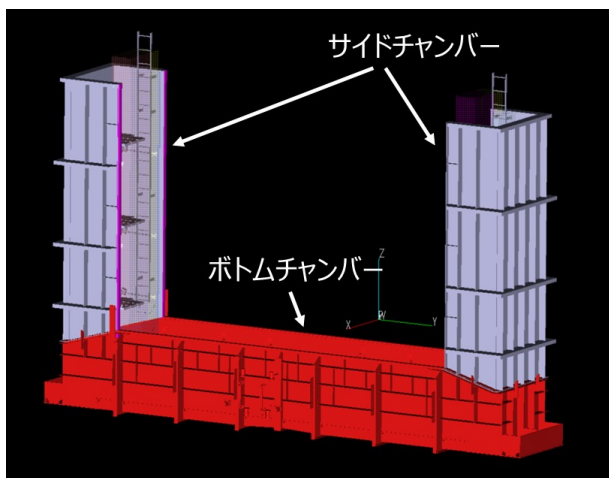


# 浮体構造の洋上接合技術の開発

## Development of offshore joint technology for floating structures



海洋・エンジニアリング事業部 建造管理部

浅野 隆

ASANO Takashi

### 概要

浮体式洋上風力発電の普及を目指すにあたり、浮体の量産体制の構築は大きな課題であり、そのためには国内の大規模ドックだけでなく、中規模以下のドックでも建造可能な浮体形状と工法が求められる。本稿では、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）のグリーンイノベーション基金事業「セミサブ型浮体・ハイブリッド係留システムに係る技術開発及び施工技術開発」（以下 GI 基金と称す）における Phase-1（JPNP21015）の研究開発項目として、当社が当該機構による助成を受けて開発した工法について紹介する。

### 1. はじめに

浮体式洋上風力発電の普及には、浮体構造の量産体制を構築していく必要があるが、浮体の一体建造に適した大規模ドックは国内でも限定的である。当社では中規模以下のドックを有効利用するため、ドック内で建造できるサイズのハーフボディを建造・進水した後、洋上で接合する工法の研究開発を行なっている。

本稿では、当社で開発している洋上接合施工技術の中核にあたる「突合せチャンバー方式」について、その手順概略と共に、モックアップを用いて実施した洋上接合試験について紹介する。

### 2. 突合せチャンバー方式

浮体構造の洋上接合を考える際、喫水線よりも下側、すなわち没水部分での溶接・塗装の施工と検査を可能とする作業環境を、いかにして容易、且つ確実に創出するかが、大きな課題である。

この課題に対し、具体的な施工要領として、次のような手順を考えた。すなわち：①洋上の浮体 A/B について、その接合面を突合せた状態にする。②接合部

分の没水部を取り囲むように「チャンバー」と呼ばれるトンネル型のダクト構造を装着する。③チャンバーと浮体 A/B との接触点で止水した上で、④チャンバー内部から海水を排水する。⑤その結果、喫水線下の浮体接合面近傍に陸上での作業環境と同等の気中空間を創出する、という流れである。図 1 にイメージ図を示す。

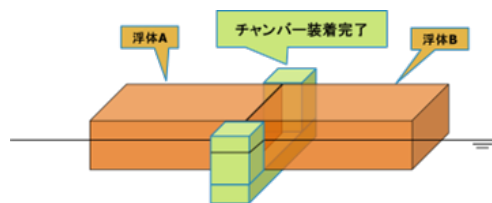


図 1 突合せチャンバー方式 イメージ図

Fig.1 Conceptual diagram of the butt chamber method

本研究開発では、上記コンセプトによる一連の施工手法を「突合せチャンバー方式」と称し、2022 年度活動にてシミュレーションを行い、これを実験的に検証することを目的として、2023 年度に JMU 呉事業所岸壁にてモックアップ試験を実施した。

### 3. モックアップ試験

#### 3.1 浮体モックアップのモデル化要領

当社設計のセミサブ浮体を想定し、図 2（左）のようにハーフボディ A/B と両浮体の接合面とを定義し、接合面近傍を図 2（右）のようにモックアップとしてモデル化、2 浮体の接合断面部は実機相当サイズとした。

浮体モックアップのハーフボディ A/B は、洋上で喫水と姿勢を実機相当で再現し、安定した状態で浮上するように各々台船と合体した構成とした。

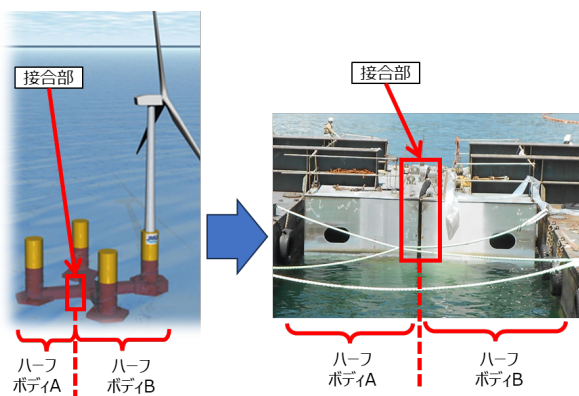


図 2 浮体モックアップ モデル化要領

Fig.2 Modelling of Floating Mockup

#### 3.2 チャンバーの構成

チャンバーの基本構成図を図 3 に示す。ボトム部とサイド部とで分割された構成としており、浮体外板面への装着は、ボトム、サイドの順で行う。ボトムとサイドの連結部は水中でボルト接合する。

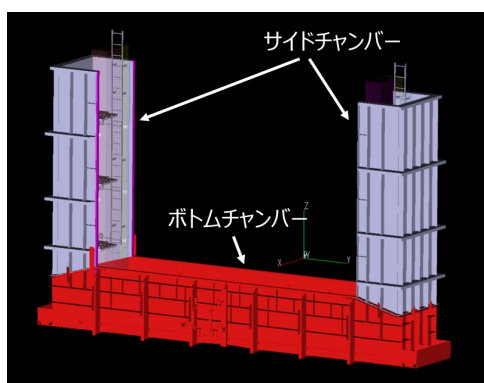


図 3 チャンバーの基本構成

Fig.3 The basic composition of Chamber

#### 3.3 チャンバー装着手順

##### 3.3.1 ボトム部の装着

ボトム部の装着においては、まずボトム部を岸壁クレーンで吊り上げて着水、浮体底面近傍まで沈下させる（図 4）。



図 4 ボトムチャンバー（着水、沈下の様子）

Fig.4 Bottom chamber (water landing and sinking)

水中でボトム部を浮体直下に引き込む機構については、ワイヤーロープを使い、ベルトや滑車を介して滑り降りる遊具（図 5）からその着想を得た、「ZIPLINE 形式」を採用した。



図 5 ZIPLINE 形式の着想

Fig.5 Inspiration for the ZIPLINE method

（出典：Mobility Resort MOTEGI、公式サイト：  
<https://www.mr-motegi.jp/>、検索日 2024/7/9）

本形式では、図 6 のように、予め浮体外板の底面にボトム部を引き込むためのガイドとしてワイヤー①を配しておく。一方のチャンバーボトム部の上端にワイヤー②を配し、ワイヤー②の下端がボトム部と連結された状態としておく。ボトム部を着水、浮体底面近傍まで沈下させた後、ワイヤー②上端のシャックルをワイヤー①にセットし、ボトム部全体がワイヤー①にぶら下がるような恰好とする。この状態で、ボトム部を吊り上げるクレーンと浮体デッキ上のウインチを用いて、ボトム部を徐々に引き込んでいく手順となる。

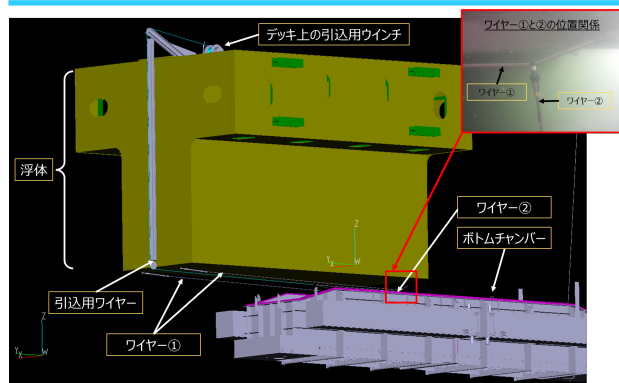


図6 ボトムチャンバーの引込イメージ  
Fig.6 Bottom chamber retraction image

てチャンバー内から海水を排水（図 9）、内部を強制換気することで、陸上での施工と同等の作業環境が確保できた。



図9 チャンバー内部からの排水  
Fig.9 Drainage from inside the chamber

### 3.3.2 サイド部の装着

図 3 に示す通り、ボトム部の両端は浮体側面から張り出した構造になっているため、この箇所をサイド部を搭載し、ボトム部と同様に浮体側外板に圧着させた状態でボトムと水中でボルト接合する。サイドチャンバー搭載の様子、水中での接合の様子を図 7、図 8 に示す。

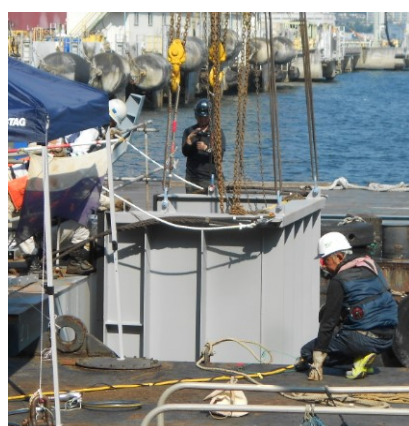


図7 サイドチャンバーの搭載  
Fig.7 Mounting side chamber

## 4. おわりに

実機相当サイズのモックアップ試験により、洋上接合のコア技術である「突合せチャンバー方式」について机上検討の妥当性、実現性を確認することができた。接合断面とチャンバーを実機相当サイズで再現することで得られた知見、ノウハウを基に、ダイバー作業の軽減や設置手順の合理化・汎用化を目指して、引き続き GI 基金 Phase-2 にて実証機による検証を進めていく予定である。

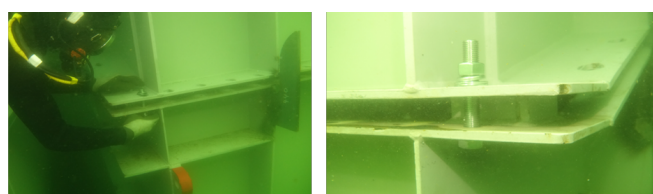


図8 ボトム部とサイド部の水中でのボルト接合  
Fig.8 Bolted joints of the bottom and sides in water

### 3.3.3 止水性の確保と排水

チャンバーボトム部とサイド部の接合面、および浮体外板とチャンバーの接触面には、特殊パッキンを介することで止水性を確保した。

チャンバー装着が完了した状態で水中ポンプを用い