

軌道に乗る鉄道車両の ABS

ABS on the Rails

Knorr-Bremse 社が ETAS ASCET を利用

今日、どの工業先進国においても、高速列車は効率的な輸送インフラストラクチャに必要不可欠です。しかし、その最大移動速度は時速 250km 以上に及ぶため、ブレーキシステムの機械部品および制御電子装置には大きな要求が突きつけられることとなります。ETAS のツールは過去 15 年にわたって Knorr-Bremse AG の皆様にご利用いただき、このようにきわめて重要な安全関連システムの管理および制御を行うソフトウェア開発のお手伝いしてまいりました。



車輪レールシステム：
ブレーキシステムの横滑り防止／スリップ防止装置がブレーキング
によるフラットスポットの発生を防止

高速列車にとって、ブレーキコンセプトは安全計画の重要な要素です。これは制動力管理を完全に網羅する概念で、具体的には、列車全体の各種ブレーキシステムにわたって制動力を最適に分散させることや、摩擦ブレーキ特有の駆動、横滑り防止／スリップ防止策、ローリング監視、そしてブレーキング中の電気エネルギーの回復が含まれます。

最新世代の ICE の列車には相補的に機能する 3 種のブレーキシステムが搭載されています。低速走行時にはディスクブレーキが作動するだけで十分です。より高速の時には電磁ブレーキも連動します。これらのブレーキが作動した後、列車の移動距離が所定の値に達すると、さらに渦電流ブレーキが作動して加勢します。一つ明確なのは、インテリジェントなブレーキコンセプトは電子装置なしでは実装できないということです。

機械部品に代わる電子装置

鉄道車両のブレーキは、1970 年代になっても、機械装置および空気圧装置をベースとしたもの以外はほとんど構築されて使用されることはありませんでした。電子制御式のアンチロックブレーキシステム (ABS) を導入しようとする動きは、ブレーキングで生じるホイールセットのフラットスポットに起因した不快で危険な振動や動作の不安定性を確実に防ぎたいという願いから起こりました。今日の横滑り防止／スリップ防止装置は、自動

車の ABS に相当するものですが、車軸のずれも調整してブレーキング時の車輪とレールとの静摩擦を最適化することで、結果的に制動距離が短くなります。

ASCET ソフトウェア — 安全で確実、しかも自動で生成

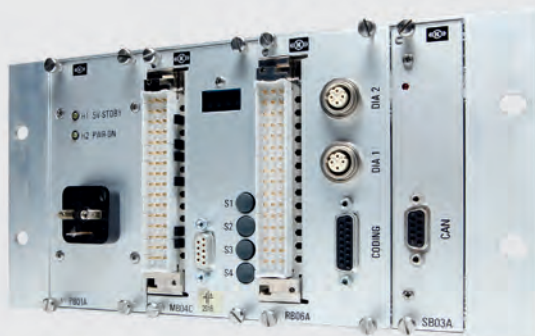
開ループおよび閉ループのアルゴリズムを開発するためには、信頼できるプロ仕様のツールが必要です。Knorr-Bremse 社のエンジニアは 1999 年以来、ASCET を利用してモデルベースのソフトウェア開発を行っています。

以前は、エンジニアは苦勞してシステム機能を定義しなければならず、さらにそれらの機能をソフトウェア開発者がコンピュータ言語 C でプログラミングしなければなりません。その当時は、開ループ／閉ループ制御システムのブロックダイアグラムが、コンピュータ上で MicroGrafX Designer という Windows PC 用の最初のグラフィックプログラムを利用して描かれました。ASCET が導入された時、その主な利点は、ASCET で作成されたブロックダイアグラムから量産対応の C コードを自動で生成できたことでした。つまり、認定バージョンの ASCET を使用すれば、生成される C コードをチェックする必要さえなくなったのです。それだけではありません。ASCET は DIN EN 50128 要件を満たしているため、セーフティクリティカルな SIL2 アプリケーションの開発にも適しています。

Knorr-Bremse 社

世界の鉄道車両および商用車向けブレーキシステムの製造をリードするメーカーです。1905年にベルリンで設立され、現在はAG (Aktiengesellschaft: 株式公開企業) として法人化されてドイツのミュンヘンに本部を置いています。同社史上、最初の重要な製品は旅客列車用のK1 空気式ブレーキでした。そしてさらに重要なのは1918年に貨物列車用に導入されたKunze-Knorr 圧縮空気ブレーキで、これにより貨物列車の最高速度を時速30km から時速65 km に上げることが可能になりました。

1972年、Knorr-Bremse 社は初の商用車向けABSでセンセーションを巻き起こしました。20年後、ミュンヘンを拠点とする同社は商用車向けの初の空圧作動ディスクブレーキを発表しました。今日、同社は約20,000名の社員を擁し、ブレーキシステムだけでなく、空調システムやドアシステム、ディーゼルエンジン用ねじり振動ダンパなど、鉄道車両向けの各種技術システムを提供しています。





Deutsche Bahn 社の
フラッグシップ – ICE 3

左：
電子ブレーキ制御システム (ESRA)

右：
制御システムを内包しているブレーキ
モジュール

耐用年数を 30～40 年として設計されているブレーキシステムが、定期的に点検され、稼働中も継続的に改良されている場合、Knorr-Bremse 社にとって本当に重要なのは、ASCET の特殊な製品機能だけでなく、ETAS がこの開発ツールについて長期間にわたる保守サポートを行っているという事実です。

複雑なシステム

現行のブレーキ制御装置はきわめて複雑な構造になっています。CAN バスインターフェース搭載の 19 インチ ESRA プラグインボードが使用されています。制御装置ハードウェアのバックプレーンは Knorr 社が独自に開発したもので、特に CAN に合わせて作られています。132MHz のクロックレートで PC104 インターフェースを搭載している Freescale PowerPC MPC5554 マイクロコントローラが CPU として機能しています。展開操作では、システムが 1 つ以上のメインボードと I/O 拡張モジュール搭載の追加ボードおよびバスカプボードで構成されます。

安全マージンの高いアプリケーションソフトウェア

現在の制御装置用アプリケーションソフトウェアのモジュール、タスク、およびプロセスの開発および仕様定義は、ASCET だけで行われます。手動でコーディングされた既存の標準機能も、容易に統合して呼び出すことができます。ソフトウェアアーキテクチャはテンプレートによりサポートされており、そのテンプレートは、各機能の入力/出力信号の定義とその信号のその後のプロセス処理の定義を規定するものです。バリエーションを作成する際には、コード生成時に ASCET モデルを元にして個々の開ループ機能および閉ループ機能を設定することができます。

入念な安全コンセプトの一環

包括的なシミュレーションおよびテストにより適合パラメータ値が決定されたら、ソフトウェアは「ハードワイヤ配線されます」。さらに、実行中は制御装置が厳密に監視されます。各種システムに占める診断機能および安全機能の相対量は 50～80 パーセントです。

現在、Knorr-Bremse 社のエンジニアは業務に ASCET バージョン 6.2 を使用しています。また、ソフトウェアの構成管理には、エラーおよび要件を追跡する JIRA ツールとともに、ASCET-SCM を使用しています。

ASCET のおかげで、ヨーロッパの都市同士はさらに近づきつつあります。パリ、ブリュッセル、そしてアムステルダムは Deutsche Bahn 社 (ドイツの国有鉄道会社) のフラッグシップ、ICE 3 により最高時速 320km で結ばれています。ICE 3 は Siemens 社の「Velaro D」プラットフォームをベースとし、最新式の Knorr 渦電流ブレーキを採用しています。それらのブレーキのためのソフトウェアは ASCET で開発されたものです。

執筆者

Peter Heintz 氏
Knorr-Bremse
Systems for Rail
Vehicles GmbH

電子部品のモデルベース
開発担当

Stefan Soyka 氏
Knorr-Bremse
Systems for Rail
Vehicles GmbH

電子システム
エンジニアリング
ディレクタ

Dr. Ulrich Lauff
ETAS GmbH

マーケティング
コミュニケーション
上級専門家