



平成 26 年度「中小型船の騒音対策のための検証研究」  
事業報告書

平成 27 年 3 月

CAJS 一般社団法人日本中小型造船工業会



平成 26 年度「中小型船の騒音対策のための検証研究」事業報告書 目次

はじめに	1
I. 実船検証・机上検討（試設計）	2
1. 発電機防振支持対策検証	2
1.1 対策概要	2
1.2 9,900GT(1,000TEU) コンテナ船発電機防振支持対策	3
(1) 供試船概要	3
(2) 発電機防振支持対策、陸上試験及び実船計測方案	3
1.3 13,100GT 一般貨物船発電機防振支持対策	9
(1) 供試船概要	9
(2) 発電機防振支持対策、陸上試験及び実船計測方案	9
2. 排気管サポートの防振対策検証	16
2.1 対策概要	16
2.2 9,900GT(1,000TEU) コンテナ船排気管サポートの防振対策	17
(1) 供試船概要	17
(2) 排気管サポートの防振対策及び実船計測方案	17
2.3 13,100GT 一般貨物船排気管サポートの防振対策	24
(1) 供試船概要	24
(2) 排気管サポートの防振対策及び実船計測方案	24
3. 浮床対策実船検証	30
3.1 対策概要	30
3.2 簡易装置による遮音試験	31
3.3 加振試験	34
3.4 11,500GT ケミカルタンカー浮床対策	37
(1) 供試船概要	37
(2) 浮床対策及び実船計測方案	37
3.5 2,900GT(3,500m <sup>3</sup> ) LPG 船浮床対策	43
(1) 供試船概要	43
(2) 浮床対策及び実船計測方案	43
4. 防音材床対策実船検証	48
4.1 対策概要	48
4.2 21,100GT ケミカルタンカー防音材床対策	49
(1) 供試船概要	49
(2) 防音材床対策及び実船計測方案	49

5.機関室囲壁と甲板室の切離し対策検証	54
5.1 概要	54
5.2 機関室囲壁と甲板室の切離し試設計	55
①11,700GT ケミカルタンカー	56
②4,200GT ケミカルタンカー	58
③4,600GT(278TEU) 貨物・コンテナ兼用船	60
④7,800GT 一般貨物船	62
⑤2,900GT(3500 m <sup>3</sup> ) LPG 船	64
⑥3,600GT タンカー	66
5.3 23,400GT バルクキャリア機関室囲壁と甲板室の切離し対策	68
(1) 供試船概要	68
(2) 実船計測方案	68
5.4 35,300GT バルクキャリア機関室囲壁と甲板室の切離し対策	71
(1) 供試船概要	71
(2) 実船計測方案	71
5.5 8,000GT (11,000m <sup>3</sup> ) LPG 船機関室囲壁と甲板室の切離し対策	74
(1) 供試船概要	74
(2) 実船計測方案	74
6.機関室と甲板室の間に空所、制御室、機器室等を配置対策実船検証	77
6.1 23,200GT バルクキャリア	
機関室と甲板室の間に空所、制御室、機器室等を配置対策	77
(1) 供試船概要	77
(2) 実船計測方案	77
II. 総括	83
III. 欧州調査報告	86
名簿	88

はじめに

IMO では、船員の健康保持のため、船内騒音規制コード（任意基準、1981 作成）に基づき、船舶の機関区域等から発生する騒音値及び船員の騒音曝露（船内活動中にさらされる騒音の程度を表す指標）を一定以下に抑えることを推奨してきた。2010 年 2 月に開催された DE 53 において、本コードに規定する騒音値規制の強化等を行うと共に、海上人命安全条約（SOLAS 条約）を改正してコードを義務化する提案が欧州よりなされた。審議の結果、2012 年 2 月の DE 56 においてコード改正案が合意され、同年 11 月の MSC 91 にて Resolution MSC 337、338 として採択された。これにより、2014 年 7 月 1 日以降に建造契約が締結された総トン数 1,600 トン以上の船舶から改正騒音コードへの遵守が義務付けられることとなった。

本規則は、従来の IMO の騒音コードに比べ厳しい内容となっていることから、騒音対策のための大幅な設計変更が必要になるものと考えられる。特に、騒音源（機関）から居住区までの距離が短い中小型船舶への影響は非常に大きい。また、騒音予測が必須となり、これまで、会員造船所においては実施していない実船計測によるデータの蓄積、実用的騒音予測手法の開発が必要となった。

斯かる背景より、船舶の安定供給に資することを目的に、平成 24 年度より会員企業が協力して、騒音計測データを収集解析し、騒音予測手法及び防音対策の研究開発を行ってきた。

本年度は、以上の成果を踏まえ、昨年度までに開発された騒音予測プログラムのチューニングによる予測精度の向上を図ると共に、以下に示す実船での規制値を 10dB 超える場合の騒音削減対策について効果の検証を実施した。

- 1) 発電機防振支持対策の検証
- 2) 排気管サポートの防振対策の検証
- 3) 浮床対策の検証
- 4) 機関室囲壁と甲板室の切り離しの効果検証
- 5) 機関室と甲板室の間に空所、制御室、機器室等を配置することの効果検証

## I. 実船検証・机上検討（試設計）

### 1. 発電機防振支持対策検証

#### 1.1 対策概要

騒音対策の基本として、①騒音源の対策、②伝達経路の対策、③受音室の対策が挙げられる。ここでは、①騒音源の対策を考える。船内騒音は、振動源からの固体伝播音が支配的とされている。発電機は船内騒音源のひとつであり、発電機運転中の振動が船体に伝播するレベルを低減させることが、船内騒音を低減する上で重要である。

騒音対策の一つに、振動絶縁といった対策がある。これは、振動源からの振動が構造体に伝播しない、あるいは低減されることを狙った対策である。通常、振動絶縁といった対策には、金属バネ、防振ゴム、空気バネといった防振材を振動源と構造体の間に挿入し、防振材の材料特性であるバネ定数、減衰係数の特性から導かれる伝達率分だけの振動低減を期待するものである。

ここでは、図 1.1-1 に示すように、通常、発電機エンジンと発電機が搭載されている共通台板と補機台はボルトで剛に締結されているところを、共通台板と補機台の間に防振ゴムを挿入することによって、発電機から船体甲板への振動を低減することを狙っている。

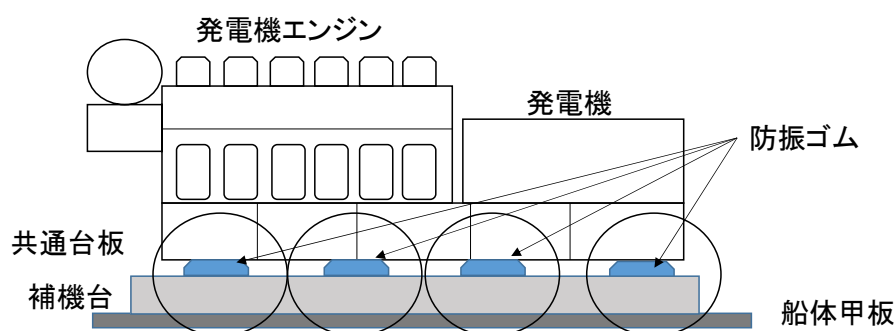


図 1.1-1 発電機防振支持対策概要図

## 1.2 9,900 GT(1,000TEU) コンテナ船発電機防振支持対策

### (1) 供試船概要

供試船（非対策船、対策船）の要目は表 1.2-1 のとおり、全くの同型船である。

表 1.2-1 供試船の要目

	非対策船	対策船
L×B×D	129.5m × 25.0m × 11.0m	129.5m × 25.0m × 11.0m
船種	1,000TEU コンテナ船	1,000TEU コンテナ船
総トン数	9,867 GT	9,867 GT

### (2) 発電機防振対策、陸上試験及び実船計測方案

#### (a) 発電機防振ゴムの選定

防振装置の形状は大別して、水平防振支持方式と傾斜防振支持方式があるが、据付作業の容易さ等の利点から、近年は水平防振支持方式が採用されることがほとんどとなっている。また、防振ゴムの内部にストッパーが内蔵されているタイプのゴムを採用すれば、船体付の外部ストッパーが不要になるため、近年ではそのタイプが主流となっている。なお、防振ゴムを選定する際には、主機及びプロペラの起振力により防振した機関の振動が大きくなるないようにそれらの起振周波数を考慮して防振ゴムを選定する必要がある。

図 1.2-1 に示すように、今回は、補機台と共通台板の間に前後方向 4 箇所、左右対称に計 8 箇所、防振ゴムを挿入する。

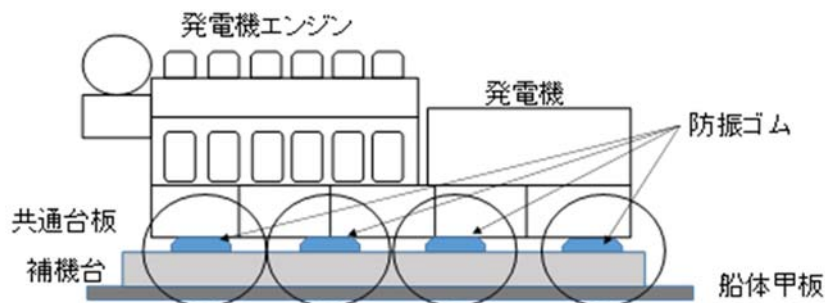
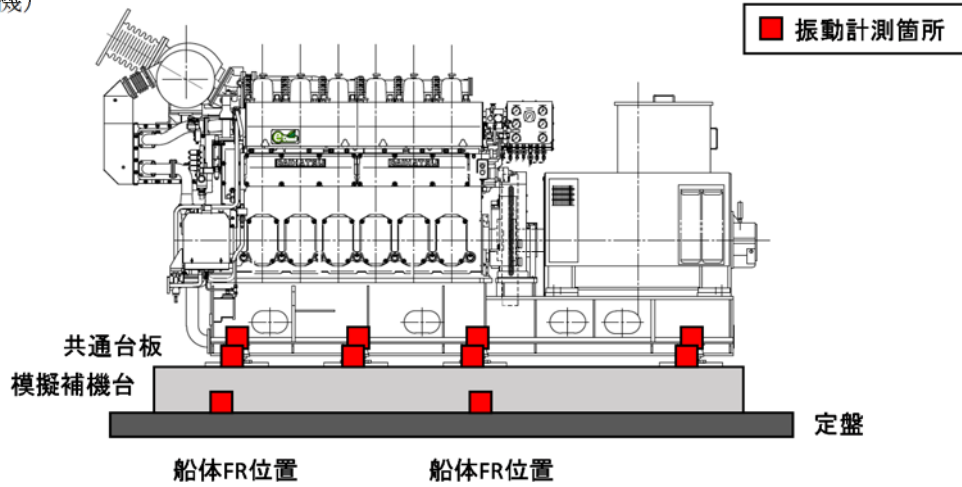


図 1.2-1 防振ゴム取付図

#### (b) 陸上試験

陸上試験では、実船計測を可能な限り模擬するために、模擬補機台を製作し、発電機エンジンメーカーの定盤上に模擬補機台をセットした。模擬補機台の上に、実船と同様、発電機セットを載せて計測を行った。振動計測箇所は、図 1.2-2 に示すように、防振ゴムを取り付けた箇所の共通台板上、模擬補機台上、定盤上（船体 FR 位置相当）であり、非対策発電機についても相当の箇所を計測した。計測器は、騒音計がリオン製 NA-28、振動計測は加速度ピックアップ (PV-94) を使用して行った。

(対策発電機)



(非対策発電機)

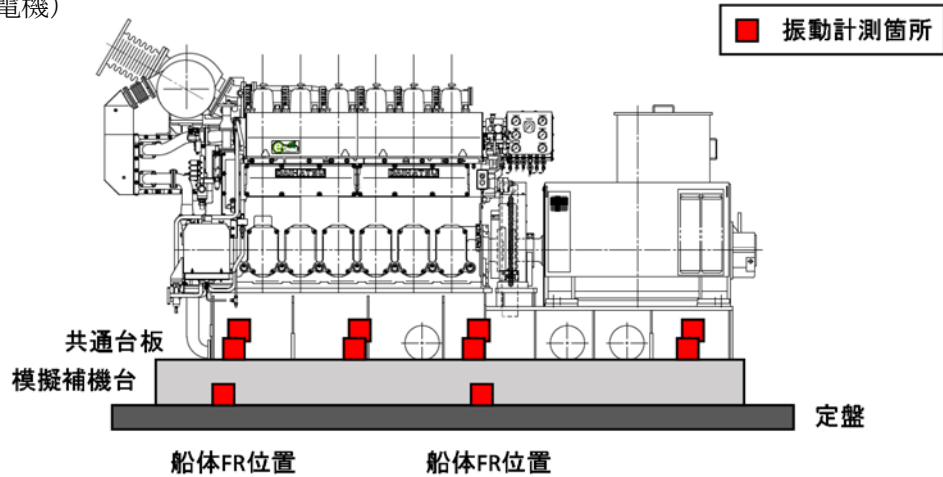


図 1.2-2 陸上試験計測箇所

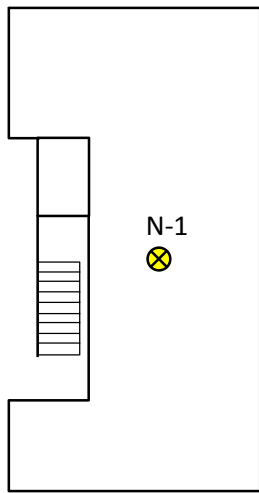
振動速度レベルについて、出力を 25%、50%、75%、85%、100%と 5 通りの状態で計測した。いずれの出力においても、防振ゴムの効果により、高周波域において補機台上での振動速度レベルは低減している。対策発電機、非対策発電機とも出力の違いによる周波数特性は変わらない。なお、振動速度レベル、振動加速度レベルの計算において、基準速度を  $5.0 \times 10^{-8} \text{ m/s}$ 、基準加速度を  $1.0 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$  としている。

### (c) 実船計測方案

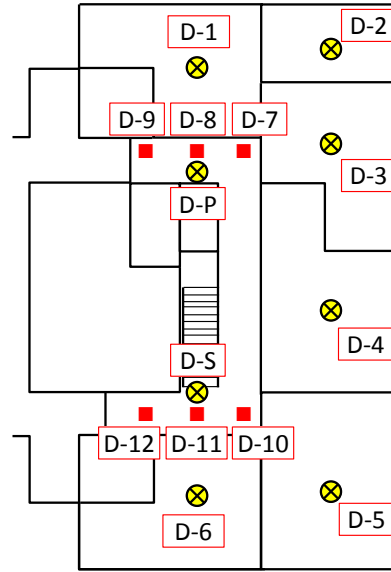
「居住区騒音と音響域振動計測マニュアル」を参考に、発電機周りの振動計測を中心に、以下の計測箇所について、騒音、音響域振動計測を行う。計測器は、騒音計がリオン製 NA-28、振動計測は加速度ピックアップ (PV-94) を使用して行う。



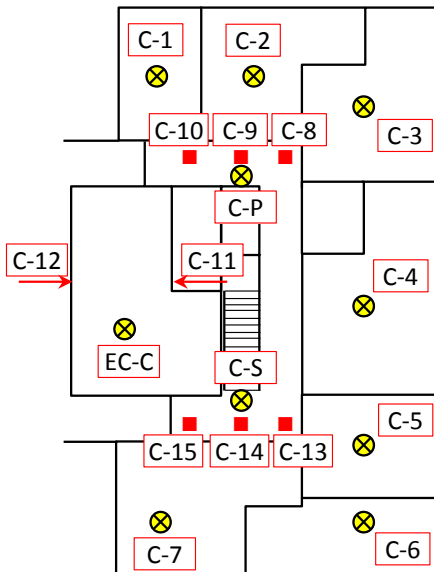
(Nav. Bri. Deck)



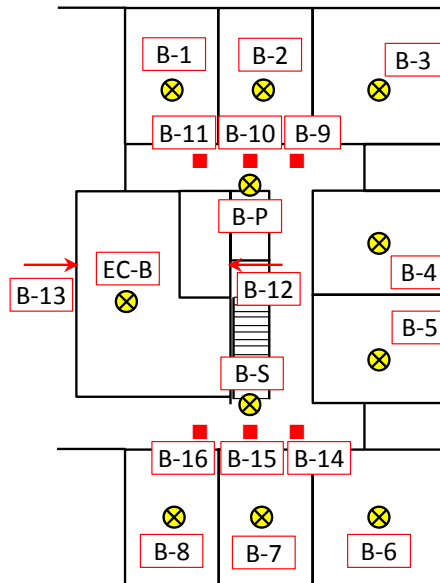
(D Deck)



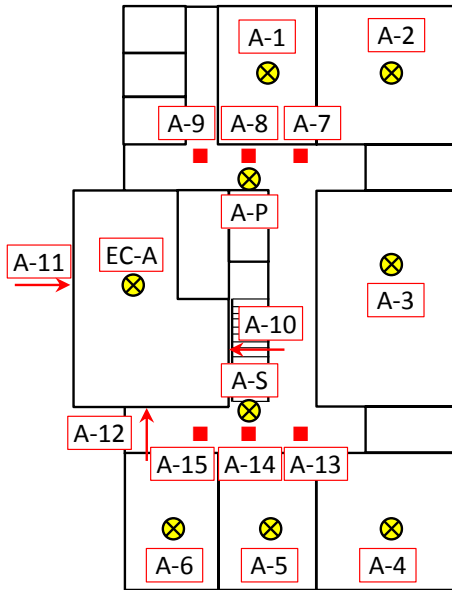
(C Deck)



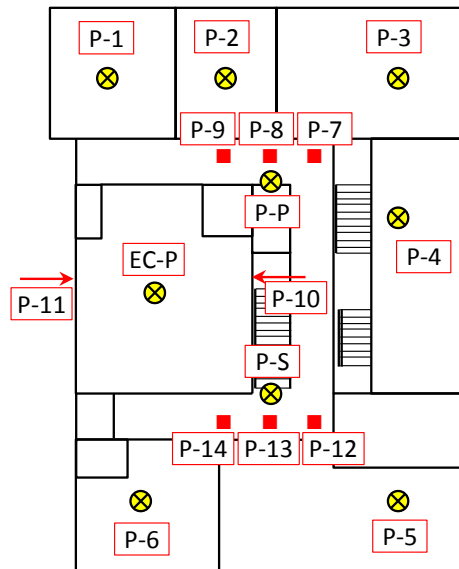
(B Deck)



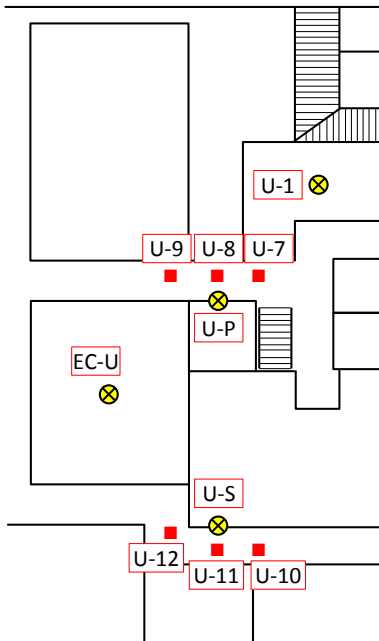
(A Deck)



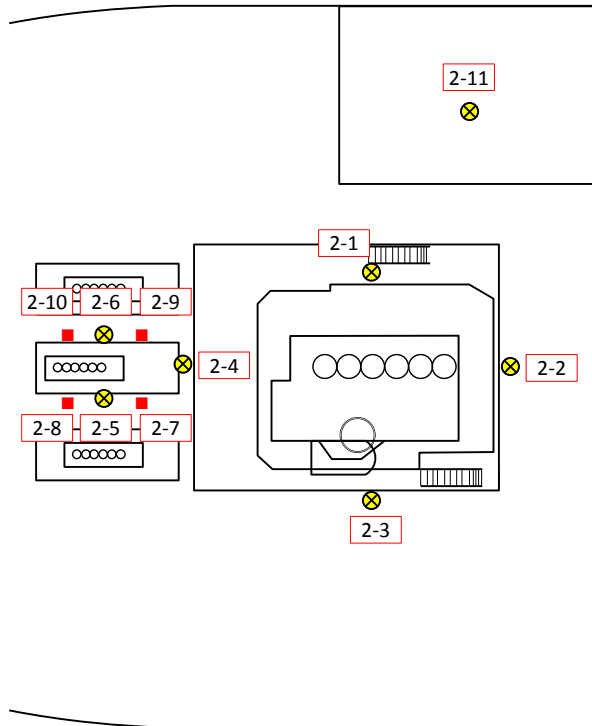
(Poop Deck)



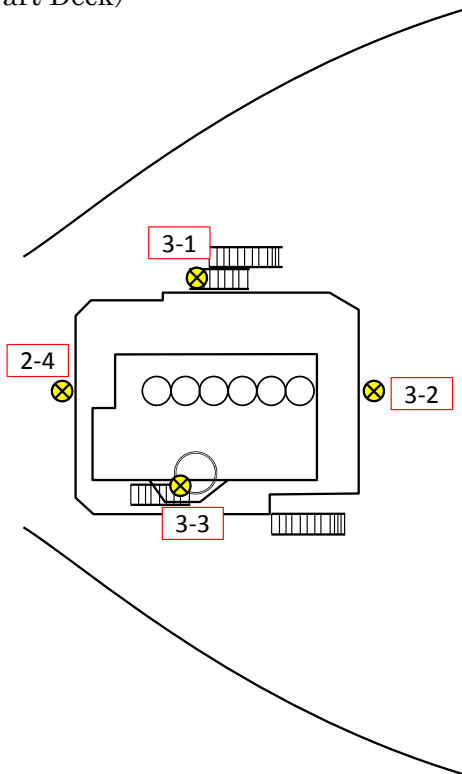
(Upper Dk)



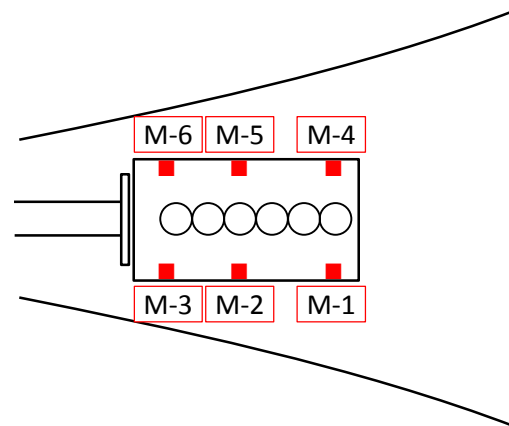
(2ND Deck)



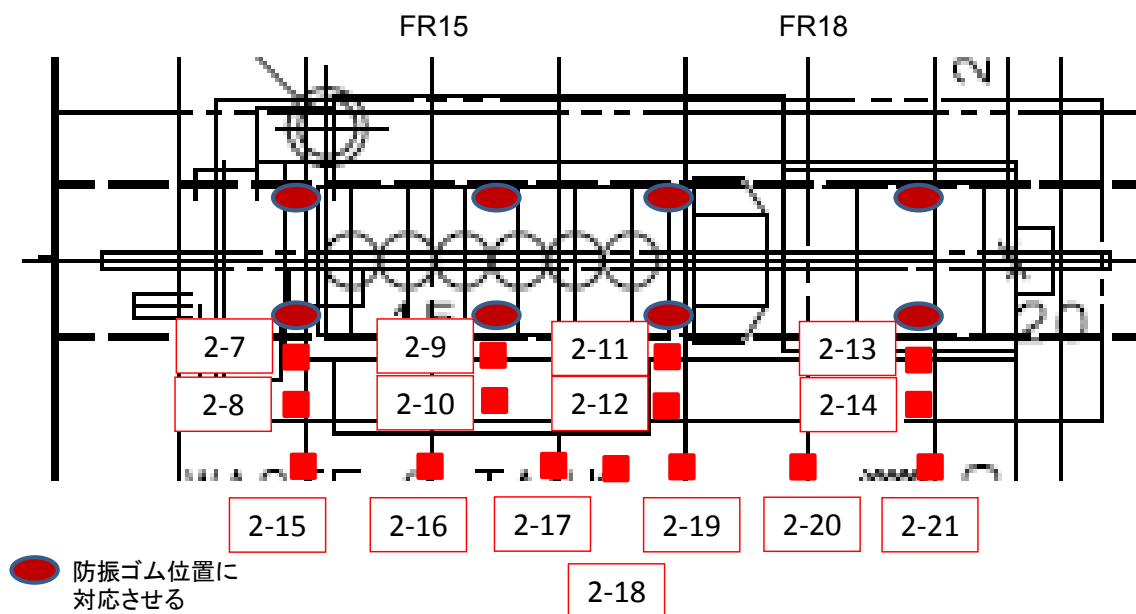
(Part Deck)



(Lower Floor)



発電機計測位置



### 1.3 13,100 GT 一般貨物船発電機防振対策

#### (1) 供試船概要

供試船の要目は表 1.3-1 のとおり。

表 1.3-1 供試船要目

	非対策船	対策船
L × B × D	122.0m × 23.0m × 16.0m	122.0m × 23.0m × 16.0m
船種	一般貨物船	一般貨物船
総トン数	13,110 GT	13,110 GT

#### (2) 発電機防振支持対策、陸上試験及び実船計測方案

##### (a) 発電機防振支持対策

防振装置は、発電機関自身が発生する振動に起因する固体伝播音を低減させるために共振点を使用する回転数域から離れるように、かつ耐久性確保のためにたわみ率が大きくなり過ぎない範囲のゴムのばね定数を選定し、固有振動数を設定する。併せて、船内の主たる起振力である主機およびプロペラに起因する共振回避を考慮して物件毎に調整する。

今次対策では、図 1.3-1 に示すように、補機台と共通台板の間に前後方向 4 箇所、左右対称に計 8 箇所、防振ゴムを挿入する。通常は、補機台上に共通台板をエポキシライナーを挟んで搭載するために、共通台板上の振動と補機台上の振動は同じレベルであるが、防振ゴムを挿入することによって、防振ゴムの防振特性（バネ定数、減衰係数）から求まる伝達率に応じて、船体側への振動伝達が小さくなることが期待される。

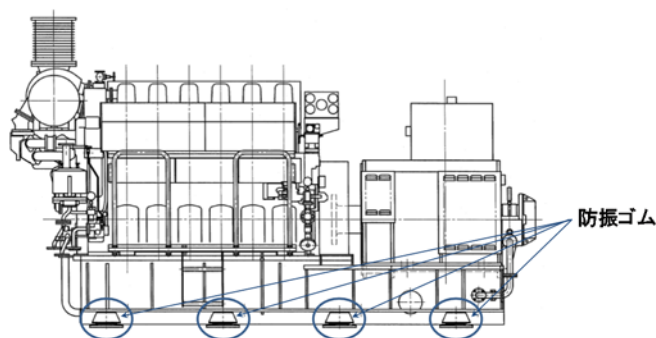
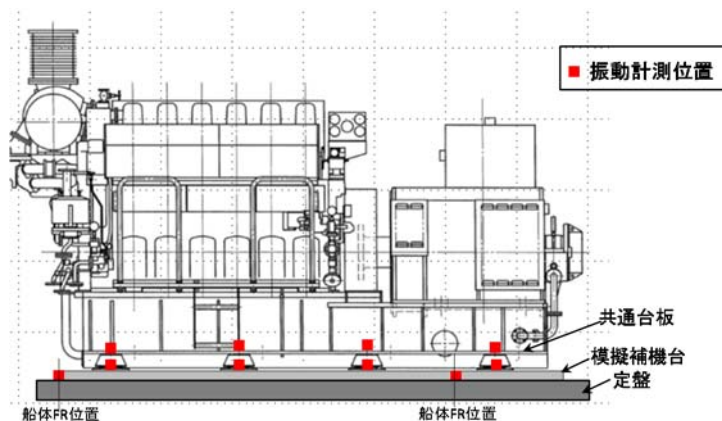


図 1.3-1 防振ゴム取付図

##### (b) 陸上試験

陸上試験では、実船計測を可能な限り模擬するために、模擬補機台を製作し、発電機メーカーの定盤上に模擬補機台をセットした。模擬補機台の上に、実船と同様、発電機セットを載せて計測を行った。振動計測箇所は、図 1.3-2 に示すように、防振ゴムを取り付けた箇所の共通台板上、模擬補機台上、定盤上（船体 FR 位置相当）であり、非防振対策発電機についても、相当の箇所を計測した。

(対策発電機)



(非対策発電機)

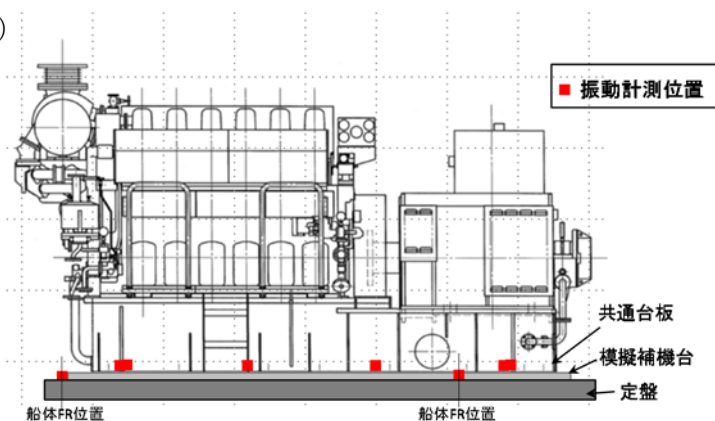


図 1.3-2 陸上試験計測箇所

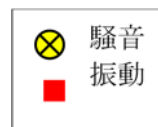
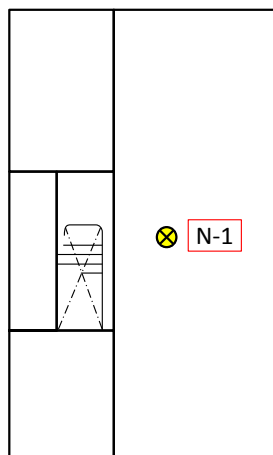
振動速度レベルについて、出力を 25%、50%、75%、100%と 4 通りの状態で計測した。いずれの出力においても、防振ゴムの効果により、補機台上での振動速度レベルは低減している。特に、100Hz 以上の高周波域において、振動速度レベルの低減効果が顕著に見られる。対策発電機、非対策発電機とも、回転数は一定であるため出力の違いによる周波数特性は変わらない。

なお、振動速度レベル、振動加速度レベルの計算において、基準速度を  $5.0 \times 10^{-8}$  m/s、基準加速度を  $1.0 \times 10^{-5} \text{m/s}^2$  としている。

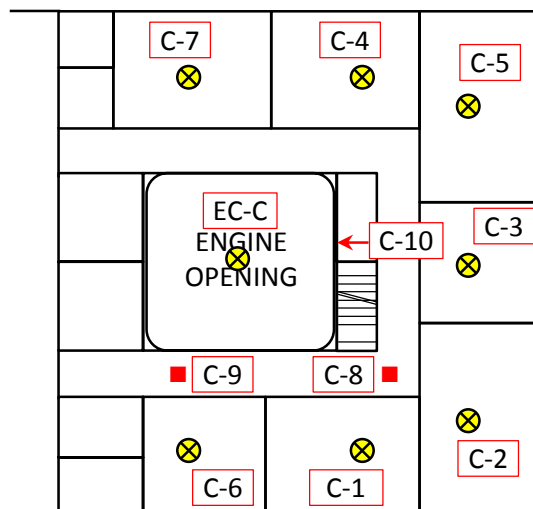
(c) 実船計測方案

「居住区騒音と音響域振動計測マニュアル」を参考に、対策船、非対策船とも以下の計測箇所について、騒音、音響域振動計測を行った。計測器は、騒音計がリオン製 NA-28、振動計測は加速度ピックアップ (PV-94) を使用して行った。

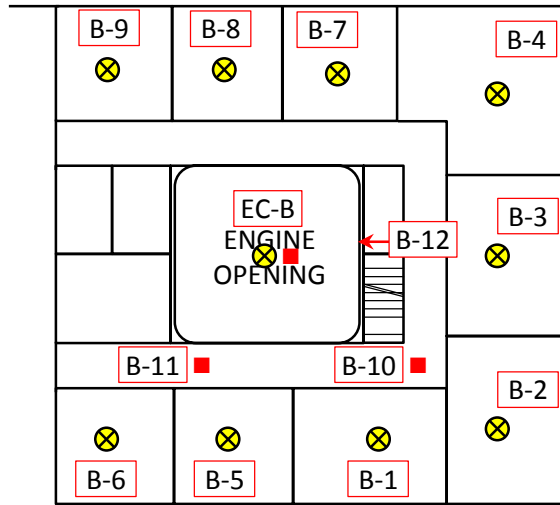
(Nav. Bri. Deck)



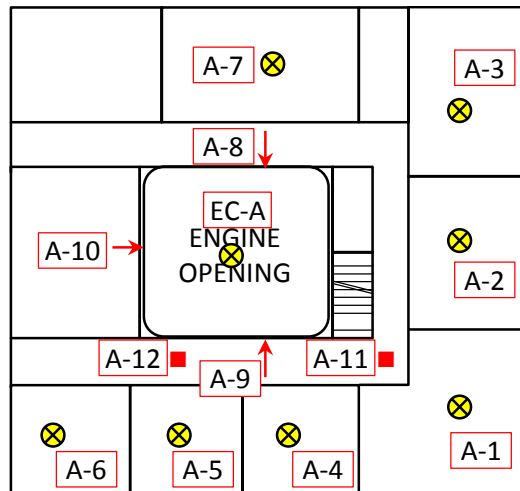
(Captain Deck)



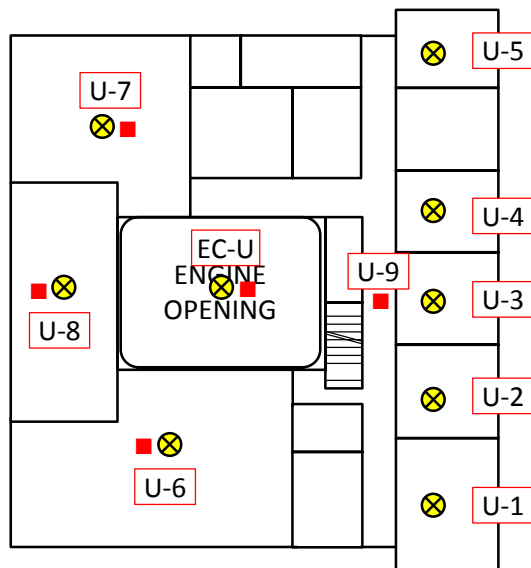
(A Deck)



(Boat Deck)

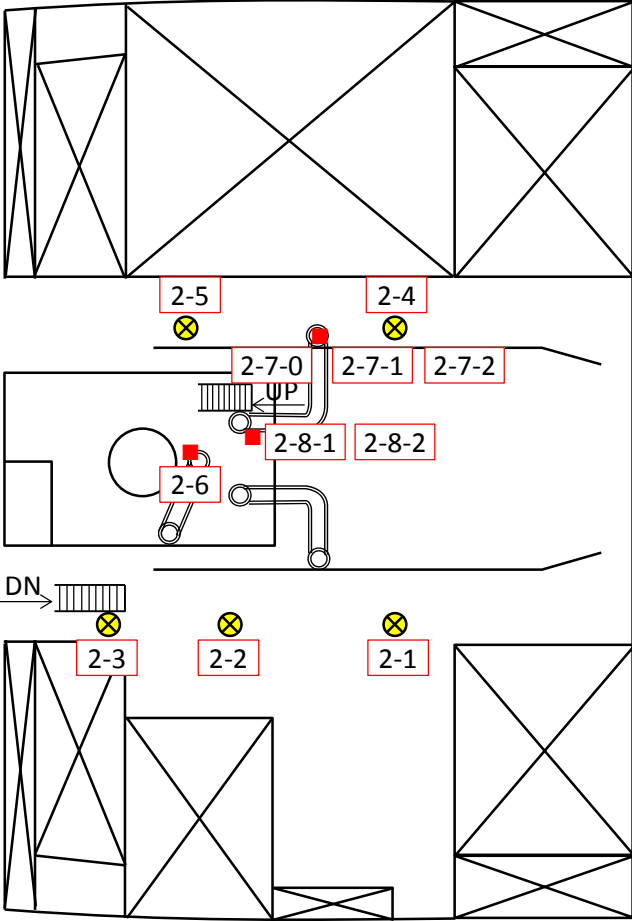


(Upper Deck)

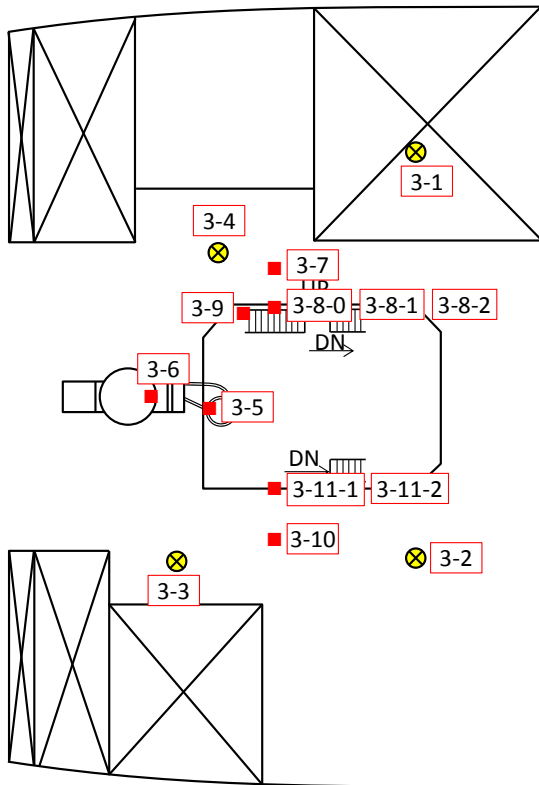




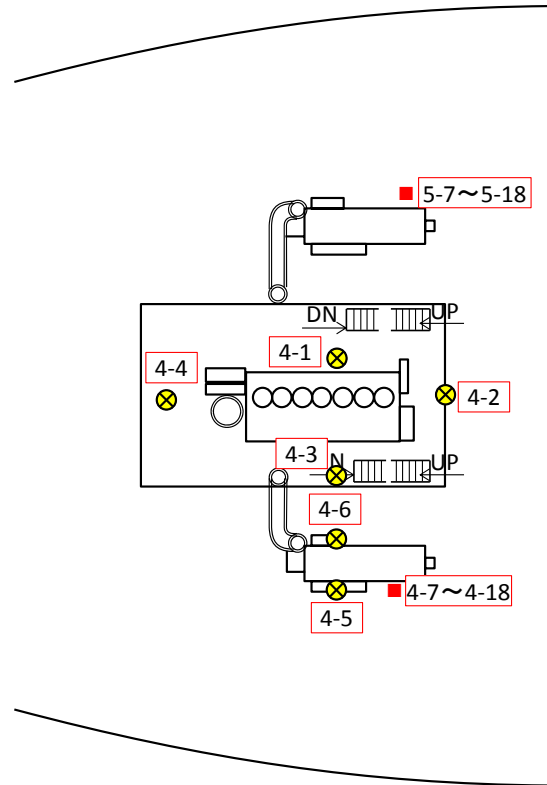
(Partial Deck)



(2nd Deck)

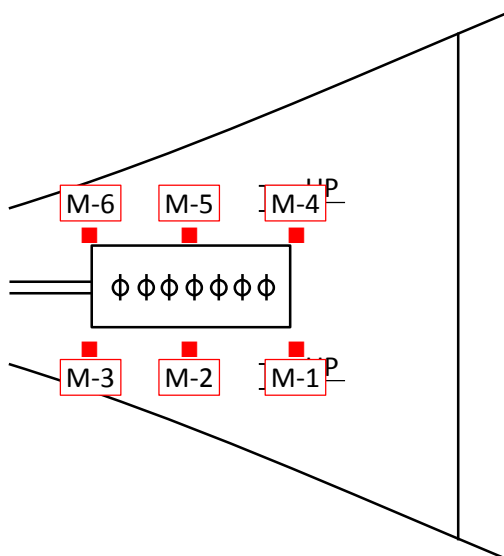


(Engine Flat)



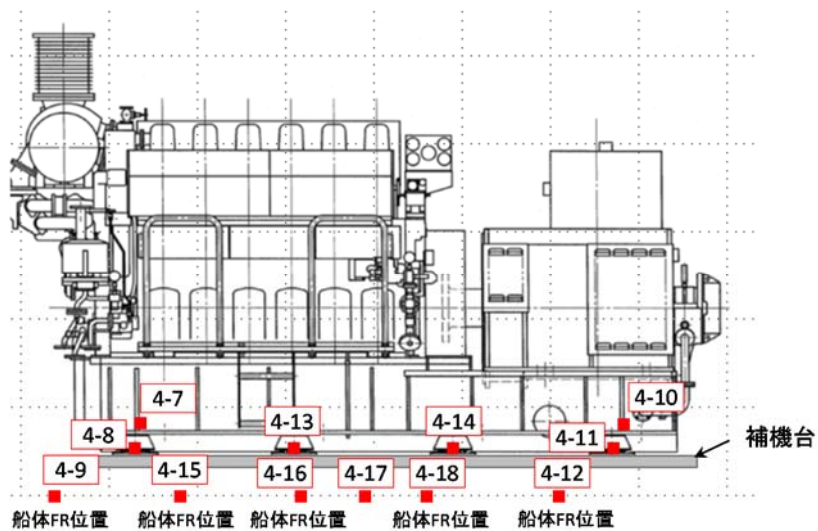
振動計測位置 4-7~4-18、5-7~5-18  
 については、次ページに詳細を記す。

(Lower Floor)



M-1~M-6 は、主機エンジンベッド上

(対策発電機)

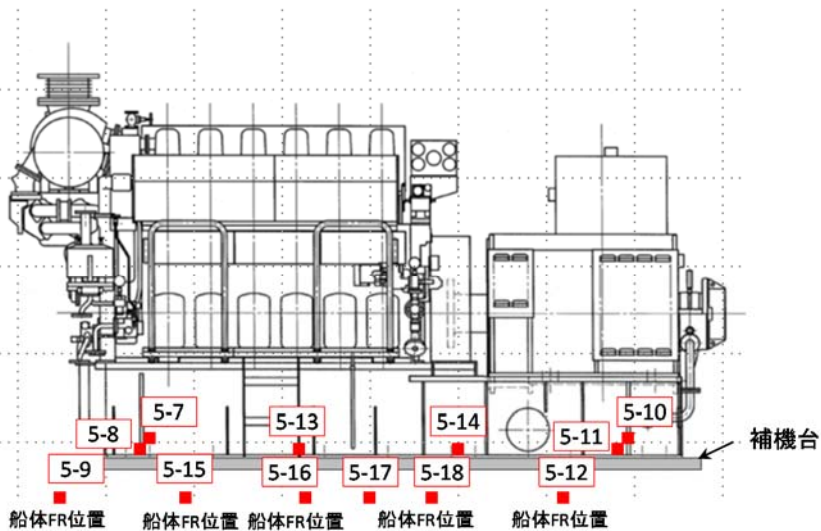


4-7、4-10：共通台板上

4-8、4-11、4-13、4-14：補機台上

4-9、4-12、4-15、4-16、4-17、4-18：船体甲板上

(非対策発電機)



5-7、5-10：共通台板上

5-8、5-11、5-13、5-14：補機台上

5-9、5-12、5-15、5-16、5-17、5-18：船体甲板上

## 2. 排気管サポートの防振対策検証

### 2.1 対策概要

騒音対策の基本として、①騒音源の対策、②伝達経路の対策、③受音室の対策が挙げられる。ここでは、②伝達経路の対策をとる。船内騒音は、振動源からの固体伝播音が支配的とされている。振動伝達経路のひとつに、排気管を支持している面からの伝播が考えられる。主機、発電機の排気管は、エンジンルーム内の Deck、桁等船体構造部材に支持され、Upper Deck より上層へは、エンジンケーシング内を通り抜ける際に、エンジンケーシングの壁面、Deck 等に支持されている。したがって、主機、発電機の振動等が排気管の振動となり、排気管を支持している面から船内に伝播していることが考えられる。

騒音対策の一つに、振動絶縁といった対策がある。これは、振動源からの振動が構造体に伝播しない、あるいは低減されることを狙った対策である。通常、振動絶縁といった対策には、金属バネ、防振ゴム、空気バネといった防振材を振動源と構造体の間に挿入し、防振材の材料特性であるバネ定数、減衰係数の特性から導かれる伝達率分だけの振動低減を期待するものである。

ここでは、排気管サポート位置を従来ではボルトで剛に締結していたところを、図 2-1-1 に示すように、メッシュバネを取り付けることによって、排気管から船体への振動伝達を低減することをねらっている。居室内騒音は、一般的に、振動源から居室床・壁面に伝播してきた固体伝播音と床・壁面を透過する空気伝播音等が考えられる。メッシュバネを取り付けることによって、排気管サポート位置周辺、エンジンケーシング壁面の振動低減が期待でき、さらに居室への振動低減効果によって、居室での騒音低減を図ることを目的とする。

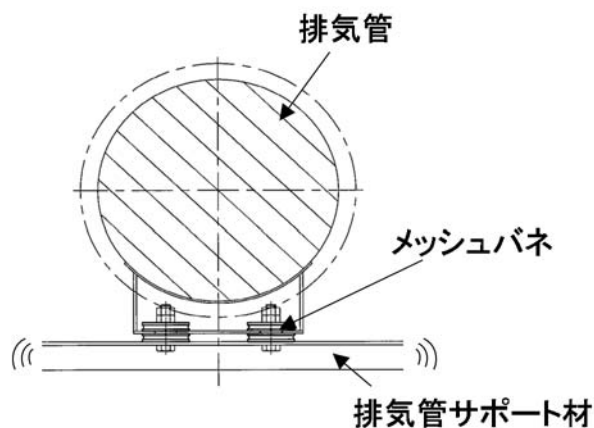


図 2.1-1 メッシュバネ取付図 (一例)

## 2.2 9,900 GT(1,000TEU) コンテナ船排気管サポートの防振対策

### (1) 供試船概要

供試船の要目は表 2.2-1 のとおり。

表 2.2-1 供試船要目

	非対策船	対策船
L×B×D	129.5m × 25.0m × 11.0m	129.5m × 25.0m × 11.0m
船種	コンテナ船	コンテナ船
総トン数	9,867 GT	9,867 GT

### (2) 排気管サポートの防振対策及び計測方案

#### (a) 排気管サポートの防振対策

排気管サポートの防振対策で採用したメッシュバネ (SM ダンパー) の構造と概要について説明する。SM ダンパーは、自己減衰を持つメッシュバネを締結部に用いて、振動物・被振動物間の振動伝達を減衰する製品である。全体構造は、図 2.2-1 に示すような部品構造となっており、締結部に締め付けるだけで適正な締め付け高さが得られるような組み合わせ部品となっている。

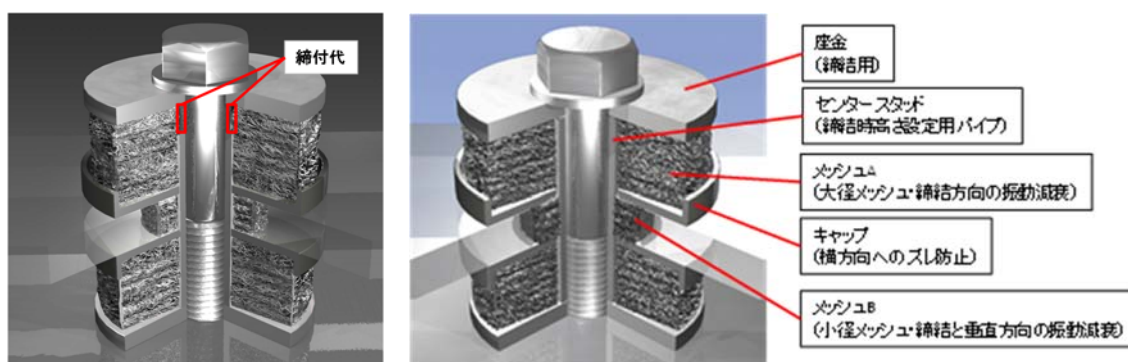


図 2.2-1 メッシュバネ (SM ダンパー) の全体構造

振動物の振動は、特に、ボルト締結方向に対して、大きく柔らかいメッシュを介して被振動物に伝わり、この間のバネにより減衰効果を得る。SM ダンパーのラインナップを図 2.2-2 に示す。SM ダンパーは締結するボルト・荷重の大きさにより SM00～SM06 の 7 種類がラインナップされている。

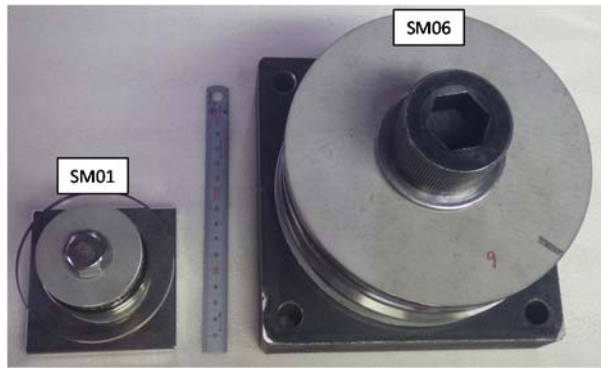
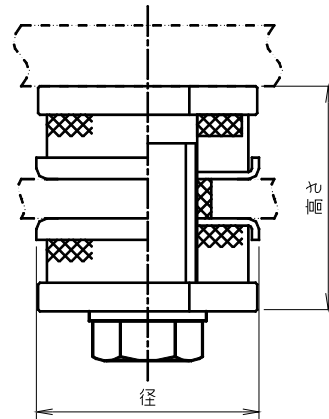


図 2.2-2 メッシュバネ (SM ダンパー) の全体構造

選定にあたっては大きさ・締結ボルト・積載荷重から適用するものを選定する。選定表を表 2.2-2 に示す。

表 2.2-2 選定表

品番	適用ボルト	常用荷重 (長期)	最大荷重 (短期)	概形	
				径	高さ(締結前)
SM00	M20	1.3kN	3.5kN	(59)mm	53mm+メッシュB
SM01	M12	1.5kN	4.5kN	(60)mm	53mm+メッシュB
SM02	M16	3kN	8kN	(74.5)mm	53mm+メッシュB
SM03	M20	4.5kN	10kN	(88)mm	56mm+メッシュB
SM04	M24	8kN	20kN	(112.5)mm	56mm+メッシュB
SM05	M30	14kN	35kN	(140)mm	62mm+メッシュB
SM06	M36	18kN	45kN	(161)mm	62mm+メッシュB



今次計測での適用例を図 2.2-3 に示す。

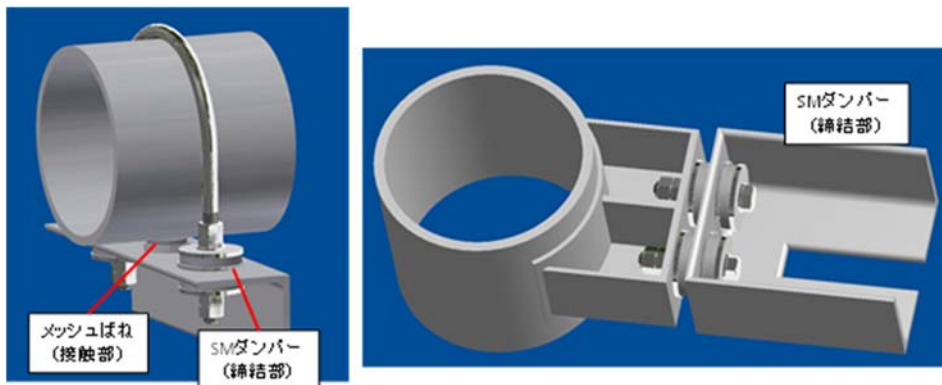


図 2.2-3 メッシュバネ (SM ダンパー) の全体構造

各 SM ダンパーに対して低負荷の荷重をかけた際の振動特性を図 2.2-4 に示す (≒常用荷重時のバネ特性)。ばね-マス系の考え方から、排気管重量が重いほど固有値は低下する。なお、試験時のマス重量はおよそ 17kg 程度であり、SM 06 は試験機の許容重量を超えていたため試験は実施されていない。

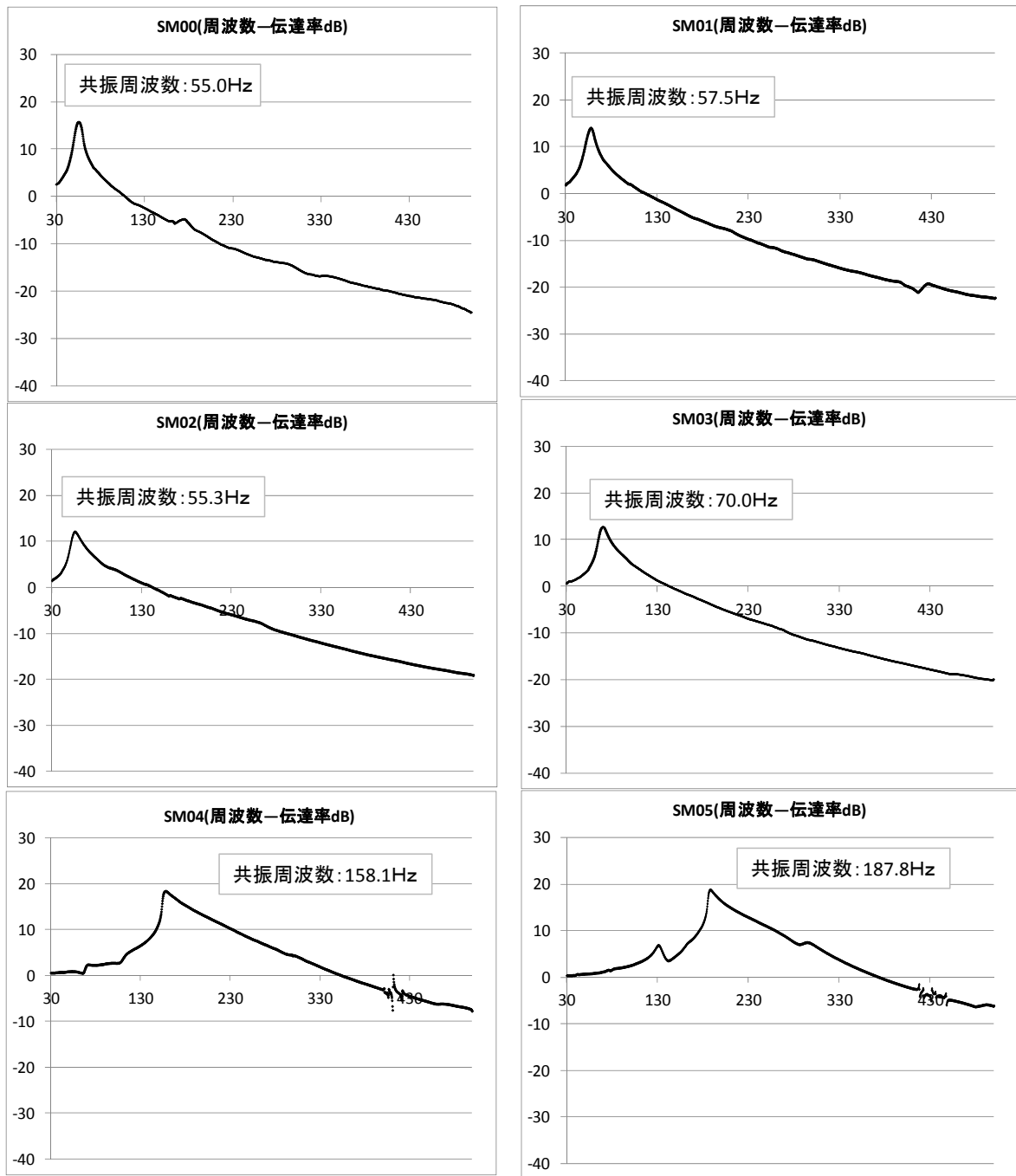
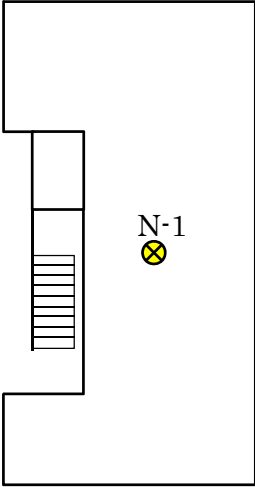


図 2.2-4 メッシュバネ (SM ダンパー) の振動特性

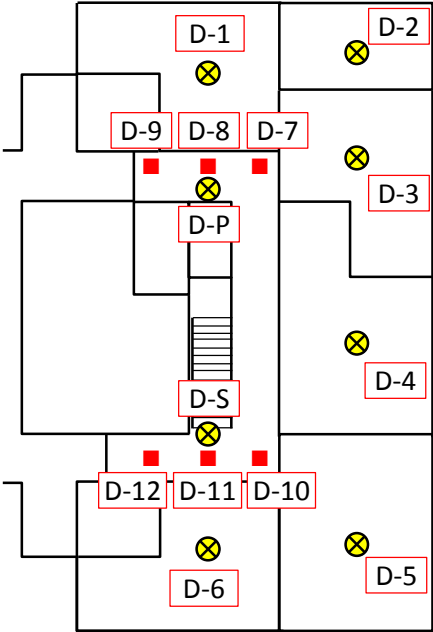
(b) 実船計測方案

「居住区騒音と音響域振動計測マニュアル」を参考に、対策船、非対策船とも以下の計測箇所について、居室の騒音、メッシュバネ近傍、エンジンケーシング内、Deck 廊下床面等の音響域振動計測を行った。計測器は、騒音計がリオン製 NA-28、振動計測は加速度ピックアップ (PV-94) を使用して行った。

(Nav. Bri. Deck)

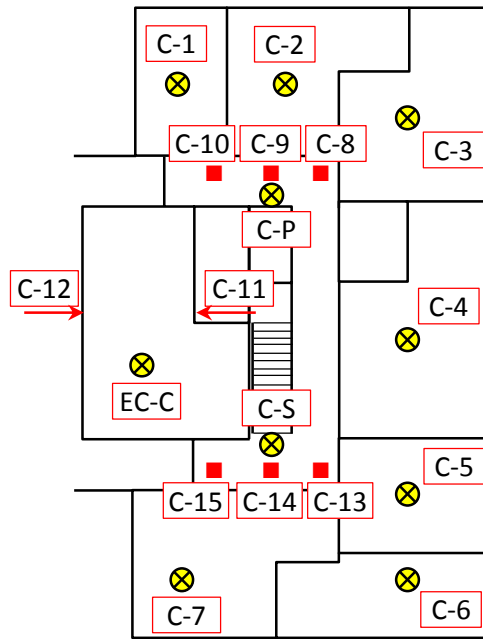


(D Deck)

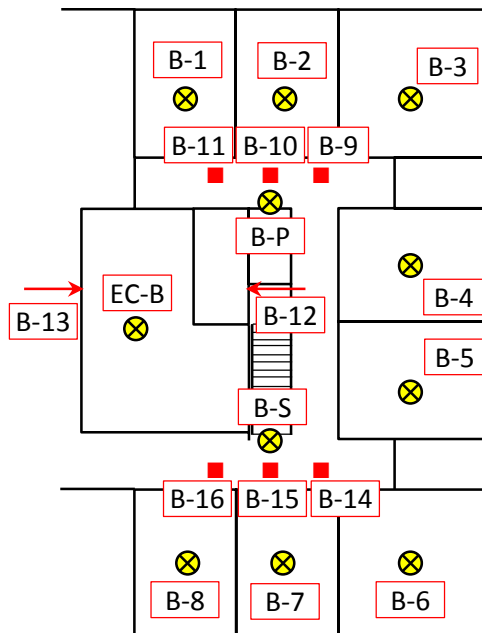




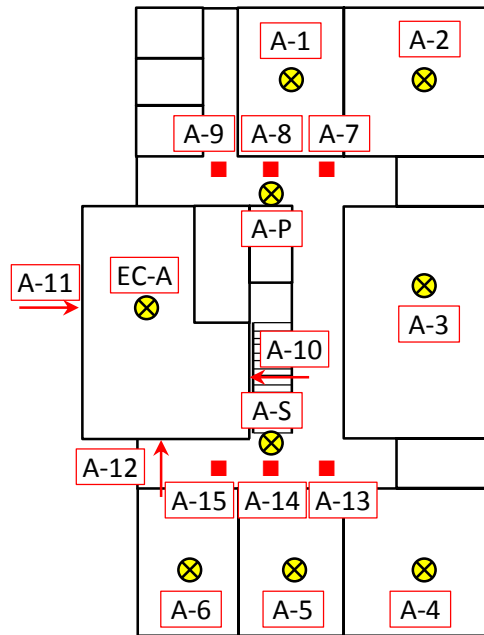
(C Deck)



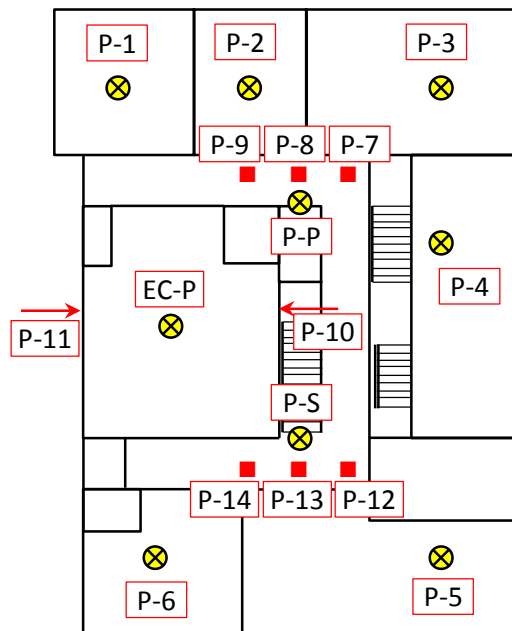
(B Deck)



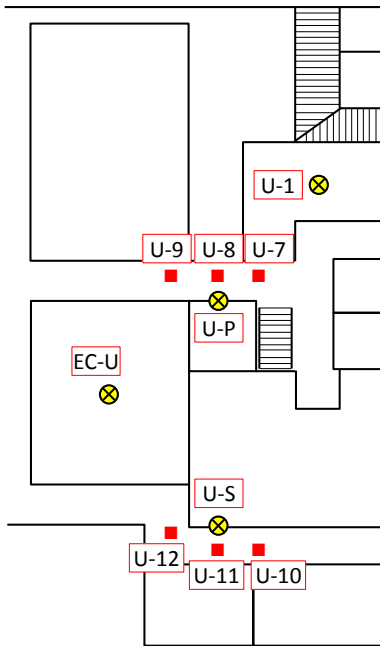
(A Deck)



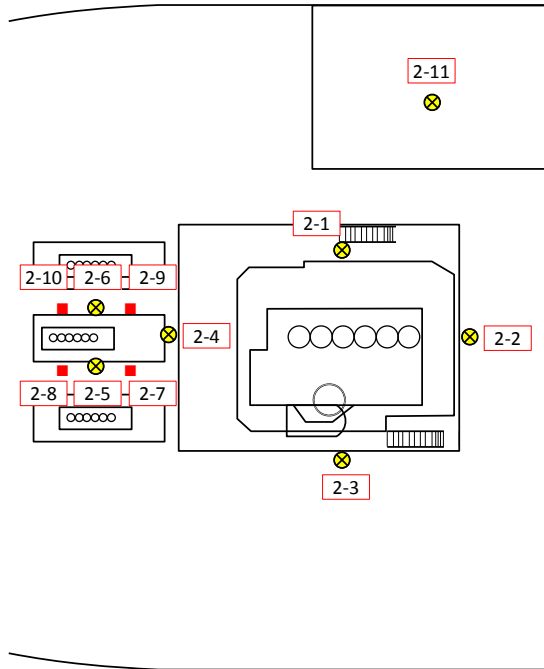
(Poop Deck)



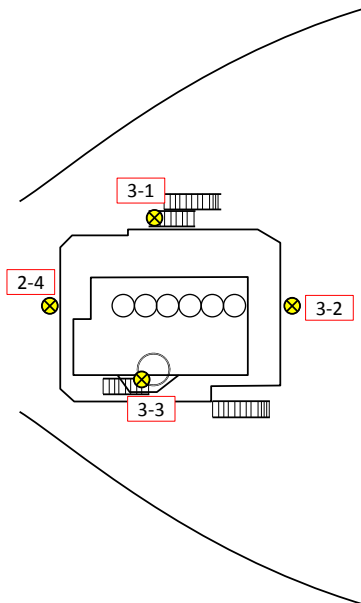
(Upper Dk-1)



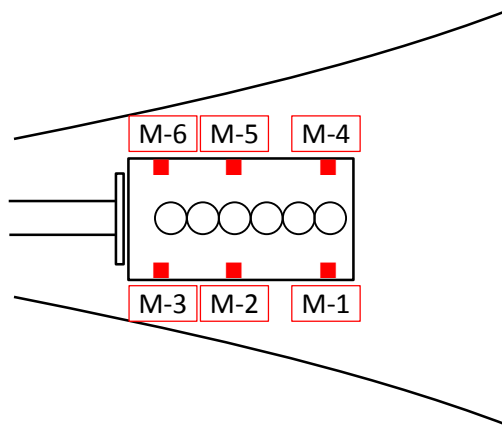
(2ND Deck)



(Part Deck)



(Lower Floor)



## 2. 排気管サポートの防振対策検証

### 2.3 13,100GT 一般貨物船排気管サポートの防振対策

#### (1) 供試船概要

供試船の要目は表 2.3-1 のとおり。

表 2.3-1 供試船要目

	非対策船	対策船
L × B × D	122.0m × 23.0m × 16.0m	122.0m × 23.0m × 16.0m
船種	一般貨物船	一般貨物船
総トン数	13,110 GT	13,110 GT

#### (2) 排気管サポートの防振対策及び計測方案

##### (a) 排気管サポートの防振対策

排気管サポートの防振対策で採用したメッシュバネ (SM ダンパー) の構造と概要について説明する。SM ダンパーは、自己減衰を持つメッシュバネを締結部に用いて、振動物・被振動物間の振動伝達を減衰する製品である。全体構造は、図 2.3-1 に示すような部品構造となっており、締結部に締め付けるだけで適正な締め付け高さが得られるような組み合わせ部品となっている。

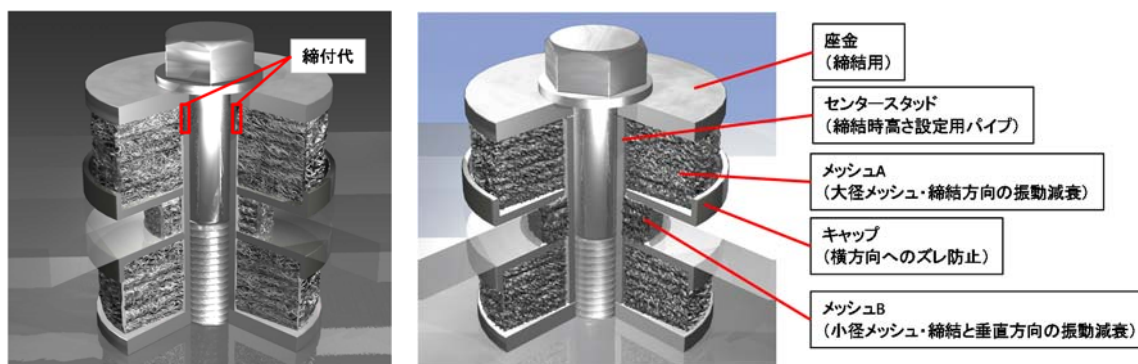


図 2.3-1 メッシュバネ (SM ダンパー) の全体構造

振動物の振動は、特に、ボルト締結方向に対して、大きく柔らかいメッシュを介して被振動物に伝わり、この間のバネにより減衰効果を得る。SM ダンパーのラインナップを図 2.3-2 に示す。SM ダンパーは締結するボルト・荷重の大きさにより SM00～SM06 の 7 種類がラインナップされている。

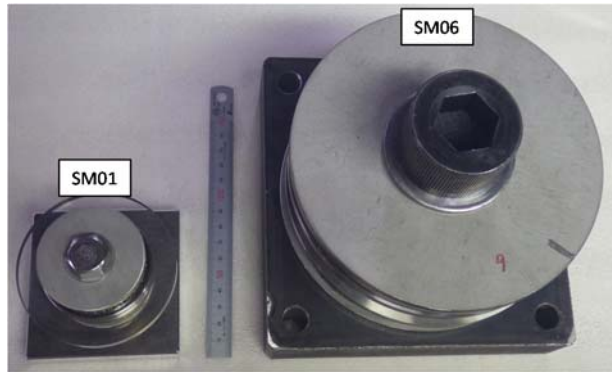
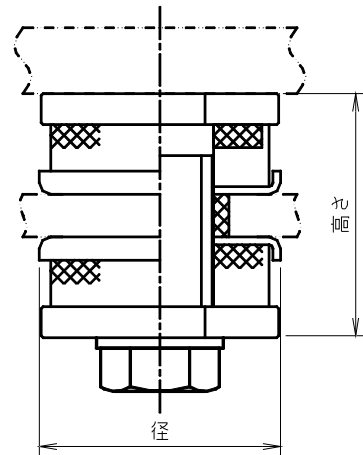


図 2.3-2 メッシュバネ (SM ダンパー) のラインナップ

選定にあたっては大きさ・締結ボルト・積載荷重から適用するものを選定する。選定表を表 2.3-2 に示す。

表 2.3-2 選定表

品番	適用ボルト	常用荷重	最大荷重	概形	
		(長期)	(短期)	径	高さ(締結前)
SM00	M20	1.3kN	3.5kN	(59)mm	53mm+メッシュB
SM01	M12	1.5kN	4.5kN	(60)mm	53mm+メッシュB
SM02	M16	3kN	8kN	(74.5)mm	53mm+メッシュB
SM03	M20	4.5kN	10kN	(88)mm	56mm+メッシュB
SM04	M24	8kN	20kN	(112.5)mm	56mm+メッシュB
SM05	M30	14kN	35kN	(140)mm	62mm+メッシュB
SM06	M36	18kN	45kN	(161)mm	62mm+メッシュB



各 SM ダンパーに対して低負荷の荷重をかけた際の振動特性を図 2.3-3 に示す (=常用荷重時のバネ特性)。バネマス系の考え方から、排気管重量が大きいほど固有値は低下する。なお、試験時のマス重量はおよそ 17kg 程度である。SM06 は試験機の許容重量を超えていたため試験は行っていない。

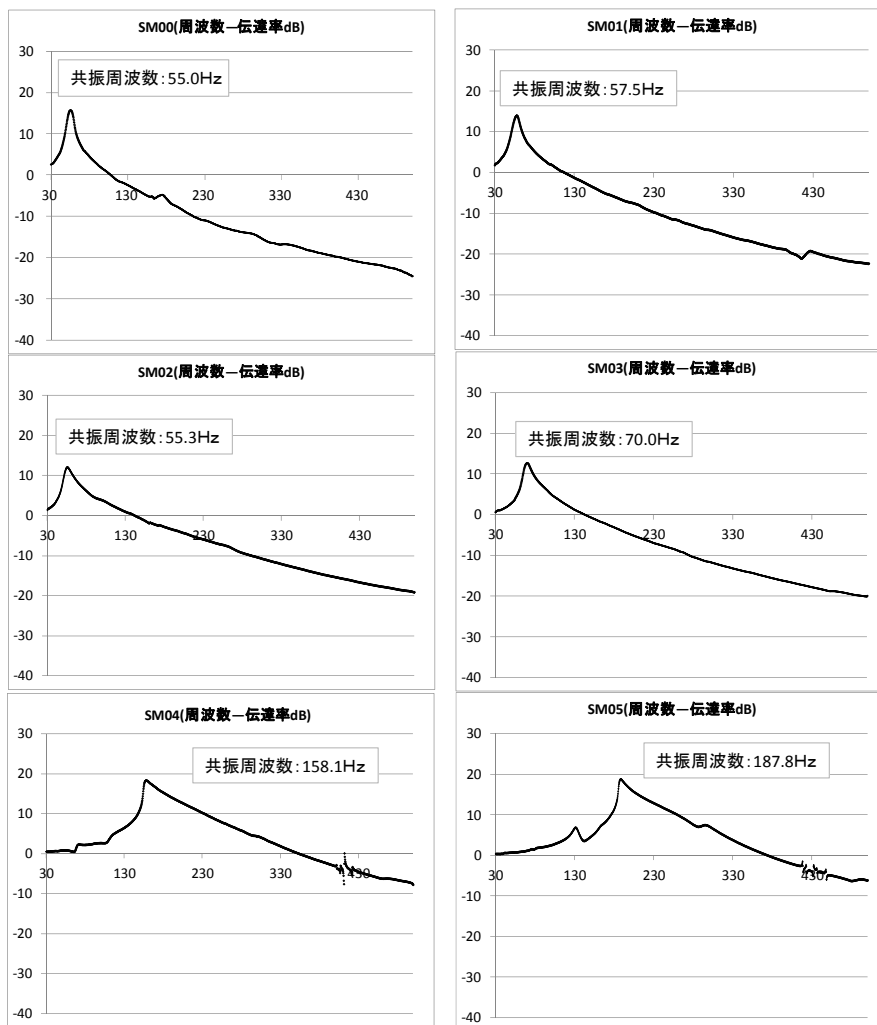


図 2.3-3 メッシュバネ (SM ダンパー) の振動特性

今次計測での適用例を図 2.3-4 に示す。

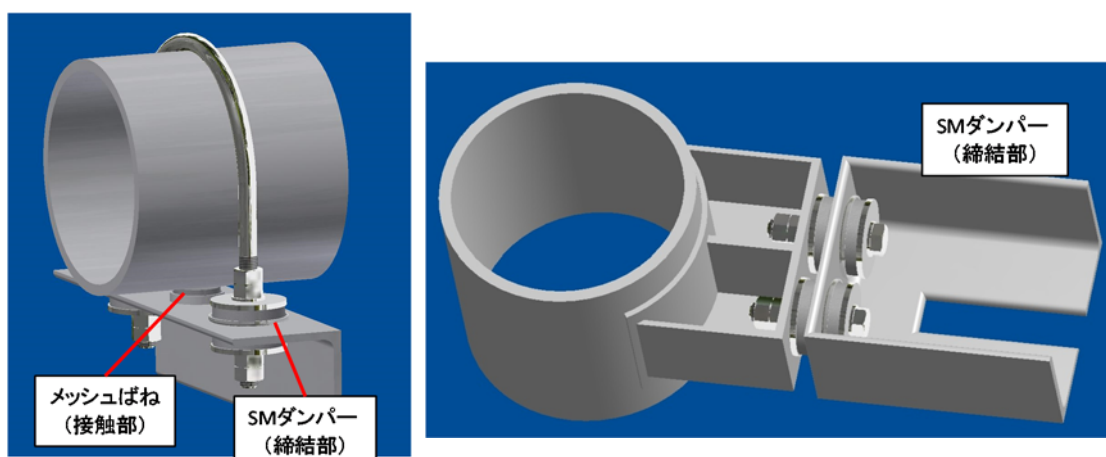
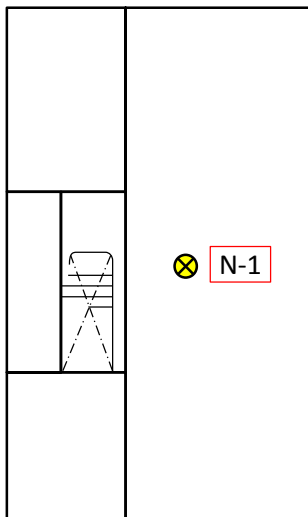


図 2.3-4 メッシュバネ (SM ダンパー) の適用例

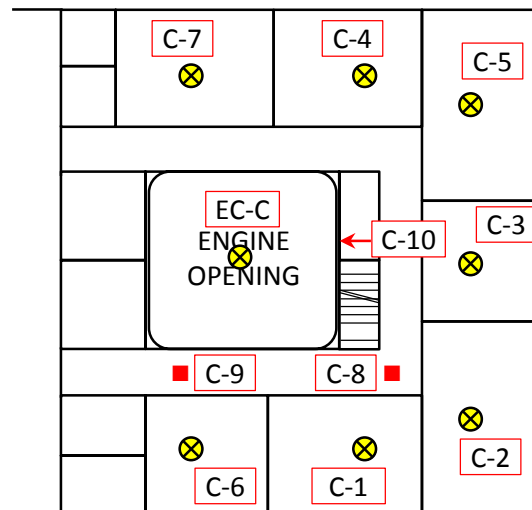
(b) 実船計測方案

「居住区騒音と音響域振動計測マニュアル」を参考に、対策船、非対策船とも以下の計測箇所について、騒音、音響域振動計測を行った。計測器は、騒音計がリオン製 NA-28、振動計測は加速度ピックアップ (PV-94) を使用して行った。

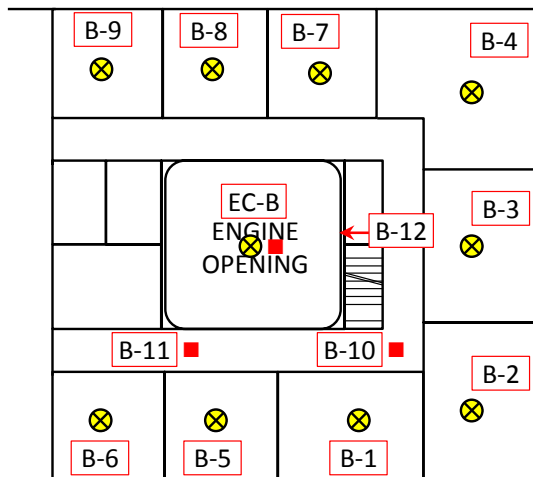
(Nav. Bri. Deck)



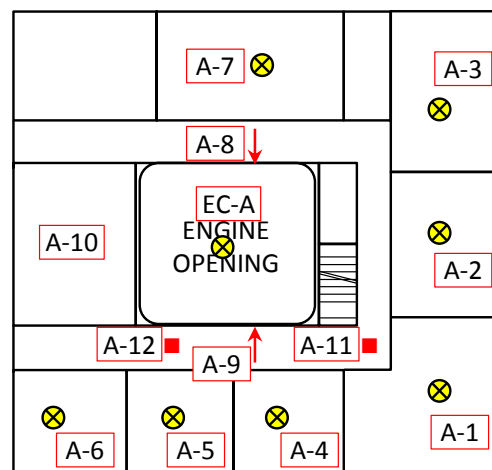
(Captain Deck)



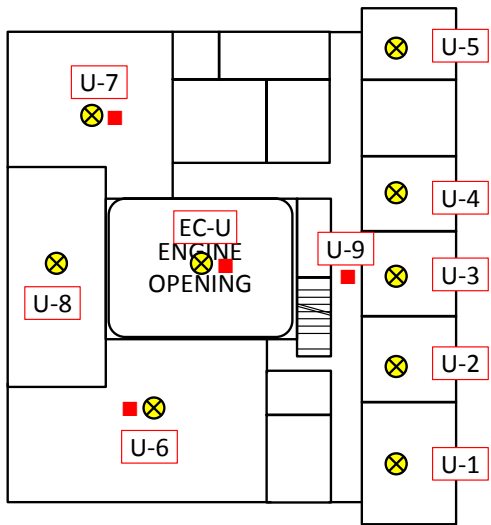
(A Deck)



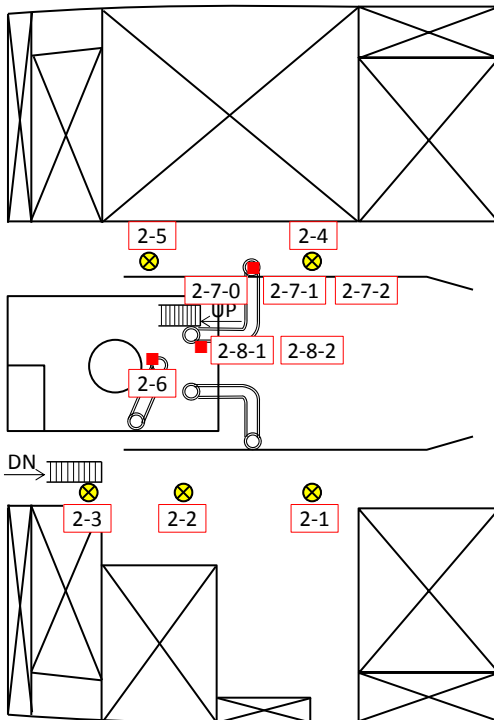
(Boat Deck)



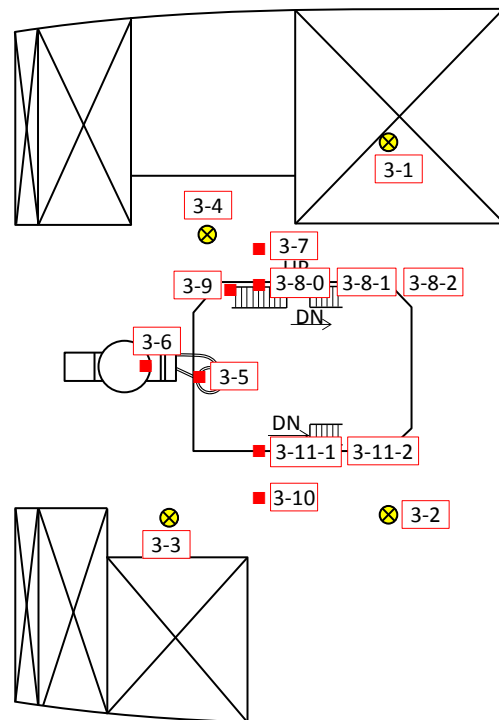
(Upper Deck-1)



(Partial Deck)

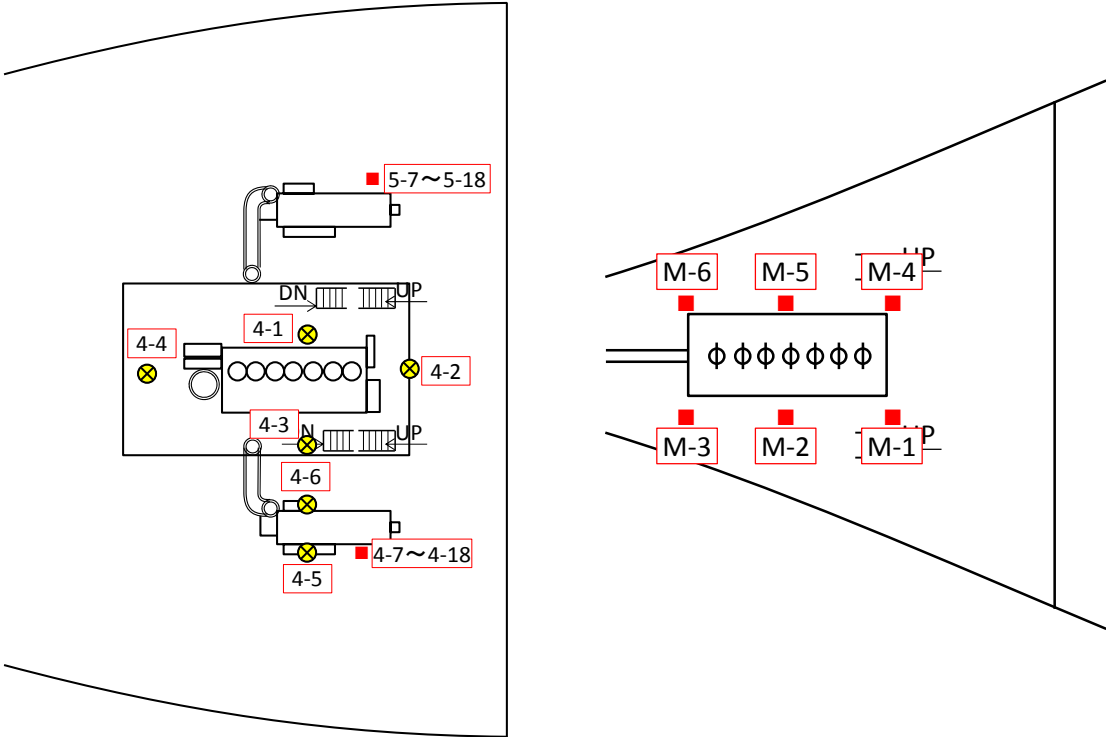


(2nd Deck)





(Lower Floor)



### 3. 浮床対策実船検証

#### 3.1 対策概要

騒音対策の基本として、①騒音源の対策、②伝達経路の対策、③受音室の対策が挙げられる。ここでは、③受音室の対策を考える。騒音対策のひとつに、遮断といった対策がある。振動源から伝わった振動を遮断することによって、居室内に放射される騒音レベルを低減することが期待できる。すなわち、浮床構造を採用し、居室床、壁、天井に損失係数で表現される振動遮断能力の高い材料を配置することによって、伝播してきた振動が振動伝達率に応じた振動に低減されることが期待できる。

本対策では、浮床構造で使用する浮床材の加振試験を行い、浮床材の固有振動数、動的バネ定数等の機械的特性を求め、遮音試験を行い、固体伝播音と空気伝播音の簡易評価を行った。さらに防火試験を行い、A-60 防火構造が求められる場所に適用できるための認証を受けた。基本的には同じ積層構造となる浮床材を2隻の供試船に施工、実船計測を行い、浮床対策による騒音低減効果の検証を行った。

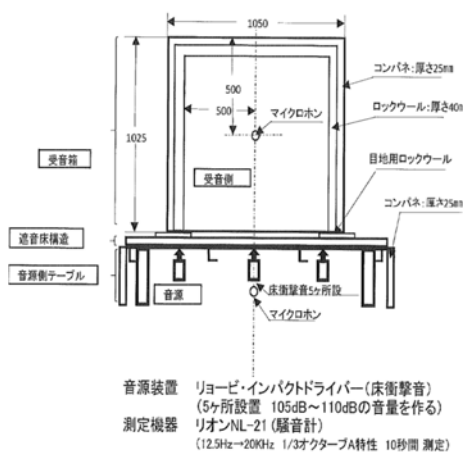
### 3.2 簡易装置による遮音試験

#### (1) 試験の目的

t4.5 mmと t9.0 mmのデッキに見立てた鋼板上に 3 種類の遮音材を施しその音響の損失量を測定し、鋼板の厚みによる効果及び工法による効果を比較する。

#### (2) 試験装置

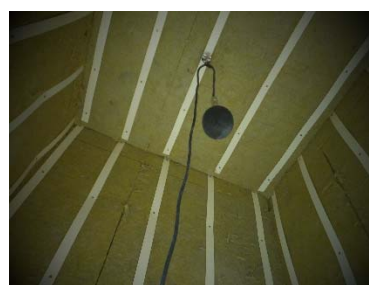
図 1 にあるように、下部に音響箱を備え、その上に t4.5 mm及び t9.0 mmの鋼板を置き、遮音材を施す。遮音材の上に 1,000 mm×1,000 mmの受音箱を置き騒音を測定する。



装置全景



鉄板裏面



受音箱内



各計測機器



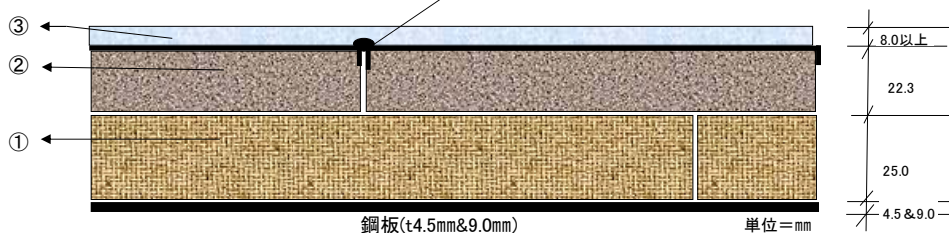
エコライフ S の形状



エコライフ S の形状

(3) 試験体構造

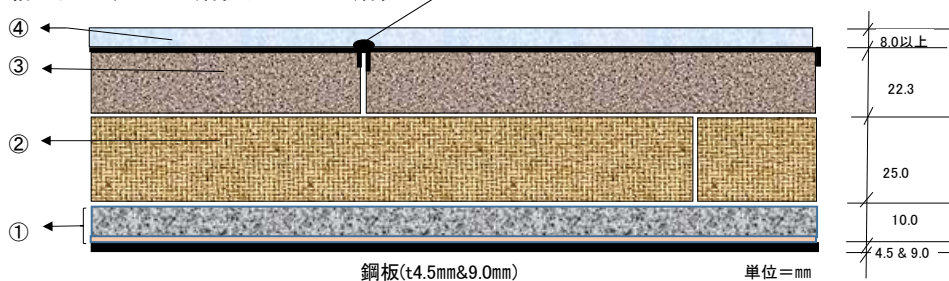
構造図 2-A ; t4.5mm鋼板及びt9.0mm鋼板 タップ溶接



構成材料:

構成材料(製品名)	寸法(mm)	使用量 (個数/㎡)	密度
① ロックウール(密度 200kg/㎡)	900×600×t25	1.9枚	0.2
② ハイテックス エコライフ 鋼板カバー(2.3mm)	900×450×t20 t2.3	2.47枚	
③ ハイテックス #1007 NR(8)	t8.0mm以上	—	
遮音層総厚	53.3mm		

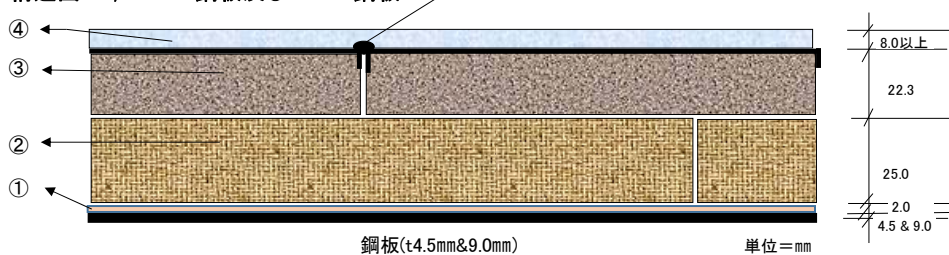
構造図 6 ; t4.5mm鋼板及びt9.0mm鋼板 タップ溶接



構成材料:

構成材料(製品名)	寸法(mm)	使用量 (個数/㎡)	密度
① ハイテックス PD-8DL	モルタル部 t8mm RAX-127 t2mm	—	
② ロックウール(密度 200kg/㎡)	900×600×t25	1.9枚	0.2
③ ハイテックス エコライフ 鋼板カバー(2.3mm)	900×450×t20 t2.3	2.47枚	
④ ハイテックス #1007 NR(8)	t8.0mm以上	—	
遮音層総厚	65.3mm		

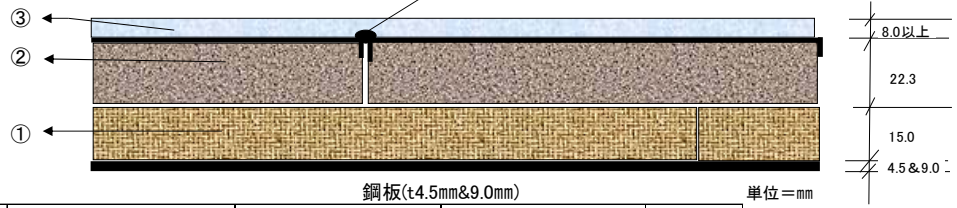
構造図 7 ; t4.5mm鋼板及びt9.0mm鋼板 タップ溶接



構成材料:

構成材料(製品名)	寸法(mm)	使用量 (個数/㎡)	密度
① ハイテックス PD-8DL (モルタル部を抜く)	モルタル部 無し アクリルゴム部 t2mm	—	
② ロックウール(密度 200kg/㎡)	900×600×t25	1.9枚	0.2
③ ハイテックス エコライフ 鋼板カバー(2.3mm)	900×450×t20 t2.3	2.47枚	
④ ハイテックス #1007 NR(8)	t8.0mm以上	—	
遮音層総厚	57.3mm		

構造図2-B; t4.5mm鋼板及びt9.0mm鋼板 → タップ溶接



構成材料:

	構成材料(製品名)	寸法(mm)	使用量 (個数/㎡)	密度
①	ロックウール(密度 200kg/㎡)	900 × 600 × t15	1.9枚	0.2
②	ハイテックス エコライフ	900 × 450 × t20	2.47枚	
	鋼板カバー(2.3mm)	t2.3		
③	ハイテックス #1007 NR(8)	t8.0mm以上	—	
	遮音層総厚	53.3mm		



(3) 試験体

(a) 試験体の形状

試験体のサイズは、全て 300mm×300mm とする。

ただし、Sikafloor Marine Litosilo Steel : 450mm×450mm×55mm

SMG-10 : 500mm×400mm (定盤を 4 個で点支持) とする。

(b) 試験体の材料

試験体材料名	メーカー	厚さ
ロックウール (密度 200kg/m <sup>3</sup> )	神戸タフ興業	15.0mm
ロックウール (密度 200kg/m <sup>3</sup> )	神戸タフ興業	25.0mm
ロックウール (密度 140kg/m <sup>3</sup> )	大晃産業	15.0mm
ロックウール (密度 180kg/m <sup>3</sup> )	大晃産業	15.0mm
ロックウール (密度 220kg/m <sup>3</sup> )	大晃産業	15.0mm
エコライフ	神戸タフ興業	20.0mm
KD-20(エコライフ(20.0mm)+鋼板カバー(2.3mm))	神戸タフ興業	22.3mm
PD-8DL (アクリルエマルジョン(2.0mm)+ラテックスモルタル(8.0mm))	神戸タフ興業	10.0mm
ハイテックス#1007 NR(8)	神戸タフ興業	8.0mm
BIP F-A60S	BIP Industries	53.0mm
マリライト VL	エーアント エーマテリアル	2.4mm
OCEAN COMFORT	大晃産業	4.5mm
Sikafloor Marine Litosilo Steel	Sika Services AG	55.0mm
SMG-10(スプリングコイル)	昭和サイエンス	-

組合試験の構成表を以下に示す。

組合試験体名	構成材料 (製品名)	厚さ
Case1 (t<50mm)	ロックウール (密度 200kg/m <sup>3</sup> )	15.0mm
	KD-20(エコライフ(20.0mm)+鋼板カバー(2.3mm))	22.3mm
	ハイテックス#1007 NR(8)	8.0mm
Case2 (t>50mm)	ロックウール (密度 200kg/m <sup>3</sup> )	25.0mm
	KD-20(エコライフ(20.0mm)+鋼板カバー(2.3mm))	22.3mm
	ハイテックス#1007 NR(8)	8.0mm
Case3 (t>50mm)	PD-8DL (アクリルエマルジョン(2.0mm)+ラテックスモルタル(8.0mm))	10.0mm
	ロックウール (密度 200kg/m <sup>3</sup> )	15.0mm
	KD-20(エコライフ(20.0mm)+鋼板カバー(2.3mm))	22.3mm
	ハイテックス#1007 NR(8)	8.0mm
Case4 (t>50mm)	PD-8DL (アクリルエマルジョン(2.0mm)+ラテックスモルタル(8.0mm))	10.0mm
	ロックウール (密度 200kg/m <sup>3</sup> )	25.0mm
	KD-20(エコライフ(20.0mm)+鋼板カバー(2.3mm))	22.3mm
	ハイテックス#1007 NR(8)	8.0mm

Case5 (t<50mm)	PD-8DL (アクリルエマルジョン(2.0mm)のみ)	2.0mm
	ロックウール (密度 200kg/m <sup>3</sup> )	15.0mm
	KD-20(エコライフ(20.0mm)+鋼板カバー(2.3mm))	22.3mm
	ハイテックス#1007 NR(8)	8.0mm
Case6 (t>50mm)	PD-8DL (アクリルエマルジョン(2.0mm)のみ)	2.0mm
	ロックウール (密度 200kg/m <sup>3</sup> )	25.0mm
	KD-20(エコライフ(20.0mm)+鋼板カバー(2.3mm))	22.3mm
	ハイテックス#1007 NR(8)	8.0mm
Case7 (t<50mm)	マリライト VL	2.4mm
	ロックウール (密度 200kg/m <sup>3</sup> )	15.0mm
	KD-20(エコライフ(20.0mm)+鋼板カバー(2.3mm))	22.3mm
	ハイテックス#1007 NR(8)	8.0mm
Case8 (t<50mm)	OCEAN COMFORT	4.5mm
	ロックウール (密度 200kg/m <sup>3</sup> )	15.0mm
	KD-20(エコライフ(20.0mm)+鋼板カバー(2.3mm))	22.3mm
	ハイテックス#1007 NR(8)	8.0mm
Case9 (t<50mm)	ロックウール (密度 200kg/m <sup>3</sup> )	15.0mm
	ロックウール (密度 200kg/m <sup>3</sup> )	15.0mm
Case10 (t<50mm)	ロックウール (密度 200kg/m <sup>3</sup> )	15.0mm
	ロックウール (密度 200kg/m <sup>3</sup> )	25.0mm
Case11 (t<50mm)	ロックウール (密度 200kg/m <sup>3</sup> )	25.0mm
	ロックウール (密度 200kg/m <sup>3</sup> )	25.0mm

#### (c) 試験体構成及び試験方法

試験方法：試料に荷重（6.4kgf、22kgf、52kgf、102kgf）を掛けた測定試料を 振動加速度 10 gal (0.1m/sec<sup>2</sup>)で 振動させた時の測定試料の応答からこの系での固有振動数を求め、動的なばね定数を推定する。尚、荷重 6.4kgf は、試験番号 7 (BIP F-A60S) と試験番号 22 (Sikafloor Marine Litosilo Steel) のみに実施。

動的ばね定数(N/mm)は下記の式にて求める。

$$K = (2 \cdot \pi \cdot f_0)^2 \cdot m / 1000$$

ただし、 $f_0$ ：固有振動数(Hz)     $m$ ：質量(kg)

#### (4) まとめ

浮床の防振効果は、計算上、固有振動数の $\sqrt{2}$  倍以上の周波数に対して効果があるが、効果が実感できる周波数は固有振動数の約 3 倍以上といわれている。広い周波数帯で防振効果を得るためには、固有振動数をできるだけ小さくする必要がある。

試験体の構成素材の固有振動数を見ると、ロックウールを含んだ材料が低い固有振動数を示している。そのため、複数の材料を積層させた試験体の固有振動数は、使用しているロックウールの特性に依存する。



### 3.4 11,500GT ケミカルタンカー浮床対策

#### (1) 供試船概要

供試船の要目は、表 3.4-1 の通り。

表 3.4-1 供試船の要目

L×B×D	145.0m × 23.7m × 13.3m
船種	ケミカルタンカー
総トン数	11,500 GT

#### (2) 浮床対策及び計測方案

##### (a) 浮床の施工

通常では、鋼甲板上にデッキコンポジション+フロアタイル施工であるが、今回は、床面からの振動/騒音を抑えるために、神戸タフ興産製のハイテックス エコライフ SM (ロックウール、ハイテックス S) を施工した (図 3.4-1、表 3.4-2 参照)。施工にあたっては、まず、床にロックウールを敷き詰め、その上にエコライフ S を載せて敷き詰めた。仕上げはハイテックス#1007 NR(8)を塗りこみ、その上にフローリングシートを張った。壁パネルも絶縁するために、浮床の上にパネルを建てた。また、テーブルも甲板から絶縁するために、甲板に取り付けず、浮床に取り付けた。

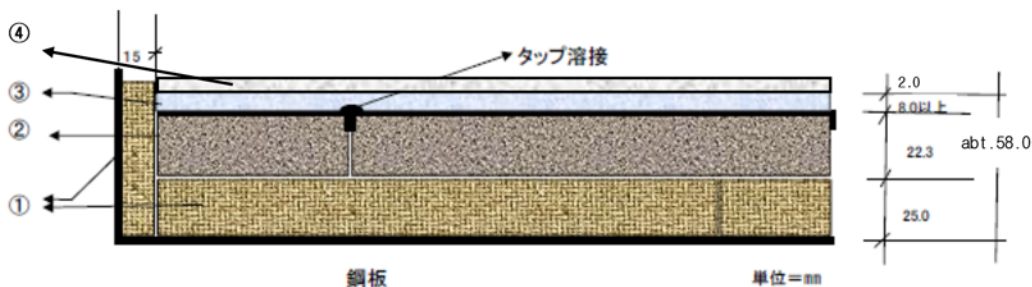


図 3.4-1 施工した浮床積層構造

表 3.4-2 浮床構成

	構成材料 (製品名)		寸法 (mm)	使用量 (個数/㎡)	厚み (mm)	密度
④	フローリングシート		—	—	2.0	—
③	ハイテックス#1007 NR(8)		8.0以上	—	8.0	1.7
②	ハイテックス エコライフ SM	エコライフ SM	エコライフ	900×450×t20	2.47枚	22.3
			GFボンドII (接着剤)	—		
			鉄板カバー (2.3mm)	t2.3		
①	ロックウール (密度200kg/㎡)		1,200×600×t15	1.4枚	25.0	0.2

厚み 計57.3mm

ハイテックス エコライフ SM 施工手順について記載する。

1) ロックウール敷き詰め (910mm x 605mm x t15mm)

写真 3.4-1 のように、ロックウールを隙間なく敷き詰める。接着剤は使用しない。



写真 3.4-1 ロックウールの敷き詰め

2) 2層目エコライフ S 敷き詰め作業

写真 3.4-2 のように、下層のロックウールと継ぎ目が重ならないようにエコライフ S を敷き詰める。このとき、甲板のひずみに沿わさなければならないので若干曲げる必要がある。

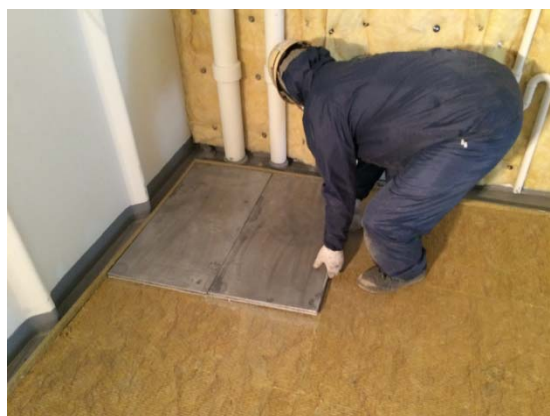


写真 3.4-2 2層目エコライフ S 敷き詰め作業

3) エコライフ S 継ぎ目のタップ溶接

鋼板カバーを固定するため、図 3.4-2、写真 3.4-3 のように、エコライフ S のタップ溶接を行う。鋼板が薄いため、低電圧で溶接する必要がある。4面が重なる場所は十字に溶接を行い施工は完了である。

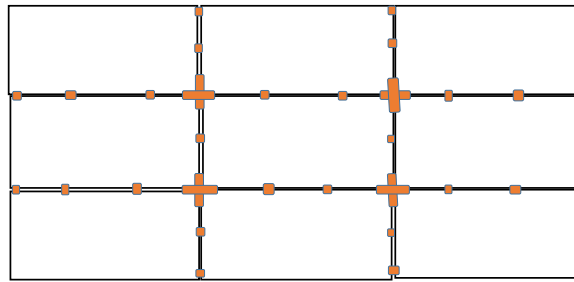


図 3.4-2 溶接スパン図



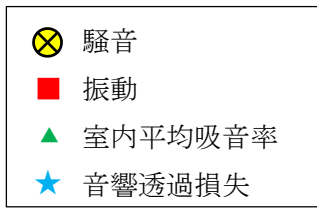
写真 3.4-3 エコライフ S 継ぎ目のタップ溶接

最後に、施工上のポイントを記載する。船内騒音、特に固体伝播音を遮断するために、浮床材（ハイテックス エコライフ SM）で居住区と船体が絶縁されることが最も大切である。ポイントは、船体の中に浮いた状態で部屋を新たに作ることである。したがって、ボトムプロファイルはガッターバーや鋼壁に接触させず、ハイテックス エコライフ SM の表面に鋼板に取り付けることがポイントである。また、机の脚がパイプ 1 本の場合、広めの鋼板をパイプに取り付けた上で浮床構造表面に溶接することもポイントである。

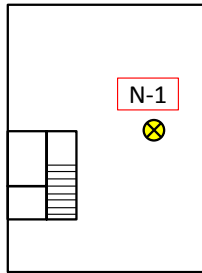
#### (b) 計測方案

「居住区騒音と音響域振動計測マニュアル」を参考に、以下の計測箇所について、騒音、音響域振動計測を行う。非対策船との比較検証ができないため、ここでは、浮床対策を施した公室（Poop Deck P-1 計測方案参照）に対してエンジンケーシングを挟んで対象の位置にある公室（Poop Deck P-6 計測方案参照）を非対策部屋とみなして、騒音対策の効果を検討する。そのため、これら両公室について、騒音計測と部屋の 6 面（床、壁、天井）の音響域振動を、左右に配置された 3 台の発電機のうち、右舷側発電機と左舷側発電機それぞれ運転させて計測する。

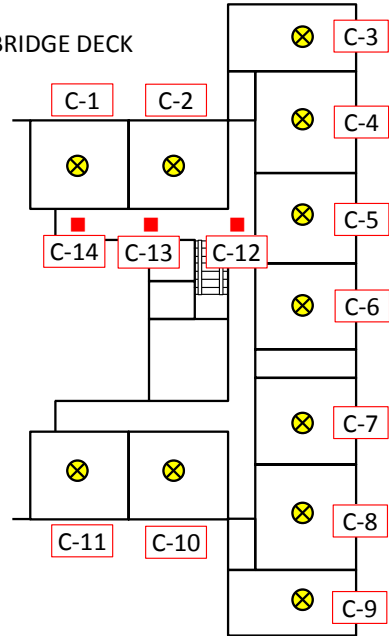
なお、計測器は、騒音計がリオン製 NA-28、振動計測は加速度ピックアップ（PV-94）を使用して行った。



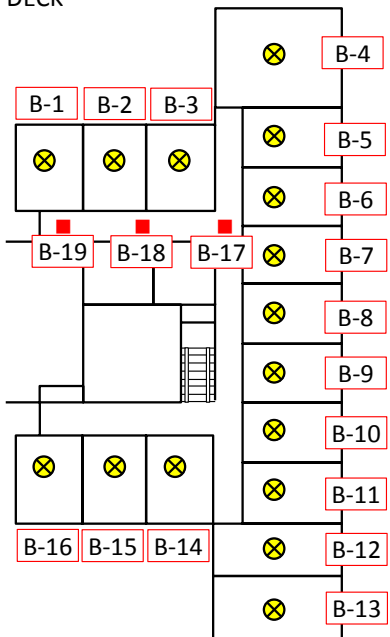
NAV.BRI. DECK



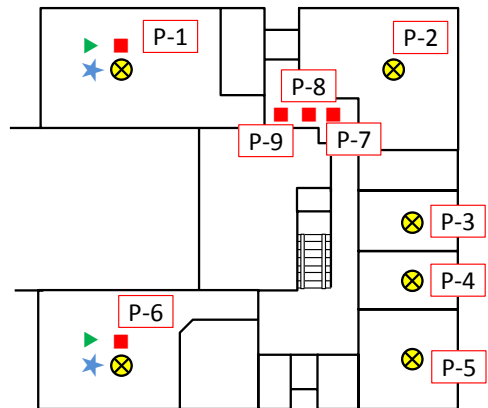
BRIDGE DECK



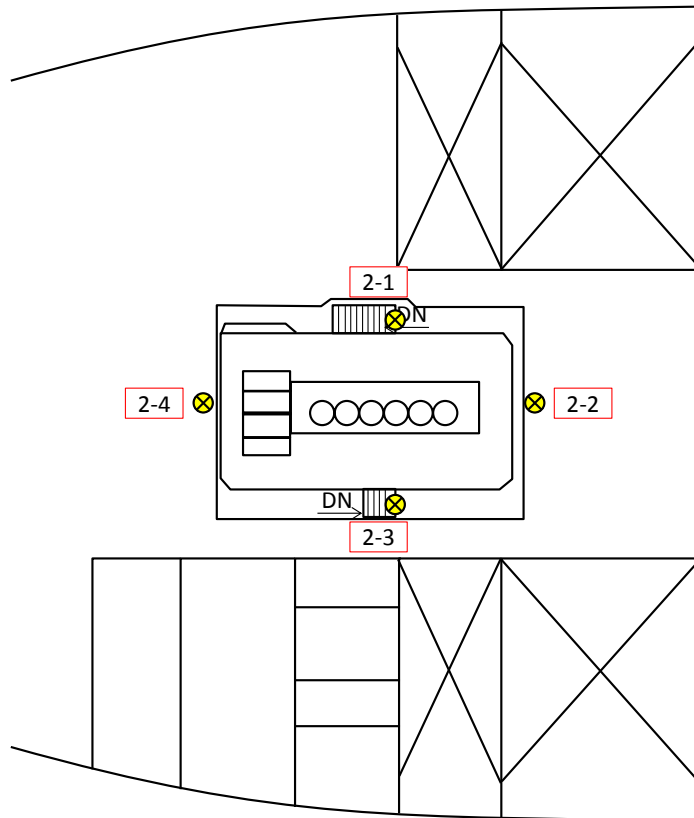
BOAT DECK



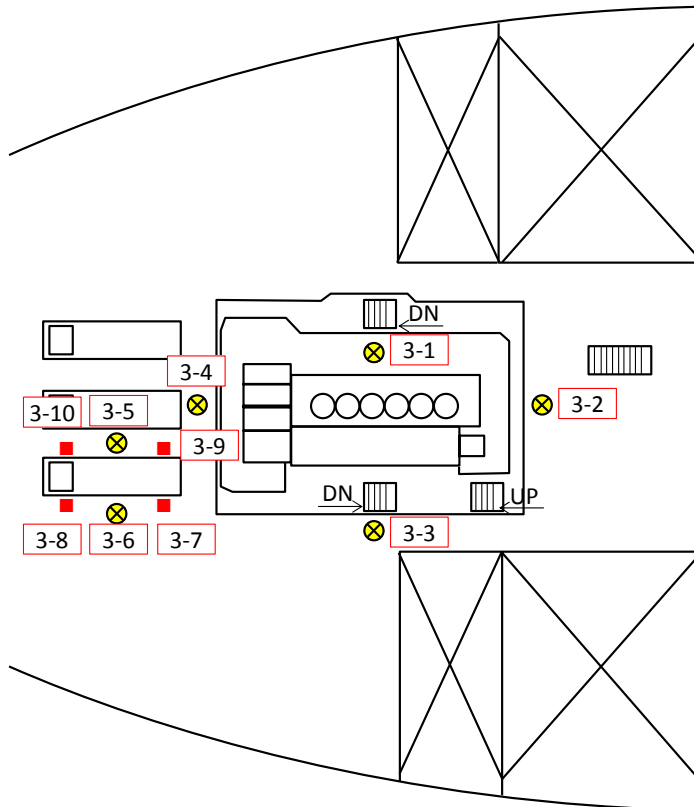
POOP DECK



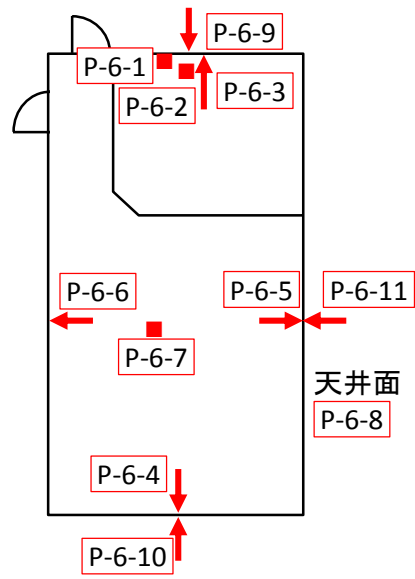
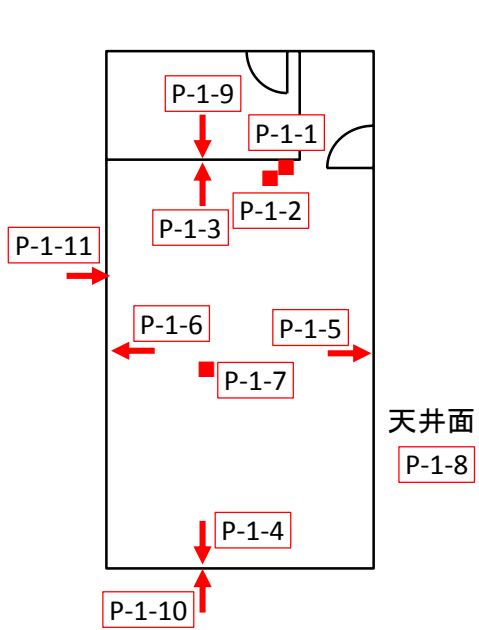
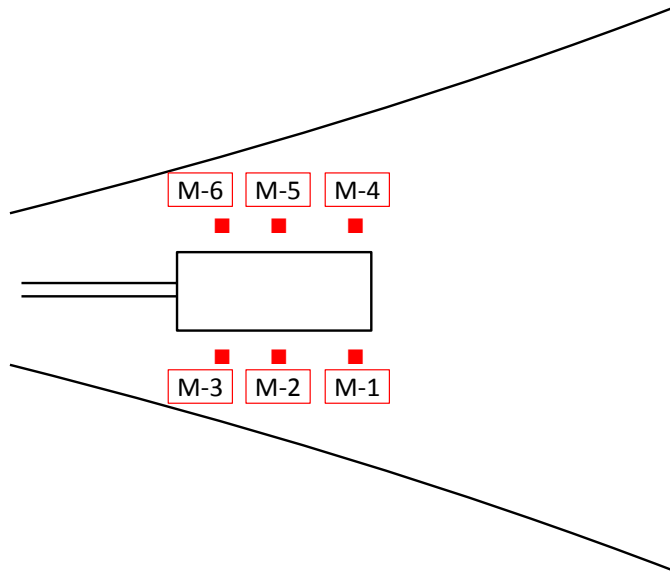
(2nd Deck)



(3rd Deck)



(Main Floor)



### 3.5 2,900GT(3,500m<sup>3</sup>) LPG 船浮床対策

#### (1) 供試船概要

供試船の要目は、表 3.5-1 の通り。

表 3.5-1 供試船の要目

L × B × D	89.50m × 15.00m × 7.00m
船種	LPG 船
総トン数	2,999 GT

#### (2) 浮床対策及び計測方案

##### (a) 浮床タイプ

今回採用した浮床（ハイテックス エコライフ SM）構造は、鋼甲板の上にロックウール（15.0mm）をのせ、さらに、エコライフ S（鋼板カバー2.3mm が付いたハイテックス エコライフ（20mm））をのせた構造である。仕上げには、その上にハイテックス#1007 8.0mm を張った。鋼壁からは、ロックウール 15.0mm で床と同様に壁面に伝播された振動から絶縁する。ロックウールの密度は 0.2、ハイテックス#1007 の密度は 1.7 である。

ハイテックス エコライフ SM の施工手順について記載する。

##### 1) ロックウール敷き詰め（910mm x 605mm x t15mm）

写真 3.5-1 のように、ロックウールを隙間なく敷き詰める。接着剤は使用しない。



写真 3.5-1 ロックウールの敷き詰め

##### 2) 2層目エコライフ S 敷き詰め作業

写真 3.5-2 のように、下層のロックウールと継ぎ目が重ならないようにエコライフ S を敷き詰める。このとき、甲板のひずみに沿わさなければならないので若干曲げる必要がある。



写真 3.5-2 2層目エコライフ S 敷き詰め作業

### 3) エコライフ S 継ぎ目のタップ溶接

鋼板カバーを固定するため、図 3.5-2 のように、タップ溶接を行う。鋼板が薄いため、低電圧で溶接する必要がある。4面が重なる場所は十字に溶接を行い施工は完了である。

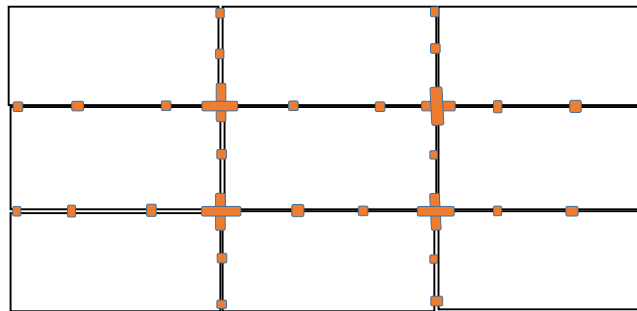


図 3.5-2 溶接スパン図

最後に、施工上のポイントを記載する。船内騒音、特に固体伝播音を遮断するために、浮床材（ハイテックス エコライフ SM）で居住区と船体が絶縁されることが最も大切である。ポイントは、船体の中に浮いた状態で部屋を新たに作ることである。したがって、ボトムプロファイルはガッターバーや鋼壁に接触させず、ハイテックス エコライフ SM の表面に鋼板に取り付けることがポイントである。また、机の脚がパイプ 1 本の場合、広めの鋼板をパイプに取り付けた上で浮床構造表面に溶接することもポイントである。

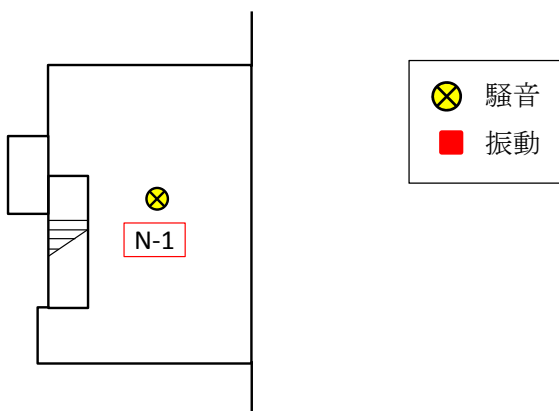


(b) 計測方案

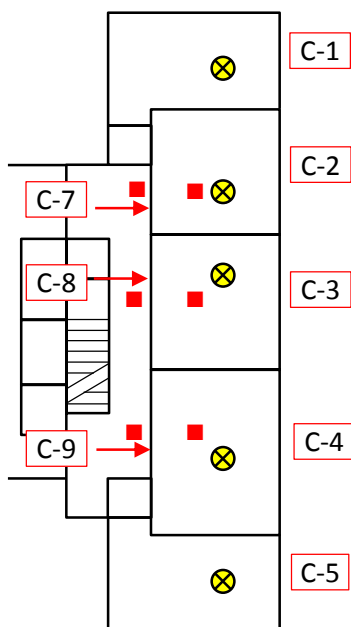
「居住区騒音と音響域振動計測マニュアル」を参考に、以下の計測箇所について、騒音、音響域振動計測を行った。試運転時、発電機単独運転時ともエアコン、エンジンルームファンは運転していた。浮床対策を施した部屋 (Bri. Deck C-3) 及びその両隣の部屋 (Bri. Deck C-2、C-4) については、騒音測定に加えて、浮床の効果を検証することを目的に、部屋の6面 (床、壁、天井) の音響域振動を計測した。

なお、計測器は、騒音計がリオン製 NA-28、振動計測は加速度ピックアップ (PV-94) を使用して行った。

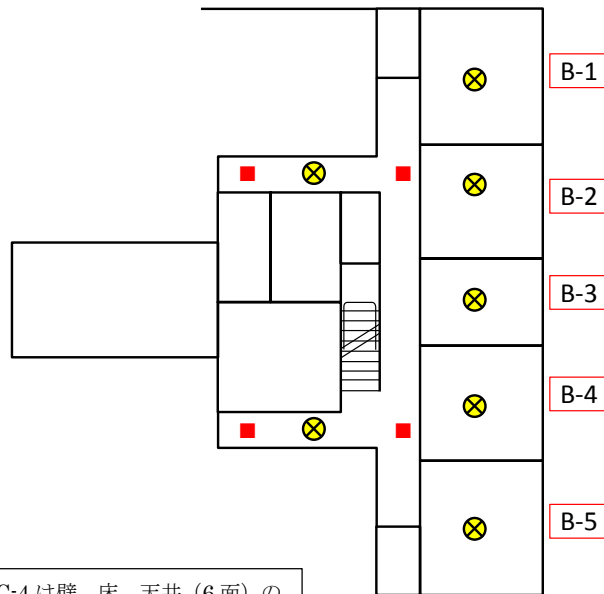
(Nav. Comp. Deck)



(Bri. Deck)

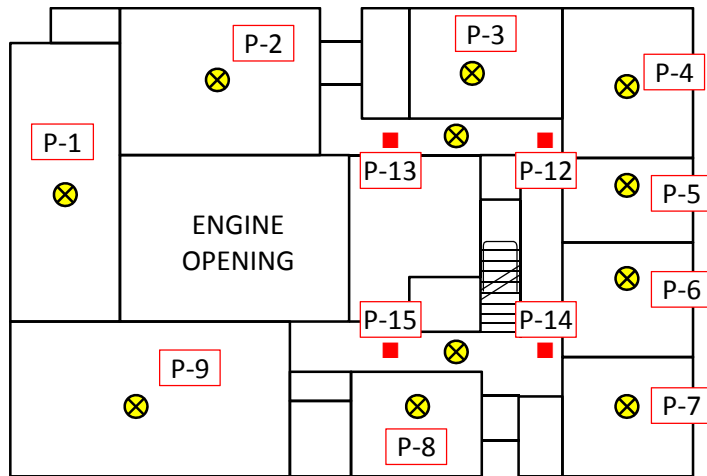


(Boat Deck)

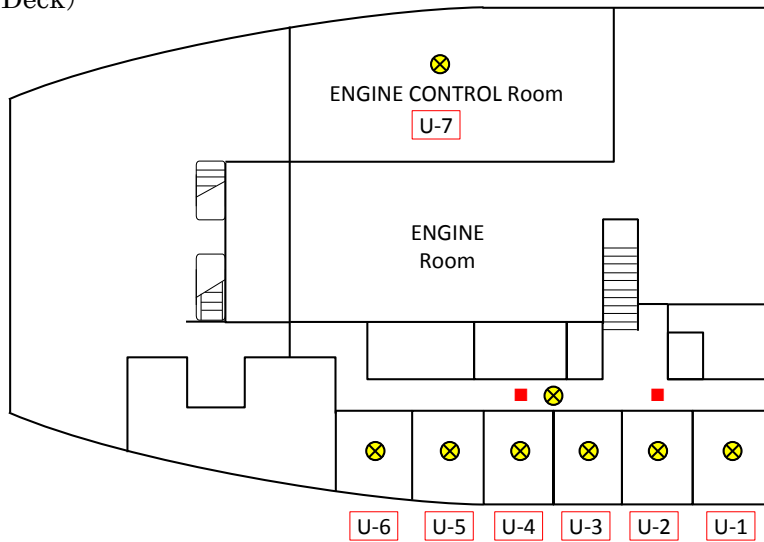


居室 C-2、C-3、C-4 は壁、床、天井 (6面) の振動計測実施。部屋番号後に枝番で区別。  
 前壁 : -1、後壁 : -2、右壁 : -3、左壁 : -4  
 天井 : -5、床 : -6  
 廊下 C-7、C-8、C-9 は床、壁計測

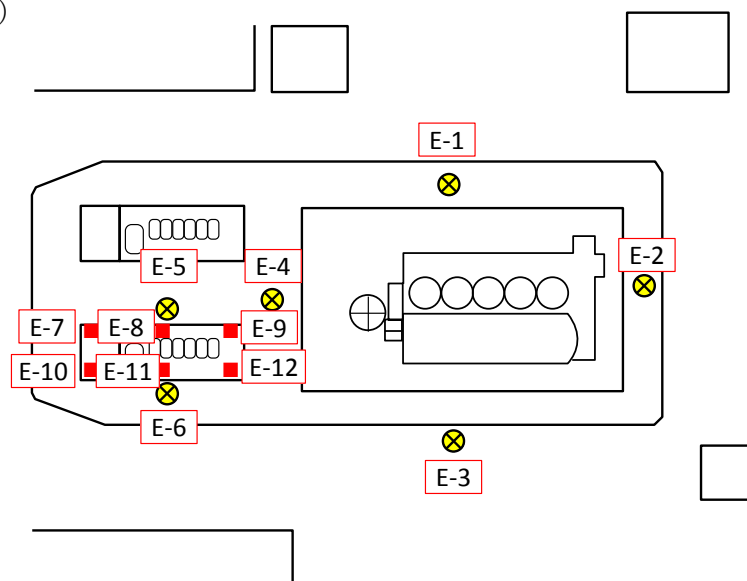
(Poop Deck)



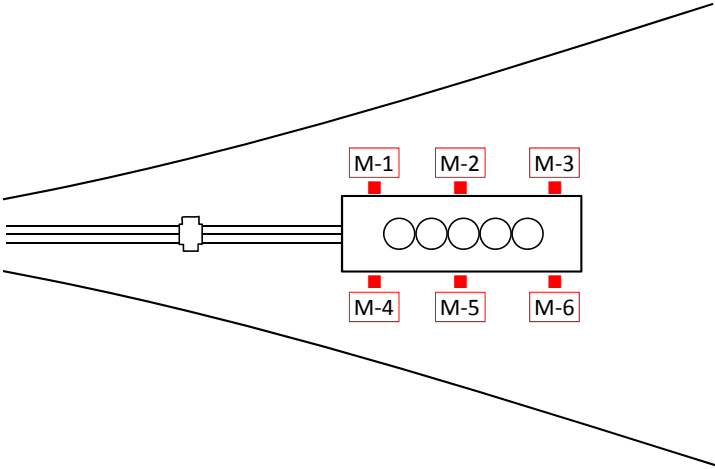
(Upper Deck)



(Engine Flat)



(Bottom)



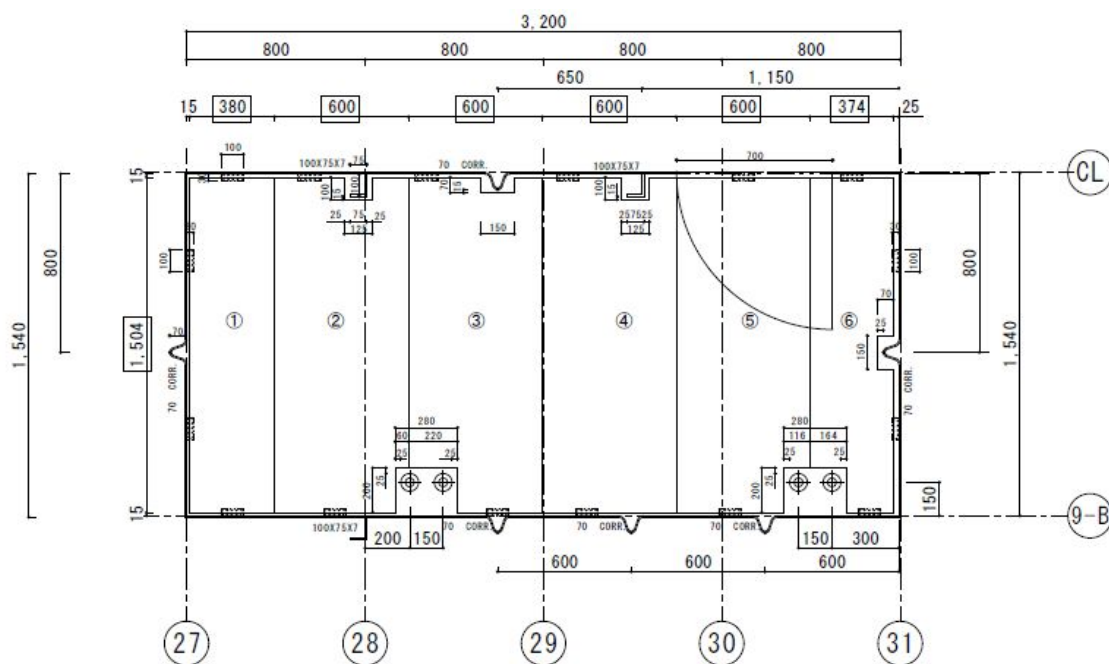
#### 4. 防音材床対策実船検証

##### 4.1 対策概要

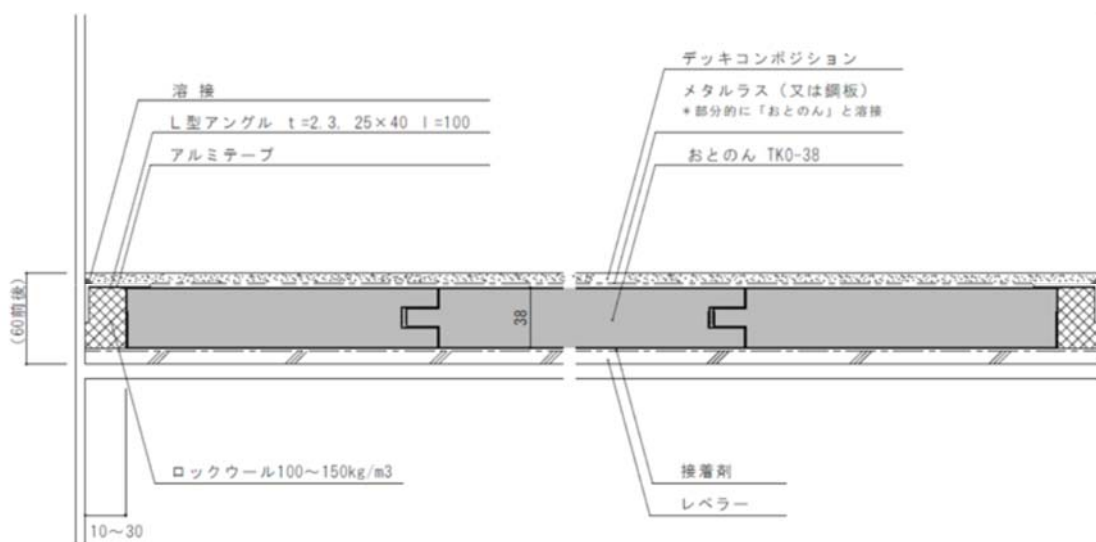
騒音の要因は、振動等による個体伝搬と空気音による空気伝搬音の2種類がある。騒音対策としては、受音室側で対策を行う事が施工性と効果の面から有利と考えられ、その対策として振動絶縁による防音対策が有効と考えられる。

「船舶用おとのん」は、遮音性能で  $R_w=42$  の型式承認を取得しており、床面からの遮音効果と、製品重量による個体伝搬低減の制振効果を期待し、今回実船検証することとなった。

施工箇所配置図



断面図



## 4.2 21,100GT ケミカルタンカー防音材床対策

### (1) 供試船概要

供試船の要目を表 4-2-1 に示す。

表 4-2-1 供試船の要目

L×B×D	166.7m×27.7m×16.0m
船主	ケミカルタンカー
総トン数	21,101 GT

### (2) 防音材床対策及び計測方案

#### (a) 防音材の施工

今回使用した防音材は、IMO 騒音コードで要求される仕切りの防音特性（遮音性能）を満足し、防火構造要件（B-15 クラス）も満足する、主に壁面に使用する防音材（おとのん）である。本防音材を床面に、図 4-2-1 のようにつなぎあわせ、壁面からは緩衝材で縁切り施工した。

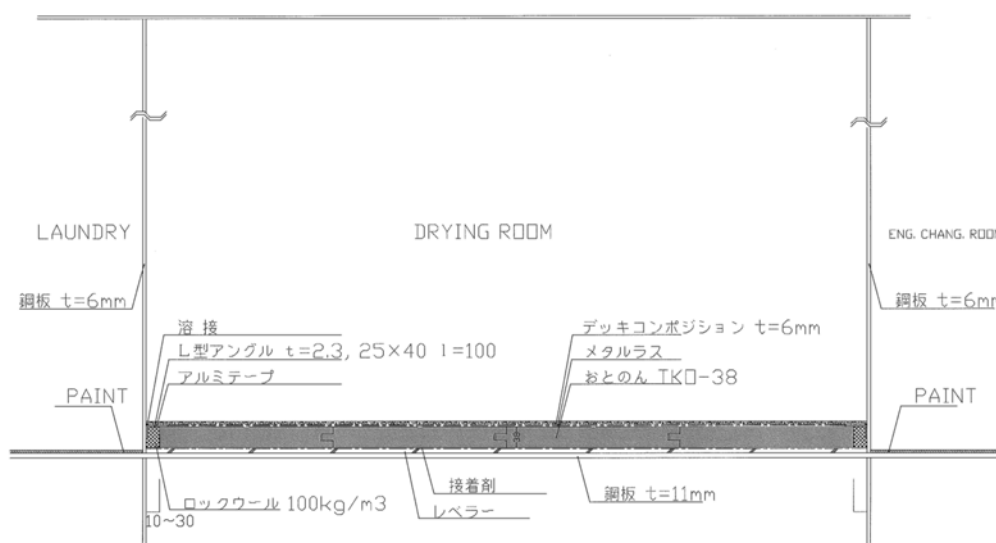
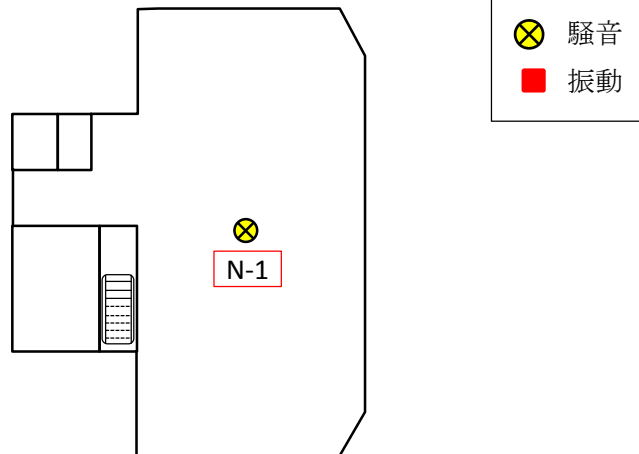


図 4-2-1 防音材の床面への施工

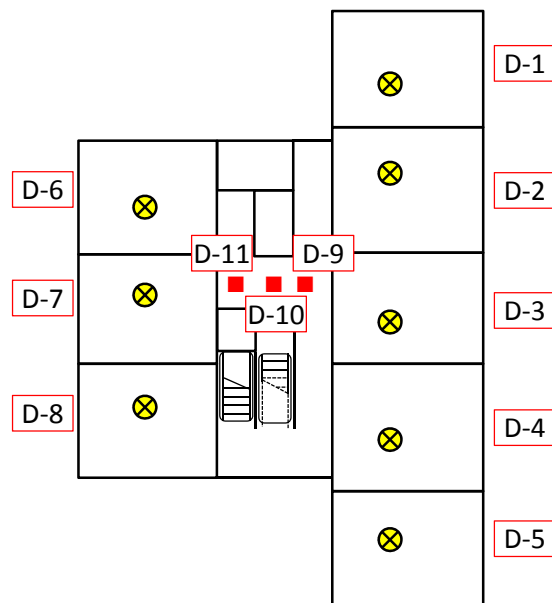
#### (b) 実船計測方案

「居住区騒音と音響域振動計測マニュアル」を参考に、以下の計測箇所について、騒音、音響域振動計測を行った。防音対策を実施した部屋 U-1 及び両隣の部屋 U-2、U-7 については、壁・床・天井 6 面の振動計測を行った。部屋 U-1、U-2 及び U-7 は、Upper Deck に配置され、いずれも騒音規制の対象となる居室ではない。施工した防音材は、遮音を目的として開発され、すでに IMO 騒音コード 6 章の規制及び防火試験で B-15 を満足する壁材であるが、今次計測では床面のみ施工し、壁、天井には対策を施していない。計測器は、騒音計がリオン製 NA-28、振動計測は加速度ピックアップ (PV-94) を使用して行った。

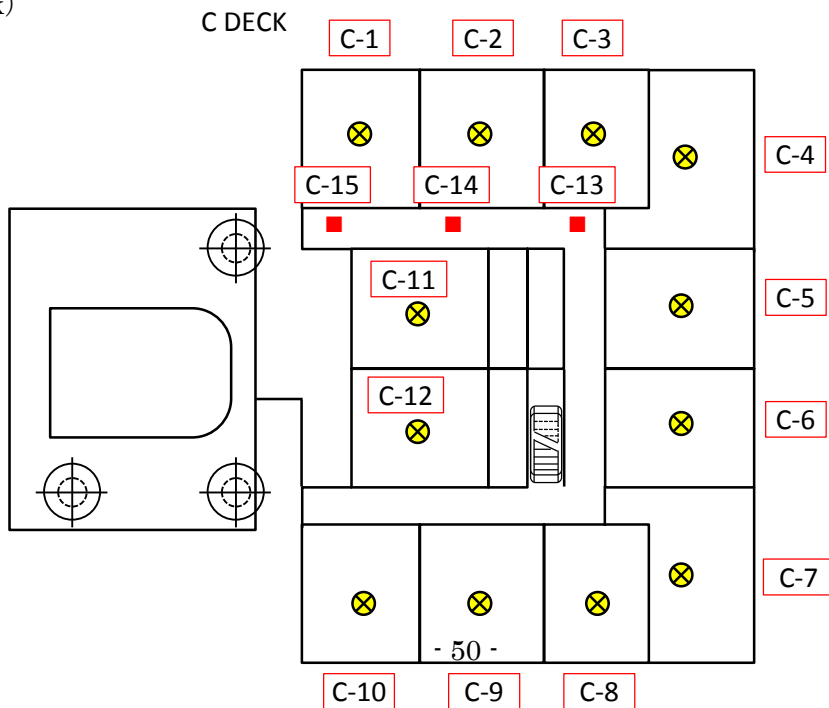
(Nav. Bri. Deck)



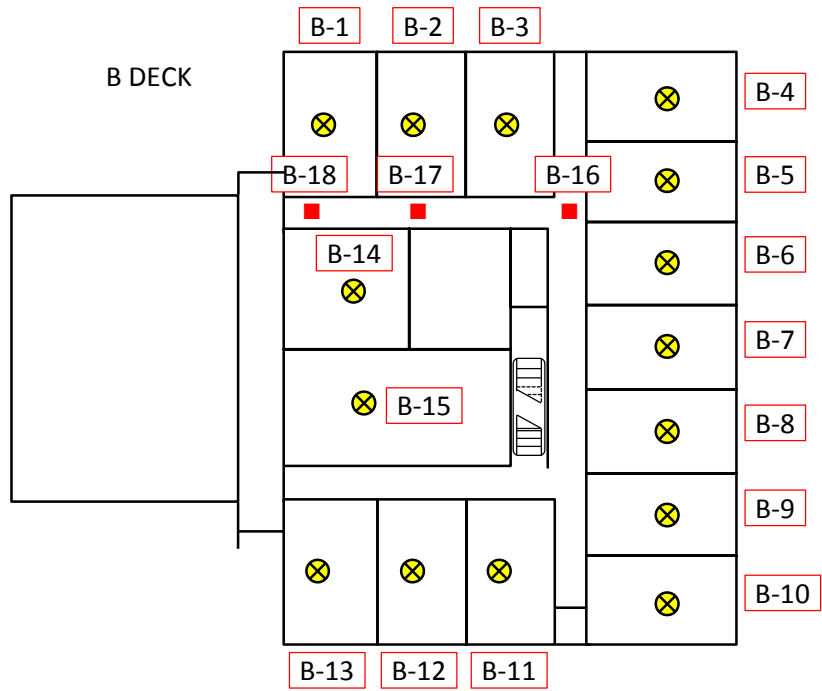
(D Deck)



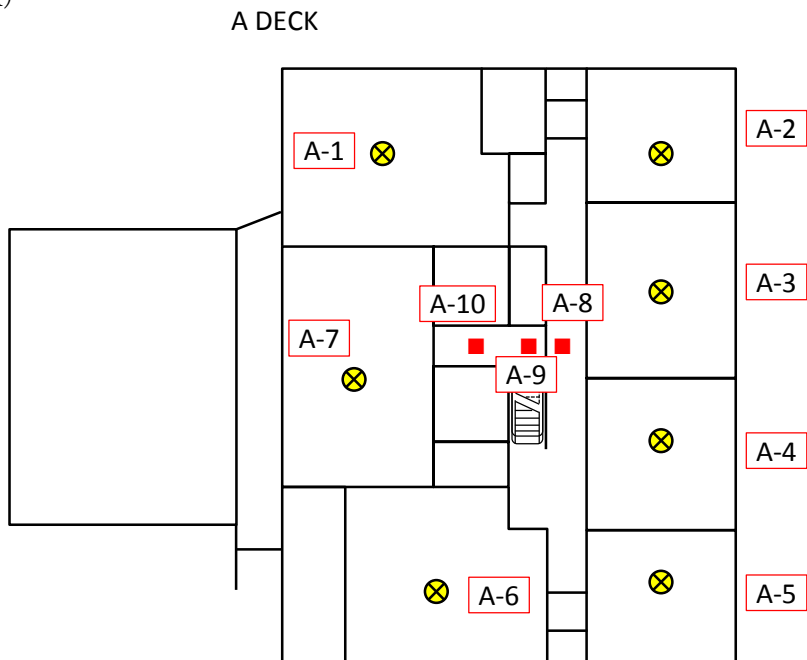
(C Deck)



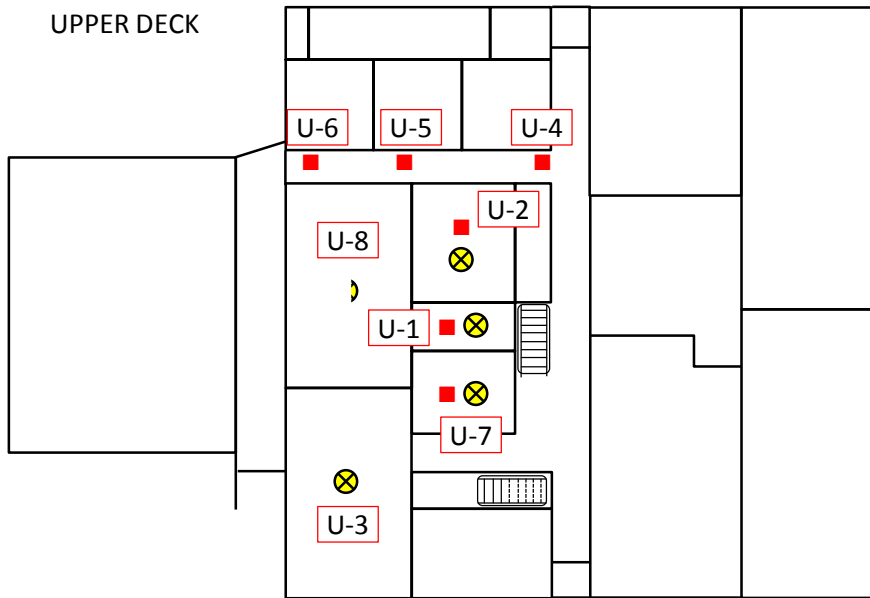
(B Deck)



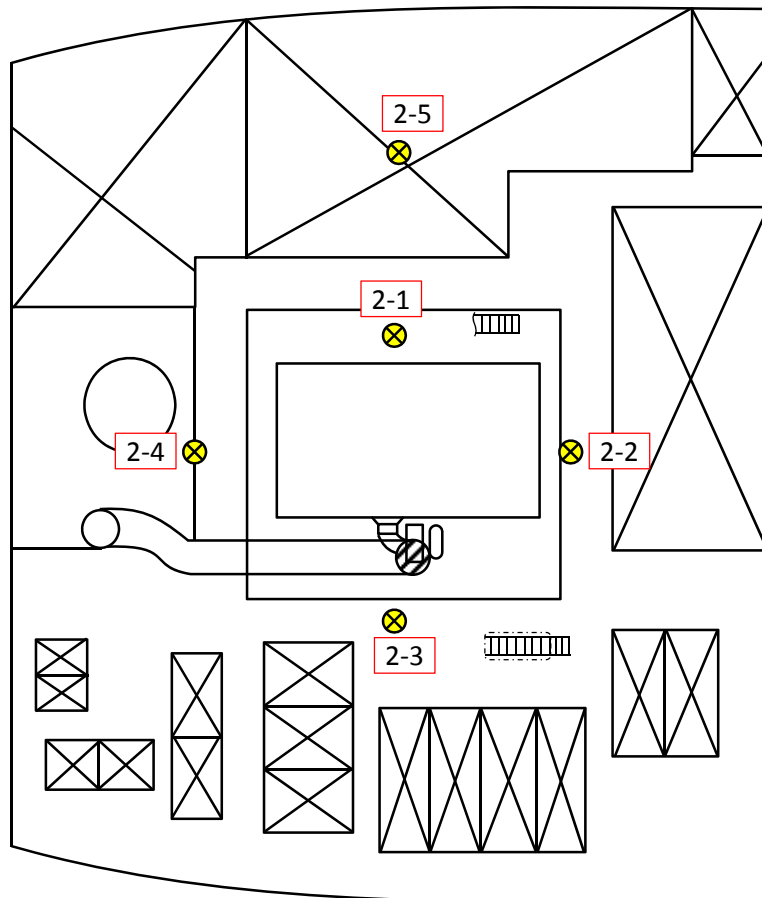
(A Deck)



(Upper Deck)

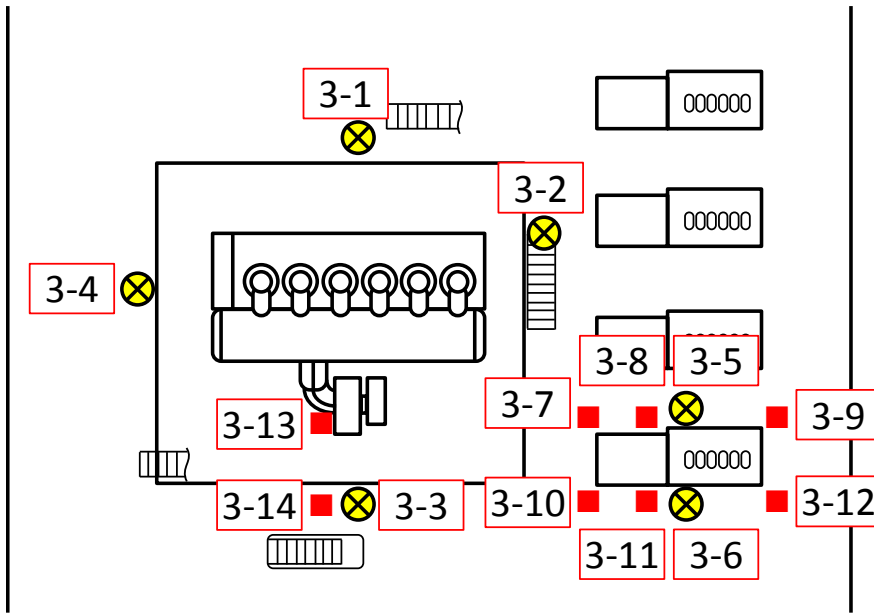


(2ND Deck)

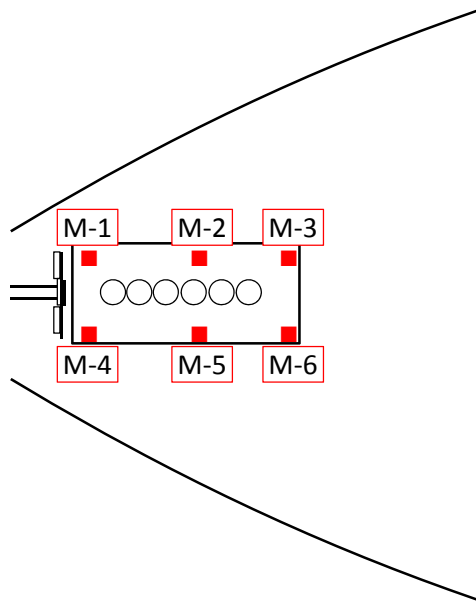




(3RD Deck)



(Floor)



## 5. 機関室囲壁と甲板室の切り離し対策検証

### 5.1 概要

船内騒音対策のひとつに、居室の配置上の対策が挙げられる。日本海事協会「船舶騒音防止指針」によると、まず、居住区は、騒音源となる機関室と分離する。分離できない場合は、上甲板1層目以下には、公室や事務室を配置して、居室はより上層の甲板に配置する。また、居室等が機関室囲壁に接しないように配置することが指針とされている。居室等が機関室囲壁に接しないように、機関室囲壁の周りに廊下を配置することも対策として考えられるが、ここでは、機関室囲壁を取り囲むように配置されていた居室配置を抜本的に見直し、機関室囲壁を切り離すことを試設計した。

## 5.2 機関室囲壁と居住区切り離し試設計

### 試設計の方針

機関区域からの完全切り離しを基本とし、できる限り甲板層数を増設しないよう配置可能か検討する。また、MLC 2006 の適応を留意した居室配置の検討とする。

### 主要目及び船楼甲板上容積（トン数）

Model No.	船種	L (m)	B (m)	D (m)	①新造時			②検討結果				差 ②-①	
					Volume (m³) Abt.	GT	Volume (m³) (船楼甲板上)	Deck. 増設	Volume (m³) Abt.	GT	Volume (m³) (船楼甲板上)	Volume (m³) Abt.	GT
1	ケミカルタンカー	133.00	24.20	13.20	40,055	11,700	2,302	無	40,275	11,764	2,522	+220	+64
2	ケミカルタンカー	100.00	16.80	8.30	14,821	4,200	1,390	有	15,103	4,283	1,672	+282	+83
3	貨物・コンテナ兼用船	104.16	17.50	8.90	16,465	4,680	1,647	有	16,790	4,776	1,972	+325	+96
4	一般貨物船	118.04	19.60	11.30	27,030	7,800	1,795	有	27,430	7,921	2,195	+400	+121
5	LPG船	96.00	15.00	7.00	11,540	2,999	1,250	有	11,675	3,048	1,385	+135	+49
6	タンカー	98.50	16.00	8.30	13,134	3,601	1,123	有	13,717	3,877	1,706	+583	+276

## 1. Model 1

### 11,700GT ケミカルタンカー

#### 配置案指針

機関区域と居住区域の完全切り離しを基に配置を計画する。

本船は、船尾楼甲板上は食堂、調理室及び下部機関区域を外れた前部に船員室 2 室を配し、病室及び運行事務室を端艇甲板に配置し、各層で船員及び士官を分離した配置とした。

#### (1) Upper Deck

船尾楼甲板上の調理室配置変更により、食糧庫の配置を変更する。

AIR-FOAM S. P.への階段を設ける。

#### (2) Poop Deck

機関区域と居住区域は通路を挟み完全分離し、分離した前方には船員食堂、士官食堂、調理室及び船員室 2 室を配置する。

#### (3) Boat Deck

船員室及び病室を本甲板に配置し、中央部に運行事務室を配置する。

船員室合計 12 室+病室+運行事務室を配置した。

#### (4) Cap. Bri. Deck

士官室及びパイロット室の 9 室を配置する。また、C/OFF 室を DAY RM. & BED RM.に分離する。

※ 各居室面積は現行と同等か、少し広がっている。

船尾楼甲板より上方の甲板室合計容積 = 2,522 m<sup>3</sup> (FUNNEL は除く)

## 居室比較

## 1. Model(1) 4層TYPE

U.T.:ユニットトイレ

	NAME	オリジナル船			対策船		
		Area	U.T.付	Deck	Area	U.T.付	Deck
1	COOK	6.90	○	Poop Deck	9.69	○	Poop Deck
2	MOTORMAN(1)	6.80	○	Poop Deck	8.70	○	Poop Deck
3	MOTORMAN(2)	6.80	○	Poop Deck	8.28	○	Boat Deck
4	MOTORMAN(3)	6.80	○	Poop Deck	8.05	○	Boat Deck
5	PUMPMAN	7.88	○	Boat Deck	8.32	○	Boat Deck
6	STEWARD	7.53	○	Boat Deck	8.32	○	Boat Deck
7	ORD SEAMAN(1)	7.53	×	Boat Deck	8.05	×	Boat Deck
8	ORD SEAMAN(2)	7.53	×	Boat Deck	8.05	×	Boat Deck
9	ORD SEAMAN(3)	7.62	×	Boat Deck	8.05	×	Boat Deck
10	ABLE SEAMAN(1)	9.05	○	Boat Deck	8.63	○	Boat Deck
11	ABLE SEAMAN(2)	8.41	○	Boat Deck	9.30	○	Boat Deck
12	FITTER	7.62	×	Boat Deck	8.05	×	Boat Deck
13	ELECT	8.30	○	Boat Deck	8.74	○	Boat Deck
14	BOS'N	8.29	○	Boat Deck	8.59	○	Boat Deck
15	3/ENG	10.84	○	Cap. Bri. Deck	9.26	○	Cap. Bri. Deck
16	2/ENG	12.26	○	Cap. Bri. Deck	12.26	○	Cap. Bri. Deck
17	1/ENG	10.67	○	Boat Deck	13.53	○	Cap. Bri. Deck
18	3/OFF	10.84	○	Cap. Bri. Deck	9.26	○	Cap. Bri. Deck
19	2/OFF	9.86	○	Cap. Bri. Deck	11.87	○	Cap. Bri. Deck
20	C/OFF DAY RM.	12.26		Boat Deck	8.72		Cap. Bri. Deck
	BED RM.		○	Boat Deck	6.46	○	Cap. Bri. Deck
21	PILOT	8.32	○	Cap. Bri. Deck	9.46	○	Cap. Bri. Deck
22	C/ENG DAY RM.	13.51		Cap. Bri. Deck	18.54	○	Cap. Bri. Deck
	BED RM.	5.82	○	Cap. Bri. Deck	7.32		Cap. Bri. Deck
23	CAPTAIN DAY RM.	14.48		Cap. Bri. Deck	19.75	○	Cap. Bri. Deck
	BED RM.	5.81	○	Cap. Bri. Deck	7.32		Cap. Bri. Deck
	HOSPITAL	8.52	○	Poop Deck	9.06	○	Boat Deck
	SHIP OFFICE	20.09	×	Poop Deck	20.27	×	Boat Deck
	CREW'S MESS RM.	29.85	×	Poop Deck	27.95	×	Poop Deck
	OFF'S MESS RM.	40.26	×	Poop Deck	37.52	×	Poop Deck
	GALLEY	26.48	×	Poop Deck	24.40	×	Poop Deck
	AIR CONT. RM.	13.65	×	Poop Deck	16.17	×	Poop Deck
	WHEEL HOUSE	51.48	○	Nav. Bri. Deck	57.68	○	Nav. Bri. Deck

※ 床面積はU.T.部を含まず

本船は増設甲板なし

## 2. Model 2

### 4,200GT ケミカルタンカー

#### 配置案指針

機関区域と居住区域の完全切り離しを基に配置を計画する。

本船は食堂、調理室を船尾楼甲板上の下部機関区域を外れた前部に配し、病室及び運行事務室を A 甲板上に配置し、各層で船員及び士官を分離した配置とした。

#### (1) Upper Deck

船尾楼甲板上の調理室配置変更により、食糧庫の配置を変更する。

#### (2) Poop Deck

機関区域と居住区域は通路を挟み完全分離し、分離した前方には船員食堂、士官食堂、調理室を配置する。また、CREW'S LAU、OFF'S LAU、DAY RM.、CREW'S TOILET、SHOWER 及び JUMPER LKR を機関区域と分離する。

#### (3) Boat Deck

船員室及び病室を本甲板に配置し、中央部に運行事務室を配置する。

船員室合計 8 室+病室+運行事務室を配置した。

船員室合計 8 室は OIL(A)(B)、SAIL(A)(B)(C)、CADET/CREW'S(2 室)及び COOK CADET/CREW'S は 2 名 1 室を、各 1 名 2 室に分離。

#### (4) Bri. Deck (増設 Deck)

1/ENG、2/ENG、C/OFF、2/OFF、POMPMAN 及び BOS'N の 6 室を配置する。

C/OFF を DAY RM.と BED RM.に分ける。また、後方に SHOWER 及び TOIL を配置する。

#### (5) Cap. Deck

CAP. DAY RM.、C/ENG DAY RM.、3/ENG、3/OFF、ELECT 及び FITTER を配置する。

※ 各居室面積は現行と同等か、少し広くなっている。

船尾楼甲板より上方の甲板室合計容積 = 1,672 m<sup>3</sup> (FUNNEL は除く)

NAME		オリジナル船			対策船		
		Area	U.T.付	Deck	Area	U.T.付	Deck
1	COOK	8.09	×	Poop Deck	9.30	×	Boat Deck
2	OIL A	8.40	×	Upper Deck	10.01	×	Boat Deck
3	OIL B	7.86	×	Upper Deck	7.16	×	Boat Deck
4	SAIL A	7.22	×	Poop Deck	6.50	×	Boat Deck
5	SAIL B	8.83	×	Upper Deck	6.23	×	Boat Deck
6	SAIL C	9.19	×	Upper Deck	7.10	×	Boat Deck
7	CADET/CREW'S SP	9.68	×	Boat Deck	8.23	×	Boat Deck
8					8.23	×	Boat Deck
9	1/ENG	10.75	○	Boat Deck	12.32	○	Bri. Deck
10	C/OFF DAY RM.	10.75	○	Boat Deck	11.33		Bri. Deck
	BED RM.				5.18	○	
11	PUMPMAN	7.54	×	Boat Deck	8.98	×	Bri. Deck
12	BOS'N	7.54	×	Boat Deck	8.98	×	Bri. Deck
13	3/ENG	8.14	×	Boat Deck	8.02	×	Cap. Deck
14	3/OFF	8.14	×	Boat Deck	8.02	×	Cap. Deck
15	2/ENG	8.67	×	Cap. Deck	11.54	×	Bri. Deck
16	2/OFF	8.67	×	Cap. Deck	11.54	×	Bri. Deck
17	C/ENG DAY RM.	13.45	×	Cap. Deck	11.62	×	Cap. Deck
	BED RM.	5.07	○		9.94	○	
18	CAPTAIN DAY RM.	13.45	×	Cap. Deck	11.62	×	Cap. Deck
	BED RM.	5.07	○		9.94	○	
19	FITTER	7.07	×	Boat Deck	8.15	×	Cap. Deck
20	ELECT	7.37	×	Boat Deck	8.15	×	Cap. Deck
	HOSPITAL	8.52	○	Poop Deck	10.70	○	Boat Deck
	CARGO CONT RM.	19.16	×	Poop Deck	17.49	×	Boat Deck
	CREW'S MESS RM.	17.61	×	Poop Deck	20.54	×	Poop Deck
	OFF'S MESS RM.	19.76	×	Poop Deck	18.95	×	Poop Deck
	GALLEY	14.63	×	Poop Deck	19.70	×	Poop Deck
	AIR CONT. RM.	11.55	×	Poop Deck	11.50	×	Poop Deck
	WHEEL HOUSE	30.75	○	Nav. Bri. Deck	30.75	○	Nav. Bri. Deck

※ 床面積はU.T.部を含まず



増設甲板

### 3. Model 3

#### 4,600GT(278TEU)貨物・コンテナ兼用船

##### 配置案指針

機関区域と居住区域の完全切り離しを基に配置を計画する。

本船は上甲板上の 8 室、船員 15 名及び船尾楼上の 5 室、船員 6 名を端艇甲板より上方に配置のため、現状の 4 層では配置が不可能なため 1 層増やして 5 層で計画する。

##### (1) Upper Deck

船員室 6 名分の空いたスペースは、食糧庫、倉庫及び機関区域とする。また、食糧庫は調理室の移動により、左舷前方に配置する。

##### (2) Poop Deck

機関開口を 2Fr.後方に移動し、機関区域と居住区域は通路を挟み完全分離し、分離した前方には船員食堂、士官食堂及び調理室を配置する。

後方に配置されていた、調理室及び食堂のスペースには左舷側に船員用衛生区域を配し、右舷側に空調機室及び荷役事務室を配置する。

##### (3) A Deck

病室、非常用発電機室及び船員室 9 室(15 名) を配置する。

##### (4) B Deck

士官室を 5 室、船員室 1 室及び士官用衛生区画を配置する。

##### (5) C Deck (増設 Deck)

船長、機関長及び士官室 2 室を配置する。

※ 各居室面積は現行と同等か、少し広がっている。

計画図は士官食堂が少し狭くなっているが、船員食堂側へ鋼壁を移動すれば解消できる。

船尾楼甲板より上方の甲板室合計容積 = 1,972 m<sup>3</sup> (FUNNEL は除く)



NAME	オリジナル船			対策船		
	Area	U.T.付	Deck	Area	U.T.付	Deck
1 QM No.1 & No.2	6.24	×	Upper Deck	8.25	×	A Deck
2 OS No.1 & No.2	7.91	×	Upper Deck	8.91	×	A Deck
3 QM No.3 & OS No.3	8.50	×	Upper Deck	8.91	×	A Deck
4 No.1 OIL	6.81	×	Upper Deck	7.50	×	A Deck
5 No.2 & 3 OIL	8.51	×	Upper Deck	8.25	×	B Deck
6 APPRENTICE(1)	10.30	×	Upper Deck	7.50	×	A Deck
APPRENTICE(2)				7.50	×	A Deck
7 ELECTRICIAN	7.84	×	Upper Deck	9.40	×	A Deck
8 BOATSWAIN	8.16	×	Upper Deck	9.40	×	A Deck
9 COOK/ASS. COOK	6.83	×	Poop Deck	7.50	×	A Deck
10 4/ENG	11.40	×	Poop Deck	11.14	×	C Deck
11 3/ENG	11.30	×	Poop Deck	11.81	×	B Deck
12 2/ENG	15.14	×	A Deck	15.04	×	B Deck
13 3/OFF	11.40	×	Poop Deck	9.28	×	C Deck
14 2/OFF	11.30	×	Poop Deck	11.81	×	B Deck
15 C/OFF	15.14	×	A Deck	15.04	×	B Deck
16 RADIO/OPE	15.46	×	A Deck	15.75	×	B Deck
17 C/ENG DAY RM.	13.29		B Deck	13.30		C Deck
BED RM.	6.59	○		6.42	○	
18 CAPTAIN DAY RM.	13.29		B Deck	13.90		C Deck
BED RM.	6.59	○		6.42	○	
HOSPITAL	8.53	○	A Deck	8.99	○	A Deck
TALLY OFFICE	9.34	×	Upper Deck	10.15	×	Poop Deck
CREW'S MESS RM.	22.34	×	Poop Deck	25.50	×	Poop Deck
OFF'S MESS RM.	27.98	×	Poop Deck	25.50	×	Poop Deck
GALLEY	22.80	×	Poop Deck	21.18	×	Poop Deck
AIR CONT. RM.	12.60	×	Poop Deck	18.92	×	Poop Deck
WHEEL HOUSE	41.44	×	Nav. Bri. Deck	43.00	×	Nav. Bri. Deck

※ 床面積はU.T.部を含まず



増設甲板

## 4. Model 4

### 7,800GT 一般貨物船

#### 配置案指針

機関区域と居住区域の完全切り離しを基に配置を計画する。  
これにより「追加 Dk」として1層追加が必要である。  
甲板室前壁を FR.24 から FR.25 に変更する。

#### (1) Upper Deck

機関室 E.T. 位置変更。  
操舵室～暴露のハッチ位置変更。  
操舵室～暴露の階段位置変更。  
機関室～暴露の階段位置変更。(居住区域からの機関室への階段は中止)

#### (2) Poop Deck

SHIP OFFICE、MESS BOY を Boat Deck に移動。  
機関部員用のシャワー、ロッカーを追加。  
機関区域と居住区域は通路により分離し、前方に GALLEY、CREW'S MESS RM.、  
OFF'S MESS RM.、SALOON を配置する。

#### (3) Boat Deck

A/SEA を Bri. Deck に移動。  
これより上方は、FUNNEL を単独とし甲板室と完全に切り離す。  
救命艇を最大限後方へ移動し、居住区域を舷側まで伸ばす。

#### (4) Bri. Deck

2,3/ENG、3/OFF、C/OFF を追加 Deck に移動。  
ロッカー、OFF'S LAUND を追加。

#### (5) Bri. Deck 2 (増設 Deck)

この甲板を追加する。

#### (6) Cap. Bri. Deck

2/OFF、OFF'S LAUND を追加 Deck に移動。

#### (7) Nav. Bri. Deck

特になし

※ 船尾楼甲板より上方の甲板室合計容積 = 2,195 m<sup>3</sup>  
各居室面積は現行と同等か、少し広がっている。

	NAME	オリジナル船			対策船		
		Area	U.T.付	Deck	Area	U.T.付	Deck
1	MESS BOY	8.40	×	Poop Deck	8.91	×	Boat Deck
2	A/SEA (C)	7.78	×	Boat Deck	10.31	×	Bri. Deck
3	A/SEA (B)	7.31	×	Boat Deck	10.31	×	Bri. Deck
4	A/SEA (A)	7.72	×	Boat Deck	10.31	×	Bri. Deck
5	OIL (A)	7.24	×	Boat Deck	10.31	×	Boat Deck
6	OIL (B)	6.80	×	Boat Deck	10.31	×	Boat Deck
7	OIL (C)	7.31	×	Boat Deck	10.31	×	Boat Deck
8	SAILOR (B)	7.36	×	Boat Deck	8.28	×	Boat Deck
9	SAILOR (A)	7.28	×	Boat Deck	10.31	×	Boat Deck
10	BOS'N	8.84	×	Boat Deck	16.09	×	Boat Deck
11	2/ENG.	12.20	×	Bri. Deck	16.09	×	Bri. Deck2
12	4/ENG.	10.20	×	Bri. Deck	16.09	×	Bri. Deck
13	C/OFF DAY RM.	9.15	×	Bri. Deck	12.37	×	Bri. Deck2
	BED RM.	6.60	×	Bri. Deck	8.25	×	Bri. Deck2
14	C/COOK	6.91	×	Bri. Deck	10.31	×	Bri. Deck
15	SPARE (A)	6.85	×	Bri. Deck	8.91	×	Bri. Deck
16	SPARE (B)	7.29	×	Bri. Deck	8.91	×	Bri. Deck
17	3/OFF	10.56	×	Bri. Deck	10.31	×	Bri. Deck2
18	3/ENG	10.48	×	Bri. Deck	10.31	×	Bri. Deck2
19	PILOT/SPARE	8.69	×	Bri. Deck	16.09	×	Bri. Deck
20	C/ENG DAY RM.	15.30	×	Cap. Bri. Deck	21.00	×	Cap. Bri. Deck
	BED RM.	6.64	×	Cap. Bri. Deck	10.20	×	Cap. Bri. Deck
21	CAPTAIN DAY RM.	19.80	×	Cap. Bri. Deck	21.00	×	Cap. Bri. Deck
	BED RM.	7.78	×	Cap. Bri. Deck	10.20	×	Cap. Bri. Deck
22	2/OFF	10.52	×	Cap. Bri. Deck	16.09	×	Bri. Deck2
	HOSPITAL	9.15	×	Boat Deck	12.34	×	Boat Deck
	SHIP OFFICE	11.85	×	Poop Deck	16.09	×	Boat Deck
	CREW'S MESS RM.	23.81	×	Poop Deck	30.51	×	Poop Deck
	OFF'S MESS RM.	26.08	×	Poop Deck	21.00	×	Poop Deck
	SALOON	7.05	×	Poop Deck	7.05	×	Poop Deck
	GALLEY	18.24	×	Poop Deck	20.39	×	Poop Deck
	AIR CONT. RM.	12.98	×	Cap. Bri. Deck	12.52	×	Cap. Bri. Deck
	WHEEL HOUSE	52.30	×	Nav. Bri. Deck	59.65	×	Nav. Bri. Deck

※ 床面積はU.T.部を含まず



増設甲板

## 5. Model 5

### 2,900GT(3,500 m<sup>3</sup>)LPG 船

#### 配置案指針

機関区域と居住区域の完全切り離しを基に配置を計画する。

本船は上甲板上の船員 6 名、船尾楼上の船員 4 名及び運行事務室、病室を端艇甲板より上方に配置のため、現状の 4 層では配置が不可能なため 1 層増やして 5 層で計画する。

#### (1) Upper Deck

船員室 6 名分は端艇甲板上に配置し、船尾楼甲板上甲板室に配置した船員食堂、士官食堂の騒音軽減のため、食糧庫及び監視室を機関室前方に配置した。(機関室配置の検討が必要)

#### (2) Poop Deck

機関区域と居住区域は通路を挟み完全分離し、分離した前方には船員食堂、士官食堂及び調理室を配置する。

#### (3) Boat Deck

病室、運行事務室及び船員室を 7 室配置する。

今回モーターファンは甲板上をダクトで導き煙突後部に移動したが、機関室内ダクトの関係があり機関室配置から検討する必要がある。

#### (4) Bri. Deck (増設 Deck)

船員及び士官室を 8 室配置する。

C/OFF RM.は DAY RM & BED RM. に分ける。

#### (5) Cap. Bri. Deck

船長、機関長及びパイロット室を配置する。

※ 各居室面積は現行と同等か、少し広がっている。

船尾楼甲板より上方の甲板室合計容積 = 1,385 m<sup>3</sup>

NAME	オリジナル船 (非MLC,2006)			対策船 (3,048GT)		
	Area	U.T.付	Deck	Area	U.T.付	Deck
1 SAILER	5.69	×	Upper Deck	5.52	×	Bri. Deck
2 Q/M(A)	5.34	×	Upper Deck	5.65	×	Boat Deck
3 Q/M(A)	5.34	×	Upper Deck	5.70	×	Boat Deck
4 Q/M(A)	5.34	×	Upper Deck	6.92	×	Bri. Deck
5 OIL(A)	5.56	×	Upper Deck	6.82	×	Boat Deck
6 OIL(A)	5.34	×	Upper Deck	6.82	×	Boat Deck
7 NO.1 OIL	6.45	×	Poop Deck	6.91	×	Boat Deck
8 BOS'N	6.55	×	Boat Deck	6.91	×	Boat Deck
9 3/ENG	8.03	×	Poop Deck	8.53	×	Bri. Deck
10 2/ENG	8.63	×	Boat Deck	8.80	×	Bri. Deck
11 1/ENG	9.26	×	Boat Deck	9.38	×	Bri. Deck
12 C/STEW	5.71	×	Poop Deck	5.61	×	Boat Deck
13 3/OFF	7.96	×	Poop Deck	8.74	×	Bri. Deck
14 2/OFF	8.63	×	Boat Deck	10.49	×	Bri. Deck
15 C/OFF DAY RM. BED RM.	9.26	×	Boat Deck	5.88	×	Bri. Deck
			Boat Deck	5.56		Bri. Deck
16 PILOT	8.63	×	Cap. Bri. Deck	9.13	×	Cap. Bri. Deck
17 C/ENG DAY RM. BED RM.	8.76		Cap. Bri. Deck	9.68		Cap. Bri. Deck
	5.99	○	Cap. Bri. Deck	6.62	○	Cap. Bri. Deck
18 CAPTAIN DAY RM. BED RM.	11.33		Cap. Bri. Deck	12.84		Cap. Bri. Deck
	5.99	○	Cap. Bri. Deck	6.62	○	Cap. Bri. Deck
HOSPITAL	6.34	○	Poop Deck	9.73	○	Boat Deck
SHIP OFFICE	9.69	×	Poop Deck	14.28	×	Boat Deck
CREW'S MESS RM.	15.98	×	Poop Deck	17.37	×	Poop Deck
OFF'S MESS RM.	21.66	×	Poop Deck	22.61	×	Poop Deck
GALLEY	17.42	×	Poop Deck	19.60	×	Poop Deck
AIR CONT. RM.	10.82	×	Poop Deck	12.95	×	Poop Deck
WHEEL HOUSE	33.28	○	Nav. Bri. Deck	44.66	○	Nav. Bri. Deck

※ 床面積はU.T.部を含まず

 増設甲板

## 6. Model 6

### 3,600GT タンカー

#### 配置案指針

機関区域と居住区域の完全切り離しを基に配置を計画する。  
これにより「追加 Dk」として 1 層追加が必要である。

#### (1) Upper Deck

機関室～ケーシング内への階段位置変更。

排気管の位置変更。

Poop Deck 開口寸法変更。

通風ダクト位置変更。

リフティングビームを後部へ延長。

#### (2) Poop Deck

一航室、船員室(I)、船員室(J)を Boat Deck に移動。

機関区域と居住区域は通路により分離し、前方に調理室、食堂を配置する。

ケーシング及び Boat Deck 開口寸法変更。

#### (3) Boat Deck

船長、機関長室、船員室(A)、船員室(B)を追加 Deck に移動。

救命筏を後方へ移動し、居住区を舷側まで伸ばす。

ケーシング及び BoatDeck 開口寸法変更。

#### (4) Cap. Bri. Deck (増設 Deck)

この甲板を追加する。

救命艇、OIL FENCE、FUNNEL、通風機、機関室天窓を Nav. Bri. Deck から追加 Deck に移動。

救命艇、OIL FENCE、FUNNEL、通風機、機関室天窓を後方へ移動。

#### (5) Nav. Bri. Deck

Deck 嵩上げ 700mm を中止。

※ 船尾楼甲板より上方の甲板室合計容積 = 1,706 m<sup>3</sup>  
各居室面積は現行と同等か、少し広がっている。

NAME	オリジナル船			対策船		
	Area	U.T.付	Deck	Area	U.T.付	Deck
船員室(A)	11.20	×	Boat Deck	10.37	×	Boat Deck
船員室(B)	10.19	×	Boat Deck	9.72	×	Boat Deck
船員室(C)	9.97	×	Boat Deck	8.25	×	Boat Deck
船員室(D)	9.97	×	Boat Deck	8.25	×	Boat Deck
船員室(E)	10.25	×	Boat Deck	8.25	×	Boat Deck
船員室(F)	10.19	×	Boat Deck	8.25	×	Boat Deck
その他の船員室(A)	船員(E)と同室	×	Boat Deck	8.25	×	Boat Deck
その他の船員室(B)	船員(F)と同室	×	Boat Deck	8.25	×	Boat Deck
1等航海士室(職務室) (寢室)	14.53	×	Poop Deck	7.33	×	Boat Deck
		×		5.81	×	Boat Deck
1等機関士室	10.19	×	Boat Deck	12.62	×	Boat Deck
船員室(G)	10.52	×	Boat Deck	8.25	×	Cap. Bri. Deck
船員室(H)	10.52	×	Boat Deck	8.25	×	Cap. Bri. Deck
船員室(I)	10.07	×	Poop Deck	8.25	×	Cap. Bri. Deck
船員室(J)	10.06	×	Poop Deck	8.25	×	Cap. Bri. Deck
その他の船員室(C)	船員(G)と同室	×	Boat Deck	8.25	×	Cap. Bri. Deck
その他の船員室(D)	船員(H)と同室	×	Boat Deck	8.25	×	Cap. Bri. Deck
機関長室(職務室) (寢室)	15.23	×	Boat Deck	19.05	×	Cap. Bri. Deck
		×		6.40	×	Cap. Bri. Deck
船長室(職務室) (寢室)	16.62	×	Boat Deck	19.05	×	Cap. Bri. Deck
		×		6.40	×	Cap. Bri. Deck
事務室/荷役制御室	18.09	×	Poop Deck	15.86	×	Poop Deck
サロン	10.44	×	Poop Deck	10.66	×	Poop Deck
食堂	26.83	×	Poop Deck	31.85	×	Poop Deck
調理室	29.49	×	Poop Deck	30.96	×	Poop Deck
空調機室	9.40	×	Poop Deck	13.42	×	Poop Deck
操舵室	61.45	○	Nav. Bri. Deck	65.79	○	Nav. Bri. Deck

※ 床面積はU.T.部を含まず



増設甲板

5.3 23,400GT バルクキャリア機関室囲壁と甲板室の切り離し対策

(1) 供試船概要

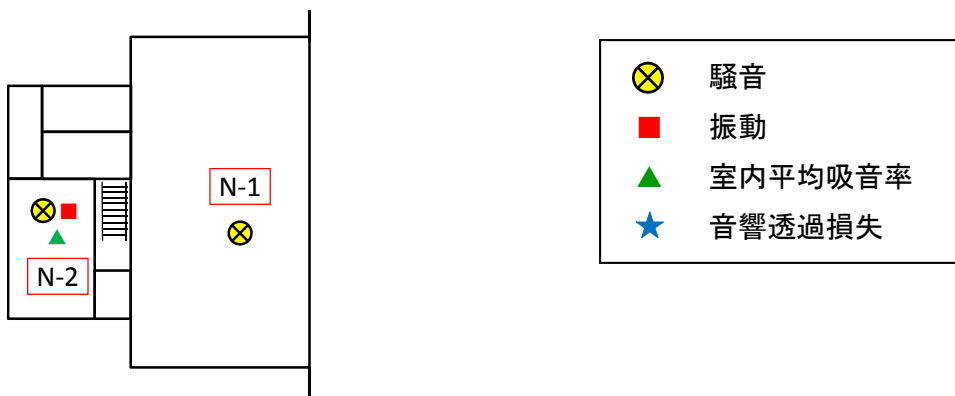
供試船の要目を表 5-3-1 に示す。

表 5-3-1 供試船の要目

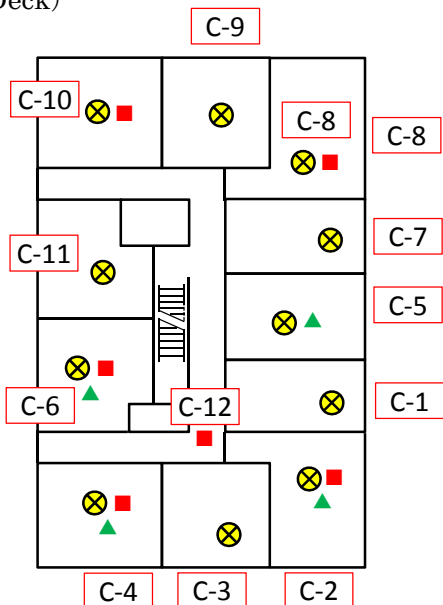
L × B × D	174.5m × 30.0m × 15.0m
船種	バルクキャリア
総トン数	23,400 GT

(2) 実船計測方案

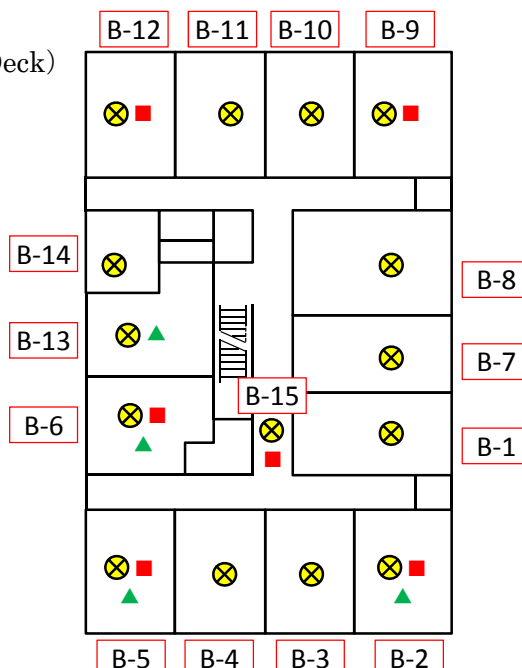
(Nav. Deck)



(C Deck)

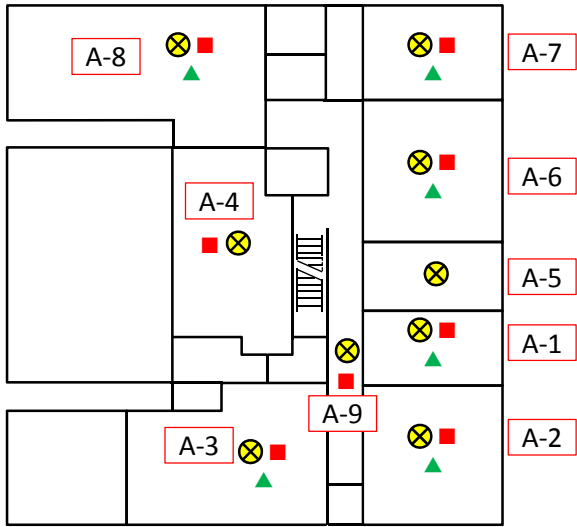


(B Deck)

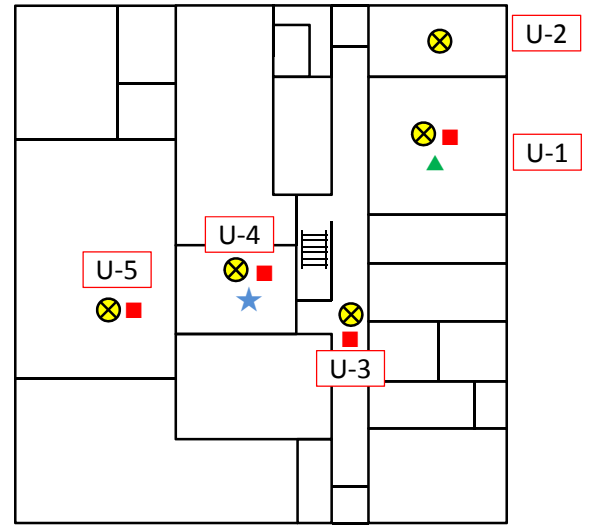




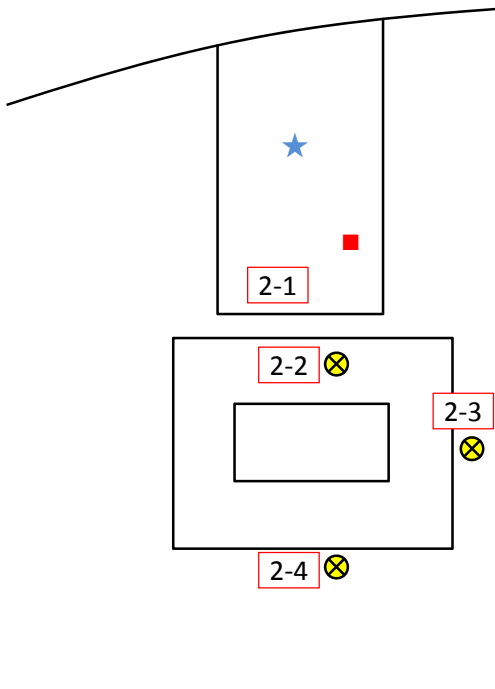
(A Deck)



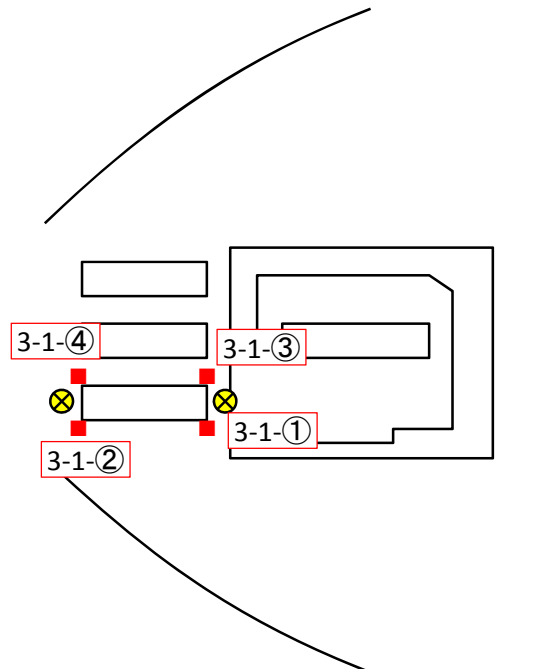
(Upper Deck)



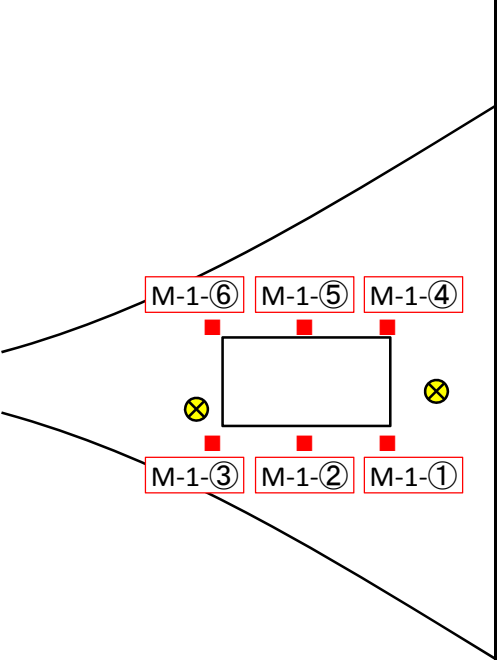
(2ND Deck)



(3RD Deck)



(Main Floor)



5.4 35,300GT バルクキャリア機関室囲壁と甲板室の切り離し対策

(1) 供試船概要

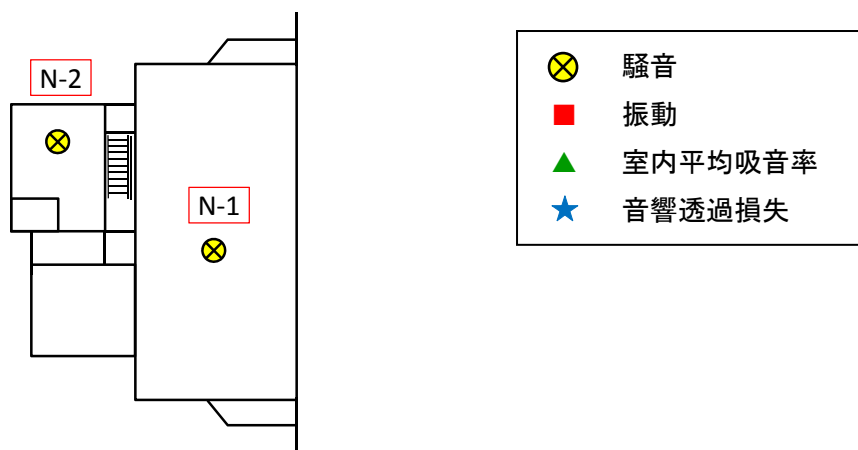
供試船の要目を表 5.4-1 に示す。

表 5.4-1 供試船の要目

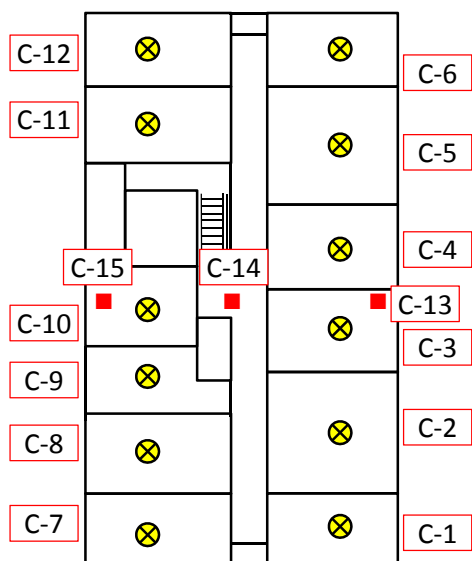
L × B × D	195.0m × 32.26m × 18.6m
船種	バルクキャリア
総トン数	35,300 GT

(2) 実船計測方案

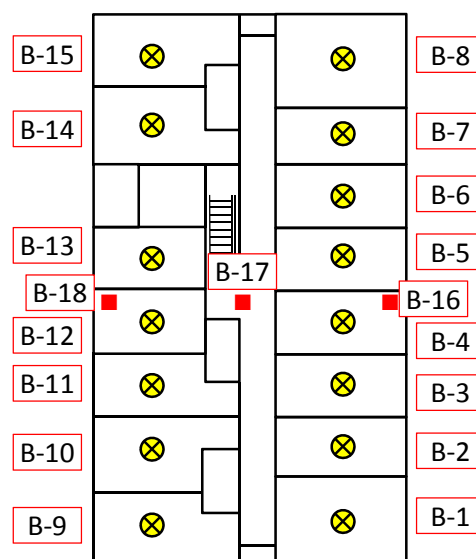
(Nav. Comp. Deck)



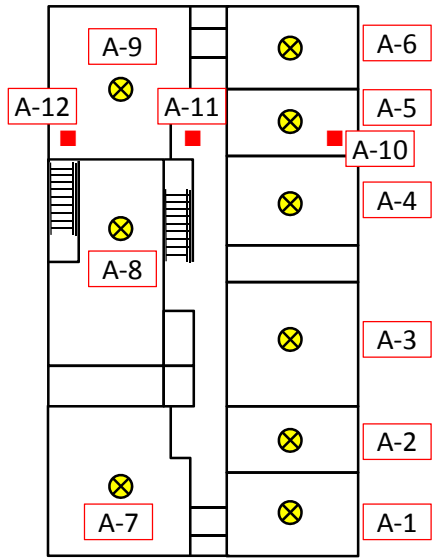
(C Deck)



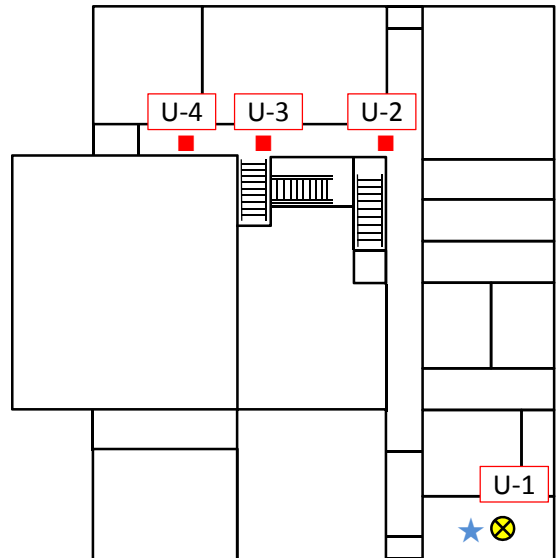
(B Deck)



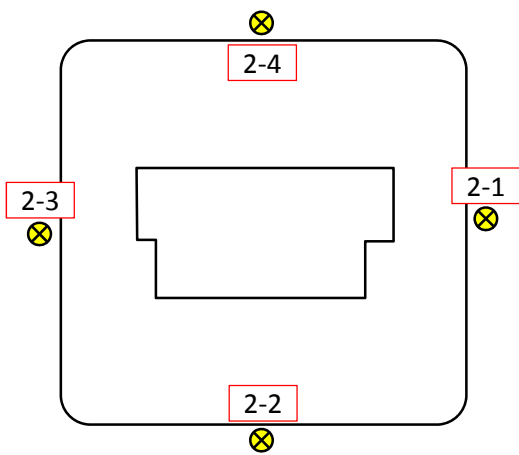
(A Deck)



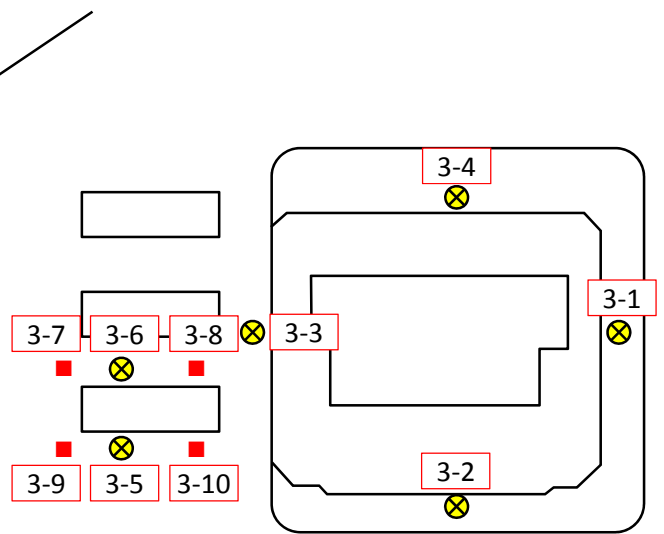
(Upper Deck)



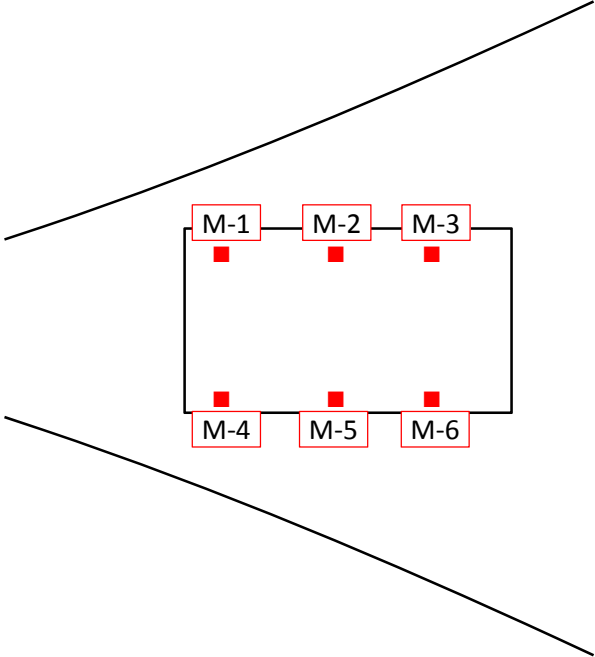
(2ND Deck)



(3RD Deck)



(Low Floor)



## 5.5 8,000GT(11,000 m<sup>3</sup>) LPG 船機関室囲壁と甲板室の切り離し対策

### (1) 供試船概要

船種が同じで、船舶の大きさがほぼ等しい2隻の船舶について、機関室囲壁が居住区から切り離されている船舶と、居住区に囲まれている船舶を対象に、効果の検証を行った。2隻とも、Upper Deck の上 Nav. Bri. Deck まで4層からなる上部構造物となっている。厳密には、これら2隻は同型船とはいえない。船舶の要目は、表 5.5-1 の通り。

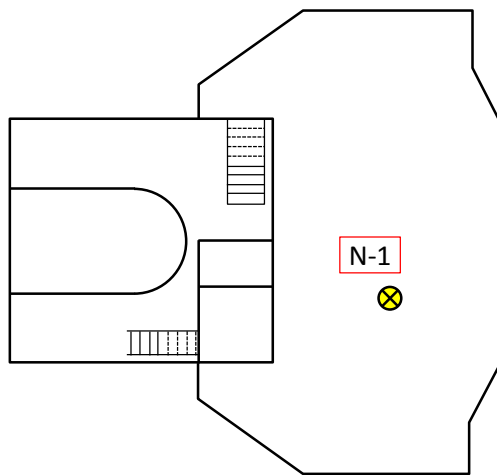
表 5.5-1 供試船の要目

	対策船	非対策船
L × B × D	114.0m × 20.6m × 9.6m	114.1m × 20.0m × 10.0m
船種	LPG 船	LPG 船
総トン数	約 8,000 GT	7,900 GT

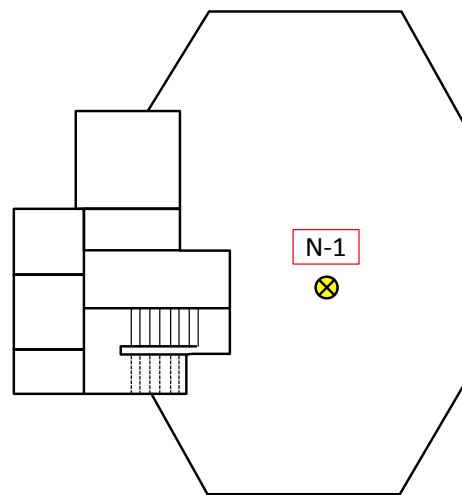
### (2) 実船計測方案

今年度は、機関室囲壁を居住区から切り離した実船を対象に騒音計測を行った。非対策船については、過去の実船計測結果を用いる。なお、今年度計測は、騒音計がリオン製 NA-28、振動計測は加速度ピックアップ (PV-94) を使用して行った。

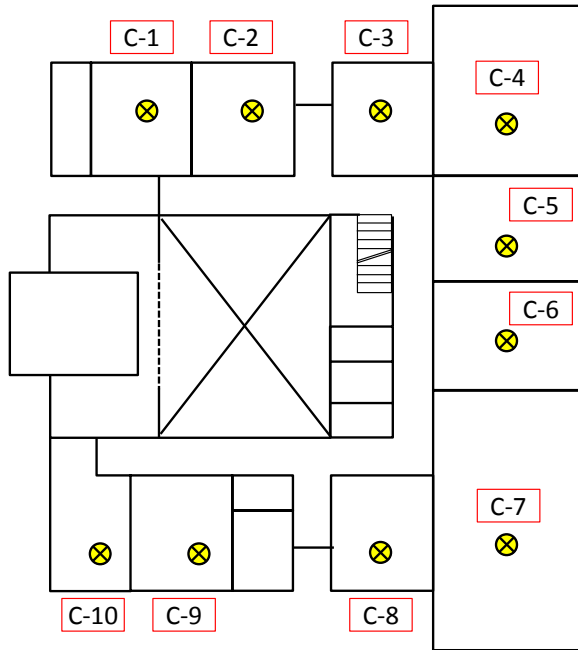
(非対策船 Nav. Deck)



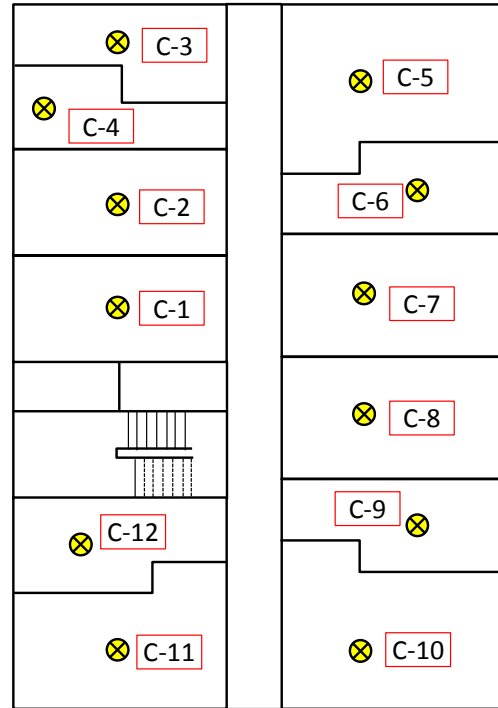
(対策船 Nav. Bri. Deck)



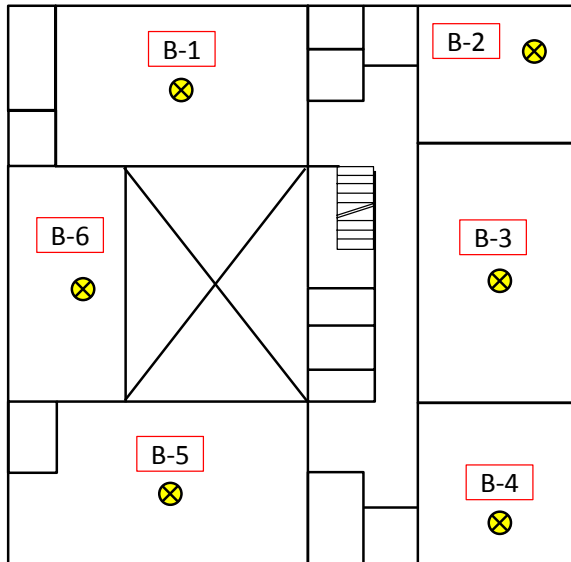
(非対策船 B Deck)



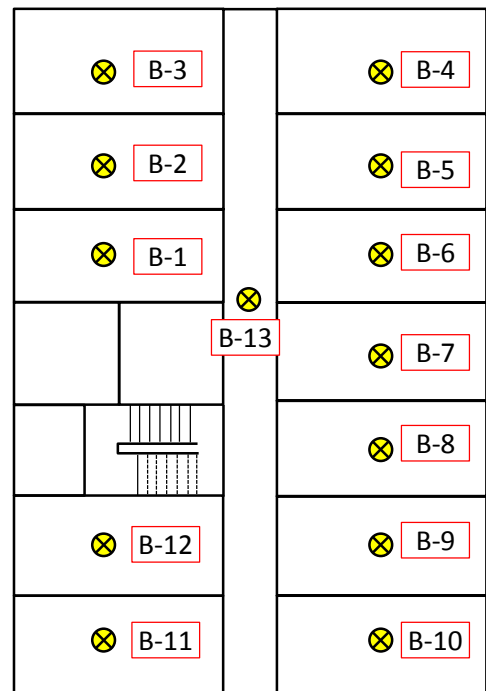
(対策船 Capt. Deck)



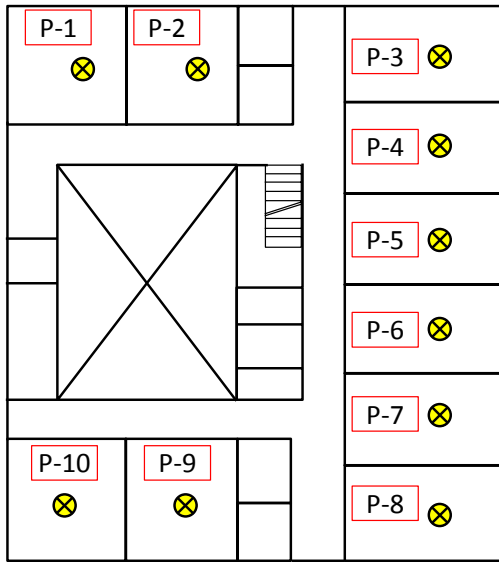
(非対策船 A Deck)



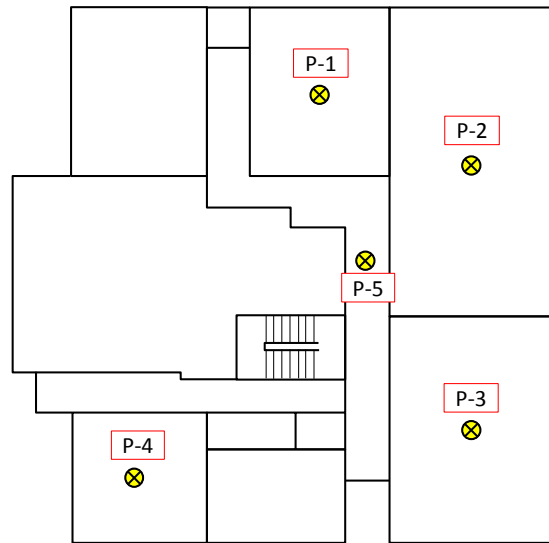
(対策船 Boat Deck)



(非対策船 Poop Deck)



(対策船 Poop Deck)





## 6. 機関室と甲板室の間に空所、制御室、機器室等を配置対策実船検証

### 6.1 23,000GT バルクキャリア機関室と甲板室の間に空所、制御室、機器室等を配置対策

#### (1) 供試船概要

従来船と新型船の主要目を表 6-1 に示す。

表 6-1 従来船と新型船の要目

	従来船	新型船
L × B × D	173.00m × 29.80m × 15.00m	173.00m × 29.80m × 15.00m
船種	バルクキャリア	バルクキャリア
総トン数	23,322 GT	23,216 GT

また、従来船と新型船の居住区の構成を表 6-2 に示す。

表 6-2 従来船と新型船の居住区の構成

	従来船		新型船	
	居住区構成	Deck 高さ	居住区構成	Deck 高さ
Nav. Deck	操舵室、士官居室	2,600	操舵室	2,600
D Deck	-	-	士官居室	2,700
C Deck	士官居室	3,200	士官及び部員居室	2,700
B Deck	部員居室	3,200	部員居室、病室 GYMNASIUM	2,700
A Deck	公室、部員居室	3,400	公室	2,700
Upper Deck	GYMNASIUM、 病室、機器室	3,400	機器室	3,000

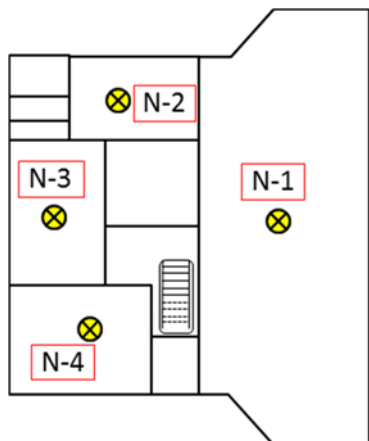
従来船では騒音規制の対象になる病室と GYMNASIUM を Upper Deck に配置していたが、新型船では Upper Deck は機器室のみとし、病室と GYMNASIUM は B Deck に移設している。移設する際の部屋面積の確保のため新型船は一層追加している。また Deck 高さも配管スペースを確保する上で最小限の 2,700 に変更しているが、総居住区高さは 600mm ほど高くなった程度に抑えている。

#### (2) 実船計測方案

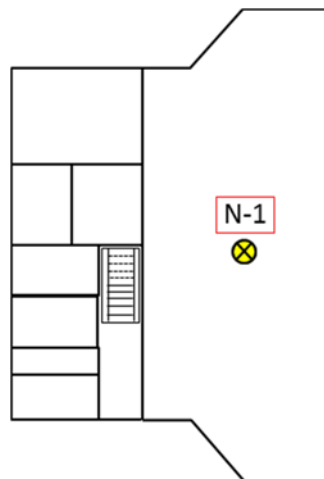
従来船と新型船の対応する居室の騒音レベルの比較を中心に、「居住区騒音と音響域振動計測マニュアル」を参考に、以下の計測箇所について、騒音、音響域振動計測を行った。なお、計測器は、騒音計がリオン製 NA-28、振動計測は加速度ピックアップ (PV-94) を使用して行った。なお、計測中はエアコン、エンジンルームファンを作動させていた。

従来船・新型船の騒音、振動計測箇所

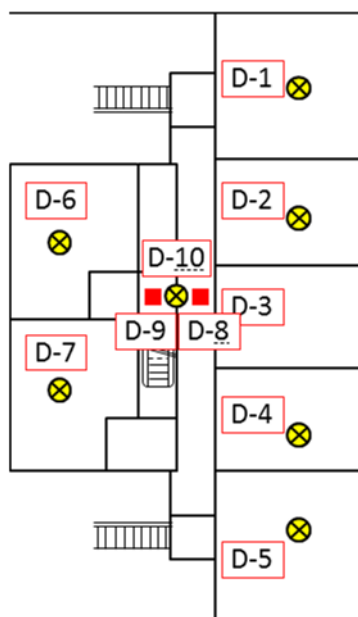
従来船 Nav. Bri. Deck



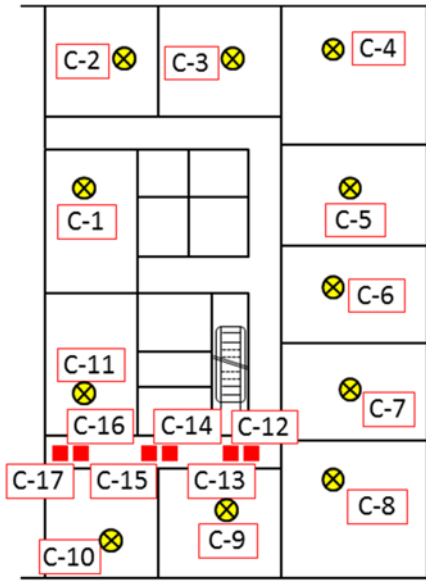
新型船 Nav. Bri. Deck



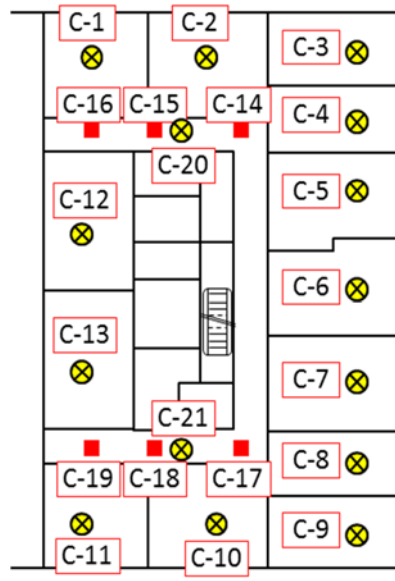
新型船 D Deck



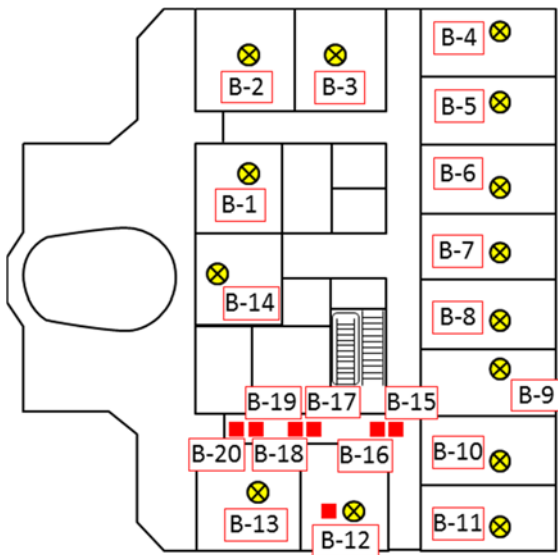
従来船 C Deck



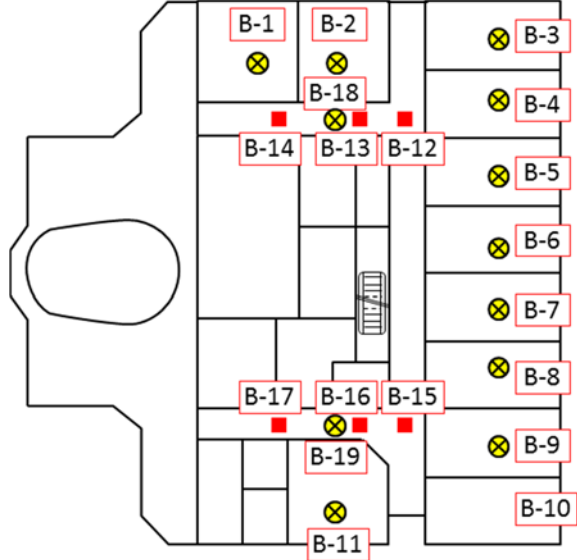
新型船 C Deck



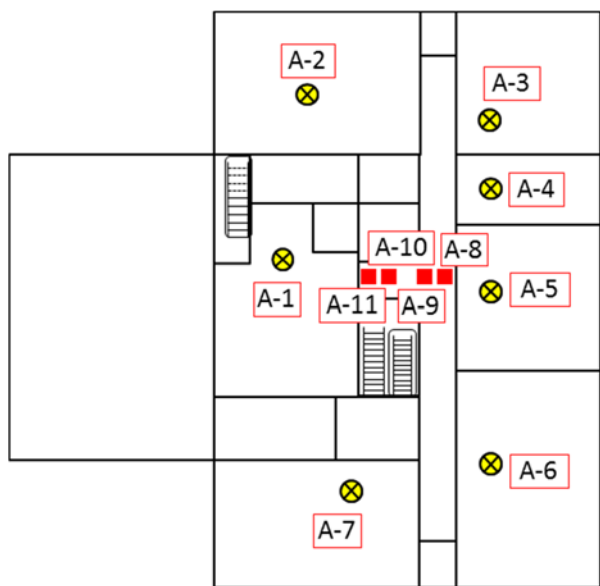
従来船 B Deck



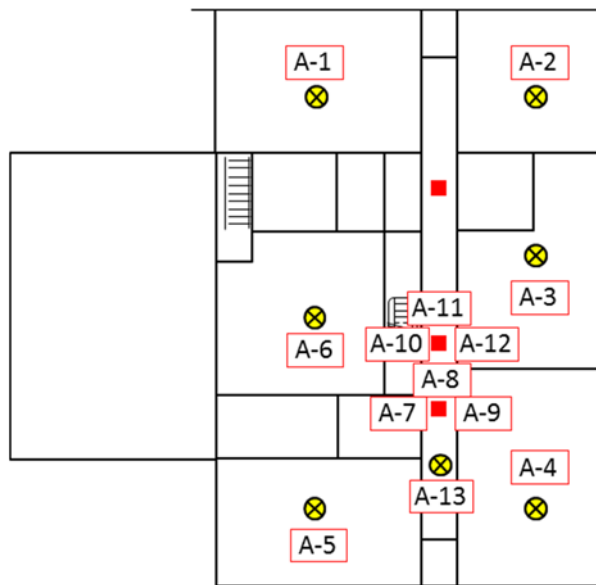
新型船 B Deck



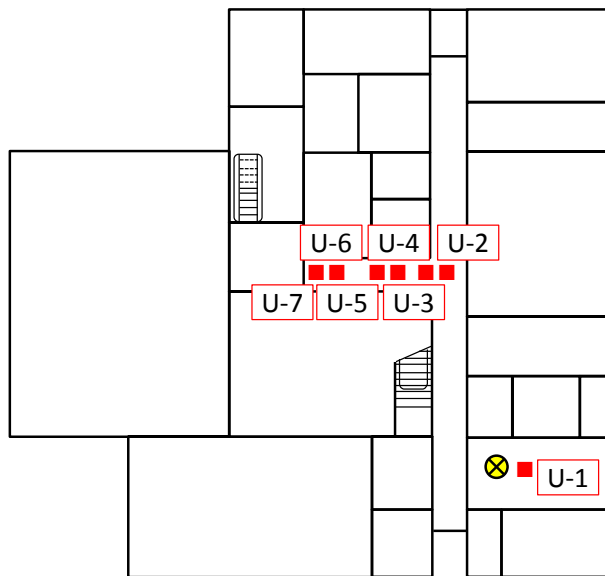
従来船 A Deck



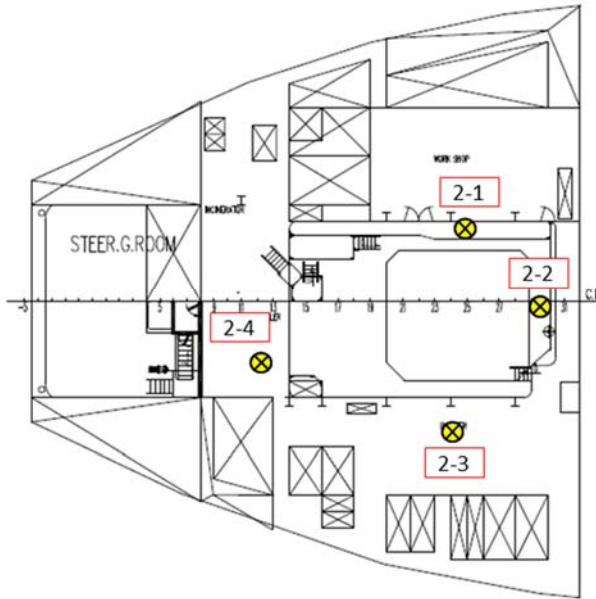
新型船 A Deck



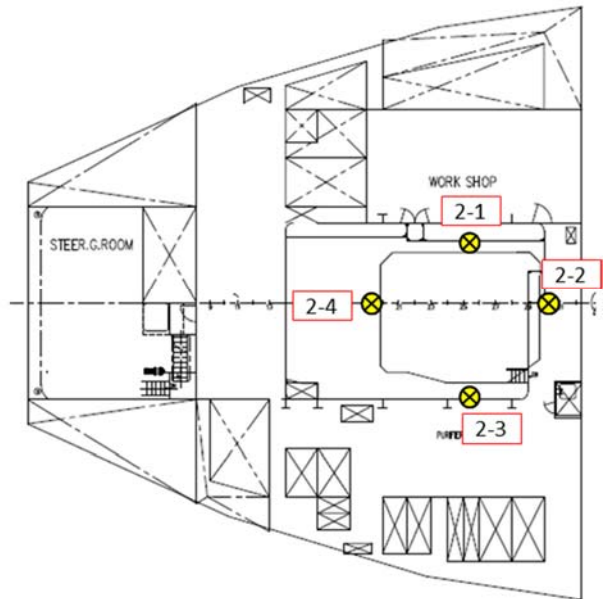
従来船 Upper Deck



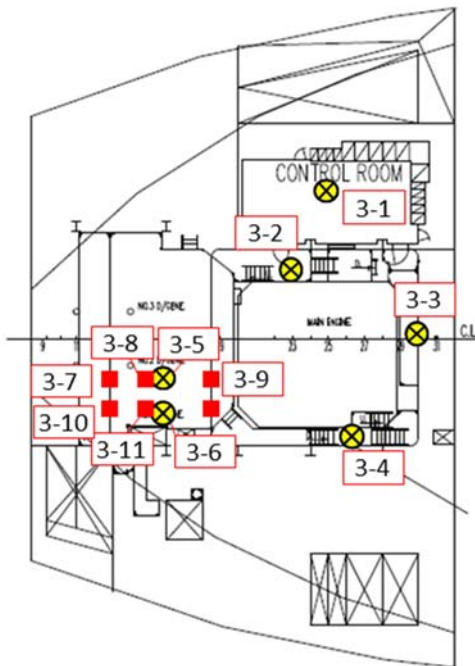
従来船 2ND Deck



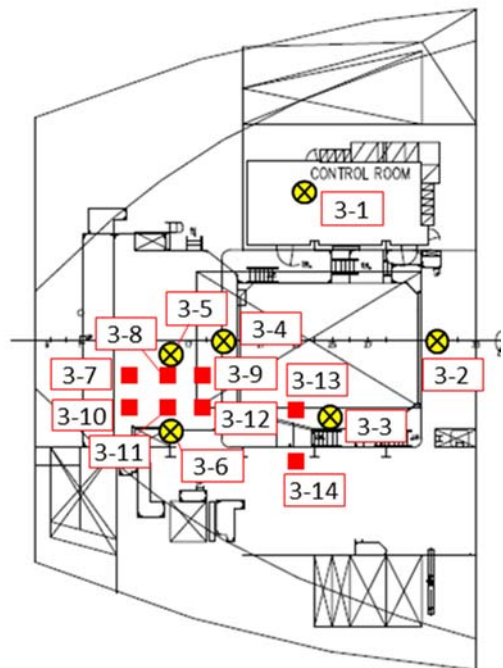
新型船 2ND Deck



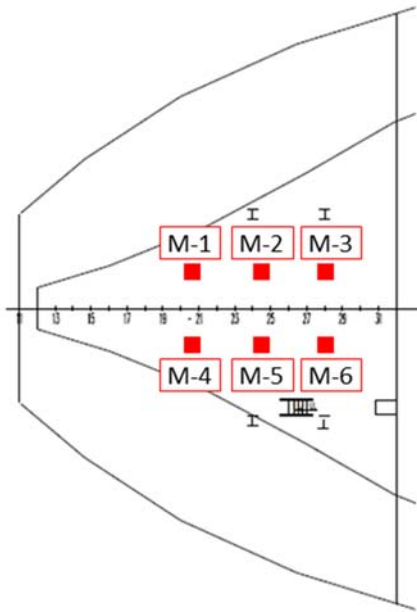
従来船 3RD Deck



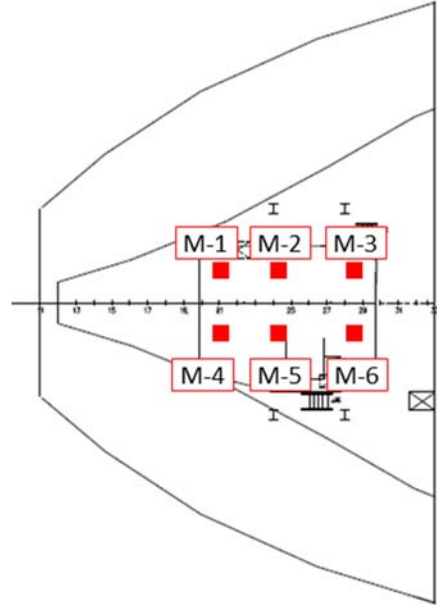
新型船 3RD Deck



従来船 Lower Floor



新型船 Lower Floor



## II 総括

今年度の調査研究の主な成果は以下の通りである。

### (1) 発電機防振支持対策の検証

- ・ 13,000 GT 一般貨物船を対象に発電機防振対策を実施した。

発電機振動の船体への伝播を低減するために、発電機共通台板と補機台の間に防振ゴムを挿入した。その結果、居室の騒音レベルが低減した。特に、下層の Deck ほど防振対策効果が大きく表れた。

- ・ 9,900 GT(1,000TEU)コンテナ船を対象に発電機防振対策を実施した。

発電機振動の船体への伝播を低減するために、発電機共通台板と補機台の間に防振ゴムを挿入する対策を行った。その結果、発電機単独試験では居室の騒音レベルが低減したものの、試運転時では主機の振動騒音レベルが高く、発電機防振効果が表れにくかった。

### (2) 排気管サポートの防振対策の検証

- ・ 13,000 GT 一般貨物船を対象に排気管サポートの防振対策を実施した。

排気管重量を支える Upper Deck の公室・居室で騒音低減が認められた。しかしながら、エンジンケーシングに隣接する公室においては、騒音低減効果を確認できなかった。メッシュバネが有効に働くには、取り付け箇所と取り付け方法についての注意が必要である。また、重量を支えている部分に対して SM ダンパーを適用するのが効果的である。

- ・ 9,900 GT(1,000TEU)コンテナ船を対象に排気管サポートの防振対策を実施した。

主機排気管及び No.2 発電機にメッシュバネを取り付けた。その結果、排気管重量を支える Nav. Bri. Deck に近い上層の部屋で騒音低減が見られた。しかしながら、エンジンケーシング内の発電機システムのメッシュバネを取り付けた局部での振動レベルの低減が高周波域において一部確認できたものの、Deck の廊下、エンジンケーシング床・壁面での振動レベルの低減は確認されなかった。

### (3) 浮床対策の検証

- ・ 11,500GT ケミカルタンカーを対象に浮床対策を実施した。

対策の効果を検証するための比較対象船（非対策船）がないため、浮床対策を施した公室と対称に位置する公室の騒音・振動計測結果の比較を行った。その結果、100Hz から 1,000Hz の周波数領域では、試運転時、発電機単独運転時とも対策を講じた公室の騒音レベルが小さいという結果が得られたものの、これにより直ちに浮床の効果を定量化するのは無理があるものと考えられる。今後より詳細な検討が必要と思われる。

- ・ 2,900GT(3,500 m<sup>3</sup>) LPG 船を対象に浮床対策を実施した。

浮床材を Bri. Deck の船体中心線上に配置された部屋に施工した結果、騒音及び振動レベルの双方において、浮床対策の効果が確認された。高周波域の振動伝達損失が小さい低層の

Deck に施工することによって、浮床対策のより大きな効果が期待される。

#### (4) 防音材床対策の検証

- ・ 21,100GT ケミカルタンカーを対象に防音材床対策を実施した。

今次試験では、壁、天井については、特段の対策を施していないため、床に伝わってきた振動については高周波域において一定の低減が確認できたが、壁面において、対策を施していないため振動の低減は確認できなかった。幅 15～20mm の緩衝材で壁面と床面は縁切りして施工し、床面の振動伝達軽減が室内全体の音圧軽減に寄与すると期待したが、今回の結果からはそのような効果は期待できなかった。これは、対策を施した部屋の後方に Air Con Room が配置されていたことから、対策部屋の後壁面を通して伝播音が伝わり、今次対策の効果があらわれにくくなったものと推察する。

#### (5) 機関室囲壁と甲板室の切り離しの効果検証（試設計）

- ・ 機関室囲壁の切り離し構造に対する試設計を実施した。

Model 1 を除き、全て上部構造物が 1 層増加する結果となった。結果として 80 から 300t 程度のグロストン増加が必要になる。本試設計の構造を実現するためには、この増分を保証する積載トン・復原性を検討する必要がある。また、鋼材重量費の増加も検討する必要がある。機関室囲壁の切り離し構造とした上で、乗員居室を上部構造前方に、ロッカー・機械室等を上部構造後方に配置するのは、合理的な構造であると考ええる。また、機械室の配置が変更になることは、配管・電線配置などが変わることにほぼ同義であり、機関室囲壁と一体構造であった上部構造から変わる上では、新船としての設計が必要になる。総じて、上部構造の切り離し構造を実現する上では、基本計画段階からの意思反映が非常に重要である。基本配置検討の段階で、思い切った配置変更を決める必要があると考えられる。

#### (6) 機関室囲壁と甲板室の切り離しの効果検証（実船対策）

- ・ 8,000GT(11,000 m<sup>3</sup>)LPG 船を対象に機関室囲壁と甲板室の切り離し対策を実施した。

機関室囲壁を切り離した構造では、切り離された Deck と 1 層下の Deck の騒音レベルの差が、機関室囲壁一体型の構造のそれと比較して大きかった。これは、機関室囲壁を切り離した効果だと考えられるが、今回対象とした 2 隻の船舶が厳密な意味において同型ではないため、今後より詳細な検討が必要と考えられる。

- ・ 23,000GT バルクキャリアを対象に機関室囲壁と甲板室の切り離し対策を実施した。

機関室囲壁の分離による騒音の低減は、分離部から離れた上層、前部居室に 3dB 程度の低減効果をもたらすことが確認できた。また、本ケースのようにファンネルと換気ファンが一体であったものが一斉に分離される場合、各 Deck において分離の取り分が異なる場合があるため、検討には注意が必要であることが分かった。今回対象の 2 隻の船舶は、厳密な意味において同型ではないため、より詳細な検討が必要である。

- ・ 35,000GT バルクキャリアを対象に機関室囲壁と甲板室の切り離し対策を実施した。



上層・中層前部では 3dB 程度の改善が見られており、さらに、A Deck 後部では 6dB 以上の改善が見られている。但し、比較対象とした船は厳密には類似船ではなく、各々の違いは居住区構造だけではないため、より詳細な検討が必要である。

(7) 機関室と甲板室の間に空所、制御室、機器室等を配置することの効果検証

- ・23,000GT バルクキャリアを対象に機関室と甲板室の間に空所、制御室、機器室等を配置する対策を実施した。

ここでは、上部構造物の Deck 高さを従来の船舶から低く設計変更し、上部構造を 1 層追加する対策を行った。従来船と新型船において、同じ Deck で、かつ、同じ配置位置の部屋の騒音レベルは、概ね同じであると言える。上層にいくにつれ、騒音レベルは低減していることが両船において確認された。

## II. 欧州騒音調査

### 1. 欧州騒音調査結果

#### 1.1 調査の目的

平成 26 年 7 月以降の契約船から船舶居住区等に対する IMO 騒音規制が開始された。中小型船舶については同規制の影響は極めて大きく、数多くの造船所から、従来からの対策を講じるだけでは規制値を満たすことは難しいとの報告が当会に寄せられてきた。「中小型造船経営課題に関する懇談会」では、本件は当会会員にとって直ちに取り組むべき経営課題と考え、騒音対策にかなり前から取り組んでいる欧州における船舶騒音対策技術・製品の現状を調査することとした。

調査団は、欧州の船舶騒音対策技術により我が国で建造している船種・船型の騒音低減が可能であるか、我が国で建造する船舶に適用することが可能な欧州騒音対策技術・製品は何か調べることにした。更に、国による IMO 騒音規制に関する運用の改善依頼及び欧州騒音対策技術・製品の効果確認のための取組を進める上で必要となる情報を収集し分析することも目指した。

#### 1.2 欧州調査団及び視察先

旭洋造船株式会社三井専務取締役を団長として、造船会社、郵船商事、NK、ジェットロシッ  
プセンター及び中小造工事務局の計 13 名にて欧州調査団を結成し、平成 26 年 11 月 10 日か  
ら 14 日の 5 日間で以下に掲げる視察先を訪問した。

##### ① 騒音対策資機材メーカー

Loggers B.V. (蘭)

G. Theodor Freese GmbH & Co. KG (GTF Freese) (独)

##### ② 騒音対策コンサルタント

Intersona b.v. (騒音対策コンサルタント) (蘭)

DW-ShipConsult GmbH (独)

##### ③ 船舶

Veerhaven XI (Push Boat) (蘭)

##### ④ 造船所

IHC Holland B.V. (蘭)

Scheepswerf SLOB (蘭)

#### 1.3 まとめ

- ・オランダ、デンマークでは騒音規制が 20 年以上前に法制化されている。訪問したドイツでも IMO による規制は当然のこととして受け止められている。
- ・法律による規制以外に、欧州で多く建造されている豪華客船は騒音低減には船主の強い要求があり技術が発展している。また、優良船主を中心に騒音低減を求める要求があるため対策技術が発展してきた。

- ・こうした欧州の社会背景を基に騒音対策技術は 10-20 年以上の経験の蓄積により組み立てられてきた。
- ・個々には小さいが、船の騒音対策を専門とするコンサルタント、メーカー、エンジニアリング会社が存在し、ビジネスとなっている。
- ・騒音対策は、騒音源及び規制対象の居室等での対策を丁寧に組み合わせている。具体的には、調査団の質問に対して以下の答えがあった。
  - －騒音は、構造物を伝わる振動が構造物から音として放射することが一番大きな要因なのでその対策を考えることが重要。
  - －騒音レベルの予測には SEA 法のように時間とお金をかけてするより、経験的手法（ヤンセン法に近い？）とデータベースにより十分精度（3dBA 程度）が出る。（日本の船型にもデータベースは有効との考え）
  - －2 ストローク主機を使った船舶でも適切な対策を取れば IMO 基準値に抑えることはできる。
  - －初期の計画段階から騒音レベルを予測して設計／建造段階でのチェックを行いながら所要の対策を取っている。（初期段階で対策講じないと完成後の対策は極めて困難。）
  - －騒音源は、主機、発電機、プロペラ、電動機、ポンプ、パイプ、ダクト等であり、それらに対して必要な対策（防振支持等）をできる限り行う。プロペラについては独自の検討と対策をとることが必要である。
  - －居住区等については、防音材料により構成した独立した室を居住区の構造内に設置する等、できる限り構造物から伝わる振動を抑えることが必要。
- ・防振、防音対策の製品は調査団が視察した以外にも多くあると思われるので、早急に調べることは意味がある。
- ・我が国の中小型造船所が、欧州の製品、技術・対策を導入又は欧州の会社と提携することは、当面の有力な選択肢である。
- ・各社が何を試すか検討しその効果を見ることは対策の発展に極めて有用であろう。可能であれば、なるべく早く取り組むため、例えば、日本財団に平成 27 年度の年度内申請事業としてお願いするよう事務局で努力することが望ましい。

平成 26 年度「中小型船の騒音対策のための検証研究」 委員名簿

(順不同：敬称略)

	氏 名	所属・役職
部会長	戸澤 秀	独立行政法人海上技術安全研究所 研究統括主幹
委 員	修理 英幸	学校法人東海大学 海洋学部航海工学科海洋機械工学専攻 教授
〃	神田 浩一	学識経験者
〃	平方 勝	独立行政法人海上技術安全研究所 構造安全評価系 造解析研究グループ 主任研究員
〃	松本 知哉	一般財団法人日本海事協会 機関部主管
〃	内藤 悦弘	函館どつく株式会社室蘭製作所 新造船事業本部 中小型船設計室 室長
〃	佐々木 勉	北日本造船株式会社 常務取締役 設計本部長
〃	国広 晴生	株式会社名村造船所 船舶海洋事業部 技師長
〃	植田 英夫	新潟造船株式会社 工場長補佐
〃	山下 久孝	サノヤス造船株式会社 技術本部船設計部 船装設計課
〃	有米 清二	金川造船株式会社 取締役設計部長
〃	浅海 晃	株式会社神田造船所 設計部 船装設計課
〃	松原 政博	警固屋船渠株式会社 設計部 係長
〃	後藤 博文	佐々木造船株式会社 設計部 船体設計部長
〃	中山 和明	中谷造船株式会社 設計部次長
〃	浅野 義彦	四国ドック株式会社 設計部長 理事
〃	馬越 一郎	神例造船株式会社 設計部 課長
〃	森野 誠治	檜垣造船株式会社 設計部 設計課 係長
〃	阿部 敬司	浅川造船株式会社 設計部 船体課 課長代理
〃	武田 俊文	山中造船株式会社 執行役員 設計部長
〃	阿部 勉	村上秀造船株式会社 設計部 部長
〃	吉村 崇	伯方造船株式会社 設計部
〃	藤田 均	今治造船株式会社 常務取締役 設計本部長
〃	佐々木雄一郎	旭洋造船株式会社 設計部 船体設計課 課長代理
〃	原井 信行	福岡造船株式会社 設計部船体艤装設計グループ 内装・塗装設計担当次長
〃	後藤 亮	株式会社臼杵造船所 設計本部 設計部 船装設計課 主事
〃	亀井 慎平	南日本造船株式会社 設計部 船装設計グループ 船装設計チーム
〃	篠原 由登	下ノ江造船株式会社 艤装設計部 船装設計課
〃	川口 朋秀	佐伯重工業株式会社 設計本部 部長
〃	松本 伸一	本田重工業株式会社 設計部 設計部長
〃	宮地 国博	株式会社三浦造船所 設計部 甲板艤装設計課 課長

〃	高木圭一郎	佐世保重工業株式会社 設計部 船装設計課 課長
〃	森 茂博	株式会社マリタイムイノベーションジャパン 技術統括グループ 常務取締役 技術統括グループ長
〃	田中 圭	ダイハツディーゼル株式会社 船用統括事業部 主管
〃	加藤 直樹	昭和電線デバイステクノロジー株式会社 免制震制音事業部長
〃	杉浦 啓修	日本発条株式会社 産機事業本部 副本部長兼特品部長
〃	松本 隆弘	株式会社大晃産業 代表取締役社長
〃	富田 展久	ヤンマー株式会社 特機エンジン事業本部 開発部 システム開発部 システム技術グループ主幹技師
〃	山岡 丘人	株式会社神戸タフ興産 取締役会長

この報告書はボートレースの交付金による日本財団の助成金を受けて作成しました。

平成 26 年度 「中小型船の騒音対策のための検証研究」  
事業報告書

2015 年（平成 27 年）3 月発行

発行 一般社団法人 日本中小型造船工業会

〒100-0013 東京都千代田区霞が関 3-8-1

虎の門三井ビルディング 10 階

TEL : 03-3502-2062 FAX : 03-3503-1479

本書の無断転載、複写、複製を禁じます。