放送スタジオの室内音響性能

NHK 総合技術研究所 山 本 照 二

最適残響時間など放送用スタジオに要求される室内音響特性を中心にして、スタジオの室諸元、内装材料の吸音率、室形状などと室内音響効果の関係について述べるとともに、スタジオの補助用具として使用されている各種遮音装置の音響性能などについて概説した。

1. ま え が き

わが国でのラジオ放送開始以来、1/2 世紀を経過したが、この間、放送スタジオに関する音響的な要求は、好ましい室内音場を実現するための内装材料の選定法、吸音材料の開発、不要な音をさえぎる遮音・防振材料の開発などの分野でスタジオ音響技術の発達を促進させてきている。

歴史的に眺めれば、当時唯一の放送機関であったNHKの技術研究所は、放送開始数年をへずしてスタジオの音響効果に関する研究に着手し、昭和6年に実施した仙台、秋田放送局スタジオの残響測定¹⁾をてはじめとして、てきぐりながらも全国各地の放送スタジオの音響設計²⁾を実施してきた。戦前のスタジオの中には、いまはまぼろしとなった東京放送会館第1スタジオ、通称301スタなどの名音楽スタジオがある。戦後は、経済復興、高度の経済成長など国の動きと並行して、テレビ・FM放送の開始、全国テレビ網の整備などにもとない、地方放送会館の建設が進められてきている。

このようなテレビの出現やスタジオ機器の発達は、当然、番組制作手法の変化となって現われ、番組制作の場である放送スタジオの種類、規模、内容なども異なったものとなってきている。しかしながら、音響面からみたスタジオの良い条件、すなわち、

- (1) 使用目的に適した響きと音質をもっていること。
- (2) 特定の気になるような音が起ったり聞こえたりしないこと。
- (3) 静かな環境であること。
- (4) 外部に対しては音もれなどが無いこと。

などについては、異なった環境でも当然実現されていなければならない。

ここでは、放送スタジオに要求される室内音響的性能を中心として、室形、諸元、内装材、スタジオ遮音装置と室内音響効果の関係などについて概説してみたい。なお、スタジオの遮音や騒音防止については、本雑誌でもすでに報告されているので、その論文³⁾を参照されたい。

2. 音響面からみたラジオとテレビスタジオの違い

一般に、放送スタジオは、ラジオ(R)スタジオとテレビ(TV)スタジオならびにラジオ・テレビ併用のRTスタジオに分類されるが、これらは使用目的が異なることから、音響的にもかなり相違している。RスタジオとTVスタジオの音響的機能に関係する差は次のとおりである。ただし、RTスタジオはどちらかというともRスタジオに準じたものである。

(1) 優先要素

Rスタジオは室内音響条件を重視して設計されるが、TVスタジオでは映像効果が室内音響効果に優先して設計されている。

(2) 使用状況

Rスタジオはそのままの形で使用されることが多いが、TVスタジオではスピーチスタジオを除き一般に大道具セットなどが設置される。このためTVスタジオの使用時の音響特性は、スタジオ固有の特性とかなり異なったものとなっている。

(3) 室内騒音

Rスタジオでは放送の性質上一切の騒音を遮断して静かな環境を作るため騒音の許容値を低くとってある。騒音の許容値はスピーチスタジオでNC-15、約20ホン、それ以外のスタジオでNC-20、約25ホンで、図1に

"Room Acoustical Characteristics of the Broadcasting Studio"
by Teruji Yamamoto (NHK Technical Research Laboratories,
Tokyo)

図1 騒音の許容特性を与える NC 曲線

許容特性を与える NC 曲線 (Noise Criterion Curve, 騒音の基準曲線) を示す。一方、TV スタジオでは出演者やカメラの動きなどにより室内で発生する騒音レベルがやや高いことから、スピーチスタジオを除き許容値を NC-25、約 30 ホンに設定している。このため、両スタジオにおける空調騒音の防止対策や壁面などの遮音構造は異なっている³⁾。

(4) 響きと吸音性

R スタジオの場合は室の響きを放送に生かして使ううえで「響き」の程度が重要となる。使用目的にもよるが、同容積の TV スタジオにくらべ一般に響きが長く、比較的ライブに設計される。壁面の平均吸音率* は音楽用スタジオで 0.25 程度からスピーチスタジオの 0.35 程度の範囲にある。これに対し TV スタジオではセットによって場面の状況が異なることや、一般に画面上の制約からマイクロホンが遠距離收音で使用されることなどから、比較的デッドに設計され、その平均吸音率も 0.4 程度となっている。

(5) 設備

一般に R、TV スタジオとも、残響調節の必要性などからカーテンを設備していることが多い。一般用 TV スタジオでは、さらに映像効果上ホリゾントを必要とする。このホリゾントは運用上および保守上の制約から壁面に固定して布張りベニヤ板などを主体に作られている。側壁部分の約 1/3~1/2 の面積をホリゾントにあてるため、他の壁面は吸音性の高い内装材料で処理される。

3. 響きと最適残響時間

3.1 残響時間

残響時間は室内の残響の多少を表わす量で、最初に残響理論を発表した W. C. Sabine 以来の慣習として、定常状態のエネルギー密度に対し、音を切断した後の響きのエネルギー密度が 10^{-6} になるまでの時間を秒単位で表わしている。

残響時間 T は室の大きさと室壁面の吸音状態に関係しており、室内の音の拡散性が満足され、しかも音波が空気中を伝搬する場合の空気吸収を考慮に入れた場合は、次の Knudsen の式で与えられる。

$$T = \frac{0.161V}{-S \log_e(1-\bar{\alpha}) + 4mV} \quad (\text{sec}) \quad (1)$$

ただし、 V は室容積 (m^3)、 S 室全表面積 (m^2)、 $\bar{\alpha}$ 室の平均吸音率、 m 平面音波が空気中を単位長伝搬する時の吸収による減衰率で、相対湿度が 60% の場合、2 kHz、4 kHz、8 kHz でそれぞれ 0.002、0.007、0.02 程度である。周波数が 1 kHz 以下の場合やスタジオ室容積が中程度以下の場合、空気吸収の影響を無視してもよく、その残響時間は (1) 式の m を 0 とした Eyring の式で与えられる。

3.2 最適残響時間

残響時間は耳につきやすい音響性能のひとつであり、聴感上の残響感の大小は一般に残響時間の長短に関係している。この残響感はスタジオの音響効果を左右する重要な要素であり、音の良さはもちろんのこと音楽演奏の難易などにも関係している。一般にはスタジオの使用目的によって最適な残響時間が推奨されている例が多い。

(1) ラジオスタジオ

研究者によって多少最適残響時間の推奨値は異なるが、海外の研究者の推奨値の代表的なものに米国の L. L. Beranek による 2 つの提案がある。第 1 は 1950 年に提案したもので⁴⁾、デンマーク、ノルウェーなどヨーロッパ各国の放送スタジオで適当であるという評価のものを、音楽用ならびに講演用の 2 種のスタジオについて中音域 (500~1,000 Hz) の残響時間と室容積との関係で与えたものである (図 3 参照)。他のひとつは、その後 5 年して発表したもので⁵⁾、聴感を基礎にした研究を加味し、従来の研究を総合し残響時間周波数特性の許容幅を与えている。図 2 にその特性を示す。これによればスピーチスタジオの推奨値は 0.5~0.6 sec となっている。これに対し、英国では、C. L. S. Gilford⁶⁾ が BBC のスピーチ用放送スタジオを調査し、ヨーロッパ大陸で推奨されている値より小さい 0.3 sec をスピーチスタジオの最適残響時間としている。

* 平均吸音率 $\bar{\alpha}$ は、室の種々の内装材料の吸音率を α_i 、それらの使用面積 S_i 、室の全表面積を S とすると、 $\bar{\alpha} = \sum \alpha_i S_i / S$ で与えられる。

図2 Beranek によるラジオスタジオの最適残響時間周波数特性²⁾

日本の放送スタジオについては、NHK の約 90 スタジオに対する NHK の放送技術者の評価から求めた結果⁷⁾がある。結果の一例を図3に示す。これによれば、スタジオ室容積が使用番組に適した大きさであるならば、ラジオスタジオの最適残響時間として、

- (a) スピーチ専用として用いられるアナウンススタジオでは 0.25 sec 程度。
- (b) ドラマ、邦楽、小編成音楽および合唱番組などに用いられる一般スタジオでは、0.35~0.6 sec 程度。

図3 NHK ラジオスタジオの残響時間、容積、残響の評価の関係⁷⁾

図4 NHK におけるラジオおよびテレビスタジオの最適残響時間
(この図は V/S と V との関係を経験的に求め、 $V/S = 1/6.3$ を (1) 式に代入して求めた)

(c) 音楽専用として用いられる音楽スタジオでは、1 sec 以上。

が与えられている。

残響時間周波数特性についても多くの提案があるが、日本の放送スタジオの場合、大容積の音楽スタジオについては、おおよそのところ、中音域の残響時間に対して 125 Hz 付近の残響時間の比が 1.5 以下で低音域のやや上昇した特性が、一般スタジオでは中音域の残響時間に対し、低音域および高音域の残響時間が 0.9~1.3 倍程度となるような平坦な特性が、小アナウンススタジオでは、低音域および高音域の残響時間が 0.3 sec 以下になるような特性が好ましいといえる。

以上のように、ラジオスタジオでは使用目的によって最適な残響時間が異なるため、設計にあたっては使用目的を十分に検討する必要がある。NHK では上に述べたような研究成果や経験をもとにしてラジオスタジオの最適残響時間を決めている。図4に室容積と最適残響時間の関係を示す。この値は、設計に使いやすいよう室の平均吸音率をパラメーターとして示してある。

(2) テレビスタジオ

テレビスタジオについては、セットごとに場面の状況が異なることや、室内の音響特性がセット次第で変ることなどの理由から、ラジオスタジオのように空室の最適残響時間が何 sec というようにはっきり決めることは困難である。しかし、映像効果の制約から音源に対してマイクロホンを離して設置することにより、直接音に対して分散音をより多く収音する傾向があることや、セットに適した響きなどは後から加工できることなどの点から、壁面はできるだけ吸音性にして室の響きを短くする必要がある。

内装材についていえば、床面および水平面が反射性のため、残りの壁面を吸音率が 0.8 程度の内装材料で処理しても、平均吸音率は 0.4 程度となる。結局、室容積に関係なく平均吸音率を 0.4 程度にすることが、可能な限り吸音性とする道につながっている。ただし、セット数の少ないスタジオや TR スタジオでは使用目的からいってラジオのスピーチスタジオ的な使われ方となるため、室固有の響きが重要となっている。

このような理由により、一般テレビスタジオの空室時の最適残響時間についての提案は少ないが、BBC では既存のスタジオの空室時の残響時間と評価の関係を調査し、図5に示すような基準を与えている⁸⁾。NHK では従来の経験と上述のような理由からセットをふんだんに使うテレビス

図 5 BBC におけるテレビスタジオの最適残響時間
(500~2000 Hz 帯域の最大値)

スタジオの設計目標として図 4 の (二) に示すような値を与えている。

4. スタジオの境界条件と特定音の関係

4.1 固有振動の種類と分布

スタジオも空気を媒体とした 3 次元の振動体であって室の寸法や壁面の性質の違いに応じてその室固有の振動が存在する。

室の境界条件として壁面が完全反射面で構成され、室の 3 辺の長さが L_x, L_y, L_z の直方形の室を考えてみる。室の固有振動の周波数 f は、音速を c とすると次式で与えられる。

$$f = \frac{c}{2} \sqrt{\left(\frac{n_x}{L_x}\right)^2 + \left(\frac{n_y}{L_y}\right)^2 + \left(\frac{n_z}{L_z}\right)^2} \quad (2)$$

ただし、 n_x, n_y, n_z はそれぞれ 0 および正の整数をとり (n_x, n_y, n_z) の組合せに対応して種々の固有振動が存在する。

この式でもわかるように、固有振動の周波数は離散的である。実際のスタジオはある程度の吸音性の壁面で囲まれているが、吸音性の程度が著しくなく、直方形に近い場合は、(2) 式でおおよその固有振動数を求めることができる。

周波数的にかなり分離して存在する固有振動をもつ室では、その固有振動の減衰が小さい場合、室内で音を発しても固有振動付近の周波数成分をもつ音だけが大きく聞こえる現象がみられる。この現象は特に小さい室の低音域で起りやすい。したがって、特定の気になるような音が聞こえないための条件のひとつとして、室の固有振動の周波数に対する分布が重要な要素となっている。

固有振動数が f から $f+df$ の間に含まれる固有振動の総数 dN は、 V を室容積、 S を全表面積、 L を周辺長の総計とすると、近似的に次式で与えられる。

$$dN \doteq \left(\frac{4\pi V}{c^3} f^2 + \frac{\pi S}{2c^2} f + \frac{L}{8c} \right) df \quad (3)$$

この式から周波数 f 付近の室の固有振動数の間隔

df のおおよその目安を求めるには右辺第 1 項 $df \doteq c^3/4\pi V f^2$ を用いればよい。

室容積が 3000 m^3 級の大音楽スタジオで 100 Hz を例にとると、 $\Delta f \doteq 0.14 \text{ Hz}$ となり、 100 Hz から 101 Hz の間に約 8 個の固有振動が存在することになり、固有振動によるカラレーションはまったく問題がないことがわかる。

一方、室の寸法比のとり方によっては、異なった (n_x, n_y, n_z) の組合せでも周波数の等しい固有振動が存在する (縮退とよぶ)。この縮退は立方体室で特に著しい。一例として室容積はまったく等しく寸法比の異なった 2 室の分布の例を図 6 に示す。

スタジオの設計では、縮退をさけるために室の 3 辺の比が素数となるような組合せや黄金分割とかの選び方をし、さらに、分布密度を一樣にするために室形を不整形としている。これにもかかわらず、実際には、スピーチスタジオのような小スタジオでしばしば低音域に特定の響きがついたブーミング現象が生じている。

4.2 小スタジオでのブーミングの除去

室の固有振動の鋭さ Q は固有振動の減衰定数を k_N とすると、

$$Q = f_N / \Delta f \doteq \pi f_N / k_N \quad (4)$$

で与えられる。残響時間 T と固有振動の Q との関係は、

$$T = 2.2 Q / f_N \quad (5)$$

であるので、固有振動の残響時間は k_N との間に、

$$T = 2.2 \pi / k_N \quad (6)$$

の関係にある。 k_N は室の吸音条件に関係しているので、ブーミング現象をなくす方法としては、低音域の吸音率が大きな材料を使えばよいことがわかる。この式をもとに、ブーミングに関する評価試験から小スタジオでブー

図 6 室容積の等しい 2 室の固有振動の分布の違いの例
(ただし N_i, N_j, N_k はそれぞれ正の整数)

図7 ブーミングを感じさせないための吸音率の限界
(四壁から 30 cm 以上離れて話音を收音する場合)

ミングを感じさせないための内装材料の吸音率を求めた結果⁹⁾を図7に示す。

ブーミング音の音圧は、音源や吸音点の位置に関係し、その使用範囲が壁に近いほどブーミングが感知されやすい。四壁から 30 cm 以上離れた範囲で話音を收音するような場合は、低音域の平均吸音率が図7の曲線で示した値以上であれば、ブーミングは感知されないことになる。普通のスタジオの吸音率からいえば、室容積が 10 m³ 以下の小スピーチスタジオでブーミングが問題になることが多いものと考えられる。

4.3 壁面形と鳴き竜

鳴き竜はブーミングと異なり、短音を音源とした場合に特定の壁間で多重反射が存在し、プルルンといったような特別の音色の音がスタジオ内に残る現象である。この現象は室の形と吸音材料の配置に関係しており、平行壁面などで音が規則的にくり返し反射されることによる。反射音の音色は多重反射が存在する壁面間距離に関係し、壁面間距離が3~4 m 程度の室での鳴き竜は 100~200 Hz 付近の音色で聞える。

このような現象は図8に示すようなカーテンが2壁面に設置されたラジオスタジオとか、水平線を3壁面にわたってコの字形に設置したテレビスタジオなどで生じる例が多い。鳴き竜はスタジオ音響効果のうえで大きな障害となるので、この点からも室形や内装吸音材の配置が重要となってくる。

図8 鳴き竜のおきる形の一例

5. 音響スタジオの音響諸特性

放送スタジオの室内音響設計は、3.2 節で述べたような最適残響条件を参考にして進められる。しかし、残響特性は室全体の響きの程度を巨視的に表わす量で、マイクロホン收音信号の室内音響効果は、音源とマイクロホンとの位置関係、マイクロホンの指向性などによって異なることは明らかである。

たとえば図9に示すように、対象とする音源ごとにマイクロホンを近接して收音するいわゆるマルチミクシング方式では、ワンポイント收音方式による收音信号の室内音響効果と異なり、スタジオの残響特性から示唆され

(a) ワンポイント(+補助マイク)收音方式例

(b) マルチミクシング收音方式例

図9 收音方式の違いの一例

表1 スタジオの諸元

スタジオ名	CR 509 スタジオ		旧 NHK ホール
	改修前	改修後	
最大寸法 (m)	長さ	26.2	35.8
	幅	23.2	28.5
	高さ	9.9	12.8
舞台ひな段寸法 (m)	前部幅	18.0	18.0
	奥行	6.3	6.3
	高さ	0.25, 0.5, 0.75	0.25, 0.5, 0.7
舞台奥行 (m)	—		16.0
床面積 (m ²)	536		870
全表面積 S (m ²)	1944	1931	3447
室容積 V (m ³)	5122	4726	8700
V/S (m)	2.64	2.45	2.52

図 10 スタジオの平面形および断面形の比較

図 11 残響特性の比較

表 2 響きの量, 残響の質, 音声調整 (ミクシング) の難易に関するスタジオ技術者の評価

收音対象	收音形式	響きの量			残響の質			ミクシングの難易		
		足りない	適当	多い	自然	やや自然	不自然	容易	やや困難	困難
クラシック音楽	オーケストラ	○		+	○	○	○	○	○	○
	マールチ		○	○	○	○	○	○	○	○
	室内楽, 器楽		○	○	○	○	○	○	○	○
ポピュラー音楽	ムードオーケストラ		○	○	○	○	○	○	○	○
	フルバンド		○	○	○	○	○	○	○	○
	コンボ		○	○	○	○	○	○	○	○

○旧NHKホール ●CR509スタジオ (改修前)

るものとは, かなりかけ離れたものとなっていることが推察される。したがって, 放送スタジオの室内音響設計では, マイクロホン収音信号の室内音響特性, 効果に着目する必要がある。これらの諸特性について検討した結果¹⁰⁾を次に述べてみよう。

検討対象とした音楽スタジオは, NHK CR 509 スタジオ (改修前および改修後) と, いまはとりこわされた旧 NHK ホールである。これらのスタジオの室諸元を表 1 に, 室形を図 10 に, 残響特性を図 11 に示す。CR 509 スタジオは NHK 交響楽団員の評価が高い旧 NHK ホールとほぼ同じ音響特性を目標にして設計が進められたもので, 残響時間, ライブエンド・デッドエンドの内装条件, 舞台の構造・寸法は旧 NHK ホールとほとんど同じとなっている。しかし, 完成時におけるスタジオ技術者や演奏家などスタジオ使用者の評価は, 表 2 に示すように旧 NHK ホールの評価とまったく相反したもので, 音響諸特性の調査結果を元にした改修をもってはじめて評価が同じものとなっている。改修前の CR 509 スタジオについての調整技術者, 演奏家, 指揮者の評価を要約すると, (a) 響きすぎる, (b) 音がまわる, (c) 他奏者の音がききとりにくい, (d) 音が遅れてきこえる, などである。

5.1 直接音対分散音エネルギーレベル差

直接音対分散音エネルギーレベル差 R は, 直接音にひきつづき約 50 ms までの反射音が音響効果上直接音を補強し明瞭度を高める効果があることに着目して提案された量で, 短音を音源とした時の測定点の音圧の瞬時値を $p(t)$ とすると次式で与えられる。

$$R = 10 \log \left[\frac{\int_0^{50 \text{ ms}} p^2(t) dt}{\int_{50 \text{ ms}}^{\infty} p^2(t) dt} \right] \quad (7)$$

これと同じ考え方で提案されている量に直接音対全エネルギー比 (D 値) がある。

$$D = \frac{\int_0^{50 \text{ ms}} p^2(t) dt}{\int_0^{\infty} p^2(t) dt} \quad (8)$$

これらの量に関する測定結果の一例を図 12～図 14 に示す。測定結果を要約すると一般的には次のとおりとなる。

(1) R または D 値は周波数が低いほど, また, 音源・收音点間距離が大きいほど小さくなる傾向にある。

(2) ワンポイント收音点における R は $-2 \sim -3$ dB 程度であるのに対し, マルチミクシング收音点では $10 \sim 20$

図 12 直接音対分散音エネルギーレベル差 R と音源・
 收音点間距離の関係 (周波数: 3150 Hz)

図 13 CR 509 スタジオの改修前後の直接音対分散
 エネルギーレベル差 R の比較 (周波数: 800 Hz)

図 14 直接音対分散音エネルギーレベル差周波数特性
 $* R_{100 \text{ Hz}} = 10 \log(E_{0-100 \text{ ms}}/E_{100-500 \text{ ms}})$

dB 程度の値を示している。

これに対し、改修前後の CR 509 スタジオおよび旧 NHK ホールの音響効果に関する使用者の主観評価と測

定結果の相関を検討した結果、次の結論を得ている。

(a) 音楽スタジオの收音点での R は、単一指向性マイクロホンを使用した場合、マルチミクシング收音点で 10 dB 以上、ワンポイント收音点で 2 dB 程度が望ましい。この値より 2~4 dB 程度小さくなると、“響きが多い”という評価になる。音楽ホール聴取位置での R の最適値について T.J. Schultz が示した値¹¹⁾ は 0~3 dB であり、ワンポイント收音点での最適値より 2~5 dB 程度大きい、收音マイクロホンの指向性を考慮するとほぼ同じ値となっている。

(b) R の伝送周波数特性は、響きの質に関係している。低音域の R が他の周波数にくらべて極端に小さい場合は各音量の音色のバランスや距離感をそこなうことになる。

(c) R や D 値の諸特性に関与する建築条件は、残響時間などにみられる平均的な条件とともに、音源や收音点周辺の反射板とか收音力の配分条件が大きく関係する。W. Kuhl も指摘¹²⁾ しているように、直接音にひきついて到来する低次の強い反射音が、直接音成分確保のために必要である。

5.2 エコータイムパターン

同じ音源から出た音でも、直接耳に到来する音と反射壁から反射して帰ってくる音との間にある程度の時間遅れがあると、音は分離して聞える“エコー”の現象がある。

この現象は、直接音に対する反射音の時間遅れ以外に、直接音レベルそのもの、直接音と反射音のレベル差、音源の種類に関係している。一般的には、直接音と反射音の時間遅れが 50 ms 以上でエコーが聞こえるといわれる。スタジオ内でこのような現象が生じることは好ましくない。このため、短音を音源とした場合の收音点における反射音の強さの時間的变化を表わすエコータイムパターンが重要となっている。

ここで低域音、短音を音源とした時の測定結果の一例を図 15 に示す。両室の残響時間は等しいにもかかわらず、この図の (a) にみるように改修前の CR 509 スタジオでは、直接音が到来してから約 0.4 sec 程度の間に直接音とほとんど同じレベルの反射音がいくつか到来し、分散音のレベルを増強している。この低音域の特性は、“音がまわる”、“音が遅れて聞こえる”の評価と直接つながり、響きの自然さをそこなうだけでなく、演奏にも障害を与えている。

このような長距離反射エコーは、特に室諸元の大きいスタジオで生じる可能性がある。したがって、客席吸音面のない大音楽スタジオでは、舞台後壁反射壁に対向する後壁には一般スタジオよりも低音域の吸音率が大き

図 15 100 Hz 短音によるエコータイムパターンの例

い吸音構造壁を採用する必要がある。

6. スタジオ遮音装置による室内音響効果の調整

5章でも述べたように、軽音楽などでは各楽器のパートごとにマイクロホンを設置して比較的生の音を個々に收音し、その後それぞれのマイクロホン出力を調整して人工的に残響を付加するマルチミクシング方式が多用されている。この場合には、発生パワーの大きい楽器音がパワーの小さい他の楽器收音用に設置したマイクロホン出力に影響を与えるいわゆる“音のカブリ”が問題となる。

一方、音楽スタジオの設計にあたっては、スタジオ内の音の融和をはかるため一般スタジオよりライブに設計していることから、スタジオ内で拡散してきた音のレベルが高くなり、必然的にマイクロホンへの音のカブリが大きくなっている。これを抑制し、各パートの音を分離しバランス良く收音するために、遮音衝立などの各種遮音装置が使われている。

6.1 装置の種類と使用例

現在、NHK でよく使用されている遮音装置には次のようなものがある。

(a) 大型遮音衝立

幅 2.2 m, 高さ 3.0 m, 厚さ 5 cm 強, 片面ベニヤ板反射性, 片面グラスウール布張り吸音性. $90 \times 90 \text{ cm}^2$ の覗窓付のものもある。

(b) 小型遮音衝立

幅 1.5 m, 高さ 1.15 m, 厚さ 5 cm 強の衝立 2 枚を

蝶番止めにした V 字形装置, 構造はほぼ (a) に同じ。

(c) 遮音箱

床面積 $2.6 \times 2.3 \text{ m}^2$, 高さ 2.25 m. 外側表面反射性, 内側面吸音性. 壁面四壁はおのみの単独で遮音衝立として使用できるように金具止め。

これらの装置の使用状況は

- ① 軽音楽で音量の大きい楽器のパートを囲う。
- ② 逆に音量の小さい楽器を遮音箱などに収容する。
- ③ 邦楽で鳴物と唄の間に衝立を入れる。
- ④ ドラマでセリフのパートを衝立あるいは天幕で囲う。

など多様にわたっている。配置の一例を図 9 の (b) に示した。

6.2 衝立の遮音効果と反射効果

遮音装置とくに衝立の音響的な効果には、遮音効果と反射効果の 2 つがある。すなわち、図 16 に示すように、音源 S_1 —收音点 M_2 間あるいは S_2 — M_1 間の遮音と、 M_1 (または M_2) に到来する S_1 (または S_2) からの音が衝立によってどのような影響を受けるかの反射効果である。この効果は次に示す諸条件

- (1) 衝立条件: 衝立の寸法, 構造, 面の吸音特性
- (2) 音源条件: 音源の大きさ, 周波数特性, 指向性, 継続時間。

図 16 衝立の遮音効果と反射効果の概念図

図 17 $2.8 \times 2.8 \text{ m}^2$ 衝立単体の遮音特性の一例
(音源・衝立間距離: 0.51 m)

(3) 收音条件: マイクロホンの指向性.

(4) 衝立設置条件: 衝立と音源, 收音点との位置関係.

(5) スタジオ条件: スタジオの大きさ, 残響時間.
などに関係している.

遮音効果については, 一番顕著なものは直接音の遮音である. 音源および收音点が衝立に近接しているほど, また周波数が高いほど効果が大きい. スタジオ内の分散音の影響がない場合の衝立単体の効果の一例を図 17 に示す.

一方, スタジオ内では, 定常音を音源とした場合回折の大きい低音域での遮音効果が悪いのは当然であるが, 中高音域音では分散音の影響によりほぼ一定の値となっている. 数値的には, 大型衝立で音源距離が 1 m の場合, 收音点が衝立から 2~4 m 程度離れて平均 2~3 dB 程度となっている. しかし, 衝立を音源に密接して設置した場合には, 音源からみた衝立の立体見込吸音面積に比例して, スタジオ内に放射される音のエネルギーが減少する. このため, 音源に近接したマイクロホンの入力 of 直接音成分が見掛上大きくなる.

この効果は衝立, 音源, マイクロホンの配置いかんで非常に大きく変わるので, 衝立の運用次第で, スタジオの残響時間はほとんど変えずに収録音の直接音対分散音エネルギーレベル差を大幅に変えることが可能である.

一方, 反射効果は, 主として收音点での音質の調整に使用されている. 比較的吸音力の大きいスタジオで音源に近接してマイクロホンを設置した場合には, 直接音および衝立からの反射音の音圧レベルは, 分散音に比較して 10 数 dB 高くなる. このような時には, 衝立と音源, 收音点間距離の違いによって直接音と反射音の間には位相差が生じ, その合成音の大きさは周波数によって異なってくる.

その一例として, 最も低音域の聴感に影響を与えると考えられる中心周波数が 100 Hz のオクターブ帯域音の合成音圧レベルと音源, 收音点, 衝立間距離の関係を求めたものを図 18 に示す. この図でもわかるように, 音源および收音点位置の違いで低音域の合成音圧レベルはかなり変化している. 一方, 高音域音では, この変動幅はかなり小さい. このような性質を利用して, 収録音の音質の調整がなされている. このことは TV スタジオの大道具についてもいえることである.

6.3 遮音箱の音響効果

図 18 直接音および床, 衝立からの反射音の合成音圧レベル
(中心周波数 100 Hz のオクターブ帯域音)

遮音箱は通常, 完全密閉, 天井部分半開, 後部壁面取りはずし, 前部壁面取りはずしの状態で使用される.

遮音効果については, 外部に音源がある場合, 完全密閉で約 15 dB 程度, 後部壁面とりははずしで 4~5 dB 程度の遮音量がある. このような状態で遮音箱内に音源およびマイクロホンを設置すると, 内部吸音性の程度に応じ收音点での分散音レベルが低下するため, 内部收音点での直接音対分散音エネルギーレベル差 R は相当大きくなり, 完全密閉で音源・收音点間距離が 1 m の場合, R の値は 30 dB 前後となる. このことは, 音楽スタジオやドラマスタジオに小さなスピーチスタジオを設置したのと同じ効果をもっていることを示し, 番組制作上, 非常に便利なものである.

以上の遮音装置は, 番組制作上不可欠のものとなりつつあり, ラジオスタジオの付属設備としてきわめて有用なものである.

7. む す び

以上, 最適残響時間など放送用スタジオに要求される室内音響特性を中心に, 音響面からみたラジオスタジオとテレビスタジオの違い, スタジオの室諸元・室形状・内装材料と室内音響効果の関係, スタジオの補助装置である各種遮音装置の音響性能について概説した. これらが読者の興味をひき, 参考になれば幸いと考えている.

(昭和 50 年 3 月 19 日受付)

〔 参 考 文 献 〕

- 1) 星 佑 兵 衛: 秋田及仙台両放送局演奏室の残響時間について, NHK 技術参考資料, No. 1 (昭 7.8) 15~242
- 2) 星 佑 兵 衛: 大阪放送局新演奏室の音響的設計, NHK 技研研究報告, 132 号 (昭 9.1)
- 3) 佃 温 敏: テレビジョンスタジオの音響設計, テレビ誌, 25, 4 (1971) 252-259

- 4) L. L. Beranek: Developments in studio design, Proc. IRE, **38** (1950) 470-474
- 5) L. L. Beranek: Broadcast studio design, J. S. M. P. T. E., **64** (1955) 550-559
- 6) C. L. S. Gilford: The acoustic design of talks studios and listening rooms, Proc. IEE, Part B, **106** (1959) 245-258
- 7) 山本照二: スタジオの残響特性と聴感特性との対応, NHK 技術研究, **15**, 6 (1963) 429-445
- 8) A. N. Burd, C. L. S. Gilford, N. F. Spring: Data for the acoustic design of studio, BBC Monograph, No. 64 (1966)
- 9) 山本照二: 小スタジオでブーミングを感じさせないための吸音率について, 音響学会誌, **20**, 3 (1964) 154-163
- 10) 山本照二, 永田穂: 音楽の収音に好ましいスタジオの音響特性, 音響学会誌, **27**, 3 (1971) 119-131
- 11) T. J. Schültz: Acoustics of the concert hall, IEEE Sepectrum, June (1965) 56
- 12) W. Kuhl: Das Zusammenwirken von direktem Schall, ersten Reflexionen und Nachhall bei der Hörsamkeit von Räumen und bei Schallaufnahmen, Rundfunktechn. Mitteilungen, **9** (1965) 170
- 13) 山本照二: 遮音衝立の音響特性, NHK 技研月報, **10**, 11 (1967) 515-521

— 今月の表紙 —

ビクター 16mm 簡易装填テレビ用映写機
ETOP-161 型

日本ビクター株式会社*
業務機器事業部

本機はテレビ放送局のフィルム送出業務の自動化, 省力化に
呼応した各種自動化映写機が開発, 商品化される中で, ニュー
ス用およびバックアップ用としての機能を満すことを目的に開
発された簡易装填テレビ用映写機です。すなわち従来の単装型
映写機が多機能化と簡易装填化により誰にでも手軽に操作でき
る取扱いの簡便さが特長です。

* 〒 221 横浜市神奈川区守屋町 3-12
電話 横浜 045-441-1291 (大代)