

旅客コンコースの建築的要因による音環境特性の評価

03190075 嶋崎 駿介

1. はじめに

1.1 研究背景

駅、空港等の公共空間では、様々な情報が拡声放送により伝達される。これらの公共空間は大空間であることが多く、また耐火性やメンテナンス性を重視して音を反射しやすい材料が使用されることから残響過多になる可能性がある。また、スピーカ音、話声、雑踏音等の多数の騒音源が存在し、喧騒感が高まりやすい。このような環境では、音情報の伝達が困難となり、快適性や、非常時の安全性に問題が生じる場合がある。

1.2 研究目的

以上の状況を踏まえ、本研究では、旅客コンコースにおける音響設計に資する知見を得ることを目的とし、複数建築的特性の旅客コンコースを想定し幾何音響シミュレーションによって、室形状・吸音条件が室内騒音と拡声放送の伝達性能に及ぼす影響の検証・評価を行う。

2. 研究方法

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を用いる。音線法とは図1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。

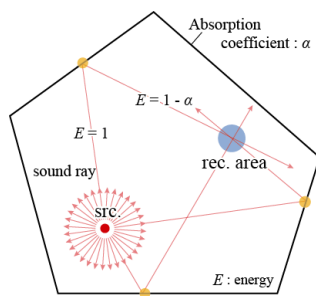


図1 音線法

3. 条件設定

3.1 空間寸法

既往文献^[2]の値を参考に空間寸法を設定した。床面 10m×60m、20m×30m(以下 A、B)では天井高 4m、8m、床面 20m×120m(以下 C)の巨大空間では天井高 4m、8m、16m の 7 パターンとした。

3.2 吸音条件

天井の吸音なし、天井面積の半分が吸音素材、天井の全面が吸音素材の 3 条件(以下 x、y、z)とした。吸音材は岩綿吸音板とする。床面と壁面は反射性材料とし、人の吸音は床に等価の吸音率を与えて考慮する。

3.3 人の密度

人の密度については閑散時、混雑時想定し、それぞれ 5m 四方に 1 人 (0.04 人/m²)、2m 四方に 1 人 (0.25 人/m²)、とした。

3.4 音源

スピーカについて

天井面に1台ある集中配置、と複数台ある分散配置の2パターン設定した。集中配置では室の中央に、分散配置では10m四方に1台とし、駅コンコース等に多い天井埋め込み式を想定した。天井高16mの条件でのみ、周囲の壁の床から4mの位置に、壁埋め込み式のスピーカを配置した。受音点は室の中央に高さ1.5mとした。スピーカの音響パワーレベルは、受音点でのA特性音圧レベルが、65dB、70dB、75dBの3条件を設定した。

騒音源について

旅客コンコースにおける騒音源は話声が支配的^[2]であるため、音源として話声のみを設定した。閑散時には10m四方に1人 (0.01人/m²)、混雑時には5m四方に1人 (0.04人/m²)とし、高さ1.5mに配置した。比較のため、0人の場合の検証も行った。音響パワーレベルは一人当たり 68dBと設定した。図2に一部条件での音源と受音点の配置図を示す。

図3に各条件での受音点でのスピーカ音と暗騒音のA特性パワーレベルの値を示す。

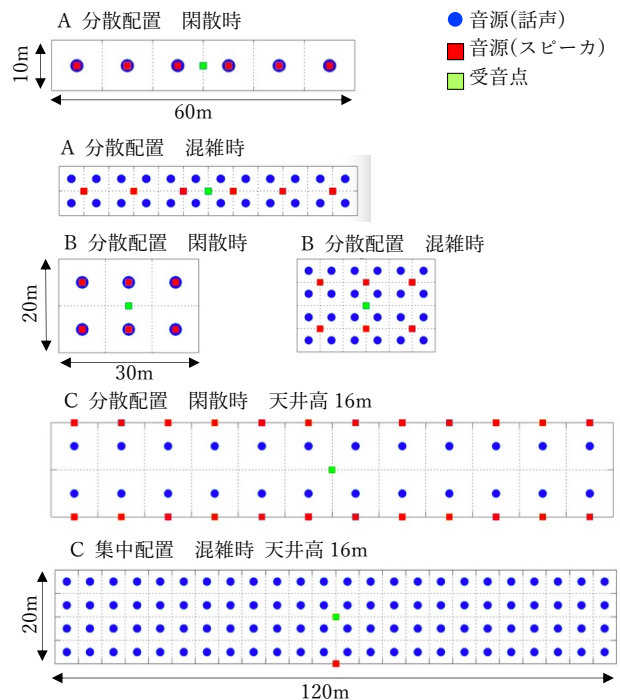


図2 音源・受音点の平面配置

4. 結果と考察

4.1 残響時間 T_{20} 、 T_{30}

スピーカと受音点間のインパルス応答から算出した残響時間の値を図5、6で示す。室容積の大きいCの空間や天井の高い条件で、残響時間が長くなる傾向が見られた。天井反射性の条件(x)では人の吸音による残響時間の減少が確認できたが、天井に吸音材を配置した条件(y、z)では大きな変化はなく、天井吸音が支配的であった。スピーカを増設すると残響時間も多少伸びる傾向はあるものの、全体的にほとんど変わらない結果となった。エネルギー量が増加しているものの、残響時間自体はエネルギー減衰特性によって決まっているためと考えられる。天井の半分が吸音素材の条件(y)でも、全面が吸音素材の(z)の条件に近い残響時間の値となっており、天井の半分が吸音素材の場合でも残響抑制の効果が確認できた。

4.2 ディフィニション D_{50}

スピーカと受音点間のインパルス応答から算出した D_{50} (500-1000Hz 帯域)の値を図4で示す。 D_{50} は音声明瞭度指標の1つで直接音到来から50msまでの初期エネルギーを、明瞭度を高める有効音と考え、全エネルギーで除した比率で、100%に近づくほど明瞭度が高いと言える。天井高4mに比べ、8mの条件では20%前後低下し、16mの条件ではさらに低下した。スピーカを増設すると、20%前後低下し、スピーカが24台になる空間寸Cの条件ではさらに大幅な低下も見られた。また天井を吸音することで明瞭度 D_{50} が20%上昇した。

4.3 クラリティ C_{50} 、Useful-to-detrimental ratio U_{50}

音声明瞭度指標である C_{50} 、 U_{50} の値を図7、8で示す。 U_{50} は、直接音到来から50msまでの初期反射音を有効音とし、50ms後に到来する後部残響音に加え、騒音を妨害音として考慮した指標で、+5dBで聞き取りにくさ発生率が約50%となることが知られている。 C_{50} は U_{50} と算出方法は同じで、妨害音に騒音を考慮しない値である。スピーカを増設すると全体的に明瞭度が低下した。スピーカ1台の条件では天井高4mに比べ、8mの条件では明瞭度が大

きく低下した。一方で天井の吸音に比例して明瞭度は上昇し、天井の全面に吸音材を配置した条件(z)では4dB程の上昇が見られた。スピーカ複数台で天井反射性の場合(図7)、 U_{50} の値がほとんどの条件で0dBを下回り、天井の吸音が不可欠であることが確認できた。 C_{50} が大きく有効音の割合が多くても、SN比が十分な大きさを確保出来なければ、暗騒音にマスクされて U_{50} が0dBを下回ることもあった。一方で、SN比が十分に確保されていても、後部残響音の割合が高い場合では、明瞭度は低い値に留まった。

5. まとめ

本研究では、旅客コンコースの建築的な要因による音環境特性について、幾何音響解析により比較・検討を行った。音の響きに関しては、天井面の半分に吸音材を配置した条件でも残響抑制の効果が見られた。また音声明瞭度に関しては、SN比の確保と、スピーカを増設した場合には吸音が必要であることが確認された。

今後はこの実験結果をもとに同じ条件で聴感印象評価を行うことで、より快適で非常時の安全性も確保できる音環境設計に向けてより実用的なレベルで検証が出来るのではないだろうか。

参考文献

- [1] 駅の音環境評価に関する研究(伊積, 2011) [2] 地下鉄駅構内におけるアナウンスに対する暗騒音の音響特性(大西, 2010)

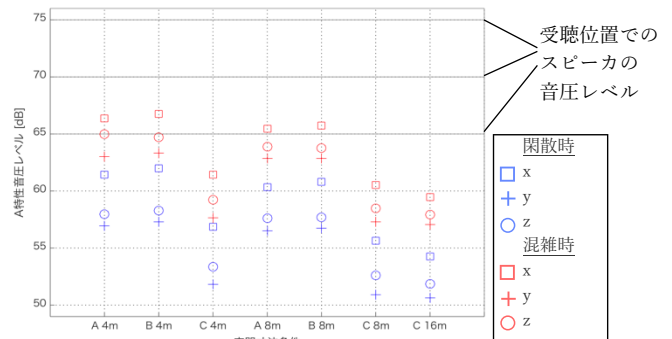


図3 スピーカ音と暗騒音のA特性音圧レベル

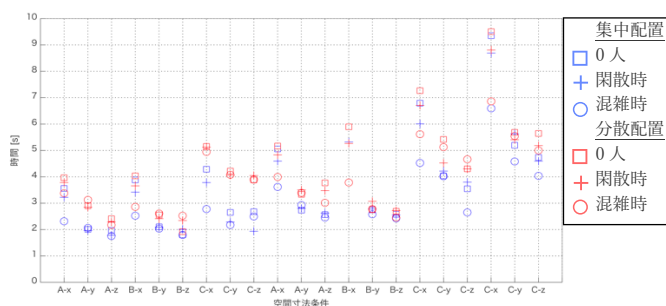


図4 残響時間 T_{30}

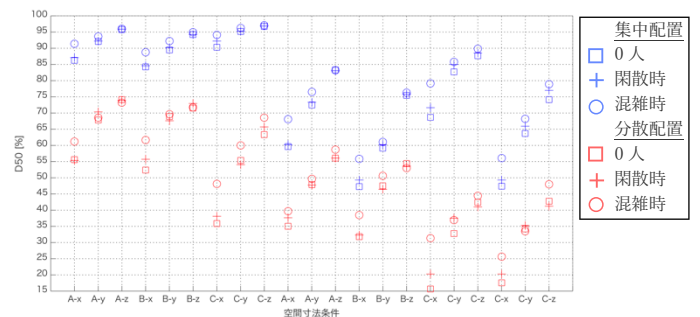


図5 D_{50} (音声明瞭度指標)

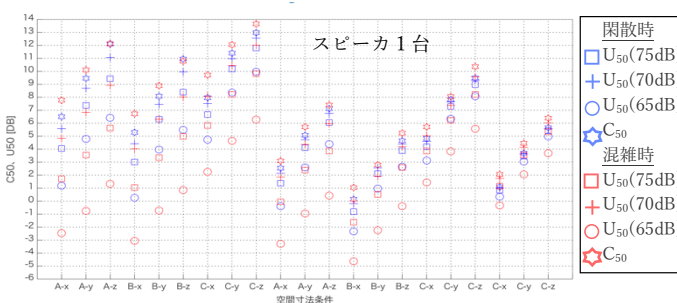


図6 C_{50} 、 U_{50}

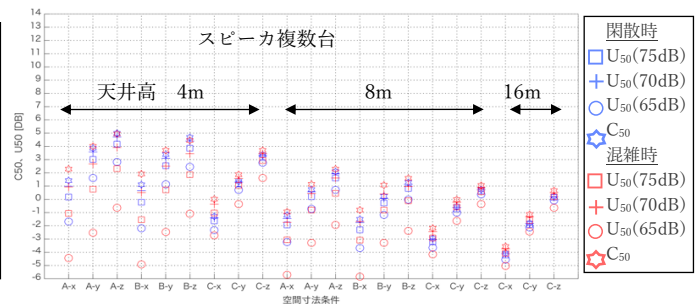


図7 C_{50} 、 U_{50}