

戸田建設技術研究所新音響実験棟について



土屋 裕造^{*1}

概 要

戸田建設筑波技術研究所内に、新しい音響の実験施設である音響実験棟が2012年6月に竣工した。本報では音響実験棟の概要紹介と音響特性について報告する。

3つの実験施設

無 響 室：必要な音だけを抽出する響きのまったくない室で、800m³の大容量を有する。

残 響 室：どの場所でも均等な音圧となる室で、無響室と併用して遮音実験を行う。

箱型実験室：JIS A 1440規格に則った室で、床衝撃音実験を行う。

音響特性・・・所期の性能を十分満足した。

About New Acoustic Laboratory in Toda Corporation Technical Research Institute

Yuzo TSUCHIYA^{*1}

In the Toda Construction Tsukuba technical research institute, new acoustic laboratory was completed in June, 2012. This report is reported about outline introduction and parts of acoustic feature of the acoustic laboratory.

Three laboratories

Anechoic room: It is the room without reverberation to extract only a required sound. It's capacity is 800 m³.

Reverberation room: It is the room to serve as equal sound pressure at every place, and uses together with the anechoic room for sound insulation experiments.

Box type laboratory: It is the institution in accordance with JIS A 1440 standard for the experiments of transmitted impact sound by floor coverings.

About the acoustic characteristics of each laboratory, it satisfied the expected efficiencies enough.

^{*1} 技術研究所

^{*1} Technical Research Institute

戸田建設技術研究所音響実験棟について

土屋 裕造^{*1}

1. はじめに

戸田建設筑波技術研究所内に、新しい音響の実験施設である音響実験棟が2012年6月に竣工した。本報では音響実験棟の概要紹介と音響特性の一部について報告する。

2. 実験施設の概要

図-1に断面図、1階平面図、表-1に建物概要を示す。音響実験棟は無響室、残響室、箱型実験室の3つの実験施設と、ストックヤード、計測室などから構成されている。これらの実験施設を、敢えて既存の他施設にない特徴的な曲面屋根の建屋で覆うことにより、存在感があり次世代を印象付ける計画となっている。

2.1 無響室

無響室は必要な音だけを抽出する響きのまったくくない室である。今までは通常のに GW を張った簡易な無響室で実験を行ってきたが、新設された無響室は800m³の容積があり、低音域の吸音や音の伝搬距離を稼ぐことが可能となっている。内観を写真-1に示す。600×600×長さ800を基本としたグラスウール（以下GW）の吸音楔を無響室内6面すべてに隙間なく配置している。無響室と残響室との間の開口には吸音楔を縦積みしており、開口を使用した遮音実験を行う場合は縦積み吸音楔を取り外す（写真-2）。更に、斜入射音実験に対応するためその周囲の吸音楔も取り外し可能としている。この部分は取り外すと平面の

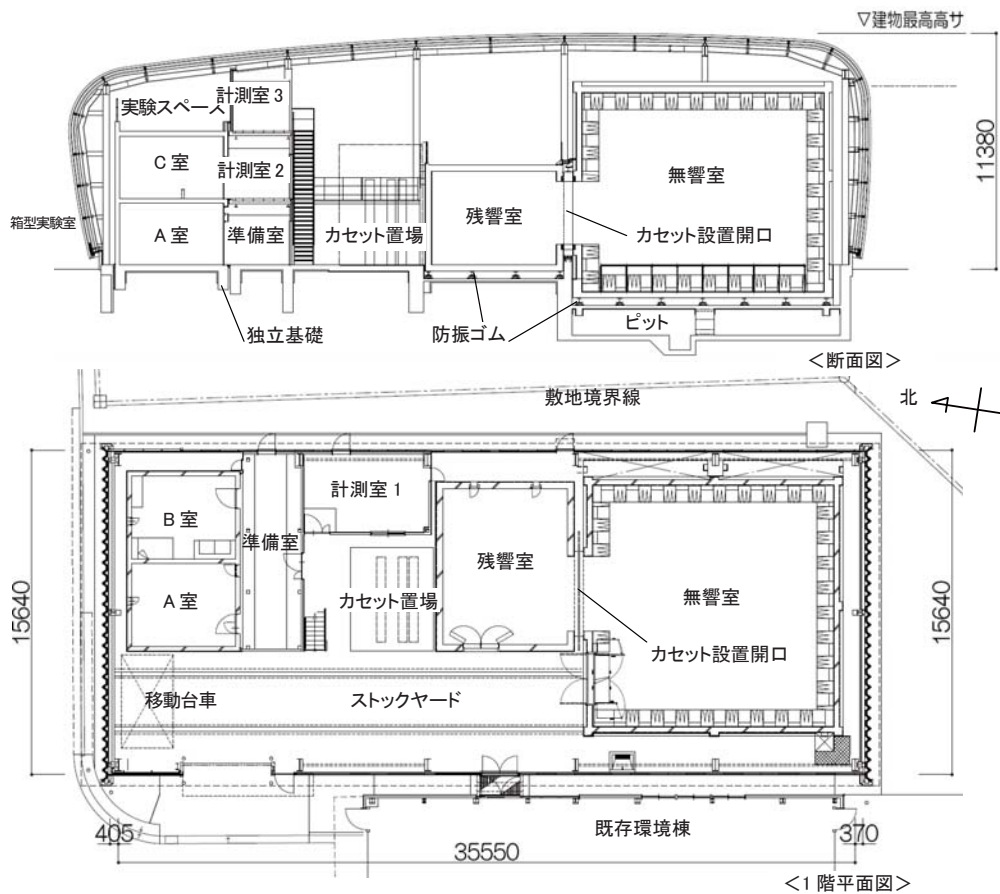


図-1 断面図・1階平面図

*1 技術研究所

GW32k100t があられる構造となっている。

無響室にはスピーカ、マイクロホンの自動移動装置であるトラバースを設置している。PCにより高精度に移動を制御し、室内の無人化および扉開閉の減少により音の伝搬に影響する温湿度の変化を極力抑制できるため、測定精度の大幅な向上、効率化が期待できる。測定状況は Web カメラで計測室から監視できるようになっている。

2.2 残響室

本残響室はできるだけ響くように RC の内壁でできしており、どの場所でも均等な音圧となる室である。容積が 203 m³ と既設の不整形残響室¹⁾ 313 m³ に比べて小さく、無響室と併用して遮音性能実験で使用する。

無響室－残響室間の開口 (3.6 m × 3 m) には、カセツ

表-1 建物概要

外部建屋	S 造、屋根ダブル折板鋼板 (上 0.8t、下 0.6t、GW10k 100t 入) ガラスパッド 5t、壁ガラスウール 32k50t		
建築面積	587.11 m ²	延床面積	799.85 m ²
無響室	内法 10m × 10m × H8m、RC 浮構造、壁天井 250t ガラスウール吸音楔 L800		
残響室	内法 6m × 7.5m × H4.5m、RC 浮構造、壁天井 300t 内装コンクリート打放し 曲面拡散板 21 枚 合計 30m ²		
箱型実験室	内法 5m × 8.2m × H3m、2層、RC 壁構造、独立基礎、壁 230t		
	A 室 (1階)	内法 5m × 4m × H3m、天井スラブ 200t 内装 コンクリート打放し、吸音体 5 体	
	B 室 (1階)	内法 5m × 4m × H3m、天井スラブ 150t 内装 天井コンクリート打放し、壁コンクリートクロス貼り、床フローリング直置、家具 (ソファ、ベッド、タンス 2)	
	C 室 (2階)	内法 5m × 8.2m × H3m、天井スラブ 250t 内装 コンクリート打放し、吸音体 7 体、壁掛エアコン 2 台、框 2 カ所	
実験スペース (3階)	5m × 8.2m		



写真-1 無響室内観



写真-2 無響室側の開口 (GW 取り外し後)

ト移動装置により遮音性能を測定するための試験体を施工したカセットを移動台車で運搬して設置できる。カセットは 3 台あり、そのうち無響室－残響室間を遮音する 200t RC 板のカセットには小試験体の遮音性能を測定するために 600 角の小開口を設けているが、通常は蓋で閉じられている。残響室側からみた開口を写真-3 に示す。

2.3 箱型実験室

箱型実験室は JIS A 1440²⁾ に則った壁構造の床衝撃音実験施設であり、1 階 A、B 室、2 階 C 室 (写真-4)、3 階実験スペースで構成されている。A、B 室の天井スラブがそれぞれ JIS 規定の厚さ 200、150、C 室の天井が厚さ 250 と計 3 種類のスラブ厚があり、3 階に位置する厚さ 250 のスラブは大スパンスラブを想定している。

3. 設計・施工上の留意点

本実験棟周辺は、航空機の往来、隣接する他社研究施設の道路施工実験等騒音の発生が多く、実験施設に対して十分な遮音が必要となる。無響室、残響室、箱型実験室はすべて RC 造とし、写真-5 に示す屋根形状の外部建屋との二重構造により遮音を確保した。



写真-3 残響室側の開口



写真-4 箱型実験室 (C 室)



写真-5 曲面屋根の外部建屋

無響室、残響室は防振ゴムによる浮構造、箱型実験室は独立基礎とすることにより、3施設とも躯体および互いの施設からの振動伝搬を抑制した。

普通コンクリートは通常ひび割れが発生しやすく、ひび割れによる隙間は反射性を低下させる。また、床の多数打撃によりスラブにひび割れが生じる可能性もある。こういったひび割れを防止するために、残響室と箱型実験室はコンクリートに膨張剤と収縮低減剤を添加し、無響室とともにPC鋼線で緊張するアンボンドスラブ工法を採用することでスラブのひび割れとたわみを抑制した。

4. 実験施設の音響特性

4.1 無響室逆二乗特性

無響室の1/3オクターブバンドノイズにおける逆二

乗特性測定結果の一例として、床付近中央を音源とした南壁垂直方向および隅角方向の結果を図-2に示す。JIS Z 8732³⁾ 規定内の周波数および規定外の50、63、80 Hzも偏差内に収まっており、各周波数とも良好な特性を示した。

4.2 遮音性能

外部-無響室間および無響室-残響室間の遮音性能を図-3aに示す。無響室内は航空機の往来による騒音レベルの実測77 dBAを無響室内で15 dBA以下となることを目標に設計した結果、外部-無響室間はD-85以上と外部の騒音を十分遮音できる値を示した。無響室-残響室間は200t RC板のカセットを設置した場合でD-75と十分な遮音性能を示した。無響室および残響室の出入口扉の遮音性能を図-3bに示す。無響室扉は2 m × 2 mの開口に2重扉を採用しD-60、残

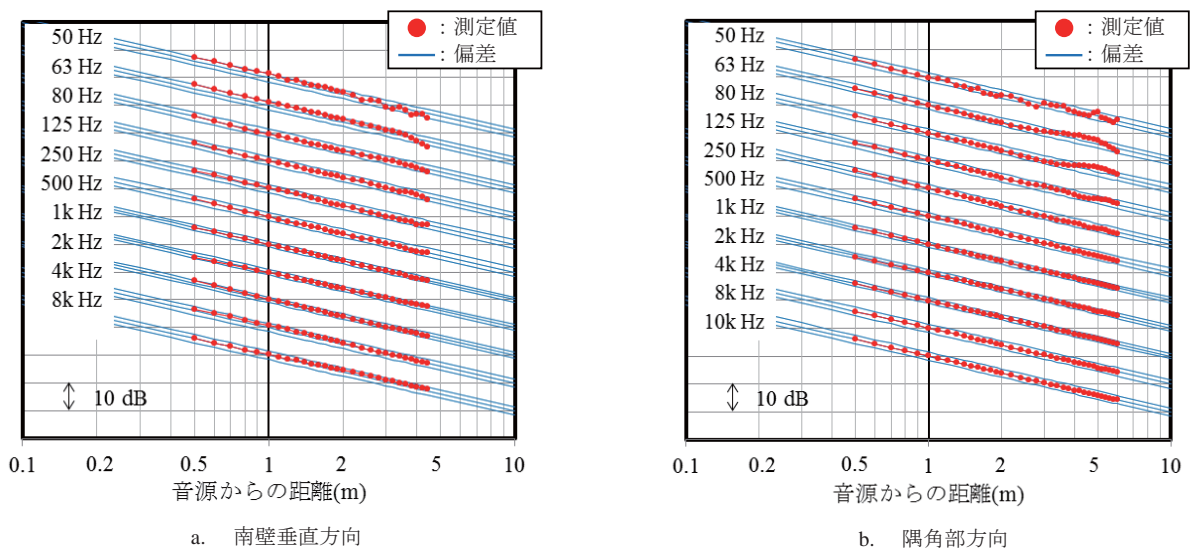


図-2 無響室逆二乗特性 (1/3 Oct. band)

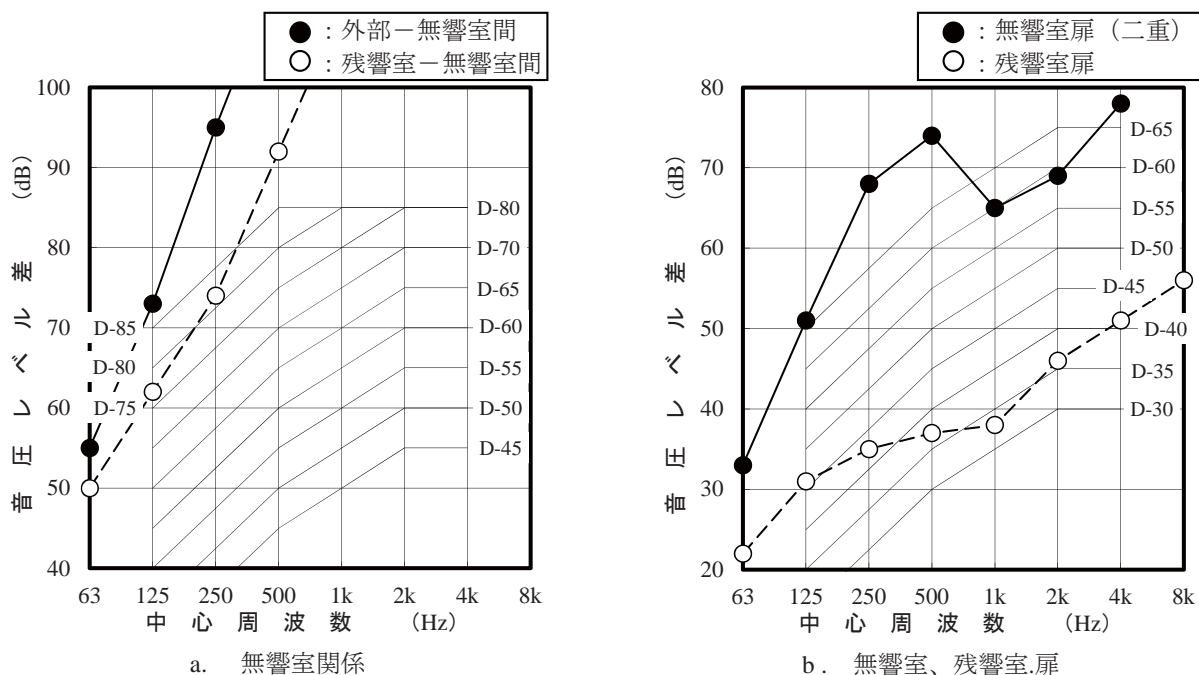


図-3 遮音性能

響室扉は D-35 と目標性能を十分満足した。

4.3 残響室音響拡散状態と残響時間

本残響室が空室および拡散板ありの状態にて測定した GW32k50t (枠あり空気層なし、10.8 m²) の残響室法吸音率を、既設不整形残響室¹⁾ で測定した結果と比較して図-4 に示す。GW の吸音率が収束するまで残響室内の拡散板を増やした結果、不整形残響室と同等の吸音率が得られた。矩形の本残響室が拡散板設置により拡散音場に近い状態になったものと考えられる。本残響室の空室、拡散板ありの残響時間を図-5 に示す。JIS A 1409⁴⁾ による規定値を十分上回る結果となった。拡散板ありの場合は空室と比べて低音域の残響時間が短くなったが、これは拡散板の板振動吸音によるものと考えられる。

4.4 箱型実験室残響時間

箱型実験室各室の残響時間周波数特性を図-6、吸音体および家具の等価吸音面積を図-7、その配置を図-8 に示す。A、C 室に関しては、空室および吸音体設置後の残響時間実測とコンクリートの吸音率および図-7a に示す吸音体の等価吸音面積実測値を入力した Eyring の残響時間計算値とを併記した。吸音体を設置した場合の残響時間実測と計算による予測はほぼ一致する結果となり、室内が拡散音場に近い状態であることが示された。A、C 室は 63 Hz 以上 6.3k Hz 以下で JIS²⁾ に規定された残響時間範囲内に収まって

いるが、B 室は 80 Hz で 0.75 秒と JIS 規定の下限値 1 秒を下回っているが、これは図-7b よりタンス 1、2 の 80Hz における等価吸音面積の大きいことが影響しているものと考えられる。タンス 1、2、ベッドの低音域における等価吸音面積が大きい理由は収納による内部空間の影響と考えられる。吸音体、家具いずれも高音域の吸音が中低音域に比べて小さめであり、このことが各箱型実験室の高音域における残響時間過剰減少の抑制に寄与している。

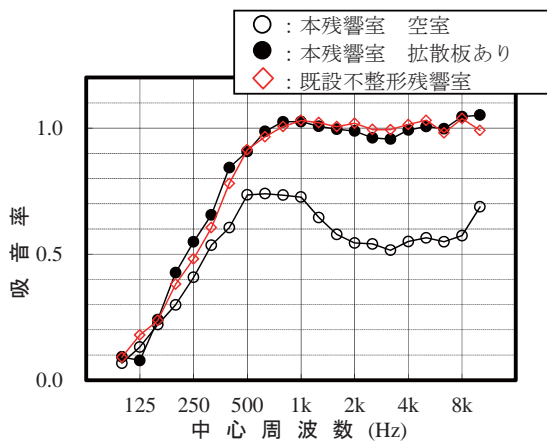


図-4 残響室測定による GW32k50t 吸音率 (枠あり空気層なし、10.8m²)

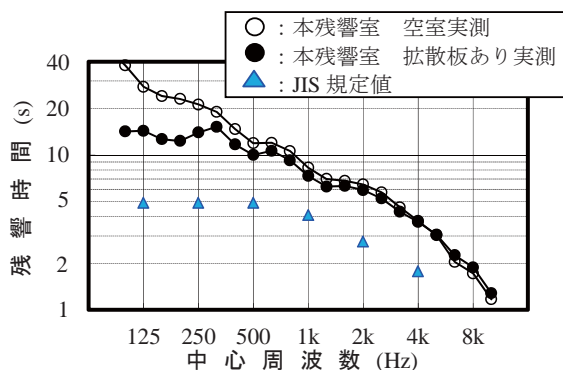
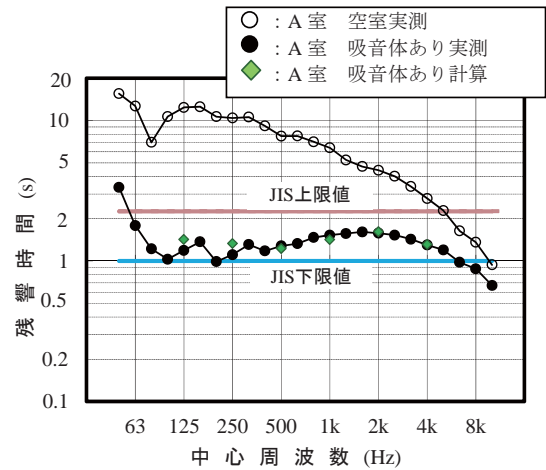
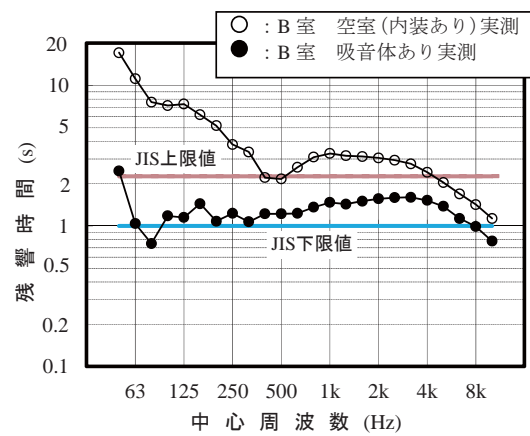


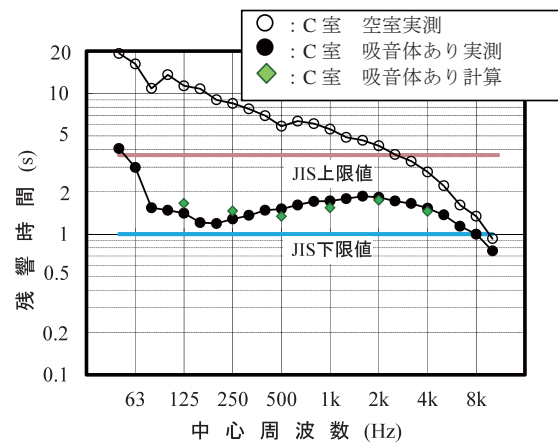
図-5 残響室残響時間周波数特性



a. A室

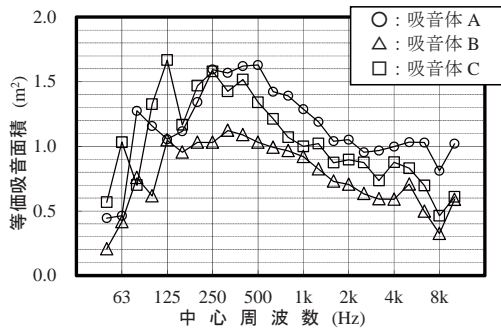


b. B室

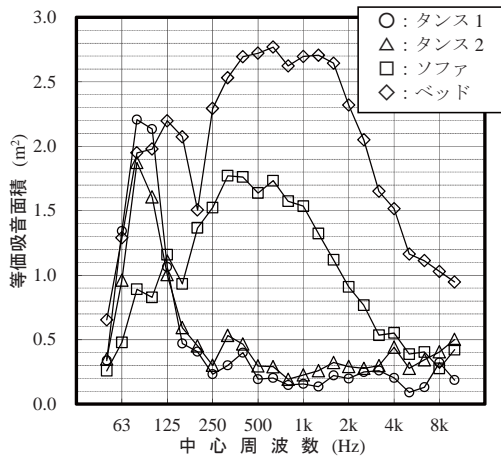


c. C室

図-6 箱型実験室残響時間周波数特性

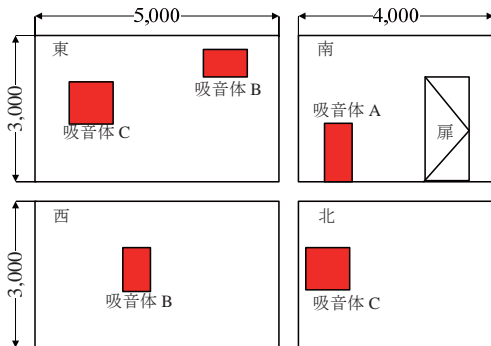


a. 吸音体 A, B, C

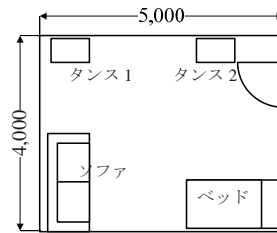


b. 家具

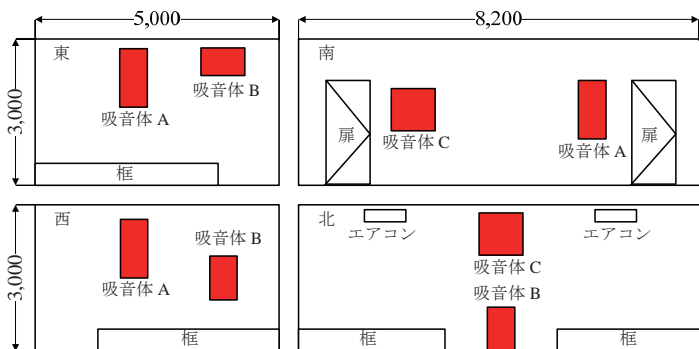
図-7 吸音体、家具の等価吸音面積



a. A室吸音体配置状況（壁4面）



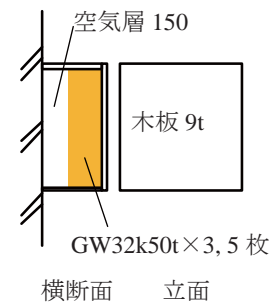
b. B室家具配置状況（平面）



c. C室吸音体配置状況（壁4面）

図-8 吸音体概略図および箱型実験室吸音体配置状況

吸音体 A	1200×600×GW部 250、空気層3面へ ニヤ板2t塞ぎ
吸音体 B	900×600×GW部 150
吸音体 C	900×900×GW部 250、空気層3面へ ニヤ板2t塞ぎ



d. 吸音体概略図

5. おわりに

新音響実験施設の音響特性について、無響室と残響室は所期の設計目標を十分満足した。今後更に調整を続けて本施設の基本音響性能を把握し、研究開発、現場支援における実験のバックデータとする所存である。

謝辞

本音響実験施設の建設にあたって、戸田建設、日東紡音響エンジニアリング（株）関係者、およびご助言をいただいた先生方に深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 渡邊他、戸田建設（株）技術研究所音響実験施設の音響特性、AIJ 大会梗概集、4009、1984.10
- 2) JIS A 1440-1、2:2007、実験室におけるコンクリート床上の床仕上げ構造の床衝撃音レベル低減量の測定方法
- 3) JIS Z 8732:2000、音響—音圧法による騒音源の音響パワーレベルの測定方法—無響室及び半無響室における精密測定方法
- 4) JIS A 1409:1998、残響室法吸音率の測定方法