

音場型アンサンブル平面バッフルスピーカー 設計の試み：製作と音質評価

岡部, 雅史 / Okabe, Masashi

(出版者 / Publisher)

法政大学多摩研究報告編集委員会

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

法政大学多摩研究報告 / 法政大学多摩研究報告

(巻 / Volume)

32

(開始ページ / Start Page)

1

(終了ページ / End Page)

7

(発行年 / Year)

2017-10-30

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00014227>

音場型アンサンブル平面バッフルスピーカー設計の試み —製作と音質評価—

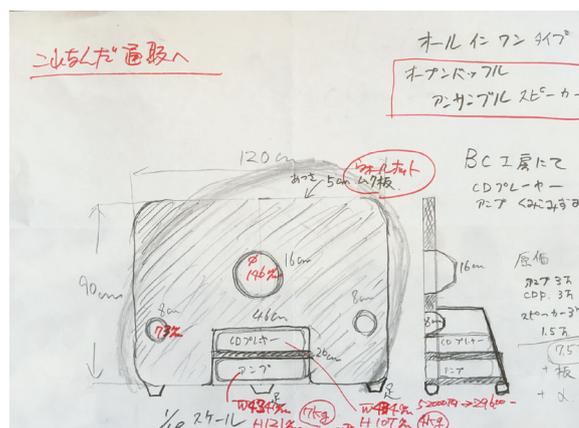
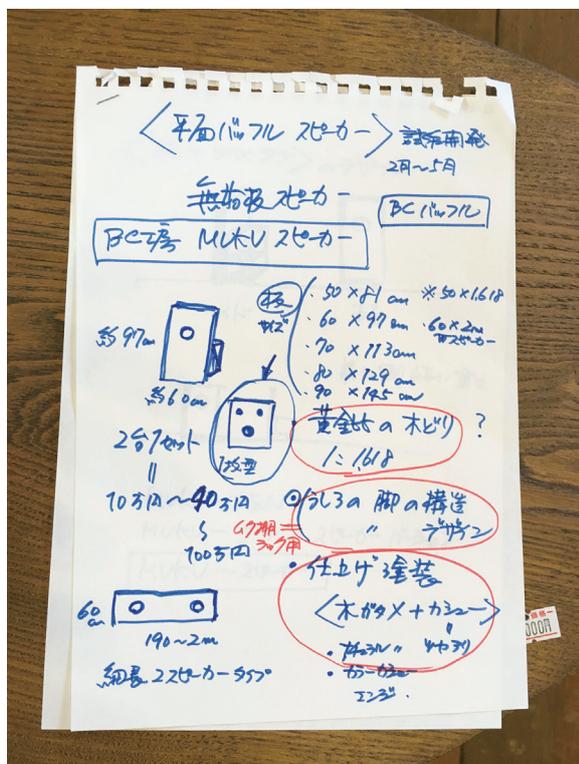
岡部雅史¹⁾

Design of sound field ensemble plane baffle speaker.
—Production and Sound Quality Evaluation—

Masashi OKABE

はじめに

前回の報告では、新作スピーカーの特性を設定し、それに合わせた設計を行い、樹種選定と板材の適性までを紹介した。さらにシステムスピーカーとして、ステレオ動作をさせるためにマトリクス配線を用い

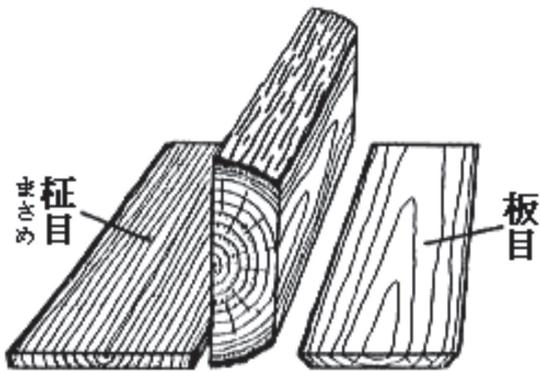


た3スピーカー構成としたことも既報の通りである。本稿では前稿に引き続き、板材の加工過程、スピーカーの取り付け、オーディオ機器が格納されたラック部の取り付けと、バッフル全体の組み立てから完成までを報告する。さらに製品としての音質分析を行いスピーカーシステムとして評価を行なったのでこれら一連の過程を示そうと思う。

板材の方向の決定と切り出し

バッフル板材として北米産樹齢およそ200年のブラックウォールナットの一枚板(無垢板)の厚さ5センチのものを使用した。この板材は緻密で粘り強

1) 法政大学経済学部



い性質を有し、高級家具類に使用されている。道管などの木材繊維は板材の長軸方向に平行に走るが、組織中に散在するためには板材にした際には目立たず埋没し、平滑な表面が得られる。今回の資材はブラックウォールナットの耳付き板目材を用いた（耳付き材：樹皮に近い部分を含む板材）。バツフル板として左右方向に長軸を揃えて用いることとした。バツフル板中央下部を長方形に切り抜き、アンプ、プレーヤーを設置するラックをはめ込み、板材中央にセン

タースピーカー（口径16センチ）、左右にサイドスピーカー（口径8センチ）を配置した。

板材の切り出し

板材の選定が済んだのち、設計図に従って3つのスピーカーホールの位置決めとCDプレーヤー、アンプを収めるキャビネットの取り付け部を決定した。さらにホールのテーパ仕上げとキャビネットの切り





欠き角度を検討した。

各部の切り出しには丸ノコカットソー、糸ノコカットソー、ドリルホールソーなどを用いた。

製作はBC工房無垢板テーブル部門の小俣氏と倍賞氏に担当していただいた。

工作器具を用いて手際よく板材のカットを進めていただいた。一見無造作に作業を進めているように見えるが、無垢板材の場合は、各部のカットを進めるごとに、カット部周辺の変形が生じるために、慎重に修正をくわえながら作業を進める必要がある。

板材に使用される樹木は、伐採され、初期乾燥（葉枯らし）処理ののち、製材（木取り）され、さらに数年ほどの乾燥期間が加えられたものが無垢材として流通することになる。このような無垢材は、板厚が厚いものほど、各部の乾燥度の違いや、導管・師管の分布度、年輪の疎密度などの不均一のために、内部に応力や歪みが残存していることが多い。

今回の製作過程でも、板材にカットソーによって30cmの切れ込みを1本入れただけでも、切れ込みの両端が5mmも上下にずれるほど応力ひずみが材に残存していた。

この応力ひずみは材の加工直後に最も大きく現れ、加工後、時間が経過するにつれて内部の応力ひずみが解消するにつれて、徐々に元の形状に近づく。今回の工作では、カット工程のたびに1週間ほど板材を放置し、ひずみの解消を待ち、各部の寸法の回復を確認してから、次の工程へと作業を進めた。スピーカー穴が3つ、キャビネット収納部で3つのカット、全体で6つのカット工程を終了するまでおおよそ8週間かけて板材の処理を行った。



カットが終了した板材は、さらに1週間ほど放置・乾燥させたのち、ねじれ変形・平面粗度を測定した。結果、対角線方向のねじれが $\pm 8\text{mm}$ 測定され、平面粗度は基準面に対して $\pm 6\text{mm}$ のピークとディップが検出された。板材のねじれを解消し、正確な平面を形成するため、板材を大型プレーナーに供し、板厚50mmになるよう精密平面研磨を行なった。大型プレーナーとは回転式ローターカンナによって木材の平面仕上げを行なう機材である。

平面仕上げ処理が終わり、全体の寸法チェックを行った。スピーカーホールの配置誤差（中心）は、サイドスピーカー（口径8センチ）、センタースピーカー（口径16センチ）共に設計図からの寸法誤差は $\pm 2\text{mm}$ ほどであり、キャビネット収納のための開口部の寸法誤差は $\pm 1\text{mm}$ ほどであった。

板材を立てるための三角形の脚部もウォールナットで作成し、楕円ホゾを組み込んでバッフル裏面に木工用ボンドにて約300kgの圧をかけながら接着した。接着完了後、バッフル板の移動が容易になるよう脚部には金属製のボールキャスターが取り付けら



れた。

板材の表面塗装は亜麻仁油を浸透させて行なった。亜麻仁油は亜麻の種子から抽出される油脂であり、食用油として利用されるほか、油絵具の油としても使用されている。近頃はサプリメントとしても注目されている。

性状は淡黄色の液体油脂であり、吸気中の酸素によって酸化し重合固化する化学的性質を持っている。この性質を利用して、亜麻仁油は木材製品の塗装用乾性油として広く用いられている。今回はこの亜麻仁油を塗装用ワニス (Varnish) として塗布した。板材に深く浸透・固化させ表面硬度を上げるために7回繰り返し塗装処理を行った。塗装処理の回数が重なるにつれて表面の色調が茶色から黒色に近くなる。亜麻仁油は有機溶媒を含まないワニスであり、乾燥・固化後も全く揮発成分を放出しないために室内用家具類には好んで多用されている。

スピーカーユニットはまずユニット取り付け用の4つのビスにて固定したのち、さらに木製クランプ

を製作し、このクランプを対角に配置してビス留めにした。このような止め方をすることによってスピーカーフレームの振動を抑制する一方で、コーン紙にはピストンモーションを自由にさせやすいという利点が生まれる。サイドスピーカー、センタースピーカー全てにこのクランプ留めを併用して行なった。このクランプ留めのアイデアはBC工房所属の倍賞氏によるものである

アンプ、CDプレーヤーを設置するオーディオラックを配置した。オーディオラックはバッフル板とは接合していない。3片の切り欠きから約1cmの間隔が空いている。

スピーカーの振動がオーディオ機器に悪影響をもたらすことを防止するためである。

バッフル板は裏面に取り付けられた2つの脚部によって30度の仰角がつけられて設置された。バッフル板から3mほど離れて試聴した時にちょうどリスナーの顔面にスピーカーの軸線が向くように配慮したためである。





完成した作品はバッフル板とオーディオラックの色調もよく揃っており、全体として落ち着いた色調の中に、軽い色のスピーカーユニットとオーディオ機器がよくマッチしている。

作品のデザインは極めてシンプルでミニマリズムとも解釈される余地がある。

斜めに傾いだ平面と切れ込みから覗くわずかな立方体という構成から醸し出されるイメージはなかなかモダンな雰囲気である。

初めての音楽再生を試聴する小俣氏と倍賞氏の様子を示す。最初の再生音は極めて硬く、コーン紙の動きの過渡特性（トランジェント）が音声信号に対して不良なことが伺えた。両氏の微妙な表情に伺える通りの低音質であった。この音がスピーカーのエージングによってどの程度良くなるか期待がかかる。

エージング処理

組み立て終了後から約1週間バッフル板材、スピーカーユニットの歪み除去のためにエージング処理を行った。工作直後は切削部位、接着部位、ネジ止め部位などを中心に力学的な歪みがバッフルに残り、音声再生時に共鳴音などの付帯音が生じやすいことが多い。これらの歪みはスピーカーの動作時間の経過とともに、減衰し、音質も変化することになる。今回はエージングを促進するために、2つの音源（交響曲及びピンクノイズ）を中音量（スピーカー軸上3mにて90dB(A)）になるようアンプ出力を調整し、CDプレーヤーをリピート状態にセットし、各2週間（336時間ずつ）再生させた。

応力（stress）とひずみ（strain）の減衰

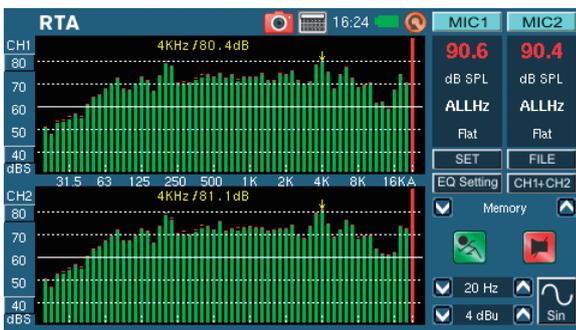
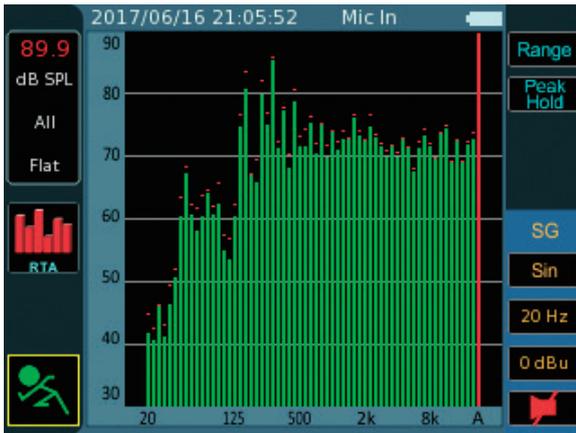
組み立て直後のスピーカー各部には応力（stress）やひずみ（strain）が残存しており、特にスピーカーユニットのネジ止めによる応力やひずみを取り付け部に残っているために、スピーカーコーン紙の分割振動を招きやすくサチュレーションや付帯音による再生音の劣化を招きやすい。これらの応力とひずみはエージングの時間が進むにつれて減衰し、聴感上の音声の濁りもなくなっていくことが確認できた。

各種音源の試聴

組み立てが終了した直後（2016年10月）から前述のエージング処理を行いながら約10ヶ月にわたり試聴を行った。視聴に用いた音源は通常ミュージックCD、野外録音された自然音CD、スタジオ録音された効果音CDなどである。

組み立て直後の視聴では先に触れたように、ヒトの音声が非常に固く感じ、特にサ行の子音や、ジャズ演奏においてハイハットシンバルやクラッシュシンバルなどの音さらには風鈴の音、ガラスの割れる音などが原音のとおり再生されず詰まったように再生されることが試聴された。このような高域音声再生の不調をオーディオ分野では「高域再生のサチュレーション」という。これは主としてf特の8kHz～12kHz付近に示されている特性の乱れ（ピークやディップなど）によって、高域再生時の音声信号にスピーカーの過渡特性が追従しきれないために生じるとされている。エージング処理が進むにつれて、特に100時間を経過するあたりからサチュレーションが顕著に減少し、高域、低域のトランジェントが良化してきた。女性ボーカルの艶やかさ、生々しいシンバル音、各種効果音の再生などが実感できた。大編成オーケストラなどの再生においても各楽器の再生音が個別に認識可能であり、空間配置も認識できるなど音源の定位も良好であった。

スピーカーの最大口径が16cmのため、低音域再生はあまり期待していなかったがバスドラムやオーボエ、チェロ、ピアノ再生音の最低域（80～100Hz）までは試聴でき、嬉しい誤算であった。

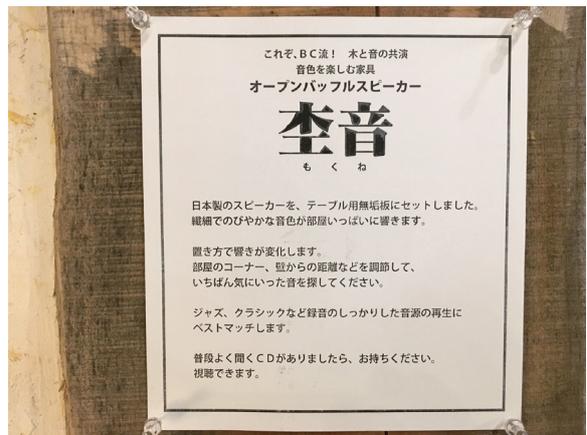


エージング処理後にセンタースピーカー軸上3mにてピンクノイズを再生させ、モノラル測定したf特(周波数特性)を示す。ピンクノイズはJAPAN AUDIO SOCIETYのAUDIO TEST CD-1から再生させた。測定機器はPHONIC社のPAA3X Audio Analyzerを用いた。横軸(周波数)のレンジは20Hzから20kHz、縦軸(音圧)は90dBをリミットとして測定した。100Hzから20kHzまではほぼフラットに再生されている。一方、100Hz～20Hzの低音域はグラ下がりとなっているが50Hzあたりまでは聴感上十分再生されていることが確認できた。

同様にPAA6にてステレオモードにて測定した結果、モノラル測定よりもf特がさらにフラットになり、モノラル測定で見られたピークやディップが均されてバランスよく再生されていることが伺える。また、低音域はさらにフラットになり、60Hzあたりまで十分再生されていることが確認できる。ステレオモード測定結果が実際の試聴結果に近いものである。

終わりに

約2年にわたってオリジナルスピーカーの企画・



設計・製作・評価を行ってきた。本稿にて紹介してきた作品はBC工房にて展示中である。

作品の名称は「空音」と命名され、店内にて稼働中である。約1000㎡の広大な店舗空間の1コーナーに設置され、BC工房オーナーの鈴木主催の好みにより、あるいは工房に訪れた顧客のリクエストに応じて様々なジャンルの音楽を再生し憩いのひと時を提供している。完成当初はひどい音で鳴り始め、前途が悲観されたが、エージングが進み、各部の応力・



ひずみが解消するにつれて音質は格段に向上し、オーケストラの迫りに満ちた大音量再生、室内楽の繊細な音色、熱気こもるジャズ、自然録音された秋の虫の音、川のせせらぎ音などジャンルを問わない再生能力の高さを示している。家具としての見栄えも良く、凜とした佇まいながら穏やかに音色を空間に漂わせている様子はまさに音色を楽しむ家具の風情があり、設計者としても愛着の持てる作品となり、望外の喜びとなった。

参考文献

本稿では特に文中に参考文献を提示していない。ダイナミックスピーカー一般については古典的名著「ラジオ技術選書 108 長岡鉄男・図解スピーカ」を挙げる。また、各社から製造されているスピーカーや各種形式の自作キャビネットの特徴の解説については「長岡鉄男のオリジナル・スピーカー設計術 1～4」を参考にしていきたい。