

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）

Countermeasures and Fundamental Properties of Multi Reflected Noise on the Bottom of Elevated Road - Part 1.

村坂 宗信^{**}・西山 均^{***}・西山 文男^{****}

By Munenobu MURASAKA^{**}・Hitosi NISIYAMA^{***}・Fumio NISIYAMA^{****}

1. まえがき

近年、平面道路上に高架道路が併設された、いわゆる道路2層構造が多く採用されている。この様な道路では高架桁下裏面での反射騒音が問題となり、反射騒音を如何に評価するかが重要となっている¹⁾。一方、この高架桁下裏面反射の騒音特性は、平面部遮音壁位置、高さ、高架部桁高さなどに影響を受けることは経験的に知られているが、定量的な検討はなされていない。著者らは既にモンテカルロシミュレーションを用いた反射騒音の簡易計算法を提示している²⁾。本論文では、この簡易計算法を用いて、遮音壁位置、桁高さなど道路2層構造の道路断面構造の変化に対する騒音特性を検討する。

2. 道路2層構造解析モデル

標準的な道路2層構造の例として図-1の解析モデルを設定する。桁構造としてPC箱桁、鋼鈑桁、鋼箱桁を設定し（図中では代表してPC箱桁のみ表示している）、平面部及び高架部遮音壁高さは8.0[m]に設定している。音源としては音響学会式⁴⁾の設定に従った平面部上下車線道路中心に2つ、高架部上下車線道路中心に2つ考慮する。平面部音源 S_1, S_2 として1時間当たりの車両通過台数 $N_c=1500$ [台]、走行速度 $V=60$ [km/h]、大型車混入率 $a_2=0.2$ を

設定する。同様に、高架部音源 S_3, S_4 として、1時間当たりの車両通過台数 $N_c=2000$ [台]、走行速度 $V=100$ [km/h]、大型車混入率 $a_2=0.2$ を設定する。またそれぞれの桁と路面 Ω_R の反射係数は $Q=0.98$ 、遮音壁 Ω_A は $Q=0.2$ に、公民境界位置に検出境界 Ω_D を設定した。また平面部遮音壁位置については、高架部遮音壁位置直下を $B=0$ [m]に、民地側を負、道路側を正に設定し、前後に変化をさせて計算結果を評価する。

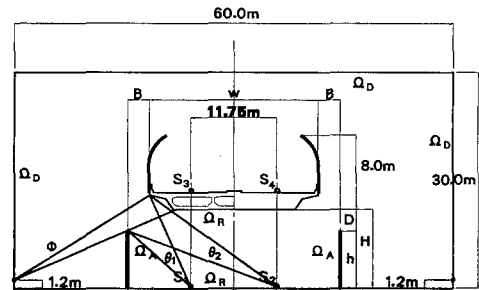


図-1 道路2層構造の解析モデル

3. 平面部遮音壁位置及び高架橋桁高さの影響

道路2層構造の騒音レベルは、平面部遮音壁位置によって影響を受ける。図-2には高架橋全幅員 $w=23$ [m]、桁高さ $H=12$ [m]における公民境界高さ1.2m地点での平面部音源 S_1, S_2 、高架部音源 S_3, S_4 の合成回折騒音の中央値 L_D^* [dB]、平面部音源 S_1, S_2 による高架桁下裏面反射騒音の中央値 L_R^* [dB]及びそれらの合成騒音 L_{50}^* [dB]の簡易計算法による計算値を縦軸に、遮音壁位置 B [m]を横軸にとりプロットしたもの

*キーワード：環境計画、交通公害、桁下裏面反射、
道路交通騒音、道路2層構造

^{**}正員、富士技研センター株式会社

(東京都渋谷区東1-22-11渋谷三信ビル6F、
TEL 03-3409-3160、FAX 03-3409-7930)

^{***}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

のである。この結果より、遮音壁を伴った道路2層構造については、反射騒音のレベルが回折騒音に比べて全般的にはるかに高くなっている。従って、解析したような構造、交通条件では、反射騒音によって騒音レベルは決定され、回折騒音のみの評価では実際の騒音レベルと全く合わなくなると考えられる。各桁タイプとも、平面部遮音壁位置 $B[m]$ を負側（民地側）に移動させると、反射騒音 $L_R^*[dB]$ は遙かに減少する。これは定性的には、桁下を見通せる角度 $\Phi[rad]$ が、 $B[m]$ の減少に従い、減少していることによると考えられる。一方、回折騒音 $L_D^*[dB]$ は

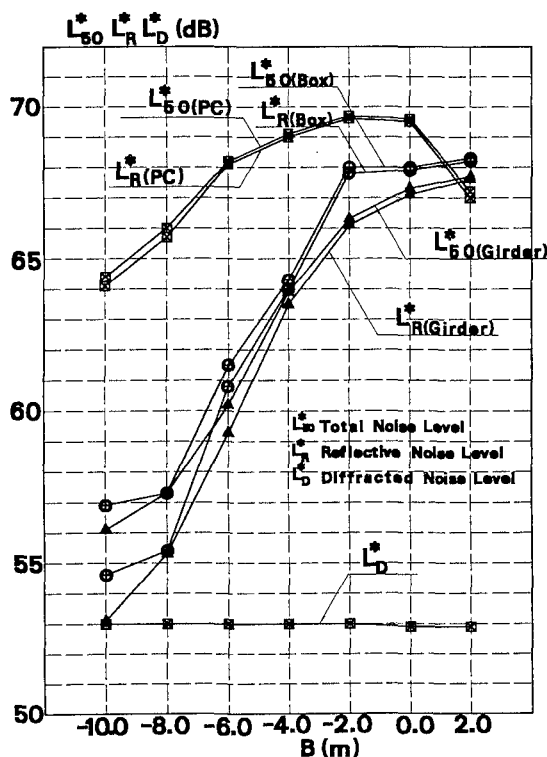


図-2 平面部遮音壁位置による騒音レベル

逆に行路差が減少するため僅かに増加して行く傾向にある。しかし、一般的に反射騒音は回折騒音 $L_D^*[dB]$ に比べ遙かに大きい関係があるため、合成騒音 $L_{50}^*[dB]$ は外側に遮音壁が位置する方がはるかに

減少し有利となる。この結果は、従来の遮音壁はなるべく音源に近づけた方が良いという概念とは相反する現象であり重要である。また、音響学会式による回折騒音 $L_D^*[dB]$ は、平面及び高架部とも音源の大きさと遮音壁の回折点のみが影響を与えるため、P C箱桁や鋼製桁等の高架部の桁構造に影響は受けず、全体騒音レベルは同じ結果を示す。しかしながら、反射騒音 $L_R^*[dB]$ については、桁構造の違いを考慮した解析を行った場合、P C箱桁と鋼製桁とでは3~9[dB]程度のレベル差が得られた。これは各々の桁下反射特性の違いから生じると考えられる。

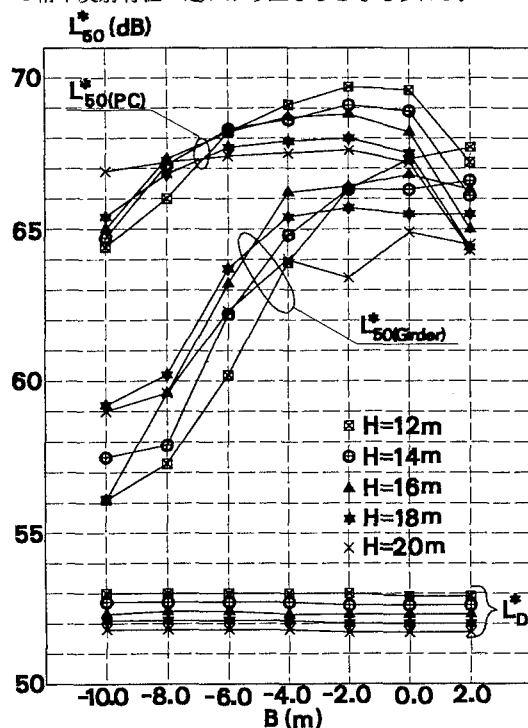


図-3 桁高さに対する騒音レベル

鋼製桁の場合、桁と桁との間起こる拡散反射的な要素が支配的であるが、P C箱桁の場合、桁端部凹曲面による集束反射と中央部フラット面による鏡面反射の2つの反射要因が主である。即ち、鋼製桁は外桁が一種の遮音壁的な機能を有し、騒音抑制効果を発揮していると考えられる。P C箱桁は桁端部の凹曲面が鏡のような働きをして道路構造外に発散させている。

次に、高架橋桁高さによる騒音レベルの影響について考察する。図-3は高架橋桁高さ $H[m]$ を12.0~20.0[m]まで2[m]刻みでパラメータとし、縦軸に合成騒音値 $L_{50}^*[dB]$ 、横軸に遮音壁位置 $B[m]$ をとり計算値をプロットしたものである。このグラフよりPC箱桁及び鋼鈑桁とも遮音壁位置が $B=5\sim7[m]$ を境界に音源側に近い場合、桁高が高いほど騒音レベルは減少し、民地側に近い場合、桁高が高いほど騒音レベルは増加し、その差は各々3[dB]程度である。これは桁高が高くなるほど桁下の開口角度 $\theta[rad]$ が増加するためである。

4. 遮音壁高さ及び形状の効果

図-4は横軸に平面部遮音壁高さ $h[m]$ を、縦軸に騒音レベルの計算値をとり、遮音壁位置 $B=0.0, -8.0[m]$

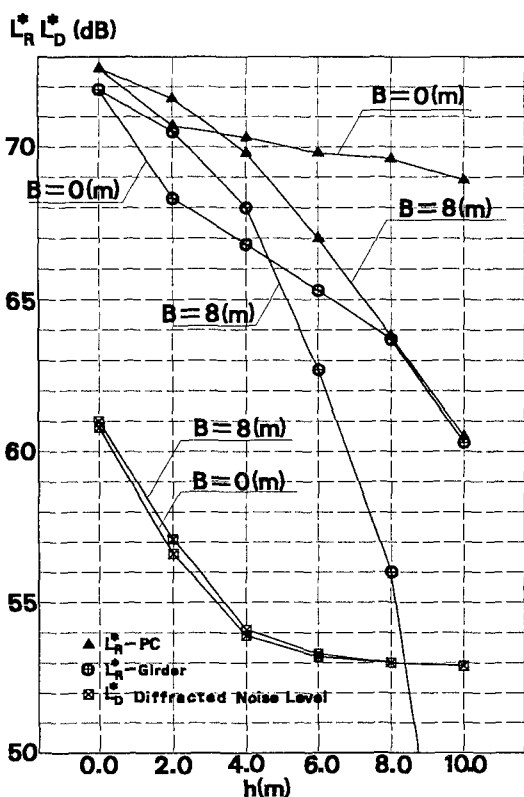


図-4 平面道路部遮音壁高さによる騒音レベル

に対する反射騒音レベル $L_R^*[dB]$ 及び回折騒音レベル $L_D^*[dB]$ を示したグラフである。桁高さは $H=12[m]$ に設置している。全体的には遮音壁高さの増加に従い、反射及び回折騒音とも騒音レベルは減少する傾向にあるが、その特性は条件によって変化が大きい。遮音壁位置が音源側に近いとき($B=0.0[m]$)、PC箱桁の場合反射騒音は遮音壁の高さが $h=0.0\sim8.0[m]$ に高くなっても、その騒音レベルの減少量は3.0[dB]程度であり、あまり効果的でないことが分かる。鋼鈑桁の場合は幾分効果的であり、8.0[dB]程度の減少効果が得られている。一方、遮音壁位置が民地側に近いとき($B=8.0[m]$)、PC箱桁の場合反射騒音は遮音壁の高さが $h=0.0\sim8.0[m]$ に高くなると、その騒音レベルの減少量は8.0[dB]程度であり、効果を発揮してくる。鋼鈑桁の場合はさらに効果的であり、16.0[dB]程度の減少効果が得られている。回折騒音については遮音壁による回折減衰の効果が現れてきている。

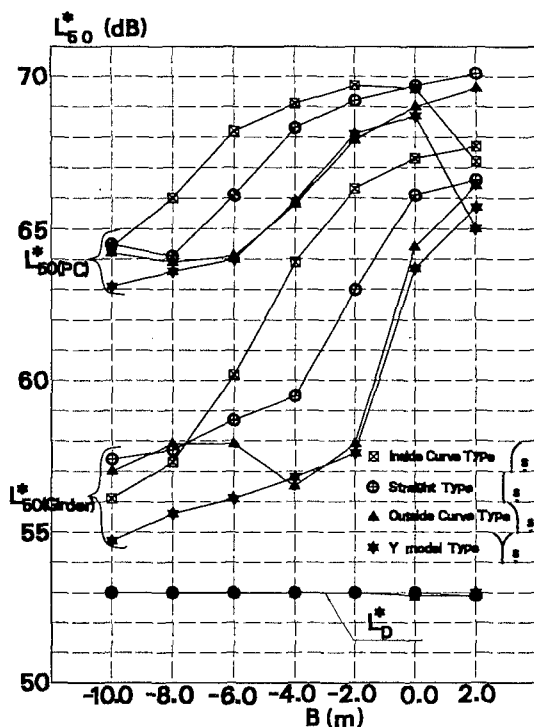


図-5 遮音壁形状の効果

次に、遮音壁形状の効果について言及する。図-5は平面部遮音壁形状を[A]内曲タイプ、[B]直線タイプ、[C]外曲タイプ、[D]Y字タイプに分類して、公民境界高さ1.2m地点でのPC箱桁、鋼鈑桁、鋼箱桁における合成騒音値 $L_{50}^*[dB]$ を縦軸に、遮音壁位置 $B[m]$ を横軸にとりプロットしたものである。遮音壁形状を[A]→[B]→[C]→[D]と変えることにより、騒音レベルは減少してゆく。特に鋼鈑桁については[A]と[D]では、遮音壁位置が $B=-2.0[m]$ で、 $8[dB]$ の騒音レベル差が生じた。この現象は予測点Oからの桁下見通し角度 $\Phi[rad]$ が減少するため生じていると考えられる。別の見方をすれば外曲タイプやY字タイプは遮音壁を等価的に外側に移動させた効果と同様である。

5. まとめ

本論文では、簡易計算法を用いて、道路2層構造の騒音レベルを計算した。その結果、以下のような内容が得られた。

- ①従来では回折減衰を稼ぐため、遮音壁の位置をより音源側に近づけた方が有利であるという概念と相反し、民地側に遮音壁を近づけたほうが全体の騒音レベルは遙かに減少することが分かった。
- ②桁構造の違いにより、特にPC箱桁と鋼鈑桁を比較した場合、 $3\sim 9[dB]$ 程度の前者の騒音レベルが高い結果が得られた。また、全般的に遮音壁設置位置、高さによる改善効果も低い傾向にある。
- ③道路2層構造では、反射騒音は回折騒音に比べて遙かに高く、騒音レベルは反射騒音により支配されることが分かった。
- ④遮音壁の形状を内曲タイプから外曲タイプあるいはY字タイプに変更することにより、PC箱桁においては $2\sim 5[dB]$ 、鋼鈑桁及び鋼箱桁においては $2\sim 9[dB]$ の騒音レベルの改善があった。これは、予測点からの桁下見通し角度 $\Phi[rad]$ の減少が得られるためである。
- ⑤高架橋桁高さによる騒音レベルの影響については、桁が高くなるにしたがい騒音レベルは幾分減少

する傾向にあるが、その値はそれほど大きくなく、その偏差量は最大 $3\sim 4[dB]$ 程度である。

⑥遮音壁設置高さの効果については遮音壁の位置によって大きく影響を受ける。設置位置が道路よりであると反射騒音については効果は薄く、逆に民地側に設置した場合減少量は大きくなる。

今後の問題として、以下の項目が挙げられる。

- ⑦道路2層構造については、平面道路部遮音壁位置、形状のみでは反射騒音の低減効果には限界があり、より高い効果を得るためには裏面吸音板などの新たな対策が必要となる。これらの対策の基本特性についても、明らかにしておくことは重要であり、文献5)で継続して報告する。
- ⑧特殊道路構造として、アンダー立体部やランプ部及び交差点部等がある。ひきつづき、これらの道路構造解析を行い、騒音特性を検討するものとする。
- ⑨今回の解析結果より、見通し角度 $\Phi[rad]$ 及び開口角度 θ の大きさが反射騒音レベルに依存することがわかった。今後は見通し角度 $\Phi[rad]$ 及び開口角度 θ と反射影響係数の関係を解明し、より実用的な道路交通騒音予測式を提案するものとする。

参考文献

- 1)福島 昭則、金治 英貞：乱反射を仮定した高架裏面反射音の予測モデル、日本騒音制御工学会技術発表会講演論文集、1994年10月。
- 2)福島 昭則、小西 一生：高次の反射音を考慮した高架裏面反射音の予測手法に関する研究、日本騒音制御工学会技術発表会講演論文集、1995年9月。
- 3)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)
- 4)(社)日本音響学会：道路交通騒音の予測計算法に関する研究報告書、昭和50年2月、昭和51年3月、昭和52年2月、昭和53年3月
- 5)小川 哲也、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2)、第20回土木計画学研究発表会講演集