

# VR技術を用いた幾何音響理論に基づく道路交通騒音システムの構築

中央大学大学院 学生員 ○ 江嶋 孝  
中央大学 正会員 櫻山 和男  
三菱東京 UFJ 銀行 正生員 柴田 啓輔

## 1. はじめに

著者らは既往の研究において、幾何音響理論に基づく道路交通騒音システム<sup>1)2)</sup>を構築した。このシステムはシミュレーションを行い、その結果をCG映像と共に可聴化して利用者に提示するものである。

しかし、従来のシステムは簡易な道路環境でのみシミュレーションが可能であり、適用性に課題があった。そこで本研究では適用性の向上のため、盛土と切土のシミュレーションを可能にすると共に、遮音壁に対して新たに先端改良型遮音壁<sup>3)</sup>としてY型分岐型遮音壁(以後分岐型)および土工部用分岐型遮音壁(以後土工分岐型)(図-1参照)の適用について検討した。

## 2. 道路交通騒音システム

### (1) VR装置

本研究で用いる没入型VR装置は、3面の大型スクリーンを持つ液晶シャッター方式に基づくものである。観察者は液晶シャッターメガネを通して見ることにより映像を立体的に見ることが可能であり、コントローラーによりVR空間内を自由に移動することができる。また、本システムは7.1chのスピーカーを有しており、映像と共に音を出力することが可能である。

### (2) 本システムの処理工程

本システムの処理工程を図-2に示すフローチャートに沿って示す。

#### a) プリプロセス

プリプロセスでは視覚情報として提示する自動車、構造物などのデータの読み込みを行う。形状データの作成には三次元CAD/CGソフト(AutoCAD/3dsMax)を用いた。

#### b) メインプロセス

道路交通騒音レベルの算出に関しては日本音響学会が作成した道路交通騒音予測モデルのASJ RTN-Model2008<sup>4)</sup>を用いる。音源のA特性パワーレベル $L_{WA}$ は次式で与えられる。

$$L_{WA} = a + b \log_{10} V + C \quad (1)$$

ここで、係数 $a$ は車種別に与えられる係数、 $b$ は速度依存性

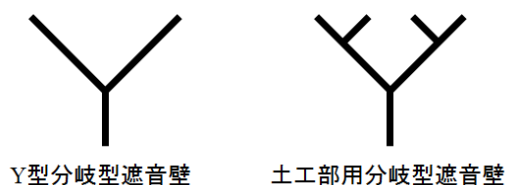


図-1 先端改良型遮音壁

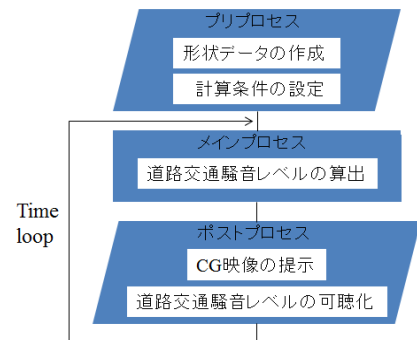


図-2 フローチャート

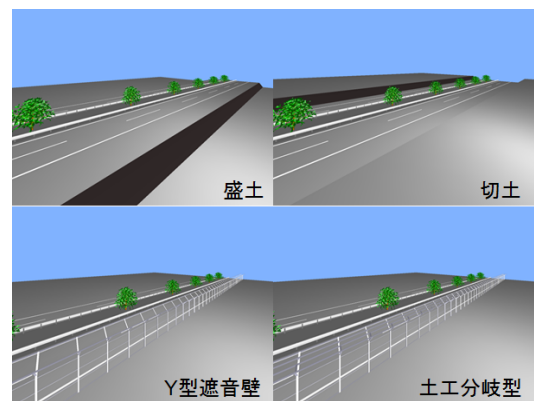


図-3 シミュレーション可能な地形・遮音壁

を表す係数、 $V$ は走行速度[km/h]、 $c$ は各種要因による補正項である。なお複数の伝播計算を考慮する必要がある場合、音圧レベル $L_A$ は次式で計算する。

$$L_A = 10 \log \sum_{L_{A,i}}^{i_{max}} 10^{\frac{L_{A,i}}{10}} \quad (2)$$

ここで、 $i_{max}$ は行った伝播計算の数、 $L_{A,i}$ は伝播計算後の各音圧レベルの値である。各係数の値、減衰を考慮した伝播計算後の音圧レベル $L_A$ 、各地形での伝播計算手法およびドップラー効果の考慮の詳細については、参考文献1)、2)を参照されたい。

本システムでシミュレーション可能とした道路環境は、図-3に示す通りである。なお、盛土、切土の計算は図-4に示すように鏡像を用いて回折と反射を考慮し、分岐型の計算は図-5に示すように音源と音源側回折点、予測点と予測側回折点を結ぶ直線の交点に先端を持つ仮想直壁として近似する。土工分岐型の計算は、仮想直壁の回折補正量にその効果を加えた式を用いて計算する。計算法の詳細については参考文献4)を参照されたい。

**KeyWords:** バーチャルリアリティ, 道路交通騒音, 遮音壁, 可聴化

連絡先: 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 E-mail: ejima@civil.chuo-u.ac.jp

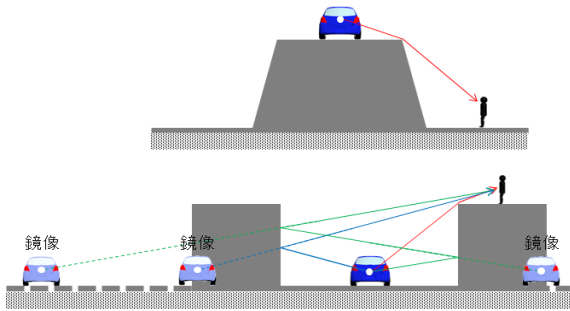


図-4 盛土・切土の計算方法

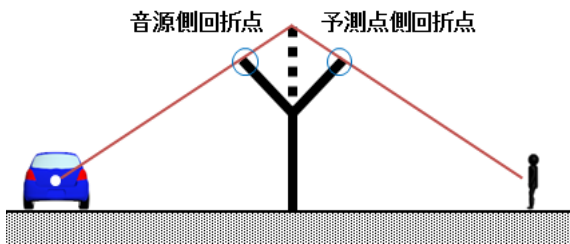


図-5 分岐型遮音壁の計算方法

### c) ポストプロセス

ポストプロセスとしては、可視化機能と可聴化機能に分類される。可視化機能は、計算された音圧レベルを等値面として可視化表示するものである。一方、可聴化機能は計算された音圧レベルを移動する自動車映像とともに、サンプル音を用いて可聴化表示するものである。

### 3. 適用例

本システムの可視化機能を用いて、本研究において新たにシミュレーションを可能とした道路環境における音圧レベルの等値面（赤：55dB、緑：50dB、青：45dB）を示す。条件は走行速度：50km/h、舗装：排水性舗装であり、それぞれの道路環境は盛土（高さ3m）、切土（深さ3m）、分岐型（高さ3m）、土工分岐型（高さ3m）である。図より、盛土、切土では回折の様子が、遮音壁では土工分岐型は分岐型と比較して道路外側への音圧レベルが低減されていることが確認できる。

次に、図-7に示す条件で、遮音壁の形状の違いにおける音圧レベルの減衰量に関して検討を行った。計算条件は、走行速度：100km/h、舗装：排水性舗装、遮音壁高さ：3mであり、図-8はその遮音壁の形状の違いによる音圧レベルを比較したグラフである。図より、直立遮音壁と比較して分岐型では2dB程であるが、土工分岐型では6dB程減衰しているのが示された。土工分岐型は分岐型と比較して内部での干渉による音圧レベルの減衰効果のあることが分かる。

### 4. おわりに

本論文では、既往の道路交通騒音シミュレーションシステムの適用性の向上について検討を行い、以下の結論を得た。

- 盛土、切土のシミュレーションを可能とし、複雑な音場でのシミュレーションが可能となった。

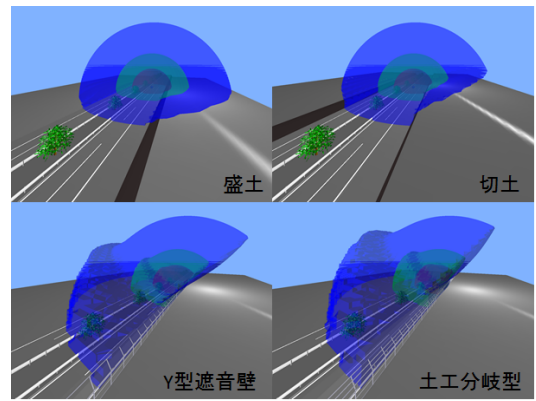


図-6 音圧レベルの比較

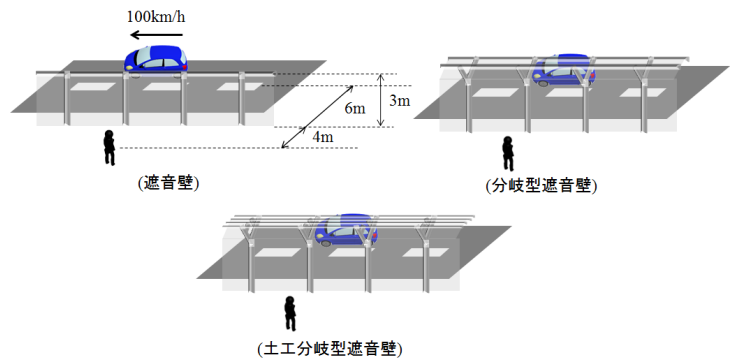


図-7 計算条件（遮音壁形状の影響）

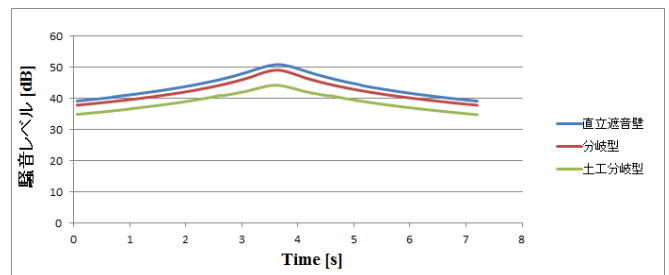


図-8 遮音壁形状による差異

- 分岐型と土工分岐型を比較したところ、土工分岐型の方が減衰効果が高いことが示された。

今後は、本システムをより複雑な道路構造や道路周辺環境に適用可能とする予定である。

### 参考文献

- 1) 田近伸二, 樫山和男, 志村幸行: VR 技術を用いた対話型道路交通騒音評価システムの構築, 応用力学論文集, 土木学会, Vol.13, pp.231-240, 2010.
- 2) 柴田啓輔, 田近伸二, 樫山和男, 志村幸行: 可視化・可聴化技術を用いた道路交通騒音評価システムの構築, 土木情報利用技術講演集, 土木学会, Vol.35, pp.25-28, 2010.
- 3) 島広志, 渡辺敏幸, 丸山暉彦: 低騒音舗装と併用する2重Y型遮音壁の開発, 舗装工学論文集, 土木学会, Vol.7, pp.1-9, 2002.
- 4) 日本音響学会道路交通騒音調査研究委員会: 道路交通騒音の予測モデル"ASJ RTN-Model 2008", 日本音響学会誌, Vol.65, pp.179-232, 2009.