

Safer Future ~ 安全な未来へ ~

運輸安全委員会ニュースレター

特集号

Japan Transport Safety Board Newsletter

■ はじめに	1
■ 当委員会が調査・公表した「ドア開」重大インシデント	2
■ 重大インシデント調査事例（4事例）	4
■ まとめ	20

はじめに

“乗客を乗せた列車が走行しているときに旅客用乗降扉（ドア）が開く”（以下「ドア開」という。）このような事態は列車の乗客が車外に転落する事故にもつながる大変危険なものと言えます。

運輸安全委員会は、乗客が転落するなどの事故に至らない場合でも、再発防止の観点から、重大インシデント（事故が発生するおそれがあると認められる事態）となる「ドア開」について調査することとしています。調査対象とするのは、車両障害（「車両の走行装置、ブレーキ装置、電気装置、連結装置、運転保安設備等に列車の運転の安全に支障を及ぼす故障、損傷、破壊等が生じた事態」（鉄道事故等報告規則第4条第1項第8号））に該当し、「特に異例と認められるもの」（運輸安全委員会設置法施行規則第2条第6号）です。



取付ナットが脱落したため、走行中に開いたドアがトンネルに接触した事例（番号D5）

具体的には、戸閉保安装置*が作動せず、走行中の列車のドアが開いた場合など、二重系の安全システムが機能しなかったり、フェールセーフ機能が作動しないような事態が発生した場合などをさします。したがって、戸閉保安装置がついていない場合で、車掌が誤って客室ドアの開閉スイッチを操作したことにより、走行中にドアが一時的に開いたものなど単なる操作ミスによるものは、当委員会の調査対象にはなりません。

これまでに「ドア開」重大インシデントとして当委員会が調査したもの（航空・鉄道事故調査委員会が調査したものを含む）は、平成13年10月の調査開始から現在（平成23年1月31日現在）までに14件あり、特に最近3年間（平成20年～22年）に8件とその多くが発生しています。

このような最近の状況を踏まえ、今回、これまでに公表した調査報告書の事例を取り上げ、特集号として発刊することとしました。

鉄道関係者の間で「ドア開」重大インシデントの発生原因に関する分析結果等が共有されることにより、鉄道の安全性の向上に資することとなれば幸いです。

※「戸閉保安装置」

列車が一定速度以上で走っているときは、車掌が誤って客室ドアの開閉スイッチを操作してもドアが開かないようにしてある装置



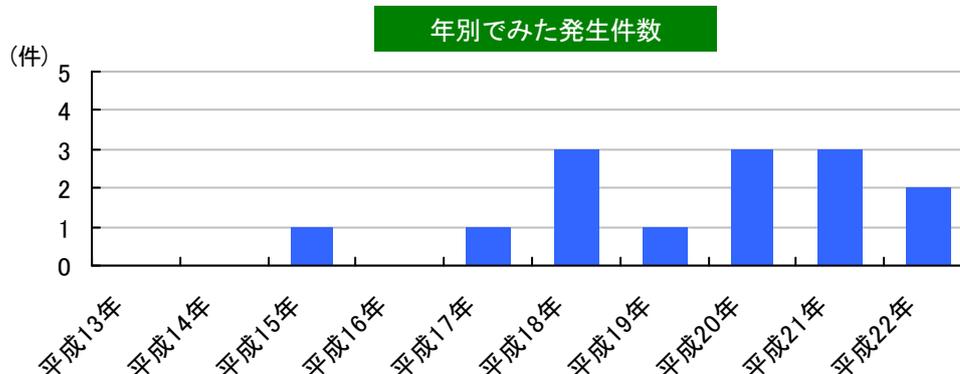
台枠鋼材の錆によりドアが引っかかり閉まらない状態で走行した事例（番号D8）

当委員会が調査・公表した「ドア開」重大インシデント

これまでに調査した「ドア開」重大インシデント

当委員会が調査した「ドア開」に関する重大インシデント14件を、発生年の別で見ると次のグラフのとおりとなります。平成13年、14年及び16年には「ドア開」重大インシデントの発生はありませんでした。

なお、平成21年までの12件は既に調査を終え調査報告書を公表し、平成22年に発生した2件については現在調査を進めています。



これまでに公表した「ドア開」重大インシデント

調査報告書を公表した12件の「ドア開」重大インシデントについて、その概要をまとめると次表のとおりとなります。

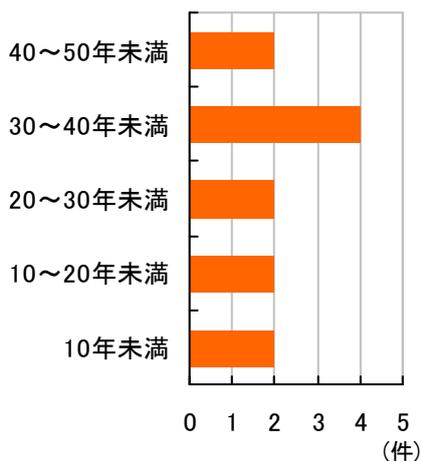
番号	発生年月日 発生場所	車両種別 編成	乗客数	1両のドア構成	重大インシデントの状況
D 1	H15. 11. 4 神奈川県	鋼索鉄道 2両編成	約80名	引き戸式1枚扉 左右両側に2か所ずつ	速度約11km/hで走行中、先頭車両のドア1か所が全開となった
D 2	H17. 8. 16 東京都	電車 10両編成	約100名	引き戸式2枚扉 左右両側に4か所ずつ	速度約40km/hで走行中、右側の複数のドアが一時的に開いた
D 3	H18. 2. 4 青森県	電車 6両編成	52名	引き戸式1枚扉 左右両側に1か所ずつ	速度約115km/hで走行中、4両目の左右ドアが全開となった
D 4	H18. 3. 11 東京都	電車 5両編成	約200名	引き戸式2枚扉 左右両側に4か所ずつ	速度約50km/hで走行中、右側の複数のドアが一時的に開いた
D 5	H18. 10. 7 香川県	気動車 3両編成	約100名	プラグ式1枚扉 左右両側に2か所ずつ	速度約120km/hで走行中、3両目の左側ドア1か所が開きトンネル内壁に接触した
D 6	H19. 5. 28 宮崎県	気動車 2両編成	約150名	引き戸式2枚扉 左右両側に2か所ずつ	走行中などに2両目の右側ドア1か所が開閉した
D 7 事例②	H20. 7. 30 東京都	電車 10両編成	約500名	引き戸式2枚扉 左右両側に4か所ずつ	発車直後、すべての左側ドアが全開となった
D 8	H20. 9. 13 徳島県	気動車 2両編成	約60名	引き戸式2枚扉 左右両側に2か所ずつ	後部車両の右側ドア1か所の扉1枚が閉まらない状態で走行した
D 9 事例③	H20. 11. 25 宮崎県	気動車 2両編成	約150名	引き戸式1枚扉 左右両側に2か所ずつ	発車直後、すべての右側ドアが一時的に開いた
D10 事例④	H21. 5. 1 三重県	電車 2両編成	9名	引き戸式2枚扉 左右両側に2か所ずつ	停車直前、すべての右側ドアが全開となった
D11	H21. 10. 2 愛知県	電車 3両編成	約60名	引き戸式2枚扉 左右両側に3か所ずつ	走行中、先頭車両の左側ドア1か所が開いた
D12 事例①	H21. 12. 5 長崎県	気動車 2両編成	約40名	引き戸式2枚扉 左右両側に2か所ずつ	走行中、後部車両の右側ドア1か所が開いた

※本特集号では、前後左右については列車進行方向を基準としています。

また、調査報告書を公表した12件の「ドア開」重大インシデントについて、発生に関与した主な要因をまとめると次表のとおりとなります。

番号	車両 経年数	主要因 大区分	主要因 小区分	主 要 因
D 1	8年	機械的 不具合	ドア鎖錠機構の不具合	ドアを鎖錠するラッチの掛かり具合の不足
D 2	31年	電氣的 不具合	開閉制御回路の不具合	短絡スイッチが「ON」となりドアを開く電磁弁に電圧が加わる
D 3	6年	機械的 不具合	部品の疲労破壊	床下の戸閉空気管が疲労破断
D 4	36年	電氣的 不具合	制御回路の短絡・絶縁不良等	栓受内部の接触片間が短絡
D 5	15年	機械的 不具合	ドア案内機構の不具合	ガイドローラー取付ナットが緩んで脱落
D 6	27年	電氣的 不具合	制御回路の短絡・絶縁不良等	運転台継電器盤で絶縁不良が生じリレーが誤動作
D 7 事例②	19年	機械的 不具合	開閉スイッチの不具合	車掌スイッチに復帰不完全が発生
D 8	30年	機械的 不具合	ドア案内機構の不具合	台枠鋼材の錆により踏み板が浮き上がり扉が引っかかる
D 9 事例③	28年	電氣的 不具合	制御回路の短絡・絶縁不良等	ドアの開き指令線が瞬間的にプラスの電圧に加圧
D 10 事例④	47年	電氣的 不具合	開閉制御回路の不具合	停止検知回路に異常が生じたまま発車
D 11	42年	機械的 不具合	部品の疲労破壊	ドアの連結ピンが疲労破断し脱落
D 12 事例①	34年	機械的 不具合	部品の疲労破壊	戸閉め機械のピストン棒の接手ねじが疲労破断

車両経年数別の件数



要因別の件数



次頁からは、これら12件より「機械的不具合」から2件、「電氣的不具合」から2件を取り上げて、それらの事例について調査報告書の内容をわかりやすく解説していきます。

重大インシデント調査事例

ドアを開閉する装置の部品が破断したため、走行中に旅客用乗降扉が開いた事例

事例①

概要：本件列車(2両編成)は、平成21年12月5日(土)、ワンマン運転で④駅～⑥駅間を走行中、列車の運転士が戸閉め表示灯の滅灯を認めたため、直ちに非常ブレーキをかけて停止した。車内を確認したところ、後部車両の進行前寄り右側の旅客用乗降扉(ドア)が約2cm開いている状態を認めたため、同ドアを鎖錠し、連絡を受けて駆けつけた本件鉄道事業者(同社)の社員が処置を行った後に運転を再開した。同列車には、乗客約40名及び乗務員が乗車していたが、ドアが開いたことによる乗客の転落はなかった。

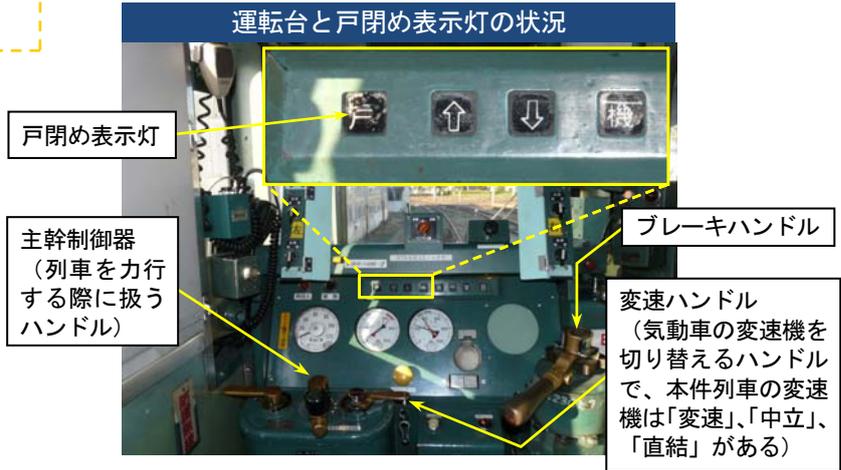


インシデントの経過

- 15時28分ごろ
 - 本件列車が④駅を出発
 - 変速ハンドルを変速とし、主幹制御器を力行として加速
 - ノッチオフして惰行による運転をしばらく継続
- 15時32分ごろ
 - 本件ドアが開く
 - 変速ハンドルを直結にして再び力行しようとしたが、主幹制御器を操作しても加速せず
 - 運転台の変速機が直結に入ったことを知らせる表示灯が点灯せず、戸閉め表示灯は滅灯
 - 運転士は直ちに非常ブレーキをかけ列車を停止
 - 本件ドアを確認したところ、指が2本入るくらいの隙間ができた状態で開いていた
- 車両基地に回送後
 - 本件ドアにおいて戸閉め機械の接手ねじが破断していることが判明

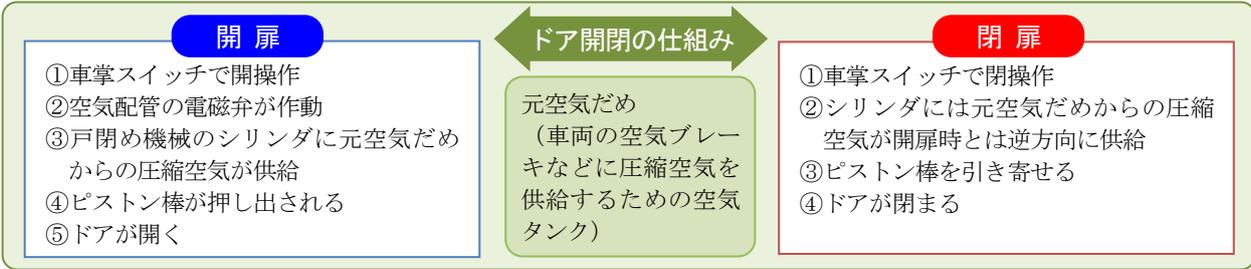
主な要因等

- 想定されていなかった曲げが繰り返し作用
- 疲労強度が低い可能性のある硫黄快削鋼を用いた
- 戸閉め機械のピストン棒の接手ねじが破断
- ドアを閉める力が作用しなくなる
- 〈戸閉め表示灯と変速機の仕組み〉
 - 戸閉めスイッチが閉扉を検出することにより、戸閉め表示灯が点灯(列車のすべてのドアが閉まっているときに点灯)
 - 戸閉め表示灯は、列車のドアが1か所でも開いた場合には滅灯
 - 戸閉め表示灯が滅灯しているときは、変速ハンドルを変速又は直結としても、変速機は中立のままとなる(力行しない)仕組み



本件ドアの戸吊り金具のピン取付穴の一部が、摩耗により戸先方向に1.3mm拡大していた

ドア開閉の仕組み等に関する事実情報

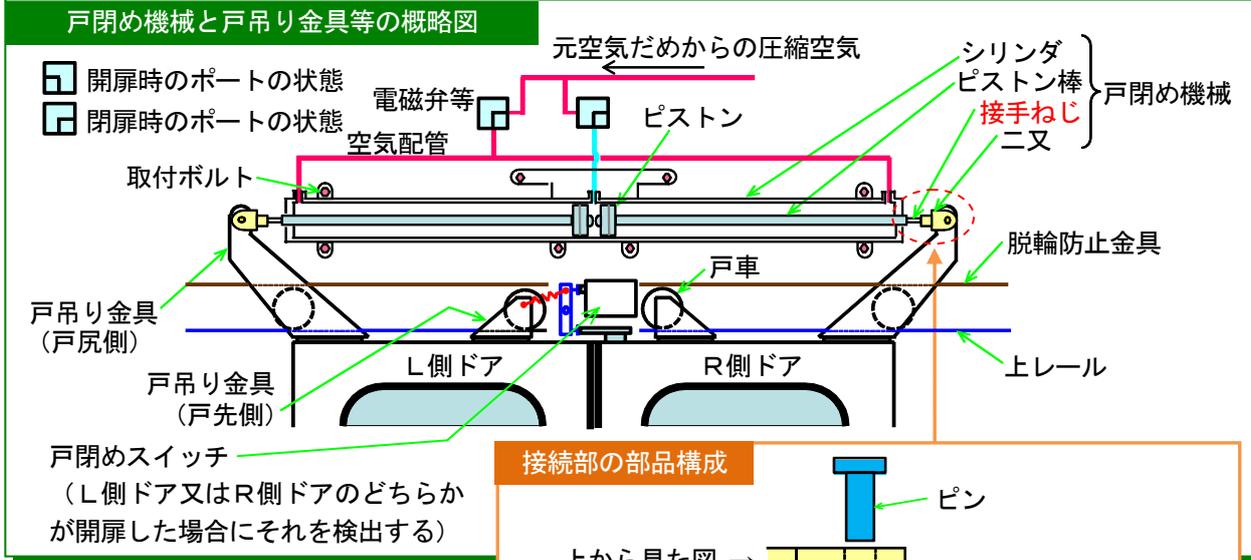


◆ドアの構造

- ・戸吊り金具に取り付けられた戸車が車体に敷設された‘上レール’を走行する吊り戸式
- ・ドア上部には戸閉め機械が設けられる
- ・戸閉め機械とドアは‘ピストン棒に取り付けられた金具’ (二又) と戸尻側の戸吊り金具をピンにより連結する構造

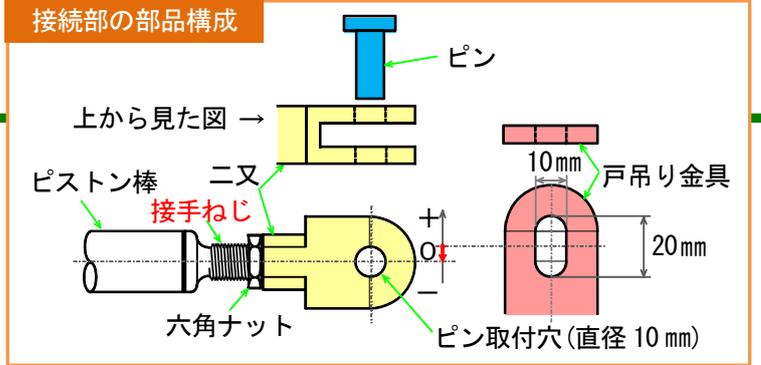
◆戸閉め機械の構造

- ・ドアを開閉するシリンダ、ピストン棒及び圧縮空気を給排する電磁弁が設けられる
- ・ピストン棒の先端には、二又を取り付けるねじ付金具(接手ねじ)が取り付けられる
- ・二又を接手ねじにねじ込むことにより、ピストン棒と二又からなる長さを調整する構造

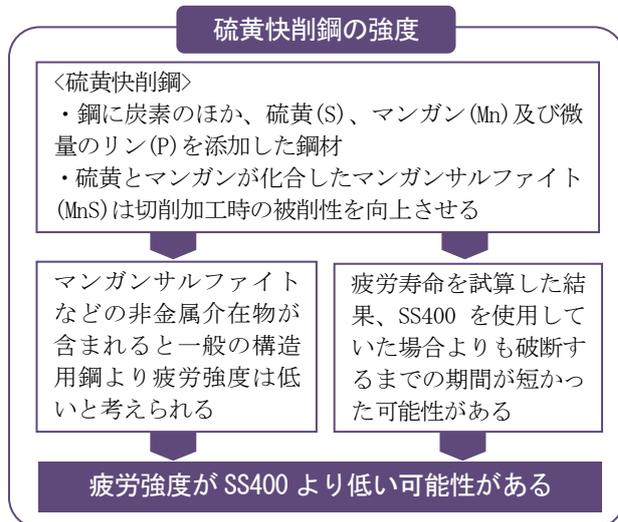
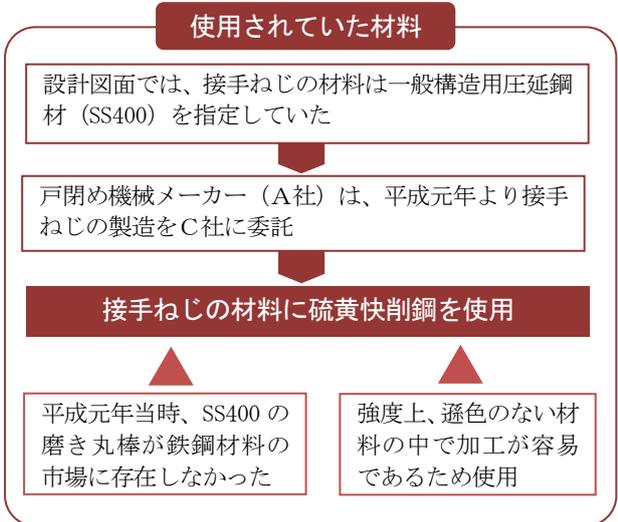


◆二又と戸吊り金具のピン取付穴

- ・二又には直径10mmの丸穴
- ・戸尻側の戸吊り金具には縦方向の寸法が20mmの小判形の穴
- ・両方の穴を重ね合わせ、直径10mmのピンを貫通することにより、二又と戸吊り金具を連結する構造



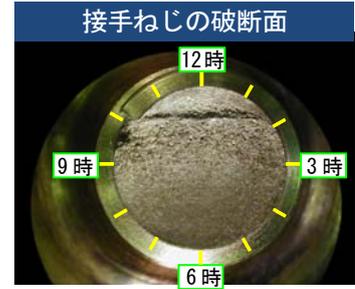
接手ねじに使用されていた材料に関する分析



破断面の様相に関する分析

破断した接手ねじの破断面の電子顕微鏡による観察から、破断面の様相に関して調査報告書では次のとおり分析しています。

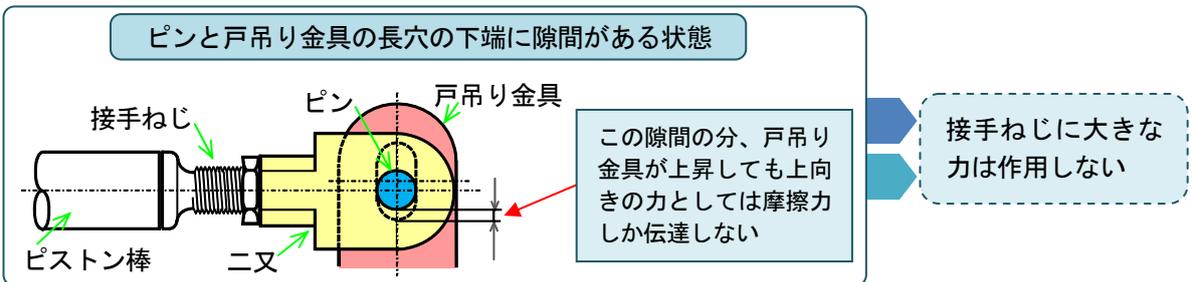
- ◇破断面には上下方向の力による曲げが作用したことで、き裂が発生・進展し破断に至った
- ◇破断面の6時の位置付近から最終破断部（10時と2時を結ぶ線の辺り）までのき裂の進展領域の方が広いと、上向きの力による曲げの影響が大きかった



接手ねじの破断に関する分析

本重大インシデントは、本件ドアの戸閉め機械のピストン棒の接手ねじが破断したことにより、ドアを閉める力が作用しなくなったため、本件列車が走行中に開扉したものと考えられます。接手ねじの破断は、破断面の状況から疲労破壊によるものと考えられ、調査報告書では次のとおり分析しています。

通常の取付状態



通常の閉扉の場合

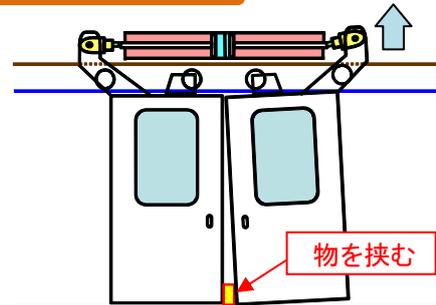
ドアが閉まるときの衝撃と同時にドアが振動する

振動によって戸吊り金具が瞬間的に上昇する可能性がある

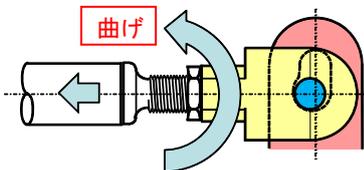
閉扉の際に物を挟んだ(戸挟み)場合

ドアを閉める力が作用することによりドアが傾く

戸尻側の戸吊り金具が上昇

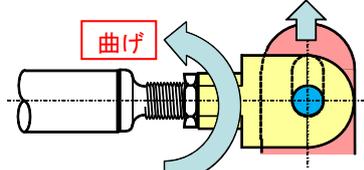


戸吊り金具の長穴が摩耗している状態



ピンが摩耗した凹部に引き込まれ、ピンを介し上下方向に変位させられる

ピンと戸吊り金具の長穴の下端との隙間が小さい状態



ピンを介して二又が上方方向に押し上げられる

〈戸閉め機械メーカー〉
接手ねじに作用する力として、ピストン推力による軸方向の力のみを想定していた

接手ねじの材料に図面指定の一般構造用圧延鋼材 (SS400) とは異なる「硫黄快削鋼」を使用

疲労強度が SS400 より低い可能性

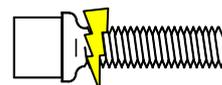
ドアが閉まる際に曲げが繰り返し作用することが大きく関与

複合

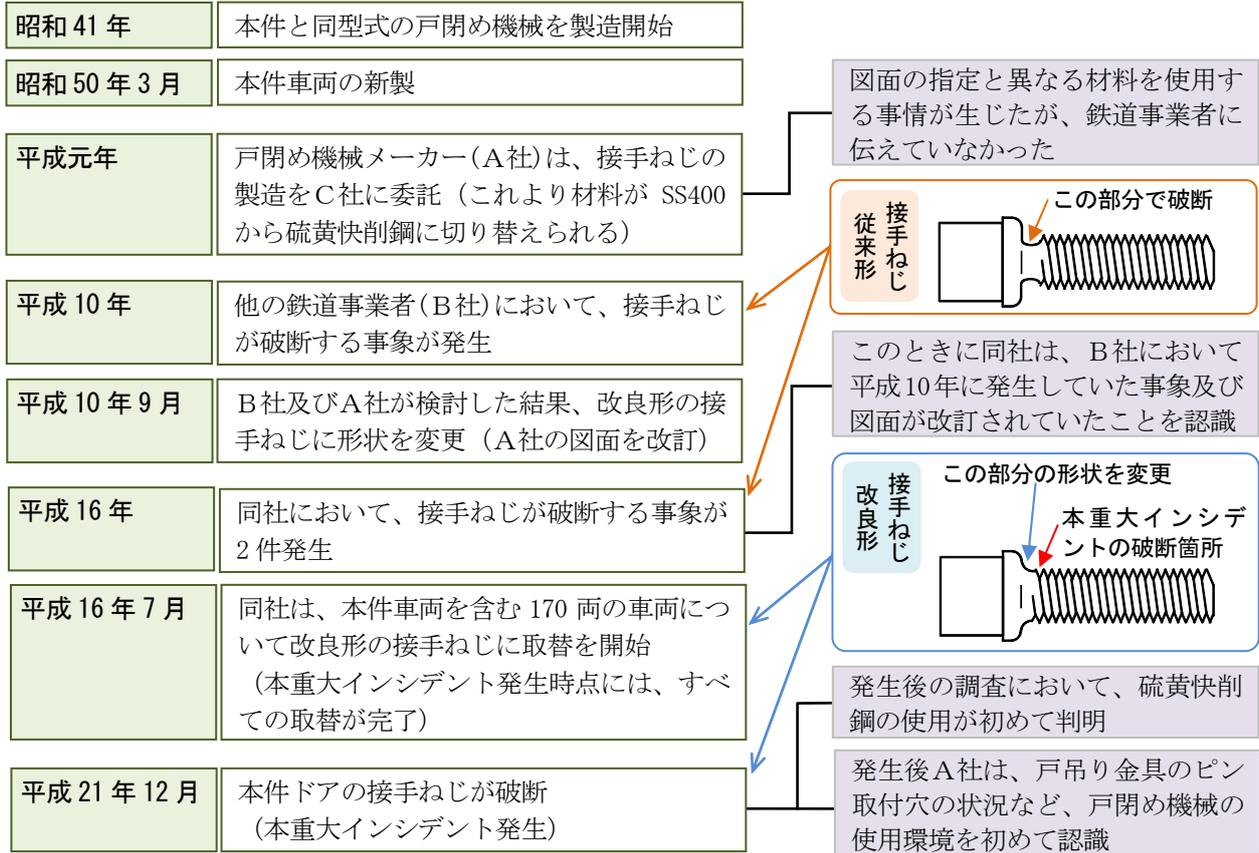
接手ねじに想定されていなかった曲げが作用

接手ねじが強度不足となる

接手ねじが破断



戸閉め機械の設計経緯と接手ねじの破断に関する経過



再発防止に向けて

当委員会は、同種インシデントの再発防止の観点から、以下のとおり所見を示しました。

所 見

- (1) 本重大インシデントは、ピンと戸吊り金具のピン取付穴の下端との隙間が少ない位置関係にあった可能性があることや戸吊り金具ピン取付穴の摩耗などにより、戸挟みや戸閉めに際し、戸閉め機械の接手ねじに当初想定されていなかった曲げが作用する状況となったために発生したと考えられる。したがって、本件ドアと類似構造のドアについては、このような想定されていなかった曲げが作用しないように、部品の摩耗等に関する保守・管理を適切に行うことが必要である。また、今後は設計時において、戸挟みや部品の摩耗などを考慮しておくことが望ましい。
- (2) 本重大インシデントと同様の接手ねじの破断が、他の鉄道事業者で平成10年に発生していたが、同社がこの事例を認識したのは平成16年であったと考えられる。接手ねじの破断のように、ドアを閉める力が作用しなくなるような不具合が走行中に発生すると、ドアが開き、乗客の転落事故につながる可能性がある。したがって、このような事故の原因となり得る不具合情報は、類似構造のドアを有する他の鉄道事業者での再発防止にも役立てるべきと考えられるので、発生の都度、鉄道事業者間及び鉄道事業者と戸閉め機械メーカー間で展開・共有されることが必要である。
- (3) 本重大インシデントの発生については、接手ねじの材料に、図面指示とは異なる材料が使用されていたことが関与した可能性があると考えられるが、図面指示とは異なる材料が使用されていたことは、本重大インシデント発生後の調査において初めて判明した。したがって、同社は、戸閉め機械メーカーに対して、図面記載事項のとおり製作できない事情が生じた場合には、変更による影響を明確にして不具合等が生ずることのないように、十分な検証を行い報告するように指導することが必要である。

本事例の調査報告書は当委員会ホームページで公表しております。(平成22年10月29日公表)
<http://jtsb.mlit.go.jp/jtsb/railway/serious/RI10-2-2.pdf>

事故防止分析官の
ひとこと

平成10年に他の鉄道事業者において接手ねじの破断が発生した後、その対策として破断した部分の形状を変更する改良が行われました。しかし、本重大インシデントでは形状を変更したところとは別の部分が破断しました。接手ねじに限らず部品に破損等が生じた際は、使用されている材料などが図面や設計条件と違いがないかということに着目した原因調査が重要です。

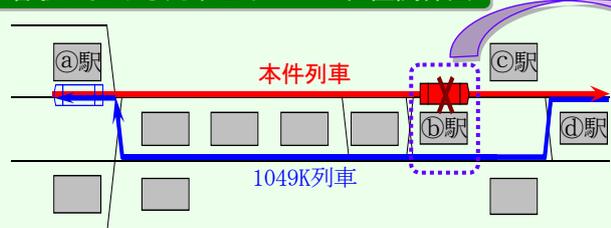
重大インシデント調査事例

車掌スイッチに不具合があったため、発車直後に旅客用乗降扉が開いた事例

事例②

概要：本件列車(10両編成)は、運転士及び車掌の2人が乗務し、平成20年7月30日(水)、⑤駅を定刻(11時06分)に出発した。列車の運転士は、発車直後に運転台の戸閉表示灯が消灯したのを認めたため、直ちに非常ブレーキを操作し列車を停止させた。停止後旅客用乗降扉(ドア)を確認したところ左側のすべてのドアが開いていたため、車掌にドアを閉じるよう車内電話で指示した。しかし、車掌が車掌スイッチを数回操作したが、ドアはスイッチを押している間しか閉まらず、手を離すと開くという状態であった。そのため、運転士側車掌スイッチ(本件車掌スイッチ)の操作を運転士が試みたところ、スイッチから手を離してもドアが閉じたままの状態となったので、旅客の転落等がなかったことを確認し、同駅を約12分遅れで発車した。同列車は④駅まで運転されたあと回送扱いとなり、本件鉄道事業者(同社)の車両基地に入庫した。なお、列車には乗客約500名が乗車していたが、ドアが開いたことによる乗客の転落はなかった。

各駅における列車とホームの位置関係図



- ▶ 本路線(同社の路線)は、A社と相互直通運転を行っており、本件列車の車両は、A社の所属であった
- ▶ 本件列車は、同社の乗務員により運行されていた
- ▶ 本件列車は、⑤駅に到着した1049K列車が折り返し始発となった

本重大インシデント現場略図(⑤駅)

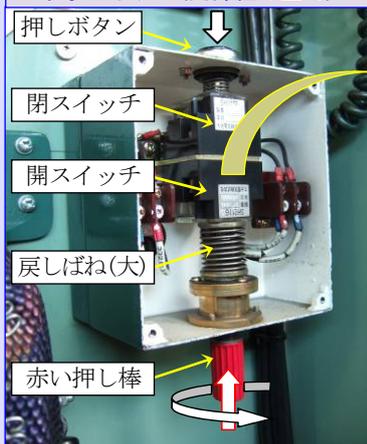


- : 車掌スイッチの位置
- : 戸閉表示灯消灯時、ドアが開いていた車両

車掌スイッチに関する事実情報

- ▶ 戸閉装置として、本件列車の最前部及び最後部乗務員室左右には、開・閉スイッチが組み込まれている車掌スイッチが設けられている
- ▶ 開スイッチを押すと、ドア制御回路の戸閉指令線が加圧され、全車両のドアを一斉に開扉させることができ、閉スイッチを押すと、戸閉指令線が加圧され、全車両のドアを一斉に閉扉させることができる
- ▶ ドアを閉じる際、乗務員は閉スイッチ押しボタンを上から下方に押し下げて操作し、ドアを開ける際には、赤い押し棒を右にねじって誤操作を防止する機能を解除した後、下から上方に押し上げて、開スイッチ押しボタンを下方から上方へ操作する
- ▶ 開・閉スイッチの押しボタン及び赤い押し棒は、手を放した場合、戻りばねの力で自動的に元の位置に戻るような構造となっており、ドアが開いている間、乗務員がずっと開スイッチに手を添えていなくても良いように、戸閉装置の電気回路に自己保持回路が設けられている
- ▶ 開・閉スイッチのそれぞれの内部動作機構は、押しボタンスイッチにつながる軸部分と可動接点を含む動作部分に分かれており、スイッチ組み立て時には、ピンA部分を含む可動部にグリースによる潤滑処置を行うこととなっている
- ▶ 開・閉スイッチの動作部分の接点は、軸部分を押し込んだ時にだけ、接点同士が接触(接点が「閉」位置に転換)し、手を離すと戻りばねの働きで軸部分が戻り接点同士が離れる(接点「開」の位置に復帰する)が、転換ばねの作用により接点は「閉」、「開」いずれかの位置に保持される(次ページ「開スイッチ動作の様子」参照)

車掌スイッチ(内部組み立て)

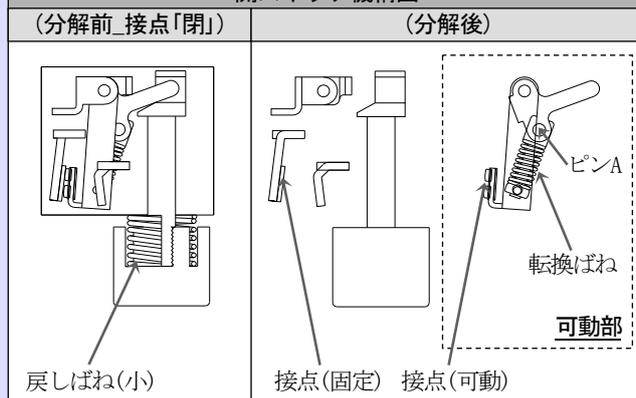


開スイッチ

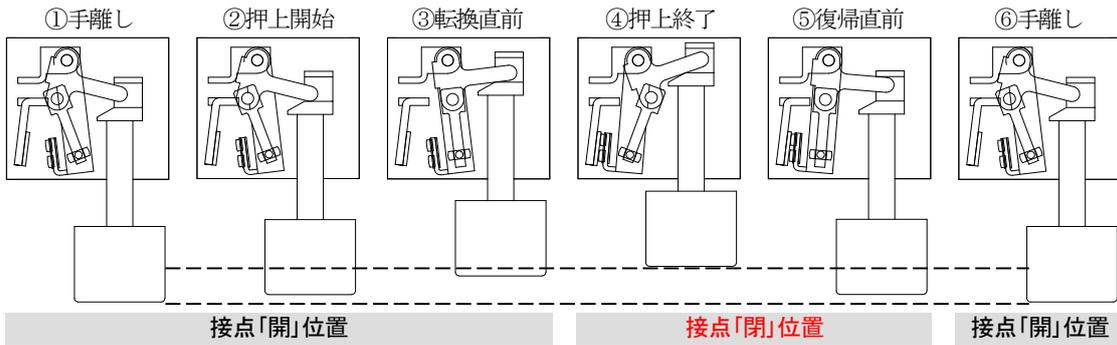


赤い押し棒で押し上げる

開スイッチ機構図



開スイッチ動作の様子



- ◆①から⑥で動作が一巡する
- ◆③はスイッチ接点が転換する直前の状態
- ◆④、⑤が、ドアが開くときの状態
- ◆⑤はスイッチ接点が復帰する直前の状態

インシデントの経過

10時53分

車両左側の車掌スイッチを扱い旅客の乗降を行ったのち、①駅を定刻に出発

11時05分

①駅に定刻に到着

車掌が、旅客の乗降扱い終了後、車掌スイッチを操作してドアを閉じ、閉扉確認をしてから車内ブザーで運転士に出発合図を送る

11時06分ごろ

運転士が、戸閉表示灯(※1)の点灯と車掌からの出発合図ブザーの鳴動を確認して、マスコンハンドルを1ノッチに入れた途端に戸閉表示灯が消灯したため、直ちに非常ブレーキを掛けて停止

運転士が、左側の車掌スイッチでドアを閉めるよう、車掌に指示

車掌が、左側の車掌スイッチを操作したが、ドアはスイッチを押している間しか閉まらず、手を離すと開くという状況が続く

運転士が、本件車掌スイッチを閉める側に扱ったところ、ドアが閉まる

ドアから転落した乗客がいないことが確認されたのち、運転士は、②駅まで注意運転で行くことなどを運輸指令助役に報告し、同助役が運転再開を指示

①駅を約12分遅れで出発

終点の④駅まで運転を継続したのち、本件列車は回送扱いとなり、車両基地に入庫

主要因等

①駅では左側にホームがあったが、①駅までの各駅では右側がホームとなるように停車しており、①駅以外では左側の車掌スイッチを扱う駅はなかった

※1「戸閉表示灯」とは、運転士にドアの開閉状態を知らせる表示灯をいい、すべてのドアが閉じているときに点灯し、ドアが1ヶ所でも開いているときに消灯する

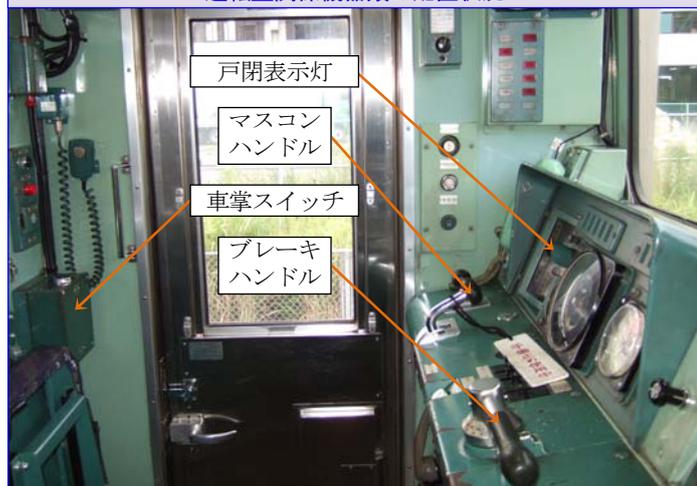
開スイッチの可動接点が固定接点側に転換後完全に開ききらない不安定な状態(復帰不完全状態)で運行していた

本件車掌スイッチの開スイッチ内部の接点が閉じ、戸開指令線が加圧された

左側のすべてのドアが開いた

詳細は「重大インシデントの発生の経過に関する分析」(次ページ)を参照

運転室関係機器類の配置状況



同社が定めたマニュアルには、本重大インシデントのような事態が発生した場合、列車を「回送扱い」とすると規定されていたが、運転を継続した

詳細は「ドア不具合時の列車運行の取扱いに関する分析」(11ページ)を参照

重大インシデントの発生の経過に関する分析

本重大インシデントは、本件列車左側ドアを操作する本件車掌スイッチに復帰不完全が発生し、同スイッチ内部の接点が開いた不安定な状態で運行していたところ、⑤駅出発時、何らかの原因によりこの接点が開いて、本件列車左側ドアを開く回路が構成されたため、ホームとは反対側の本件列車左側ドアが開いたものと考えられます。報告書では、これらのことについて次のとおり分析しています。

- ▶ 本重大インシデント発生後、車両基地で実施した調査において、本件車掌スイッチの開スイッチに復帰不良(※2)が確認された
 - ※2「復帰不良」とは、復帰不完全状態及び可動接点が固定接点側に転換して閉じたまま開く側に復帰しない状態をいう
- ▶ 本件車掌スイッチの開スイッチ及び他車両の同形式開スイッチを分解調査したところ、復帰不良が確認されたスイッチの内部に油漏れ、発錆が認められた
- ▶ 上記をもとに、スイッチ試験品を作成し試験を行ったところ、油が無い状態を再現した試験品に復帰不良が確認された

これらのことから、本件車掌スイッチの開スイッチには、ピン及びばね案内の油が漏れて発錆(本ページ下部参照)し、動きが悪くなって復帰不良が発生していたと考えられる

④駅で左側のドアが扱われてから本重大インシデントが発生するまでの間は、開スイッチに復帰不完全(本ページ下部参照)が発生して接点は「開」となった状態(戸開指令線が加圧されない状態)で運行されていた

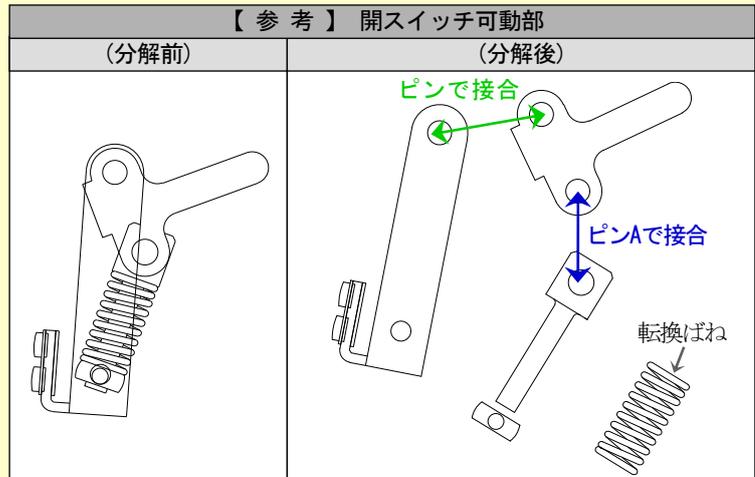
⑤駅出発時に、何らかの原因により、突然接点が開いたため、戸開指令線が加圧された

左側のすべてのドアが開いた!

接点「閉」となった理由については、出発時の車両の振動等が考えられるが、これを明らかにすることはできなかった

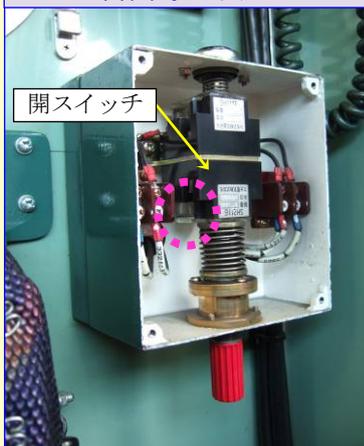
開スイッチの発錆状況について

開スイッチ可動部の発錆状況

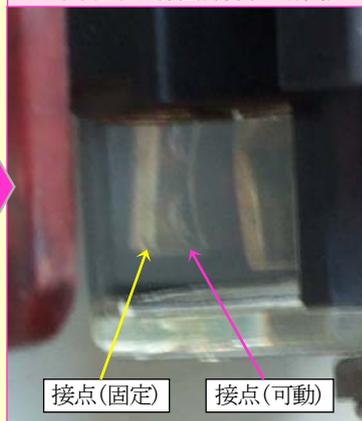


開スイッチの復帰不完全状態について

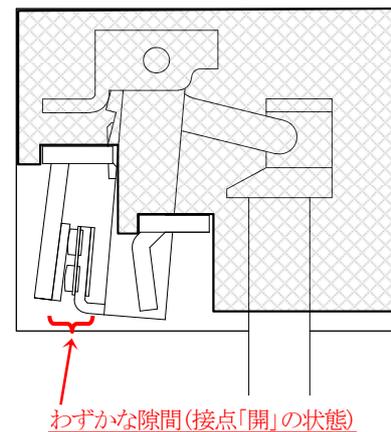
本件車掌スイッチ



本件車掌スイッチ復帰不完全状態 写真(左)点線囲部分相当撮影



復帰不完全状態(イメージ図)



ドア不具合時の列車運行の取扱いに関する分析

本件鉄道事業者(同社)の定めたマニュアルよれば、本重大インシデントのような事態が発生した場合は、列車を回送扱いにする旨が決められていましたが、本件列車は、本重大インシデント発生後、終点の④駅まで運転を継続しました。

報告書では、これらのことについて次のとおり分析しています。

同社の異常時運転取扱マニュアル(運転士編)

「戸閉装置の故障」により、ドアが「2箇所以上開扉した」場合には、当該扉を鎖錠し、「当該車両のお客さまを他の車両に移動させる」と規定

同社の運輸指令取扱マニュアル

「ドアが2箇所以上故障」が発生し、「貫通ドアを挟んでドアが2箇所以上故障」した場合には、「回送扱い」とすると規定

運 転 士

- ▶ ④駅では、運転台のドアスイッチで閉扉できた
- ▶ 5キロ検知(※3)があるので走行中はドアは開かないだろうと思った
 - ※3 「5キロ検知」とは、ここでは列車速度が5km/hを超えている場合、ドアが開かないような構造(電気回路)となっていることをいう。ただし、5km/h以下なら列車運転中でもドアが開く。
- ▶ ③駅で正常に左側のドア扱いが出来た

運転士は、終点の④駅まで運転を継続した

運 輸 指 令 助 役

- ▶ 運転士から、④駅で正常にドアが閉まったこと及び③駅まで注意運転で行くことの報告を受けた

運転を継続させても大丈夫だと思った

運輸指令助役は、運転士に運転再開を指示した

ドアの開いた原因が明らかでない状況で乗客を乗せたまま運転を継続したことは、走行中に再度ドアが開いた場合に乗客の転落につながる危険性があった

このような場合、運転士及び運輸指令助役は、マニュアルに従い、回送扱いをすべきであった

【参考】本重大インシデント発生後の対応

本重大インシデントの発生後、同社及び本件車両を所有するA社は、次のとおり対応しました。

- 同社は、本重大インシデント発生後運転を継続したことに関して、異常時運転取扱マニュアル(運転士編)及び運輸指令取扱マニュアルに、「(ドア)開扉の原因が特定できたか、否か」の判断を行う項目を追加し、もし原因が特定できない場合には「運休又は回送」を行うことを明記した。
- A社は、本重大インシデント発生後、本件車掌スイッチと同形の車掌スイッチ(開スイッチに同形のスイッチを使用している車両で、キースイッチを搭載していない車両)について、内部接点の転換状況の一斉点検を実施する(ただし、誤開扉防止装置を取り付けた車両は除く)とともに、従前のスイッチを使用しているものについては、緊急的に、改良型スイッチに交換し、その後、接点部がリードスイッチであるスイッチ(磁石の作用で接点構成を行う方式)に交換した。

本事例の調査報告書は当委員会ホームページで公表しております。(2009年4月24日公表)

<http://jtsb.mlit.go.jp/jtsb/railway/serious/RI09-2-1.pdf>

事故防止分析官の
ひとこと

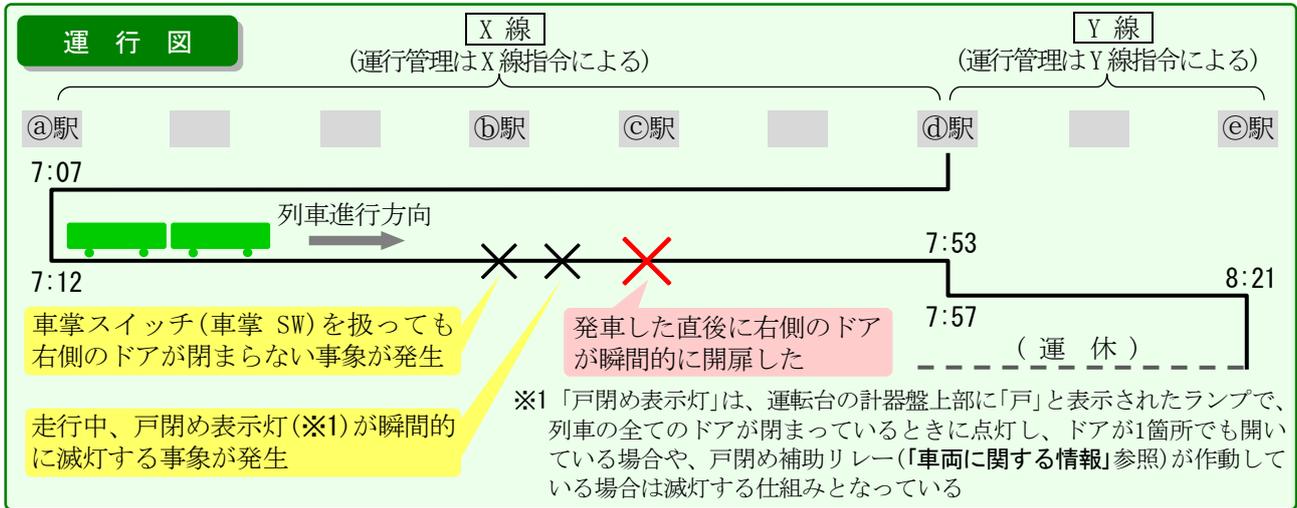
報告書でも指摘されているとおり、走行中にドアが開く事態が発生した場合に原因が特定されないまま列車の運行を継続することは、再びドアが開いた際に重大な事故につながるおそれがあります。走行中にドアが開いた場合は、状況を的確に把握するとともに、乗務員・指令間で十分に情報の共有を行い、マニュアル等に従って安全運行に努めることが大切です。

重大インシデント調査事例

旅客用便所の換気用ファンモーター内部において車体への接地が発生し、戸閉め回路に生じた素線露出部が車体と接触して、走行中に旅客用乗降扉が開いた事例

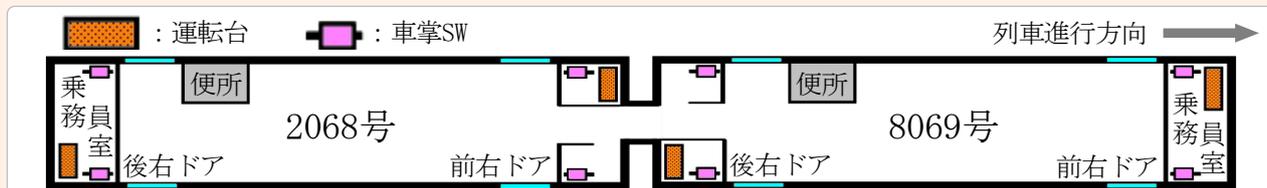
事例③

概要：X線④駅発①駅行きの本件列車(2両編成)は、平成20年11月25日(火)④駅を定刻(7時43分)よりも約1分遅れて出発したところ、発車した直後に右側(ホーム側)の旅客用乗降扉(ドア)が瞬間的に開いてすぐに閉まった。同列車は、④駅の一つ手前の⑥駅において、車掌スイッチを押しても右側のドアが閉まらない事象が発生していたことから、運転士はこの旨を指令に報告した。同列車の車両は、①駅に到着後、Y線④駅行き列車となり、指令より出動指示を受けた社員が添乗し、ドアを監視することで運行を続けたが、終点の④駅でそれ以降の運行を取りやめた。列車には、乗客約150名及び乗務員が乗車していたが、ドアが開いたことによる乗客の転落及び死傷者はなかった。



車両に関する事実情報

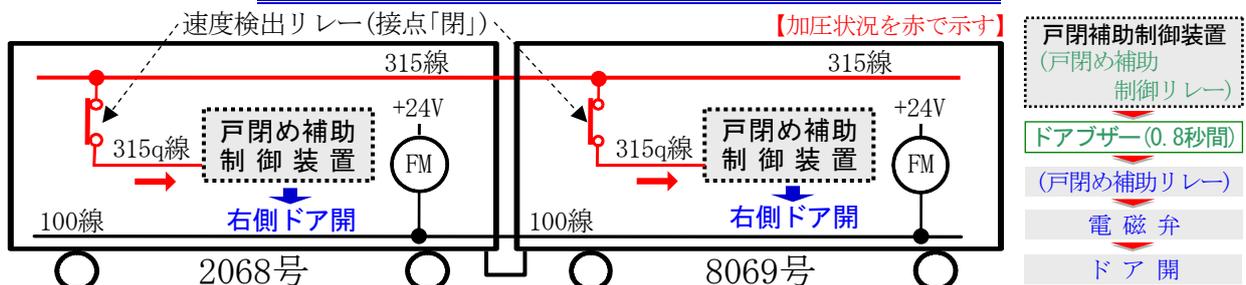
- ▶ 本件列車は、先頭車両(8069号)及び後部車両(2068号)の2両編成
- ▶ ドアは、車掌SWに鍵を差し込んでキースイッチを入れ、開ボタンを押すと、ドアブザーが鳴動した後に開き、閉ボタンを押すと、ドアブザーが鳴動した後に閉まる



- ▶ 車両の制御回路の電源は、蓄電池から供給される直流24V(制御電源)であり、制御回路のプラス側及びマイナス側の配線(100線)は、いずれも車体に接地させない回路となっている
- ▶ 制御電源は、ドアの開閉制御を行う戸閉め回路のほか、旅客用便所の汚物処理装置や旅客用便所の換気扇用電動機(ファンモーター:FM)にも供給されている
- ▶ 右側ドアを開く場合、車掌SWの開ボタンを押すと、速度検出リレー(※2)の接点が閉のときは、戸閉め補助制御装置に接続されている315q線が加圧され、同装置内に設けられている戸閉め補助制御リレーが作動して0.8秒間ドアブザーを鳴動させた後、戸閉め補助リレーが作動してドア開き用電磁弁及びドア閉め用電磁弁が作動することにより当該車両のドアが開くとともに、右側ドアの戸開指令線(315線)が加圧され、他車両のドアも同様に開く仕組みになっている

※2 列車の速度が設定値(本件車両では5km/h)以上のときは、速度検出リレーの接点が開となり、車掌SWへの電源供給の回路を遮断するとともに、315線と315q線との間を遮断し、走行中に何らかの理由により315線が加圧されてもドアが開かない仕組みとなっている

ドアが開く仕組み(列車速度が5km/h未満の場合)



インシデントの経過

主な要因等

本件列車では…

- ▶ 先頭車両 (8069 号) に設置されている旅客用便所のファンモーター内部 (本件ファンモーター) で車体への接地が発生し、車体が制御回路のマイナス側の配線 (100 線) に対してプラスの電圧 (21V) に加圧されていた
⇒詳細は「本件ファンモーターが車体に接地していたことに関する分析」(14 ページ)を参照
- ▶ 後部車両 (2068 号) の戸閉め回路の配線被覆が損傷し、315q 線内部の素線 (導線) が露出していた
⇒詳細は「配線被覆の素線が露出していたことに関する分析」(14 ページ)を参照

これらにより、2068 号の 315q 線内部の素線露出部が列車走行時の振動等により車体と接触して、2068 号の 315q がプラスに加圧される状況になっていた

7 時 12 分

本件列車 (X 線①駅行き) が、①駅を定刻に出発

①駅で、車掌が先頭車両前右車掌 SW を扱いドアを開け、旅客の乗降終了後、同車掌 SW の閉ボタン (※3) を押したが、右側全てのドアが閉まらず、先頭車両後右車掌 SW の閉ボタンも押したがドアが閉まらず

その後、車掌が後部車両前右車掌 SW の閉ボタンを押しているうちにドアが閉まる

①駅を約 1 分遅れて出発

①駅から約 400m の地点を走行中、車掌が運転台を見たところ、戸閉め表示灯が点滅

③駅を出発直後、右側全てのドアが瞬間的に開き、すぐに閉まる

- ・運転士は、戸閉め表示灯が消えたため、ブレーキをかけようとしたが、直後に再び戸閉め表示灯が点灯するのを認めた
- ・車掌は、ドアブザーが鳴って、先頭車両の前右側のドアが開き、その後閉まるのを見た
- ・複数の乗客が、先頭車両及び後部車両の右側のドアが15cmほど開いてすぐに閉まるのを見た

運転士は、戸閉め表示灯に注意しながら運転を続け、①駅でドアが閉まらなかったことを、私物の携帯電話で、Y 線指令に伝え、車両検修社員の出動を要請

車掌は、車内を巡回し、異常のないことを確認

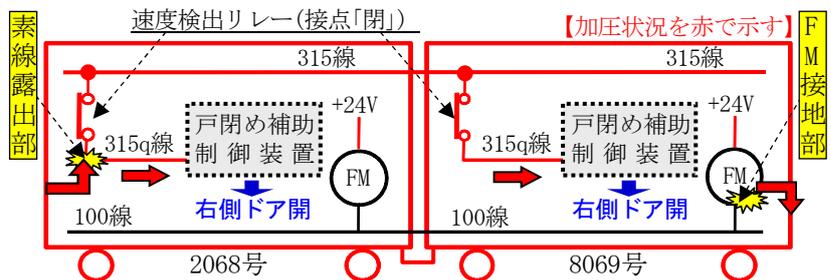
①駅で、出動指示を受けた運輸助役及び車両検修社員が本件列車に添乗し、ドアを監視

7 時 57 分

本件列車の車両が、Y 線③駅行き列車として、①駅を定刻に出発

※3 右側の閉ボタンを押すと、当該車両の315q線及び他の車両への指令線である315線の加圧が絶たれ、右側全てのドアが閉まる仕組みとなっている

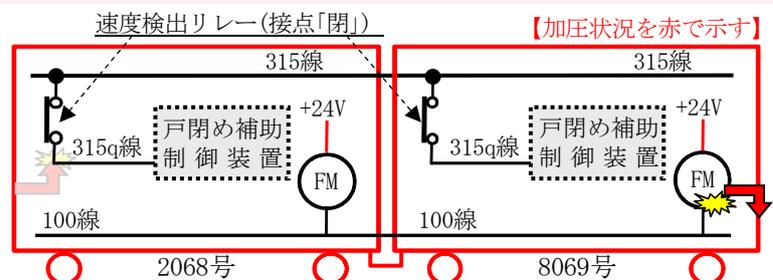
- ①駅に停車中 (ドアが閉まらなかったとき) の状態
- ③駅出発直後 (速度 5km/h 未満) の状態



①駅停車中は、2068 号の 315q 線が継続してプラスに加圧されたため、この間、2068 号及び 8069 号の右側ドアが開いたままの状態となった

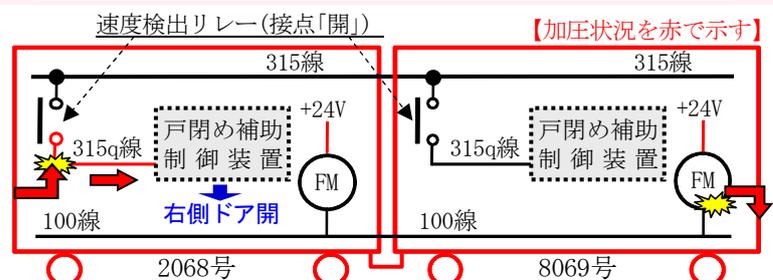
③駅出発直後は、5km/h 未満で走行中に、2068 号の 315q 線がプラスに加圧されたため、2068 号及び 8069 号の右側ドアが開いた

- ③駅に停車中 (ドアが閉まったとき) の状態



2068 号の 315q 線の加圧が解消された

- ③駅から約 400m の地点を走行中の状態 (速度 5km/h 以上)



40~50km/h 程度で走行中、2068 号の 315q 線が瞬間的にプラスに加圧されたため、2068 号の戸閉補助制御装置の戸閉め補助リレーが作動した

③駅に到着するころ、運輸助役が、Y 線指令に「本件列車は、③駅を出発直後に右側のドアが開いたようだ」旨報告

Y 線指令は、本件列車の車両で運行される③駅からの折り返し列車を運休とし、その旨、運転士に伝える

本件ファンモーターが車体に接地していたことに関する分析

- ▶ ファンモーターは、直流24Vで作動する電動機で、回転子は、軸受、間座、主軸、整流子で構成されている
- ▶ ファンモーターのメーカーでは、間座を取り付けることはしておらず、間座の取付けは、本件鉄道事業者(同社)側で行われた
- ▶ 旅客用便所の汚物処理装置等(ファンモーター含む)の検査修繕は、平成元年以降、同社からA社に業務が委託され、さらにA社はB社に業務を委託していた

間座取付の経緯や理由を記録した資料は同社に残されておらず、同社から、A社及びB社に対して、間座の取付けについての適切な指導がなされていなかった可能性がある

A社担当者は、B社担当者への実務教育において間座の取付について、まれに間座の取り付けられていないファンモーターがあるので、このような場合は、修繕不能で廃棄されるファンモーターなどから間座を流用して取り付けのように伝えていた

B社担当者は、間座を流用できるファンモーターがないときは、主軸端部と軸受端部を一致させるようにして組立を行えば、間座を取り付けずに出荷してもよいと判断した可能性がある

A社担当者から、B社担当者に対して、部品の調達について適切な指導がなされていなかった可能性がある

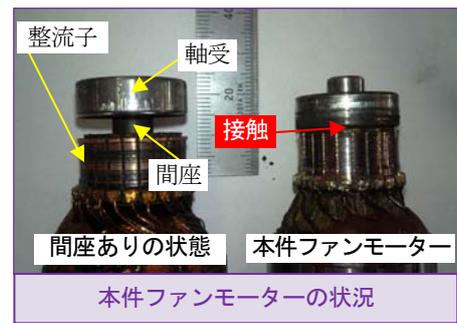
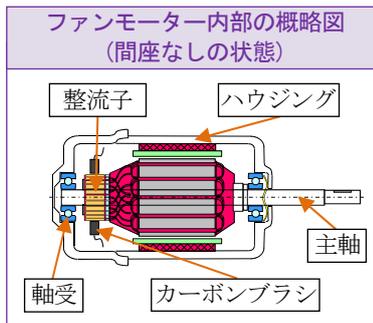
本件ファンモーターは、平成20年11月17日に臨時修繕が行われたが、間座は取り付けられなかった

本重大インシデント発生後、同社が、平成20年4月から平成21年1月末までにB社で行ったファンモーターの修繕実績について整理したところ、臨時修繕を実施したファンモーター31台のうち約半数の15台が、前回の修繕等から180日以内に不具合が発生していた

本件ファンモーターは、整流子端部に軸受が接触し、カーボンブラシの摩耗粉が整流子端部と軸受の間に介在したことにより車体に接地した

高い不具合発生率を有する装置の品質についての情報が、A社及び同社において十分に共有されていたならば、その後の適切な対応につなげることができた可能性がある

車体がプラスの電圧に加圧された！



配線被覆の素線が露出していたことに関する分析

- ▶ 同社は、運転台にドアの開閉操作を行うワンマンドアスイッチを設置する改造を実施済みであったが、同スイッチの取付位置等を社内で統一するため、平成19年1月からワンマンドアスイッチの改造工事(ワンマンドアSW改造)を実施した
- ▶ 同社は、配線数が多くなり、天井などに隠装する際は断面積の小さな配線覆いに収める必要があったため、従来使用していた車両用ビニル絶縁電線(ビニル電線)よりも3割程度小形軽量化した車両用難燃架橋ポリエチレン電線(軽量化電線)を、ワンマンドアSW改造で初めて採用した
- ▶ ワンマンドアSW改造は、平成19年1月から3月まではA社で施工され、平成19年4月以降、A社からD社に業務が委託された

【ワンマンドアSW改造の主な施工内容】

◆戸閉め補助制御装置及びドアプザーの新設 ◆運転室継電器盤の上部に新たな端子台(新設端子台)の設置及び配線の敷設(運転室継電器盤から新設端子台に敷設する315q線を含む) など

2068号の既存の配線は、ワンマンドアSW改造の以前から、通気口の取付ビスに接近し又は接触する状況で敷設されていた

新たな配線(軽量化電線)は、既存の配線に沿わせるようにして敷設していた

平成19年10月に実施された2068号のワンマンドアSW改造において、315q線(軽量化電線)は、機器室の通気口の取付ビスに接近し又は接触する状況で敷設されたが、養生処置が十分ではなかった

◆同社は、A社担当者に対して、軽量化電線の採用や取扱い上の注意事項について情報を提供していた

◆A社担当者は、D社担当者に対して、配線の養生処置(※4)や軽量化電線の取扱い上の注意事項などについて指導・教育を行っていた

※4 配線被覆が損傷するのを防ぐため、薄い板ゴム等により配線を保護する処置

軽量化電線の配線被覆の厚さは、従来のビニル電線に比べ半分の0.4mmであった



本重大インシデントが発生するまでの約1年間における車両の振動等によるビスとの摩擦により、徐々に配線被覆が損傷し、内部の素線の露出に至った



指令所への報告等に関する分析

Y線指令は、◎駅出発直後に発生した本件重大インシデントを、本件列車が◎駅に到着するころ、運輸助役からの報告によって認識しましたが、報告書では、指令所への報告等について次のとおり分析しています。

運転士は、◎駅出発直後に、戸閉め表示灯が滅灯し、その直後に再び点灯するのを認めたが、ドアが開いたことは認識していなかった

運転士は、本件列車の車両で運行されるY線の列車に引き続き乗務することとなっていた

本件列車の運行管理はX線指令で行われていたが、◎駅を出発後、運転士は、①駅でドアが閉まらなかったことを、私物の携帯電話で、Y線指令に伝えた

Y線指令からの出動指示を受けて、①駅で添乗しドアを監視していた運輸助役は、車掌からドアが開いたことを聞いた後、その状況について運転士に確認して、本件重大インシデントの発生を認識し、Y線指令への報告を行った

同社では、X線を走行する列車の乗務員と指令員との交信は、列車無線機を用いることを基本としていた

- ◆ 本件運転士は、◎駅を出発した直後に戸閉め表示灯の滅灯を認めたとき、本件車掌にドアの開扉の状況について確認し、指令所に報告する際には、◎駅を出発した直後に発生した事象についても伝えるべきであったと考えられる
- ◆ 本重大インシデントが発生したX線の運行管理はX線指令において行われており、同線を走行する列車の乗務員と指令員との交信は列車無線機を用いることが基本となっていることから、本件運転士は列車無線機により、まずX線指令に状況を報告すべきであったと考えられる

再発防止に向けて

当委員会は、同種インシデントの再発防止の観点から、次のとおり分析しています。

同種インシデントの再発防止に関する分析

- ◆ 同社には、ファンモーターに間座を取り付けることとした経緯や理由を記録した資料は残されていなかった。このような資料は、業務の移管や新人への教育等において活用されることが望ましく、同社のほかA社及びB社にも共有され、継承すべきである。また、この間座は車体への接地を防ぐ重要なものであり、今後、このような資料や情報は、他の鉄道事業者や旅客用便所等のメーカーにも共有されることが望ましいと考えられる。
- ◆ B社が臨時修繕を実施したファンモーターのうち約半数は、前回の修繕等から180日以内に不具合が発生していた。加えて、本件車両の制御電源は、ドアの開閉制御を行う戸閉め回路のほか、旅客用便所の汚物処理装置にも供給されていることから、汚物処理装置の電気系統において車体への接地が発生した場合は、100線に対して車体がプラスに加圧され、他の配線等が車体に接地した場合には本重大インシデントのように、走行中にドアが開くおそれや、列車の走行の安全に関わる重要な装置が誤作動を起こすおそれがある。したがって、同様な車両を有する鉄道事業者は、このような車両の特性を十分に認識し、関連会社等に業務を委託する場合であっても、作業を行う者に対して十分な知識を修得させるとともに、日々発生する不具合についての情報などを担当者間で共有し、品質管理活動に取り組む必要があると考えられる。
- ◆ 本件と同様な工事を行う事業者等は、車両に使用する配線材料の選定に当たり、振動など使用環境に対して十分に配慮するとともに、軽量化電線を使用する場合には、金属片等との接近又は接触を避けるような配線経路や適切な余長の確保に努め、配線被覆に損傷を与えることのないような養生処置を徹底する必要がある。

本事例の調査報告書は当委員会ホームページで公表しております。(2009年12月18日公表)

<http://jtsb.mlit.go.jp/jtsb/raillway/serious/RI09-4-1.pdf>

事故防止分析官の

ひとつ

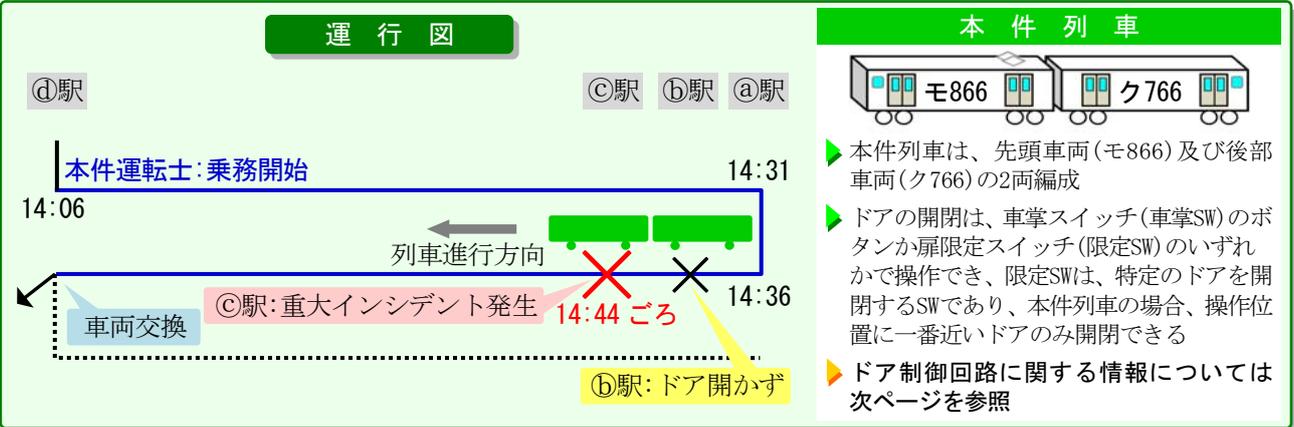
本件車両の315q線以降の戸閉め補助制御装置側に敷設されている配線は、速度検出リレーによる保護機能が及ばない極めて重要な配線となっています。回路の改修等を行う場合は、このような配線が被覆の損傷等により誤ってプラスに加圧されることのないよう、その取扱いに十分注意してください。

重大インシデント調査事例

扉制御回路の扉開指令が出力されたままの状態で行中、
駅停車直前に旅客用乗降扉が開いた事例

事例④

概要：①駅発①駅行きの本件列車(2両編成)は、平成21年5月1日(金)ワンマン運転により①駅を定刻(14時36分)に出発し、③駅に定刻から約2分遅れて(14時44分ごろ)到着した。同列車が③駅に停止する直前に、ホームがない側である同列車右側の旅客用乗降扉(ドア)がすべて開いた。その後、同列車はドアの開閉を手動扱いにするとともに監視者を添乗させて①駅まで運転を継続し、同駅で同編成の以降の運転を打ち切った。本重大インシデント発生時、同列車には9名の旅客が乗車していたが、ドアが開いたことによる乗客の転落はなく、負傷者はなかった。



インシデントの経過	主な要因等
<p>14時36分</p> <p>本件列車(①駅行き)が、ワンマン運転により、①駅を定刻に出発</p> <p>③駅に定刻に到着</p> <p>ホーム側となる右側の限定SWを「開」操作したが、列車最前部右側のドアが開かず</p> <p>試しに車掌SWの開ボタンを操作したが、右側ドアは開かず</p> <p>点検カードに従って、扉電源SW及び扉・ベル回路用配線遮断器(扉・ベル遮断器)の確認を行ったが異常は確認できず</p> <p>後部車両と先頭車両の限定SW及び車掌SW開ボタンを操作したが、右側ドアは開かず</p> <p>手動扱いでドアを開閉し、乗客が乗降</p> <p>指令に連絡し、「注意運転で運転を継続して下さい」との指示を受ける</p>	<p>③駅は、限定SWを操作する駅となっていた</p> <p>扉電源SW、扉・ベル回路用配線遮断器とも「入」状態であり、扉電源表示灯(扉電源スイッチが「入」状態の時に点灯)も正常に点灯していた</p> <p>右側戸閉め電磁弁が動作しなかった</p> <p>ATS論理装置の停止検知回路に異常な出力が発生しており、列車の速度が同装置の停止検知機能の設定速度(※1)以下(駅停車中)にもかかわらず、扉保安に関する回路中に組み込まれている扉開放リレーの接点が開く状態となった</p>
<p>14時40分ごろ</p> <p>③駅を約2分遅れて出発</p>	<p>詳細は「重大インシデント等の発生の経過に関する分析」及び「ATS論理装置に関する分析」(18ページ)を参照</p> <p>※1 停止検知機能の設定速度(停止検知速度)は、速度上昇時は10.7±0.5km/h、速度降下時は9.9±0.5km/hとしていた</p>
<p>14時44分ごろ</p> <p>③駅に停車するために停止ブレーキ操作を行っていたところ、停止目標の1.5mくらい手前の位置で、突然客室の方からドアが開く際に発生する「ガラガラ」という音を聞く(速度は体感で5km/h)</p> <p>列車停止後に、③駅ホームと反対側である右側のドアがすべて開いているのを確認</p> <p>乗客の中に転落者がいないことを確認後、各車両の扉解除SWを「切」操作したところ右側のドアが閉まる</p> <p>指令に連絡後、乗客の乗降を手動扱いとして注意運転で運転を継続し(途中助役が添乗)、①駅で車両を交換</p>	<p>本件列車は、Ry2Rリレーが自己保持状態のまま③駅を出発した</p> <p>③駅出発から③駅到着直前までの間に、ATS論理装置の停止検知回路に発生していた異常な出力が消滅した</p> <p>本件列車の速度がATS論理装置の停止検知速度以下となり、開いていた扉開放リレーの接点が閉じて、右側戸閉め電磁弁が動作し、右側ドアがすべて開いた</p>
	<p>詳細は「重大インシデント等の発生の経過に関する分析」(18ページ)を参照</p>

ドア制御回路に関する事実情報

《右側ドアの開閉に関する回路について》

▶ 扉・ベル遮断器を投入すると、直流 100V 母線(GA1 線)から扉制御電源引通し線(DO 線)に 100V が印加されて DO 線は活線状態となり、さらに扉電源 SW を「入」操作すると、扉指令電源線(DOR 線)が 100V 加圧されるため、それぞれの乗務員室から、車掌 SW 及び限定 SW の操作を行うことが可能になる(回路図 — 線)

◆車掌 SW でドアを開く場合

▶ キーSW と車掌 SW の開ボタンを操作すると、扉開指令線(DRA13 線)に 100V が印加され、扉制御リレー盤箱内に収められているリレーである Ry2R と Ry3R が順番に動作し、その結果、戸閉め電磁弁指令線(DR 線)に 100V が印加され、各車の各扉の戸閉め電磁弁が動作状態となりドアが開く(回路図 — 線)

※ Ry2R が動作する回路には、自己保持回路が組み込まれていることから、開ボタンから手を離しても Ry2R は動作状態を継続するため Ry3R も同様に動作状態を継続し、ドアは開いた状態を維持する

◆限定 SW で特定ドア開く場合

▶ 限定 SW は、鍵穴に差し込んだ車掌キーを操作すると接点が閉じ、扉限定リレーが動作して、車掌キーを操作した車両の乗務員室に一番近い側扉のみの戸閉め電磁弁を加圧する回路になっている(回路図 — 線)

◆ドアを閉める場合

▶ キーSW と車掌 SW の閉ボタンを操作すると、扉閉指令線(DRA21 線)に 100V が印加されるため、扉制御リレー盤箱内に設けられているリレーである Ry1R が動作し、その結果、Ry1R の接点が開くことによって Ry2R の自己保持回路が解かれ Ry2R と Ry3R は非動作状態となるため、DR 線への電圧印加が断たれて各車の戸閉め電磁弁が非動作状態となりドアが閉まる(回路図 — 線)

◆負極側回路について

▶ Ry2R 及び Ry3R の負極側の回路である DGR 線は、扉開放リレーの接点と常時「入」である接地 SW との間に接続されているため、扉開放リレー(後述の「扉保安に関する回路について」参照)の動作状態にかかわらず接地される回路になっている(回路図 — 線)

▶ 戸閉め電磁弁の負極側回路である DER 線は常時「入」である扉解除 SW を介して DGR1 線となり、扉開放リレーの接点の非接地側に接続されているため、戸閉め電磁弁の動作は扉開放リレーの動作状態の影響を受ける回路となっている(回路図 — 線)

《扉保安に関する回路について》

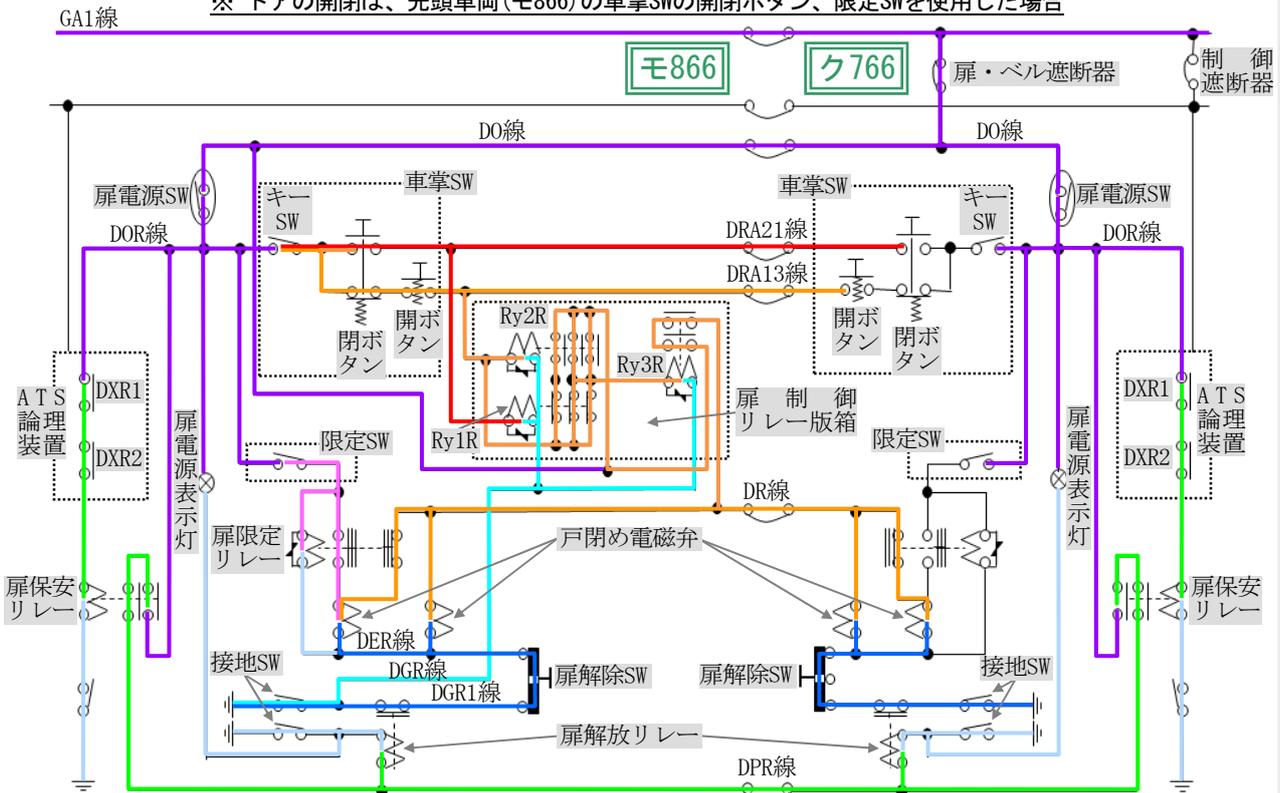
▶ ドア制御回路には列車の走行中に列車乗務員が誤って開ボタンを操作した場合や 100V 加圧線が DRA13 線や DR 線に混触した場合でも、列車の速度が ATS 論理装置の停止検知速度以上であればドアが開かないように制御する扉保安に関する回路が組み込まれている

◆列車の速度が『停止検知速度』以上となった場合

▶ ATS 論理装置内の停止検知回路で、信号が出力状態となり(列車が走行状態にあることを表す)、同装置内のリレーである DXR1 及び DXR2 が動作し、その結果、扉保安リレーが動作して、扉開放リレー指令線(DPR 線)に 100V が印加され、続いて扉開放リレーが動作すると、その接点が開くことにより戸閉め電磁弁の負極側の回路である DER 線を接地から切断するため、戸閉め電磁弁への 100V 印加を阻止してドアが開かないようにする(回路図 — 線)

ドア制御回路図(右側ドアに関する回路部分の抜粋)

※ ドアの開閉は、先頭車両(モ866)の車掌SWの開閉ボタン、限定SWを使用した場合



重大インシデント等の発生の経過に関する分析

本件列車の状況

ATS論理装置の停止検知回路に異常な出力が発生

列車の速度がATS論理装置の停止検知速度以下にもかかわらず扉開放リレーの接点が開いたままとなった

右側戸閉め電磁弁の正極側が印加されても、負極側の回路が構成されず、同電磁弁が動作しない状態

⑥駅で、限定SW、車掌SWを扱ってもドアが開かなかった

⑥駅で、点検カードに従って、扉電源SW及び扉・ベル遮断器の確認を行い、車掌SWの開ボタンを操作したが、同SWの開ボタンを操作せず、手で開閉を行った

本件列車は、Ry2Rが自己保持状態のままとなり、右側戸閉め電磁弁の正極側であるDR線は加圧状態を維持したまま、⑥駅を出発した

⑥駅出発から⑨駅到着直前までの間に、ATS論理装置の停止検知回路に発生していた異常な出力が消滅

ATS論理装置の停止検知機能が正常になった

⑨駅に停車するためブレーキ操作を行っていたとき、列車の速度がATS論理装置の停止検知速度以下となって、右側戸閉め電磁弁が動作し、右側ドアがすべて開いた

ドア制御回路等

- 戸閉め電磁弁と扉開放リレーの間に接続されている負極側回路であるDER線とDGR1線は、扉開放リレーが動作したときには接地から切り離される回路となっている
- 扉制御リレー盤箱内のリレーであるRy2R及びRy3Rの負極側回路であるDGR線は、常時「入」である接地SWと扉開放リレーの接点との間に接続されており、扉開放リレーの動作状態と関係なく常時接地されている回路となっている

- 列車の速度が上昇してATS論理装置の停止検知速度以上になると扉開放リレーが動作し、戸閉め電磁弁は負極側の回路が断たれて非動作状態となる
- 車掌SWの開ボタンが操作され、Ry2Rが一旦自己保持状態となった場合は、車掌SWの開ボタンを操作しない限り、列車の速度に関係なくRy2Rの自己保持状態が継続して、戸閉め電磁弁の正極側であるDR線は加圧状態を維持する

本件鉄道事業者が定めた点検カードの「扉が開かない場合の取扱い〈ワンマン車両〉」には、車掌SWの開ボタン操作について記載されていなかった

- 列車の速度が低下して停止検知速度以下となった場合には、扉開放リレーが非動作状態となって接点が閉じ、戸閉め電磁弁の負極側の回路が構成されて、同電磁弁が動作し、ドアが開く

ATS論理装置に関する分析

▶ 本件車両の停止検知機能は、基本的には、ク766に取り付けられた速度発電機(※2)から出力される走行速度に応じた交流電圧をもとに、ATS論理装置内で、列車速度に対応するパルス及び停止検知速度に対応するパルスを生成し、それぞれの周波数(列車速度及び停止検知速度に相当)を比較して行われ、列車速度が停止検知速度より高いと判定された場合には、ATS論理装置内の停止検知回路からの信号が出力状態となり、同装置内のリレーであるDXR1及びDXR2を動作することにより扉開放リレーの接点が開き、列車速度が停止検知速度より低いと判定された場合には、DXR1及びDXR2は動作しない

※2 速度発電機(TG)とは、車軸端部に取り付けられ、車両の走行速度に応じた電圧及び周波数を持つ交流波形を出力する装置

⑥駅に停車中にもかかわらず扉開放リレーの接点が開いたことについては、ドア制御回路の扉保安に関する回路の構成機器(扉保安リレー、扉開放リレー)や配線には異常がなかったことから、ATS論理装置の停止検知回路に異常な出力が発生した可能性がある

ATS論理装置内部の回路について調査した結果、異常はなかった

ATS論理装置に入力する速度情報について調査した結果、TGからATS論理装置に入力される交流信号の波形に、同装置内のパルス変換回路の検知レベルを大きく超過した値が確認された(同値の継続時間は1μ秒以下と短かった)

ATS論理装置の停止検知回路には、このような状態が一定時間継続しなければ信号が出力状態にならないよう遅延回路が設けられているため、DXR1及びDXR2は動作しなかった可能性が高い

電圧レベルが検知レベルより高く、かつ持続時間の長いノイズが、ATS論理装置内のパルス変換回路に一定時間継続して入力されるような状況が生じれば、停止検知回路から異常な出力が発生する可能性があるが、このようなノイズは、短時間で収束するサージである可能性は低く、本件列車が直並列抵抗制御式車両であることから、本件列車の車体がノイズ源である可能性は低い

外部の何らかのノイズ源からのノイズが、速度信号に重畳してATS論理装置に入力された可能性が考えられる

当時の現場周辺のノイズ環境は記録データがなく推定が困難であることなどから、
ノイズ源を明らかにすることはできなかった

走行中にドアが開いた場合の異常把握手法に関する分析

走行中にドアが開いた場合は、運転士は直ちに異常を察知して列車を停止させ、乗客の転落の有無を確認することが最も重要であり、このような事態は、戸閉表示灯(※3)の滅灯によって把握されるのが好ましいと考えられますが、報告書では、本件編成の戸閉表示灯の設置位置では、日中帯に戸閉表示灯が滅灯した場合に直ちに列車を停止させることは困難であると推測しています。また、報告書では、異常を把握するための情報の内容として、列車速度が停止検知速度以上の場合に点灯する表示灯の設置等についても触れています。

※3 戸閉表示灯とは、運転士がドアの開閉状態を確認できるようにする目的で乗務員室内に設けられるものであり、列車内のすべてのドアが閉まっている場合のみ点灯する

本件鉄道事業者(同社)の内規においては「列車運転中、戸閉表示灯が滅灯した場合は、直ちに列車を停止させ、その状況を運転指令者に報告した後に、車両点検を行うこと」とされていた

本件編成の戸閉表示灯は運転席左側壁面の床面上約1.6mの位置に設置されており、戸閉表示灯は前方注視中である運転士の視界から外れる可能性がある

戸閉表示灯の取付け位置や輝度が適切でなければ、停車中の側扉の閉め操作時に確認することは容易でも、走行中の滅灯を速やかに認識することは困難であると考えられる

本重大インシデントにおいて、運転士は戸閉表示灯の滅灯によって異常を察知したのではなく、側扉が開く際音によって側扉が開いたことを察知した



【異常を把握するための情報の内容について】

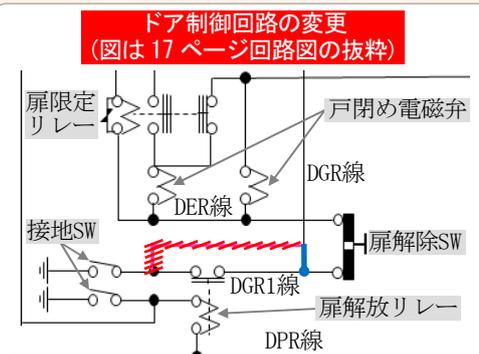
本件編成には列車速度が停止検知速度以上の場合に点灯する表示灯が設けられていないため、運転士は①駅における異常の状況をより詳細に把握できず、その後の機器の操作や原因調査に有益な情報を得ることができなかった可能性があると考えられる。また、速度計の指示状態を確認することにより、ほぼ同様の結果が得られた可能性が考えられる。今回のATS論理装置のように半導体素子を使用した装置の誤動作は一過性で再現しないことが多いことに加え、本件編成には運転状況記録装置も搭載されていないため、上述したような表示灯や取扱いを異常時の確認内容として点検カード中に追加するなどして、その取扱いについての指導がより深められることが望ましいと考えられる。

再発防止に向けて

当委員会は、同種インシデントの再発防止の観点から、次のとおり分析しています。

同種インシデントの再発防止に関する分析

- ◆ 本重大インシデントは、Ry2Rが自己保持状態のままで①駅を出発したために発生したものと推定される。したがって、自己保持状態を確実に解くために、いったん開ボタンを操作した場合には、たとえ側扉が開かない状態であっても閉ボタンを操作するという取扱方法の変更や、右図に示すように、列車の速度が停止検知速度以上になった場合には扉開放リレーの動作によりRy2Rの自己保持回路が強制的に解かれるような回路に変更することが望ましいと考えられる。これらの対策は、仮に何らかの原因でノイズが論理装置の速度信号に重畳した場合でも有効でフェールセーフ側に動作することから、効果的な対策であると考えられる。また、TGからATS論理装置へ入力される速度信号については、ノイズの影響を受けにくくするような配慮が望まれる。



※同社は平成21年10月末までに、同社の編成すべてについて上記変更のための改修作業を完了した(赤の配線を青の配線に変更)

本事例の調査報告書は当委員会ホームページで公表しております。(2010年6月25日公表)

<http://jtsb.mlit.go.jp/jtsb/raillway/serious/RI10-1-1.pdf>

事故防止分析官の

ひとつ

本重大インシデントのドア制御回路では、ATS論理装置の停止検知機能が動作しても、戸閉め電磁弁の正極側回路が加圧したままの状態を維持するよう構成されていました。ATS論理装置の停止検知機能を含む扉保安に関する回路は、走行中にドアが開く事態を防止するための重要かつ有効な機能となりますので、その回路構成にあたっては細心の注意が必要です。

ま と め

前頁までの4事例及びそのほかの公表した「ドア開」重大インシデントについて、調査報告書で再発防止に関して指摘していることをまとめました。

再発防止に向けて

<<< 機械的不具合 >>>

◆疲労破壊が関与したもの

・番号D3事例の指摘事項

「積雪寒冷地では、列車の走行に伴って巻き上げられた雪が床下や台車に付着することは避けられないことであり、車両の床下に設置される配管や配管支持物については、床下の機器配置の状況等に応じて、台車等に付着した雪の影響を受けにくい構造としたり、台車等に付着した雪との接触により生じる応力を十分に考慮した構造とすることが重要である。」

・番号D11事例の指摘事項

「連結ピンの脱落を防ぐことが非常に重要であるため、連結ピンの脱落を防ぐための割りピンの保守点検において、損傷状況の確認をより徹底する必要がある。

また、割りピンが破断しないようにするには、せん断力が作用しないようにすることが重要であるため、連結ピンの回転などの影響を割りピンが受けないように、ドアエンジン接合部の構造自体を改良することも有効な方法であると考えられる。」

・番号D12事例の指摘事項

事例①の所見を参照（7ページ）

指摘事項のまとめ

- 部品の摩耗・損傷状況等に関して適切な保守・管理をすること
- 機器の使用環境を十分に考慮した構造とすること

<<< 電気的不具合 >>>

◆外注作業が関与したもの

・番号D6事例の指摘事項

「作業を外注する場合には、作業内容の重大性を考え、外注先に対し、作業の持つ意味及び作業手順並びに確認項目を明示するとともに、作業終了後の検査結果等により、作業箇所の施工が適正に行われたことを確認することが必要である。」

指摘事項のまとめ

- 外注先への適切な作業指示及び作業後の適切な確認をすること

◆制御回路が関与したもの

・番号D10事例の指摘事項

事例④の同種インシデントの再発防止に関する分析を参照（19ページ）

指摘事項のまとめ

- 扉の開閉に異常があるときの取扱方法を適切なものに変更すること
- 扉開閉の制御回路を適切なものに変更すること

おわりに

「ドア開」重大インシデントのうちには、発生後、その事象が一時的に解消されたのでそのまま運転を継続したものや、一時的にドアが開閉しないなどの事象があったにもかかわらず運転を継続し、重大インシデントに至ったものがありました。このような不具合事象であっても、原因が明らかでない場合は必要な処置がとれるまで運転をしないなど、安全を確認することが重要です。

最後になりますが、本特集号が鉄道関係者にて広く活用され、走行中にドアが開く重大インシデントの再発防止につながれば幸いです。

お問い合わせはこちらまで

〒100-8918 東京都千代田区霞が関2-1-2

国土交通省 運輸安全委員会事務局

担当：参事官付 事故防止分析官

TEL 03-5253-8111(内線 54238) FAX 03-5253-1680

URL <http://www.mlit.go.jp/jtsb/index.html>

e-mail jtsb_analysis@mlit.go.jp