

有限要素法による風速の影響を考慮した音場解析

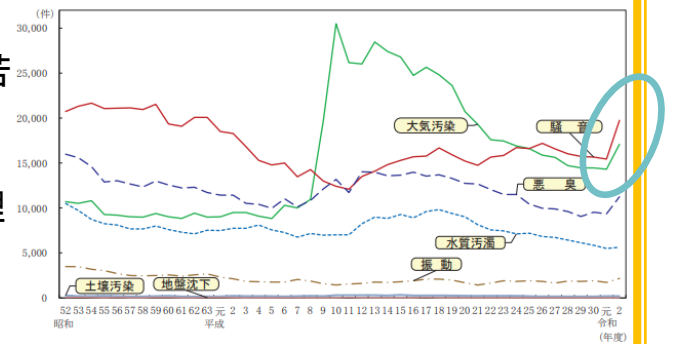
B4 宮内暖季
(a19.65sn@g.chuo-u.ac.jp)

研究背景・目的

騒音とは、人にとって好ましくない音のことで、典型7公害の中で苦情件数が最多であり、対策のための予測、評価は不可欠です。

本研究では交通騒音に着目し、数値シミュレーションにより評価を行います。解析手法には、音の波動性の考慮が可能な波動音響理論を使用し、材料内部や、非均質材料での解析が可能な有限要素法で数値解析を行っています。

本研究は、風が音の伝播に影響を与えることに着目し、有限要素法による風速を考慮した音場解析を行いました。



典型7公害の種類別苦情受付件数の推移
総務省:令和3年度12月公害苦情調査より

解析手法

支配方程式 $\frac{D^2 p}{Dt^2} - c^2 \frac{\partial^2 p}{\partial x_i^2} = 0$ **展開** $\frac{\partial^2 p}{\partial t^2} + 2u_i \frac{\partial^2 p}{\partial x_i \partial t} + 2u_i u_j \frac{\partial^2 p}{\partial x_i \partial x_j} - (c^2 + u_i^2) \frac{\partial^2 p}{\partial x_i^2} = 0$

空間方向の離散化 → Galerkin有限要素法

境界条件

時間に関する常微分方程式
 $M\ddot{p} - D\dot{p} + (K + K_v - N)p = F$

Murの吸収境界

$$q_n = -\frac{\partial p}{\partial n} = \frac{1}{c + u_i} \frac{\partial p}{\partial t}$$

p : 音圧

c : 音速

u_i : 各成分の風速

時間方向の離散化 → 差分法(中心差分)

$$\frac{M}{\Delta t^2} (p^{n+1} - 2p^n + p^{n-1}) - \frac{D}{2\Delta t} (p^{n+1} - p^n) + (K + K_v - N)p^n = F$$

陰解法により未知数を求めます。

数値解析例

<解析条件>

解析モデルを図1に示します。音速を340m/s、時間増分量を0.01ms、メッシュ幅を0.05mとし、250Hzのcos波を図1の音源位置から入射させ、風速を0.0, 1.0, 2.0, 3.0m/sの4通りで解析を行います。

図2.xz平面の中心可視化図

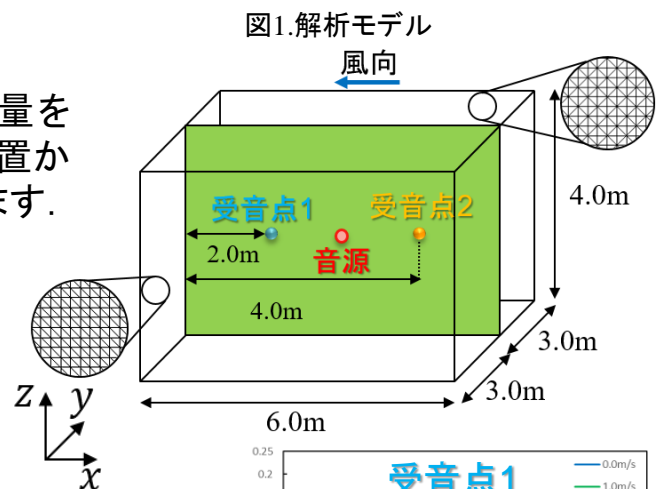
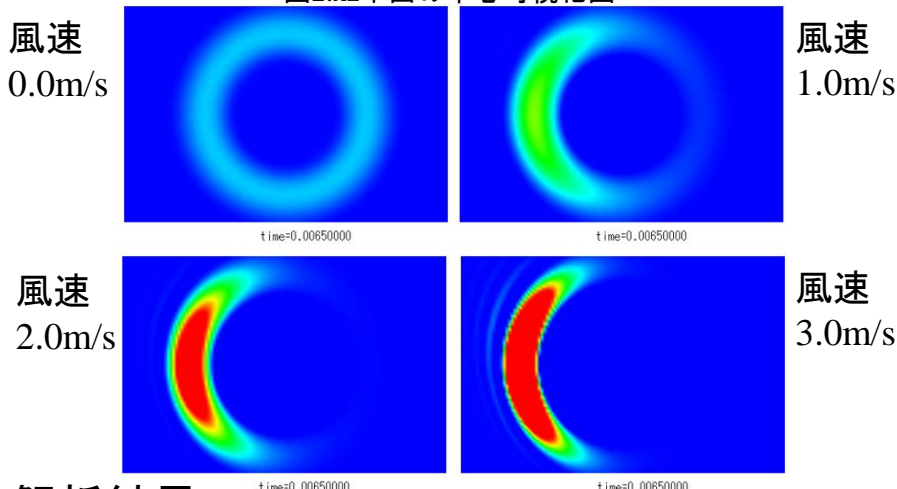
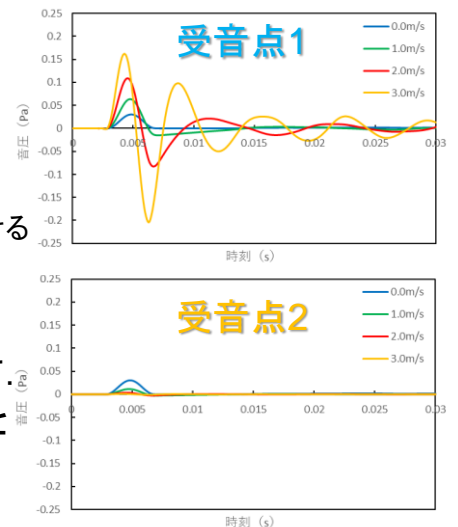


図2. 各受音点における時刻歴波形



<解析結果>

図2に解析結果の可視化図を、図3に受音点における時刻歴波形を示します。風下側では風速が大きいほど音圧値が大きく、伝播波が速く到着していることがわかります。風上側より風下側の方が音圧値が強くなっていることがわかります。これらのことから風の影響により音の聞こえ方が変わると考えられます。

今後の課題

- 実音源を用いた解析。
- 大気環境解析との連成解析。