

PS-32 タグレス荒天対応新荷役システムの稼働性評価

海洋開発系 *渡邊充史、湯川和浩

1. はじめに

浮体式 LNG 生産システム (FLNG) の LNG の払い出しには主に Side by Side 方式、Tandem 方式が検討されている。これらの方式においては、FLNG と LNG 運搬船の接続時に 2 船の相対位置を保持するためにタグポートによるサポートが必要であるが、タグポートが使用できない荒天下では出荷を行うことが困難となる。この問題による稼働率の低下を改善するため、可動式浮体を用いる出荷方式、洋上ドッキングによる出荷方式が提案されている。本研究では上記 2 つの方式の Feasibility Study として、荒天下での稼働性評価を行ったのでその結果を述べる。

2. 可動式荷役システム

本研究では、可動式荷役システムとしてノルウェーの Remora 社で開発された FPSO 用出荷システムを対象とする。スラスター付きの L 字型の浮体がフローティングホースを通じて FPSO と接続されており、この浮体がシャトルタンカー船側に接続して石油の出荷を行う。可動式浮体であるためマニホールドの位置を変更する必要がなくシャトルタンカーに改造が必要ないというメリットがある。また浮体には DP 機能が備わっており、FPSO の安全オフローディングエリア内でオペレーションを行うことが可能である。現在このシステムを LNG オフローディングにも適用させる検討が行われている (図 1 参照)。

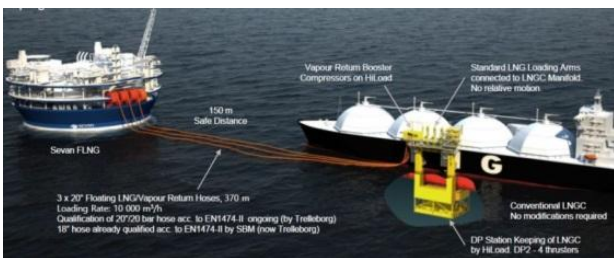


図1 可動式荷役システムによる LNG 出荷¹⁾

3. 洋上ドッキングシステム

洋上ドッキングシステムは、ドイツ経済エネルギー省の資金の基で Nexans Deutschland、Brugg Rohrsysteme、IMPac Offshore Engineering、ベルリン工科大学の連携で 2007 年から 2011 年まで行われたプロジェクト内において検討された出荷システムである。FLNG 後部に出荷用ドックを設置し、LNG シャトルタンカーの船首部をドック内へ入渠させる事によりタンカー船首部から出荷を行うシステムである。出荷ホースの長さをタンデム方式よりも抑える事が可能であり、荒天中又は氷海中でも稼働可能と考えられている。また、FLNG と LNG シャトルタンカー船首部を 6

本のホーサーで係留する事により相対位置を保持する事が出来る (図 2 参照)。



図2 洋上ドッキングシステムによる LNG 出荷²⁾

4. 稼働率評価

4. 1 評価モデル

評価に使用した可動式荷役システムの荷役浮体、LNG 運搬船、FLNG の主要目を表 1~3 に示す。

表1 荷役浮体、LNG 運搬船、FLNG 主要目

	荷役浮体	LNG 運搬船	FLNG
L, Lpp (m)	28.0	272.0	354.7
B (m)	27.0	43.4	65.0
d (m)	31.8	11.4	12.0
Δ (ton)	5,137	93,716	251,378
Gmt (m)	3.05	3.00	23.35

4. 2 評価対象海域

評価対象海域はノルウェー Haltenbanken 海域とした (図 3 参照)。

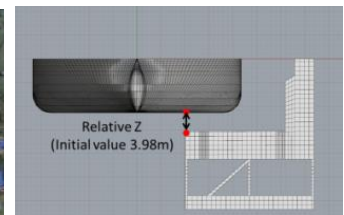


図3 評価対象海域²⁾ 図4 可動式浮体システム評価位置

4. 3 評価方法及び評価結果

可動式荷役システムでは浮体が LNG 運搬船に接続する前、洋上ドッキングシステムでは LNG 運搬船が FLNG の船尾ドックに入渠する前の状態を想定し、各浮体の相対上下運動の大きさをを用いて評価した。相対上下運動は周波数領域流体力計算ソフト WAMIT を用いて算出した各浮体の応答関数を、評価位置 (図 4, 5 参照) での相対上下運動応答関数へ変換し、対象海域での波スペクトルを

掛け合わせることで求めた。この値を表4に示す評価基準値と比較し、稼働率を推定した。

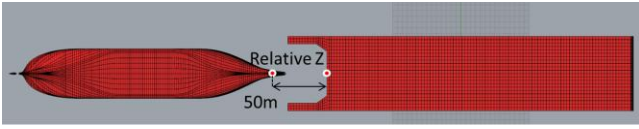


図5 洋上ドッキングシステム評価位置

表4 評価基準値^{2),3)}

評価基準	可動式荷役システム	洋上ドッキングシステム
相対垂直距離	3.0m以上	±2.69m以下

波スペクトルは JONSWAP スペクトルを使用し、対象海域で発生し得る有義波高、ピーク波周期(ゼロアップクロス周期から換算)を入力パラメータとして用いた。また、浮体への波入射角を30度毎に変化させ、入射角度による影響も加味した。図6、7に全波入射角で評価を行った結果を示す。尚、本論文では入射角は追い波を0度、向い波を180度と定義した。

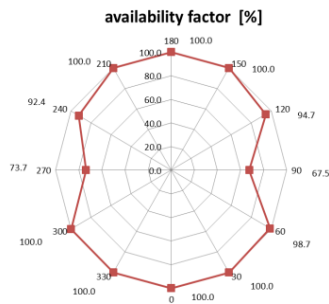


図6 可動式荷役システムの稼働率

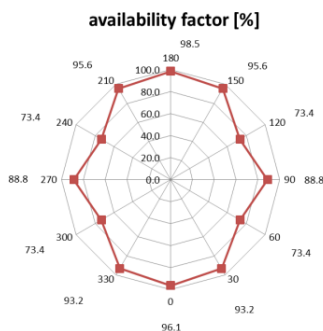


図7 洋上ドッキングシステムの稼働率

図6、7より可動式荷役システムの方が対象海域内では稼働率が高いことが分かった。また、可動式荷役システムでは横波状態で稼働率が落ちている。これは相対上下動のピーク周期が対象海域での波周期付近に存在していたためと考えられる(図8,9参照)。一方、洋上ドッキングシステムは横波状態で稼働率が高くなっている。これは相対運動のピーク周期が対象海域での波周期よりも長い箇所に存在したためと考えられる(図10参照)。

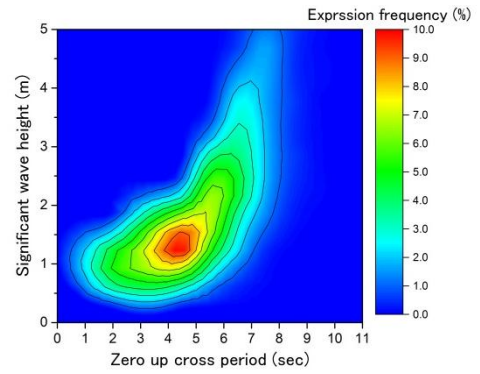


図8 対象海域での波浪出現確率分布図

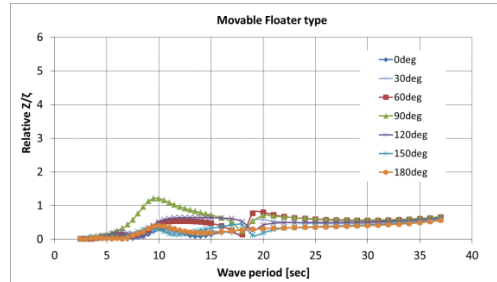


図9 可動式荷役システム相対運動応答関数

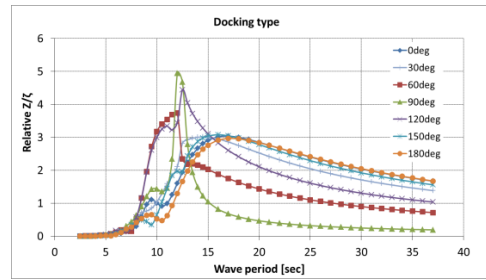


図10 洋上ドッキングシステム相対運動応答関数

4. まとめ

新形式出荷システムである可動式荷役システムと洋上ドッキングシステムの稼働性評価を行い以下の結論を得た。

- 1) 対象海域内では可動式荷役システムの方が洋上ドッキングシステムよりも稼働率が高い
- 2) 可動式荷役システムでは対象海域内において横波状態で稼働率が低下する
- 3) 洋上ドッキングシステムは対象海域内において斜め波状態で稼働率が低下する

5. 参考文献

- 1). Hiloal LNG Sevan Marine
<<http://www.sevanmarine.com/solutions/hiloal-lng>>
- 2). Challenge of offshore LNG transfer Technische Universität Berlin, PP. 69, 88.
- 3). Deepwater Direct Offloading Systems, Remora tech, PP. 110, 2013.