

# 駅コンコース案内放送の明瞭度向上手法

伊積 康彦\* 石突 光隆\*

## Improvement of Articulation of Broadcast Announcements at Station Concourses

Yasuhiko IZUMI Mitsutaka ISHIZUKI

Information announcements are made at station concourses. But it may be difficult to listen to the announcements clearly because of noises and reflected sounds at large stations. So we made subjective tests at both real stations and a life size station model in order to make it easy for passengers to listen to the broadcast announcements at stations. As the results of subjective tests at stations, it was found that the sound level of announcements had a significant impact as compared to the acoustic reverberation. Additionally, from the experimental study on articulation of announcements with varying sound levels of noise and installation positions of speakers at the station model, we indicated a method of improving articulation of broadcast announcements at station concourses.

キーワード：案内放送，明瞭度，駅コンコース，聴き取りにくさ，STI

### 1. はじめに

駅構内では、音声を用いて多くの情報伝達が行われている。音声情報を駅利用者へ確実に伝えるには、高い音声明瞭度を確保する必要がある。しかし、大きなターミナル駅では、案内放送が聴き取りにくいことがある。音声明瞭度を悪化させる要因として、案内放送以外の騒音の影響、反射音の影響、案内放送の重複、案内放送を行う人に起因するもの、案内放送を聴く人に起因するものなどが挙げられる。これらの要因のうち、本研究では物理的な要因である案内放送以外の騒音の影響と反射音の影響を主な検討対象とし、駅の案内放送が聴き取りやすくなる条件を明らかにし、駅案内放送を対象とした音声明瞭度向上手法を提案することを目的とする。

### 2. 駅の音声明瞭度に関する現状調査

#### 2.1 調査方法

実駅における音声明瞭度（以下、明瞭度と記載する。）の評価については、実施の困難性などのためほとんどデータの蓄積がない。そこで、首都圏の駅コンコースとコンコースと同様に比較的閉鎖空間となる地下ホームを対象に聴き取りにくさ試験<sup>1) 2)</sup>および音響特性の計測を行った。

調査の実施個所は、A 駅地下ホーム、B 駅地下ホームおよびコンコース（地下）、C 駅コンコース（地上）、D

駅コンコース（地上）および改札口付近（地上）の4駅6箇所である。このうち、A 駅地下ホームとD 駅改札口では天井等が吸音処理されており、他の地下ホームおよびコンコースでは吸音処理されていなかった。また、C 駅コンコースとD 駅改札口が中規模である以外は、大規模な空間となっている。

聴き取りにくさ試験の試験概要図を図1に示す。音源は、A 駅とB 駅については実際の案内放送（自動放送および肉声放送）、C 駅とD 駅では案内放送がほとんど無かったため、表1に示す試験用アナウンス文を用いた。試験用アナウンスは、床から高さ3mに設置した音声伝送性能測定用スピーカ<sup>3)</sup>から流した。提示レベルは、3dB 間隔で8段階変化させた。試験では、被験者が実際の案内放送または試験用アナウンス文について、「聴き取りにくくない」から「大変聴き取りにくい」まで4段階で評価してもらい、「聴き取りにくくない」以外の回答をした被験者の割合を聴き取りにくさとした。被験者数はA 駅とB 駅では15名、C 駅とD 駅は14名であった。被験者の位置はスピーカ直下から水平距離で3m点とし、全員が同時に評価した。被験者位置は、大きな駅コンコースでのスピーカ設置間隔が6～8m程度であることが多いため、その距離のおよそ1/2に相当する離れとした。また、被験者位置に騒音計を設置し、案内放送や暗騒音の騒音レベル等を記録した。

さらに、聴き取りにくさ試験を行った場所の音響特性を把握するため、残響時間とSTI<sup>4)</sup>（Speech Transmission Index, 話声伝送指数）の計測を、夜間駅閉鎖時に別途行った。STIとは、音声伝送品質の代表的な評価指標

\* 構造物技術研究部 建築研究室

特集：構造物技術

で、会話音声の特徴を信号強度の時間的变化として捉え、音源の信号強度の時間変化が受信位置でどの程度保たれているかで品質を評価するものである。評価値として0～1の値をとり、値が高いほど音声伝送品質が高いことを示す。残響時間の値は、12面体スピーカからバンドノイズを流し、バンドノイズを瞬断した後の減衰レベル波形の傾きから求めた。STIは、聞き取りにくさ試験と同じ位置に設置した音声伝送性能測定用スピーカからのインパルス応答を用いて算出した。

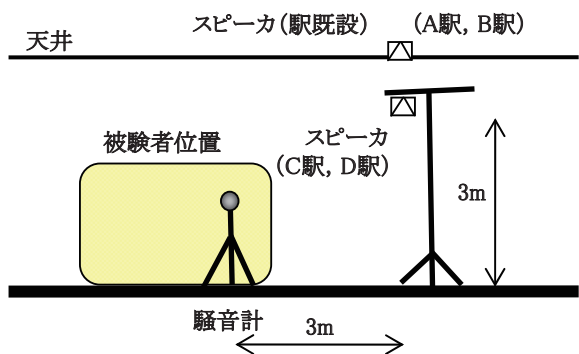


図1 聞き取りにくさ試験概要

表1 聞き取りにくさ試験用アナウンス文 (C 駅, D 駅)

「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。」

2.2 調査結果

残響時間測定結果を図2に示す。吸音処理されているA 駅地下ホームとD 駅改札口は他の場所よりも残響時間が短くなっている一方、吸音処理されていない大きな空間であるB 駅地下ホームやD 駅コンコースでは一部周波数で4.0秒以上とかなり長い値であった。

夜間駅閉鎖時のSTIと聞き取りにくさ試験時における暗騒音レベルを表2に示す。STIは、D 駅改札口が0.77と他の場所よりもやや高かった。聞き取りにくさ試験時の暗騒音レベルは、58～65dBの範囲であった。

A 駅地下ホームにおける案内放送の聞き取りにくさの結果を図3に示す。自動放送の聞き取りにくさは全体的に低い値である。一方、肉声放送はばらつきが大きく、SN比(案内放送と暗騒音との騒音レベル差)との明確な対応はみられない。これは、話すスピードや滑舌など話者の影響が大きいと考えられる。

4 駅でのSN比と聞き取りにくさの関係を図4に示す。A 駅とB 駅の肉声放送は発話者の影響が大きいと考えられたため、自動放送の結果のみを示す。A 駅地下ホー

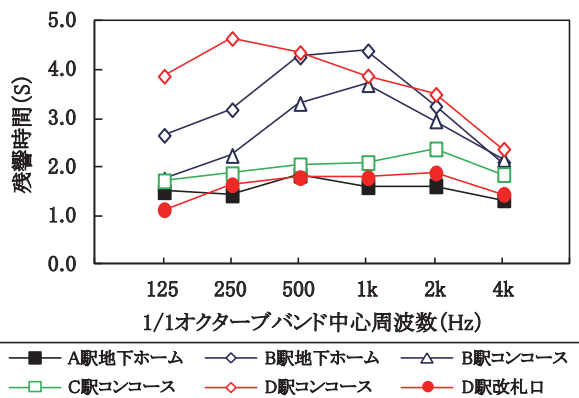


図2 駅の残響時間測定結果

表2 STIと暗騒音レベル測定結果

場所	STI	暗騒音レベル (dB)
A 駅地下ホーム	0.64	57.6
B 駅地下ホーム	0.69	64.8
B 駅コンコース	0.66	61.4
C 駅コンコース	0.64	63.6
D 駅コンコース	0.64	59.6
D 駅改札口	0.77	57.5

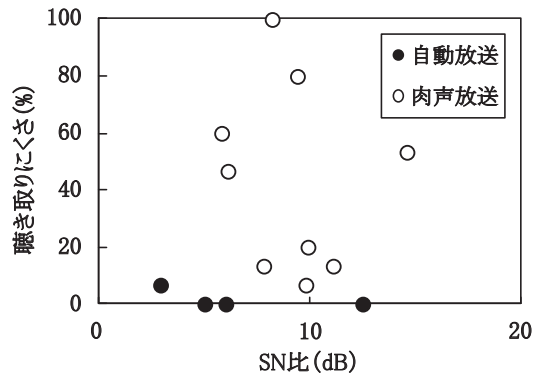


図3 SN比と聞き取りにくさの関係 (A 駅地下ホーム)

ムがやや低めで、B 駅地下ホームが高めの傾向となっている。B 駅地下ホームを除いた5地点で聞き取りにくさが最小となるSN比は5～12dB程度であった。

案内放送のレベル(以下、スピーチレベルと記す。)と聞き取りにくさの関係を図5に示す。スピーチレベルが低くなると聞き取りにくさが高くなっている。また、スピーチレベルが80dB以上のケースがB 駅地下ホームしかないものの、スピーチレベルが90dB付近では聞き取りにくさが60～80%まで高くなっている。

ところで、D 駅コンコースと改札口の残響時間やSTIには図2や表2に示すような差があったにもかかわらず、聞き取りにくさにはほとんど差がなかった。しかし、C 駅、D 駅に参加した被験者に、2 駅3箇所について最も聞き取りやすかった場所を質問したところ、D 駅改札口が最も多く(本質問に対する回答者9名中6名)、理由

として反射音が少ないことが挙げられていた（自由記述による）。よって、スピーカから水平距離で3m程度の位置では、聴き取りにくさに与える反射音の影響は暗騒音の影響よりも小さいものの、反射音を低減させることは明瞭度を高めるには有効な対策であると考えられる。

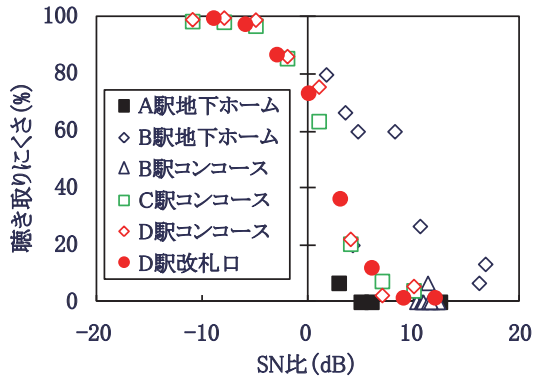


図4 SN比と聴き取りにくさとの関係

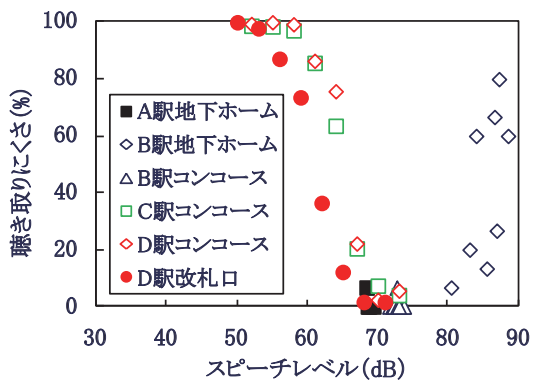


図5 スピーチレベルと聴き取りにくさとの関係

### 3. 駅案内放送の明瞭度に関する評価試験

#### 3.1 試験概要

実駅での聴き取りにくさ試験の結果などをふまえ、実験室で駅案内放送の明瞭度向上手法に関する評価試験を行った。試験は、以下のものを実施した。

- (1) 案内放送の最適なスピーチレベルに関する評価試験（被験者試験）
- (2) スピーカの配置位置に関する評価試験（被験者試験、物理試験）

実駅での試験結果より、スピーカから水平距離で3m程度の位置においては反射音の影響よりも案内放送のスピーチレベルの影響の方が大きいことが明らかとなったため、スピーチレベルに関する試験を中心に実施した。

試験箇所は、いずれの試験も実物大橋上駅舎模型（駅シミュレータ）である。

#### 3.2 案内放送の最適なレベルに関する評価試験

実験概要図を図6に示す。スピーカは床上3m点に設置し、被験者はスピーカから水平距離で3m離れた点で立位にて聴き取りにくさの評価を行った。暗騒音には駅コンコースで録音した雑踏音を用い、既往の調査結果<sup>5)</sup>を参考に騒音レベルを60dBから72dBまでの3dB間隔に設定した。試験用アナウンスのスピーチレベルは57dBから87dB（暗騒音の条件により範囲は異なる）までの3dB間隔とした。

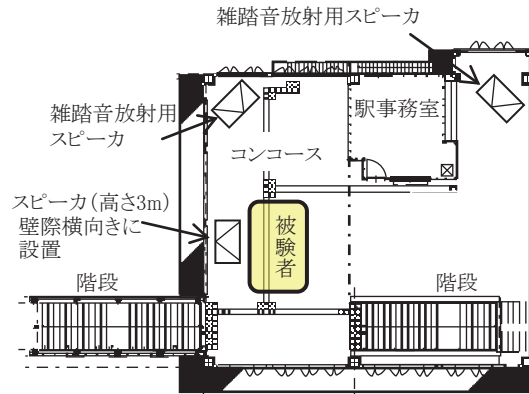


図6 最適なスピーチレベル評価試験概要

SN比と聴き取りにくさとの関係を図7に示す。SN比が-3dBから12dBまでの範囲では、暗騒音レベルによる聴き取りにくさの値が大きく異なっており、SN比が-3～6dBの範囲では同じSN比で比較すると暗騒音レベルが低いほど聴き取りにくさは高くなっている。また、SN比がある値を超えると聴き取りにくさが若干高くなる傾向がある。これらの結果より、案内放送の聴き取りにくさが極小となる最適なスピーチレベルが存在することがわかる。本実験条件範囲内における聴き取りにくさが最小値となったSN比は、暗騒音が60dBの場合は15dB、66dBで9dB、72dBで6～9dBであった。暗騒音レベルによる最適な案内放送のスピーチレベルをまとめたものを図8に示す。今回の試験条件での聴き取りにくさが最小となるスピーチレベルは、暗騒音レベルが66dB以下の場合では75dB、暗騒音レベルが69dB以上では暗騒音レベルよりも9dB高いレベルであった。

#### 3.3 スピーカの設置位置に関する評価試験

スピーカの設置方法を変化させて、案内放送のスピーチレベル分布の測定と聴き取りにくさ試験を行った。試験概要を図9に示す。案内放送用として、音声伝送性能測定用スピーカを、天井付近（SP1）と壁際の床上高さ3m（SP2）および2m（SP3）に設置した。その他に、暗騒音として駅の雑踏音を流すためのスピーカを2箇所設けた。暗騒音レベルは評価点で60dB、試験用アナウンスの騒音レベルは、スピーカ設置点から水平方向に

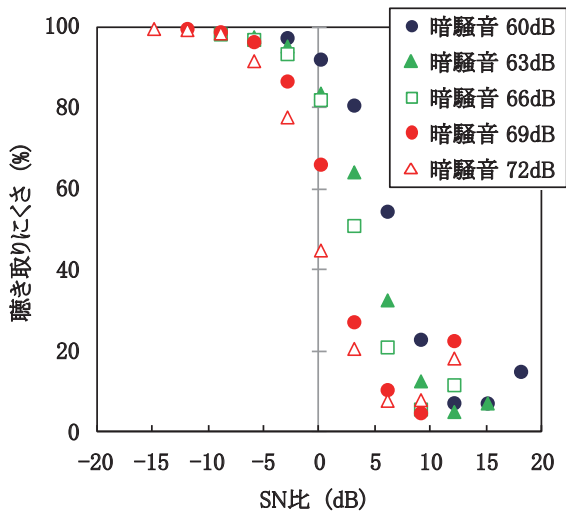


図7 暗騒音レベルと聴き取りにくさとの関係

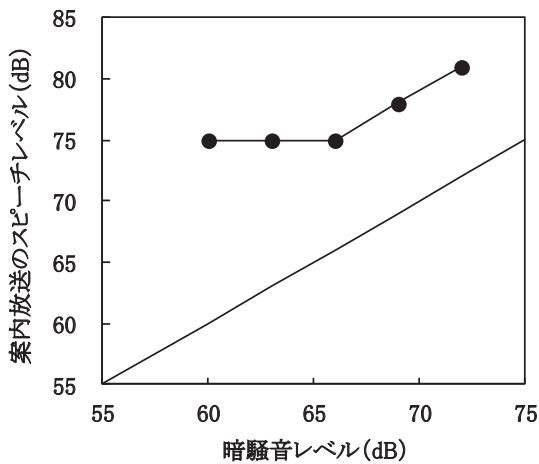


図8 聴き取りにくさが最少となるスピーチレベル

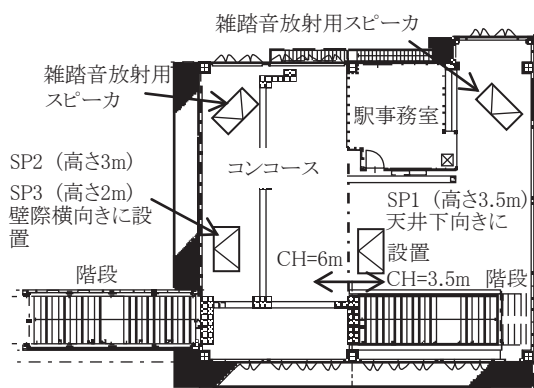


図9 スピーカの配置位置に関する評価試験概要

1m 離れの床上 1.2m で 65dB とした。評価位置は、スピーカ設置位置から水平方向に SP1 については 1m ~ 7m 点まで、SP2 と SP3 では 1m ~ 10m 点までとし、スピーチレベルを測定するための騒音計は、床上 1.2m 点に設けた。

試験用アナウンス文のスピーチレベル分布について、

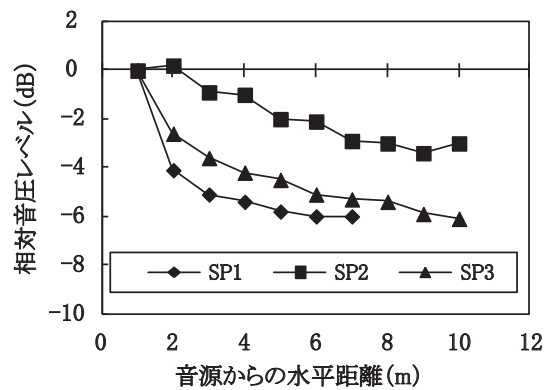


図10 スピーカ設置位置によるスピーチレベルの比較

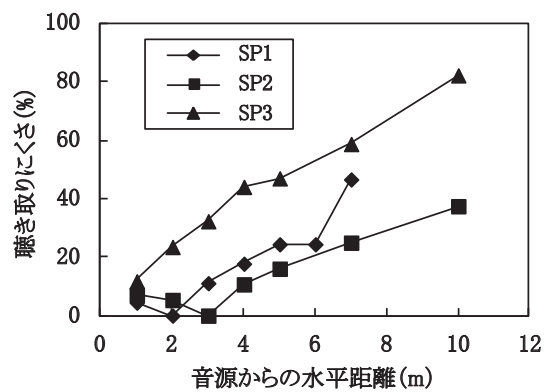


図11 スピーカ設置位置による聴き取りにくさの比較

スピーカから 1m 点を基準として整理したものを図 10 に示す。天井に設置した SP1 の距離減衰が最も大きく、壁際の高さ 3m に設置した SP2 の距離減衰が最も小さくなっている。壁際の高さ 2m に設置した SP3 は、SP1 に近い距離減衰特性となっている。

スピーカの設置位置による聴き取りにくさを比較したものを図 11 に示す。SP2 の聴き取りにくさが最も低く、SP3 で最も高くなっている。また、SP2 と SP3 を比較すると、両者の設置位置が 1m しか離れていないのにも関わらず、聴き取りにくさとしては大きな差が生じている。このことは、良好な音声伝送性能を確保するには、スピーカの設置位置を十分に検討する必要があることを示唆している。

今回の試験条件のなかでは、スピーカ直下付近では天井に取り付ける方法が、スピーカから 3m 以上離れた点では床上 3m 点で横向きに設置する方法が、聴き取りにくさを低減できることがわかった。スピーカの設置方法の違いにより聴き取りにくさが異なる要因として、スピーカ正面からの角度が関係していると考えられる。スピーカを天井に取り付けた場合、スピーカ直下点ではスピーカからの距離が短く、またスピーカ正面と正対するために聴き取りにくさが低くなるが、スピーカから離れるに従いスピーカ正面方向とのなす角が大きくなるため

に直接音成分が低下することとなる。一方、スピーカを横向きに付けた場合は、スピーカ直下ではスピーカ正面方向とのなす角が大きくなるが、スピーカから離れるに従いスピーカ正面となす角が小さくなる。この差が、SP1とSP2の差の原因と考えられる。また、SP3ではスピーカとスピーカに最も近い評価点との距離とその他の評価点との距離の比が、他のスピーカの設定条件での距離の比よりも大きくなるためにスピーチレベルの距離減衰量が大きくなり、聴き取りにくさも高くなったものと考えられる。SP3のように受聴位置に近い位置にスピーカを設置する方法は、広範囲への案内放送には適さないが、例えばホーム上での車両ドア付近の範囲のみに駆け込み乗車防止を呼び掛けるなど、限定された範囲への案内放送には適していると考えられる。

#### 4. 案内放送の明瞭度向上手法

##### 4.1 スピーカの設置間隔

駅コンコースにおいて、どの場所でも案内放送を聴きとりやすくするためには、スピーカを適切な間隔で配置する必要がある。そこで、案内放送のレベル分布と反射音の影響を考慮したスピーカの配置方法について検討した。

床と天井のみ存在する無限に広がる空間の天井に、スピーカを格子状に等間隔で設置する場合を考える。条件を単純にするため、スピーカ直下点と4つのスピーカの中央点との音圧レベル差が5dB以下となるスピーカ間隔を求めるものとする。音圧レベル差を5dB以内としたのは、図7の結果よりスピーチレベルが最適なレベルに対して±2.5dB以内であれば、聴き取りにくさが大幅に高くないためである。評価点は成人の耳の位置を想定し、床上1.5m点とする。また、スピーカ直下点では直上のスピーカのみからの音響エネルギーを考慮し、4つのスピーカの中央点では近接する4つのスピーカからの音響エネルギーを考慮することとする。図12にD駅改札口でのスピーカからのバンドノイズの距離減衰量の測定結果を示すが、音源からの距離が5m以内では概ね倍距離あたり-6dBの距離減衰量を示している。既往の測定結果からも大きな駅コンコースでは、概ね同様の傾向であることから、スピーチレベルの距離減衰量を、スピーカを点音源とみなして倍距離あたり-6dBと仮定する。以上の条件下では、スピーカの設置間隔は(1)式で求められる。

$$d1 \leq 4.8(h-1.5) \tag{1}$$

ただし、 $d1$ :スピーカの設置間隔 (m)

$h$ :天井高さ (m)

次に、反射音の影響について考える。反射音の影響は、STIで評価することとする。実駅におけるSTIの実測結果を図13に示す。音源より1m点から5m点にかけて0.2から0.4程度低い値となり、それより遠くなると穏やかに低下する傾向である。

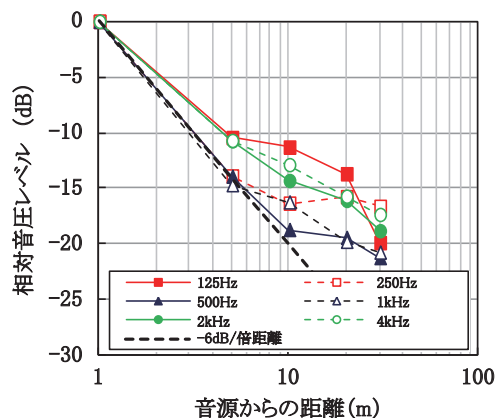


図12 駅コンコースの音圧減衰特性 (D駅改札口)

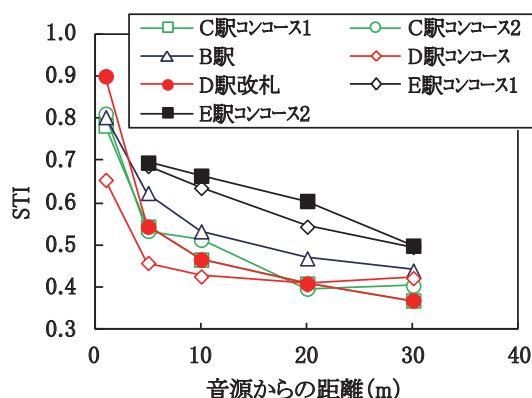


図13 実駅におけるSTIの実測結果

日本建築学会「都市・建築空間における音声伝送性能評価基準」では、駅コンコースに相当する室用途に対する目標性能はクラス3rdまたは4th(残響過多あるいは騒音制御が困難な条件の場合)とされており、クラス3rdおよび4thを満足するSTIはそれぞれ0.55以上および0.45以上とされている。図13の測定事例のなかから、多くのコンコースでSTIが0.55以上を確保できる音源からの距離は5m程度以内、0.45以上(同4th)を確保できるのは概ね10m以内である。そこで、STI0.55以上を確保するため、スピーカから受音位置までの距離を5m以内とする。あるスピーカから隣接する4個のスピーカ中央直下点(床上1.5m)までの距離を5m以内とするスピーカ間隔は、(2)式で求められる。

$$d2 \leq \sqrt{50-2(h-1.5)^2} \tag{2}$$

ただし、 $d2$ :スピーカの設置間隔 (m)

$h$  : 天井高さ (m)

スピーカの設置間隔は、 $d1$  と  $d2$  のうち短い方を採用することとする。これら2つの条件を整理したものを図14に示す。スピーカの設置間隔は、天井高さが約3m以下では距離  $d1$  で、それを超えると距離  $d2$  で決定され、天井高さ2.5mの場合で4.8m以下、3mで6.7m以下、4mで6.1m以下が適切な間隔と言える。天井高さが4mを超えるとスピーカ設置間隔が約6m以下となり、スピーカの設置個数が増えてしまうため、天井埋め込みタイプよりも壁や柱に横付けで設置する方が適当であると考えられる。

以上のような検討で、単純な形状のコンコースについてはスピーカ配置の概略計画は可能であるが、より詳細な検討を行う場合は音線追跡法等の数値計算を行う必要がある。

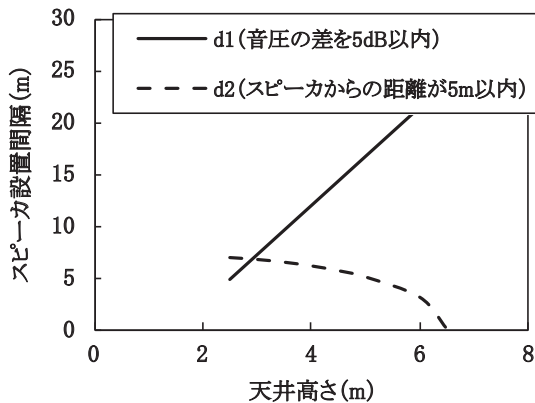


図14 適切なスピーカ設置間隔

#### 4.2 スピーチレベル

2章および3章で示したとおり、スピーチレベルは良好な明瞭度を得るために重要な要因である。スピーチレベルを図8で示したようなレベルにすることにより、高い明瞭度を実現することが可能となる。

#### 4.3 吸音処理

広いコンコースや天井の高いコンコースでは、反射音の影響が大きくなる。一般に、反射音は明瞭度を低下させる要因となる。天井等に吸音材を用いると反射音成分が低減し、明瞭度を向上させることが可能となる。実駅での聴き取りにくさ試験結果のとおりスピーカからの距離が3m程度の場合には、聴き取りにくさに差が生じる

ほどではないが、被験者へのアンケート調査では吸音処理したコンコースの方が聴き取りやすいと回答した割合が多いなど、一定の効果は期待できる。また、吸音材を用いることにより暗騒音レベルを低減することが可能となり、より良い音環境を実現するには、吸音処理は効果的な対策である。

### 5. まとめ

駅コンコースを対象とした明瞭度向上手法について検討した。本研究の成果を以下にまとめる。

- (1) 首都圏の駅において、案内放送の明瞭度に関する試験を行った。その結果、スピーカから3m程度以内では、案内放送の聴き取りやすさはSN比（案内放送とそれ以外の騒音の騒音レベル差）の影響が大きく、反射音の影響はSN比よりは小さいことが分かった。
- (2) 実物大駅舎模型（駅シミュレータ）を用いた被験者試験を行い、案内放送が聴き取りやすくなるレベル、スピーカの設置位置による聴き取りにくさの違い等について明らかにした。
- (3) 高い明瞭度を得るための天井スピーカの設置間隔を求める簡易的な算出方法を提案した。

### 文献

- 1) M.Morimoto,H.Sato,M.Kobayashi:Listenig Difficulty as a Subjective Measure for Evaluation of Speech Transmission Performance in Public Space, J.Acoust.Soc.Am.Vol. 116, No.3, pp.1607-1613, 2004.
- 2) 日本建築学会：都市・建築空間における音声伝送性能評価基準・同解説，日本建築学会，2011
- 3) 小林他：音声伝送品質の評価と設計 現状と今後 建築学会音声伝送SWG活動成果報告（1999-2002），日本建築学会シンポジウム（2003），2003
- 4) IEC60268-16,Sound system equipment - Part 16:Objective rating of speech ineligibility by speech transmission index, International Electrotechnical Commission, 2003.
- 5) 伊積他：駅空間の音環境に関する実態調査と主観評価試験，鉄道総研報告第21巻第8号，PP.47-52, 2007