

# 生体センシング機能付骨伝導ヘッドセットを利用した安全管理

平野朝士・宇野昌利

トンネル内の騒音下でも防塵マスクや防音耳栓をしたまま通話ができ、同時にバイタルデータのリアルタイム測定ができるシステム「生体センシング機能付骨伝導ヘッドセット（仮称）」を開発した。骨伝導スピーカーが音声の振動をこめかみから聴覚神経に伝達させ、骨伝導マイクが声帯やこめかみの振動から声を拾うため、通話時にマスクや耳栓など保護具の脱着が不要となる。また、本機器の特徴であるバイタルセンシング機能をヘッドセットに付加することのメリットについても述べる。本稿の結果は、建設現場、とりわけトンネル建設現場における作業員の安全性と生産性の向上に貢献するものと期待される。

キーワード：骨伝導マイク、骨伝導スピーカー、生体センシング、バイタル計測、トンネル建設現場、騒音下

## 1. はじめに

トンネル建設現場では、100 dB を超える騒音や振動、狭所作業空間などの環境下における作業員のコミュニケーション不良が起因して、作業員の安全が脅かされることがある。作業員の安全管理を強化するためには、いかなる過酷な環境下においても効果的な双方向コミュニケーション手段と正確な情報伝達が重要となる。本稿では、スピーカー部のみならず、マイク部にも骨伝導技術を取り入れ、かつ、リアルタイム生体センシング機能を付加した生体センシング機能付骨伝導ヘッドセットを用いることによる安全管理の一例を紹介し、本機器が作業員の安全性と生産性の向上に寄与する一助となることを説明する。

## 2. 骨伝導ヘッドセットの利点

本機器に実装されている骨伝導ヘッドセットは、一般的なイヤホンと異なり、耳を覆わずに骨を介して音声を伝達することで、以下の利点を持つ。

### (1) 周囲の音を聞きながらのコミュニケーション

骨伝導ヘッドセットは耳を塞がずに使用できるため、作業員は周囲の音を聞きながらもクリアなコミュニケーションを行うことができる。これにより、作業員同士や監督者とのコミュニケーションが円滑化し、迅速な指示や警告の伝達が可能となる。

### (2) 騒音化でのコミュニケーションと安全対策

トンネル内での作業のように特に騒音が激しい環境下においては難聴を防止するため、作業員の耳栓装着が義務付けられている。このような環境下においても骨伝導ヘッドセットを使用することにより、作業員の身体的安全を確保しながら、円滑なコミュニケーションを図ることができる。

### (3) 安全警告の迅速な伝達

骨伝導ヘッドセットは周囲の音を阻害せずに音声を伝えるため、作業員に対する安全警告や緊急時の指示を迅速に伝えることができる。また、骨伝導マイク部は周囲の音を拾わずに発声音のみを伝えられるため、事故の発生を最小限に抑えることができる。

## 3. 骨伝導マイク／スピーカーの技術的特徴

骨伝導マイクとスピーカーは以下の技術的特徴を持つ。

### (1) 骨伝導マイク

骨伝導マイクは、骨の振動を利用して音声を検出する装置である。作業員の頬骨や顎骨にマイクが接触し、声の振動が伝わることで音声を検出する。この技術により、周囲の騒音や振動による影響を最小限に抑え、クリアな音声を収集することができる。

## (2) 骨伝導スピーカー

骨伝導スピーカーは、骨を通じて音声を伝達するための装置である。振動を通じて骨を刺激し、内耳に到達することで音声を聞くことができる。これにより、耳を塞がずに周囲の音を聞きながらもクリアな音声を受け取ることができる。

## 4. 本機器の活用事例

本機器は骨伝導機能と生体センシング機能を併せ持ち、システムとして同時に運用できることから、様々な活用を想定できる。本稿ではその適用例として、特に建設現場及び、医療現場での活用事例を述べる。

### (1) 建設現場への活用

建設現場では騒音や振動、狭所作業空間などの環境要因によって現場の作業員とのコミュニケーションがしばしば不良になる事案が発生する。特にトンネル工事においては先端の掘削現場（切羽）で100 dBを超える大騒音が頻繁に発生し、作業員は難聴防止のため、耳栓の装着が定められている（写真—1）。そのような状況において、従来連絡、報告等を行う際には一時的に騒音下を離れ、難聴の危険がない場所でコミュニケーションをとる必要があった。

本機器は骨伝導のマイクを備えているため、発話の際には騒音の影響を受けず、音声のみを伝達することができ、骨伝導スピーカーは耳栓を外すことなく、相手の音声を聞くことが可能である。また、同時に動作する、生体センシング機能で作業中の作業員の体調をリアルタイムに見守ることが可能である。



写真—1 トンネル掘削現場（切羽）

### (2) 医療機関への活用

本機器は従来の指尖で測定する医療用機器と違い、耳朶で測定し、かつ、音声コミュニケーションを提供する機器であるため、手を自由にすることができ、作業などの邪魔にならないメリットがある。そのメリットを生かし、医療現場においても従来、活用が困難であった遠隔診療や患者の動きを伴うリハビリテーションの現場などで活用が可能である。また、骨伝導機能は高齢などの要因で難聴が進んだ患者へ医療従事者からのコミュニケーション手段として活用が可能である（写真—2）。



写真—2 医療現場での活用の様子

参照：[https://www.kyocera.co.jp/news/2020/0501\\_fleo.html](https://www.kyocera.co.jp/news/2020/0501_fleo.html)

## 5. 実証実験結果

開発した本機器を実際のトンネル建設現場で装着性、音声コミュニケーション性能を評価した。

### (1) 装着性

耳栓、ゴーグル、ヘルメットを装着した状態でも骨伝導ヘッドセットを無理なく装着できた。

### (2) 音声コミュニケーション性能

トンネル掘削の最先端部である切羽において、骨伝導ヘッドセットを使用した音声通話を実施した。100 dBを超える騒音下にも関わらず、円滑な音声通話を実現できた（写真—3、4）。

## 6. バイタルセンシング機能のメリット

健康状態のモニタリング：バイタルセンシング機能を備えた骨伝導ヘッドセットは、作業員の心拍数や酸素レベルなどの生体情報をリアルタイムでモニタリングすることができる（図—1）。これにより、作業員の健康状態を把握し、疲労やストレスなどの問題を早

期に検知することが可能となり、以下のメリットが想定される。

(1) 安全管理の向上

バイタルセンシング機能によって得られるデータを解析することで、作業員の疲労度や体調不良の状態を評価することが可能となる。これにより、過度な疲労などによる原因で発生する事故を未然に防ぐことが可



写真—3 100 dB を超える騒音下での実証実験 (切羽)

能である。また、危険な状況を管理者に警告を発信することも可能である。

(2) パフォーマンスの最適化

バイタルセンシング機能によるデータ解析により、作業員のパフォーマンスを評価し、最適な作業スケジュールや休憩タイミングを提案することができる。これにより、作業効率の向上と生産性の最大化を図ることができる (写真—5)。

7. おわりに

本稿では、骨伝導ヘッドセットを利用したトンネル建設現場における作業員の安全管理について説明し、実証実験の結果を示した。骨伝導ヘッドセットの利点を活かした効果的なコミュニケーションと安全警告の伝達が作業員の安全性と生産性の向上に貢献可能である。さらに、同時に開発したバイタルセンシング機能



写真—4 音声コミュニケーションの実証実験の様子



写真—5 作業前の体調管理を実施



図—1 生体センシング機能付骨伝導ヘッドセット概要

を動作させることによって、作業員の心拍数や酸素レベルなどの生体情報をリアルタイムでモニタリングするシステムを構築することが可能となる。このシステムによって、作業員の体調不良などの早期警告が可能となり、管理者が早期に適切な対応策を講じることが可能となる。最後に本システムは今後、さらなる技術の進化と実証実験による効果の検証が求められる。

J C M A



[筆者紹介]

平野 朝士 (ひらの あさお)  
京セラ㈱  
研究開発本部 フューチャーデザインラボ  
主席技師



宇野 昌利 (うの まさとし)  
清水建設㈱  
土木技術本部 イノベーション推進部  
主査

