

## 都市環境騒音の評価手法に関する研究

## 学位論文内容の要旨

都市における環境騒音は、音響的特性の異なる種々の音源から放散される騒音が、時間・空間的な変動を伴って、生活空間に侵入していることに特徴がある。都市環境騒音を望ましい水準に制御することは、都市環境工学上の重要な課題であるが、そのためには、科学的で合理的な評価方法を確立する必要がある。従来、我が国では、都市環境騒音の評価方法として、環境基準の設定に代表される如く、航空機騒音、新幹線鉄道騒音、（一般）環境騒音等の各音源種類別に異なる評価指標が採用されているが、都市環境騒音の総合的評価及び総合的対策という工学上重要な観点からみて、これらの異なる評価指標を統一していく方向性が必要である。

本論文では、都市環境騒音の統一的評価指標を構築するための基礎的知見を得ることを目的として、居住者の都市環境騒音に対する主観評価と都市環境騒音の物理的特性値の関係を社会調査の手法により検討し、等価騒音レベル $L_{Aeq}$ を基礎評価指標とする評価モデルを提案した。以下に、各章の要旨を記す。

第1章では、本研究の背景と目的、研究方法を述べた。

第2章では、都市環境騒音の評価における基本的な課題である数分間以内の短時間のやかましき（noisiness）の主観評価に関する問題を論じている。変動騒音の主観評価特性については、実験室における1音源の下での心理実験による知見があるが、多くの音源が複合する都市環境騒音そのものを対象とした研究事例は数少ない。本研究では、都市内の種々の地域において騒音測定を行い、同時に5秒毎の瞬時音の音源判断及び500秒間の測定時間内の最もやかましき音源（支配的音源）の主観判断に関する聴取実験を行った。これより、まず都市環境騒音の500秒間に出現する音源数の平均が約4音源であることが知られた。次に、支配的音源の主観判断の結果を分析した結果、音響エネルギーの時間積分に基づく音源別評価指標（トータル暴露レベル $L_{A,T}$ ）と比較して、Stevensのべき法則に対応する時々刻々のやかましきの心理量の時間積分に基づく音源別評価指標がより優れた適合度を示すことを見出した。さらに、主観評価に及ぼす音源特性がべき指数の音源による違いとして検出された。しかし、実用的な観点からみると、音響エネルギー

積分に基づく評価指標は、許容される誤差範囲にあることも明らかになったので、次章以降の分析においては、 $L_{eq}$ を基礎評価指標として採用した。

第3章及び第4章では、短時間のやかましき評価から、日常生活におけるうるささ、騒音影響感(annoyance)の評価へとより実用的な段階に発展させるため、都市の居住空間における24時間の騒音暴露の実態及び日常生活における具体的生活妨害と騒音影響感の主観評価の構造について論じている。

第3章では、屋外環境騒音レベル、屋内騒音レベル、居住者の騒音暴露レベルの24時間同時計測を行い、空間別・居住者の行動別の騒音暴露の実態を分析した。その結果、屋外環境騒音レベル、屋内騒音レベル、居住者の騒音暴露レベルの間の関連性は、24時間の等価騒音レベル $L_{eq(24h)}$ において希薄であり、それぞれ独立した音環境であることが示された。しかし、屋内騒音レベル、居住者の騒音暴露レベルについて短時間レベル $L_{eq(10min)}$ の詳細な要因分析を行った結果、住居の遮音性能に依存しつつ屋外環境騒音レベルと屋内騒音レベルの関連が生じていること、又、居住者が屋内において発生する音の騒音レベルが外部からの侵入騒音レベルに依存する傾向があるため、居住者の騒音暴露レベルにまで侵入音の影響が及んでいることが明らかとなった。

第4章では、居住者(主婦)が騒音に対して抱いている種々の主観評価(うるささ、騒音影響感及び個別の日常生活妨害感)と前章で調べられた諸種の騒音レベル統計量の間の相関分析を行い、屋外環境騒音における $L_{eq(24h)}$ 及び昼夜騒音レベル $L_{dn}$ が、うるささ、騒音影響感の主観評価と最も相関が高い評価指標であることを示した。さらに、パスモデルを導入して主観評価の因果構造に関する分析を行い、騒音影響感は屋外環境騒音及び住居内への侵入騒音によってもたらされていることを明らかにした。

第5章では、本論の最も重要な課題である都市内における異種音源による環境複合騒音の実用的評価方法を検討するため、一般環境騒音と航空機騒音の重畳する地域を対象とした社会調査により、騒音の物理的状態と住民の騒音に対する意識状態に関する資料を収集し、種々の評価モデルの比較検討を行った。この社会調査では、1ないし2住居毎に環境騒音レベルを測定し、又、飛行機周辺の航空機騒音実測調査に基づいて航空機騒音のWECPNL、 $L_{dn}$ を推定している。種々の日常生活妨害感、うるささ及び総体的騒音影響感を評価対象とし、一般環境騒音と航空機騒音を重畳する場合について、既往の諸提案モデル及び本研究で提案した評価モデルの適合度を比較した結果、本研究の提案モデル(補正エネルギー加算モデル)が優れた特性を有することを見出した。本モデルは、航空機騒音に対し、一定の音響エネルギーをペナルティとして加えるこ

とにより暴露レベルを補正するものであり、3種以上の異種音源が複合する場合に適用することも可能である。

第6章では、都市スケールにおける環境複合騒音の予測評価システムの構築の試みとして、東京都地域を対象とした道路交通騒音、工場騒音、鉄道騒音、航空機騒音の現況推計を行い、第5章で提案した評価モデルに基づく環境複合騒音の評価値分布図を作成した。

第7章では、本研究を総括し、今後に残された研究課題について述べた。

なお、本論文には補章を付し、都市環境騒音の評価モデルを構築する上で重要である統計的処理の方法に関する基礎理論を整理するとともに、都市環境騒音の時間・空間的な分布の実態を統計的側面から明らかにしている。

## 学位論文審査の要旨

主 査 教 授 金 安 公 造

副 査 教 授 落 藤 澄

副 査 教 授 伊 福 部 達

副 査 教 授 泉 清 人

(室蘭工業大学大学院工学研究科)

副 査 助 教 授 長 谷 部 正 基

本論文は、都市環境騒音の統一的評価指標を、科学的で合理的な手法により構築するための基礎的知見を得ることを目的として、居住者の都市環境騒音に対する主観評価と都市環境騒音の物理的特性値の関係を社会調査の手法により検討し、等価騒音レベル $L_{Aeq}$ を基礎評価指標とする評価モデルを提案したものである。

第1章では、研究の背景と目的、研究方法を述べている。

第2章では、都市環境騒音の評価における基本的な課題である数分間以内の短時間のやかましき (noisiness) の主観評価に関する問題を論じている。変動騒音の主観評価特性については、実験室における1音源の下での心理実験による知見があるが、多くの音源が複合する都市環境騒音そのものを対象とした研究事例は数少ない。本研究では、都市内の種々の地域において騒音測定を行い、同時に、最もやかましい音源(支配的音源)の主観判断に関する聴取実験を行って

る。これより、音響エネルギーの時間積分に基づく音源別評価指標（トータル暴露レベル $L_{eq}$ ）と比較して、Stevens のべき法則に対応する時々刻々のやかましさを心理量の時間積分に基づく音源別評価指標がより優れた適合度を示すことを見出している。

第3章及び第4章で、短時間のやかましさを評価から、日常生活におけるうるささ、騒音影響感（annoyance）の評価へとより実用的な段階に発展させるため、都市の居住空間における24時間の騒音暴露の実態及び日常生活における具体的生活妨害と騒音影響感の主観評価の構造について論じている。

第3章では、屋外環境騒音レベル、屋内騒音レベル、居住者の騒音暴露レベルの24時間同時計測を行い、空間別・居住者の行動別の騒音暴露の実態を分析している。屋内騒音レベル、居住者の騒音暴露レベルについて短時間レベル $L_{eq(10min)}$ の詳細な要因分析を行った結果、住居の遮音性能に依存しつつ屋外環境騒音レベルと屋内騒音レベルの関連が生じていること、又、居住者が屋内において発生する音の騒音レベルが外部からの侵入騒音レベルに依存する傾向があるため、居住者の騒音暴露レベルにまで侵入音の影響が及んでいることを見出した。

第4章では、居住者（主婦）が騒音に対して抱いている種々の主観評価（うるささ、騒音影響感及び個別の日常生活妨害感）と前章で調べられた諸種の騒音レベル統計量との相関分析を行い、屋外環境における $L_{eq(24h)}$ 及び昼夜騒音レベル $L_{dn}$ が、うるささ、騒音影響感の主観評価と最も相関が高い評価指標であることを示し、さらに、パスモデルを導入して主観評価の因果構造に関する分析を行って、騒音影響感屋外環境騒音及び住居内への侵入騒音によってもたらされていることを明らかにした。

第5章では、本論文で最も重要な課題として都市内の異種音源による環境複合騒音の実用的評価方法を検討するため、一般環境騒音と航空機騒音の重畳する地域を対象とした社会調査により、騒音の物理的状态と住民の騒音に対する意識状態に関する資料を収集し、種々の評価モデルの比較検討を行っている。この社会調査では、1ないし2住居毎に環境騒音レベルを測定し、又、飛行場周辺の航空機騒音実測調査に基づいて航空機騒音のWECPNL、 $L_{dn}$ を推定している。種々の日常生活妨害感、うるささ及び総体的騒音影響感を評価対象とし、一般環境騒音と航空機騒音を重畳する場合について、既往の諸提案モデル及び本研究で提案した評価モデルの適合度を比較した結果、本研究の提案モデル（補正エネルギー加算モデル）が優れた特性を有することを見出している。このモデルは、航空機騒音に対し、一定の音響エネルギーをペナルティとして加えることにより暴露レベルを補正するものであり、3種以上の異種音源が複合する場合に適用することも可能である。

第6章では、都市スケールにおける環境複合騒音の予測評価システムの構築の試みとして、東京都地域を対象とした道路交通騒音、工場騒音、鉄道騒音、航空機騒音の現況推定を行い、第5章で提案した評価モデルに基づく環境複合騒音の評価値分布図を作成している。

第7章では、本研究を総括し、今後に残された研究課題について述べている。

これを要するに、著者は、都市の環境騒音制御に対する工学的手法の適用に関して貢献するところ大なるものがある。

よって著者は、博士（工学）の学位を授与される資格あるものと認める。