



# 三胴船に働く波浪外力に 関する研究

艦艇装備研究所 システム研究部 水上艦艇システム研究室  
防衛技官 土橋 純也

# 発表次第

- 研究の背景
- 研究の目的
- 計算手法の概要
- 水槽試験の概要
- 計算結果と水槽試験結果の比較
- まとめ
- 今後の課題

# 研究の背景

## — 艦艇の多用途化 —

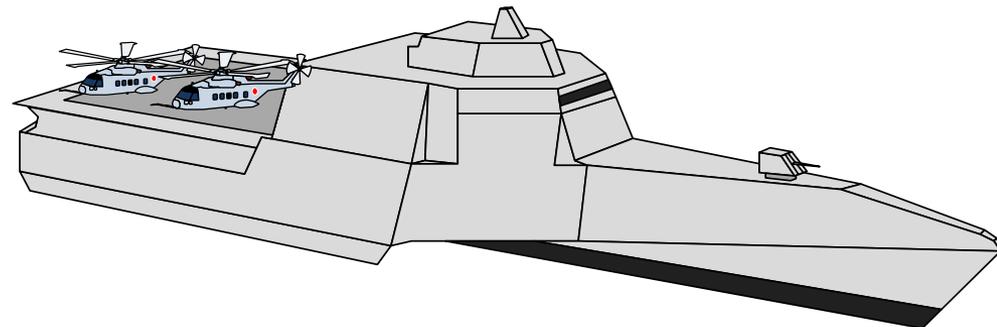
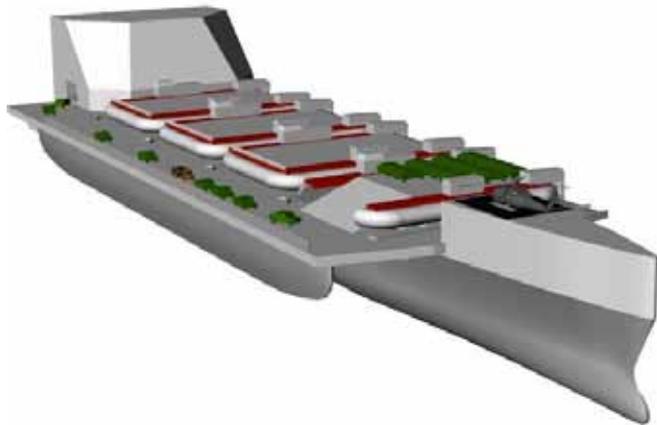
### 艦艇の多用途化への対応

例) 高速輸送能力の確保、複数機搭載 等



・高速航行性能 ・広い甲板面積

従来の艦艇と異なる性能を持つ有力な選択肢の一つ…… **三胴船**



# 研究の背景

## — 三胴船の特徴 —

### 三胴船とは

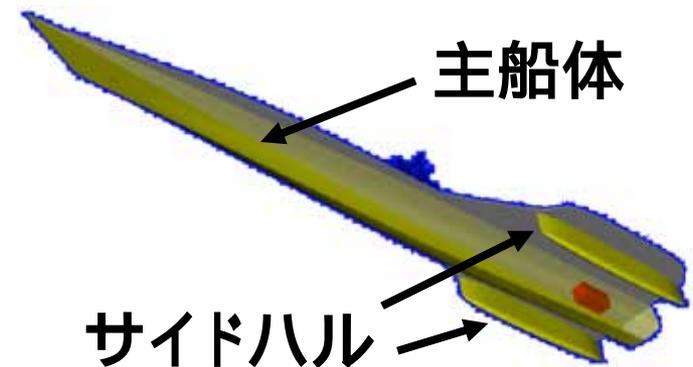
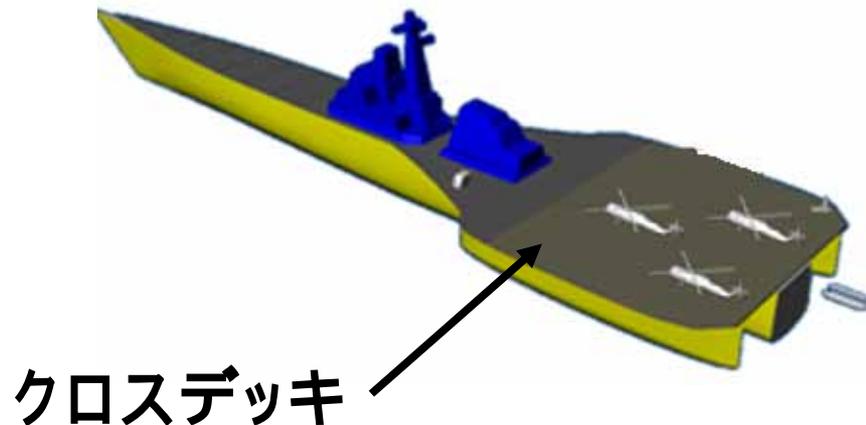
細長い主船体の両脇にサイドハルを設けた船

(特徴)

同じ排水量を持つ在来船舶に比べて広い後部甲板面積を保有

上から見た三胴船

船底から見た三胴船



## 大型高速三胴船の設計に関する現状

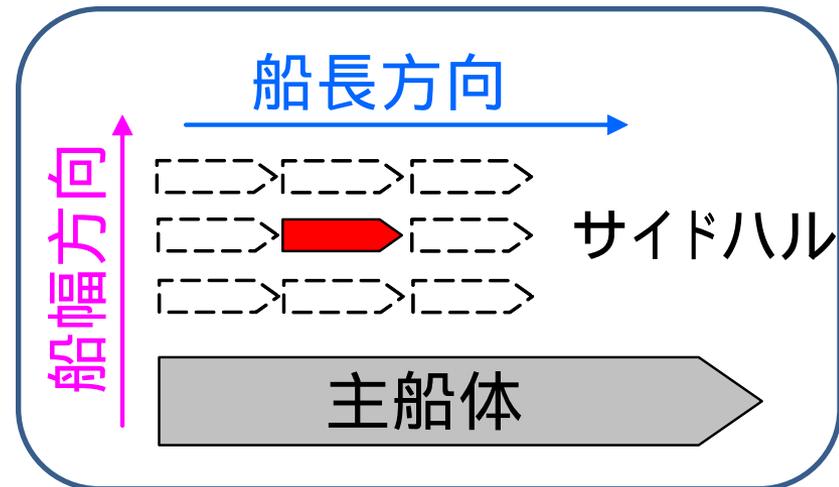
国内での建造実績が皆無であり、大型高速三胴船の設計が困難である。

— 三胴船の設計パラメータ → 単胴船と比べ多い

サイドハルの主要目、船長方向、船幅方向の配置

### ・ サイドハル位置の影響

- 流体力学的性能：抵抗性能  
耐航性能 等
- 構造強度：波浪外力



## 大型高速三胴船の構造設計

構造強度評価に必要な不可欠な波浪外力(特にクロスデッキ部に働く波浪外力)の特性を把握することが重要

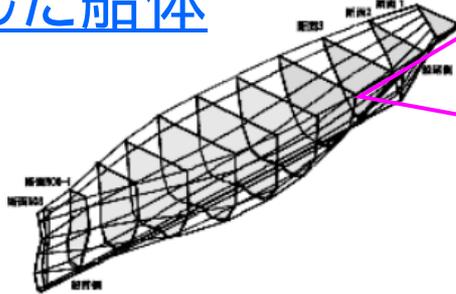
# 研究の目的

水槽試験および理論計算を実施し、三胴船に働く波浪外力に関する技術資料を得る。

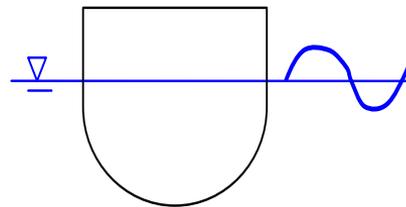
## ストリップ法

船体が運動する際に、船体周りの流体から受ける流体力を船体の長さ方向に輪切りにした断面毎に求め、その断面毎の流体力を船長方向に積分し、船全体が受ける流体力とする解析手法

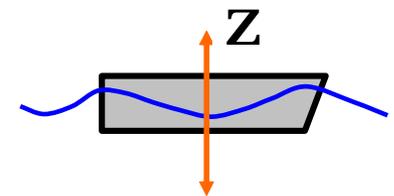
### 輪切りにした船体



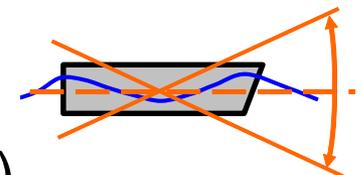
### 断面の2次元問題



### 上下揺



### 縦揺



### 船体運動方程式

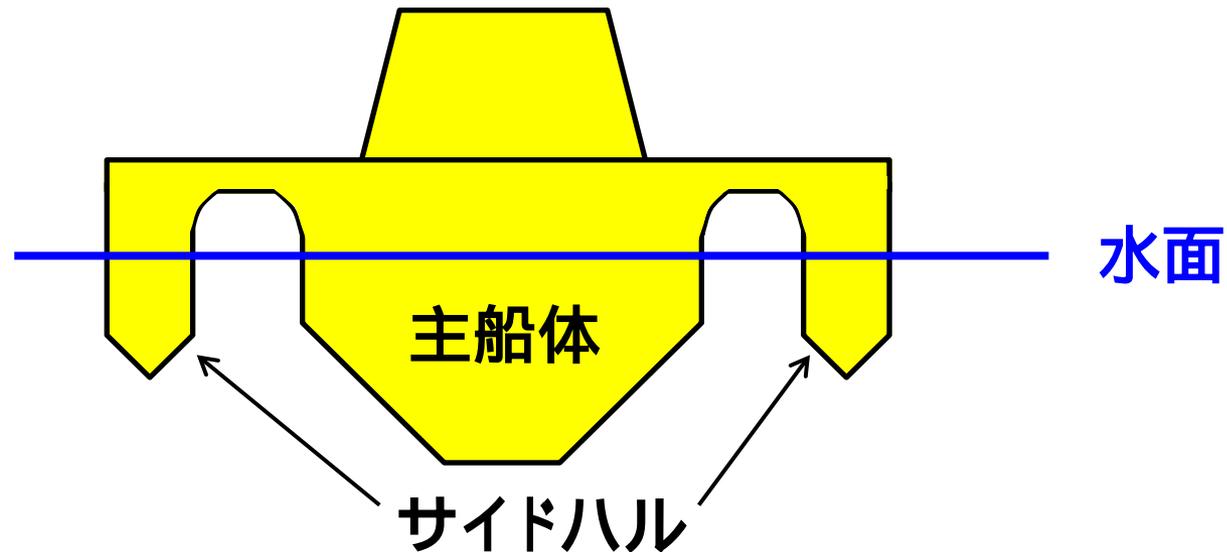
#### ・上下揺

$$m\ddot{z} = F \quad (F: \text{船体に働く上下方向の力})$$

#### ・縦揺

$$I\ddot{\theta} = M \quad (M: \text{船体に働く縦方向のモーメント})$$

## 正面図



## 計算手法の手順

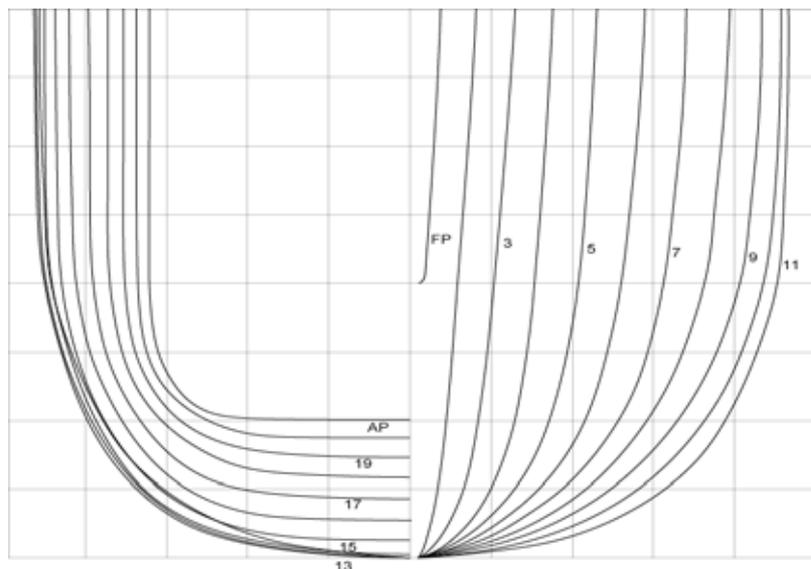
- (1) 主船体とサイドハルの流体力を個別に計算
- (2) 三胴船の船体運動方程式から船体運動を求める

・上下揺  $m\ddot{z} = F$       ・縦揺  $I\ddot{\theta} = M$

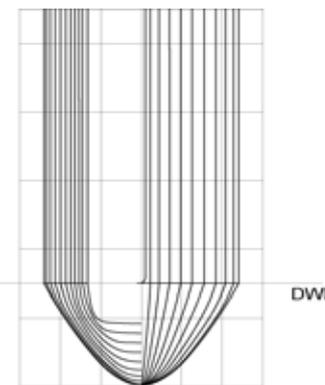
$m$ : 三胴船の質量、 $I$ : 三胴船の慣性2次モーメント

- (3) 三胴船に働く波浪外力を計算

## 三胴船型



主船体



サイドハル

サイドハルの排水量  
: 三胴船全体の排水量の2.5%

## 主要目

主船体				サイドハル			
水線長 Lm (m)	100	排水量 (トン)	1900	水線長 Ls (m)	35	排水量 (トン)	50

# 水槽試験の概要

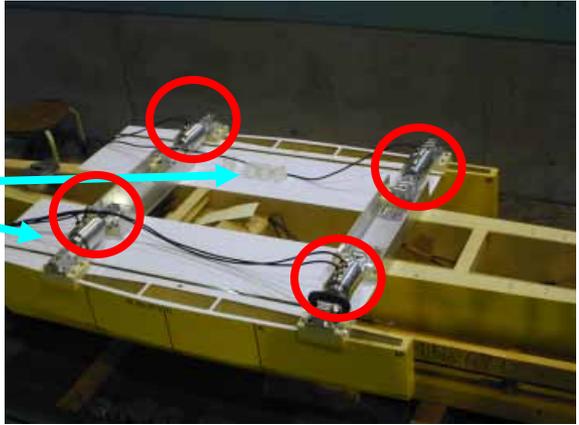
## - 模型船とサイドハル位置 -

水槽試験用模型船 (実艦の約1/26)

### 全体概観



### クロスデッキ部概観

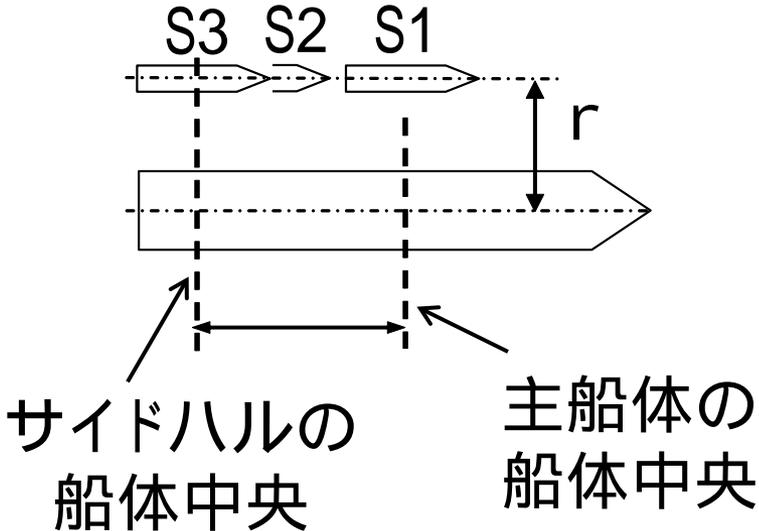


クロスデッキ部

○ 検力計

### サイドハル位置

サイドハル位置	船長方向の距離 (m)	船幅方向 r (m)
S1	0.0	0.43
S2	- 0.86	
S3	- 1.24	



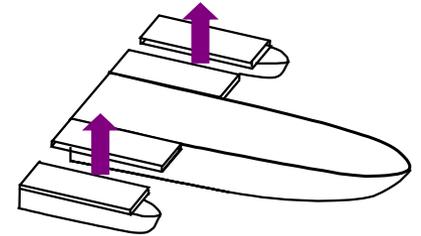
# 水槽試験の概要

## - 計測項目と試験条件 -

### 計測項目

- 船体運動(上下揺、縦揺)
- 波浪外力(クロスデッキ部に働くせん断力)

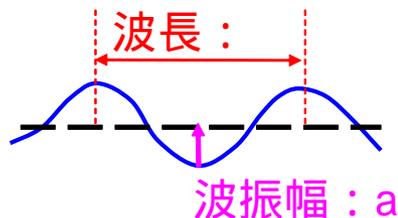
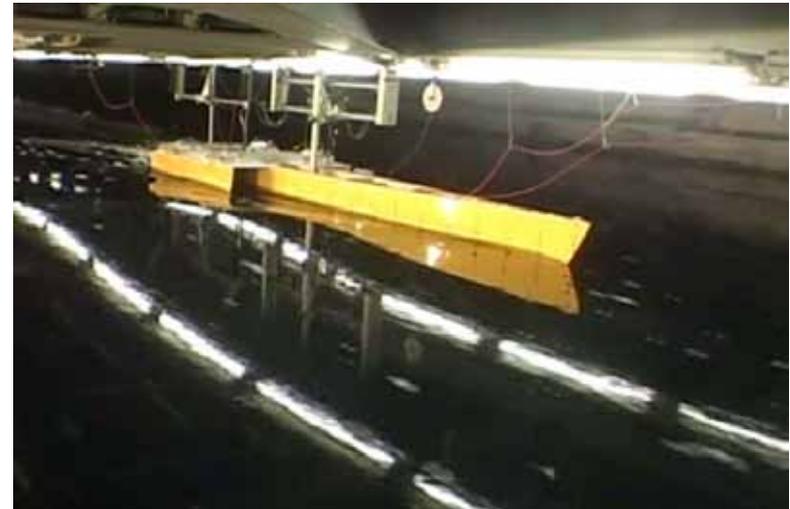
せん断力 :  $F_z$



### 試験条件

- 船速 :  $Fr=0.0 \sim 0.6$
- 入射波の波長船長比 ( $\lambda/L_m$ ) :  $0.5 \sim 3.0$
- 入射波の振幅 ( $a$ ) :  $2.0 \text{ cm}$
- 波向き : 正面向い波

### 水槽試験の様子

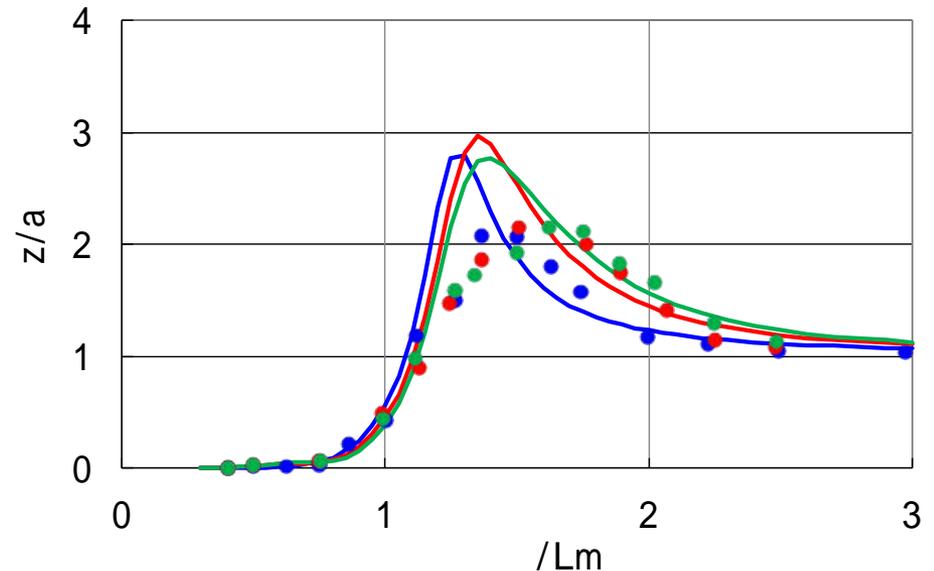
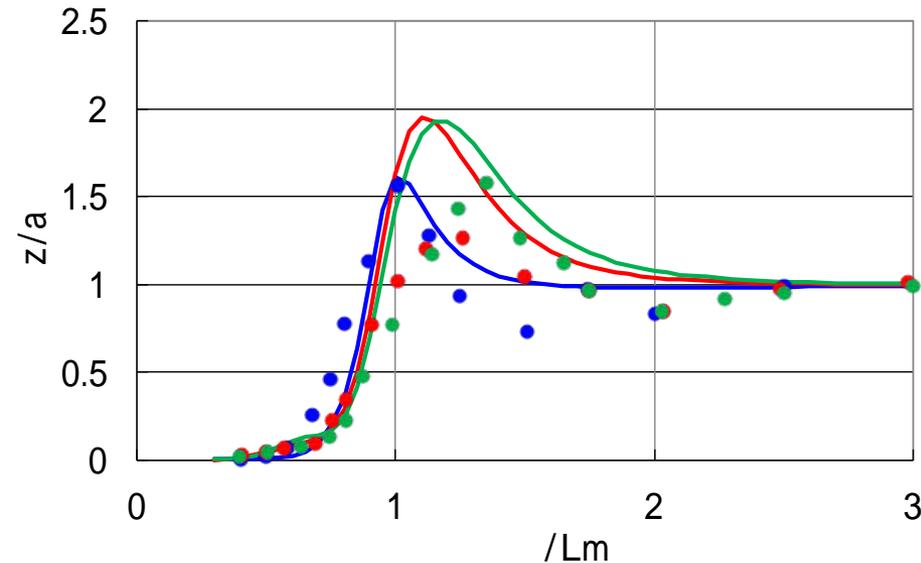


# 計算結果と水槽試験結果の比較

## - 船体運動(上下揺) -

Fr=0.4

Fr=0.6

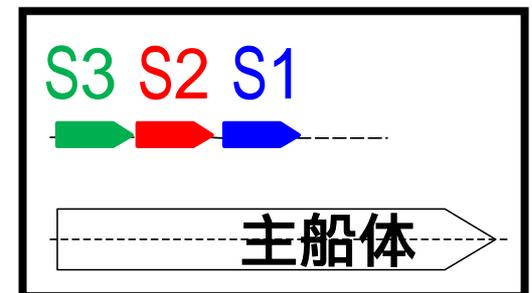


- ・Z:上下揺の振幅
- ・Lm:主船体の船長
- ・a:入射波の振幅
- ・ $\lambda$ :入射波の波長

— S1 Cal.    • S1 Exp.  
 — S2 Cal.    • S2 Exp.  
 — S3 Cal.    • S3 Exp.

Cal.: 計算値  
 Exp.: 実験値

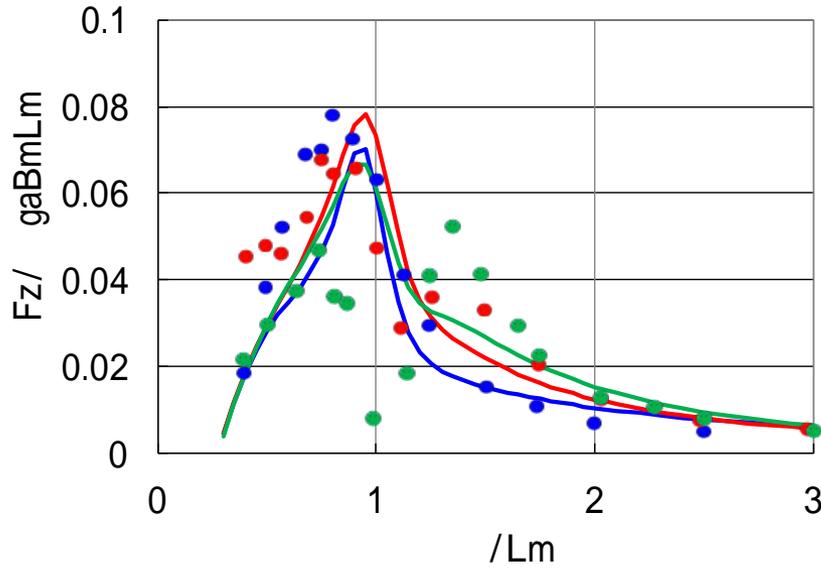
サイドハル位置



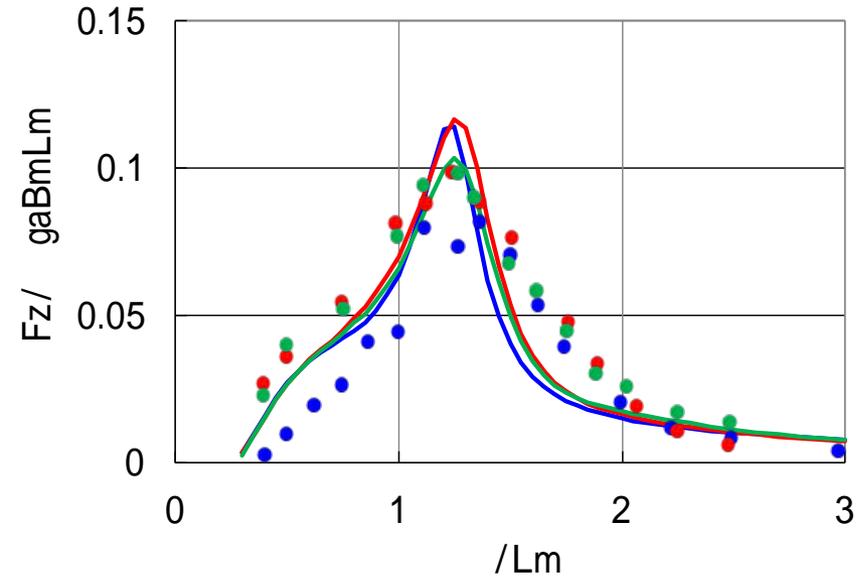
# 計算結果と水槽試験結果の比較

## - クロスデッキ部に働くせん断力 -

Fr=0.4



Fr=0.6



- ・  $F_z$ :せん断力の振幅
- ・  $B_m$ :主船体の水線幅
- ・  $\rho$ :水の密度
- ・  $g$ :重力加速度

— S1 Cal.    • S1 Exp.  
 — S2 Cal.    • S2 Exp.  
 — S3 Cal.    • S3 Exp.

Cal.: 計算値

Exp.: 実験値

サイドハル位置

S3 S2 S1



## まとめ

水槽試験と本研究で作成した理論計算から、三胴船に働く波浪外力を検討した結果、今回用いた船型に対して以下のことが分かった。

船体運動については、ピーク値付近では、実験値と計算結果に多少の差があったが、理論計算により船体運動に対するサイドハル位置の影響を捉えることが可能であることが分かった。

三胴船のクロスデッキ部に働くせん断力については、船体間の干渉が小さくなる高速域になるほど、計算結果と実験値の一致度は良くなることが確認できた。

## 今後の課題

サイドハルの主要目(水線長、排水量)およびサイドハルの船幅方向が波浪外力に及ぼす影響

主船体とサイドハルとの流体力学的な干渉を考慮した計算手法の構築