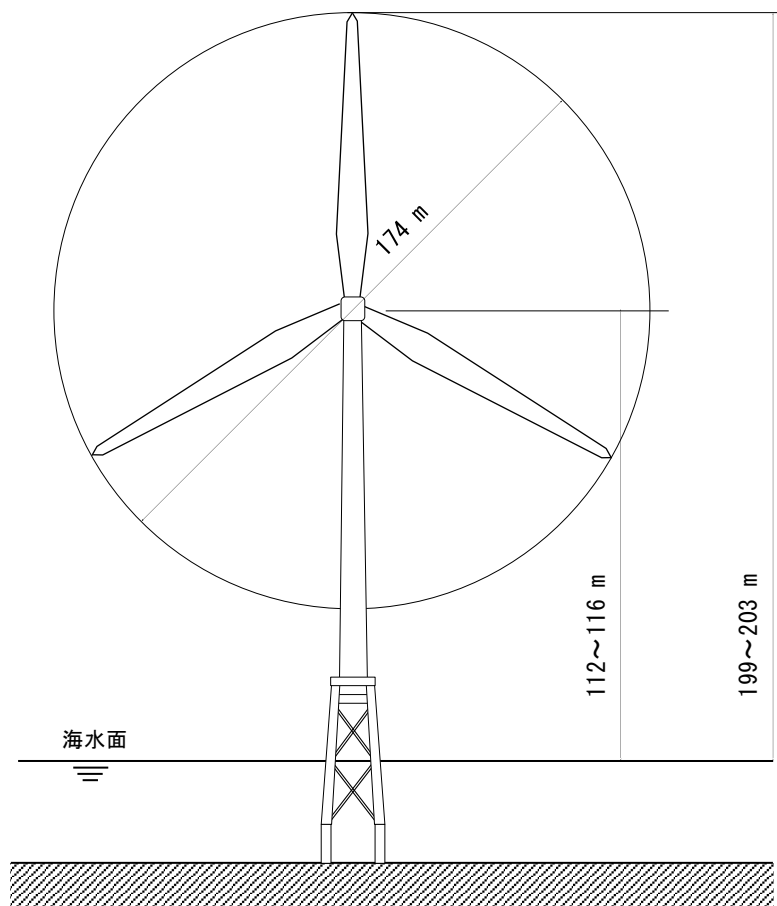
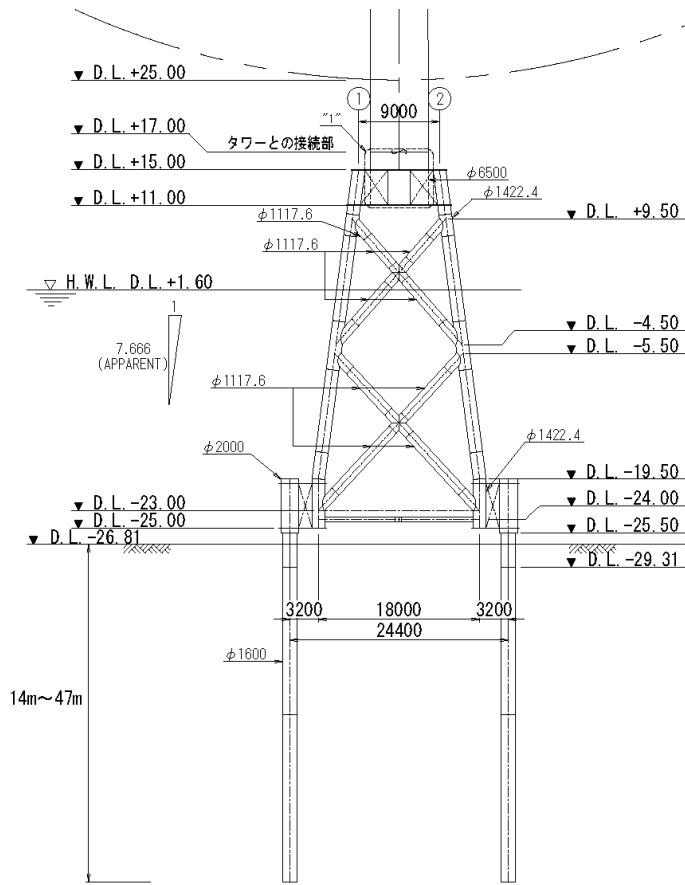
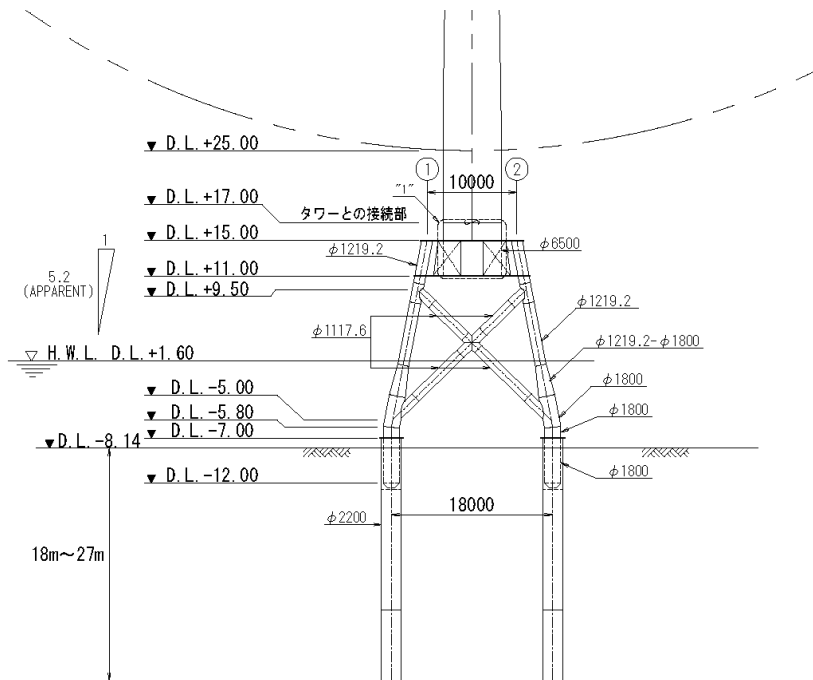


図 2.2-7 風力発電機の外形図



(8本杭の場合)



(4本杭の場合)

(単位：D.L. ; m、それ以外 ; mm)

図 2.2-8 風力発電機の基礎構造 (例)



図 2.2-9 洗掘防止対策

2. 主要な建物等

(1) 運転設備管理事務所

運転設備管理事務所は、対象事業実施区域周辺に設置し、管理員が常駐（平日昼間）し、風力発電機の管理・運用を行う体制を整えた。

(2) 送電線設備

海底ケーブルは埋設を標準とし、地質等の影響で埋設できない場合は防護管等による施工を行った。

3. 一般排水に関する事項

運転設備管理事務所からの生活排水（トイレ含む）は、浄化槽で処理し、公共用水域へ排水した。

4. 用水に関する事項

運転設備管理事務所で使用する用水は、既存の上水道を使用した。

5. 資材等の運搬の方法及び規模

供用開始後は、大規模な修繕が必要な場合以外に大型の資材の運搬は行わず、通常のメンテナンス時にメンテナンス船を用いて各風力発電機にアクセスする。

6. 騒音に関する事項

本事業において設置した風力発電機（25基）のA特性音響パワーレベルは、表 2.2-7 のとおりである。（北九州響灘洋上ウインドファームに係る環境影響評価事後調査計画書のとおり。）

表 2.2-7 風力発電機の A 特性音響パワーレベル (最大騒音発生時)

(単位：デシベル)

オクターブバンド 中心周波数 (Hz)	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	O. A. 値
A 特性音響パワーレベル	91.3	98.6	105.6	106.8	107.9	106.0	98.1	79.9	113.0

注：メーカー資料より作成