

バスレフ型スピーカーシステムの力学(4)

多自由度バスレフ型スピーカーシステムの一般化

S. Suzuki

2008年11月3日

1. はじめに

バスレフ型について書いているうちに、もっと一般化して表すことが可能であることが分った。ここでは、分類の修正に戻って、一般化の表現を改めると共に、新しい形式について提案する。

2. 多自由度バスレフ型スピーカーシステム (Multiple-Degree of Freedom Cavity Resonator (MDOF-CR) Speaker System)

直列型、並列型のバスレフ型キャビネットは、いずれも、ダクトが2以上ある。このため、これらは全て多自由度バスレフ型(MDOF-CR)スピーカーシステムと呼ぶことができる。空気室とダクトとの繋ぎ方によって、運動方程式の形は異なるが、解法はいずれも同様である。直列型(MCAS:Multiple-Chamber Aligned in Series)や並列型(MCAP)、相互接続型等は、MDOF-CRの典型である。しかし、本来は接続の仕方は組合せにより無限にあり、方程式の形が一般化できれば、更に自由に計算ができるようになるはずである。

3. MCAS/MCAP 組合せ型及び炭素結合型

Fig.1a, bに、一般化したMDOF-CRのうち実用的と考えられるものを示す。

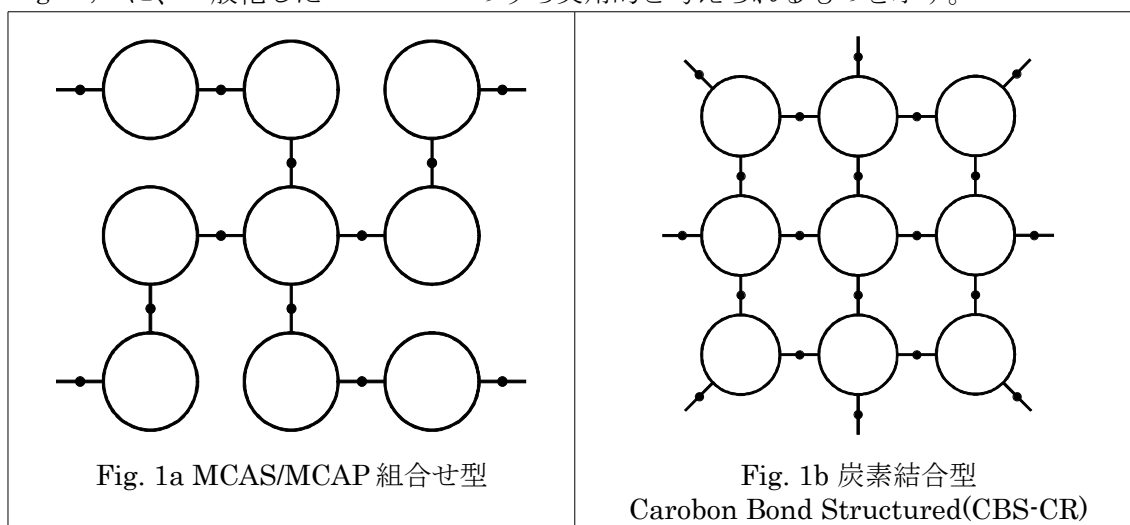


Fig.1a の MCAS/MCAP 組合せ型は、運動方程式も美しく整理され、実用的にはなると考

えるが、直列の連数をあまり増やしてしまうと低音が通過する部屋の数が増えるので、音響的には好ましくなくなる可能性がある。MCAPにもう1連増やした、Fig.1a位が限界であろう。この図の場合でも共振周波数は12ある。これだけの空気室をも置けた場合、MCAP型では共振周波数を16設けることができるので、MCAP型のほうが効率が良いかもしれない。

Fig.1bの炭素結合型は、空気室を平面的に配置するのが最も実用的であると考え、各部屋を相互接続してみたものである。各部屋が直方体の場合は、壁が水平側に4面あり、これらの壁を通してダクトで繋げることを考えたものである。ダクトが各4本の姿が、炭素の共有結合の様子に似ているので、炭素結合型と命名したのであるが、化学的な意味合いはない。これも、延々と結合してゆくことが可能であるが、実用的には、Fig.1bが限界であろう。Fig.1bの場合、共振周波数は20もあり、これ以上増やす必要があるかどうかは何とも云えない。

3.1 炭素結合型多自由度バスレフスピーカーシステム(Carbon Bond Structured Cavity Resonator: CBS-CR)

MCAS/MCAP型は、従来の運動方程式を組合せるだけなので、詳細は省力し、ここでは、CBS-CRについて示す。

CBS-CRは自由度が多く、運動方程式を全て記述するのが困難なので、CBS-CRのうち更に自由度を少くしたものについて記す。

Fig.2は、CBS-CRの簡易型で、Fig.1bの左側1列を省略したものである。

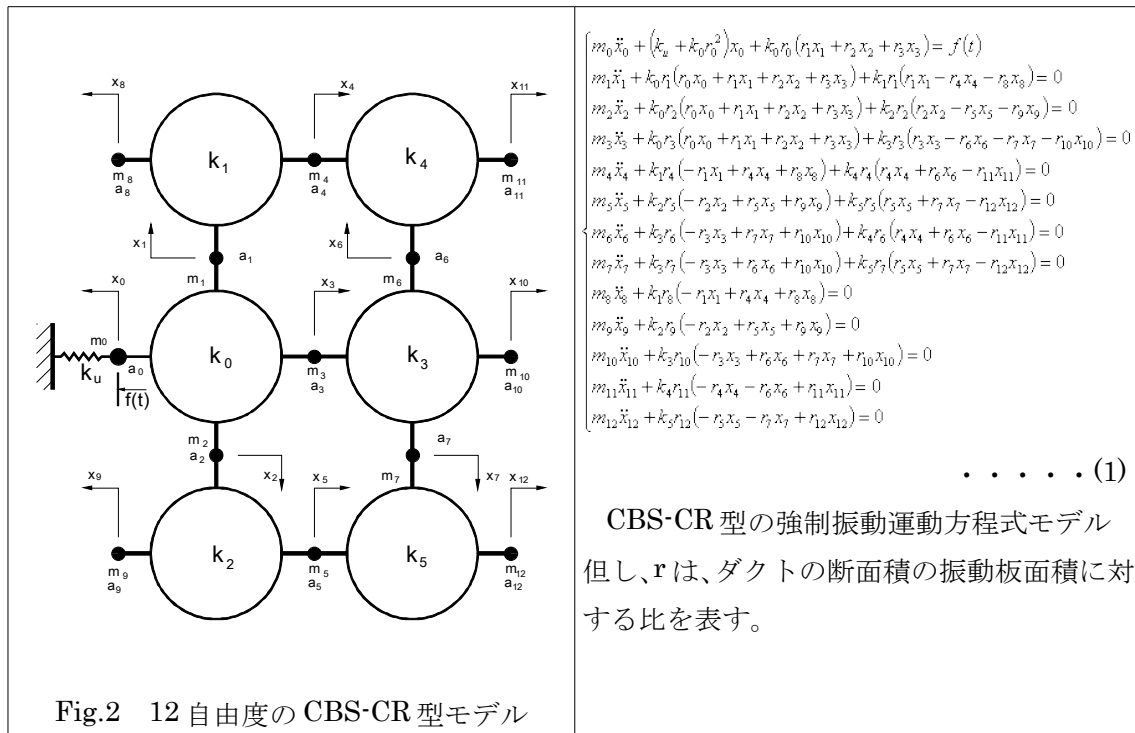


Fig.2 12自由度のCBS-CR型モデル

Fig.2は、全部で、6空気室、12ダクトの12自由度のモデルとなり、今迄の記録である副空

バスレフ型スピーカーシステムの力学

気室が4つのMCAP型の8自由度を抜き最高になる。但し、CBS-CR型がMCAP型よりも良い結果をもたらすかどうかは、作ってみなければ分からない。

運動方程式モデルは、強制振動モデルになっている。自由振動の場合は、 x_0 に関する部分を削除すれば良い。

また、Fig.2から上側の列を省略しても良い。その場合は4空気室7ダクトの7自由度モデルとなり、設計も製作も容易になる。

Fig.1bやそれ以上の自由度のCBS-CR型を設計するには、全変数について運動方程式を記述すれば良い。

CBS-CR型の共振周波数を求めるには、MCAP型の解法と同じで、振動系の固有値を求め、それを周波数に変換するだけである。固有値を求めるには、(1)式を行列形式に書きなおし、 $|K-\lambda M|=0$ という固有値の方程式を解けば、固有値が求められる。

4. まとめ

以上に、多自由度バスレフ型システム(MDOF-CR)について典型例の、MCAS/MCAP組合せ型、および、炭素結合型(CBS-CR)を追加した。以上のように多自由度バスレフ型は、自由度が高く、拡張が容易であり、固有振動の計算式モデルも確立されたので、自由に設計・製作できる。

2自由度型(ダブルバスレフ型)以上の多自由度型バスレフは難しいと信じられてきたが、よく考えて整理すれば、決して難しくない。むしろ、バックロードホーン型や共鳴型システムよりも実用性は高いものとする。