

複合材料製プロペラの実用化

コンポジット事業部
山磨 敏夫



Nakashima Propeller

平成26年度高度船舶技術実用化助成

<目的>

軽量、高強度、高減衰等の特性を有する複合材料を使用して船用プロペラを製作し、実船搭載による実用化を行い、その推進性能および静粛性の向上を確認し、内航海運の効率化、環境負荷低減、乗船者の快適性等に資することを目的とする。

<研究期間>

平成26年4月～平成28年3月

<研究内容>

- ・実機荷重評価試験
- ・メンテナンス・補修要領書の作成
- ・実船性能評価試験

Nakashima Propeller

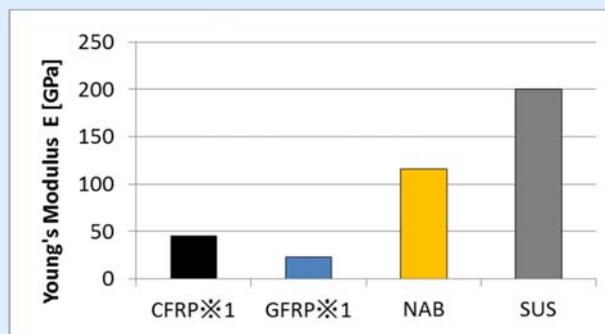
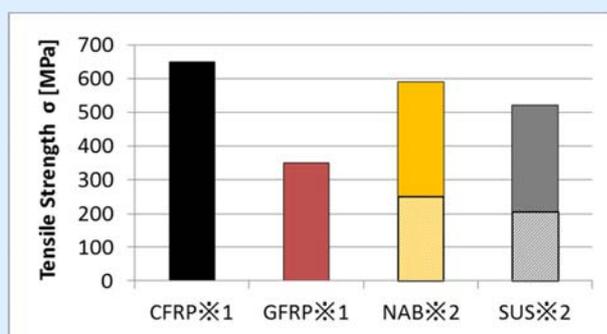
実機荷重評価試験

3

Nakashima Propeller

複合材料と金属との比較

	CFRP	GFRP	NAB	SUS
密度 ρ [g/cm ³]	1.5	2	7.6	7.9

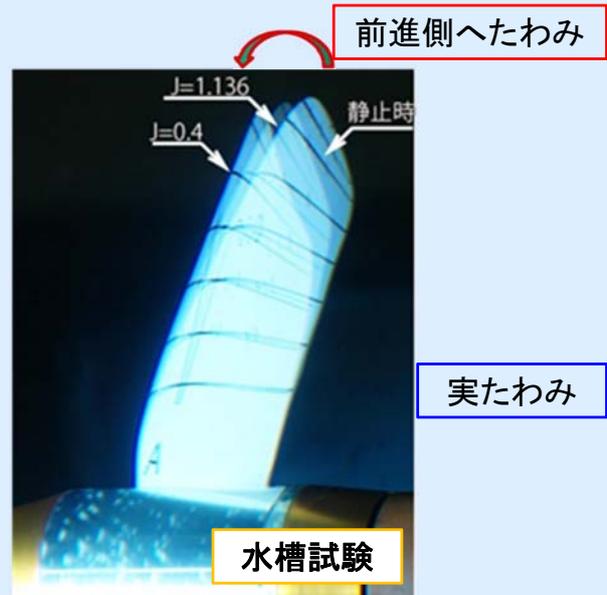
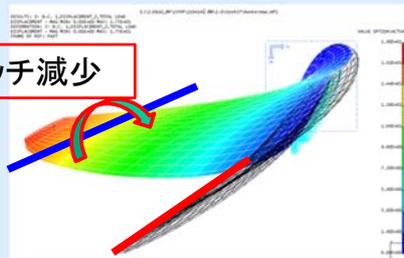
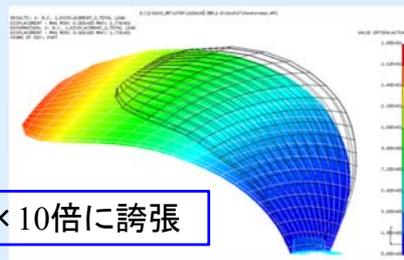


CFRPは、従来のプロペラ材料NABよりも軽量で高強度である
→プロペラ重量および慣性モーメントが小さく、ねじり振動応力低減！

4

Nakashima Propeller

ブレード形状変形による過負荷低減



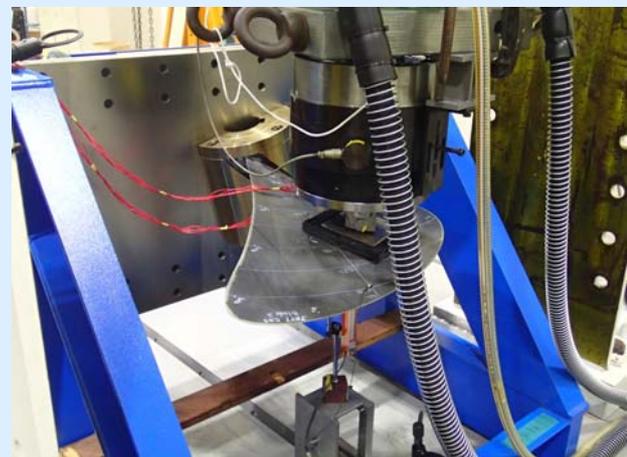
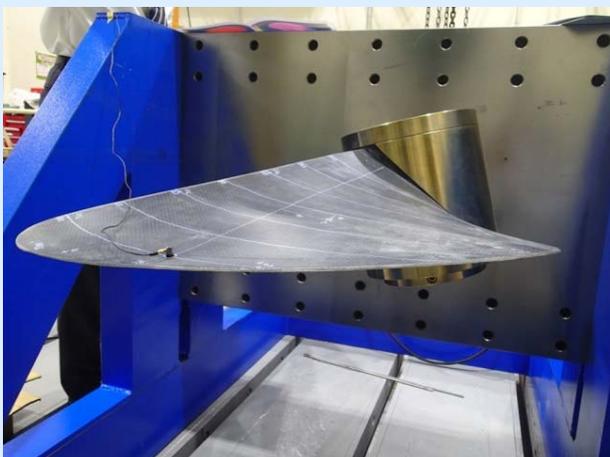
実たわみ

負荷増加により、**ピッチが減少**する方向に変形する
→ 荒天(急激な負荷変動)時や加速時、弾性変形により流力的に力を逃がす！

5

Nakashima Propeller

実機疲労試験



6

Nakashima Propeller

メンテナンス・補修について

7

Nakashima Propeller

補修後の荷重評価試験

加工



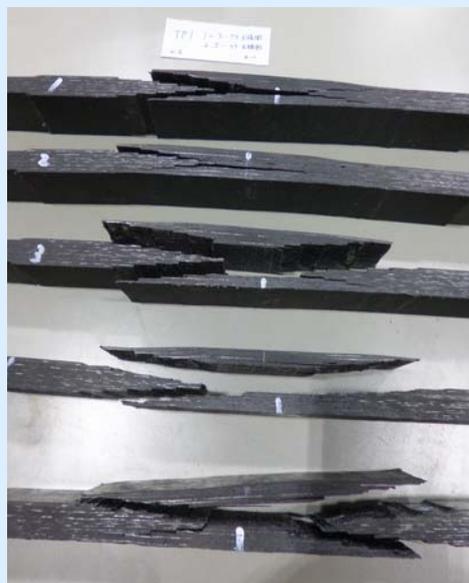
積層



完成



強度試験後（曲げ）



8

Nakashima Propeller

実船性能試験

9

Nakashima Propeller

対象船

船主 : 一般社団法人瀬戸内市緑の村公社
総トン数/用途 : 195トン/旅客船兼両頭自動車航送船
船名 : 第七からこと
船体要目 : 長38.6m × 幅10.0m × 深3.0m × 喫水2.05m
エンジン出力 : 441kW × 900/346rpm
プロペラ直径 : 4翼 × 1,600mm (固定ピッチ型)
推進方法 : 1機2軸 (両頭型)
換装 : 平成26年10月



Nakashima Propeller

10

プロペラの要目比較

	船尾側 CA703製	船首側 CFRP製
翼数	4	←
プロペラ直径(mm)	1,600	←
ボス径(mm)	230	300
展開面積比	0.50	0.60
プロペラ質量(kg)	267	153(57%)
慣性モーメント(kg·m ²)	32.7	8.4(26%)
回転方向	右	左



CFRP翼
:12kg/翼

11

Propeller

プロペラ取付作業

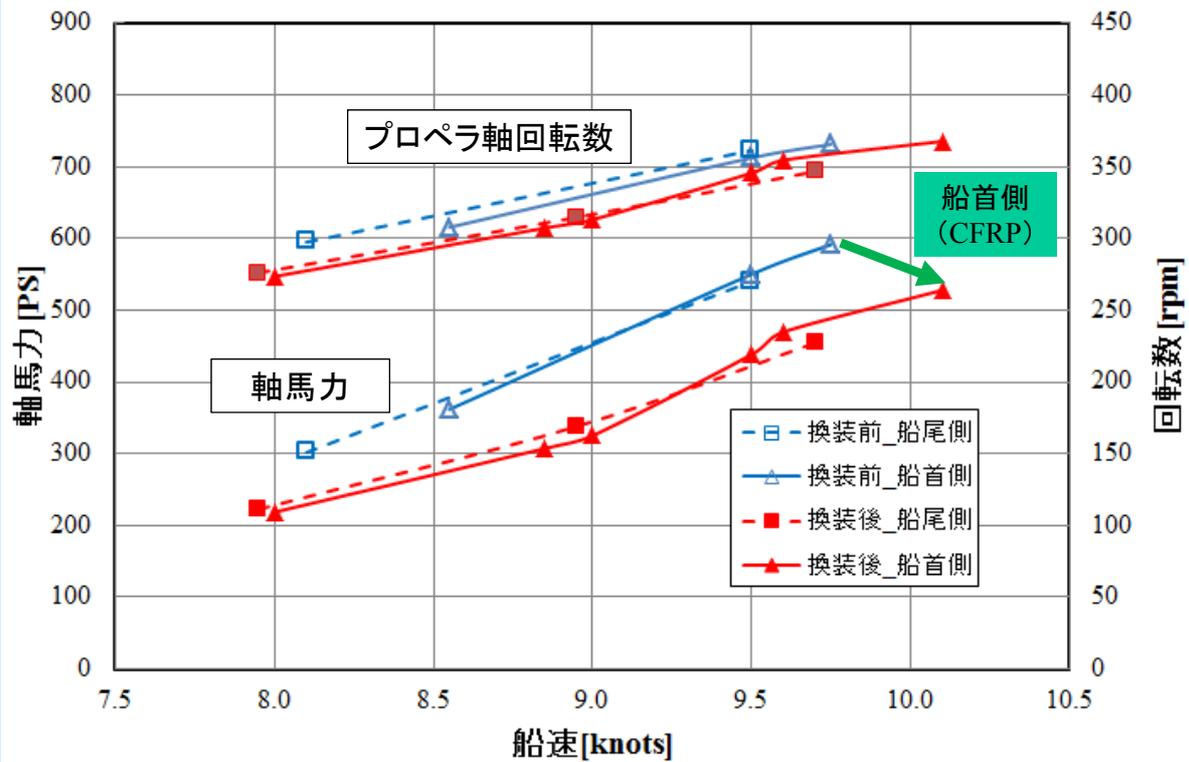


ブレード質量:12kg/翼

12

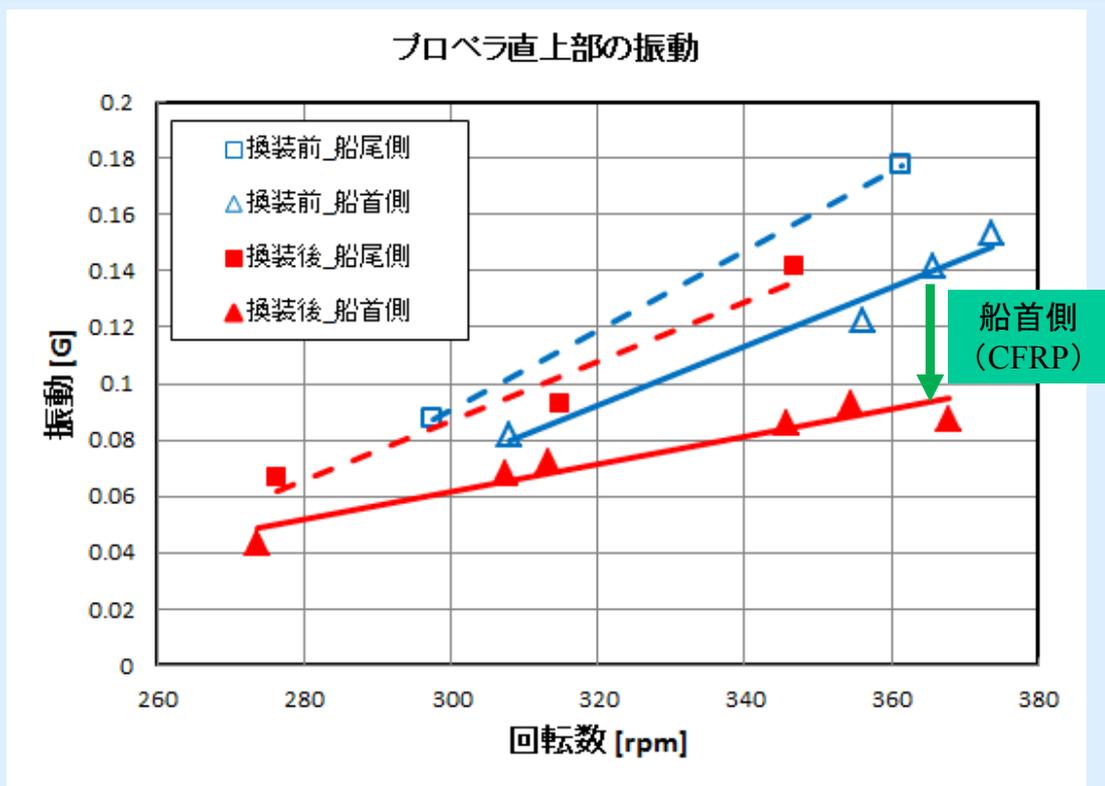
Nakashima Propeller

換装前後の速力試験結果



13

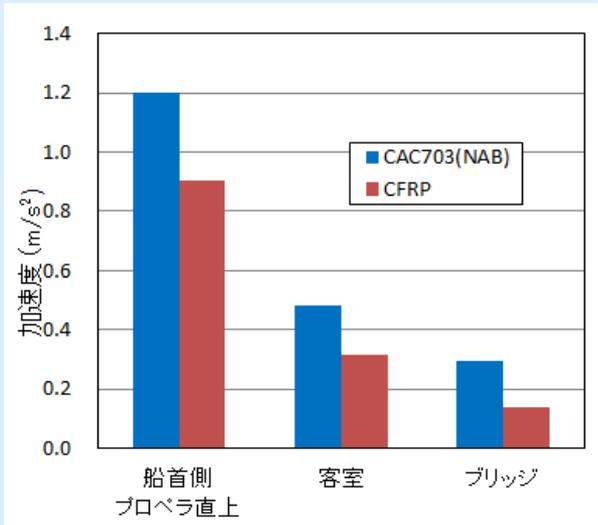
プロペラ直上部の振動



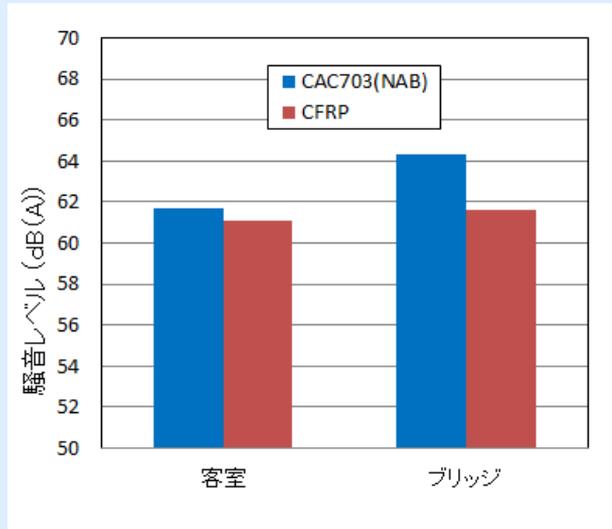
14

プロペラ換装前後の振動および騒音

振動計測結果



騒音計測結果



Δ1dB	Δ10.9%(音量)
Δ2dB	Δ20.6%(音量)
Δ5dB	Δ43.8%(音量)

15

Nakashima Propeller

その他の実績について

16

Nakashima Propeller

499G/Tケミカルタンカー「大興丸」

平成24年9月：就航



船主	双和海運有限会社
船名	大興丸
造船所	興亜産業株式会社
船種	ケミカルタンカー
総トン数	499G/T
Lpp×B×D	80.00m×10.00m×4.50m
エンジン型式	LH28G-460 (阪神内燃機工業製)
連続最大出力	735kW/355min ⁻¹
プロペラ	固定ピッチ型、4翼×φ1.950m (ナカシマプロペラ製)
船速	11.5ノット



サイドスラスト

入力 : 165kW
直径 : 850mm
公称推力 : 2.5トン
平成24年9月搭載

主推進用プロペラ

MCR : 735kW
直径 : 2,120mm
平成26年5月搭載



Nakashima Propeller

17

主推進用プロペラおよび軸系

	従来型 (CAC703製)	新設計 (CAC703製)	新設計 (CFRP製)
翼数	4	←	←
プロペラ直径(mm)	1,950	2,120	←
ボス径(mm)	363	420	←
展開面積比	0.63	0.50	←
プロペラ質量(kg)	715	851(114%)	422(59%)
慣性モーメント(kg-m ²)	112	153(137%)	36.8(33%)
中間軸径(mm)	φ 210-1,290	φ 240-1,290	φ 150-1,290
プロペラ軸径(mm)	φ 220-3,625	←	←
軸質量(kg)	1,440	1,545(107%)	1,265 (88%)

エンジン : 阪神内燃機工業製LH28G

MCR : 735kW × 355rpm (本船用)

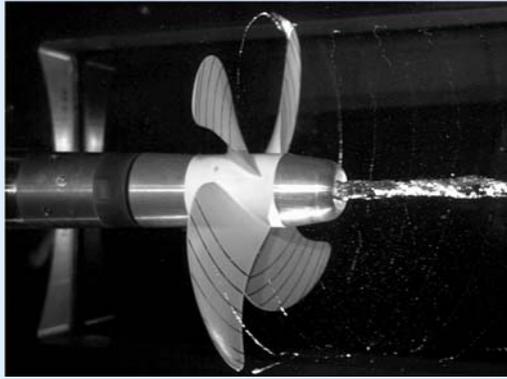
Nakashima Propeller

18

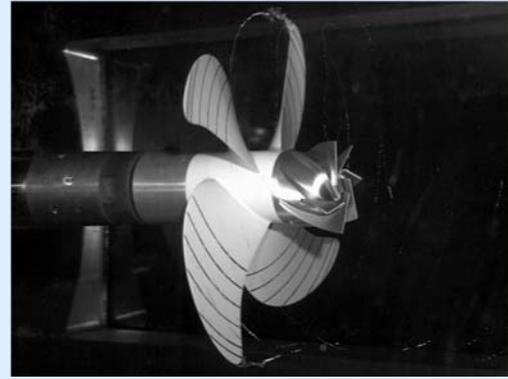
省エネキャップ

• フィン付ボスキャップ(エコキャップ)の影響

エコキャップによりハブボルテックスが消滅することを確認
→ハブボルテックスによるエネルギーロスを回収



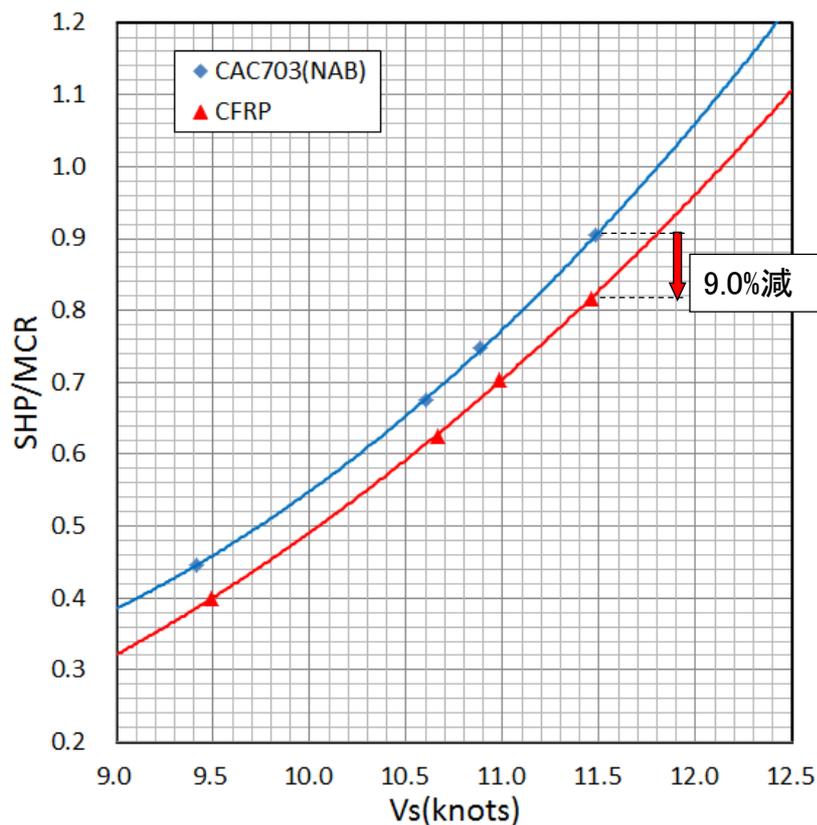
通常キャップ



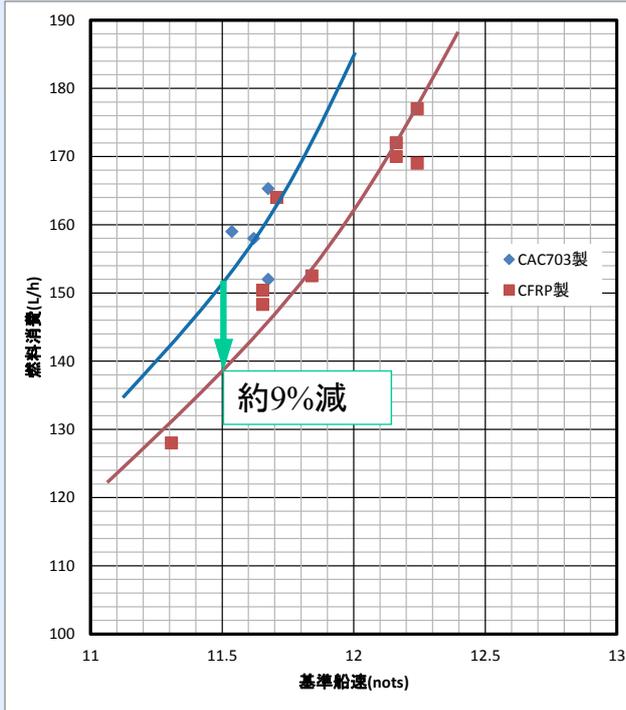
エコキャップ

速力試験(海上公試)結果の比較

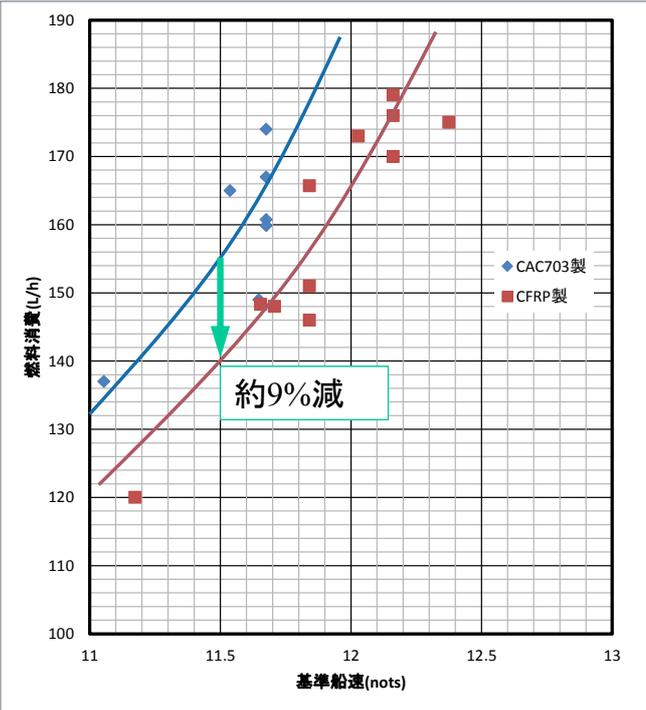
海上公試
載貨条件: 満載
海象条件: Smooth



燃料消費量の比較



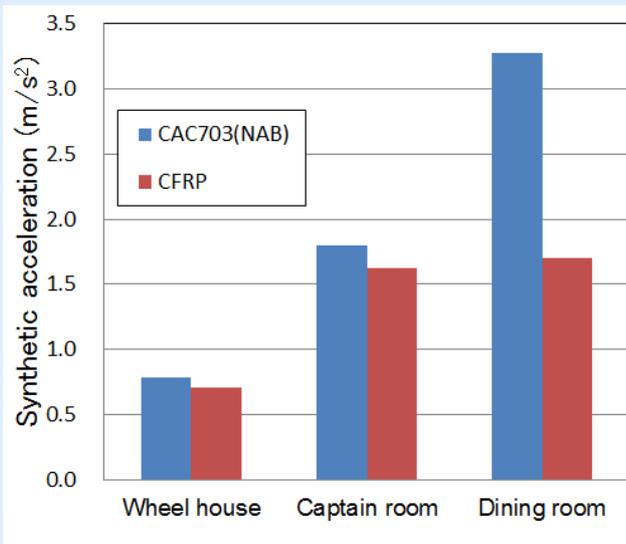
空船時



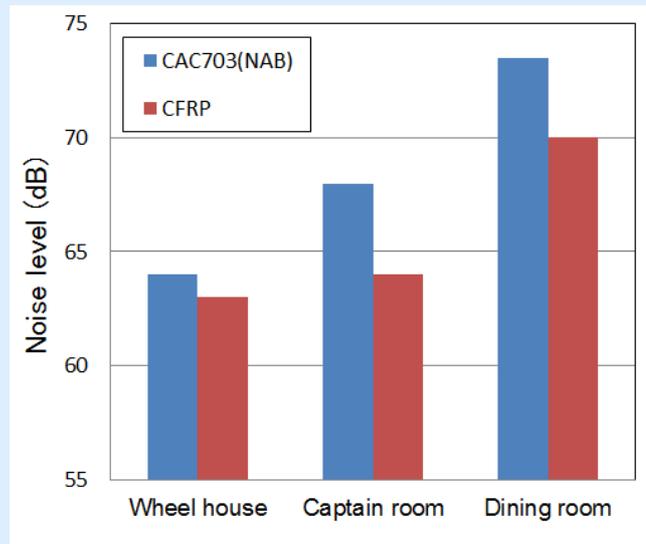
載荷時

振動・騒音計測結果

振動計測結果



騒音計測結果



Δ1dB	Δ10.9%(音量)
Δ2dB	Δ20.6%(音量)
Δ5dB	Δ43.8%(音量)

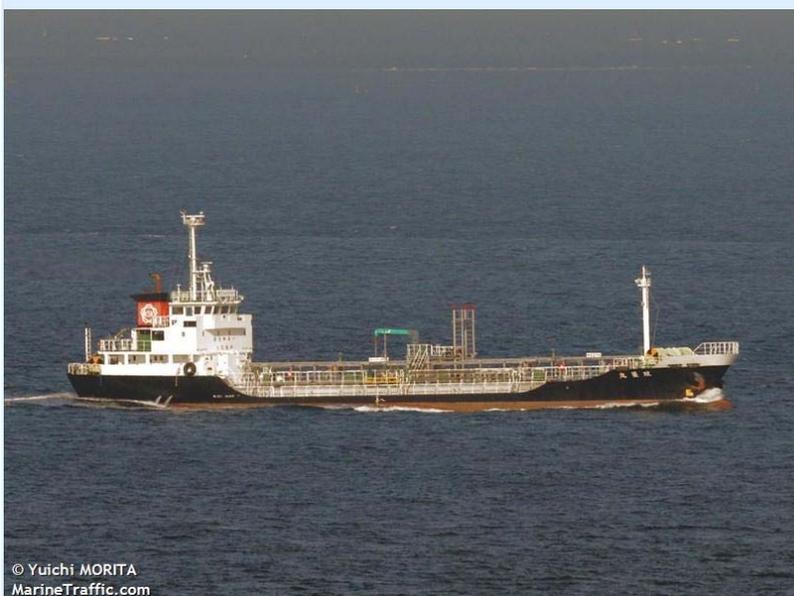
ねじり振動計測結果

		NAB	CFRP
計算値	プロペラ軸(I-6) 付加応力(N/mm ²)	12.9	5.3
	ピーク回転数(min ⁻¹)	245	251
計測値	プロペラ軸(I-6) 付加応力(N/mm ²)	15.3	1.7
	ピーク回転数(min ⁻¹)	242	270
	使用禁止範囲(min ⁻¹)	230~255	無 (255~285)

23

Nakashima Propeller

499G/Tケミカルタンカー向け主推進用プロペラ



- 出力 : 735kW
- プロペラ直径 : 2.12m
- プロペラ回転数 : 355rpm



2015年6月 : CFRP製プロペラに換装

24

Nakashima Propeller

355G/Tケミカルタンカー向け主推進用プロペラ



- 出力 : 735kW
- プロペラ直径 : 2.0m
- プロペラ回転数 : 395rpm

CFRP製プロペラ搭載の新造船
2016年6月 : 就航

	NAB製プロペラ	CFRP製プロペラ
翼数	4	4
プロペラ直径(mm)	1,820	2,000
展開面積比	0.665	0.56
プロペラ質量(kg)	621	272(43.8%)
慣性モーメント(kg-m ²)	82.8	27.8(33.6%)
中間軸径(mm)	φ 190-995	φ 150-1,130
プロペラ軸径(mm)	φ 220-4,020	φ 170-4,070
軸質量(kg)	1,740	1,140 (65.5%)
軸系総重量(kg)	2,361	1,412(59.8%)



25

Nakashima Propeller

275G/T両頭船フェリー向け主推進用プロペラ

- JR西日本宮島フェリー「ななうら丸」CPPにCFRP製ブレード採用。

2016年9月 : 引渡し

2016年11月 : 就航予定

- CPP型式 : XS-53/59
- 出力 : 735kW
- プロペラ直径 : 1.9m
- プロペラ回転数 : 339rpm



JR西日本宮島フェリー プレスリリース抜粋



26

Nakashima Propeller

CFRP製プロペラの特徴

CFRPプロペラの特徴①

軽量

- ★従来材のNABの約1/5の比重により軽量となり据付が容易
- ★慣性モーメントの低減
→軸系の軽量化

CFRPプロペラの特徴②

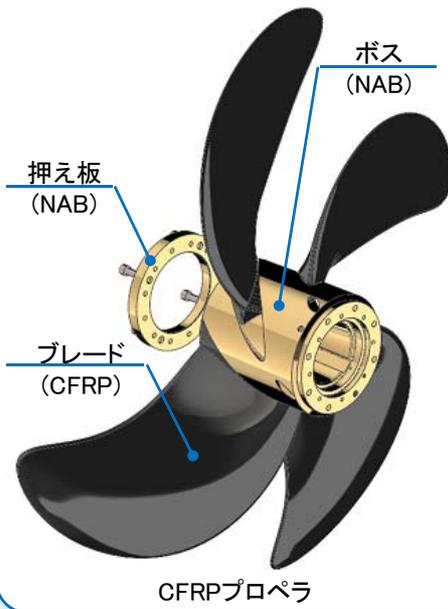
高強度

- ★従来材より疲労強度が高く、信頼性も高い

CFRPプロペラの特徴③

低振動

- ★軽量化および高減衰率により、振動が低減
- ★居住環境改善



CFRPプロペラの特徴④

過負荷低減

- ★ブレードの形状が流れにマッチングするように変形し、荒天時等の過負荷を低減

CFRPプロペラの特徴⑤

高効率

- ★軽量化により容易に大直径化が図れプロペラ性能向上を実現
- ★キャビテーション発生抑制

CFRPプロペラの特徴⑥

メンテナンス性

- ★予備ブレードをストックしておけば、損傷時にも早急に対応が可能
- ★交換に専門性不要
- ★補修も可能

比強度の高いCFRPを使用することで、従来の金属製では成立できなかった(成立が困難であった)大直径化が図れ、推進性能アップおよび船体振動低減を実現！

27

Nakashima Propeller

了

ご清聴有難うございました。

28

Nakashima Propeller