

東京音楽大学リポジトリ

Tokyo College of Music Repository

新築校舎に計画されている大容積練習室の音響特性

メタデータ	言語: ja 出版者: 公開日: 1992-12-20 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	https://tokyo-ondai.repo.nii.ac.jp/records/727

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 International License.



新築校舎に計画されている

大容積練習室の音響特性

山下 充 康

はじめに

計画されていた東京音楽大学第二校舎の建設工事が始まった。

音楽教育を中心とする学校法人として、研究室をはじめとする各種施設のさらなる充実を図ることは当面の重要な運営施策の1つである。これを実現するために、本校舎に隣接した敷地を利用して、練習室、分奏室、研究室、録音室およびスタジオを含む第二校舎の建設が計画された。

第二校舎に関して、その計画段階から重要視された要素の1つに、好ましい音響環境があげられた。音楽を主体とした当大学の性格から、好ましい音響環境を満足することは基本的な必要条件であり、これを優先的に考慮して新校舎の建設計画が推進されたことは大変喜ばしいことである。

とくに、大容積のスタジオは従来に例を見ない斬新なコンセプトに基く空間で、当大学の特徴的な施設として将来、高い評価を得るものであろう。

本論文では、第二校舎に建設が予定されているスタジオの設計に当たって、好ましい音響環境を実現するために検討された具体的な方策を述べる。

1. 好ましい音響環境条件

音響的に好ましい条件は室の用途によって個別的なので、一義的にこれを規定することは困難である。ある用途では「好ましい」と評価される室であっても他の用途では必ずしも高い評価を得ない場合も少なくない。したがって、室の音響設計にあたっては、まず初めにその室の使用目的が明確化されなければならない。使用目的、すなわち用途が定めれば、これに見合った基本的な音響条件を規定することができる。

しかし、ここで問題となるのは音に対する人間の感覚の多様性である。例えば、室の中で音を聞いた場合、「音の響き具合」についての評価は個人によって異なる場合が多い。響き具合については、いわゆる「個人的な好み」が最も強く関与する音響要素である。さらに、室内で演奏される音楽の種類によっても、室に要求される響き具合は異なる。小編成のアンサンブルと大編成のオーケストラとでは室に要求される響き具合が同じであるはずがない。同様に声楽

と器楽，独奏と合奏，演奏曲目，その他様々な要素が個人的な好みと複雑に関連するので，響き具合ひとつをとっても，室に要求される音響条件は単純でない。適確な音響条件を限定することがいかに困難であるかを物語るものであろう。

響き具合がそうであるように，好ましい音響環境は概念的に多様であるため，これを一義的に確定することは，設計段階における作業の中でも極めて重要な位置をしめる作業である。第二校舎のスタジオに関する基本的な音響条件を設定するための方策として，当大学の実技を担当される先生方を中心にアンケート調査を実施し，その結果を音響設計の基礎資料作成にあてさせていただいた。

2. スタジオの音響設計に関するコンセプトと音響条件

建設が計画されているスタジオは，長方形の床面（約 19.3 m×25.6 m）を持つほぼ直方体の空間である。学校の施設であるため，この種の広い床面積の室は，ある程度多目的に使用されることが予想される。したがって，このスタジオを特定の用途に限定することは困難であるが，現段階では主に以下に列記する用途が想定されている。

- ① 演奏練習室：大編成のオーケストラから小編成のアンサンブルまでの器楽合奏の練習に使用する。
- ② 声楽練習室：スタジオをオペラの舞台空間としてリハーサルに利用する。
- ③ ビデオ収録スタジオ：オペラなどの演奏や演技をビデオ収録するスタジオとして使用する。
- ④ 演奏会場：室の一部に舞台を仮設して演奏会場として使用する。

上記の用途それぞれに対応して，個々に満足の得られる音響条件を1つの室で実現することは厳密には原理的に不可能である。このため，最大公約数的な考え方で，どれに対しても音響的に極端な不都合の生じないような状況を実現することとして設計を進めた。スタジオの音響設計にあたって，次にあげる音響条件を基本的なコンセプトとして設定した。

- ① 残響感について：演奏会のリハーサル時に実際のステージと同程度の残響感が得られること。長い時間遅れの反射音（ロングパスエコー），鳴き籠現象（フラッターエコー）などの特殊な音響現象が生じてはならない。
- ② 明瞭度について：合奏練習時に音色の細かいニュアンスが指揮者と演奏者の双方に明確に聞こえること。
- ③ 音響バランスについて：合奏練習にあたって演奏者各人に自分の音と他の楽器の音との間のバランスが保たれて聞こえること。それには演奏者各人に他の演奏者の音がむらなく到達するのが好ましい。
- ④ 音量感について：演奏会場として使用する場合に十分な音量感，適度の残響感が得られること。受聴者（聴衆）に対して，比較的強い反射音（第一次反射音）が直接音到達時刻から 50 msec. 以内に到達すること。さらに横方向（両側の壁）の反射音が適度に到達す

ること。

- ⑤ 遮音性能について：建物外部からの騒音や空調設備など建築設備からの騒音がスタジオ内に侵入することを十分に防止すること。

上記の音響的な要件を実現することは、原理的には不可能なことではない。しかしながら、それが無理なく実現できるのは十分な室容積を確保することができる場合である。本学が計画しているスタジオでは立地条件による建築法上の制約や敷地面積および建物構造上の制限から、室容積が限定される。このため、前述の音響的な要件を満たすためには高度で複雑な音響技術の適用が要求されることとなった。

3. 初期の音響設計

劇場やホールの歴史は非常に古い。遺跡としても広く知られている古代ギリシャ・ローマの石造りの屋外劇場は紀元前四世紀に建設されたといわれている。すり鉢状に造られた屋外劇場はやがて周囲を壁で囲い、上部を天井で覆った大容積空間に発展した。初めは劇場というよりも宗教活動に供するための教会堂や講堂として建造されたものであろう。

劇場やホールはことほどさように古くから建設されてきた建造物であるが、建築様式の展開の中で経験的に好ましい音響条件を実現するための様々な工夫がなされてきた。音楽先進国である欧州における伝統的なホールで、好ましい音響特性であると好評を得ているものが少なくないが、これらは、いわば偶然の産物であって科学的な音響設計に支えられたものは多くない。

ホールの音響特性が科学的に論議されるようになったのは二十世紀になってからである。

室内の音の響き方を表す指標として「残響時間」を取り上げ、室の容積と内壁面の吸音率との関係に注目したのはセイビン (W. C. Sabine 1868-1919) である。セイビンは多くの室において残響時間を測定し、それが音響効果と密接に関係することを確かめる研究を進めた。エレクトロニクスの進歩によって、今日では残響時間の測定は技術的に困難ではなくなったが、セイビンの時代には耳とストップウォッチに頼る以外に方法はなかった。そのように原始的な手法による計測であったが、セイビンの研究成果は今日でもなお広く利用され、音響設計の基礎を築いたものとして高く位置付けられている。

セイビンが自らの音響設計理念に基づいて設計した最初のホールは1900年に建設された座席数2,631を持つボストン・シンフォニーホールである。三方にバルコニーが設けられた本格的なシンフォニーホールであった。

4. 音響設計の基本的留意点

ホールの音響設計に際しては基本的に次の3つの要素に留意しなければならない。1つは騒音、2つ目は残響時間、3つ目は明瞭度である。本学で計画されているスタジオについても、これらの基本要素を満足することが必要である。

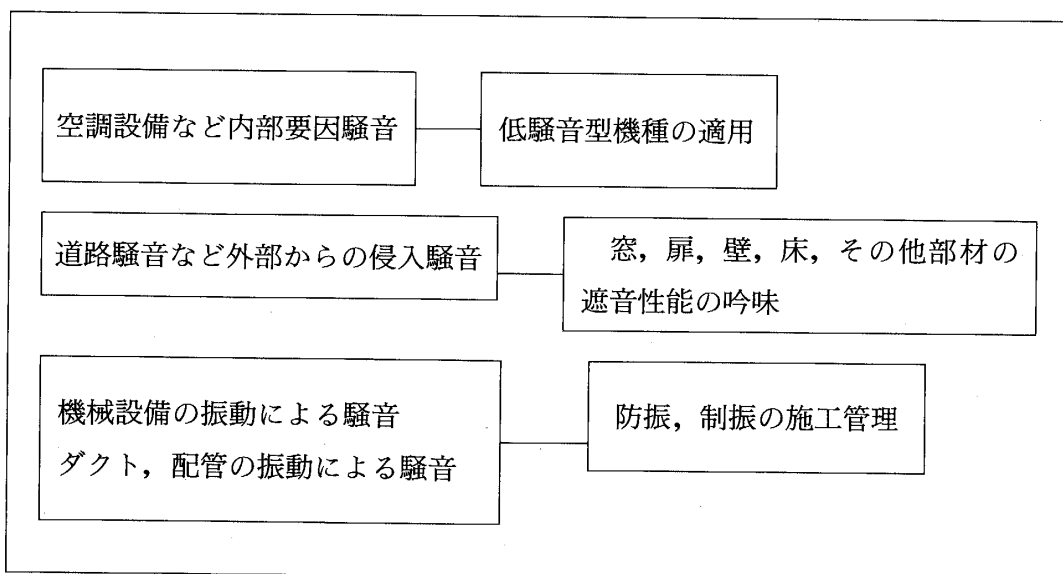
4-1 騒音について

スタジオ内では不必要な音の存在を避けなければならない。いわゆる騒音対策である。

スタジオ内の騒音には冷暖房，換気などの空調設備や照明設備などから放射される内部発生要因によるものと，外部から壁や窓などの開口部を透過して侵入する道路や生活活動に伴う騒音がある。内部発生要因による騒音については，関連設備に低騒音型の機器を選定することによって比較的容易に騒音の発生を抑制することが可能である。外部から侵入する騒音に対しては，騒音の伝搬経路であるところの壁，窓，扉，天井，床などの遮音性能を十分に吟味しなければならない。

空気中を伝搬する騒音とは別に，エレベータや揚水ポンプ，空調機などの機械設備が発生する振動に起因する騒音，いわゆる固体伝搬音に対する配慮も重要である。これらについては，機械の設置に際して防振および制振を適確に施すことが要求される。空調ダクトや配管に振動が伝わって室内に思わぬ騒音を放射する例も少なくないので，振動が十分に抑制されていることを施工時点で厳密に確認しなければならない。

表1 騒音についての留意事項と騒音低減方策



室内騒音の許容値については，日本建築学会が表2に示すような適応等級を定めている⁽¹⁾。本スタジオにおいては，コンサートホール，オペラハウスの等級であるN-30を目標値にすることとした。この場合，スタジオ内の許容騒音レベルは35 dBである。

当該建物に含まれるスタジオ以外の室であるところのレッスン室，分奏室，練習室，研究室，その他の各室についても，表2の適応等級に照らして，表3のような許容騒音レベルを設定した。この内，録音スタジオについては収録作業時に騒音を極端に嫌うので，最も厳しい条件を適用して等級N-25と設定した。

表2 室内騒音に関する適応等級

建築物	室用途	騒音等級			騒音レベル(dB(A))		
		等級	I 級	2 級	特 級	I 級	2 級
集合住宅	居室	N-25	N-30	N-35	30	35	40
ホテル	客室	N-30	N-35	N-40	35	40	45
事務所	一般事務室	N-35	N-40	N-45	40	45	50
事務所	会議・応接室	N-30	N-35	N-40	35	40	45
学校	普通教室	N-30	N-35	N-40	35	40	45
病院	病室(個室)	N-30	N-35	N-40	35	40	45
戸建住宅	寝室	N-25	N-30	N-35	30	35	40
コンサートホール, オペラハウス		N-20	N-25	N-30	25	30	35
劇場, 多目的ホール		N-25	N-30	N-35	30	35	40
録音スタジオ, ラジオスタジオ		N-20	N-25	N-30	25	30	35
テレビスタジオ		N-25	N-30	N- 5	30	5	40

表3 適応等級の意味

特級(特別)	学会特別仕様	遮音性能上非常にすぐれている	特別に遮音性能が要求される使用状態の場合に適用する
I 級(標準)	学会推奨標準	遮音性能上好ましい	通常の使用状態で使用者からの苦情がほとんど出ず遮音性能上の支障が生じない
2 級(許容)	学会許容基準	遮音性能上ほぼ満足しうる	遮音性能上の支障が生ずることもあるがほぼ満足しうる
3 級(最低限)	—	遮音性能上最低限度である	使用者からの苦情が出る確率が高いが社会的、経済的制約などで許容される場合がある

4-2 残響時間について

ここでは本論の理解を助けるために、残響時間についてその意味を述べることにする。

音源から放射された音が耳に到着するまでにたどる道筋、すなわち伝搬経路は1つではない。音は1秒間にほぼ340 mの速さで伝わる。従って、音源からの距離をd(m)とすれば、そこに音が到達するのに要する時間t(秒)は $[t = d/340]$ で与えられる。例えば340 m離れた場所に音が到着するには1秒の時間が費やされる。

室内における音の伝搬経路は音源から耳に直接到着する音(これを直接音という)の経路と天井や壁、床などに反射してから到着する音(これを反射音という)の2つに大別することができる。この内、直接音は最も短い経路をたどるので一番初めに到着する。これに続く反射音は回り道をするので到着が遅れる。初めに直接音が到着し、これに続いて様々な伝搬経路をたどった反射音が次々に到着することになる。反射音は、それがたどる道筋が長いほど弱められるので、最も強いのは初めに到着する直接音、二番目に強いのは反射音の中でも一番短い経路

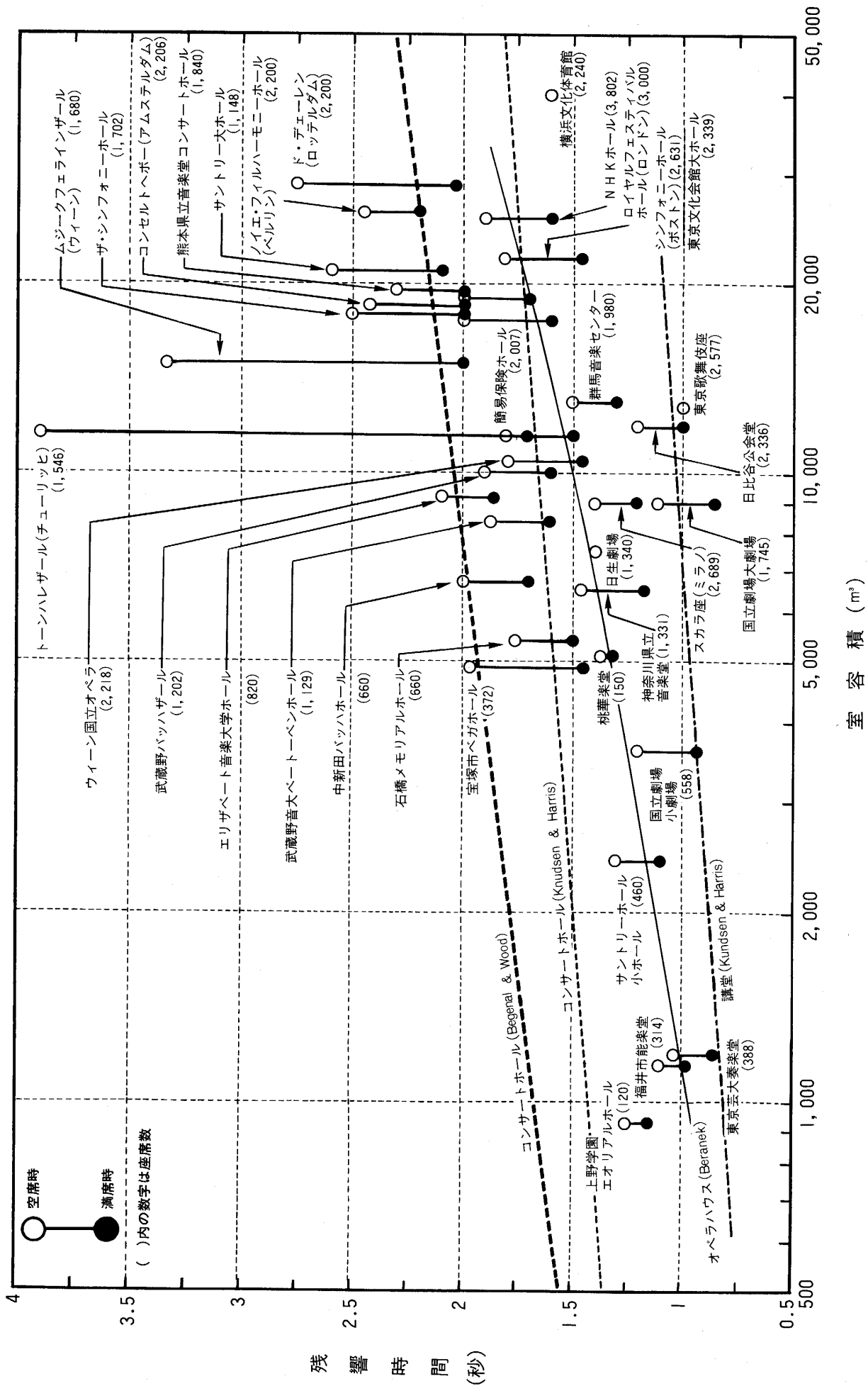


図1 代表的なホールの残響時間と容積

をたどった反射音、その次に強いのは二番目に短い経路の反射音である⁽²⁾。

室内で放射された音が尾を引いて聞こえるのは複数の反射音が時間遅れをもって次々に到達することによるものである。これが部屋の響き方に関係する。反射音の数が極端に多いような部屋では、響き過ぎて音が重なりあうことになる。室内の音響設計にあつては、直接音に続く適度な反射音を実現することが重要な要素とされている。十分な直接音と適度な反射音が好ましい音条件を決定するのである。

室内で音源から音を放射した後、音の強さが100万分の1 (10^{-6}) に減衰するまでの時間(音圧レベルが60 dB減衰するまでの時間)を残響時間という。残響時間は部屋の響き方の指標として用いられている。

4-3 最適残響時間とその実現方策について⁽³⁾

図1は国内外のいくつかの代表的なホールについて残響時間を比較したものである⁽⁴⁾。横軸は室容積、縦軸は残響時間である。これは500 Hzについて整理された結果であるが、一般に容積の大きい室では長い伝搬経路を持つ反射音が存在するので残響時間が長くなる傾向である。

音響設計にあたっては、室の用途を考慮した上で最も好ましい残響時間を決定しなければならない。この値を最適残響時間という。最適残響時間は主観的な要因が関係するので、これを一概に決めることはできない。各種のホールについて経験的あるいは歴史的な資料に基づいて

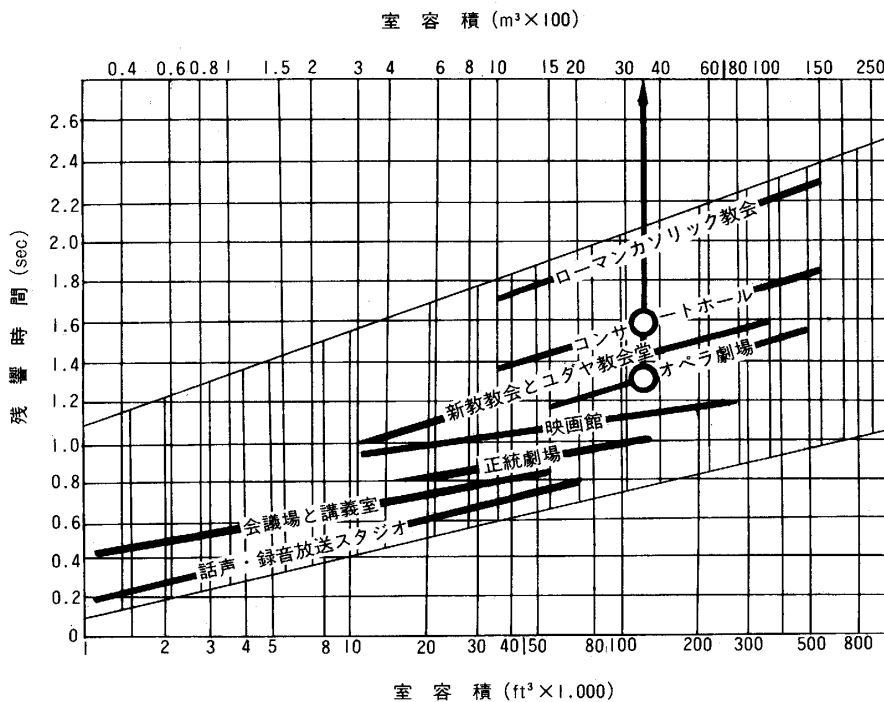


図2 室用途・室容積による最適残響時間(500Hz)
(図中○印は本学スタジオ)

提案されている最適残響時間を図2⁽⁶⁾に示した。これは室の用途と室の容積について最適残響時間を一覧で整理したものである。

基本設計の当初の段階では本学スタジオの室容積は約3,400 m³であった。この容積を図2のコンサートホールに適用すれば、残響時間は1.5-1.6秒程度ということになる。

本スタジオの用途が練習を主とすることを考えると、本番さながらの音響条件であることが好ましい。そのためには、長めの残響時間が要求されるものと考え、一応、2秒程度の残響時間を実現することを目標に設計を進めた。

残響時間には室容積が関係する。基本設計では室容積が約3,400 m³と示されたが、音響計算による検討の結果、この容積の室では2秒の残響時間を実現することが極めて困難であること、所定の残響時間を得るためには、少なくとも、3,800 m³の室容積が必要とされることが判明した。この結果を受けてスタジオの室容積を可能な限り増大するための具体的方策が建築設計事務所との間で繰り返し検討されたが、実際には種々の制限を受けて3,500 m³が限度であった。

表4 スタジオの室内音響設計における基本方針

設計方針	目的あるいは効果	具体的実施事項
凸面を多用する。 大きな凹面を用いない。	特定の場所に焦点を結んだりデッドスポットが生じるのを避ける。拡散性を向上させる。	大小の拡散体による凸面で壁面を構成する。
互いに平行になる面を作らないようにする。	フラッターエコーの防止。	側壁と天井を拡散体のように傾斜を持たせる。
側壁下部など人に近い面は反射性にする。	側方反射音の確保。 拡散性の向上。	比較的高い周波数を反射するように仕上げる。
低音から高音までの広い音域に対して拡散性を保つ。	拡散性の向上。	側壁上部と天井に大きな寸法の拡散体を設置する。
舞台相当位置を反射性とし後方は吸音性とする。	音量感、明瞭度の確保。 ロングパスエコーの防止。	後壁下部にセラミック吸音板。後壁上部および天井背後に石綿吸音板。
可能な限り多くの容積を確保する。	残響時間の確保。	基本設計の変更。
目的に応じて残響時間を変化させる装置を設ける。	残響時間の可変。	吸音性カーテンを使用して反射面を適宜覆うことによる可変機構。

4-4 明瞭度について

響きの良い部屋であっても、部屋の中で発せられた個々の音を区別して聞き取ることができないような状況では好ましい音響条件とはいえない。適度な残響感、十分な音量感、音の明瞭性を確保するためには、反射音に対して次にあげる条件が要求される。

- ① 極端に時間遅れのある反射音（ロングパスエコー）や鳴き龍（フラッターエコー）などの特殊な音響現象が生じないこと。
- ② 直接音に続く強い反射音については、直接音到達時刻から 50 msec 以内に到達するようにすること。
- ③ 音場の広がり感を損なわないために、横方向（水平方向）からの反射音を十分に到来させること。

以上に述べた留意点に従ってスタジオの音響設計を進めることとし、表 4 に示す具体的な基本方針を策定した。

5. スタジオの内装仕様

前掲の音響設計基本方針に従って設計された具体的なスタジオの概要を図 3-1～図 3-4 に示した。図 3-1 は平面図（床）、図 3-2 は平面図（天井）、図 3-3 は下手側壁展開図、図 3-4 は後壁展開図である。

平面図（床）には理解を助けるためにオーケストラの楽器配置を想定して示した。側方反射音を拡散させるために左右の側壁に波形の凹凸を設けた。壁に使用する表面材料は音響的に反射性でなければならない。

天井には浮き雲方式で複数の反射板を吊り下げることにした。反射板の隣接部分には隙間を設けた。これは天井裏の空間を利用して室容積不足を補うための方策である。とくに低い周波数の音の響きに対して天井裏の空間が効果的に寄与するものと考えられる。高い周波数の音は側壁面の凹凸や天井反射板によって十分な拡散が期待される。

側壁は平面図で示したように大寸法の凹凸を設けたが、実際には展開図に見られるように寸法の大きな三角錐を傾斜させて並べた形状である。これによって音が三次元的に散乱されてフラッターエコーやデッドスポットが生じることを防止できる。

ここでは設計図の詳細についての説明を避けて室内のスケッチを図 4 に示しておく。

スタジオの基本的な内装は以上に述べた仕様で計画したが、始めに説明したように室内の音響条件については部屋の使用目的によって要求が異なる。部屋の使用者の主観的な好みも無視することのできない要素である。この種の要求に応えるために、このスタジオでは使用者が残響時間を自由に設定することができるような工夫を施した。すなわち、音の反射を抑制するのに厚手のカーテンが有効であることから、壁面の一部に厚手のカーテンを取り付けることによって任意の残響時間を実現する方式を採用することとした。

厚手のカーテンは壁との間に 200-300 mm 程度の空気層を設けて吊り下げる。カーテンの

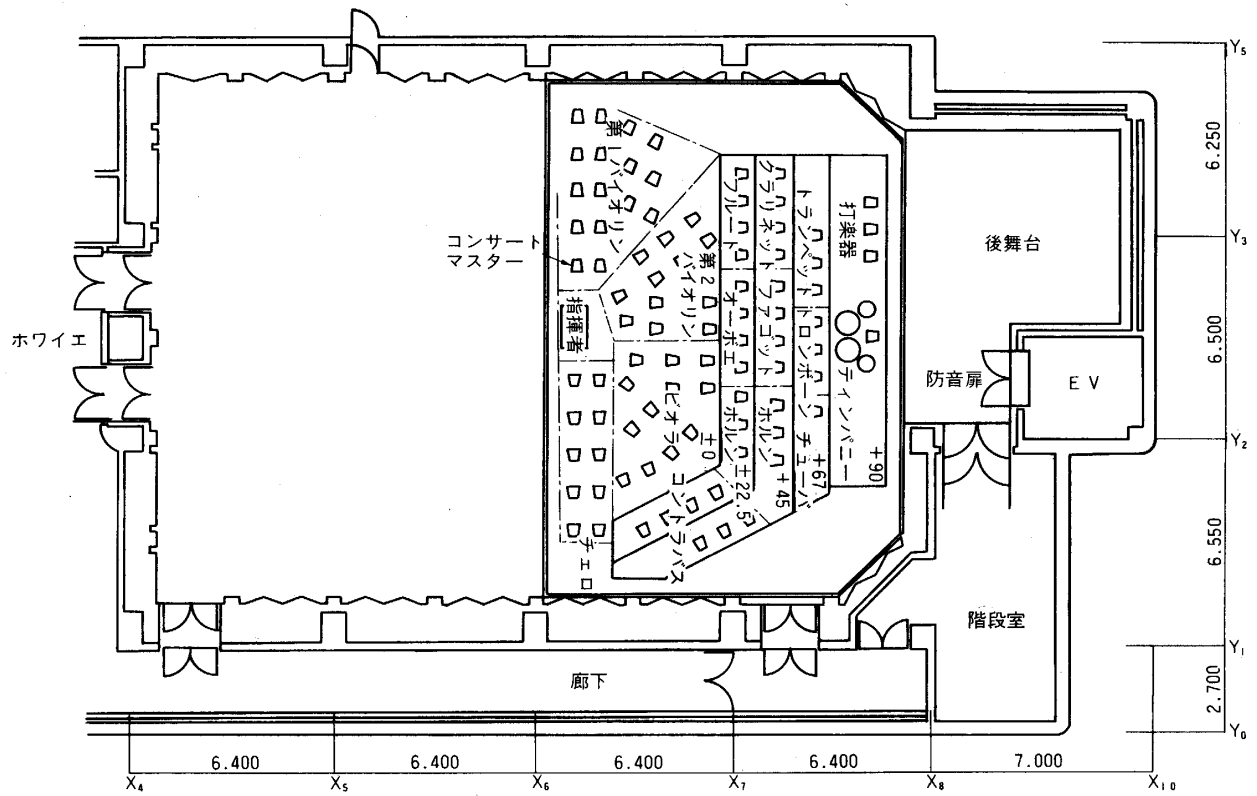


図 3-1 スタジオ平面図(床)

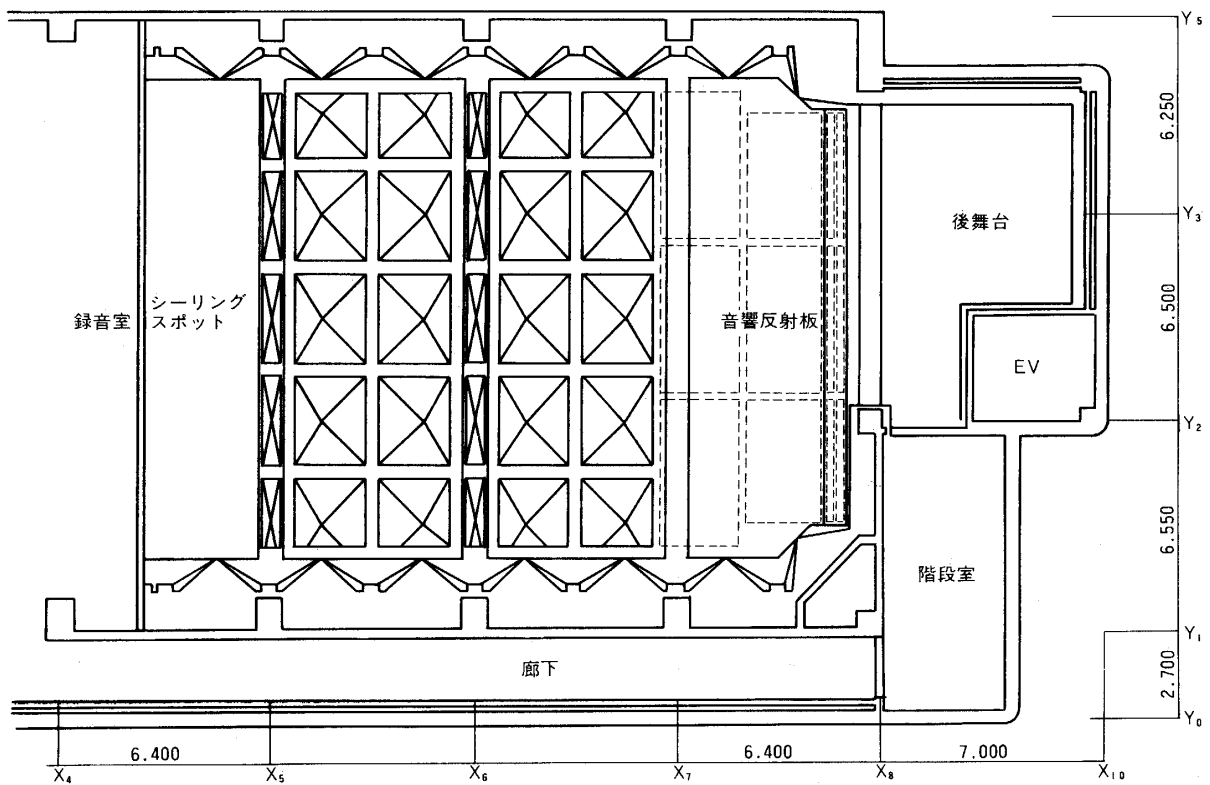


図 3-2 スタジオ平面図(天井)

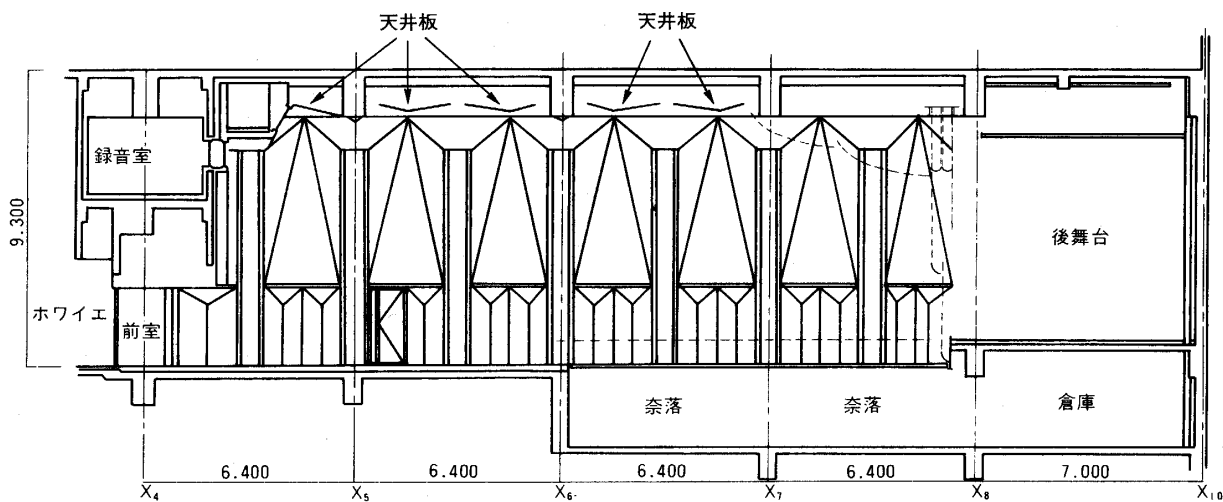


図 3-3 スタジオ下手側壁展開図

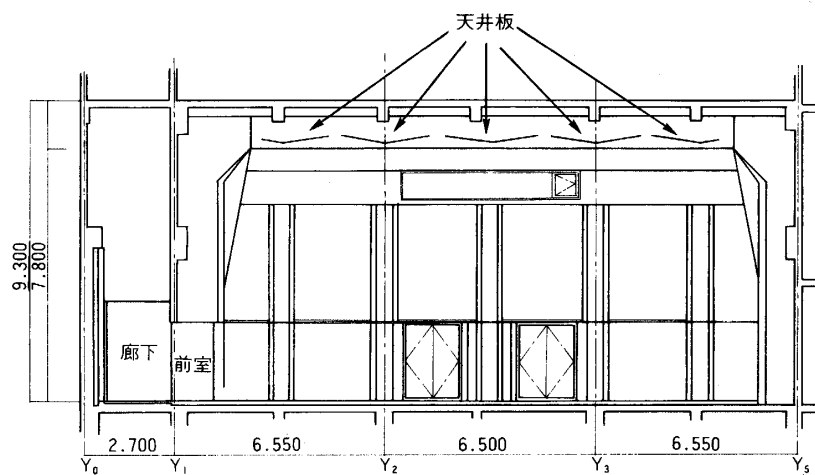


図 3-4 スタジオ後壁展開図

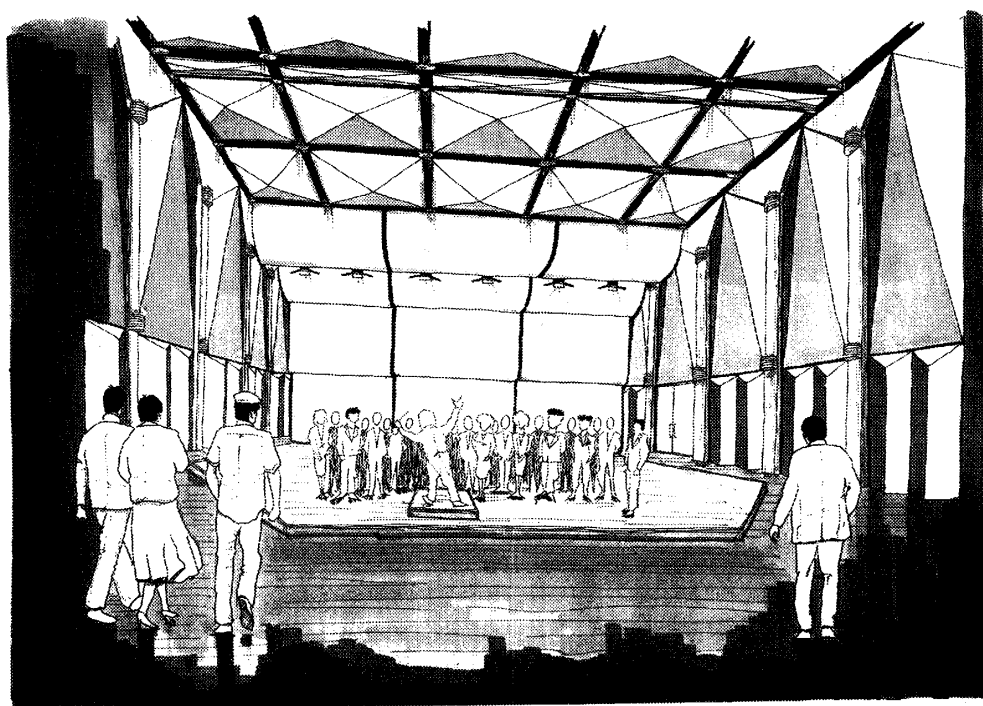


図 4 スタジオ室内スケッチ

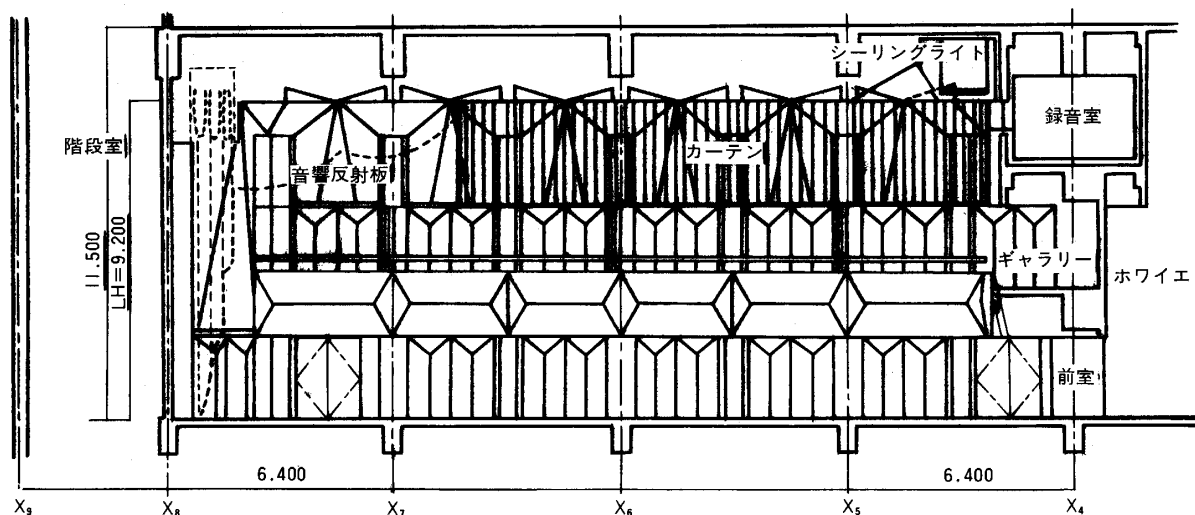


図5 側壁の上部を厚手のカーテンでおおうことによって残響時間を変化させる

背後に空気層が存在することによって低い周波数の音の反射を抑制することができる。さらにカーテンは図5に示すように壁の上部に取り付けることとする。このように空間の上部だけに吸音処理を施すことによって、スタジオ使用者への側方からの反射音を減らさずに残響時間だけを短縮することができる。

6. 残響時間の計算

残響時間の計算には Eyring-Knudsen の残響式が用いられる。

$$T = \frac{K \cdot V}{-S \cdot \log(1 - a) + 4 m \cdot V} \quad (\text{秒})$$

ここで V：室容積

S：室内の表面積(m²)

a：室内の平均吸音力

m：1メートル当たりの空気吸収による減衰定数

K：音速によって定まる定数，20°Cでは0.161

残響時間の計算にあたっては、周波数ごとに上記の式を適用することになる。

カーテンの有無の両条件について表5および表6に残響時間の計算結果を示した。計算では練習時、演奏時、空室時の3条件を想定した。

ここで、練習時は100名の奏者が在室する条件、演奏時は聴衆を含めて234名が在室する条件、空室時は無人に近い条件である。

表5および表6の計算結果をそれぞれ図6および図7に示した。

表5 残響時間計算結果(カーテン無し)

No.	部 位	材 料 名	面積 (㎡)	吸 音 率						
				63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz
1	床	ナラフローリング t=15 os ウレタンCL	453.8		0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02
2										
3										
4	両側壁、前方壁	石綿ケイカル板 厚12mm+9 VP	540.3		0.18	0.13	0.08	0.06	0.06	0.06
5										
6										
7	後方吸音壁	セラミック吸音板 6mm 布クロス	166.5		0.33	0.68	0.86	0.68	0.57	0.58
8										
9										
10	天井	PB厚12+9 VP	338.3		0.13	0.10	0.08	0.06	0.06	0.06
11										
12										
13	後方吸音壁	岩綿吸音板(ソーラトン キューブ12mm)	104.7		0.16	0.30	0.37	0.57	0.56	0.60
14										
15										
16	天井	シーリングスポット室開口	10.8		0.30	0.45	0.50	0.50	0.50	0.52
17										
	奏者の吸音力(㎡/席)		100.0		0.20	0.21	0.26	0.25	0.21	0.15
	聴衆の吸音力(㎡/人)		234.0		0.20	0.21	0.26	0.25	0.21	0.15
	空気吸収項 (1/m)		3885.8	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.002	0.006
	練 習 時	総 吸 音 力(㎡)		0	272	309	313	284	260	254
		平 均 吸 音 率		*****	0.17	0.19	0.19	0.17	0.16	0.16
		残 響 時 間(Sec)		*****	2.10	1.80	1.75	1.89	1.97	1.71
	演 奏 時	総 吸 音 力(㎡)		0	318	359	374	342	309	289
		平 均 吸 音 率		*****	0.19	0.22	0.23	0.21	0.19	0.18
		残 響 時 間(Sec)		*****	1.76	1.53	1.44	1.55	1.66	1.54
	空 室 時	総 吸 音 力(㎡)			252	288	287	259	239	239
		平 均 吸 音 率			0.15	0.18	0.18	0.16	0.15	0.15
		残 響 時 間(Sec)			2.28	1.95	1.92	2.08	2.14	1.80

表6 残響時間計算結果(カーテン有り)

No.	部 位	材 料 名	面積 (㎡)	吸 音 率						
				63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz
1	床	ナラフローリング t=15 os ウレタンCL	453.8		0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02
2										
3										
4	両側壁、前方壁	石綿ケイカル板 厚12mm+9 VP	450.3		0.18	0.13	0.08	0.06	0.06	0.06
5										
6										
7	後方吸音壁	換気口	4.2		1.50	1.30	1.10	0.90	0.80	0.80
8										
9										
10	後方吸音壁	反射板開口部	18.0		0.65	0.67	0.65	0.63	0.60	0.55
11										
12										
13	天井	残響可変用カーテン(吸音時)	90.0		0.58	0.53	0.52	0.53	0.61	0.49
14										
15										
16	後方吸音壁	セラミック吸音板 6mm 布クロス	166.5		0.33	0.68	0.86	0.68	0.57	0.58
17										
18	天井	PB厚12+9 VP	338.3		0.13	0.10	0.08	0.06	0.06	0.06
19										
20										
21	後方吸音壁	岩綿吸音板(ソーラトン キューブ12mm)	104.7		0.16	0.30	0.37	0.57	0.56	0.60
22										
23										
24	天井	シーリングスポット室開口	10.8		0.30	0.45	0.50	0.50	0.50	0.52
25										
26										
	奏者の吸音力(㎡/席)		100		0.20	0.21	0.26	0.25	0.21	0.15
	聴衆の吸音力(㎡/人)		234		0.20	0.21	0.26	0.25	0.21	0.15
	空気吸収項 (1/m)		3886	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.002	0.006
	空 室 時	総 吸 音 力(㎡)			288	324	326	301	288	278
		平 均 吸 音 率			0.18	0.20	0.20	0.18	0.18	0.17
		残 響 時 間(Sec)			1.97	1.71	1.67	1.78	1.78	1.59
	練 習 時	総 吸 音 力(㎡)		0	308	345	352	326	309	293
		平 均 吸 音 率		*****	0.19	0.21	0.22	0.20	0.19	0.18
		残 響 時 間(Sec)		*****	1.83	1.59	1.54	1.63	1.66	1.52
	演 奏 時	総 吸 音 力(㎡)		0	354	395	413	385	358	328
		平 均 吸 音 率		*****	0.22	0.24	0.25	0.24	0.22	0.20
		残 響 時 間(Sec)		*****	1.56	1.37	1.28	1.37	1.42	1.37

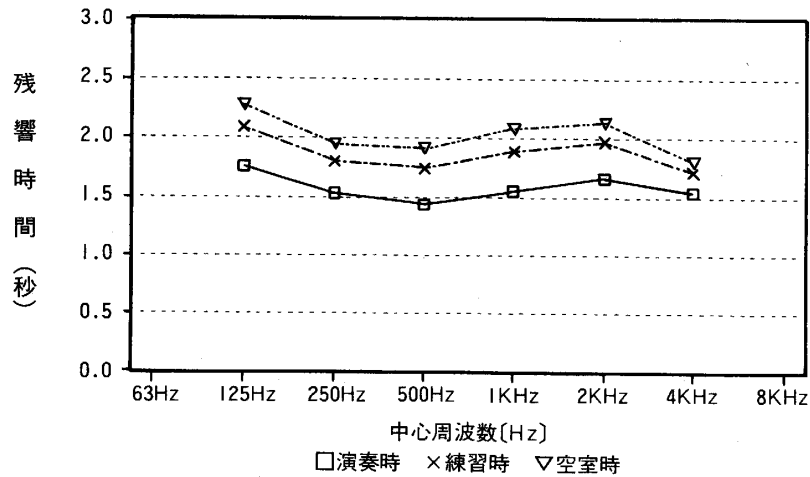


図6 残響時間周波数特性(カーテン無し)

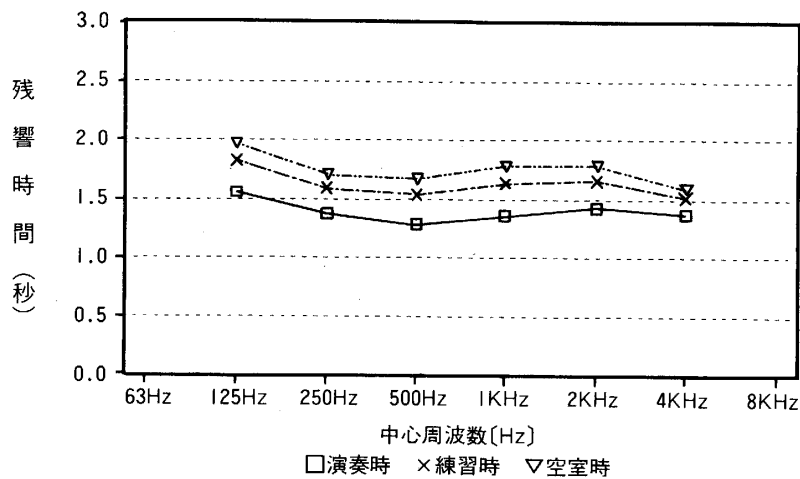


図7 残響時間周波数特性(カーテン有り)

むすび

本学で建設が計画されている大容積スタジオについて音響設計の機会が得られたので、基本的な設計コンセプトを紹介し、具体的な設計の概要を取りまとめて記述した。本稿はあくまでも音響的な基本設計について述べた内容であって、実際の施工に際しては内装に使用する材料や詳細構造について音響特性を十分に吟味しなければならない。

スタジオは三次元的に複雑な形状をした空間なので、完成後のスタジオ内の音響条件の決定に関与する要素は極めて多様である。コンサートホールなどでは、建築の途中段階で音響実験を繰り返し、計画されている音響性状が実現されていることを確認しながら建設が進められるのが一般的である。また完成後に音響試験を行い、不都合が生じている場合には部分的に手直しの付加工事が加えられる例も少なくない⁽⁶⁾。

当スタジオの音響設計は校舎の総合的な設計者である株式会社田中建築設計事務所との綿密

な連絡のもとに財団法人小林理学研究所の建築音響研究室が担当して推進されたものである。

音響設計のための基礎資料作成のためのアンケート調査にご協力いただいた本学関係の先生方，設計資料を提供された関係各位，貴重な御意見をいただいた方々に御礼申し上げます。

(本学教授＝音響学担当)

参考文献

- (1) 日本建築学会編『建築物の遮音性能と設計指針—建物の内部騒音に関する騒音等級』
- (2) 山下充康『音戯話（おとぎばなし）』（コロナ社，1989）
- (3) Leo L. Beranek, "Concerthall acoustics—1992" *J. Acoust. Am.* 92(1), July 1992.
- (4) 『音響技術』No. 36/Nov. 1981.
- (5) Leslie L. Doelle, *Environmental Acoustics*.
- (6) 山下充康『音響額（おんきょうがく）』（㈱ 建築技術，1991）