

運輸安全委員会の活動と国際協調

奥村 文直

(運輸安全委員会 鉄道部会長)

運輸安全委員会の概要

事故調査の沿革

昭和 24 年 6 月 海難審判庁発足

航空事故

昭和 46 年 7 月 東亜国内航空機が函館北方の横津岳に墜落(死者 68 名)

昭和 46 年 7 月 全日本空輸機と自衛隊機が岩手県雫石町上空で接触し墜落(死者 162 名)

昭和 49 年 1 月 航空事故調査委員会発足

鉄道事故

平成 3 年 5 月 信楽高原鐵道列車と JR 西日本列車が衝突(死者 42 名、負傷者 628 名)

平成 12 年 3 月 営団地下鉄日比谷線で列車が脱線・衝突(死者 5 名、負傷者 64 名)

平成 13 年 10 月 航空・鉄道事故調査委員会発足

鉄道事故

平成 17 年 4 月 JR 西日本福知山線で列車が脱線(死者 107 名、負傷者 562 名)

平成 18 年 3 月

運輸安全一括法衆参附帯決議(事故調査について業務範囲の拡大、体制・機能の強化)

平成 20 年 5 月

国際海事機関において、船舶事故における原因究明と懲戒手続きとを分離することなどを規定した事故調査コードを海上人命安全条約に盛り込む決議が採択、平成 22 年 1 月発効

平成 20 年 10 月 運輸安全委員会発足

…航空・鉄道事故調査委員会と、
海難審判庁の原因究明機能を統合

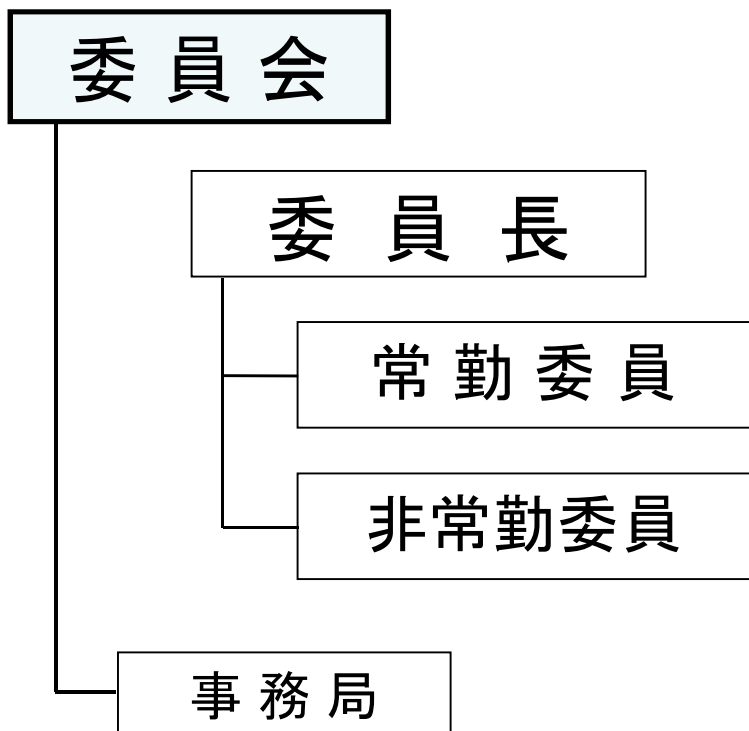
運輸安全委員会



H24年制定

- 平成20年10月1日 発足
(2008年)
- 国土交通省の 外局 として設置
(国家行政組織法 第3条委員会)
- 航空、鉄道及び船舶の事故等を調査を実施

運輸安全委員会の組織

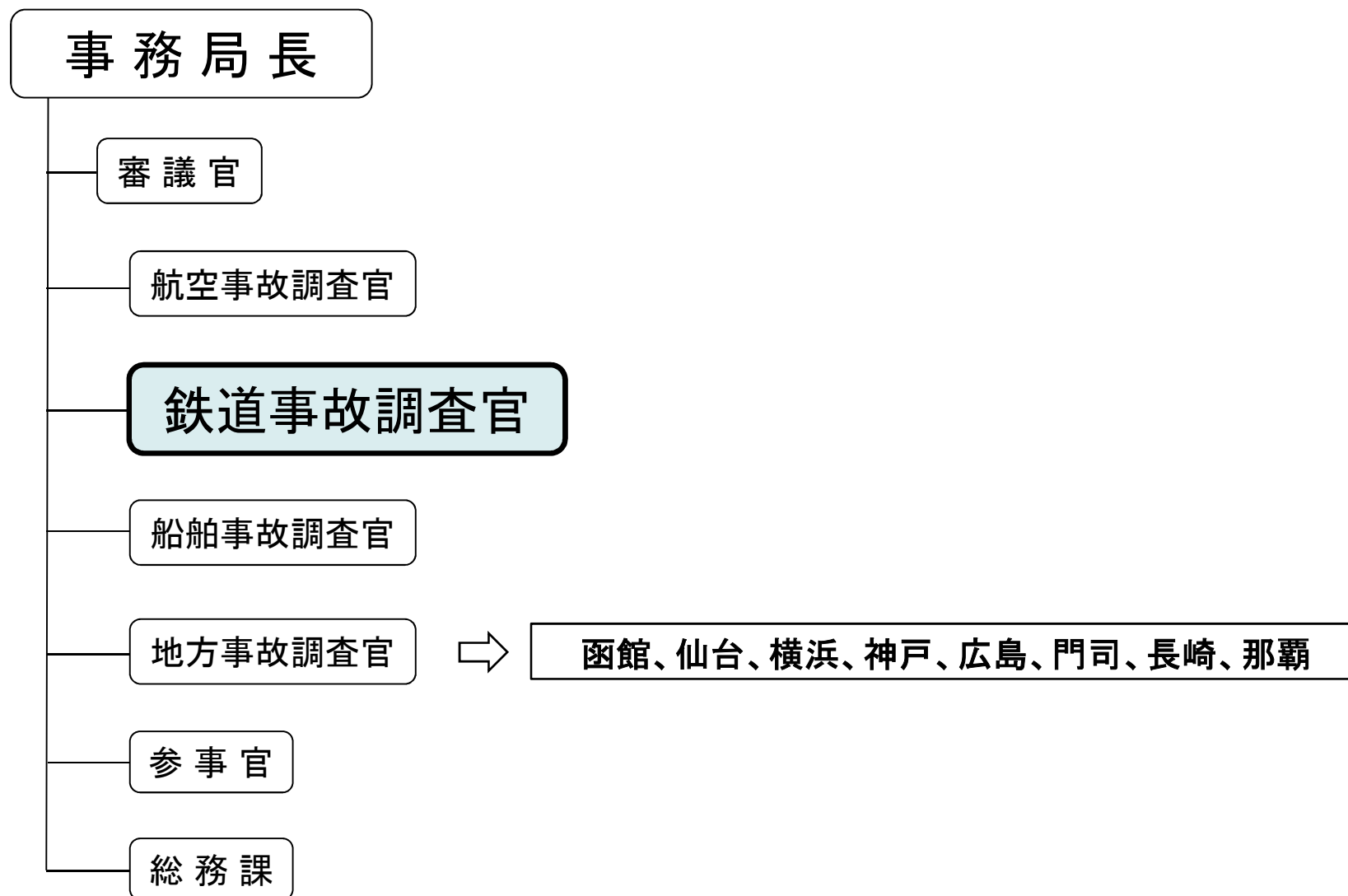


＜設置法施行令第二条＞

委員会は、部会を置くことができる。

- 総合部会
- 航空部会
- 鉄道部会
- 海事部会
- 海事専門部会

運輸安全委員会事務局の組織



運輸安全委員会の設置と任務

〈運輸安全委員会設置法〉

(設置)

第3条 国家行政組織法(昭和23年法律第120号)第3条第2項の規定に基づいて、国土交通省の外局として、運輸安全委員会(以下「委員会」という。)を設置する。

(任務)

第4条 委員会は、航空事故等、**鉄道事故等**及び船舶事故等の**原因並びに航空事故、鉄道事故及び船舶事故に伴い発生した被害の原因を究明するための調査を適確に行うとともに、これらの調査の結果に基づき国土交通大臣又は原因関係者に対し必要な施策又は措置の実施を求めることを任務とする。**

〔参考〕

国家行政組織法 《抜粋》

(行政機関の設置、廃止、任務及び所掌事務)

第3条 国の行政機関の組織は、この法律でこれを定めるものとする。

- 2 行政組織のため置かれる国の行政機関は、省、委員会及び庁とし、その設置及び廃止は、別に法律の定めるところによる。
- 3 省は、内閣の統轄の下に行政事務をつかさどる機関として置かれるものとし、委員会及び庁は、省に、その外局として置かれるものとする。
- 4 第2項の国の行政機関として置かれるものは、別表第一にこれを掲げる。

国土交通省設置法 《抜粋》

第41条 国家行政組織法第3条第2項の規定に基づいて、国土交通省に、次の外局を置く。

観光庁
気象庁

- 2 前項に定めるもののほか、国家行政組織法第3条第2項の規定に基づいて国土交通省に置かれる外局は、次のとおりとする。

運輸安全委員会

海上保安庁

国家行政組織法第3条に基づく委員会と第8条に基づく委員会

3条委員会 → 運輸安全委員会

(行政機関の設置、廃止、任務及び所掌事務)

第3条 国の行政機関の組織は、この法律でこれを定めるものとする。

2 行政組織のため置かれる国の行政機関は、省、委員会及び庁とし、その設置及び廃止は、別に法律の定めるところによる。

3 省は、内閣の統轄の下に行政事務をつかさどる機関として置かれるものとし、委員会及び庁は、省に、その外局として置かれるものとする。

8条委員会 → 航空・鉄道事故調査委員会

(審議会等)

第8条 第三条の国の行政機関には、法律の定める所掌事務の範囲内で、法律又は政令の定めるところにより、重要事項に関する調査審議、不服審査その他学識経験を有する者等の合議により処理することが適当な事務をつかさどらせるための合議制の機関を置くことができる。

運輸安全委員会の 調査対象事故等

運輸安全委員会設置法

(定義)

第2条

- 3 この法律において「**鉄道事故**」とは、鉄道事業法（昭和61年法律第92号）第19条の列車又は車両の運転中における事故及び専用鉄道において発生した列車の衝突又は火災その他の列車又は車両の運転中における事故並びに軌道において発生した車両の衝突又は火災その他の車両の運転中における事故であつて、国土交通省令で定める重大な事故をいう。
- 4 この法律において「**鉄道事故等**」とは、次に掲げるものをいう。
 - 一 **鉄道事故**
 - 二 **鉄道事故の兆候**（鉄道事故が発生するおそれがあると認められる国土交通省令で定める事態をいう。）

運輸安全委員会設置法施行規則〈事故〉

(法第2条第3項の国土交通省令で定める重大な事故)

第1条 運輸安全委員会設置法第2条第3項の国土交通省令で定める重大な事故は、次に掲げる事故とする。

- 一 鉄道事故等報告規則（以下「規則」という。）第3条第1項第1号から第3号までに掲げる事故（同項第2号に掲げる事故にあっては、作業中の除雪車に係るものは除く。）
- 二 規則第3条第1項第4号から第6号までに掲げる事故であって、次に掲げるもの
 - イ 乗客、乗務員等に死亡者を生じたもの
 - ロ 5人以上の死傷者を生じたもの（死亡者を生じたものに限る。）
 - ハ 踏切遮断機が設置されていない踏切道において発生したものであって、死亡者を生じたもの
 - ニ 鉄道係員の取扱い誤り又は車両若しくは鉄道施設の故障、損傷、破壊等に原因があるおそれがあると認められるものであって、死亡者を生じたもの
- 三 規則第3条第1項第4号から第7号までに掲げる事故であって、特に異例と認められるもの
- 四・五 （略）

※下線部は、平成26年4月1日より施行

運輸安全委員会の調査対象 <事故>

事故種別

〔鉄道事故等報告規則 等〕

調査対象

〔委員会設置法施行規則〕

第1号 列車衝突事故
第2号 列車脱線事故
第3号 列車火災事故

全て対象

※列車脱線事故にあつては、作業中の除雪車に係るものは除く。

第4号 踏切障害事故
第5号 道路障害事故
第6号 鉄道人身障害事故
第7号 鉄道物損事故
軌道における事故

- 列車の乗客、乗務員等に死亡者を生じたもの
- 5人以上の死傷を生じたもの
- 遮断機が設置されていない踏切道において発生したものであって、死亡者が生じたもの
- 係員の取扱い誤り、車両・施設の故障等に原因があるおそれがあると認められるもので、死亡者を生じたもの(軌道を除く)
- その他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一条第五号の事故及び第二条第七号の事態を定める告示

運輸安全委員会設置法施行規則〈重大インシデント〉

(法第2条第4項第2号の国土交通省令で定める事態)

第2条 法第2条第4項第2号の国土交通省令で定める事態は、次に掲げる事態とする。

- 一 規則第4条第1項第1号に掲げる事態であって、同号に規定する区間に他の列車又は車両が存在したもの
- 二 規則第4条第1項第2号に掲げる事態であって、同号に規定する進路に列車が進入したもの
- 三 規則第4条第1項第3号に掲げる事態であって、同号の規定する進路の区間を防護する信号機の防護区域に他の列車又は車両が進入したもの
- 四 規則第4条第1項第7号に掲げる事態であって、列車の衝突、脱線、又は火災が発生する危険性が特に著しい故障、損傷、破壊等が生じたもの
- 五 規則第4条第1項第8号に掲げる事態であって、列車の衝突、脱線、又は火災が発生する危険性が特に著しい故障、損傷、破壊等が生じたもの
- 六 規則第4条第1項第1号から第10号に掲げる事態であって、特に異例と認められるもの
- 七 軌道において発生した前各号に掲げる事態に準ずるものとして運輸安全委員会が告示で定めるもの

運輸安全委員会の調査対象 <重大インシデント>

インシデント種別

〔鉄道事故等報告規則〕

第1号 閉そく違反

第2号 信号違反

第3号 信号冒進

第4号 本線逸走

第5号 工事違反

第6号 車両脱線

第7号 施設障害

第8号 車両障害

第9号 危険物漏えい

第10号 その他

調査対象〔委員会設置法施行規則〕

同号の規定する区間に他の列車又は車両が存在したもの

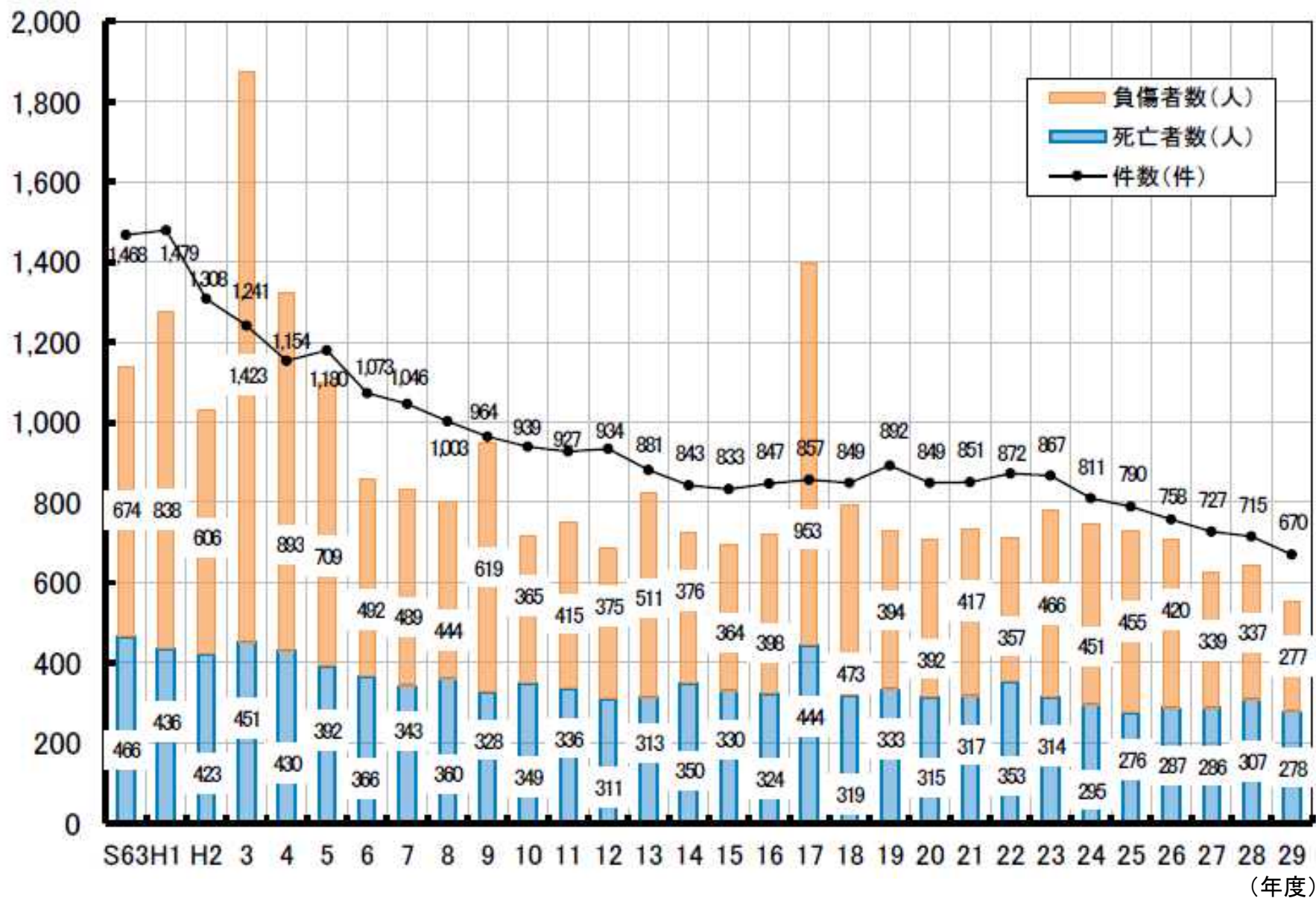
同号の規定する進路に列車が進入したもの

同号の規定する進路の区間を防護する信号機の防護区域に他の列車又は車両が進入したもの

列車の衝突、脱線又は火災が発生する危険性が著しい故障、損傷、破壊等が生じたもの

特に異例と認められるもの

運転事故の件数及び死傷者数の推移



鉄道事故等調査の状況



鉄道事故等調査取扱件数

平成29年

区別	28年から 継続	29年に調査対 象となった件数	計	公表した調査 報告書	勧告
鉄道事故	19	19	38	23	0
鉄道重大 インシデント	2	1	3	2	0

平成30年

区別	29年から 継続	30年に調査対 象となった件数	計	公表した調査 報告書	勧告
鉄道事故	15	11	26	15	0
鉄道重大 インシデント	1	2	3	0	0

軌間拡大による列車脱線事故の防止に 係る意見について

説明資料

運輸安全委員会
平成30年6月

■ 平成28年10月から平成29年5月までの間に発生した4件の列車脱線事故の概要

① 平成28年10月6日発生 西濃鉄道(株) 市橋線

- ・25両編成(貨物列車)の11両目後台車全軸と12両目全軸が脱線
- ・運転士1名、他係員3名に死傷者なし

平成29年12月公表済

② 平成29年1月22日発生 紀州鉄道(株) 紀州鉄道線

- ・1両編成の後台車全軸が脱線
- ・運転士1名、乗客5名に死傷者なし

平成30年1月公表済

③ 平成29年2月22日発生 熊本電気鉄道(株) 藤崎線

- ・2両編成の1両目前台車全軸が脱線
- ・運転士1名、乗客約50名に死傷者なし

平成30年1月公表済

④ 平成29年5月22日発生 わたらせ渓谷鐵道(株) わたらせ渓谷線

- ・3両編成(JR東日本所有 電気・軌道総合検測車)の2両目前台車全軸が脱線
- ・運転士1名、他係員6名に死傷者なし

今月公表予定

各事故の発生場所



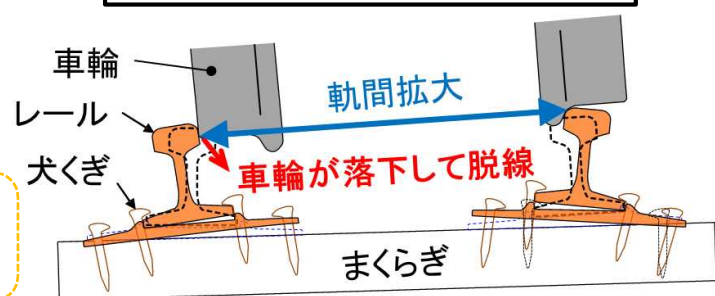
■ 共通する原因

軌間拡大(線路の左右のレールの間隔の拡がり)により、
片方の車輪がレールの間に落下して脱線



軌間拡大の発生原因には、経営環境が厳しく規模の小さい
地域鉄道に共通する因子が多い

軌間拡大による脱線のイメージ



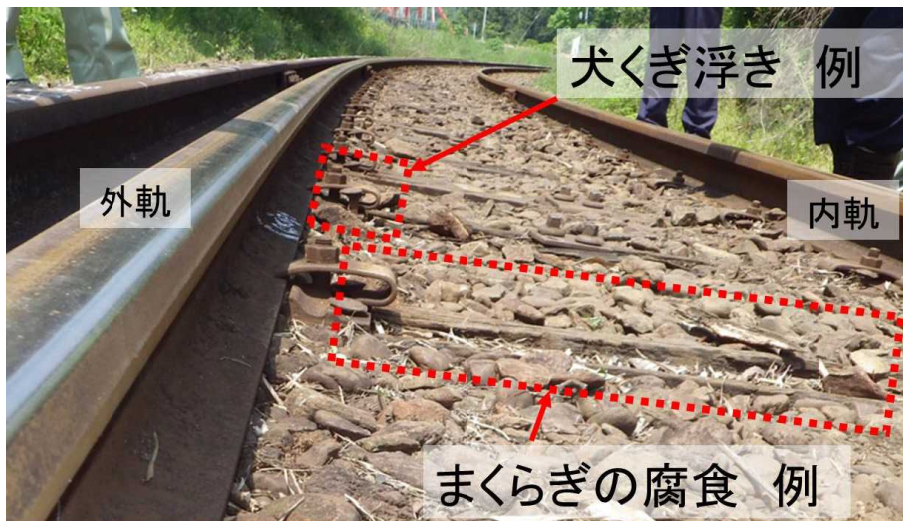
(線路直交方向の断面図)

平成28年10月から平成29年5月にかけて、地域鉄道において軌間拡大を原因とする列車脱線事故が4件発生したことから、当委員会は再発防止のため国土交通大臣に以下の意見を述べることにした。

1. 4件の列車脱線事故の鉄道事故調査報告書及び本意見別添の「軌間拡大による列車脱線事故の防止について」の内容について、鉄道事業者に周知を行うこと。
2. 地域鉄道等において、木まくらぎ及びレール締結装置の不良による脱線事故の発生が認められる実状に鑑み、不良の発生状況や線形等に基づく優先箇所を考慮した計画的なコンクリート製のまくらぎへの交換等の軌間拡大防止策を促進するため、既存の公的助成制度や技術支援制度等の活用も含め、必要な指導に努めること。

(1) 軌道の保守管理の方法について (1/2)

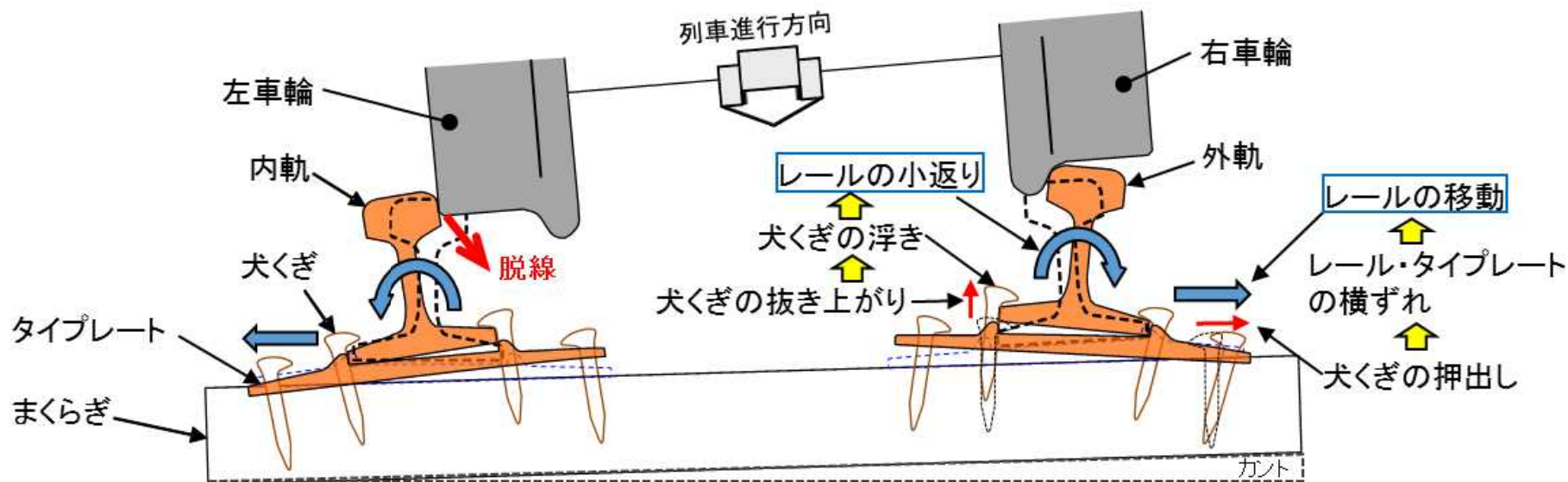
軌道の定期検査や線路巡視により、**まくらぎ、レール締結装置及びレールフロー等を適正に管理**することが必要であり、状況に応じて犬くぎの打ち換えや増し打ち、まくらぎ交換、ゲージタイ(軌間保持金具)の設置等の**軌間拡大防止策を実施**することが必要である。これらについては、まくらぎやレール締結装置の**不良の連続性に注意**し、スラックの大きい**急曲線を優先**し、また、**外軌側だけでなく内軌側にも注意**することが必要である。



※「レールフロー」とは、レール頭頂部を車輪が繰り返して通過して大きな接触圧が生じることにより、レール表面の金属が塑性流動してレール頭側面又は端面にはみ出したものをいう。

(1) 軌道の保守管理の方法について (2/2)

軌道変位の測定については、軌道検測車等による動的軌道変位測定が有効であり、静的軌道変位測定のみで軌道変位の管理を行う場合は、レールの小返り等により動的な軌間拡大が発生する危険性に注意を払い、まくらぎやレール締結装置の管理を十分に行う必要がある。



※「動的軌道変位」とは、軌道検測車等により列車荷重等を載荷した状態における軌道変位をいう。一方、人力による糸張りや軌道検測装置等により、列車荷重(又はそれに準ずる荷重)を載荷しない状態における軌道変位を「静的軌道変位」という。また、動的軌道変位の測定値を「動的値」、静的軌道変位の測定値を「静的値」という。

(2) 軌道の保守管理の基準について (1/2)

軌間拡大による脱線事故の防止のためには、**軌道変位の状況に応じて軌道整備を適切に行う**ことが必要である。このため、軌道変位の整備基準値については、**安全限度を考慮した基準値**を定め、かつ、**整備期限を明確化**することが望ましい。また、従来の軌道整備のための軌道整備基準値等に加え、**必要に応じ、著大な軌道変位が検出された場合の運転規制や軌道整備等の取扱いを定めておく**ことが望ましい。

■ 軌道整備基準値 —JR(在来線)の例—

(単位:mm)

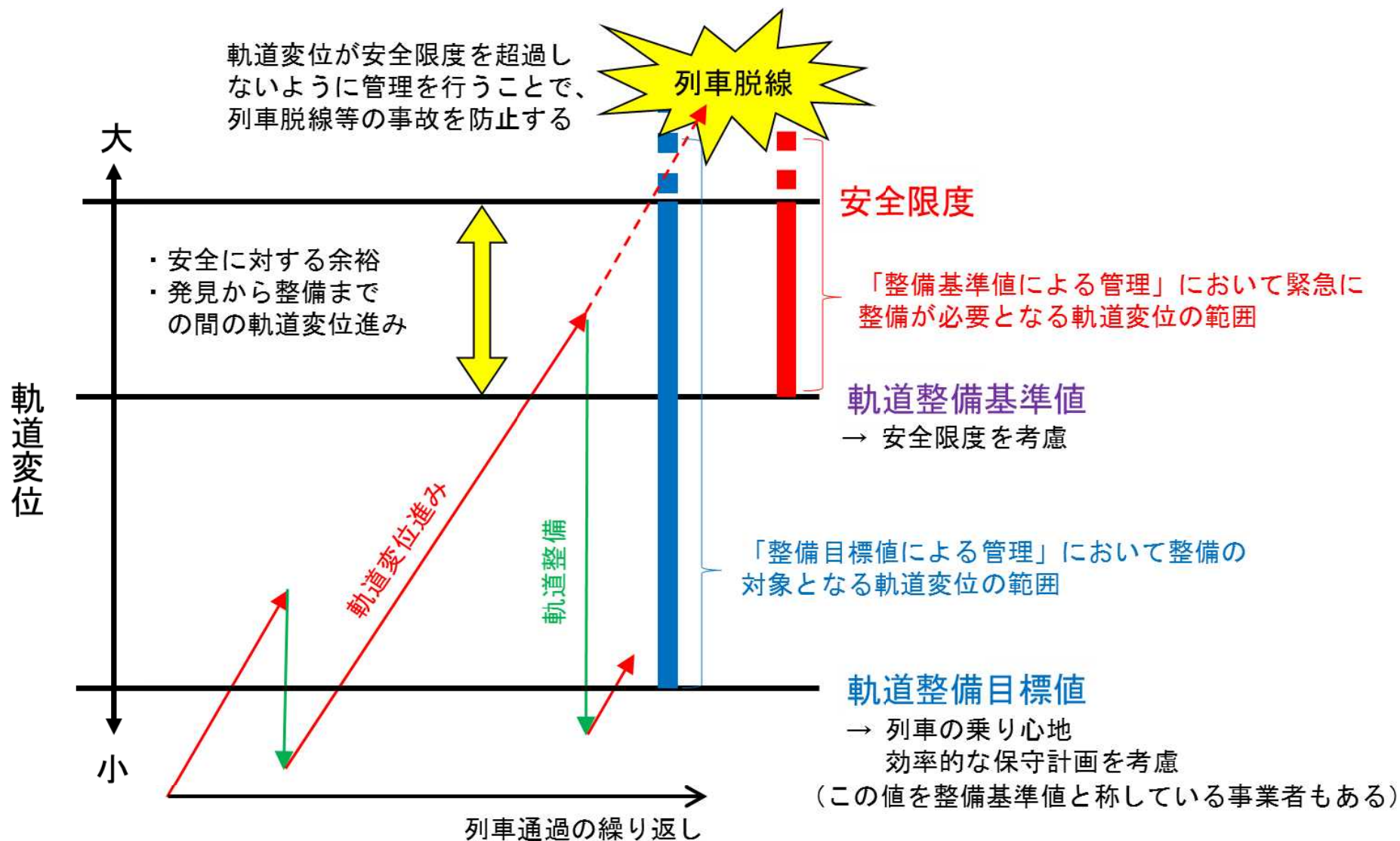
最高速度 変位の種別	整備基準値				
	120km/h 以上の線区	95km/hを 超える線区	85km/hを 超える線区	45km/hを 超える線区	45km/h 以下の線区
軌間	・直線及び半径600mを超える曲線 20 (14) ・半径200m以上600mまでの曲線 25 (19) ・半径200m未満の曲線 20 (14)				
水準	(平面性に基づき整備を行う。)				
高低	23 (15)	25 (17)	27 (19)	30 (22)	32 (24)
通り	23 (15)	25 (17)	27 (19)	30 (22)	32 (24)
平面性	23 (18) (カントの逡減量を含む。)				

〈備考〉(1)数値は、高速軌道検測車による動的値を示す。ただし、カッコ内の数値は、静的値を示す。

(2)平面性は、5m当りの水準変化量を示す。

(3)曲線部において、スラック、カント及び正矢量(縦曲線を含む。)は含まない。

■ 軌道変位の整備基準のイメージ



(注) 軌道変位の整備基準は、各鉄軌道事業者により各線区の施設や走行する車両の状況に応じて定められている。

(2) 軌道の保守管理の基準について (2/2)

曲線のスラックについては、走行する車両に応じた適正な値に設定されていることを確認し、現在の値を見直す場合は、軌道改修工事等に合わせて現場のスラックを改良していくことが望ましい。

■旧国鉄(昭和62年2月以降)における一般曲線の標準のスラック量 (単位:mm)

曲線半径	3軸車	2軸車
200m未満	20	5
200m以上 240m未満	15	—
240m以上 320m未満	10	—
320m以上 440m未満	5	—

※「スラック」とは、輪軸(車輪と車軸とを組み立てたもの)が無理なく曲線を通過できるよう設定された、曲線中の軌間の拡大量をいう。

(3) 軌道の構造について (1/2)

木まくらぎに比べて耐久性に優れ容易な保守が可能であるコンクリート製等のまくらぎへの交換(数本に1本の割合で置き換える部分交換を含む。)を、木まくらぎの不良の発生状況や線形等に基づく優先箇所を考慮し計画的に実施していくことが望ましい。



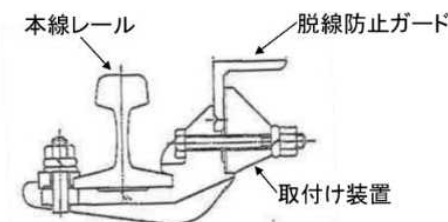
(3) 軌道の構造について (2/2)

なお、脱線事故防止の観点から、**曲線にガードレール類を敷設する場合は、落石や降雪の影響がない箇所については、可能な限り脱線防止ガード又は脱線防止レールを敷設することが望ましい。**また、ガードレール類の敷設においては、まくらぎへの締結数、レールと脱線防止レールの高低差などの**敷設方法にも留意**する必要がある。

■ 曲線に敷設するガードレール類

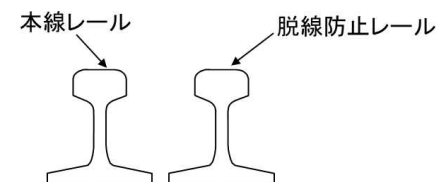
脱線防止ガード

脱線による重大事故を防止するために、本線レールと並行して軌間内に設けられるL形鋼のガード装置。



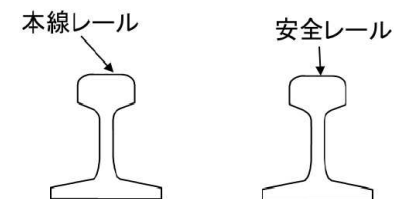
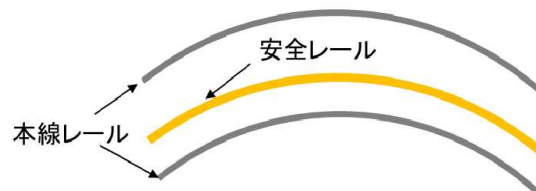
脱線防止レール

脱線による重大事故を防止するために、本線レールと並行して軌間内に設けられるレール。



安全レール

脱線した車両が軌間外に逸脱し、転倒又は転落による大事故を防ぐことを目的とし、本線レールに沿って敷設する誘導用のレール。



東海道新幹線において発生した 西日本旅客鉄道株式会社所属車両の 鉄道重大インシデント(車両障害)

(平成29年12月11日発生)

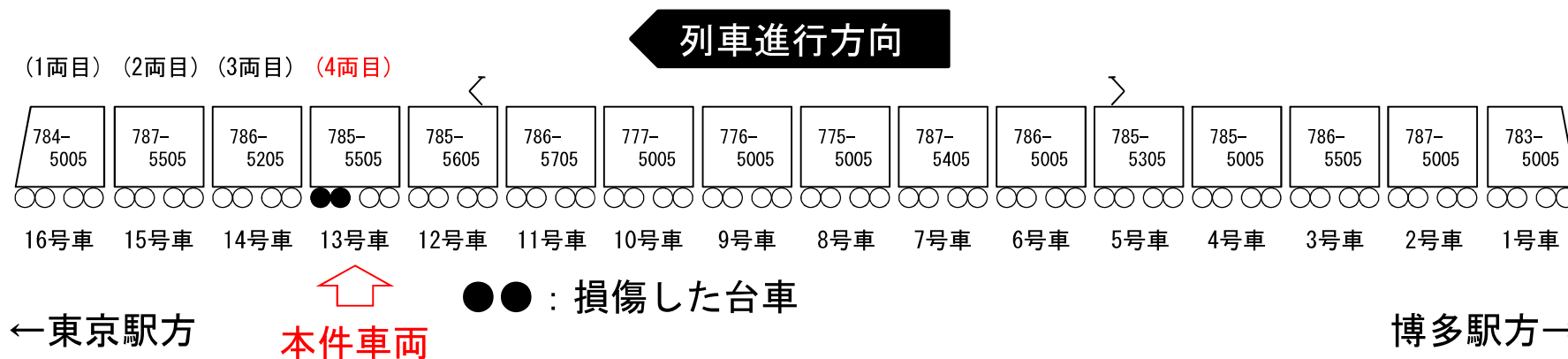
平成31年3月
運輸安全委員会

1. 事業者名： 西日本旅客鉄道株式会社
2. インシデント種類： 車両障害
[鉄道事故等報告規則第4条第1項第8号 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]
3. 発生日時： 平成29年12月11日(月) 23時40分ごろ
4. 発生場所： 東海道新幹線 名古屋駅構内(愛知県名古屋市)
5. 関係列車： 上り第34A列車(博多駅発東京駅行「のぞみ34号」16両編成)
6. 乗車人員： 乗客約1,000名、乗務員等7名
7. 死傷者： なし
8. 概要：

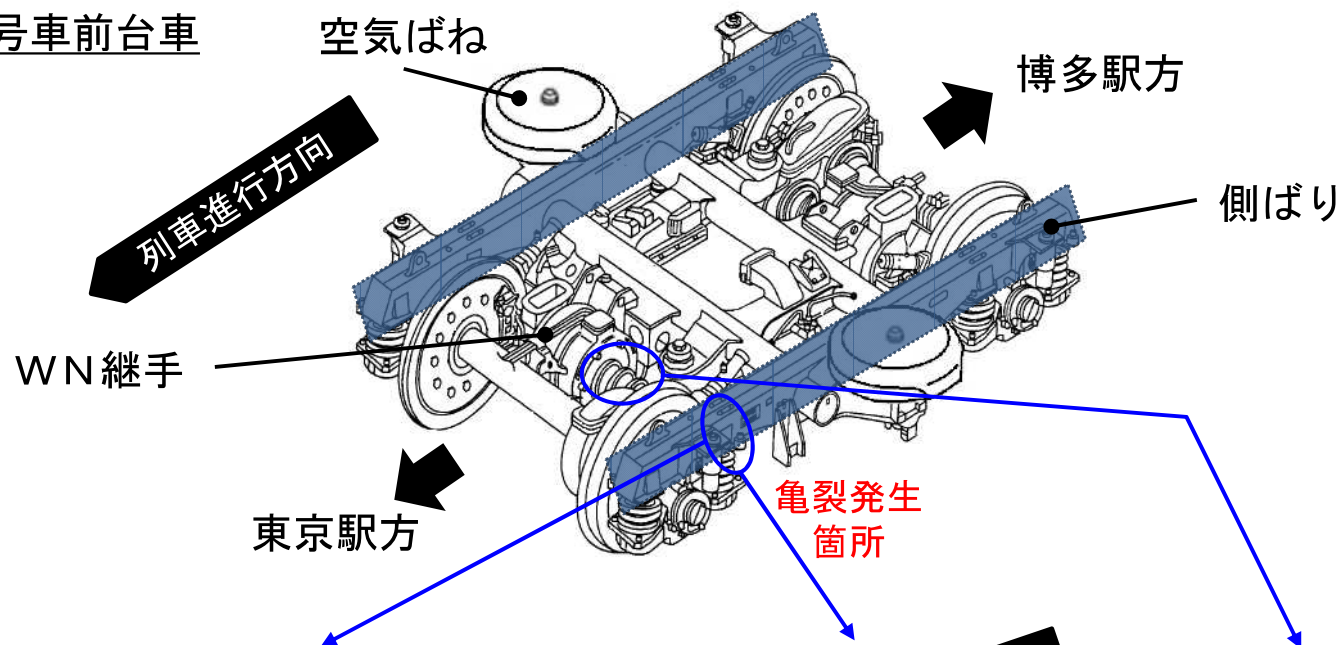
西日本旅客鉄道株式会社の博多駅発東京駅行き「のぞみ34号」(JR西日本所属車両)は、走行中に車内で異臭及び異音等が認められたが、運行を継続した。名古屋駅到着の際、車両保守担当社員が異音を認めたため、車両を点検した結果、4両目車両(13号車)の前台車に油漏れを認め、運行を中止した。

その後、当該車両を車両基地に移動させるための作業を行っていたところ、同台車の台車枠の側ばりに亀裂が発見された。

- 車両形式 N700系5000番代（JR西日本所属）
- 編成両数 16両編成
- 本件車両の完成年月 平成19年11月
- 本件台車の形式 WDT209A
- 本件台車の製造年月 平成19年 4月（累積走行距離：約622.2万km）

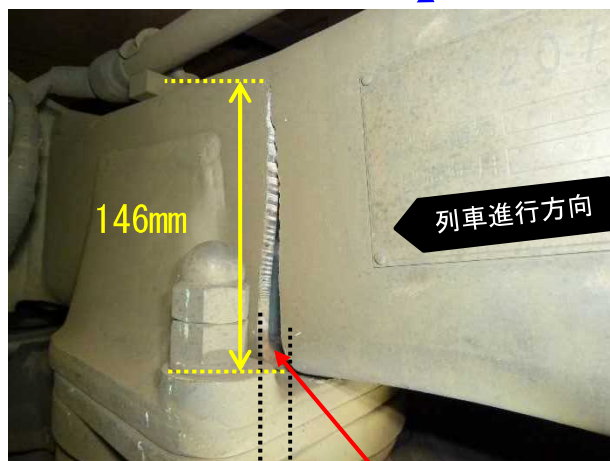


13号車前台車



- ・ 台車枠側ばりに亀裂
- ・ 歯車形たわみ軸継手 (WN継手) が破損
- ・ 歯車箱に油付着

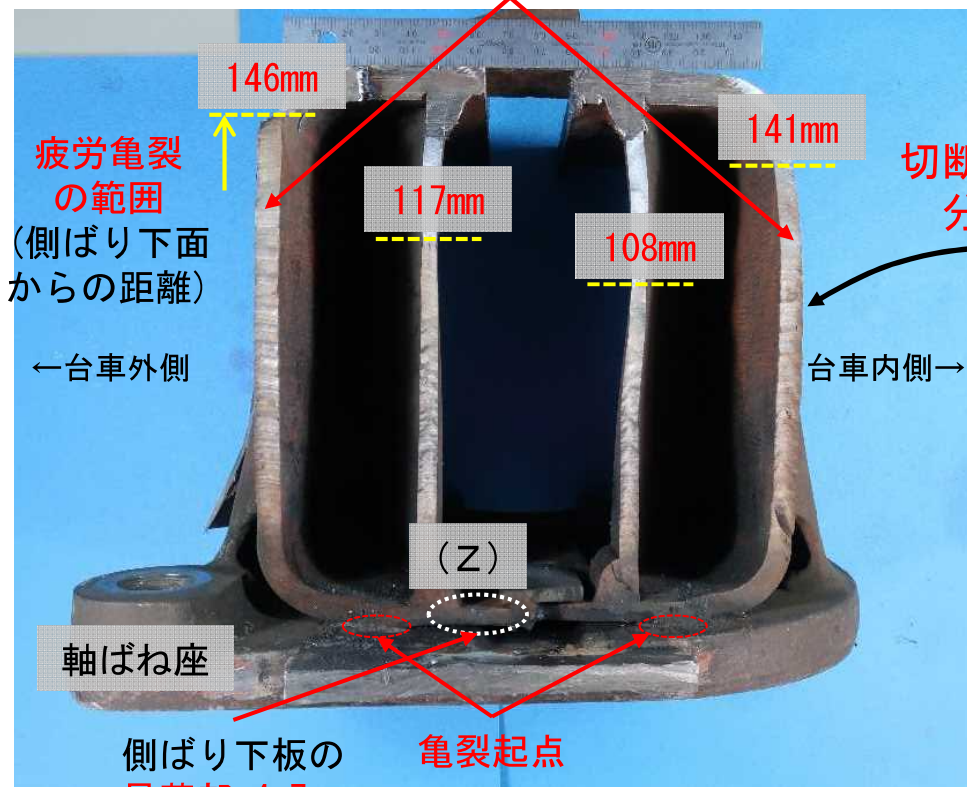
熱が加わったような痕跡



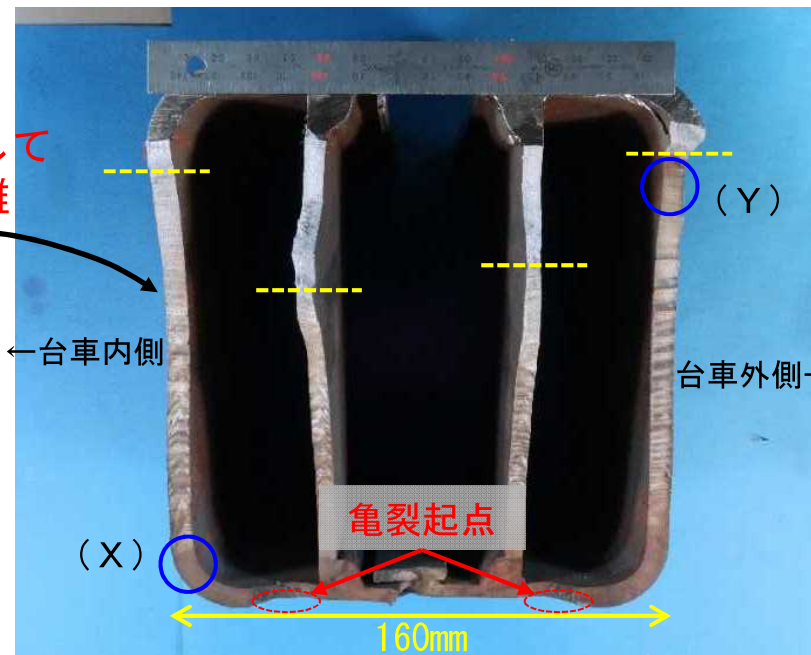
錆の発生あり



側ばり 側板の板厚は7~8mm



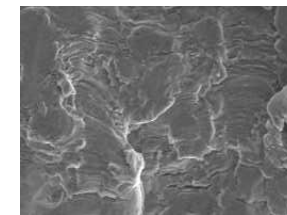
亀裂の台車端部側破面の状況



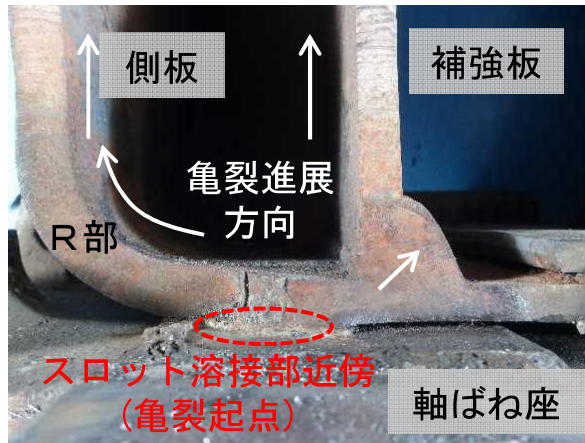
亀裂の台車中央側破面の状況



ビーチマーク状の模様
(X部付近の拡大)



ストライエーション状の模様
(Y部付近の拡大)



台車外側



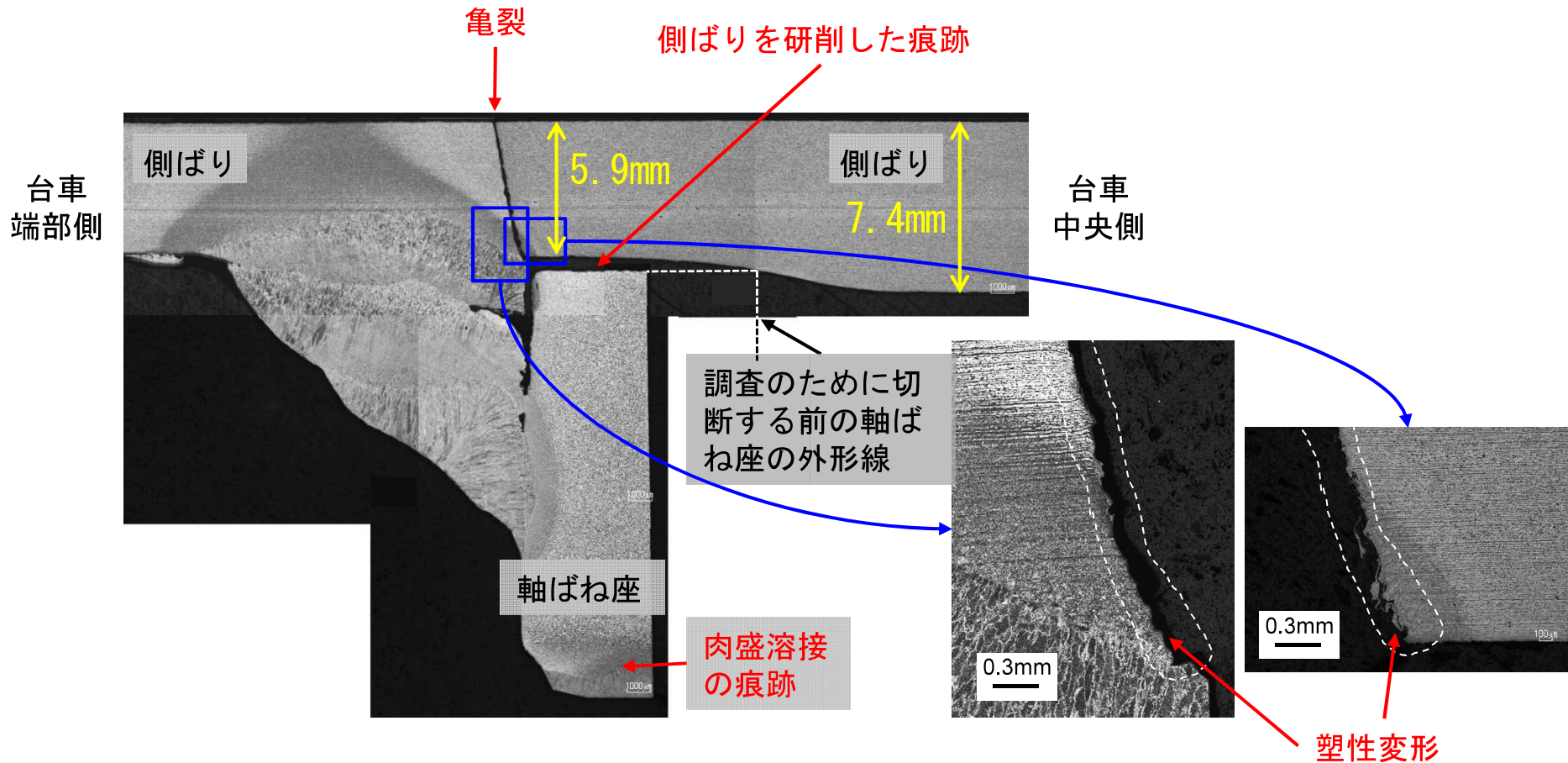
側ばり中央



台車内側

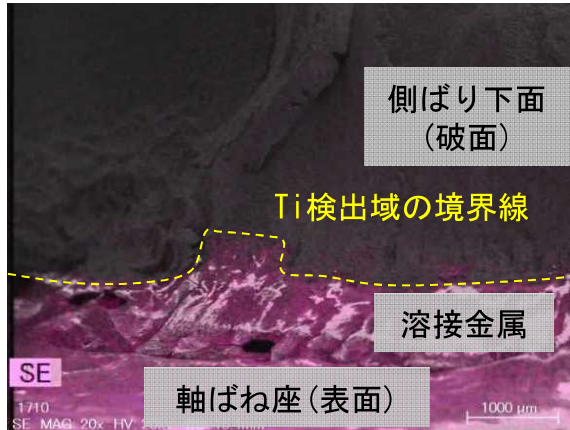
- 側ばり下板のR部から側板及び補強板には、ビーチマーク状の模様が見られ、上方に行くほど凹凸の高さ及び間隔が大きくなっていった。
- 側ばり下板中央付近及びその上方にある裏当て金の破面にもビーチマーク状の模様が確認された。
- スロット溶接部近傍の破面は、側板等と比較して、腐食や破面同士の接触による摩耗が進み平滑となっていた。

- ◆ 亀裂の起点は、側ばり下面に軸ばね座を取り付けている台車内側及び外側の2箇所の各スロット溶接部裏境界近傍と推定される。
- ◆ 亀裂は下方から上方に進展したと推定される。亀裂が側ばりの台車外側及び内側の両方向から進展し、中央付近で一体となったと推定される。
- ◆ 亀裂は短期間で進展したのではないと推定される。



- 軸ばね座下面に軸ばね座の材料とは異なる様相が見られた。同箇所は肉盛溶接が行われた痕跡と推定される。
- 亀裂のスロット溶接部近傍の破面に塑性変形を受けた凹凸が見られた。その大きさは一般的な疲労亀裂で見られるものより大きかった。

本件亀裂発生箇所 台車外側のスロット溶接部



EDX分析結果

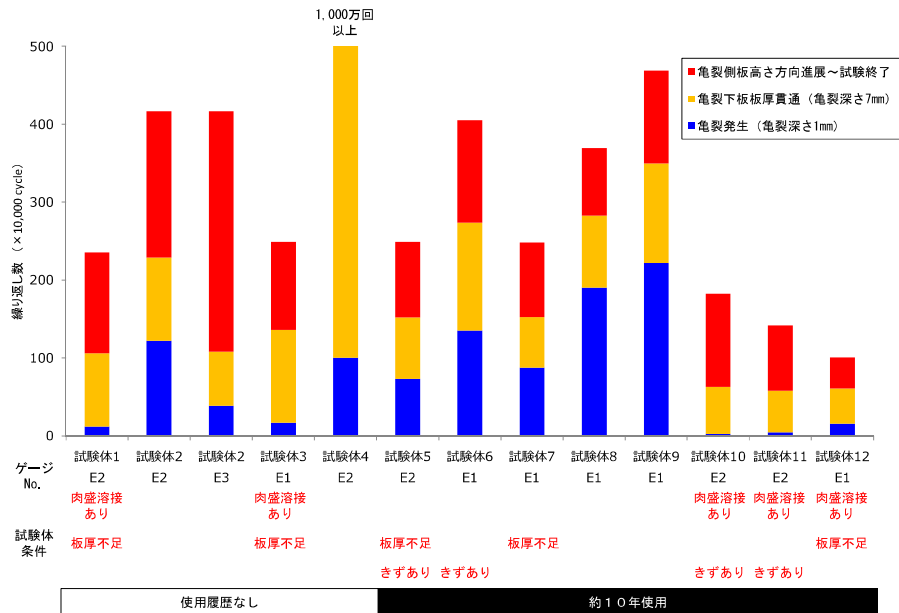
台車外側のスロット溶接部	
台車枠 左後側	<ul style="list-style-type: none"> 裏境界近傍から側ばり下面側への割れが発生しており、この割れは溶接熱影響部に発生していた。 割れの先端部の一部は、その他の領域と破壊形態が異なる様相を呈しており、同部では疲労破面に多く見られるラチェットマーク状の様相が観察された。 破面には全体的にチタンが存在していた。

◆ 台車枠左後側の台車外側のスロット溶接部の割れは、溶接施工時に生じたと考えられる。

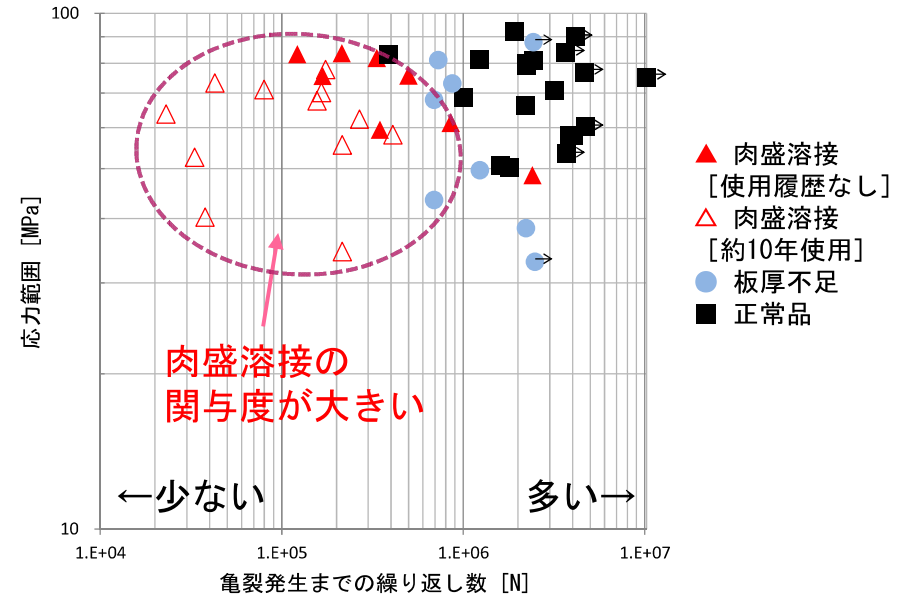
- EDX分析により、本件亀裂発生箇所の台車外側のスロット溶接部近傍の側ばり下板の破面の一部にチタンが検出された。チタンは台車枠に塗装される塗料の原料として用いられているものである。
- 同一台車枠左後側の台車外側のスロット溶接部に、溶接施工時に発生したと考えられる割れがあった。
- 本件亀裂の台車内側のスロット溶接部近傍の破面に一般的な疲労亀裂で見られるものより大きな塑性変形を受けた凹凸が認められた。

◆ 本件亀裂の起点に、溶接施工時に生じた割れが存在していた可能性が考えられる。

試験体による疲労試験の結果



試験体による疲労試験の結果の傾向

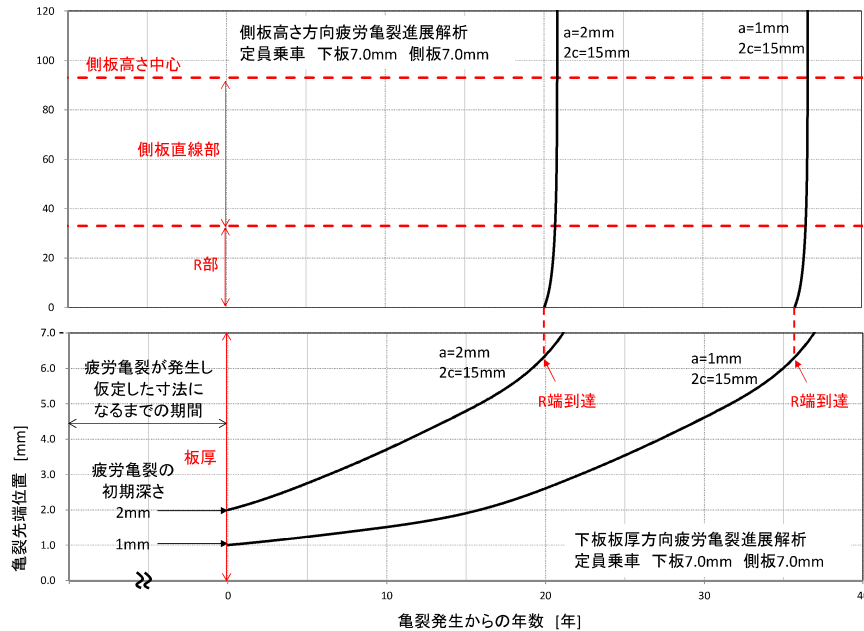


- 焼鈍後に肉盛溶接を再現した試験体は、正常な状態の試験体と比べ、明らかに少ない繰り返し数の負荷で疲労亀裂が発生する傾向が見られた。
- 板厚が不足している場合は、やや少ない繰り返し数の負荷で疲労亀裂が発生する傾向が見られた。

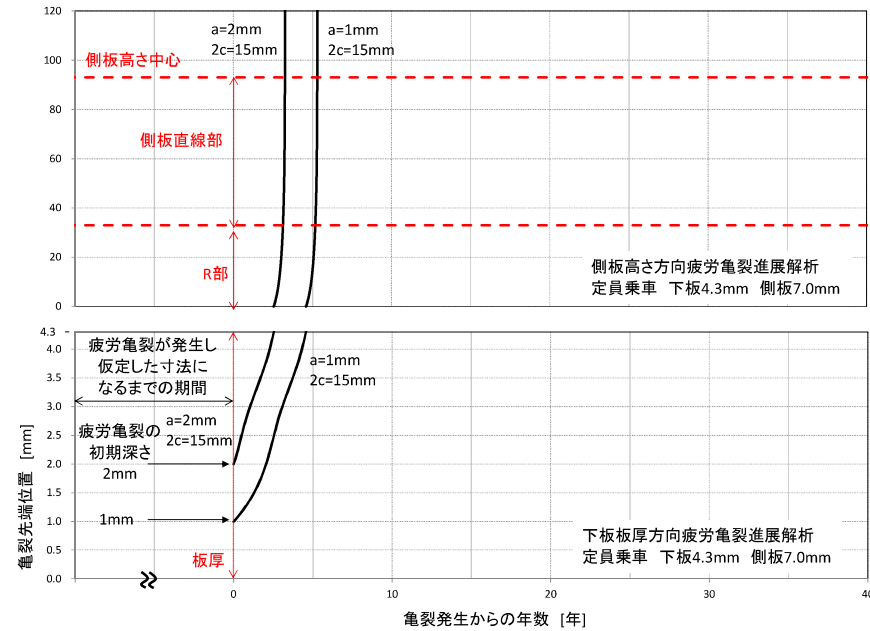


◆ 本件亀裂を発生させたことについては、焼鈍後に本件軸ばね座の下面に肉盛溶接を施工したことにより、スロット溶接部近傍に残留応力が生じていたことに加えて、本件側ばり下板の板厚が基準値以下であったことが関与したものと推定される。

疲労亀裂進展解析（シミュレーション）の結果



下板の板厚が7.0mmの場合の結果

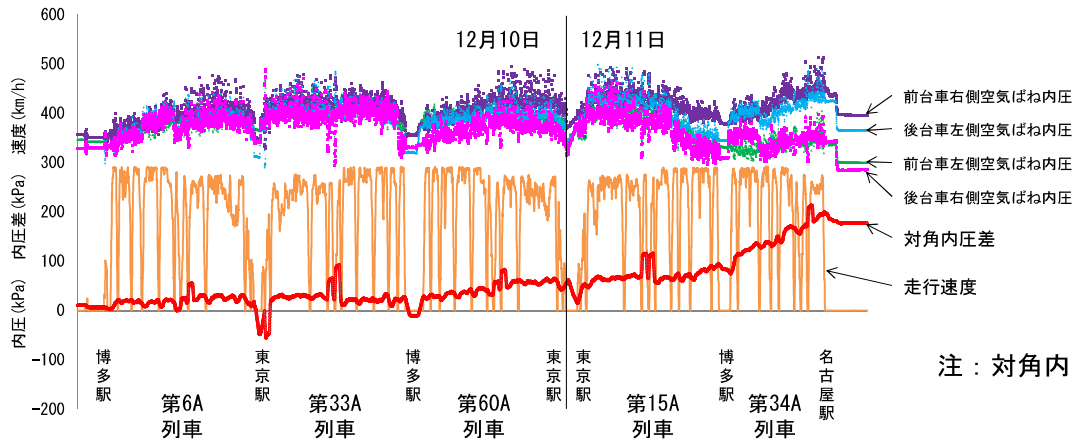


下板の板厚が4.3mmの場合の結果

注：「2c」は疲労亀裂の初期幅、「a」は疲労亀裂の初期深さを示す。

◆ 側ばりの下板が基準を超えて過度に研削され薄くなっている場合は、亀裂が発生した際の進展速度が大幅に速くなると考えられる。

経過報告で公表済



亀裂発生箇所上部である前台車左側の空気ばねの内圧の値とその対角位置である後台車右側の空気ばねの内圧の値の和を、逆の対角である前台車右側と後台車左側の空気ばね内圧の値の和から差し引く処理を行い算出された値を「対角内圧差」という。

注：対角内圧差は10分間移動平均データ

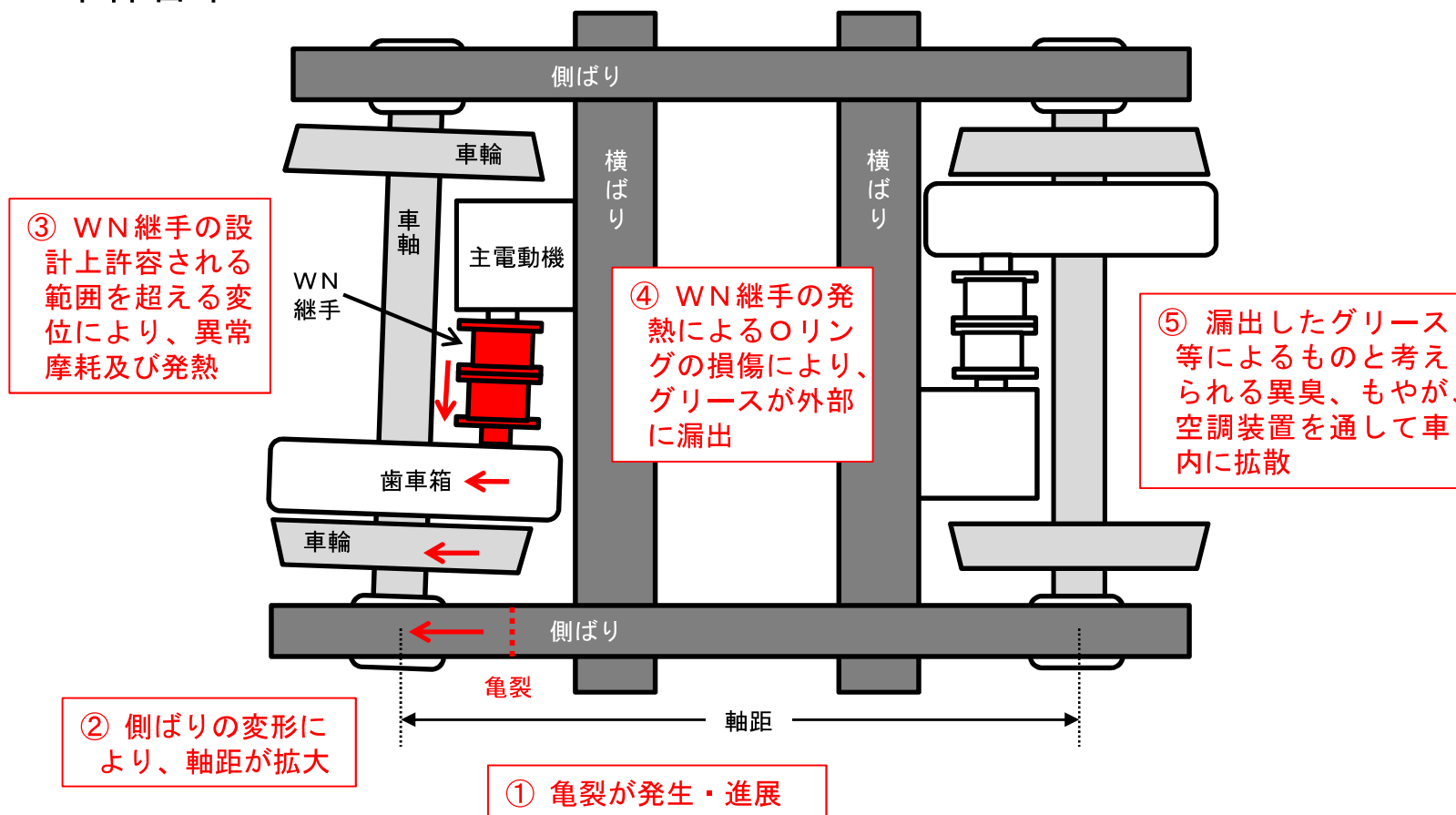
本件車両の空気ばねの対角内圧差

- 本件車両の記録から算出した対角内圧差は、本重大インシデント発生前日（12月10日）に運転された第60A列車「のぞみ60号」からやや増加している。
- 本重大インシデント発生当日（12月11日）に運転された第15A列車「のぞみ15号」及び本件列車（第34A列車「のぞみ34号」）にかけて大きく増加した状況が見られた。

◆ 本重大インシデント発生前日には、本件亀裂が側ばりの剛性に影響する程度に進展したと考えられ、本重大インシデント発生当日の運行時に側ばりが変形して、WN継手等、他の台車部品に影響を及ぼす程度まで亀裂が更に広がったものと考えられる。

本件台車

列車進行方向



◆ 本件台車枠以外の台車部品の損傷は、本件台車枠に発生していた亀裂が広がったことによる二次的なものと推定される。

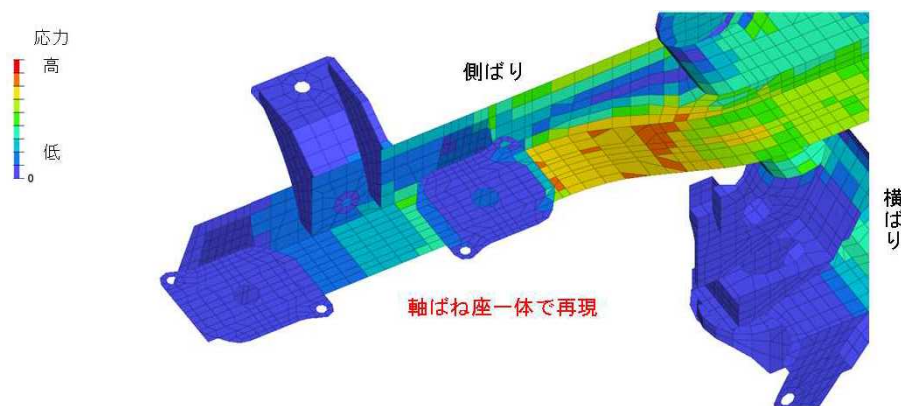
経過報告で公表済

本件台車と同形式の台車の強度設計における強度の評価については、

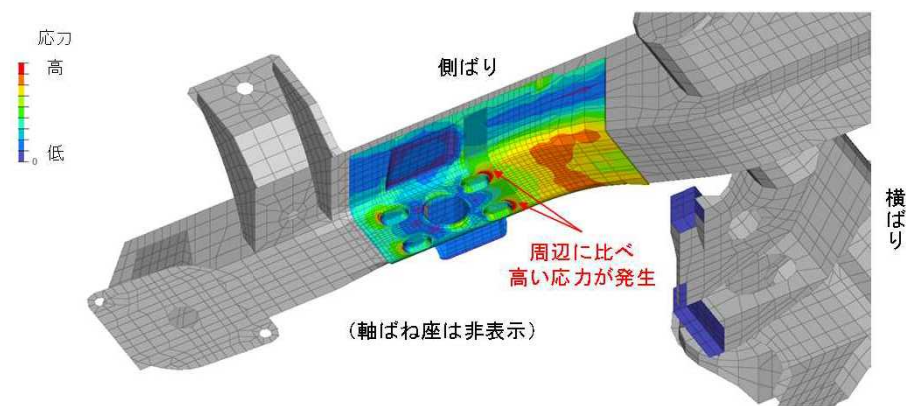
- コンピューターによる強度解析（FEM解析）を実施することにより得られた応力の計算値、JIS E 4208「鉄道車両一台車一荷重試験方法」に定められた静荷重試験を実施することにより得られた応力の実測値がJIS E 4207「鉄道車両一台車一台車枠設計通則」に定められた方法により評価されていた。
- 現車走行試験を実施し得られた実働応力がJIS E 4207に定められた方法により評価されていた。
- 現車走行試験で得られた実働応力を基に、疲労試験が行われており、試験終了後、磁粉探傷により亀裂の発生がないことが確認されていた。
- 本重大インシデント発生後に、スロット溶接部の疲労寿命の確認を行ったところ、車両寿命（台車使用期間）を大幅に超える結果となった。



◆ スロット溶接部の強度については、疲労破壊しないような設計及び検証がなされていたと考えられる。

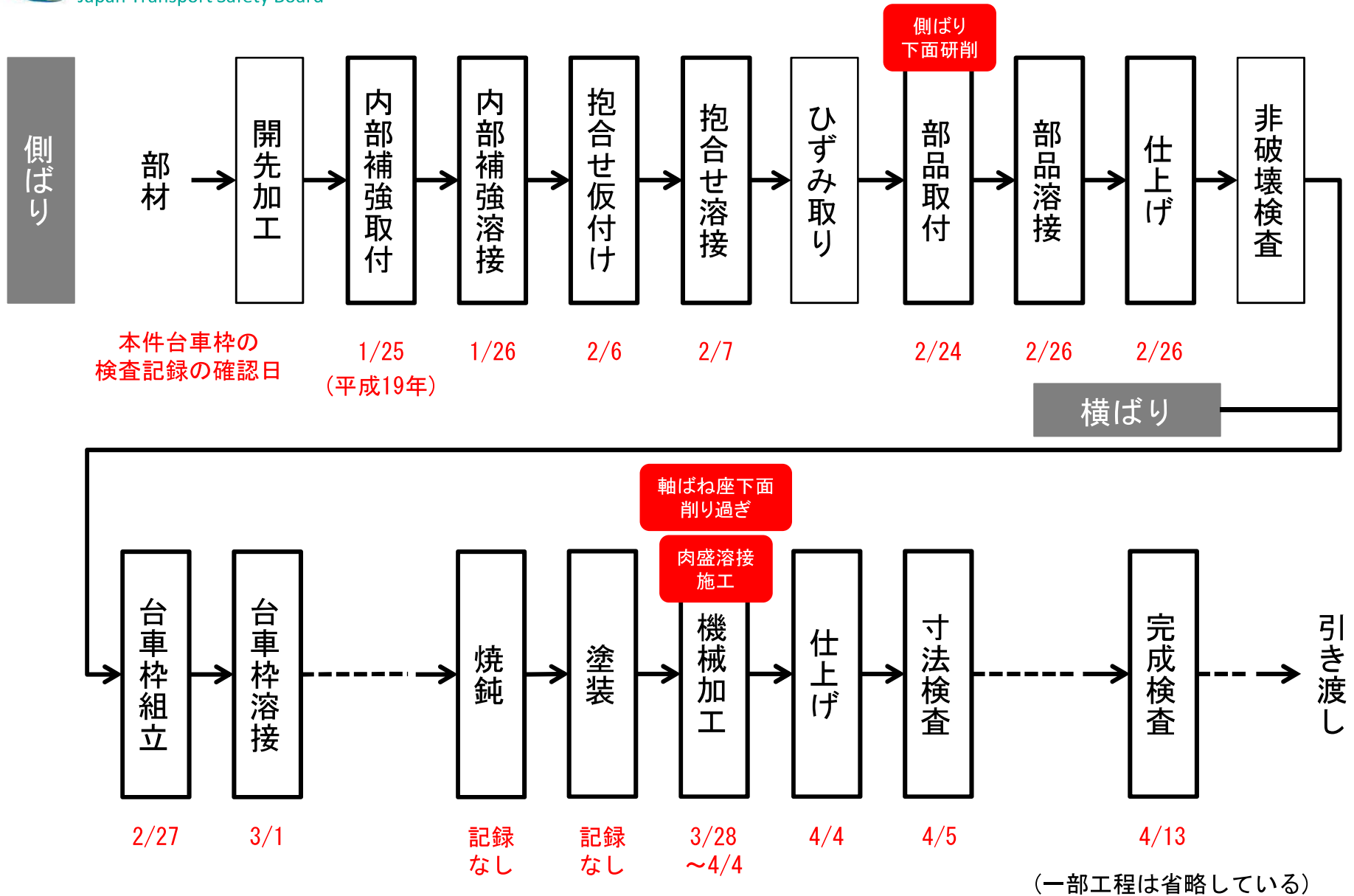


設計当時のFEM解析のモデルと結果



スロット溶接部を再現したFEM解析のモデルと結果

- 設計当時の台車枠のモデルを使用したFEM解析の計算結果からは、当該スロット溶接部に相当する位置に高い応力の発生は認められなかった。
- 軸ばね座及びその周辺の側ばり並びに両者を接合するスロット溶接部のモデルを実物の台車のように2枚の板をスロット溶接部で固定する構造としてFEM解析を行ったところ、スロット溶接部裏境界に集中して、その周辺に比べて高い応力が発生する状況が見られた。



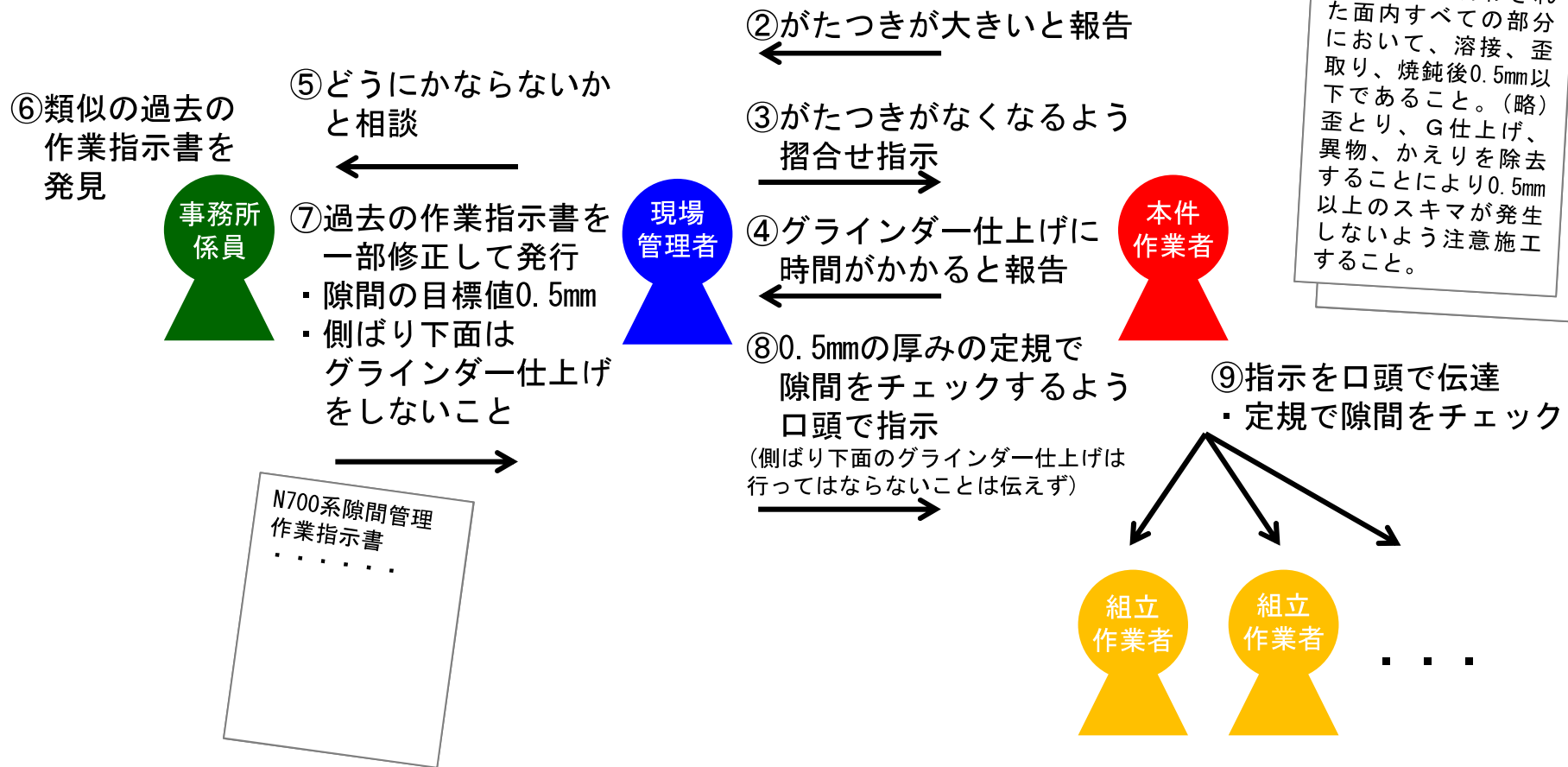
- N700系の量産車用台車枠に使用する側ばりプレス品素材の曲げ加工は、700系用台車枠に使用していた熱間プレスによる方法から、冷間プレスによる方法に変更されていた。
- 側ばりプレス品素材の材料に強度の問題はなく、完成状態においても寸法等の異常はなかったものと推定される。
- 本件側ばりを製造した当時は、抱合せ溶接作業時に目違いの矯正が行われていなかった。
- 内部補強を取り付ける際に側ばりプレス品素材の直角度を矯正していなかった。
- 後段のロットでは、軸ばね座の仮付け時にプレス機により軸ばね座を側ばりに押し付けて沿わせる方法等で対処し、側ばり下面を削る量は減少したものの、摺合せは依然として行っていた。



- ◆ 側ばり組立の際の熱が加わる工程において、残留応力の状態が変化することにより発生するひずみの量を考慮の上での加工が十分でなかった可能性があると考えられる。
- ◆ 本件側ばり製造時においては、ひずみ取りを行っていなかったために側ばりの下板や上板となる部分が傾き、抱合せ溶接時に目違いの矯正等が行われていなかったこともあって、側ばりの下面の膨らみが生じたものと考えられる。
- ◆ 側ばり下面が膨らむ事象についての原因の究明と根本的な対策の実施には至っていなかったものと考えられる。

①部材間の隙間の許容値に関する作業指示書

部材と部材を重ね合せた構造におけるスキマは重ね合わされた面内すべての部分において、溶接、歪取り、焼鈍後0.5mm以下であること。(略)歪とり、G仕上げ、異物、かえりを除去することにより0.5mm以上のスキマが発生しないよう注意施工すること。

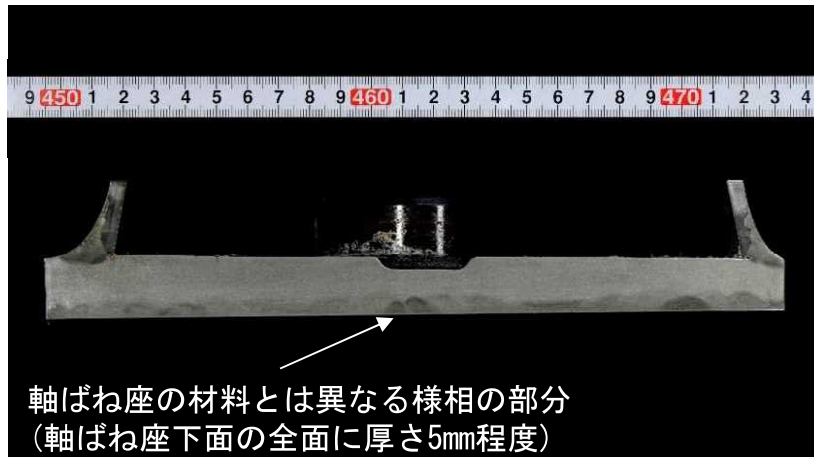


作業指示の伝達、報告の経路

- 現場管理者が組立作業員として携わった先代の700系用台車枠の側ばりを組み立てた際にも、がたつきが少しあり、側ばり下面をグラインダーで削ってがたつきをなくしていた経験があった。現場管理者は、がたつきの状態は同程度のものと考え、現物の確認はせずに、がたつきがなくなるまで側ばり下面の軸ばね座と当たる場所を摺合せするよう指示した。
- グラインダーにより母材の板厚方向の削り込みを許容する量は、社内の作業基準で定められていた。
- 突き合わせ溶接部のビード止端部のグラインダー仕上げに関しては、削り込み深さは0.5mmを限度としていたが、特に社内教育等で組立作業員に周知はしておらず、現場管理者は、先輩から受けた教育等で、溶接ビードの仕上げによらず0.5mmまで削っても良いと認識していた。
- 組立作業員は、削り込み量の限度に関する認識はなかった。
- 当時は軸ばね座を取り付ける作業が開始された時点で、側ばりの溶接の作業がほぼ全数終了しており、この段階でひずみ取り等の方法での膨らみを修正することは不可能な状況であった。



◆ 本件側ばりの軸ばね座の取付け時に、側ばり下面を削って摺合せをしたことにより、側ばりの下板の板厚が減少したものと推定される。



本件軸ばね座の状況

- 軸ばね座の硬さ測定の結果、軸ばね座の材料とは異なる様相の部分は、肉盛溶接後に焼鈍を行っていない状態を再現した試験片と同等の硬さであった。

- ◆ 軸ばね座の下面は、焼鈍後に肉盛溶接が施工されたものと考えられる。

- 本件台車枠製造時に台車枠の溶接作業や機械加工に従事していた作業者に聞き取り調査を行ったが、軸ばね座下面の全面に肉盛溶接を行った記憶があるとの情報は得られなかった。
- 機械加工されたにもかかわらず軸ばね座素材の時点での板厚と同程度であった。
- 軸ばね座の材料と異なる様相が見られたのは、本件亀裂が発生した部位の下部にある軸ばね座及びその台車端部にある軸ばね座の2箇所だけであった。
- 本件台車メーカーにおいては、機械加工は、本件軸ばね座の台車端部側にある軸ばね座の下面から始め、その後、本件軸ばね座の下面の順に行われる。

- ◆ 軸ばね座の下面加工時に何らかの異常が発生したことにより、本件軸ばね座及びその台車端部側にある軸ばね座のみ過剰に機械加工された後に加工を中断し、その修正のため肉盛溶接が行われ、再度正規の寸法となるように機械加工が行われた可能性があると考えられる。

○台車枠の検査マニュアル

- ・平成13年9月、重要部検査及び全般検査時に確実に台車枠のき裂が発見することができるように台車枠の検査マニュアルを策定。
- ・台車枠のき裂は急激には進展しないことが明らかなことから、小さいうちに発見して処置ができるように、定期検査で、探傷検査など確実に発見できる方法によりき裂の有無を検査することが重要。

台車枠き裂発生事例集

重要検査箇所への指定

- ・「台車枠き裂発生事例集」を参考に、鉄道事業者が各台車枠構造の特性等を踏まえて、重要検査箇所を指定。

台車枠の検査方法

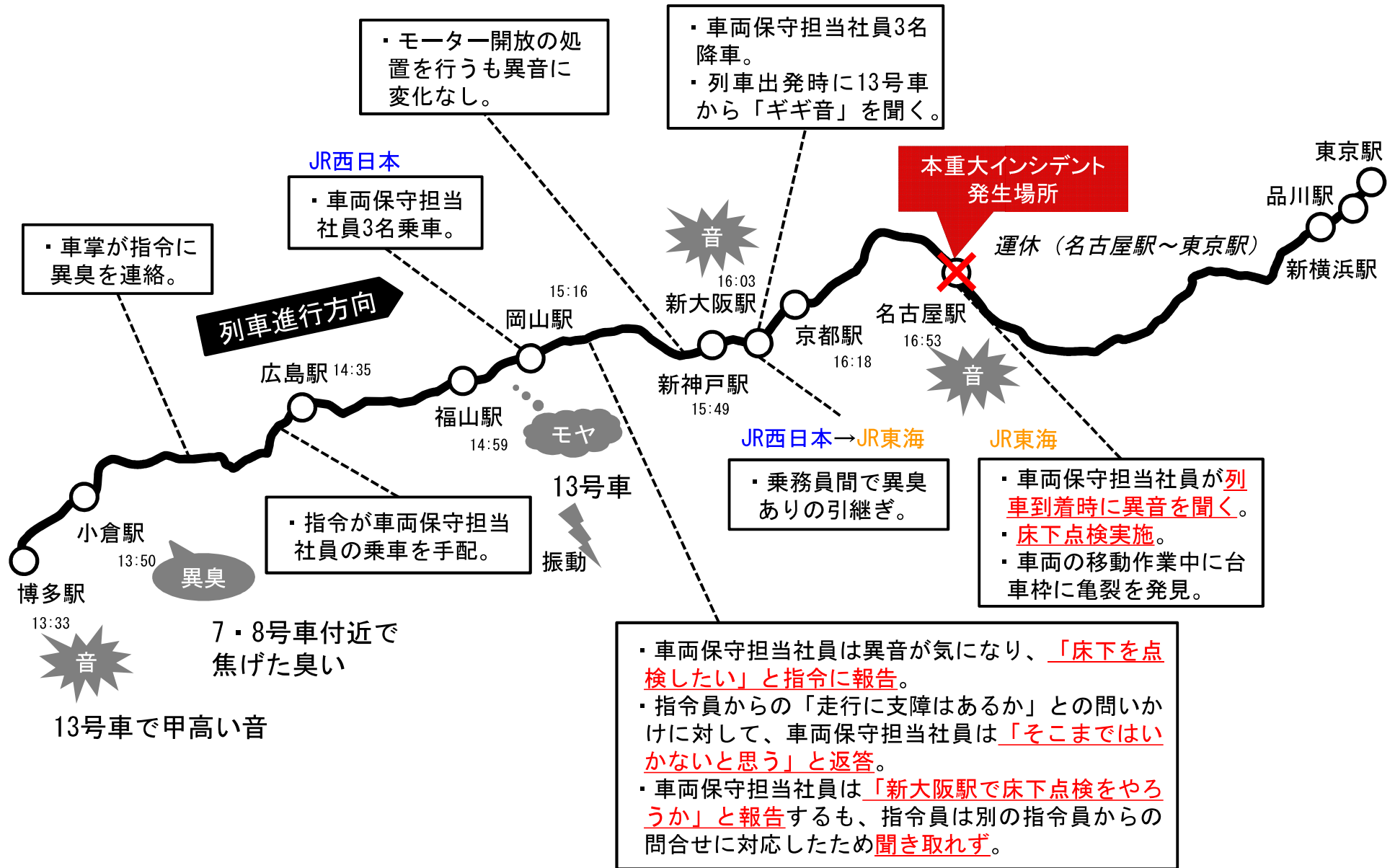
- ・重要検査箇所は、基本的に探傷検査を実施。
 - ・目視で確実な確認が可能な箇所や特別な対策が施された台車枠は、目視による検査を行ってもよい。
- [特別な対策]
- I 以下①～④の全ての対策が行われた台車
 - ① 溶接接合部の溶け込み状況の確認
 - ② 溶接表面形状不良による応力集中除去
 - ③ 溶接表面の確認
 - ④ 精度の高い強度評価
 - II 新幹線台車のように設計・製造から使用開始時まで台車の強度等の安全性が十分考慮されている場合には、き裂の発生実績が無い場合、設計条件を超えて使用しないことを確認した場合には、この実績を考慮して、鉄道事業者が定期検査時の検査方法を定めることができる。

JR 西日本	新幹線電車 台車枠 検査標準	2. 台車枠の検査箇所・検査方法及び実施時期		
		○台車枠の検査箇所は、過去の亀裂発生データ等に基づき指定する。		
		○検査方法については、基本的に探傷（磁粉探傷又は浸透探傷）とする。		
		○各車両、台車形式毎の検査箇所、検査方法及び実施時期は、下表の通りとする。		
		(3) 700系、N700系-WDT207, 209, 209A, TDT204台車		
		検査箇所	検査方法	実施時期
		側バリと横バリの溶接部	磁粉探傷又は浸透探傷	全般検査時
		主電動機受と横バリの溶接部		
		歯車箱吊り受と横バリの溶接部	目視検査	
		主電動機受内側と横バリの溶接部		

本件車両の検査の実施状況

	実施日	検査実施区所	
全般検査	平成29年 2月21日	JR西日本	博多総合車両所
交番検査	平成29年 11月30日	JR西日本	博多総合車両所岡山支所
仕業検査	平成29年 12月10日	JR東海	東京仕業検査車両所

- ・上記のいずれの検査においても、本件台車枠に異常があったことを示す記録はなかった。
- ・JR西日本によると、同社の新幹線用台車枠では、過去に亀裂の発生事例がないことから、同社の在来線用台車枠等の亀裂発生事例を参考に探傷箇所を指定していた。
- ・本件亀裂発生箇所は、亀裂の発生事例はなく、探傷検査の指定箇所としていなかった。



- 本件列車の車内で異音、異臭等が発生していたが、その発生が不連続であったことや、指令員の「列車の走行に支障はあるか」との問いかけに対して、車両保守担当社員から「そこまではいかないと思う」との返答を得ていたことなど、指令員は、異常の重大性を理解するための明確な情報が得られていない状況にあった。
- 平成29年4月から本重大インシデント発生までの間では、走行中の列車を停止させるような異音は1件しか発生しておらず、車両の異常に起因する異臭や発煙の事象はなかった。



◆ 早期に本件列車が走行に支障があると判断するに至らなかったことに関与したと考えられる。

- 車両保守担当社員は、指令員が車両の床下点検の実施について調整しているものと認識していた。
- 指令員は、車両保守担当社員から床下点検の話が出ていたが、本件車両の異常に対して床下点検に代わりモーター開放の処置で対応すると思っていた。
- 指令員と車両保守担当社員との間で車両の床下点検の必要性に対する認識に隔たりが生じていた。



◆ 指令員が床下点検の実施の指示に至らなかったことに関与したと考えられる。

- 指令員は、車両保守担当社員が車両の専門技術者であることから、本当に危険であれば走行に支障があると明確に伝えてくると思っていた。
- 車両保守担当社員は、車両の床下点検実施の判断を指令に委ねていると認識していた。



◆ 指令員と車両保守担当社員は、列車を停止させる必要が本当にあるならば相手が言うてくるだろうと、列車の運行継続の判断を相互に依存していたと考えられる。

- 指令員が車両保守担当社員に問いかける際、「走行上問題がない感じで大丈夫か」などの運行継続が前提であるかのような誘導的な言い回しを用いていた。
- 指令員と車両保守担当社員との間で車両の床下点検の必要性に対する認識に隔たりが生じていた。
- 指令員と車両保守担当社員は、列車の運行継続の判断を相互に依存していた。



- ◆ 「直ちに列車を止めて確認をしよう」という方向性のやりとりに進まなかったことに影響を与えた可能性が考えられる。
- ◆ 総じて早期に列車を停止して本件車両の床下点検を行う必要があるとの判断に至らなかったことに関与した可能性があると考えられる。

- 乗務員や車両保守担当社員は、重大な危機が迫っていることに対する直接的な分かりやすい情報が目の前になかった。
- 指令員が車両保守担当社員に問いかけを行う際、誘導的な言い回しを用いていた。
- 車両の異常に起因する異音、異臭等の発生実績が少なかった。



正常性バイアス

- ◆ 意識下において大したことにはならないだろうとの心理が作用していた可能性があると考えられる。
- ◆ 意識下において、「列車の走行には支障がないだろう」との心理が作用していたことによる可能性があると考えられる。
- ◆ 異音、異臭等は、重大な危機と結び付けて考えられていなかった可能性が考えられる。
- ◆ 車両の異常に起因する異音、異臭等の発生実績が少なかったことが、このような心理的作用を強めることにつながった可能性があると考えられる。

確証バイアス

- ◆ 意識下において、「列車の走行には支障がないだろう（支障ないとありがたい）」という自分の思いを支持する情報に対し意識が向く心理が作用した可能性が考えられる。

- 規程やマニュアルにおいて、本重大インシデントで発生した異音や異臭等は、列車を停止させて確認する対応フローとなっていなかった。



◆ 列車の走行に支障があるとの判断に至らなかった可能性があると考えられる。

- JR西日本では、平成29年4月1日から12月11日までの間、山陽新幹線区間で異音の申告は101件あり、そのうち車両保守担当社員が列車に乗車し点検を行った事象は4件（4.0%）であった。
- JR東海では、同期間中、東海道新幹線区間での異音の申告は156件で、そのうち車両保守担当社員が列車に乗車し点検を行った事象は127件（81.4%）であった。
- JR西日本では列車の終着駅で点検することが恒常化していた状況が認められた。



◆ JR西日本は、「最も安全と認められる行動をとらなければならない」という安全最優先の考え方に立脚した行動規範に基づき安全管理の具体的方法を確認し、必要に応じて規程の見直しや係員の教育訓練に反映させる等により、安全最優先の意識に基づく行動の一層の定着を進めることが重要である。

本重大インシデントは、車両の台車枠の側ばりに発生した亀裂が疲労により進展し、台車枠が変形したため、歯車形たわみ軸継手が許容範囲を超えて変位し損傷したことにより発生したものと推定される。

車両の台車枠の側ばりに亀裂が発生したことについては、亀裂の起点であるスロット溶接部裏境界近傍に、溶接施工時に生じた割れが存在していた可能性が考えられ、加えて、

- (1) 焼鈍後に軸ばね座下面に肉盛溶接を施工したことにより、スロット溶接部近傍に残留応力が生じていたこと、
- (2) 側ばり下板に軸ばね座を取り付ける際に、側ばり下面を過度に研削したことにより側ばり下板の板厚が薄くなり、板厚が設計上の基準値以下になっていたこと

が関与したものと推定される。

また、側ばり下面が過度に研削され側ばり下板の板厚が薄くなっていたことが亀裂の進展速度を速め、車両寿命（台車使用期間）より短い期間で亀裂が進展したものと推定される。

なお、側ばり下面を過度に研削したことについては、台車枠の製造時に、側ばり下面が膨らみ、軸ばね座の取付けに当たり加工が必要となった問題に対し、根本的な要因や対策を検討せずに対処したこと、及び台車枠の強度に関わる作業指示が十分認識されないまま製造作業が進められたことが関与したものと推定される。

本重大インシデントにおいて、JR西日本の関係者が異音、異臭等を認めながら、列車の走行に支障があると判断するに至らなかったことについては、

- (1) 列車の車内における異音、異臭等の発生が不連続であったことや、指令員の「列車の走行に支障はあるか」との問いかけに対して、車両保守担当社員から「そこまではいかないと思う」との返答を得ていたことなど、指令員は、異常の重大性を理解するための明確な情報が得られていない状況にあったこと、
- (2) 車両保守担当社員は、指令員が車両の床下点検の実施について調整しているものと認識していたが、指令員は、車両保守担当社員からの報告内容や、車両の異常に対して床下点検の代わりにモーター開放の処置で対応すると思っていたこと等により、車両保守担当社員との間で車両の床下点検の必要性に対する認識に隔たりが生じ、その後もその隔たりが解消されず継続したこと、
- (3) 指令員は、車両保守担当社員が車両の専門技術者であることから、本当に危険であれば走行に支障があると伝えてくると思っていたおり、一方で、車両保守担当社員は、車両の床下点検実施の判断を指令に委ねていると認識していたことから、指令員と車両保守担当社員は、列車の運行継続の判断を相互に依存していた側面があったこと

が関与したものと考えられる。

台車の亀裂

(1) 台車枠の製造

- 部材の強度を低下させないことなどを作業に従事する者に周知徹底すること。
- 設計上の強度が確保されるよう、製造管理を徹底すること。
- 製造上の支障や困難性等が問題が発生し、部材の加工等を伴う対処方法を採用する場合は、組織的対応として、安全性への影響を評価するなど、健全な製品のみが実使用に供される仕組みとして、確実に実施できる体制を整えること。

(2) 台車枠の設計・検証

- 新規構造で設計する台車枠の強度解析においては、構造上の特性や拘束条件を可能な限り再現することが重要であることに留意し、高い応力が発生する箇所を把握することが望ましい。
- 既存の台車枠においても、必要な場合には、強度設計時のモデルを確認し、高い応力が発生する箇所の傾向を把握することが望ましい。

(3) 台車枠の検査

- 台車枠の定期検査に関し、高い応力が発生する箇所の傾向を把握した上で、溶接継手等に対する安全率を踏まえて、探傷検査の指定箇所の追加を検討することが望ましい。
- 亀裂が進展し部材を貫通しても、他の部材により、その状況が外から見えない範囲に高い応力の傾向が見られる箇所がある台車枠は、適切な頻度で、超音波探傷等を実施することが望ましい。

運行継続の判断

(1) 適切な判断を行うための組織的取組

- ‘何が起きているのか分からない事態は重大な事故に結びつく可能性がある’との意識を持って状況を判断し、行動することが重要であり、そのような意識を醸成するための組織的取組を進める必要がある。
- 乗務員等と指令員との間において相互依存に陥らないように、努めて中立的な視点で情報の伝達や判断を行うよう意識して対応することが必要である。特に指令員においては、問いかけを行う際に運行継続が前提であるかのような誘導的な言い回しを用いないようにする必要がある。
- 何が起きているのかが分からない場合や判断に迷う場合は、列車を停止させて安全の確認を行う処置（フロー）となるよう規程・マニュアル等の点検、見直しを行い、教育訓練等により、社員への浸透を図ることが必要である。

(2) 情報の共有やハードウェアの活用による対応

- 過去に発生した不具合事象と、その際に生じた異音、異臭等の異常を示唆する様々な情報を収集するとともに関係者間で共有することにより、それらの情報を組織的な知見として蓄積し、異常の判断に活用することが望ましい。なお、蓄積した情報は、同種の車両・施設を有する他の鉄道事業者やメーカーと共有し、相互に活用することが望ましい。
- 車両異常時の異音・異臭体感研修等を行うことにより、関係者の知識、判断能力の向上を図ることが望ましい。
- ハードウェアにより異常を検知するシステムを構築して、乗務員や指令に異常の発生やその程度を知らせる仕組みを検討することが望ましい。

以 上

インド鉄道安全能力強化プロジェクトに参画し国際協力に貢献



2018年12月4日、インドにおいて、国際協力機構(JICA)の技術協力プロジェクト「鉄道安全能力強化プロジェクト」の第1回合同調整会議が開催され、当委員会から委員及び鉄道事故調査官の2名が参加しました。



同プロジェクトでは、インド国鉄における脱線事故等の防止、安全性向上を目指して、鉄道事故調査や安全マネジメントの他、レールの溶接、軌道・車両のメンテナンスについて、各種の協力活動が行われる予定です。

当委員会は、鉄道事故調査に関する協力を通して、インドの鉄道の安全性向上に貢献してまいります。

鉄道事故調査に係る本邦研修を実施



JICAの「インド鉄道安全能力強化プロジェクト」における協力活動の一つである鉄道事故調査について、当委員会は、2019年7月1日(月)～7月12日(金)の間、訪日したインド国鉄Principal Executive Director他9名に対し、本邦研修を実施しました。主な研修内容は、事故調査の基本(事故調査の流れ、初動調査、調査報告書の構成等)、調査実施方法、事故事例の説明、鉄道事業者等の見学です。



講義や鉄道事業者等の見学では、研修員から多くの質問が出るなど、日本の鉄道事故調査手法や日本の鉄道システム等について熱心に学んでいました。また、研修最終日に、研修員から「アクション・プラン」(インドに戻ってから今後取り組みたいことをまとめたもの)について発表してもらいました。

当委員会は、引き続き、鉄道事故調査に関する協力を通して、インドの鉄道の安全性向上に貢献します。