

Mathematica による防災用スピーカーの開発

Development of loudspeaker for disaster prevention by Mathematica

TOA株式会社 技術研修所, 福山 和男

TOA Corporation TTI, Kazuo Fukuyama

E-mail: fukuyama@toa.co.jp

阪神淡路大震災（1995 年）では、倒壊した建物、亀裂の入った道路のため交通が寸断され、広報車も動けず、普及し始めた携帯電話も使えなくなり、被災者へ必要な情報が届かない状態を体験した。音声情報を遠方に確実に伝えることの重要性を感じ、スピーカーからの放送を見直すことをはじめた。

それまでのスピーカーのカバーエリアは、100m 程度までで設計されて来た。遠方への放送は、騒音公害になる可能性があるからである。単純に遠達性を高くすると近傍でうるさくなってしまふ。それを避けるためには、音源に鋭い指向性を持たせることが必要になる。

そこで、Mathematica を使って線音源の指向性と距離減衰の理論計算を行った。また、複数の角

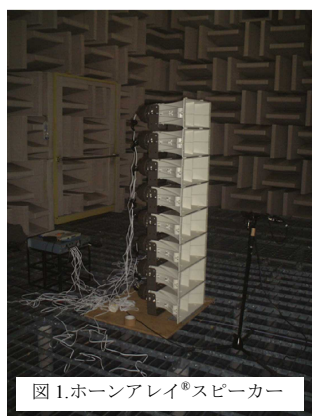


図 1. ホーンアレイ®スピーカー

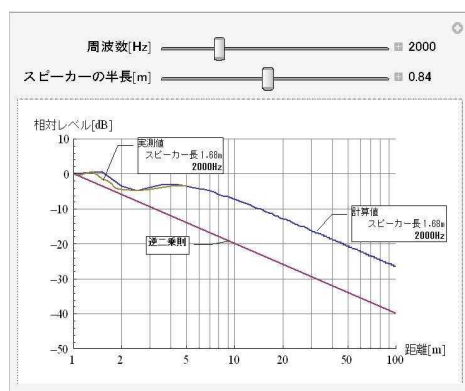


図 2. 距離減衰曲線

型ホーンスピーカー（図 1）を線状に並べ無響室（距離 5m）で測定した結果、計算と実測が一致した（図 2）。これによりスピーカーアレイの到達距離（数 km）が推定できるようになった。

さらに、遠達性を上げるためには、ドライバーへの入力パ

ワーを大きくする必要がある。しかし、ホーンスピーカー内の音圧レベルを上げて行くと非線形歪が発生し、音声の明瞭性を下げ、騒音になると考えられる。そこで、Mathematica で非線形歪の発生を計算し試聴した。実際にホーンスピーカー内の波形を観測したところ計算とほぼ一致した。この結果、単一スピーカーへの入力パワーを大きくするのではなく、複数のスピーカーへパワーを分散しトータルパワーを増やす方法が有効だと判断した。

これらの知見に基づき開発した防災放送用遠距離スピーカー（ホーンアレイ®スピーカー）システムは、東日本大震災（2011 年）以降、多くの自治体で採用されている。

また、従来の防災放送で問題となっている、複数エリアの放送が被ってエコーを作る現象も Mathematica でアナウンス音を合成して確認に使っている。屋外では、風の影響で音の屈折が発生し変動する。その影響を少なくするようスピーカーの向きについても考慮する必要があるので、現場試験を行う際、事前に現場付近の風向風速データを Mathematica で取り込み参考に使っている。

今後は、風速勾配、温度勾配、大型施設の反射等も含めたシミュレーションを Mathematica で行い、市街地での防災放送に役立てて行きたい。