

VR 騒音シミュレーションの開発

清水建設株式会社 正会員 ○宇野 昌利 正会員 谷川 将規
正会員 宮瀬 文裕 正会員 一瀬 康弘

1. はじめに

土木工事の特徴として、大型重機が多数稼働することや大量の物資を運搬することで騒音が発生している。従いこれらから発生する騒音・振動は、周辺環境に大きな影響を与える要因となっている。この騒音・振動に対して施工を担当する建設会社は、騒音規制法やさらに厳しい自治体独自の規制等を遵守して施工を進める必要がある。近年、環境保全への要望が高まり、地域住民や発注者からより高いレベルの対応を要求されることが多い。順調に工事を進めるため、工事中の環境対策はますます重要となっている。

本報告では、今回開発した、騒音対策効果を耳で聞いて体感できる画期的な VR 騒音シミュレーションシステムについて、開発の経緯や技術の概要を述べる。

2. 従来の騒音シミュレーション

従来、騒音シミュレーションは、図-1 に示すように、騒音のコンター図を表示して、従来案と改善案を並列に表示してその位置での騒音値 (dB:デシベル表示) の変化で効果を確認していた。

しかし、そもそも騒音値 (dB) は専門家以外にはなじみがなく、わかりにくいことが課題となっていた (表-1)。その結果、工事現場で、様々な騒音対策をしても、地域住民や発注者に対して工事騒音への理解が不充分である場合も多かった。

3. VR 騒音シミュレーションシステムの開発

これらの背景から、VR (バーチャルリアリティ) 技術を利用して、よりわかりやすく騒音低減効果を体感してもらうシステムを開発した。今までの VR 技術は、大型コンピューターを使って3次元で解析して、VR を体感するためには、大規模な装置が必要となっていた。近年、スマートフォンに代表されるように、携帯端末の発展が著しいことがあり、iPad を活用して、誰もが簡単に高精度騒音解析を体感してもらうシステムを開発した。

本システムは、iPad のマルチメディア機能に着目して、実際に自分の耳で工事騒音を聞くことで体験型のシステムとなっている。写真-1 に VR 騒音シミュレーションシステムを示す。構成は、iPad とヘッドホンだけである。

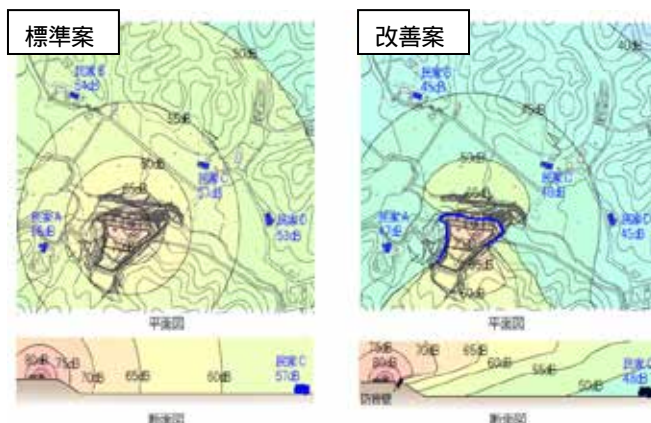


図-1 騒音のコンター図

表-1 騒音レベルと音の感じ方

騒音レベル	音の感じ方	参考
110 dB	自動車のクラクションより 2m	通常の会話の範囲は 50~70dB 程度
100 dB	電車が通過する時のガード下	
90 dB	大声による独唱	
80 dB	電車・地下鉄の車内	
70 dB	掃除機、騒々しい事務所内	
60 dB	静かな乗用車(40km/h)、普通の会話	
50 dB	一般事務所内、都会の住宅地夜間	
40 dB	図書館	



写真-1 VR 騒音シミュレーションシステム

キーワード VR, 騒音, シミュレーション, 防音壁, 騒音源, ANC

連絡先 〒104-8370 東京都中央区京橋二丁目 16-1 TEL 03-3561-8673

4. VR 騒音シミュレーションシステムの概要

iPad へのデータのやりとりは、iTunes を利用してパソコンからデータを送信する。iPad に送るデータは、地図データ、騒音データ、防音壁の透過損失データである。シミュレーション手順を以下に示す。

1. 地図データ読み込み
2. スケールを設定（縮尺設定）
3. 防音壁を設定（高さ、透過損失）
4. 騒音源の設定（ダンプトラックなど）
5. BGN（バックグラウンドノイズ）の設定
6. 受音点の設定（騒音を体感する人の位置）
7. ヘッドフォンでシミュレーション体感

特長は、地図上のどこの位置でも、工事騒音を体感できる、つまり地域住民にとっては、まさに自宅で騒音を耳で聞いて体感できることである。万能鋼板、防音シートなどの様々な防音壁を好きな位置に配置でき、形状は直線だけでなく多角形に対応できるため、より実状に合わせられる。また、騒音源は、ダンプトラック、バックホウ、発電機、杭打機、はつり機など様々な騒音源にも対応でき、音源の数は3点まで同時解析可能である。

さらに当社で開発した、逆位相を利用してダンプトラック騒音を低減する「音源追跡型騒音低減システム」のシミュレーションも可能となっている。ダンプトラックの移動速度、走行ルートを事前に設定しておくことで、自宅にいるかのようにダンプトラックの騒音を体感できるようになっている。

本システムは、VR（バーチャルリアリティ）性を高めるため、より現実に近い効果を実現できるように、単一音源のモノラル、右から左へ移動するパン、立体的に聞こえる技術（HRTF）も組み込まれている。周波数をスペクトル表示することで周波数特性に合わせた騒音対策が可能となる。メニューは設定時メニューとシミュレーション時メニューをフリックのみで変更可能な iPad らしいユーザーインターフェースを実現している（図-2～3）。

5. まとめ

これまでの適用で得られた成果と本開発技術の特性から、以下の展開が考えられる。

（1）施工計画支援

施工計画時に、事前にシミュレーションを行い、事前に防音壁の配置検討を行うことができる。施工前に住民への影響範囲を事前に把握でき、実際の現場運営で大きな効果を発揮できると考える。

（2）地域住民への理解ツール

iPad で地域住民自らが耳で聞いて体感できるため、住民説明会などで工事の防音対策の効果を実感していただき、その結果、工事に対する、理解を促進するツールと考えている。

現在、VR 騒音シミュレーションシステムを、長崎県発注の諫早 4 号トンネルをモデルとして開発した。今後、さまざまな現場での使用成果については、あらためて、詳細を報告する予定である。VR 騒音シミュレーションシステムは、様々な建設現場の様々な用途などに幅広く活用できると考えている。

謝辞：中央大学榎山和男教授より回折計算をはじめ、音響計算手法を利用した VR 技術のご指導を受けた。また、諫早 4 号トンネルの関係者には、システムの開発テスト等でご協力いただいた。ここに感謝の意を表する。



図-2 iPad の画面（設定用メニュー）



図-3 iPad の画面（シミュレーションメニュー）