

## 審 査 の 結 果 の 要 旨

氏 名 米村 美紀

本論文は、「低周波数帯域に純音性成分が含まれる騒音の評価に関する研究」と題し、低周波数帯域に純音性成分が含まれる騒音を人間が聞くとときに感じる大きさ感および煩わしさを聴感心理実験によって調べ、騒音の代表的評価指標との対応により詳細に検討したものである。

設備機械等から発生する騒音には、発生機構によって卓越する純音性成分が含まれることがあり、睡眠影響等の苦情問題に発展する事例も報告されている。この要因として、騒音レベルが低くても純音性成分が耳につくために不快に感じられるという音質的な特徴が指摘されているが、純音性成分の周波数や強度と聴感印象の関係は明らかになっていない。そこで本論文では、環境騒音中に低周波数純音性成分が含まれた場合を想定し、聴感評価実験によって純音性成分が騒音の聴感印象に及ぼす影響を定量的に把握するとともに、騒音の代表的評価指標および純音性の評価指標との対応関係について検討し、以下に述べる 7 章でその内容をまとめている。

第 1 章では、研究背景および研究目的を提示し、論文の構成について述べている。

第 2 章では、本研究の検討で用いる評価指標について、マスキングおよびラウドネスの理論と計算方法について説明するとともに、既往の騒音評価研究について概況を提示し、さらに騒音中に含まれる純音性成分の可聴性の指標として、マスキング理論にもとづき構築された純音性可聴度 (TA) の計算方法を説明している。従来の騒音評価研究においては、ラウドネスとアノイアンスがよい対応関係にあることを示す既往研究が多く存在するが、純音性成分を含む騒音に対する適用性については検証の余地があることを指摘している。

第 3 章では、騒音中に含まれる純音性成分の聞こえに関する基礎的な事項として、マスキング閾値の計測を行っている。本研究では、一般環境騒音を模擬したノイズを含む複数のマスキングノイズを用いて 40~400 Hz の低周波数純音について詳細に検討している。結果として、マスキング閾値とマスキングノイズのエネルギー差は概ね一定の関係にあるが、50 Hz 以下の低周波数純音については、静穏環境下における純音の最小可聴値が高いために、マスキング閾値

が高くなる傾向が認められ、また、国際的に用いられている指標である IEC 61400-11:2012 に定める純音性可聴度による評価値と実際の可聴性に差異がみられることを指摘している。

第4章では、環境騒音を模擬したノイズに 40～200 Hz の低周波数純音性成分を付加した試験音のラウドネスを評価し、純音性成分が及ぼす影響を定量的に検討している。主観的なラウドネスの増加量は背景騒音の周波数特性によって異なり、低域優勢の周波数特性であるほどラウドネスの増加量が大きくなる傾向であると述べている。また、物理的なラウドネス指標として ISO532-1,2:2017 で定められているラウドネスレベル 2 種類と、騒音の評価で最も広く使われている A 特性音圧レベルを用い、各試験音に対する物理的な指標の値と心理評価値の対応関係を、各指標の算出方法に基づいて考察している。A 特性音圧レベルによる物理的評価は主観的なラウドネスと乖離する傾向がみられ、乖離の要因が指標算出時に参照されるラウドネス特性の差異にあることを指摘している。

第5章では、騒音に対する総合的な印象として「わずらわしさ」を評価する実験を行っている。環境騒音を模擬したベースノイズに周波数・強度の異なる純音を付加した刺激を用い、純音性成分を含むことによるわずらわしさの増分を **Tonal Adjustment** として評価するとともに、騒音評価指標による差異についても考察している。**Tonal Adjustment** は、純音性成分の強度が増すほど大きくなるが、その値は純音の強度および周波数、ベースノイズの周波数特性およびレベルによって異なり、そのうち純音性成分の周波数による差異の一因として、純音の最小可聴値の影響を指摘している。ラウドネス指標に関する考察では、指標算出時に用いる等ラウドネス特性に着目した定量的な考察を行い、等ラウドネス曲線の特性を詳細に考慮した重み付けをした音圧レベルを試算・比較することで、指標間の違いが低周波領域における音圧・ラウドネス特性の非線形性に起因することを示している。

第6章では、3章および5章の結果に影響していると考えられた純音の最小可聴値の影響を、純音性可聴度の算出に際して定量的に考慮する手法を提案している。5章で得られた実験結果を、提案する方法で再評価することにより、妥当性の検証を行っている。

第7章では、以上の研究成果を取りまとめるとともに、今後の課題について述べている。

以上に述べたように、本論文は、低周波数帯域に純音性成分が含まれる騒音の評価に関して、純音性成分が騒音の聴感印象に及ぼす影響を定量的に把握することを目的とし、実際の聴取環境を想定した聴感心理実験データを体系的に整理するとともに、従来用いられてきた騒音評価指標との対応について詳細に

検討したものである。純音性成分および背景騒音をパラメータとして得られた数多くの聴感心理実験データに資料的価値があるとともに、騒音評価指標の検討において、ラウドネス特性および純音の最小可聴値という聴覚に関する基礎的な事項に還元して詳細に検証されており、建築音響工学の発展に大きく貢献するものである。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。