

会員の頁

1. 船舶分野における防振対策について
2. 「平成30年度音響基礎講習会」報告
3. 平成30年度春季「防音勉強会」
—「防音対策の初歩」—開催報告

1. 船舶分野における防振対策について

Vibration isolation solutions for the shipbuilding industry

松浦 正太 (Shota Matsuura)
日本ゲッツナー株式会社
(Nihon Getzner K.K.)

はじめに

国際海事機関 (International Maritime Organization: IMO) により、船舶の騒音に起因する船員の環境条件を見直すという決定が数年前になされました。それにより船員の労働環境を改善するため、船員の部屋などはこれまでよりも厳しい騒音、振動レベル基準が求められるようになりました。そのため船舶の建造・改修に際して考慮すべき事項の一つとして、振動や騒音によって船舶の快適性が損なわれるのを防ぐことが課題となります。

1. 船舶の騒音源

船内の騒音は主に空気伝播音によるものと固体伝播音によるものに分けられます。船舶の振動は、主にエンジンやポンプ、駆動システム等の機械的ならびに流体力学的プロセスから生じます。さらにその振動は船体構造を伝わり客室などの他のエリアに2次的な空気伝播音を発生させます。これらは静穏で快適な船旅の妨げとなります。

2. 船舶の振動対策

振動減からの振動伝達によって固定された物体が振動を始めると、その物体を介して騒音が伝播し、今度は空気伝播音となって影響を及ぼします。固体伝播音

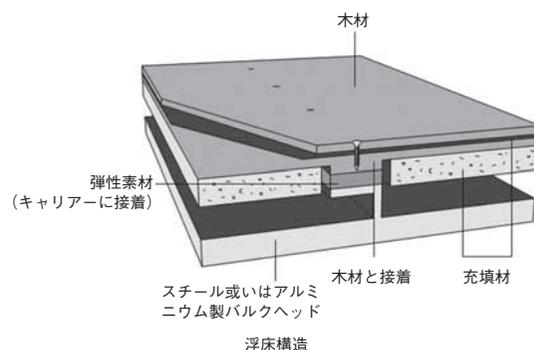
の対策には2通りあります。

1) 発生源での防振

発生源(エンジン、モーター、空調設備、ポンプ等の振動発生源)を弾性支持して、固体伝播音が伝播するのを防ぎます。

2) 受振側での防振

受音側(船室、操舵室、装置など)を弾性的に遮断し、固体伝播音が受振側に侵入し、妨害することを防ぎます。



弾性素材を用いた浮床工法

船舶における振動や2次的な空気伝播音を低減するためには振動発生源とその他のエリアを弾性素材によって隔てる必要があります。その対策として弾性支持による浮床工法がしばしば採用されます。

このような振動遮断および振動減衰対策は摩耗や騒音を低減するだけでなく、構造に対する損傷も最小限に抑制します。また振動に対して敏感な精密機器、電源ユニット、電気機器などに弾性支持を採用することにより、振動を減衰、ユニット全体の耐用年数が延長され、振動、衝撃および影響によって望ましくない故障や損傷が起こらないようにします。この対策は波に



弾性支持材によって船舶に搭載される精密機器や電源ユニット、電気機器などを船の振動から保護します。

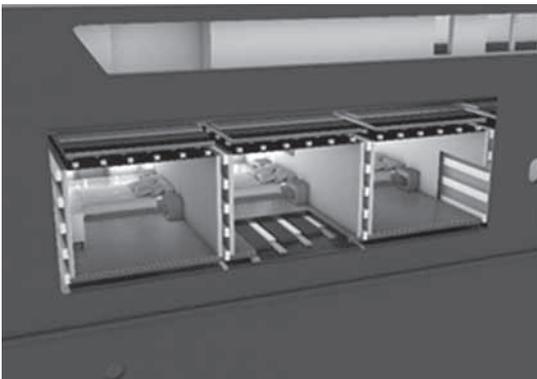


弾性支持材による配電機器類の防振

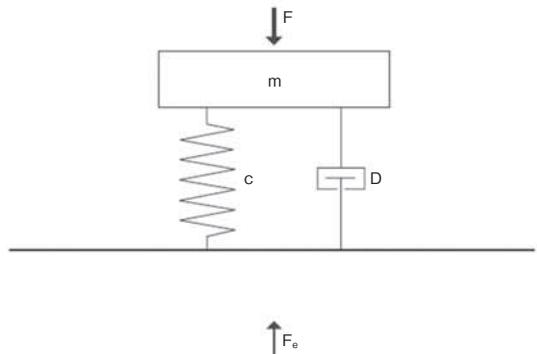
よる衝撃などの船舶外部からの衝撃に対してもまた有効となります。

3. 弾性支持による防振効果

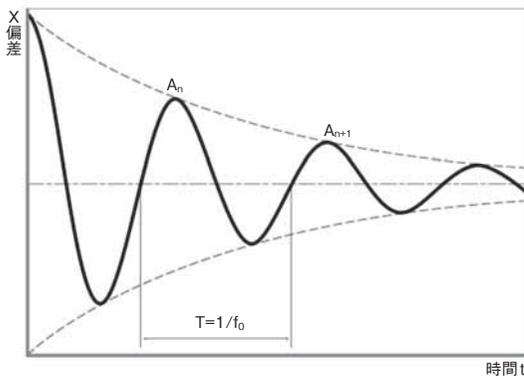
振動問題の多くは1自由度ばね質量系(SDOF)で物理的に表すことができます。計算モデルによって、可能な限り最適な弾性支持方法を計算することができます。わずかな外力(F)が作用しても、質量(m)のバランスは崩れ、固有振動数 f_0 で表される振動が発生します。振動の振幅は時間の経過とともに縮小し、ばね(c)



弾性支持材による船室の防振



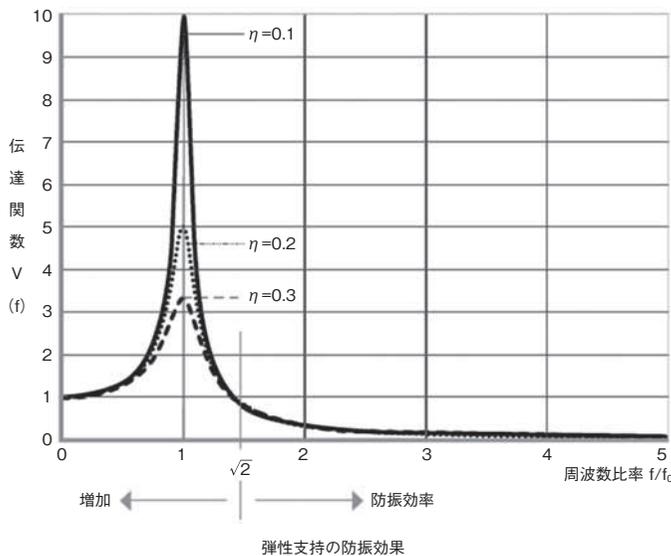
マススプリングシステムの物理学的原理



マッサプリングシステムの機能

を制動する能力(ダッシュポッド, D)が振幅を減衰する速さを決定します。

振動伝達率はシステムの効果, 即ち加振振幅と反応(応答振幅)との数学的關係で表します。つまり, 固有振動数と加振周波数の比率です。(f/f₀)防振効果は周



$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{c}{m}} = \frac{1}{T}$$

$$C = \frac{E \cdot A}{d}$$

T = 期間(秒)

E = 動的弾性率(N/mm²)

f₀ = 固有振動数(Hz)

A = マウント表面(mm²)

c = ばね定数(N/m)

d = 素材の厚さ(mm)

m = 振動質量(kg)

波数域f/f₀が√2(1.41)を超えた領域で現れます。加振周波数がわかり, システムの固有振動数を計算できれば, 防振効果を見積もることができます。一般的に, 振動数比率(f/f₀)が大きくなるにつれて防振効果も高くなります。弾性支持後の固有振動数の決定に著しい影響を与える要因は2つあります。それは, 防振対象の質量と弾性支持のばね定数あるいは硬さです。弾性支持後の振動数を算定するために必要なばね定数Cの計算方法を下図に示します。弾性係数は固体の変形における応力と張力との相互関係として説明されています。ばね定数に影響を与えるもう一つの要素は支持面積と材料の厚さとの比率です。選択した弾性支持の厚さが大きいほど, ばね定数は小さく(柔らかく)なります。たわみ量あるいは形状係数(荷重受圧面積と周囲表面積との比)もまた考慮に入れる必要があります。

4. おわりに

船舶の防振においては固体伝播音の対策によって, 力学的に伝播する振動を低減することが重要となります。つまり振動の伝播経路を調整された特別な弾性特性をもつ素材を使用して隔てることで, 力や振動の振幅を抑えます。固体伝播音対策では, 力学的な振動の低減に加えて, 固体伝播音によって発生する二次的な空気伝播音も緩和します。これによって近年求められている船舶の快適性に対する高い要求を満たすことが可能になります。

2. 「平成30年度音響基礎講習会」報告

平成30年8月1日(水)に本会主催の「平成30年音響基礎講習会」が吉野石膏株式会社虎ノ門ビル大会議室において開催されました。

本講習会は、年1回 夏頃に開催されます。今年は、本講習会が開催されて10年目となりました。

本講習会の対象者は、業務で音響の知識を学ぶ必要になった方、新入社員教育、音響の基礎を学び直したい方を対象者としています。

本講習会の特徴は、実務者が講師となっていて、実際の実務経験からくる必要な音響の知識や実務で実際に行った事例などを基に、初心者に分かりやすく解説することを特徴としています。したがって、実務上のポイントや業務上で実際に行っている内容などを基に解説しています。また、実際に音を聞いてみたり、測定機器で騒音レベルを計測したり、吸音材や制振材などのサンプルを手にとってみたり、計測機器類を実際に動作させたりもします。

講習は、音響全般の幅広い内容を1日で解説しています。大まかには、大学の1年分の講義内容を1日で解説しているようなものなので、内容的には大変充実したものになっています。

講習会は、10:00~17:15の時間です。次に示す5つの内容をそれぞれ約1時間程度で解説する講習会となっています。

1. 音の基礎

本講義では、音の基本現象や伝わり方、人の音の感じ方や周波数とレベルの関係、音の三要素、音の単位dB、騒音とはから法規制とその測定方法まで、音の基本的な内容についての解説をしました。

2. 音響材料について

本講義は、音響材料といわれる材料を、吸音材料、遮音材料、防振材料、制振材料に分類し、それぞれの種類およびそれらの評価方法や測定試験方法についての解説を行いました。

また、各種の材料サンプルを受講者へ回覧しながらの講義を行いました。受講者にとっては、日ごろ手にとって見ることのない材料を実際に手に取っていただけるいい機会となっているようです。

3. 室内音場

本講義では、室内空間の音響についての解説がされました。

まず、室内音場で始めに検討すべき残響時間については解説を行い、残響時間を制御するための吸音の考え方と評価指標についての解説、さまざまな空間に対する吸音の考え方と対策について、会議室、大空間、プール、駅コンコース、空港ターミナル、学校教室などの実際に行った対策についての解説を行いました。また、スタジオやホールの可聴化シミュレーションによる、残響の長短による違いを聞き比べました。

4. 騒音・振動の防止

本講義は、騒音・振動の防止におけるグラフの見方から始まり、騒音の設計手順、騒音源の検討方法、評価方法および指標についての解説を行いました。その上で、さまざまな壁、床、天井の実際の事例とその性能を示し、問題点、注意点などを具体的な事例を中心に解説が行われました。

5. 音響測定

本講義では、計測機器、使い方、表示用語や測定機器の部位の解説、室内騒音の評価値の解説から始まり、会議室の暗騒音測定、スピーカから様々な音を提示して、それらの音をその場で計測することにより、自らの音の感覚とその音の騒音レベルとの対比を行う体験コーナー、映像による音源探査システムのデモを行いました。騒音レベルと実際の音の大きさを聞き比べる体験コーナーは好評でした。また、目に見えない音を映像として捕らえることのできる音源探査システムには大変興味を持っていただけました。

また、休憩時間や受講後に講師に質問されていた方々もいらっしゃいました。



写真1 講義風景

2018年音響基礎講習会 Q&A

今回の講習会で出された質問のうち、九例を以下に示しました。

■ 音の基礎知識

Q1：環境基準における騒音の種類と都市計画法上の住居地域との関係はあるのか。

A1：平成13年1月5日 環大企3号(改定 平成30年2月19日 環水大発1802193号)によるとおおむね次のように当てはめます。

地域の類型	都市計画法の用途地域
AA	療養施設、社会福祉施設等が集合して設置される地域など特に静穏を要する地域
A	専ら住居の用に供される地域 第1種低層住居専用地域 第2種低層住居専用地域 第1種中高層住居専用地域 第2種中高層住居専用地域
B	主として住居の用に供される地域 第1種住居地域 第2種住居地域 準住居地域
C	相当数の住居と併せて商業、工業等の用に供される地域 近隣商業地域 商業地域 準工業地域 工業地域
類型指定から除外	工業専用地域

Q2：音速は、一般的に密度が高いほど速くなるようであるが、温度が高くなると密度が低くなると思うが、空気の音速が早くなるのは。

A2：今回のテキストで示した物質(空気、水、鉄、ガラス)では、密度が高い方が、音速が速く見えますが、音速は物質によって異なるので、一概に密度のみで音速が決まるものではありません。

しかし、同じ物質では、固体が一番速く、液体、気体の順に遅くなります。

また、気体の音速C(m/s)は、 $C = \sqrt{\frac{kp}{\rho}}$ で表せます。

k：気体の比熱比、p：気圧[N/m²] ρ：密度[kg/m³] したがって、温度が上がって密度が下がると音速が速くなります。

■ 室内音場

Q3：会議室の吸音対策を示されていますが、施主等に説明するための会議室における最適残響時間もしくは吸音率を示した資料はあるのでしょうか？

A：会議室としての資料は特になくありませんが、音が明瞭に聴こえコミュニケーションが容易に行

える落ち着いた空間が必要な教育施設の音環境に関しては、日本建築学会の環境基準が「学校施設の音環境保全規準・設計指針」として提案されています。この指針の中では部屋の用途別に長め、中庸、短めと響きの程度が3段階に分類されており、平均吸音率の参考値として、各々0.15、0.20、0.25が推奨されています。また、室容積と残響時間(平均吸音率)の関係が図1のように示されています。

会議室もデザイン性と用途により求められる音環境も異なると思いますので参考にされるといかがでしょうか。

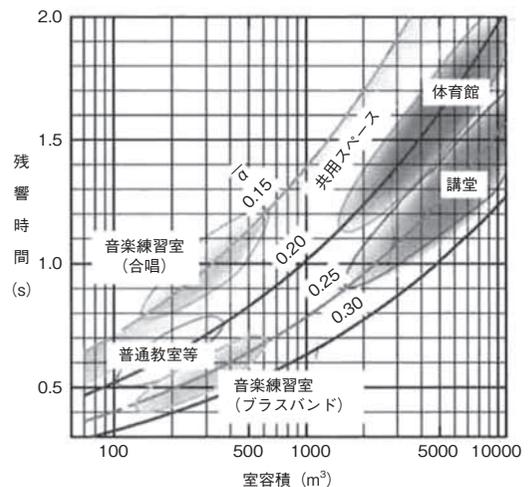


図1 室容積と残響時間(平均吸音率)の関係

Q4：フラッターエコーを測定する方法はありますか？

A：一般には、音源に継続時間の短いトーンバースト信号(単音)を使用したエコータイムパターンやインパルス応答を無指向性マイクにより計測します。フラッターエコーは平行な反射面間の往復反射音であり減衰が小さいので、時間減衰波形ではほぼ同じ大きさの反射波が等間隔で観測されます。

■ 騒音・振動防止

Q5：対策手法のデータベースはありますか？

A：データベースというまとまったものは特にありませんが、「音響技術」では定期的に騒音・振動防止に関する特集で対策事例等を紹介していますので、バックナンバーを検索して頂けると良いと思います。

Q6：暗騒音とは何を意味するのでしょうか？

A：暗騒音の定義としては、複数の音が同時に存在する場合に、ある特定の音に着目した時のそれ以外の音を意味します。したがって、音響測定を行う場合は、測定対象とする騒音(音源)以外の全ての騒音が暗騒音になります。

しかし、室内騒音においては、一般的にはそれ以下にはならない定常的な静けさを意味する場合も多く、例えば空調運転時の暗騒音、空調停止時の暗騒音等と表現します。

Q7：遮音対策に遮音シートを貼っても効果がないのはなぜでしょうか？

A：遮音性能は材料の重さに関係します。質量則と呼ばれますが、重い材料であるほど大きい遮音性能が得られます。したがって、遮音シートを貼った後の遮音性能は、元の遮音材の重さに関係します。軽い合板のようなものであれば、遮音シートでも効果があらわれますが、重いコンクリート等の材料の場合は、遮音シートを貼っただけではほとんど面密度(1㎡あたりの重量)が変わらないため遮音効果はあらわれません。

■ 音響測定

Q8：天井から吊っているものの上階への影響を調べる測定方法はありますか？(移動間仕切り、空調機等)

A：特に専用の測定規格はないので、実態に合わせて上階で発生する騒音や振動を測定して評価します。その際、音源の設置条件や稼働条件、また受音側の評価点等を整理して、客観性のある代表的な条件で行うことが大切になります。

Q9：暗騒音の目安はありますか？

A：騒音測定を行う場合では、測定対象の騒音を正確に測定するために、対象騒音と暗騒音とのレベル差が10 dB程度必要になります。その差が10 dB以下の場合、測定対象音と暗騒音との合成音を測定していることになり、暗騒音の影響が無視できないので計算により補正を行います。これを暗騒音補正、もしくはSN(Sound/Noise)補正と言います。

以前は、SNの差が9～6 dBの場合、測定結果に対して-1 dB、5～4 dBの場合、測定結果に対して-2 dBの補正を行って正しい値を求めますが、その差が3 dB以下の場合には測定不能としていました。しかし、最近の測定規格では、6 dBの差がないと測定不能と規定されています。

一方、室内騒音における定常的な静けさを意味する場合の暗騒音については、NC値やN値等、室の騒音環境を用途別に評価する推奨値があります。

3. 平成30年度春季「防音勉強会」 —「防音対策の初歩」—開催報告

一般社団法人日本音響材料協会
(Acoustic Materials Association of Japan)

平成30年度春季「防音勉強会」(講師:日本音響材料協会技術顧問・宮尾健一氏, 於:ローレル三田会議室)について報告させていただきます。今回は, 定員を超える多くの方に参加して戴き, 5月30日(水)と6月6日(水)の2回開催致しました。

この「防音勉強会」は, 「ゼロからのスタート」として, 防音の知識を白紙の状態から学びたいビギナーを対象とし, 実務経験50余年の講師と共に, 少人数で一緒に勉強するのが特徴となっています。受講対象は, 建築系学生, 防音材営業関係者, 音響コンサルタント, 建築設計者, 建築施工者, デイベロッパーなどです。毎回, 「防音」について何も知らない状態から, 最低限の知識を会得したい方々が参加されます。

今回は, 新人教育の一環としての参加が3機関あったのが特徴であり, 防音材メーカー営業関係者・製品開発者, 音響設計・施工者, コンサルタント・試験機関, 木質・鉄骨系住宅供給者, 防音室・シールド室設計施工者など多彩な分野の方々が参加して下さいました。

講師は, わかりやすく工夫したパワーポイントにより, 実際面を模擬したモデルなどを用い, 「防音対策の基本的な考え方」, 「実務を考えた防音の常道」などを解説していました。すなわち, 基本中の基本である単位「デシベル」について, 丁寧な説明により, その特徴とそれを基本とした「防音対策特有の考え方」をはじめ, 「音の伝搬形式による防音対策の違い」などの初歩的な事項を, 数学が苦手な受講者にも理解しやすいように説明していました。

内容は, 間違いやすい事項をまとめた「防音の常識・非常識」, 対策を取違えると大事に至る「空気音と固体音の違い」とそれぞれに対する対策方針, 遮音・吸音・制振・防振のメカニズムと防音対策への適用などを実務的な面を含めて解説していた。

また, ピアノの防音を例にとった防音対策方法の解説, 聴感の特徴と騒音計(サウンドレベルメータ)のA特性の関係, 「低い音」と「低周波音」の意味など, さらに, 手軽な防音対策と誤解されているアクティブノイ

ズコントロールの実際の効果等について, 事例を用いて説明していた。

集合住宅の遮音関係では, 特に「重量床衝撃音の等級表示」について, 我国で現在使われている測定法・評価法の意味するところを述べ, 表示する場合の留意点などを解説していた。

復習の時間では, 履修項目のうち特に重要な事項を再掲・説明していた。

質問の時間では, 次のような事項が出されましたが, これらについては, 逐次Q&Aコーナーに掲載してゆく予定です。

[質問事項]

- ・ TL_D , STC , R_w , R_m , $L_{iA, Fmax}$ の意味
- ・隙間の寸法・形状と遮音対策(充填材の使い方)
- ・真空ガラスの遮音性能
- ・品確法で, 重量床衝撃音レベル低減量 $\Delta L = +5$ とされる乾式二重床の幅木
- ・サッシで, いわゆる, 「普通型」, 「気密型(エアタイト)」, 「防音型」とJISのT等級との関係
- ・マンションにおける楽器練習室の防音設計

この他多くの質問を戴きました。

「防音勉強会」は, 防音の知識が白紙のビギナーを対象としたものですが, 当協会では, 毎年「音響基礎講習会(7月予定)」と「技術講習会(11月予定)」を開催しており, これらにもつながる勉強会です。

今後も「防音の初歩を学ぶ場」として, 「防音勉強会(春季, 秋季年2回)」を開催してゆく予定です(2018年度秋季は, 11月14日(水)開催予定, H Pに掲載)。

