

駅空間の音環境評価

構造物技術研究部 建築
主任研究員 伊積 康彦

1. はじめに

大都市ターミナル駅では、多数の列車や旅客など多くの音源が存在する。また、駅で用いられる材料には耐久性が求められることから、タイル、金属板、石膏ボードなど比較的音を反射する材料が使われる例が多い。その結果、騒音レベルが高く、残響時間も長くなり良好な音環境とは言えない状況となっている。

一方、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、通過型空間から滞在型空間としての性格も持ち始めており、滞在型空間としての快適性向上が重要な課題となっている。さらに、音声による旅客の誘導や情報提供に際しては、案内放送の聴きとりやすさが重要となるが、駅計画時にこのような音響的な面については必ずしも十分考慮されてこなかった。

以上の状況を踏まえ、今後の駅における音環境の向上に資するための基礎データを得るため、実態調査、被験者による主観評価試験などを行ったので、それらの結果を報告する。

2. 駅の音響特性実態調査¹⁾

2.1 騒音レベル

首都圏の駅を対象として、駅コンコースの騒音レベルを測定した結果を図1に示す。ほとんどの駅で60～70dB程度となっており、一部の駅では70dBを超えている。日本建築学会の建築物の遮音性能基準における室内騒音に関する適用等級では、商業建物の3級で55dBとなっているが、駅の騒音レベルはこのレベルよりも高い値となっている。

図2に、橋上コンコースと地下ホームにおける騒音レベルの日変動を示す。橋上コンコースでは、朝8時から夜間にかけてほぼ同じレベルである。調査対象とした駅では朝の8時から8時30分頃に通勤ラッシュのピークがあったが、それに対応する騒音レベルの大きな上昇は見られなかった。地下ホームでは、朝7時過ぎから70～80dBの範囲で変動している。これは、列車走行音や案内放送の影響をコンコースよりも強く受けるためであると考えられる。ホーム上では、コンコースと比較してこのようなレベルの変動が表れやすく、喧

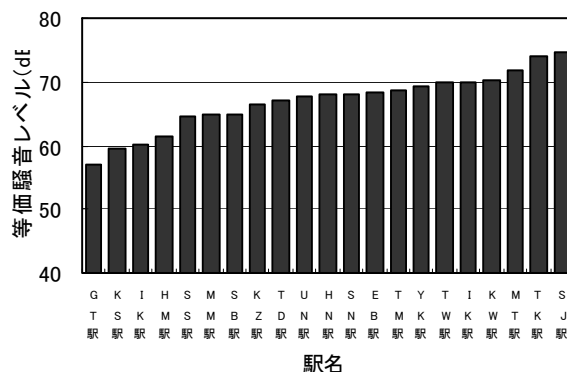


図1 駅の騒音レベル測定結果

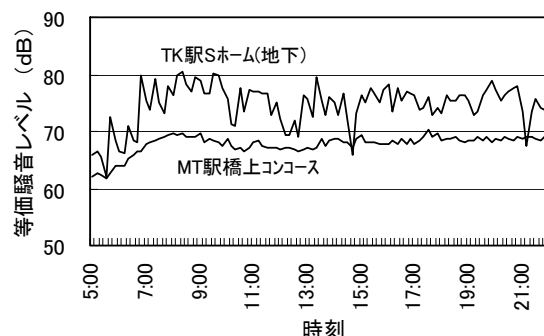


図2 駅の騒音レベル日変動

噪感の一因になっている可能性が高い。

2. 2 残響時間

室内における重要な音響特性の一つに残響時間がある。残響時間とは、室内の音の響きやすさについての指標である。残響時間が長いほど音の反響が多く、極端に長いと話声が聞きづらくなる。残響時間は室容積が大きいほど、また仕上げ材の吸音率が小さいほど長くなる。大きな駅コンコースは、これら2つの条件を満たすことが多いため、残響時間が長くなりがちである。コンコースにおける残響時間測定例を図3に示す。図示した駅のうち、SB駅とTK駅Kコンコースでは天井が吸音処理されているが、他の2箇所は吸音処理されていない。天井が吸音処理されているコンコースの残響時間は1.5～1.7秒程度であるが、吸音処理されていないコンコースでは500～2kHz帯域で2.0秒以上となっている。音声明瞭度の面から見た最適残響時間としてV. O. Knudesenは、容積22、600m³で1.2秒程度と提案しているが、測定結果はそれを上まわっており、明瞭度を上げるにはさらに吸音力を高める必要がある。

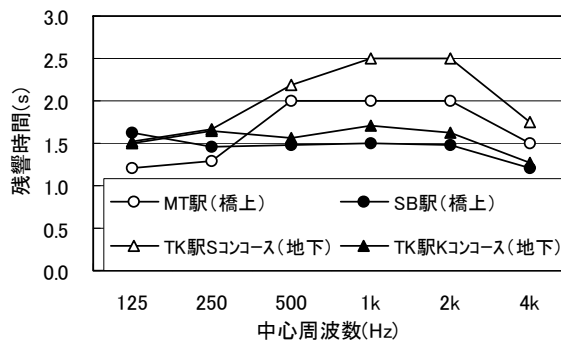


図3 駅空間の残響時間測定結果

2. 3 明瞭度

案内放送などの聴き取りやすさ（明瞭度）は、音声による情報提供および旅客の誘導案内の場合に非常に重要である。

ほぼ同様な形状であるTK駅のSコンコース（吸音処理無し）とKコンコース（吸音処理有り）における、STI（Speech Transmission Index）の測定結果を図4に示す。STIは、試験音を用いて物理的に室内の音声伝送の品質を評価するもので、0～1の値をとり数値が高いほど明瞭度が高いことを表す。後述する聴き取りにくさ試験と異なり被験者を用いないで明瞭度を評価することができる。なお、測定は駅閉鎖時の深夜に行ったため、雑踏音などの影響は考慮されていない。音源から10m点ではSコンコースで0.64、Kコンコースで0.67であった。音源から遠くなるほどSN比（試験音とそれ以外のレベル差）が小さくなるためSTIは小さくなっている。音源から20m点以上では30m点を除いて吸音処理されているKコンコースの方が0.05程度高い値となっている。これらの結果より、吸音処理することにより明瞭度を上げることが確認された。

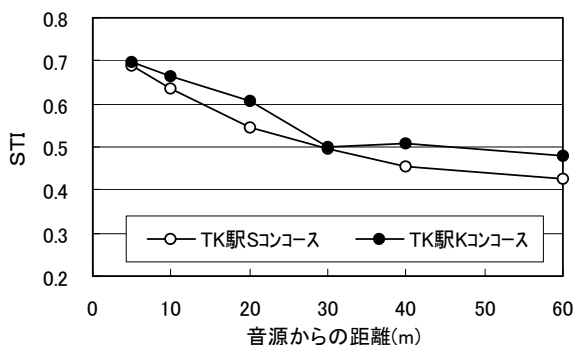


図4 駅空間のSTI測定結果

3. 駅の音環境に関する主観評価試験^{1), 2)}

3. 1 騒音の大きさ

実際の駅では騒音レベルを任意に変化させることが不可能であるため、実験室内で駅の騒音に関する主観評価試験を実施した。

まず、駅コンコースにおける騒音の大きさに関する評価試験を行った。試験は、SJ駅コンコースでダミーヘッドを用いて収録された音を被験者（24名）にヘッドホンで提示し、アンケートに回答してもらった。「うるささ」に関する結果を図5に示す。「非常にうるさい」および「かなり

うるさい」と答えた人の割合は、等価騒音レベルが 75dB では 100%、70dB では約 80% などとなっているが、65dB では約 25% と大幅に減少している。上述したように駅の騒音レベルの実態調査ではほとんどの駅で 60～70dB であったが、駅の中でも騒音レベルが高い 70dB 以上ではほとんどの人がかなりうるさいと感じている。騒音レベルが 65dB 程度になると、「駅のうるささは、この程度である」との認識からか、「かなりうるさい」と感じる人の割合は低くなる。被験者のコメントでも、うるさいと感じるかどうかは、通常経験している駅の音の大きさを判断基準としている場合がいくつかあった。提示された音の大きさに対して、住宅の居間と比較して「会話のし易さ」がどの程度であるかについての回答結果を図 6 に示す。騒音レベルが 70dB を超えると「会話ができそうにない」および「居間よりも相当大きい声を出さないと会話ができそうにない」と回答した人の合計が約 80% 以上となっているが、65dB になると 10% 程度と大幅に低くなる。これらの結果は実験室内でのものであり実駅での評価と一致するかどうか検証する必要があるが、現状では 65dB 程度以下とすれば駅利用者に大きな不満を持たれる可能性は小さいと考えられる。

3. 2 明瞭度

明瞭度の測定には試験音を用いる必要があるため、前述した STI の測定は駅閉鎖後の夜間に実施した。しかし、この方法では案内放送以外の騒音の影響を考慮することができない。そこで、駅が営業している時間帯で明瞭度を評価するための手法を検討した。試験方法としては、一般室内の明瞭度評価に用いられている聴き取りにくさ試験を基本とした。聴き取りにくさは、親密度の高い評価語（ほとんどの人が日常良く使う単語）を被験者が聴き取り、その聴きとりにくさを「聴き取りにくい」から「大変聴き取りにくい」まで 4 段階で回答し、「聴き取りにくい」以外の回答をした人の割合を聴きとりにくさとして評価するものである。試験では、本来の試験用音源を営業中の駅構内に流すことが不可能であったため、表 1 に示す試験用アナウンス文を用いることとした。被験者には、事前にアナウンス文を周知

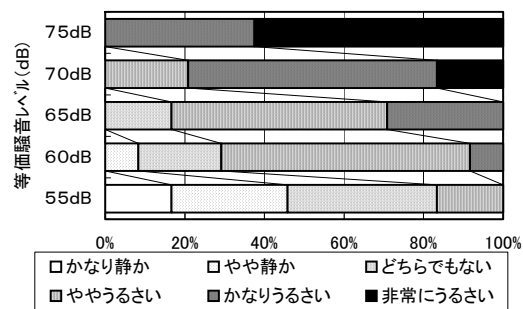


図 5 「うるささ」についての評価試験結果

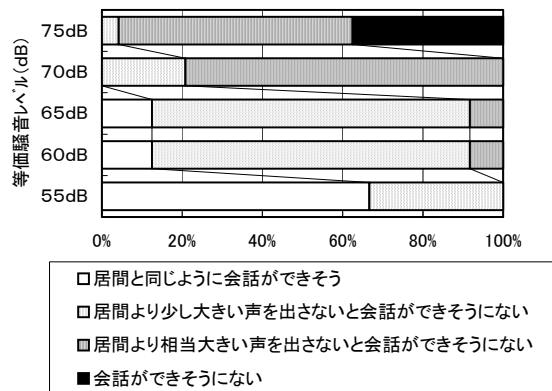


図 6 「会話のしやすさ」についての評価試験結果

表 1 聴き取りにくさ試験用アナウンス

「ご通行中のお客様にお知らせいたします。只今、案内放送の聴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、ご協力をお願い致します。」

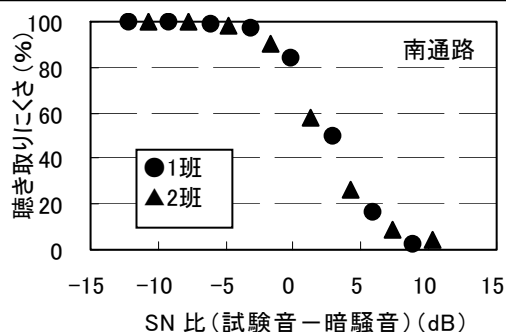


図 7 聴き取りにくさ試験結果

することにより親密度の高い単語を用いることと同等になるものと仮定した。試験結果を図7に示す。SN比（アナウンスとアナウンス以外の騒音レベル差）が-2dB以上で聴き取りにくさが急激に下がっている。この結果より聴き取りにくさの目標値を10%とした場合、案内放送の音量を騒音レベルよりも7dB以上とする必要がある。仮に騒音レベルが70dBとすると案内放送を77dB以上とする必要があり、案内放送が新たな騒音源となる可能性が高くなるので、この面からも駅の騒音レベルを極力下げる必要がある。

4. 吸音体による音環境改善手法の検討¹⁾

駅の音環境における主要な要素は騒音の大きさと案内放送の聞き取りやすさである。このうち、騒音の低減は重要な課題であるが、主要な騒音源が旅客の歩行音や話声であることが多いため、その対策は容易でない。一方、案内放送の聞き取りやすさについては、天井を吸音処理することにより改善できる可能性が高い。しかし、吸音材として多用されているグラスウールなど多孔質材は水分や汚れが付着しやすく、駅コンコースにおいては美観や耐久性の面から、吸音性能の低い金属板などが用いられることが多い。そこで、駅の吸音処理の1方法として、簡易に取り替え可能な吸音体を天井付近に吊り下げることによる改善効果について検討した。

実験場所は実駅コンコース（1面2線を有する駅の橋上臨時コンコース）で、主な仕上げ材料は床はタイル、壁は鉄筋コンクリート、天井は金属板であり、壁がボード類でないこと以外はほぼ一般的な駅の仕上げである。吸音体は、天井付近に取り付けることを想定しているため、安全面から極力軽量化する必要がある。そこで、軽量で吸音材として実績の多いグラスウールを主材料とし、高周波数帯域での吸音効果を高めるための芯材としてポリウレタン系発泡樹脂皮膜を積層する構造とした(図8)。STIの測定結果を図9に示す。吸音体を設置することにより0.07程度STIが高くなっている。また、残響時間の短縮や同一の音源を使用した場合の騒音レベルの低減についても効果のあることが確認できた。非常に簡単な方法ではあるが、このような方法でも明瞭度を改善できる可能性があり、かつ反射音が小さくなることによる喧噪感の低減にもつなげられると考えられる。

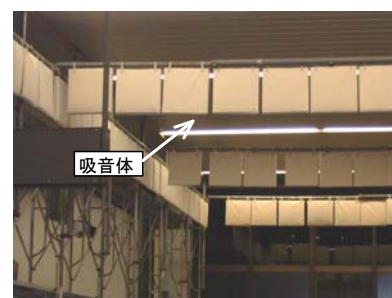


図8 吸音体設置状況

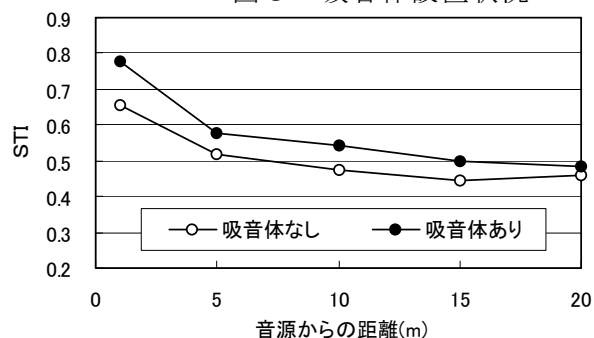


図9 吸音体の有無によるSTIの比較

5. おわりに

駅の音響特性に関する実態調査および主観評価試験を行い、駅の音環境を改善するための基礎データを得ることができた。さらに、吸音体を用いた改善手法を提案した。今後、日中における音響特性の測定手法や音環境改善方法などについてさらに検討を進めていく予定である。

文献

- 1) 伊積、藤井：駅空間の音環境に関する実態調査と主観評価試験、鉄道総研報告、2007.8
- 2) 伊積他：駅空間の音環境評価法に関する研究 その4 吸音処理が物理的及び心理的環境に与える影響、日本建築学会大会学術講演梗概集、2007.8