

平成27年度技術調査の報告



鉄道・運輸機構

独立行政法人
鉄道建設・運輸施設整備支援機構

- (1) 「整備コストに係るSESと在来船の比較調査」
- (2) 「第2世代非損傷時復原性基準に係る内航船適応調査」
- (3) 「内航船における船内騒音の予測手法及び対策指針に関する調査」

調査の背景・目的

背景

- 現在、初期のSESが竣工してから10年目の定期検査を迎えつつある状況（25隻就航）
⇒電気推進システムに係る各機器（インバータ、発電機、二重反転プロペラ、ポッド等）のルール要求及びメーカー推奨の整備項目が出揃いつつある。
- 初期投資が従来船に比較して高い⇔整備面においては有利な点が多い。
- SESの普及促進においてはトータルの費用を把握することが重要

目的

- 4種のSESの整備費用を調査
⇒電気推進システムに係る各機器の整備項目及び費用等を調査し、従来船との整備費用の比較を行うとともに負担軽減方法等について検討

① CRP方式



② ポッド方式



③ タンデム
ハイブリッド方式



④ 2軸CPP方式



(1) 電気推進システムに係る各機器の整備項目及び費用の調査

- 4種のSESにおける各機器のルール要求による整備項目及び年度毎のメーカー推奨による整備項目
- 上記整備項目における費用
- トラブル事例における整備項目及び費用

(2) SESと従来船との整備費用の比較

- 4種のSESに対比する従来船の整備項目及び費用
- SESと従来船の整備費用の比較
- SESの整備に係わる負担軽減方法の検討

(3) SESの船主及びオペレーターに対するヒアリング

- 上記結果を船主及びオペレーターに提示し、整備に関する課題、対策等について調査

前提条件

- 運用期間: 20 年間(適切な日常点検が行われていることを前提として、20 年目の定期検査までの整備費用を比較)
- 運転時間: 約4,000 時間(ヒアリング調査により、主機及び主発電機関の運転時間はほぼ同等)
- 整備内容: 法定検査(定期検査は5年毎、中間検査は定期検査間の2~3年目)、メーカー推奨の標準整備に限定(トラブル故障及び臨時修理は含まず)

整備費用

=

ドック整備費用
(造船所作業費+造船所手配の交換部品費)

+

メーカー推奨の整備費用
(メーカー作業費+交換部品費)

整備費用は電気推進システムに関する機器ごとに以下のとおり分類

SES	従来船
発電機(原動機含む)、インバータ、モーター	主機、発電機
減速機、推進器、その他	

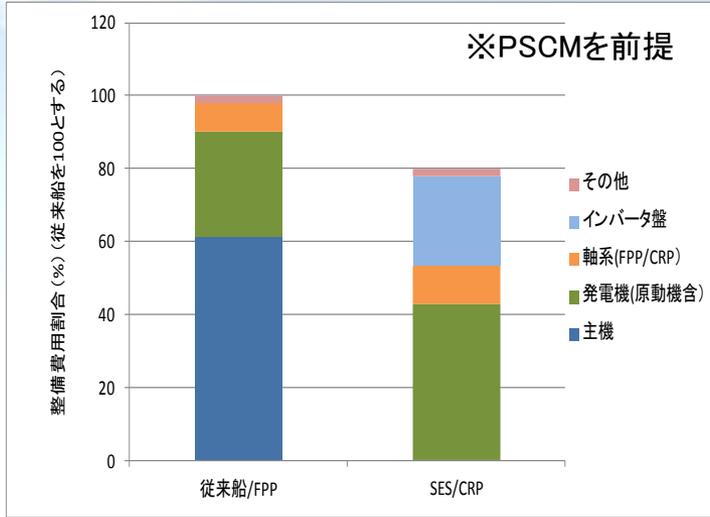
※SES 方式の種類によって多少の違いあり。

船主及びオペレータへのヒアリング調査を踏まえ、実際の費用を参考に試算

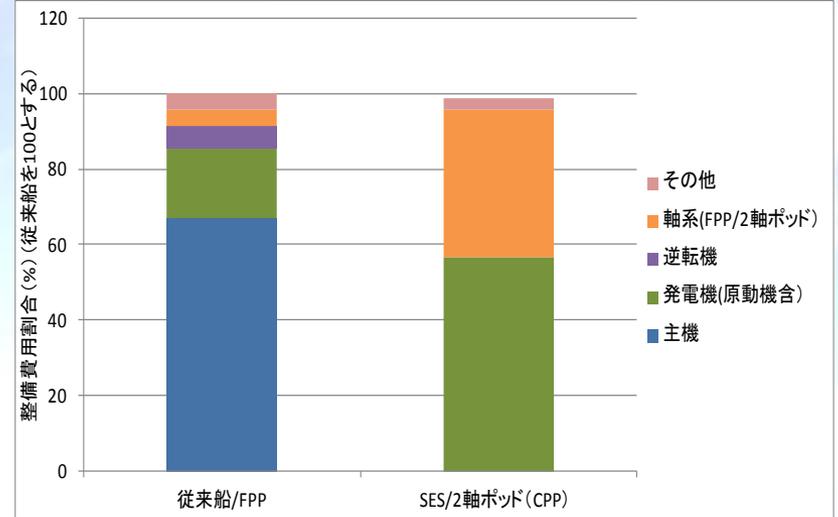
メーカーの標準費用を参考に試算(潤滑油の費用は含まず)

整備費用の比較

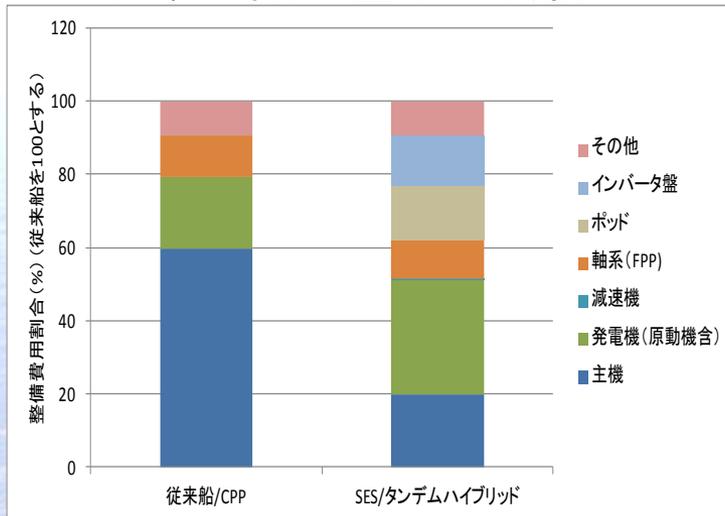
① CRP方式 (499総トン型タンカー)



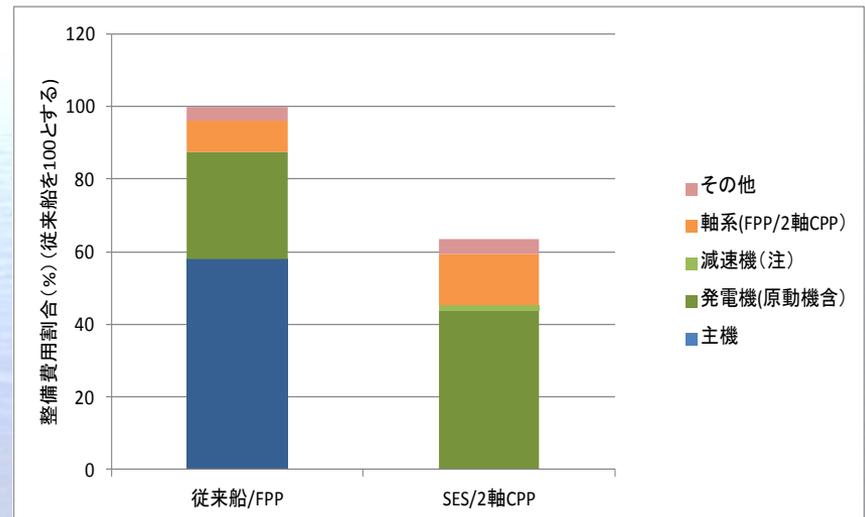
② ポッド方式 (749総トン型セメント船)



③ タンデムハイブリッド方式 (15,000総トン型セメント船)



④ 2軸CPP方式 (749総トン型タンカー)



ヒアリング調査結果

船主及びオペレータからのコメント

電気推進システムにおいて、従来船と大きく異なるインバータ、CRP及びポッドについて以下のコメントがあった。

1. インバータ

○インバータを制御室内等へ設置し、インバータの周囲温度を従来の45°Cから35°Cに設定変更することにより、整備間隔を延ばすことができ、費用軽減が可能となった。

2. CRP

○予防保全管理方式(PSCM※)を採用することにより、軸の抜き出しを延期することができ、費用軽減が可能となった。

3. ポッド

○実績が少なく、整備できるドックも少ないことから、メーカー技師の派遣作業が発生。
○軸抜き等の検査項目が要求され、費用負担が大きくなっている。

※予防保全管理方式(PSCM:Propeller Shaft Condition Monitoring System)



JG又はNKの承認を受けた手法に基づき、潤滑油の油分析等の定期的な管理によってプロペラ軸系の潤滑状態が適切に管理された場合、通常は5年間のところ、最大10年間(NKでは異常が見られるまで)軸の抜き出し検査が延期される。

まとめ

- SESと従来船の対象船舶における、主機及び主発電機関の型式、運転時間、運航方法などのオペレーションによって様々な要素が加わるものの、今回の試算では、SESの整備費用は従来船と比較して同等若しくは低くなる結果となった。
- インバータの場合は、周囲温度の設定を従来の45 °Cから35°Cに変更することにより、部品交換時期及び整備間隔が延期され、費用軽減が可能となる（コンデンサ・基盤の推奨交換時期：6年（45°C）⇒10年（35°C））。
- CRPの場合は、PSCMを採用することによって、軸の抜き出し検査が延期又は不要となり、整備費用の負担軽減が可能となる。

- (1) 「整備コストに係るSESと在来船の比較調査」
- (2) 「第2世代非損傷時復原性基準に係る内航船適応調査」
- (3) 「内航船における船内騒音の予測手法及び対策指針に関する調査」

調査の背景及び基準概要

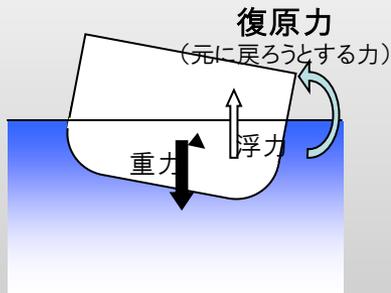
背景・目的

- 近年のコンテナ船、PCC、カーフェリー等の事故を踏まえ、IMO(国際海事機関)では、波浪中における非損傷時の復原性基準の策定作業を行っている(24m以上の船舶が対象)。
- 内航船への適用は規制当局によって判断されるが、当該基準がそのまま内航船に適用されることを想定し、調査を実施。

基準概要

現行基準 (静水中)

静水中の船舶が風・波により傾いたときの復原性による。



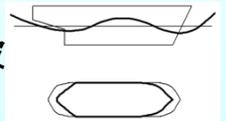
追加基準 (波浪中)

①ブローチング現象

船尾に波の山を斜めに受けると波の力で船尾を横に振られ、ある程度を超えると操舵を行っても一定進路が保持できない現象

②復原力喪失現象

船の長さに近い波長の中で、船首船尾に波の谷があると船の横復原力が低下するような現象



③パラメトリック横揺れ

波による横復原力が船の横揺れを絶えず助けるように働き横揺れが次第に大きくなる現象



④デッドシップ

船の推進、操縦機能を喪失した漂流状態での復原性

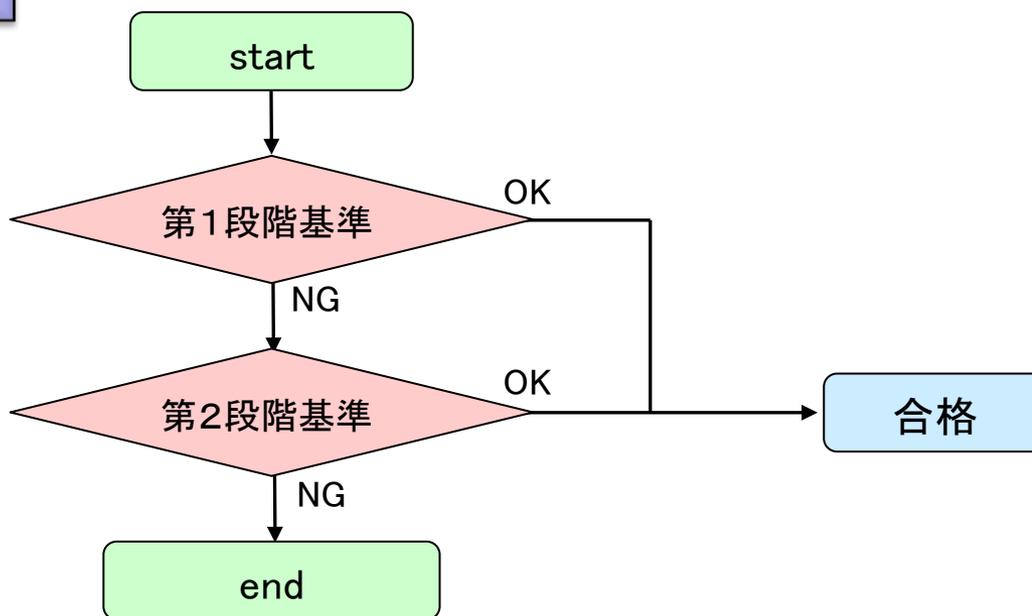
⑤過大加速度

過大なGM(横メタセンタ高さ)による激しい横揺れで過度の加速度が生じる現象

基準概要

基準概要			
	①ブローチング現象	②復原力喪失現象	③パラメトリック横揺れ
第1段階基準	最も厳しいが計算が簡易な基準 第2世代非損傷時復原性基準案 (IMO SDC 2/WP.4: Report of the working group (Part 1))		
第2段階基準	第1段階基準よりも柔軟性があるが計算が複雑な基準 北大西洋の波浪データ (発生確率)を考慮して評価。		

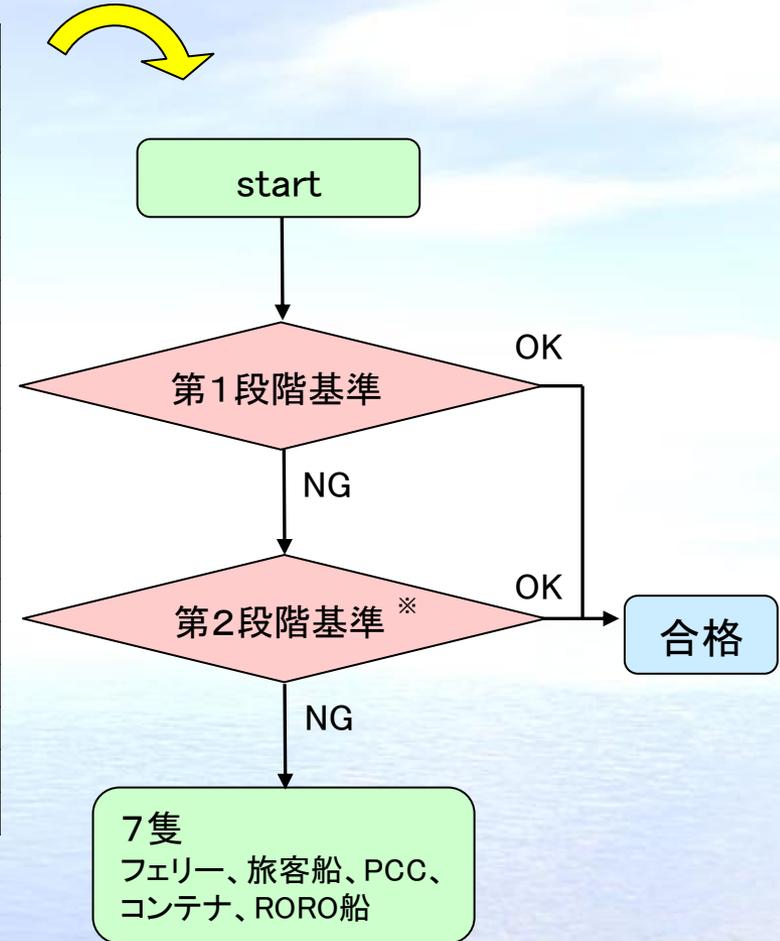
フローチャート



実施内容

○調査対象船舶: 最近建造された以下の共有船(合計33隻)

	船種	総トン数		船種	総トン数
1	貨物船	250GTクラス	16	フェリー	19GTクラス
2	貨物船	499GTクラス	17	フェリー	130GTクラス
3	貨物船	749GTクラス	18	フェリー	130GTクラス
4	タンカー	170GTクラス	19	フェリー	150GTクラス
5	タンカー	499GTクラス	20	フェリー	500GTクラス
6	タンカー	749GTクラス	21	フェリー	2,500GTクラス
7	タンカー	999GTクラス	22	フェリー	3,000GTクラス
8	タンカー	3,800GTクラス	23	貨客船	50GTクラス
9	ケミカルタンカー	499GTクラス	24	旅客船	120GTクラス
10	ケミカルタンカー	749GTクラス	25	貨客船	460GTクラス
11	特殊タンカー	499GTクラス	26	旅客船	200GTクラス
12	特殊タンカー	749GTクラス	27	PCC	3,000GTクラス
13	特殊タンカー	999GTクラス	28	コンテナ	749GTクラス
14	セメント船	749GTクラス	29	コンテナ	1,000GTクラス
15	セメント船	6,000GTクラス	30	コンテナ	1,500GTクラス
			31	RORO船	11,000GTクラス
			32	RORO船	11,000GTクラス
			33	RORO船	16,000GTクラス

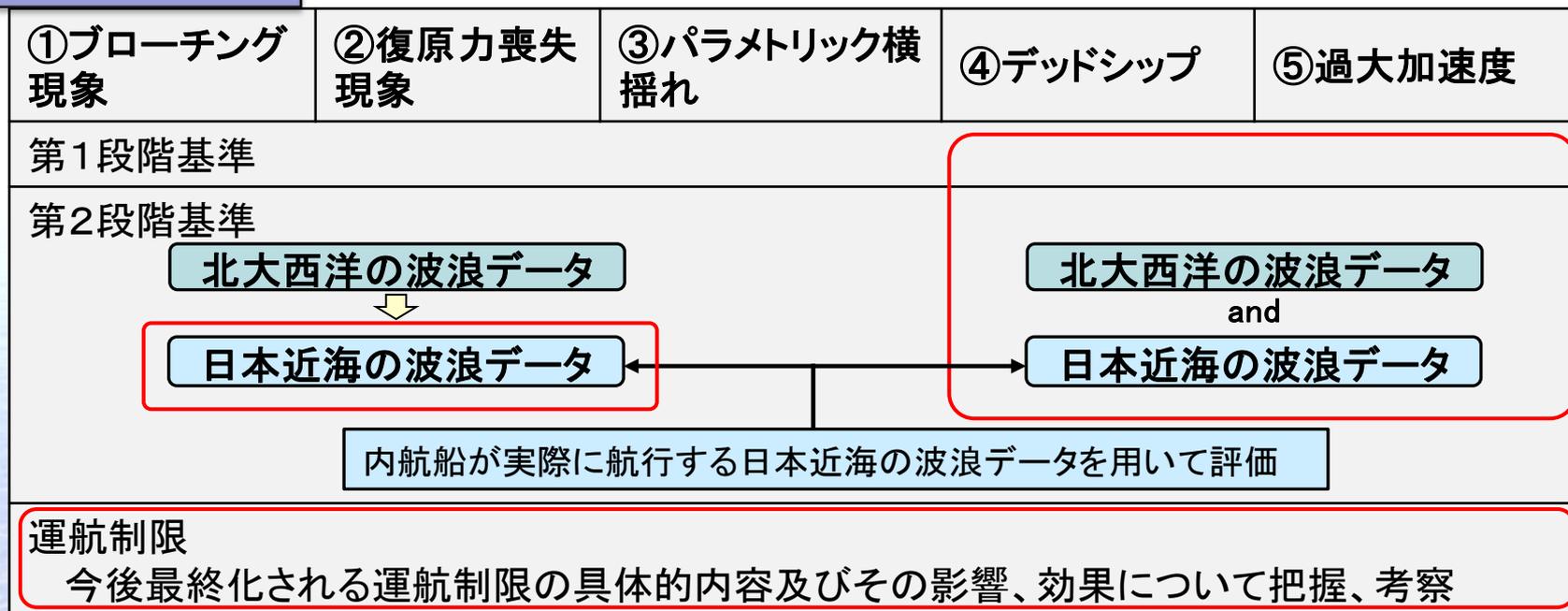


対応案及び今年度の調査

対応案

- 不適合となった船型の対応策として、基本的には静水中と波浪中での復原力の差があまりない船型に変更する必要があると考えられるが、船型の変更には復原性確保の面だけではなく抵抗推進性能も含めた総合的な検討が必要。
- 「パラメトリック横揺れ」現象への適合については、ビルジキール長さの変更による対応策も考えられる。
- 船型変更が難しい場合には、現在IMOにおいて検討されている運航制限による方法も考えられる。

今年度の調査



- (1) 「整備コストに係るSESと在来船の比較調査」
- (2) 「第2世代非損傷時復原性基準に係る内航船適応調査」
- (3) 「内航船における船内騒音の予測手法及び対策指針に関する調査」

◆背景等

- 平成26年7月1日以降の建造契約船で1,600総トン以上の船舶に騒音規制が導入。
(内航船は、平水船は非適用。騒音基準の適用に3年間の猶予期間。)
- 一方、現存内航船で騒音基準を満足しているものはほとんど無し。
- 騒音基準は基準値のみ。仕様の要件ではなく、体系的な設計指針もない状況。
- JRTTでは平成25年度から内航船の騒音対策に関する調査を実施。
- 遮音材を用いることなく騒音基準を満たす優れた船舶(第一浪速丸)が竣工。

<騒音基準>

室・区画の名称	1,600GT以上 10,000GT未満	10,000GT以上
機関室	110	110
機関制御室	75	75
船橋	65	65
無線室	60	60
レーダー室	65	65
居室及び病院	60	55
食堂	65	60
娯楽室	65	60
事務室	65	60
調理室	75	75

<騒音基準を満たす6500kl積みタンカー>



第一浪速丸

船主: 浪速タンカー株式会社・JRTT
 建造: (株)新来島広島どっく
 総トン数: 3,834G/T
 竣工: 平成26年8月

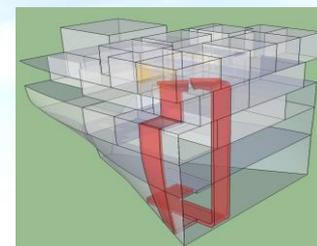
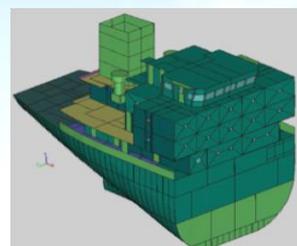
◆H27年度の調査研究

- 第一浪速丸の実船計測とシミュレーションによる騒音解析

発生源（主機、補助機関）から居室等への伝播経路、各経路における伝播の寄与度など、船内における騒音・振動の伝播に係るメカニズムを解明。

例) 伝播経路

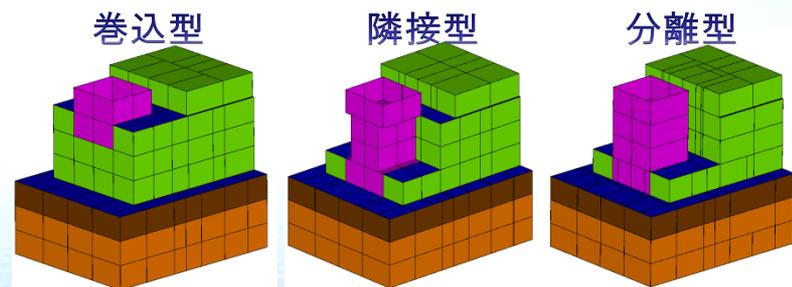
振動源からの各区画への支配的なエネルギー伝播を分析。



- 簡易モデルによる対策効果の検証

例) E/Cと居住区域の配置

巻込型、隣接型、分離型3つのモデルを作成し、居室騒音レベルを比較。



- 分析により得られた知見に基づき **技術指針を作成**

<対策の基本原則>

- | | |
|-----------|----------|
| ①振動源振動の低減 | ④振動伝播の低減 |
| ②騒音源騒音の低減 | ⑤吸音性の向上 |
| ③騒音伝播の低減 | ⑥共振の回避 |



◆H28年度の騒音対策調査

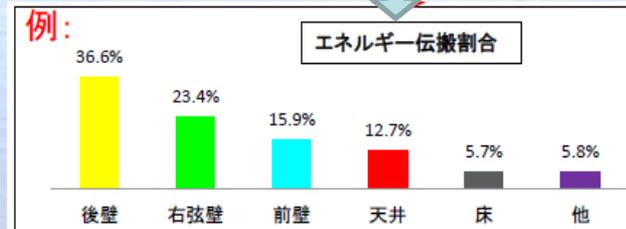
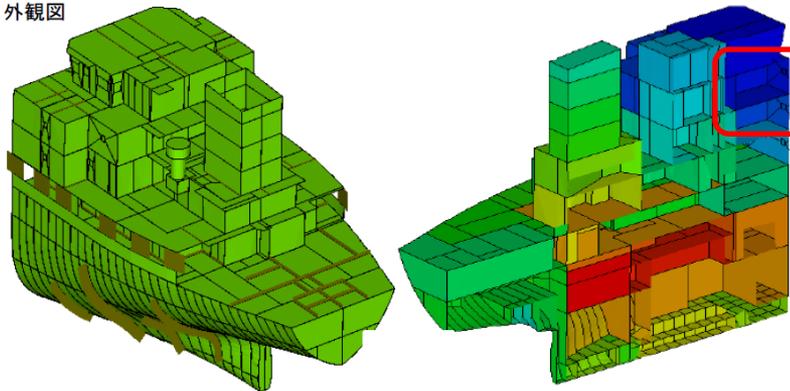
目的

騒音最適化されたモデル船舶を設計し、その成果を普及することにより、騒音基準適合船舶の建造を促進する。

内容

1. 第一浪速丸をベースに構造的に騒音最適化された船舶を検討。
(騒音対策指針の改良も検討)
2. 浮き床、遮音壁等の各種材料等と組み合わせることで、十分安全に規制値をクリアできるような対策を検討。
(各種材料等の組合せについて、コスト、施工の難易度等を考慮して複数のケースを検討)
3. 騒音最適化されたモデル船の図面を作成。
4. 騒音シミュレーションによる予測を実施。

外観図



ご清聴ありがとうございました。



独立行政法人
鉄道建設・運輸施設整備支援機構