

2307FailSafe.pdf

2023.7 のブログ「鉄道のフェールセーフが常識ではなかった」の詳細
(→ <http://www.1968start.com/M/blog/index3.html#2307b>)

鉄道のフェールセーフが常識ではなかった

中所武司

■このブログのきっかけ

最近の 4/11 と 7/15 に、私も利用するローカル鉄道において、電車が踏切に近づいた際、警報機が鳴らず、遮断機が下りていない状態が発生し、踏切内で停止した事案と、60キロのスピードで踏切を通過した事案が発生。

鉄道の信号システムは、フェールセーフになっていると思っていたがそうではなかった。

■記事内容の要約とコメント (→★)

●1 件目の記事の例：

朝日の記事 (7/5)：遮断機下りない事案多発、ヒューズ損傷 「ことでん」に改善指示
<https://digital.asahi.com/articles/ASR746VJYR74PTLC00Q.html>

- ・4月11日午後、ことでん長尾線の上福岡踏切で、下り電車が踏切に近づいた際、遮断機が下りず、警報機も鳴らず、運転士は警笛を鳴らしながら急ブレーキをかけたが間に合わず、踏切内で停止。踏切内に人や車などはおらず、けが人はなかった。
- ・電柱に設置している、踏切に電気を送るための変圧器のヒューズの破断が原因だった。同社は全踏切 275 カ所のヒューズ 454 個をすべて交換した。

→★ヒューズが切れたら、警報機が鳴り、遮断機が降りるような、
フェールセーフの設計になっていなかったとは。

- ・同社は 2021 年 1 月～22 年 4 月にも同様の事案を 4 件起こしていた。
事態を重く見た運輸局は、保安監査を実施。その結果、全踏切のヒューズについて、同社は 21 年度の検査ですべて「良」としていたが、ヒューズ 4 個に損傷があった。メーカー推奨の耐用年数 (10～15 年) を大幅に超え、40 年近く使用しているものが、上福岡踏切をはじめ約 1 割あった。ヒューズを検査するマニュアルもなかった。
- ・運輸局は同社に 6 月 30 日付で改善を指示し、今月末までに改善措置の報告を求めた。今後改善が進まず、再び違反行為があった場合は、改善命令を出す場合があるとした。

- ・同社の踏切インシデント対策課長は「老朽化した踏切設備については、まず遮断機や制御機器を優先して更新しており、変圧器など周辺機器は後回しになった。コロナ禍もあって、更新が少しずつ後ろ倒しになっていた」と釈明した。

- ・同社は、以下の対策を決めた。
 - * ヒューズは 10 年で交換する
 - * ヒューズの点検マニュアルを作る
 - * 踏切の機器の回路を単純化して故障リスクを減らすため、踏切ごとに変えていた遮断機の下りる時間を一定にする

→★「踏切の機器の回路を単純化」するのではなく、逆に、ヒューズが切れたら、警報機が鳴り、遮断機が降りるような、フェールセーフの設計にすべきでは。

- ・同社の工務部長は「重く受け止め、二度とこうした事案を発生させないよう、職員全体が意識し、徹底して対策に取り組みたい」と話した。

→★「徹底して対策」の中に、フェールセーフの回路設計はないのかな。
予算の問題なら、金額を明らかにして、国、県、市、利用者に協力を求めるべき。

→★歩行者や自転車の場合は、踏切横断前に電車の接近の有無を確認できるが、自動車の場合、踏切で一時停止をしても、電車の接近を確認できないケースが多い。
自動車にとっては、確率が小さいとはいえ、踏切横断はロシアンルーレット！

● 2 件目の記事の例：

NHK の記事：ことでの踏切で遮断機下りず列車通過 6 月に改善指示も

<https://www3.nhk.or.jp/lnews/takamatsu/20230713/8030016298.html>

- ・7 月 13 日昼前、ことでん琴平線の高松市三条町にある踏切で、上り列車の運転手が、警報機が鳴らず遮断機が下りていない状態に気づかないで、およそ 60 キロのスピードで踏切を通過

- ・その 7 分後、反対の下り列車が通過した際にも同様の状態で、これに気づいた運転手が踏切の手前で列車を停車させた。
いずれも踏切付近に自動車や通行人はなく、けが人などはなかった。

- ・ことでんによると、3 年前に交換した主電源のブレーカーが落ちていたのが原因で、なぜ落ちたのかは分からないとのこと。

→★主電源のブレーカーが落ちていた原因が分からないとは、こわい話。

ブレーカーが落ちたら、警報機が鳴り、遮断機が下りるような
フェールセーフの回路設計になっていないとは。

- ・ ことでんでは、列車が踏切に接近した際に遮断機が下りなかった事案が
2015 年度以降、今回も含めて 16 件起きていて、再発防止に努めるとしている。
- ・ 4 月にも別の踏切で今回同様の状態で列車が踏切内に進入する事案が起き、
先月、四国運輸局が「改善指示」を出している。
- ・ 鉄道事業本部長は「事案を重く受け止め、こうしたことが二度と発生しないよう設備や
周辺機器の更新にピッチを上げて取り組み、乗務員などへの指導も強化していきたい」
と話している。

● 2 件目の後日談の例：

朝日の記事（7/15）：ことでん踏切、18 カ所で減速して運転 最大 5 分程度の遅れ予想
<https://digital.asahi.com/articles/ASR7G6SYXR7GPTLC00F.html>

- ・ ことでん琴平線の踏切で遮断機が下りず、警報機も鳴らなかった事案を受け、
この踏切と同種のブレーカーが使われている 30 カ所のうち、速度が出せない区間の
13 カ所を除く 17 カ所で、13 日夕から時速 45 キロ以下に制限して運行している。
当該踏切付近では 13 日から実施している時速 15 キロでの運転も続ける。

→★自動車は一時停止しても電車の接近を目視では確認できない踏切が多い。
見通しの悪い道路と同様に、カーブミラーを設置してほしい。
フェールセーフの回路の実装費用よりもかなりやすく実現できると思う。

→★フェールセーフの歴史について、自著も含め、2 件を下記に示す。

● 1968 年の拙著「実習報告書」の引用

55 年前の私の大学 4 年の時の実習報告書で「フェールセーフ」に言及している。

<http://www.1968start.com/M/bio/olduniv/6810jisshu.html>

【実習報告書】

* 実習場所：日本国有鉄道 東京電気工事局 東京第 3 電気工事所 上野詰所

* 実習期間：1968 年 7 月 15 日～8 月 10 日

* 提出日 ：1968 年 10 月 25 日

『もっとも、信頼度については、fail safe（安全側への誤り）ということが
常に考えられており、先に話したリレー回路において断線、短絡などの事故があれば、
常に信号が赤になるような設計がなされている』

→★このフレーズは、報告書の「3章 学んだこと」の中で記述している。
当時の上野駅の信号システムの自動化推進における、進路選別回路に関する
リレー回路の信頼性の説明部分である。

●関連論文の引用

織原，齊藤，中村，押立：「鉄道信号における安全性・信頼性技術の変遷」
2017 年 39 巻 4 号 p. 191-199
https://www.jstage.jst.go.jp/article/reaajshinrai/39/4/39_191/_pdf

3. フェールセーフ思想の発祥と用語の起源

3.1 フェールセーフ思想の発祥

- ・フェールセーフとは，
「機器や設備に異常や故障が発生した場合に動作状態を安全側へ移行させる手法」。
この思想は，1825 年に鉄道がイギリスに誕生して以来，安全を支える哲学である。
- ・駅に進入しても安全かどうかを運転士に知らせる方法として，駅にランプを置き，
「ランプが点灯している場合は停止を示す」方式を考案した。
しかし，風によってランプの火が消えて衝突事故が発生したことから，
「ランプが点灯している場合は進行を示す」方式に変更した。
- ・1870 年頃になると，欧米では進行／停止を「ボール信号機」によって行った。
この方式は，信号機柱の先端に滑車をかけロープでボールを上下させるもので，
ボールが高い位置（ハイボール）では「進行」，低い位置では「停止」を示した。
この方式では，ロープが切断したりするとボールは落下して「停止」を示すので，
重力を利用してフェールセーフを実現した例といえる。
- ・このように，フェールセーフの思想は鉄道誕生と同時に誕生し，
試行錯誤を繰り返しながら様々なところに浸透して安全を確保している。

→★しかし，200 年前から浸透してきたはずのフェールセーフの哲学は，
実際には，ローカル線には届いていなかった。

- ・ところで，「ハイボールはフェールセーフの原点」という話がある。
いつ来るかわからない列車を駅付近の酒場で信号機を見ながら待っていた。
信号機がハイボールになると列車が来ることがわかり，
飲んでいたウィスキーを炭酸で割って一気に飲んで駅に向かったとのことである。

3.2 フェールセーフの用語の起源

- ・フェールセーフの用語の起源は 1960 年代になってからとのことである。
1962 年に新聞に連載された「フェールセーフ」という小説の中で、
アメリカ戦略空軍の防衛システムの故障に関する記述があり、
そこから「フェールセーフ」という用語が流布し始めたとのことである。

→★ということは、私が学生時代に電子工学分野の授業で学んだ「フェールセーフ」は、
用語の起源からわずか 5 年後の流行語だった。

以上