

地下鉄短信 (第506号) 令和4年3月16日発行

編集 (一社) 日本地下鉄協会 責任者 内藤 富二夫
電話 03-5577-5182(代) FAX 03-5577-5187



記事 : 「地下鉄施設の保守、維持等に関する研究会 (第2回信号通信部会)」を開催

◆「第2回信号通信部会」を開催しました。

令和4年3月4日(金)に、当協会9階会議室において、東京地下鉄(株)をはじめとする地下鉄事業者9社局の信号通信設備の設計や保守管理等に携わる職員と、(公財)鉄道総合技術研究所の研究者等の計15名の参加を得て、「第2回信号通信部会」を開催(オンライン形式併用)しました。

1. 調査研究の概要

信号通信部会は、令和2年度に活動を開始し、「新たな信号通信技術に関する調査研究」と「各社局が抱える信号通信設備の課題への対応等」を研究テーマに据え、調査研究を進めております。

(1) 「新たな信号通信技術に関する調査研究」

○無線式列車制御システム(CBTC)

国土交通省では、首都圏等で無線を利用した列車制御システムの開発・導入が進められていることを受け、令和元年度から「都市鉄道向け無線式列車制御システム(以下、CBTC)仕様共通化検討会」を設け、鉄道分野における生産性革命に資するCBTCの仕様共通化等に関する検討を進め、令和2年度に「インターフェース仕様共通化ガイドライン」及び「無線回線設計ガイドライン」としてとりまとめました。



このCBTCは、列車間隔を短くすることが可能で、高い遅延回復効果が得られるなど運行の安定性が向上するとともに、軌道回路等の地上設備を簡素化することで保守作業の効率化や輸送障害の削減等にも寄与することから、今後の更なる導入が期待されています。

かかる観点から、当部会においてもCBTCの調査研究が必要と考え、CBTCを導入中の東京地下鉄(株)、東京都交通局の協力を得て、調査研究を進めています。

今年度は、東京都交通局から「都営地下鉄大江戸線 CBTCを用いた信号保安設備更新計画」と題してご説明いただきました。

現在、システム設計の安全検証の実験、実施基準改定や車両改修設計の実施、連動装置・列車制御装置の基本機能設計の完了など事業計画は順調に進んでいる一方、新型コロナの影響による半導体の世界的な供給不足により全体工程の遅れが発生し、既設ATCの老朽対応にも必要となる可能性があるとの説明があり、改めて新型コロナがビジネスに与える影響の大きさを再認識しました。

※CBTC (Communications-Based Train Control の略)

※ATC (Automatic Train Control の略)

(2) 「各社局が抱える信号通信設備の課題への対応等」

各社局が抱える信号通信設備の個別課題を、参加社局共通の課題と認識し、各社局が協力して課題解決に向け取り組むことを目的に、事前に各社局から研究テーマを募集し、その選定されたテーマについて調査研究を行っています。

今年度は、大阪市高速電気軌道(株)と福岡市交通局の2社局が選定したテーマについて、それぞれから説明いただきました。

発表後の質疑応答では、活発な意見交換が行われ、これらが当該のテーマを選定された社局固有の課題にとどまらず、各社局に共通するものであることが確認されました。



◆選定テーマと発表社局

No.	選定テーマ	発表社局
1	保守・維持管理業務の効率化と生産性向上	大阪市高速電気軌道(株)
2	お客様サービスシステムの 共通プラットフォーム構築への課題整理	福岡市交通局

2. 鉄道総合技術研究所：研究事例の紹介

(公財)鉄道総合技術研究所からは、信号・情報技術研究部の最近の研究事例をもとに、地下鉄事業者の信号通信設備に係る「鉄道沿線信号設備における電子機器の寿命予測」と、「鉄道運行业務への5G無線通信技術の適用」について、ご説明いただきました。

(1) 鉄道沿線信号設備における電子機器の寿命予測

(信号システム研究室 主任研究員 藤田様)

近年の鉄道信号設備は、従来の継電器機から電子機器(例：半導体、コンデンサ、フォトカプラ等)へ置き換えることで、高機能化や小型化が進んでいます。一方で、電子機器の劣化・故障に至るメカニズムが正確に把握されていないため、故障の発生時期が不明確で更新のタイミングが決められないことから、使用環境や機器によらず、これまでの経験等により一律に寿命が設定されるという問題があり、電子機器の更新時期の予測精度向上が課題となっていました。



電子機器の故障率の推移を経過年数で追って見ると、使用開始の初期に故障率が高く、偶発期に進むにつれて故障率が下がってしばらく安定した後、摩耗故障期に再び故障率が上昇する傾向(いわゆるバスタブカーブ)があります。このことから偶発期摩耗故障期にさしかかる期間に電子機器の耐用寿命が存在すると推定されます。

耐用寿命の確定のためには、対象となる電子機器が設置されている環境(屋外・屋内における温度、湿度、振動等の影響、地下鉄の場合は、トンネル環境も考慮)の違いによって損傷具合等がどの

ように異なってくるかを詳細に把握し、摩耗故障に至る時間を推定する「使用環境に応じた電子機器の寿命評価手法の構築」が必要となります。この視点に立って、信号用電子機器の故障実態の把握をより正確に行うため、国交省が取りまとめている鉄道安全データベースに基づく分析、及び信号設備メーカーに持ち込まれた踏切用列車検知装置の故障返戻データの分析を行うとともに、鉄道事業者の稼働装置の撤去時に行った沿線電子機器の実装電子部品の劣化調査を実施しました。

その分析結果等によると、電子機器は、一般的に冗長構成されており、片系が故障しても動作は継続できることから、電子機器の故障により大きな送障害に直接つながる事例は少ないことが分かりました。

また、屋内機器と沿線機器では故障傾向に大きな差異が見られ、沿線環境下で経過年数とともに故障件数が指数的に増加するなど、屋内環境の下に比べて厳しい状況であることが分かりました。

この講演では、これらの研究の裏付けとして行われた耐用寿命の定義、信号用電子機器の使用環境及び寿命を推定するための評価技術の研究ほか、現在注目されている予防保全技術開発についてもご説明いただきました。

今回の研究により、信号用電子機器において対象機器の使用範囲内であれば、最短寿命箇所の寿命予測を提示できる手法が構築することができ、また及び対象機器を構成する電子部品やはんだ接合部の故障（沿線機器のみ）について、メカニズムを考慮した定量評価が可能となりました。これらの成果は、従前からの課題である更新時期設定の一助となるとともに、地域や設定環境に応じた対応寿命設定に寄与するものと考えられます。

最後に、耐用寿命決定にあたってのマネジメント手法や、状態基準保全を適用する際のこれまでの直接的な状態監視によらない新たな監視技術の構築の活用についても研究を進めるとの説明があり、今後の展開が大いに期待されました。

（２）鉄道運行业務への5G無線通信技術の適用

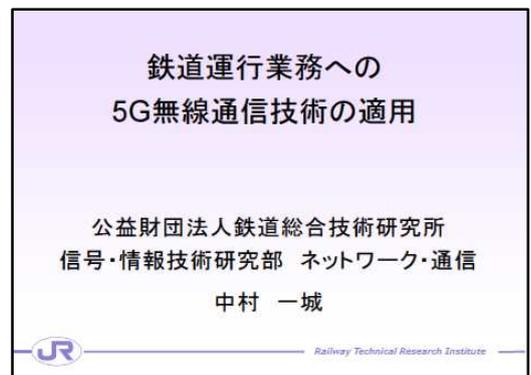
ネットワーク・通信研究室長 中村様

現在、車上に搭載したカメラ映像の地上へのリアルタイム伝送や、メンテナンスデータの伝送、無線による列車制御など、車上と地上間の無線伝送を用いた新たなアプリケーションの実現への期待が高まっています。また、将来的な労働人口減少に備えて、メンテナンスの省力化が必要となっています。これらを背景としてこれまで鉄道で利用されていた自営無線網に置き換わる公衆無線システム（LTE、5G）の活用が期待されています。

5Gとは、第5世代移動通信システム（5th Generation）の略です。従来の第4世代のLTEまででは、人からアクセスされる情報の伝送という視点から、「高速・大容量」が機能向上の中心となるコンセプトでしたが、5Gでは、人・モノが利用できる情報の伝送という視点から、①「超高速・大容量」（LTEの約100倍）に加えて、②「高信頼・超低遅延」（遅延時間がLTEの約1/10）、③「多数同時接続」（LTEの数台に対して100万台/km²）が、機能向上のコンセプトになっています。

この5Gの特徴が鉄道で期待される適用場面は、①の「超高速・大容量（最大伝送速度20Gbps）」については、車上と地上間の画像伝送や車両の状態監視、②の「高信頼・超低遅延（無線区間の伝送遅延1ms）」については、列車制御（自動運転）、保守車両の遠隔制御、③の「多数同時接続」については、沿線環境の観測や沿線における通信設備等の状態監視です。

また、仮想的に専用線のような使い方ができる「ネットワークスライシング技術」にも期待が集まっています。



これらに関する実証実験としては、大手民鉄、通信キャリア等により、車上と地上間通信として、列車走行中における4K・8K映像の伝送試験、地上施設からの撮影、監視等を通じた試験等が実施されています。これまでの「大容量通信」の特徴を対象とした試験により車上からの画像伝送などは、技術的には実用レベルにあることが確認されている一方、鉄道における「低遅延」「多数同時接続」の実証は未だ不十分であることから、今後は、定量的な評価や基準の整理を通じて、鉄道運行业務への5Gの適用可能性評価を更に進めていくこととされています。

また、現在、検討が進められている公衆5G無線システムを活用した列車運行业務用無線システムの下では、複数のアプリケーションが無線システムを共用することになり、複数の無線システムが活用されることにより冗長性や信頼性が向上し、一方で、通信プラットフォームの制御によって、アプリケーション側では使用する無線システムの意識が不要になるとのことです。

5Gの鉄道への活用の検討は、欧州を中心に導入されているGSM-Rの後継及び、その他のソリューションを含んだ鉄道システムのデジタル化を行う取り組みとして、FRMCSの検討が、世界鉄道連合(UIC)のプロジェクトとして実施中です。

一方、これまでの検証等々の取り組みは、通信キャリア主体による公衆5G無線通信技術の活用であったことを受け、(公財)鉄道総合技術研究所では、鉄道向けの評価を加える必要から、研究所内試験線沿線にローカル5Gを用いた試験環境を構築し、伝送品質の評価に取り組んでいます。

これにより、公衆網による検証結果との比較で、仕様と実際の能力の差の検証が可能となり、車上と地上間、地上(沿線機器)と地上など、アプリケーションに応じた所望の要件や検証結果が得ることが可能となることから今後これらを踏まえて、具体的なプラットフォームを構築し、鉄道運行业務への5Gの活用ガイドラインを提案するなど、鉄道としての活用方法・インターフェースの共通化につなげていきたいとのことです。

最後に、5Gを活用した国内鉄道通信規格(日本方式)の検討、通信事業者と鉄道事業者が協業する方式の確立、日本方式のFRMCSへの提案等を行うため、国内での5Gの鉄道運行业務への活用について検討する場の立ち上げを検討しているとの説明があり、鉄道運行业務への5G無線通信技術の適用が早期に実現することに期待したいと感じました。

※GSM-R(Global System for Mobile communications - Railwayの略)

※FRMCS(Future Railway Mobile Communication Systemの略)

3. 各社局からの情報提供

各社局から信号通信設備の更新計画など取組事例の現況報告をいただき、最後に当協会から来年度の部会活動の予定等を説明し、今年度の信号通信部会を終了しました。

今回の研究会は、オンライン形式を併用して開催しましたが、これまでの対面・集合形式と異なり、参加者がお互いの顔を見ながら会話することが出来ず、参加者相互の意思疎通が図りづかったことや、オンライン会議に不慣れなことも起因し、議事進行に時間を要することがありました。

今後、参加者各位にアンケート形式による調査を行い、得られた回答をもとに今後におけるオンライン会議がより良い環境の下で開催できるよう改善に努めたいと思います。

(注) 必要に応じ、社局内へ転送、回覧などをお願いします。

配信先を変更又は追加した方がよい場合は、新しい配信先の職名、氏名及びメールアドレスをお知らせください。

また、本短信について、ご意見をお寄せください。

連絡先: naitou@jametro.or.jp