

2015年度成果報告(完了報告)

風抵抗低減コンテナ船の研究開発

商船三井テクノトレード株式会社
株式会社大内海洋コンサルタント
一般財団法人日本海事協会
株式会社商船三井
株式会社三井造船昭島研究所
太陽工業株式会社
東京大学人工物工学研究センター

目次

0. コンテナ船の船速低下量 何故に風圧抵抗低減か

1-1. 風洞試験

風圧抵抗低減方策

各方策における風圧力の変化と考察

1-2. 実海域での性能評価

1-3. CFD計算との比較

2-1. 水槽試験1、2

3-1. 船首風防設計・強度検討(膜式)

3-2. 船首風防設計・強度検討(鋼式)

3-3. 船首風防・延長ブルワーク・ダミーコンテナ設置

3-4. コンテナ間風防設計

4-1. 実船評価1

4-2. 実船評価2

4-3. 実船評価3

5. 最終成果

0-1-1. 何故に風圧抵抗低減か

抵抗は密度に比例するが、水の密度は空気の密度の800倍であるので、水抵抗が重視され空気抵抗はここ数十年軽視されてきた。

	水抵抗	： 空気抵抗
密度(ρ)	約800倍	： 1
受圧面積(A) (デッキのコンテナ積載多い)	1	： 約3倍
抵抗係数(C_x) (表面形状の違いによる)	1	： 約10倍
流入速度二乗(V^2) ※	1	： 約4倍
全抵抗 (R) $R = 0.5 \times \rho \times C_x \times V^2 \times A$	100	： 約15
馬力比 $R \times V_s \propto EHP$ (有効馬力)	100	： 約15

※(空気抵抗は、船速17kt+風速17kt) 相対風向0~50度するとき C_{FX} は正面風より大

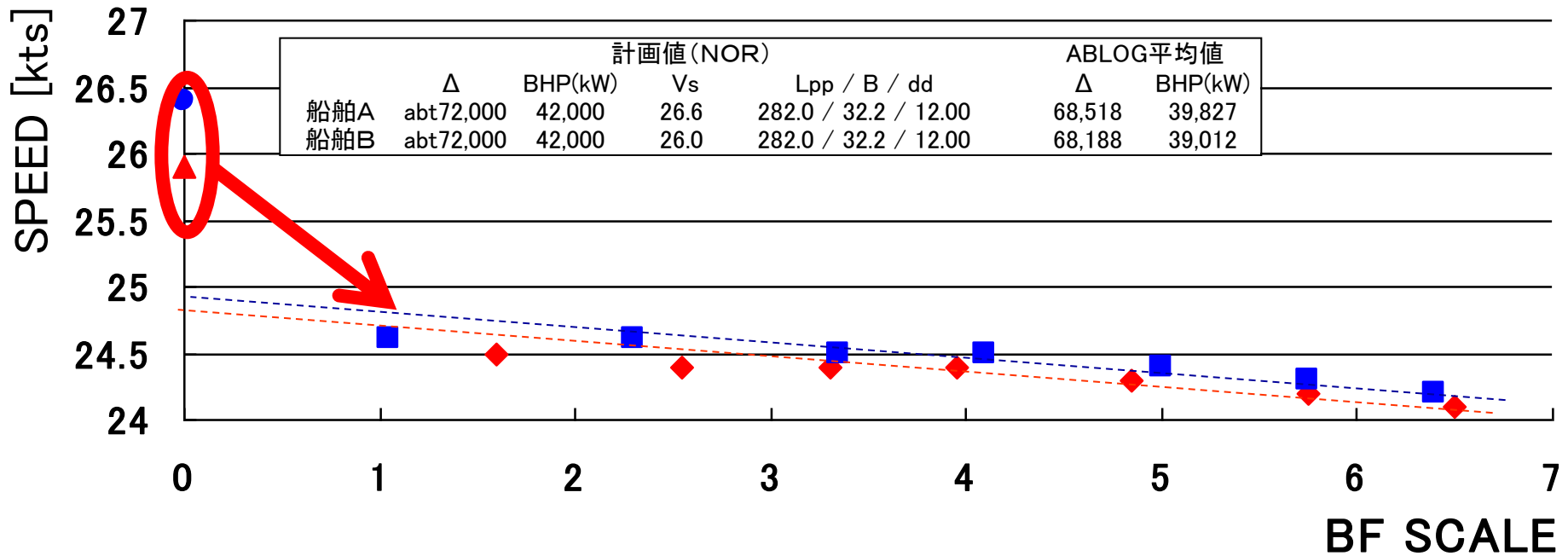
0-1-2. コンテナ船の船速低下量

試運転と実航海で甲板上の船型が変わるのはコンテナ船のみ
 コンテナ船の船速低下は著しい(カタログ性能が出ていない)

コンテナ船(船舶A, B)における推進性能比較

- ◆ SPEED [kts] 船舶A(解析値) ■ SPEED [kts] 船舶B(解析値)
- ▲ SPEED [kts] 船舶A(計画カーブ) ● SPEED [kts] 船舶B(計画カーブ)

1年間の
Daily Data



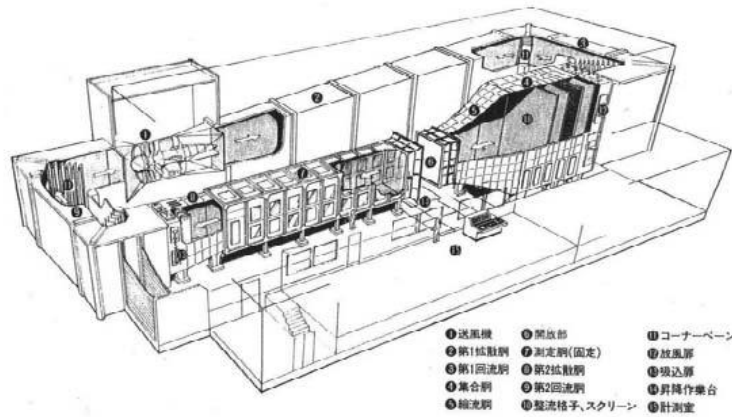
0-1-3. 水面上・水面下の形状の違い

水面上と水面下で表面の凸凹が全く異なる。
結果的に CF_x (抵抗係数)が約10倍異なる。



1-1-1. 模型船と風洞試験

三井造船昭島研究所 構造物用低速風洞



測定部: 幅x高さx長さ= 2 x 3 x 20 m
 型式: 水平回流型(ゲッチンゲン型)
 最大風速: 20 m/sec

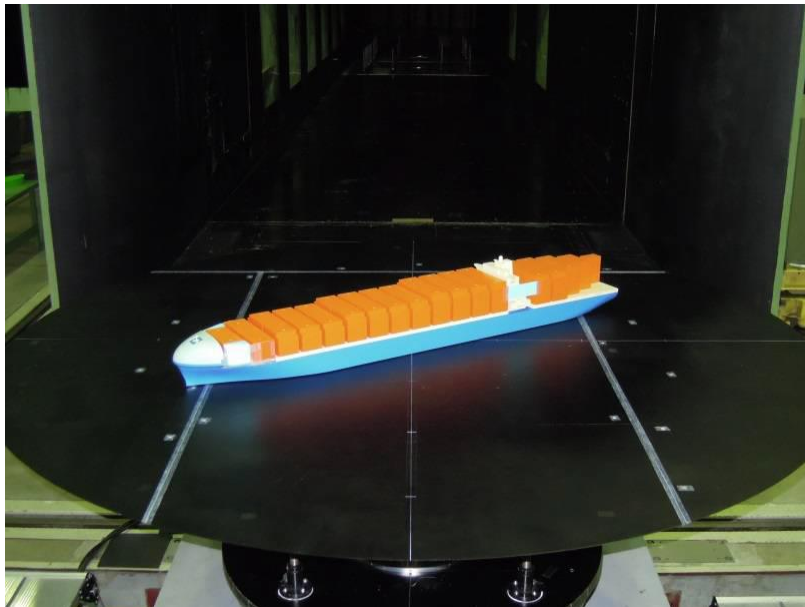


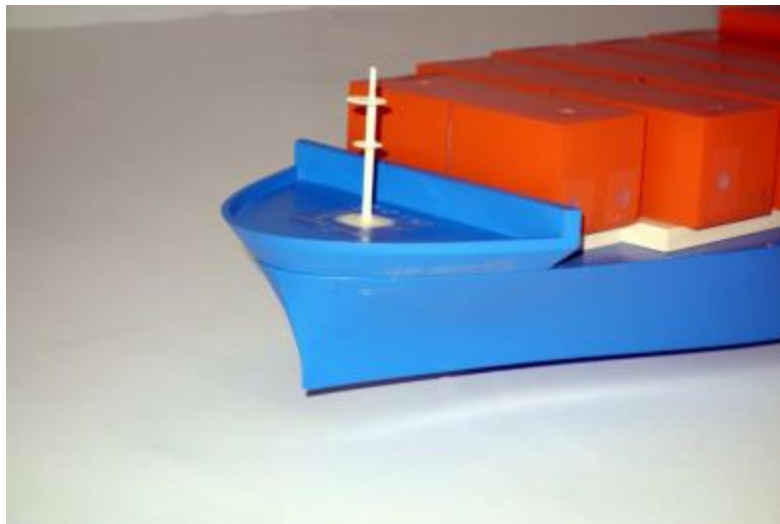
Table 1 Principal Particulars

	Ship	Model
Lpp (m)	288	1.152
B (m)	43.4	0.174
D (m)	24.8	0.099
d (m)	14.2	0.050

1-1-2. 風圧抵抗低減方策

試験状態	コンテナ配置および船首船尾形状
標準型	コンテナ上面フラット/凹凸
船首風防シリーズ	開口馬蹄形風防/+ダミーコンテナ/+GAP塞ぎ
船尾風防シリーズ	半円形船尾風防(上下開放型/閉鎖型)
積付シリーズ	隅切1個/+船尾翼型(1BAY/2BAY/3BAY)
舷側風防シリーズ	舷側風防(全BAY/ハウス前方)
複合型	開口馬蹄形風防 +ダミーコンテナ +隅切 +船尾翼型2BAY +ハウス前方舷側風防

1-1-3. 風圧抵抗低減方策



標準型



船首風防シリーズ

1-1-4. 風圧抵抗低減方策



隅切1個



船尾シリーズ

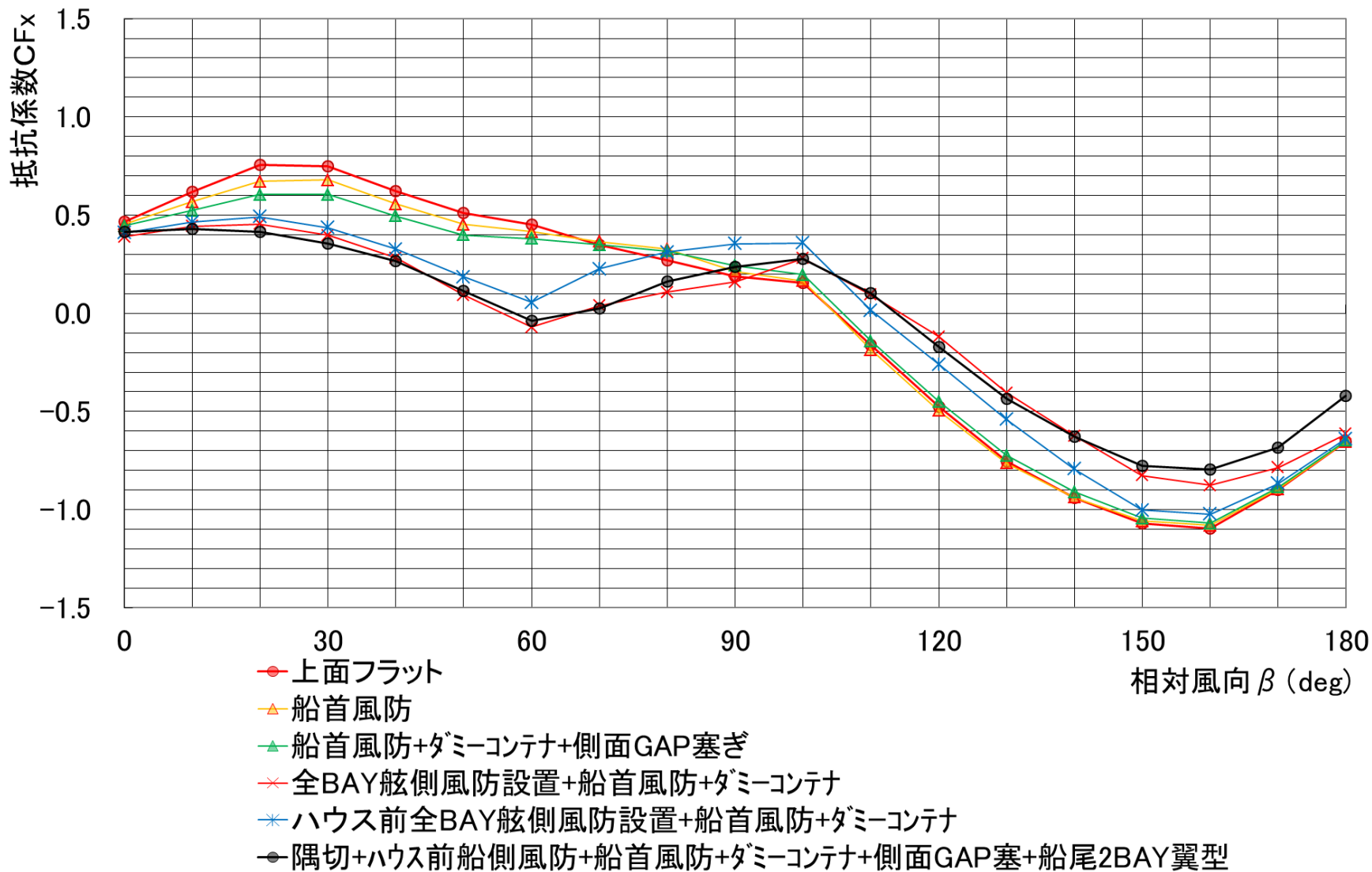


船尾翼型2BAY
積み付けシリーズ

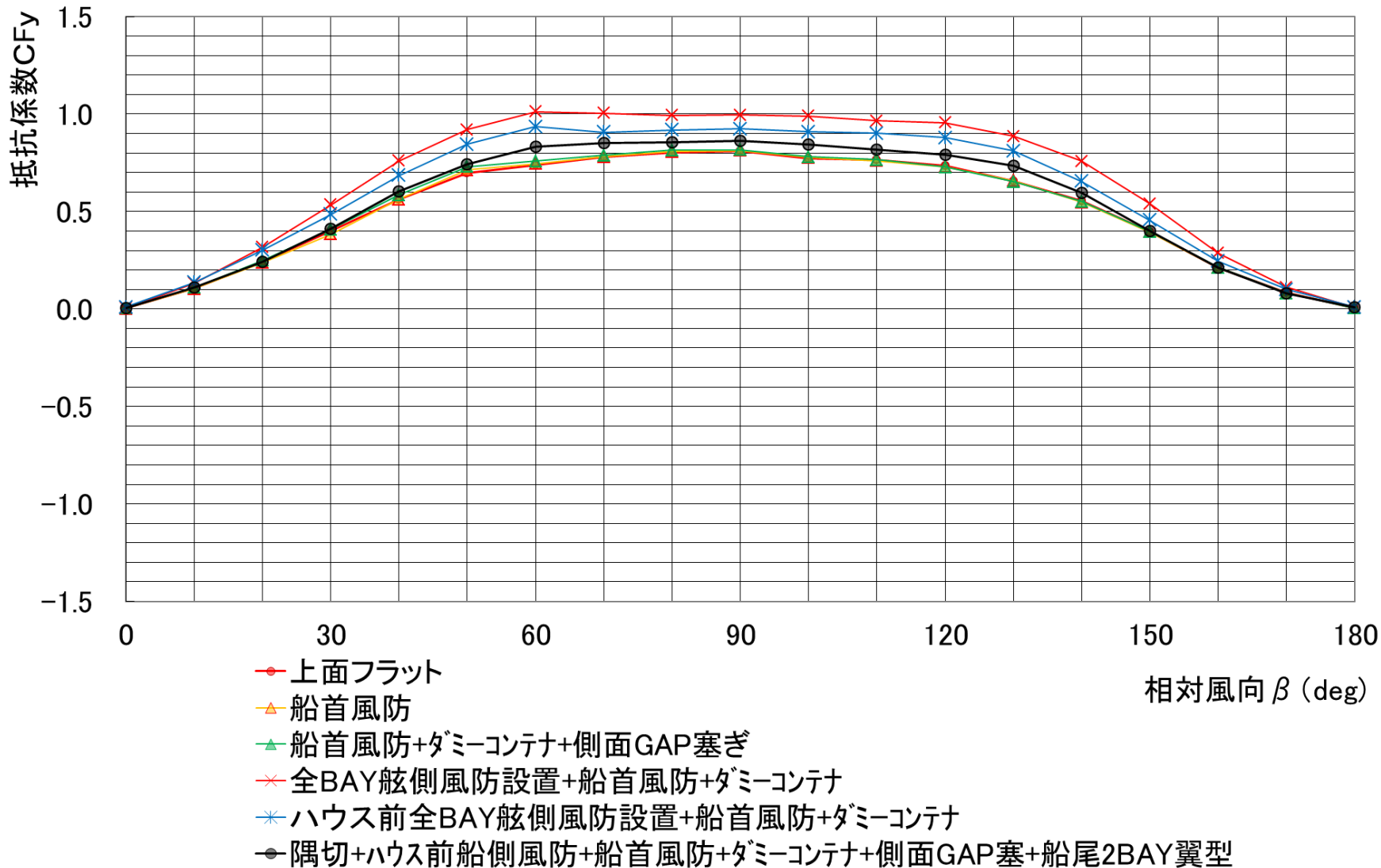


舷側風防シリーズ

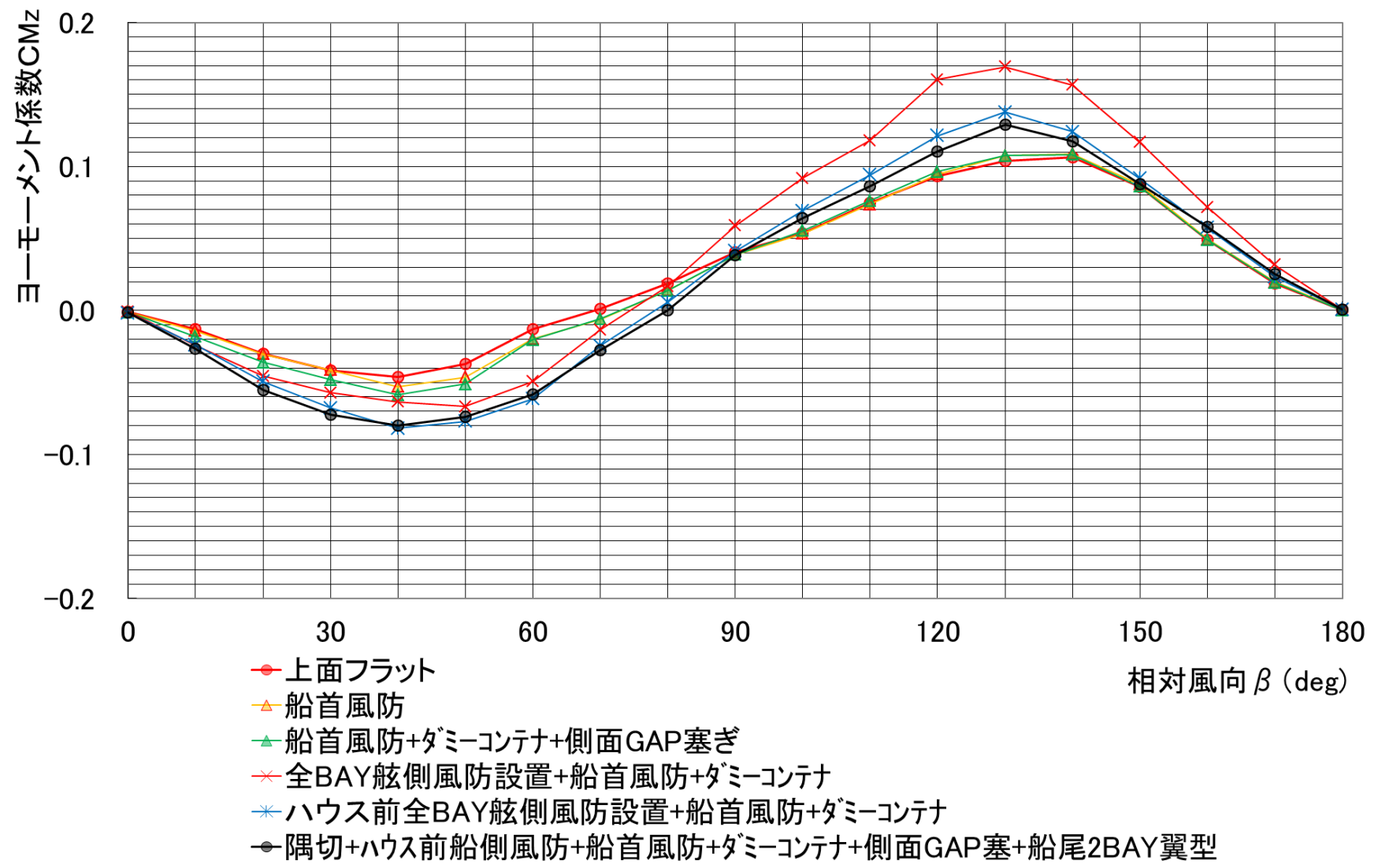
1-1-5. 各方策における風圧力の変化 CF_x



1-1-6. 各方策における風圧力の変化 CF_y



1-1-7. 各方策における風圧力の変化 CMz



1-2-1. 実海域性能評価 計算方法

$$C_{FX} = F_X / qA_F$$

F_X : 正面風圧力 q : 動圧
 A_F : 正面風圧面積

$$q = \rho V^2 / 2$$

ρ : 空気密度 V : 流入風速

無風時の本船の25kt及び17ktでの航行時の全抵抗に対して、0～360度の絶対風向を30度ピッチで抵抗の増減を計算した。馬力に換算する時には、抵抗の増減率を用いた。又計算結果で正面の C_{fx} が馬力に与える影響が支配的で、 C_{fx} の差を用いて性能評価を行った。(次ページに計算例を示す)

$$R X V_s \propto \text{EHP (有効馬力)}$$

又風速は、5kt、15kt、25kt、35ktで代表して簡略化した風速の確率を用い集計した。

1-2-2. 実海域性能評価 計算例

最適積付による風抵抗削減効果(6700TEUコンテナ船)

2015/3/5

MOLTECH

					ケース①			ケース①+②+③+④+⑤+⑥					
					【 上面フラット 】			【 隅切+バウス前船尾風防+船首風防+ドミ+コンテナ風害GAP低+船尾DBAY減形 】					
VS	TWS	TWA	AWS	AWA	CX0 from input	FX0	FX0*頻度	CX1 from input	FX1	FX1*頻度	風のみ	北太平洋	FX0*-FX1*
船速	風速	風向	流入風速	流入風向	抵抗係数	抵抗	北太平洋	抵抗係数	抵抗	北太平洋	抵抗減	頻度	抵抗減
kt	kt	degree	kt	degree		t			t		t	%	t
17	5	0	22	0	0.47	5.7	0.1	0.42	5.0	0.1	0.6	1.5	0.01
17	15	0	32	0	0.47	12.0	0.4	0.42	10.7	0.4	1.3	3.7	0.05
17	25	0	42	0	0.47	20.7	0.5	0.42	18.4	0.4	2.3	2.3	0.05
17	35	0	52	0	0.47	31.7	0.3	0.42	28.2	0.2	3.5	0.8	0.03
17	5	30	21	7	0.57	6.6	0.2	0.43	4.9	0.1	1.7	3.0	0.05
17	15	30	31	14	0.67	16.2	1.2	0.42	10.2	0.7	6.0	7.3	0.44
17	25	30	41	18	0.73	30.1	1.4	0.42	17.3	0.8	12.8	4.7	0.60
17	35	30	50	20	0.75	48.2	0.8	0.41	26.3	0.4	21.9	1.7	0.37
17	5	60	20	13	0.65	6.6	0.2	0.43	4.3	0.1	2.3	3.0	0.07
17	15	60	28	28	0.75	14.5	1.1	0.37	7.1	0.5	7.4	7.3	0.54
17	25	60	37	36	0.67	22.5	1.0	0.30	10.0	0.5	12.4	4.7	0.58
17	35	60	46	41	0.61	32.1	0.5	0.25	13.0	0.2	19.1	1.7	0.32
17	5	90	18	16	0.71	5.6	0.2	0.42	3.3	0.1	2.3	3.0	0.07
17	15	90	23	41	0.61	7.8	0.6	0.24	3.1	0.2	4.7	7.3	0.34
17	25	90	30	56	0.48	10.9	0.5	0.03	0.6	0.0	10.3	4.7	0.48
17	35	90	39	64	0.41	15.5	0.3	-0.01	-0.4	0.0	16.0	1.7	0.27
17	5	120	15	17	0.71	4.1	0.1	0.42	2.4	0.1	1.7	3.0	0.05
17	15	120	16	54	0.49	3.2	0.2	0.06	0.4	0.0	2.8	7.3	0.21
17	25	120	22	78	0.28	3.5	0.2	0.14	1.7	0.1	1.8	4.7	0.08
17	35	120	30	91	0.19	4.3	0.1	0.24	5.5	0.1	-1.3	1.7	-0.02
17	5	150	13	11	0.64	2.7	0.1	0.43	1.8	0.1	0.9	3.0	0.03
17	15	150	9	62	0.43	0.8	0.1	-0.03	0.0	0.0	0.8	7.3	0.06
17	25	150	13	110	-0.17	-0.8	0.0	0.09	0.4	0.0	-1.2	4.7	-0.05
17	35	150	22	127	-0.68	-8.2	-0.1	-0.36	-4.4	-0.1	-3.8	1.7	-0.06
17	5	180	12	0	0.47	1.7	0.0	0.42	1.5	0.0	0.2	1.5	0.00
17	15	180	2	0	0.47	0.0	0.0	0.42	0.0	0.0	0.0	3.7	0.00
17	25	180	8	180	-0.65	-1.1	0.0	-0.42	-0.7	0.0	-0.4	2.3	-0.01
17	35	180	18	180	-0.65	-5.3	0.0	-0.42	-3.4	0.0	-1.9	0.8	-0.02
17	20	90	25	53	0.46	12.1	9.7	0.26	7.0	5.2	5.2	100.0	4.53

無風時

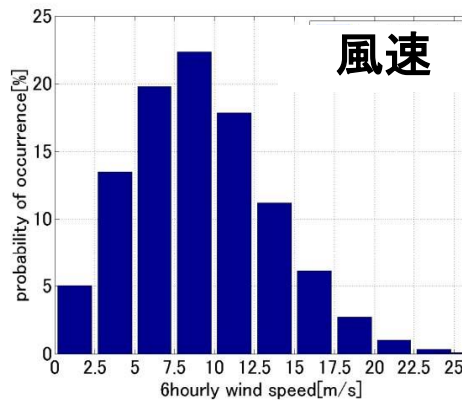
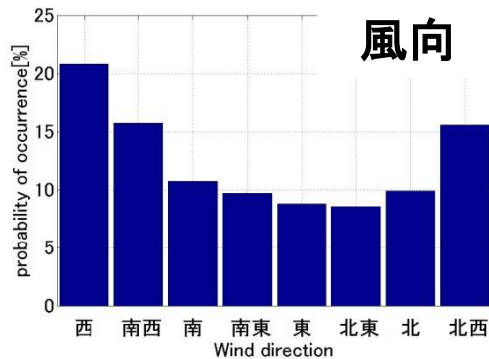
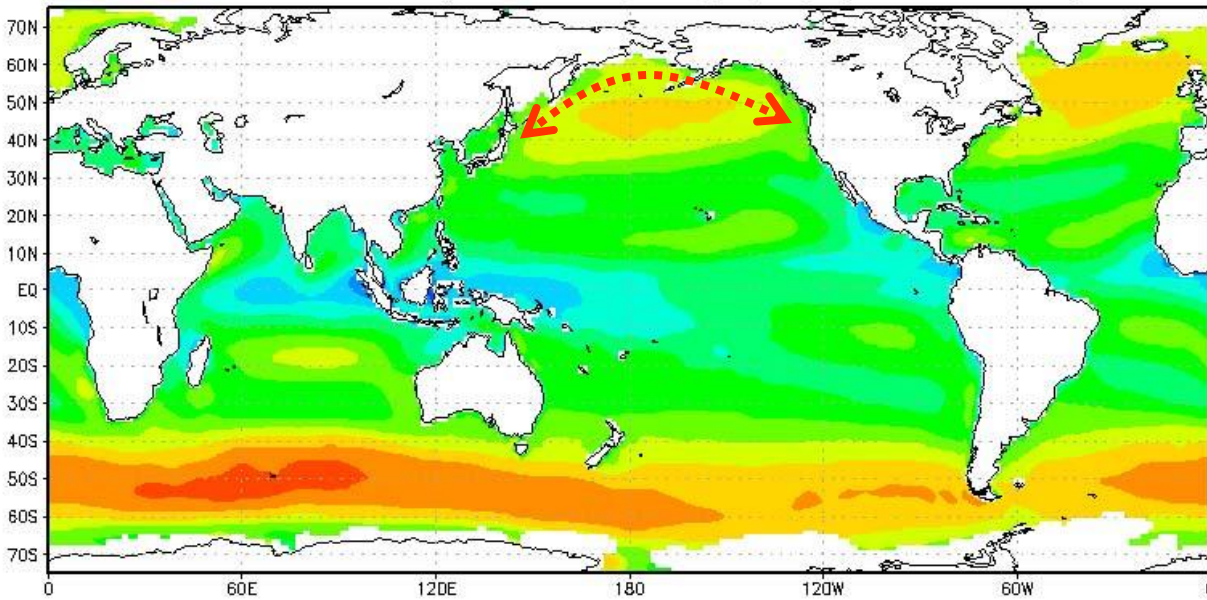
17	0	0	17	0	0.467	3.4	3.4					100.0	
----	---	---	----	---	-------	-----	-----	--	--	--	--	-------	--

全抵抗ton	90
主機出力kw	11600
船速(無風時)kt	17

(風の影響)	ケースS	ケース①	平均削減値	平均削減率%
全抵抗(t)	96	92	4.5	4.7
主機出力(kw)	12,417	11,833	584	4.7
FOC (t/d): 0.18g/kw/h	53.6	51.1	2.5	4.7
燃料代削減/年(万円): C重油5万/t、300日/年			3,785	

1-2-3. 海上平均風速図

JRA-25 average wind speed[m/s] (1991-2000)



JRA-25

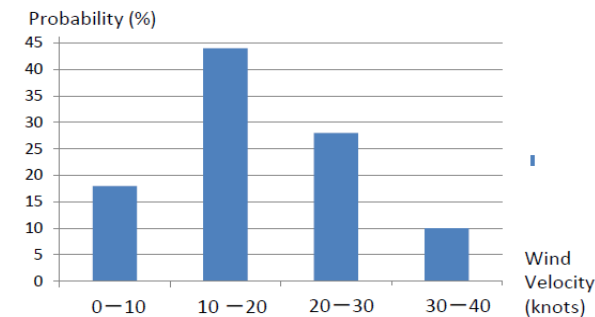
北太平洋航路中間点
アリューシャン列島南部
北緯50度 東経180度
の風速分布を
簡略化して計算した。

風向:

360度均一分布

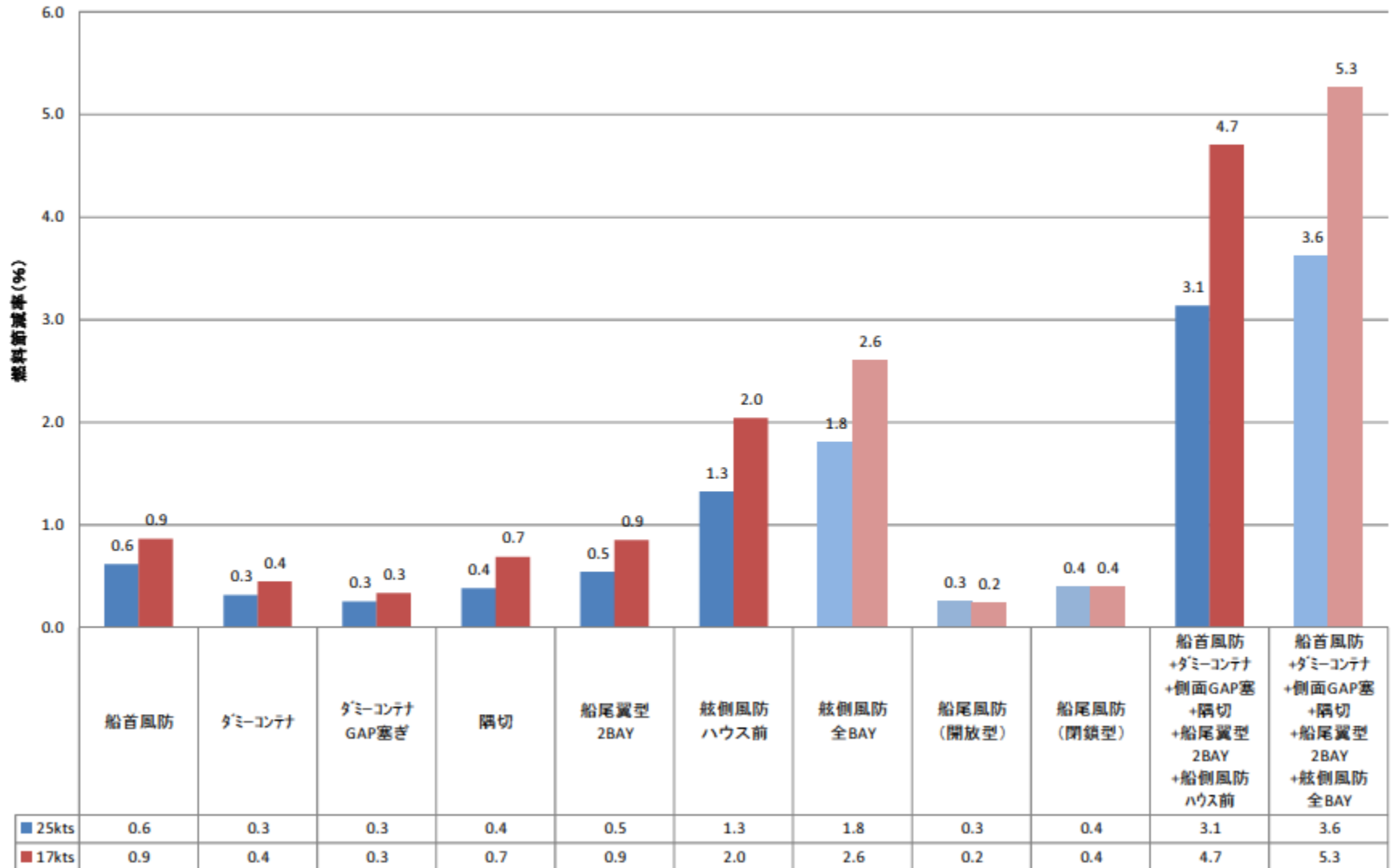
風速:

出現頻度分布簡略化



1-2-4. 実海域性能評価 25kt / 17kt

北太平洋航路年間平均 燃料節減率 6700TEUコンテナ船



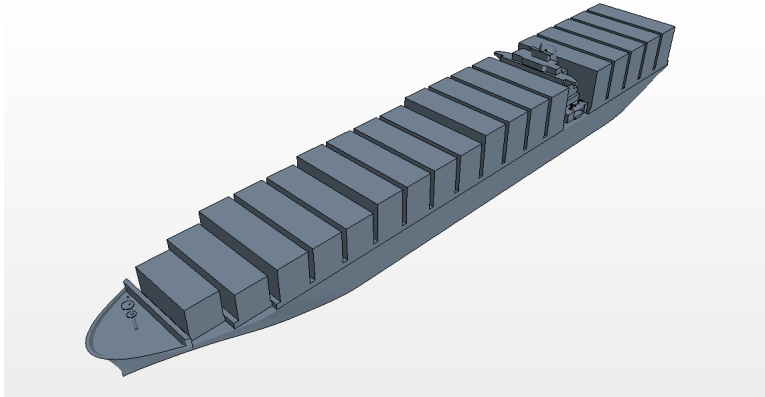
1-2-4. 実海域性能評価

- (1) 風洞試験により、風圧抵抗低減の種々の方策は標準積付と比較して、正面抵抗係数において有利な風圧性能を示すことを確認した。
- また特に遭遇頻度が本船が走ることにより増加する斜め向かい風で効果が大きく、一部は推力が発生することを確認した。
- (2) 上記計算結果および北太平洋航路の代表的スポットのJRAの風速データを利用し、燃料消費量削減効果を試算した。
- その結果、標準積付に比べ最善の抵抗低減策を適用した場合は、25kt航走時で、年間平均**3.6%**の燃量消費削減が推定された。又、17ktに減速時は、燃料削減の絶対値こそ減るものの、同様に**5.3%**の年間燃料削減が推定され、大型コンテナ船においての風圧抵抗低減方策による実海域性能改善量が相当大きいものであることが示された。

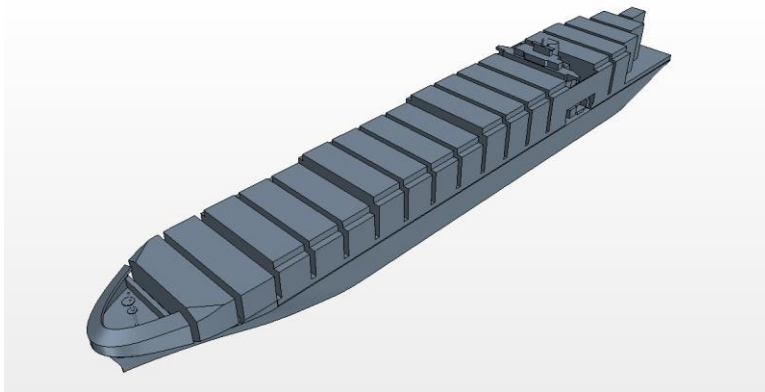
1-2-5. 実海域性能評価

- (3) 強風時の速力低下の改善量は、無風時17ktの馬力で航走時に、30度の絶対風向で35ktの風速時で、船速低下の改善量は約1.3ktもしくは19%の馬力削減となる。
- 同様に無風時25ktの馬力で航走時に、30度の絶対風向35ktの風速時で、船速低下の改善量は約0.8ktもしくは11%の馬力削減となる。強風時の船速低下の防止策として有効に機能するものと考えられる。

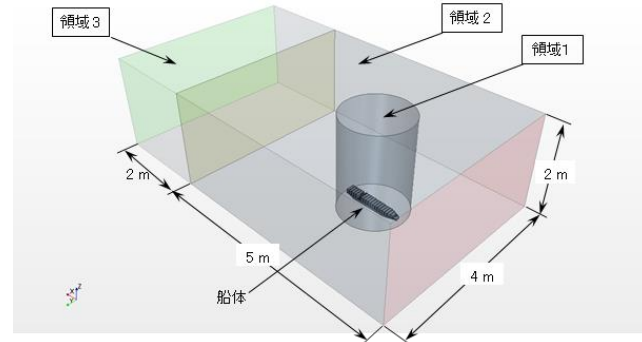
1-3-1. CFD解析手法



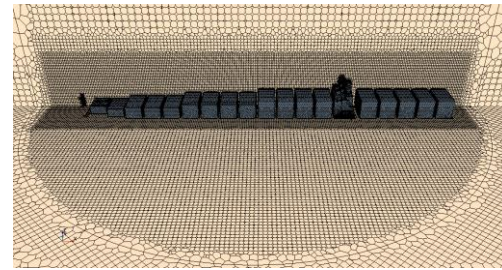
基本配置



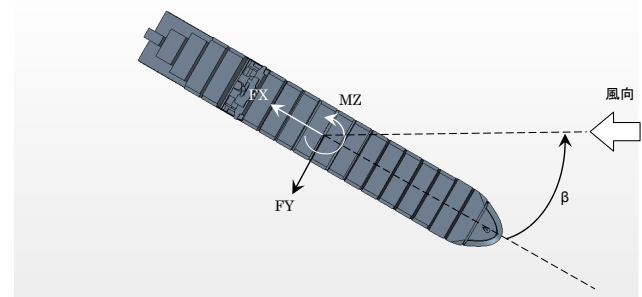
垂直型風防+船尾翼型積付け+最上段隔切り+居住区両サイド風防テント



解析モデルの概観



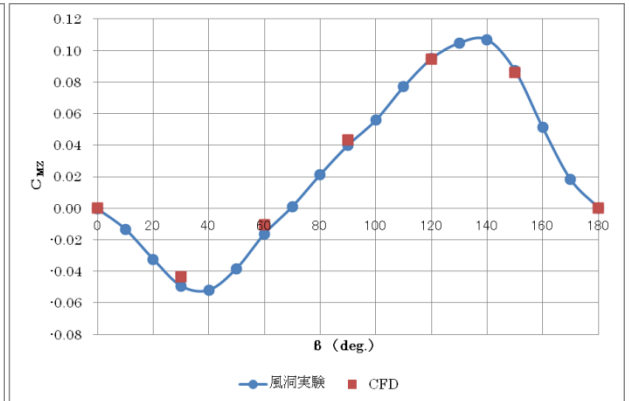
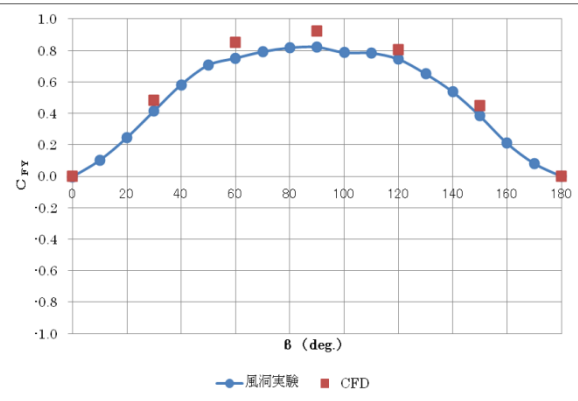
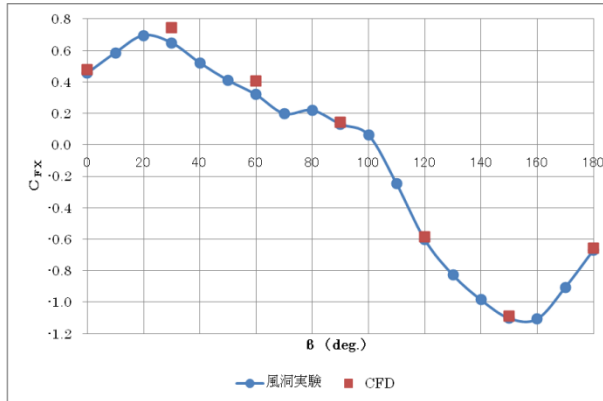
基本配置の船体周辺領域におけるメッシュ図



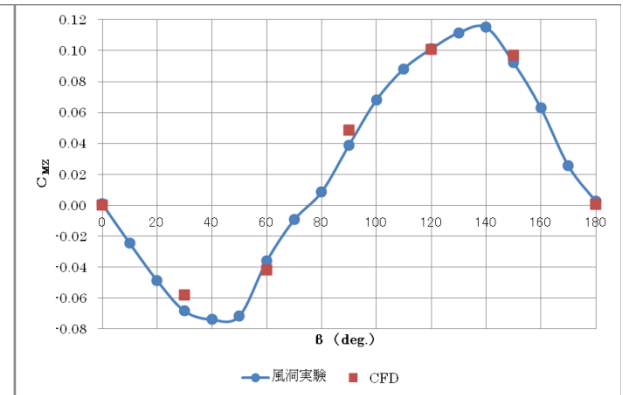
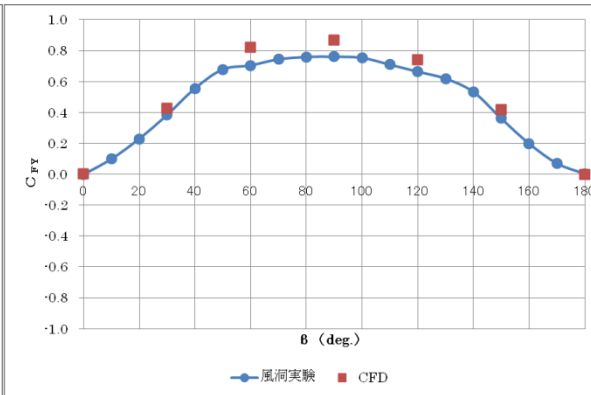
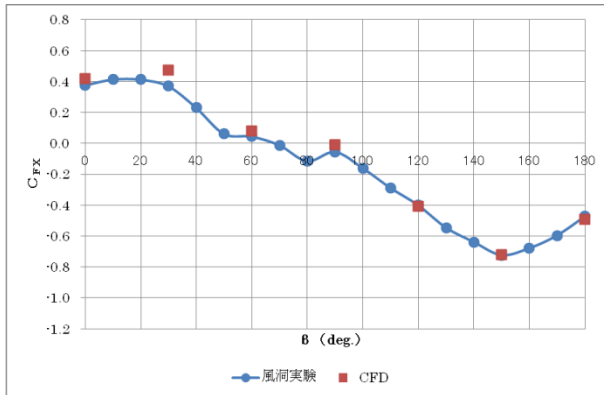
座標系

1-3-2. 風洞試験(●)とCFD(■)の比較

Cfx, Cfy, Cmz とも比較的良い一致を見た

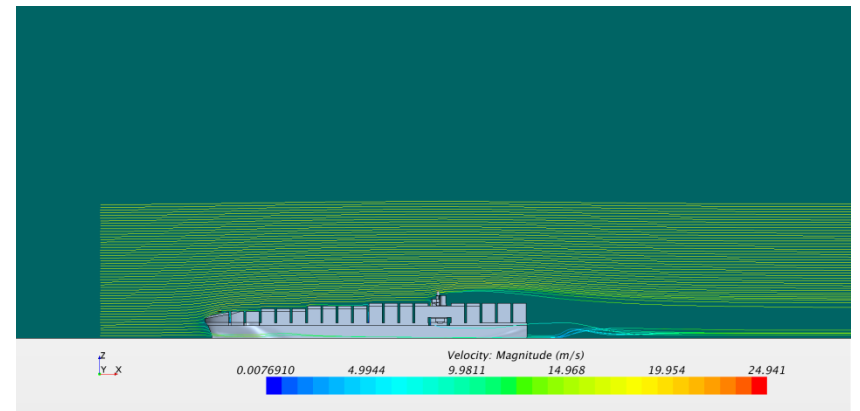
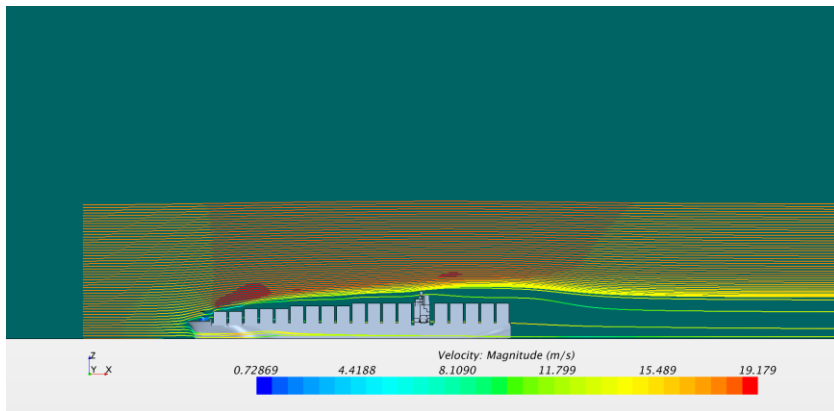
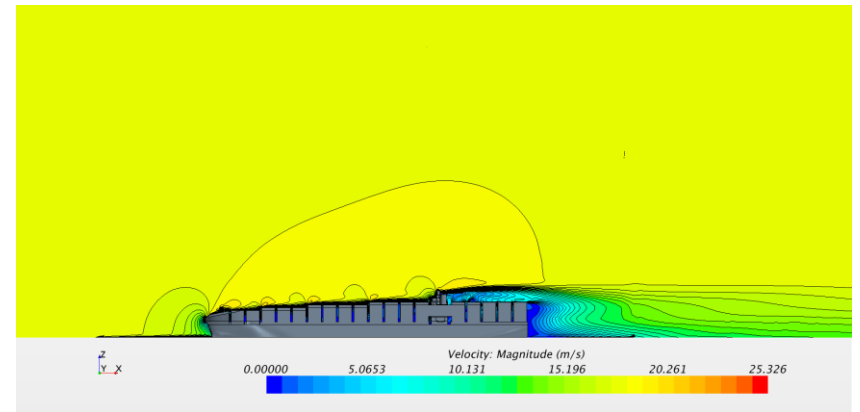
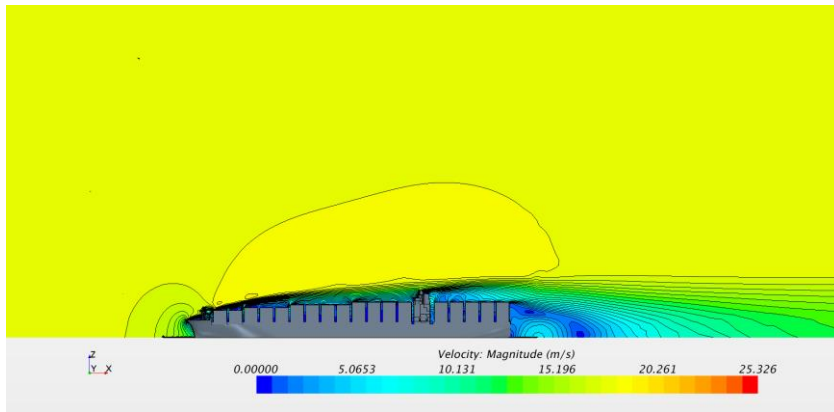


基本配置



垂直型風防+船尾翼型積付け+最上段隅切り+居住区両サイド風防テント

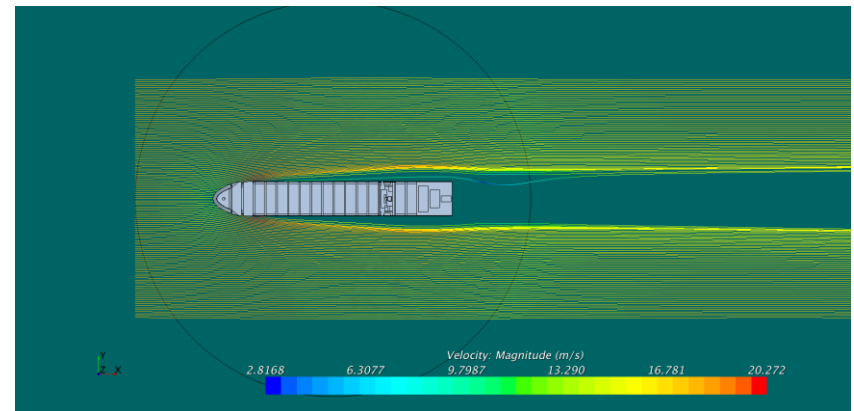
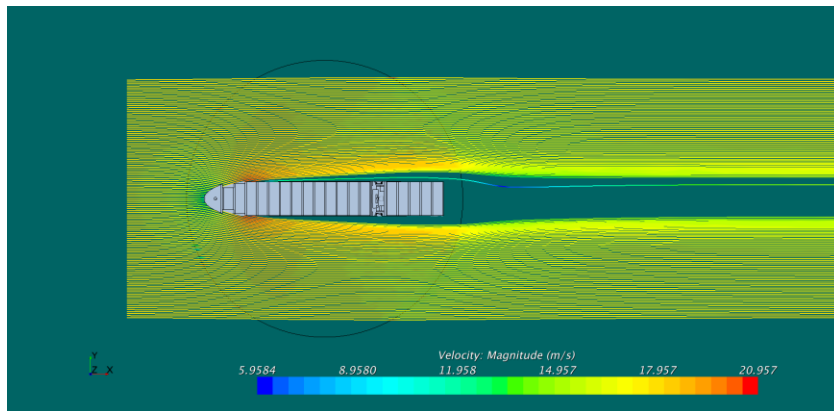
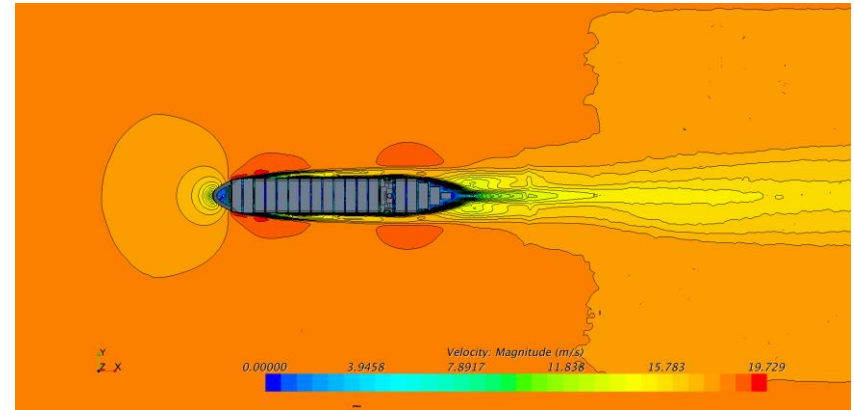
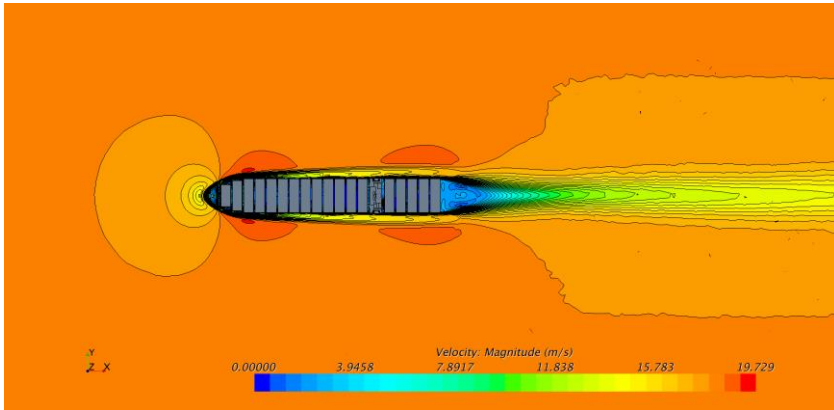
1-3-2. 風速分布比較(センター断面)



基本配置

垂直型風防+船尾翼型積付け+最上段隅切り+居住区両サイド風防テント₂₁

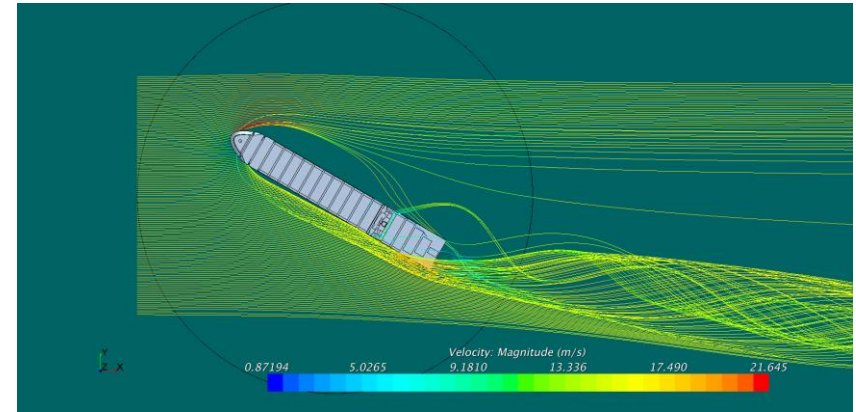
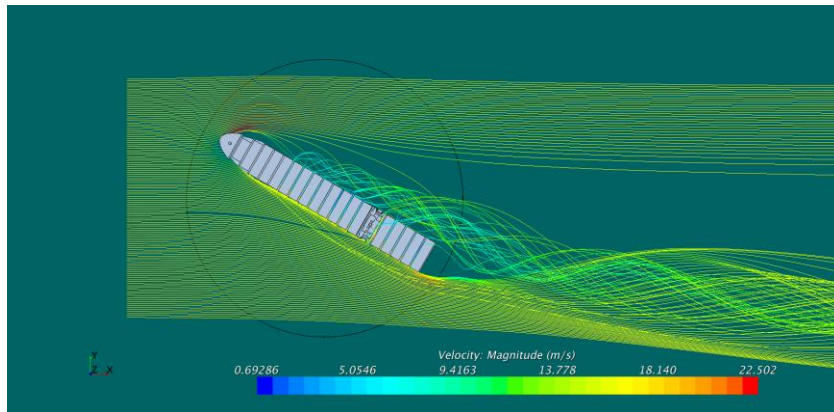
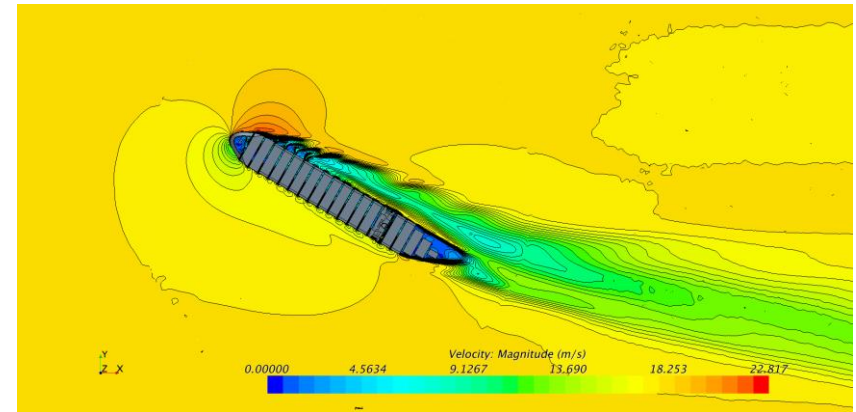
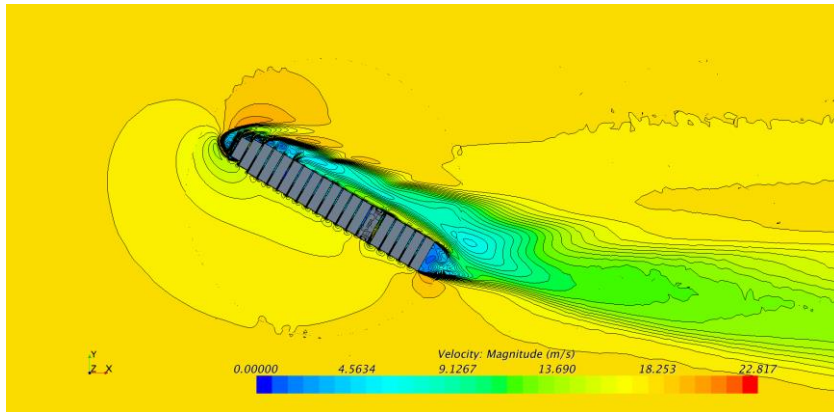
1-3-4. 風速分布比較(風向0度、F'cle直上平面)



基本配置

垂直型風防+船尾翼型積付け+最上段隅切り+居住区両サイド風防テント

1-3-5. 風速分布比較(風向30度、F'cle直上平面)

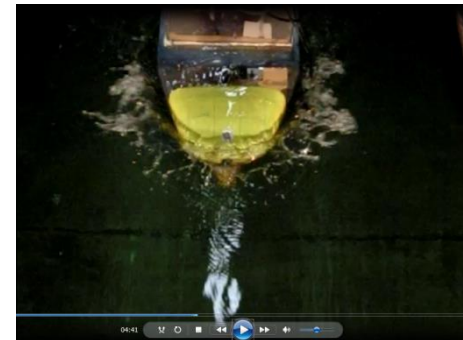


基本配置

垂直型風防+船尾翼型積付け+最上段隅切り+居住区両サイド風防テント₂₃

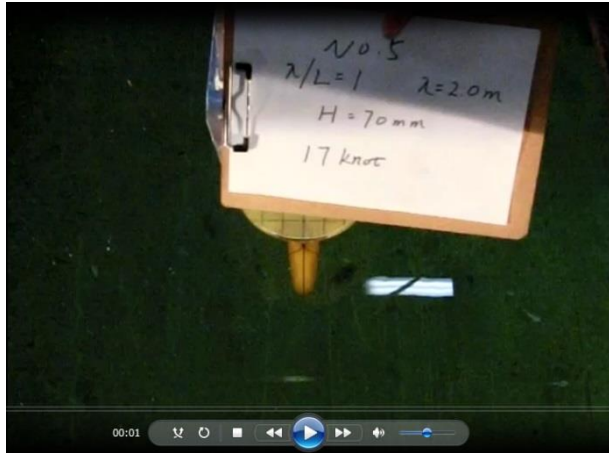
2-1-1. 船首風防の青波荷重計測のための水槽試験

- 船首風防の設計においては、青波荷重が重要になる。水槽試験により、荷重の計測を行った。
- 過去の青波荷重に関する水槽試験は主にバルクキャリアーのハッチカバー荷重(鉛直方向)に対して行われてきた。しかし、コンテナ船の船型はバルクキャリアーと大きく異なり、青波打ち込みの様子が異なることが予想される。また船首風防の設計に対しては、船長方向の荷重と鉛直方向の荷重とを評価する必要がある。
- 試験水槽において規則波の水槽試験を行い、高速度カメラで現象を把握するとともに、ロードセルによる船長方向、鉛直方向の荷重、圧力計による局所的な圧力の計測を行った。



2-1-2. 水槽試験の様子

CASE5 船速17knot(模型船速度0.734m/s)
波高10.38m(実測波高73.09mm) 入射波の波長船長比(λ/L)=1



1



2



3



4



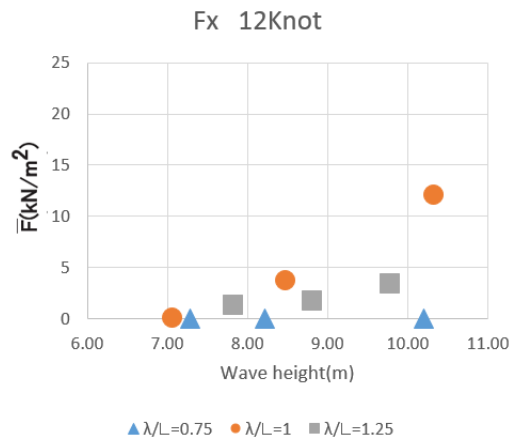
5



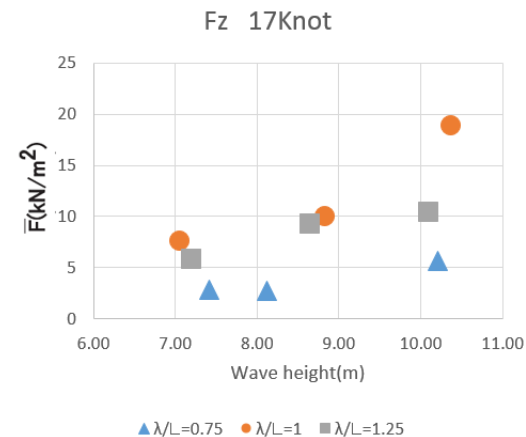
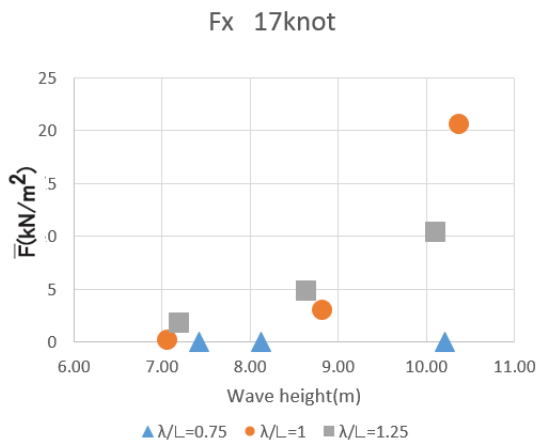
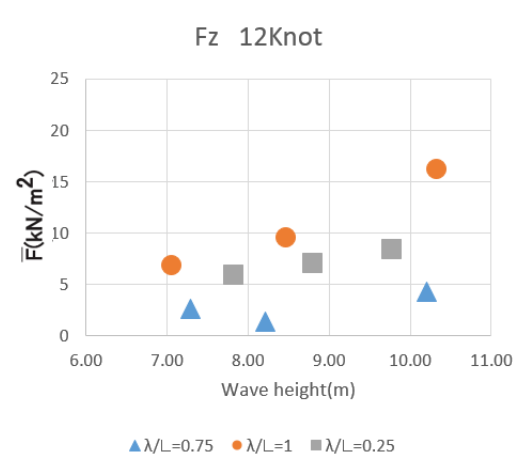
6

2-1-3. 試験結果(抜粋)(すべて実船スケール換算)

船長方向荷重/面積

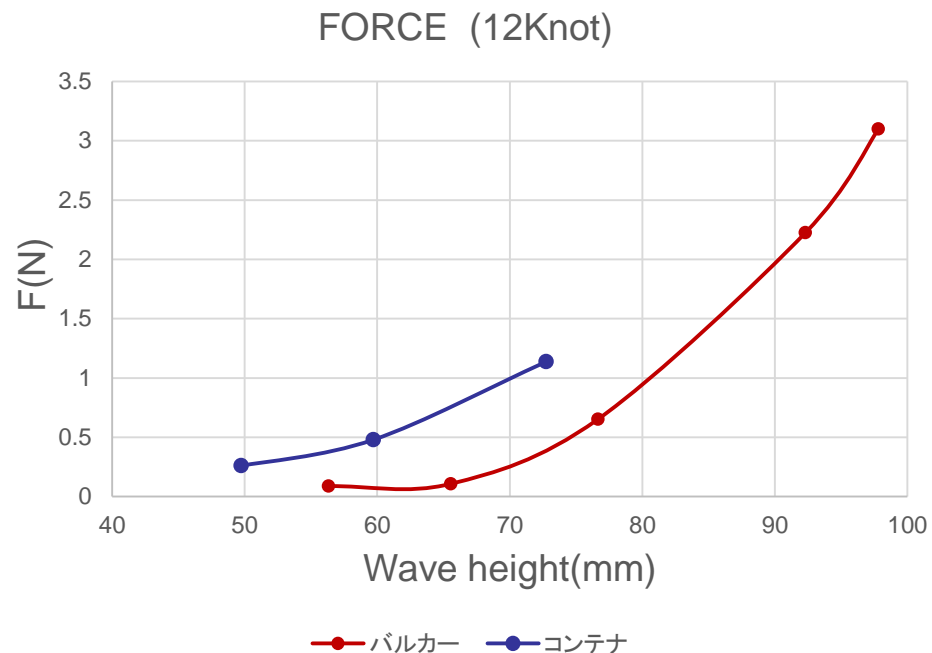
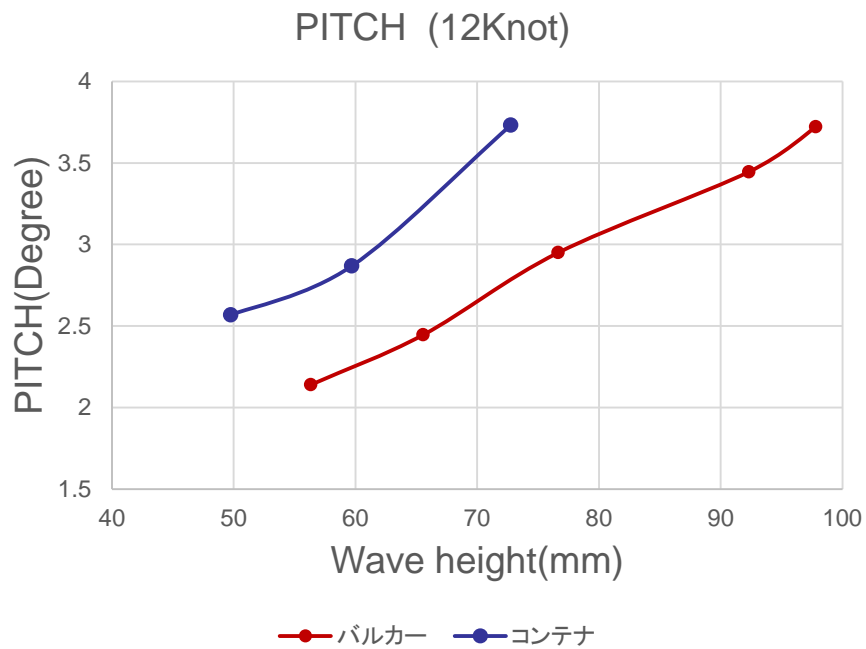


鉛直方向荷重/面積



- 波高、波長、船速に対する荷重の傾向がわかる
- 10 m程度の波を考えると、船長方向、鉛直方向とも設計荷重として20kPa程度の圧力を考える必要がある。局所的にはさらに大きい。

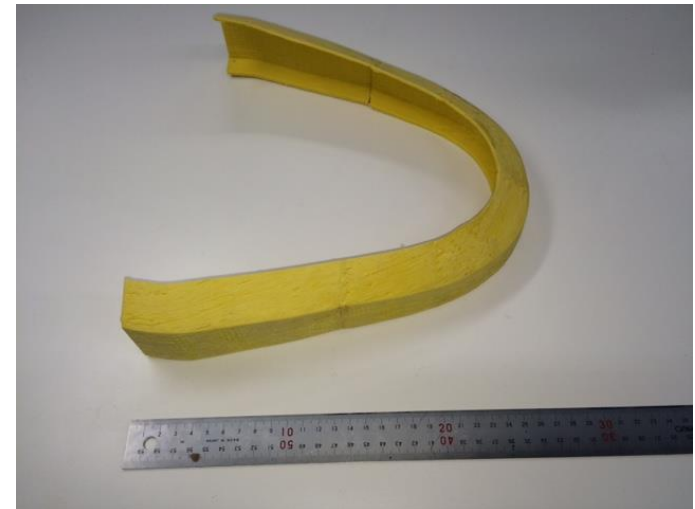
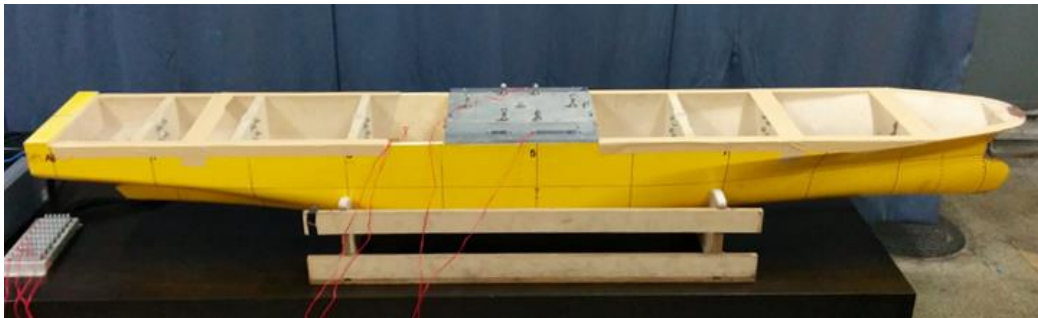
2-1-4. バルクキャリアーとコンテナ船の運動と船長方向荷重



- コンテナ船とバルカーでは、船首形状の違いにより、跳ね上げる青波の様子が大きく異なる。コンテナ船は船首の周囲に広くまき散らすのに対し、バルカーは上部に打ち上げる。コンテナ船においては船首デッキに乗り上げる水が主な荷重の原因である。
- 同じ波高に対して、コンテナ船はバルクキャリアーより大きなピッチ運動が発生し、そのため荷重も大きくなる。

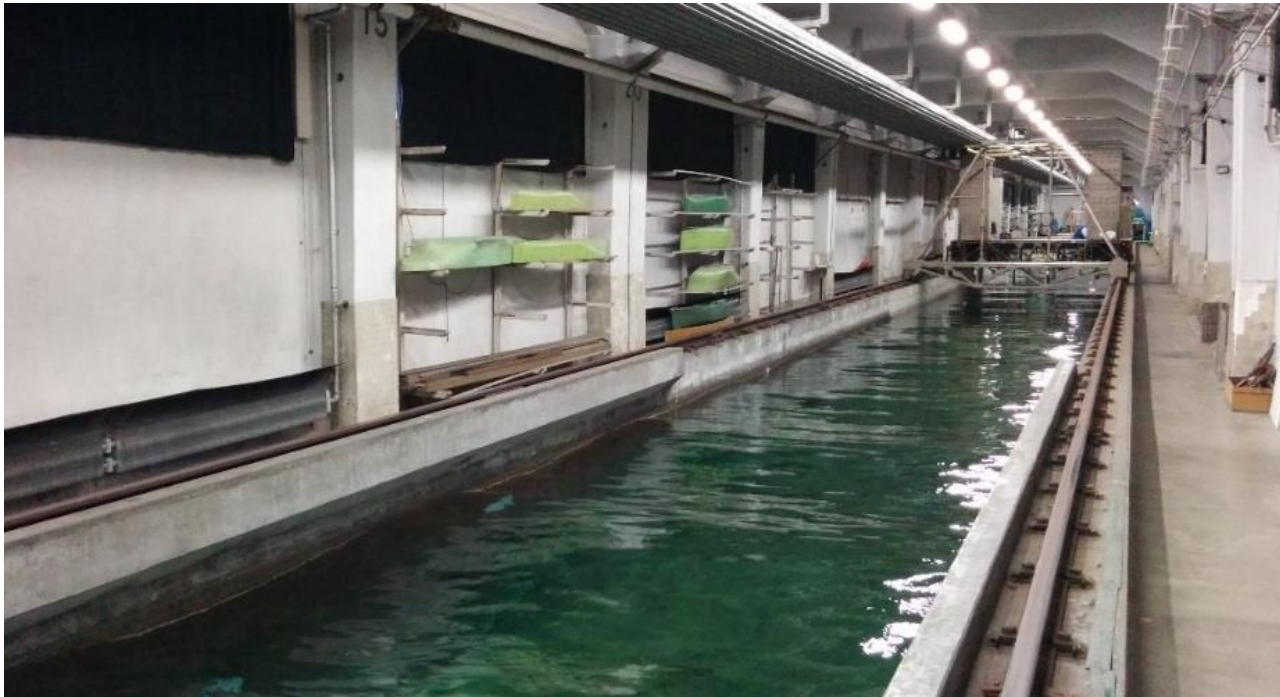
2-2-1. 船首風防による青波の打ち込み抑制効果の検証

- 船首風防には、空気抵抗を減らす効果以外にも、荒天時の青波打ち込みを減らす効果があると思われる。
- 水槽試験により検証する。



2-2-2. 実験条件

- 風防あり、なし
- 船速12knot、17knot
- 波高50mm、60mm、70mm
(実船スケール7.1m, 8.5m, 9.9m)



2-2-3. 水槽試験の結果



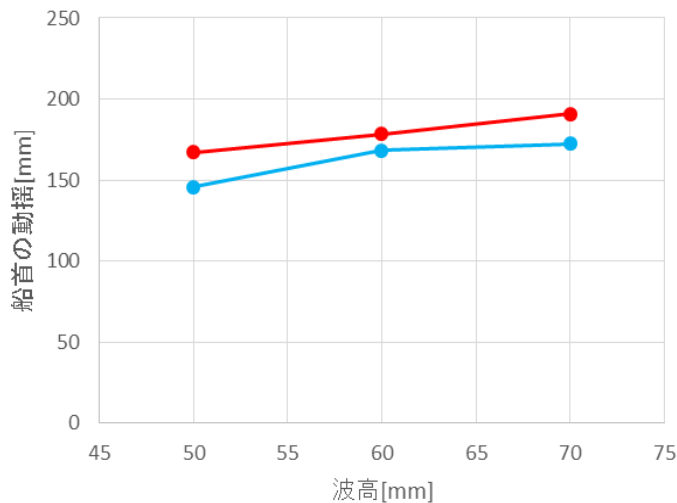
- 船速12knot、波高50mm



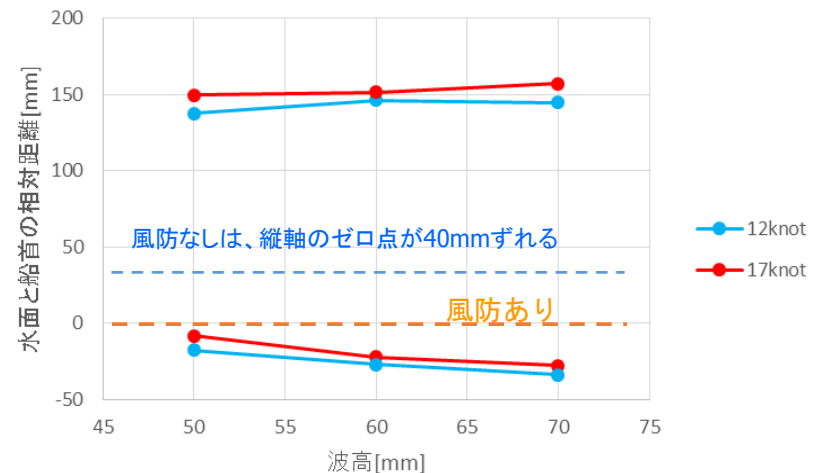
- 船速12knot、波高60mm

2-2-4. 船首への青波打ち込み

- 水面と船首の相対距離が負の場合は船首先端が水中にある。
- 風防ありの場合は波高50mm(実船スケール7.1m)で相対距離がほぼ0になる。実験動画からも波高50mmのケースでは青波の打ち込みはほとんどないことが確認できた。
- 波高が60mm以上のケースでは相対距離は0以下になるので、青波が打ち込むことが予想される。



船首の動揺と波高の関係



船首先端と水面との相対距離

3-1-1. 膜式風防設計

設計条件	
膜材への初期張力	1kN/m
水圧	40kN/m ²
塗装仕様	溶融亜鉛メッキ＋フッ素樹脂塗料
膜材	ターポロンG3500（不燃材）
想定重量	約250トン（骨材はパイプ構造を採用）

3-1-2. 膜式風防設計

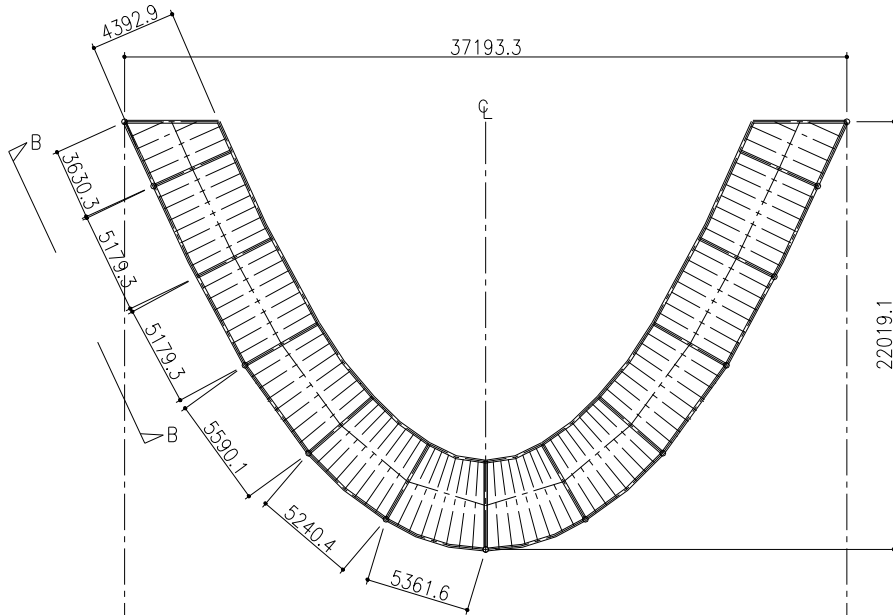
コンテナ船風防テント 計画案

設計条件

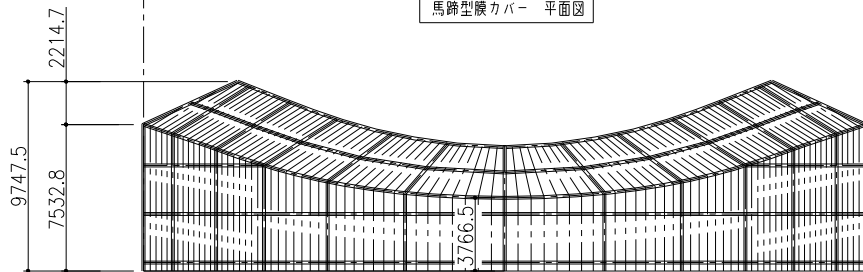
膜材への初期張力: 1kN/m

水圧: 40kN/m²
(壁面と屋根面に対し正圧として作用)

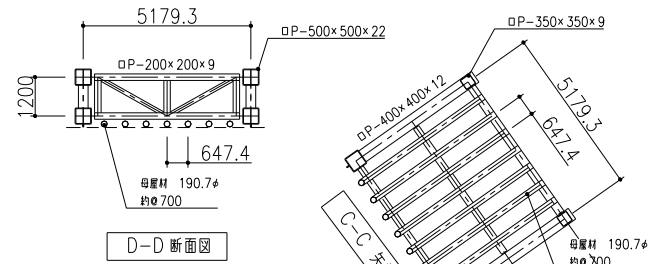
塗装仕様: 溶融亜鉛メッキ+フッ素樹脂塗料
膜材: ターボロンG3500 (不燃膜材)



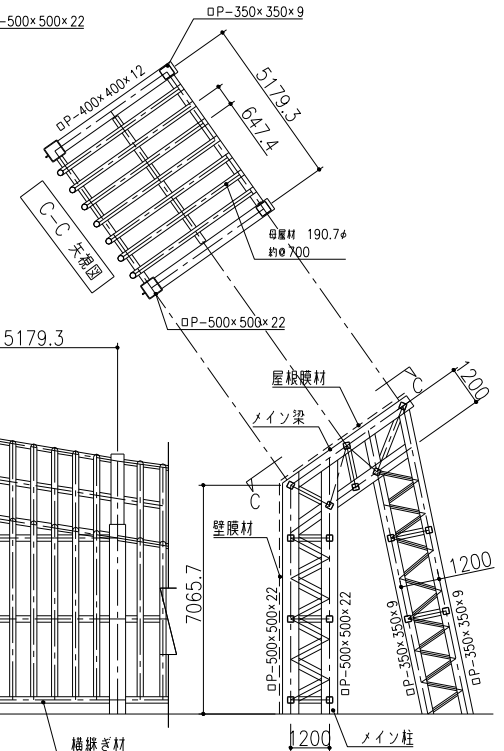
馬蹄型膜カバー 平面図



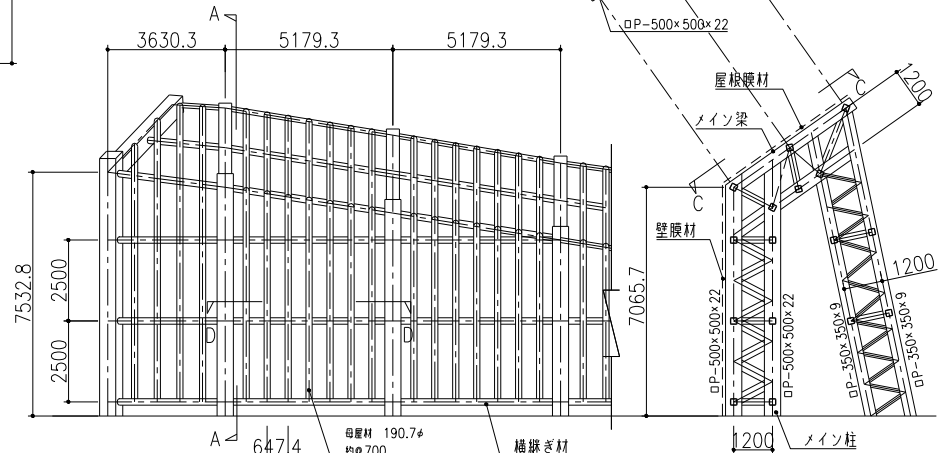
馬蹄型膜カバー 立面図



D-D 断面図

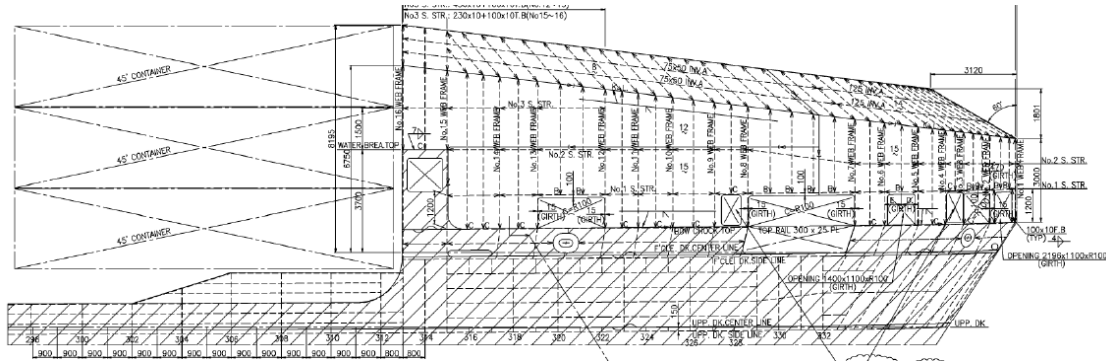


A-A 断面図

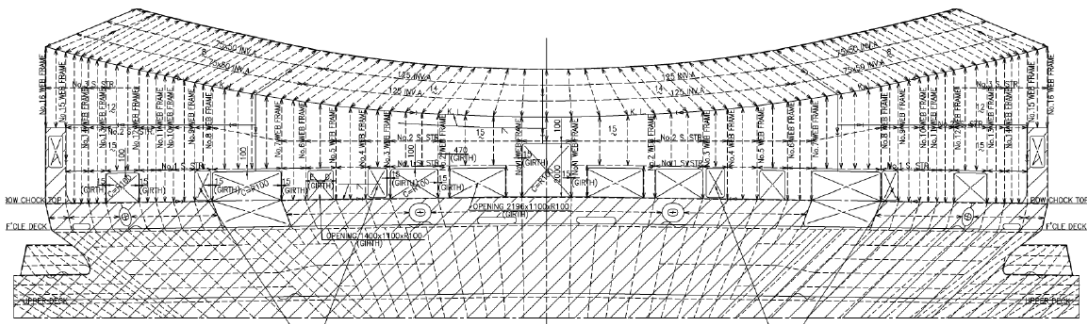


B-B 矢视图

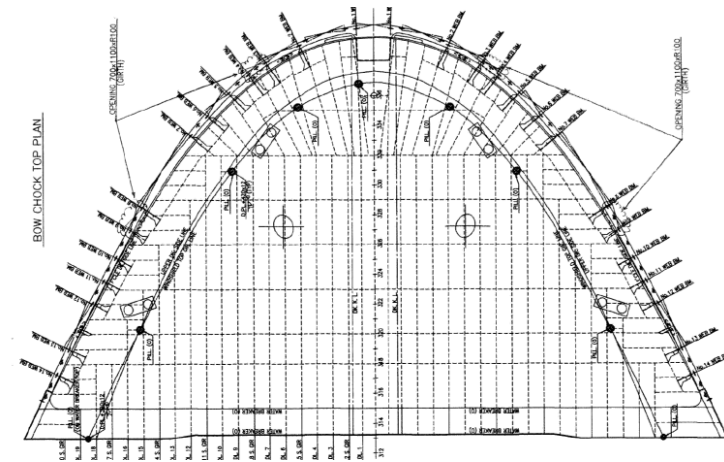
3-2-2. 鋼式風防設計



側面図



正面図

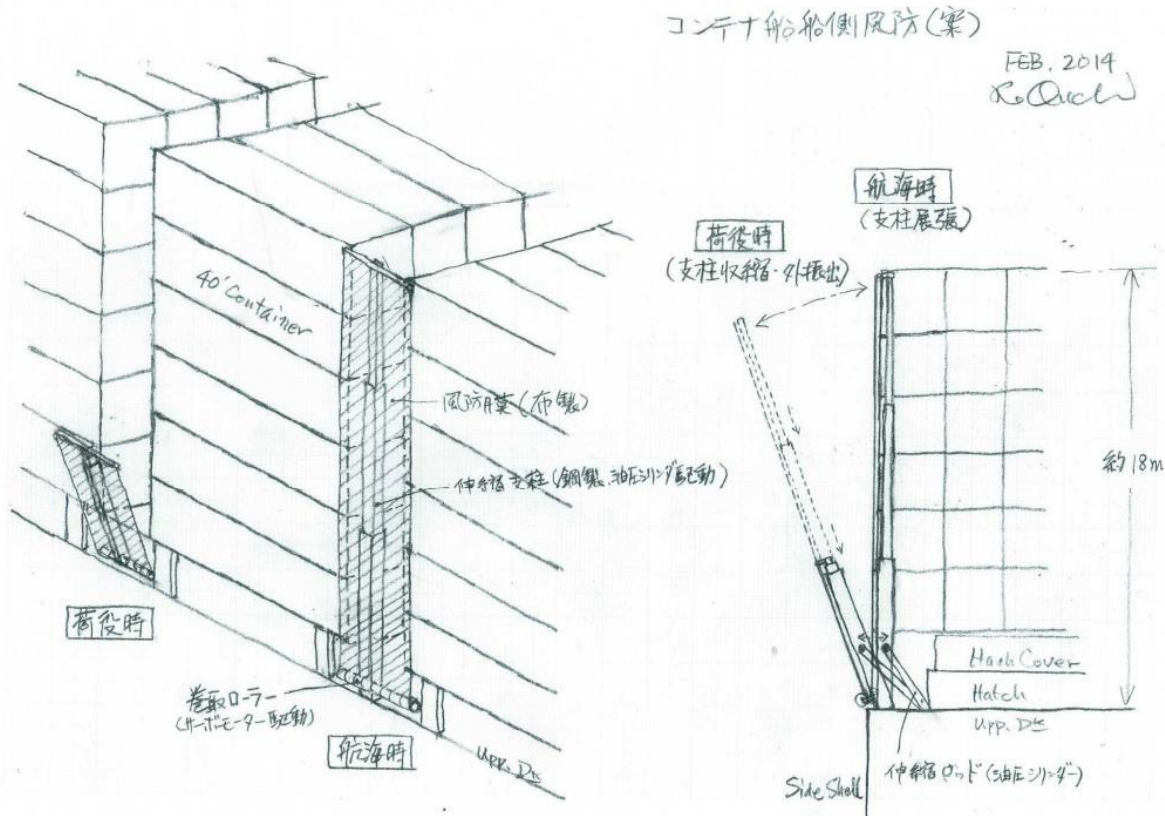


平面図

3-3-1. 船首風防・延長ブルワーク・ダミーコンテナ設置



3-4-1. コンテナ間風防設計 (FS)



・伸縮柱及び膜による風防コンセプト試案： 船側風防については省エネ利得が大きく、省エネ装置としての製品化の期待が高い装置と考えられる。強度的には波の考慮は不要であり、膜構造にて充分と考えられるので、伸縮柱と膜による基本的コンセプトの提案を行った(特許申請中)。

・実用に向けての課題： 狭隘部への設置、操作性、省力化、耐久性、コスト等更に研究する要素があり、更なる検討を要する。

4-1-1. 実船評価1

- 船首風防の実船での空気抵抗低減効果を確認するため、Fleet Monitorによって収集された就航データを用いて評価解析を実施し、風洞試験との比較を行った。
- 解析対象としては、比較的良好なデータが取得されているMOL MARVELとMクラスコンテナ船1隻について行った。



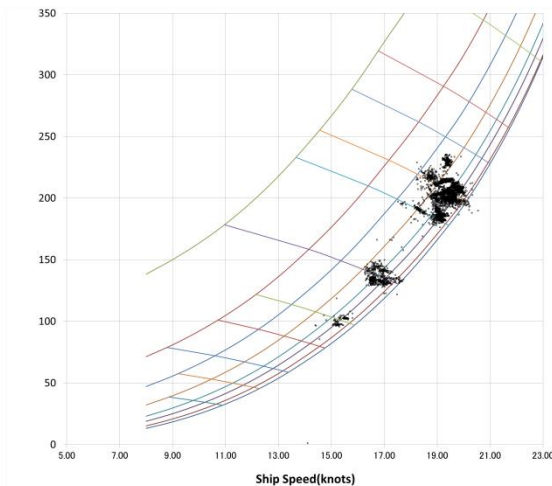
Mクラスコンテナ船(船首風防無し)



MOL MARVEL(船首風防有り)

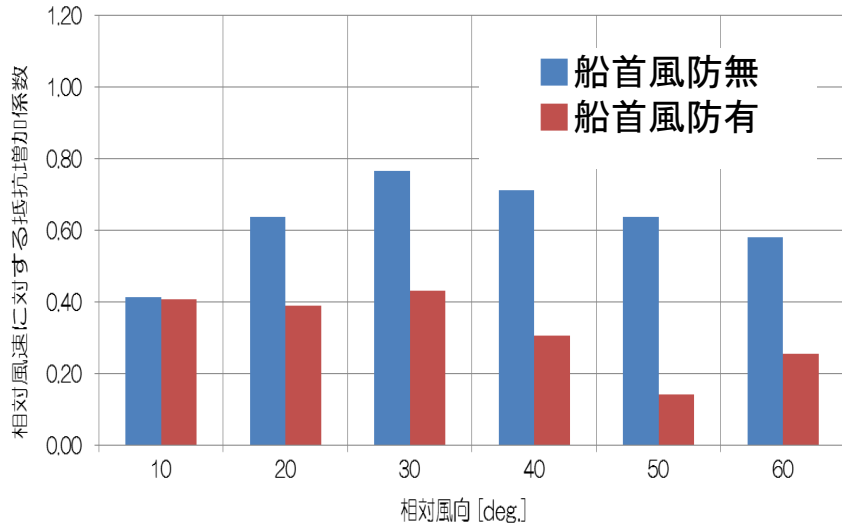
4-1-2. 実船評価1・解析条件

- BF4以下
- 主機回転数 約67RPM
- 対地速度と対水速度との差0.3Knots以下
- 馬力変動、回転数変動についてフィルタリング
- 平水中における性能評価も含めて実施

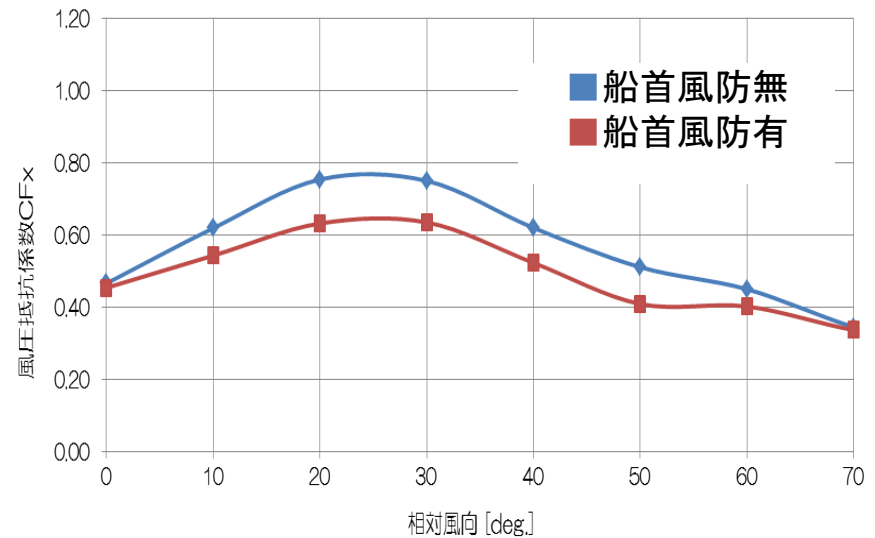


平水中性能評価

4-1-3. 実船評価1・解析結果



就航解析結果図

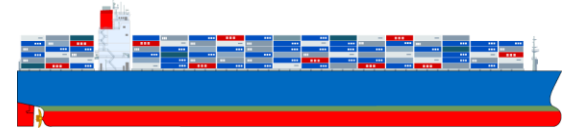


風洞試験結果図

- 就航解析から得られた相対風速に対する抵抗増加係数と風洞試験結果の相対風向に対する比較を示す。
- 相対風向に対する風圧抵抗低減効果の傾向は良く一致して居る結果が得られた。
- 船首風防による風圧抵抗低減効果が就航データから確認された。

4-2-1. 実船評価2

目的



- 解析対象船:
 - MOL MARVEL(風防有り), Mクラスコンテナ船(風防無し同型船A)
- 解析目的:
 - 1分毎Fleet Monitorデータを活用した性能解析による、Mクラスコンテナ船の船首風防取付効果の検証。解析期間は各船とも2015/10より3ヶ月間に設定。

※Fleet Monitorとは三井造船製実運航データ収集装置。

風向の定義

- 相対風向を15° 毎に分割
①～④の4ケース。

- ① 0-15° , 345-360°
- ② 15-30° , 330-345°
- ③ 30-45° , 315-330°
- ④ 45-60° , 300-315°

4-2-2. 実船評価2・解析条件

潮流

対地/対水船速差が1kt未満の対水船速

SHP

頻度が高いデータ(14,300-25,740kW)

排水量

頻度が高いデータ(82,000MTから±約5%)

RPM

連続データ(前後1minとの差 3rpm未満)

対水船速

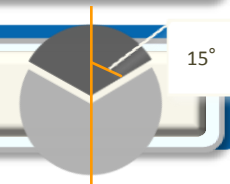
連続データ(前後1minとの差 0.5kt未満)

当舵

±5° 未満

絶対風速・風向

BF1~6相当



4-2-3. 実船評価2・解析結果

- Fleet Monitorの1分毎データを活用したMシリーズコンテナ船の性能解析により、船首風防取付効果の検証を実施した。
- 対象船はMOL MARVEL(風防有り)と同型船A(風防無し)。解析期間は2015/10より3ヵ月間に設定。MOL MARVELは約1ヵ月間の停泊期間あり。
- 基準船速18.7knotにおける風防効果は、下表の通り。相対風向が①～③の範囲で、相対風速(15m/s以上)が大きくなるにつれて風防による燃節効果があることを確認した。
(個船差の影響や長期停泊(船体汚損)による船速低下の可能性を含んだ比較)

基準船速 @ 18.7knot	① (0~15,345~360°)	② (15~30,330~345°)	③ (30~45,315~330°)	④ (45~60,300~315°)
相対風速 15-20 [m/s]	<u>-4.9%</u>	<u>-7.7%</u>	<u>-2.9%</u>	1.3%

※1 マイナスが燃節効果あり。基準船速とは、運航頻度の高い船速に相当。

※2 三井造船昭島研究所の解析結果によると、2隻の平水中抵抗値増加の差は約6%

(長期停泊による船底汚損の影響等によりMOL MARVELが風防無し同型船より悪い)

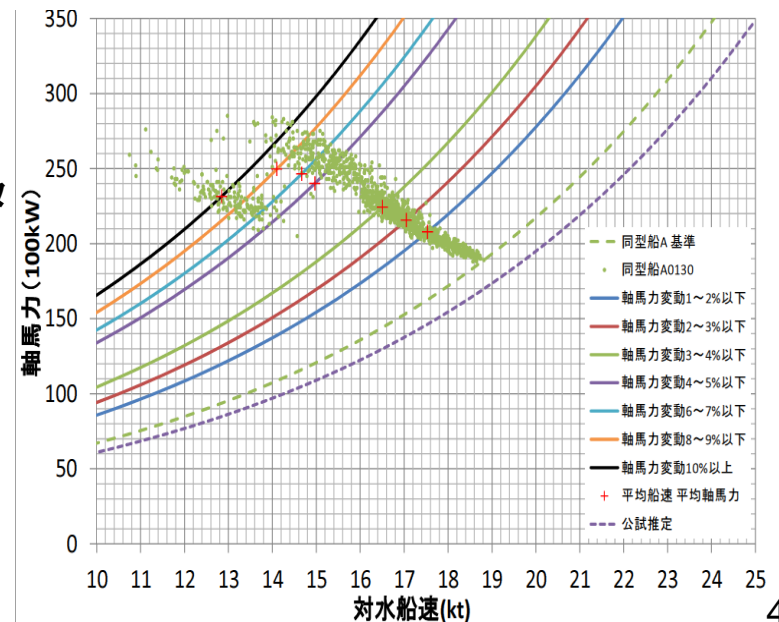
4-3-1. 実船評価3

下表の3隻の1分毎フリートモニターデータを同条件で抽出し、風力影響による馬力変化率を比較した。

船名	風防	1分毎FMデータ期間	前回ドック年月	排水量(MT)
MOL MARVEL	有	2016 /1/15 ~2016 /2/8	2015/7	89,796~88,321
同型船A	無	2016 /1/31 ~2016 /2/22	2014/12	92,650
同型船B	無	2016 /1/10 ~2016 /2/1	2015/5	89,620~88,546

うねりによる馬力変動例

- ・ ノーフォーク着2日前の大西洋上の1日のデータ
- ・ うねり状況が変化していると思われる。
- ・ 馬力変動率毎に平均値を表示。
- ・ うねりによる馬力変動を除き、風力影響の差だけを比較するために±2%までの馬力変動データを採用した。



4-3-2. 実船評価3・データ抽出条件

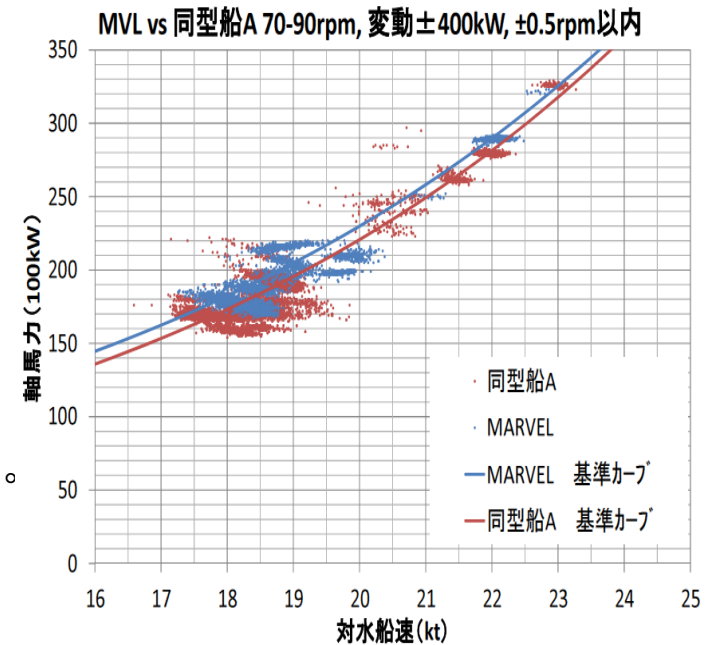
前提)

- ・ 同型船の比較であるが・・・
- ・ 建造当時のsea trialでは20ノット以下の低速域は未確認。
- ・ 船底汚損・経年劣化などの影響は船によって異なる。
- ・ 風力影響のみ取り出して、風防効果を推定したい。

→船毎に平均基準カーブを推定した。

- ・ 比較航路はシンガポール(スエズ経由)ノークまで約3週間と限定。
- ・ データ数の多い向かい風・絶対風速平均8m/sの状態を抽出。
- ・ 波の影響が少ない基準カーブを推定

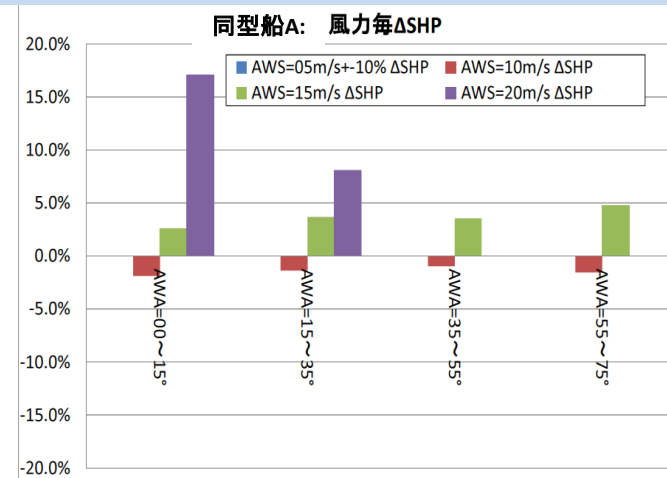
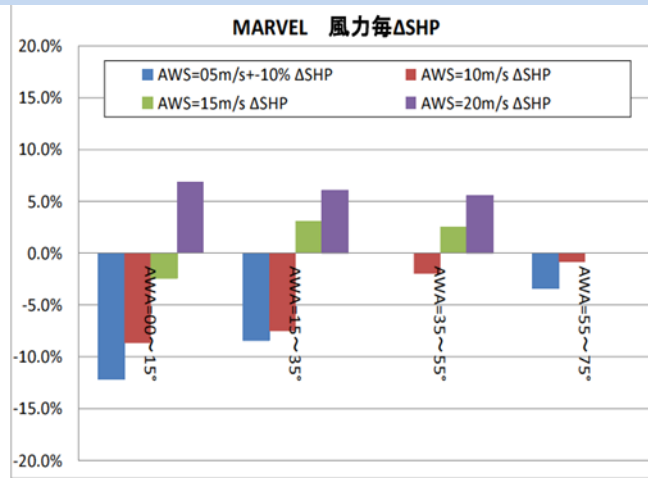
← 1回転数毎の抽出データ平均点群の近似曲線



	抽出項目	抽出理由	基準曲線抽出条件	比較データ抽出条件
1	対水船速	入出港等による船速減は除く	16~25kt	同様
2	軸馬力変動	うねりによる変動を除く	±300kW以内	±400kW以内
3	回転数変動	うねりによる変動を除く	±0.4rpm以内	±0.5rpm以内
4	変動連続時間	上記の変動推定のため	10分間	10分間
5	絶対風速	一定の風速にするため	6~10m/s	すべて
6	絶対風向-Heading差	一定の風向にするため	0~60° 以内	すべて
7	舵角	異常値を除く	±5° 以内	同様
8	対水対地船速差	異常値を除く	±2kt以内	同様
9	Leeway	Leewayによる抵抗増を除く	±2° 以内	同様
10	回転数	入出港等による船速減は除く	69~91rpm	74~77rpm

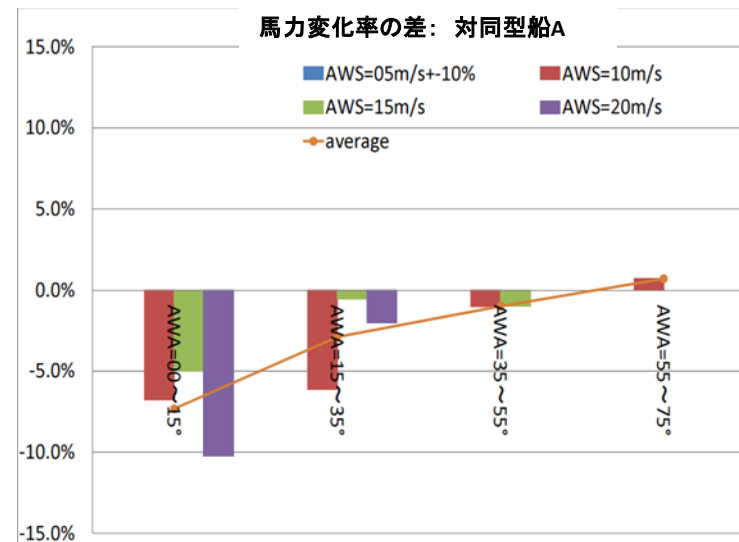
4-3-3. 実船評価3・解析結果

(1) MARVEL / 同型船A 風力毎の基準カーブからの馬力変化率 Δ SHP(%)



(2) 風力毎の馬力変化率 Δ SHPの比較

- ・ 馬力変化率の差: 対同型船 A
- ・ 相対風向毎に馬力変化率の平均を計算
- ・ MARVEL1航海の風力頻度分布を考慮すると (SPからスエズ経由のノーフォーク西航時)
 - 対同型船A: -3.8%
 - 対同型船B: -0.7%
 - MARVELは同型2隻と比べ 航路平均で約**2.2%の改善**と推定



4-3-4. 実船評価3・まとめ

- ・ 船首風防効果の推定を風防あり1隻と風防なし2隻で行った。
- ・ データは2016年1月から2月の約3週間の1分毎データ(各船約3万点)を使用。
- ・ 風力影響だけ見る為、うねりの影響を除き、船毎に基準カーブを推定。
- ・ 相対風速4ケース×相対風向4ケースの16ケースで基準カーブからの馬力変化率を算出。
- ・ 影響の大きい正面から15度迄の相対風向で約5%の省エネ効果が見られた。
- ・ 航路平均でMARVELは同型船2隻と比べ平均約2.2%の省エネ効果が確認された。これは風洞試験から推定した北米航路での改善結果の約1.6%ともほぼ合致する結果となった。

- ・ 風防設置の採算性(“MOL MARVEL“ 6,700TEU積コンテナ船17kt時)

風防設置コスト合計約422千US\$

- 造船所鋼工事90Ton X 3.8千US\$/Ton=342千US\$、
- 設計料約40千US\$、
- その他ペイント・ダミーコンテナなど約40千US\$、

燃料節減量年間合計約175千US\$

(65T/Day X 280日 X 480US\$/Ton X 2%、油価は最新のIEAの2020年予測値に基づく)

投資回収年限 → 約2.4年で回収できることが確認できた。

5-1. 最終年度成果

1. 船首風防、船側風防、船尾翼型積付等の風抵抗低減に関する効果の定量化を行い、最大で、船速25ノットの場合は約4%、17ノットの場合は約6%の年間平均での省エネ効果が見込めることを明らかにした。
2. 大型コンテナ船の船首青波の船首楼に与える力と挙動について水槽実験により定性的に把握した。
3. 船首風防形状として馬蹄形風防を発案し(特許申請中)、費用対効果に優れたプロトタイプを提案した。
水槽試験の結果も踏まえつつ、関連する鋼船規則を満足する構造設計を行って、実船搭載した。
4. 風洞試験の結果と実海域の計測結果から推定した省エネ効果がほぼ一致することを確認した。投資回収は約2.4年で出来ることを確認した。

本共同研究は、

一般財団法人日本海事協会、
商船三井テクノトレード株式会社、
株式会社大内海洋コンサルタント、
株式会社商船三井、
株式会社三井造船昭島研究所、
太陽工業株式会社、
東京大学人工物工学研究センター

との共同研究体制により研究を実施するとともに、
一般財団法人日本海事協会の「業界要望による共同研究」の
スキームにより実施しています。

(研究期間: 開始2013年7月～終了2016年6月)