

# 反共鳴管を有する小型遮音壁の開発

島 広志<sup>1</sup>・渡辺敏幸<sup>2</sup>・丸山暉彦<sup>3</sup>

<sup>1</sup>(株)ブリヂストン 研究開発本部 (〒187-8531 東京都小平市小川東町3-1-1)

E-mail:shima-h@bridgestone.co.jp

<sup>2</sup>(株)ブリヂストン 土木海洋商品開発部 (〒244-8510 神奈川県横浜市戸塚区柏尾町1)

E-mail:watana-t@bridgestone.co.jp

<sup>3</sup>正会員 工博 長岡技術科学大学教授 環境・建設系 (〒940-2188 長岡市上富岡町1603-1)

E-mail:terum@nagaokaut.ac.jp

低騒音舗装と遮音壁の効果を両立させるべく、幅0.5mに小型化した新型遮音壁を開発した。2重Y型遮音壁の開発において明らかとなった五角形状による騒音低減に加え、反共鳴管を用いることにより、低い周波数での騒音低減効果の改善を達成した。境界要素法による効果計算、スピーカ試験を通じて、反共鳴管を有する新型遮音壁が約3dBの騒音低減効果を有することを確認した。実際の道路での測定においても、施工後数ヶ月の排水性舗装に対して約2dB騒音低減効果を示した。また、本遮音壁は、吸音材を用いず、その形状により騒音低減を行うものであり、材質を選ぶことにより、透光性も確保することが可能である。

**Key Words :** noise barrier, road traffic noise, low noise pavement, porous asphalt, diffraction, interference, noise reduction, BEM, visualization

## 1. はじめに

近年の交通量の増大と大型車の増加等により道路交通騒音は特に都市部において、深刻な問題となっている。国道43号線における騒音・排気ガスに関する裁判で、平成7年7月に最高裁が道路管理者の責任を認めるなど、道路交通騒音の早急な低減が強く求められている。

道路交通騒音の低減対策は、自動車側での対策と道路側での対策の2つに分かれる。自動車側の騒音対策としては、低騒音車両の開発、タイヤの低騒音化などがある。本論文の対象である道路側の対策としては、音源側の対策であるポーラス・アスファルト舗装、多孔質弾性舗装などの低騒音舗装と、伝播経路への対策である遮音壁が主として用いられ、他に、高架裏面吸音板、掘割吸音板などが挙げられる。

前者の低騒音舗装においては、ポーラス・アスファルト舗装により3dB~5dB<sup>1)</sup>、多孔質弾性舗装により5dB~10dB<sup>2)</sup>の騒音低減効果があるとされている。後者の遮音壁においては、騒音低減効果は、音源と観測点の幾何学的な配置によるため、舗装のように一律には言えないが、概ね10dB以上の騒音低減効果が見込まれる。

道路交通騒音の早急な対策が求められている現在の状況下では、低騒音舗装と遮音壁を併用した対策

が広範囲にわたって行われている。しかし、遮音壁による騒音低減量と低騒音舗装による騒音低減量が、例えば、10dB+5dBが15dBとならないといった具合に加算的でないとの問題点が指摘されている。これは、その騒音低減効果の周波数特性に依存するものであるが、ポーラス・アスファルト低騒音舗装の更なる改良は困難であり、遮音壁に一層の騒音低減が求められている。

特に、都市部高速道路においては、交通量が大きいこと、民家が隣接していることから、更なる道路交通騒音の低減要求は大きなものがある。しかし、同時に、遮音壁による騒音低減効果の拡大に一般的に用いられている遮音壁高さを高くする手段は、日照、景観、電波障害などの問題につながり、用いることが出来ない。特に、日照の面において、対策として透光性遮音板の適用が拡大している現状からは、これ以上の遮音壁の嵩上げは避ける必要があると考えられる。また、都市部高速道路の大半を占める橋梁部においては、遮音壁高さを高くするためには、橋梁上部工の補強が必要となるが、補強の実現は非常に困難である。これらの点から、低い高さで、低騒音舗装に対しても大きな騒音低減効果を有する遮音壁の開発が強く求められている。

これまで、筆者らは、低騒音舗装の騒音低減効果と遮音壁の騒音低減効果の関係から、低い周波数か

ら効果を有する新型遮音壁の必要性を明らかにし、低騒音舗装においても、大きな効果を有する2重Y型遮音壁を提案した<sup>3)</sup>。

但し、同遮音壁は幅2mと大きいため、上空占有の問題、高さ5m以上の遮音壁にしか適用できない建築限界の問題、コスト、更には橋梁部の場合は橋梁上部工の強度などの面から適用範囲が限られた。最も一般的に用いられている高さ3mの遮音壁の天端部に適用することを考えると、幅0.5m程度の大きさで効果を有する遮音壁が求められているといえる。

これまで、幅0.5m程度の騒音低減効果を有する遮音壁としては、藤原・小野が上端部に吸音体を設置した天端部吸音体<sup>4)</sup>を提案し、実用化されている。最近では、大久保・藤原により遮音壁上端部に1/4波長反共鳴管を設置したソフトエッジと呼ぶタイプ<sup>5)</sup>、大西ほかによりアクティブノイズコントロールを適用した遮音壁<sup>6)</sup>などが報告されている。これらの新型遮音壁を適用した際に、現在、普及が進んでいる透光性遮音壁の上部への適用は、日照および景観の面で、好ましい状況とは言えない。

本論文において、2重Y型遮音壁の回折音低減のメカニズムをベースに改良を加え幅0.5mに小型化し、吸音材を用いることなくシンプルな構造とし、透光性材料による日照障害の軽減も可能とした遮音壁について報告する。

## 2. 低騒音舗装と遮音壁

低騒音舗装の騒音低減効果と遮音壁の騒音低減効果が加算性でないことがWattsほか<sup>7)</sup>により報告されている。本論文の対象とした幅0.5mの遮音壁に関しては、建築限界の制限を受けないため、最も多く用いられている高さ3mの遮音壁にも適用可能である。

高さ3mの遮音壁の騒音低減効果が、通常舗装（密粒舗装）と低騒音舗装（排水性舗装）でどのように異なるかを、音響学会騒音・振動研究委員会より提案されている新型遮音壁のBEMによる騒音低減効果計算方法<sup>8)</sup>に基づいて、検討を行った。計算の音源として、同方法に示された日本音響学会の道路交通騒音予測式ASJ1993で用いられている通常舗装、低騒音舗装の周波数特性を用いた。壁無し、高さ3mの直壁に対して、通常舗装と低騒音舗装の2条件について計算を行った。計算モデルを図-1に示す。評価点16点を平均した騒音低減効果を表-1に示す。通常舗装における、高さ3mの壁の挿入損失は14.9dBであるが、排水性舗装の挿入損失は13.1dBである。即ち、低騒音舗装において、音源では5dB低減されても、遮音壁のある状態では、評価点における騒音低減効果は3dBになる。

この差が何によるものか、図-2に示す壁から10m離れた地表面の点の周波数特性に基づき述べる。遮音壁の無い状態では、通常舗装の主要周波数は、ピーク周波数より5dB減の範囲と考えると、400Hzから4kHzである。これに対して、低騒音舗装は800Hz以

上で低減効果があり、遮音壁の無い状態では有効に機能する。遮音壁の騒音低減効果は、低い周波数から認められるが、例えば250Hzにおいて10dBであるのに対し、1kHzにおいては16dBと高い周波数で大きい。

低騒音舗装では、遮音壁の騒音低減効果は高い周波数で大きい。このため、遮音壁の騒音低減効果と低騒音舗装の効果が加算的とならない。高さ3mの遮音壁においても、低い周波数での騒音低減効果が求められる。200Hzから630Hzにおいて、騒音低減効果を有する防音装置が求められる。

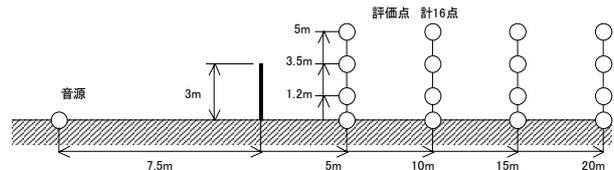


図-1 計算モデル

表-1 低騒音舗装と遮音壁の騒音低減効果[dB]  
(評価点16点平均)

	通常舗装	低騒音舗装	舗装の効果
壁無し	0.0	-4.7	4.7
直壁3m	-14.9	-17.8	2.9
壁の効果	14.9	13.1	

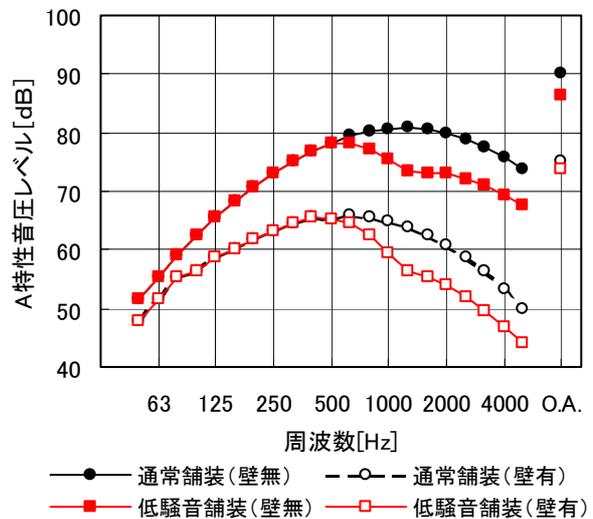


図-2 舗装による遮音壁の効果の違い

## 3. 新型遮音壁の音響設計

### (1) 2重Y型遮音壁

筆者らは、図-3に示す形状の天端部がY型に分岐し、さらに再分岐した2重Y型遮音壁を提案している。その騒音低減機構は、

- 壁に沿った音の伝播の抑制
- 干渉による回折点の音圧レベルの低減に伴う回折音低減

に基づくものである。図-3中に太線で示す上面の開

いた五角形部分が、騒音低減に大きな役割を果たしていることが判明した。

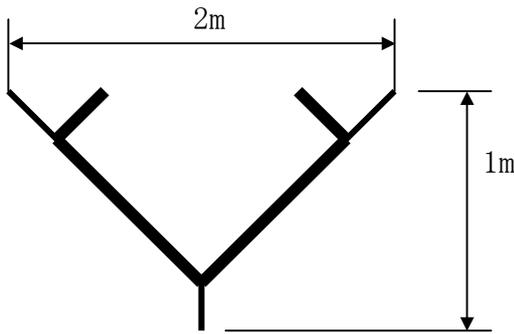


図-3 2重Y型遮音壁形状

(2) 五角形部分の特性<sup>9)</sup>

前述の2重Y型遮音壁における五角形部分は幅が約1.5mである。全体の幅を0.5mに収めるためには、1/4程度に小型化する必要がある。小型化した場合にも、どのような騒音低減効果が得られるか確認すべく2次元境界要素法（BEM）による計算を実施した。

BEMによる遮音壁の計算においては、2章で用いた計算モデルのように、実際の使用条件に近い、音源が地表面に存在し、評価点を地表面及び地表面から離れた点に複数点に設定することが一般的である。しかし、その配置では地表面、壁などの反射波による干渉のため、遮音壁本来の、即ち、音源、遮音壁高さ、評価点の幾何学的配置が変化しても共通する、周波数特性が得られない。そこで、地表面および壁による反射音の影響を極力押えるべく完全吸音条件を設定した図-4に示す計算モデルにより計算を行った。図-5に五角形部分の形状を示す。幅は375mmとした。また、透光性のある樹脂製を前提としたために、厚さは4mmとした。このため、厚さ4mmの部分の境界要素は長さ3mm以下とした。また、それ以外の部分は長さ2cmを基本とした。計算により得られた五角形部分の直壁対比音圧レベル低減量の周波数特性を図-6に示す。

幅375mmの五角形では、500Hz付近及び1kHz付近では5dB以上の低減が認められるが、230Hz及び720Hzで悪化が見られる。この原因を確認すべく、五角形周囲の音場を計算により可視化した。音圧レベル分布を図-7に示す。図中、赤い部分は音圧レベルが大きく、青に近づくほど音圧レベルは小さくなる。1色で表される範囲は3dBである。230Hzにおいては、五角形内部が入り口よりも音圧レベルが大きくなっており、共鳴が生じていることが判る。また、720Hzにおいても、五角形の左右で音圧レベルが高くなっており、左右方向での共鳴が発生していることが判る。大きさを約1/4にしたために、2重Y型遮音壁では見られなかった主要周波数における回折音の悪化が現れる形となったといえる。

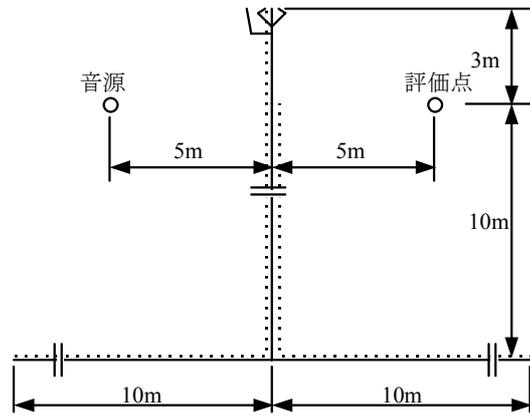


図-4 計算モデル（点線：完全吸音条件）

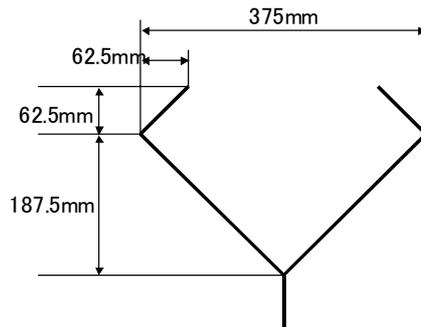


図-5 五角形部分形状

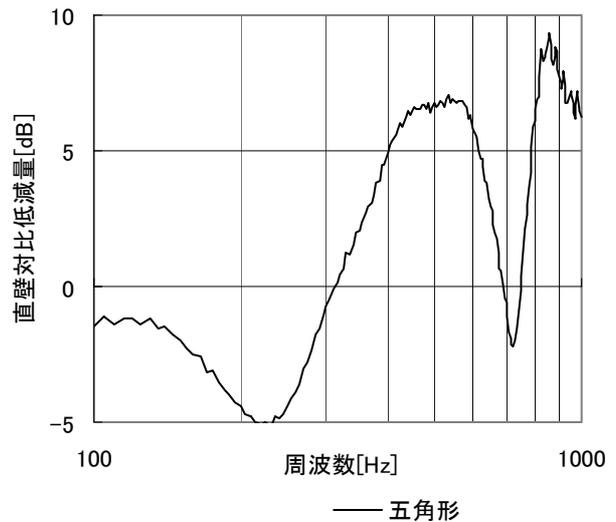


図-6 周波数特性計算結果（五角形部分）

道路交通騒音のように広い周波数にわたる音源に対する騒音低減においては、特定の周波数で悪化することは、他の周波数で大きな効果が得られても、全体としての効果は失われることを意味する。ここで、この2つの悪化する周波数は、その周波数が約3倍であるという特徴がある。この特徴に基づき、以下の低減方法を検討した。

片側が閉じ、片側が開放された管では、波長の1/4が管の長さに一致する周波数において、管開口端での音圧レベルが大幅に減少する。これは、開口から進入した音と閉鎖端で反射した音が1/2波長位相がずれ干渉により打ち消しあうためである。この

ことは、その3倍の周波数でも同様に生じ、3/2波長のずれとなり進入音と反射音が打ち消しあい、管開口端での音圧レベルは大幅に減少する。

即ち、五角形部分に隣接して、230Hzの1/4波長に相当する長さの管を設ければ、720Hzにおいてほぼ3/4波長に相当するため、230Hz、720Hzの開口端部における音圧レベルが低減され、回折音が減少することが見込まれる。

以上の考えに基づき、音源側に反共鳴管を追加した図-8に示す形状とした。管の音響特性は長さで決まるため、設計の自由度がある。そこで、景観性に配慮し、下部から滑らかにつながったこのような形状とした。

反共鳴管を有した遮音壁の騒音低減効果の周波数特性を図-9に示す。この改良により、200Hzより上の周波数では、悪化も見られず良好な低減効果が得られた。2章において示した、低騒音舗装に適した新型遮音壁の周波数特性を満足するものとなっている。反共鳴管の効果を確認するため、図-10に230Hz、720Hzの音圧レベル分布を示す。1/4波長および3/4波長による反共鳴により、五角形部分の音源側における音圧レベルが極小値となり、そこから、五角形

部分へ回折する音波が減少し、五角形内部での共鳴は存在するもののその音圧レベルは小さくなっている。これにより、回折音が低減されていることが確認された。前述の反共鳴管を用いた対策の妥当性が裏付けられた。

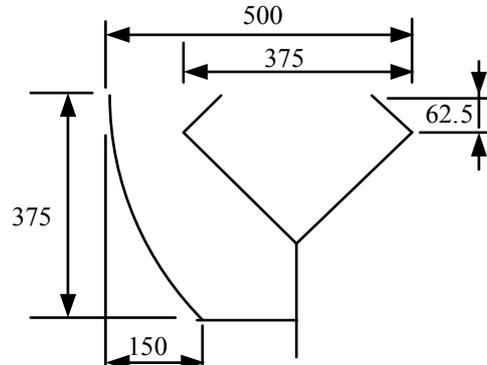


図-8 新型防音装置形状 (単位mm)

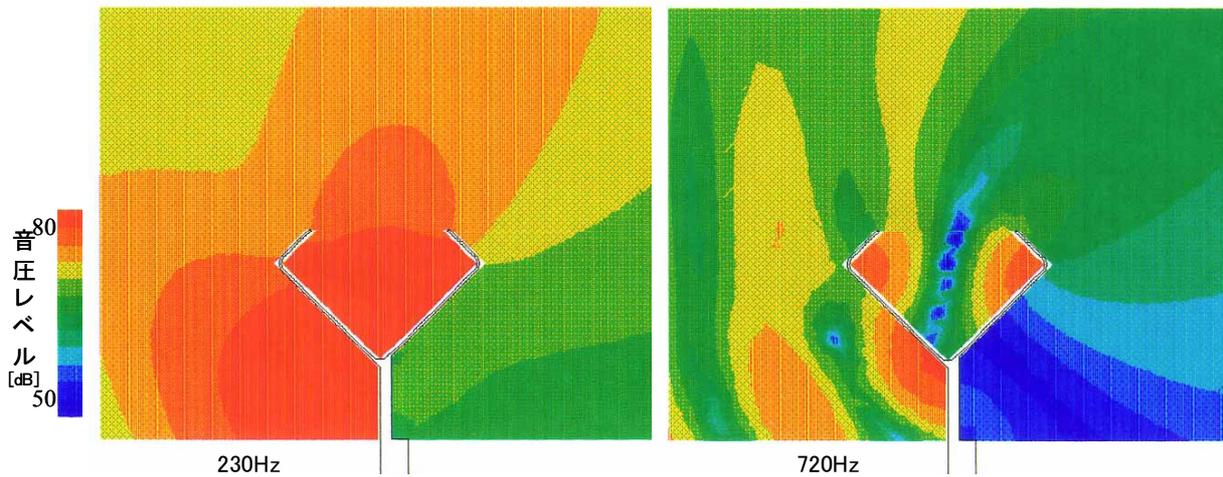


図-7 音圧レベル分布 (五角形)

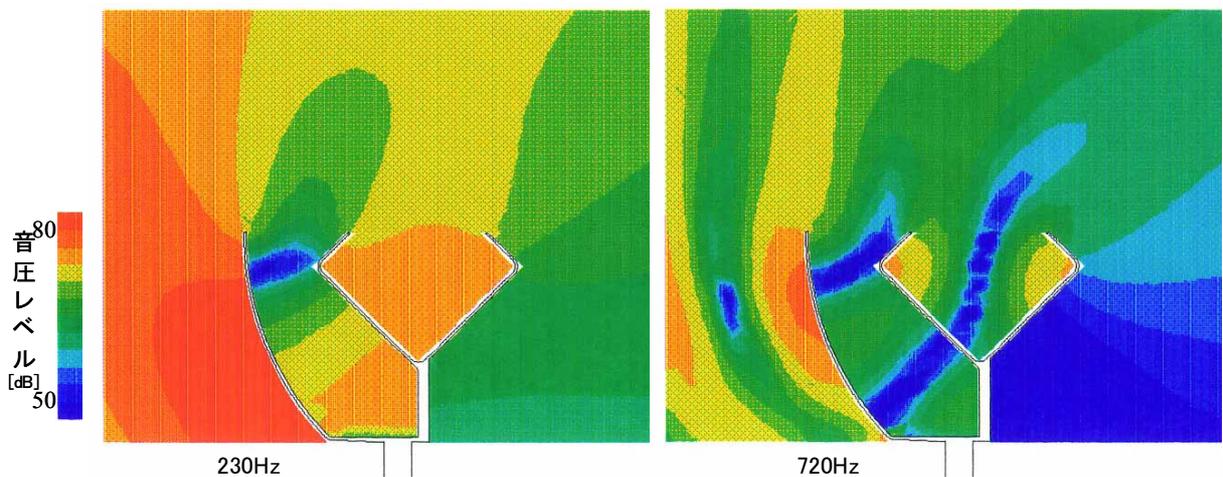


図-10 音圧レベル分布 (反共鳴管付新型遮音壁)

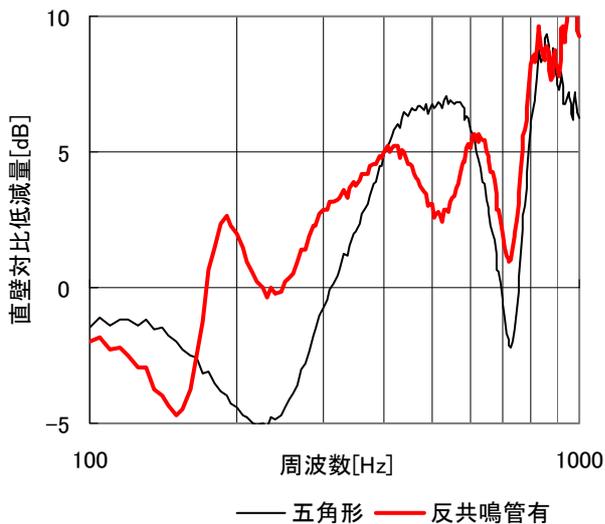


図-9 周波数特性計算結果  
(反共鳴管を有する小型遮音壁)

本遮音壁は、吸音材を用いず、その形状により騒音低減を行うものであるため、材質の選択により、透光性を確保することが可能である。このため、材料として、耐衝撃性に優れ、透光性も確保できるポリカーボネートを用いた射出成形品として、開発を行った。透光性材料を用いた施工例を写真-1に示す。



写真-1 透光性とした反共鳴管付遮音壁の設置状況  
(民家側から撮影)

#### (2) 音響学会の計算方法に基づく効果計算結果

2章で用いたものと同じ音響学会騒音・振動研究委員会より提案されている新型遮音壁のBEMによる騒音低減効果計算方法を用いて、新型遮音壁の効果を算出した。

計算モデルは図-1に示すものと同じである。また、計算の周波数範囲は50Hz～5kHzである。この条件により、求められた評価点16点平均の挿入損失を表-2に示す。反共鳴管を有する新型遮音壁は排水性舗装に対しても、通常舗装に対するのと同様に約3dBの騒音低減効果が見込まれる。地表面の反射の影響する複数の点の平均においても、効果が確認された。

本計算方法においては、同じ幅の二重壁に対して

効果を有することを、新型遮音壁の有効性の判断基準としているが、二重壁対比、1dB程度の騒音低減効果を示しており、本遮音壁が有効に機能していることがわかる。

また、10m離れた点での二重壁と本遮音壁の直壁対比の騒音低減の周波数特性を図-11に示す。二重壁の効果は、幾何回折的には、フレネル数(行路差を波長で除算したもの)により決まるため、周波数が高くなるほど大きい。それに対して、本遮音壁は、200Hz付近から騒音低減効果を示しており、当初想定した低い周波数からの騒音低減効果を発揮していることが確認された。

表-2 挿入損失計算結果(単位dB)

	挿入損失計算結果(単位dB)			
	直壁	二重壁	新型壁	
高さ	3	3	3	
幅		0.5	0.5	
通常舗装	挿入損失(16点平均)	14.9	17.1	18.1
	直壁対比		2.2	3.2
	二重壁対比			1.0
	挿入損失(下部平均)	16.4	19.0	20.4
	直壁対比		2.6	4.0
	二重壁対比			1.4
低騒音舗装	挿入損失(16点平均)	14.2	16.0	16.6
	直壁対比		1.8	2.4
	二重壁対比			0.6
	挿入損失(上部平均)	13.1	15.1	15.8
	直壁対比		2.0	2.7
	二重壁対比			0.7
排水性舗装	挿入損失(下部平均)	14.6	16.9	17.8
	直壁対比		2.3	3.2
	二重壁対比			0.9
	挿入損失(上部平均)	12.5	14.2	14.7
	直壁対比		1.7	2.2
	二重壁対比			0.5

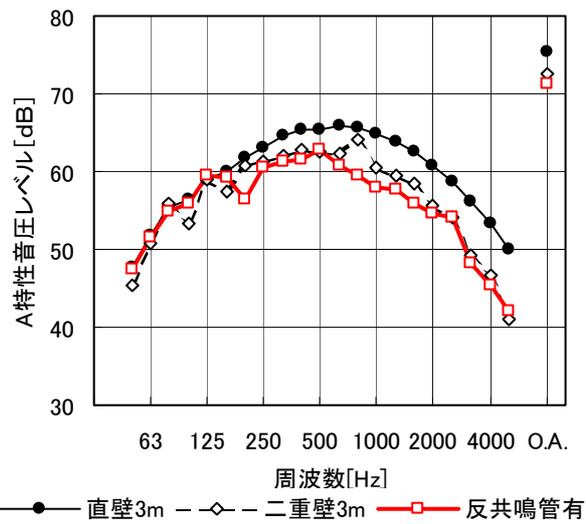


図-11 周波数特性計算結果(10m, 0m点)

## 4. 効果確認試験

### (1) スピーカ試験

建設技術評価制度の方法に準じたスピーカ試験により、騒音低減効果の確認を行った。測定の配置を図-12に示す。この方法では、遮音壁の無い状態とある状態で、音圧レベルを測定し、音源の周波数特性を道路交通騒音の荷重として、挿入損失を求める。そして、従来型遮音壁（日本道路公団仕様金属製吸遮音パネル）と新型遮音壁の挿入損失の差として、騒音低減効果を導く。

得られた効果を図-13に示す。下部4点平均で3.2dBと良好な低減効果を示した。また、10m離れた地面上の測定点における新型遮音壁と従来型遮音壁の挿入損失の周波数特性を図-14に示す。新型遮音壁は、200Hz以上の周波数で騒音低減効果があることが確認された。

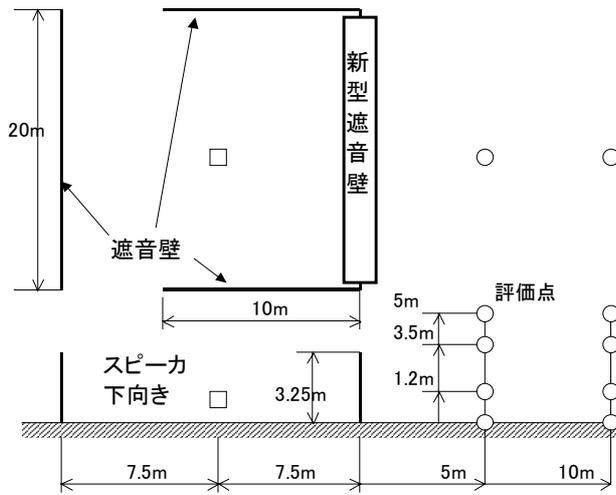


図-12 測定の配置

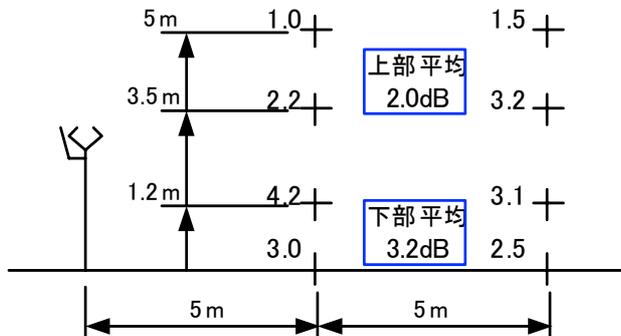


図-13 騒音低減効果（スピーカ試験結果）

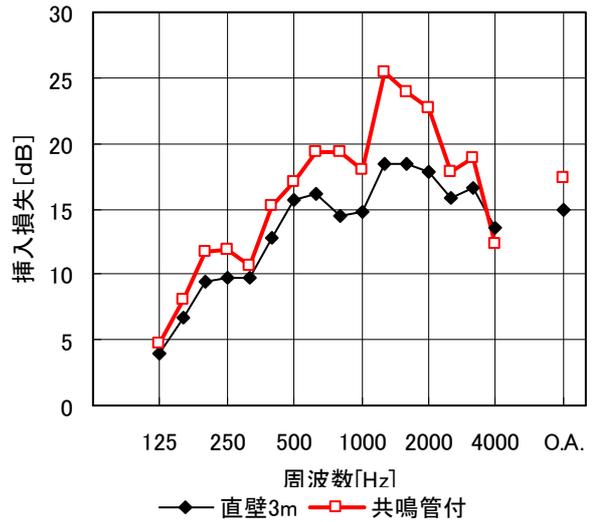


図-14 壁の挿入損失の周波数特性  
(測定点：壁から10m, 地表面)

## (2) 実路試験

次に実際の道路に施工し、効果を確認した結果を示す。<sup>10)</sup>

### a) 試験条件

試験に用いた遮音壁の設置状況を写真-2に示す。新型遮音壁の施工延長は200mであり、新型遮音壁の両側は各々300m以上高さ3mの遮音壁が続いている。なお、施工の関係上、高さ2.5mの従来型遮音壁と高さ3mの新型遮音壁との比較の状態での測定を行い、騒音予測式に基づいた補正により、騒音低減効果を導いた。

測定は、姫路バイパス上り線奥山第2高架橋付近(86.0kP)において実施した。現場は、上下各3車線の自動車専用道路であり、日交通量は約10万台である。測定地点の状況を図-15に示す。また、舗装は施工後間もない排水性舗装であった。

本試験は、本線通過車両からの回折音に対する騒音低減効果を求めることを目的としている。このため、暗騒音が小さく、また、側道を通る車両の少ない、夜間に測定を実施した。また、 $L_{eq}$ の分析に当たっては、側道を車両が通過している時間は、分析から除外した。



写真-2 遮音壁設置状況

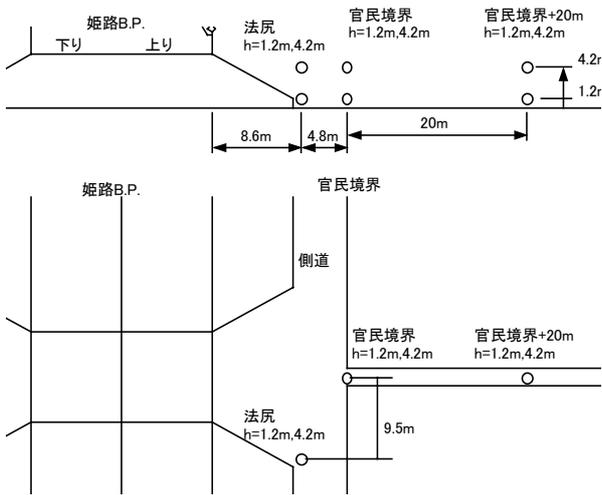


図-15 測定地点の状況

b)測定結果

交通量のほぼ等しい4時間帯（各10分）について分析を行い、求めた等価騒音レベル（Leq値）低減量を図-16に示す。官民境界の測定点において、効果が小さいのは、構造物音の影響である。法尻では構造物音の影響を避けるため測定点をずらしたが、官民境界では現地の状況から、測定点はずらしていない。官民境界+20m、h=4.2m点における周波数分析結果を図-17に示す。新型防音装置は、315Hz程度の低い周波数から騒音低減効果を示しており、1kHzを中心に630Hz～2kHzでの効果が顕著なものとなっている。

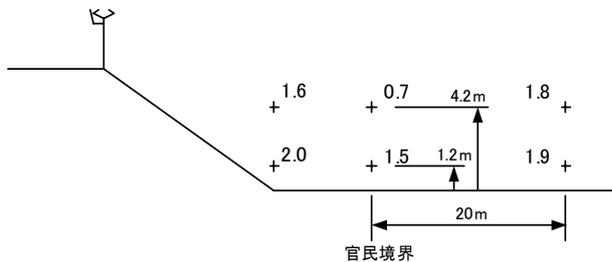


図-16 騒音レベル（Leq）低減量 [単位dB]

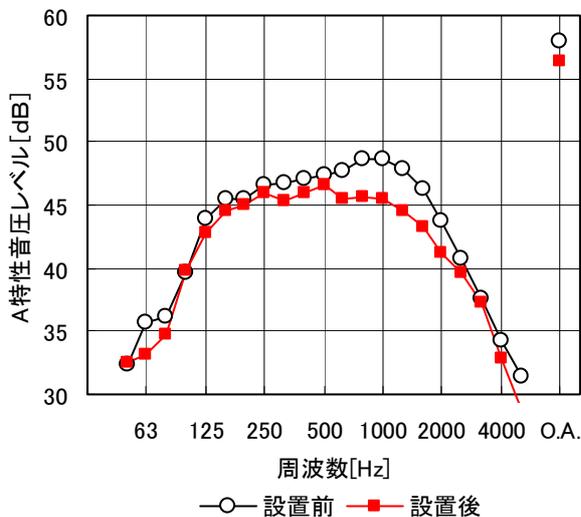
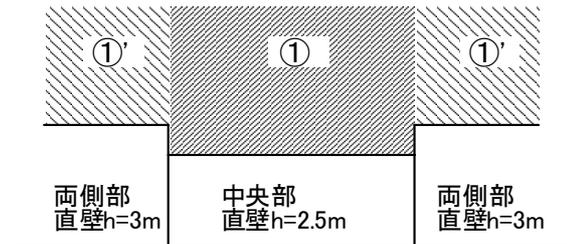


図-17 周波数分析結果

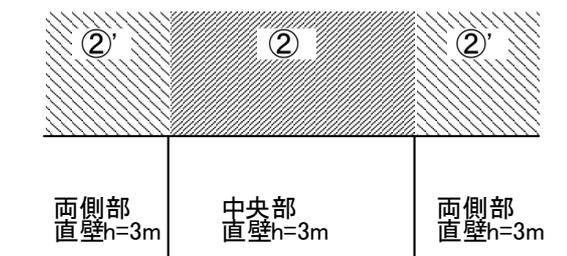
図-16に示した騒音レベル低減量は、施工前後の比較であり、新型遮音壁の効果のほかにも、0.5m分の嵩上げの効果も含む。また、施工延長も、200mと十分ではない。そこで、道路交通騒音予測計算法ASJモデル1998（B法）<sup>11)</sup>を用いて、高さの影響の補正と施工延長の影響の補正を行った。補正の手順を図-18に示す。補正後の効果を図-19に示す。遮音壁から30m以上離れた地点でも、低騒音舗装に対して、2dBを超える効果が得られることは、本防音装置の有効性を示している。なお、この補正值は、高さ3mの通常遮音壁に対して、同じ高さの新型遮音壁が延長200m設置された場合の設置区間の効果を示すものである。

なお、官民境界において、極めて小さな値となっているのは、高架橋の構造物音の影響を考慮していないためである。

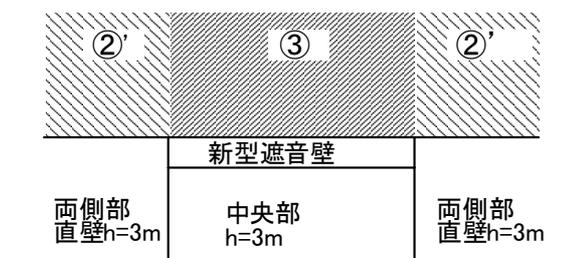
- [STEP1]  
I（事前測定測定値）をASJ1998により、  
①、①'に分離
- [STEP2]  
事前事後の交通量を補正し、②、②'を算出
- [STEP3]  
III（事後測定値）より、②'を減じて、③を算出
- [STEP4]  
高さ・施工延長補正後効果 ③-②



新型遮音壁施工前測定状態



効果比較のための仮定遮音壁配置



新型遮音壁施工後測定状態

図-18 補正の考え方

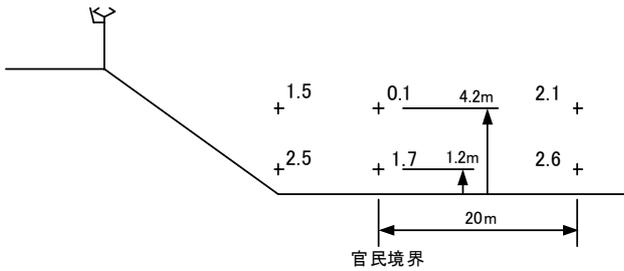


図-19 騒音低減効果 [単位 d B]  
(設置前後壁高さ, 施工延長補正後)

また、高さ3mの新型遮音壁の騒音低減効果に相当する従来型遮音壁の高さの見積を、同じくASJモデル1998 (B法)に基づき行った。結果を図-20に示す。高さ3mの新型遮音壁は、高さ4m~5mの従来型遮音壁に相当する。

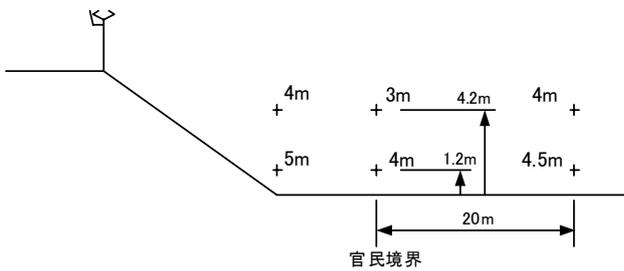


図-20 高さ3mの新型遮音壁の嵩上げ相当高さ

## 5. 効果予測式

道路交通騒音のアセスメントにおいて、ASJ1998などの予測手法が一般的に用いられている。同手法では、音源-評価点の距離に基づく距離減衰と音源-評価点を直線で結んだ距離と壁上端を經由して結んだ距離の差 $\delta$  (行路差) から定まる回折減衰量により、騒音レベルを予測する。新型遮音壁においては、直壁と行路差に差があるわけではないので、予測手法をそのまま使うわけにはいかない。そこで、行路差による回折減衰量補正值の形で、本遮音壁の効果が表現できるか検討を行った。

具体的には、境界要素法を用いて直壁と本遮音壁それぞれの壁高さ、評価点を変え様々な行路差での道路交通騒音の荷重を懸けての音圧レベル差より求めている。直壁に対する本遮音壁の低減量と行路差 $\delta$ の関係を図-21に示す。計算値を図中に点でプロットしてるが、直壁対比の低減量と行路差は対応する。行路差を基に本遮音壁の騒音低減効果を予測できると見なされる。

そこで、図-21中に実線および破線で示す補正值 $\alpha_M$ を設定した。補正值 $\alpha_M$ を行路差 $\delta$ により、数式化したものを、式(1)に示す。ここで、行路差が正の値となるのは、音源から評価点が見通せない場合、負の値となるのは見通せる場合である。

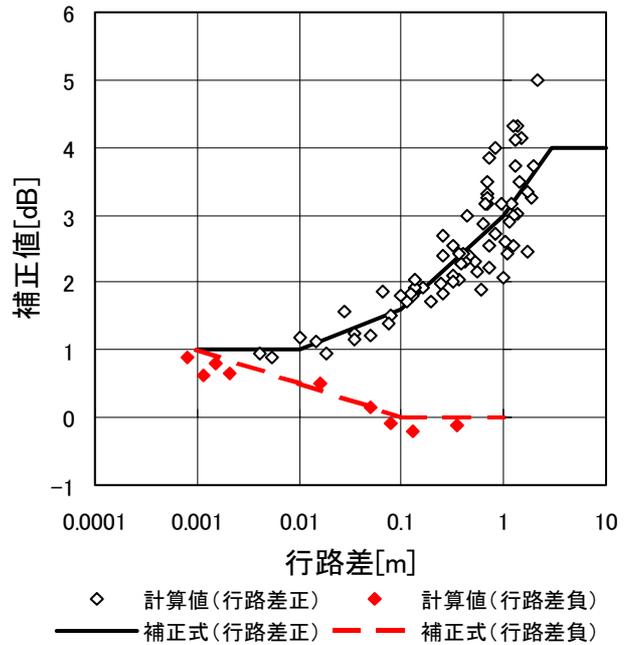


図-21 新型遮音壁の効果の行路差による補正值

$$\alpha_M = \begin{cases} 0 & (\delta < -0.1) \\ -0.5 \times \log_{10}(-\delta) - 0.5 & (-0.1 \leq \delta < -0.001) \\ 1 & (-0.001 \leq \delta < 0.01) \\ 0.6 \times \log_{10}(\delta) + 2.2 & (0.01 \leq \delta < 0.1) \\ 1.4 \times \log_{10}(\delta) + 3 & (0.1 \leq \delta < 1) \\ 2.0 \times \log_{10}(\delta) + 3 & (1 \leq \delta < 3) \\ 4 & (3 \leq \delta) \end{cases} \quad (1)$$

## 6. まとめ

低騒音舗装と遮音壁の効果を両立させるべく、幅0.5mに小型化した新型遮音壁を開発した。

境界要素法に基づいた計算により、低騒音舗装において、遮音壁は、200Hz~630Hzの周波数範囲で大きな騒音低減効果が要求されることを明らかにした。

これに対して、2重Y型遮音壁において明らかになった五角形状によれば、500Hz付近、1kHz付近において5dB程度の騒音低減効果を達成できる。しかし、同形状では、230Hz、720Hzで悪化する。これは、五角形状内部での共鳴によるものである。上記2つの悪化する周波数が3倍であることにもとづき、五角形状に反共鳴管を追加することにより改善を図り、200Hzから上の周波数で良好な騒音低減効果が得られた。

境界要素法による効果計算、スピーカ試験を通じて、反共鳴管を有する新型遮音壁が約3dBの騒音低減効果を有することを確認した。さらに、実際の道路での測定では、30m以上離れた点も含め、施工後数ヶ月の排水性舗装に対して約2dB騒音低減効果が確認された。これは、設置高さ3mで、4m~5mへの嵩上げに相当する。

本防音装置は、吸音材を用いず、その形状により騒音低減を行うものであり、材質を選ぶことにより、透光性も確保することが可能である。日照の面では、

前述の嵩上げ相当高さ以上に、有効と言える。

#### 参考文献

- 1) Ohnishi.H., Nanri.Y., Takagi.K. and Ishikawa.K. : Change in noise reduction effect of drainage asphalt pavement, Proceedings of Internoise 98, pp.209-212, 1998
- 2) Meiarashi.S., Ohnishi.H. and Fujiwara.T. : Noise reduction characteristics of porous elastic road surface, Proceedings of Internoise 96, pp.919-922, 1996
- 3) Shima.H., Watanabe.T., Mizuno.K., Iida.K., Matsumoto.K., Nakasaki.K. : Noise reduction of a multiple edge noise barrier, Proceedings of Internoise 96, pp.791-794, 1996
- 4) 藤原恭司, 小野一則 : 円筒状エッジをもつ障壁による音波回折, 騒音制御工学会技術発表会講演集, pp153-156, 1976
- 5) 大久保朝直, 藤原恭司 : ソフトな円筒エッジを持つ防音壁の遮音性能に関する研究, 日本音響学会講演論文集 2-3-8, pp801-802, 1994.10
- 6) 大西慶三, 西村正治, 大西博文, 上坂克己 : アクティブソフトエッジ遮音壁の開発, 日本音響学会講演論文集 3-6-7, pp.739-740, 1997.9
- 7) Watts.G.R., Chandler-Wilde.S.N., Morgan.P.A., Richardson.I.D. & Ross.C.R. : The combined effects of porous asphalt surfacing and barriers on traffic noise, Proceedings of Internoise 98 pp.3103-3108, 1998
- 8) 騒音・振動研究委員会 : 新型遮音壁の音響効果の評価方法について, 日本音響学会誌54巻4号, pp.333-338, 1998
- 9) 島広志, 渡辺敏幸, 横井隆, 水野恵一郎 : ミニトナカイ型防音装置の騒音低減メカニズム, 日本音響学会講演論文集1-Q-12, pp.815-816, 1998.9
- 10) 塩釜浩之, 渡辺敏幸 : 新型遮音壁の騒音低減効果 - 姫路BPにおける騒音対策と効果確認試験結果 - : 日本道路会議論文集, 2001.12
- 11) 日本音響学会道路交通騒音調査研究委員会 : 道路交通騒音の予測 "ASJ Model 1998", 日本音響学会誌55巻, pp.281-324, 1999

## DEVELOPMENT OF SMALL NOISE BARRIER WITH ANTI-RESONANCE TUBE.

Hiroshi SHIMA, Toshiyuki WATANABE, Teruhiko MARUYAMA

New type of a noise barrier of 0.5 meter width with resonance tube is developed. The barrier shows noise reduction by 2dB on road traffic noise on porous asphalt pavement. Noise reduction of the barrier of 3 meter height equals that of a ordinary noise barrier of 4.5-5 meter height. The barrier reduces diffraction noise by interference and has no absorption materials and the barrier has a transparent type. It reduces prevention of sunshine less than its height.