

新型トンネル内ラジオ再放送設備の開発

Development of New Radio RE-Broadcasting System in Tunnel

須 貝 尚 之 赤 堀 悟 岡 正 博
 Hisayuki Sugai Satoru Akahori Masahiro Oka

黒 崎 芳 春 唐 木 太 一
 Yoshiharu Kurosaki Taichi Karaki

要 旨

トンネル内ラジオ再放送システムは、放送局の電波が届かないトンネル内でラジオ放送を聴取可能とする設備である。また、非常時の際、ラジオ再放送を中断して割込放送（情報提供）を行い、トンネル内を走行中のドライバーに対し情報を提供する。交通インフラの拡充が推進される中、直線性の高い道路設計が適用され、山間部では長大トンネルが多く整備されている。当社は、防災設備の一部として高いニーズやドライバーとの親和性に應えるシステムを目指し、新型のラジオ再放送設備の開発を行った。開発のポイントは、再放送周波数の増加に対応し、省スペース化を実現したものである。

Abstract

JRC has delivered the Radio Re-Broadcasting System for Tunnels so far that allows us to listen to the radio in tunnels and provide some information to the drivers in an emergency using some existing channels as the emergency channels. Recently, transportation infrastructure has been improved and long straight motorways have been designed, as a result, long tunnels have been prepared. Then, JRC has developed the new system that responds to multichannel and conserves space with the aim of good system to meet the need and to have high affinity with the drivers.

1. まえがき

「トンネル内ラジオ再放送システム」は、通常時は放送局の電波が届かないトンネル内でラジオ放送を聴取可能とする機能を提供し、非常時には道路管理者が「路側放送」や「ハイウェイラジオ」と同様に一般道や高速道路にあるトンネル内を走行中の車両に道路情報などを提供する機能を持つシステムである。図1に、ラジオ再放送システムの概略図を示す。

近年では、掘削技術の進歩による山間部の数キロに及ぶ長大トンネルや都市部における渋滞緩和のためのトンネルなどが増加してきており、防災設備としての「トンネル内ラジオ再放送システム」に対するニーズが高まっている。これらの市場要求を分析し、既設設備の更新や新トンネル開通時の新規導入の需要にあった親和性の高いラジオ再放送システムを開発した。図2に、ラジオ再放送システムの系統図を示す。なお、太線で示している「AMラジオ再放送装置」と「FMラジオ再放送装置」が本開発の対象である。

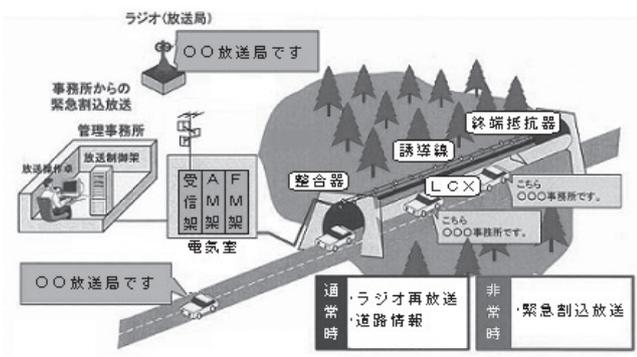


図1 ラジオ再放送システム概略図

Fig.1 Schematic Illustration of Radio Broadcasting System

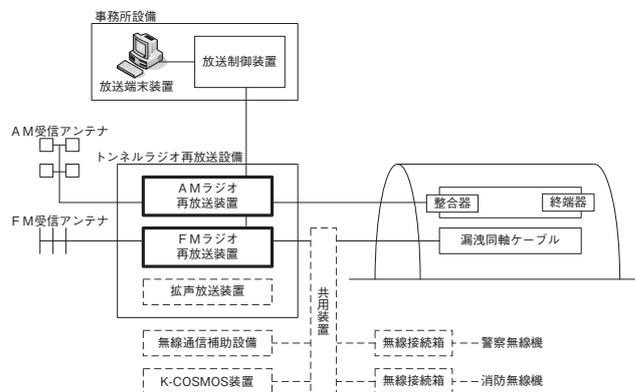


図2 ラジオ再放送システム系統図

Fig.2 Radio Broadcasting System Diagram

2. ラジオ再放送の技術動向

2.1 放送メディアの増加

ラジオ再放送設備は、ドライバへのサービスを向上し、有事の際には緊急避難誘導をより確実に遂行させることが重要である。

災害時に即時性、地域性の高い情報伝達手段として、地域に密着したFMコミュニティ放送が注目されており、ラジオ再放送システムにおいても、従来の広域放送の再送信のみでなく、聴取可能なFMコミュニティ放送についても再送信する多チャンネル化が進んでいる。また、従来AM放送のみ再送信されていたトンネルにおいても、更新時にFM放送メディアの追加ニーズが高まってきている。表1は、コミュニティFMが聴取できるトンネルの例である。

表1 コミュニティFMが聴取できるトンネル (例)
Table 1 Tunnels Providing "Community FM"
Radiobroadcasts

トンネル	放送メディア
静岡県 丸子薬科トンネル	FM Hi!
静岡県 賤機山トンネル	FMしみず (マリンパル)
宮城県 須賀トンネル	エフエムベイエリア
群馬県 椎坂トンネル	FM OZE
鹿児島県 網野子トンネル	エフエムせとうち

2.2 放送信号のIP化伝送

山間部に位置するトンネルにおいては、道路設備の安全対策や、周囲の景観への配慮から、受信アンテナの設置条件が厳しく、再送信のための受信電界強度が十分得られず再放送サービスが十分行えないメディアが発生している。

この解決策として、良好な受信点を確保して、併設される監視・制御用光ファイバにIP化した放送信号を重畳させて配信する「IP化伝送」が多く用いられるようになってきている。「IP化伝送」は、配信線路を他の役務で使用する伝達情報と共有できるほか、帯域を十分確保できるため、広帯域伝送が容易に行えることから、伝送線路の流合雑音や、中継用に配置された光増幅器といった品質劣化要素の影響を受けにくく、高音質の放送信号が経済的に配信できるメリットがある。

2.3 防災システムとの協調設備

トンネル内の災害対策として、消防無線・警察無線などの公共業務に特化した無線設備も、トンネル内に配置される。特に漏えい同軸ケーブルを利用したFM再送信設備では、公共業務用無線周波数帯でも利用可能なように、電波放射特性が広帯域化されており、無線設備の共用装置を介してケーブルが共用されている。ケーブル設備の共用は、

トンネル内の施工作業を軽減させ、開通までの準備期間短縮に大きく貢献している。

3. 特長

わが国は、地震多発国であるほか、異常気象による豪雨などの自然災害が多く発生している。道路利用者への情報提供と迅速な避難誘導が求められている。このような背景の中でトンネル内ラジオ再放送システムは防災設備の一部としてのニーズが高まっている。この防災ニーズに応えるため、従来のラジオ再放送の構造・機能の見直しにより、モデルチェンジを行った装置の特長を次に示す。

3.1 新型の送信部・受信部

従来機では1波/台であった送信部及び受信部を、新型機では2波/台の構成とし、収容ラックへ4台実装可能とした。都市部や県境における多メディアの再放送を想定し、中波、FMそれぞれ8波まで対応した送信部および受信部を開発した。新型機では、性能向上と、省スペース化を実現するため、電源回路、IF回路、RF回路において大幅に見直しを行い、回路規模を約1/3に集約している。特に、周波数選択性の向上のため、デジタルフィルタの採用や広帯域増幅器、デジタル信号処理によるAGC回路は、性能の安定化、小型化に大きく寄与した。

従来機の送信部外観を図3に、新型機の送信部外観を図4に示す。

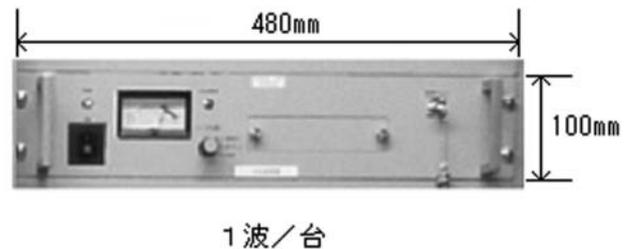


図3 送信部の外観 (従来機)

Fig.3 External Appearance of A Transmitting Part (Conventional Model)

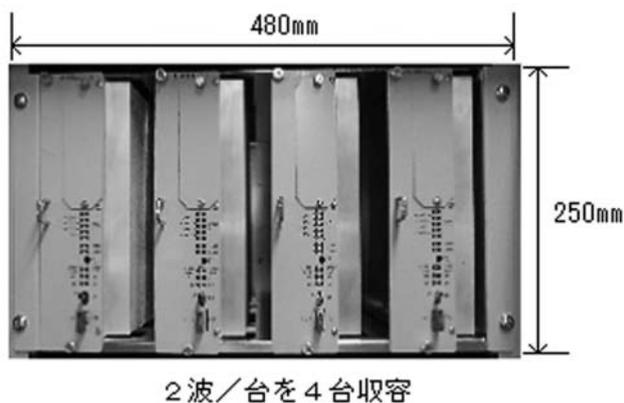


図4 送信部の外観 (新型機)

Fig.4 External Appearance of A Transmitting Part (New Model)



図6 ラジオ再放送システムの外観 (新型機)

Fig.6 External Appearance of Radio Broadcasting System (New Model)

3.2 省スペース化

図5は従来機であり、AM/FM受信・AM放送・FM放送のメディアを送信するためには、3ラックの構成が必要となっていた。図6は新型機のラジオ再放送システムの外観である。更新時にメディアの追加を省スペースで行えるよう、従来比2/3に小型化した。既設ラックへのFMメディアの追加など、設置スペースが最少となるよう、機器の小型化・低消費電力化を実現している。

このうち、送信部においては、メディア数が増加した場合はラック収容スペースに大きく影響しているため、8波送信を前提とした構造・放熱をあらかじめ想定した設計とすることで、小型化を実現している。



図5 ラジオ再放送システムの外観 (従来機)

Fig.5 External Appearance of Radio Broadcasting System (Conventional Model)

3.3 マルチポート入力対応

IP化伝送に対応した、マルチポート入力送信部には、IF入力とAF入力を備えており、IP化伝送による構成変更にも容易に対応できる。送信部インタフェース部分の外観を図7に示す。

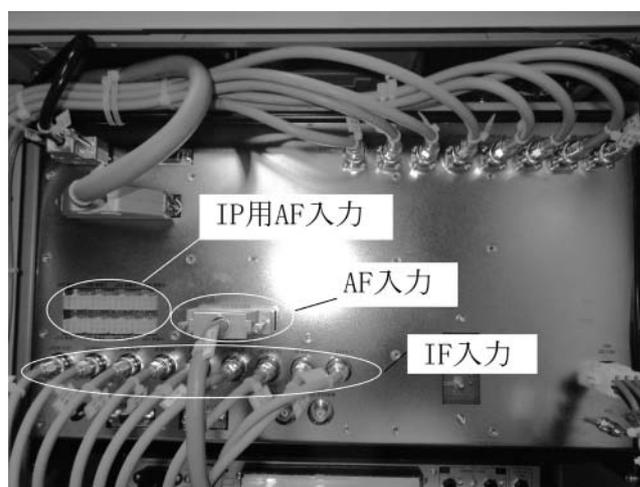


図7 送信部インタフェース部分の外観

Fig.7 External Appearance of Transmission Interface

送信部は、設定によりIF信号/割り込み音声信号/放送音声信号の経路を選択する機能を内蔵しているため、既存設備との接続や、新規設備のIP化伝送信号との接続も、同一のハードウェアで構成できる。

3.4 耐震構造・対策

開発した機器の安定性を評価するため、東北地方太平洋沖地震と同規模の地震を想定した耐震試験を実施している。図8に耐震試験の様子を示す。

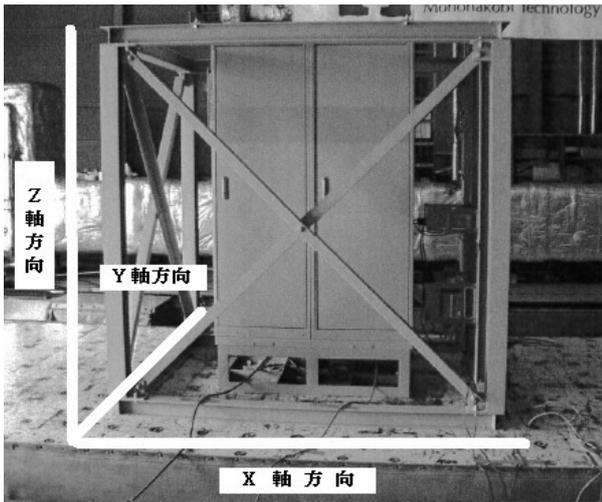


図8 耐震試験の様子

Fig.8 Photograph of An Earthquake-proof Examination

今回採用したラックは耐震設計がなされており、歪みによる隣接設備との接触や、内部機器の変形を抑制し、災害を想定した試験条件下においても、試験後の安定動作が確認されている。

4. 今後の展望

今回のモデルチェンジに際して実施した市場の要求事項を分析する中で、実現に至らなかった課題を以下に列記する。

4.1 トンネル設備のさらなる安全対策

ラジオ放送をトンネル内に再送信するため、アンテナを設置する作業が付帯しているが、トンネル内の電波電界を均一にし、安定した放送を提供するためには、トンネル上部に誘導線を配置する必要がある。図9は誘導線の設置例である。

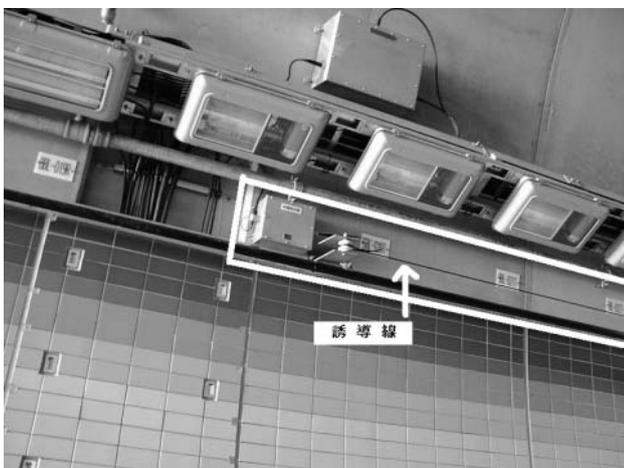


図9 誘導線の敷設例

Fig.9 Installation Example of A Induction Cable

しかし、道路上部に設置される設備は落下のリスクが払拭できず、安全性が問題視され、保守・安全対策の観点から落下防止対策は免れられない。また、保守時には作業の安全確保のため、交通を一時的に遮断し作業するため、道路利用者へのサービス低下につながっている。

これらの課題を克服するため、トンネル上部に施工を伴わないアンテナの開発が急がれるが、壁面に配置する場合に発生する伝搬特性の偏りや伝送損失による電界強度の低下など解決すべき課題も多い。

4.2 災害時の情報サービスの向上

現在のシステムでは、遠隔地に設けられた監視制御システムからの制御による音声情報の提供が主流であり、災害時に遠隔地との伝送インフラが寸断された場合には、トンネル設備での有人管理による提供手段（マイク放送など）に限定されてしまう。これらの解決手段として、遠隔システムとトンネル設備との伝送インフラの冗長化が図られているが、大災害発生時には冗長化された伝送インフラでさえ寸断されるケースもある。今後のシステムでは、伝送インフラの断続的な復旧でも避難情報を更新可能とする機能追加が有効である。また、緊急地震速報の連携、自立型災害情報、通行情報など、ドライバーの安全と利便性の向上を図るサービスの提供が、事故発生の防止につながってゆく。

4.3 トンネル設備の施工期間の短縮と保守性の向上

トンネル内部の設備は通行車両の事故や規格外の車両の侵入などにより設備が破損に至る事例は避けられない。

局所的な被害に対応するため、トンネル内部に小規模の送信機を複数配置するマルチホップ伝送や路肩の縁石を利用する小型で安価なアンテナの開発が施工期間の短縮や保守性の向上に寄与できるだろう。

5. あとがき

トンネル内ラジオ再放送設備の開発により、時代に即した機能性、親和性、経済性を備えたシステムが提供できると考えている。今後も、防災設備としての避難誘導や道路利用者への情報提供設備として有効に利用されるシステムの納入に向け努力して行きたい。

用語一覧

- AF: Audio Frequency (音声周波数)
- AGC: Automatic Gain Control (自動利得制御)
- AM: Amplitude Modulation (振幅変調)
- FM: Frequency Modulation (周波数変調)
- IF: Intermediate Frequency (中間周波数)
- IP: Internet Protocol (インターネット・プロトコル)
- RF: Radio Frequency (無線周波数/高周波)