

アクティブ減音システムを活用した工事騒音対策

(株)竹中土木 正会員 ○吉村 喜一郎 近 信明 阿部 崇
(株)竹中工務店 中島 立視 鈴木 和憲

1. はじめに

エンジン音の様に低い周波数の音が卓越する工事騒音は、振動感、圧迫感、頭痛などの身体的、精神的苦痛を周辺住民へ与える場合があると指摘されている^{※1)}。しかしながら、従来の防音壁では低い周波数の音の減音効果が小さいため、小規模で効果的な騒音対策の開発が望まれている。そこで、低い周波数の音が卓越する工事騒音を効果的に減音するよう、アクティブ減音システム (Active Noise Control System 以下 ANC と称す)^{※2)}を活用した騒音対策を実施した。本報告はその概要および効果確認結果について述べる。

2. 騒音対策の概要

(1) ANC の基本原理

ANC の基本原理を図 1 に示す。ANC は、音に同振幅・逆位相の人工音を加えることで減音させる『音で音を消す』技術である。

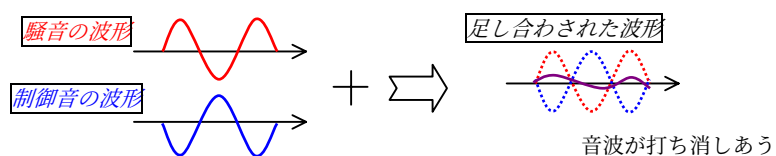


図 1 ANC の基本原理

(2) 本対策の概要

ANC を活用した工事騒音対策の概要を図 2 に示す。騒音源から放射された音波の一部は防音壁で遮られるが、一部は防音壁の上部を越えて壁の反対側に伝搬する。これを回折音という。ANC は騒音源の近くに設置したセンサマイクで集音した音波を、制御領域で逆位相となるように制御回路にて

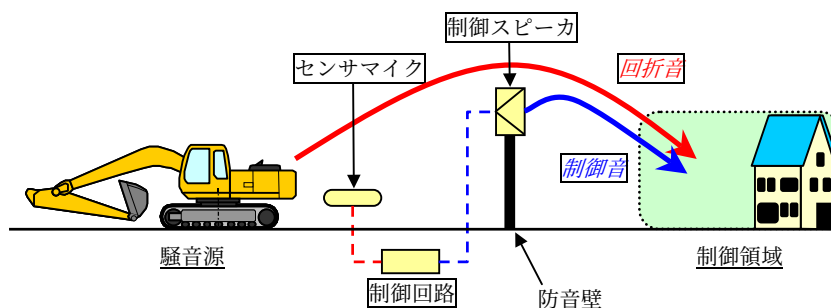


図 2 工事騒音対策の概要

信号処理して、防音壁上部に取り付けた制御スピーカから制御音波を放射する。制御領域では、回折音波と制御音波とが打ち消し合い減音する。従来は、周波数が低い音ほど防音壁で遮蔽されにくく、壁の反対側に伝搬しやすいため、低い周波数の回折音を減音するために防音壁の高さを高くする必要があった。これに対し、本対策は低い周波数の減音効果が大きい ANC を活用することで、防音壁の高さを低くすることが出来る利点がある。

(3) アーク制御アルゴリズムの概要

『アーク制御アルゴリズム』の概要を図 3 に示す。この技術は、Huygens-Fresnel の原理^{※3)}を応用して、制御音源スピーカの配置方法とスピーカへ供給する信号を最適化する技術である。防音壁上に直線配置されたスピーカを、騒音源を中心とする半径 R のアーク(円弧)状にデジタル信号処理により仮想配置するもので、ANC による制御領域を広い範囲で確保することを目的に開発した。

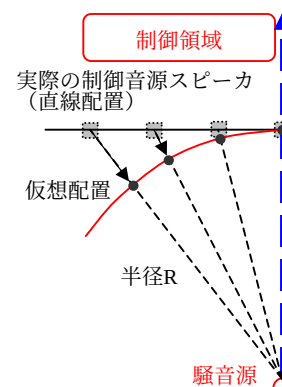


図 3 アーク制御アルゴリズムの概要

3. 効果確認の概要

(1) 現場条件

効果確認は、門真市の住宅密集地に位置する第二京阪国道の橋梁下部工の

キーワード 騒音, 防音壁, アクティブ減音システム, 回折音

連絡先 〒136-8570 東京都江東区新砂 1 丁目 1 番 1 号 (株)竹中土木 TEL 03-6810-6215

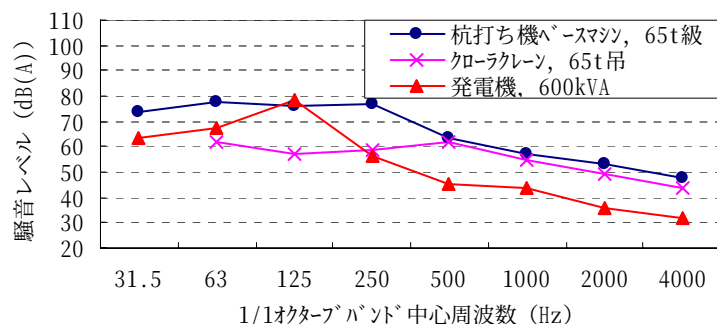


図4 稼動機械と騒音レベル (25m点)

築造工事における、場所打ち杭の作業において実施した。

(2)対策対象機械の音源特性

効果確認時の稼動機械と各機械の25m点における騒音測定値を図4に示す。各機械の騒音測定値は、概ね63～125Hzの低い周波数の音が卓越している。

(3)騒音対策の詳細

騒音対策の詳細を表1に、配置状況を図5に示す。騒音発生源側の対策として、まず2基の発電機を防音壁で覆い防音した(対策B, C)。そして、高さ2mの防音壁を敷地内住戸側に設置し(対策A)、その上部にANC用の制御スピーカを設置した(対策D)。最も広い制御領域と大きい減音効果が得られるように、事前の解析により制御スピーカの個数、間隔を決定し、アーク制御アルゴリズムを用いて制御した。

(4)測定結果

減音効果の測定結果を図6, 7に示す。図6より、周波数毎の減音効果は、概ね10dB以上であり、本対策が全周波数帯域に有効であることが確認された。特に、従来の防音壁が高い周波数の音に有効であるのに対し、ANCは低い周波数の音に有効であることが分かる。また、図7より、オーバーオールで約10dBの減音効果が確認された。

5. おわりに

ANCを活用した騒音対策の減音効果は、80Hzで12dB以上であった。これは従来の防音壁の高さを7m(測定時の防音壁の高さは2m)にした場合と同等の効果である。本対策が防音壁の規模の縮小に有効な技術であるといえる。しかし、ANCはハンマー音などの突発的な音や騒音の周波数特性が頻繁に変わる音に適応して制御できない場合は有効に作用しない。そのため、従来の7mの高さの防音壁と比較して確実性で劣る点是否めない。本技術の適用に当たっては、中高音の騒音を従来の防音壁で十分に減音させた上で、本技術が得意とする低い周波数の音を減音させることに留意した本技術のオペレーションが必要である。

最後に、現場効果確認に際しご協力頂いた、国土交通省浪速国道事務所に感謝の意を表します。

【参考文献】1)環境省環境管理局大気生活環境室、低周波音問題対応の手引書、H16.6

2)中島、鈴木、位置固定騒音源を対象とした障壁回折音の能動制御に関する基礎実験(その2)、H14秋音講論。

3)Max Born and Emil Wolf、光学の原理、1974、東海大学出版会

表1 騒音対策詳細

	内容
対策A	防音パネル(A-タイプ) h=2m L=20m
対策B	防音パネル(A-タイプ) h=3m (杭打ち機運転席側は防音シート)
対策C	防音シート h=3m
対策D	ANC 制御スピーカ設置延長 L=12m

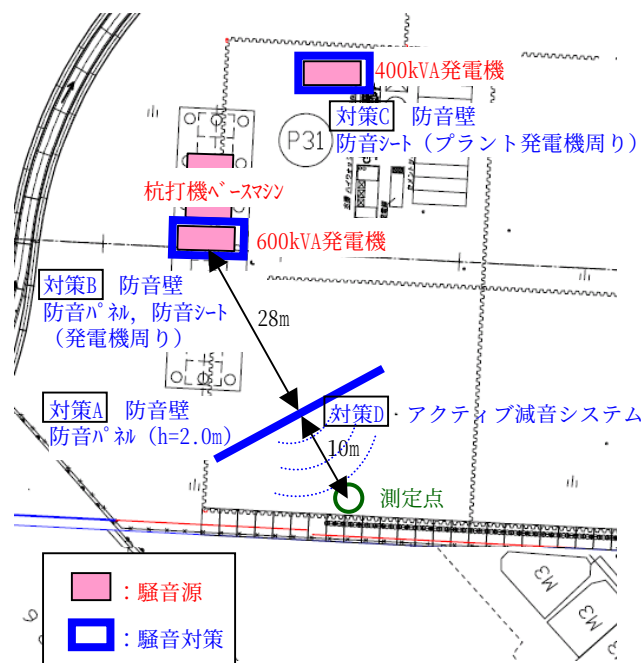


図5 騒音対策配置平面図

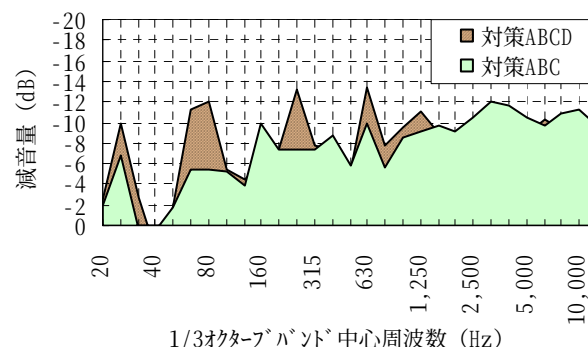


図6 各騒音対策の減音効果(周波数毎)

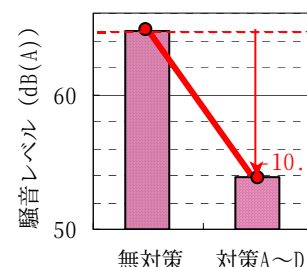


図7 対策前後の騒音レベル (オーバーオール)