

セルオートマトン法を用いた高架橋に設置された遮音壁の性能評価法に関する一考察

長岡技術科学大学 大学院

学生会員 ○永井 大和

JFE シビル株式会社

木戸 正太

長岡技術科学大学 大学院

学生会員 富樫 孝介

長岡技術科学大学 環境・建設系

正会員 宮木 康幸

1. はじめに

建設分野における交通騒音の対策手法として、遮音壁を設置する遮音対策がよく用いられている。既存の遮音壁は垂直な壁を設置したものも多く、遮音効果が効率的に得られていないという問題がある。この問題の解決法として、遮音壁の先端にさまざまな形の羽をつけ、遮音性能を向上させる先端改良型遮音壁が注目されている¹⁾。遮音壁の音響性能評価は、旧建設省告示による建設技術評価制度の方法²⁾に基づき、屋外フィールド試験で評価されている。しかし、この方法では莫大な費用および時間を要するという問題がある。そこで、数値解析を用いた遮音性能の評価法が求められている。

2. 目的

本研究は、簡易的かつ短時間で騒音伝搬解析が行えるセルオートマトン (CA) 法を用いて2次元高架橋モデルを作成し、遮音壁の形状を変化させて解析を行う。その結果から高架橋周辺の騒音低減効果を予測し、壁形状による音圧レベルの減衰量を評価することを目的とした。

3. 定式化

水平方向および鉛直方向へ音が伝搬する際、伝搬速度を一定にするために解析領域を1辺 dx の正方形に分割する。近傍セルはノイマン近傍 (注目セルの上下左右4セル) とし、以下の式により状態量を計算する。

$$P(x, t+1) = P(x, t) + G(x, t+1) \quad (1)$$

$$G(x, t+1) = G(x, t) + N \cdot c_{CA}^2 \left\{ \sum_a \frac{P(x+dx_a, t)}{N} - P(x, t) \right\} \quad (2)$$

$$P(x+dx_a, t+1) = P_{wall} = P_{notice} \quad (3)$$

ここで、 P は音圧値、 t は時間、 G は音圧の時間変化量、 N は近傍数を表している。また、 c_{CA} は伝搬速度を表したもので、 $c_{CA} \leq 1/\sqrt{2}$ である。

注目セルが音源の場合、以下の式に示すように局所近傍則を適用し、音源の音圧を強制的に加算することで音源セルを表現する。

$$P_{max} = P_0 \times 10^{\frac{L_{max}}{20}} \quad (4)$$

$$P_s(t) = P_{max} \times \cos \omega t \quad (5)$$

$$P(x, t+1) = P(x, t) + G(x, t+1) + P_s(x, t) \quad (6)$$

ここで P_0 は最小可聴音圧、 L は音圧レベルである。

4. 高架橋モデル

CA 法を適用した2次元高架橋モデル (以下 CA モデル) を図1のように高架橋、遮音壁、音源、受音点を配置し構築した。

高架橋および遮音壁は単純化のため厚さ 1[cell] (=0.02[m]) とし、遮音壁は高架橋の両端に高さ 2[m] で配置した。ここで遮音壁を配置する際は、床版部分の両端に左右対称になるよう配置した。羽部材は

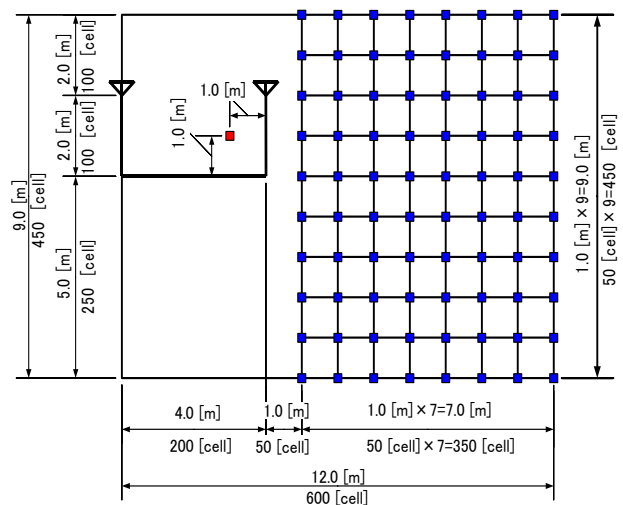


図1 高架橋における CA モデル

キーワード 騒音、遮音壁、セルオートマトン法、高架橋

連絡先 〒940-2135 新潟県長岡市上富岡町 1603-1, Phone:0258-47-9609

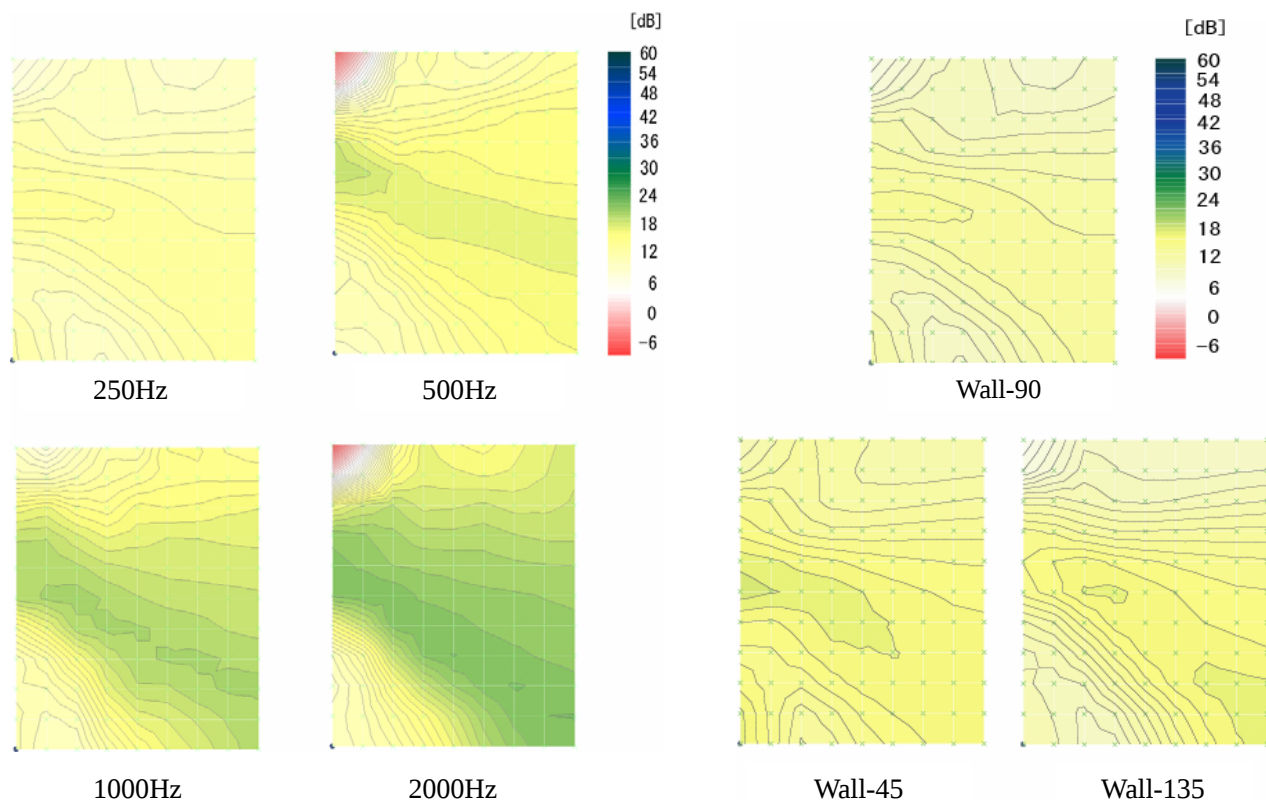


図2 周波数による比較 (wall-90)

遮音壁の先端に高さが 0.2[m]追加されるように、内側水平面から 45° 傾けたもの (wall-45)、単純に遮音壁を延長したもの (wall-90)、 135° 傾けたもの (wall-135)、T 字型 (wall-T)、Y 次型 (wall-Y) の 5 種類の形状を考えた。また、受音点は高架橋右側に 80 (=10×8) 点配置した。

5. 計算結果

以上のような CA モデルを用いて、音源の周波数を 250[Hz]、500[Hz]、1000[Hz]、2000[Hz]と変えて計算を行い、得られた減衰量をコンター図にしたものが図 2,3 である。ここで減衰量は、床版のみを配置し遮音壁を設置しないモデルの音圧レベルの実効値から、各形状の遮音壁を設置したモデルの音圧レベルの実効値を引いて求めた。

図 2 はモデル wall-90 における音源周波数の変化による減衰量の違いを表したものである。図 2 より遮音壁によって影になる部分で大きな減衰効果が得られる傾向が見てとれる。また、周波数が高くなるにつれて大きな減衰効果が得られるという実現現象に即した結果が得られた。他の先端形状においても wall-90 と同様の結果が得られた。

図 3 は遮音壁による減衰効果が最も出にくい 250[Hz]における各形状の減衰量を示したものである。図 3 より、低周波では Wall-45,90,135 のように単

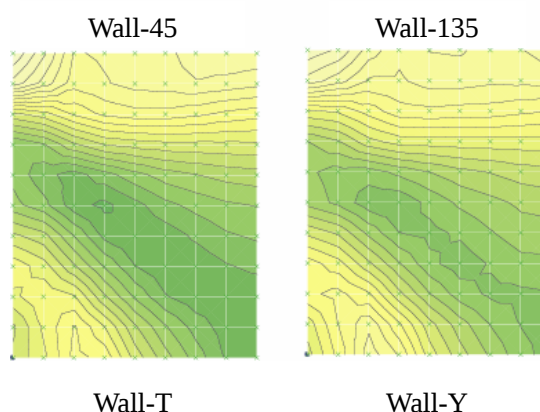


図3 遮音壁の形状による比較 (250Hz)

純な羽部材をつけるだけでは減衰効果が得られにくく、Wall-T,Y のように複数の羽部材を配置することで大きな減衰効果が得られることがわかる。これは、複数の部材が存在することにより部材間で音が干渉しあい、その結果、減衰量が大きくなったと考えられる。

6. 結論

CA 法を用いて 2 次元高架橋モデルを作成し、遮音壁の形状の違いによる高架橋周辺の騒音低減効果を予測することができた。

参考文献

- 1) 大久保朝直：先端改良型遮音壁，騒音制御，Vol.28, No5, pp317-322, 2004.
- 2) 平成 4 年建設省告示 1324 号，1992.
- 3) 富樫孝介 宮木康幸：セルオートマトン法を用いた 2 次元騒音伝搬モデルの開発，土木学会応用力学論文集，Vol.9, pp305-372, 2006.