

# 旅客コンコースのアナウンス聴取に対する吸音対策効果の実験的検討

## Experimental Study on Effects of Absorption on Speech Intelligibility of Announcement in Concourse

学籍番号 47176829

氏 名 俞 凡 (Yu, Fan)

指導教員 佐久間 哲哉 准教授

### 1. はじめに

#### 1.1. 研究背景

旅客コンコースとは鉄道の駅や空港などの多くの空間において、通路が交差する場所や大通路、中央広場である。音環境の視点から見ると、旅客コンコースには列車、旅客、商業施設、案内放送など多種多様の音源が存在し、喧騒的な音響空間と言える場合が多い。また、多くの旅客コンコースが設計される際には安全性、耐久性、メンテナンス性を優先させることから、タイル、金属板など音を反射しやすい材料が使用される場合が多い。そのため、過剰な響きが生まれやすい。その結果、多くの旅客コンコースでは快適性の確保が不十分、騒音による健康被害、アナウンスの聞き取りが困難など多数の音環境の問題が生じる。本研究では駅や空港の安全性に関するアナウンス聴取に着目し検討する。

旅客コンコースのアナウンスでは飛行機・列車の発着の案内、視覚障害者の誘導、非常時に避難情報の提供など重要な役割がある。アナウンス聴取が困難の場合では必要な情報が利用者に正しく伝わらない可能性があり、利用者を混乱させ、危険にさらすことにもつながりかねない。従ってアナウンスの明瞭度を改善ための対策が必要

である。

音声伝達性能に影響を及ぼす主要因を図 1 に示す。音声伝達の過程は発声系、伝送系および受聴系の 3 段階に分類できる<sup>[1]</sup>。発声系は発話者が声に出すところまでをいい、伝送系は音声の出口である発声者の口から受聴者の耳に届くまで、受聴系は受聴者の外耳から認識までの系をいう。伝送系の要因に着目すると、吸音では残響抑制と騒音低減の効果を持つため、吸音対策ではアナウンスの明瞭度を向上する効果があるだと考えられる。しかし吸音対策がアナウンス聴取に対する具体的な効果が不明である。

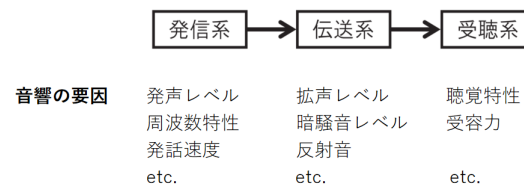


図 1. 音声伝達のプロセスと影響を及ぼす要因

#### 1.2. 研究目的

以上の状況を踏まえ、本研究では旅客コンコースのアナウンス音の聴取に対する吸音対策効果の具体的な効果を検討するため、音声の再現性を重視する旅客コンコースの音環境に対する可聴化シミュレーションシ

システムを構築する。そして室寸法・騒音設定・吸音設定が異なる旅客コンコースの音環境を可聴化し、主観評価実験により吸音対策の効果を確認する。

## 2. 研究手法

### 2.1. 数値解析手法

数値解析手法には幾何音響解析の音線法という手法を用いる。音線法とは図2に示すように、音源から放出された多数の音線を追跡し、最終的にこの受音球に到達するエネルギーから、音源と受音点の伝達特性である響きの情報をもつインパルス応答を算出する手法である。可聴化にはインパルス応答を生音源に畳み込み、空間の残響を追加する。

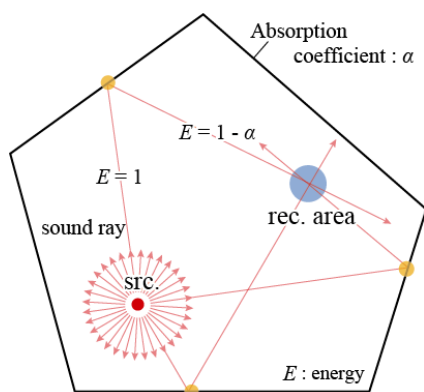


図2. 音線法

### 2.2. 音場再生手法

音場再生手法には、図3に示すように、6チャンネル音場再生システム<sup>[2]</sup>を用い、無響室内の6台のスピーカから、指向性を持った音源を再生し、中央の就聴位置で3次元の音場を再現する。

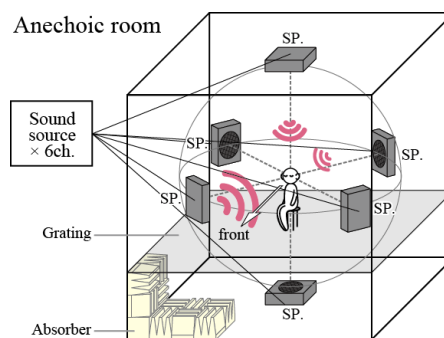


図3. 6チャンネル音場再生システム

## 3. 条件設定

### 3.1. 事前調査

条件設定を検討するため、首都圏のコンコースを対象として実測調査を行なった。

一例として、コンコースCの室寸法は約100m×24m×14mであり、5分間に測定した等価騒音レベル(A特性)は63dB、アナウンスのパワーレベル(A特性)は85dBである。暗騒音の等価騒音レベル(A特性)の周波数特性は図4に示す。

500Hz 又は 1kHz にピークを持つため、騒音源は人の話声と足音だと考えられる。

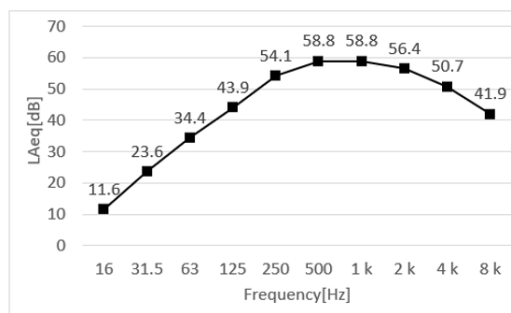


図4. 暗騒音の周波数特性

### 3.2. コンコース寸法の設定

コンコース寸法ではコンコースCの寸法を参考し設定する。矩形室を想定し、広さは100m×20mに固定させる。天井高は10m、20mの二条件である。

### 3.3. 暗騒音の設定

騒音源は人の話声とした。話者密度の設定より暗騒音レベルを変化させる。低密度(0.01 人/m<sup>2</sup>)、高密度(0.04 人/m<sup>2</sup>)の二条件で騒音源を配置する。各騒音源の A 特性パワーレベルは普通会話程度の 68dB とした。

### 3.4. 吸音条件の設定

吸音設定については図 5 に示す七条件である。吸音材の配置位置では吸音なし、天井のみ吸音、天井と壁上部吸音、天井と壁下部吸音の四条件とする(図 6)。吸音なしの表面はボード仕上げと想定し吸音率は 0.1 とする。

N: 吸音なし  
A1: 天井のみ中程度吸音  
A2: 天井のみ高度吸音  
B1: 天井と壁上部中程度吸音  
B2: 天井と壁上部高度吸音  
C1: 天井と壁下部中程度吸音  
C2: 天井と壁下部高度吸音

図 5. 吸音設定の七条件

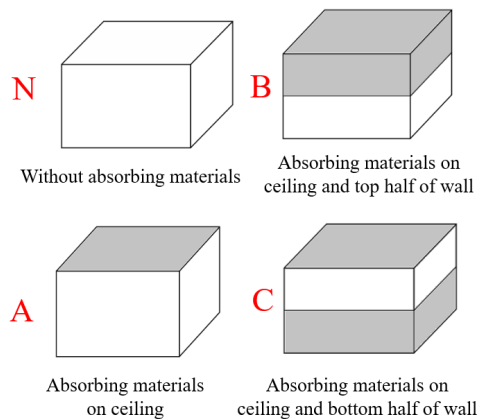


図 6. 吸音材の配置位置

### 3.5. 音源(アナウンス音)・受音点の設定

受音点は室の中心に高さ 1.5m 点に配置する。アナウンスの音源は壁近傍に受音点から 10m 離れた高さ 5m の場所に配置する。アナウンスの A 特性パワーレベルは 85dB とする。

## 4. 主観評価実験

以上の 28 条件の再生音場において音声の「聴き取りにくさ」や周囲の「うるささ」に関して主観評価実験を行い。実験の様子を図 7 に示す。



図 7. 主観評価実験の様子

## 5. 実験結果

主観評価実験の結果について、「聴き取りにくさ」の平均評点を図 8 に示す。また、「聴き取りにくさ」と関連性が高いと予測された U50 も同じ図に「\*」でプロットした。

吸音ありの条件と吸音なしの条件に対する平均評点を比較すると、どの吸音設定においても吸音より「聴き取りにくさ」を低減する効果が示されている。

吸音ありの条件のうち、最も U50 が小さい「天井のみ中程度吸音」でも顕著な「聴き取りにくさ」を低減する効果を示しているが、吸音ありの各吸音条件において「聴き取りにくさ」の変化幅が小さく、吸音率と吸音面積の増大より「聴き取りにくさ」を低減する効果の増大が見られなかった。これは U50 と同じ傾向を示している。

また、「天井と壁下部高度吸音」の場合の「聴き取りにくさ」は「天井と壁下部中程度吸音」の場合より大きく、U50 との逆の傾向を示している。これは吸音効果の増大により騒音の明瞭度も共に上昇すること

で、本来の無意味騒音が有意味騒音になり、妨害感が増大することが原因だと考えられる。つまり、適切な吸音対策ではアナウンス音の明瞭度を向上する効果を持つが、吸音過剰の場合、アナウンス音が逆に聴き取りにくくなる可能性がある。

そして、吸音対策が音環境の改善に対する効果を検討するため、条件設定毎に「聴き取りにくさ」と「うるささ」を関連してプロットし、図 9 に示す。点が原点に近いほど音環境が良いと考えられる。

話者密度  $0.01/\text{m}^2$  の場合、最も良い音環境と言えるのは「天井高 10m」「天井のみ高度吸音」であり、話者密度  $0.04/\text{m}^2$  の場合、最も良い音環境と言えるのは「天井高 20m」「天井のみ中程度吸音」である。軽度な吸音対策でも良い音環境を改善する効果を持つことがわかる。また、室寸法あるいは騒音源の分布が異なる場合、吸音対策の効果が異なる可能性が示唆された。

## 6. おわりに

以上より、本研究では可聴化シミュレーションシステムを構築し、旅客コンコースの音環境を再現し、主観評価実験により吸音対策の効果を検討した。軽度な吸音対策でも比較的の高い明瞭度を向上する効果を持つことが示され、吸音過剰の場合明瞭度が逆に低減する可能性を示唆した。

### 参考文献

- [1] 日本建築学会環境基準 AJES-S0002-2011, “都市・建築空間における音声伝送性能評価規準・同解説,” 日本建築学会 (2011).
- [2] 上杉崇, 佐久間哲哉: 多チャンネル音場再生システムの再現精度に関する検討 -音源距離感について-, 日本音響学会春季研究発表会講演論文集, pp.419-420, 2007.

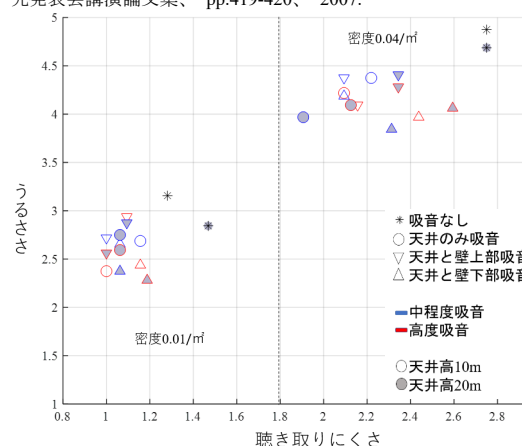


図 9. 各条件設定の「聴き取りにくさ」と「うるささ」

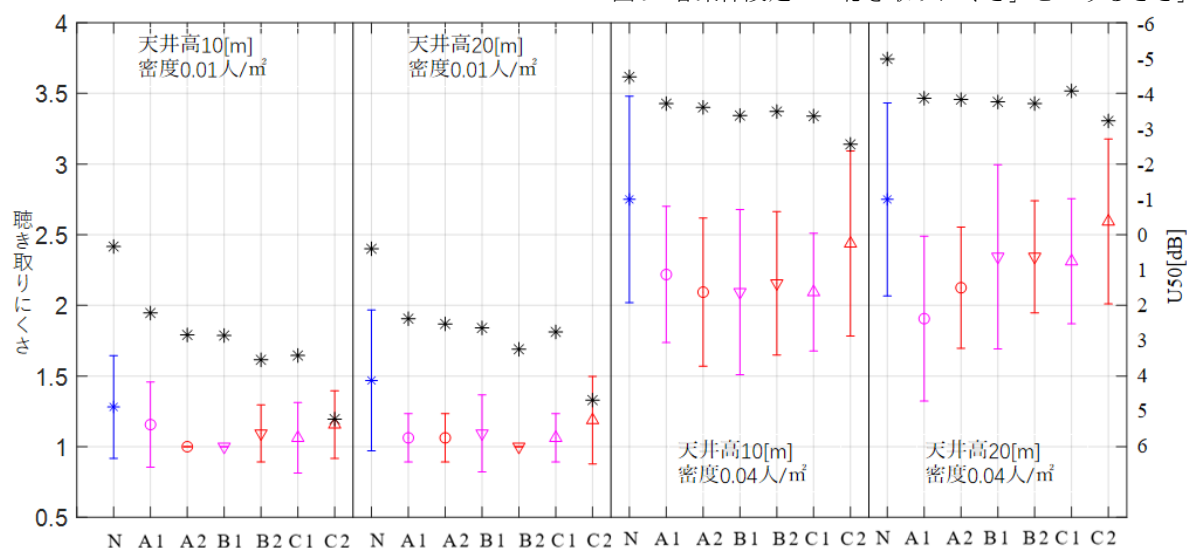


図 8. 「聴き取りにくさ」の平均評点