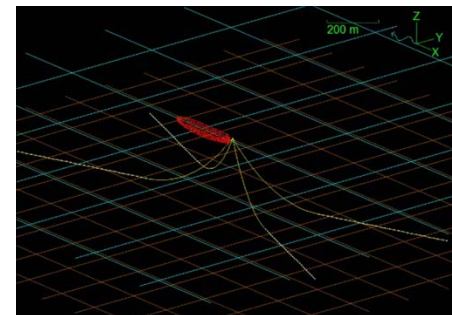


# FPSO/FSO係留解析ツールの研究開発

平成26年9月30日

一般財団法人日本海事協会  
三井造船株式会社  
株式会社三井造船昭島研究所



# 研究背景および目的

## 研究背景

FPSOならびにFSOは、適用水深範囲の広さ、移動の容易性から世界的に需要が高まることが予測される。

一方、近年は建造が途絶えているため、設計者が扱えるツールが失われ、経験と知見を有する設計者も少なくなっている。

そのため、日本国内では、係留システムの検討、設計、評価を行うことが難しくなっている。



## 研究目的

造船技術者が容易に扱え、  
実用上十分なレベルの解析結果を得ることが出来る  
係留解析ツールを開発する。

# 期待される効果

- 係留解析ツールの開発により、次の効果が期待される。
  - 開発された解析ツールで鋼船規則に準じた評価が可能になり、造船所等で承認を前提としたFPSO/FSOの浮体と係留システムの検討や設計が可能となる。
  - 船級承認に用いられている既存ツールと同等な解析結果を得ることが出来ようになり、独自のツールを使用して船級承認ができるようになる。
  - 将来、海洋構造物、FLNG、NGH-FPSO、Ship to Ship等の検討、設計および評価を行うための元となるツールを得ることが出来る。

# 研究概要

- 本研究開発では、FPSO／FSO係留システム解析ツールの実現を目指して、次に示す開発作業を実施した。
  - 解析ツールの仕様検討
  - 解析方法の検討
  - 解析ツールの開発
  - 解析ツールの検証
    - 水槽試験との比較
    - 業界標準ツールであるOrcaFlexとの比較
  - マニュアル及び報告書の作成

# 研究体制および期間

## ● 研究体制

本研究開発は、以下の1団体及び2社により実施した。

- 一般財団法人日本海事協会
- 三井造船株式会社
- 株式会社三井造船昭島研究所

## ● 研究開発期間

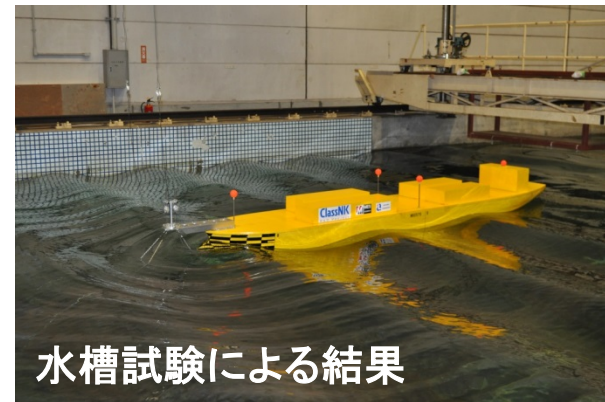
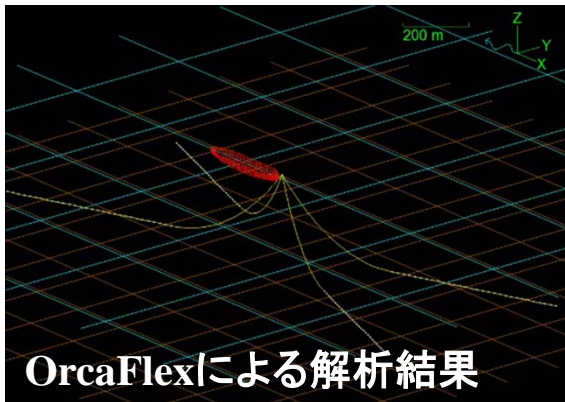
2012年5月1日～2014年9月30日

# 研究開発スケジュール

	2012年			2013年				2014年		
	5~6月	7~9月	10~12月	1~3月	4~6月	7~9月	10~12月	1~3月	4~6月	7~9月
(1)勉強会										
1)入力データ	←----->	----->								
2)プログラム設計	←----->	----->								
3)評価方針	←----->	----->								
(2)プログラミング										
1)振れまわり解析		←----->								
2)動的係留力										
3)入出力部		←----->								
(3)検証										
1)プログラムとの比較				←----->						
2)水槽試験					←----->					
水槽試験との比較							←----->			
(4)まとめ										
プログラム改良、まとめ									←----->	

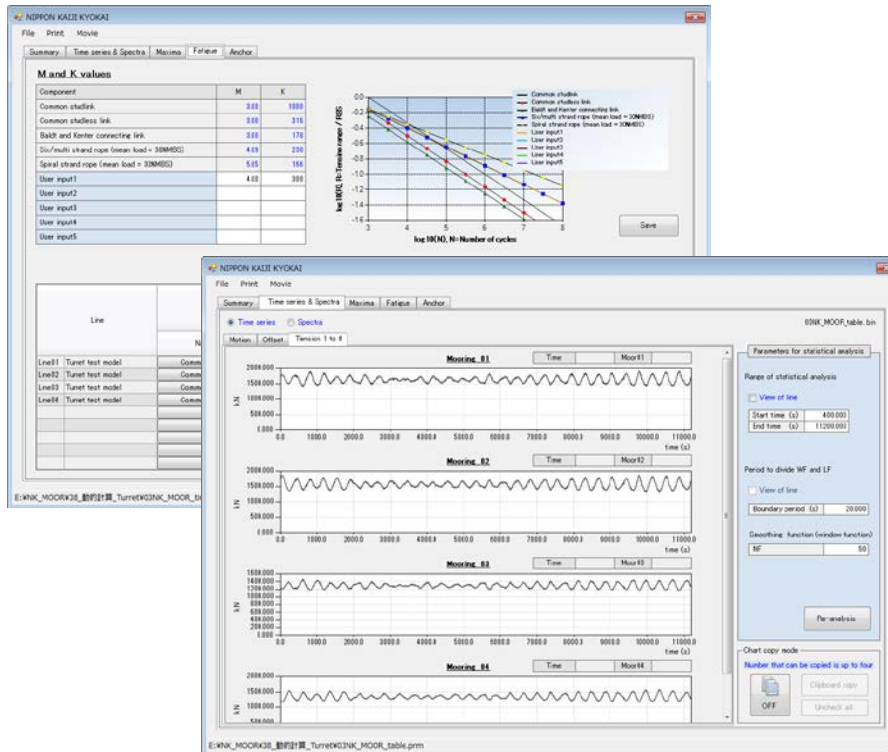
# 係留解析ツールの開発方針

- 次に示すようなツールの実現を目指し開発を行った。
  - 一般的な造船関連技術者が扱うことが可能
  - 業界標準係留解析ツールと同等の評価が可能
  - 鋼船規則に準じた入力と結果評価が可能
  - スプレッド係留／Turret係留を扱うことが可能
  - 大水深係留時評価が可能



# 係留解析ツールの開発(1)

- 入出力や計算方法について、全9回の勉強会を実施し、仕様検討を行った。



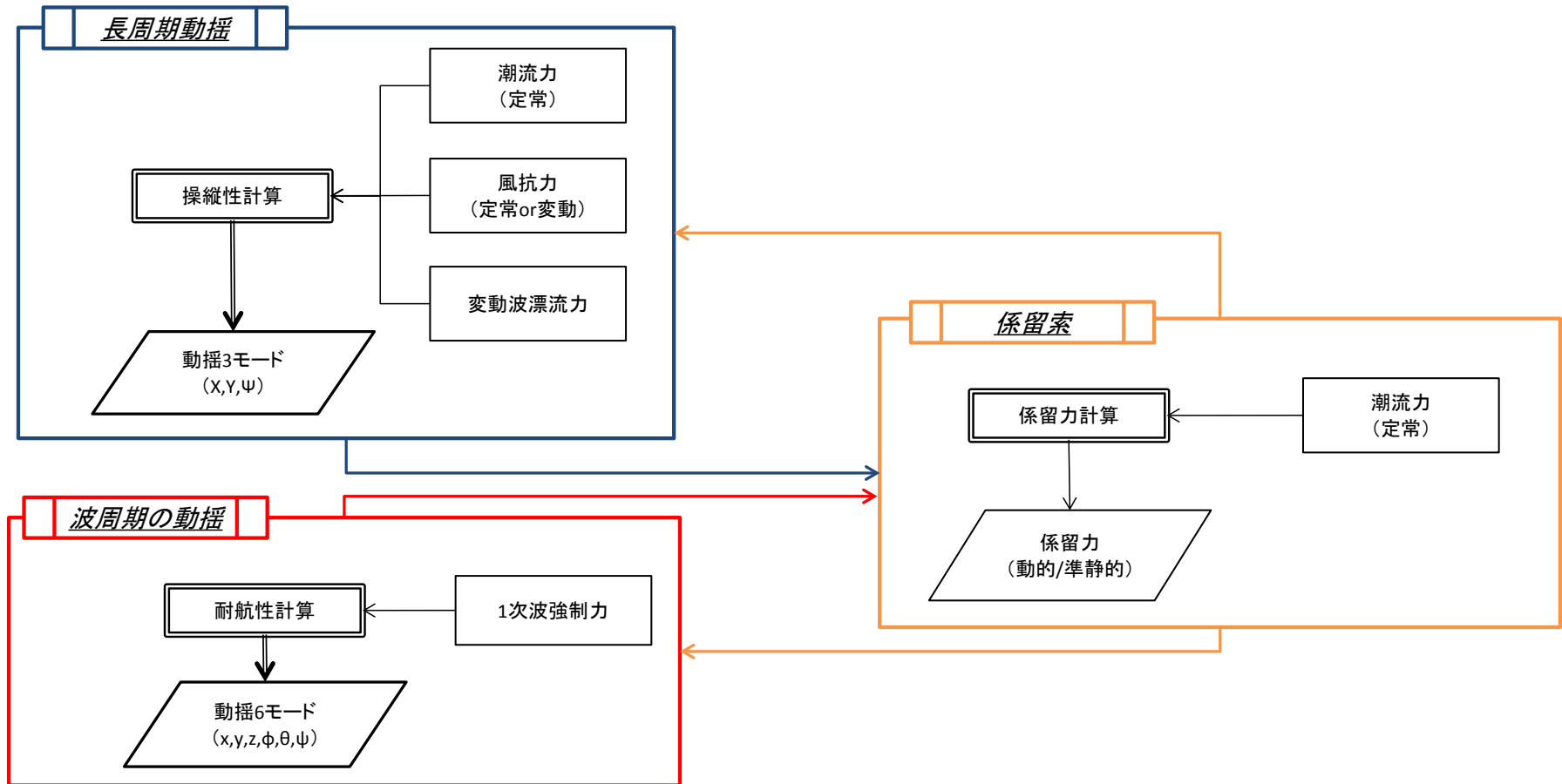
- ✓ 時系列グラフ
- ✓ スペクトル解析
- ✓ 動揺、係留力の最大値の評価
- ✓ 係留索の疲労評価
- ✓ アンカー把駐力の評価
- ✓ 鋼船規則に準じた評価

解析ツール画面例



# 係留解析ツールの開発(2)

- 開発された解析ツールの技術計算部分の構成を示す。



FPSO/FSO係留設計ツール(計算フロー)

# 係留解析ツールの計算手法

## 振れまわり動揺解析

- ✓ 船体流体力、風圧力、潮流力、波漂流力、係留力を考慮した操縦運動方程式を解くことにより求める

## 波周期動揺解析

- ✓ 付加質量および造波減衰力の周波数依存性を考慮した運動方程式を解くことにより求める
- ✓ 時間積分には4次のルンゲ・クッタ法を適用

## 動的係留解析

- ✓ バネ-質点系モデルの差分解法であるLumped Mass法を採用
- ✓ 潮流については動的計算時のみ考慮し、高さおよび時間による変化については考慮していない
- ✓ 海底地盤との接触部については、反力と減衰力を考慮している

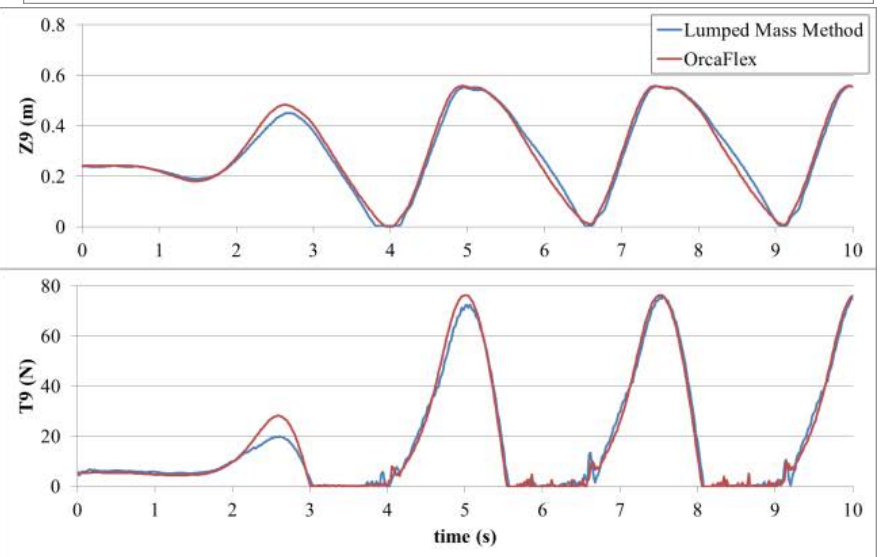
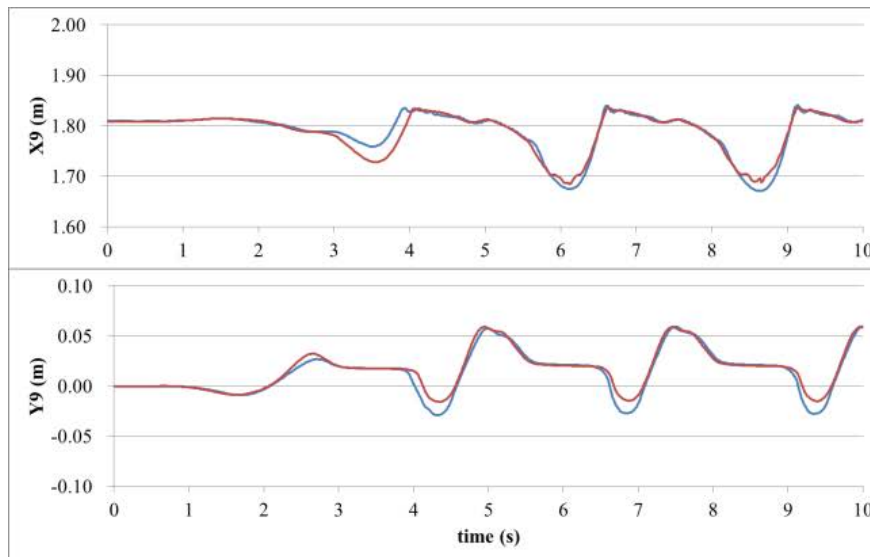
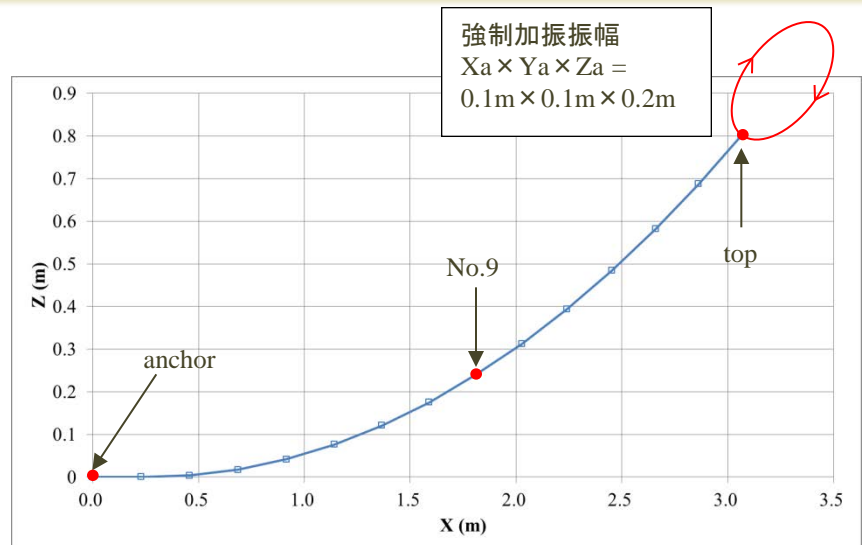
# ツールの検証(係留索動的解析)

## 係留索計算ツールの単体動作確認

任意振幅・周期による強制加振



OrcaFlexによる結果と同等な結果



係留索静的形状(右上図)および索中間点付近における各軸方向変位・張力(下図)

# ツールの検証 (OrcaFlexとの比較)

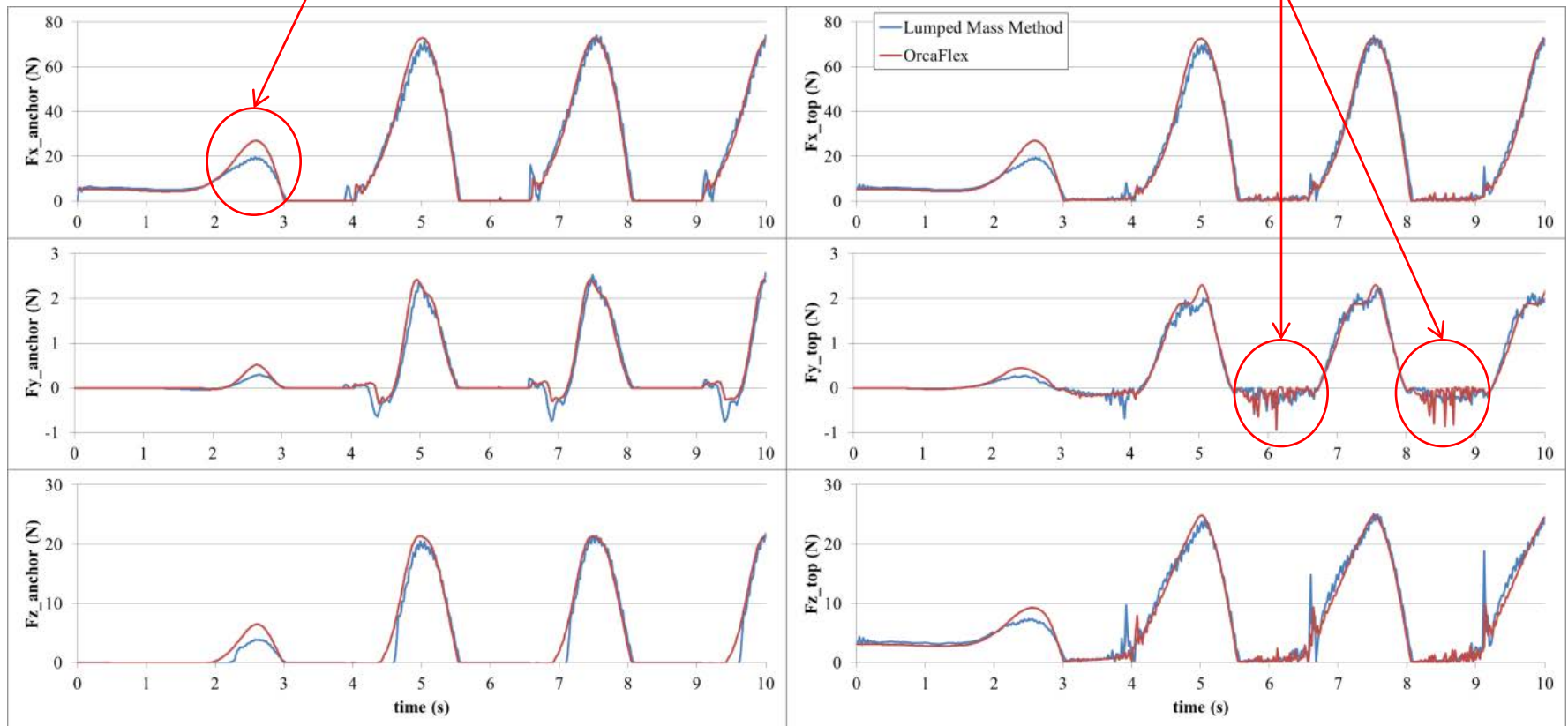
## 係留索計算ツールの動的解析



OrcaFlexによる結果と良好な一致を確認

強制加振の過渡状態における差異

索が海底に衝突する際のshock load



アンカー一点(左図)および係留点(右図)における各軸方向係留力

# ツールの検証(水槽試験との比較)

## FPSO/FSO係留設計ツール

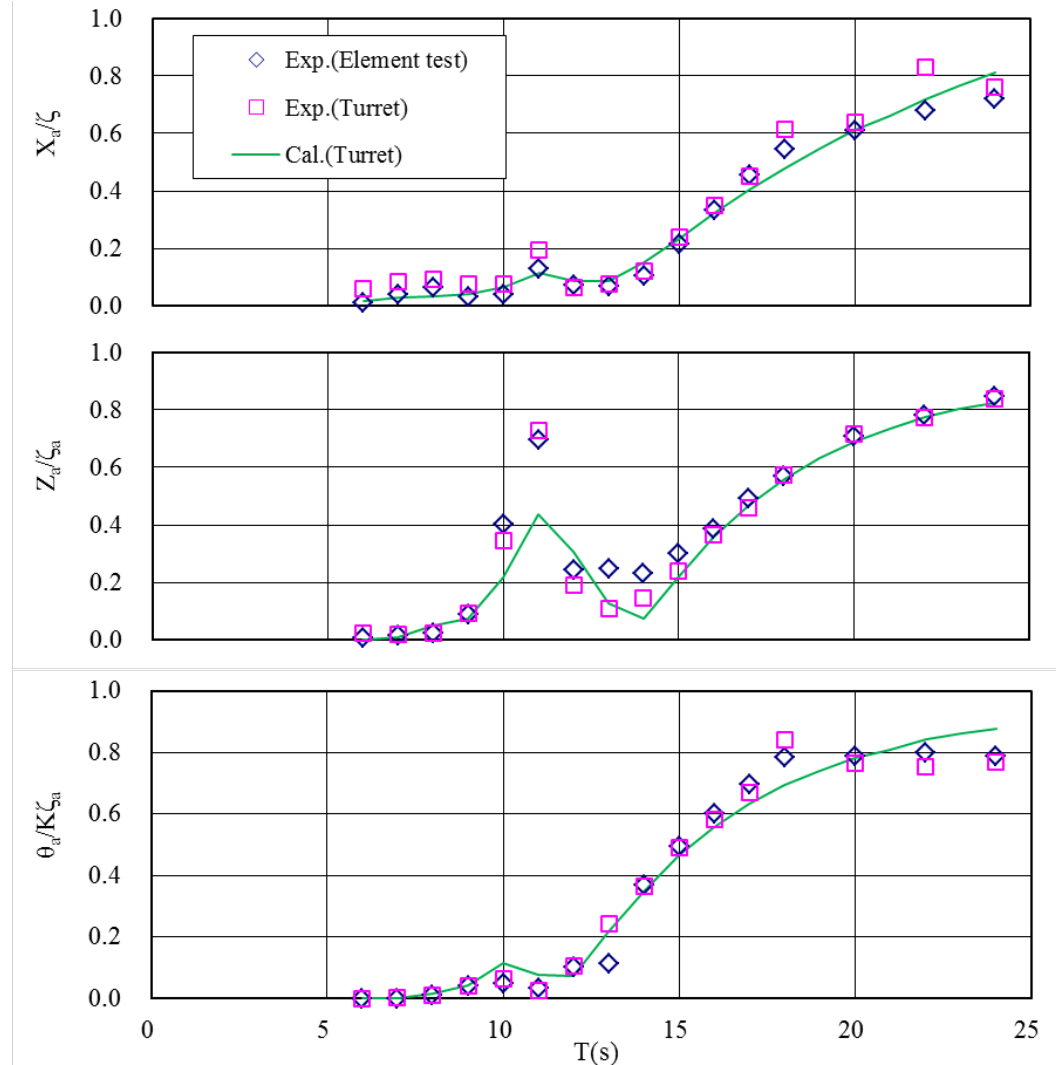
水槽試験結果との比較



計算の妥当性を確認

## 各種水槽試験

- ✓ 自由動揺試験
- ✓ 定常外力試験
- ✓ 波・風・潮流単独試験
- ✓ 複合外力試験



規則波中運動応答(向波時縦運動)

# まとめ

- 一般的な造船技術者が利用可能なFPSO/FSO用係留解析ツールを開発した。
- FPSO/FSO用係留解析ツールは、スプレッド係留されたFSOの解析ツールをベースに、振れまわり動揺解析および動的係留力解析の機能を追加して、完成させた。
- 開発した係留解析ツールによる動的係留力解析結果と、定評のある商用解析ツールOrcaFlexの結果と比較し、妥当な結果であることを確認した。
- 検証用データ収集のため、KVLCC船型を用いて水槽試験を実施した。
- 開発した係留解析ツールの結果と水槽試験結果を比較し、妥当な結果であることを確認した。

本研究開発は、日本海事協会、三井造船株式会社、株式会社三井造船昭島研究所との共同研究体制により研究を実施されたもので、日本海事協会の「業界要望による共同研究」のスキームにより研究支援を受けています。関係者への謝意をここに表します。

