

# 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

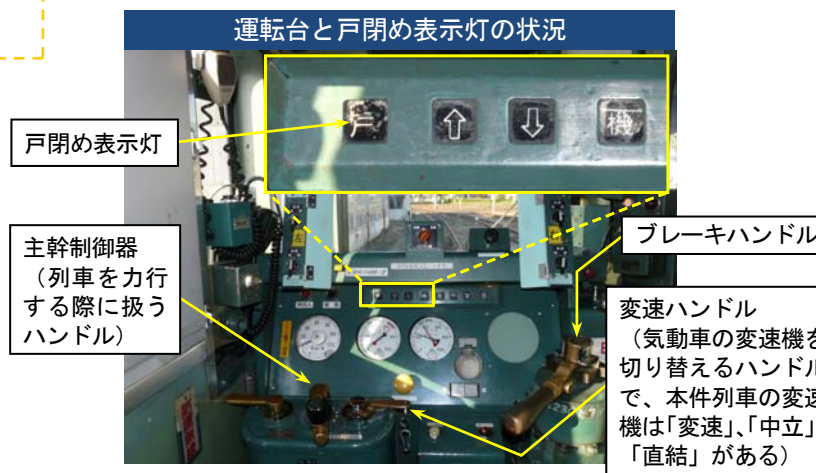
疲労強度が低い可能性のある硫黄快削鋼を用いた

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

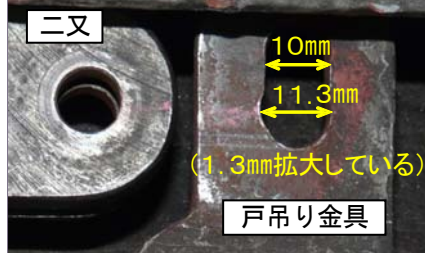


## 破断した接手ねじの状況

本件ドアの接手ねじは、ピストン棒側から数えて1山目のねじの谷部で破断していた

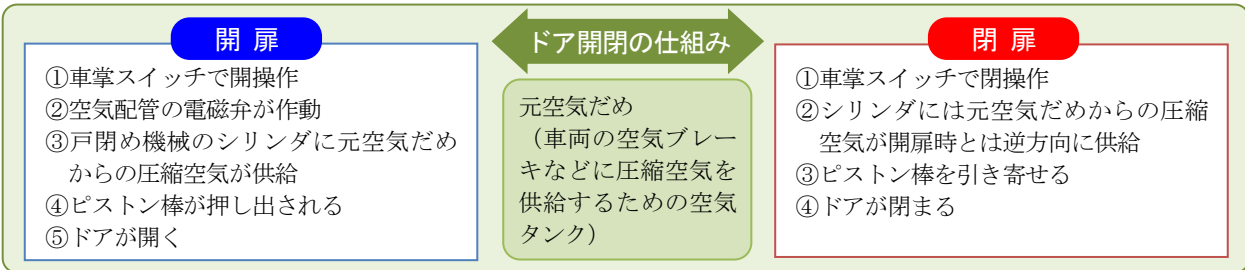


## 摩耗した戸吊り金具の穴の状況



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

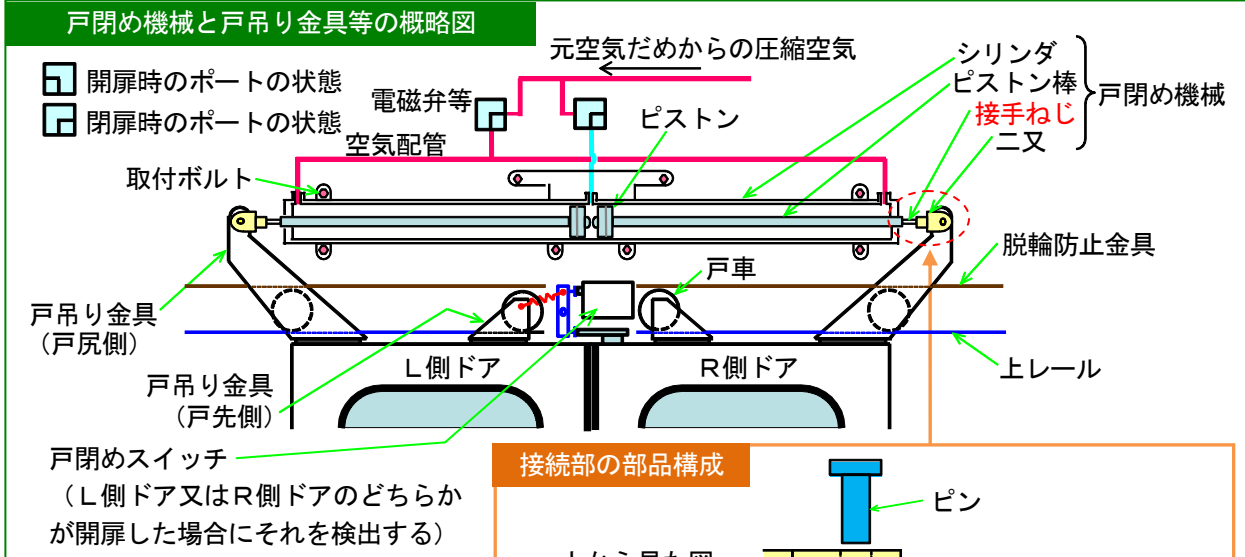


**◆ドアの構造**

- ・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

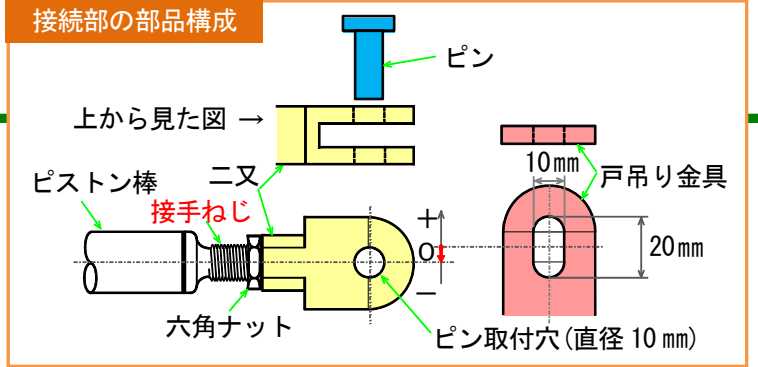
**◆戸閉め機械の構造**

- ・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

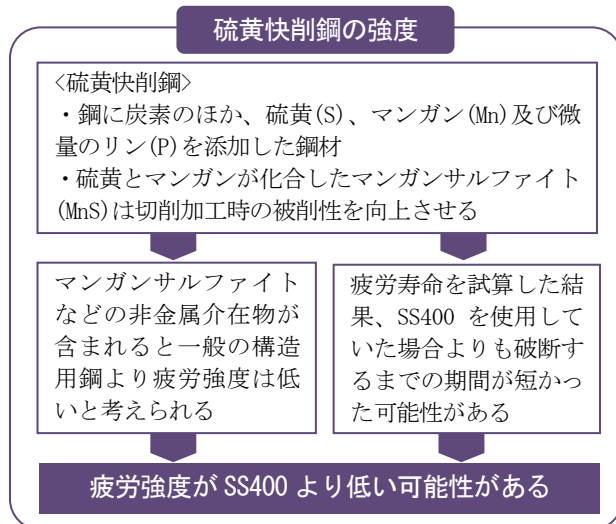
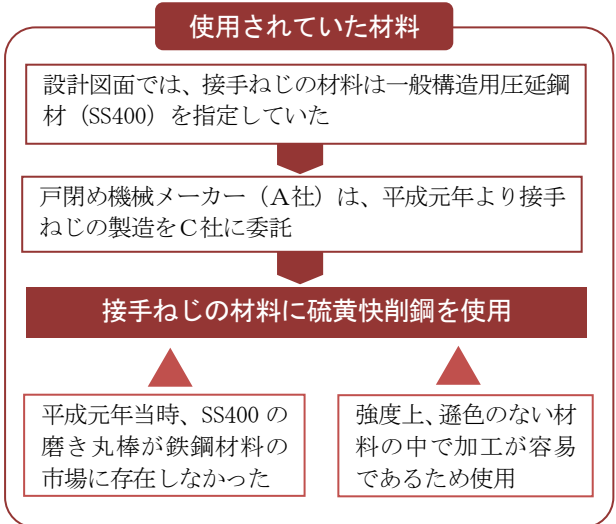


**◆二又と戸吊り金具のピン取付穴**

- ・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



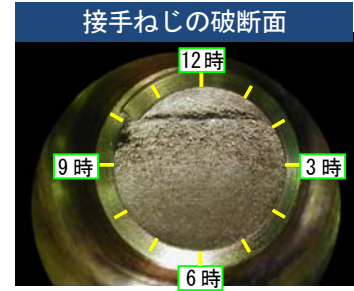
## 接手ねじに使用されていた材料に関する分析



## 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。

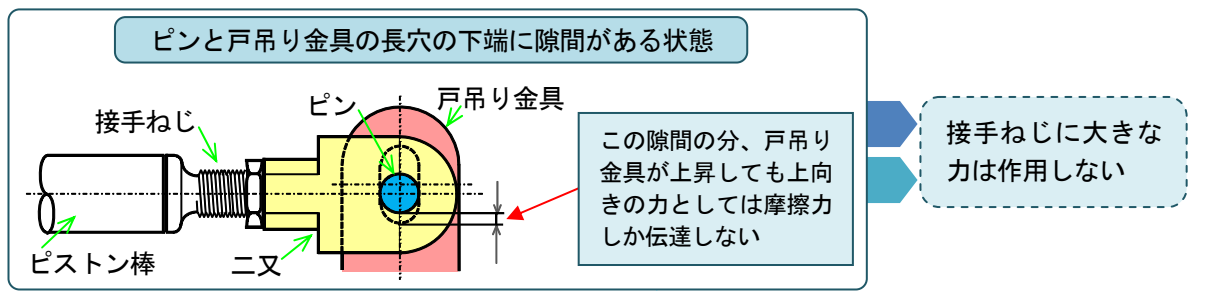
- ◇破断面には上下方向の力による曲げが作用したことで、き裂が発生・進展し破断に至った
- ◇破断面の6時の位置付近から最終破断部（10時と2時を結ぶ線の辺り）までのき裂の進展領域の方が広いため、上向きの力による曲げの影響が大きかった



## 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

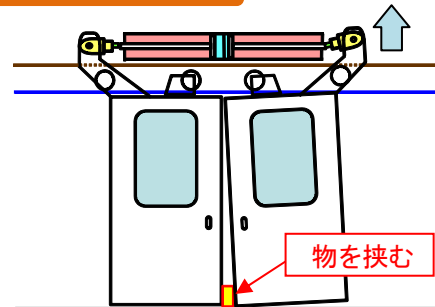
ドアが閉まるときの衝撃と同時にドアが振動する

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

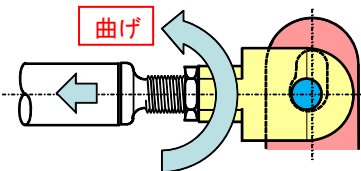
### 閉扉の際に物を挟んだ(戸挟み)場合

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

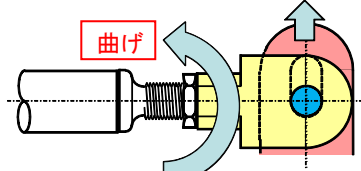


戸吊り金具の長穴が摩耗している状態



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

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

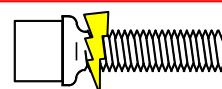
複合

接手ねじに想定されていなかった曲げが作用

疲労強度が SS400 より低い可能性

接手ねじが強度不足となる

接手ねじが破断

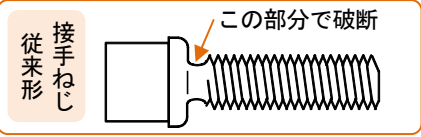




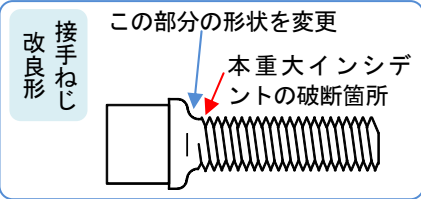
## 戸閉め機械の設計経緯と接手ねじの破断に関する経過

昭和 41 年	本件と同型式の戸閉め機械を製造開始
昭和 50 年 3 月	本件車両の新製
平成元年	戸閉め機械メーカー(A社)は、接手ねじの製造をC社に委託(これより材料がSS400から硫黄快削鋼に切り替えられる)
平成 10 年	他の鉄道事業者(B社)において、接手ねじが破断する事象が発生
平成 10 年 9 月	B社及びA社が検討した結果、改良形の接手ねじに形状を変更(A社の図面を改訂)
平成 16 年	同社において、接手ねじが破断する事象が2件発生
平成 16 年 7 月	同社は、本件車両を含む170両の車両について改良形の接手ねじに取替を開始(本重大インシデント発生時点には、すべての取替が完了)
平成 21 年 12 月	本件ドアの接手ねじが破断(本重大インシデント発生)

図面の指定と異なる材料を使用する事象が生じたが、鉄道事業者に伝えていなかった



このときに同社は、B社において平成10年に発生していた事象及び図面が改訂されていたことを認識



発生後の調査において、硫黄快削鋼の使用が初めて判明

発生後A社は、戸吊り金具のピン取付穴の状況など、戸閉め機械の使用環境を初めて認識

### 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象が生じた場合には、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>



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。