

道路2層構造における桁下多次反射の騒音対策と基本特性(その2)

Countermeasures and Fundamental Properties of Multi Reflected Noise on the Bottom of Elevated Road - Part 2.

小川 哲也^{*}・西山 均^{***}・西山文男^{****}

By Tetsuya OGAWA^{*}・Hitosi NISHIYAMA^{***}・Fumio NISHIYAMA^{****}

1. まえがき

道路2層構造における遮音壁位置、高架橋桁高さなど道路断面の変化に対する反射騒音の特性について検討が行われ、¹⁾その結果平面部に高い遮音壁が設置されている道路2層構造の交通騒音は、音源からの直接音が遮音壁による回折減衰効果により低減され、高架橋桁下反射騒音が大部分を占めることが分かった。また、この検討結果から、平面部遮音壁位置、形状などの、対応により騒音レベルを低減することが可能であることが分かった。しかし、同時にこれらの方法による改善効果の限界も明かとなり、特にPC箱桁では騒音レベルが下がりにくい結果となった。本論文では、PC箱桁について、より高い反射騒音の低減効果を期待するべく、裏面吸音板対策、垂れ下げ式遮音壁対策及び中央分離帯Y字型遮音壁対策の騒音低減特性について考察する。尚、本論文ではモンテカルロシミュレーションを用いた簡易計算法により騒音レベルの計算を行った²⁾。また、解析モデルの設定は文献1)と同じものを用いている。

2. 裏面吸音板による騒音低減特性

裏面吸音板は桁下反射対策として、最近多く適用されている対策である。ここでは文献1)で設定したPC箱桁断面に裏面吸音板対策を適用し、橋軸直

角方向の吸音板設置範囲及び吸音板の反射係数に対する騒音低減特性について考察する。まず、橋軸直角方向の吸音板設置範囲に対する騒音低減特性では、図-1に示す騒音解析モデルを設定した。このモデルは、全ての吸音板の反射係数を $Q_H=Q_L=Q_R=0.2$ に、高架部道路幅を $w=23.0[m]$ 、遮音壁高さを $h=8.0[m]$ 、平面部路面から高架部桁下までの距離を $H=14.0[m]$ とした。ここに、 Q_H 、 Q_L は左右遮音壁の反射係数、 Q_R は裏面吸音板の反射係数である。また、平面部遮音壁位置をパラメータとし $B=0.0, -4.0, -8.0[m]$ の3ケースに対して吸音板設置範囲 $W_R[m]$ を変化させた($W_R=0.0[m]$ は裏面吸音板を設置していない状態、 $W_R=11.5[m]$ は桁下全面に設置した状態を意味する)。図-1のグラフは、横軸に裏面吸音板設置範囲 $W_R[m]$ をとり、縦軸に騒音レベルの中央値 $L_{50}^*[dB]$ をとった。これを見ると、 $B[m]$ の値が小さい程、騒音レベルは全体的に低い値となっている。低減効果としては裏面吸音板を設置しない状態から全面設置した場合の騒音低減効果が、平面部遮音壁位置に関係なく $7.8\sim 9.5[dB]$ となっている。また、設置範囲が $W_R=2.0[m]$ となるまでに $5.5\sim 7.5[dB]$ と大きな騒音低減効果が得られ、 $W_R=8.0[m]$ 以上ではあまり低減効果に変化が見られない結果となった。これは、PC箱桁の反射騒音が桁端部凹曲面による寄与が大きい³⁾ため、凹曲面の反射騒音が $W_R=2.0[m]$ までに殆ど遮音されることによるものと考えられる。

次に吸音板の反射係数に対する騒音低減特性について考察する。図-2は裏面吸音板を桁下橋軸直角方向全面に設置した解析モデルに対し、吸音板反射

^{*}キーワード：環境計画、交通公害、裏面吸音板、

桁下反射対策、中央分離帯遮音壁

^{**}非会員、富士技研センター株式会社

(〒150 東京都渋谷区東1-22-11渋谷三信ビル

6F、TEL03-3409-3160)

^{***}正員、工博、富士技研センター株式会社

^{****}正員、富士技研センター株式会社

係数 Q_R を変化させたときの騒音低減特性を評価したものである。グラフは横軸を吸音板の反射係数 Q_R 、縦軸を騒音レベルの中央値 $L_{50}^*[dB]$ としている。この結果から、遮音壁位置 $B[m]$ に対して騒音低減効果が最も大きいのは $B=0.0[m]$ であり13.8[dB]もの低減効果が得られている。一方、 $B=-4.0[m]$ では11.0[dB]、 $B=-8.0[m]$ では4.8[dB]の低減効果が得られる結果となった。遮音壁の位置が $B=-8.0[m]$ の場合の騒音

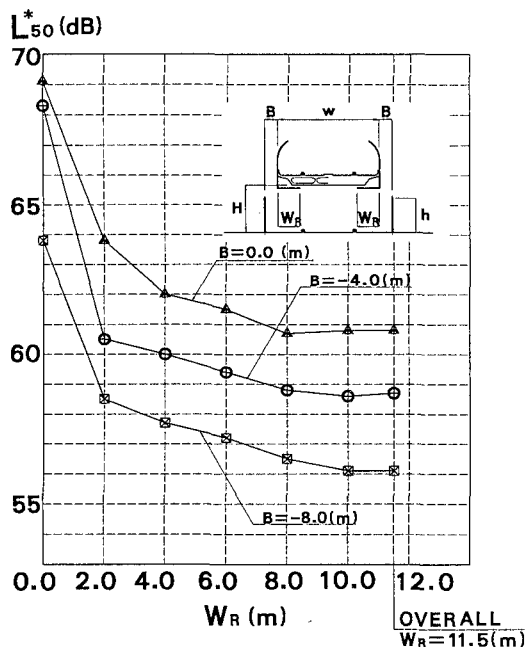


図-1 裏面吸音板吸音板設置範囲
に対する騒音低減効果

低減効果が他の場合と比較して小さいのは、遮音壁位置が外側にあることによる騒音低減効果によって裏面吸音板を設置する前の騒音レベルが既に小さくなっているからである。また、裏面吸音板の反射係数が $Q_R=0.03$ 以下の場合、パラメータ間で騒音レベルの差が殆どなくなり、平面部の遮音壁位置によらずほぼ同じ騒音レベルまで低下し、特に $B=-8.0[m]$ に関しては騒音レベルが $B=0.0, -4.0[m]$ の場合の騒音レベルより低減しない傾向にある。これは、裏面吸

音板の吸音板反射係数が $Q_R=0.03$ 以下になると受音点に届く騒音レベルのうち、裏面吸音板からの反射騒音が小さくなり遮音壁の位置に影響を受ける回折騒音が、反射騒音と比較して相対的に大きくなるためと考えられる。現状では、新技術評価制度などに

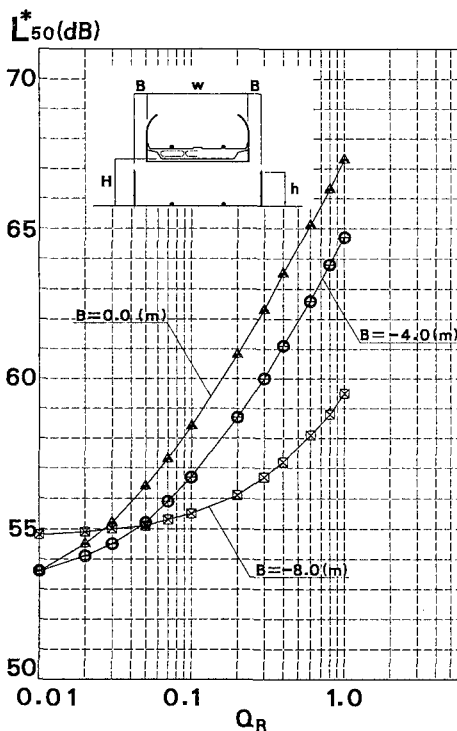


図-2 裏面吸音板反射係数に対する騒音低減効果

規定されている吸音材の斜入射吸音率が90%以上（反射係数 $Q=0.1$ 以下）である事から、最大 $B=0.0[m]$ で8.9[dB]、 $B=-4.0[m]$ で8.0[dB]、 $B=-8.0[m]$ で4.0[dB]程度の騒音低減効果が得られると推測される。

3. 垂れ下げ式遮音壁による騒音低減特性

垂れ下げ式遮音壁対策とは、高架橋部地覆下に吸音板を垂れ下げる形状である。図-3のグラフは、各遮音壁の反射係数を $Q_H=Q_L=Q_U=0.2$ 、高架橋幅を $w=23.0[m]$ 、平面部路面から高架橋桁下までの距

離を $H=14.0[m]$ 、平面部遮音壁高さを $h=8.0[m]$ としたときの垂れ下げ式遮音壁長さ $h_U[m]$ に対する騒音レベルの中央値 $L_{50}^*[dB]$ をプロットしたものであり、横軸に $h_U[m]$ 、縦軸に計算した騒音レベルの中央値 $L_{50}^*[dB]$ をとったものである。また、遮音壁位置をパラメータとして $B=0.0, -2.0, -4.0, -8.0[m]$ の4ケースをとった。ここに Q_U は垂れ下げ式遮音壁の反射係数である。これを見ると、 $h_U=0.0\sim 5.0[m]$ 間での騒音低減効果は最大7~12[dB]に達する。また、騒音レベルの低減勾配が $h_U=3.0[m]$ を境に変化しているのは、 $h_U=3.0[m]$ で反射騒音の主要因である桁端部凹曲面による反射騒音を殆ど遮音してしまい $h_U=3.0[m]$ 以降になると、桁下フラット部による反

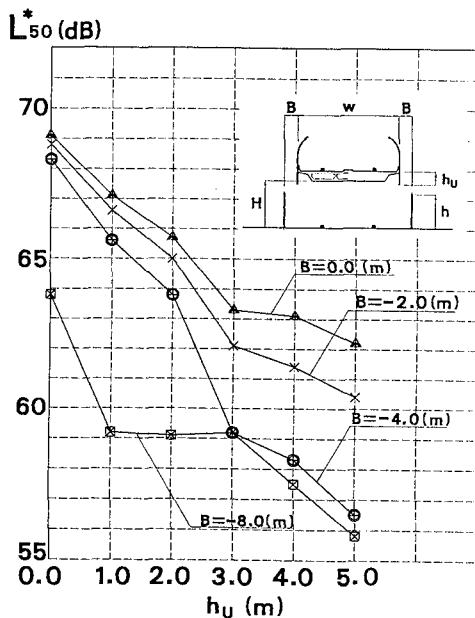


図-3 垂れ下げ式遮音壁長さに対する騒音低減効果

射騒音を遮音する効果が出てくるためと考えられる。本対策は、裏面吸音板に比べて、吸音板面積を大きく節約できるため、騒音低減対策としてのコストパフォーマンスは高いが、道路断面の呼吸開口量

を制限する場合があります。結果として沿道地域、特に交差点付近の大気汚染への影響が問題となるため、実際上の $h_U[m]$ の長さは最大3.0[m]程度がひとつの限界と考えられる。

4. 中央分離帯Y字型遮音壁の騒音低減特性

中央分離帯部Y字型遮音壁対策による騒音低減特性を見るために、図-4に示す解析モデルを設定した。ここでは、Y字型遮音壁を裏面吸音板対策の補助対策として考え、桁下には裏面吸音板が全面に設置されているモデルを考える。図-4(a)の解析モデルは、高架部遮音壁吸音板、平面部遮音壁吸音板及び、Y字型遮音壁吸音板の反射係数を $Q_H=Q_L=Q_Y=0.2$ 、裏面吸音板反射係数を $Q_R=0.1$ 、高架橋幅を $w=23.0[m]$ 、平面部遮音壁位置を $B=0.0[m]$ 、その高さを $h=8.0[m]$ と設定した。また、図-4(b)の解析モデル図は、Y字型の形状効果を検討するため直立タイプ（I字型）モデルを設定し、その高さは $h=7.0[m]$ で同一である。

中央分離帯の遮音壁は視認性の維持からは道路面から一定の高さに吸音板を設置しないことが望ましいが、このことは騒音対策とは相反することになる。本検討では中央分離帯遮音壁の道路面からの吸音板空隙高さ $h_Y[m]$ に対する騒音レベルの変化について考察を行う。図-4のグラフは、横軸に中央分離帯部の遮音壁吸音板空隙高さ $h_Y[m]$ （ $h_Y=7.0[m]$ はY字型及びI字型遮音壁を設置しない状態を示す。）をとり、縦軸に騒音レベルの中央値 $L_{50}^*[dB]$ をとった。また、平面部路面から高架橋桁下までの距離をパラメータとして $H=14.0, 18.0[m]$ とした。結果を見ると、吸音板空隙高さが $h_Y=0.0\sim 2.0[m]$ の間では $H[m]$ に係わりなく、騒音レベルの変化は1.0[dB]以内であるが、 $h_Y=4.0[m]$ 以上で $H=14.0[m]$ の騒音レベルが大きく、 $h_Y=5.0[m]$ 以上では $H=18.0[m]$ の騒音レベルも大きくなっている。これは $h_Y[m]$ がある値以降になると、受音点と反対側の車線からの騒音がY字型遮音壁の空隙部から漏れ、高架橋桁下部

に反射し受音点に到達するからである。また、Y字型遮音壁対策とI字型遮音壁対策を比較すると、 $H=14.0[m]$ の場合は、吸音板空隙高さが $h_Y=0.0\sim 2.0[m]$ の間ではY字型遮音壁対策の方が $1.0[dB]$ 程度騒音レベルが低くなり、 $h_Y=4.0[m]$ 以降はY字型遮音壁とI字型遮音壁の差は見られない。また、 $H=18.0[m]$ の場合は $h_Y=5.0[m]$ まではY字型遮音壁対策の方が $1.0[dB]$ 程度騒音レベルが小さくなり、それ以降はほぼ同様の騒音レベルになる。Y字型遮音壁とI字型遮音壁で騒音レベルに $1.0[dB]$ 程度の差が生じるのは、Y字型遮音壁上部の翼の部分によって音源から生じた騒音が桁下に到達するのを防ぐ働きをしているからであると考えられ、高架部桁下に裏面吸音板が設置されていない場合は、より大きな差が出ると考えられる。

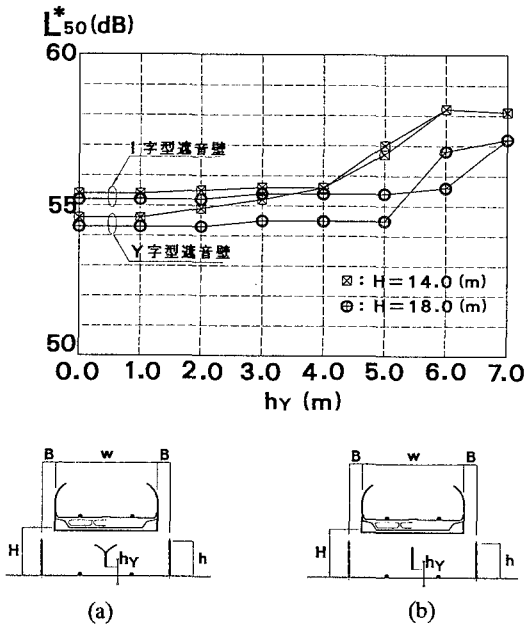


図-4 吸音板空隙高さに対する騒音低減効果

5. まとめ

本論文では、モンテカルロシミュレーションを用いた計算法により、P C箱桁を有する道路2層構造

の裏面吸音板対策、垂れ下げ式遮音壁対策及び中央分離帯Y字型遮音壁対策の騒音低減特性について考察した。検討結果より以下のような結論を得た。

- ① P C箱桁による反射騒音は桁端部凹曲面の寄与が大きく、地覆部より $4\sim 6[m]$ 程度の裏面吸音板の設置で十分有効な対策となる。
- ② 裏面吸音板はその吸音板反射係数が直接影響し、騒音低減効果の主要因となる。従って、高吸音率な吸音板を開発することは重要である。
- ③ P C箱桁構造に対する垂れ下げ式遮音壁対策は、状況によっては裏面吸音板の騒音低減特性と同等な特性を有する。本対策は、裏面吸音板に比べて、吸音板面積を大きく節約できるため、騒音低減対策としてのコストパフォーマンスは高いが、道路断面の呼吸開口量を制限するため大気汚染への影響が生じる場合がある。
- ④ 中央分離帯Y字型遮音壁対策は、空隙高さが $h_Y=2.0[m]$ までは騒音低減効果に殆ど差が見られないことが明かとなった。これは、道路の視認性を維持する上で良い結果である。また、Y字タイプは直立タイプに比べて $1.0[dB]$ 程度効果が高く、Y字型形状の有効性が確認できる。

また、今後の課題、研究問題として、以下に示す項目が挙げられる。

- ⑤ 一般部形状が掘割り、盛土などの道路断面に対する桁下反射対策の検討。
- ⑥ 対費用効果を考慮した反射対策の最適化検討。
- ⑦ より効果的な別の騒音対策の開発検討。

参考文献

- 1) 村坂 宗信、西山 均、西山 文男：道路2層構造における桁下多次反射の騒音対策と基本特性（その1）、第20回土木計画学研究発表会講演集
- 2) 西山 均、西山 文男：モンテカルロシミュレーションによる多次反射を伴う道路2層構造の簡易計算法と騒音特性、土木学会論文集（現在査読・修正中）