

骨伝導マイク式非常電話機

山本 光輝

荻野 正彦

2012年1月現在、国内の携帯電話契約数は日本の人口とほぼ同じ1億2千万件に達し、携帯電話は1人1台以上を持つまでに普及した。その結果、公衆電話は110番や119番など緊急通報の手段としても重要な役割を担ってきたが、街角から姿を消しつつある。一方、『非常電話機』は「道路トンネル非常用施設設置基準」に基づいた非常用通報設備として、高速道路や自動車専用道路等の路側帯に設置され、管制室や管理事務所等の緊急連絡先に直接通報できるよう現在も整備されている。

OKIはラギダイズ技術をコア技術として保有し、活用することで業務用の特殊電話機を数多く開発・生産しているが、非常電話機はその代表的な製品である。

本稿では、特殊電話機の実績を活かし、骨伝導技術の導入によって高騒音下でも通話品質が確保できるように研究開発した非常電話機を紹介する。

非常電話機

非常電話機は全国の高速道路、自動車専用道路、及び一部の一般国道に設置されている。高速道路ではおよそ1km間隔、トンネル内では200m間隔に設置されている。トンネル内に設置される非常電話機は高騒音下で使用するため、以下の課題があった。

- ・トンネル内の高騒音の影響による通話品質の低下
- ・トンネル自体の洗浄清掃に対する耐性の確保

また、上記の課題（通話品質の低下）解決に電話ボックスを設置する場合、施工工事費用（機器費含む）と維持費用（保守）、工事期間等も課題となった。

騒音

私たちが生活する環境には様々な騒音が存在する。騒音の大きさは諸条件・測定方法によって値に違いがあるが、一般的な日常の目安として表1が知られている。

騒音レベル [dB]	音の大きさの目安	騒音感覚
120	飛行機のエンジン近く	聴覚機能に異常をきたす
110	自動車の警笛（前方2m付近）	
100	電車が通る時のガード下	
90	大声・騒々しい工場内	極めてうるさい
80	地下鉄の車内	
70	騒々しい事務所・電話のベル	うるさい
60	普通の会話	
50	静かな事務所	日常生活
40	図書館	
30	ささやき声	
20	木の葉のふれあう音	静か

表1 日常の騒音レベル¹⁾

高速道路の騒音実態

非常電話機が設置される高速道路の騒音は、車両の走行音により最大で約100dBとなる。トラック1台が単独で走行した場合70dB以上の騒音が20秒間以上連続し、通過時のピーク値は90dB以上となる。騒音感覚として極めてうるさく、既存の非常電話機を使用した場合、周囲騒音レベルと通話状況との関係は表2となる²⁾。

周囲騒音レベル	通話状況
90dB以上	通話不能
80～90dB	通話困難となる
70～80dB	通話に影響がある
70dB以下	通話に支障なし

表2 周囲騒音レベルと非常電話機の通話状況



写真1 トンネル内の路側帯



写真2 壁面収容箱に収容した非常電話機

写真1はトンネル内の路側帯にある壁面収容箱の非常電話機(写真2)を利用する状況である。トンネル内は閉鎖された空間のため反響が大きく、残響が長い間続くことから、騒音が連続して高い値を示す。そのため、トンネル内の壁面収容箱の非常電話機(写真2)では、緊急通報の通話品質に大きな影響(表2)を受ける。既存の非常電話機は、ノイズキャンセラタイプのECMを使った接話マイクを用いているが、トンネル内の騒音下では通話品質の確保が十分ではないため、箱型に掘り込んだ壁面に電話ボックスを設置して収容する事例が多い。但し、電話ボックスは10~20dB(4kHz)程度³⁾の遮音性により通話品質確保の効果が送受話ともに大きい。施工工事費用(機器費含む)と維持費用(保守)が発生し、顧客が確保すべき費用が大きくなる。また近年開発されている高性能なデバイスと高度な信号処理を駆使したさまざまなエコーキャンセリング技術やノイズキャンセリング技術、ノイズを拾いにくい既存の咽喉マイクなども、非常電話機に活用するには装着性を含め実用性が低い課題があった。

以上のように、フィールド、特に高騒音下で明瞭な通話品質(通話音量含む)の確保を低コストで実現することが従来から大きな課題となっている。

そこで、筆者らは一般の屋外使用ヘッドセットやイヤホンに骨伝導技術が応用されてきたことに着目し、同技術を非常電話機に応用する際の技術課題を検討した。

骨伝導技術

私たちの声は、声帯を振動させることで生まれる。他の人は声=振動がまわりの空気を介して伝わる気導音を私たちの声として聴く。一方、声帯の振動は自分の頭蓋骨にも伝わり、骨導音として自分の耳に届く。私たち

が声を発することで、声は骨導音と気導音になり、自分と他人の耳に伝わる。手で口や耳を塞いだ場合も、自分は骨導音によりある程度聴こえてくる。しかし、その時に聴こえる自分の声はいつもの声と違って聴こえる。それは、骨導音だけを聴き、気導音が遮られているためである。反対にテープレコーダに録音した場合には、気導音のみが録音され、骨導音はまったく録音されないため、いつもの声と違って聴こえる。

骨伝導技術とは、上記の現象にある骨導音に着目し、骨に伝わってくる声帯の振動を高感度な振動センサで電気的な音声信号に変換する技術である⁴⁾。

骨伝導マイク式送受話器

筆者らはまず以下の課題を解決するために、非常電話機のマイクを骨伝導式にした。

- ・非常電話機は外部の別電源を必要としない電話回線電源のみで動作させること
- ・非常電話機からの緊急通報を成立させるため送話品質を特に確保すること

また、非常電話機の利用者は、非常事態から使用時に混乱しているため、既存の送受話器と同じ形状とし、特段の知識がなくても使用できるようにした。ここで、受話器部分を耳に当てると自然に写真3の骨伝導マイクが下顎骨の付け根に当たるように配置した。同マイクは接触圧が適度となるように可動構造とした。更に激しい騒音により送受話器ケースが振動して骨伝導マイクの性能が低下しないように、マイクをフローティングさせた。



写真3 骨伝導マイク式送受話器

骨伝導マイクで拾える音の周波数帯域は図1に示すように500Hz～2kHz程度である。電話機の通話音声帯域300Hz～3.4kHzと比べて狭く、骨導音は気導音に比べて言葉の輪郭がはっきりしない。そこで、筆者らは、周囲の騒音レベルによって気導音と骨導音を切り替える機能（低騒音時は気導音に切り替える）を実装した。

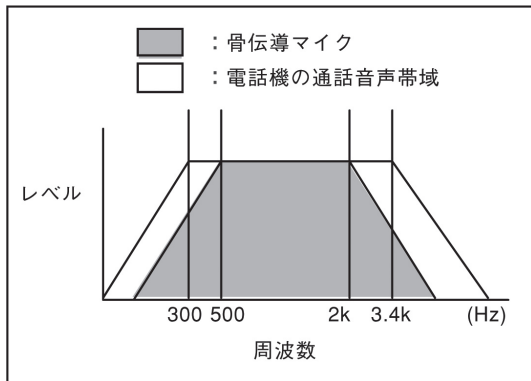


図1 骨伝導マイクの周波数特性（略図）

骨伝導マイク式非常電話機の効果

従来方式との比較を表3に示す。評価指標として騒音除去度は「評価基準500Hzにおいて10dB以上³⁾」が要求されるが、骨伝導マイク式非常電話機は20dBを達成し、トンネル内に設置する場合でも壁面収容箱へ収容するだけで通話品質が確保できる効果を実現した。これにより、電話ボックスが不要になり、施工工事費用（機器費含む）と維持費用（保守）の顧客が確保すべき費用が低減見込となる。

方式	従来の防騒音方式		新防騒音方式
	従来送受話器	従来送受話器 + 電話ボックス	骨伝導式マイク送受話器
騒音除去度 防騒音特性	10dB	10dB + 10～20dB	20dB
費用	標準	高価	標準 < 骨伝導 < B: 電話ボックス
外部からの別電源供給	不要	不要	不要

表3 従来方式との比較表

壁面収容箱

電話ボックスを使用しないで非常電話機をトンネル壁面に設置する場合、トンネル内の洗浄清掃で使用される自動洗浄機の水流に耐える必要がある。そこで、非常電話機を収容する『壁面収容箱』にOKIのラギダイズ技術を活用することで、防水構造（IPX5：防噴流形）を実現した（写真4）。



写真4 壁面収容箱の防水試験

あ と が き

筆者らは、高騒音下に設置される非常電話機において、電話回線電源のみで動作し、通話品質を確保したまま施工工事等の顧客が確保すべき費用を低減できる方法として、『骨伝導マイク式非常電話機』を研究開発した。現在、実用性の検証と実証実験を進め、今後は更なる通話品質の向上を図るとともに、非常電話機以外の高騒音下で使用される業務用の電話機に対しても骨伝導技術を展開していく所存である。

謝 辞

本研究は株式会社ネクスコ東日本エンジニアリング殿との共同研究「トンネル内露出型非常電話（骨伝導マイク方式を使用した耐騒音型非常電話機）」の一環として行われたものである。◆◆

参考文献

- 1) 東京都環境局環境政策部環境政策課編集「東京都環境白書2010」、旭硝子(株)総合カタログ技術資料編
- 2) 国土交通省北海道開発局 平成24年度北海道開発局 道路設計要領 第5集電気通信施設 第7章非常電話機

- 3) (株)高速道路総合研究所 機械電気機材仕様書集
通信 非常電話設備標準仕様書 施仕第05233号
非常電話ボックス標準仕様書 施仕第08223号
4) (株)テムコジャパンHP <http://www.temco-j.co.jp>

● 筆者紹介

荻野正彦：社会システム事業本部 交通・防災システム事業部
システム第一部
山本光輝：静岡沖電気株式会社 技術部技術一課

TIP 【基本用語解説】

ラギダイズ (ruggedize)

「丈夫な、ゴツゴツした」を意味するruggedの動詞形で、耐環境性を備えていない製品やシステムに、耐熱や耐寒、防水、防塵、耐衝撃といった耐環境性を付与することを意味する。

たとえば、オフィスでの使用を前提に開発された製品を、屋外で利用しようとする、直射日光、高温、風雨、ほこり、湿気、振動などにより、すぐ壊れてしまう、まったく機能しないといったケースが少なくない。こうした製品に耐環境性を付加し、屋外でも長期間、安定的に利用できるようにする技術がラギダイズ技術である。

ECM

エレキレット・コンデンサ・マイク

接話マイク

口元に極近いところで利用することを前提に指向特性、周波数特性、感度を調整し、目的の声以外の音を拾いにくくしたマイク