



第4章

中村英夫

鉄道分野における 安全確保の仕組みと国際規格

信号システムに見るフェイルセーフの思想と 規格がもたらす国際競争への影響

ここでは、鉄道の安全を支えている信号システムにおいて、安全のためにどのような仕組みが採用されているのかを解説する。また、鉄道分野における国際規格の動向について解説する。機能安全規格の制定により、鉄道分野においても開発プロセス順守や認証に取り組まないと国際競争力を失いかねない状況になりつつある。この流れは、鉄道という枠を超えて重要な意味を持つものである。

(編集部)

航空機が国を越えて自由に飛行できるように、また、ある国で作られた自動車をほかの国に持って行っても問題なく走らせることができるように、航空機や自動車の技術は国際的な枠組みの中で発展してきました。ところが鉄道は、一つの国の中でも事業者が異なるとシステムが異なり、両方のシステムを搭載しないと走行できない状況にあります。ましてや国が異なると、その独自性も顕著です。

例えば、経済・政治の統合を進める欧州においても、国ごとに異なる鉄道システムが普及していました。そのために欧州連合(EU: European Union)の将来のためには鉄道技術の整合が不可欠の課題とされ、1991年から技術統合に向けての取り組みが開始されています(右掲のコラム「欧州における列車制御システム統合計画」を参照)。

列車輸送の安全を確保する原理や仕組みそのものはそれほど違うわけではないのですが、具体化する段階で多様なシステムが生み出されてきたのです。技術の共用や標準化を求める声も高まりつつあります。国際化の波の中で、既に各国が独自に構築してきた技術にも国際標準を定めようという議論がなされるようになりました。

ここでは、鉄道の安全を支える保安システムを中心に、その安全の仕組みを紹介します。併せて、近年の情報化技術の中で安全性をどのように織り込んできたのか、国際規格策定の流れはどのようなものなのかを、それに対するわが国の取り組みを交えて説明します。

1. 「信号システム」で安全を確保する

鉄道の安全には多くの要素が絡み合っています。鉄道は車両、軌道、構造物、電力システムなど多くのシステムから構成されていますが、規模が大きく、しかも広域に展開されています。このため、各構成要素に応じた専門部局が設置され、個々の部局がそれぞれ責任をもって装置やシステムの維持・運用に努めることで、鉄道システムとしての安全が維持されています。

鉄道には、「レールに拘束されて走行する」という特有の条件があります。列車は危険を察知しても、すぐには止まりません。在来線では600m、新幹線では3km近くの距離がかかるのです。そのため、列車同士の衝突や追突といった事故を防ぐには、独特の仕組みが必要となります。そのような保安制御を担当する安全システムを、鉄道では「信号システム」と呼んでいます。その概要を見てみましょう。

● 一つの列車しか走らせない

列車同士の衝突や追突を防止するには、一つの列車しか走らないようにすればよいのです。しかし、線区に一列車では能率が悪いので、線区をいくつかの区間に分割し、そ

KeyWord

信号システム、軌道回路、フェイルセーフ、電子連動装置、IEC 61508、IEC 62278、IEC 62279、RAMS、機能安全、ISO 9000、国際競争

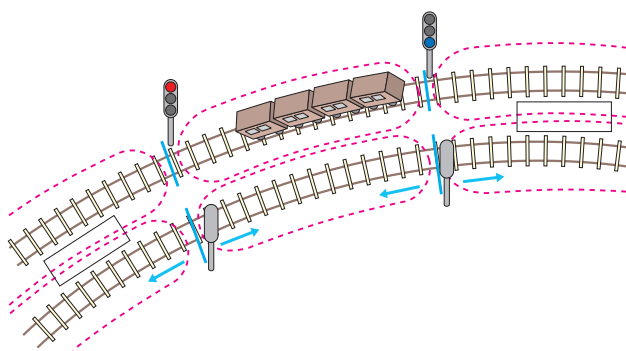


図1 閉塞の仕組み

線区をいくつかの区間に分割し、一つの区間内には一つの列車しか走行できないようにする。この仕組みを閉塞と呼ぶ。閉塞をどのように分割するかは列車の運転能率に関係してくる。首都圏では200m ぐらいの間隔に分割しているが、地方では1km 以上の間隔で分割した区間もある。

の区間内には一つの列車しか走行できないようにします(図1)。この仕組みを閉塞と呼びます。閉塞区間の入り口には列車が入っているかどうかを表す信号を設備します。列車が入っていれば赤信号にし、後続列車の進入を禁止します。また、赤信号を見ても止まりきれないと困るので、その一つ手前の信号には黄色灯をつけて、次が赤信号であることを伝えます。

● 列車を検知して安全を守る

列車が閉塞区間に入っているかどうかを知るためには、レールを使った「軌道回路」という仕掛けが使われます。有名な William Robinson 氏が今から 100 年以上も前(1872 年)に発明したのですが、いまだに使われています。

軌道回路の仕組みを図2 に示します。レールを使って受

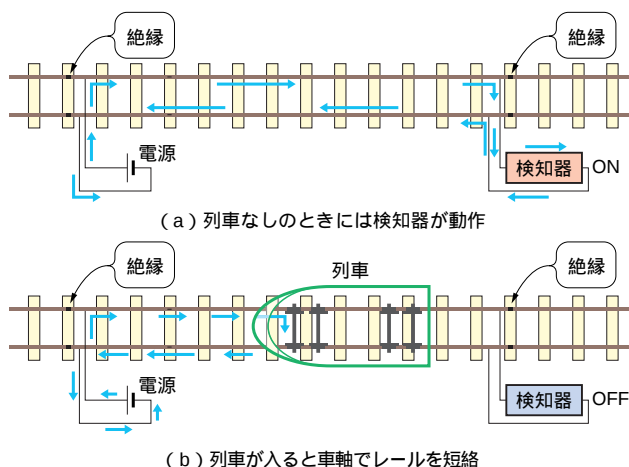


図2 フェイルセーフ型の軌道回路

検知器が動作すれば「列車なし」、電源断や配線断のときには「列車あり」になる。

COLUMN

欧州における列車制御システム統合計画

欧州では、国境を越えて運転される都市間高速鉄道を相互に直通運転できるような鉄道システムの開発を進めています。1986 年、欧州経済共同体(EEC : European Economic Community)加盟の12 カ国とスイス、オーストリアを加えた14 カ国が、21 世紀に向けた「ヨーロッパ高速鉄道計画」を定めました。さらに1991 年にはヨーロッパ鉄道共同体(the Community of European Railway)を設立し、列車制御技術の共通化を目指した「ヨーロッパ統合列車制御システム(ETCS : the European Train Control System)」の機能とシステム、インターフェース仕様をまとめました。

電端の検知器に電流が送られると「列車なし」を検知します(図2(a))。そこに列車が進入すると、2本のレールは車軸によって短絡されます。すると、検知器に送られる電流は減少するので、「列車なし」が検知できません(図2(b))。そこに列車が入っていくことは危険なので、その入り口の信号機を赤にします。

この軌道回路では、停電したり、電線が外れたり、レールが破断したりすると、検知器への電流供給が遮断されます。電流が通電されなければ「列車あり」と同じなので、停止(赤)信号が表示されます。

これに対し、図3のような回路で列車検知を行ったらどうなるでしょうか。列車がその区間に入れば、車軸を通して通電され、センサが動作するので、この方法でも列車は検知できます。しかし、万一停電していたり、電線が外れ

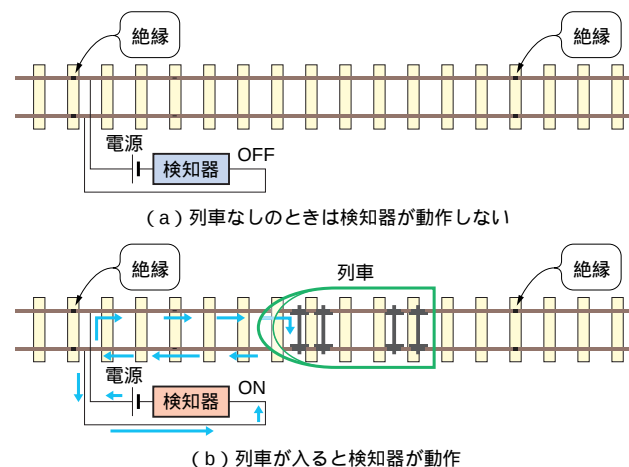


図3 非フェイルセーフ型の軌道回路

検知器が動作すれば「列車あり」、電源断や配線断のときには列車が検知できないので、危険な状態になる。