

Title	室内音響設計および音響測定の高精度化に関する研究(Abstract_要旨)
Author(s)	西, 隆司
Citation	Kyoto University (京都大学)
Issue Date	1989-07-24
URL	https://doi.org/10.14989/doctor.r6936
Right	
Type	Thesis or Dissertation
Textversion	author

氏 名	にし たか し 西 隆 司
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 2257 号
学位授与の日付	平 成 元 年 7 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	室内音響設計および音響測定の高精度化に関する研究

論文調査委員 (主 査)
教授 川 端 昭 教授 板 谷 良 平 教授 松 浦 邦 男

論 文 内 容 の 要 旨

室内音響の設計には、従来から残響時間が一つの指標とされてきた。しかし、同じ残響時間であっても、音場内の位置により心理的印象が異なり、総合的視野に立った音場評価が求められている。本論文は、音場の心理的印象の違いを、より良く判断できる物理パラメータの抽出、この物理パラメータを精度良く測定するシステムの開発および室内音響設計に対する評価について提案したもので、7章からなっている。

第1章は序論で、本研究の背景と位置づけについて述べている。

第2章では、室内音響設計を目的として開発したCADシステムについて述べている。即ち、虚像法と音線追跡法の両手法が可能で、3次元の幾何学的モデルに対するアルゴリズムを開発した。とくに、最近重要性が指摘されている初期反射音についても出力でき、音源の指向性や特定の壁画で反射した音が到達する領域の表示もできるように工夫されている。

第3章では、部屋の基本的な形状と物理パラメータとの対応について考察している。即ち、初期反射音の横方向エネルギー成分、前方エネルギー成分、後方エネルギー成分および初期反射音エネルギーの4つの物理量に着目し、室形との対応を総合的に評価することを試みた。各種の条件を設定してシミュレーション実験を行い、前記4つの物理量が音響設計に有用であることを示した。

第4章では、音源信号の物理的性質と心理的に好ましい残響時間との対応について検討している。心理実験の結果、残響時間が1秒付近で弁別限が最も小さい値になること、および広帯域信号の場合、弁別限は6～7%であることを示した。また、音源信号に適度の響きを加えることが好ましく、その程度は音源信号のレベル変動の激しさに依存すること、物理量の観測は2秒以上でよいことなどを指摘している。これらの結果は、残響可変装置をもつ多目的ホールの残響時間設定の指針となる。

第5章では、高精度の室内音響測定システムについて述べている。即ち、空間的に多数配置したマイクロホンに位相合成することにより鋭い指向特性を実現する広帯域アレイマイクロホンを新しく開発し、これを收音系とする音場計測システムを提案した。測定する物理パラメータとして、残響時間、80 ms以内の初期反射音対全エネルギー比、定常状態エネルギー、初期反射音エネルギーの横方向成分と前後比、お

よび伝送周波数特性から抽出した中音域と低音域ならびに高音域のエネルギー比を選び、これらの測定により同一音場内の異なる受音点間の差や異なる音場間の差を統一的に把握できることを示した。

第6章では、前記システムを用いて測定した物理パラメータにより音場を分類し、音場間の違いについて心理実験を行い、心理パラメータと物理パラメータとの対応について考察している。即ち、受音点間の心理的印象の違いは、ほぼ3次元で説明できること、この心理的印象の違いを決定する要因は、響きの長さ、音像の定位方向などであるとしている。また、心理的には、主として響きの長さで音場をマクロに分類できることを示した。

第7章は結論、本論文の成果について要約している。

論文審査の結果の要旨

室内音響設計は残響時間を中心に実施されてきたが、受音点位置の違いによる音量感、豊かさ、音像の融合や分離感、広がり感なども配慮した総合的視野に立った設計が要望されている。本論文は、音場の心理的印象の違いに関連する物理パラメータの抽出と、そのパラメータを精度よく測定するシステムを開発し、室内音響設計の指針を提案したもので、得られた成果の主なものは次の通りである。

1. 室内音響設計に有用なCADシステムを提案した。3次元幾何学モデルについて、虚像法と音線追跡法の両手法が可能で、特に最近重要性が指摘されている初期反射音の振舞いを中心とした物理パラメータに注目し、室形状、内装材料の種類と配置などの決定に有用であることを示した。

2. このCADシステムを音場シミュレーションに用い、室形状と初期反射音から抽出した物理パラメータ、即ち、初期反射音の全エネルギー、横方向成分、前方向成分および後方向成分の4種類について、空間分布や平均値との関係を明らかにし、舞台形状を扇形にした方が長方形にした場合より初期反射音が有効に利用できることを示した。

3. 残響時間の弁別限を求める心理実験の結果、残響時間が1秒付近で弁別限が最も小さくなり、広帯域信号の場合、弁別限が6～7%となることを明らかにした。また、音源信号波形の実効値を越える時間率と好ましい響きを与える残響時間の間に、かなり高い相関関係のあることを示した。

4. 反射音の指向性を考慮に入れるため、広帯域アレイマイクロホンを用いた音響測定法を提案した。音場の特徴を示す物理パラメータとして、残響時間、80 ms以内の初期反射音対全エネルギー比、定常状態エネルギー、初期反射音エネルギーの横方向成分と前後比、および伝送周波数特性から中音域に対する低音域と高音域のエネルギー比の7種類を採り上げ、同一音場内の異なる受音点間の差や異なる音場間の差を統一的に把握できることを明らかにした。

5. 前記物理パラメータを測定したときと同じ音場内の受音点において、受音点間の心理的な違いを調べる実験を行い、響きの長さや音像の定位方向が主要な要因であると指摘している。

以上要するに本論文は、室内音響設計に対してCADを導入し、とくに初期反射音の振舞いを中心に有用な物理パラメータを抽出し、高精度の音響測定と心理実験により、室形状や内装材料の種類と配置などを設計する主要な指針を与えたもので、学術上、実際上寄与するところが少なくない。よって本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。

また，平成元年5月13日，論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果，合格と認めた。