

係留設備向けリアルタイム保守管理システムの開発 Phase 2

事業ID: 2021000083

三菱重工業株式会社

1. 事業の目的、概要

洋上オイル・ガス生産設備の係留システムの損傷リスクや保守コストの低減・管理に向けて、物理モデルと計測データを融合して設備信頼性を定量化し、最適な保全条件を提案可能なデジタルツイン（システム）を実現するオペレータニーズが存在する。

前段階事業（Phase 1）では、デジタルツインの概念設計、システム/ダッシュボードの試作、デジタルツインに用いる検査データの標準化（対象：係留チェーン）を実施した。本事業（Phase 2）では、①業界ニーズ・課題の深堀り調査、②検査データの標準化範囲の拡張（対象：係留ロープ）、③検査報告書の自動読込の試行、④ROVビデオデータを用いた異常検知・特徴抽出、⑤デジタルツイン評価ロジックの実装、⑥デジタルツインダッシュボードシステムの実装を行った。

2. 事業で得られた成果

過去の係留システム関連の事故統計を調査し、係留システムの中で最も故障頻度が多い係留チェーンを主対象として、以下に示す技術開発、検討成果を得た。

① 業界ワークショップによるニーズ・課題の詳細調査

- ・ 認証機関、オペレータ、係留設備ベンダーなど19組織から参加者を集めたワークショップを開催し、①異常検知/特徴抽出の自動化、②設備健全性解析、管理、③検査、保全管理に関するニーズや課題を調査、整理した。

② 係留ロープの検査データテンプレートの標準化

- ・ Phase 1事業で開発した、係留チェーンの標準検査データテンプレートを参考に、既存検査レポートやオペレータからのフィードバックを参照して、係留ロープの標準検査データテンプレートを作成した。

③ 手書き検査報告書への画像認識技術の適用性評価

- ・ 係留チェーンの肉厚計測結果を纏めた数表において、種々の手書き文字、スキャンデータに対して、Microsoft AzureのAPIを利用した数表の自動認識を試行し、考えられる適用先と適用限界を纏めた。

④ 海中ビデオデータへの自動異常検知、特徴抽出技術の適用性評価

- ・ 米国スタートアップと連携し、ROVで取得されるビデオデータから、自動的に傷や腐食、海生生物が付着した部位を推定する技術、チェーンIDや各部寸法を推定する技術を試行し、技術の適用先や適用限界を整理した。

⑤ 係留デジタルツインプロセスの構築

- ・ デジタルツインの全体プロセスを、(i) 係留解析による張力予測、(ii) 構造解析による応力予測・寿命評価、(iii) 健全性管理の3つのサブプロセスに分けて開発した (図1)。
- i. 事前に作成した係留力データベースを用いて、該当する環境条件に対するデータを参照することで、都度解析を実施することなく、リアルタイムで係留力を予測する (図2 左)。
- ii. 係留解析で算出した係留力と標準検査データを用いて、腐食チェーンの疲労寿命、静強度成立性、破損確率を評価する。腐食ピットのサイズと応力集中係数の関係を学習した回帰モデルを構築することで、任意の腐食ピットに対して応力集中係数と疲労寿命を評価する (図2 右)。
- iii. 強度解析で得られた破損確率、故障影響度、故障防止対策コストの3つのバランスを見ながら、対策を最適化する。

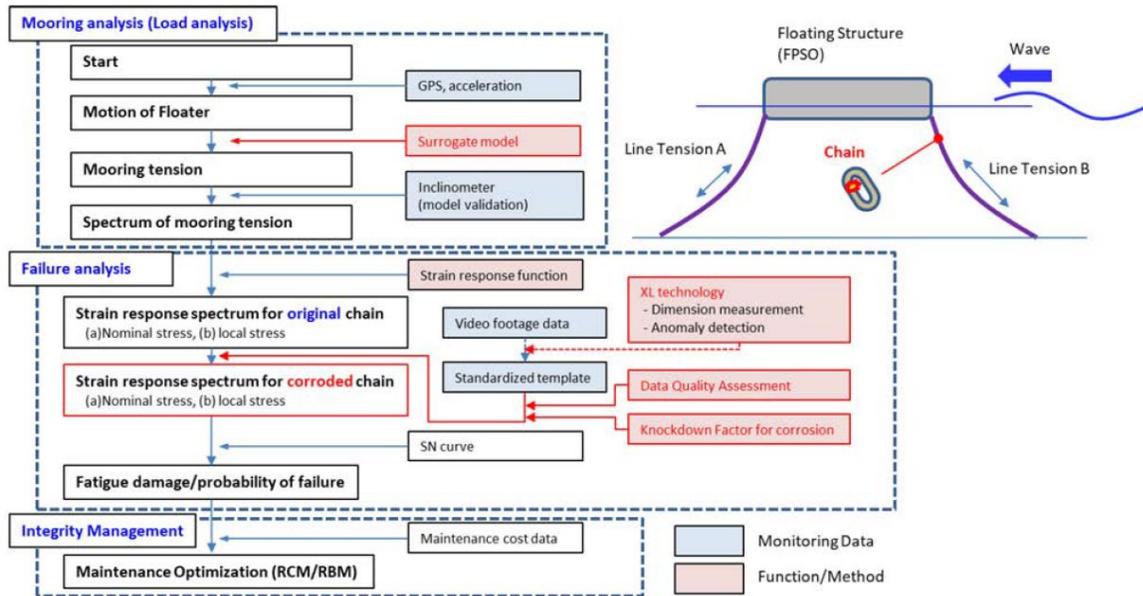


図1 デジタルツインプロセスのワークフロー

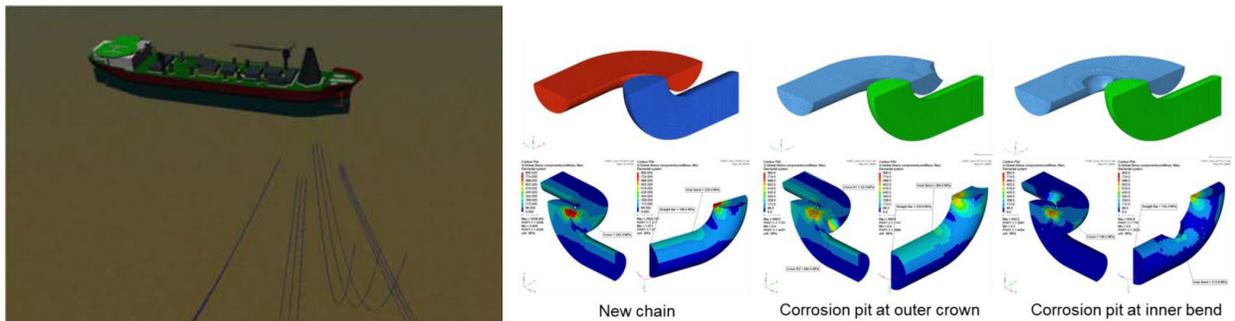


図2 係留解析モデル(左)と構造解析モデル(右)

⑥ 係留デジタルツインシステムの構築

- Phase 1事業で試作したダッシュボードシステムを原案として、デジタルツインシステムを試作した。本システムは、7つのページで構成され、ダッシュボードは、係留システム全体、各係留ライン、各チェーンについて、健全性評価に関する情報を与える（図3）。

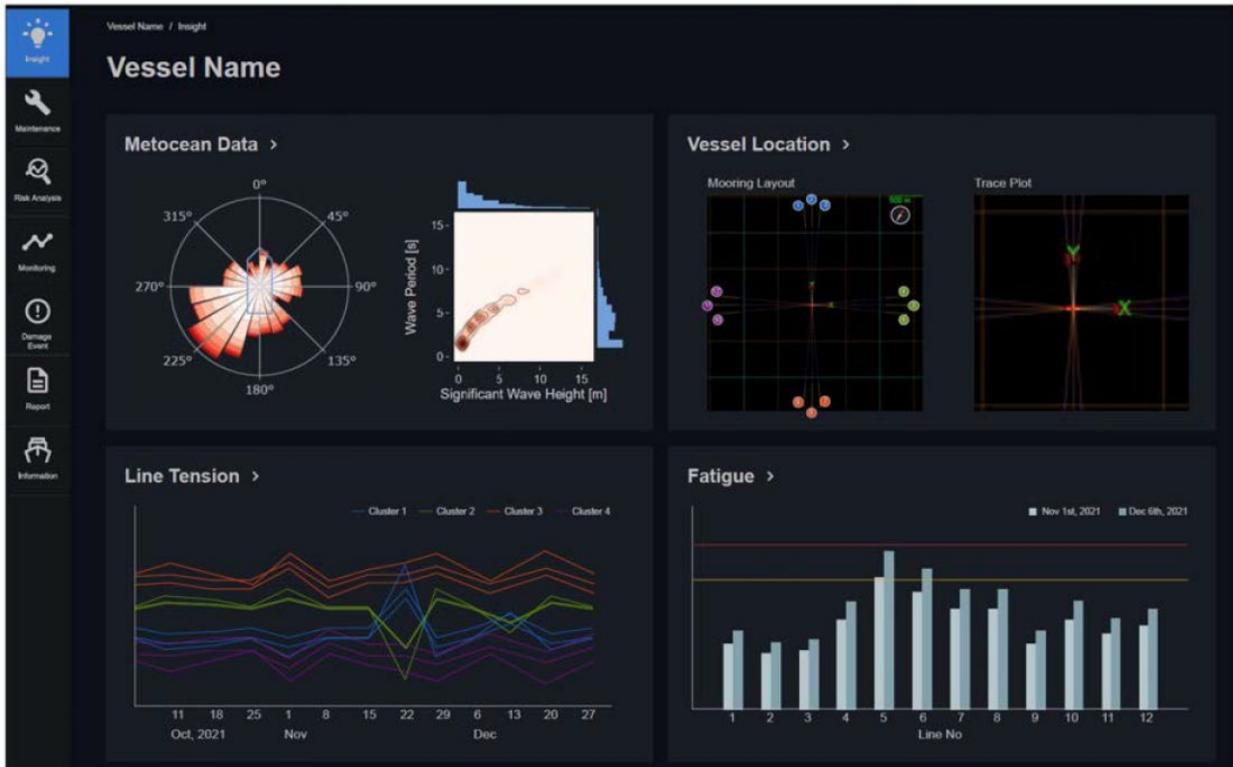


図3 デジタルツインダッシュボードシステムの画面例(サマリページ)

3. 学会発表及び論文発表

学会発表1件: OTC 2022, 2022年5月 (MHI、MHIA、DNV、XaaSLabsの共著)

Matsumoto, S., Jaiswal, V., Sugimura, T., Yoshida, K., Ishii, H., Tsukahara, K., ... & Rajput, A. (2022, April). Mooring Integrity Management Through Digital Twin and Standardized Inspection Data Phase 2. In Offshore Technology Conference. OnePetro.