

## 「一般の音場における音響パワーレベル測定方法」 JIS 原案について \*

子安 勝\*\*  
(音響工学研究所)

鈴木 昭次\*\*\*  
(荏原製作所(株)防音技術センター)

橘 秀樹\*\*\*\*  
(東京大学生産技術研究所)

### 1. まえがき

本年 2 月 1 日に制定公布された JIS Z 8732 「音響室又は半無響室における音響パワーレベル測定方法」に続いて、音響パワーレベル測定方法に関する JIS 規格体系の第 2 部としての表記の原案が去る 3 月に日本音響学会から委託元である日本規格協会に提出された。

この規格原案は、半無響室・残響室などの音響実験室から工場の試験室、現場の機械室や屋外など広い範囲にわたる場所での音響パワーレベルの測定方法を規定したものである。上記の JIS Z 8732 に比べて測定音場の規定が緩和されており、また音圧レベルの測定方法なども簡略になっているので、この規格原案に従って測定された音響パワーレベルの精度が精密測定方法による場合よりも低下することは避けられない。その反面、対象音源の範囲(寸法や発生音の性状など)や測定場所の範囲が広がっているため、実用面からみれば、音響パワーレベル測定方法に関する一連の JIS の中で最も重要な規格であるといつてよいであろう。

ここではこの規格原案(昭和 61 年 3 月)の全文を紹介すると共に、原案調査作成委員会における原案作成の方針・経緯を含めて、内容の主要な点について解説する。

### 2. 原案作成の方針

音響パワーレベル測定方法に関する通則的規格としての一連の JIS 作成に当たっては、国際規格としてすでに制定され、広く用いられている ISO 3740 シリーズ (ISO 3740 ~ 3746, DIS 3747, 3748) の規定を尊重し、可能な限りそれとの整合をとることを基本方針としている。

今回の規格は、上記 ISO 規格の中で試験室として無響室又は半無響室を用いる精密測定方法 (ISO 3745, JIS 8732) として制定済) 及び残響室を用いる精密測定方法 (ISO 3741 及び 3742, JIS は昭和 61 年度に原案作成の予定) を除いた各規格の適用範囲に対応した内容とすることを原則とした。この範囲に対応した ISO 規格及び規格案としては、次のものが挙げられる。

3744 - 反射面上の自由音場条件における実用的測定方法

3746 - 簡易測定法

3747 - 基準音源を用いる簡易測定方法 (審議中)

3748 - 反射面上の自由音場条件における小型・全指向性音源についての実用的測定方法 (審議中)

これらの規格は、測定場所の条件、精度、算出量の種類などからみて広い範囲にわたっており、これを一つの規格にまとめることはかなりの困難を伴うことである。

また、ISO 規格そのものにも、規定上の不備や表現の不適切な箇所も皆無とは言えない。そのために、この JIS 原案の作成に当たっては、上記の各 ISO 規格との整合性を十分考慮しながらも、基本的な点から全面的に検討を加えると共に、JIS としての規格様式や表現方法、産業界などにおける実用面からの要請についても十分な配慮を行うこととした。

この原案作成のために、日本音響学会では原案調査作

\* On the draft of Japanese Industrial Standard "Engineering and Survey Methods for the Measurement of Sound Power Level in General Sound Fields."

\*\* Masaru Koyasu (Acoustical Engineering Laboratory, Tokyo, 160)

\*\*\* Shoji Suzuki (Noise Control Engineering Center, EBARA Corporation, Tokyo, 144)

\*\*\*\* Hideki Tachibana (Institute of Industrial Science, University of Tokyo, Tokyo, 106)

成委員会を編成し、昭和60年7月23日第1回委員会を開催して審議に入った。委員会の構成は原則として昭和59年度委員会と同様としたが、今回のJISは特に実務に直結した規格であるために、関係業界からの委員の補充を行うとともに、予想される小委員会での作業の増加

に対応できるように、小委員会委員の拡充強化を行った。委員会の構成は表-1に示すとおりである。

実際の委員会運営としては、第1回委員会で審議決定された方針に従って小委員会が草案の作成作業を行い、これをその後2回の委員会における審議、小委員会での修正作業を経て、規格原案を作成する方法をとった。

規格の内容としては、上述の通り、実験室測定以外のいわゆるフィールド測定方法をすべて含めることを前提として原案作成が進められ、最終的には、一つの実用級測定方法と二つの簡易級測定方法の合計3種類の方法が並列の形で規定されることとなった。

### 3. パワーレベル測定方法の分類と本規格の位置づけ

音響パワーレベルの測定方法を測定原理によって分類すると、表-2に示すとおりである。そのうち、ISO 3740シリーズ及びそれに準拠して整備しつつあるJISの測定規格は、音圧法( $p^2$ 法)と呼ばれている方法で、原理的には自由音場又は半自由音場における音圧から音の強さを求め、それから音源の音響パワーを求める方法(音圧法-1)、あるいは拡散音場内の音圧から音場の平均音響エネルギー密度を求め、それから音源の音響パワーを求める方法(音圧法-)の二つに分けられる。一方、これらの方法とは別に、最近実用化された音響インテンシティ計測法を利用して、音源からの放射音の音の強さを近接音場内で直接測定する方法( $I$ 法)があり、これについてもISOやANSIでは規格原案の作成が現在進行中である。

表-2では、音圧法を更に音場の種類、グレードによって分類しているが、そのうち今回のJIS原案に含まれている実用半自由音場法(A法)及び簡易半自由音場法(B法)は表中の準半自由音場法に相当し、いずれも半自由音場の原理に従って音響パワーレベルを測定する方法である。一方、簡易拡散音場法(C法)は、表中の準拡散音場法に相当し、原理的には拡散音場法に基づい

表-1 JIS原案調査作成委員会構成員名簿

区分	氏名	所属
委員長	*子安 勝	(有)音響工学研究所
小委員会		
委員長	*鈴木 昭次	(株)荏原製作所防音技術センター
幹事	*橘 秀樹	東京大学生産技術研究所
委員	坂本 守正	日本大学生産工学部
"	*今井 章久	武蔵工業大学工学部
"	大島 敏	都立工業技術センター
"	大野 進一	東京大学生産技術研究所
"	*岡田 健	(株)石川島防音工業
"	木塚 茂	(社)日本事務機械工業会
"	近藤 正道	(株)日立製作所土浦工場
"	境 友昭	建設省土木研究所
"	笹谷 勇	工業技術院標準部材料規格課
"	真田 政信	日本鋼管(株)中央研究所機械研究部
"	菅原 淳夫	(財)日本規格協会業務部
"	田中 洪	建設省建築研究所
"	*東山三樹夫	NTT電気通信研究所
"	中野 有朋	石川島薩摩重工業(株)技術本部
"	*西村 正治	三菱重工業(株)高砂研究所
"	原田 郁	工業技術院機械技術研究所
"	平野 興彦	(社)日本音響コンサルタント協会
"	藤本 義二	(社)建設機械化協会建設機械化研究所
"	*三浦 甫	電子技術総合研究所
"	森井 茂	(社)日本電機工業会
"	安岡 正人	東京大学工学部
"	山下 充康	(財)小林理学研究所
"	山脇 三平	PSMLJ
事務局	*後藤 健次	(社)日本音響学会
小委員会		
委員	鶴飼 義雄	(株)荏原製作所防音技術センター
	藤森 純一	電子技術総合研究所
	吉村 純一	(財)小林理学研究所

表-2 測定原理による音響パワーレベル測定方法の分類

測定方法	測定音場・試験室	測定原理	測定規格
音圧法-	自由音場法	無響室	ISO 3745 JIS Z 8732
	半自由音場法	半無響室	
	準・半自由音場法	反射が少ない一般音場	音源を取り囲んだ閉曲面上の平均二乗音圧から音の強さを求め、パワーを算出する。
音圧法-	拡散音場法	残響室	ISO 3741, 3742, DIS 3748 JIS 案検討中(1986)
	準・拡散音場法	残響が長い一般音場	
音響インテンシティ法	無響室 半無響室 一般音場	音源をとり囲んだ閉曲面上の音の強さを直接測定し、パワーを算出する。	ISO 案検討中

た方法である。

これらの測定原理による場合、高い精度の測定を行うためには、半自由音場又は拡散音場の条件を満たす半無響室や残響室を用いる必要があり、それらの方法については、JIS Z 8732 及び本年度原案作成が進行中である JIS 案の精密測定方法によることとなる。一方、これらの実験室測定方法とは別に、各種機械の組み立て工場・試験場や、それらが実際に設置され使用される現場などの一般の音場においても音響パワーレベルを測定する必要性が頻繁に生じる。そこである程度の測定精度の低下はやむをえないこととして、測定音場の厳密性をある程度緩和し、実用性に重点を置いた音響パワーレベルの測定方法を規定したのが本規格原案である。それぞれの測定方法の原理は、以下の各項で述べるとおりである。

#### 4. 主要な内容について

##### 〔1. 適用範囲〕

前述のように、この規格原案は ISO 3740 シリーズの中で実用級及び簡易級に属する幾つかの測定方法に対応するもので、一つの規格ではあるが、実質的には3種類の測定方法規格と言ってもよいものであり、規格の構成はかなり複雑なものにならざるをえなかった。

このため、適用範囲の項では3種類の測定方法における測定場所、測定精度、算出量などを表にまとめて示しており、測定設備の状況や測定の目的などに応じて、適当な方法を選定するようになっている。

これらの測定方法のうち、A：実用半自由音場法及び B：簡易半自由音場法は、それぞれ ISO 3744 及び ISO 3746 に対応するもので、音場の条件、測定点の配置などは基本的に ISO 規格と整合した規定となっている。これに対して C：簡易拡散音場法は、直接に対応する ISO 規格はないが、ビルや工場などの機械室、通常の工場試験室、その他一般にある程度以上の残響がある室内での簡易測定法として有用であると考えて、この規格における測定方法の一つとして含めたものである。

なお、3種類の測定方法は、全く並列の形で規定されている。委員会審議の過程では、測定環境などの条件によって測定方法を選定するための指針も本文中に含めることも考慮されたが、実際には A 法（実用法）による測定が可能な測定場所であっても、測定の目的やデータの用途などから見て B 法あるいは C 法（簡易法）で十分なこともありうるなどの点を考慮し、測定方法の選択は使用者の判断にまかせることとした。この点については、JIS 本文とは別に解説で詳しく述べることとした。

ISO 規格の簡易法では、A 特性補正音圧レベル（騒音レベル）を直接測定量とし、A 特性補正音響パワーレベルのみを算出量として規定している。しかし我が国では、このグレードの測定においても A 特性補正音響パワ

ーレベルよりも、オクターブバンド音響パワーレベルのデータが要求されることが多く、また騒音予測や遮音設計においても、A 特性の値だけでは役に立たない場合が多い。このために、本規格の B 法、C 法では、オクターブバンド音響パワーレベルを算出量とすることとした。また、ISO 規格で規定している A 特性補正音圧レベルをオバオールで測定する点に関しては、一般に後述の音場補正值又は室内透過吸音面積が周波数によって異なるので、以下に簡易法とは言えども、原理的に無理があると判断し、この規格には含めないこととした。

また、同様の理由から、A 法においても、A 特性補正音響パワーレベルを直接求める方法は含めなかった。ただしこの方法では、音場の条件も比較的良好であるので、オクターブバンドだけでなく、1/3 オクターブバンドの測定も含めることとした。

なお、A 特性補正音響パワーレベルが必要な場合には、オクターブ又は 1/3 オクターブバンド音響パワーレベルの測定値から、A 特性の周波数重みづけによるレベルの合成計算によって求めることとした。これは JIS Z 8732 と異なる点である。

##### 〔2. 用語の意味〕

JIS Z 8732 に規定されてもの以外の用語としては、基準音源、残響時間、室内等価吸音面積を新たに追加した。このうち基準音源は、本原案に規定する三つの測定方法において、残響時間の測定によらずに測定音場の特性を測定する場合に用いられるもので、本来は測定器の一つとして規定すべきであるが、ISO においてもその規格が審議途中であり、また我が国でも JIS 化されていないことなどから、性能などについては現段階では具体的に規定できないので、本原案ではひとまづ用語の意味の項に挙げておくこととした。

##### 〔3. 測定器〕

音圧レベル測定器、周波数分析器については、JIS Z 8732 の規定と全く同様とし、現在我が国で規格化されている JIS C 1505「精密騒音計」及び JIS C 1513「オクターブ又は 1/3 オクターブバンド分析器」を使用することとした。なお、測定音場の特性を調べるために残響時間を測定する場合に使用する測定器（音源装置、受音装置、記録装置）については、附属書 3 に規定した。

##### 〔4. 実用半自由音場法による測定〕

3種類の測定方法のうち、最初に規定したこの方法は、ISO 3744 に相当するもので、精密法に次ぐ測定精度が得られること（実用級）を前提としている。

この方法は、原理的には ISO 3745 あるいは JIS Z 8732 に規定する半無響室を用いる方法と同様に、半自由音場法に基づいている。

すなわち、音源を取り囲む面積  $S(m^2)$  の閉曲面を考えると、その面上における音の強さ（法線方向）の平均値

$\bar{I}(W/m^2)$  と音源の音響パワー  $P(W)$  の関係は次式で表わされる。

$$P = \bar{I} / S \quad (1)$$

ここで、閉曲面上における  $\bar{I}$  と 2 乗音圧の平均値  $\overline{p^2}$  ( $Pa^2$ ) の間では、音源の近傍音場を除いて次の関係がほぼ成立する。

$$\bar{I} = \overline{p^2} / \rho c \quad (2)$$

ただし、 $\rho c$  : 空気固有音響抵抗  
従って、式(1)は、

$$P = (\overline{p^2} / \rho c) \cdot S \quad (3)$$

と表わすことができ、これをレベル表示すれば次式が得られる。

$$L_w = \overline{L_p} + 10 \log_{10}(S / S_0) \quad (4)$$

ただし、 $L_w$  : 音源の音響パワーレベル、 $\overline{L_p}$  : 平均音圧レベル、 $S_0$  : 基準の面積 ( $1m^2$ )

以上の測定原理では、測定閉曲面上で観測される音圧は、測定対象音源から放射される直接音の音圧だけで、測定面の外部からの反射音の影響があってはならない。しかしそのような理想的条件を満たすことは半無響室などの実験室意外では難しく、一般の音場ではある程度の反射音や拡散音の影響が避けられないことが多い。そこでこの方法(A法)では、測定音場とその中に設定される測定面の配置から決まる音場条件を音場補正值という量で表し、これによって反射・拡散音の影響を補正して真の音響パワーレベルの近似値を求める方法をとっている(本文の式(6)参照)。

音場補正值の意味は次のとおりである。まず測定面上における音源からの直接音のみによる平均 2 乗音圧  $\overline{p_1^2}$  は、式(3)から次のように表わされる。

$$\overline{p_1^2} = \rho c P / S \quad (5)$$

一方、測定面を通過した音響パワーがすべて拡散音となつるとする Sabine 流の考え方によれば、測定音場内の拡散音の音響エネルギー密度  $E(J/m^3)$  は次式で表わされる。

$$E = 4P / cA \quad (6)$$

ただし、 $c$  : 音速、 $A$  : 室内等価吸音面積 ( $m^2$ )  
ここで、音響エネルギー密度と平均 2 乗音圧  $\overline{p_2^2}$  の関係

$$E = \overline{p_2^2} / \rho c^2 \quad (7)$$

に基づけば、次の関係が得られる。

$$\overline{p_2^2} = 4\rho c P / A \quad (8)$$

実際の音場における測定面上では、直接音の音圧と拡散音の音圧の和が測定されるので、面上の 2 乗音圧の平均値としては、 $\overline{p_1^2}$  と  $\overline{p_2^2}$  との和が測定されるものと考えられる。そこで次式のように、直接音のみによる 2 乗音圧  $\overline{p_1^2}$  に対する  $\overline{p_1^2} + \overline{p_2^2}$  の比をとり、更にこれをレベル表示した量を音場補正值 ( $K$ ) と呼ぶ。

$$K = 10 \log_{10} \frac{\overline{p_1^2} + \overline{p_2^2}}{\overline{p_1^2}} \\ = 10 \log_{10} \left( 1 + \frac{4S}{A} \right) \quad (9)$$

なお、拡散音として、一度室の境界で反射した音が拡散音になるとする Beranek 流の室定数の考え方もある。しかしそれによつても、一般的と考えられる測定条件では、上記のより簡単な考え方による場合と音場補正值としてはほとんど差が生じない。従ってここでは、ISO 3744 の規定のとおり、上述の関係式に基づくこととした。

以上の定義から明らかなように、反射音の影響が全くない場合には  $K = 0dB$ 、反射・拡散音の寄与と音源からの直接音の寄与とが等しい場合には  $K = 3dB$  である。そこでこの実用半自由音場法における測定音場の条件としては、ISO3744 にならつて  $K$  は  $\pm 2dB$  以内とした。ここでマイナスまで含めたのは、上述のの説明はあくまでエネルギー的な考え方に基づいているが、実際には直接音の反射音の位相関係によっては、 $K$  が負の値となることもありうることによる。

この音場補正值の測定方法としては、測定室の残響時間の測定結果から室内等価吸音面積を求め、上の式(9)の関係によって算出する方法と、音響パワーレベルが校正されている基準音源を用いる方法とがある。これらの測定手順については、附属書 1 にまとめて規定した。

この A 法による場合の音響パワーレベル測定の具体的な手順としては、まず十分に反射性と見なせる平面上に測定対象音源を所定の条件で設置する。ここで測定対象音源の形状・寸法を単純化するために、それに外接する最小の直方体を設定する。これを基準直方体と呼び、その底面の中心から上隅までの長さを特性距離 ( $d_0$ ) とする。この基準直方体及び特性距離を基本として測定閉曲面を設定するが、その具体的な種類としては、ISO 3744 にならつて半球面、直方体面及びコンフォーマル面の 3 種類を規定した(コンフォーマル面の呼び方については、conformal に対応する適当な 2 本後の用語がないため、そのままカタカナによる表現とした)。これらの測定面のうち、いずれによるかは測定環境、測定対象音源の形状・寸法などによるが、条件が許す限り、半球面を用いることが望ましい。特に音源の指向特性(指向指数、指向係数)を測定するためには、この測定面を用いる必要がある。これらの測定面上における測定点のとり方についても、ISO 3744 の規定をそのまま採用することとした。なお、半球面上の測定点の配置は、JIS Z 8732 と全く同じである。

このように設定された測定面上の測定点において音圧レベルを測定し、そのエネルギー平均値(測定面上の平均音圧レベル)、測定面の面積及び音場補正值から測定

対象音源の音響パワーレベルを本文の式(6)によって算出する。ここで音圧レベルの測定については、オクターブ又は1/3オクターブバンドごとに行うこととし、ISO 3744の規定には含まれているA特性補正音圧レベル(騒音レベル)を直接測定する方法は含めないこととした。その理由は、音場補正值によって測定音場の影響を補正するための音場補正值をA特性オーバーオールで求めることは、残響時間の測定による方法、基準音源を用いる方法のいずれかによるとしても、原理的に無理があるためである。

#### 〔5. 簡易半自由音場法による測定〕

この方法(B法)は、実用半自由音場法(A法)を更に簡易化した方法で、内容的にはISO 3746に準拠した規定となっている。

測定の原理としては、前述のように半自由音場法に基づいているが、簡易法ということで測定音場の条件は大幅に緩和されており、音場補正值  $K$  として7dBまでを許している。 $K$  が3dB以上ということは、測定面上において音源からの直接音よりも周辺からの反射音の方が寄与が大きいことを意味するわけであるから、かなりの残響音場までも含めていることになる。従ってこのような音場で、室としての境界が明確に定義できる場合には、次の簡易拡散音場法(C法)によることもできる。

測定の手順として、まず測定対象音源に外接する基準直方体を設定し、それを基本として測定面を設定することはA法と同様であるが、測定面の種類としては、基準直方体の最大寸法の2倍以上(最小1m)の半径を持つ半球面と、基準直方体の各面から原則として1m(最小0.5m)離れた平行面からなる直方体面の2種類に限定している。また、それらの測定面上の測定点の配置は、A法に比べてかなり簡略化されている。ただし、そのために、いずれの測定面をとる場合にも、予備測定によって所定の高さの音源まわりの経路上におけるA特性補正音圧レベルの最大点を探り、その点を測定点に含めることを規定している。この規定は、それだけでは決して十分とは言えないまでも、音響パワーレベルの最小評価を避けるための配慮である。

測定面上における音圧レベルの測定及びその結果に基づく音響パワーレベルの算出の手順も、原則的にA法と同じである。ただし、この方法では、測定はオクターブバンドに限定し、音場の反射音の影響によって測定誤差を生じやすい1/3オクターブバンドの測定は除外している。また、暗騒音の補正も、A法では  $S/N$  比6dB以上としているのに対し、このB法では条件をやや緩めて  $S/N$  比3dB以上としている。

#### 〔6. 簡易拡散音場法による測定〕

上述の二つの測定方法が半自由音場法の考え方に基いているのに対して、この方法(C法)は拡散音場法の

原理に基づいており、具体的方法としては「測定室内の残響時間を用いる方法」(6.8.1の直接法)と「基準音源の音響パワーレベルと比較して算出する方法」(6.8.2の比較法)の二つを規定した。これらの測定方法の原理は、以下のとおりである。

(直接法) 拡散音場と見なせる室内に音響パワーが  $P(W)$  の音源を置いたときの室内の平均音響エネルギー密度  $E(J/m^3)$  は、次式で表わされる。

$$P = cEA/4 \quad (10)$$

ただし、 $A$  : 室内等価吸音面積

ここで、拡散音場内における平均2乗音圧  $\overline{p^2}(Pa^2)$  と平均音響エネルギー密度  $E$  の間には次の関係がある。

$$E = \overline{p^2} / \rho c^2 \quad (11)$$

また、室内等価吸音面積  $A$  と残響時間  $T(s)$  の間には次の関係がある。

$$T = kV/A \quad (12)$$

ただし、 $k = 0.162$  (常温)

従って、これらの関係式から次式が成り立ち、これをレベル表示することによって、本文式(10)が導かれる。

$$P = kV \overline{p^2} / 4\rho cT \quad (13)$$

(比較法) 測定対象音源に換えて、音響パワー  $P_r(W)$  が既知の基準音源を測定室内に置いたときには、式(10)に相当する関係は、

$$P_r = cEA/4 \quad (14)$$

となる。そこで式(10)と上式との比をとってレベル表示することによって、本文の式(12)が導かれる。

以上の測定原理に基づいたISO規格としては、残響室を用いる精密級の測定規格ISO 3741, 3742があり、また残響時間を調節した残響室(特殊残響試験室)を用いる実用級の測定規格ISO3743があるが、簡易級の測定方法は規格化されていない。

そこでこの方法をJIS原案として規定するにあたり、基本的には上記のISO規格を参考とすることとし、測定精度としては、測定結果の標準偏差を精密法の場合の約2倍まで許すことを目安として測定室の条件、音源及び測定点の設定などについての規定を設けた。

まず測定室の条件としては、室容積、形状、残響時間について規定した。このうち室容積については、ISO 3743の規定を若干拡大して、50~500  $m^3$  とした。また、残響時間については、0.5秒を下限とした。これについては、一般に考えられる測定室の諸元と残響時間を想定し、その中での拡散音領域(音源から  $0.2\sqrt{A}$  以上離れた範囲)の確保の可能性を数値的に検討すると共に、残響時間の測定限界などについても考慮して決定した。

室内の平均音圧レベルの測定方法としては、ISO 3742の方法に準拠し、まず予備測定によって室内の音圧レベルの標準偏差を測定し、その値によって音源の設置点数を決定する手順とした。その場合の統計的な考察の詳細

についてはここでは省略するが、簡易法であるこのC法では、室内平均音圧の推定値の許容分散をISO3742で規定している値の5倍と考えることとし、音源の設置点数を決めるための本文の式(8)及びその計算に用いる定数(表-9)を設定した。なお、ISO 3742では、予備測定で求められた音圧レベルの標準偏差によって、音源の設置点数と音圧レベルの測定点数の両方を決める手順となっているが、このC法では、音圧レベル測定点の数は予め6点と決め、それを前提として音源の設置点数を決める手順とした(この規定に従った場合、一般の測定室で音源の設置点数が2以上となることは、実際にはそれほど多くはないと考えられる)。

以上の条件で測定された音圧レベルのエネルギー平均値として室内平均音圧レベルを求め、その結果から音響パワーレベルを算出することになるが、その具体的な方法としては、前述の原理に基づく直接法、比較法の二つの方法を規定した。

なお、この測定方法においても、簡易法であることから音圧レベルの測定とはオクターブバンドごとに行うこととし、1/3オクターブバンドごとの測定は除外した。また、A特性補正音響パワーレベルが必要な場合には、オクターブバンド音響パワーレベルの測定結果から、附属書5に規定するレベル合成の計算方法によって算出することとなる。

#### 〔7. 測定結果の表示と付記事項〕

この項の記述は、JIS Z 8732に比べてやや煩雑となっているが、これはこの規格には、以上に述べた3種類の測定方法が含まれており、測定原理、測定精度、測定条件、具体的な測定方法などがそれぞれ異なるためである。

## 5. む す び

音響パワーレベルの測定としては、無響室、半無響室、残響室などの音響実験室を用いる精密法とは別に、一般の音場における測定の必要性もますます大きくなりつつある。このような背景のもとに、今回のJIS原案が作成されたわけであるが、実用法と簡易法を合わせて一つの測定規格としたため、内容的には可也の分量となった。

音響パワーレベル測定に関する一連のJIS規格のほかでは、今回のJISは実用面では最も重要であると考えられ、原案の作成にあたっては三回の委員会と十数回の小委員会を開催して慎重な審議を行い、万全を期したつもりである。しかし測定精度に関する確認やフィールド測定法としての実用性などについて実験的に十分に検討する時間的余裕はなかった。これらの点については、原案調査作成委員会を中心に、今後早急に検討を行う予定である。

なお、前述のように、ISO 3740シリーズやこの規格原案を含む一連の音響パワーレベル測定方法のJISが基本としているいわゆる音圧法とは別に、最近では音響インテンシティ計測法による方法が実用化され、ISO規格の原案作成も進行中である。この方法によれば、測定音場の条件が大幅に緩和され、実用面でも多くのメリットが期待できるので、我が国でも将来JIS規格として取り入れるための準備が必要であろう。

## 文 献

- 1) 子安 勝, “音響パワーレベル測定方法規格化の動向,” 音響学会誌 41, 322-327 (1985).
- 2) 鈴木昭次, 橘 秀樹, “「無響室又は半無響室における音響パワーレベル測定方法」JIS原案について,” 音響学会誌 41, 546-555 (1985).

日本工業規格 ( JIS Z 8733 )  
一般の音場における  
音響パワーレベル測定方法 ( 案 )

Engineering and Survey Methods for the  
Measurement of Sound Power Level in  
General Sound Field

1. 適用範囲 この規格は、屋外、通常の室内などの一般の音場で、定常音<sup>(1)</sup>又は非定常音<sup>(2)</sup>を放射する音源<sup>(3)</sup>についての音響パワーレベルを求めるための測定方法を規定する。ここに規定される測定方法は、測定場所、測定精度、算出量などによって表-1に示すように区分される。

備考1 一般に、オクターブバンド音響パワーレベルを測定する場合には、対象とする中心周波数は 125Hz ~ 8,000Hz、1/3オクターブバンド音響パワーレベルを測定する場合には、対象とする中心周波数は 100Hz ~ 10,000Hz とする。

備考2 A特性補正音響パワーレベルは、オクターブ又は1/3オクターブバンド音響パワーレベルの測定結果から附属書5に規定する方法によって算出する。

注(1) 少なくとも30秒以上にわたって、ほぼ定常的に継続する音を言う。

注(2) 単発の音又は毎秒10回程度以下の頻度で繰り返される衝撃音を除き、測定時間内で統計的に安定した非定常性の音を言う。

注(3) 対象周波数内で連続的に分布する周波数成分を持った音、離散的な周波数成分を持った音又は狭帯域周波数成分を持った音を放射する音源を言う。

2. 用語の意味 この規格で用いる主な用語の意味は、次による。

(1) 音圧レベル 音圧の2乗を基準の音圧 (20 $\mu$ Pa) の2乗で除した値の常用対数の10倍。単位はデシベル、単位記号は dB。特に JIS C 1505 (精密騒音計) に規定される A特性で重み付けられた音圧を対象とする場合には、

A特性補正音圧レベル (騒音レベル)、また JIS C 1513 (オクターブバンド及び1/3オクターブバンド分析器) に規定されるオクターブバンド又は1/3オクターブバンドごとの音圧を対象とする場合には、オクターブバンド又は1/3オクターブバンド音圧レベルなどと言う。

(2) 音響パワーレベル 音源から放射される全音響パワー (音響出力ともいう) を基準の音響パワー (1pW) で除した値の常用対数の10倍で、音響出力レベルとも言う。単位はデシベル、単位記号は dB。特に JIS C 1505 に規定される A特性で重み付けられた音響パワーを対象とする場合には、A特性補正音響パワーレベル、また JIS C 1513 に規定されるオクターブバンド又は1/3オクターブバンドごとの音響パワーを対象とする場合には、オクターブバンド又は1/3オクターブバンド音響パワーレベルなどと言う。

(3) 基準音源 測定周波数範囲において、十分でかつ安定した出力と平坦な周波数特性及び良好な全指向性を持つ小型の音源で、JIS Z 8732 などの精密測定方法によって反射面上に設置したときの音響パワーレベルが校正されているもの。

備考 この音響パワーレベルを基準音源の校正音響パワーレベルと言う。

(4) 暗騒音 測定音場における測定対象音源の発生音以外のすべての音。

(5) 残響時間 定常状態になった室内の平均音響エネルギー密度が音源を停止した後、定常状態のときの 1/10<sup>6</sup> (-60 dB) に減衰するまでの時間。単位は秒、単位記号は s。

(6) 室内等価吸音面積 室内の吸音性の程度を表す値で、吸音力とも言う。単位は平方メートル、単位記号は m<sup>2</sup>。

3. 測定器

3.1 音圧レベル測定器 測定に使用する音圧レベル測定器は、JIS C 1505 に規定される性能と同等又はそれ以上の性能を有するものとする。

3.2 周波数分析器 測定に使用する周波数分析器は、JIS C 1513 に規定される形 (オクターブバンド) 又は形 (1/3オクターブバンド) 帯域周波数分析器とする。

3.3 音圧レベル測定器の校正方法 測定を行うのに際し、 $\pm 0.2$  dB 以内の精度をもつピストンホンなどの校正器により、対象とする周波数範囲内の一つ又はそれ以上の周波数において、測定に使用する音圧レベル測定器 (マイクホンを含む) の感度を校正する<sup>(4)</sup>。

注(4) これとは別に、音圧レベル測定器の定期的な校正として、公的な校正機関などで検定又は検査を受ける必要がある。

4. 実用半自由音場法による測定

4.1 測定環境 この測定方法による場合には、測定環境として以下に述べる条件を満たす必要がある。

4.1.1 測定環境の音響的条件

(1) 音場補正值 音圧レベルを測定するために設定する測定面上における音場補正值は測定を行うすべての周波数帯域において  $\pm 2$  dB 以内でなければならない。音場補正值は、附属書1に規定する方法によって測定する<sup>(5)</sup>。

注(5) 周囲が十分に開けた屋外や壁・天井などが十分な吸音性に仕上られている室内で、逆二乗則 (JIS Z 8732 の附属書1参照) が成り立つことが予め確認されている領域で測定を行う場合には、音場補正值は 0 dB としてよい。

(2) 反射面 測定対象音源が設置される測定音場の反射面は、測定周波数範囲全体にわたって音響的に十分は反射性で、その大きさは、その上に設定される測定面の底面を含む広さ以上とする。

4.1.2 環境条件 測定環境内では、測定対象音源又はその

引用規格:	JIS C 1505	精密騒音計
	JIS C 1513	オクターブ及び1/3オクターブバンド分析器
	JIS C 5515	標準コンデンサマイクロホン
	JIS C 8106	音響用語 (一般)
	JIS C 8732	無響室又は半無響室における音響パワーレベル測定方法
対応国際規格:	ISO 3744	Determination of sound power levels of noise sources -Engineering methods for free-field conditions over a reflecting plane.
	ISO 3746	Determination of sound power levels of noise sources -Survey method.
関連規格:	JIS Z 8731	騒音レベル測定方法
	ISO 3740	Determination of sound power levels of noise sources -Guidelines for the use of basic standards and for the preparation of noise test codes.
	ISO 3743	Determination of sound power levels of noise sources -Engineering methods for special reverberation test rooms.

表-1 測定方法の種類

測定方法	算出量	備考
A 実用半自由音場法	オクターブバンド音響パワーレベル 1/3オクターブバンド音響パワーレベル A特性補正音響パワーレベル 指向指数及び指向係数	響きの少ない大きな室や屋外など、実用的にみて半自由音場と見なせる音場において、JIS Z 8732 などに規定される精密測定方法に準ずる精度で音響パワーレベルを測定する場合に適用される
B 簡易半自由音場法	オクターブバンド音響パワーレベル A特性補正音響パワーレベル	上記の他に通常の室などで、反射音の影響がかなり大きい測定点の配置を半自由音場法の原理に従って行うことができる音場において、音響パワーレベルの概略の値を簡易に測定する場合に適用される
C 簡易拡散音場法	オクターブバンド音響パワーレベル A特性補正音響パワーレベル	ある程度以上の残響があり、その境界面(壁・床・天井など)が特定できる室内において、拡散音場法の原理に従って音響パワーレベルの概略の値を簡易に測定する場合に適用される

補助装置の作動によって温度・湿度などの媒質条件に大きな変化が生じないようにする必要がある。また、測定器に対する電界・磁界の影響又は音圧レベル測定に対する暗騒音の影響がないことを十分に確かめておく必要がある。特に屋外において測定を行う場合には、雨や風に対して十分な注意が必要であり、マイクロホンに風貌を装着して用いる場合には、それによる感度の変化に十分注意する必要がある。

4.2 音源の設置と作動

4.2.1 音源の設置条件 音源は、測定環境内で4.4に規定する測定面が設定できる位置に、実際に使用される状態又はそれに準じた状態で設置する。

4.2.2 音源の作動条件 音源は、通常使用される条件又はそれに近い条件で作動させる。測定は、音源の作動状態を十分に安定させた後に行い、測定中は作動条件を一定に保つ必要がある。

4.2.3 音源の作動に必要な補助装置 測定の対象とする音源以外から放射される音は十分に防止し、測定に影響がないようにする。

4.3 基準直方体の設定 音圧レベル測定点を設定するための基準として、まず測定対象音源に外接する基準直方体<sup>(6)</sup>を設定する。その場合、主要な音響放射体でない突起部分などは無視してよい。設定された基準直方体について、次式で表される特性距離  $d_0$  を計算する。

$$d_0 = \sqrt{(0.5l_1)^2 + (0.5l_2)^2 + l_3^2} \quad (1)$$

ここに、 $l_1, l_2, l_3$  は、それぞれ基準直方体の縦、横、高さの寸法(単位: m)

注(6) 測定対象音源の形状及び寸法を代表するために設定する直方体で、その底面は反射面と一致する。

4.4 測定点のとり方 次のいずれかの方法によって測定点<sup>(7)</sup>を設定する。

備考 測定対象音源の放射指向特性を表す指向指数及び指向

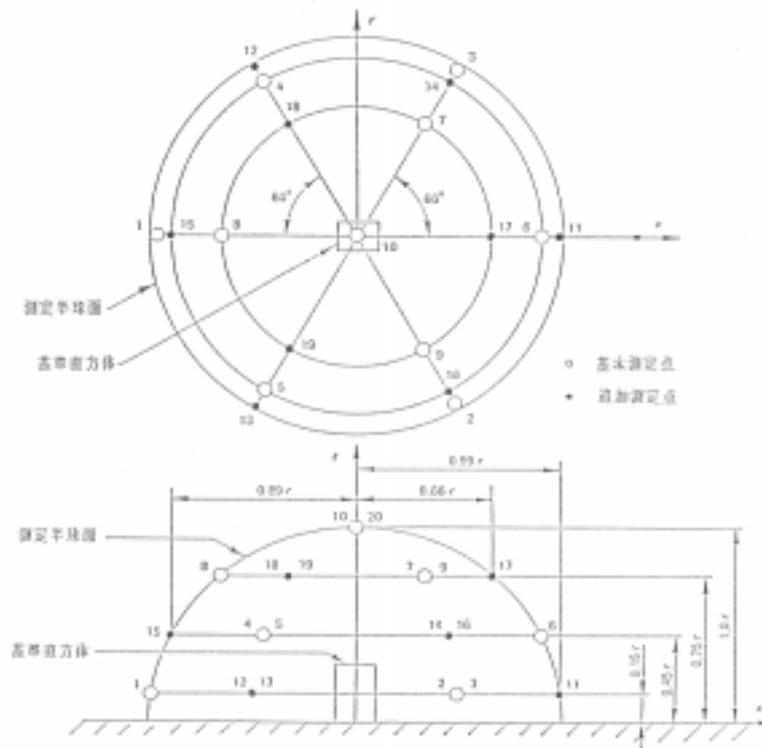


図-1 測定半球面上の測定点(実用半自由音場法)  
1~10:基本測定点, 11~20:追加測定点

係数を求める場合には、4.4.1の方法によらなければならない。指向指数及び指向係数の求め方は、附属書2による。  
注(7) 基本測定点と追加測定点とからなる。追加測定点は、4.5.1に述べるような条件の場合に、基本測定点に追加して設定する測定点である。

4.4.1 半球面上の測定点

(1) 測定半球面の設定 図-1に示すように、音源をとり囲む半球面を設定する。その中心は、基準直方体の幾何学的中心の反射面への投影とする。また、その半径は、特性距離  $d_0$  の2倍又は音源の中心と反射面との距離の4倍のうち大きい方の寸法以上で、少なくとも 1m とする。このようにして設定された測定半球面の面積  $S$  を次式によって求める。

$$S = 2\pi r^2 \quad (2)$$

ここに、 $r$  : 測定半球面の半径 (m)

(2) 測定半球面上の測定点の設定

(2.1) 基本測定点 基本測定点は、表-2及び図-1に示す10点とする<sup>(8)</sup>。ただし、卓越した純音成分が含まれている場合には、表-3に示す10の測定点を設定することが望ましい。

注(8) 直上点(測定点10)における測定に困難を伴う場合には、この点を省略してもよい。ただし、それによって測定結果に1dB以上の差が生じないことを予め確認しておく必要がある。

(2.2) 追加測定点 半球面上の追加測定点は、表-2、図-1に示す基本測定点を  $z$  軸まわりに180°回転した10

表-2 測定半球面上の基本測定点 (実用半自由音場法)

No.	$\frac{x}{r}$	$\frac{y}{r}$	$\frac{z}{r}$
1	-0.99	0	0.15
2	0.50	-0.86	0.15
3	0.50	0.86	0.15
4	-0.45	0.77	0.45
5	-0.45	-0.77	0.45
6	0.89	0	0.45
7	0.33	0.57	0.75
8	-0.66	0	0.75
9	0.33	-0.57	0.75
10	0	0	1.0

$r$  : 測定半球面の半径 (m)

$x, y, z$  : 測定半球面の中心を原点とした直下座標系の座標 (m)

表-3 卓越した純音成分が含まれている場合の測定半球面上の測定点 (実用半自由音場法)

No.	$\frac{x}{r}$	$\frac{y}{r}$	$\frac{z}{r}$
1	0.16	-0.96	0.22
2	0.78	-0.60	0.20
3	0.78	0.55	0.31
4	0.16	0.90	0.41
5	-0.83	0.32	0.45
6	-0.83	-0.40	0.38
7	-0.26	-0.65	0.71
8	0.74	-0.07	0.67
9	-0.26	0.50	0.83
10	0.10	-0.10	0.99

$r$  : 判定半球面の半径 (m)

$x, y, z$  : 測定半球面の中心を原点とし、反射面に垂直な報告を  $z$  軸とした直角座標系の座標 (m)

表-4 測定直方体面上の基本測定点 (実用半自由音場法)

No.	$x$	$y$	$z$
1	$a$	0	$h$
2	0	$b$	$h$
3	$-a$	0	$h$
4	0	$-b$	$h$
5	$a$	$b$	$c$
6	$-a$	$b$	$c$
7	$-a$	$-b$	$c$
8	$a$	$-b$	$c$
9	0	0	$c$

点とする。この場合、直上点は基本測定点の直上点と一致するが、これらは二つの測定点として扱う。

4.4.2 直方体面上の測定点

(1) 測定直方体面への設定 図-2に示すように、音源をとり囲む直方体面を設定する。その各面は、それぞれ基準直方体の5つの面から等しい距離  $d$  だけ離れ、それらに平行になるようにとる。距離  $d$  は原則として1mとし、少なくとも0.25mとする。このようにして設定された測定直方体面の面積  $S$  を次式を求める。

$$S = 4(ab + bc + ca) \quad (3)$$

ここに、 $a = 0.5l_1 + d, b = 0.5l_2 + d, c = l_3 + d$

$l_1, l_2, l_3$  はそれぞれ基準直方体の縦、横、高さの寸法 (単位: m)

(2) 測定直方体面上の測定点の設定

(2.1) 基本測定点 基本測定点は、表-4及び図-2に示す9点<sup>(9)</sup>とする。ただし、図-2に示す  $h$  は、原則として測定直方体面の高さ  $c$  の  $1/2$ <sup>(10)</sup> とし、少なくとも0.15mとする。

注(9) 測定点9における測定に困難を伴う場合には、この点を省略してもよい。ただし、それによって測定結果に1dB以上の差が生じないことを予め確認しておく必要がある。

注(10) それ以外に1.2m、基準直方体の高さの  $1/2$  又は音源が回転機械類の場合にはその軸の高さとしてもよい。

(2.2) 追加測定点 測定直方体面上の追加測定点は、図-2に印で示す8点とする。

4.4.3 コンフォーマル面上の測定点

(1) 測定コンフォーマル面への設定 図-3に示すように、すべての点で基準直方体からの最短距離  $d$  が一定であるようなコンフォーマル面を設定する。距離  $d$  は原則として1mとし、少なくとも0.25mとする。このようにして設定された測定コンフォーマル面の面積  $S$  を次の近似式によって求める。

$$S = 4(ab + bc + ca)(a + b + c) / (a + b + c + 2d) \quad (4)$$

ここに、 $a = 0.5l_1 + d, b = 0.5l_2 + d, c = l_3 + d$

$l_1, l_2, l_3$  はそれぞれ基準直方体の縦、横、高さの寸法 (単位: m)

(2) 測定コンフォーマル面上の測定点の設定

(2.1) 基本測定点 基本測定点は、表-5及び図-4に示す8点とする。その場合、 $l_1 \geq l_2$  とし  $h_1, h_2, b_1$  はそれぞれ次式に示すようにとる。ただし、 $h_1$  及び  $h_2$  は  $c$  以下、 $b_1$  は  $b$  以下とし、また  $h_1$  は0.15m以上とする。

$$h_1 = 0.25(b + c - d)$$

$$h_2 = 0.75(b + c - d)$$

$$b_1 = 0.50(b + c - d)$$

(2.2) 追加測定点 測定コンフォーマル面上の追加測定点は、図-4に印で示す8点とする。

4.5 測定点の追加と省略

4.5.1 測定点の追加 以下の場合には、基本測定点の他に

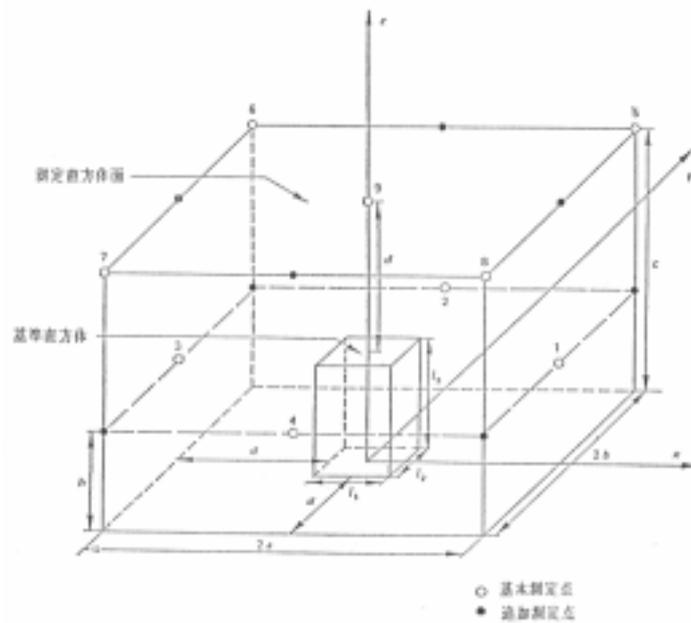


図-2 測定直方体面上の測定点 (実用半自由音場法)

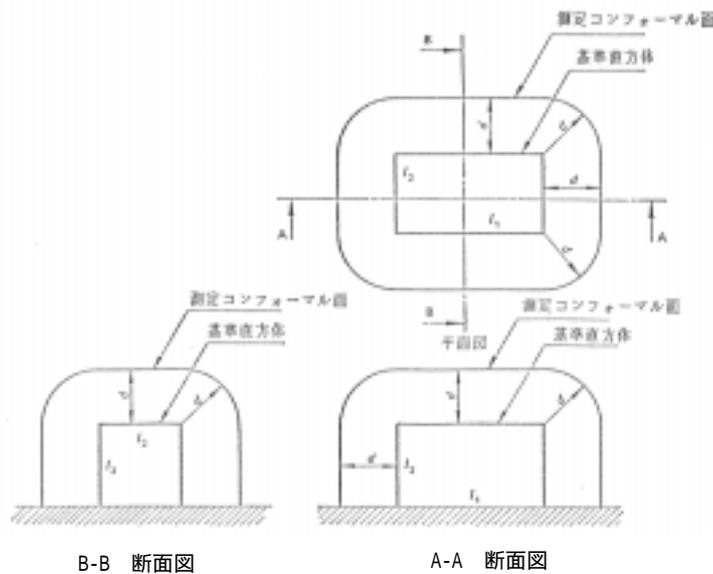


図-3 測定コンフォーマル面のとり方 (実用半自由音場法)

表-5 測定コンフォーマル面上の基本測定点 (実用半自由音場法)

No.	x	y	z
1	a	0	$h_1$
2	0	b	$h_1$
3	-a	0	$h_1$
4	0	-b	$h_1$
5	a/2	$b_1$	$h_2$
6	-a/2	$b_1$	$h_2$
7	-a/2	$-b_1$	$h_2$
8	a/2	$-b_1$	$h_2$

追加測定点を設定する。

- 1) 基本測定点において測定された音圧レベルの最大値と最小値の差(デシベル単位の数値)が基本測定点の数を超える場合
  - 2) 基準直方体の縦, 横, 高さのいずれかの寸法が測定距離  $d$  の2倍より大きい場合
  - 3) 測定対象音源が鋭い指向性をもっている場合
  - 4) 寸法が大きな音源で, 音の放射が局所的である場合
- 1), 2) の場合には, 測定面の種類ごとに規定した追加測定点を設定すればよいが, 3), 4) の場合には, 測定面を不当面積に分割する方法 (JIS Z 8732 の附属書2参照) をとる必要がある。また, 特性距離  $d_0$  が5m以上となるような音源に

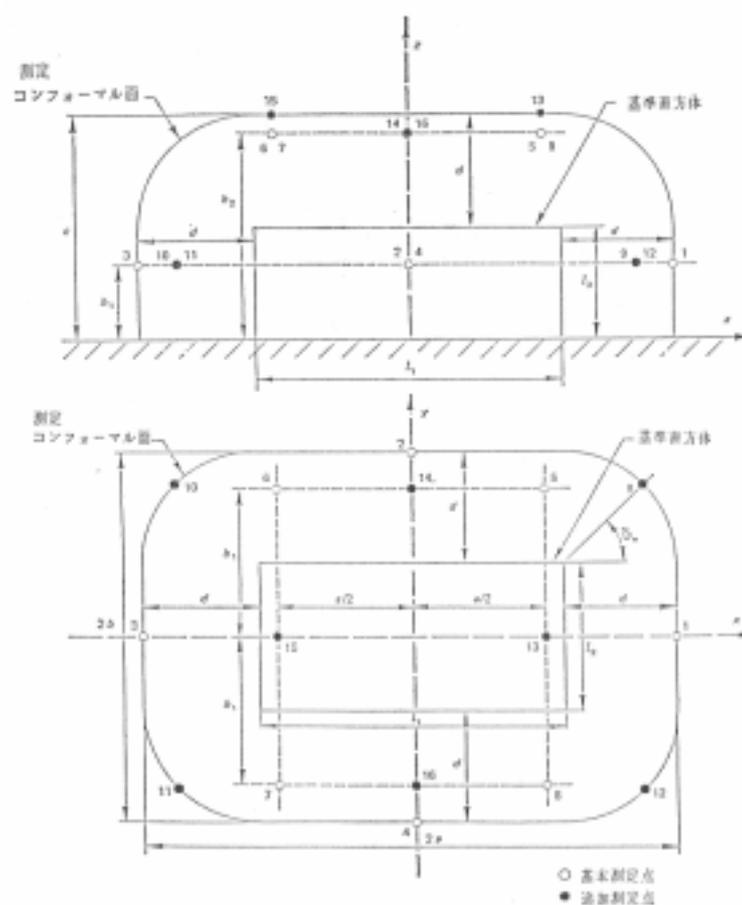


図-4 測定コンフォーマル面上の測定点(実用半自由音場法)

については、測定点が  $2d$  以下の間隔で測定面上に一樣に分布するようにする。

4.5.2 測定点の省略 対照的な音の放射特性をもつ音源については、対照性を考慮して測定点の一部を省略してもよい。ただし、それによって測定結果に  $1\text{dB}$ 以上の誤差を生じないことを予め確認しておく必要がある。その他、注(8)(9)による。

4.6 音圧レベルの測定 各測定点において、オクターブ又は  $1/3$ オクターブバンドごとの音圧レベル(以下音圧レベルという)を測定する。その場合、音圧レベル測定器の動特性は、JIS C 1505 に定める遅い特性(SLOW)を用いる。SLOW特性による指示値の変動が  $3\text{dB}$ より小さい場合は、測定対象音は定常音と見なすことができ<sup>(11)</sup>、観測時間ないにおける指示値の平均値を読み取る<sup>(12)</sup>。

以上の方法によって測定された各測定点における音圧レベル<sup>(13)</sup>から、次式によって測定面上の平均音圧レベルを計算する。

$$\bar{L}_p = 10 \log_{10} \left[ \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{L_{pi}/10} \right] \quad (5)$$

ここに、 $\bar{L}_p$  : 測定面上の平均音圧レベル (dB)

$L_{pi}$  :  $i$  番目の測定点において測定された音圧レベル (dB)

$N$  : 測定点の総数

備考 測定面上における音圧レベルを測定する場合のマイククロホンの向きは、面上の測定点ではその面に直角に音源の方向に、また稜線や頂点の測定点では基準直方体の

表-6 暗騒音の補正(単位 dB)

音圧レベル差	補正值
6	-1.5
7	-1.0
8	-1.0
9	-0.5
10	-0.5

底面の中心に向ける。

注(11) 測定対象音が定常音と見なせない場合には、各測定点において附属書4に述べる方法によって長時間平均音圧レベルを測定し、その値を各測定点における音圧レベルとする。

注(12) 音圧レベルの観測時間としては、中心周波数が  $160\text{Hz}$  以下のバンドについては  $30$ 秒以上、 $200\text{Hz}$  以上のバンドについては  $10$ 秒以上とする。

注(13) (暗騒音の影響の補正)それぞれの測定点において、測定対象音源が作動しているときとそれを停止させたときとの音圧レベルの差が  $10\text{dB}$  を超える場合には、暗騒音及び測定系の自己雑音(以下、これらを合わせて暗騒音という)の影響は無視できる。その差が  $6\text{dB}$  から  $10\text{dB}$  の間である場合には、音源が作動している状態で測定された音圧レベルに、表-6に示す補正を行う必要がある。また、その差が  $6\text{dB}$  未満の場合には、測定不可能とする。

4.7 音響パワーレベルの算出 測定面上のオクターブ又は

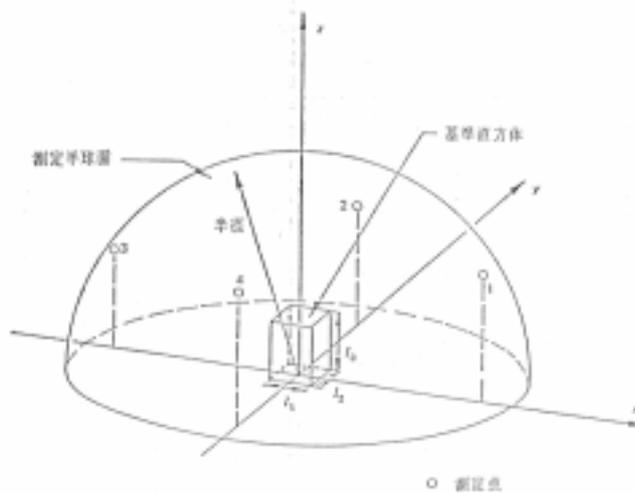


図-5 測定半球面上の測定点(簡易半自由音場法)

1/3オクターブバンドごとの平均音圧レベルから、次式によって測定対象音源のオクターブ又は1/3オクターブバンド音響パワーレベル(以下、音響パワーレベルという)を算出する。

$$L_w = \bar{L}_p + 10 \log_{10} \left( \frac{S}{S_0} \right) - K \quad (6)$$

ここに、 $\bar{L}_p$  : 音源の音響パワーレベル (dB)  
 $L_p$  : 測定面上の平均音圧レベル (dB)  
 $S$  : 測定面の面積 (m<sup>2</sup>)  
 $S_0 = 1\text{m}^2$   
 $K$  : 音場補正值 (dB)

5. 簡易半自由音場法による測定

5.1 測定環境 この測定方法による場合には、測定環境として以下に述べる条件を満たす必要がある。

5.1.1 測定環境の音響的条件

(1) 音場補正值 測定面上における音場補正值は、すべての測定周波数帯域において 7dB 以下でなければならない。音場補正值は、附属書1に規定する方法によって測定する(5)。

(2) 反射面 測定対象音源を設置する測定音場の反射面は、測定周波数範囲全体にわたって音響的に十分な反射性で、その大きさは、その上に設定される測定面の底面を含む広さ以上とする。

5.1.2 環境条件 4.1.2による。

5.2 音源の設置と作動 4.2による。

5.3 基準直方体の設定 音圧レベル測定点を設定するための基準として、まず測定対象音源に外接する基準直方体を設定する。その場合、主要な音響放射体でない突起部分などは無視してよい。

5.4 測定点のとり方 次のいずれかの方法によって測定点を設定する。

5.4.1 半球面上の測定点

(1) 測定半球面の設定 図-5に示すように、直方体の幾何音源をとり囲む測定半球面を設定する。その中心は、基準学的中心の反射面上への投影点とする。また、その半径は、基準直方体の最大寸法の2倍以上で、少なくとも1mとする。このようにして設定された測定半球面の面積  $S$  を式(2)によって求める。

(2) 予備測定 測定半球面上で、高さ  $0.6r$ 、 $z$ 軸からの距離  $0.8r$  の円形経路上のA特性補正音圧レベルを測定し、それが最大となる点を求める。

表-7 測定半球面上の測定点(簡易半自由音場法)

No.	$\frac{x}{r}$	$\frac{y}{r}$	$\frac{z}{r}$
1	0.8	0.0	0.6
2	0.0	0.8	0.6
3	-0.8	0.0	0.6
4	0.0	-0.8	0.6

$r$  : 測定半球面の半径 (m)

$x, y, z$  : 測定半球面の中心を原点とした直角座標系の座標 (m)

(3) 測定半球面上の測定点の設定 表-7、図-5に示す4点の測定点を設定する。そのうちの1点は、(2)で求めたA特性補正音圧レベルが最大となる点とする。ただし、卓越した純音性分が含まれている場合には、測定半球面上で、反射面からの距離が0.05m以下となる範囲に4点の測定点を設定する。

5.4.2 直方体面上の測定点

(1) 測定直方体面の設定 図-6に示すように、音源をとり囲む測定直方体面を設定する。その各面は、それぞれ基準直方体の5つの面から等しい距離  $d$  だけ離れ、それらに平行になるようにとる。距離  $d$  は原則として1mとし、少なくとも0.5mとする。このようにして設定された測定直方体面の面積  $S$  を式(3)によって求める。

(2) 予備測定 測定直方体面上で、図-6に示す高さ  $h$  の水平方形経路上で A特性補正音圧レベルが最大となる点を求める。ただし、 $h$  は  $c/2$  で、少なくとも0.15mとする。また、基準直方体の高さが2.5mを超える場合には、更に  $c$  の高さの水平方形経路上についても同様の予備測定を行う。

(3) 測定直方体面上の測定点の設定

(3.1) 基本測定点 基本測定点は、図-6に印で示す6点とする<sup>(14)</sup>。そのうちの1点は、(2)の予備測定で求めたA特性補正音圧レベルが最大となる点を含む。

注(14) 直上点における測定に困難を伴う場合には、この点を省略してもよい。ただし、それによって測定結果に1dB以上の差が生じないことを予め確認しておく必要がある。

(3.2) 追加測定点 以下の場合には、基本測定点の他に追加測定点を設定する。

a) 音源の寸法が大きい場合 6つの基本測定点におけ

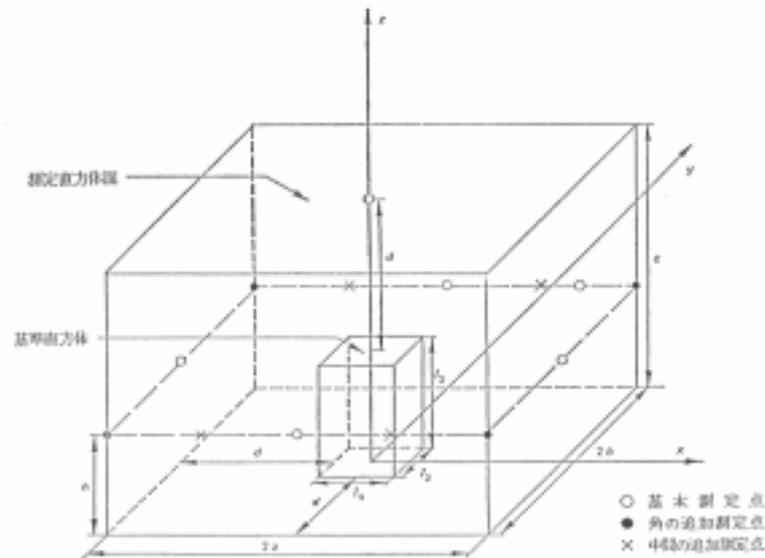


図-6 測定直方体面上の測定点 (簡易半自由音場法)

る音圧レベル最大値と最小値の差が 5dB を超える場合又は基準直方体の縦又は横の寸法が1m以上である場合には、図-6に印で示す水平路上の角の4つの測定点を追加する。また、基準直方体の縦又は横の寸法が5mを超える場合には、それらの4点に加えて、さらに図-6にx印で示すような中間測定点を追加する。これらの中間測定点は、基本測定点と角の測定点の間を等分するように設定する。これらの測定点間の距離は、 $d$  が1m以下の場合には2m以下、また  $d$  が1mを超える場合には  $2d$  以下となるようにする。

b) 音源の高さが大きい場合 基準直方体の高さが2.5mを超える場合には、 $h$  の高さにおける5つの基本測定点に加えて、 $c$  の高さにおいても同様に5つの測定点を追加する。すなわち、この場合の測定点の総数は直上の点を含めて合計11となる。

5.5 音圧レベルの測定 4.6の方法によって、各測定点におけるオクターブバンドごとの音圧レベル(以下、音圧レベルという)を測定する<sup>(15)</sup>。その結果から、式(5)によって測定面上の平均音圧レベルを計算する。

注(15) (暗騒音の影響の補正)それぞれの測定点において、測定対象音源が作動しているときとそれを停止させたときの音圧レベルの差が 10dB を超える場合には、暗騒音の影響は無視できる。その差が 3dB から 10dB の間である場合には、音源が作動している状態で測定された音圧レベルに、表-8に示す補正を行う必要がある。また、その差が 3dB 未満の場合には、測定不可能とする。

表-8 暗騒音の補正 (単位 dB)

音圧レベル差	補正值
3	-3.0
4	-2.0
5	-1.5
6	-1.5
7	-1.0
8	-1.0
9	-0.5
10	-0.5

5.6 音響パワーレベルの算出 測定面上のオクターブバンドごとの平均音圧レベルから、式(6)によって測定対象音源のオクターブバンドごとの音響パワーレベルを算出する。

#### 6. 簡易拡散音場法による測定

6.1 測定環境 この測定方法による場合には、測定環境として以下の条件を満たす必要がある。

##### 6.1.1 測定室の条件

(1) 測定室の容積及び形状 測定室の容積は、 $50 \text{ m}^3$  以上、 $500 \text{ m}^3$  以下とする。測定室の平面又は断面は特殊な形状であってはならず、又測定室の各壁面は著しく吸音源の容積は5%以下でなければならない。

(2) 残響時間 測定室内の残響時間は、すべての測定周波数帯域にわたって0.5秒以上でなければならない。残響時間の測定は、測定対象音源を設置した状態で、附属書3に規定する方法によって行う。

6.1.2 環境条件 測定環境内では、測定対象音源又はその補助装置の作動などによって温度・湿度などの媒質条件に大きな変化が生じないようにする必要がある。また、測定器に対する電界・磁界の影響又は音圧レベル測定に対する暗騒音の影響がないことを十分に確かめておく必要がある。

##### 6.2 音源の設置と作動

6.2.1 音源の設置条件 音源は測定室内に、実際に使用される状態又はそれに準じた状態で設置すること。設置状態が特定できない音源を対象とする場合には、壁などの反射面から1.5m以上離れた床上に設置すること。なお、音源の設置点数は、6.4によって決定する。

6.2.2 音源の作動条件 4.2.2による。

6.2.3 音源の作動に必要な補助装置 4.2.3による。

6.3 予備測定 測定に必要な音源の設置点数を決定するために、以下の手順により、測定対象音源による測定室内のオクターブバンドごとの音圧レベルの標準偏差を求める。

(1) 音源の設置 6.2.1の規定に従って測定対象音源を測定室内の適当と思われる位置に設置する。

(2) 測定点の設定 音源から  $0.2\sqrt{A}$  ( $A$  は室内等価吸音面積<sup>(16)</sup>)以上離れ、かつ測定室内の壁・床・天井などの面から測定周波数帯域の中心周波数の音の波長の1/4以上

離れた範囲内に、相互の間隔がその波長の1/2以上となるように6点の音圧測定点を設定する。

注(16) 附属書3によって残響時間から算出する。(正確な残響時間の測定を行わない場合には、残響時間を0.5sとして算出する。)

(3) 音圧レベルの測定 各測定点において、オクターブバンドごとの音圧レベル(以下、音圧レベルという)を測定する。その場合、音圧レベル測定器の動特性は、JIS C 1505に規定する遅い特性(SLOW)を用いる。SLOW特性による指示値の変動が3dBより小さい場合には、測定対象音は定常音とみなすことができ<sup>(11)</sup>、観測時間内における指示値の平均値を読み取る<sup>(12)</sup>。このようにして測定された音圧レベル<sup>(15)</sup>に対して拡散音場補正を行う<sup>(17)</sup>。

注(17) 中心周波数が250Hz以上の周波数帯域について、音圧レベルの測定値からJIS C 1505に規定するランダム入射レスポンスの値を差し引く。

(4) 標準偏差の算出 以上の手順で求められた各測定点における音圧レベルの値から、次式によってオクターブバンドごとの音圧レベルの標準偏差を計算する。

$$S_M = \sqrt{\sum_{i=1}^N (L_{pi} - L_{pm})^2 / (N-1)} \quad (7)$$

ここに、 $N=6$

- $S_M$  : 音圧レベルの標準偏差 (dB)
- $L_{pi}$  :  $i$  番目の測定点における音圧レベル (dB)
- $L_{pm}$  : 6点の測定点における音圧レベルの算術平均値 (dB)

6.4 音源の設置点数の決定 6.3の予備測定で求められた音圧レベルの標準偏差の値が3dB以下の場合には、測定に必要な音源の設置点数は1でよい。また、それが3dBを音源の設置点数とする。

$$N_s \geq K_s \left[ 0.79 \left( \frac{T}{V} \right) \left( \frac{1000}{f} \right)^2 + \frac{1}{N_m} \right] \quad (8)$$

- ここに、 $N_s$  : 測定に必要な音源の設置点数
- $K_s$  : 表-9によって与えられる数値
- $T$  : 測定室の残響時間
- $V$  : 測定室の容積
- $f$  : 測定周波数帯域の中心周波数
- $N_m = 6$  (6.6に規定する測定点の数)

6.5 音源の設置 6.4によって決定された数の音源位置を6.2.1の規定に従って測定室内に設定する。測定に必要な音源設置点数が2以上である場合には、それぞれの設置位置の間隔は、測定周波数帯域の中心周波数の音の波長の1/2以上となるようにする。測定対象音源が測定室内に固定されているなどの理由により、この規定を満たすことができない場合には、その旨を付記事項として明記すること。

6.6 測定点の設定 6.3の(2)の規定に従って、音源の設置位置ごとに、6点の音圧レベル測定点を設定する。

6.7 音圧レベルの測定と室内平均音圧レベルの算出 音源位置ごとに、6.3(3)の方法によって設定されたすべての測定点における音圧レベル<sup>(15)</sup>を測定する<sup>(18)</sup>。その結果から、次式によってオクターブバンドごとの室内平均音圧レベル(以下、室内平均音圧レベルという)を計算する。

$$\bar{L}_p = 10 \log_{10} \left[ \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{L_{pi}/10} \right] \quad (9)$$

表-9 音源の設置点数を算出するための定数  $K_s$

オクターブバンド中心周波数 (Hz)	125	250	500	1,000 以上
$K_s$	1	2	4	5

ここに、 $\bar{L}_p$  : 室内平均音圧レベル (dB)

- $L_{pi}$  : 音源の設置位置ごとに設定された測定点において測定された  $i$  番目の音圧レベル (dB)
- $N$  : 音源の設置位置ごとに設定された測定点の数の総和

注(18) 6.4によって決定された音源位置の数が1の場合には、6.3の予備測定で求められた各測定点における音圧レベルの値を用いてよい。

6.8 音響パワーレベルの算出 次のいずれかの方法によって測定対象音源のオクターブバンドごとの音響パワーレベル(以下、音響パワーレベルという)を算出する。

6.8.1 測定室内の残響時間を用いて算出する方法(直接法) 6.6によって求められた室内平均音圧レベルと測定室内の残響時間から、次式によって測定対象音源の音響パワーレベルを算出する。

$$L_w = \bar{L}_p - 10 \log_{10} \left( \frac{T}{T_0} \right) + 10 \log_{10} \left( \frac{V}{V_0} \right) - 14 \quad (10)$$

ここに、 $L_w$  : 測定対象音源の音響パワーレベル (dB)

- $\bar{L}_p$  : 室内平均音圧レベル (dB)
- $V$  : 測定室内の容積 ( $m^3$ )
- $V_0 = 1m^3$
- $T$  : 測定室内の残響時間 (s)
- $T_0 = 1s$

6.8.2 基準音源の音響パワーレベルと比較して算出する方法(比較法)

(1) 基準音源の設置 測定室内の壁などの反射面から1.5m以上離れた床上に基準音源を設置する。

(2) 測定点の設定 6.3の(2)の規定に従って、測定室内に6点の音圧レベル測定点を設定する。

(3) 音圧レベルの測定と室内平均音圧レベルの算出 6.3の(3)の規定に従って、すべての測定点における音圧レベルを測定し、その結果から、次式によって基準音源による室内平均音圧レベルを算出する。

$$\bar{L}_{pr} = 10 \log_{10} \left[ \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{L_{pri}/10} \right] \quad (11)$$

ここに、 $\bar{L}_{pr}$  : 基準音源による室内平均音圧レベル (dB)

- $L_{pri}$  :  $i$  番目の測定点における音圧レベル (dB)
- $N=6$  (測定点の数)

(4) 測定対象音源の音響パワーレベルの算出 以上の手順によって求められた基準音源による室内平均音圧レベルと6.7によって求められた測定対象音源による室内平均音圧レベルから、次式によって測定対象音源の音響パワーレベルを算出する。

$$L_w = L_{wr} + (\bar{L}_p - \bar{L}_{pr}) \quad (12)$$

ここに、 $L_w$  : 測定対象音源の音響パワーレベル (dB)

- $L_{wr}$  : 基準音源の校正音響パワーレベル (dB)
- $\bar{L}_p$  : 測定対象音源による室内平均音圧レベル (dB)
- $\bar{L}_{pr}$  : 基準音源による室内平均音圧レベル (dB)

7. 測定結果の表示と付記事項

7.1 測定結果の表示

7.1.1 実用半自由音場法による場合

(1) オクターブバンド音響パワーレベル又は1/3オクターブバンド音響パワーレベル

(2) 必要あればA特性補正音響パワーレベル

(3) 必要あれば指向指数、指向係数

(4) その他、必要あれば測定面上の平均音圧レベルなど

7.1.2 簡易半自由音場法による場合

(1) オクターブバンド音響パワーレベル

(2) 必要あればA特性補正音響パワーレベル

(3) その他、必要あれば、測定面上野平均音圧レベルなど



$$L'_{Wr} = 10 \log_{10} \left[ \frac{1}{4} \sum_{i=1}^4 10^{L_{w_i}/10} \right] \quad (1.2)$$

ここに、 $L'_{Wr}$  : 測定音場における基準音源の音響パワーレベル (dB)

$L_{w_i}$  : 基準音源を  $i$  番目の設置位置に置いたときの測定音場における基準音源の音響パワーレベル (dB)

2.2.3 音場補正値の算出 次式によって、測定周波数帯域ごとの音場補正値を算出する。

$$K = L'_{Wr} - L_{Wr} \quad (1.3)$$

ここに、 $K$  : 音場補正値 (dB)

$L'_{Wr}$  : 測定音場における基準音源の音響パワーレベル (dB)

$L_{Wr}$  : 基準音源の校正音響パワーレベル (dB)

附属書2 指向指数と指向係数の算出方法

1. 適用範囲 この附属書は、実用半自由音場法によった場合の測定半球面上の音圧レベルの測定値から、音源の指向指数及び指向係数を算出する方法について規定する。

2. 指向指数及び指向係数の算出 次式によって指向指数及び指向係数を算出する。

$$DI = L_p - \bar{L}_p + 3 \quad (2.1)$$

$$Q = 10^{DI/10} \quad (2.2)$$

ここに、 $DI$  : ある向きの指向指数 (dB)

$Q$  : その向きの指向係数

$L_p$  : その向きに対応する測定点で測定された音圧レベル (dB)

$\bar{L}_p$  : 測定半球面上の平均音圧レベル (dB)

附属書3 残響時間の測定及び室内等価吸音面積の算出方法

1. 適用範囲 この附属書は、実用半自由音場法又は簡易半自由音場法による場合の音場補正値の算出、及び簡易拡散音場法による場合の音響パワーレベルの算出に必要な測定室の残響時間の測定並びに室内等価吸音面積の算出方法について規定する。

2. 残響時間の測定 以下の方法<sup>(1)</sup>によって、オクターブ又は1/3オクターブバンドごとの測定室内の残響時間を測定する。

備考 実用半自由音場法によって1/3オクターブバンド音響パワーレベルを測定する場合には、1/3オクターブバンドごとの測定を行う。それ以外の場合には、オクターブバンドごとの測定を行う。

注(1) これと同等又はそれ以上の測定精度を持つ方法によってもよい。

2.1 測定装置 測定装置は音源装置、受音装置及び記録装置で構成され、附属書3の図-1に示すように組み合わせで使用する。

2.1.1 音源装置 音源装置は、帯域雑音発生器と電力増幅

器及び音源スピーカからなり、それぞれ次による。

- (1) 帯域雑音発生器 JIS C 1513「オクターブバンド及び1/3オクターブバンド分析器」に規定する中心周波数のオクターブ又は1/3オクターブ帯域雑音を発生する装置で、雑音発生器とオクターブバンドフィルタ<sup>(2)</sup>又は1/3オクターブバンドフィルタ<sup>(3)</sup>を組み合わせたものとする。  
注(2) 減衰特性は、JIS C 1513に規定する 又は 型とする。  
注(3) 減衰特性は、JIS C 1513に規定する 又は 型とする。

(2) 電力増幅器及び音源スピーカ 測定周波数範囲全体にわたって、十分な音響出力と高い安定性を持つものとする。

2.1.2 受音装置 受音装置は、音圧レベル測定器及びオクターブ又は1/3オクターブバンド分析器からなり、それぞれ次による。

(1) 音圧レベル測定器 JIS C 1505「精密騒音計」に規定する性能と同等又はそれ以上の性能を有するものとする。

(2) オクターブバンド又は1/3オクターブバンド分析器 JIS C 1513に規定する 型(オクターブバンド)又は 型(1/3オクターブバンド)帯域周波数分析器とする。

2.1.3 記録装置 高速度レベルレコーダ、対数増幅器付ブラウン管オシロスコープなどで、40dB以上の記録幅と十分に速い応答特性をもつものを使用する。

2.2 測定方法

2.2.1 音源の設置 音源スピーカを室の隅に設置する。

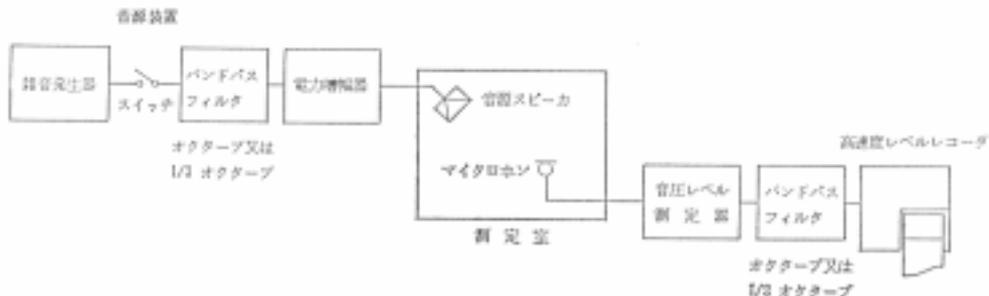
2.2.2 測定点の設定 測定室内になるべく一様に分布した3点以上の測定点を設定する。これらの測定点は、音源スピーカ及び測定室内の壁・床・天井などの面に近接しないようにする。

2.2.3 残響減衰曲線の記録 各測定点において、定常状態のときと音源停止後、残響が十分に減衰したときとの音圧レベルの差が35dB以上となるように音源の出力を設定する。その条件で音源を駆動させて室内が定常状態になった後にそれを停止させ、その後の残響減衰過程を記録する<sup>(4)</sup>。この記録は各測定点においてオクターブ又は1/3オクターブバンドごとに行うが、その回数(各測定点での測定回数の和)は、測定周波数帯域ごとに附属書3の表-1に示す値以上とする。

注(4) 残響時間を高速度レベルレコーダによる残響減衰曲線の記録から読み取る場合には、その勾配が

附属書3 表-1 残響時間の測定回数

オクターブ又は1/3オクターブバンド中心周波数 (Hz)	100 ~ 160	200 ~ 630	800以上
測定回数	12	9	6



附属書3 図-1 測定室内の残響時間の測定系統図

「一般の音場における音響パワーレベル測定方法」JIS原案について

になるようにレベルレコーダの紙送り速度を調整し、  
(200/T) dB/s (T は残響時間, 単位は秒) 以上の適当な  
記録応答速度で記録する。

2.2.4 残響時間の読み取り 音源停止前の定常状態の音圧  
レベルに対して -5dB の点から少なくとも -30dB の  
点までの残響減衰記録の傾斜から残響時間を読み取る。こ  
のようにして測定された残響時間を全測定回数にわたって  
平均し、測定室内の測定周波数帯域ごとの残響時間とす  
る。

3. 室内等価吸音面積の算出 残響時間の測定結果から、次式  
によってオクターブ又は1/3オクターブバンドごとの室内等  
価吸音面積を算出する。

$$A = \frac{55.3 V}{c T} \quad (3.1)$$

ここに、  
A : 室内等価吸音面積 (m<sup>2</sup>)  
c : 空気中の音速 (m/s)  
V : 測定室の容積 (m<sup>3</sup>)  
T : 測定室内の残響時間 (s)

附属書4 音圧レベルの時間変動が大きい場合の測定方法

- 適用範囲 この附属書は、音圧レベルの時間変動が大き  
く、音圧レベル測定器の遅い特性 (SLOW) による指示値の  
変動が 3dB 以上の場合に、長時間平均音圧レベルを測定す  
る方法について規定する。
- 長時間平均音圧レベルの測定 長時間平均音圧レベルの測  
定は、次のいずれかによる。  
2.1 音圧の2乗積分による方法 次式によって観測時間<sup>(1)</sup>  
全体にわたって音圧を二乗積分し、観測時間で平均して長  
時間平均音圧レベルを求める。

$$L_{p,ave} = 10 \log_{10} \left[ \frac{1}{T_m} \int_0^{T_m} \frac{p^2(t)}{p_0^2} dt \right] \quad (4.1)$$

ここに、  
L<sub>p,ave</sub> : 長時間平均音圧レベル (dB)  
p(t) : 瞬時音圧 (Pa)  
p<sub>0</sub> : 基準音圧 (20μPa)  
T<sub>m</sub> : 観測時間 (s)

注(1) 得られる平均値の変動が小さくなるように、観測  
時間は十分長くする必要がある。

2.2 音圧レベルのサンプリングによる方法 音圧レベル測  
定器などを用いて、観測時間<sup>(1)</sup>全体にわたって一定時間間  
隔ごとに音圧レベルを測定し、その結果から次式を用いて  
長時間平均音圧レベルを求める。

$$L_{p,ave} = 10 \log_{10} \left[ \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{L_{p_i}/10} \right] \quad (4.2)$$

ここに、  
L<sub>p,ave</sub> : 長時間平均音圧レベル (dB)  
L<sub>p\_i</sub> : i 番目の音圧レベルの測定値 (dB)  
N : 測定値の総数

なお、サンプリングの間隔は、音圧レベルの変動の程度に  
応じて選定されるが、JIS C 1505 に定める遅い動特性  
(SLOW) を用いて2秒以下とすることが望ましい。ただ  
し、音圧レベルの変動が緩やかで、観測時間が数分以上に  
及ぶ場合には、時間間隔を5秒程度まで広げてよい。

附属書5 オクターブ又は1/3オクターブバンド音響パワー  
レベルからA特性補正音響パワーレベルを求める  
方法

- 適用範囲 この附属書は、オクターブ又は1/3オクターブ  
バンド音響パワーレベルからA特性補正音響パワーレベルを

算出する方法を規定する。

- 算出方法 オクターブ又は1/3オクターブバンド音響  
パワーレベルの測定値と附属書5の表-1でそれぞれ与  
えられるオクターブ又は1/3オクターブバンドごとのA特性  
補正值から、次式によってA特性補正音響パワーレベルを算  
出する。

$$L_{wA} = 10 \log_{10} \left[ \sum_{i=1}^N 10^{(L_{w_i} + C_i)/10} \right] \quad (5.1)$$

ここに、  
L<sub>wA</sub> : A特性補正音響パワーレベル (dB)  
N : 7 (オクターブバンドの場合) 又は 21 (1/3  
オクターブバンドの場合)  
L<sub>w\_i</sub> : i 番目の帯域のオクターブ又は1/3オクター  
ブバンド音響パワーレベル (dB)  
C<sub>i</sub> : オクターブ又は1/3オクターブバンドごとの  
A特性補正值 (dB)

附属書5 表-1 A特性補正值 C<sub>i</sub>  
(オクターブバンドの場合)

i	オクターブバンド 中心周波数 (Hz)	C <sub>i</sub> (dB)
1	125	-16.0
2	250	-8.5
3	500	-3.0
4	1,000	0
5	2,000	1.0
6	4,000	1.0
7	8,000	-1.0

附属書5 表-2 A特性補正值 C<sub>i</sub>  
(1/3オクターブバンドの場合)

i	1/3オクターブバンド 中心周波数 (Hz)	C <sub>i</sub> (dB)
1	100	-19.0
2	125	-16.0
3	160	-13.5
4	200	-11.0
5	250	-8.5
6	315	-6.5
7	400	-5.0
8	500	-3.0
9	630	-2.0
10	800	-1.0
11	1,000	0
12	1,250	0.5
13	1,600	1.0
14	2,000	1.0
15	2,500	1.5
16	3,150	1.0
17	4,000	1.0
18	5,000	0.5
19	6,300	0
20	8,000	-1.0
21	10,000	-2.5