

実海域推進性能研究会シンポジウム 「実海域推進性能の向上技術」

チップ船に働く風圧抵抗低減について

平成27年 9月18日

水谷圭介

サノヤス造船株式会社

1

背景および目的

● チップ船の特徴

- 乾舷が高く、船体に働く風圧力が大きい
- デッキ上に揚荷役装置（ホッパー、デッキクレーン）を装備
- 船体船首部にスポンソンを有する



＜風圧抵抗低減に向けて＞

● 懸念事項・課題

- 荒天時、風による船速低下
- 複雑な風圧力特性

1. チップ船特有の艀装品が風圧力に与える影響を把握（模型実験およびCFDによる）
2. 風圧抵抗低減型居住区のチップ船への有効性を検証
3. 付加物による風圧抵抗低減

1-1. 模型実験の概要

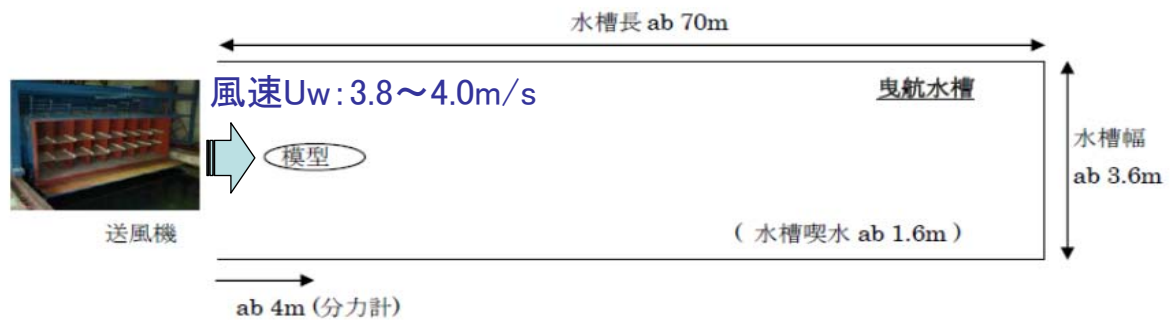


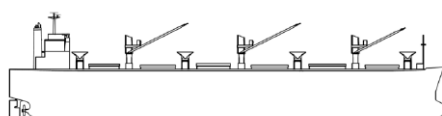
Table 2.1 Principal particulars of ship model

	full scale	1/130 model
Length o.a. [m]	209.99	1.6
Breadth [m]	37.0	0.282
Depth [m]	22.5	0.171
draft aft / fore [m]	7.24 / 5.54	0.055 / 0.042
Reynolds number	1.4×10^8	3.0×10^5

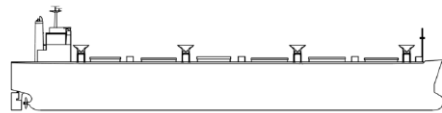


大阪府立大学曳航水槽

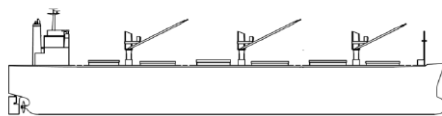
1-2. 実験結果



(a) Type1 (with deck cranes & hoppers)



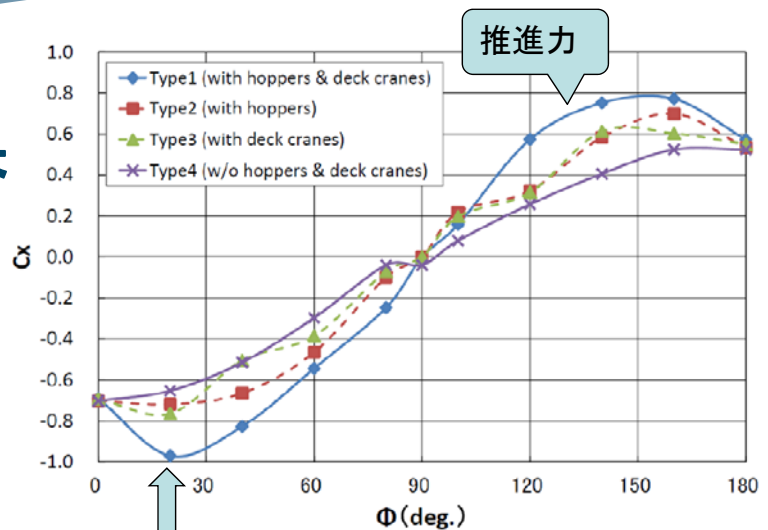
(b) Type2 (with hoppers)



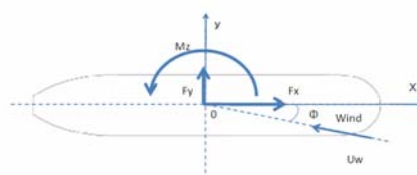
(c) Type3 (with deck cranes)



(d) Type4 (without deck cranes & hoppers)



艤装品装備により33%増加



座標系

$$C_x = F_x / \left(\frac{1}{2} \rho U_w^2 A_F \right)$$

F_x : 風による前後力

ρ : 空気密度

U_w : 風速

A_F : 正面投影面積

1-3. 実験とCFD (Fluent) の比較

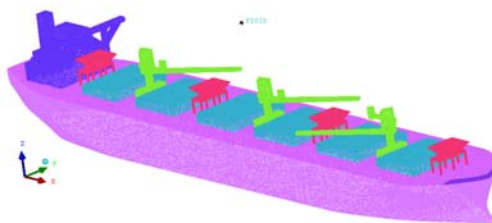
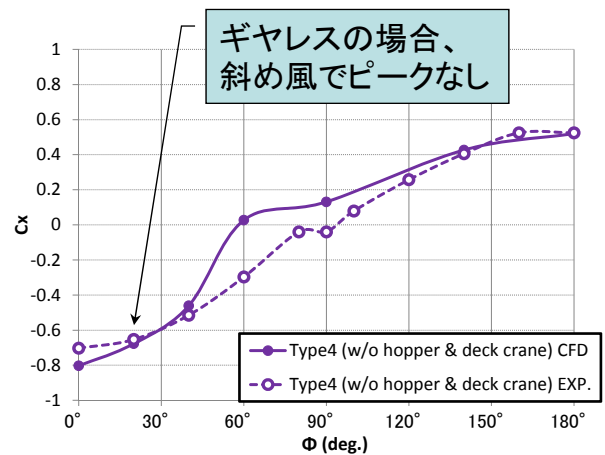
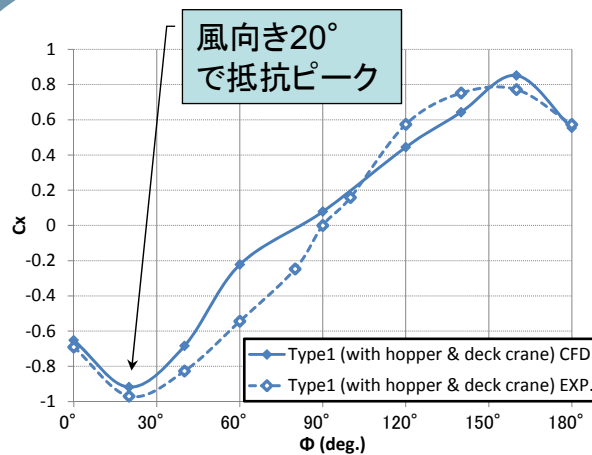
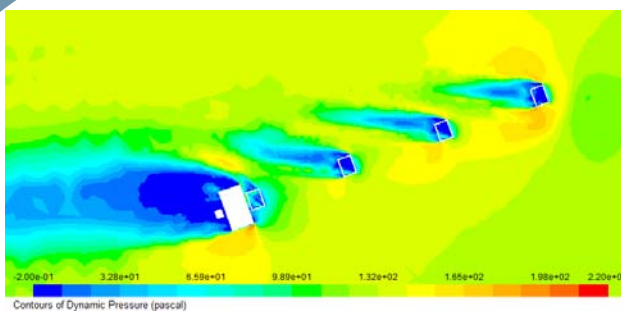


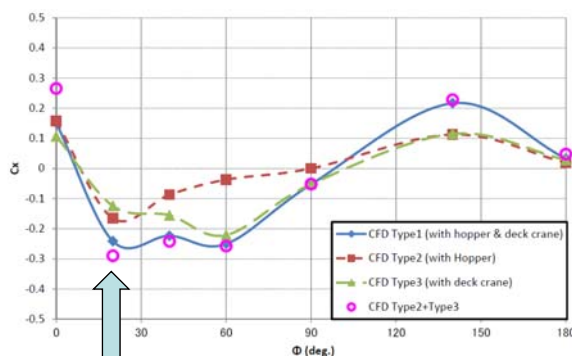
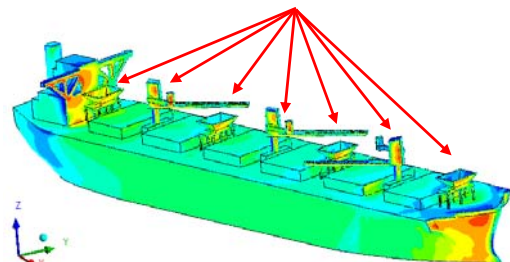
Table 2.2 Computational conditions

Wind speed [m/s]	14.5
Air density [kg/m ³]	1.225
Viscosity coefficient [kg/(m·s)]	1.797×10^{-5}
Reynolds number	1.6×10^6
Computational domain	8.0m×2.4m×1.2m
Number of grid	1.82×10^6

1-4. 風向20°での圧力分布

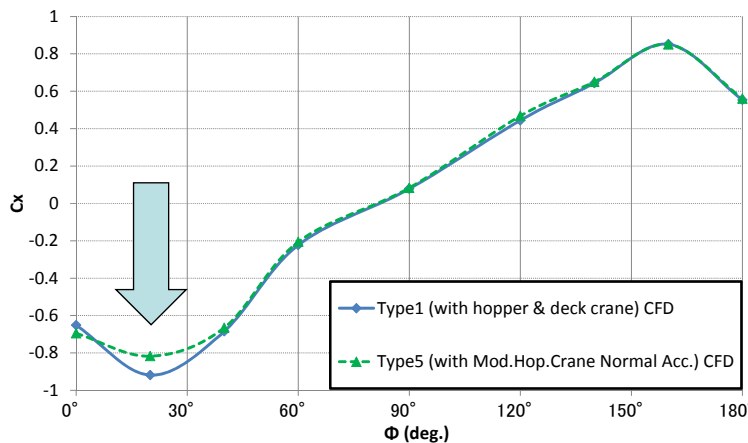


各艀装品
(デッキクレーン、ホッパー)
に風圧力が働く

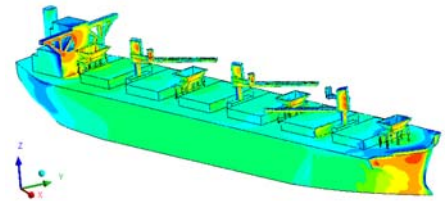


Φ=0°を除き、線形足し合わせによって推定できる

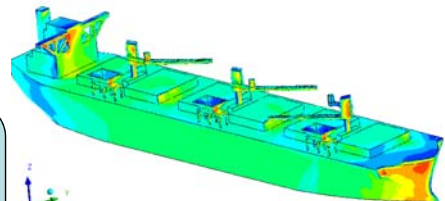
1-5. 上甲板上艤装品配置の影響



Type1 (俯仰式クレーン)

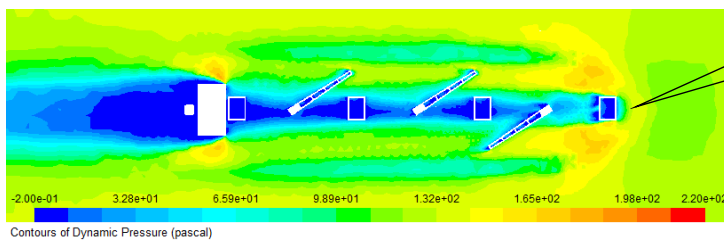


Type5 (旋回式クレーン)



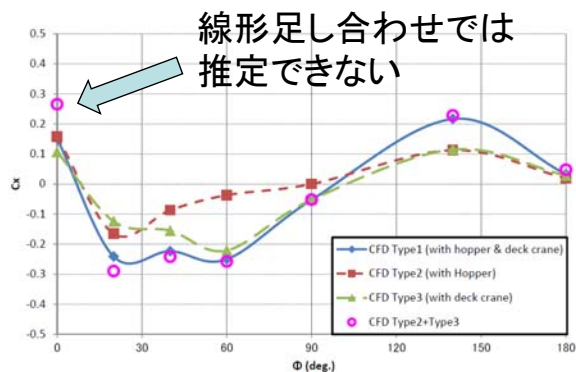
配置の違いよりもむしろ、風を受ける物体(ホッパー)の数の差により、Type5の方がピーク値小さい。
→艤装品全体の風圧抵抗は各艤装品に働く風圧力を線形的に足し合わせることで推定できる

1-6. 正面向い風での圧力分布

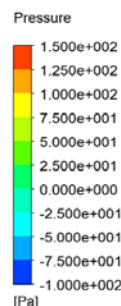


ホッパーによる遮蔽効果

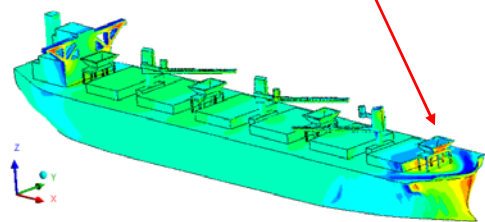
(動圧が低い死水領域
→後部のホッパーに働く抵抗
が小さくなる)



線形足し合わせでは
推定できない

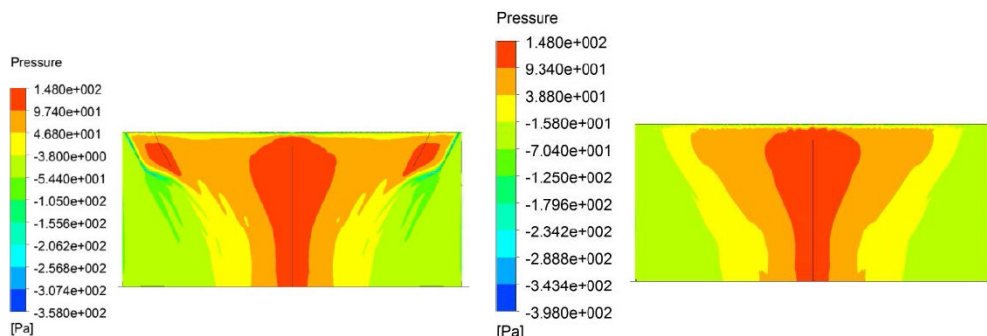
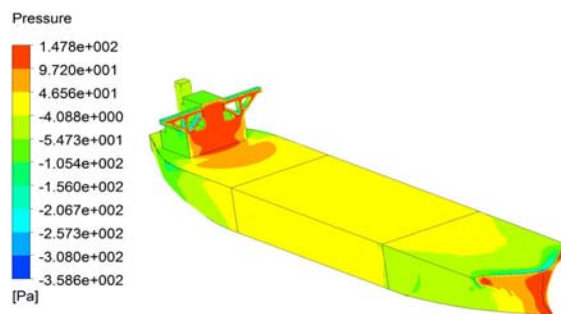


最船首部の艤装品
(ホッパー)が支配的



1-7. スポンソンの影響

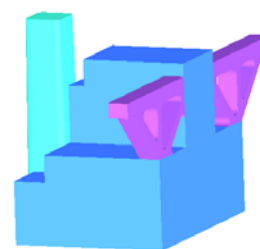
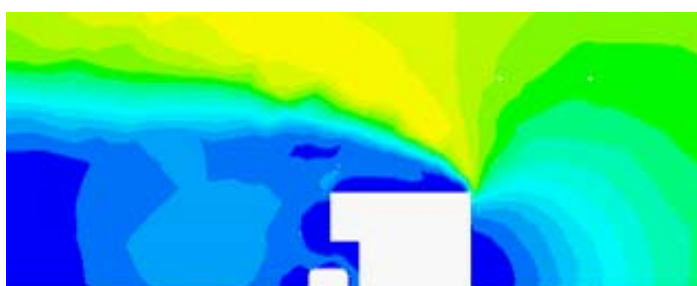
- 両舷の張り出し部に局所的に高いスタグネーション圧力が発生
- 正面風圧力に及ぼす影響: 船体+居住区で約4%



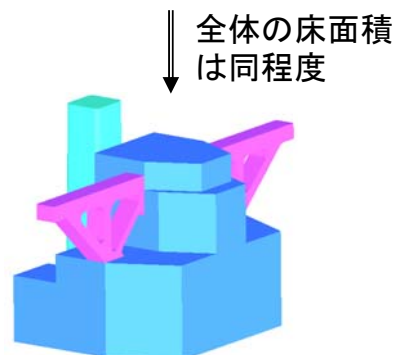
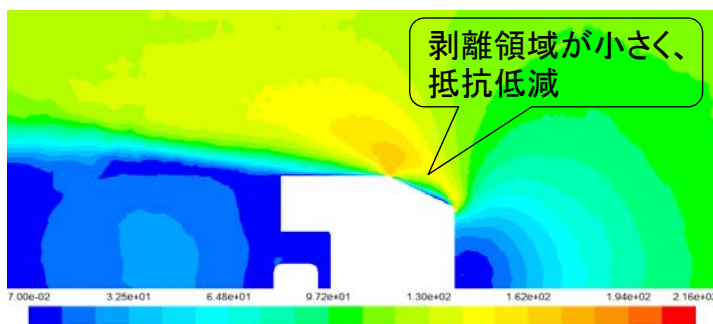
(a) With sponson

(b) without sponson

2-1. 居住区形状改良による風圧抵抗低減 (ギアレズ船の場合)



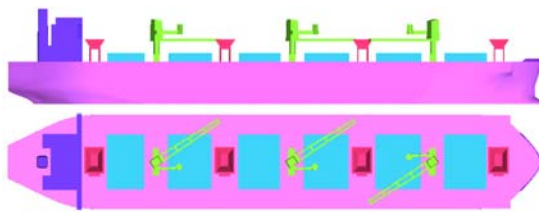
Conventional type



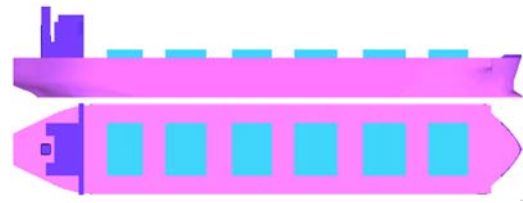
Improved type

正面向い風: 居住区単体で29%、居住区+船体で16%のCx低減効果

2-2. 居住区形状改良のチップ船への有効性



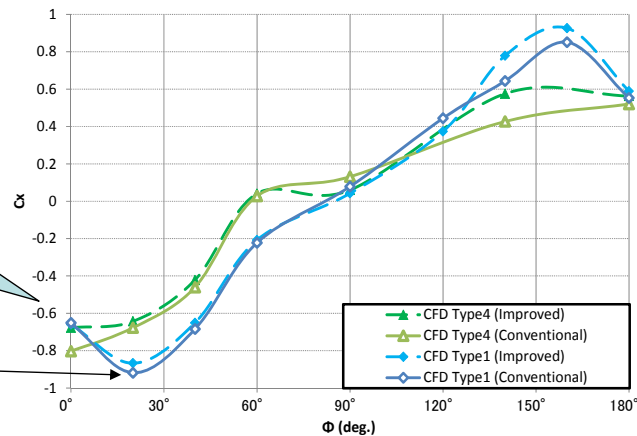
Type1: with hoppers & deck cranes



Type4: w/o hoppers & deck cranes

デッキ上に揚荷役装置があると、改良型居住区の効果が目減り、消失 ($\phi=0^\circ$)

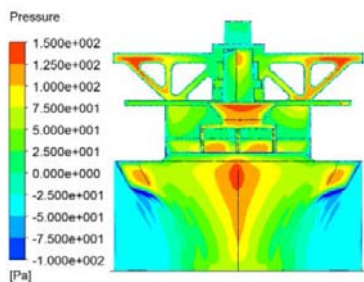
改良型居住区の効果 ($\phi=20^\circ$)



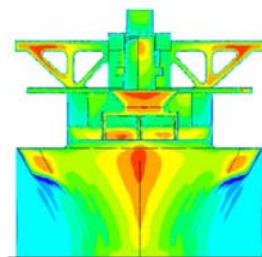
サノヤス造船株式会社

11

2-3. 居住区に生じる静圧力分布

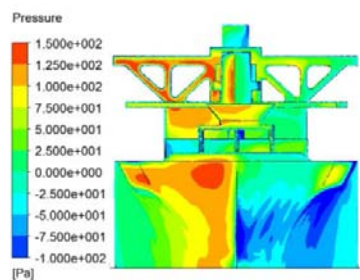


(a) with conventional type accommodation at $\phi=0^\circ$

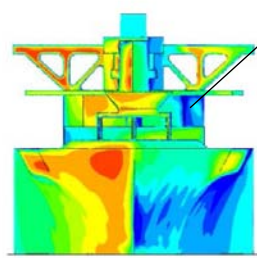


(b) with improved type accommodation at $\phi=0^\circ$

艀装品が風を遮蔽するため、居住区隅切りの効果が目減り、船体全体で見れば、その効果はほとんどない。 ($\phi=0^\circ$)



(c) with conventional type accommodation at $\phi=20^\circ$



(d) with improved type accommodation at $\phi=20^\circ$

隅切り部に生じる静圧が低い

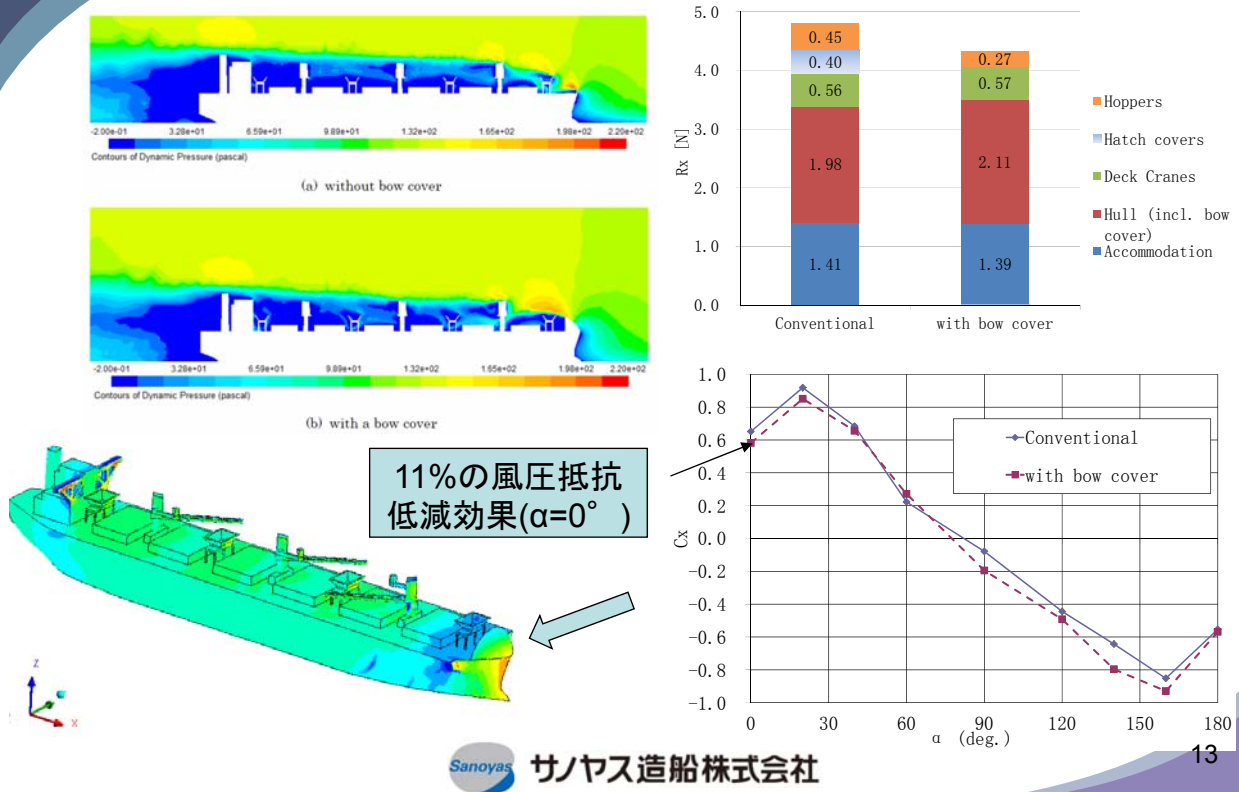
風が斜めから吹くと、居住区隅切りの効果が得られる。



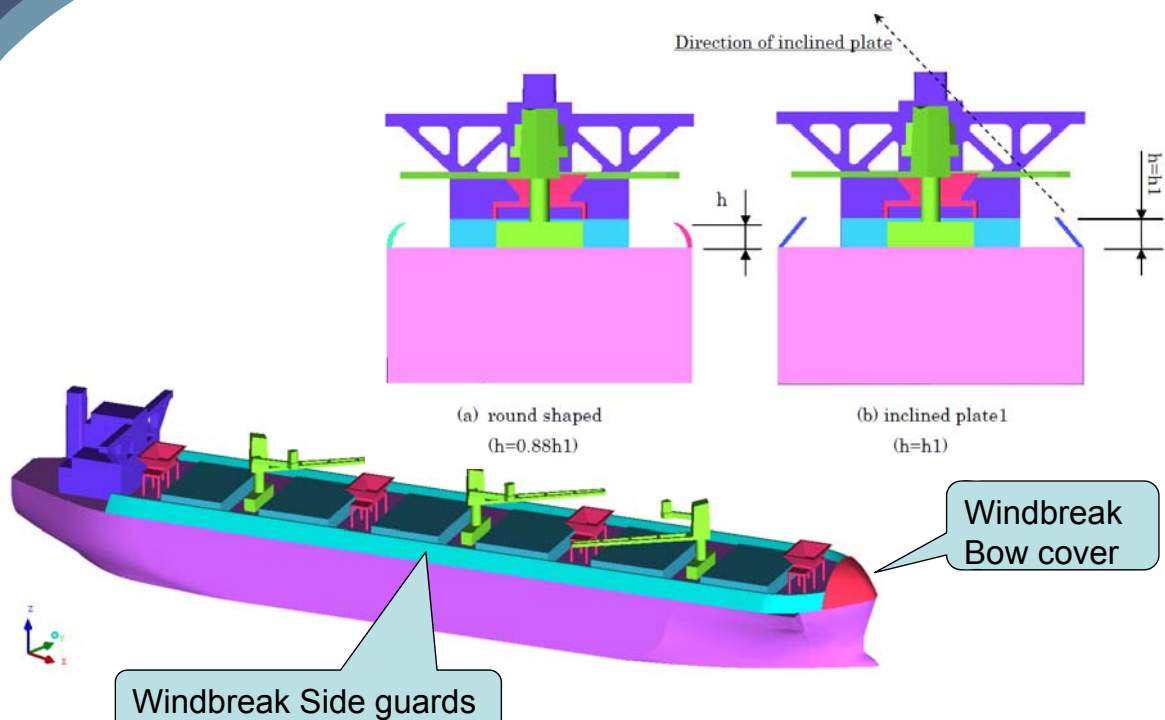
サノヤス造船株式会社

12

3-1. 船首防風カバーによる風圧抵抗低減

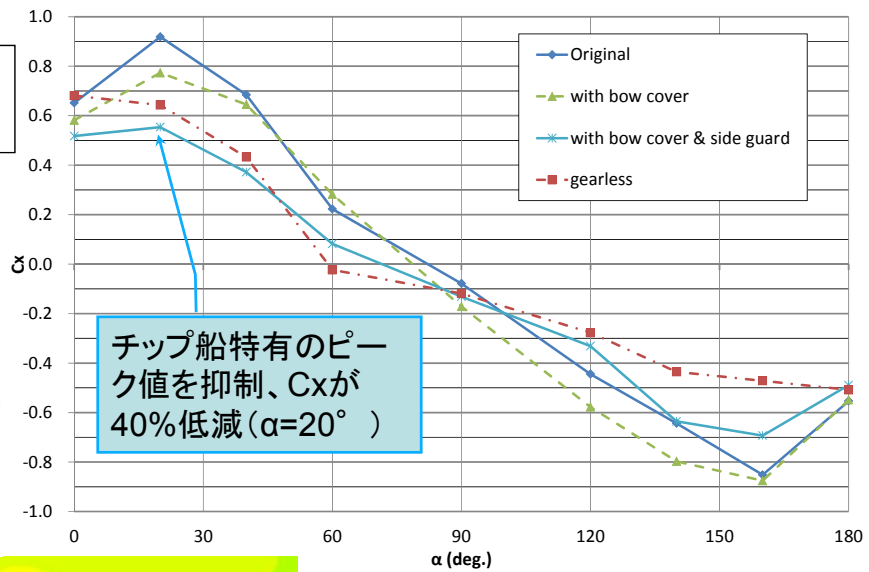
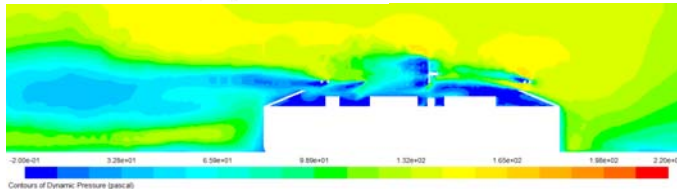
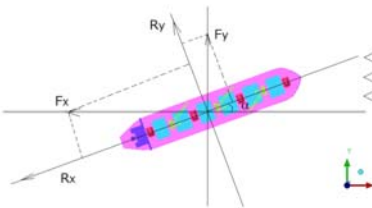
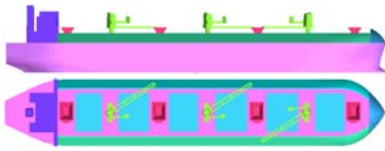


3-2. 防風サイドガードによる風圧抵抗低減



3-3. 風圧抵抗低減型チップ船

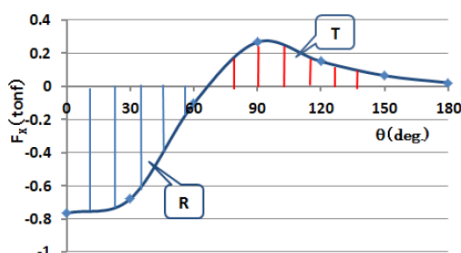
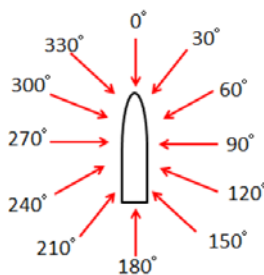
正面向い風: 21%のCx低減効果
(絶対風速5m/sの場合、約2.5%
燃費改善)



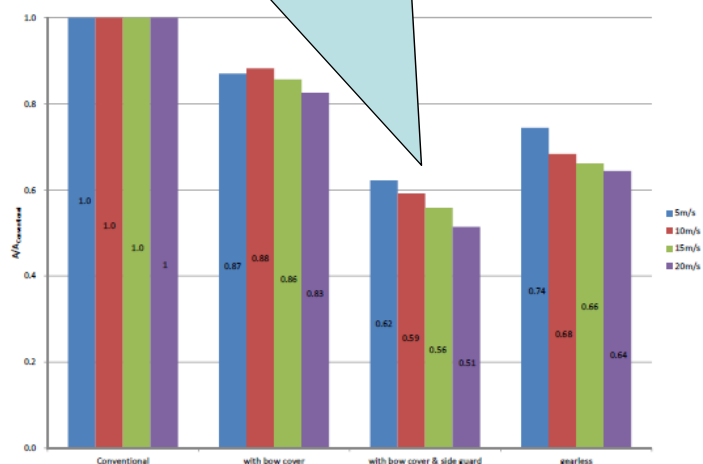
チップ船特有のピーク値を抑制、Cxが40%低減(α=20°)

ギアレス船と比較しても改善、ギアレス船にはない推力

3-4. 風圧抵抗低減の評価



オリジナルの船型に比べて最大49%、ギアレス船と比べても最大13%改善



総合評価指標: A=R-T

「船の上部構造物の風圧抵抗に及ぼす隅切り及びテールの影響」,
日本船舶海洋工学会講演会論文集, 第16号, pp.203-206, 2013

まとめ

- チップ船に働く風圧力特性を模型実験およびCFD計算により把握し、以下の知見を得た。
 - **正面向い風**の場合、**最船首部の艀装品**が風圧抵抗に対して支配的となる。
⇒ **船首防風カバー**を設置することが効果的
 - 風が斜めから吹くと、各艀装品に風圧力が働くため、風圧抵抗は**風向き20°で最大**となる。
⇒ **斜板型の防風サイドガード**を設置することが効果的
 - 風圧抵抗低減型の居住区
 - 正面向い風の場合、艀装品が風を遮蔽するため、その効果が消失する。
 - 風が斜めから吹くと、その効果が現れる。
 - 斜め追い風においては、荷役装置を装備していることが逆に推進力を増す。
 - 船首防風カバー＋防風サイドガードを設置した風圧抵抗低減型チップ船（総合評価指標Aの改善率49%）を提案した。



Thank you for your
attention!

