

ラウドスピーカーテストの Rub & Buzz 測定

はじめに

“Rub and buzz”は通常製造上の欠陥によるラウドスピーカーの歪みのクラスを参照する大まかに定義された用語です。これはスピーカーのドライバーや完成品に落とし込む際の組み込み時に比較的に壊れやすいドライバー（例、スピーカーキャビネット、スマートスピーカー、TV、電話等）の欠陥が起因しています。殆どのケースは、ラウドスピーカーのドライバーや完成品に含まれる欠陥等関連していますが、Rub and buzz はマイクロフォンを搭載した製品（例、スマートデバイスや車載のハンズフリーシステム等）で重要な要素になります。例えば、マイクロフォンの保護グリルのガタガタ音やブーンという音は音質や明瞭度を損なう可能性があり、音声コマンドを処理する際のスマートデバイスの性能を著しく低下する可能性があります。

Rub and buzz は品質保証の専門家の領域です。理想的には製品の最終製造ラインで製品に発生する Rub and buzz の歪みを防ぎます。これは製造や完成品として組み込まれたラウドスピーカードライバーに適用されます。

ラウドスピーカーRub & Buzz 欠陥

ラウドスピーカーは複雑な電気機械アセンブリ製品で、製品仕様上、Rub and buzz 歪みの多くの潜在的な欠陥の影響を受けやすくなっています。例えば、図1のラウドスピーカーの断面図を使って考えてみましょう。これは典型的な低周波数ドライバーで、全てのドライバーに潜在的な Rub and buzz の原因になります。磁石とポールで形成されいるシリンダー上の磁界を移動するボイスコイルは、リニアモーターを構成しています。コーンの後ろにあるサスペンションによって所定の位置に保持され、復元力を提供し、マグネットとポールの間のギャップでスムーズに動くようにガイドします。コーンの前面のサラウンドは、低周波数で大きな変位を許容しながら、コーンを所定の位置に保持する必要があります。コンポーネントの多くは接着剤で接着されています。摩擦やバズを引き起こす可能性のある潜在的な欠陥には、次のものがあります。

- ・ボイス コイルと磁石の軸のずれにより、ボイス コイルがエアギャップ内を移動するときにこすれます。
- ・ボイスコイルと磁石（またはポール）の間の隙間に、欠けたマグネット材料、余分な接着剤の糸などの粒子が閉じ込められています。
- ・コンポーネント間の接着接合部（コーン、サラウンド、ハウジング、ボイス コイル フォーマー、ダストキャップなど）の接着が不十分な部分は、スピーカーが高レベルで駆動されると、部品が互いに歪む原因となります。
- ・ボイス コイルがリアプレートに近すぎて吊り下げられているため、エクスカージョンレベルが高くなると衝撃が発生します。
- ・タグパネルとコーンの間のリード ワイヤの不適切なドレッシングにより、ワイヤが高いレベルでコーンにぶつかる。

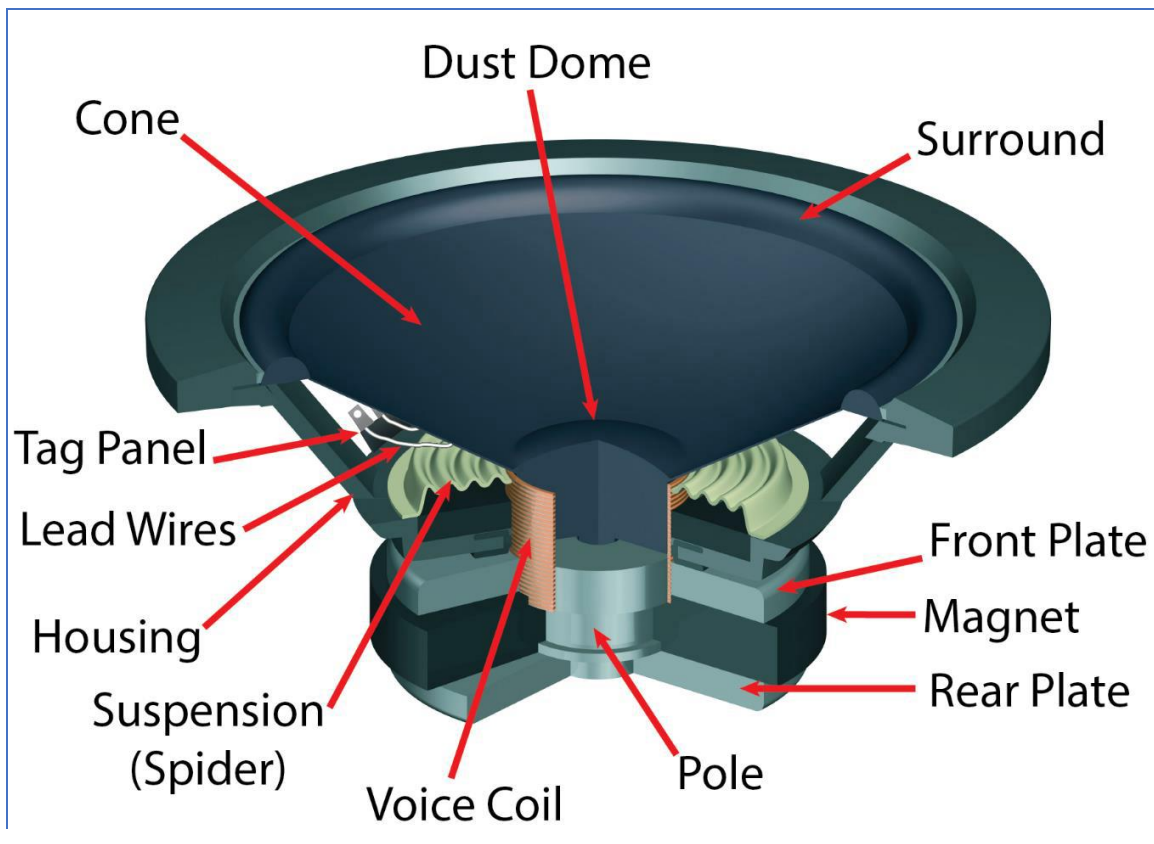


図1. ウーハーの校正部品と低周波数の断面図

完成品

ラウドスピーカードライバーに Rub and buzz の欠陥が発生する可能性があることを考えると、製造ラインでの Rub and buzz についてドライバー自体をスクリーニングすることが重要です。しかし、ドライバー（またはマイク）を完成品に組み立てる際に、Rub and buzz として分類される歪みを引き起こす欠陥も発生する可能性があります。製品。工具は、ドライバー コンポーネントの柔らかい素材の一部に簡単に穴をあけることができ、部品が不適切に固定されたり位置合わせがずれたりする可能性があります。製品が使用されているときに振動や騒音が発生する可能性があります。さらに、スピーカー グリル、マイク スクリーン、自動車用スピーカーが取り付けられている車のドアパネルなどは、適切に組み立てられていないと、Rub and buzz が発生する可能性があります。

Rub and Buzz 検知

ラウドスピーカーまたは完成した音響製品の上記の欠陥は、常にではありませんが、主信号に対して、高調波が関連する歪みで引き起こす傾向があります。たとえば、デバイスが純粋なトーン（サイン波信号）で駆動されている場合、特定の周波数で Rub and buzz が刺激されます。Rub and buzz 歪みの症状は、サイン波周波数の整数倍で測定されたスペクトルに現れる傾向があります。Rub and buzz は平均的な人にははっきりと聞こえるかもしれませんが、測定アルゴリズムを使用して確実に測定することは、次のようないくつかの理由から困難な問題となっています。

1. 従来の音質指標ではうまく行かない点: オーディオ品質の多くの側面を定量化するのに役立ちますが、周波数応答や全高調波歪み (THD) などの従来の測定基準は、Rub and buzz を検出するにはほとんど役に立ちません。図 2 は、3 つの小型ドライバー、1 つの良好なユニットと、聞き取れる Rub and buzz がある 2 つのユニットを一緒に測定した際の周波数応答と THD 応答曲線を示しています。周波数応答または THD に測定可能な変化を引き起こすには、Rub and buzz の欠陥が非常に深刻でないと表示するのは厳しいです。



図 2. 3 つのドライバー (問題ないユニット 1 式と Rub and buzz 歪みが見られるユニット 2 式) の周波数応答 (上部) と THD 応答 (下部) のグラフ

2. Rub and buzz 現象は低レベル、高周波数帯域で見られる点: Rub and buzz 信号は、レベルが非常に低い傾向があります。たとえば、Rub and buzz の現象は、基本信号よりも 50 dB 以上低い場合があります (測定された音圧レベルで約 300 分の 1 低い)。しかし、人間の聴覚は、測定結果では基本信号に埋もれているように見える場合でも、小さな信号の存在を認識することができます。

また、ほとんどの環境で周囲のノイズが低く、高調波が高い比較的高い周波数では、Rub and buzz の現象が発生する傾向があります。そのため、周囲のノイズはそれらをマスクせず、基本波（およびラウドスピーカーでは高くなりがちな最初の 2 つの高調波）もマスクしません。

3. Rub and buzz の本質的な問題：ほとんどの測定は客観的な結果が得られますが、Rub and buzz は主観的な問題です。Rub and buzz は、人によってさまざまなレベルの不快感で知覚される可能性があり、何が許容され、何が許容されないかについての普遍的な基準はありません。
4. 製品テスト環境が困難である点：スピーカーと完成した音響製品は、製造中の一時的なノイズを含む周囲ノイズのレベルが通常高い製造ラインの最後でテストされています。無響室での測定は可能ですが、できることは限られています。このようなノイズが存在する場合、低レベルの Rub and buzz の信号を検出することは非常に困難です。

Rub and buzz の検出に使用されてきた 1 つのアプローチは、訓練を受けた人に、動作周波数範囲で刺激された製品を聴かせることです。人間の聴覚は Rub and buzz を検出するのに優れていますが、このアプローチには問題があります。高いレベルのサイン波で駆動されるスピーカーを聞くと、すぐに聞き手の疲労につながるからです。過去 10 年から 20 年の間に、人間の「2 つの耳と 1 つの脳」の能力を模倣しようとするさまざまな技術が利用できるようになりました。強力な基本信号と周囲ノイズの存在下で、これらの微妙な低レベル信号を検出します。2021 年に APx500 ソフトウェアにいくつかの新しい手法が追加されました。APx500 で利用できるようになった摩擦およびバズ検出の測定結果には、次のものがあります。

- Rub and Buzz
- High Order Harmonic Distortion (HOHD)
- SoneTrac Rub and Buzz (and SoneTrac Residual)
- Rub and Buzz Loudness

上記の測定結果に関しては、以下の通りです。

Rub and Buzz の測定結果

chirp 測定は、2006 年に初めて導入された APx500 プラットフォームの特徴であり、連続スイープ測定は電気的なオーディオテストを対象にしていました。周波数応答を測定するための非常に高速な手法であることに加えて、THD 対周波数だけでなく、THD に対する各高調波（約 20 次まで）の関連性も同時に測定できるという利点があります。この測定のバージョンである音響応答は、ラウドスピーカーとマイクロフォンの準無響テスト用にインパルス応答の反射を除外する機能を含み、2009 年に APx に追加されました。2013 年のアコースティックレスポンス測定にも追加されました。

Acoustic Response のオリジナルの Rub and buzz アルゴリズムは、図 3 に示すような構成です。チャープ信号が生成され、パワー アンプを介してスピーカー (DUT) に渡されます。測定用マイクがスピーカーの音響出力をキャプチャし、通常のチャープ処理（周波数応答や THD などを決定するため）に送信します。Rub and buzz を検出するために、マイク信号はトラッキング ハイパス フィルターも通過します。このフィルターのコーナー ハイパス周波数は、複数の基本周波数（5 つ以上）、つまり、基本サイン波周波数と最初の 4 つの高調波（指定されたハイパス ファクターによってはそれ以上）から構成されます。

このフィルターの出力は「残差」と呼ばれます。2つの検出器がサイクルごとに残留信号に適用されます。1つは残留ピークを測定し、もう1つは残留 rms を測定します。3番目の検出器は、メインのマイクロフォン信号に適用され、この信号の rms レベルをサイクルごとに決定します。これらの3つの検出器から、2つの結果曲線が導き出されます: 残留クレストファクター (残留ピークと残留 RMS の比率) とピーク比 (残留ピークとメイン rms の比率)。これらの結果を使用するきっかけとなったのは、Rub and buzz の欠陥が、本質的に「とがった」ノイズ信号を引き起こすことが多いということです。部品同士が衝突したり擦れたりして、うなりが発生します。Residual Crest Factor と Peak Ratio の両方が特定の周波数範囲で高い場合、これは多くの場合、欠陥が存在することを示しています。

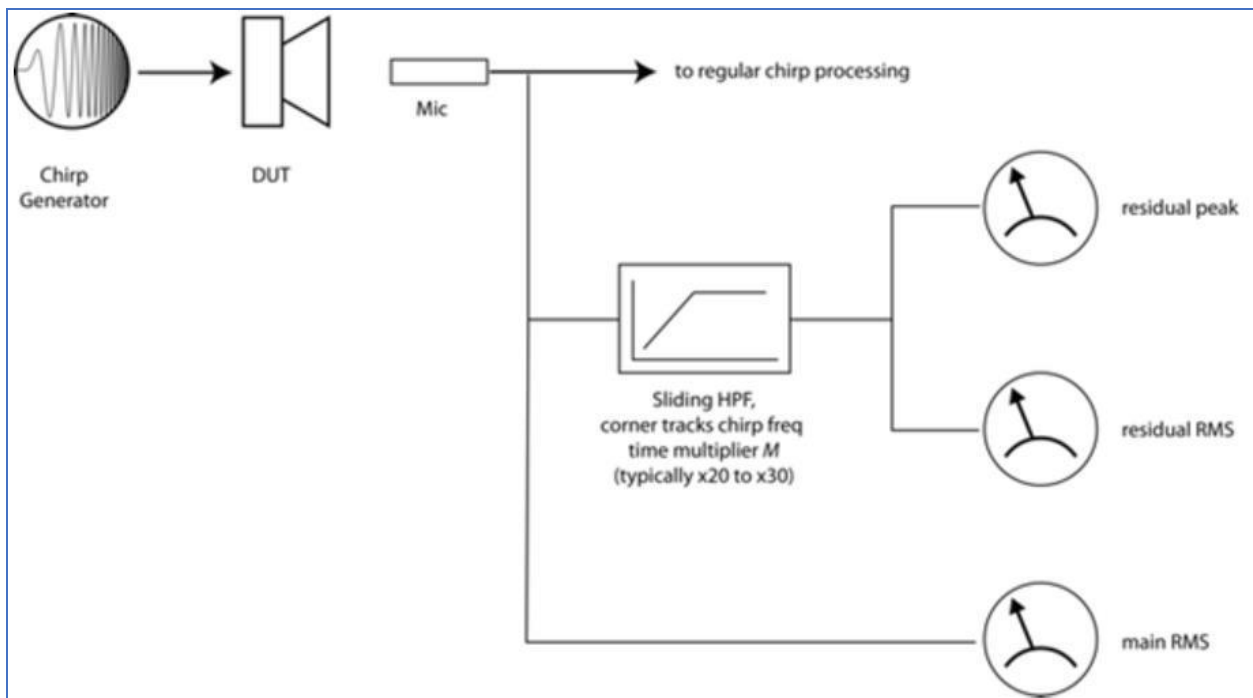


図 3. Acoustic Response 測定における Rub and buzz 検出の構成図

図 4 は、4-½ インチ (115 mm) ドライバーの 2 つのサンプル (1 つは良好なサンプル、もう 1 つは深刻な Rub and buzz が発生しているサンプル) の測定された Rub and buzz のクレストファクターとピーク比を示しています。クレストファクターとピーク比の両方が、欠陥のあるサンプルの 50 ~ 70 Hz および 80 ~ 180 Hz の範囲で上昇していることが分かるかと存じます。

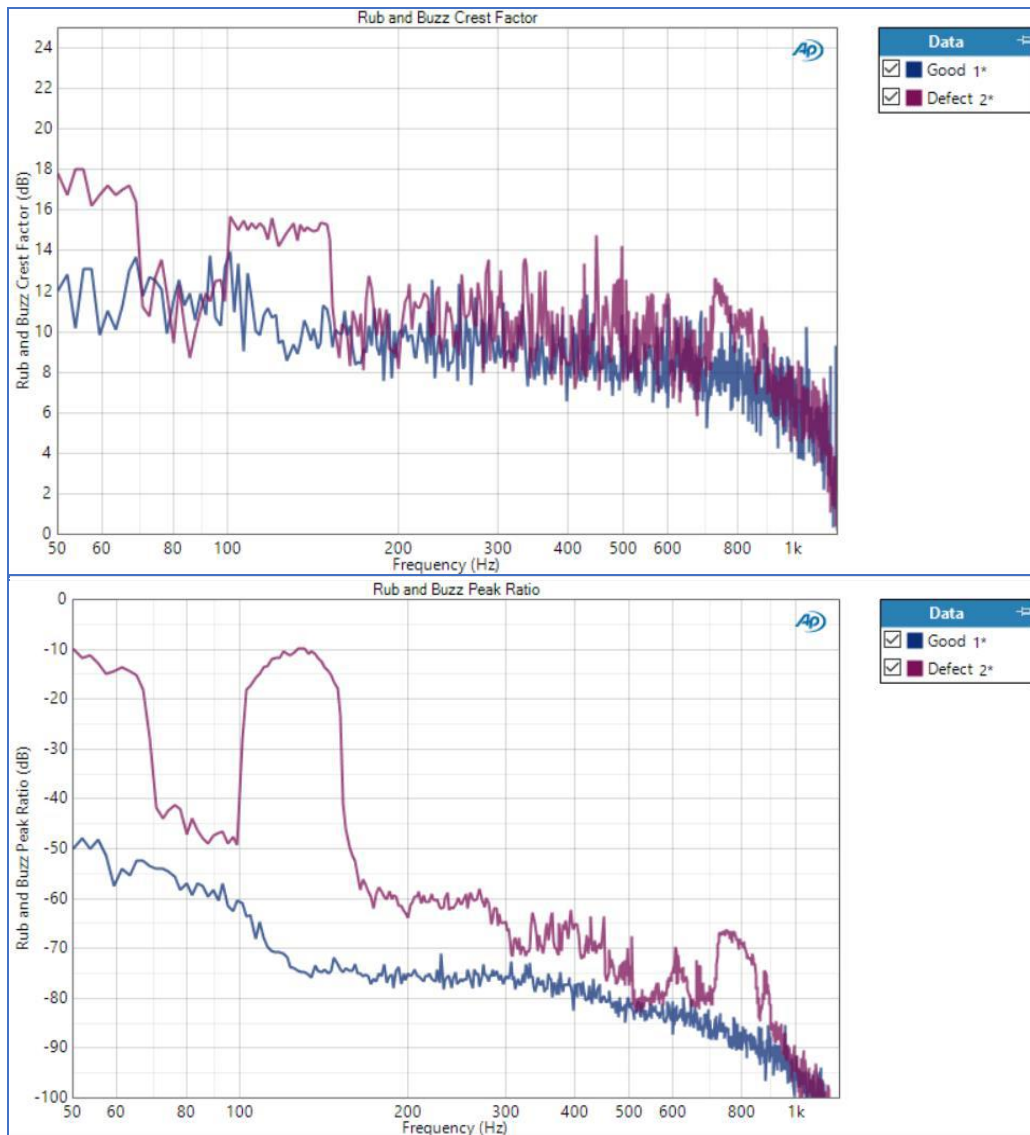


図 4. 115mm ドライバーの良好なサンプルと不良サンプルを使った Rub and Buzz クレストファクター (上部) とピーク比 (下) の測定結果

High Order Harmonic Distortion (HOHD) 測定結果

HOHD は、長年にわたって使用されてきた Rub and buzz を検出するための古典的な方法です。これは、人間の知覚における周波数マスキング効果を模倣する大雑把な方法です。単純に高調波歪みを測定しますが、低次の高調波 (H2 から H4 または H2 から H10 など) を除外します。ほとんどの Rub and buzz メカニズムは、スペクトルの豊富な倍音成分を生成します。たとえば、図 5 は、150 Hz のサイン信号で刺激された 2 つのドライバー サンプルの FFT スペクトルを示しています。このグラフでは、高調波をより識別しやすくするために、周波数軸が対数目盛ではなく線形目盛でプロットされています。コントロール サンプル (緑のトレース) では、基本波の高調波は約 10 番目の高調波の後にノイズで消えますが、欠陥のあるサンプル (赤のトレース) では、高調波は 20 kHz までバックグラウンド ノイズより 20 dB 以上 (H133) 大きくなっています。

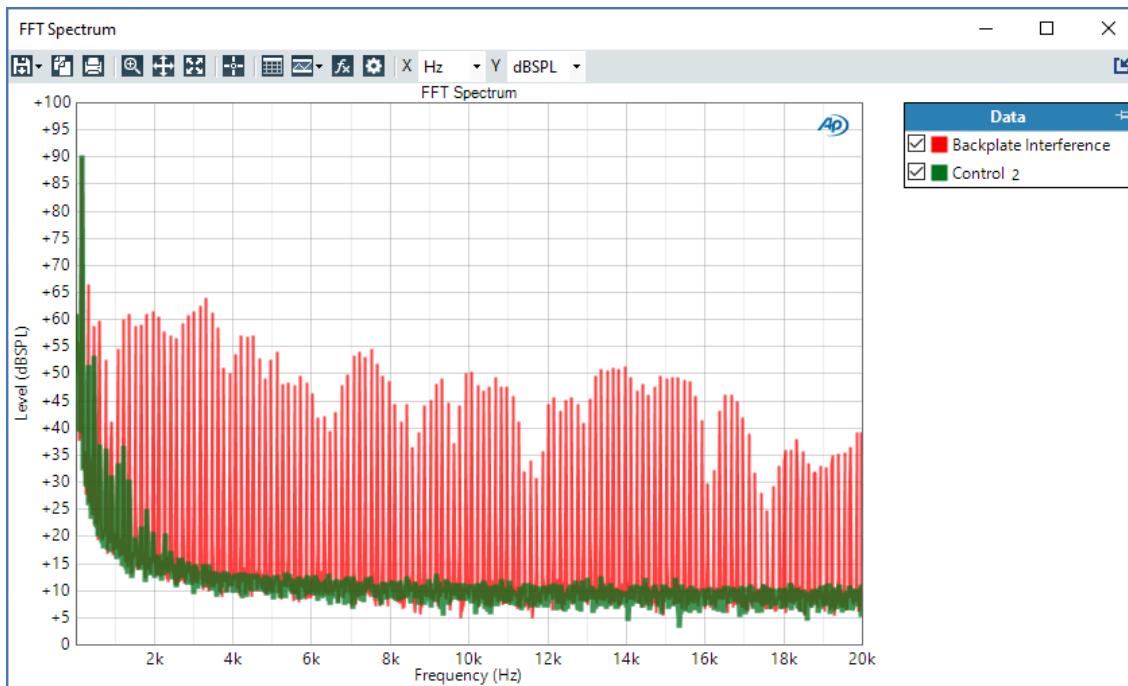


図 5. 二つのドライバーのサンプル(良品(Control)、不良品(back plate interference))の FFT スペクトラム

HOHD in Chirp 測定結果

2006 年に導入されて以来、APx500 ソフトウェアでは限定された形式の HOHD が利用可能でした。これは、歪み率の結果を使用して、たとえば H10 から H15 までの高調波の合計することで計算していました。(図 6)。

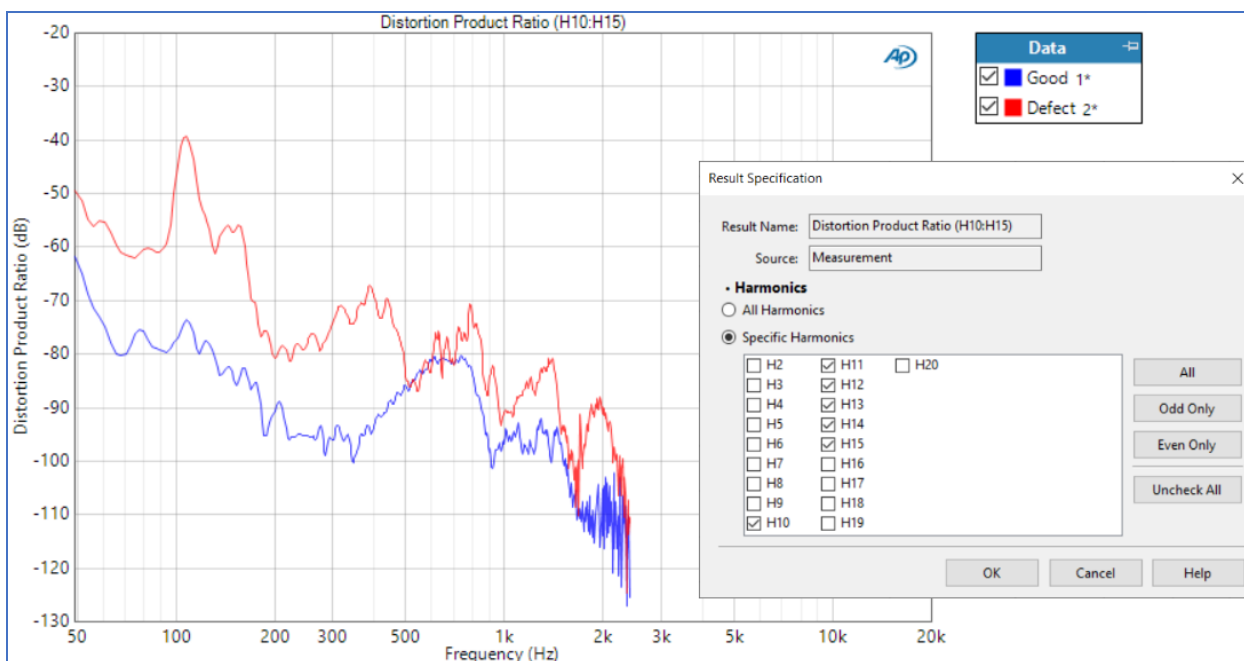


図 6. 図 4 から抜粋したドライバーサンプルの歪み率の結果(H10:H15)

HOHD のチャープ測定で歪み率の結果を使用する際の欠点の 1 つは、約 20 番目の高調波 (H20) までしか指定できないことです。これは、高調波がインパルス応答結果のメイン インパルスの前に小さなインパルスとして現れる、chirp 波の固有の制限です。約 20 番目の高調波以上を導出するには、単に十分な解像度がありません。

高速スイープを使った HOHD 測定結果

APx500 ソフトウェアの上記の制限は、2021 年にラウドスピーカー製造テスト測定に高速スイープを追加することで解決されました。これは、速度に合わせて最適化された特別なタイプのステップ周波数スイープを使用します。ステップ間の遷移はスムーズに実装され、セトリングが必要なトランジェントの影響を最小限に抑え、アナログ入力と出力の範囲はスイープ全体で固定され、トランジェントをさらに回避します。その結果、総掃引時間は対数掃引正弦チャープに匹敵する可能性があります。Fast Sweep 測定では、高調波は FFT 分析によって単純に導出されるため、非常に高次の高調波 (H200 まで) を含めることができます。たとえば、図 7 は、100 Hz から 2.0 kHz までのドライバーの Fast Sweep の HOHD の結果を示しています。グラフの下のコントロールで指定されているように、H20 から H200 までの高調波が含まれていることが分かるかと存じます。

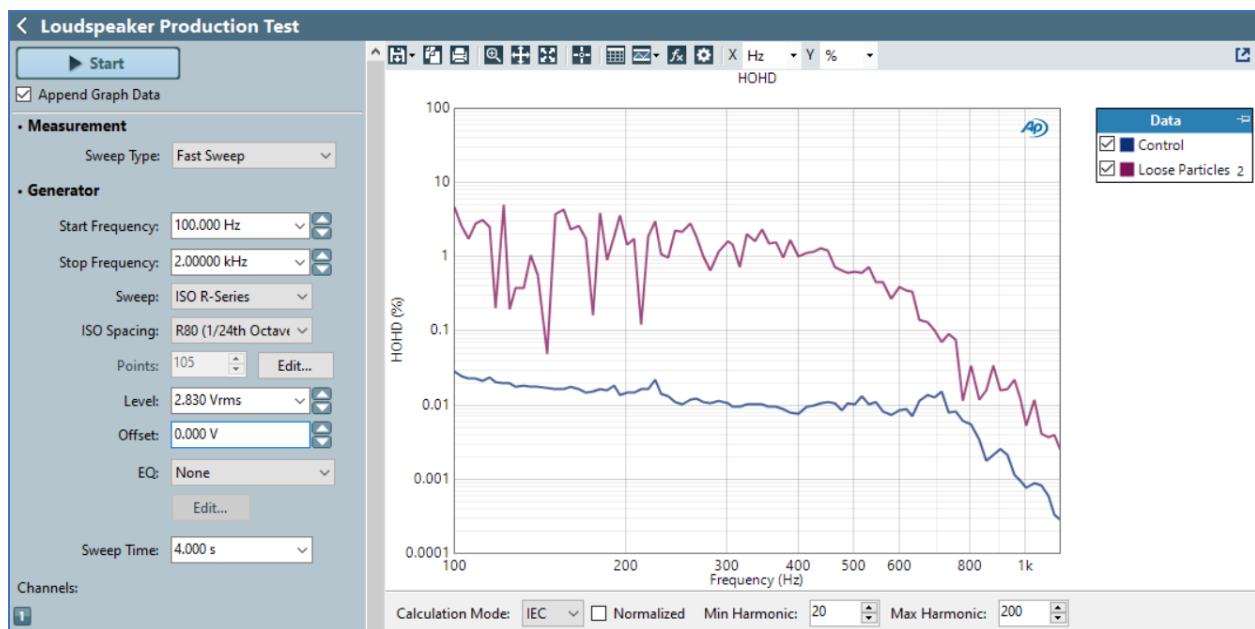


図 7. Loudspeaker Production テスト測定の中の HOHD 測定は 200 次までの高調波が結果として表示できます。

SoneTrac Rub and Buzz 測定結果

SoneTrac Rub and Buzz アルゴリズムは、Bose Corporation の Gerry Mariona によって開発されました。このアルゴリズムは Audio Precision とは独立して開発されましたが、元の APx の Rub and buzz の結果でピーク比を導出するために使用されたものと多くの共通点があります。どちらの手法も、対数掃引サインチャープ、ハイパストラッキング フィルター、および残差 (基本波と低次高調波が除去されたときに残る信号) に含まれるエネルギーの分析を使用します。しかし、SoneTrac には、元の APx 技術よりもさらに簡単に Rub and buzz の検出を行ういくつかの改良点があります。図 8 は、20 Hz から 2.0 kHz までの同じスイープ中に測定された、ゆるい粒子欠陥がある場合とない場合の小型フルレンジドライバーのテストについて、APx Rub and Buzz Peak Ratio と SoneTrac Rub and Buzz の結果を比較しています。掃引時間 4 秒の kHz。どちらの手法も、Rub and buzz を示す可能性が高い 2 つのサンプル間の違いを明確に識別しますが、SoneTrac アルゴリズムのいくつかの側面により、次のような拡張機能が提供されます。

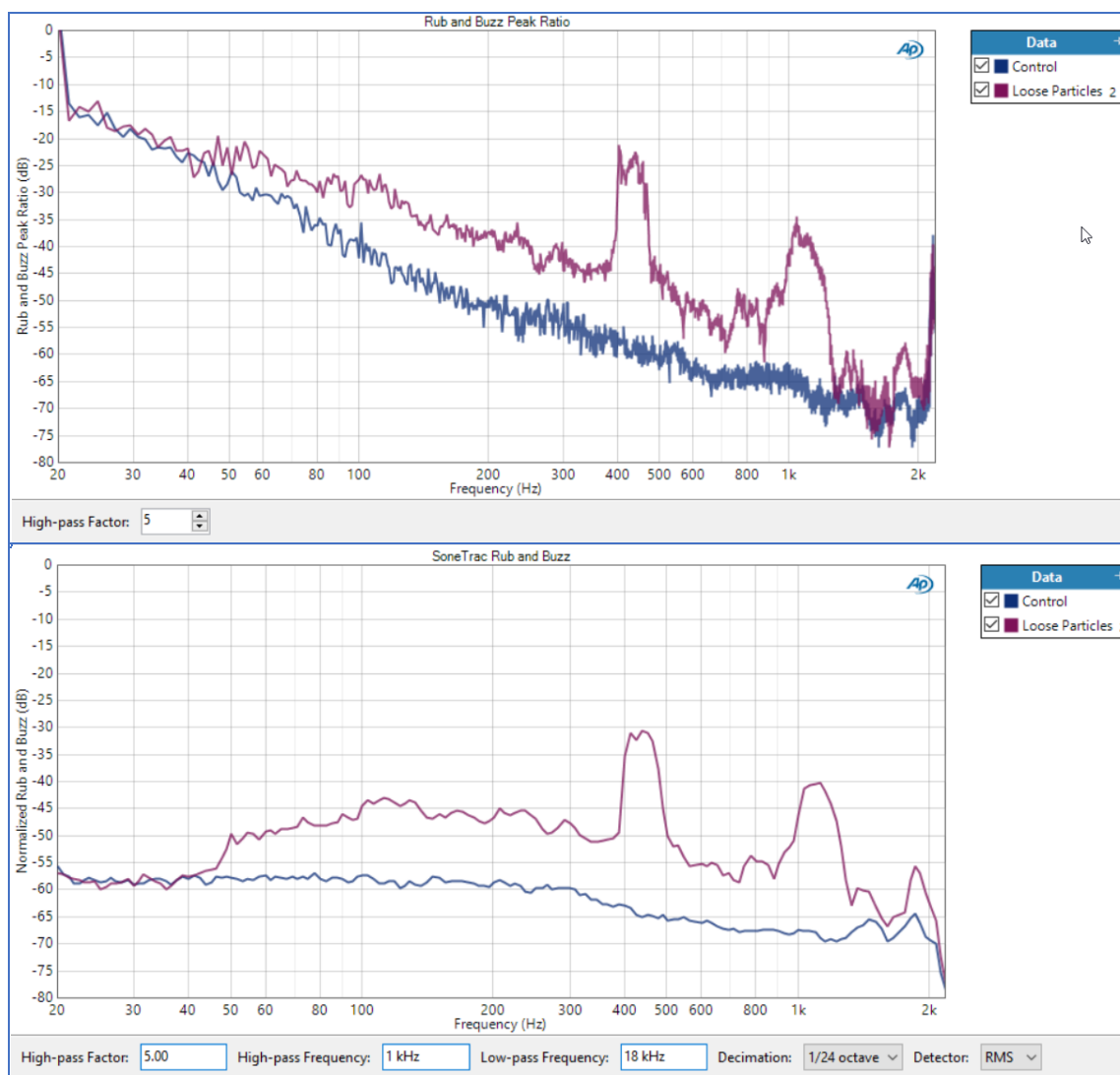


図 8. 粒子欠陥の有無によるドライバーを使った、APx ソフトウェアの Rub and Buzz ピークの結果(上部)と SoneTrac Rub and Buzz の結果

1. SoneTrac Rub and Buzz の結果は、取得したチャープ波形全体の全体的な rms レベルに正規化された各周波数での残差のエネルギー レベルを示します。APx ピーク比の結果も同様ですが、各周波数での残差のエネルギーを、その周波数で取得した波形の rms レベルに正規化します。その結果、ピーク比は、ドライバーがあまり効率的でない低周波数で高い値を持ちます。SoneTrac の結果により、2 つのドライバー測定値の違いを簡単に識別できます。
2. SoneTrac では、ハイパス ファクターを 1.0 という低い値の小数として指定できますが、APx ハイパス ファクターは 5 以上の整数値です。

3. SoneTrac には、残差に適用されるフィルタリングを指定する追加のハイパスおよびローパスフィルターコントロールがあります。これらの追加のフィルターは、ノイズを除去し、Rub and buzz の挙動の検出を明確にするのに役立ちます。
4. SoneTrac には、オプションで、Rub and buzz 曲線を分数オクターブ周波数に間引きする機能が組み込まれています。図 8 に示すように、よりスムーズでノイズの少ないトレースが得られます。また、多くの不要なデータポイントが削除されます。

SoneTrac の Rub and buzz アルゴリズムのもう 1 つの拡張機能は、残留波形の結果を提供することです (図 8 の測定値を図 9 に示します)。残留波形は、取得した波形で、基本波と最初のいくつかの高調波が除外されています。APx ソフトウェアを使用すると、波形を保存できます。一部のユーザーは、残留波形および/または取得した波形を保存して、ヘッドフォンで聞くことができるようにして、Rub and buzz の欠陥が聞こえる可能性があるかどうかを判断するのに役立たいと考えています。

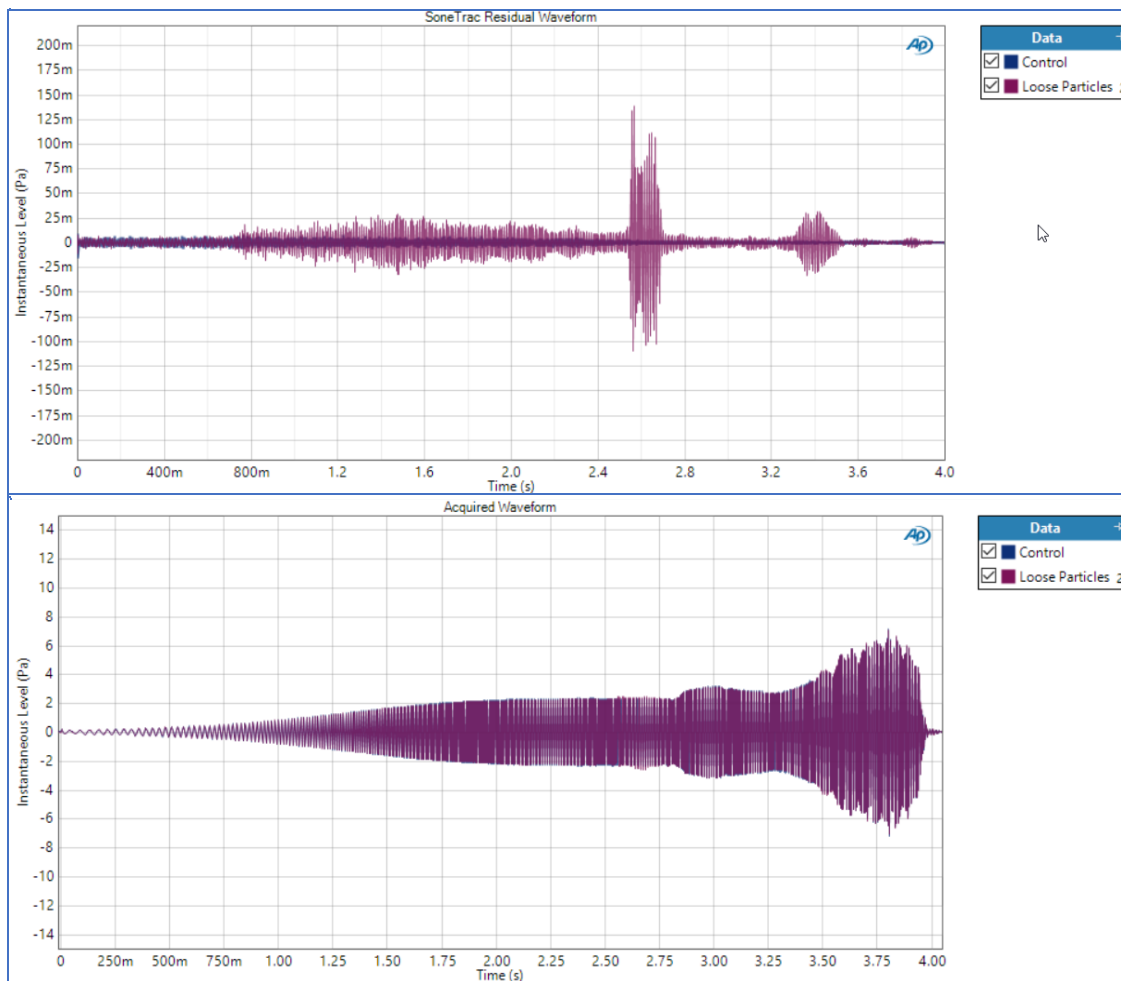


図 9. 図 8 で測定した結果を SoneTrac による残留結果表示 (上部) とフィルターをかけずに取得した波形結果 (下部) の表示

Rub and Buzz Loudness 測定結果

上記のすべての Run and buzz 音検出技術の問題は、欠陥を示すサンプル間の違いを見つけることは得意ですが、これらの Rub and buzz 音の挙動がどの程度聞こえるかを示すものではないということです。たとえば、4- $\frac{1}{2}$ インチ (114 mm) ドライバーの 2 つのサンプルの Rub and buzz の Crest Factor とピーク比を示す図 10 を考えてみましょう。

サンプル LS4-28 は、サンプル LS4-30 よりも約 80 ~ 180 Hz の周波数範囲でクレスト ファクターとピーク比が大幅に高く、Rub and buzz 音の可能性があると示しています。それでも、どちらのサンプルにも、Rub and buzz が聞こえたりすることはありませんでした。このサンプルを拒否して、廃棄または再加工のコストを負担する必要がありますか？それとも、不満足な顧客が欠陥品として返品する可能性を冒して、合格する必要がありますか？これは決して簡単な選択ではありません。

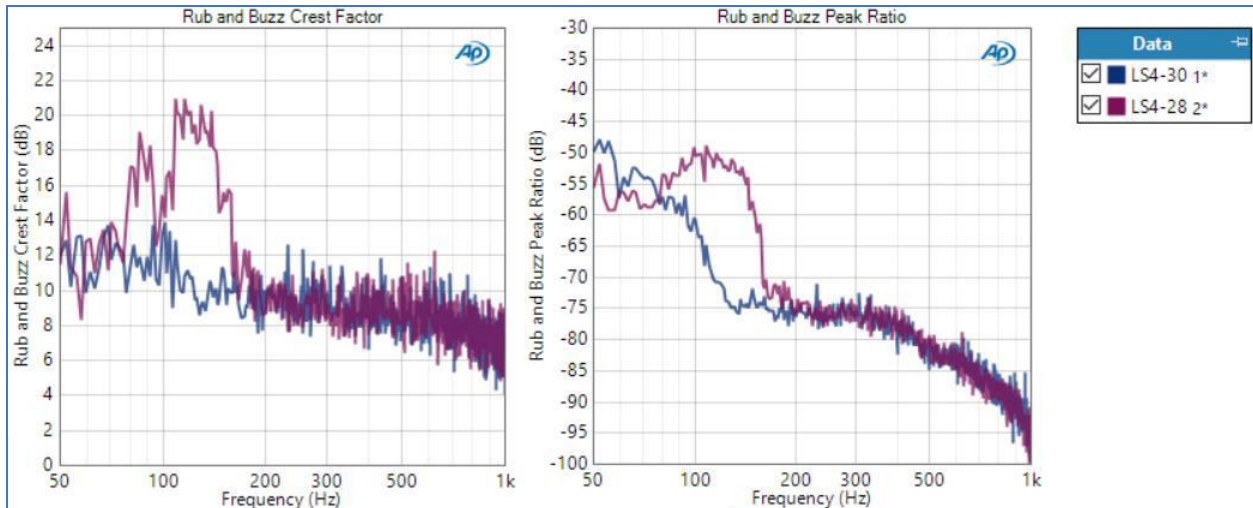


図 10. 二つの 4- $\frac{1}{2}$ インチのドライバーを使って Rub and Buzz クレストファクター (左)と Peak 比(右)の結果

Rub and buzz のラウドネスは、2021 年に APx500 ソフトウェアに追加された新しい測定結果です。その目的は、典型的な人間のリスナーに対してデバイスによって放出される Rub and buzz の知覚ラウドネスを示す、測定基準を提供することです。

Loudness and the Phon Loudness レベルスケール

ラウドネスは、音の強さまたは大きさの主観的な印象を示す心理音響測定基準です。これは、周波数、音圧レベル、波形の種類 (純音、ノイズ、音楽など)、音の長さなど、いくつかの要因によって異なります。オーディオおよび音響のテストおよび測定会社として、Audio Precision 社は線形性が高く、可聴周波数範囲にわたってフラットな周波数応答を持つアナライザーおよびマイクロフォンの製造に努めています。しかし、ラウドネスに対する人間の認識はまったく異なります。周波数と音圧レベル (SPL) によって大きく異なります。

図 11 は、ISO 規格 226 から適用された純音の等ラウドネス等高線のグラフです。SPL 対周波数の曲線は、最初に基準周波数 (1 kHz) で、次に 20 Hz から 20 kHz の範囲の異なる周波数で提示された純音を人間の被験者に聴かせることによって、長年にわたって確立されてきました。ラウドネスリスニングテストでは、リスナーは、1kHz のトーンと同じくらい大きく聞こえるようになるまで、各周波数でトーンのレベルを調整するように指示されます。示されているように、知覚されるラウドネスは、周波数とレベルの両方によって大きく異なります。各曲線には、1kHz の基準周波数で測定された SPL に対応するフォン (通常は「子鹿」と発音) 単位でラウドネスレベルが割り当てられます。たとえば、40 phon カーブの SPL 値は、1 kHz で 40 dBSPL、20 Hz で 100 dBSPL、10 kHz で 55 dBSPL です。これは、100 dBSPL の音圧レベルを持つ 20 Hz の純音は、40 dBSPL の 1 kHz の音または 55 dBSPL の 10 kHz の音と同じ知覚ラウドネスを持つことを示しています。また、10 phons の増加または減少は、それぞれラウドネスの 2 倍または 1/2 として知覚されることも実験的に確立されています。ゼロ フォン カーブは、人間の聴覚のしきい値を表します。

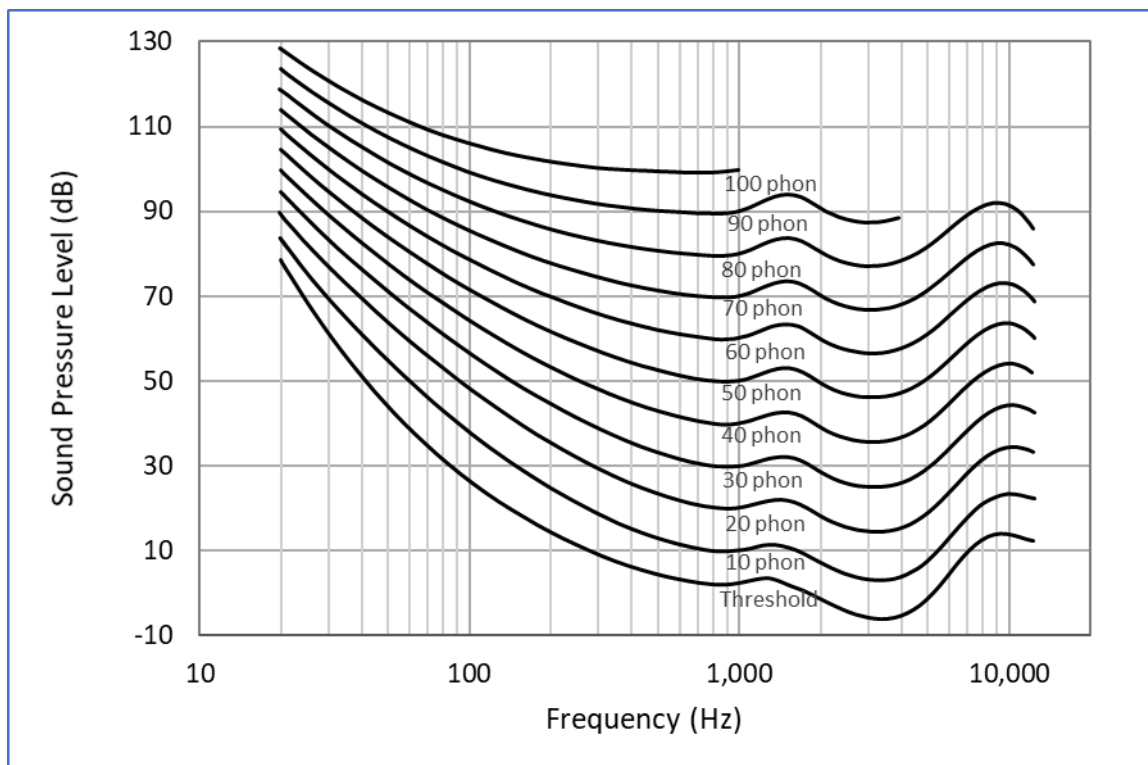


図 11. 純音におけるラウドネス等高線グラフ(ISO 226:2003 から抜粋).

フォンラウドネススケールの重要な属性は、任意の周波数での音のラウドネスを定量化するために使用できることです。たとえば、ラウドネス 50 phons のサウンドは、ラウドネス 40 phons のサウンドの 2 倍の大きさです。つまり、40 dB SPL のレベルを持つ 1 kHz の純粋なトーンの 2 倍の大きさです。

APx Rub and Buzz Loudness アルゴリズムは、最新のラウドネス モデルを Rub and buzz の検出の問題に適用します。ラウドネスモデルは、テスト対象のデバイスからの応答とそれに加えられた刺激との差を観察し、次のようなさまざまな要因を考慮します。

- 聴覚における周波数の重みづけ
- 聴覚の周波数分解能をシミュレートする聴覚フィルターバンド
- 血流による内耳の内部音による音のマスキング
- 人間の聴覚による周波数マスキング
- DUT から生じる高調波歪み

このアルゴリズムは、定常ラウドネス モデルを使用します。これは、振幅と周波数成分が比較的一定しているサウンドを対象としています。そのため、Rub and buzz Loudness の結果は、Fast Sweep が使用されている場合にのみ利用できます。これは、各周波数ステップで費やされた時間の一部について、応答が定常的であると見なすことができるためです。

図 12 は、小さなフルレンジスピーカーの 4 つのサンプルの測定から得られた Rub and buzz のラウドネスの結果を示しています。

- 隙間に粒子が入ったサンプル
- ボイスコイルがバックプレートに当たって激しい buzz が発生するサンプル (Backplate Interference)
- サラウンドがハウジングから部分的に分離したサンプル (Loose Surround)

4 つのサンプルは、掃引時間 15 秒、入力レベル 2.83 Vrms (8 オームで 1 ワット) で、20 Hz から 20 kHz の APx Fast Sweep でテストされました。使用された周波数ステップは、ISO R80 シリーズ (1/24 オクターブ) でした。すべてのテストで、測定の S/N 比を最大化するために、マイクはダストキャップのすぐ近くで軸上に配置しました。4 つのスピーカーの rms レベル対周波数を図 13 に示します。

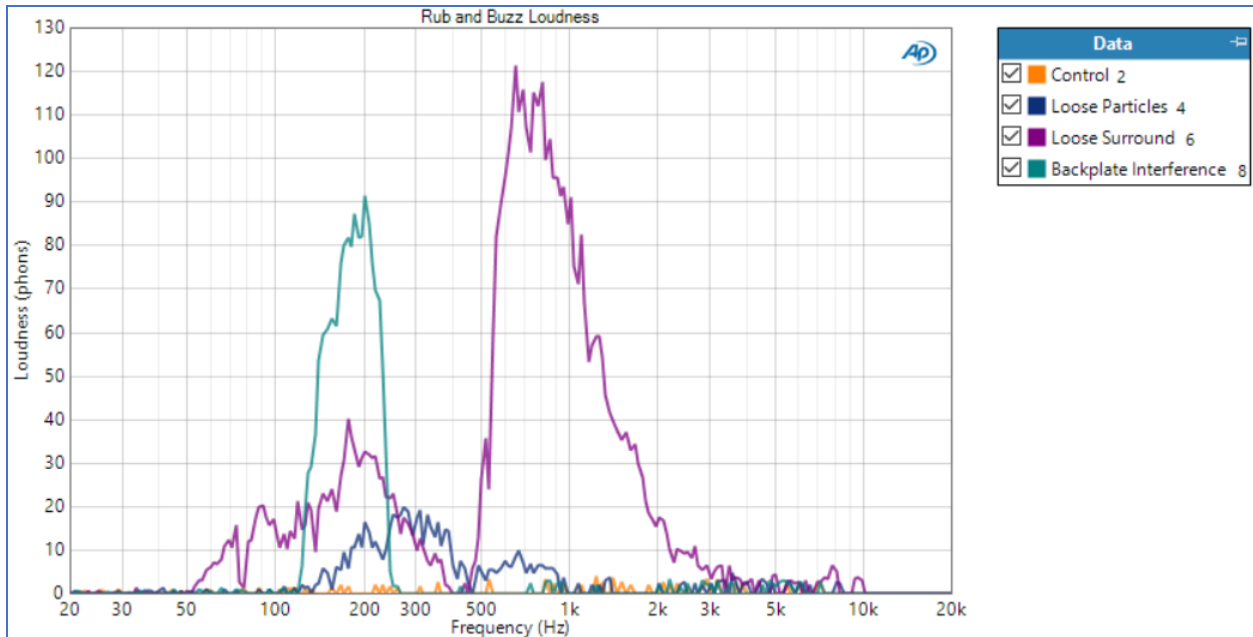


図 12. 4 式の小フルレンジスピーカーの Rub and Buzz Loudness 測定結果

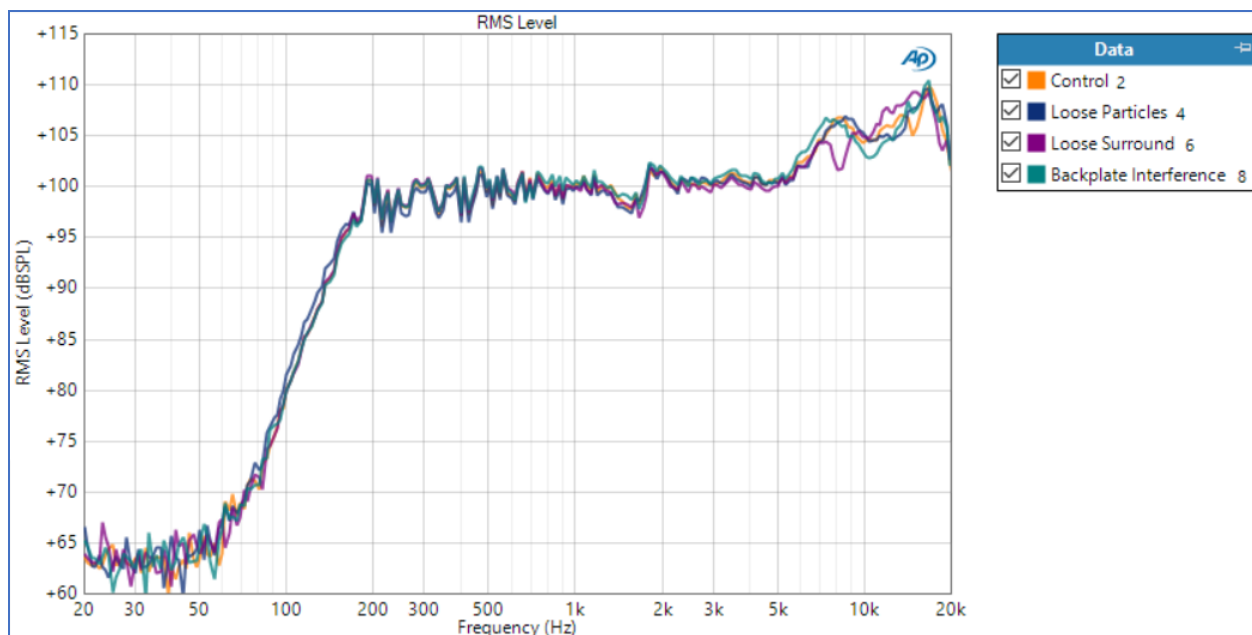


図 13. 図 12 の 4 式のスピーカーのサンプルのレベル応答の結果

これらのサンプルの Rub and Buzz のラウドネス プロット (図 12) の 2 つの側面は注目に値します。

1. コントロール サンプルには、すべての周波数でゼロまたはゼロに近いフォンの値を持つ、Rub and buzz ラウドネスカーブがありました (最大値は約 4 フオン)。また、このサンプルがテストされたとき、このサンプルから発生する Rub and buzz の挙動音は聞こえませんでした。
2. 残りのサンプルでは、Rub and Buzz のラウドネスの結果は、部屋にいるリスナーの認識と一致しているようです。粒子の入った隙間からわずかな buzz 音が聞こえました。スイープ周波数が 200 ~ 500 Hz の領域を通過したときにサンプリングします。スイープ周波数が 150 ~ 250 Hz の範囲を通過すると、バックプレート干渉サンプルからはるかに大きな buzz 音が聞こえます。また、特にスイープ周波数が 500 Hz から 1.5 kHz の範囲に移行したときに、Loose Surround サンプルから非常に大きな buzz 音が聞こえました。

これら 4 つのサンプルについて 20 Hz から 20 kHz の周波数範囲で測定された、Rub and buzz のラウドネスのおおよその最大値を表 1 に示します。

表 1. Rub and Buzz Loudness 最大値 (20 Hz to 20 kHz)

Sample ID	Rub and Buzz Loudness (phons)
Control	4
Loose Particles	20
Backplate Impingement	91
Loose Surround	121

絶対レベルで言えば、121 フォンの Rub and buzz のラウドネスは疑わしいと思われるかもしれません。フォン音階の定義によれば、Rub and buzz が 121 dBSPL で 1 kHz の純音と同じくらい大きく聞こえることを示しています。これは痛みの閾値に近いものです。確かに、マイクはスピーカーに非常に近かった（わずか数 mm 離れた）が、これは測定された基本信号（100 ~ 110dBSPL）よりもさらに高い。スピーカーを駆動するメインのサイン波スイープ信号よりも大きな buzz 音が発生する可能性はありますか？おそらく、人間の知覚が関与している場合に限りませんが。いずれにせよ、ここで重要なことは、ラウドネスモデルが使用されているため、測定された Rub and buzz の結果の間で相対的なラウドネスを定量化できるということです。たとえば、バックプレート インピンジメントサンプル（91 フォン）と比較して、10 フォン増加するごとにラウドネスが 2 倍になるという規則に基づいて、ルース サラウンド サンプル（121 フォン）からのバズは約 8 倍の音量になります。 $(2^{(131-91)/10}) = 2^3 = 8$

ラウドネス モデルに基づいているため、Rub and Buzz Loudness の結果には、他の Rub and buzz の指標よりも優れた点がいくつかあります。

1. 測定が正しく設定されると、サンプルの Rub and buzz のラウドネスレベルがすべての周波数で数フォン以下であれば、可聴 Rub and buzz の欠陥がないことが分かります。
2. Rub and buzz の欠陥の知覚される相対的な音量を決定するために使用できる尺度を提供します。サンプル A はサンプル B の X 倍の音量です。
3. 合格/不合格の制限を設定する方がはるかに簡単です。Rub and Buzz ラウドネスのグラフの典型的な限界曲線は、フォンで固定されたラウドネスでのフラットラインです（たとえば、上記の結果の 30 フォンの限界）。粒子のある隙間があるサンプルは合格しますが、2 倍またはそれ以上の Rub and buzz のサンプルは不合格になります。対照的に、他の Rub and buzz の指標では、測定と評価が必要です。多数のサンプルを分析し、どのレベルの Rub and buzz の指標が重要であるかを判断し、特定の周波数範囲内で測定曲線からオフセットされた複雑な制限曲線を作成します。

最後に

ラウドスピーカーや完成した音響製品の Rub and buzz の欠陥を検出することは困難な問題であり、DUT によっては、他の手法よりもうまく機能する手法もあります。APx500 ソフトウェアは現在、4 つの異なる Rub and buzz 検出結果を提供しており、ユーザーはそれらすべてを試すことをお勧めします。4 つの結果はすべて同じ測定コンテキストで見つけることができるため、これは比較的単純です。たとえば、ラウドスピーカー製造テストの測定では、チャープ信号測定が選択されている場合、従来の Rub and Buzz および SoneTrac Rub and Buzz の結果が利用可能です。Fast Sweep に変更するだけで、同じ周波数範囲とジェネレーター レベルの設定で、HOHD と Rub and Buzz のラウドネスを測定し、4 つの摩擦とバズの結果を比較して、どちらがアプリケーションに最適かを判断できます。

詳しくは、以下のリンクを参照願います。

<https://www.ap.com/download/appnote-loudspeaker-rub-buzz-measurements/?wpdmdl=11720&ind=DQphcHBub3RILXJ1Yi1idXp6LnBkZg>

© 2021 Audio Precision, Inc. All Rights Reserved. XIX06061645

