

SLWR が接続する小型浮体の復元力特性

Restoring force characteristics of a small float with SLWRs

○高野大輝¹, 北島大誠², 新家裕登², 惠藤浩朗³

* Daiki Kono¹, Taisei Kitajima², Hiroto Shinya², Hiroaki Eto³

Abstract: In this study, the steel lazy wave riser (SLWR) system, which is inexpensive and is expected to reduce fatigue at touchdown points, is used for the riser that carries compressed hydrogen from the seabed to the small float. And, horizontal loads are generated at the connection points between the float and SLWRs due to the tension of SLWRs, which is thought to affect the motion response of the small float. Therefore, in this study, the restoring force characteristics of the small float in which SLWRs and taut mooring lines are connected were grasped.

1. はじめに

既存研究^[1]より, 深海型水素生産貯蔵施設で生産された圧縮水素はライザーを通して深海から海上へ送られるが, 本研究ではそのライザーシステムに比較的安価で Touch Down Point (以下, TDP) における疲労問題が軽減可能な Steel Lazy Wave Riser System (以下, SLWR) を採用する. また小型浮体の係留システムには大水深の係留に実績があるトート係留を使用し深海型水素生産貯蔵システムの構築を考えている. しかし小型浮体に接続する SLWR にも張力に伴う水平方向荷重が生じることから, SLWR の接続が浮体の運動応答へ影響を及ぼすと考えられる. 本研究ではトート係留を含め SLWR により生じる小型浮体の復元力特性の把握を目的とし研究を行う.

2. 計算モデルおよび計算条件

浮体部は海底で生産した圧縮水素を輸送船に供給する必要最低限の機構を有するものとし, Figure 1 のような小さな浮体とした. また, この小型浮体にはトート係留の係留システムと共に長大な SLWR が接続されている. SLWR と係留システムの配置図を Figure 2, 浮体に接続する SLWR を Figure 3, SLWR

と小型浮体の諸元を Table 1 に示す. また本研究の条件では小型浮体の動揺は約 100m 程度であるため^[2], 本研究では小型浮体を前後に 100m 水平移動させた際の復元力特性について検討する.

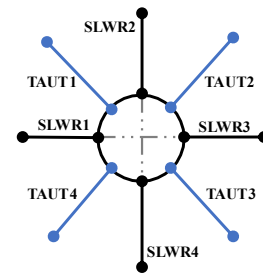


Figure 2 Layout of SLWRs and taut mooring lines

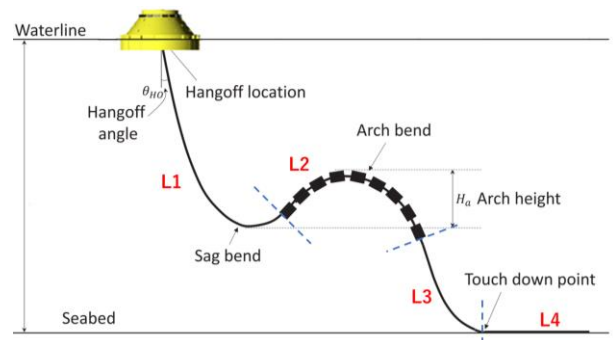


Figure 3 Sketch of the layout of an SLWR



Figure 1 Small float of subsea hydrogen production and storage facility and SLWRs

Table 1 Property of SLWR and small float

Property of SLWR	
Riser pipe length	8000[m]
Length of L1 part	2600[m]
Length of L2 part	600[m]
Length of L4 part	3213[m]
Initial horizontal load	350[kN]
Property of small float	
Radius	25[m]
Draft	5[m]

1:日大理工・院(前)海建 2:日大理工・学部・海建 3:日大理工・教員・海建

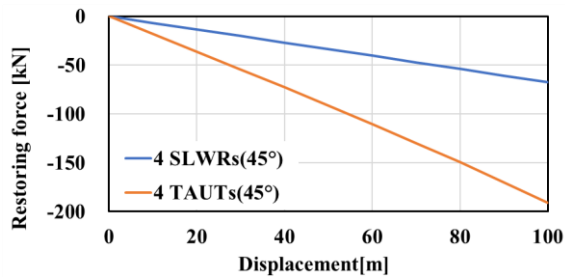


Figure 4 Comparison of restoring force characteristics by SLWR and taut mooring

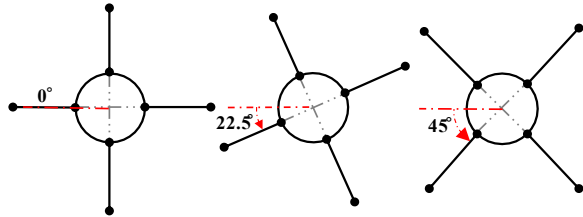


Figure 5 Layout with different SLWR placement angles

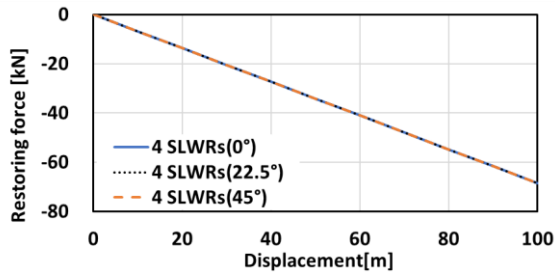


Figure 6 Comparison of restoring force characteristics by SLWR placement angle

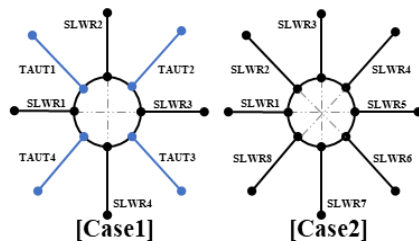


Figure 7 Condition of 4 SLWRs with 4 taut moorings and 8 SLWRs

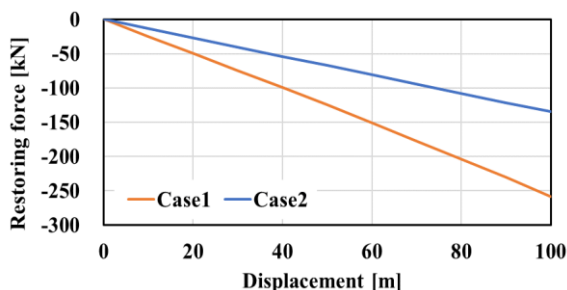


Figure 8 Comparison of restoring force characteristics between the Case1 and 2

3. 小型浮体の復元力特性

3.1. SLWR とトート係留による復元力特性

4本のSLWRと4本トート係留がそれぞれ接続する

小型浮体を水平方向に100m移動させ復元特性を算出した結果をFigure 4に示す。Figure 4よりSLWRはトート係留の約35%の復元力特性を有していることが明らかとなり、SLWRが小型浮体に対して復元力を生じさせることが確認された。

3.2. SLWRの配置角度による復元力特性

小型浮体に接続しているSLWRの配置角度を変化させ3.1と同様に復元力特性の比較を行った。SLWRの角度変化に伴う配置図をFigure 5、復元力特性の結果をFigure 6に示す。Figure 6に示すように小型浮体の角度による復元力の変化は生じず、SLWRが4本接続されている条件であれば、どの角度にも同様の復元力を有する安定した構造であることが確認されるとともに、4本を接続していれば基本的に運動応答が波入射角に依存しないことも確認された。

3.3. 小型浮体の移動による海底部の解析

3.1でSLWRにも復元力特性を有していることが明らかとなったため4本のSLWRと4本のトート係留を配置した条件(Case1)と8本のSLWRを配置した条件(Case2)で復元力の比較を行った。SLWRとトート係留の配置図をFigure 7、復元力特性の結果をFigure 8に示す。グラフよりCase1は特に係留装置を接続せずSLWRのみが接続しているだけであるが、Case2の約半分程度の復元力特性を有していることが確認された。

4. おわりに

本研究より、SLWRはトート係留の約35%の復元力特性を有しており、配置角度による復元力の変化は生じないことが明らかとなった。またCase1とCase2の比較では復元力に約2倍の差は生じたが、SLWRのみが小型浮体に接続していても復元力特性を有していることが確認された。そのため、今後8本のSLWRを接続した小型浮体に対し、復元力特性の確認だけでなく不規則波中の運動応答解析も行い、運動応答特性からSLWRの係留効果についても検討を行いたい。

5. 参考文献

- [1] 海保紘大, 惠藤浩朗, 居駒知樹, 増田光一, 宮本卓次郎, 敷田曜: 深海を活用した水素生産・貯蔵システムの提案と経済性に関する基礎的研究, 日本船舶海洋工学会講演会論文集, 2017.11
- [2] Hiroaki Eto, Miwa Takashima, Daiki Kono, Tomoki Ikoma, Yasuhiro Aida, and Koichi Masuda "A Fundamental Study on dynamic Behavior of Small Floating System with SLWR in Regular Waves", Proceedings of ISOPE2021, 2021.6