

指向性音源に対する防音壁挿入損失に関する研究

松本, 源生

<https://doi.org/10.11501/3181892>

出版情報 : 九州芸術工科大学, 2000, 博士 (工学), 課程博士
バージョン :
権利関係 :

第6章 総括

本論文では音響放射特性に指向性を持つ音源に関して防音壁の挿入損失を検討し、音源の指向性を考慮した上で挿入損失の評価をおこなった。

第1章において、騒音の制御のために実際に防音壁が用いられる騒音源の指向特性について、既存の調査研究成果なども解説しながら指向性を持つ騒音源の存在を確認した。道路交通騒音に関しては、水平方向に強い指向特性を持つことを明らかとした筑井ら [12] によるテストコースを走行させた乗用車、小型貨物車、大型車の測定、また福島ら [17] による自動車専用道路を走行している車両の実測に基づく指向性の調査結果を紹介した。さらに、二次元境界要素法により乗用車、大型車のボディを考慮した指向性の検討を行い、数値計算による解析でも同様な水平方向に強い指向特性が再現できることを示した。

さらに、工場騒音に関しては、側壁材に比べて強度の弱い材料で構成される一般的な工場建屋では、側壁よりも屋根の透過損失が小さくなるため鉛直方向に強い指向特性を持つことが言われてきた。工場建屋の縮尺模型実験により、外壁から外部音場へと透過する騒音の鉛直方向に強い指向特性を明らかにした。

第2章において、実在する指向性音源に近い指向特性、位相関係を持つ指向性音源を解析的にまたは計算機上で作成した。3つの無指向性点音源を等間隔に配置し、両端の2音源と中間に位置する音源が逆相にする。この点音源群を3点音源と呼び、音源間の間隔や振幅を調整することにより、様々な指向特性を表現でき、しかも実在する指向特性に近い指向特性を持つ音源が作成可能となることを示した。3点音源によると音源の大きさが十分小さいため、音源に比較的近い距離においても遠方音場となることを述べ、さらに遠方音場の定義を緩やかにした指向性が安定する距離の定義をおこなった。

この3点音源を用いて第3章では、指向性音源に対する厚みが十分小さい障壁による遮音効果を評価し、無指向性音源による遮音効果との比較を行った。その結果、指向性が安定する仰角では(3.6)式により定義される「指向性挿入損失差」と(3.7)式により定義される「指向性音圧レベ

ル差」との一致性が高いことが判った。そこで、音源の指向性を考慮した挿入損失の簡易的な算出手順を導くことができた。ここで示した3点音源は音源としての大きさが非常に小さく、無視できる程度である。しかし、実在する音源には当然大きさがあり、本論文で示した挿入損失の簡易的な算出手順がどこまで拡張性があるかは今後更に検討して、検証等を進めなければならない。小型のスピーカやオートバイなどでは音源から受音点がある程度の距離があれば、それらの音源としての大きさは受音点からみて無視できると思われる。しかし、大型のトラックなどでは、例えば20 m程度離れた距離であっても、ボディサイズからすれば、その程度の距離は遠方とはならないと推測される。音源としての大きさが無視できる3点音源による実在する音源の模擬は、受音点からみて、また、障壁があれば障壁からみて、音源の大きさが無視できる範囲が妥当だと考えられる。これら受音点からみて音源の大きさが無視できる距離については、更に音源の指向性に関する詳細な実測データの蓄積が必要となる。

一方、第4章以降では、音源としてのボディの存在により、回折現象を扱わなければならない大きさを無視できない音源に対して指向特性と防音壁の挿入損失を検討した。

第4章においては、大きさを無視できない音源に関して、工場建屋透過音を例にあげ建屋の形状および建造材の透過損失を組み入れて指向特性を計算する手法を提案した。建屋内部を拡散音場と仮定することから出発して、幾何光学的回折理論を適用して周辺の音場を数値計算するモデルは、模型実験結果とも高い精度で一致していた。また、この計算モデルによる数値計算から、工場建屋のような大きさを無視できない音源に対しては、外壁全面からの音響放射を考慮した仮想的な音源の中心位置は、外壁の透過損失の違いにより上下に移動するということが把握した。

続く第5章においては、大きさを無視できない指向性音源に対して防音壁の遮音効果を算出する計算モデルを提案し、模型実験結果と比較することによりその妥当性を検証した。また、計算モデルによる数値計算から大きさを無視できない指向性音源に対する防音壁の遮音効果の傾向を検討した。その結果、3点音源を用いたときのように、指向性挿入損失差が仰角に依存し、指向性音圧レベル差により近似されるという関係の導出は、複数音源や面音源となる大きさを無視できない音源では困難であると結論づけた。しかし、大きさを無視できない指向性音源に関しても、工場建屋透過音のように本計算モデルにより挿入損失が計算できるケースは少なくはない。各線音源毎に境界要素法により音圧レベルを計算しなけれならぬが、2次元音場であるので計算時間は短くてすむ。ただ、境界要素法の内部問題の固有周波数近傍でも解が一意となるために選択するCHIEF内点の決定に試行錯誤が必要となり、固有周波数が多発する建物形状となれば、多

大な手間を要する。しかし、防音壁が吸音性のときでも、剛なときでも建物との間で多重反射が生じるケースでも計算できるため、防音壁と建屋間で生じる多重反射による遮音量の低下なども定量的に把握することも可能となる利点もある。

また、本論文では直壁型の防音壁の検討に留まっているが、境界要素法を適用した本計算モデルによると新型遮音壁に対しても、指向性を考慮した挿入損失の計算ができる。音源の指向特性を考慮した場合、どの形状の新型遮音壁が最も適しているかなども知ることが可能となる。

以上、本論文では音源の指向性を明らかにした上で、その指向特性を考慮した防音壁の挿入損失の計算法を提案した。従来から行われてきた無指向性音源を仮定したもとで算出した挿入損失に比べ、本論文により提案された計算法より実体に合った数値が算出される。防音壁エッジ距離において音源の大きさを無視できない場合には、境界要素法に頼って数値計算しなければならないため、少なからず労力を要する。しかし、防音壁エッジ距離において音源の大きさが十分小さく遠方音場と見なされるときは 3.4 節 に示した簡易算出法が適用でき、騒音対策実務においても有用なツールとなると考えている。