

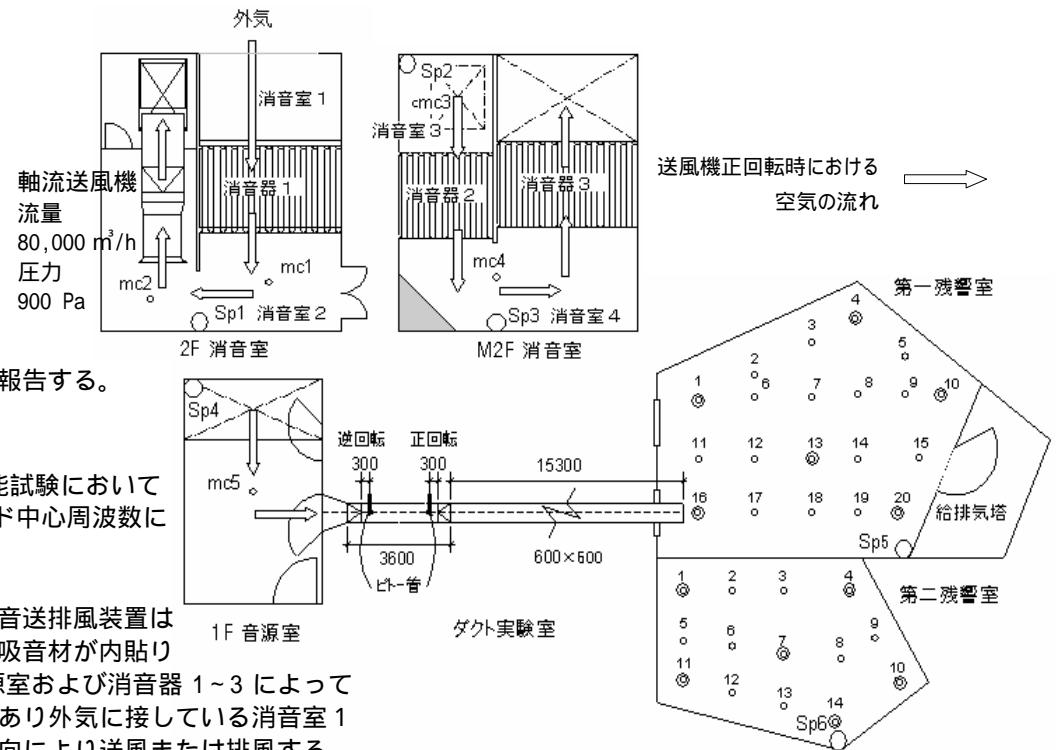
新設した無音送排風装置、残響室および無響室の性能について

日大生産工(院) 加藤 尚子

日大生産工 板本 守正 日大生産工 宮内 香織

1. 緒言

新設した無音送排風装置および不整形7面体の第一および第二残響室について、その音響および気流性能を明らかにし、新旧実験室における比較試験の結果も合わせて報告する。また無響室について音響性能を実験によって明らかにした結果も報告する。



2. 実験方法

本論文における音響性能試験においては、1/1オクターブバンド中心周波数により評価する。

2.1 無音送排風装置

図1に示すように、無音送排風装置は軸流送風機と天井・壁に吸音材が内貼りされた消音室1~4、音源室および消音器1~3によって構成されている。開口があり外気に接している消音室1から軸流送風機の回転方向により送風または排風する。外気に面している消音室1と軸流送風機の設置されている消音室2との間に消音器1があり、消音室2と音源室までの間に消音器2,3および消音室3,4を設けてある。この無音送排風装置による消音効果を明らかにするために音響減衰の測定を行う。

a. 音響減衰

図1に示すように、スピーカをSp1~Sp4へと移動してそれぞれの室での音圧レベルを測定することにより、各室間の音響減衰特性を測定する。測定点は図1に示すmc1~mc5の計5ポイントとし、マイクロホン高さはそれぞれ床面から1.5mとする。

2.2 残響室

躯体は厚さ300mmのコンクリート造で、図1のように第一、第二残響室は2室一体形状とし振動絶縁した独立基礎構造である。残響室内部仕上げはコンクリート打放し、エポキシ系塗装仕上げで、第一、第二残響室の室容積はそれぞれ約500m³、約300m³である。また第一残響室には、給排気塔が設置されており、この扉を開けることで、送風機を正回転に稼動させる場合は室内空気を吐き出し、逆回転の場合は室外空気を吸い込む。給排気塔は、室外の音を遮断するため、吸音材および吸音体を有する。

第一残響室では、給排気塔の扉を開め密閉した状態での音圧分布と残響時間の測定と、ダクトを接続し給排気塔の扉を開けた状態での気流分布、音圧分布および残響

図1 無音送排風装置および残響室

時間の測定を、第二残響室では密閉した状態での音圧分布および残響時間の測定を行う。図1に示すように第一残響室では1~20までの20ポイント、第二残響室では1~14までの14ポイントを各壁面から1.5m離した位置に測定点をそれぞれ配置する。

a. 気流分布

図1に示すように600×600mmのダクトを第一残響室に接続し、第一残響室において、測定点1から20までの20ポイント、床面からの高さ1.8mで送風機が正回転（ダクト内平均流速15m/s）の場合と逆回転（ダクト内平均流速10m/s）の場合とについて熱線風速計を用いて気流分布を測定する。

b. 音圧分布

図1に示すようにスピーカを第一残響室はSp5、第二残響室はSp6に室コーナーに向けて床面に設置し、63Hz~8kHzの1/1オクターブバンドノイズを発生させる。マイクロホンを第一残響室では2.2a. 気流分布と同じ測定位置に、第二残響室では1~14までの14ポイントに設置し、音圧分布を測定する。マイクロホン高さは床面から1.8m、3.0mおよび4.5mの3段階とする。なお第一残響室においては、給排気塔の扉を開いた状態および閉めた状態の2通りについて測定する。

On Performance of Newly Established Quiet Source of Air, Reverberation Room and Anechoic Room

Naoko KATO, Morimasa ITAMOTO and Kaori MIYAUCHI

c. 残響時間

スピーカにより 1/1 オクターブバンドノイズを発生させ、マイクロホンおよびレベルレコーダーを用いて音圧レベル減衰曲線の減衰勾配から残響時間を計測する。マイクロホンは、図 1 の A-A' で示すように第一残響室では測定点 1, 4, 10, 13, 16, 20 の計 6 ポイント、第二残響室では測定点 1, 4, 7, 10, 11, 14 の計 6 ポイントに設置する。マイクロホン高さは第一、第二残響室ともに、床面から 1.8m とし、測定期周波数は、63Hz ~ 8kHz の 1/1 オクターブバンド中心周波数とする。また第一残響室では、給排気塔の扉を開いた状態および閉めた状態の 2 通りについて測定する。

d. 新旧実験室における比較試験

旧実験室で行った分岐チャンバの気流による発生騒音の実験を、新設した実験室でも同様に行う。

2.3 無響室

無響室の平面図および断面図を図 2、3 に、吸音楔の詳細を図 4 にそれぞれ示す。図 2、3 に示すように無響室の形状は二重構造になっており、9,800mm(W) × 10,125mm(D) × 10,100mm(CH) の外壁に囲われた空間の内部に 7,400mm(W) × 7,400mm(D) × 7,700mm(CH) の無響室があり、無響室内壁面には図 4 に示す、グラスウール密度 32 kg / m³、コーデランクロス被覆された 600mm(W) × 600mm(D) × 800mm(CH) の三連式吸音楔が配され、内部空間は 5,600mm(W) × 5,600mm(D) × 5,040mm(CH) の直方体形状である。下部の吸音楔から 984mm 上方地点が 50mm(W) × 370mm(D) の格子状の鉄格子の Floor Line になっており、その下にはネットが張られ、自由音場の仮定できる完全無響室となっている。また本無響室は防振のため浮き床構造である。

a. 無響室の適正試験

測定は、JIS Z 8732 付属書 A 無響室および半無響室の一般的適性試験方法に準じる。測定方向を図 5 に示す。本論文ではスピーカの位置を 0、無響室出口方向を N としたとき、0 W 方向、0 SW 方向、0 S 方向、0 V 方向、0 N 方向、0 NW 方向の 6 方向について評価する。スピーカは室中央に、高さは床面から 90cm の位置に設置し、1/1 オクターブバンドノイズを発生させる。ただし垂直方向の測定(0 V 方向)の場合のみ、高さは床面から 40cm とする。マイクロホンをスピーカの音響中心にむけ、スピーカ出口中心から 0.3m 離れた位置から 方向は 10cm 刻み、 方向は 方向で一様な結果が得られたので 20cm 刻みの間隔で順次移動させ、音圧レベルを測定する。

3. 実験結果

3.1 無音送排風装置の音響減衰特性

軸流送風機の設置されている消音室 2 から音源室までのそれぞれの室間における音響減衰特性と総合音響減衰特性を合わせて図 6 に示す。総合音響減衰量は 63Hz 帯域で 70dB 程度、125Hz 帯域で 85dB 程度減衰し、ほかの周波数帯域はすべて 100dB 以上減衰する。軸流送風機の発生騒音の主成分である 250Hz ~ 1kHz 帯域の音が 120dB 程度減衰している。

3.2 気流分布

送風機正回転、逆回転それぞれの各測定点における測定値とその気流分布を図 7 に示す。送風機が正回転の場

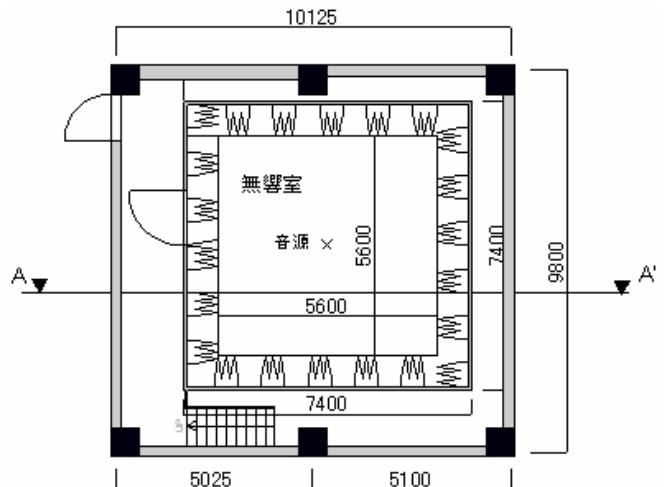


図 2 無響室 平面図

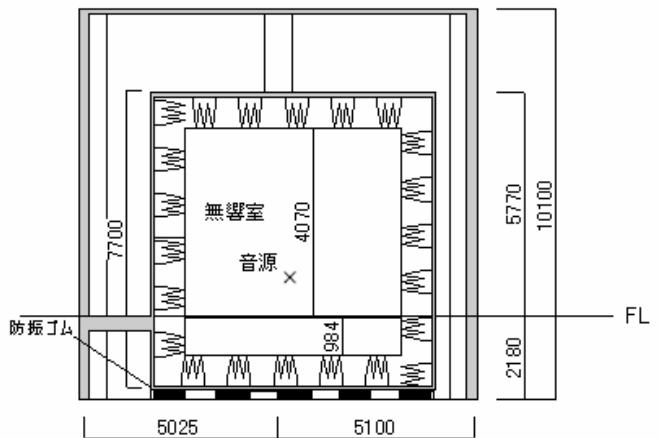


図 3 無響室 A-A' 断面図

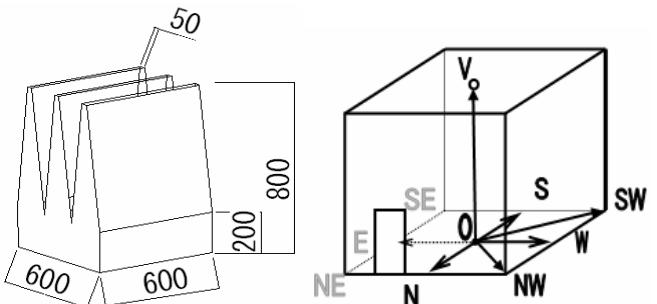


図 4 吸音楔詳細

図 5 測定方向

合はダクト前方付近、逆回転の場合は給排気塔付近の測定値は高い値を示すが、その他の測定値はいずれもほぼ一様である。

3.3 音圧分布

第一残響室（給排気塔の扉を開いた状態および閉めた状態）と第二残響室とにおける音圧レベルの平均値からの各測定点の偏差を図 8 に示す。第一残響室においては扉の開閉に関係なくどの周波数でもほぼ一様な音圧分布を示す。また第二残響室においては、63Hz 帯域で偏差が大きくなる。これは第二残響室の規模が第一残響室より小さいためと考えられる。しかし、125Hz ~ 8kHz 帯域ではほぼ一様な音圧分布を示す。

3.4 残響時間

各残響室の6ポイントで測定された残響時間の平均値を図9に示す。第一残響室の給排気塔の扉を開めた状態と第二残響室では63Hz帯域において各残響室ともに35.0sを超える残響時間となる。第一残響室の残響時間は第二残響室のそれに比べ、どの周波数帯域においても長い。また第一残響室の給排気塔の扉が開いた状態は閉めた状態に比べ残響時間が短い。

3.5 新旧実験室における比較試験

分岐チャンバの気流による発生騒音の実験結果を図

10に示す。旧実験室および新実験室でそれぞれ測定された分岐チャンバのオーバーオールパワーレベルはともに流速の5乗に比例する。また、分岐チャンバの気流による発生騒音の周波数特性を図11に示す。旧実験室および新実験室でそれぞれ測定された周波数特性は実験室および流速の違いによらず、オーバーオールパワーレベルに影響を及ぼす周波数帯域では、ほぼ等しい傾向を示す。この結果から、新実験室での測定結果は旧実験室のそれとほぼ一致することがわかる。

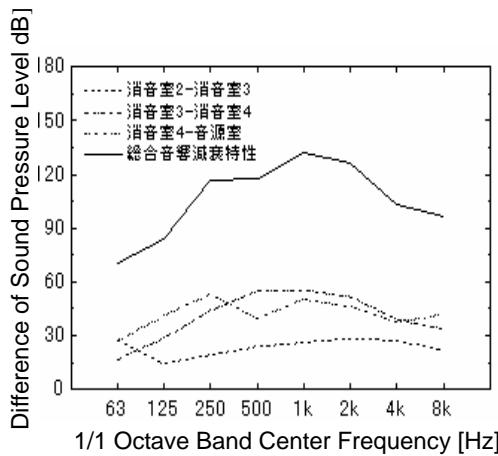


図6 無音送排風装置の音響減衰特性

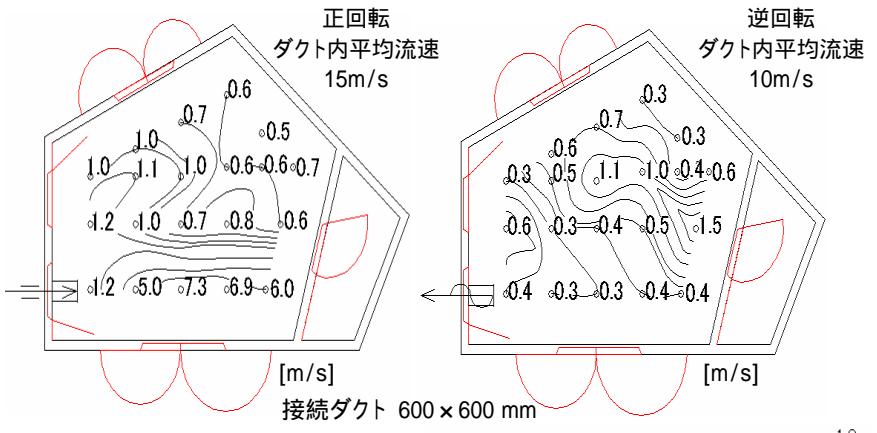


図7 気流分布

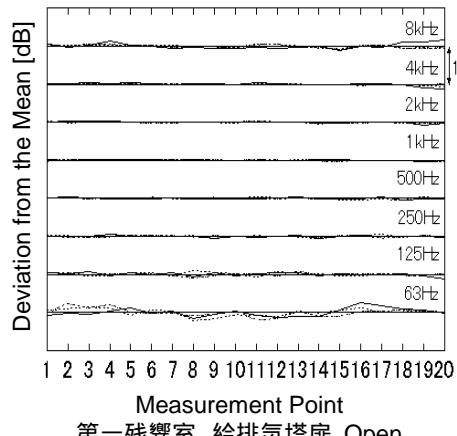


図8 各残響室における音圧分布の偏差

図9 各残響室における残響時間

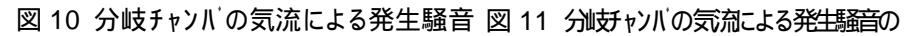


図10 分岐チャンバの気流による発生騒音

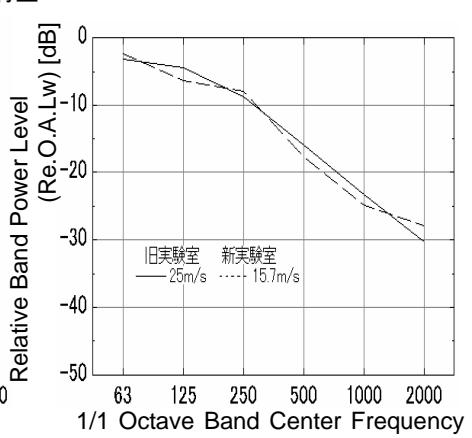
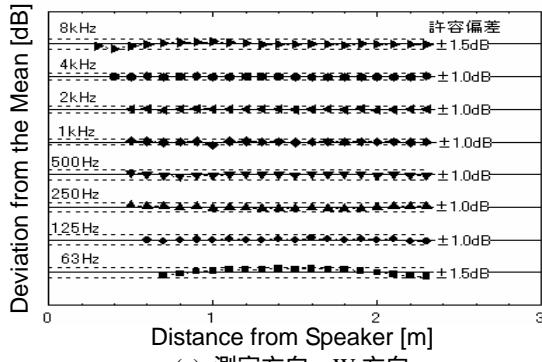


図11 分岐チャンバの気流による発生騒音の周波数特性

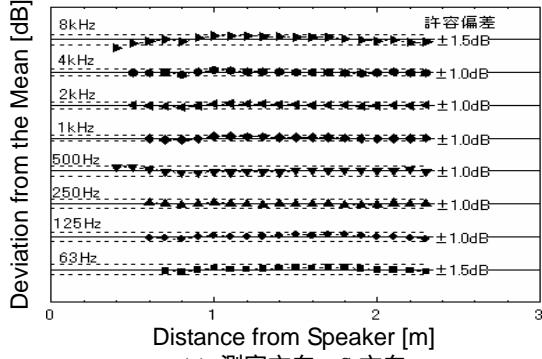
3.6 無響室の適正試験

測定方向 W 方向における逆二乗則の理論値である -6dB の勾配 (-6dB/D.D) と測定結果とを比較したものを図 12 に示す。63Hz 帯域～4kHz 帯域においては、逆二乗則の理論値である -6dB の勾配にのっており、逆二乗則が成立している。63Hz 帯域の 2m 以上が -6dB の勾配から外れているのは、吸音楔の幅が 800mm しかないとめ吸音が十分ではないためと考えられる。8kHz 帯域では壁から 0.3m～0.8m においては、スピーカーとマイクロホンの距離が近く線音源的な距離減衰を示すため、-3dB の勾配にのっている。0.8m 以降においては他の周波数帯域と同様に -6dB の逆二乗則が成立する。

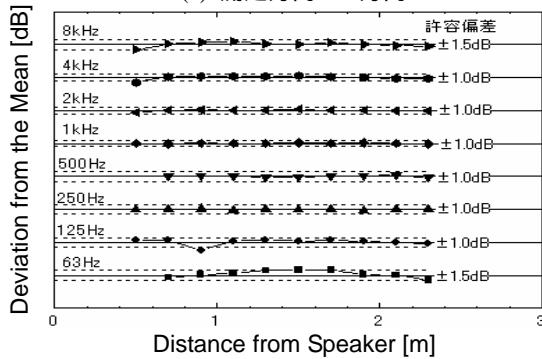
測定点における音圧レベルの逆二乗則からの偏差と理論的逆二乗則からの測定音圧レベルの許容偏差とを比較したものを図 13(a)～(f) に示す。(a) および (c)～(e)においては、どの周波数帯域でも許容偏差の範囲内である。(b) および (f) においては許容偏差の範囲を超えている測定点がいくつかあるが、W 方向、S 方向および N 方向とともに許容偏差の範囲内であることから無響室の性能をみるとうえではあまり影響を与えないものと考えられる。また、0 E 方向は図 13(a)、(b) および (e) とほぼ同じ傾向を示すと考えられ、0 NE 方向および 0 SE 方向についても同様である。よって新設した無響室はどの方向に



(a) 測定方向 W 方向



(c) 測定方向 S 方向



(e) 測定方向 N 方向

図 13 測定点における音圧レベルの逆二乗則からの偏差

おいても、ほぼ JIS Z 8732 で与えられている許容偏差の範囲内であるといえる。

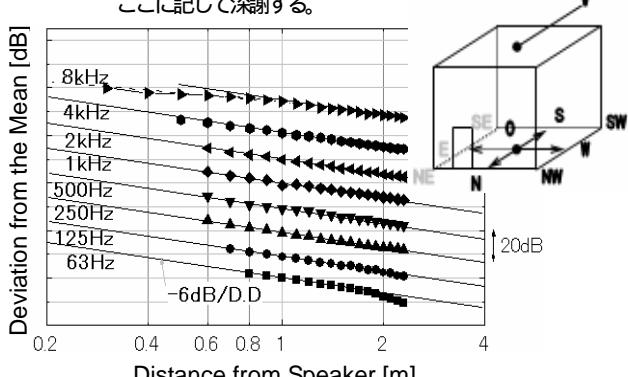
4. 結論

以上の結果から新設された無音送排風装置、残響室および無響室ともに使用目的に対して十分な性能を有していると考えられる。

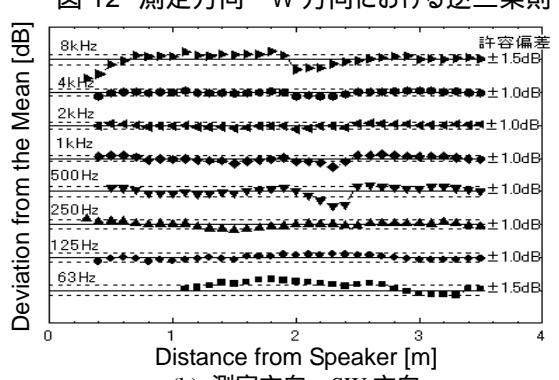
参考文献: JIS Z 8732:2000:音響 音圧法による騒音源の音響パワーベルの測定方法 無響室及び半無響室における精密測定方法

謝辞: 本研究は平成 16 年度卒業研究生の協力を得た。

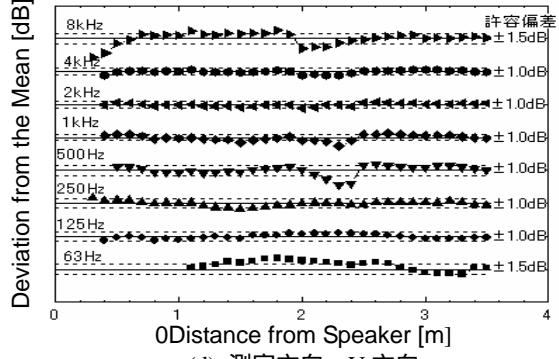
ここに記して深謝する。



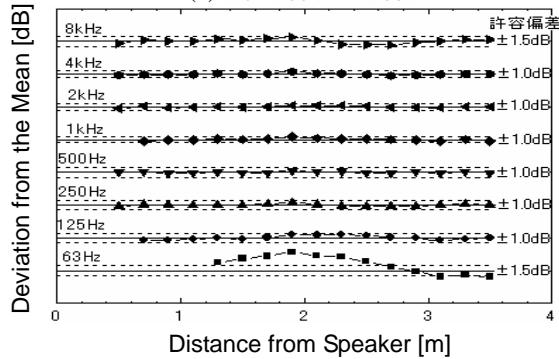
(f) 測定方向 NW 方向



(b) 測定方向 SW 方向



(d) 測定方向 V 方向



(e) 測定方向 E 方向

図 13 測定点における音圧レベルの逆二乗則からの偏差