

(参考) 繊維索とのハイブリッド係留について

参考資料 1

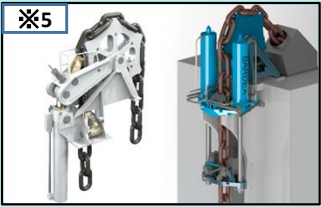
➤ ハイブリッド係留が求められる背景

浮体式洋上風力発電のあらゆる段階におけるコスト低減を目指して世界中で新技術の開発が進められており、浮体係留システムにおいても、**軽量化による作業性の効率化や大水深への展開**を想定し、合成繊維索（以下、繊維索）を用いたハイブリッド係留の研究開発が進められている。

ハイブリッド係留はOil&Gasの世界ではすでに長年の実績があるが、係留条件などの違いから浮体式洋上風力発電特有の課題があり、さらに日本においてはOil&Gasの市場がなかったことから施工に使用される設備も十分に揃っていないという課題がある。

また浮体式洋上風力発電施設係留用のチェーンを供給できるメーカーは世界でも数社しかないと言われており、将来の浮体式大量導入に向けてチェーン供給能力の問題からもハイブリッド係留の開発が求められている。

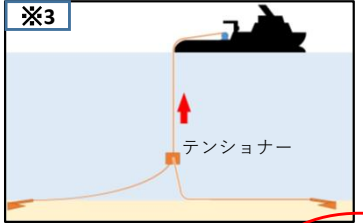
➤ チェーン係留とハイブリッド係留の比較

	チェーン係留 (オールチェーン)	ハイブリッド係留 (トップチェーン+繊維索+アンカーチェーン)
施工前 (輸送/保管)	短所：重い、リール巻き不可で嵩張る※1	長所：軽い、リール巻き可（保管、運搬、施工が容易）※2
アンカー 設置作業	日本海事協会がケイライン・ウインド・サービス（株）と連携して係留施工ガイドライン（浮体式洋上風力発電設備建設のための浮体曳航及び係留施工ガイドライン）を発行・公表済み。 【アンカー把駐力試験の方法】 船舶の水平方向への牽引力を活用する手法や、船舶の垂直方向のウインチ巻き上げ力とテンショナーの組合せによる手法※3などが想定される。	長所：AHTSのリール※4に巻き込み、繰り出しながら施工。 チェーンと繊維索の接続は海上施工時に接続。 課題：アンカー把駐力試験の際、チェーン係留の場合に用いられるテンショナーが繊維索では使用できない可能性あり。 課題：把駐力試験から浮体設置までの間、繊維索を海中で保管する場合、繊維索を傷つけないよう保管する方法（海底との擦れ対策、海中での揉まれ対策）が未確立。 課題：把駐力試験等で繊維索に負荷をかけても、伸びが戻る可能性あり。
浮体との 接続作業	長所：伸びが少ない。現場で長さの調整が可能  出所： ScienceDirect より (チェーンジャック)	短所：繊維索は現場での長さ調整が難しいため、係留システムの長さ調整にはチェーンジャック※5等を利用してトップチェーンで長さの調整を行う必要がある。（コスト増） 課題：繊維索に生じる永久伸びの除去が必要であるが、手法やタイミングが未確立。 課題：索長が変化するため状況に応じた長さを考慮する必要あり。 ・製綱機上での長さ（軽い負荷） ・リールから出したときの長さ（完全無負荷） ・初期張力時の長さ ・20～25年後の長さ（構造伸び+クリープ）
まとめ	長所：実績が多い 外観で劣化をモニタリング可能 (減耗量計測) 短所：自重により大水深対応設計困難	長所：大水深対応設計が可能。 浮体への負担軽減（伸びが浮体の動揺を吸収）。 短所：洋上風力発電での実績が少ない。 課題：係留設計時に弾性伸び・永久伸び（構造伸び）等の考慮が必要。 外部から損傷を受けやすい。 外観で劣化の判断不可（モニタリングや検査の方法が未確立）



出所：2024年 5月
官民フォーラム
資料 3 より

出所：Lankhorst社
HPより



出所：NK係留施工
ガイドラインより

出所：
Sea1 Offshore社
HPより

