

# 鉄道車両と技術

Rolling Stock & Technology

No.76 2002-5

## 特集：インバータ制御の20年

### 目次

インバータ制御の20年 .....	曾根 悟	2
インバータ制御前史 - ドイツにおける技術開発 - .....	高原 英明	7
新幹線車両における交流電動機駆動システム .....	石川 栄	13
インバータ制御車～導入と展開(1) 熊本市交通局8200形導入の頃 .....	宮崎 輝昭	18
* * * * *		
JR東海の新しい研究施設 .....	橋本 敦	22
JR東日本 AC Train・E993系の概要(1) .....	野元 浩	26
車両運動制御のための車輪・レール間の摩擦制御の実用化 ～その3 摩擦調整材噴射装置と実車での効果～ .....	留岡 正男	32
粘着の話(5) .....	大山 忠夫	38
車両技術者のための軌道の話～5/終 .....	高井 秀之	45
Ryo TAKAGIの バーミンガム・デジカメ便り～第9回「 <small>キャナル・ボート</small> 休日は運河の船に乗って」 .....	高木 亮	49
鉄道エッセイ～ジャカルタ通信(3) .....	佐々木 拓二	52
鉄道技術国際シンポジウム(STECH '03)開催と論文募集のお知らせ .....		55
後 記 .....		54

# インバータ制御の20年

曾根 悟

そね さとる (SONE, Satoru) ; 工学院大学教授 (電気工学科), 工学博士

『究極の制御方式』と言われたインバータ制御が実用化されてから、わが国では20年になった。この方式が実用化されるまでの長い道のりを世界的な観点で振りかえり、電機子チョップ制御の失敗とも対比させながら、無駄の無い着実な開発の足跡を技術史的に辿ってみた。当面の目的には十分な特性を確保したインバータ制御ではあるが、これでわれわれは究極の制御方式を手にしたのか、という観点からは、まだまだ改善の可能性が高いことも述べている。今、改善に着手すべき例として、以下の点に言及している。

- ・ 省エネルギー特性の向上：もともと省エネルギー特性に優れているが、これに甘んじることなく、走行曲線や饋電システムまで含めた全体システムの見直しが必要になった。
- ・ 省保守の徹底：車両の保守が電気部分についてほとんど不要になっただけで満足すべきではなく、純電気ブレーキの採用によってブレーキ関係の省保守を本格的に進めるべきこと。
- ・ 走行性能の改善：機器が小型軽量化されたのを機会に、必要な車種については格段の高性能化をするなど、低価格を売り物にするものと、高性能を売り物にするものに分化すべきこと。

## インバータ制御前史 - ドイツにおける技術開発 -

高原 英明

たかはら えいめい (TAKAHARA, Eimei) ; 明星大学理工学部電気工学科・教授, 工学博士

ドイツは1879年に世界初の直流電動機による電気鉄道の運転を行ったが、21年後の1900年には三相交流架線給電による誘導電動機を用いた高速電気鉄道の研究を行い、1903年に210.2km/hの最高速度を記録している。しかし、これは架線の複雑さや電動機の回転数制御の困難さが欠点で、その後は現実的な単相交流電源による整流子電動機方式が主流となった。

1950年代の米国での電力半導体素子の開発や、1960年代の英国、ソ連などのインバータによる交流電動機駆動の試行を踏まえ、ドイツは次世代の鉄道車両駆動方式の本命としていち早くインバータ駆動機関車の実用化開発を手がけ、その先見性と技術力の高さにより1970年代に既に市場に多くの電気機関車や電車を投入した。この技術は世界の鉄道先進国による交流電動機駆動の引き金役を果たしたばかりでなく、現在もICEに代表される高速鉄道や最新型の電気機関車、路面電車等に引き継がれている。

## 新幹線車両における交流電動機駆動システム

石川 栄

いしかわ さかえ (ISHIKAWA, Sakae) ; 東海旅客鉄道(株)総合技術本部技術開発部

現在、日本の新幹線車両は交流電動機駆動で、交流回生ブレーキを使用する車両が大多数である。交流電動機駆動自体は、長年の車両技術者の夢であり、交流回生ブレーキとともに、新幹線開業時以前から検討されていた事項である。しかし、現実的には装置の大きさ、使用デバイスの選択など、時の技術の情勢によりさまざまな検討が積み重ねられてきた。この結果として90年代ようやく、GTOサイリスタを使用した電圧型の誘導電動機駆動で、交流回生ブレーキが可能な方式を完成させることができた。現在は、使用デバイスは既にGTOサイリスタからIGBTの時代に移ってきており、さらに次世代のデバイスの登場が待たれる状況である。

本稿では、これらの技術は既に実用から、熟成された技術に移ろうとしているが、ここまで発達してきた開発経緯、課題の対処方法などを述べる。

## インバータ制御車～導入と展開(1)熊本市交通局8200形導入の頃

宮崎 輝昭

みやざき てるあき (MIYAZAKI, Teruaki) ; 熊本市交通局電車課

昭和57年(1982年)8月、日本で初めて交流モーターを搭載したインバータ電車が熊本市電の路線を走り始めた。昭和48年度(1973年度)から再建団体の道を歩んできた熊本市交通局が、冷房電車に次ぐ新しい乗客サービスを提供することになった。

VVVFインバータ装置で交流モーターを駆動するシステムはドイツでは既に実用化されていたが、日本の鉄軌道業界では初めての試みで、当時のチョッパー方式の軽快電車をさらに進化させたものであった。

8200形導入から20年が経ち、当時熊本市交通局に在籍していた職員のごほとんどは退職されていて、導入の頃の状況を詳述できる人がいない。そこで今回は導入後に交通局に移動してきた筆者が、当時の資料などを基にインバータ電車の導入経緯や導入時の状況について紹介する。

# JR東海の新しい研究施設

橋本 敦

はしもと あつし (HASHIMOTO, Atsushi) ; 東海旅客鉄道㈱総合技術本部技術開発部 企画グループリーダー

JR東海は1987年発足以来、技術開発を積極的に推進し、安全・安定輸送、速達化、サービス向上、コスト低減など数々の成果をあげてきた。2002年、さらに一体的かつ総合的に技術的課題に取り組むため、6月に総合技術本部を発足させ、『技術開発部』(小牧)において、技術開発の2本柱『鉄道技術のブラッシュアップ』と『新しい分野への挑戦』を推進していく。

同年7月に開設した小牧の新しい研究施設は、「あいち学術研究開発ゾーン」内の小牧市東部の緑豊かな丘陵地帯に位置し、最新の設備を備えた研究開発を進めるにふさわしい環境となっている。ここで、環境への適合性に優れた鉄道の特性にさらに磨きをかけるとともに、鉄道分野を越えた新しい研究開発分野に幅広く取り組んでいく。

# JR東日本 AC Train・E993系の概要(1)

野元 浩

のもと ひろし (NOMOTO, Hiroshi) ; 東日本旅客鉄道㈱研究開発センター・先端鉄道システム開発センター/車両開発グループ

JR東日本が、徹底した軽量化とコスト低減をはかった209系通勤形直流電車を開発して約10年が経過した。その後、最新技術の採用とサービス向上を目的とし、さらに通勤形と近郊形の性能の共通化を図ったE231系を開発した(図-1)。これらの車両はすでに3000両以上を投入し当社の主力車種となっている。最新のE231系は209系以降の様々な改良と新技術の導入でボギー構造の車両としては相当に成熟した車両となっている。今後さらに通勤・近郊形車両の改良を進めるためには、ボギー構造も含めた車両のシステム自体を見直す必要があった。

一方、当社では、安全性・正確性を向上させるとともに、多様化するお客様のニーズに対応した新しいサービスを低コストで提供する新たな鉄道システム「e@train」の構築をめざして研究開発を進めている。通勤・近郊形車両については、平成7年頃から様々な要素技術の開発を行ってきた。これらの技術を統合し、車両としてのトータルシステムを構築するためには、試験車を製作して確認する必要があることから「AC Train (Advanced Commuter Train)」を製作することとした。これから数回にわたりAC Trainのコンセプトと各要素技術についてご紹介する。

# 車両運動制御のための車輪・レール間の摩擦制御の実用化

## ~その3 摩擦調整材噴射装置と実車での効果~

留岡 正男

とめおか まさお (TOMEOKA, Masao) ; 帝都高速度交通営団 車両部

前回まで摩擦調整材について、コンセプトと効果及び基礎理論について解説を行った。本号においては、従来から抱えている鉄道事業者の車輪とレールの接触問題に関する悩みと、これらを解決すべくポジティブなクリープ特性を持った摩擦調整材を、いかに今の鉄道の実態に合わせて適用していくかを報告する。また、実用にあたっての効果の評価と、営業線における継続的なデータ収集を行っているので紹介する。

# 粘着の話(5)

大山 忠夫

おおやま ただお (OHYAMA, Tadao) ; 光洋精工㈱(元・鉄道総合技術研究所)

## 8. 粘着力とブレーキ力に関する解析手法とその適用例

### 8.1 力学モデル

これまで述べてきたように、乾燥状態で最大粘着力がブレーキ力に比べて十分大きい場合には、接線力は微小すべり領域で伝達されるから、減速度は負荷したブレーキ力そのもので決定される。ところが、降雨時にレール表面が濡れた水潤滑状態では、粘着力が低下してブレーキ力が最大粘着力を上回って巨視すべりに至ることがあり、その場合には、粘着力が列車の減速度に限界を与える。

---

# 車両技術者のための軌道の話～5/終

高井 秀之

たかい ひでゆき (TAKAI, Hideyuki) : (財)鉄道総合技術研究所 軌道技術研究部長

## 10. 軌道管理

### 10.1 軌道狂いの定義

軌道狂いには図-10.1に示す5種類がある。この他にJR各社では貨物列車走行線区を対象として「複合狂い」も用いられている。なお、「軌道狂い」という用語は「軌道変位」に置き換えられる方向にあるが、本稿では現時点で一般的な「軌道狂い」を用いる。

---

# 鉄道エッセイ～ジャカルタ通信(3)

佐々木 拓二

---

Ryo TAKAGIの バーミンガム・デジカメ便り～第9回「休日は運河の船に乗って」

高木 亮