

上端部にプレートをもつ遮音壁の遮音メカニズム

岡山大学環境理工学部 学生会員 ○井保大志 平川陽介 正会員 比江島慎二

1.はじめに

近年、遮音壁頂上部の形状や材質を変化させることにより、壁の高さを変えずに高い減音効果が得られる遮音壁が注目されている。以前、平川ら¹⁾がT型の遮音壁の頂部プレートの取り付け角を変化させたときの遮音効果について検討したが、その遮音メカニズムについてはあまり明らかになっていなかった。そこで本研究ではよりシンプルなモデルとして、頂部片側にだけプレートを張り出した遮音壁の遮音メカニズムについて検討し、プレートによる効果を詳しく調べるものとする。

2.解析方法

音響解析ソフトSISNOISEを用いた2次元境界要素法により、図1の遮音壁周辺の音響解析を行う。遮音壁、音源、受音点を図2のように設定する。ここでは地表面は対称条件を与えることにより完全反射とする。遮音壁表面も完全反射である。音源は線音源とし、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⁾。遮音壁表面の境界要素は2500hzの波長の20分の1程度の大きさとした。また遮音壁表面に設置する吸音材の周波数特性は実際の吸音材を参考にした。³⁾⁴⁾

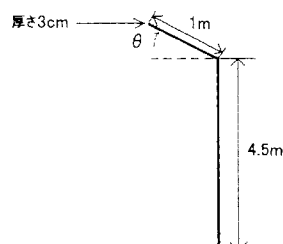


図1 プレート付遮音壁

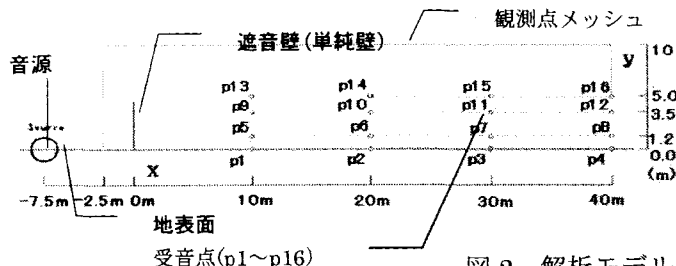


図2 解析モデル

解析対象とする遮音壁の遮音効果を評価する方法として以下に示す挿入損失（遮音壁設置による受音点での音圧レベルの変化量）の変化量を用いる。

$$\Delta DIL = DIL - DIL_{Ref}$$

$\left\{ \begin{array}{l} DIL : \text{対象とするプレート付遮音壁の挿入損失} \\ DIL_{Ref} : 4.5\text{mの単純壁（直壁）の挿入損失} \end{array} \right.$

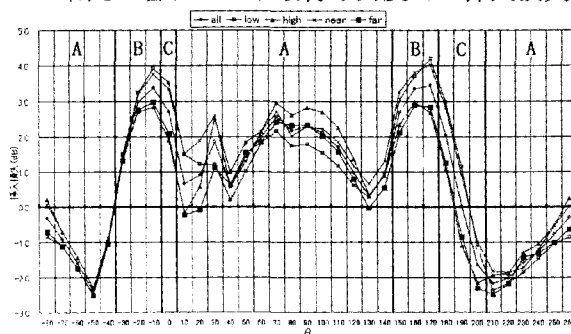
本論文では簡単のため挿入損失における変化量を単に、挿入損失と呼ぶことにする。挿入損失が大きいほど単純壁と比較して遮音効果が高いことを示している。

3.解析結果

図3はプレートの取り付け角度 θ を -80 度から 260 度まで 10 度きざみに挿入損失（オーバーオール値）解析を行った結果である。受音点は図2で示すようにp1からp16あり、全受音点をall、Y=0,1.2mの受音点をlow、Y=3.5,5.0mをhigh、X=10,20mをnear、X=30,40mをfarとし、それぞれの受音点の挿入損失の平均値を示している。図中には、さらに音源から受音点までの経路上での音の回折回数でA、B、Cの3つの領域

に分けてある。回折回数で見るとAはすべての受音点で1回、Bはすべての受音点で2回、Cは1回の受音点と2回の受音点が混在している。基本的に回折回数が多いほど遮音効果は高く、そのため領域Bでは遮音効果が高くなっている。領域Aの 10 度から 130 度での挿入損失の変化は遮音壁の高さが変化する効果によるものと考えられ遮音壁高さが高いほど挿入損失が大きくなる傾向がみられる。領域Aの $\theta = 210$ 度から 260 度と領域Cの $\theta = 200$ 度は図4の音圧レベル分布図（オーバーオール値）に見られるように遮音壁頂上部を回り込んできた音がプレートの存在によってプレートの下部へ回り込まなくなり、強い音が受音点側へと運ばれてしまった結果、

図3 各プレート取り付け角度での挿入損失



単純壁に比べ遮音性能が低下したと考えられる。そのため、プレート下部では遮音効果が高いが受音点付近では低くなっている。また、 $\theta = -80$ 度から -40 度の場合の遮音メカニズムについては、以下の音響インテンシティの解析によりさらに詳しく検討した。

図 5 には $\theta = -50$ 度、 -60 度のときの 2500Hz の音響インテンシティを示している。プレート上方に強い音響インテンシティの領域がみられる。この領域では音響インテンシティのベクトルが右上方向を向いており、プレート上面での反射音と音源からの直接音が干渉して強い音響エネルギーの流れを生じた可能性が考えられる。なお、他の周波数についても調べたが、 630Hz 以上程度の高周波数でこのような現象が見られ、低周波数では見られなかった。次にプレート上面に吸音材を適用したときの音響インテンシティを図 6 に示す。吸音材適用によりプレート上方の強い音響インテンシティの領域が消えている。このことは、吸音材によりプレート上面での反射音がなくなり、直接音との強い干渉が消えたことを示している。

図 7 の吸音材適用による挿入損失の上昇値をみると、吸音材がない場合に比べ $\theta = -60$ 度では 2.5dB 程度上昇しており、吸音材がない状態では、プレート上面での反射が受音点側へ悪影響を与えていることを裏づける。図 7 にはその他の角度においても吸音材を適用し解析した結果も示しており、全体的に挿入損失（オーバーオール値）の増加がみられた。プレートが水平になればなるほど挿入損失の増加が大きくなっているのがわかる。これは、プレートが水平であるほど第二の音源としての効果が高くなり、その効果が吸音材を適用することで抑制されたものと考えられる。

4. 結論 遮音壁頂上部に取り付けたプレートの傾斜角度により遮音性能に違いが現れる事がわかった。プレート取り付け角度により各受音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 回回折となる受音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、あるいは低下する可能性があり吸音材の適用が必要である。プレート付遮音壁の遮音効果を決定付ける要素として、壁の高さ、回折回数、プレートでの音の反射・干渉、第二の音源としての効果の大きく分けて四つが考えられ、遮音壁を設置する際には、これらについての影響を念頭にいかしておかなくてはならない。

【謝辞】 本研究の一部は、平成 14 年度文部省科学研究費補助金（若手研究(B) No.14750404）および（財）ウエスコ学術振興財団学術研究費助成により行われたことを付記し、ここに謝意を表します。

【参考文献】 1) 平川他「空力的制振機能を有する遮音壁の遮音性能評価」土木学会中国支部第 54 回研究発表会、発表概要集、p p 21-22、2002 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」、p p 333-338、1998 3) 三輪俊輔他「騒音・振動対策ハンドブック（第四章）」技報堂出版 4) 井保大志 岡山大学卒論「上端部にプレートをもつ遮音壁の遮音メカニズム」2003 5) 石塚崇・藤原恭司「特殊エッジ形状を持つ防音壁の遮音性能予測に関する研究」、日本音響学会講演論文集 p 837-838、2002

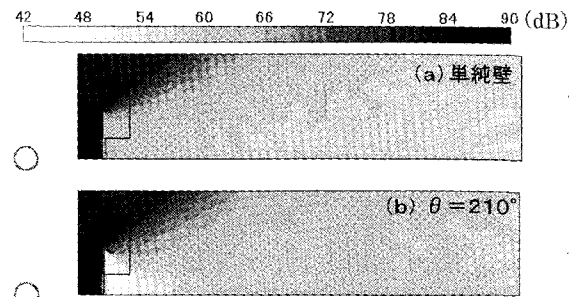


図 4 音圧レベル分布図

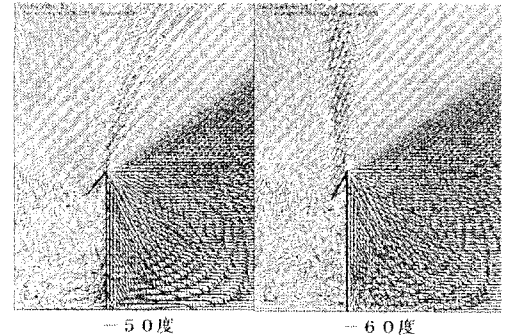


図 5 音響インテンシティ（ 2500Hz ）

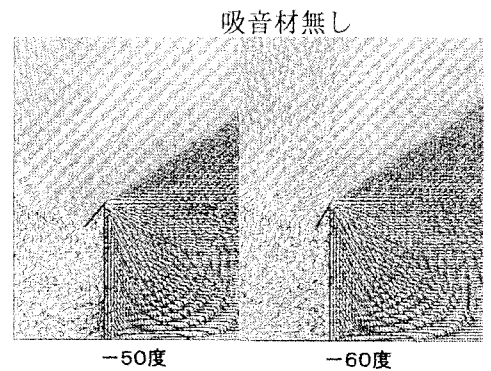


図 6 音響インテンシティ（ 2500Hz ）

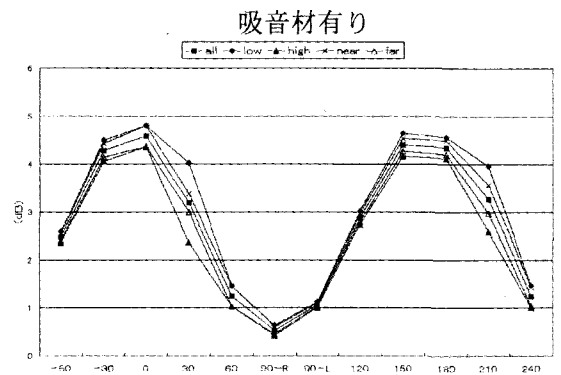


図 7 吸音材適用による吸音材取付け前

からの挿入損失上昇値