

防音壁笠木兼用の吸音装置「エコカット」

An Absorptive Equipment Set on the Top of a Noise Barriers

山本 秀治	日本鋼管ライトスチール(株)	商品企画開発センター	副センター長	Hideharu Yamamoto
田尻 英樹	日本鋼管ライトスチール(株)	商品企画開発センター		Hideki Tajiri
島田 正美	ユニプレス(株)	技術開発部	製品開発グループ 課長	Masami Shimada
薩川 勲	ユニプレス(株)	技術開発部	実験センター	Isao Satsukawa

道路用防音壁の頂部に設置する笠木を兼用する独自の吸音装置を開発した。本開発品は、吸音材料を使用せず、アルミニウム製の共振周波数の異なる筒状共鳴室を4室設けることで音の干渉現象を利用し、幅広い周波数帯で大きな騒音低減効果が得られる商品である。加工性、施工性、経済性に優れ、しかも従来品の1/2程度に小型化され、橋梁部、高架部などのあらゆる道路建築限界に対応可能である。

We have developed an original absorptive equipment set on the top of a noise barrier, which decorates the top of it. This developed product uses no absorptive material. It has four tubular resonant rooms made of aluminum, which has various resonance frequencies, and due to the interference phenomenon, it is able to attain a high noise reduction effect at a wide frequency band. It has an easy fabrication, a simple installation, a high cost performance. It is miniaturized as 1/2 as existing products and therefore it can deal with all road limitations of a bridge and elevated part.

1. はじめに

従来、高速道路や一般道路の自動車騒音の低減対策としては、通常道路沿線に防音壁が設置されている。

しかし、最近では交通量の増加、車両の大型化に伴い、防音壁設置高さは増加傾向にある。このような高い防音壁は、騒音低減には効果を発揮するが、建設コストの増大、道路沿線住民に対する日照障害・電波障害、景観性・眺望性不良、車両運転者への圧迫感などの問題が発生している。

以上の問題に対処すべく、音の回折点である防音壁頂部に各種装置を設置し、現状と同程度の高さでより優れた騒音低減効果、遮音効果を発揮させる研究開発がこれまで、多数実施されてきた。

これらの研究開発品は、実用化され自動車騒音の低減に寄与しているが、音響性能、加工性、施工性、経済性などの面でまだまだ課題が残されている。

今回、このような既実用化品の課題を解決するために、当社とユニプレス(株)の2社で以下の特徴を持った防音壁頂部に設置する吸音装置(以下、本稿では吸音笠木または開発品と略記する。商標名は、「エコカット®」)の共同開発を行ったので報告する。

<特徴>

- (1) 共振周波数の異なる筒状の共鳴室を並べその干渉効果により優れた騒音低減効果を発揮する。
- (2) 排水性舗装で既実用化品より大きな騒音低減効果を発揮する。

(3) 小型化・軽量化(断面寸法:幅500mm×高さ150mm 重量:12kg/m)により、道路建築限界に対応可能であり、強度面、加工性、施工性、経済性に優れる。

(4) 従来、防音壁頂部には、笠木(化粧部)を設置し、景観性の向上を図っているが、本開発品は、アルミ押出材を使用しており、笠木を兼用できる。

2. 理論的背景

2.1 基本コンセプト

本開発品は、「ヘルムホルツ共鳴室の性質」Fig.1のように、音響質量と音響容量の1自由度の振動系を形成し、この振動系は共振周波数以上の周波数帯で入射波(騒音)と逆位相になる」を利用して、共鳴室上部で干渉現象を発生させ、騒音音圧を下げることを基本コンセプトとしている。

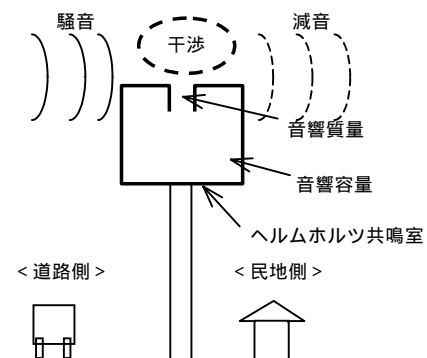


Fig.1 Principle of noise reduction

2.2 断面形状の検討

2.2.1 干渉効果を考慮した基本断面形状

自動車騒音低減のためには、騒音周波数分布に対処するため、本開発品では共振周波数の異なる筒状の共鳴室を並べ、その干渉効果を利用して騒音低減を可能にしている。

各共鳴室の形状は、音響解析ソフトを用いた解析で選定の上、当該形状により試作品を製作し、音響実験を実施した。このような、解析と音響実験の整合性を確認しながら最終的な断面形状を決定していった。

2.2.2 吸音笠木の試作

上記の最終断面形状に基づき、強度、加工性、施工性、景観性、耐久性、製作品の輸送性などを考慮し、構造諸元を検討の上、Fig.2 に示すような吸音笠木の試作品を製作した。

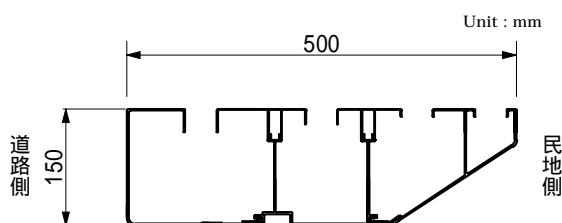


Fig.2 Cross section of a developed absorptive equipment

3. 音響実験

3.1 共同開発2社による室内音響実験（予備調査）

開発品の音響性能予備調査のため以下の内容で、室内音響実験を実施した。

3.1.1 実験方法

- (1) 試験体は Fig.2 の断面形状とし、直壁と開発品設置時の遮音壁高さは $H=1.68\text{m}$ で、同一とした。
- (2) 試験項目は室内における遮音壁の挿入損失とした。
- (3) 半無響室の実験室を利用して Fig.3 のレイアウトで実験した。
- (4) 音源は点音源を使用した。
- (5) 分析周波数範囲は 1/3 オクターブバンドの中心周波数 125 ~ 4000Hz で評価した。

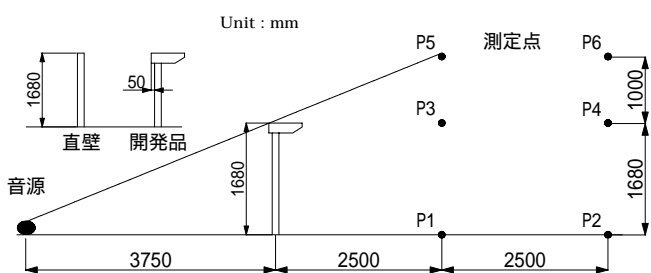


Fig.3 Layout plan of experiment

3.1.2 実験結果

(1) 測定点 6 点の内、P1, P2 の 2 点について直壁と開発品設置時の周波数別挿入損失のグラフを Fig.4 および Fig.5 に示す。これによると、300Hz 以上の周波数帯で騒音低減効果が出ている。

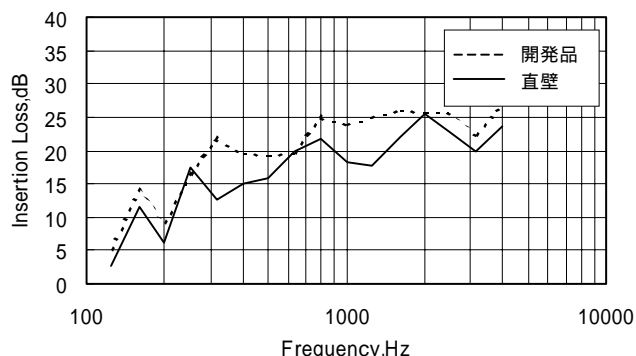


Fig.4 Insertion loss of various frequency at receiver P1

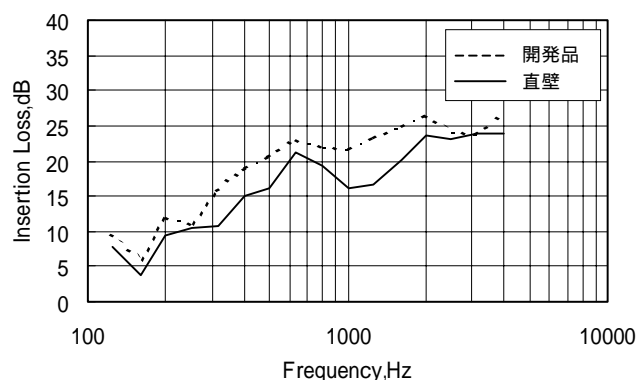


Fig.5 Insertion loss of various frequency at receiver P2

(2) Fig.6 および Fig.7 は、おのおの普通舗装交通騒音（A 特性加重）特性と排水性舗装交通騒音（A 特性加重）特性から直壁と開発品の挿入損失量を引いた 125 ~ 4000Hz での挿入損失量（OA 値）である。この両図から明らかなように本開発品は、従来、低減しづらかった排水性舗装騒音でも効果を発揮している。

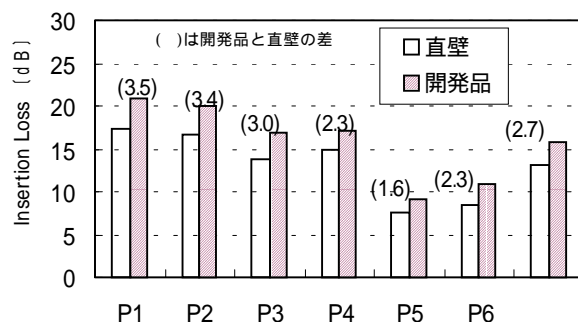


Fig.6 Insertion loss at traffic noise of general asphalt pavement

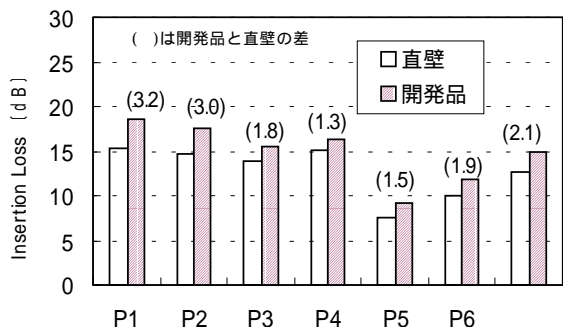


Fig.7 Insertion loss at traffic noise of drainage asphalt pavement

3.2 公的機関によるフィールド音響試験（最終評価）

開発品最終評価のため以下の内容で、建設省技術評価制度に準拠したフィールド音響試験を実施した。

3.2.1 試験方法

- (1) 試験体は Fig.2 の断面形状とし、直壁と開発品設置時の遮音壁高さは、 $H=3.2\text{m}$ で同一とした。
- (2) 試験項目はフィールドにおける遮音壁の挿入損失とした。
- (3) ユニプレス(株)山梨工場の屋外駐車場を利用し、Fig.8 の配置で試験した。
- (4) フィールド測定システムは Fig.9 とした。
- (5) 音源は点音源で、広帯域ノイズを使用した。
- (6) 分析周波数範囲は、 $1/3$ オクターブバンドの中心周波数 $125 \sim 4000\text{Hz}$ で評価し、分析方法は同期積分法によった。

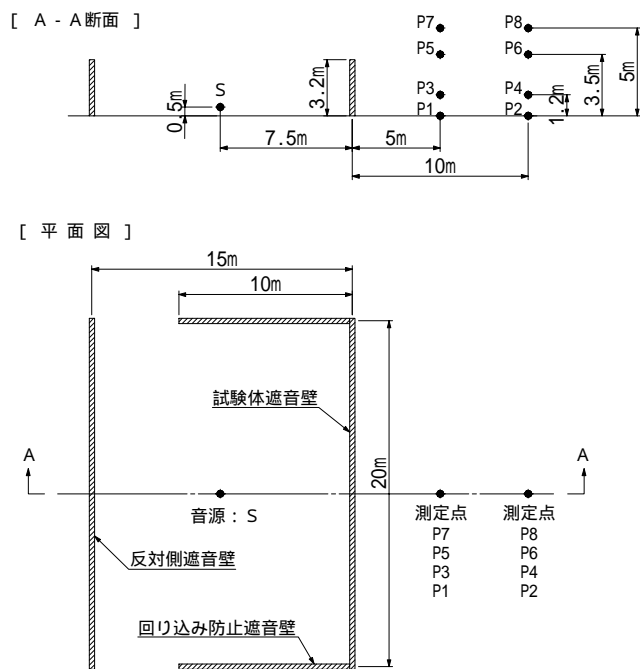


Fig.8 Layout plan of a noise barrier and measurement

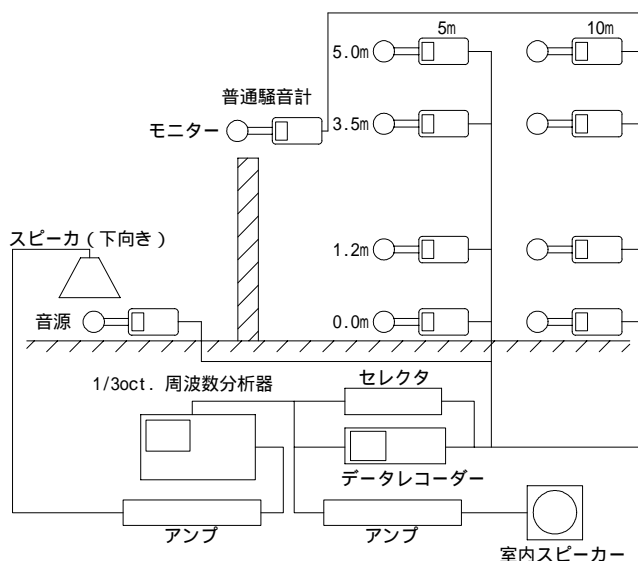


Fig.9 Schematic illustration of a measurement system

3.2.2 試験結果

Photo 1 および Photo 2 は試験状況を示し、今回の最終評価試験で得られた結果を Table 1 に示す。

この結果、点音源に対して高さ約 3m の遮音壁最上段の吸音板を、従来の統一型から開発品の吸音笠木に変えることにより最大 4.5dB、平均で 2.6dB の騒音低減効果が達成できることが検証できた。



Photo 1 Part of a absorptive equipment



Photo 2 Whole of a noise barrier

Table 1 Insertion loss of each receiver point

No.	L (m)	h (m)	S (m)	L1 (dB)	L2 (dB)	D (dB)
1	5.0	0.0	1.64	22.1	19.8	2.3
2	10.0	0.0	1.14	19.5	15.5	4.0
3	5.0	1.2	1.04	22.3	17.8	4.5
4	10.0	1.2	0.81	20.0	15.7	4.3
5	5.0	3.5	0.21	12.9	10.8	2.1
6	10.0	3.5	0.31	14.4	11.7	2.7
7	5.0	5.0	0.01	6.7	6.4	0.3
8	10.0	5.0	0.01	9.0	8.3	0.7
平均				15.9	13.3	2.6

No. : 測定点番号
 L : 防音壁からの水平距離
 h : 地面からの高さ
 S : 行路差
 L1 : 吸音笠木設置時の挿入損失 (A 特性加重)
 L2 : 統一型防音壁の挿入損失 (A 特性加重)
 D : 差分

4. 考察

4.1 挿入損失量の比較

同業他社の類似開発品のうち、建設省の技術評価制度に準拠した評価結果と当グループの開発品の公的試験機関による最終評価結果を比較すると Table 2 のとおりとなる。他社品 E が最も挿入損失量が大きく優れているが、大型で重量も重く、小型化が課題と考えられる。

当グループの開発品は、橋梁部、高架部などの建築限界に対応可能となる小型・軽量化を実現し (体積比、重量比ともに約 50% 減)、しかも遮音性能にも優れている。また、排水性舗装交通騒音 (A 特性加重) でも測定点 8 点の平均が直壁比で 2.3dB の効果があり、他社開発品には見られない低周波帯での減音効果がある。

4.2 防音効果に関する考察

防音壁頂部に共鳴室パネルを設置することにより防音効果を発現するが、共鳴室の形状・構成によりその効果が大きく変化することが、室内実験とフィールド試験で確認できた。

また、今回の吸音笠木を設置することによる防音効果はフレネル数に対する減衰値から行路差を逆算することにより、統一型にして 2m 程度の嵩上げ効果を有することが幾何学的に計算できる。

5. 既設防音壁への施工方法

最終評価試験で高さ 3m の防音壁頂部に本開発品を 20m 分設置したが、取り付けには Fig.10 に示すブラケットを使用し、M12 のボルトで固定した。施工時間は 1 時間で、1m 当たりの施工時間は 3 分であり、既存品に比べて施工時間の短縮が期待できる。新設防音壁への設置については、統一型パネルと一体化した構造を検討中である。

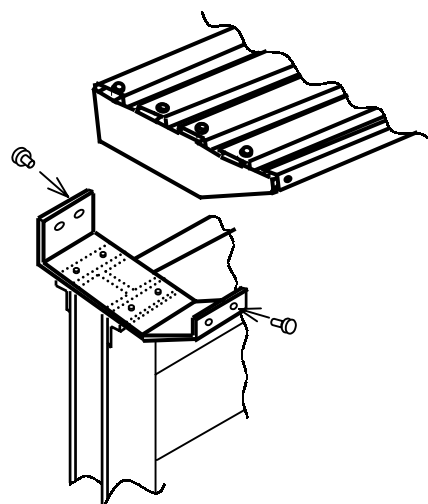


Fig.10 Installation method to an existing noise barrier

Table 2 Comparison of variou type's insertion loss of each receiver point (dB)

No	L (m)	h (m)	当社笠木	他社品 A (円筒型)	他社品 B (円筒型)	他社品 C (円筒型)	他社品 D (Y型)	他社品 E (三角形)
1	5.0	0.0	2.3	2.5	2.4	4.3	3.0	5.1
2	10.0	0.0	4.0	1.6	1.2	2.7	2.5	4.6
3	5.0	1.2	4.5	2.7	3.2	3.7	4.2	5.6
4	10.0	1.2	4.3	1.7	1.4	3.6	3.1	3.9
5	5.0	3.5	2.1	0.9	0.3	2.6	2.2	1.9
6	10.0	3.5	2.7	0.6	0.6	2.5	3.2	3.1
7	5.0	5.0	0.3	1.0	0.9	1.3	1.0	1.1
8	10.0	5.0	0.7	0.4	- 0.2	1.3	1.5	1.2
平均			2.6	1.4	1.2	2.8	2.6	3.3

参考文献

6. まとめ

今回の新型吸音笠木の開発に当たって実施した一連の室内実験、フィールド試験で判明したことを以下にまとめる。

- (1) 既存の類似品に対して同レベルの防音性能を有することを公的機関の最終評価試験で確認できた。
- (2) 橋梁部、高架部の建築限界に対応可能な小型・軽量の吸音笠木である。
- (3) 従来の統一型防音壁と同等以上の施工性があり構造強度、加工性、経済性に優れている。

7. おわりに

技術評価制度に準拠した最終評価のフィールド試験は、これまでの既存類似品と比べて防音性（挿入損失量）に優れることが判明した。今後は実道路に使用し、騒音低減効果の確認を行っていきたい。

最後に、共同開発に当たりご指導、ご協力いただいたユニプレス㈱の関係者各位に深く感謝の意を表します。

- 1) 山本貢平. “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).
- 2) 藤原恭司. “新しい遮音壁”. 日本騒音制御工学会「騒音制御」. Vol.23, No.3, pp.131-135(1999.6).
- 3) 前川純一. 穿孔板およびスリットによる吸音構造「建築・環境音響学」. pp.88-90(1996.3).

<問い合わせ先>

日本鋼管ライトスチール㈱ 商品企画開発センター
Tel. 03 (5644) 1212 山本 秀治
田尻 英樹
E-mail address : h-yamamoto@nkkls.co.jp
h-tajiri@nkkls.co.jp