

有限要素法を用いた水中音源の解析

○樹田行弘（海洋研究開発機構），
出口充康・渡邊佳孝・志村拓也・越智寛（海洋研究開発機構）

電磁波の利用が制限される海中では、遠隔観測を行う際に水中音響波を用いて情報をやり取りしている。通信・測位といった任意信号を送信する場合には電気信号を音響波に変換するため、圧電素子の電気機械変換効果を用いた水中音響トランスデューサが使用されている。深海域の測位・通信で用いられるようなトランスデューサでは、所望の周波数特性を得るために、適当な形状のフロントマスとリアマスで核となる圧電素子を挟み込むなどして機械的な共振構造を設計している。振動子の設計ではラグランジュ・マクスウェルの方程式を基にした等価回路による特性計算が多用されているが、実際の音源との周波数特性とは誤差を生じることが多く、試行錯誤を重ねた開発が行われている現状である。円滑な開発を行うためには、設計段階においてより詳細に振動特性を把握することが求められている。

水中音響トランスデューサの特性を計算するためには、信号入力のための駆動回路方程式、圧電素子の電気機械変換（圧電基本式）、振動子における機械系応答計算のための弾性方程式および放射される音波伝搬を計算するための音響波動方程式を連成したシミュレーションを行う必要がある。そこで本報告では、上記のすべての理論式が微分あるいは積分方程式で計算できること、および自由な構造境界設定が可能であるという観点から、有限要素法を用いた音源特性の理論計算に関する検討を行う。

ここでは長距離低周波音響通信で用いられる、450Hz 付近で単共振ピークを持つ Janus 型振動子に Janus-Hammer Bell 共鳴により 550Hz でピークを持つバツフルを取り付けた Ring Bell 方式の音源のモデリングを行った例を示す。効率的な計算を行うため、図 1 に示すように構造の対称性を利用して 2 次元円筒座標系でのモデリングを行っている。図 2 は音源の入力電圧に対する周波数応答特性計算結果を示している。本検討結果は実際の音源の特性をよく反映しており、有限要素法を用いた理論検討が有効であることを示している。

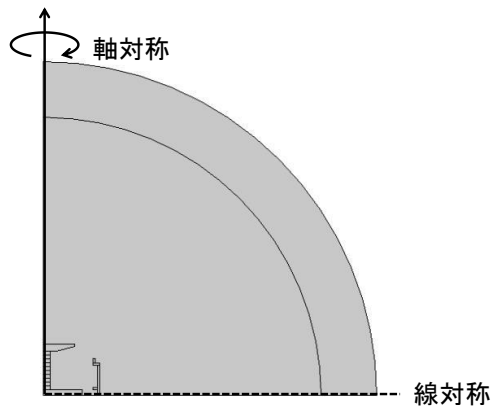


図 1 シミュレーションモデル

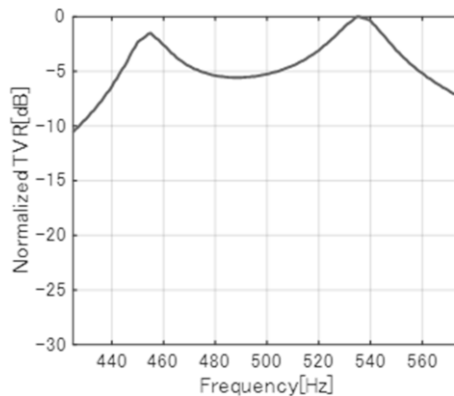


図 2 圧電音響シミュレーション結果