

高齢者に配慮した駅音環境の研究

Study on the acoustic environment in station concourses for elderly people.



亀田 暁子*



坂本 圭司*

We investigated the noise level of station concourses due to the fact that the noise level in present stations has become increasingly large.

The subject examination and questionnaire about the acoustical environment for elderly people was carried out in station concourses. Few differences in the word recognition score are seen in the listening comprehension examination for all the test site places. We thus find that it is easy for elderly people to comprehend words when the signal-noise ratio is 10 dB or more at a station.

●キーワード：高齢者、駅コンコース、音環境、聴き取り試験

1. はじめに

我が国は本格的な少子高齢社会を迎えつつあり、鉄道も今後高齢者の利用が増えていくことは確実である。鉄道を引き続き重要な公共交通機関として維持していくためには、高齢者に配慮した施策が必要である。高齢者に配慮すべき点の一つに、駅構内での音環境がある。しかし、高齢者にとって良い音環境を実現するために必要な、音響特性に関する目標性能や設計方法は確立しているとは言い難いのが現状である。

そこで、今後の駅構内の音響設計方法を確立するため、駅構内の音環境の実測調査、および、高齢者を対象とした駅コンコースでの音環境に関する2種類の主観評価試験（アンケート調査、聴き取り試験）^{1) 2)}を実施した。

2. 駅コンコースでの音環境調査方法

首都圏ターミナル駅を中心に、駅構造（地平・地下・高架下・橋上）の異なる11駅26ヶ所にて調査を実施した。調査駅の概要は表1に示す。騒音測定は、通勤ラッシュを除く10時～16時の昼間の時間帯とした。騒音測定と同時に観測点の前面を通過する人数を計測した。

測定は、精密騒音計（NA-28, RION）を用い、騒音レベル（ L_{pA} ）を100msec.ごとに1/3オクターブバンド分析をした結果を、1時間連続記録した。また、マイクロホンの高さは1.2mとした。

3. 音環境調査結果と考察

3.1 調査結果

全調査箇所の等価騒音レベル（ $L_{Aeq, 1h}$ ）および、時間率騒音レベル（ $L_{A5, 1h}$ 、 $L_{A95, 1h}$ ）を図1に示す。等価騒音レベルとは、

表1 調査駅の概要

駅	No.	場所	コンコース形式	天井高 (m)	通過人数 (人)	備考
A	1	中央改札	高架下	2.7	3200	
	2	南通路	高架下	3.6	5800	
	3	乗換改札	高架下	2.6	2900	改札近辺
	4	中央通路	高架下	3.2	7100	
B	5	中央改札	地平	9.0	5760	改札近辺・膜屋根
C	6	中央改札	橋上	8.3	5400	改札近辺、天井未仕上げ
D	7	南自由通路	高架下	3.0	3640	改札近辺
	8	北自由通路	高架下	3.0	2820	改札近辺
	9	中央自由通路	高架下	2.9	8250	
E	10	北コンコース	高架下	2.5~3.0	2400	
	11	コンコース	橋上	4.0	2770	天井一部ボード・孔空金属パネル
F	12	自由通路	橋上	4.0~14.2	6110	改札近辺
G	13	コンコース	高架下	4.0	10140	
	14	中央通路	高架下	2.6	3730	
H	15	南コンコース	橋上	4.0	3140	
	16	南改札外	高架下	2.9	5320	改札近辺
	17	南改札	高架下	3.7	3980	改札近辺
I	18	中央改札	橋上	2.8~4.3	5790	改札近辺
	19	改札	高架下	2.9	5840	改札近辺
J	20	南通路	橋上	4.2	5930	孔空吸音金属パネル
	21	広場	橋上	3.6	3300	
	22	中央自由通路	橋上	8.7	3580	改札近辺、天井高い
K	23	改札	高架下	3.2	3620	改札近辺
	24	中央改札	高架下	4.5	9970	改札近辺
K	25	改札	高架下	2.6	2620	
	26	中央自由通路	高架下	2.6	5900	改札近辺

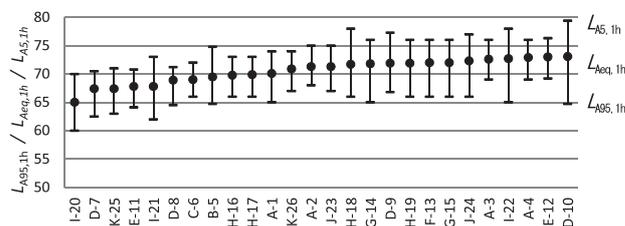


図1 調査場所ごとの騒音レベル

全暴露量を実測時間Tで除した平均値である。時間率騒音レベルとは、案内放送・列車走行音など不定期な音源が発生している状態（ $L_{A5, 1h}$ ）と、歩行者が発生する音のように定常的な騒音が存在する状態（ $L_{A95, 1h}$ ）、いわゆる暗騒音を判別する目安となる。駅構内の $L_{Aeq, 1h}$ は、65~73dBで、26ヶ所の平均は71dBであった。いずれの調査場所も、旅客が出す音（足音、キャスター走行音、会話など）や列車走行音のほか、案内放送、誘導鈴や改札の通過音など、が音源となっている。ほとんどの駅構内で $L_{A95, 1h}$ は65~70dBであるが、騒

音レベルが高い一部の駅（A-3, A-4, E-12）で常に69dB以上の音環境下にある。これは臨時・定期の案内放送や、商用放送が常に流れていたためである。一方、騒音レベルが低い駅（I-20, D-7, K-25, E-11, I-21）は、拡声器による案内放送など少ない場合が多い。

つぎに、比較的天井が低い空間で、通過人数が5,000人/時間以上の場所について、 $L_{A5,1h}$ 、 $L_{A95,1h}$ の周波数特性を図2に示す。図2グラフの凡例が色塗りの箇所は高架下の測定点である。

$L_{A95,1h}$ において、吸音性天井のI-20は、ほかの場所と比較して250Hz以上の周波数帯域で2~4dB程度レベルが低いことが分かる。また、 $L_{A5,1h}$ では低域でもI-20のレベルが低く見えるが、I-20を除く箇所での高架下列車走行時の固体音の影響と考える。

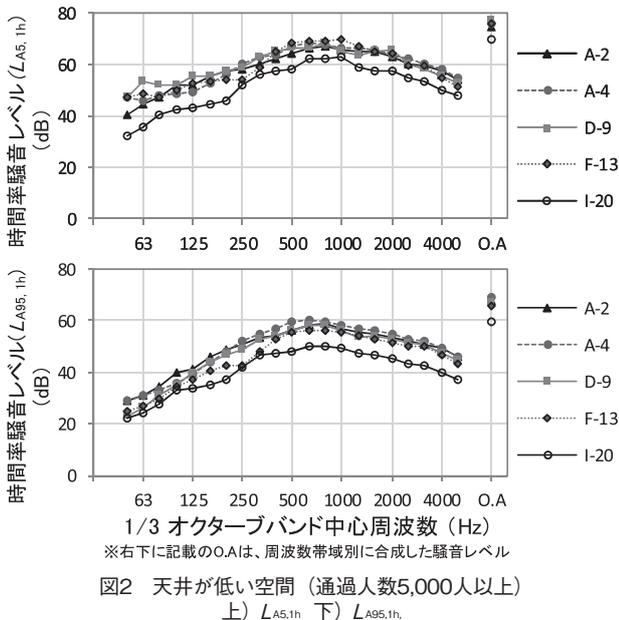


図2 天井が低い空間（通過人数5,000人以上）
上) $L_{A5,1h}$ 下) $L_{A95,1h}$

3.2 既往文献との比較考察

既往文献³⁾の調査結果（1998年実施）では、昼間の騒音レベルが57~74dBで、平均67dBであった。今回の測定した駅や場所は異なるものの、図1と比較すると駅構内の騒音レベルが上昇した傾向が見られる。

「音による視覚障害者の移動支援ガイドライン」（2002年度）、「バリアフリー整備ガイドライン」（2007年度）の整備基準が定められて以降、駅構内の該当箇所に誘導鈴が整備されてきた。案内放送の有無と同様に、これらの装置の配備が、既往調査³⁾との騒音レベル差の一因になった可能性がある。近年、マナー違反への注意喚起の放送なども増える傾向にあり、一層、駅構内の騒音レベルが増加することが懸念される。

4. 主観評価試験の調査対象駅

駅にて実験参加者を対象としたアンケート調査を実施した。調査対象駅は、首都圏都心部の3駅5ヶ所のコンコースで、概要を表2に示す。コンコースの形式は、橋上、高架下、地平、地下を含むように選択した。

天井は、B-29が膜屋根、C-31が天井未仕上げとなっている以外は金属パネルが用いられている。また、いずれの駅も音環境については、特別な配慮はなされていない。

表2 調査駅の概要

駅	No.	コンコースの形式	乗車人員(2012年度)	天井高	コンコースに接続する軌道数	$L_{Aeq,30s}$ [dB]	備考
A	27	高架下駅	402千人	3m	5面10線	66	
	28	地下駅		3m未満	2面4線	63	
B	29	地平駅	183千人	9m	3面5線	69	膜屋根
	30	地下駅		8m	2面4線	70	
C	31	橋上駅	329千人	6m	8面15線	70	天井未仕上げ

5. 実験参加者

実験参加者は、音響機器メーカーA社のOB会より募集した、66~80歳（平均年齢74.3歳）の男性10名である。ただし、1名はC駅の試験には参加しなかったため、C駅のみ実験参加者が9名となっている。事前に、実験参加者の聴力検査を実施し、結果を図3に示す。図3より、実験参加者は聴力レベルには、ばらつきがみられ、特に2,000Hz以上で個人差が大きい。しかし、左右の聴力レベルについては全員の平均値でそれほど大きな差異はみられない。また、ISO226:2003の最小可聴値⁴⁾と比べ実験参加者の聴力レベルは全体的に低いことが分かる。

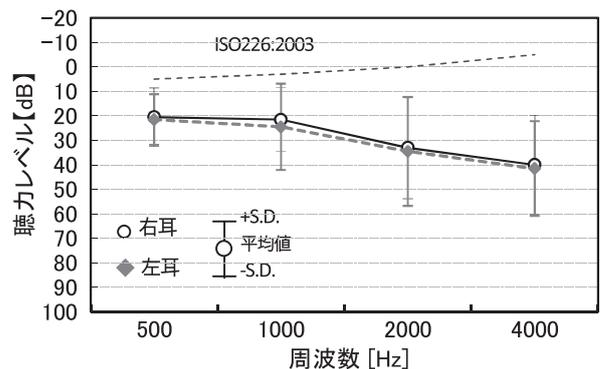


図3 実験参加者の聴力レベル

6. アンケート調査の試験方法

表2の地点にて音環境に関するアンケート調査を実施した。アンケート調査では、普段利用している駅に関する音環境の印象を訊ねた「印象評価」と、実際の駅で音環境に関する不快度や許容の可否を訊ねた「現場評価」を実施した。印象評価の質問項目を表3に、現場評価の質問項目を表4に

示す。また、現場評価の実施時には、実験参加者が評価している付近で騒音レベルの測定を同時に行っている。

表3 印象評価の質問項目

評価要因	番号	評価尺度
駅構内の音環境に対する意識	Q.1	駅構内の音環境について意識することはありますか？ (1.非常によくある, 2.時々ある, 3.あまりない, 4.全くない)
駅構内のうるささ	Q.2	駅構内でうるさいと感じることはありますか？ (1.非常によくある, 2.時々ある, 3.あまりない, 4.全くない)
駅構内の案内放送の聞き取りにくさ	Q.3	駅構内がうるさくて、案内放送が聞き取りにくいと感じることはありますか？ (1.非常によくある, 2.時々ある, 3.あまりない, 4.全くない)
	Q.4	駅構内で音が反射して、案内放送が聞き取りにくいと感じることはありますか？ (1.非常によくある, 2.時々ある, 3.あまりない, 4.全くない)

表4 現場評価の質問項目

評価要因	評価尺度
音環境の印象	不快度 (1.非常に不快, 2.かなり不快, 3.やや不快, 4.不快でない)
音の大きさ	許容度 (1.許容できる, 2.許容できない)

7. アンケート調査結果

7.1 印象評価の分析結果

普段利用している駅に関する音環境の印象を訊ねた、Q.1~4の回答結果を図4に示す。駅構内で音環境を意識することのある人と、うるさいと感じることのある人の割合（「非常によくある」と「時々ある」と回答した人の合計）が80%、案内放送が聞き取りにくいと感じることのある人の割合は50~60%となっている。今回の調査では、半数以上の実験参加者が、駅をうるさいと感じていた。

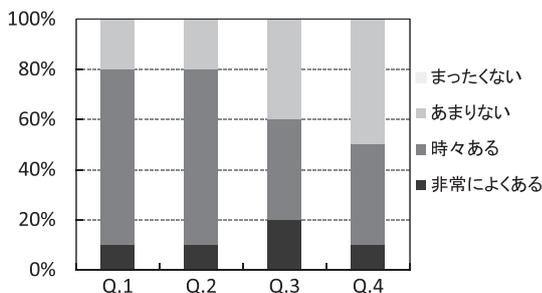


図4 駅構内の音環境に関する印象評価

7.2 現場評価の分析結果

測定箇所の $L_{Aeq, 30s}$ （表2中に記載）と許容率の関係を調べるため、駅構内の音環境の不快度の評価を基に、ロジスティック回帰分析を行った。それぞれの評価地点の騒音レベルを説明変数とし、表4の「1.非常に不快」および「2.かなり不快」を『許容できない』、「3.やや不快」および「4.不快でない」を『許容できる』と捉え、これらにダミー変数を割り当てたものを目的変数とした。ロジスティック回帰分析の結果を図5に示す。約65dB以上で、許容できる割合が大きく減少する傾向がみられた。

過去に実施された、高齢者以外も含む評価結果⁵⁾と図5を比較すると、今回の許容率の方がやや低い傾向であった。

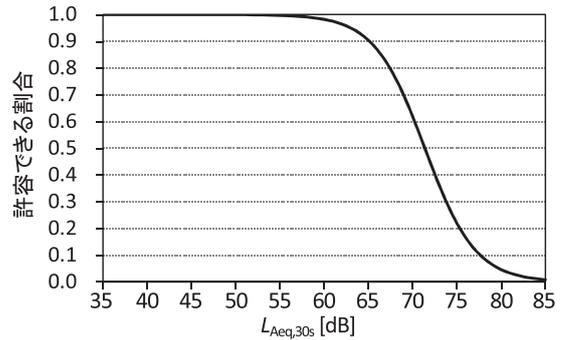


図5 騒音レベルと許容率の関係

8. 聞き取り試験方法

表2の地点にて、高齢者の案内方法の聞き取り試験を実施した。対象とする実験参加者は5章と同じである。

測定に用いたスピーカー（BOSE 101）は、スタンドを用いて床上3m点に設置した。実験参加者の位置は、スピーカーから5m離れて先頭に3列で整列した位置とした。

案内放送の聞き取り試験に用いた試験用アナウンス文と回答肢を表5に示す。表5のアナウンス文の（ ）内の単語のうちの一つをランダムに流し、実験参加者に聞き取れた単語を選択してもらった。さらに、一連のアナウンス文について、聴感印象を回答してもらった。測定時の様子を図6に示す。

音声明瞭度に対する物理指標のSTI（Speech Transmission Index）の測定は、聞き取り試験とは別に夜間駅閉鎖時に行った。スピーカー位置は実験参加者の位置と同じとし、スピーカーから水平5m点と7m点の床上1.2mの高さに騒音計を設置した。音源にはTSP（Time Stretched Pulse）信号を用い、騒音計で受信したTSP信号から伝達関数を求め、それよりSTIを算出した。

表5 試験用アナウンス文と聴感印象の評価尺度

試験用アナウンス文	
ご通行中の(皆さま・お客さま・方々)に(お知らせ・ご案内・ご連絡)いたします。 (ただし、本日・これより・現在)、案内放送の聞き取りやすさの(調査・確認・試験)をしています。 (大変・誠に)、(ご迷惑・お手数・ご不便)をおかけしております。 (皆さま・お客さま)のご理解・ご協力をお願いします。	
()内の単語から試験毎にランダムに一つ提示。実験参加者は、聞き取れたと思う単語を選択	
聴感印象の評価尺度	
1. 全く聞き取りやすい	2. それほど聞き取りやすい
3. 多少聞き取りやすい	4. だいぶ聞き取りやすい
5. 非常に聞き取りやすい	

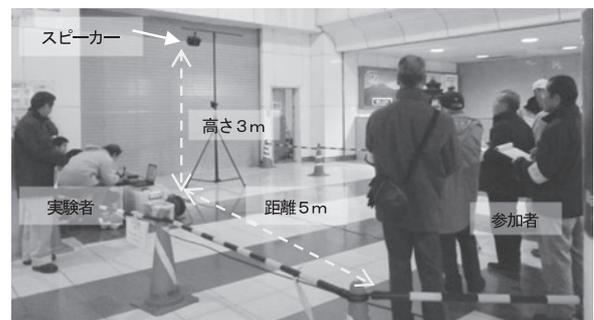


図6 聞き取り試験の測定の様子

9. 聴き取り試験結果

9.1 STIの測定結果

夜間の駅閉鎖時に測定したSTIの結果を表6に示す。5m点のSTIは0.61~0.78、7m点のSTIは0.55~0.74であった。

表6 STIの測定結果

スピーカーからの水平距離	調査地点				
	A-27	A-28	B-29	B-30	C-31
5m	0.68	0.65	0.71	0.61	0.78
7m	0.66	0.63	0.65	0.55	0.74

9.2 聴き取り試験結果

試験用アナウンス文(S)と暗騒音(N)との騒音レベルのSN比と、試験用アナウンス文の聴き取りやすさの関係を図7に示す。縦軸は、実験参加者回答の平均値である。SN比が高くなるほど聴き取りやすさの評価も高くなっている。また、試験箇所によるばらつきは小さく、SN比が約10dBで「だいぶ聴き取りやすい」、20dB以上で「非常に聴き取りやすい」評価となった。STIと聴き取りやすさとの関係を図8に示す。横軸のSTIは、表6に示す夜間測定の結果に対して、聴き取り試験時のSN比で補正した値である。STIが高くなるほど聴き取りやすさの評価が高くなっている。しかし、調査箇所によるばらつきがやや大きくなっており、聴き取りやすさの評価が「だいぶ聴き取りやすい」を超えるSTI値は、B-30では約0.50以上、C-31では約0.70以上であった。

SN比と単語理解度との関係を図9に示す。単語理解度とは、表5に示した試験用アナウンス文の()内の単語について、正しく回答された割合である。単語理解度は、全体的に高い値であり、場所の違いによる差があまり見られなかった。これは、聴き取れた単語を選択する方法としたためと考えられる。実際の駅の案内放送では、列車種別や行き先、運転中止のような運行情報などの情報が、正しく駅利用者に伝達されることが重要である。駅コンコースでの音声情報伝達の性能評価方法については、今後さらに検討を進める必要があると考えられる。

10. おわりに

本研究では、駅コンコースでの音環境の実測調査や、高齢者を対象とした聴き取り試験などを行い、駅の音響設計方法を構築するための基礎的知見を得た。今後、これらの知見を基に、駅の音環境に関する設備側の設計方法を構築していく予定である。

また、駅の良い音環境実現には、設備側だけの対策では十分ではないため、案内放送などの音源側の制御も推進していきたいと考える。

本研究を進めるにあたり、フェリス女学院大学 船場ひさお様、横浜国立大学 太田篤史様、航空環境研究センター 上田麻理様、鉄道総合技術研究所 伊積康彦様、小林理学研究所の皆さまにご協力いただいた。ここに感謝の意を表す。

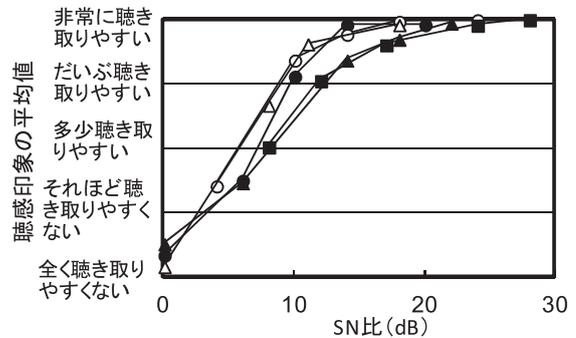


図7 SN比とアナウンス文の聴感印象との関係

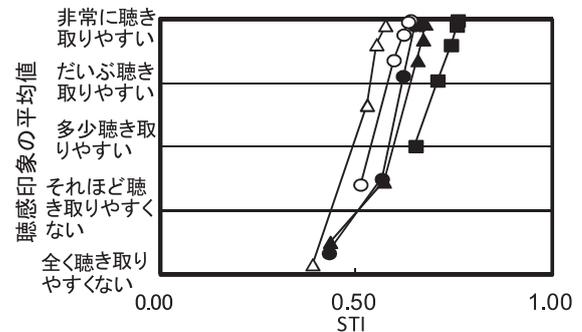


図8 STIとアナウンス文の聴感印象との関係

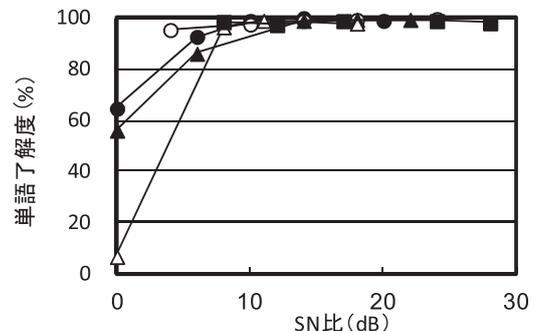


図9 SN比と単語理解度との関係

凡例
●A-27 ○A-28 ▲B-29 △B-30 ■C-31

参考文献

- 1) 亀田ほか:高齢者を対象とした駅コンコースでの音環境に関する被験者試験 その1 音環境の印象に関する試験,日本建築学会, 2013年8月.
- 2) 伊積ほか:高齢者を対象とした駅コンコースでの音環境に関する被験者試験 その2 音声コミュニケーションに関する試験,日本建築学会, 2013年8月
- 3) 伊積ほか:駅コンコースにおける音環境の実態調査,建築音響研究会資料, AA2009-8 (2009)
- 4) ISO226:2003, Acoustics — Normal equal-loudness-level contours
- 5) 伊積ほか: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D-1, pp.297-298, 2007年8月