

アクティブノイズコントロールを用いた 建設騒音の低減技術

ミュート、ミュートハイブリッドパネルの開発

太田 稔・林

学・梅田 克則

建設工事における騒音は、その発生が限られた施工期間であるとはいえ近隣住民に少なからずストレスを与えることとなる。騒音対策においては、従来より仮設防音シートや仮設防音パネル等によるパッシブ方式の対策が実施されている。

本稿では従来技術に加えて簡易な仮設システムを用いた工事騒音の低減に対する取組みとして、反転位相波形を生成する、いわゆるアクティブノイズコントロールを用いて騒音を低減するアクティブ減音装置ミュート（以下「本装置」という）と軽量減音材ミュートハイブリッドパネル（以下「本減音材」という）の技術の活用事例について紹介する。

キーワード：環境対策工，騒音防止対策工，仮設工，アクティブノイズコントロール，逆位相

1. はじめに

近年、工事施工中の周辺生活環境の保全への要望が高まり、近隣住民や発注者からはより高いレベルでの対策が求められている。特に工事騒音に関する要求レベルは非常に高く、騒音の発生源対策もさることながら、工事用仮囲い壁の防音性能を上げることによる対策も多い。

ここで、近隣へ届く工事騒音は仮囲い壁がある場合には、仮囲い壁自体を透過する音（以下「透過音」という）と仮囲い壁の上部を回折する音（以下「回折音」という）の合成音となる。これまでは一般的に透過音の低減対策を実施してきたが、騒音をより低減するために透過音のみでなく回折音も同時に減音することに着目した。

従来技術での回折音の減音方法は、仮囲い上部形状

を工夫しエッジ効果により抑制をはかるものはあった。しかし、現場からの高い要求を満足するため、「音を音で減音する」アクティブノイズコントロールの技術を活用して、工事仮設用の減音装置を新たに開発した。

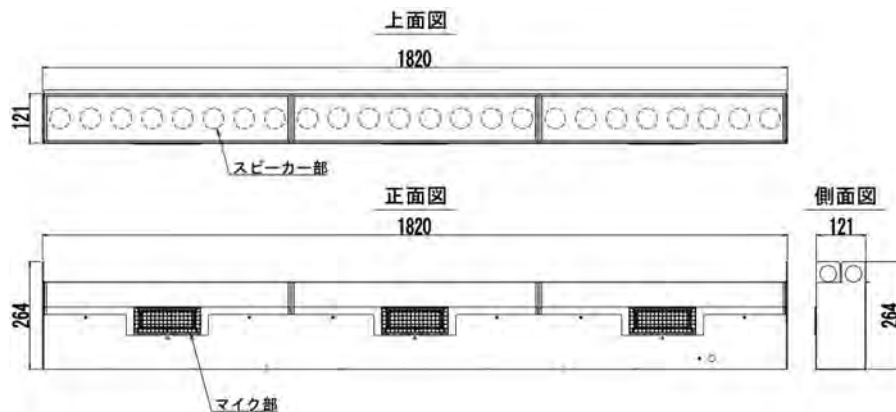
2. アクティブ減音装置

(1) 本装置の概要

本装置の外観を写真—1、図—1に示す。本装置と



写真—1 本装置



図—1 本装置 外観図



図一2 本装置の原理

は問題となる騒音に対して同振幅かつ逆位相の音を重ね合わせて騒音そのものを減音する方法である（図一2）。本装置は騒音発生源側に向けたマイク部で騒音を受け、制御回路により周波数毎の反転位相波形を生成し、上向きスピーカー部から逆位相の音を放射し減音する構造である。また本装置はこれまで困難であったアクティブ方式による広周波数帯域（250 Hz～2.5 kHz）の減音を可能とし、電源を供給するだけで稼働できる装置とした。

(2) 性能確認試験

(a) 試験概要

建設現場における工事騒音を対象として、本装置の



図一3 設置方法

設置有無による騒音低減効果の確認試験を屋外で実施した。試験はホーンスピーカーにより疑似騒音を発生させ、本装置の有無による音圧レベルの比較を行った。試験は段階を分けて実施し、1回目の試験では装置1台（単独）の性能確認を、2回目の試験では現場適用時と同様に装置を連続設置し騒音の低減効果を確認した。なお本装置は仮設防音パネルによる仮設防音壁への取付けを対象としているため試験時も同様とした。ここで本装置の基本的な設置方法を図一3に示す。

(b) 単独設置での試験

各ケース（表一1）について音圧レベルを測定し、本装置の減音効果は次式により算出した。

減音効果： $IL = L1 - L2$ （音圧レベルの差異）

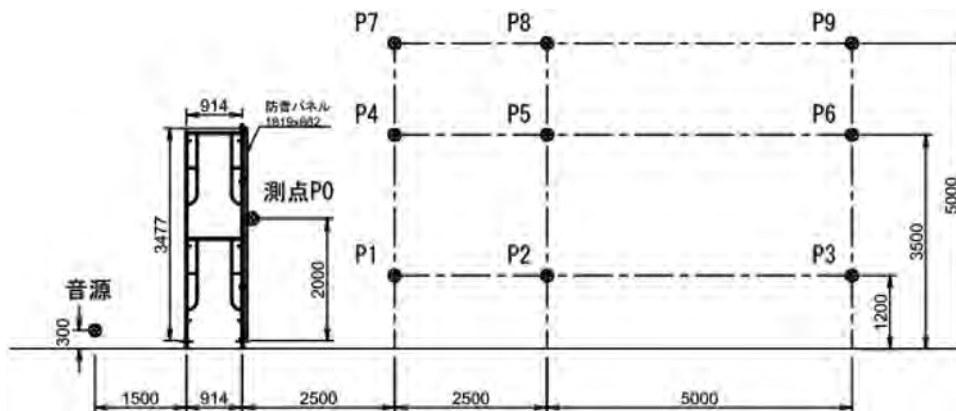
測定は1/3オクターブバンド（周波数範囲63 Hz～10 kHz）とする。単独設置での試験における資機材の配置及び計測点の側面図を図一4に示し、設置状況写真を写真一2、3に示す。

表一1 測定ケース一覧（単独設置）

No.	仮設防音パネル高さ	本装置の設置
Case-1	枠組足場1段	設置しない
Case-2	枠組足場1段	設置する
Case-3	枠組足場2段	設置しない



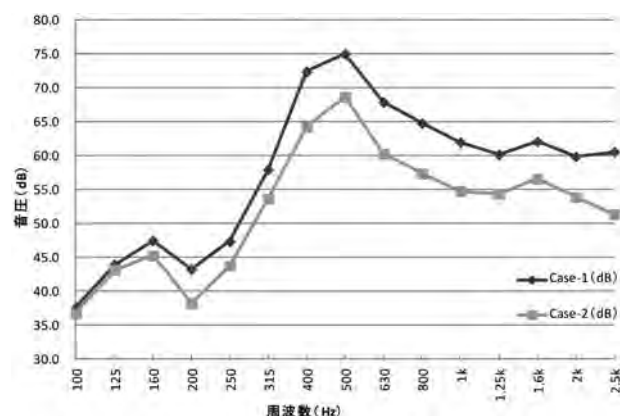
写真一2 設置状況（単独設置）



図一4 計測側面図（単独設置）



写真—3 騒音低減装置設置状況（単独設置）



図—7 周波数毎の減音効果（測点P4）

ここで、測定ケース毎における音圧レベルおよび本装置の設置による効果を表—2および図—5,6に示す。

また、測点P4における周波数毎の減音効果を図—7に示す。

試験結果より、

- ① 桝組足場1段において、本装置の有無（Case-1とCase-2との差）に伴う減音効果は4.05 dB～

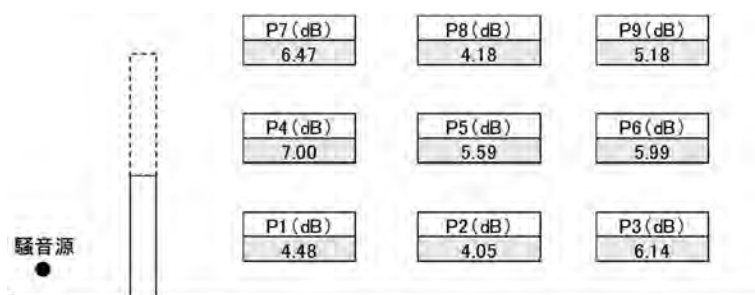
7.00 dB であり、10 m 離れた測点においても約 5～6 dB の高い減音を確認できた。

- ② 桝組足場2段（Case-3）と桝組足場1段に本装置を設置した場合（Case-2）との比較により、音源が直接目視できる点およびその近辺を除く回折音が卓越する測点においては、本装置による減音効果の優位性が確認された。

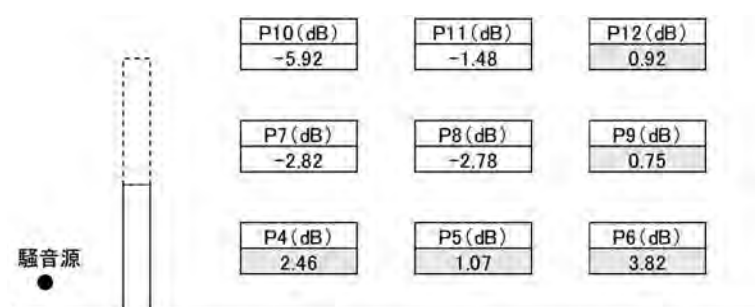
表—2 測定結果（単独設置）

(dB)

ケース No.	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
① Case-1	71.85	67.01	66.74	78.28	72.71	67.70	82.40	73.20	67.64
② Case-2	67.37	62.96	60.60	71.29	67.12	61.71	75.93	69.02	62.47
③ Case-3	69.84	64.03	64.43	68.47	64.33	62.46	70.01	67.55	63.38
①－②	4.48	4.05	6.14	7.00	5.59	5.99	6.47	4.18	5.18
③－②	2.46	1.07	3.82	-2.82	-2.78	0.75	-5.92	-1.48	0.92



図—5 音圧レベルの差（Case-1-Case-2：単独設置）



図—6 音圧レベルの差（Case-3-Case-2：単独設置）

- ③ 200 Hz～2.5 kHz の幅広い周波数帯域において、
4～9 dB の減音効果が確認された。

(c) 連続設置での試験

現場適用時と同様に本装置を連続して屋外に設置し、表―3に示す各ケースについて音圧レベルを測定した。試験方法は単独設置時と同様とした。資機材の配置及び計測点の側面図および正面図を図―8、9に示し、状況写真を写真―4～6に示す。

ここで、測定ケース毎における音圧レベルおよび本装置の設置による効果を表―4および図―10に示す。

また、測点 P1 における周波数毎の減音効果を図―11に示す。

試験結果より、

- ① 連続設置の場合においても疑似騒音に対して、約
6 dB～9 dB の減音効果が確認できた。
② 200 Hz～2.5 kHz の幅広い周波数帯域において、

表―3 測定ケース一覧（連続設置）

No.	仮設防音パネル高さ	本装置の設置
Case-1	桝組足場1段	設置しない
Case-2	桝組足場1段	設置する



写真―4 正面全景（連続設置）



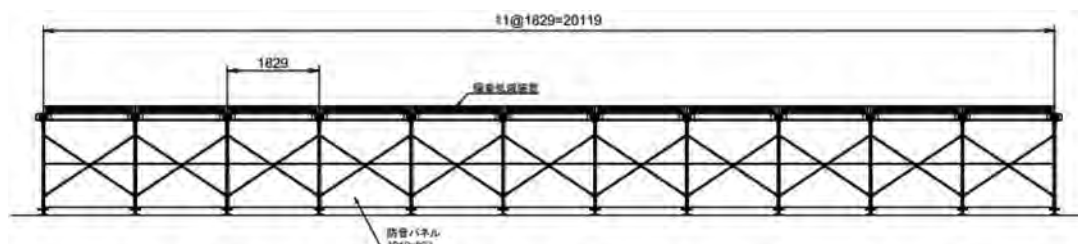
写真―5 背面全景（連続設置）



写真―6 本装置設置状況（連続設置）



図―8 計測側面図（連続設置）



図―9 正面図（連続設置）

5～12 dB の減音効果が確認された。

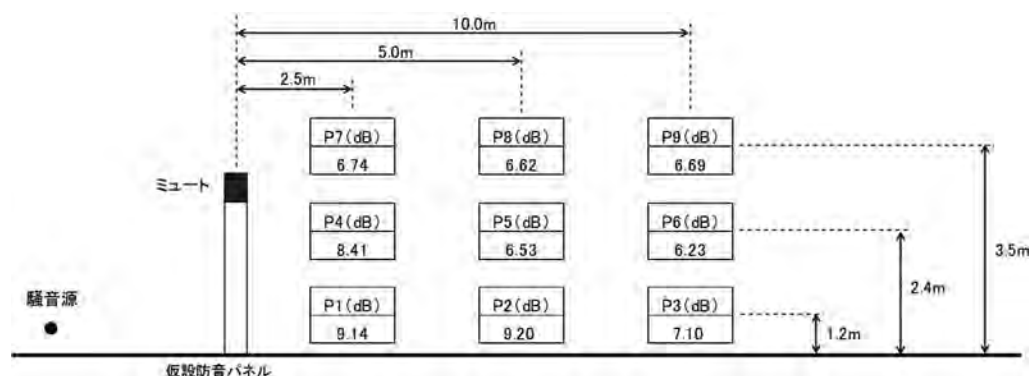
2回の試験により、工事騒音に対する減音効果および仮設防音パネルを設置した足場への適用性が確認できた。

(3) 現場使用による課題

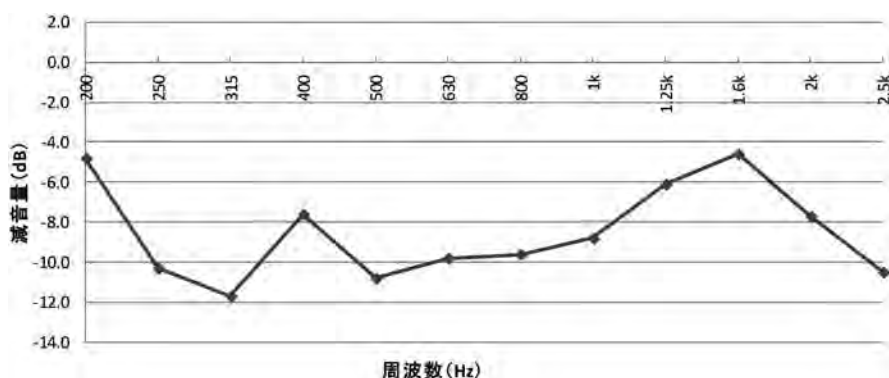
現場での使用を重ねる中で課題も現れてきた。本装置の性能確認は仮設防音パネルによる試験を実施していたが、現場で特に減音の需要がある工事敷地境界では鋼製仮囲い（フラットパネル等）上での本装置の使用が多かった。鋼製仮囲いは仮設防音パネルに比べる

表－4 測定結果（連続設置）

測定 No.	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
① Case-1	69.59	68.88	67.95	76.98	72.40	68.18	83.11	77.59	71.27
② Case-2	60.45	59.68	60.85	68.57	65.87	61.95	76.37	70.97	64.58
①－②	9.14	9.20	7.10	8.41	6.53	6.23	6.74	6.62	6.69



図－10 音圧レベルの差（Case-1-Case-2：連続設置）



図－11 周波数毎の減音効果（測点 P1）

と透過音の減音性能に劣るため、合成音として近隣へ伝わる騒音の減音効果は低い結果となっていた。そこで鋼製仮囲いにおいても回折音の減音効果を得るために、現場で取付けが容易な軽量減音材を開発した。

3. 軽量減音材

(1) 本減音材の概要

仮囲いの防音性能を向上させる製品は、各社よりリリース・販売されているが、防音性能の高い製品は重量のある大がかりなモノが大半を占め、現場での設置や取付けにも手間がかかる。

そこで労働者不足や省力化も踏まえ軽量で持ち運びや設置が容易にできる遮音性能の高い本減音材を開発した。

本減音材の製品寸法および重量は、幅：440 mm × 高さ：1200 mm × 厚さ：65 mm 質量 3.5 kg であり、高い防音性能を得るために構造は、吸音性能（発泡体）

＋遮音性能（発泡体・繊維板）＝ハイブリッド減音材（複合構造）とした。なお設置は磁石を利用して貼り付けることで省力化を図っている。その外観を写真－7、実際の現場での設置状況写真を写真－8に示す。



写真－7 本減音材 外観



写真—8 現場設置状況

(2) 性能確認試験

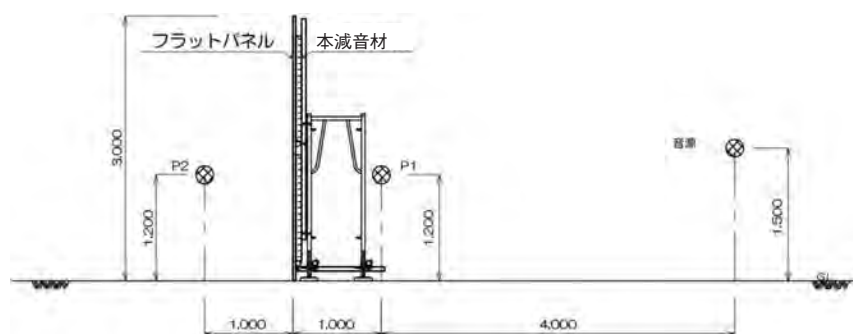
試験は屋外でアクティブ減音装置の試験時と同様に疑似騒音を利用し、フラットパネルに本減音材を設置したことによる騒音低減効果の確認を行った。

Case-1：フラットパネル＋本減音材（測点 P1, P2）
測点等は計測側面図（図—12）に示す。

ここで、測定ケース毎における音圧レベルおよび当装置の設置による効果を表—5および図—13に示す。

試験結果より、

①建設騒音の多くを占める 500 Hz ～ 2 kHz の発生音について軽量減音材の裏面側（測点 P2）で

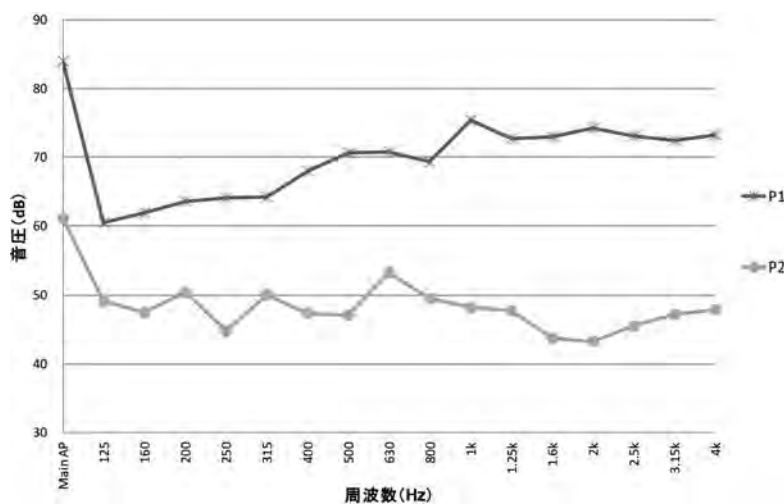


図—12 計測側面図（フラットパネル＋本減音材）

表—5 測定結果（Case-1: 本減音材設置）

(dB)

周波数 (Hz)	P1	P2	差	周波数 (Hz)	P1	P2	差
MainAP	84.0	61.1	22.9	800	69.3	49.5	19.8
125	60.5	49.1	11.4	1K	75.4	48.2	27.2
160	61.9	47.5	14.4	1.25K	72.7	47.7	25.0
200	63.6	50.4	13.2	1.6K	73.0	43.7	29.3
250	64.1	44.8	19.3	2K	74.3	43.3	31.0
315	64.2	50.1	14.1	2.5K	73.1	45.5	27.6
400	68.0	47.4	20.6	3.15K	72.4	47.2	25.2
500	70.6	47.1	23.5	4K	73.2	47.9	25.3
630	70.8	53.3	17.5				



図—13 本減音材の設置効果

23.5 dB ～ 31 dB の減音が確認された。

4. おわりに

現場において騒音を低減する方法は頭を悩ませる課題である。新しく開発したアクティブ減音装置「ミュート」はその減音効果が確認され、既に 60 件以上の公共工事で活用いただいている。また軽量減音材「ミュートハイブリッドパネル」についても徐々にニーズが高まっており、両者を活用することにより工事施工中の近隣住民の生活環境維持に貢献できると考えている。なお今後の方針として、アクティブ減音装置「ミュート」と軽量減音材「ミュートハイブリッドパネル」の効果を相乗していけるように改良を進めたいと考えている。

謝 辞

最後になりますが本装置の開発にあたり、(株)ORB (オーブ)／旧社名：ジェーエイアイ(株)には、多大なるご協力を頂きました。ここに誌面をお借りして感謝の意を表します。

J C M A

【筆者紹介】

太田 稔（おた みのもる）
村本建設(株)
技術開発部 課長



林 学（はやし まなぶ）
村本建設(株)
技術開発部 部長



梅田 克則（うめだ かつのり）
村本建設(株)
建設環境事業部 チームリーダー

