

氏 名	三宅 龍 雄
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	論 工 博 第 3508 号
学位授与の日付	平 成 12 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 題 目	道路構造特殊部における道路交通騒音の予測方法に関する研究

論文調査委員 (主 査) 教 授 高 木 興 一 教 授 森 澤 眞 輔 教 授 飯 田 恭 敬

論 文 内 容 の 要 旨

本研究は、周囲が壁面で囲まれた空間中での点音源からの音伝搬とスリットなどの開口部からの放射音の計算方法の定式化を行い、トンネル坑口部及び蓋掛のある堀割道路部を対象とする道路特殊部の新たな道路交通騒音予測方法、として取りまとめたものである。本論文は序論、第1章から第5章までの研究成果に関する記述、及び第6章総括から構成されている。

第1章では、研究の背景を述べ、今後の道路交通騒音の予測評価において、道路特殊部を含めた騒音予測方法の予測精度の向上と適用範囲の拡大が求められており、特に都市部の自動車専用道路などでトンネル坑口部や蓋掛のある堀割道路部を対象とする騒音予測方法の確立が必要であることを指摘している。

第2章では、道路交通騒音を対象とする騒音伝搬においては、障壁等による反射、回折の影響及び地表面の影響による超過減衰が重要な因子になることを述べるとともに、道路空間が周壁で閉ざされたトンネル構造と堀割構造での開口部からの放射音に関する従来の研究を整理し、各種計算方法の特性と課題を示している。まず、イメージ音源法は、反射音の寄与を計算する基本的な手法であり比較的少数回の反射で近似できる場合に実用的な手法となることを述べ、次に、坑口からの放射音を面音源で表す手法は、拡散音的な放射特性の近似に適するが、その設定位置やパワーの補正量の決定を模型実験に依存していることを述べている。さらに、単一の等価点音源で表す手法は、トンネル内壁の吸音率に合せて放射指向特性を近似するが、外部の障壁による回折効果を過大に算出する問題がみられることを述べている。

第3章では、トンネル内の点音源により放射される坑口音について、トンネル内の吸音に関するパラメータ α を導入することにより、坑口面音響パワーを簡易な計算式で近似できることを示している。また、イメージ音源法との比較により、トンネル内の吸音率 α とパラメータ α との簡単な関係性を明らかにしている。次に、坑口音を直達音とそれ以外の反射音・拡散音に分け、それぞれに対応するパワーレベルを持つ仮想の点音源と面音源をトンネル内に設定し、それらの伝搬音の合成により近似する方法を提案している。この坑口音予測方法は、実大トンネルでの自動車騒音測定結果との比較により、実用的な計算法であることが示されている。

第4章では、任意の向きに置かれた二つの半無限障壁のエッジが平行で一定幅の間隙を持つ場合にできる一般のスリットを対象とした回折効果の定式化を検討している。まず、波動音響理論による精密な計算法の定式化においては、Kellerの幾何光学的回折理論に基づき、任意のスリットを通る音波を幾何光学的音波と単回折波及び二重回折波の重ね合わせで表している。次に、幾何音響学的取扱いによる簡易計算法の定式化においては、精密計算法を近似する簡略化を加え、単回折の実用計算式(前川チャート)を用いた二重回折の簡易計算式を導くとともに、任意のスリットと音源、受音点配置に適用でき、相反性と計算値の連続性を満足するスリット回折の簡易計算式を提案している。簡易計算式による計算値は、波動音響理論による計算値と約2 dB以内の差で一致し、二次元境界要素法による数値計算結果にもよく適合している。また、この簡易計算式は、エッジ間隔の大きい二重障壁による回折問題にもそのまま適用でき、模型実験結果との比較により適合性がよいことが示されている。

第5章では、蓋掛のある堀割道路における騒音予測方法について検討している。波動音響理論に基づく計算法では、堀割区間と蓋掛トンネル区間に分けてそれぞれの区間で堀割側壁面及び矩形トンネル内壁面での多重反射をイメージ音源法によ

り考慮するとともに、蓋掛された堀割開口部から放射される音を一端が閉じた半無限スリットからの伝搬音に置換して扱っている。また、簡易計算法では、第3章のトンネル坑口部の予測式を蓋掛トンネル区間に適用し、第4章のスリット回折の簡易計算式を堀割開口部に適用した予測計算方法を提案している。これらの計算法による計算値は、模型実験結果と適合していることが示されている。

第6章では、研究成果のとりまとめを行い、論文で提案された伝搬計算式及び回折計算式を一括して示すとともに、今後の課題を示している。

論文審査の結果の要旨

本論文は、閉空間内における騒音伝搬特性及び開口部からの騒音放射特性並びに音響障害物であるスリットによる回折効果の近似計算方法を検討し、それらを適用した道路構造特殊部における道路交通騒音の予測方法に関する研究を纏めたものであり、得られた主な成果は以下のとおりである。

1. トンネル内の点音源により放射される坑口音について、トンネル内の吸音に関するパラメータ a を導入することにより、坑口面音響パワーを簡易な計算式で近似できることを示した。また、イメージ音源法との比較により、トンネル内の平均吸音率 α とパラメータ a との簡単な関係性を明らかにしている。

2. 坑口音を直達音とそれ以外の反射音・拡散音に分け、それぞれに対応するパワーレベルを持つ仮想の点音源と面音源をトンネル内に設定し、それらの伝搬音の合成により坑口放射音の指向性を近似する手法を提案した。

3. 任意配置の二つの半無限障壁で作られるスリットを対象とした回折効果について、波動音響理論による定式化を行い、これに幾何音響学的取扱いによる近似を加え、単回折の実用計算式を用いた新たな二重回折の簡易計算式を導くとともに、任意のスリットと音源、受音点配置に適用できるスリット回折の簡易計算式を提案した。また、この簡易計算式は、エッジ間隔の大きい二重障壁による回折問題にも適用できることを示した。

4. 蓋掛のある堀割道路における騒音予測方法として、堀割区間と蓋掛トンネル区間に分けて伝搬計算法を検討し、波動音響理論に基づく計算式を示すとともに、2.のトンネル坑口部の簡易予測式を蓋掛区間に適用し、3.のスリット回折の簡易計算式を堀割開口部に適用した予測計算方法を提案した。

なお、論文で提案された予測計算式は、主に模型実験及び二次元境界要素法により適合性の検討が行われている。

以上、要するに、本論文は、トンネル坑口部及び蓋掛のある堀割道路部における道路交通騒音の予測を可能としており、道路構造特殊部における騒音対策の合理的な検討や環境保全が特に重視される都市部での各種道路構造形式の比較評価に貢献すると考えられる。よって、本論文は博士（工学）の学位として価値あるものと認めた。

また、平成12年2月21日、論文内容とそれに関する事項についての試問を行った結果、合格と認めた。