

鉄道車両内部の音響特性について

◎遠藤剛 木下敦子 金田豊 (東京電機大学・工) 山本聡 (八幡電気産業)

1. はじめに

電車の走行中の車内において車内放送が聞き取りにくくなる場合がある。これまで、この原因を探るために実際に走行中の車内の騒音を録音し、騒音レベルの時間的変化や周波数特性の解析を行ってきた[1]。本稿では、車内放送の聞き取りやすさに影響を及ぼす鉄道車両内部の音響特性の解析を行なったのでその結果について報告する。

2. 音圧分布

2.1 車内音圧分布

車内音圧分布の偏差の大きさによって放送の聞き取りやすさに影響を及ぼすことが予想される。そこで、疑似音声(音声の平均スペクトルを持つ雑音)を8個の車内放送スピーカから流し測定位置を変えながら、サウンドレベルを測定した。

測定位置は図1に示したx軸方向(車両の前後方向)に80cm間隔で23点、y軸方向(横方向)に)を壁面から50cm[座席位置]と130cm[車両中央]の2点、合計23×2箇所を設定し、高さは床上160cmとした。測定エリアは、図1の灰色に塗られた箇所である。

測定結果を図2に示す。●印で示した4個のスピーカ付近では音圧が上昇しており、室内の音圧偏差は約4dBであった。一方、以前、スピーカ数が6個の別車両において同様な測定を行なった結果、偏差は5~7dB程度であった。これより、車内音圧分布の偏差は車両に設置したスピーカの数に依存するものと考えられる。

2.2 スピーカ付近の音圧分布

図2は、80cmメッシュのデータに基づいた荒い測定結果であるので、次にスピーカ付近のみを25cmメッシュで測定した結果を図3に示す。これより、スピーカ直下から1m以内の範囲では3.5dB程度の偏差がある事がわかる。そして、1m以上離れた地点では偏差が1~2dB程度となっていることがわかった。

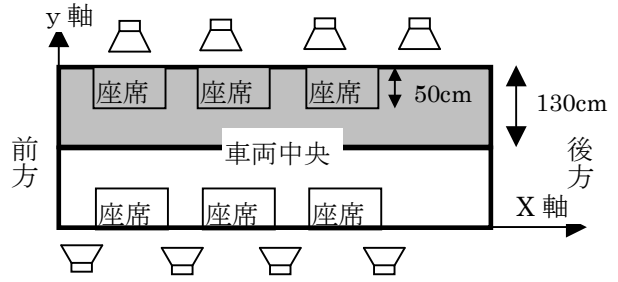


図1 車両測定の見取り図

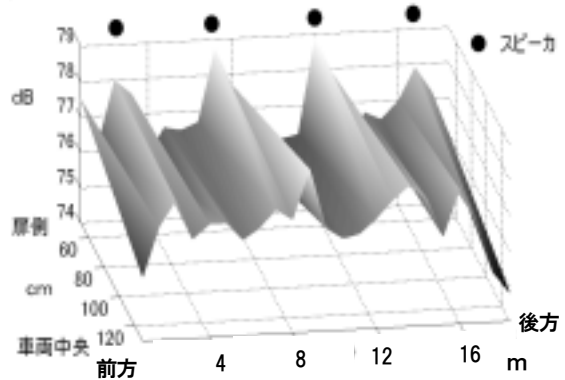


図2 高さ160cm地点における音圧分布

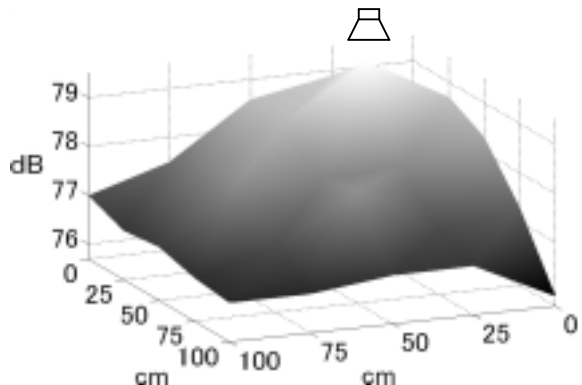


図3 スピーカ付近1m四方の音圧分布

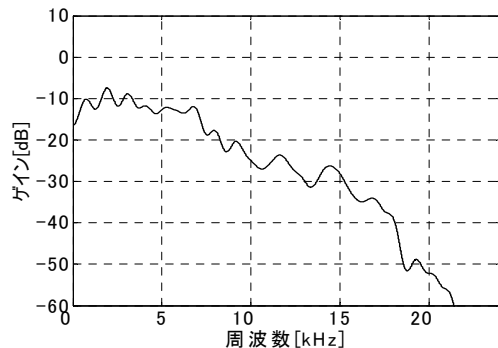


図4 車両取り付けスピーカの周波数特性

* A study of acoustic characteristics inside a train. By Go Endo, Atsuko Kinoshita, Yutaka Kaneda (Tokyo Denki Univ.) and Satoshi Yamamoto (Yawata Electricity Industry).

3. スピーカの周波数特性

スピーカの周波数特性は放送の聞き取りに影響を及ぼすことが考えられる。そこで車両取り付けスピーカの周波数特性の計測をインパルス応答にて行なった。測定位置はスピーカ直下25cm地点とし、反射音の影響を抑えるためケプストラム処理(2ms以下を通過させるリフタ)を行なった。図4より車両取り付けスピーカの周波数特性は7kHz以下まで多少のピークはあるが、ほぼ平坦な特性を保ち、音声放送には十分な周波数特性を持ったスピーカであるという事が言える。また、スピーカの指向特性の影響を調べるため距離50cmにおいて0°,60°の角度で測定を行なった。測定結果を図5に示す。角度60°では2.5kHz以上の高い周波数の特性が低下する。この事は放送の明瞭性に影響を及ぼす事が考えられる。

4. 残響時間

インパルス応答積分法によりオクターブバンド毎に残響時間の測定を行なった。車両内の容積は約100 m³である。結果を図6に示す。500Hz以上では残響時間400ms程度となっている。この値はBeranekの最適残響時間[2]を下回っており、車内の残響は放送音の明瞭性には悪影響を及ぼすものではないことがわかった。

5. 走行中に生じる騒音の偏差

走行中において、車両内の位置により騒音レベルに偏差が生じる。そこで偏差が大きいと予想される、車両の中央部、連結部の2ヶ所において測定を行なった。放送が流れている時の騒音レベルの測定結果を図7に示す。図7に示される実線が中央部、点線が連結部の騒音レベルの時間的変化を示し、太線で囲まれた部分が放送箇所である。図7より放送が流れていない区間では中央部と連結部の騒音レベルの差は6dB程度生じている。

一方、放送区間においては中央部では放送によるレベル上昇は明確である。しかし連結部では、放送音は中央部に比べて数dB小さいので、騒音に埋もれてしまっており、明確には見られず、この状況では放送音は聞こえづらくなっている。

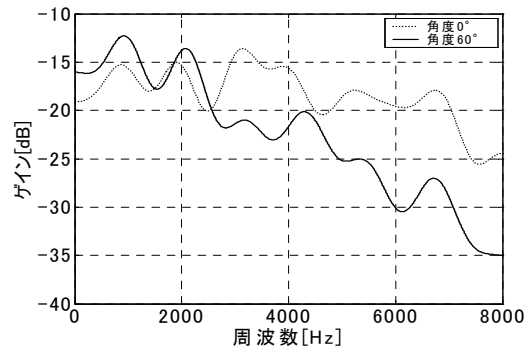


図5 車両取り付けスピーカの指向特性

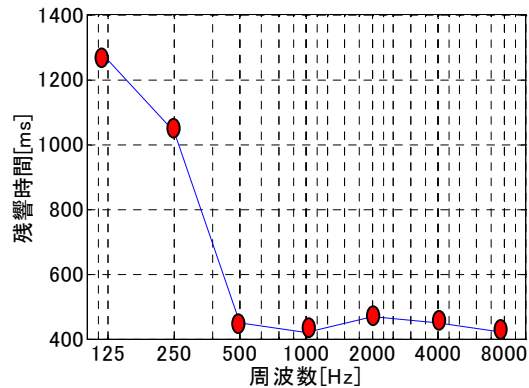


図6 残響周波数特性

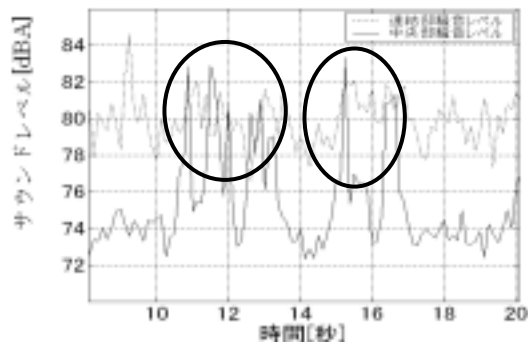


図7 騒音レベルの時間的変化

6. まとめ

車両内の位置によって放送音の聞き取りに影響が生じている事を示した。原因は2つ挙げられる。1つ目が、車内音圧分布の偏差及びスピーカの指向特性による、放送の明瞭性の低下である。2つ目が走行中の車両内における騒音の偏差である。今回は種類の車両測定結果であったが、他車両でも、定性的には同様な傾向を持つものと考えられる。

参考文献

- [1] 木下敦子,音講論集,759-760(2004.9).
- [2] 前川純一: 建築音響,共立出版,40-44,(1986).