

超低騒音仕様油圧ブレーカを用いた解体・掘削工法

SS-box, NETIS 登録番号：TH-090016-A

小柴 英俊

油圧ブレーカを用いた建設施工において、環境負荷低減、近隣住民への配慮、オペレータや周囲の作業者に対する安全面、作業効率の向上から低騒音化・低振動化が強く求められてきた。

本報で紹介する超低騒音仕様油圧ブレーカ SS-box で大幅な騒音低減と振動低減を実現し、かつ補助設備の簡便化を確認した。

現在、都市部の建設施工から波及して山間部のトンネル・ダム工事、更にこれら工事の資源採掘を行う砕石場や石灰石をはじめとする鉱山でも安全面、環境保全を目的として幅広く稼働している。

キーワード：NETIS 登録、超低騒音仕様 SS-box、快適作業空間の提供、安全・安心、公共工事の品質確保・向上、コスト縮減・生産性の向上、土壤保全

1. はじめに

社会全体が環境問題に意識が高まり、生活・労働環境への負荷低減・快適化ニーズが強まる中、油圧ブレーカ（図-1）を用いた建設施工においても低騒音化・低振動化が強く求められてきた。

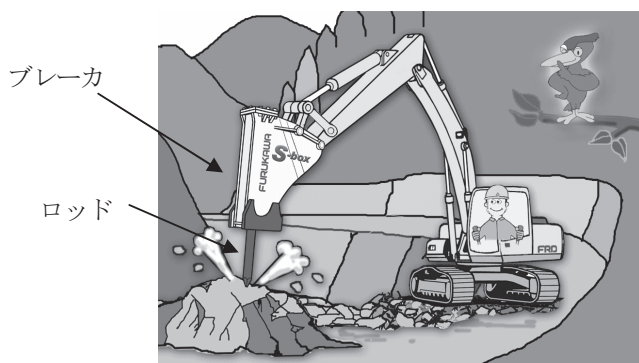


図-1 油圧ブレーカ

しかしながら、鋭い金属打撃音と打撃振動が発生するのは油圧ブレーカの構造・機能上の特徴であるため容易にこたえられないのが現実であった。

これらの社会的要求に加え、特定建設作業（図-2）にて遵守しなければならない工事境界線の騒音規制値をクリアするため遮音壁を併用しなければならず、設置のための費用・工程を費やしていた。

今回紹介する超低騒音仕様油圧ブレーカ SS-box は、2004年より基礎研究を開始し、騒音面について発生

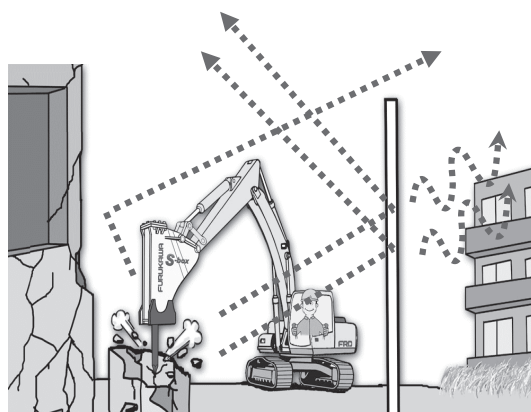


図-2 特定建設作業、遮音壁

源の特定・強さ、何によって発生しているか、どのような特性をもっているかを調べ、振動面についてもブレーカ、油圧ショベル側にて大きさを測定し、個々の因子に対し施策を試みた結果、大幅な騒音低減と振動低減を実現し2006年から順次市場投入を行ったものである。

また、小型機種から大型機種に至る各種用途に応じた幅広いシリーズ化要望に応えラインアップを行った。

現在では、都市部の建設施工から波及して山間部のトンネル・ダム工事、更にこれら工事の資源採掘を行う砕石場や石灰石をはじめとする鉱山でも安全面、環境保全を目的として幅広く稼働している。

これらの実績から NETIS に登録されている。

2. セットプレート仕様油圧ブレーカ

油圧ブレーカは、油圧ショベルのアタッチメントとして装着され、ショベルからの油圧エネルギーをブレーカ内蔵のピストンの運動エネルギーに変換し、ロッドを打撃することでロッドに伝わった打撃エネルギーにより破碎対象物を破碎するものである。

従来は、図-3のようなセットプレート仕様が一般的だった。これは、ブレーカ本体をセットプレートと呼ばれる金属製のプレートの内側に介して、サイドボルトにてブラケットに保持するものである。ブレーカから発生した騒音は、ブレーカ本体、ブラケット表面から波動としてそのまま外周に放出されていた。また、この保持方法では、打撃により発生した振動も油圧ショベルに直接伝わってしまい、その結果、オペレータの疲労を加速し労働安全面からも振動低減の必要性が求められていた。

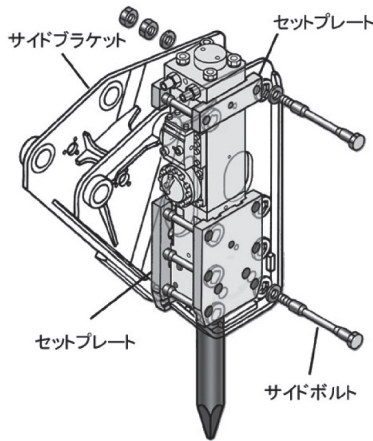


図-3 セットプレート仕様

3. 騒音源・大きさ・音質の特定

防音対策では、発生源の特定・強さ、何によって発生しているか、どのような特性をもっているかを調べ

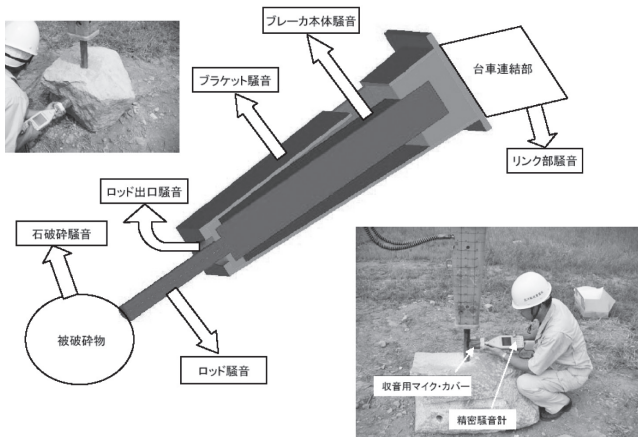


図-4 騒音源の特定

ることが重要である (図-4)。測定結果からブレーカ本体、ロッド出口、ロッドからの騒音低減が効果的であるとの基本方針を得て完全密封型ボックス構造のブラケット+ダンパ保持+防音ブロックの採用を試みた。

4. 超低騒音仕様油圧ブレーカ SS-box

図-5に大型機種のSS-boxの構成内容と超低騒音化・低振動化、環境保全に関わるそれぞれの役割を示す。

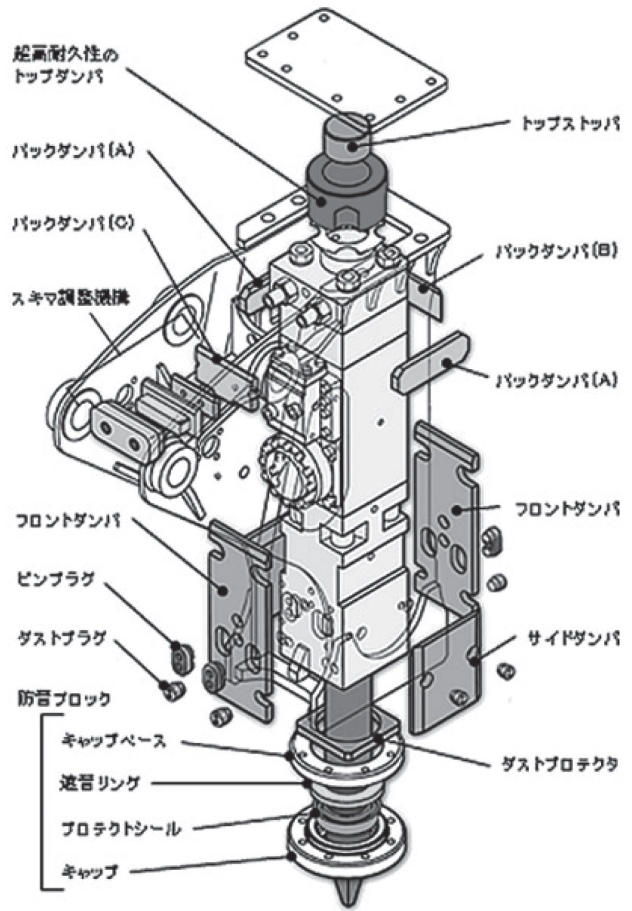


図-5 SS-box (大型機種)

トップダンパとバックダンパは、ブレーカ本体を保持し、打撃による衝撃的な反発を吸収・減衰させる。これらのダンパは、予め圧縮応力が加えられており油圧ショベルにより岩盤に押し付けられてもガタが発生しない構造となっている。ダンパの材料であるポリウレタン樹脂は、長期の使用に耐えられるよう蓄熱性が小さく耐クリープ性に優れたものを使用している。これらのダンパにより、打撃中の本体振動を瞬間的に減衰させる。

フロントダンパとサイドダンパは、音の発生源であるピストンがロッドを打撃する付近まで包込むことで

遮音性を高めると共にブレーカ本体の前後方向と左右方向の振動を抑制している。これらのダンパは面密度が高く音の透過損失が大きな材料・形状から選定した。

スキマ調整機構（特許出願中）は、ブレーカ本体の保持を行い、前後方向のガタが発生しても簡単に調整でき、いつでも快適な低騒音・低振動なブレーカ作業を行うことを可能にした。

ダストプロテクタは、破碎対象物からの破碎粉の吹上げによるダンパ類の摩耗を抑制し、摩耗によるガタから生じる振動・騒音の増加を防止するため耐ダスト性に強い材質を選定した。

更に、ブラケットボトム部からの音の漏れを低減させるため防音ブロックには、遮音リングと大型のプロテクトシールを内蔵し、ロッド出口も完全密封することで超低騒音化を実現した。

また、このプロテクトシールは、ダストプロテクタと同じく破碎粉を一次側でカットすることでダンパ類の摩耗を抑制し長い期間で安定したブレーカ本体の保持を実現すると共に破碎対象物へのグリース飛散を防止し作業環境の保全に貢献している。

一方、小型機種は、ミニの油圧ショベルに装着され住宅密集地の隅々まで入り込んで稼働する。また、市街地の道路舗装版破碎では交通量が少ない夜間に稼働するため特に超低騒音化が必要であるが、大型機種に比べ騒音レベルが低いことで低騒音化への取組みは大型機種に対し遅れていた。

今回紹介するSS-boxでは、小型機種にも超低騒音化・低振動化、環境保全を実現するため完全密封型コンセプトを展開した（図-6）。

更に、騒音低減のために振動モード解析から適切な本体構造とロッド構造を見出し採用したものである。

図-7のように、ブレーカ本体は、従来の3分割から2分割に変えることで締結用のスルーボルトを不要とした。また、SSロッド（特許出願中）も開発した。

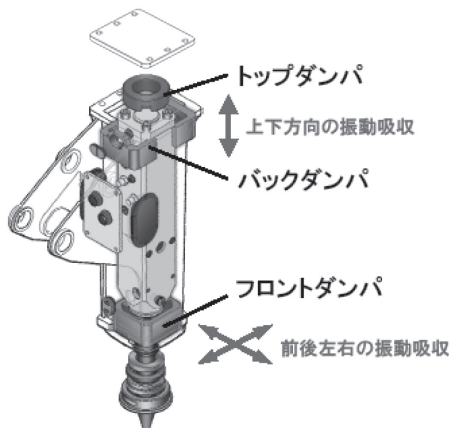


図-6 SS-box (小型機種)

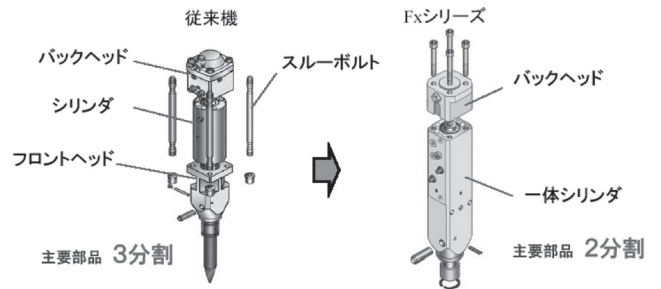


図-7 ブレーカ本体 (小型機種)

5. 騒音測定と振動測定結果

図-8は、供試した大型機種種のセットプレート仕様と超低騒音仕様SS-boxとの騒音レベル比較である。

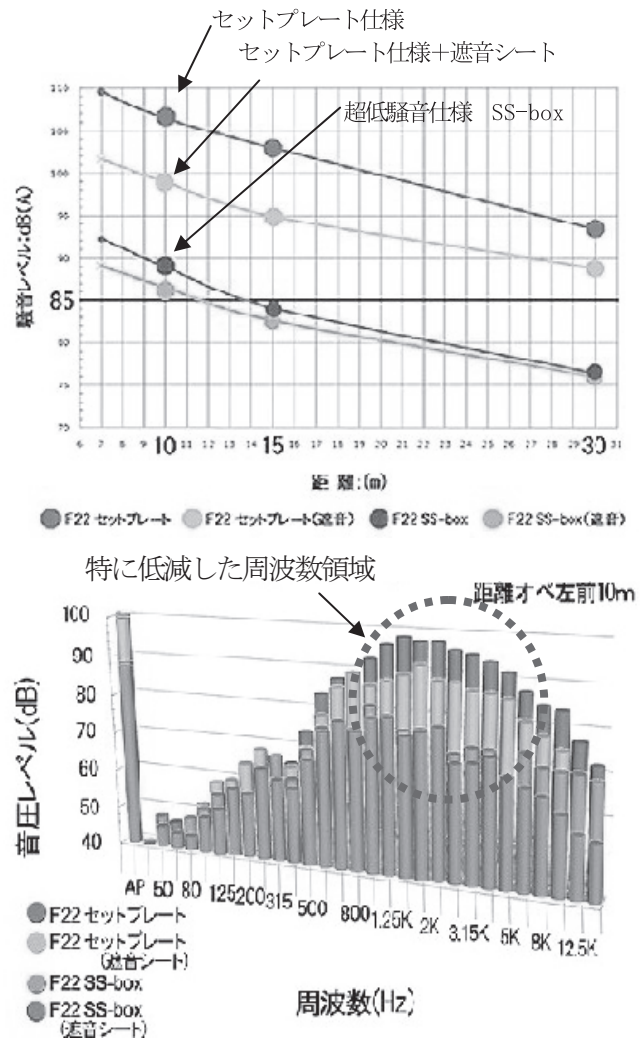


図-8 騒音と音圧レベル比較 (大型機種)

音源から10m地点にて、セットプレート仕様は、106.5 dB (A) に対しSS-boxは、88.9 dB (A)。また都市土木で併用されている遮音シートを設置した場合でも、セットプレート仕様では98.9 dB (A) である。一般に、10 dB (A) の差が放出する騒音エネルギーで

10分の1であることを考えるとSS-boxでは大幅な騒音低減を実現したことが分かる。

また、下段は10m地点での音圧レベルを比較したものである。ISOにて採用している感度曲線にて人体が特に感度よく聞こえる周波数帯は1KHzから6.3KHzであるが、SS-boxでは特にこの1KHzから6.3KHzの周波数帯域の音圧レベルを大幅に低減している。その結果、人間にとって耳障りな金属音を感じない、いわゆる“こもった”音に変えることが出来た。

図-9は、同様に供試した小型機種での騒音レベルと音圧レベルの比較である。小型機種についても10dB(A)を超える騒音低減を実現した。

一方、振動レベルでは、超低騒音仕様SS-boxは、従来のセットプレート仕様に対し油圧ショベルのアーム付近で供試した大型機にて80%、小型機にて70%、同様に、オペレータ運転席では使用ショベルの防振特性に関係するとしても使用したショベルとの組合では大型機にて40%、小型機にて67%の振動低減を確認した。

この振動低減レベルは、ISOにて規定される鉛直振動に対する人体の応答曲線から判断して労働環境を改善に極めて有効である。

このように騒音低減と振動低減によりオペレータの疲労蓄積軽減を実現した。

(騒音・音圧測定、振動測定条件の詳細はNETIS、登録技術、TH-090016-Aを参照)

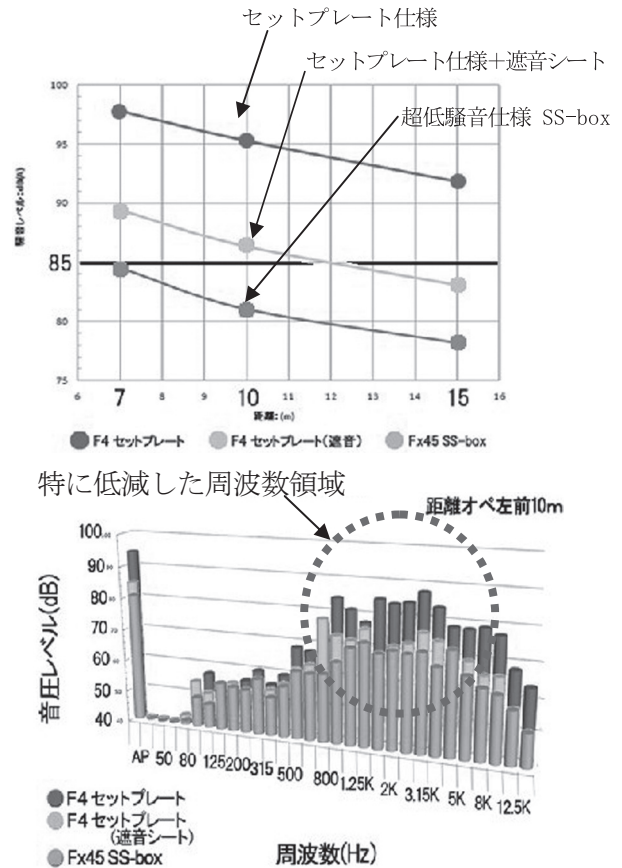


図-9 騒音レベルと音圧レベル比較 (小型機種)

6. 施工例

写真-1は、各種建設施工の例である。

図-10は、超低騒音仕様SS-boxと遮音シートを



大規模設備の基礎解体



住宅隣接地での基礎解体



廃コンクリート解体



廃コンクリートガラ解体

写真-1 各種建設施工での稼働風景

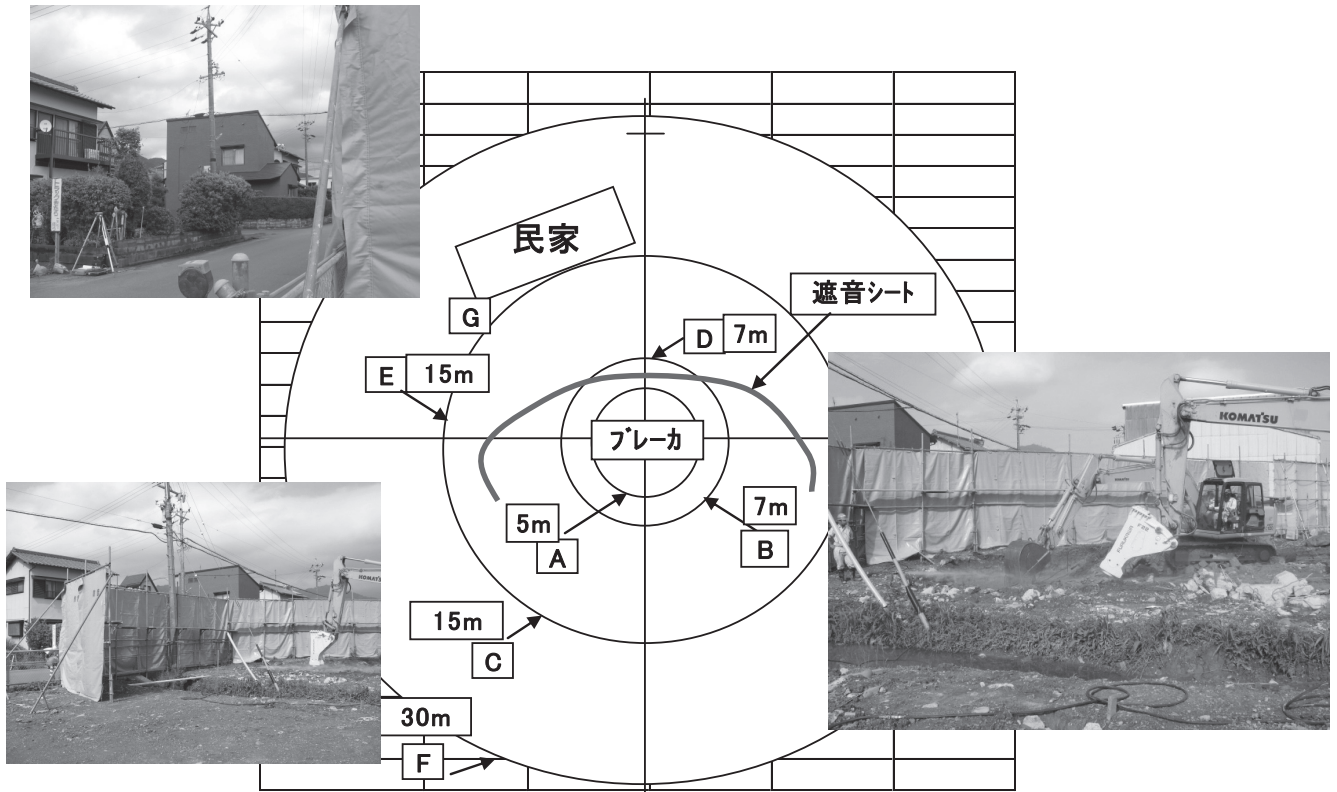


図-10 遮音シート併用の例

併用した施工例である。

現場は高速道路と国道のアクセス工事で工事開始直後、通常の油圧ブレーカでは工事境界線での騒音規制値 85 dB (A) をクリア出来ない事から今回紹介した超低騒音仕様 SS-box を採用した。SS-box の採用にて遮音シートのない C 地点にて騒音値をクリアしたが、施工側の近隣民家 (G 地点) への配慮から簡便的な遮音シートを残し工事は工期通りに完了した。

7. 波及効果

写真-2 は、碎石場での横型 SS-box の稼働風景で



写真-2 山間部の碎石場

あるが、山間部の碎石場においても騒音・振動問題が操業に支障をきたすケースがある。

写真-3 は、トンネル坑口での縦型 SS-box の稼働風景である。民家が近い所にある坑口であるがゆえ騒音発生が工期に影響を及ぼす。

また、坑内では、打撃音が反響するため発生音そのものが大幅に低減した超低騒音 SS-box は特長を發揮している。

いずれの場合も、環境負荷低減と作業の安全性を考慮し、オペレータと周囲の作業者の疲労蓄積を軽減できる理由から超低騒音・低振動の超低騒音仕様油圧ブレーカ SS-box を採用した。



写真-3 トンネル坑口、縦型 SS-box

表-1 超低騒音仕様油圧ブレーカ SS-box ラインアップ一覧

機種名	Fx25	Fx35	Fx45	Fx55	Fc90	Fc120	F20/ F22	F27	F30/ F35	F45
ロッド径 (mm)	45	52	60	68	90	105	135	140	150	165
適合油圧 シヨベル (m ³)	0.04 -0.07	0.07 -0.09	0.09 -0.12	0.12 -0.17	0.28 -0.4	0.4 -0.5	0.8 -1.0	0.9 -1.1	1.1 -1.6	1.6 -2.0



写真-4 横型 SS-box の外観

また、超低騒音仕様油圧ブレーカ SS-box は、従来と全く同じ方法にて標準の油圧シヨベルに装着可能であり、また横型と縦型を備えていることからあらゆるアプリケーションにて使用が可能である。

8. おわりに

都市再開発、各種インフラ整備における建設施工はもとより、これらの施工と関係の深い砕石場や鉱山においても環境負荷低減・オペレータや周囲の作業者に対する安全確保から超低騒音・低振動の SS-box が広く普及すると確信する。今後も引き続き、騒音と振動低減に向け技術向上に取り組む所存である。その取り組みこそが弊社油圧ブレーカをご使用いただいているユーザー様への感謝の姿と考えている。

また、12 機種の横型と縦型の SS-box のラインアップ (表-1, 写真-4) を実施するまで、多くのユーザー

様にテスト現場を提供いただきました。この誌面をお借りしてフィールドテストに協力下さいましたユーザーの皆様へ厚く御礼申し上げる次第です。

JCMA

《参考文献》

- 1) NETIS 登録 TH-090016-A 超低騒音仕様 油圧ブレーカを用いた解体・掘削工法
- 2) 建設工事に伴う騒音振動対策ハンドブック 第3版, 岩盤掘削, p.117-127
- 3) 仮設備用防音対策・積算基準 (平成20年度版) p.36-52, 防音壁
- 4) 土木工事積算マニュアル (平成21年度版) p.27, 土工・機械土工 (岩盤)
- 5) 新・公害防止技術と法規 2009 (騒音・振動編) 等感曲線, 振動の人体応答曲線

【筆者紹介】

小柴 英俊 (こしば ひでとし)
古河ロックドリル(株)
吉井工場 開発設計部 さく岩機設計課
課長

