

○坂巻一弥, 高木一昌, 前田貴俊 (R.I.A), 坂本慎一, 矢野博夫 (東大生研)

1 はじめに

少子高齢化による人口減少に伴い、新築需要の減退する中、既存建築ストックの長寿命化が求められている。特に病院、商業施設、ホテル等の稼働中の建物賃貸借において、施設運用を継続しながらの改修工事の需要が増加している。一方で、こうした工事に伴う騒音や振動が施設利用者の快適性を著しく損なう為、深夜や休日に作業を集中させる運用が常態化している。その結果、施工者の労働環境は悪化し、技能労働者の確保難や若年層の業界離れといった構造的課題にも繋がっている。

このような状況を背景として、一般社団法人リニューアールイノベーション協会(Renewal Innovation Association, 以下 R.I.A) は、建築改修工事における騒音問題を社会課題として位置づけ、その解決を通じて持続可能な都市環境と建設産業の発展に寄与することを目的として設立された。R.I.A では、工事騒音の発生メカニズムとその抑制効果に関する実証的な検証を行い、科学的根拠に基づく製品・施工の評価基準の整備を進めている。特に、工事騒音の主な伝搬経路である空気伝搬音および固体伝搬音の双方に着目し、それらを低減可能な製品の性能評価および認定を行っている。さらに、単一製品の性能だけでなく、設計から施工、運用に至る一連の改修工事プロセス全体を俯瞰し、消音性と施工品質を一体的に担保する体系的な枠組み、すなわち「消音標準化システム」の社会実装を推進している。

本論文では、R.I.A が認定する消音仮設壁および低騒音型の作業工具を対象とし、実際の改修工事現場における音響特性の測定を通じて、各工法の騒音低減効果を定量的に評価し、消音標準化システムの有効性とその実装可能性について報告する。

2 消音仮設壁

2.1 概要

消音標準化システムの一例として消音仮設壁 (Soundproof temporary wall : SPTW) について述べる。建築の改修工事を行う際は、安全上、防犯上、景観上の理由により工事エリアを区画する必要がある、仮設の間仕切り壁を設置することが義務付けられており、その壁に遮音性能を付与したものである。消音仮設壁の主な部材を Fig. 1 に示す。施工方法は、以下の通りである。(1) 軽量鉄骨 (LGS) で壁の下地をたてる。(2) 遮音材と吸音材の積層構造からなるパネルをブロックのように積み上げる。(3) 倒れないように専用の金物で LGS に固定する。(4) 一番大きなパネル (幅 910 mm, 長さ 455 mm, 厚み 70 mm, 質量 6.5 kg) を主に積み上げ、入らない箇所は 8 種類の小さいパネルを組み合わせる。(5) 最後にできた隙間に対しては柔軟性のあるクッション状の吸音材 (主成分はポリエステル) を詰め込み、その上から遮音性能に配慮したジョイントテープを貼り付ける。

従来の仮設間仕切り壁のように、現場で寸法を測定しパネルを切断するなどの加工を必要としない。このような工法ゆえに、誰でも簡単に隙間なく消音仮設壁を設置できる。また、撤去も簡単で、部材を加工しないため再利用ができる。



Fig. 1 Soundproof temporary wall components

* Development of Tools and Methods for Reducing Construction Noise in Building Renovation Projects, by SAKAMAKI, Kazuya, TAKAGI, Kazumasa, MAEDA, Takatoshi (Renewal Innovation Association), SAKAMOTO, Shinichi, YANO, Hiroo (The University of Tokyo).

2.2 音響透過損失

JIS A 1416 に準じて音響透過損失の測定を行った結果を Fig. 2 に示す^[1]。

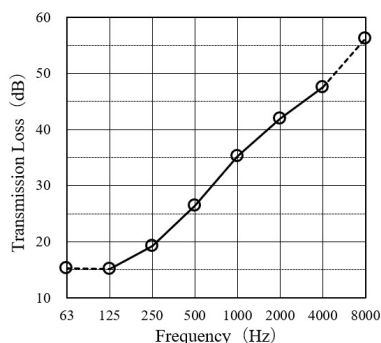


Fig. 2 Transmission loss of SPTW

3 改修工事現場での試験

3.1 試験概要

某テナントビルにて、消音仮設壁および低騒音型作業工具の性能を検証した。現場レイアウト図を Fig. 3 に示す。パイプスペース (以下 PS) が工事の作業エリアとなり、扉を介して廊下と通じている。消音仮設壁は、この扉の三方枠の内側に設置した。設置の状況を Fig. 4 に示す。PS の中央で作業を行い、PS 内 (扉から 1 m 離れた箇所: 測定点 PS) と廊下側 (扉から 5 m 離れた箇所: 測定点 B) の 2 か所で音響特性を測定した。

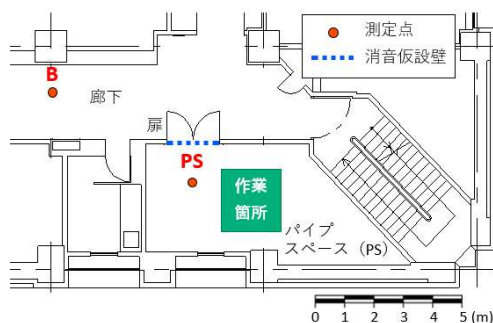


Fig. 3 Site layout



Fig. 4 Installation status of the SPTW

3.2 測定条件

PS 内では、老朽化した配管の更新工事が頻繁にあり、その際、テナントの入居者から騒音のクレームが入り問題となることがある。その主な工事騒音は以下の作業により発生する。

- (a) 配管の切断作業
- (b) 取付ナットの締め付け作業
- (c) 躯体コンクリートへの穴明け作業

この 3 つの作業について、下記の条件で作業を実施した。

- (1) 従来一般的に使用される工具を使用
 - (2) 工具はそのまま、消音仮設壁を設置
 - (3) 低騒音工具へ変更、消音仮設壁を設置
- 作業の状況を Fig. 5～Fig. 7 に示す。

また、入居者エリアとなる測定点 B にいる測定員がどのように感じたか聴感評価を行った。騒音に感じる、作業音が聞こえる、微かに聞こえる、聞こえないの 4 段階とした。



Fig. 5 Cutting of pipes



Fig. 6 Tightening of nuts



Fig. 7 Drilling holes in the concrete structure

3.3 試験結果

測定した音圧レベルの結果を Fig. 8～10 に示す。

(a) 配管の切断

PS 内の音圧レベルを比較すると、従来一般的に使用されるセーバソーは 90 dB(A)、消音標準化システムである低騒音パイプソー（パイプソーに低騒音タイプのソーブレードを装着したもの）は 82 dB(A)であり、10 dB 弱の差があることがわかった。どの周波数帯も同等の差があり、類似した周波数特性であると言える。

B 地点では、騒音低減の対策を行わない（従来工具＋消音仮設壁なし）では、58 dB(A)であり、消音仮設壁を設置すると 51 dB(A)になり、さらに、低騒音パイプソーを使用すると 45 dB(A)になることがわかった。消音仮設壁を設置し、低騒音パイプソーを使用することで暗騒音の 40 dB(A)に近づくことがわかった。1 kHz 以上の高い周波数帯は、消音仮設壁の性能が大きく寄与し、500 Hz 以下の周波数帯は、工具の違いによって騒音レベルが低下していると言える。

聴感評価では、騒音低減の対策を行わないと騒音に感じ、消音仮設壁を設置すると騒音には感じないが作業音は聞こえ、低騒音の工具に換えると聞こえないという評価を得た。

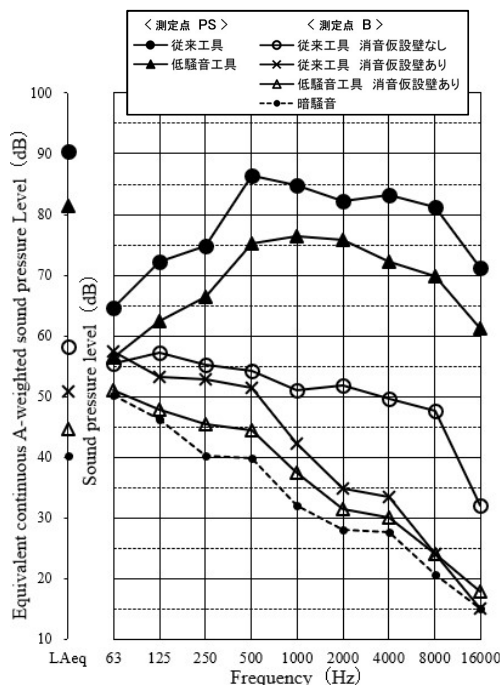


Fig. 8 S.P.L. of Cutting of pipes

(b) ナットの締め付け

PS 内の音圧レベルを比較すると、従来一般的に使用されるインパクトドライバーは 95 dB(A)、消音標準化システムである低騒音ドライバー（インパクトドライバーのような金属同士の衝突機構がないドライバー）は 77 dB(A)であり、20 dB 弱の差があることがわかる。特に 2 kHz 以上の周波数帯域で差が大きくなっている。言い換えると、インパクトドライバーは 2 kHz 以上の周波数帯域の音圧レベルが大きいという特徴があるが、低騒音ドライバーはその特徴がなく平坦化されている。

B 地点では、騒音低減の対策を行わないと 63 dB(A)であり、消音仮設壁を設置すると 49 dB(A)になり、さらに、低騒音ドライバーを使用すると 42 dB(A)になることがわかった。消音仮設壁を設置し、低騒音ドライバーを使用することで暗騒音の 40 dB(A)に近づくことがわかった。

既設の扉は、わずかな隙間があり高い周波数帯域の音が漏れやすく、消音仮設壁を設置することでそれを防止することができ、特にインパクトドライバーでは効果を確認できた。

聴感評価では、消音仮設壁の有無にかかわらずインパクトドライバーは騒音に感じ、低騒音の工具では微かに作業音が聞こえるという評価を得た。

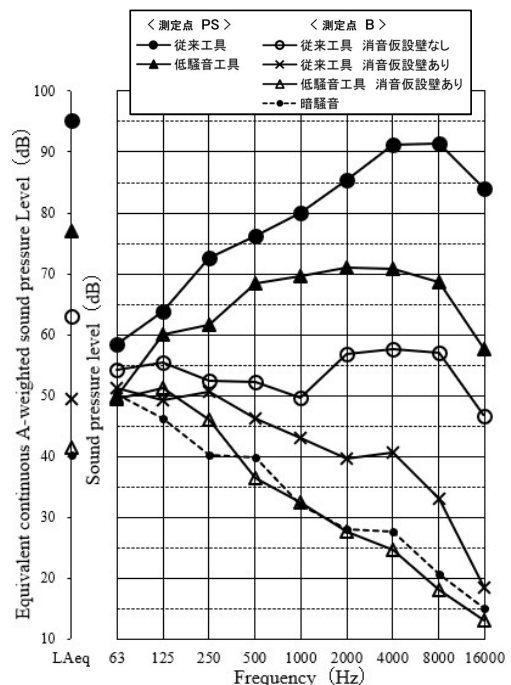


Fig. 9 S.P.L. of Tightening of nuts

(c) 躯体への穴明け

PS 内の音圧レベルを比較すると、従来一般的に使用されるハンマードリルは 90 dB(A)、消音標準化システムである低騒音ドリル（小径ダイヤモンドコアドリル）は 82 dB(A)であり、10 dB 弱の差があることがわかる。どの周波数帯も同等の差があり、類似した周波数特性であると言える。

B 地点では、騒音低減の対策を行わないと 66 dB(A)であり、消音仮設壁を設置すると 65 dB(A)になり、さらに、低騒音ドリルを使用すると 42 dB(A)になることがわかった。消音仮設壁を設置し、低騒音ドリルを使用することで暗騒音の 40 dB(A)に近づくことがわかった。

消音仮設壁の効果について、ハンマードリルではほとんど効果がなく、前述の 2 例とは異なる傾向を示す。これは、ハンマードリルのように打撃を伴う工具では固体伝搬音が発生するからである。これに対し、低騒音ドリルでは打撃を伴わないので、空気伝搬音のみとなり消音仮設壁の性能を最大限に発揮することができる。

聴感評価では、消音仮設壁の有無にかかわらずハンマードリルは騒音に感じ、低騒音の工具では騒音には感じないが作業音が聞こえという評価を得た。

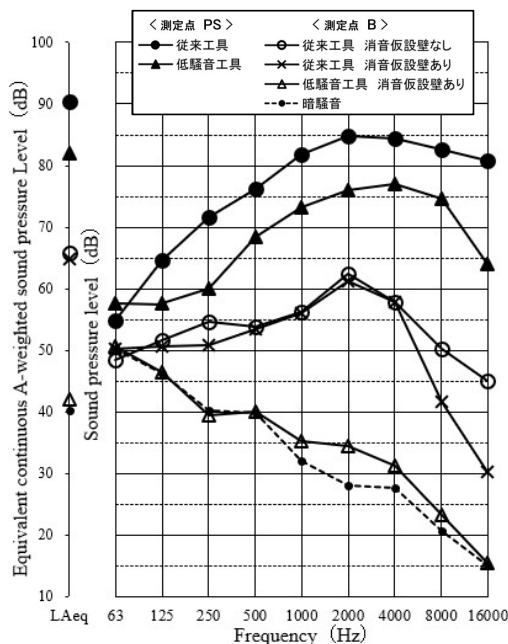


Fig. 10 S.P.L. of Drilling holes in the concrete structure

3.4 考察、まとめ

90 dB(A)強の工事音に対し、工事エリアと入居者エリアの出入り口である扉に消音仮設壁を設置して、入居者エリアに漏れ出る工事音が低減することを確認した。さらに、作業工具を低騒音工具に換えることでさらに騒音が低減し、暗騒音と同等まで音圧レベルがさがることを確認した。しかし、ハンマードリルのように打撃を伴う工具では固体伝搬音が発生し、消音仮設壁の効果が出ないこともわかった。消音仮設壁の設置とともに、小径ダイヤモンドコアドリルのように打撃機構がなく、固体伝搬音の発生が少ない工具を選定することも、消音標準化システムを社会実装する上で重要な要素と言える。打撃機構がない工具においても、メーカーや機種によっては固体伝搬音が発生するので、作業時に建物内の構造物に発生する振動を測定し、定量的に評価し、騒音の低減効果がある商品を調査していく。

4 おわりに

消音標準化システムの有効性とその実装可能性についてさらに研究を進めていく。具体的には、テナントビルに限らず、病院、ホテル、複合施設等より多くの現場で様々な条件下で測定を行っていく。また、聴感評価実験を取り入れ、様々な環境、暗騒音の状態を考慮して騒音に感じるレベルの閾値を調査していく。

謝辞

本研究を実施するにあたり、試験の場を提供していただいた現場関係者の皆様に心より感謝申し上げます。

参考文献

- [1] 坂巻, 高木, 前田, 坂本, 矢野, 建築改修における工事騒音低減のための工具工法の開発, 日本音響学会第 154 回(2025 年秋季)研究発表会講演論文集, 2025.