

平成26年6月25日
平成26年度(第14回)
海上技術安全研究所研究発表会

ロジスティックハブ用浮体へのシャトル船 引込システムに関する水槽模型試験と シミュレーション

海洋開発系 渡邊充史*、石田圭、佐藤宏、齊藤昌勝
洋上再生エネルギー系 藤原敏文
J-DeEP 前田克弥



発表内容

- ①ロジスティックハブについて
- ②シャトル船引き込みシステムに関する水槽試験
- ③シャトル船引き込みシステムに関するシミュレーション
- ④本研究で得られた成果のまとめ



①ロジスティックハブについて

◎油田開発の為の洋上施設群に陸上から主に人員を運搬するための中継施設

◎陸上ーハブ間はシャトル船を使用、ハブー洋上施設群へはヘリを使用

◎セミサブ型の浮体、タレット係留

◎最上部はヘリデッキ、その下に格納庫と居住区がある。船尾にはドックを備えており、シャトル船が入渠可能



ロジハブへのシャトル船引き込みの問題点

◎引き込み方法

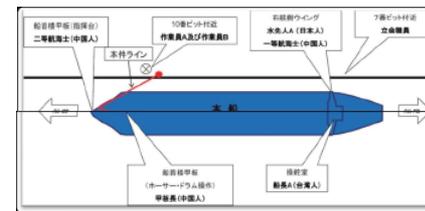
シャトル船の船尾両舷に引き込み索を取り付け、ロジハブ内部に設置したウインチにより引き込む

◎引き込み時の問題点

△引き込みラインの衝撃荷重

スナップバックによる事故の危険性

(事例:平成21年3月20日 阪神港に着岸作業中の
コンテナ専用船で係船索が破断し、
跳ねた索が綱とり作業員に当たり、2名死亡)



人員配置図



破断した係船索

運輸安全委員会 船舶事故調査報告書より

➡ 衝撃的な張力変動を抑える工夫が必要

△ロジハブ-シャトル船の相対船首角

相対船首角が増加し過ぎると、シャトル船及び引き込み索が
ロジハブ側部に接触し、事故に繋がる恐れ

➡ 相対船首角を抑制する工夫が必要



右舷側ライン緩む
4倍速再生

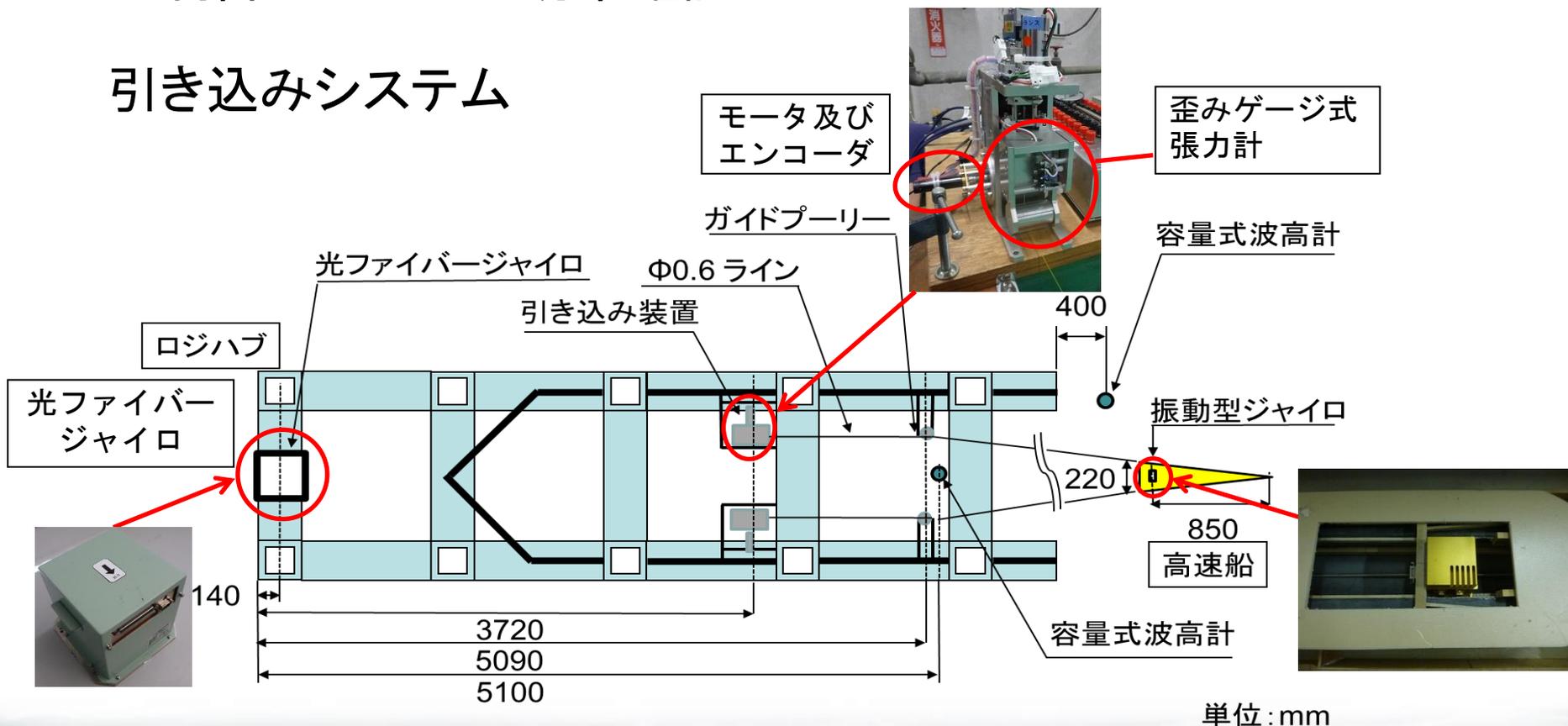


② シャトル船引き込みシステムに関する水槽試験

目的

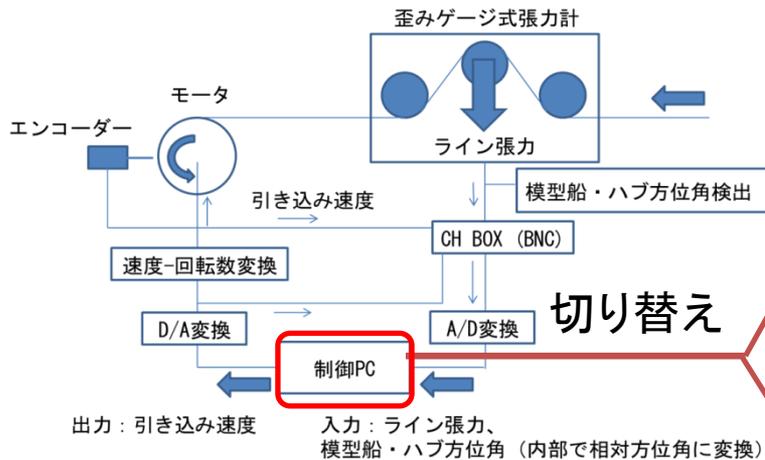
1. 相対船首角、張力変動抑制引き込み制御システムの開発
2. 制御システムの効果確認

引き込みシステム

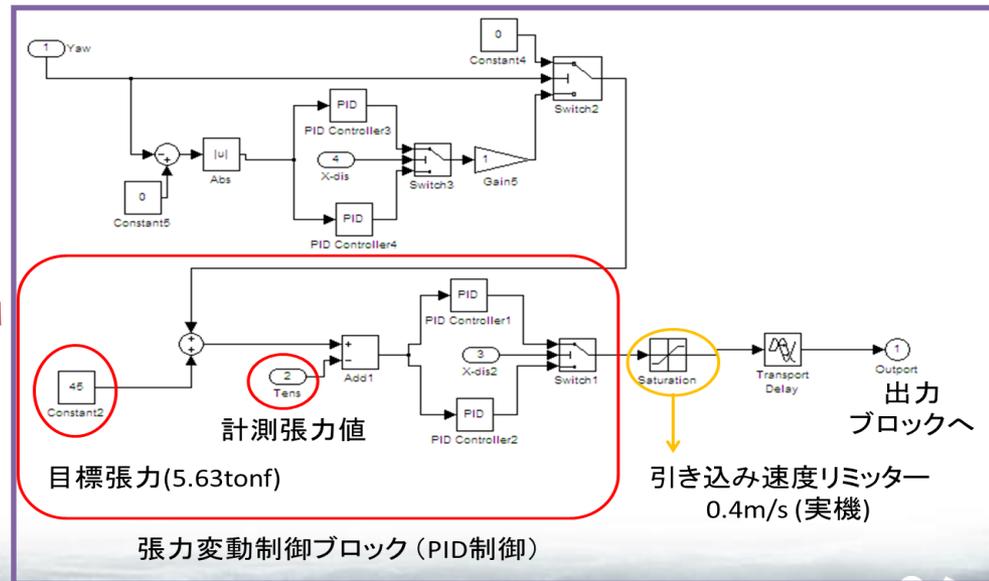
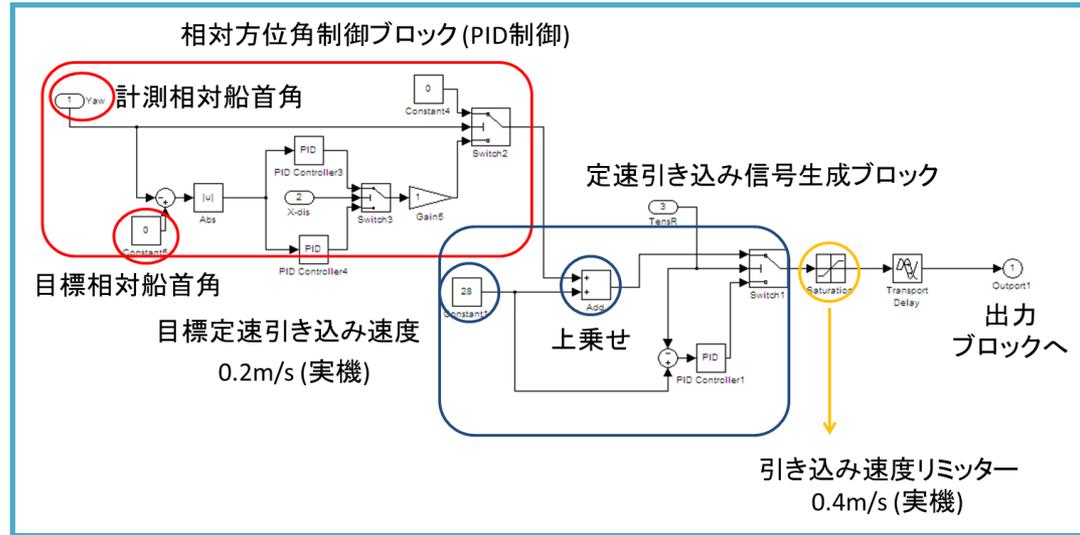


引き込み制御システムについて

相対船首角制御
(相対船首角に応じて左右の引き込み速度を調整)



張力変動制御
(目標張力に応じて左右の引き込み速度を調整)



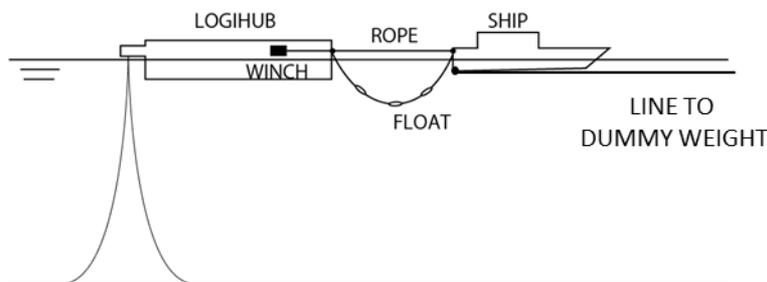
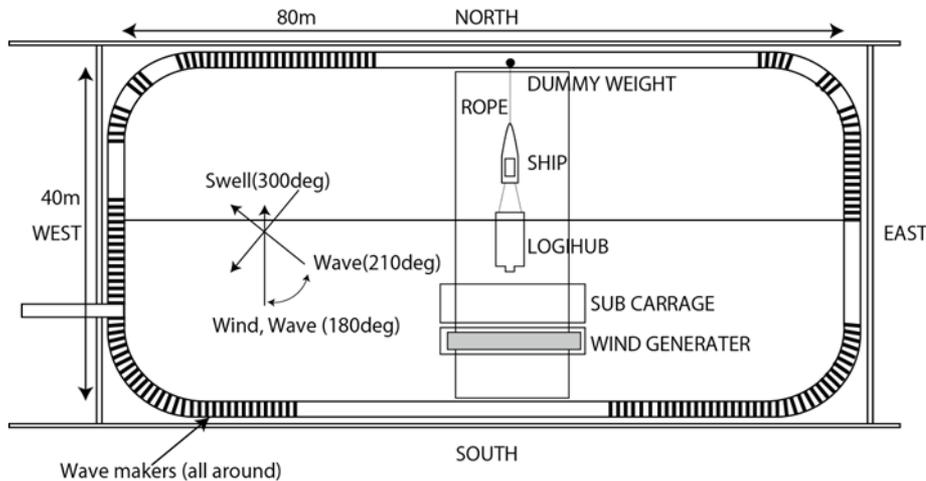
引き込み試験について

供試体：ロジハブ浮体模型, シャトル船模型

実施場所：実海域再現水槽（長さ80m, 幅40m, 水深4.5m）

実験方法：不規則波（向波, 斜波）・うねり・風中で試験

計測項目：Roll, Pitch, Yaw, Acc.Z（ロジハブ・シャトル船）, ウインチ引き込み速度, 索張力



Hs	Ts	Wave angle	Wind	Wind angle
2.0 m	7.28 s	180 deg	15.0 m/s	180 deg

実機時間 × 16倍速再生



試験状態

引き込み方法	波向 [deg]	Hs [m]	Tp [sec]	風向 [deg]	風速 [m/s]
一定速度引き込み (0.2m/s)	180	2	7.28	180	15.0
		3.5			
		4.375			
	210	2			
		3.5			
		4.375			
210, 300 (Swell)	3.5, 2	7.28, 25.0			
相対船首角制御	180	2	7.28	180	15.0
		3.5			
		4.375			
	210	2			
		3.5			
		4.375			
210, 300 (Swell)	3.5, 2	7.28, 25.0			
張力変動制御	180	3.5	7.28	180	15.0
	210				

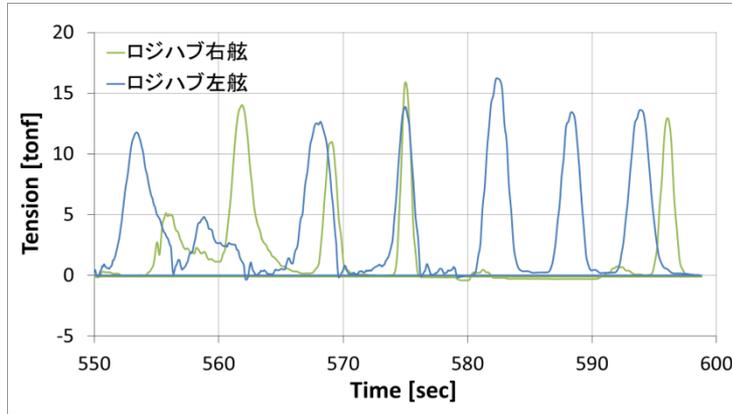
↓ 目標張力を与え、これに応じて左右の引き込み速度を調整

↓ ロジハブ-シャトル船の相対船首角に応じて左右の引き込み速度を調整



試験結果(一定速度引き込み)

ライン張力時系列、最大期待値



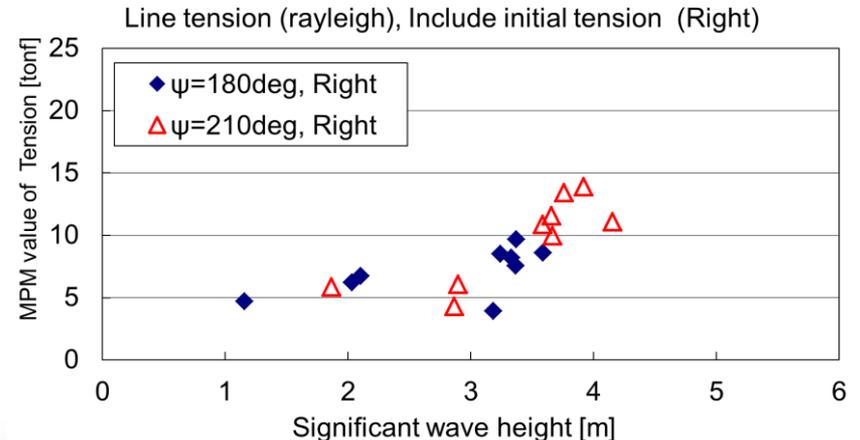
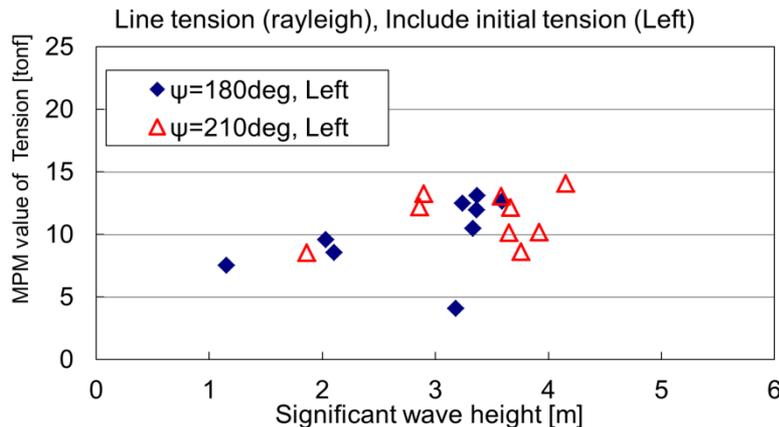
Hs	Ts	Wave angle	Wind	Wind angle
3.5 m	7.28 s	210 deg	15.0 m/s	180 deg

◎ライン張力が衝撃的に変動

◎引き込み索にかかる荷重は最大で15tonf

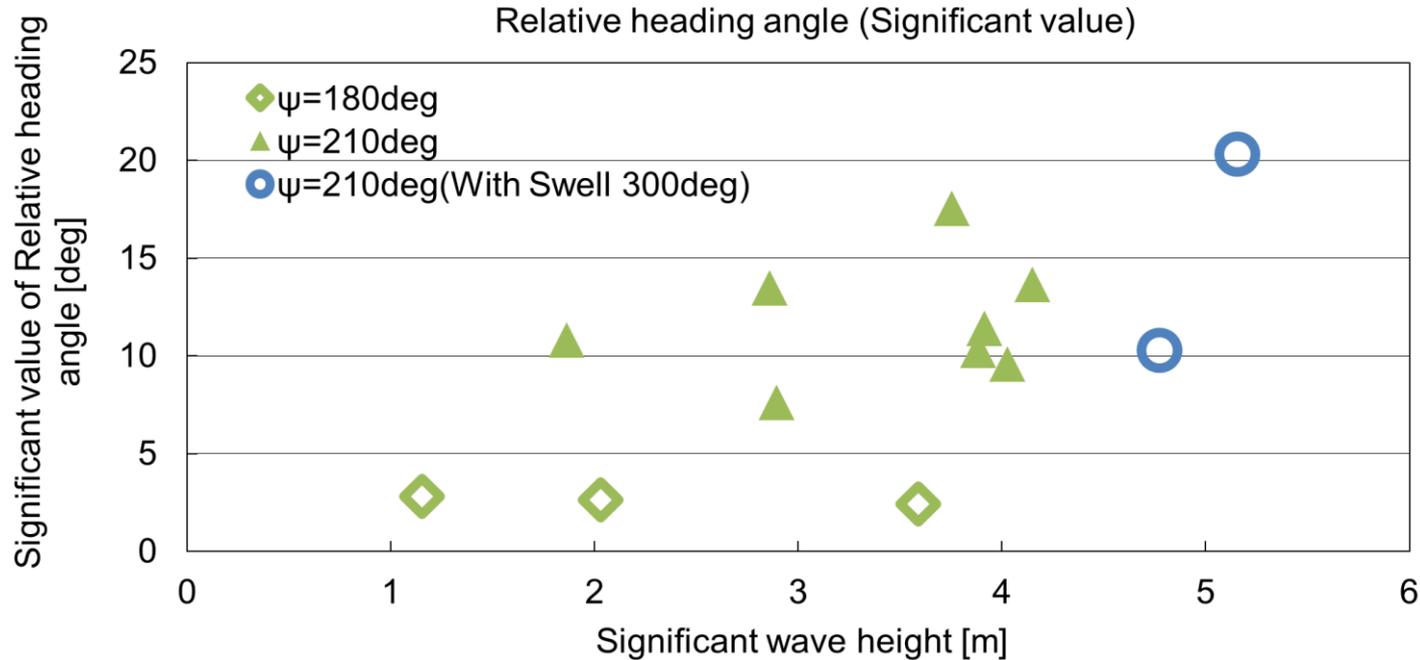
MPM(Most Probable Maximum) 値(最大): $\mu + \sigma\sqrt{2\ln(N)}$,

μ : average value, σ : standard deviation, N : wave number during pull



試験結果(一定速度引き込み)

相对船首角有義値(片振幅)

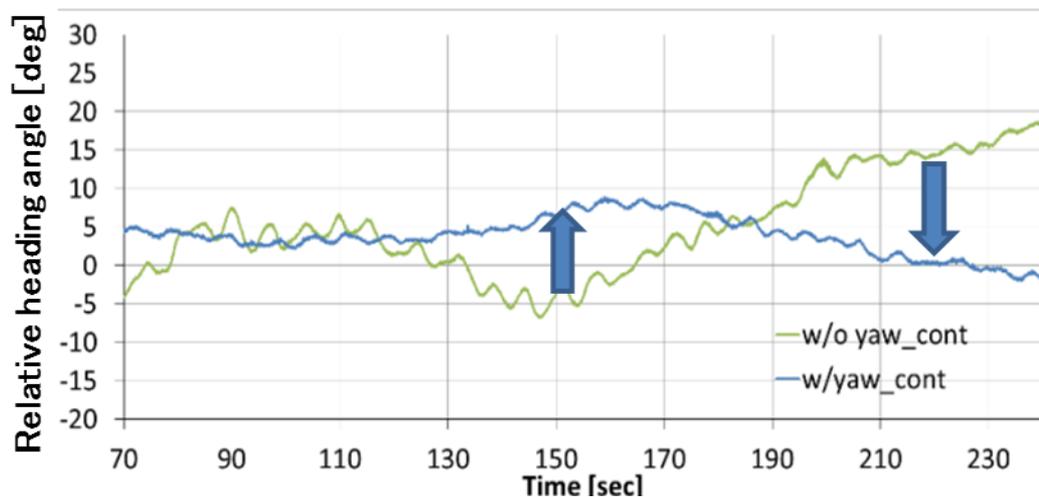


◎波向210degでは相对船首角が最大20deg

◎波向180degでは相对船首角は5deg未満



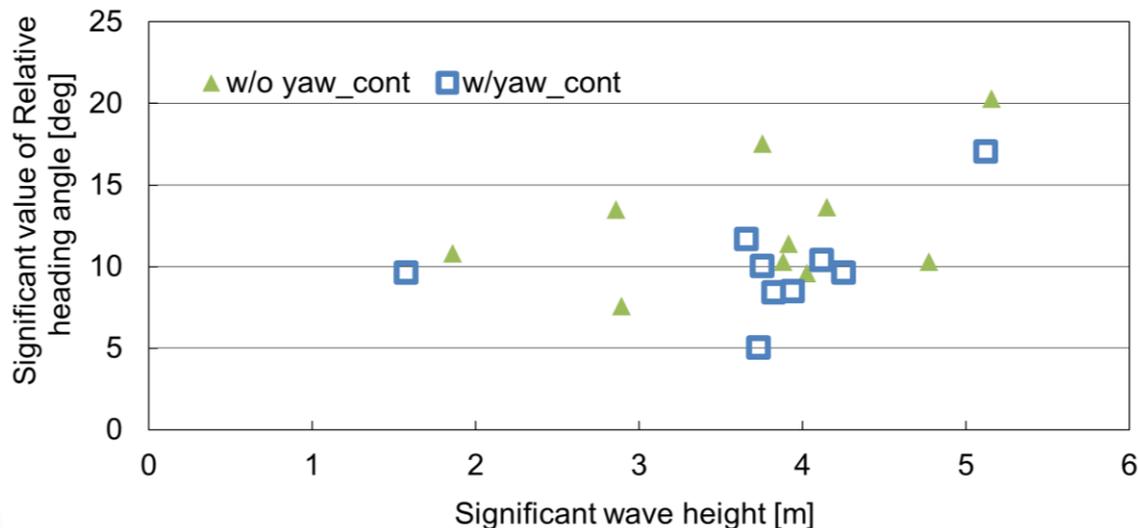
相対船首角制御の検証



相対船首角時系列

Hs	3.5m
Ts	7.28sec
Wave angle	210deg
Wind	15.0m/s
Wind angle	180deg

Relative heading angle (Significant value)

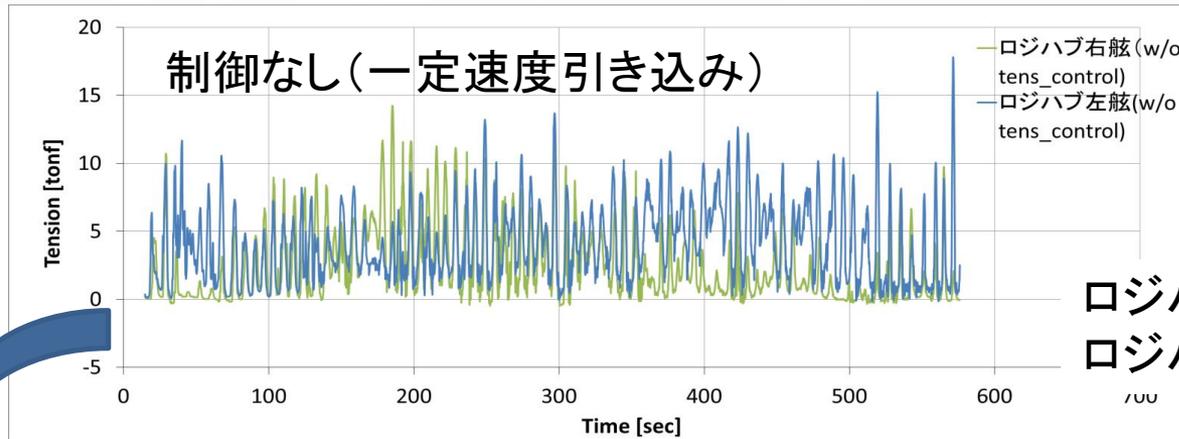


相対船首角有義値 (片振幅)

◎相対船首角制御の
有効性を確認



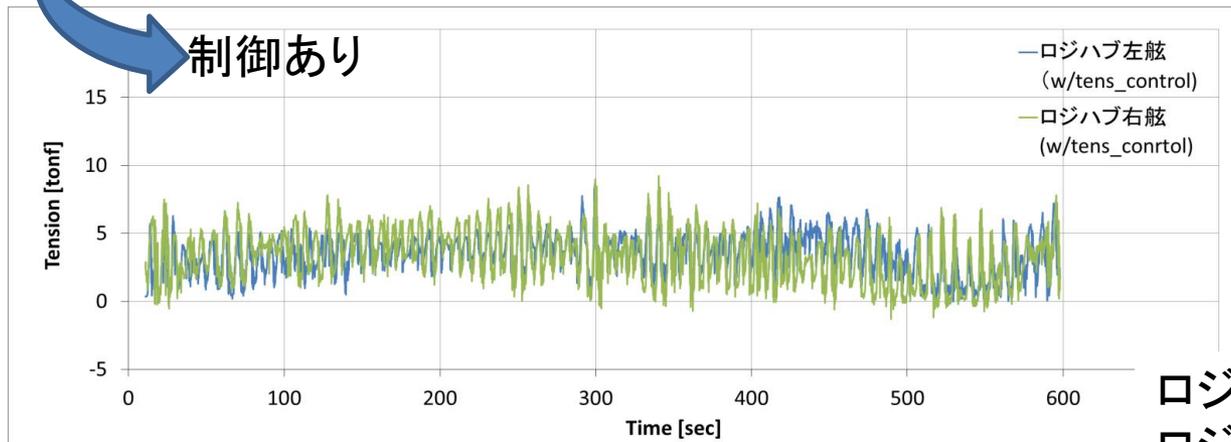
張力変動制御の検証



平均張力±標準偏差

ロジハブ右舷: 2.40 ± 2.65 tonf

ロジハブ左舷: 4.04 ± 2.85 tonf



平均張力±標準偏差

ロジハブ右舷: 3.28 ± 1.79 tonf

ロジハブ左舷: 3.45 ± 1.45 tonf

Hs	3.5m
Ts	7.28sec
Wave angle	210deg
Wind	15.0m/s
Wind angle	180deg

◎張力変動制御を使用することで、
最大値を抑え、左右の張力バランスを整えることが可能



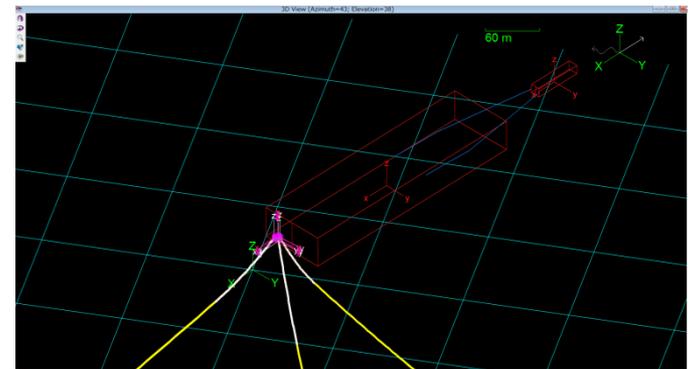
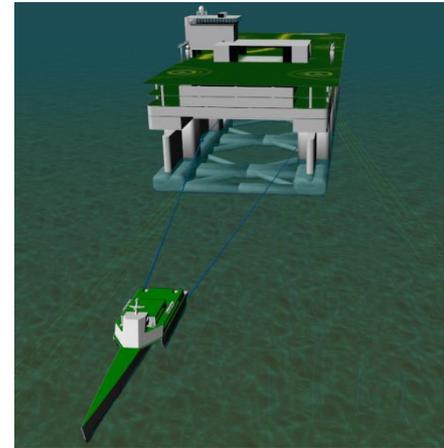
③シャトル船引き込みシステムに関するシミュレーション

汎用浮体流体力計算ソフト「WAMIT」にて周波数領域計算

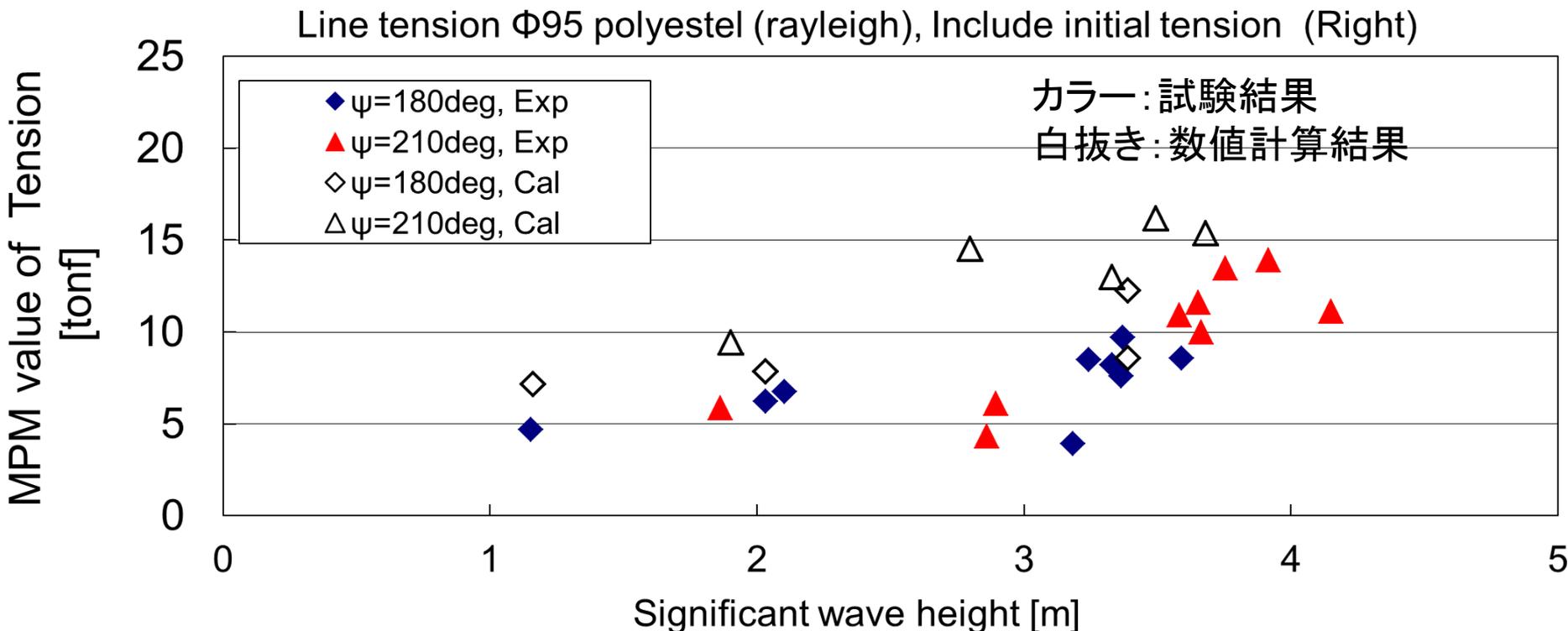
係留系、風荷重係数、ウインチ等の基本情報

汎用浮体運動計算ソフト「OrcaFlex」にて時間領域計算

出力時系列を極値統計解析



試験結果と数値計算結果の比較(張力最大期待値)



- ◎有義波高に対する張力の最大期待値が
試験結果と同様の傾向を示すことを確認
- ◎計算結果が試験結果に比べて
安全側の評価となることを確認



④ 成果

- ◎ 引き込み時のロジハブーシャトル船の動揺、相対船首角を把握
→ 相対船首角有義値(波向180deg中): 5deg未満、(波向210deg中): 20deg
- ◎ 引き込み時のライン張力の最大値と傾向を把握
→ 引き込み時ライン張力最大期待値: 15tonf → 傾向: 衝撃的な張力変動
- ◎ 相対船首角、張力変動を抑える制御方法を開発
- ◎ 制御が有効に作用することを水槽試験で確認
→ 相対船首角制御では波高増加による相対船首角の増加を抑制出来た
張力変動制御では張力最大期待値、瞬間的な張力変動を抑制出来た
- ◎ 数値シミュレーションにおいて、張力最大期待値の傾向が試験結果と概ね一致し、値は安全側の評価となることを確認



ご静聴ありがとうございました

