

空力的制振機能を有する遮音壁の遮音性能評価

岡山大学環境理工学部 学生会員 ○平川陽介 小川幸剛 正会員 比江島慎二

1. はじめに

遮音壁を高架橋に設置すると渦励振が顕著となり高架橋の耐風性に悪影響を与えることがある。その対策として高架橋の遮音壁上端にフェアリングプレートを取り付けることが検討されている。図1はフェアリングプレートの高架橋への設置例¹⁾である。これにより高架橋の断面形状が流線型化するのと同様の効果が生じ剥離流れがスムーズになり耐風安定性の向上が期待される。本研究ではこれらの遮音壁の遮音性能について境界要素法を用いた数値シミュレーションにより検討する。

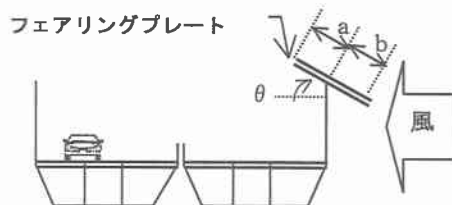


図1 空力的制振対策を施した高架橋の例¹⁾
(直壁部高さ 4.5m, $\theta = 30$ 度, $a = 1$ m, $b = 2$ m)

2. 解析方法

解析は音響解析ソフト SYSNOISE を使用し2次元境界要素法で行う。解析Ⅰ、解析Ⅱの2種類行い、解析Ⅰでは一般道路(平坦)を、解析Ⅱでは高架橋道路を対象にしている。それぞれ、道路の路肩に遮音壁を設置した場合に自動車から発生した音が空間内をどのように伝播し、どの程度の騒音を引き起こすかを知ることが目的としている。ここでは地表面は対称条件とし、音源は ASJ Model/1993 の代表スペクトルを用い 50hz から 2500hz (1/3 オクターブバンド中心周波数) の 18 バンドで解析を行う²⁾。また吸音材の周波数特性は実際の吸音材を参考にした。³⁾

【解析Ⅰ】解析Ⅰの解析モデルを図2に示す。音源は線音源とし地表面上に置く。p1からp16は測定点であり

全測定点を all, $Y=0, 1.2$ m の測定点を low, $Y=3.5, 5.0$ m を high, $X=10, 20$ m を near, $X=30, 40$ m を far と名付け区分する。遮音壁表面を境界要素メッシュで分割しメッシュ幅は解析精度を考慮して最大解析周波数 2500hz の 1/18(0.7cm 程度)とした。

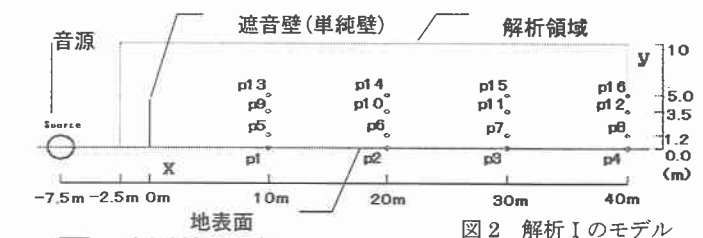


図2 解析Ⅰのモデル

【解析Ⅱ】解析Ⅱの解析モデルを図3に示す。ここでは高架橋、遮音壁双方を境界要素メッシュで作成しメッシュ幅は音源直下の路面 2 m の部分は 2500hz の 1/36 波長(0.33cm 程度)とし、それ以外の部分は 1/12 波長(1cm 程度)とする。水平方向 (X方向) の原点を右側の遮音壁の位置とし鉛直方向 (Y方向) の原点を地表面とする。道路路面は地表面から 10m の高さにし道路幅は 15m、桁高は 2.5m とする。



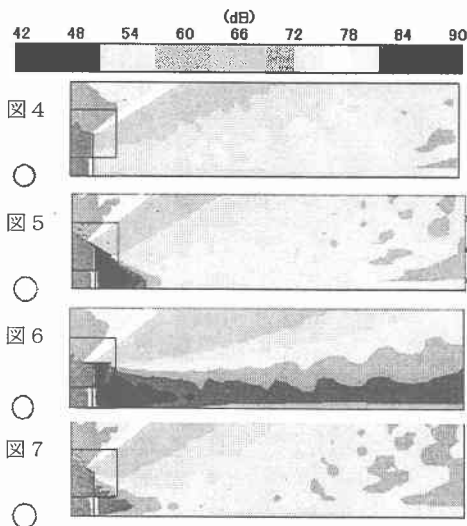
図3 解析Ⅱのモデル

音源は線音源とし、道路中央で道路路面から 0.3m の高さに設置する。測定点は $Y=0, 1.2, 3.5, 5.0, 7.0$ m のそれぞれの高さにおいて、 $X=0$ m から 60 m まで 5 m 間隔で設定し、縦 5 × 横 13 のメッシュ状に 65 点とした。

3. 解析結果

以下において、音圧は全てオーバーオール値を指すものとする。

【解析Ⅰ】図4は基準となる高さ 4.5m の単純壁における音圧レベル分布である。まず図1と同じフェアリングプレートを取り付けた遮音壁を基本型と呼ぶことにし、 $\theta = 0$ 度、 30 度とした場合の音圧レベル分布を図5、図6に示す。 $\theta = 0$ 度の方がより高い遮音効果があることがわかる。さらにその他の θ についても解析し単純壁を基準とした挿入損失の平均値をまとめた結果を図9に示す。ここで平均値は前述の all, low, high, near, far の測定点の



区分ごとに示している。図中 b_1 の範囲では音源から音が各測定点まで伝わる経路上において回折点が2箇所となり最も効果大きい。参考文献1)の制振対策と同じ $\theta = 30$ 度は d_1 にあり回折点が1箇所となり遮音性能の改善はあまり見られない。次に $a=1\text{m}$, $b=0\text{m}$ とした遮音壁と $a=0\text{m}$, $b=2\text{m}$ とした遮音壁について遮音性能を調べた (a , b は図1を参照)。ここではそれぞれを内折れ型、外折れ型と呼ぶことにする。図7、図8はそれぞれ $\theta = 30$ 度の内折れ型、外折れ型の音圧レベル分布である。単純壁と比較した時、測定点付近において内折れ型は遮音性能が上昇し外折れ型は低下している。また同様のことを $\theta = 0$ 度においてもおこなったところ内折れ型、外折れ型双方において遮音性能の上昇が見られた。以上より、プレートが $\theta > 0$ で傾いている場合はプレート上面で反射された音が上方に逃げずに右方の空間に拡がり遮音効果が低下すると考えられる。これは $\theta = 30$ 度の基本型の様々な部位に吸音材を適用したモデルを解析し相互に比較したところプレート上面に吸音材を取り付けた時、最も遮音性能が上昇したことから言える。ただし $\theta > 0$ の時、内折れ部は遮音壁高さを上げる働きをし、全体として遮音性能を向上させる効果を有すると考えられる。

【解析II】道路両側に4.5mの単純壁を設置したものをタイプAと呼ぶ。各遮音壁の遮音性能はタイプAの音圧レベル分布(図10)に対する挿入損失で評価する。タイプAの右側の遮音壁だけを基本型とし左側は単純壁としたものをタイプBと呼ぶことにする。また現在高架橋において多用されている張り出し型遮音壁についても同時に解析を行いタイプBとの比較を行う。ここでは内折れ型を道路の両側に設置しタイプCと呼ぶ事にする。図11、図12はそれぞれ $\theta = 0$ 度の時のタイプBとタイプCの音圧分布であり図13、図14は図11、図12における $Y = 1.2, 3.5, 7.0\text{m}$ の測定点での挿入損失である。タイプB、タイプC双方において挿入損失は常に正であり、またタイプBの方がより大きな値を示している。一方図15、図16は $\theta = 30$ 度におけるタイプB、タイプCの音圧レベル分布であり図17、図18はそれぞれの挿入損失である。双方の挿入損失は回折点が2箇所となる測定点付近では正、1箇所となる測定点付近では負となっている。そこで図15、図16の遮音壁のプレート上面に吸音材を取り付けた所、双方とも挿入損失は常に正となった(図19、図20)。

3. 結論

プレートまたは張り出し部を遮音壁に取り付ける際、 θ の値により各測定点における回折回数が2回であれば遮音効果が高い。しかし1回回折となる測定点ではプレート上面での反射によってあまり高い遮音効果が得られないか、あるいは遮音効果が低下するので吸音材の適用が必要である。また $\theta > 0$ の時、プレートによる反射音は遮音性能に悪影響を与えるが内折れ型のプレートは遮音壁高さを上げ遮音性能を上昇させる。一方外折れ型はプレートによる反射音が大きく一回回折部の遮音性能を低下させるが2回回折部は上昇する。基本型は双方の性質を併せ持ち一回回折部では双方の中間的な遮音性能を有する。

参考文献1) 島賢治他「単径間弾性模型を用いた防音壁付並列箱桁橋の空力的制振対策の検討」土木学会第56回年次学術講演会 2) 日本音響学会誌54巻4号「新型遮音壁の音響効果の評価方法について」 3) 三輪俊輔他「騒音・振動対策ハンドブック(第4章)」技報堂出版

