

海外の都市鉄道に関する交流電化と課題～EMTP の活用を主にして～

○ [電] 柴川 久光 (電気技術開発 (株))

AC (alternating current) electrification on overseas urban railway and its subjects

○Hisamitsu Shibakawa (The Japan Electrical Consulting Co., Ltd.)

The author has been engaged in the electrification railway project of the existing line for the past ten years in the overseas. The number of an urban railway project is increasing in the project of ODA. When applying alternating current electrification systems to this urban railway, the issue which should be studied occurs such as the induced voltage on the communication cable. This paper describes these issues that should be solved, the example of calculation by EMTP, etc..

キーワード：AT き電，都市鉄道，通信線，評価雑音電圧，EMTP，軌道回路，レール破断検知，AT 吸上電流比方式故障点標定

Key Words：AT feeding system, urban railway, communication wire, psophometric voltage, EMTP, track circuit, rail broken detection, AT neutral current ratio type fault locator

1. はじめに

著者は過去 10 年間、海外の鉄道電化プロジェクト、なかでも在来鉄道の電化プロジェクトに従事してきた¹⁾。ODA のプロジェクトでは特に都市鉄道の案件が増加している。この都市鉄道に AT き電などの交流電化方式を適用する場合、通信誘導など検討すべき課題がある²⁾。

本稿では、海外の電化プロジェクトの動向、電化エンジニア (主として在来線) の立場から交流電化計画における課題、EMTP³⁾ や ATP⁴⁾での検討例などを説明する。

2. 海外の電化プロジェクトの動向

2.1 日本の取組

2010 年 6 月、国の新成長戦略が閣議決定され、そのひとつにパッケージ型インフラ海外展開がある。近年、アジア諸国に目覚ましい発展があり、我が国に大きなビジネス機会を与えており、パッケージ型インフラ海外展開はアジアなどの海外展開における国家戦略プロジェクトである。最近の国土交通省の取組は下記のとおりである⁵⁾。

①官民連携によるトップセールス：米国・ブラジル・ベトナム等に日本技術を採用するように働きかける。

②国際協力銀行 (JBIC) による支援：投資金融が都市間高速鉄道でも先進国向け案件に取り組むことが可能になった。また、先進国向け案件として地下鉄などの都市内鉄道が追加された。

③鉄道技術の国際標準化：2010 年 4 月、鉄道総研に鉄

道国際規格センターを設立した。鉄道に関する第三者認証機関設立検討 WG は 2010 年 3 月に発足。交通安全環境研究所は鉄道の国際規格への適合性評価 (認証) を行う体制を検討している (同研究所の第 3 期中期計画)。

④海外鉄道案件に対する日本からの積極的提案

⑤発注コンサルタントの育成支援：発注側の入札・仕様作成を支援するコンサルタント。

2.2 日本の ODA プロジェクト (鉄道電化)

前項のような背景もあり、鉄道電化に関する ODA プロジェクトは増加している。高速鉄道、都市鉄道、都市間鉄道があり、JICA のホームページで紹介されている。都市域内、地下鉄は通信誘導の少なく、絶縁隔離の小さい、直流電化が有利と思う。一方、都市間鉄道はコストの安価な交流電化が優れる。最近のプロジェクトの例では、

①デリー地下鉄 (交流、BT き電) が 2011 年に全線開通したが、JICA は 1995 年から 16 年間支援してきた。本プロジェクトには電力回生ブレーキシステムが導入され、デリー地下鉄は鉄道分野では世界初の CDM (Clean Development Mechanism: クリーン開発メカニズム) 事業として国連に登録された⁷⁾。

②トンネル (内径 6m 程度) でも交流電化 (I 国) が実施されている。

③IN 国、V 国、T 国の地下鉄プロジェクトは直流方式である。

2.3 海外プロジェクトの電化方式

交流電化は 1951 年にフランス国鉄により開発された⁸⁾。著者が訪問する国々では交流直接き電方式はコスト的に有利なためよく見られる。また、線路沿線の人口も少ないと思われる。

いろいろな要因もあると思われるが、在来線における交流電化プロジェクト件数がある程度あり注目される場所である。

3. 交流電化計画における課題

3.1 通信線への誘導対策

交流電化は、日本で本格的に実用化された AT き電方式を使用できるため、強力な電力供給システムである。一方、列車電流と故障電流による沿線通信ケーブルへの誘導が課題となる。図 1 は沿線の通信ケーブル (長さは 1km, 2km, 3km, 800Hz) への影響を EMTP にて検討したものである⁹⁾。

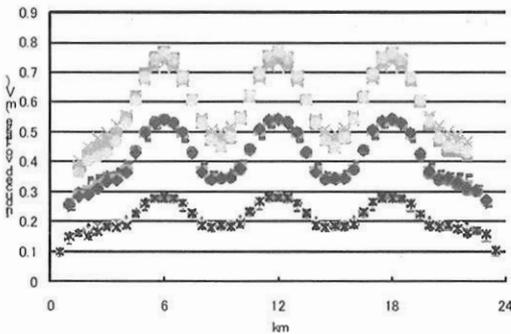


図 1 通信線の誘導電圧 (試算)

3.2 帰線・接地と軌道回路

AT き電回路の帰線はレールと保護線 (PW) などである。AT き電回路ではレールの中性点に PW を接続したり、レールの上下線間を接続したりする。そのため軌道回路であるレールが破断した場合、帰線が信号電流のバイパス回路となり不都合が生じる。したがって、そのふたつの条件を定量的に評価する必要がある。著者は AF (可聴周波数) 式軌道回路で ME 化されている場合について検討した¹⁰⁾。検討の結果、制約は少ないことを示した。

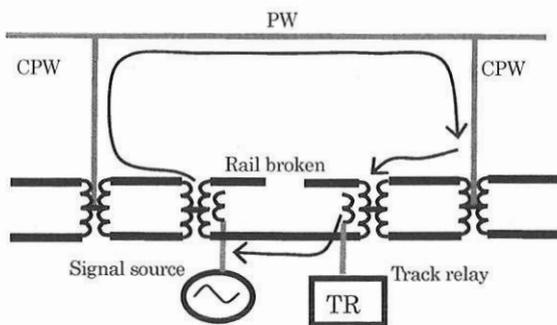


図 2 レール破断時の軌道回路

3.3 AT 吸上電流比方式故障点標定

AT き電回路の架線インピーダンスは線形でないため、AT 中性点の故障電流値を使用した AT 吸上電流比方式故障点標定装置が国内で使用されている。海外ではレールが

接地されている状況があるため、日本と異なるき電回路における AT 吸上電流比方式故障点標定を EMTP にて検討した。なお、同様な検討は ATP を用いても検討した¹¹⁾。

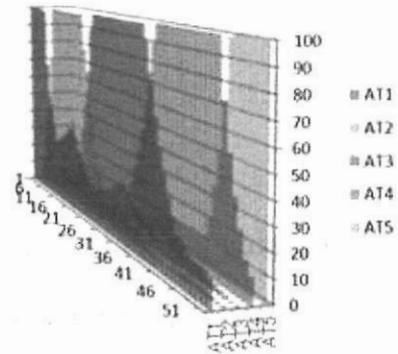


図 4 正規化した吸上電流

3.4 その他

構内での保護についても検討している。

4. 結語

本稿は著者が海外で経験した事項に基づき、その後検討した事項も含めて整理したものである。本稿が皆様に参考になることを願っています。

参考文献

- 1) 柴川久光 : 海外電化プロジェクトに役立つ知識、技術、資格 (寄稿), 電気技術開発 50 周年記念誌に掲載予定の原稿, (2012 年発行予定)
- 2) 柴川久光 : 海外の電化プロジェクトの特徴と課題, 平成 23 年度鉄道電気セミナー (電力部門), 2011 年 9 月
- 3) ElectroMagnetic Transient Program- restructured version: <http://www.emtp.com/> (2011 年 5 月アクセス)
- 4) JAUG (Japanese ATP User Group): <http://gundam.eei.eng.osaka-u.ac.jp/jaug/index.htm> (2011 年 10 月アクセス)
- 5) 山上範芳: 我が国鉄道システムの海外展開, JREA, 2011 年, Vol.54 No.1
- 6) 北原政宏: 鉄道システムの海外展開, 日本技術士会, 技術士 CPD 中央講座 (第 107 回), 2011 年 6 月 18 日
- 7) <http://www.jica.go.jp/india/office/information/event/2011/110907.html>
- 8) 平松和雄ほか: 鉄道技術協力 参考資料集, 日本鉄道電気技術協会・海外鉄道技術協力協会, 2005
- 9) 柴川久光, 石川多了, 持永芳文: AT き電を用いた都市鉄道が金属通信線に及ぼす誘導雑音電圧の検討, 電気学会, TER-11-040, 2011
- 10) 柴川久光: 交流電化区間の CPW 間隔が AF 軌道回路によるレール破断検知能力に及ぼす影響の検討, 電気学会, TER-11-052, 2011
- 11) 柴川久光: 在来線 AT 交流電化区間においてき電回路条件が AT 吸上電流比方式故障点標定に及ぼす影響の検討, 電気学会, TER-11-067, 2011