

船内の騒音防止対策

技術研究所

1. はじめに

現在IMOにおいては、騒音規制の強化及び強制化について検討が行われている。騒音規制は1600GT以上の新船に対して適用されるが、居室や病室については規制が船の大きさに応じて強化され、現在の規制案では1600GT以上10,000GT未満の船舶に対して60dB(A)、10,000GT以上の船舶に対して55dB(A)（現行コードよりも5dB(A)だけ強化）となっている。騒音規制は小型の船舶であるほど対応可能な対策に限られる傾向にあるため、中小型船の設計建造にあっては、騒音対策の要否や必要な場合の具体的対策法などについて、できるだけ前広に検討しておくことが必要と考えられる。

本報では、騒音対策の基本的な考え方を示すとともに、騒音源、騒音伝搬経路及び受音室に関する騒音対策について、現在採用されている、あるいは今後採用される可能性がある技術を紹介する。また、最近実施された、制振材を用いた騒音対策の実証的調査研究の事例を紹介する。

2. 騒音対策の考え方

船舶において、騒音源から発生した騒音は空气中及び固体中の二つの伝搬経路を通して船内各部へ到達する。このうち、空气中を伝搬するものを空気音（空気伝搬音）、振動として船体構造を伝搬して床、壁及び天井のパネルを振動させ、それが空気を振動させて音となるものを固体音（固体伝搬音）という。空気音と固体音は低減しながら船内を伝搬するが、船体は内部減衰が小さい鋼板による構造物であるため、空気音に比べて固体音は低減しにくく、予想以上に遠くまで伝搬する。従って、船舶の騒音では、固体音の占める割合が大きく、騒音対策も固体音を低減させる対策が中心となる。

船舶で騒音対策を行うには、はじめに騒音源を特定し、次に騒音源、伝搬経路、受音室の3つに分けて対策を考えるのが一般的である。それぞれの対策においては、空気音と固体音の両方について考慮する。空気音については、透過損失の大きな材料による遮音と吸音材による吸音、固体音については、防振材による弾性支持、制振材による振動減衰、剛性の増加による振動振幅の減少などが騒音対策の基本方針となる。

空気音については、一般に次の部屋を対象として騒音対策が検討される。

- ① 音源が置かれる部屋（音源室）

- ② 音源室に隣接（面接触）する部屋

- ③ 曝露部の音源（通風機等）に近い部屋

例えば上記の②で、主機等が設置される機関室を音源室として機関室取巻き型の居室の空気音対策を検討する場合は、上甲板上に設置される居室のほか、エンジンケーシングと側面で接する居室も防音対策の対象となる。

固体音については、主機を例にとると、図1のように主機が音源、騒音を検討する居室等が受音室であり、主機据付部から受音室が設置される甲板までの船体構造が固体音の伝搬経路となる。個体音が伝搬する船体構造としては、機関室二重底、船側外板、機関室及び居住区の隔壁、ピラー等が考えられる。

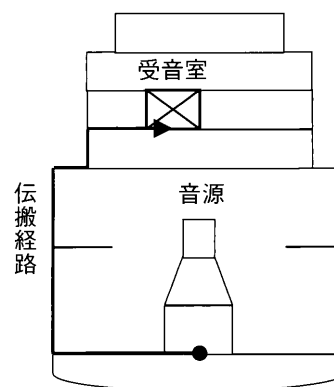


図1 固体音伝搬経路の例

ただし、実際には居室に予想外の騒音が発生し、その原因が居室近くへ設置された配管の振動であったり、機関排気管の振動であったりすることも少なくない。

図2は、居室配置が機関室取巻き型で、居室等の側面に接するエンジンケーシングに主機の排気管が支持されている例である。この場合、主機の排ガスの脈動に起因する排気管の振動がエンジンケーシングに伝搬し、この振動が居室に伝搬して思わぬ騒音が発生することがある。対策としては、排気管を防振支持とすることにより、居室の騒音を大幅に低減できる可能性が考えられる。

上記のような例もあることから、騒音対策を検討する場合は、はじめに自社建造船における過去の騒音計測結果等を参照しながら騒音源となりうるものを調査し、必要に応じて振動計測を実施する等、あらかじめ対策を講じる必要がある騒音源を特定しておくことが重要である。

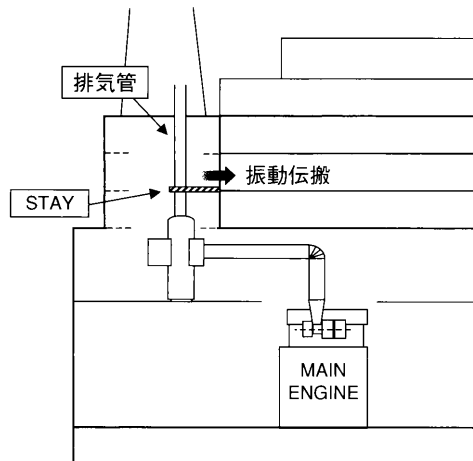


図2 主機排気管から居室への振動伝搬

3. 騒音源対策

騒音源対策は一般に実施が困難である場合が多いが、広範囲の居室に防音対策を行うことに比べて効率がよい。ディーゼル主機を装備した一般商船における主要な騒音源を騒音対策とともに表1に示す。

表1の騒音対策のうち、機器が発生する騒音（空気音）については、機器メーカーによる低騒音型機器の開発等により概ね対応ができていると考えられる。

表1 騒音源対策の例

騒音源	騒音対策等
①ディーゼル主機	給排気管系のラギングの強化、ブロウ入口への消音器の設置、主機の防振支持（高弾性継手を装備する場合）等
②ディーゼル発電機関	シリンダヘッド、動弁機構を囲う防音カバーの装着、共通台板の防振支持等
③ディーゼル機関排気管	消音器の装備（発電機関の場合）、ラギングの強化、排気管の防振支持
④空調装置	低騒音型送風機の採用、空調機の防振支持、ダクトへの断熱吸音材の施工、ダクトの防振支持等
⑤通風機	低騒音型送風機の採用、通風機の防振支持等

固体音対策として代表的なものは、機器の防振支持であるが、主機の場合は防振支持据付により主機・軸系のアライメントが変化するため、防振支持据付が適用されるのは、フェリー、Ro-Ro 船等の船舶で減速機付きの4ストローク中速主機を装備する場合に限定される。これらの船舶では、主機と減速機の間に高弾性継手を装備するので、高弾性継手によりアライメント変化を吸収できる。

発電機関の場合は共通台板を防振支持すればよいので、主機に比べれば容易に施工できるが、一般に高コストとなるため、国内建造船での採用実績は少ない。

4. 伝搬経路対策

伝搬経路対策は、騒音が音源から受音室へ伝搬する過程において実施される。船舶では固体音の伝搬による影響が大きいので、騒音対策は固体音中心となるが、その基本的な考え方は、

- 制振材、ブロッキングマスの取付けによる振動エネルギーの減衰
- 防振支持、弾性継手、船体の不連続構造部による振動エネルギーの遮断
- 構造の剛性強化による振動振幅の抑制

などである。

実際のところ、伝搬経路対策は明らかに船舶の建造コスト増となるため、一般商船でこれまで実施された例はほとんどないが、最近 制振材を機関室の主機台及びその近傍に貼付して主機が発生する固体音を低減させた例があるので、これについては実証的調査研究事例のところで紹介する。

5. 受音室対策

受音室への対策は、最も施工しやすく、実船で多用されている。受音室では、主に騒音の遮断と吸収による対策が行われる。騒音対策で使用される内装材、防音材は、SOLASの防火構造要件も満足する必要があるので注意を要する。

(1) 内張り（天上、壁）

内張りとは天上及び壁の鋼板から放射される音を遮断する効果があり、一般にカセットパネルが使用される。防音効果を向上させるため、鋼板にグラスウール、ロックウール等の吸音材を貼付して内張りとの間に適当なエアスペースを設ける場合もある。

(2) 間仕切り

間仕切りの場合は鋼板がないので、遮音性の高い材料にする必要がある。間仕切りとしては、一般にカセットパネルが使用される。遮音効果を大きくするには、面密度の大きな材料を使用する方法とパネル厚さを厚くする方法とがあり、パネルを二重にする場合もある。

(3) 床

船舶では機関室内にディーゼル主機や発電機関が集中して設置されるため、その直上の上甲板上に設置される部屋においては、床からの防音対策が特に重要である。遮音性を向上させるため、一般にセメント、デッキコンポジション等が施工される。また、吸音効果を向上させるため、ロックウール等を敷設する場合もある。

音源室直上の部屋などで固体音が大きな場所では、床

(又は、床と壁)に制振材を施工するか、ロックウール等を用いた浮き床構造が有効と考えられる。これらの固体音対策は、これまで採用された例がほとんどないが、騒音規制が強化される状況を考えると、今後は採用するケースが増加するものと予想される。

6. 制振材を用いた騒音対策の実証的調査研究事例¹⁾

制振材を用いた騒音対策の実証的調査研究の事例を以下に紹介する。図3及び図4は、299GT型セメント船、4300GT型エチレン船及び499GT型タンカーにおいて、居住区の壁(鋼板又はカセットパネル)と床に制振材(金属層0.8mm、制振樹脂層0.5mm)を貼付して固体音を低減させた例である¹⁾。貼付面積率は約50%である。



図3 鋼壁への制振材施工例¹⁾



図4 床への制振材施工例¹⁾

制振材施工による効果については、騒音レベルが平均で約70dB(A)であった居住区に対し、壁と床に制振材を適用することにより、約3dB～5dBの騒音低減効果があることが実証された。

また、図5は、上記の499GTのタンカーにおいて機関室の主機台及びその近傍に制振材を貼付し、主機が発生する固体音を低減させた例である¹⁾。制振材は、センターラインから片舷の範囲(制振材の使用量：9m²)に限定して貼付

されたが、居住区の各部屋で約2dB程度の騒音低減効果があったと報告されている。



図5 主機台ガードへの制振材施工例¹⁾

7. おわりに

船内の騒音防止対策について、騒音対策の考え方と騒音源、伝搬経路及び受音室に関する対策を紹介した。本報が、今後強化されるIMOの騒音規制の対応の一助となれば幸いである。

本会は業界との共同研究も含め、今後も引き続き騒音に関する技術的課題の解決への貢献等を行ってゆく所存である。

参考文献

- 1) “船舶居住区の騒音低減に関する実証研究報告”，日本船舶技術研究協会，日本海事協会，2012