

## 実験室および現場における遮音測定方法の標準化について\*

子 安 勝 \*\*

(小林理学研究所)

### 1. ま え が き

騒音防止のために適用される各種の技術的方法のなかで、遮音の方法は適用範囲や効果の点からいって重要な位置を占めている。とくに昨年建築基準法の改正が行なわれて、長屋および共同住宅の界壁に対する遮音基準が定められ、所定の遮音性能をもった構造の指定が行なわれるようになってきている。

こうした場合の各種遮音設計や遮音構造の指定のためには、正確な透過損失のデータを基礎にすることが必要である。また現場でも、検収などのために外壁や界壁の遮音性能の測定を要求される機会が多くなっている。

従来実験室あるいは現場において、遮音の測定が広く行なわれているが、測定装置や方法が異なるために同一構造のデータにかなりの不一致を生じて、測定結果を一般的に使用することができなくなる場合が少なくない。そのために、かなり以前から遮音性能の試験方法を標準化することの必要性が各方面で指摘されてきた。

ISO (国際標準機構) では、すでに 1960 年に実験室および現場における空気音遮音、衝撃音透過に関する測定方法の推奨規格をまとめ、R140 として発表している<sup>1)</sup>。この規格については、その後いくつかの点で不明確な規定になっていることが指摘され、現在ワーキンググループを作って修正案の作成が進められている。

こうした状況のなかで、1968 年度以降引続いて工業

技術院から日本音響材料協会に対して、遮音関係の JIS 原案作成の委託が行なわれている。協会では委員会を組織してこの問題にあたり、これまでに実験室および現場における遮音測定方法の原案答申を終わっている。この委員会では、まず従来の測定方法に含まれている問題点を抽出し、必要に応じて各種の実験を行なって規格原案の作成を進めてきた。

本文では、JIS 原案作成委員会での討議を中心にして、これに ISO などの動きを加え、遮音測定方法の問題点および現時点での標準化の考え方などを解説する。

### 2. 実験室における透過損失の測定方法

従来実験室において透過損失を測定するためには、いくつかの方法が使われているが、その差異は基本的には音源あるいは受音側の音場にあるとよい。このような音場の差異や測定の難易さなどの点で、それぞれの方法には一長一短があるが、現在では音源、受音両側ともに残響室を使う方法が最も一般的であり、ISO 推奨規格でもこれだけに限定している。

もちろん、研究的な意味では他の方法、たとえば音源あるいは受音室として無響室の音場を必要とすることも少なくないが、標準的な透過損失データの測定方法としては、当分の間は残響室法が中心になると考えてよいであろう。

#### 2.1 測定方法の問題点

従来各所で行なわれてきた透過損失の測定経験を通して、あるいは ISO R 140 の規定条項の検討などから、透過損失の測定方法については、いくつかの問題点を指摘することができる。JIS 原案作成という意味を含めて測定方法の標準化のためには、こうした問題点の解明から出発するのが適当であろう。このための主要な事項をあげると次のようになる。

\* On the Standardization for the Laboratory and Field Measurements of Airborne Sound Insulation.

\*\* Masaru KOYASU (Kobayashi Institute of Physical Research)

(1) 残響室

残響室については、音場の拡散性と側路伝搬の程度とが重要である。前者は試験体に対する音の入射条件と室内での音圧レベル平均値の精度に関係し、後者は測定可能な透過損失の上限を規定するものである。

これらの条件について要求される性能と、残響室の構造、形状、寸法との関連を明らかにすることが必要になる。

(2) 試験体

試験体の寸法として、ISO では約 10m<sup>2</sup> をとることを推奨しているが、材料の種類によっては必ずしもこれだけの面積を必要としないことも考えられる。またこれに関連する問題として、普通にはFig.1 (a) に示すように二つの残響室の隣接壁面の一部に設けられた開口部に試験体を取付けるようになったものが多いが、同じFig.1の (b) のように隣接壁面全体

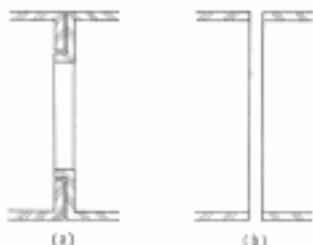


Fig.1 試験体取付用開口部についての二つの形式

を試験体とする形式との差異がとりあげられている。さらにこのいずれの場合についても、試験体周辺の支持条件の透過損失に対する影響が指摘されており、これら二つの問題は最近の ISO おける R 140 改訂のためのワーキンググループの討議の一つの中心になっている<sup>2)</sup>。

(3) 音源・受音装置

ここでは、平均音圧レベルの測定精度に直接関係するものとして、音圧レベル指示値の時間的あるいは空間的な処理方法を明確に規定することが望まれる。

2.2 測定方法標準化の方向 (JIS 原案の考え方)

今回の JIS 原案作成にあたっては、前項に示した問題点に対して回答を与えることによって、ISO 規格よりも前進した規格を作成することを目標にして作業が進められた。もちろん現時点では完全な解決を与えることがむづかしいために、当面は暫定的な基準に止めて今後さらに検討を加えるようにした項目も残されてい

Table 1 ISO R 140 と JIS 原案における主要規定項目の比較 (実験室測定方法)

項目	JIS原案	ISO R 140
室容積	100m <sup>3</sup> 以上 (50 ~ 100m <sup>3</sup> の場合は160Hz以上)	50m <sup>3</sup> 以上 (少くとも100m <sup>3</sup> が望ましい)
試料寸法 (開口寸法)	10m <sup>2</sup> (原則) (短辺 > 2.5m)	約10m <sup>2</sup> (最小寸法 > 2.5m)
音源	1/3オクターブまたは1オクターブ帯域雑音。震音	白色雑音または1オクターブ帯域雑音。震音
受音	1/3オクターブ帯域	1/3オクターブ帯域
測定周波数範囲	125 ~ 4000Hz (1/3オクターブ間隔)	100 ~ 3150Hz (1/3, 1/2または1オクターブ間隔)
側路伝搬 拡散性	標準供試体による検査	

る。

ここでは ISO R 140 と対比しながら、JIS 原案に示されている測定方法標準化の考え方を明らかにするようにしたい。そのためにまず、主要な項目についてそれぞれの規定方法を一覧表の形にまとめて Table 1 に示した。これを中心にして、JIS 原案の特徴および今後に残された問題点などをのべる。

(1) 拡散性、側路伝搬についての規定

ISO R 140 では、室容積を規定しているほかはただ文章でその必要性をのべているだけであって、具体性にとぼしいことが指摘される。これをさらに詳細に規定するためには、いわゆる構造規定と性能規定との二

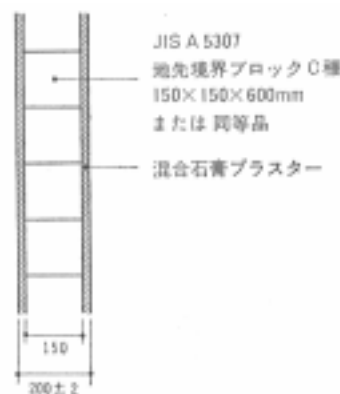


Fig.2 標準供試体の断面

つの方法が考えられる。

JIS原案では主として後者の方法をとることになっている。そのために、Fig.2 に示す標準供試体で開口部をふさぎ、測定装置の性能を検査することを規定している。検査項目のうちで直接に拡散性に関係するのは音圧レベル分布の検査であって、音源受音両残響室で、音源、試料面、各壁面から1m以上離れた領域内に互いに1m以上離れたマイクロホン位置を10点えらび、それらにおける音圧レベルの測定値の標準偏差がTable 2の値をこえないことを規定している。

この拡散性と側路伝搬遮断などを含めた測定装置全

Table 2 残響室内音圧レベル分布の検査基準

中心周波数 (Hz)	125 ~ 160	200 ~ 400	500 以上
標準偏差 (dB)	2.0	1.5	1.0

Table 3 標準供試体の透過損失基準値

中心周波数 (Hz)	125	500	2000
透過損失と許容差 (dB)	39 ± 3	50 ± 3	61 ± 2

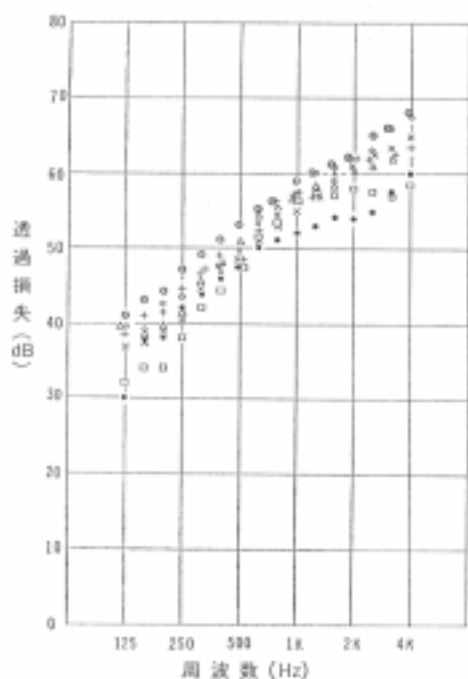


Fig.3 標準供試体の透過損失(共同比較実験)

体のチェックとして、さきの標準供試体の透過損失測定値がTable 3の範囲に入ること最終的な性能限定としている。この規定については、委員会に参加した機関で共同比較実験を行なった。その結果がFig.3であって、整備された測定装置であればじゅうぶん満足できるものであることが確かめられている。

ただ側路伝搬の程度は試験体の構造に関係することがあるので、一種類の標準供試体だけで測定可能な透過損失の上限値を想定することには危険性があることが指摘される。この点は今後に残された問題の一つであると考えられる。

Table 4 平均音圧レベル算出のためのマイクロホン位置の数

中心周波数 (Hz)	125 ~ 160	200 ~ 400	500 以上
測定点数	5	3	2

### (2) 平均音圧レベル測定についての規定

透過損失の測定精度に対しては、音源、受音両室の平均音圧レベルの算出方法が重要な意味をもっている。この点について、JIS原案では表2の条件を満足する10点のなかから周波数に応じてそれぞれTable 4に示す数以上をマイクロホン位置として定め、各点での音圧レベル測定値から平均音圧レベルを求めるように規定している。

なお平均音圧レベルの算出には、厳密にはエネルギー平均をとるべきであるが、この条件が成立つならば簡単なデシベル平均でよいものである。

### (3) 試料に関係した規定

ISOで試料面積を約10m<sup>2</sup>に規定しているのは、煉瓦造の壁などコインシデンス限界周波数が低い材料を中心にしたものである。したがって、最近のボード類やパネル材料の測定に限定すれば、試料面積はもっと小さくてもよいはずであり、JIS原案では「原則として10m<sup>2</sup>」というようになりかなり拡張した規定になっている。ただこのような乾式構造壁では接合部からの透過音が重要になることが多いので、実用データとしてはやはり10m<sup>2</sup>程度を使うことが望ましい。

なお最近問題になっている試料周辺支持条件の影響や、隣接壁面寸法と開口寸法との関係については、JIS原案では特別な規定はまったく行っていない。

このようにして、JIS原案はいくつかの点で今後さ

らに検討を要する問題を含んでおり、その結果によっては必要な改訂あるいは追加が考えられる。ただ現段階でも ISO R 140 から一步前進した規格になっているとよいであろう。

### 3. 現場における遮音測定方法

ISO R 140 の推奨規格では、音源室、受音室 2 室間の平均音圧レベル差を求め、これに受音室の吸音力補正を行なって、基準化音圧レベル差の形で遮音性能を表示するようにしている。この規格はとくに明示していないが、主として住居の室間遮音性能の測定を対象にしたものであると考えられる。

しかし、わが国で遮音性能の測定が要求される実情を考えてみると、単に同程度の大きさの室間だけでなく、一方の室容積が非常に大きい場合、室と廊下との間あるいは外界と室内との間などについての測定を行なう場合が少なくない。このような測定環境では、前項の実験室測定法のように測定音場を明確に規定することが困難になる。

また現場測定ということから、計測器や測定方法があまりに複雑になることは避けなければならない。

現場における遮音測定方法の標準化にあたっては、こうした条件のなかで最も信頼性のある結果をえられるようにすることが重要な問題になる。そのために JIS 原案作成の委員会では、各種の比較測定、基礎実験を含めて討議を重ね、成案をまとめた。

#### 3.1 問題点と検討結果

##### (1) 測定法基準化の範囲

測定方法基準化の基本的な課題として、規格の適用範囲について大別して次の二つの意見が出された。すなわち、

(i) 現場では各種の環境について測定が要求されるので、できるだけ広い範囲に適合した測定法を規定することが望ましいとするものと、

(ii) 現場測定は少数の専門家だけが行なうものではないので、測定結果の信頼性を確保するためには、あまり特殊な環境は除外したほうがよい。

というものになる。この二つの意見はそれぞれ一理あるものであって、簡単に一方を選ぶのはむずかしいことであるが、これを中心にして種々討議を行なった結果、外界と建物内との遮音性能の測定は除外し、それ以外の室間あるいは特定場所間の測定方法を当面の対

象とすることにした。

またここで行なう遮音測定法の基準化は、与えられた条件での 2 室間あるいは 2 点間での遮音性能を表示するためのものであって、隔壁の透過損失との関連を考へたり、遮音性能の欠陥の原因を明らかにするための測定方法を規定することを目的としたものではないことにした。

このように規格化の範囲を限定しても、必要な測定精度を確保し、データの相互比較などができるようにするためには、測定装置や方法などについてかなり詳細な規定をしておくことが必要であると考えられた。そのために委員会では、あとでのべるように測定装置の性能、スピーカーやマイクロホンの設置方法、平均音圧レベル差あるいは特定場所間音圧レベル差の算出条件などについて、共同比較実験などを中心にした検討をくり返して原案作成を行なった。

##### (2) スピーカーの仕様

現場の遮音測定音源用のスピーカーとしては、いわゆる HiFi 用のスピーカーシステムが必ずしも適当ではない。周波数範囲は比較的せまくてよい (63 ~ 8000 Hz) が、指向特性が良好でしかも小型軽量であることが望ましい条件であり、とくに現場での SN 比を確保するためには、音響出力が大きいことが重要である。

このために、各測定機関で現用されているスピーカーの特性を測定し、この結果を参考にして測定用スピーカーのしよを推奨値として規格案に示した。

##### (3) スピーカー、マイクロホンの位置、配置

これは現場測定における基本的な課題であって、従来の測定においてデータの不一致を生ずる主要な原因の一つになっていると考えられる。そのために、音源受音側の条件(形状や広さ)について、いくつかのモデル環境を選定し、協同比較実験を行なってスピーカー、マイクロホンの位置、配置と測定値との関係を明らかにするようにした。

測定結果の一部代表例を Fig.4, 5 に示した。これらの結果からの主要な結論を要約すると、

(i) 音源室で比較的よい拡散状態がえられるときには、室間平均音圧レベル差あるいは特定場所間音圧レベル差の測定値のばらつきは小さい。ばらつきの要因は音源スピーカーの位置や向きによることが多い。

(ii) 廊下と室間のように両側の形状がちがうときでも、対象とする面内においてはほぼ等しい音圧レベ

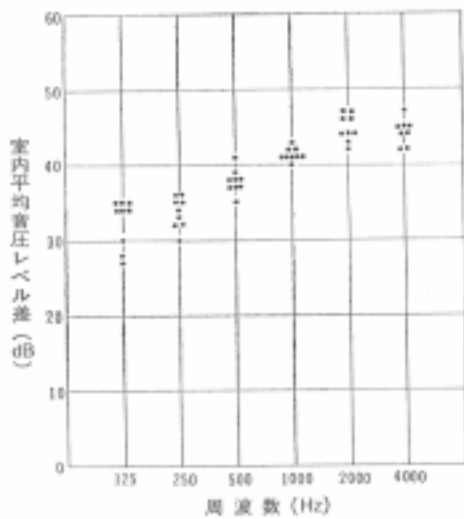


Fig.4 室内平均音圧レベル差の協同比較試験結果の例 (RC造アパート)

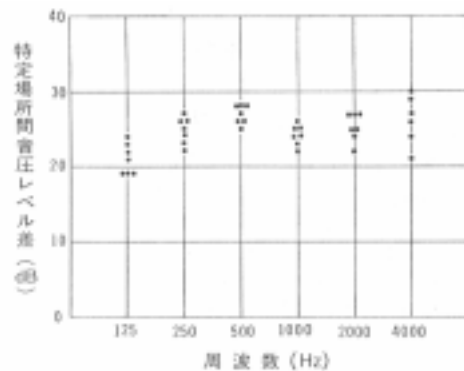


Fig.5 特定場所間音圧レベル差の協同比較試験結果の例 (講堂 ロビー 扉近傍席)

ルがえられるような音源配置をすれば測定値のばらつきは小さくなる。

(iii) 特定場所間音圧レベル差の測定値は、一般にスピーカーの位置や向きによって変化するので、音源についての明確な記述が必要である。

(4) 室間平均音圧レベル差の、特定場所間音圧レベル差の区分

室内の平均音圧レベルを考えることのできる音場条件としては、音圧レベルの最大と最小値の差が10dB以内であることを前提とした。そして室間平均音圧レベル差によって遮音性能が表示できるのを、こうした場合に限定することを明確にした。

音源などにどのような工夫をしても上の条件が満たされないときの遮音性能の表示方法として、新しく特定場所間音圧レベル差という考え方を導入することにした。これは平均音圧レベル差がえられる場合でも、室の使用目的によっては実用的な意味をもつものと考えられる。

このようにして、適用範囲を拡張することによって増大するおそれのある信頼性の低下を、できるだけおこさないような配慮がとり入れられた。

### 3.2 JIS 原案の概要

#### (1) 適用範囲

ここで室間平均音圧レベル差と特定場所間音圧レベル差とを明確に区別して適用するものであることを示している。

#### (2) 測定装置

音源装置として実際の機械などの騒音を用いるのではなく、帯域雑音発生器とスピーカーを使用することにし、その出力の推奨値として Table 5 を示した。

Table 5 音源装置の音響出力推奨値

中心周波数 (Hz)	正面 1 m	45° 方向 1 m
	音圧レベル (dB)	音圧レベル (dB)
125	90	90
250	90	90
500	90	90
1000	90	85
2000	90	85
4000	90	80

受信装置には現場測定ということから、JIS C 1502の指示騒音計およびオクターブ分析器を用いることを規定した。

#### (3) 測定条件

室の状態は通常の使用状態であることを原則とし、測定周波数は125Hzから4,000Hzまでのオクターブ間隔とした。

#### (4) 測定方法

##### (i) 室間平均音圧レベル差の測定

音源スピーカーは室の隅において、しかも隅の方向に向けるように定めた。暗騒音の影響をのぞくために、断続音を用いてSNを監視するようにした。またマイクロホン位置は5点で、床上1.2 ~ 1.5 mの高さに定めた。

## (ii) 特定場所間音圧レベル差の測定

音源スピーカーの位置, 向きについて, とくに考慮しなければならないいくつかの点, すなわち特定場所の付近でできるだけ均一な音場がえられるようにすること, 音の透過面に直接音が入射しないようにすることなどを示した。

このようにして, 音源, 受音の両室あるいはその一方で特定場所として指定された場所の付近で3~5点のマイクロホン位置を決め, その音圧レベルの平均値を特定場所の音圧レベルとする。

特定場所として特別に指定はないが, 受音室内で拡散状態をうることができない場合, たとえばオーディトリウムのロビーと室内との遮音性能の測定などの場合には, 境界壁面や扉などの音の侵入面から1mの距離を特定場所として音圧レベル測定位置にすればよい。

このような特定場所間音圧レベル差の測定結果を表示するときには, とくに音源の状態, 音源室および受音室の測定位置について, できるだけ明確に記入しておくようにすることが望ましい。

## 4. む す び

以上実験室および現場における遮音性能の測定方法について, その問題点と標準化の方向を最近作成を終ったJIS原案の内容紹介をかねて示した。

本文中でも一部指摘されているように, 問題点のなかには今後の検討に残されている点も多いが, 現段階でのJIS原案でもISO R 140よりかなり前進した規定

になっているといつてよいであろう。

なお遮音性能の測定方法として, このほかにたとえば現場における窓や外壁の遮音測定方法, 床衝撃音レベルの測定方法などがあげられる。とくに後者はすでにISO R 140のなかで, 実験室および現場での測定方法が規定されているが, 当初からいくつかの問題点が指摘されており, 必ずしもじゅうぶん満足できるものではないとおもわれる。

わが国では以前から外壁の遮音性能が重要になることが多く, また建築構造, 居住形式の変化にともなって床衝撃音の影響が問題になる例が多くなっている。こうした意味から, ここに示した二つのJIS原案に続いて, これらの測定方法の標準化を進めることが必要な段階になっている。そしてすでに一部は検討が進められている。

このような測定方法の標準化に対しては, 基礎的な検討とあわせて実際の経験士集積が重要な資料を提供するものである。そのために, これらの問題について各方面からの積極的な協力を期待してむすびとする。

## 文 献

- 1) ISO Recommendation R 140: Field and Laboratory Measurements of Airborne and Impact Sound Transmission.
- 2) 例えば Tor Kihlman: Report on the Influence of Boundary Conditions on the Reduction Index, ISO/Tc 43/SC 2/WG 2 資料