

駅の音環境を改善する

伊積 康彦
 構造物技術研究部(建築 主任研究員)



いづみ やすひこ

はじめに

大都市ターミナル駅では、列車、旅客、案内放送など、多くの音源があります。さらに、タイルや金属板など音を反射しやすい仕上げ材料が使われていることから、案内放送が反響しやすい空間になっています。そのため、一部の駅では、騒音が大きくなったり案内放送が聞きづらくなったりしています。駅の案内放送は、列車の運行状況や非常時の避難誘導などの情報提供手段として重要な役割を果たしますが、騒音レベルが高いなど音環境が良くない場合には、必要な情報が鉄道利用者に正しく伝わらない可能性があります。

また、ターミナル駅のコンコースは、商業施設や飲食施設を設けるなど、滞在型空間としての性格を持ち始めているため、快適性の向上が重要な課題の一つになっています。駅の快適性については、エスカレータやエレベータの設置などのようなバリアフリーに関連するものは整備が進んでいますが、音環境や温熱環境のような物理的環境を適切に制御することについては、必ずしも十分に考慮されていませんでした。しかし、鉄道をより安全、快適にご利用いただくためには、音環境をはじめとする様々な要因について、さらにきめ細かく考えていく必要があります。

駅コンコースの音環境を考える場合、騒音の大きさと案内放送の聞き取りやすさが重要であると考えられます。そこで、最初に駅コンコースでの騒音の大きさについての測定事例を紹介し、次に案内放送の聞き取りやすさや音響解析例について述べます。

駅コンコースでの騒音の大きさ

図1は、首都圏の駅コンコースで測定された騒音レベルをまとめたものです。ほとんどの駅の騒音レベルは60～70dB程度で、70dBを超

える駅も幾つかありました。

このような騒音レベルに対して、駅利用者がどのように感じるかを調べるため、被験者によるアンケート調査を行いました。図2は、騒音レベルと「うるささ」との関係を示したものです。傾向としては、騒音レベルが60dBで「やや静か」、65dBで「どちらでもない」、70dBで「やや騒々しい」となっています。同様に、「不快度」に関する回答結果を図3に示します。騒音レベルが60dBで「不快でない」、70dBで「やや不快」となっています。

このように、騒音レベルが高くなるにつれて「うるささ」や「不快度」が高まることがわかりました。また、騒音レベルが65dB以下であれば、どちらかといえば「静か」と判断され、不快度もそれほど高くないこともわかりました。案内放送の音量を高くすることなく聞き取りやすくするためにも、駅構内は極力静かにする必要があります。

案内放送の聞き取りやすさに影響を及ぼす要因

案内放送の聞き取りやすさ(以下、明瞭度と表記します。)に影響を及ぼす要因は、音響設備の性能、案内放送の音量、案内放送する場所の反射音などがあります。適切な案内放送の音量は、周囲の騒音の大きさに左右されます。騒音よ

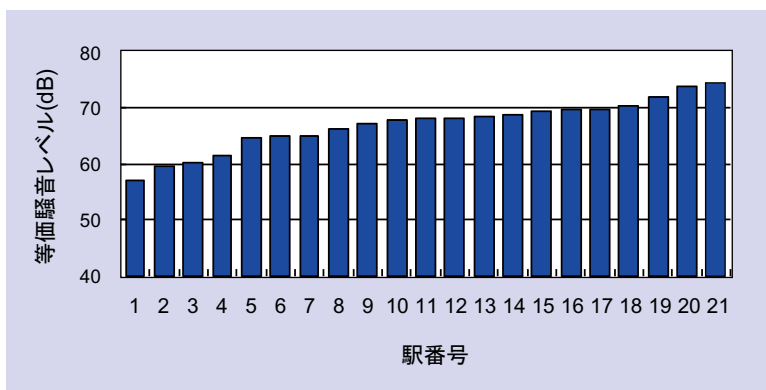


図1 駅コンコースの騒音レベル

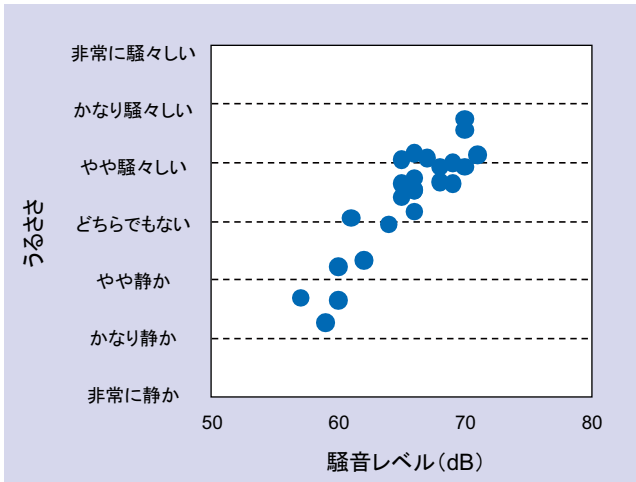


図2 騒音レベルと「うるささ」との関係

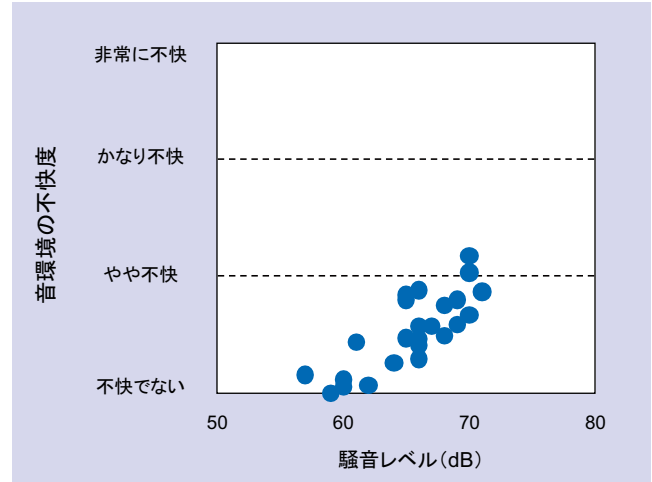


図3 騒音レベルと「不快度」との関係

りも小さな音ですと聞こえにくくなりますし、逆に大きすぎても聞き取りにくくなる可能性があります。

反射音については、極端な例ではタイル貼りの大浴場のような場所では、言葉が響きすぎて聞き取りにくくなります。しかし、逆に反射音が少なすぎると、音が遠くまで伝わりにくくなります。その結果、スピーカから大きな音を出さなければならなくなったり、場所による音量の差が大きくなったりしてしまい、スピーカのすぐ下では音量が大きすぎ、少し離れた場所では音量が小さすぎたりしてしまう可能性があります。

音の反響の状態を表す指標に残響時間があります。残響時間が長いほど反響の影響が強いことを示します。残響時間は、室容積と仕上げ材料の吸音率で決まります。吸音率とは、材料に入射した音響エネルギーのうち反射しない割合を表したものです。また、音を反射させないことを目的とする吸音率の高い材料を吸音材と呼んでいます。残響時間は、室容積が大きいほど、また仕上げ材料の吸音率が小さいほど長くなります。駅は室容積が大きく、かつ使われる材料に吸音率の低いものが多く使われているため、残響時間が長くなる傾向があります。

首都圏ターミナル駅であるA駅の2箇所のコンコースでの残響時間測定結果を図4に示します。A駅Sコンコースでは、天井に金属板が使用され、Kコンコースでは天井に吸音材が使用されています。天井が金属板であるSコンコースの残響時間は、500～2kHzで音楽ホール並の2.0秒以上になっています。一方、天井が吸音材であるKコンコースでは、1.7秒以下になっています。駅コンコースの

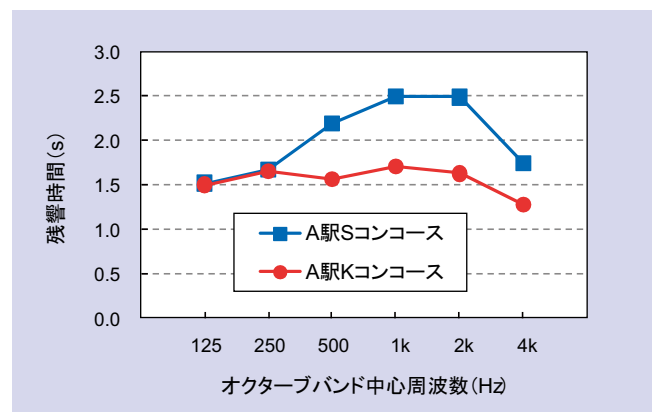


図4 残響時間測定結果

適切な残響時間についてはまだ十分に解明されていませんが、他の用途の建物の例を参考にすると1.2～1.5秒程度が妥当であると考えられます。よって、図4に示した例では、明瞭度の面から判断すれば天井に吸音材を使用したKコンコースの方が優れていると言えます。

明瞭度の評価方法

音声の明瞭度に関する評価方法には、物理的に測定する方法と被験者が直接評価する方法があります。

物理的に測定する方法には、STI (Speech Transmission Index, 話声伝送指数) があります。これは、試験用の音源をスピーカから流し、マイクで収録した音がどの程度音源と変化しているかを計算で求めて評価するものです。この方法は、被験者がいなくても明瞭度を評価できるので、建築音響の分野ではよく用いられています。

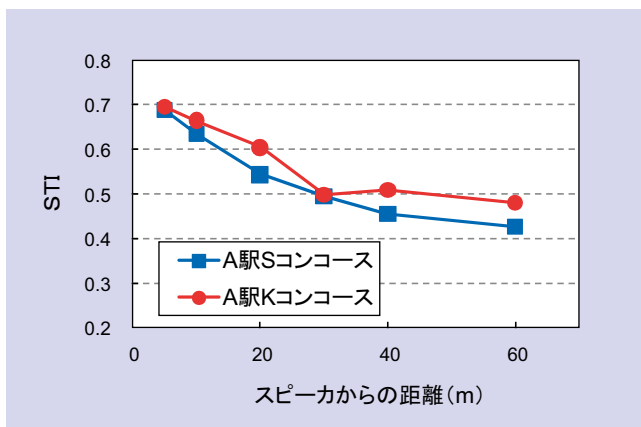


図5 STI測定結果

A駅でのSTIの測定結果を図5に示します。STIは、0～1の間の値をとり、値が大きいほど明瞭度が良いことを表します。全体的に、天井が吸音材であるKコンコースの方が高い値となっています。これは、天井の吸音材により、反射音の影響が小さくなったためです。

明瞭度を被験者が直接評価する方法には、単音節明瞭度試験や聞き取りにくさ試験などがあります。単音節明瞭度試験は、無意味な1音節を多数(例えば100個)被験者が聞き取り、正しく聞きとれた割合で評価するものです。聞き取りにくさ試験は、ほとんどの人がよく知っている単語を被験者が聞き取り、アンケート方式により聞き取りにくさを直接評価してもらうものです。

聞き取りにくさ試験は、試験用音源を用いる必要があるため、ホールや実験室での測定例はありますが、駅のような公共空間での測定例はほとんどありません。そこで、B駅乗り換え通路で聞き取りにくさ試験を試みました。試験には、表1に示す試験用アナウンス文を用いました。アンケートでは、試験用アナウンス文を「聞き取りにくい」から「大変聞き取りにくい」までの4段階で評価してもらい、「聞き取りにくい」以外を回答した人の割合を聞き取りにくさとしました。試験結果を図6に示します。横軸は、試験用アナウンス文とそれ以外の騒音の騒音レベル差で、符号がマイナスの場合には試験用音源よりも騒音の方が大きいことを示します。また、縦軸は聞き取りにくさで、値が低いほど明瞭度が良いことを示します。騒音レベル差が大きいほど聞き取りにくさは低くなっており、騒音レベル差がおよそ7dB以上でほとんどの人が聞き取りにくくないと回答していることがわかります。この試験結果からわかるように、わずかな騒音レベル差が聞き取りにくさに大きな影響を及ぼすため、案内放送を聞き取りやすくするに

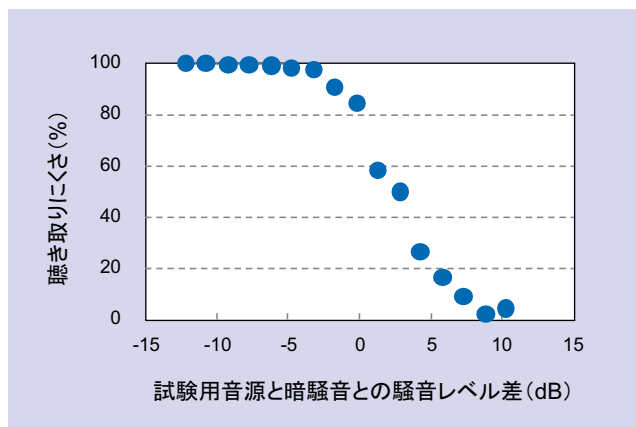


図6 聞き取りにくさ試験結果

表1 聞き取りにくさ試験用アナウンス文

「ご通行中のお客様にお知らせいたします。只今、案内放送の聞き取りやすさの調査をしております。大変ご迷惑をおかけしております。お客様のご理解、ご協力をお願いいたします。」

は、案内放送のレベルを適切に調節するとともに、駅の騒音をなるべく低くすることが重要となります。

駅コンコースの音響解析

駅コンコースの計画時に、スピーカや吸音材の配置方法による、音響伝搬特性や残響時間の比較検討を行うことは、良好な音環境を実現するために必要不可欠です。建物内部の音響計算を行うには、音の波動性を考慮する境界要素法や、音の波動性を無視し音響エネルギーのみに着目する音線追跡法などの手法があります。境界要素法は、厳密な解析が可能ですが計算に多大な時間がかかります。一方、音線追跡法は境界要素法ほど計算時間がかからず、以前から音楽ホールの基本設計などに用いられている実績もあります。そこで、音線追跡法を用いて駅コンコースの音響解析を行いました。

音線追跡法は、音源から音響エネルギー情報を持つ多数のビーム(音線)を放射し、壁や天井に当たるとそれらの吸音率に応じたエネルギーを減少させながら反射を繰り返すことにより、室内の音響エネルギーを計算するものです(図7)。

A駅Sコンコースを対象として、音源からの距離と音圧レベルの関係について、実測結果と計算結果を比較したものを図8に示します。両者は比較的良く対応しています。

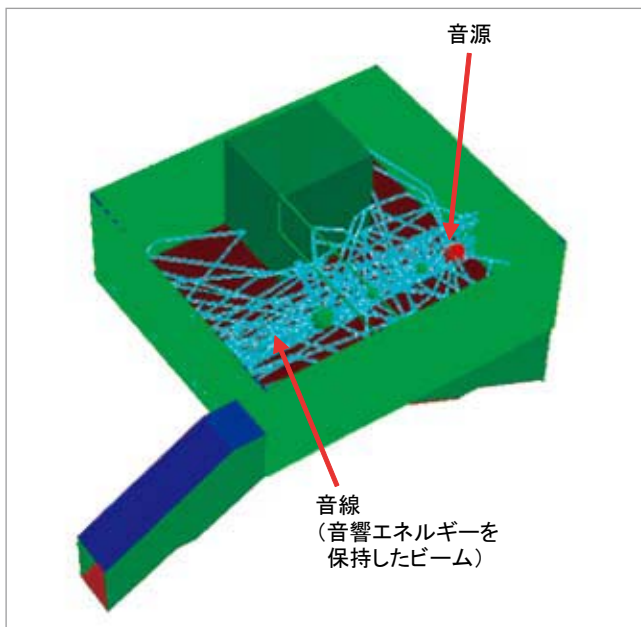


図7 音線追跡法モデル例

この解析方法を用いると、案内放送の音圧レベル分布などを計算することが可能となり、スピーカの設置位置などを検討することができます。

次に、同じA駅Sコンコースでの残響時間について、実測結果と計算結果を比較したものを図9に示します。500Hz～2kHzで、計算結果が実測結果よりもやや長めになっていますが、両者の差は0.4秒以内に収まっています。

音線追跡法のような数値解析手法を用いて、駅コンコースの音響特性やスピーカ配置を事前に検討することで、良好な音環境の実現につなげることができます。

駅コンコースの音環境改善を目指して

今まで述べてきたように、良い音環境を実現するには騒音を低くすることと、過度な反射音を抑えることが必要です。

騒音を低くするには、音源対策が最も効果的です。最近の鉄道車両は低騒音化が進んでいるため、以前に比べると静かになりました。また、レール継目からも大きな騒音が発生しますが、近年ではロングレール化されて継目の数が少なくなるとともに、継目形状を大きな音が発生しないように工夫されるようになったので、レール継目からの音も低くなりました。

コンコースの中で発生する音については、稼働音の低い設備の採用や、店舗のBGMなどを必要以上に大きくしないなどの対策が考えられます。

一方、反射音を少なくするには、吸音材を用いることが

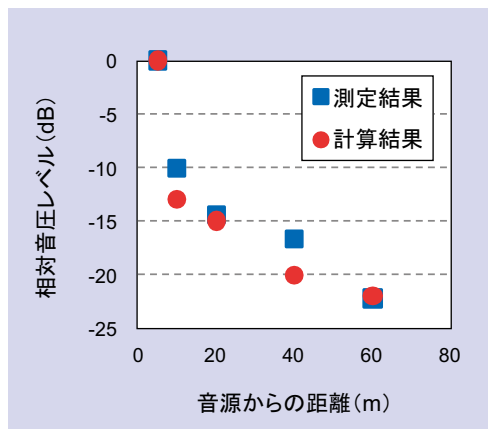


図8 音圧分布測定結果と計算結果の比較

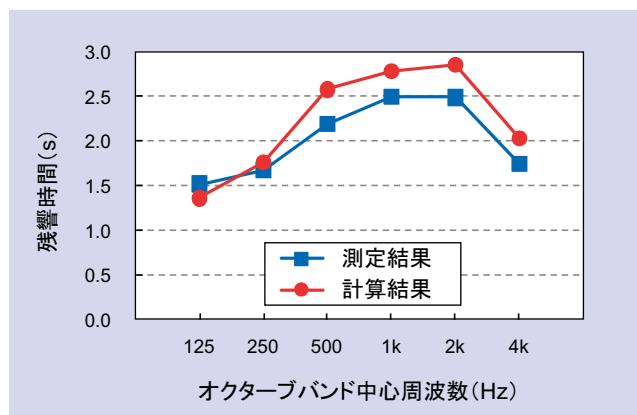


図9 残響時間測定結果と計算結果の比較

有効です。吸音材を使用することにより、案内放送の聴き取りやすさが向上します。さらに、騒音源から発生する音響エネルギーが等しい場合には、吸音材により反射音が小さくなるために全体の騒音の大きさが低くなります。一般的な吸音材として化粧岩綿吸音板などがありますが、耐久性が金属板よりも劣るため駅ではあまり使われることがありませんでした。しかし、最近では金属製の吸音材が開発され、一部の新幹線駅や地下駅のコンコースなどで採用されるようになってきました。今後、このような吸音材がさらに多くの駅で使用されることが期待されます。

おわりに

普段使っている駅では、音声情報はあまり必要ないかもしれません。しかし、視覚障害者や初めて使う駅の利用者にとっては、視覚情報とともに音声情報は必要不可欠なものです。また、静かな方がスムーズに会話ができるのも明白です。特別な意識をしなくても、案内放送を聞いたり会話ができたりできる駅を目指して、これからも研究開発を進めていきます。RRR