

山陽新幹線車両部品の落下原因及び今後の対策について

本件が発生した事実関係と原因について

1. 調査等により判明した事実

(1) 車両調査

- ・落下した側フサギ板（2号車2位側前位の床下）に使用していた2本のボルトは落失していました。
- ・また、その隣に取付けられていた側フサギ板も、2本あるボルトのうち1本が落失し、残る1本には緩みが生じていました。
- ・緩みが生じていたボルト頭部には、「合いマーク」は記入されていましたが、緩みのため車体側の「合いマーク」からずれていました。
- ・落下した側フサギ板の車体側ネジ穴部には、ボルト折損時に見られるボルトネジ部の残存はなく、ネジ山の変形等の異常も認められませんでした。

(2) 関係者への聞き取り調査

取外し作業（7月21日実施）

- ・取外し作業の際には、担当者は各側フサギ板の表面に取付け作業時の目標として目印を貼付することとしていました。

取付け準備作業（7月23日実施）

- ・準備作業として、担当者は取外した側フサギ板を締結していたボルトを対象に特殊座金の取替え作業とボルトの清掃（既存の「合いマーク」の消去）作業を実施しました。
- ・落下した側フサギ板及びその隣の側フサギ板を取付ける4本のボルトについては、担当者は付近で配線の撤去を行っていた別の作業者と、どちらが作業を行うかについて会話したものの、結果的に両者ともこれらの作業を行っていませんでした。

取付け作業（7月24日実施）【別紙1参照】

- ・通常の検査における側フサギ板の取付け作業では、一人の担当者が1枚の側フサギ板に対して、「側フサギ板掛け」「手締め」「仮締め」「本締め」「合いマーク」の各作業を一貫して行いますが、今回は、各作業を複数の担当者と分担していました。
- ・「側フサギ板掛け」担当者は、取外してあった側フサギ板を車体に掛け、「手締め」担当者は、掛け金で車体にぶら下がっている側フサギ板を車体にボルトで締付けました。
- ・「仮締め」担当者は、取外し作業時に貼付した目印のある側フサギ板を対象として作業を行い、「本締め」担当者は「仮締め」担当者の作業する後を追って、「本締め」作業、及び「合いマーク」の記入を行いました。
- ・「後確認」担当者は、取外し作業時に貼付した目印のある側フサギ板を対象として、「合いマーク」が記入されていることを確認しました。また、「後確認」の後、目印は取外して回収しました。

- ・当日の責任者が行った、各担当者に対する業務分担や作業方法の指示は明確でなく、当日の作業対象となる側フサギ板の位置や枚数を記した「作業計画書」を作成していませんでした。また、確実に取付け作業を実施したことを記録する「チェックシート」も作成していませんでした。

ボルト締結作業後に実施した交番検査（８月６日実施）

- ・交番検査の担当者は、触手による取付状態の確認と、異常があった場合の「合いマーク」の目視確認を行いました。当該側フサギ板の状態については、明確には記憶していませんでした。

（３）ボルト緩み再現試験（９月１日～１１日実施）【別紙２参照】

当該側フサギ板のボルト締結状態を推定するために、（公財）鉄道総合技術研究所でボルト緩み再現試験（振動試験）を実施しました。

この試験はＪＩＳ規格に基づいて実施し、ボルト・回り止め座金と特殊座金のそれぞれ新品、再用品の組合せや、締結力を変えてボルトの締結状態の変化を確認しました。

試験の結果は以下のとおりでした。

- ・「手締め」状態で作業が終了した場合は、ボルトや特殊座金の新品、再用品に関係なくボルトの緩みが発生しました。
- ・「仮締め」や「本締め」状態で作業が終了した場合は、ボルトの緩みは発生しませんでした。
- ・特殊座金については、正しく組み付けている場合には再用品においても緩みは発生しませんでした。

（４）その他の調査

- ・側フサギ板のボルトの締付けを「手締め」状態で終了しても、ボルトをしっかり締込めば、交番検査による触手確認では締付力が不足していることがわからない場合があることが判明しました。
- ・当該車両については、走行試験に使用するため、６月１０日から７月２６日までの間は車体洗浄を行っていませんでした。

２．推定原因

上記調査等により判明した事実から、当該側フサギ板取付け作業が、「側フサギ板掛け」「手締め」作業段階で終了してしまい、その後必要な「仮締め」「本締め」が行われなかったことにより、列車走行中の振動の影響でボルトが徐々に緩み、脱落したことが原因と推定されます。

今回の事故の背景と対処すべき課題

今回の事故を引き起こした原因は、 のとおりであると推定されますが、こうした原因で事故が発生した背景には、以下のような安全マネジメント上の問題があったと認識しています。

1．走行試験に対する本社・支社を起点とする安全管理体制が不十分であった

走行試験では、試験の仮設・試験実施・撤去に責任を持つ「車上試験・仮設測定責任者」の他に、試験中及びその終了後に車両を安全に走行させることに責任を持つ「車両検査修繕責任者」を配置し、試験の成否や、試験に直接関係する安全面からのチェックのみならず、通常検査時の視点からも安全を確保することによって、試験車の走行と、試験終了後の営業列車の安全を確保する計画としていました。しかし、以下の問題があることを認識しました。

(1) 試験実施体制における「安全の確保」の機能が不十分であった

試験の実施中及びその終了後において、試験を実施する機能と安全に本線を走行させる機能を同一チームに担わせることになり、その結果、仮設・測定・撤去に意識がいき、安全に本線を走行させるための対応が不十分になりました。【別紙3参照】

(2) 過去の失敗を走行試験に活かせなかった

「作業計画書」「チェックシート」は、過去の臨時検査等において作業に「抜け」があったという失敗事例を活かしたものであるにも関わらず、走行試験において、これらを活用することができませんでした。

2．交番検査における「合いマーク」の確認方法が徹底されていなかった

交番検査における側フサギ板のボルトの締付状態確認の方法として、「合いマーク」のずれがないことを確認することを指示していましたが、マニュアル等に明文化していなかったため、担当者によって確認方法に違いがありました。これは、本社・支社が、具体的な方法を明文化するなどして、担当者に正しく伝え、定着しているかを確認、トレースする取組みが不十分になっていたためと認識しました。

再発防止等の措置

走行試験などの「通常の検査以外の作業」について、安全な走行を担保する仕組みやルールが不明確であったことを反省し、関係者間の役割や責任の明確化、作業工程や分担の明示、作業後の確認方法の具体化等を行うこととしました。

また、交番検査におけるボルトの確認方法についても、改めて徹底を図ることとしました。

1．走行試験などの「通常の検査以外の作業」における安全管理体制の再構築

(1) 役割と責任の明確化【別紙3参照】

車両への仮設開始から、営業使用に復帰させるまでの一連の工程において、試験を実施する責任と安全に本線を走行させる責任を分離したうえで責任者を定め、両者が連携して業務を実施する体制としました。

(2) 作業に潜むリスクの洗い出しと低減策の検討【別紙 4 参照】

作業の具体的な手順を明確にし、本社・支社の作業を管理する箇所主導で、そこに潜むリスクを洗い出すことで、確認方法の改善など、必要なリスク低減策を講じることとしました。

(3) 「作業計画書」等の使用【別紙 5 参照】

作業に際しては、「作業計画書」を作成し、各担当者の作業工程や分担を明示するとともに、作業後も「チェックシート」を使用して作業が確実に実施されたことを確認することとしました。

なお、側フサギ板の取付け作業においては、一人の担当者によりボルトの「側フサギ板掛け」「手締め」「仮締め（インパクトレンチ又はトルクレンチ使用）」から「本締め（トルクレンチ使用）」、「合いマーク」まで一貫作業として実施することとしました。また、「本締め」終了後、締結作業の確認者が締結力を再確認（トルクレンチ使用）することとし、これについても「チェックシート」への記録を行うこととしました。

2 . 交番検査における「合いマーク」の確認の再徹底

「合いマーク」が汚損等によって判別し難い場合は清掃を行い、トルクレンチによって規定トルク値であることを確認の上、「合いマーク」を記入しなおすこととしました。

3 . その他

(1) 目印貼付方法の明確化

すべての作業において、側フサギ板を取外す際の目印は車体に貼付することとしました。その際、車体が汚損している場合には、貼付箇所を清掃したうえで行うこととしました。

(2) ボルト等の一式交換

「ボルト緩み再現試験」の結果から、側フサギ板における特殊座金の再利用は、今回の落失の原因ではないと考えられますが、長期間の使用に万全を期すため、指定された「ボルト」「特殊座金」「回り止め」は一式で交換することを改めて徹底しました。そのことにより、ヒューマンエラーを防ぎ、取替えを確実に行うこととしました。

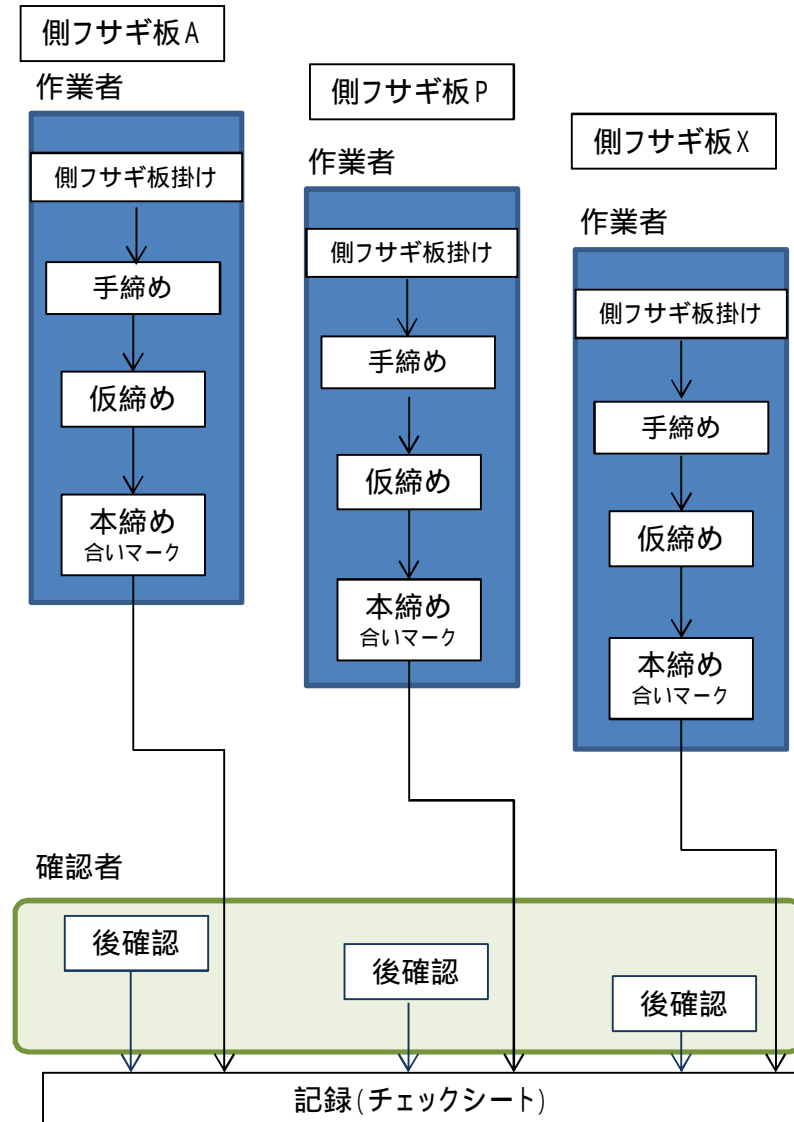
上記の事柄を標準化してマニュアルにまとめ、徹底してまいります。

今後は、本社・支社が現場実態の把握に努め、必要なルールの改廃、検査・作業方法の改善に継続的に取り組み、現場の支援を強化してまいります。

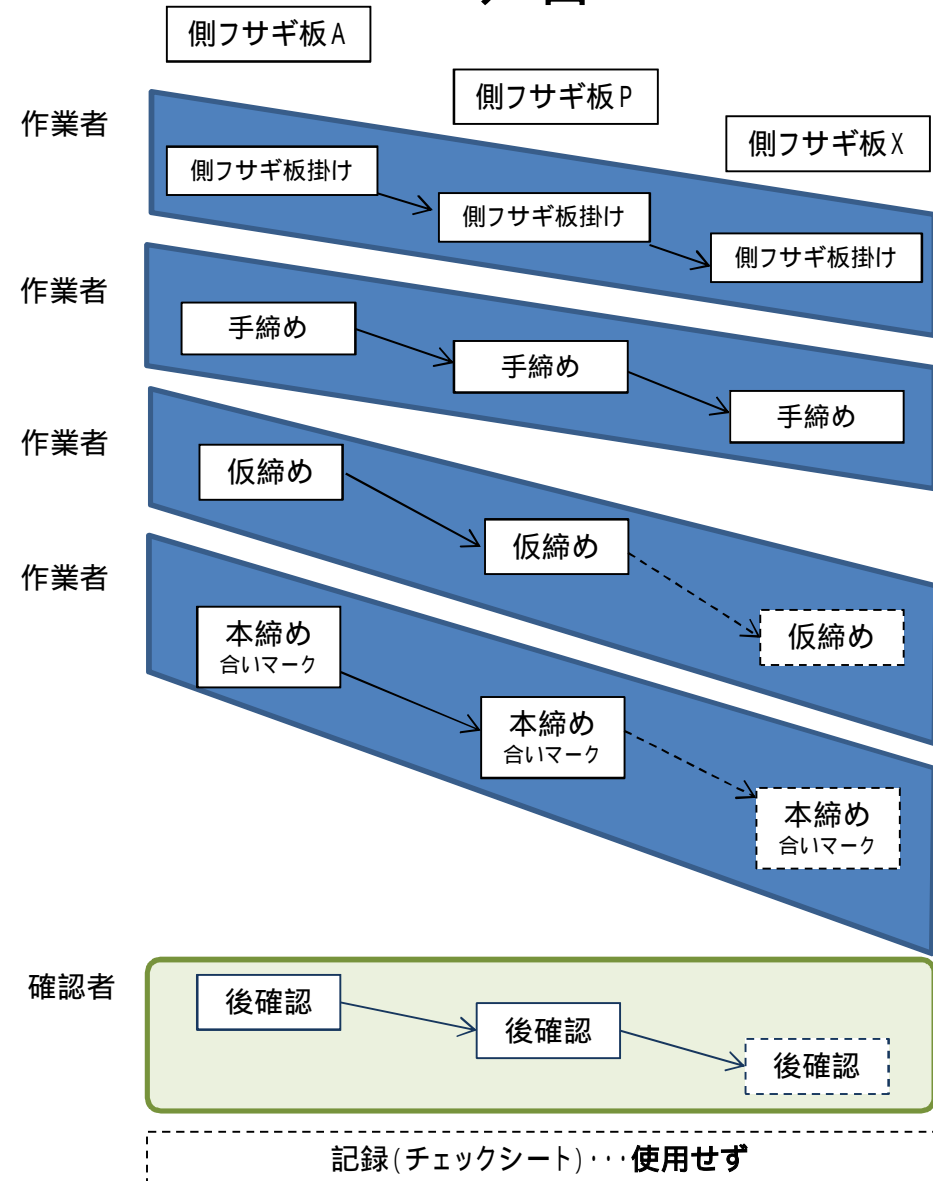
側フサギ板取付け作業

別紙1

通 常



今 回



側フサギ板のボルト緩み再現試験

- 【試験条件】 ➤ 実施時期・場所：平成27年9月1日～11日、（公財）鉄道総合技術研究所
- JIS E4031（鉄道車両用品-振動及び衝撃試験方法）による
過去に実施した300km/h走行試験結果の側フサギ板の振動加速度から、
ほぼ同等レベルと推定される振動加速度で加振
- 1回あたりの試験時間はX軸、Y軸、Z軸方向に各1時間加振、計3時間実施

【試験結果】

締結部品の条件		締め付け条件			
		手締め	仮締め相当	本締め相当	
				設計下限	設計上限
ボルト・ 回り止め座金	特殊座金		5.0Nm	21.7Nm	31.0Nm
新品	新品	ボルト緩み3回 脱落1回	緩まず4回	緩まず4回	緩まず4回
再用品	新品	ボルト緩み2回 脱落3回	緩まず4回	緩まず4回	緩まず4回
再用品	再用品 (正常組立て)	ボルト緩み1回 脱落3回	緩まず4回	緩まず4回	緩まず4回
再用品	再用品 (誤組付け)	ボルト緩み2回 脱落2回		緩まず3回	緩まず5回

赤枠内は試験結果を示す

「手締め」の場合、新品・再用品の締結条件いずれも、ボルトの緩みまたは脱落が発生した。
所定の締結力であれば、ボルトや特殊座金の新品・再用品に関わらず緩みは発生しなかった。

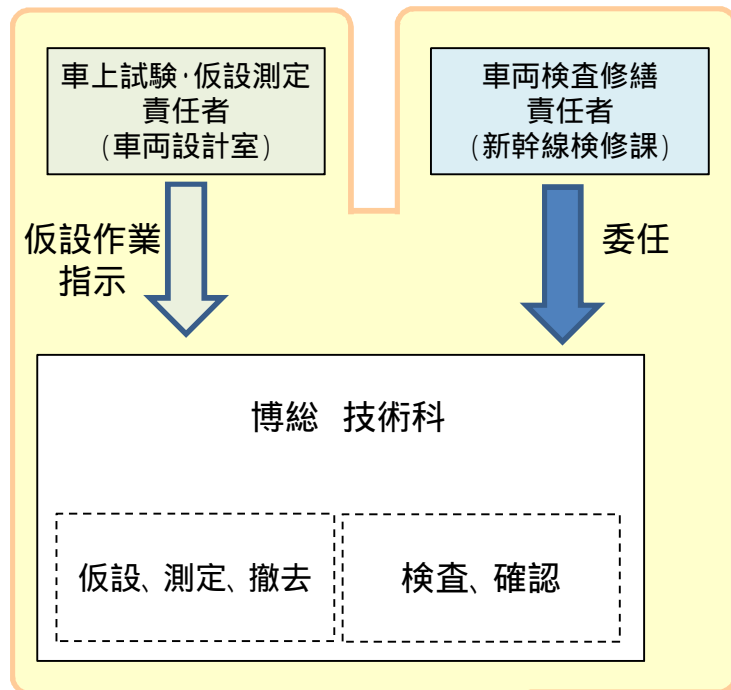
走行試験における役割と責任について

別紙3

今回

(試験を実施する責任)

(安全に本線を
走行させる責任)



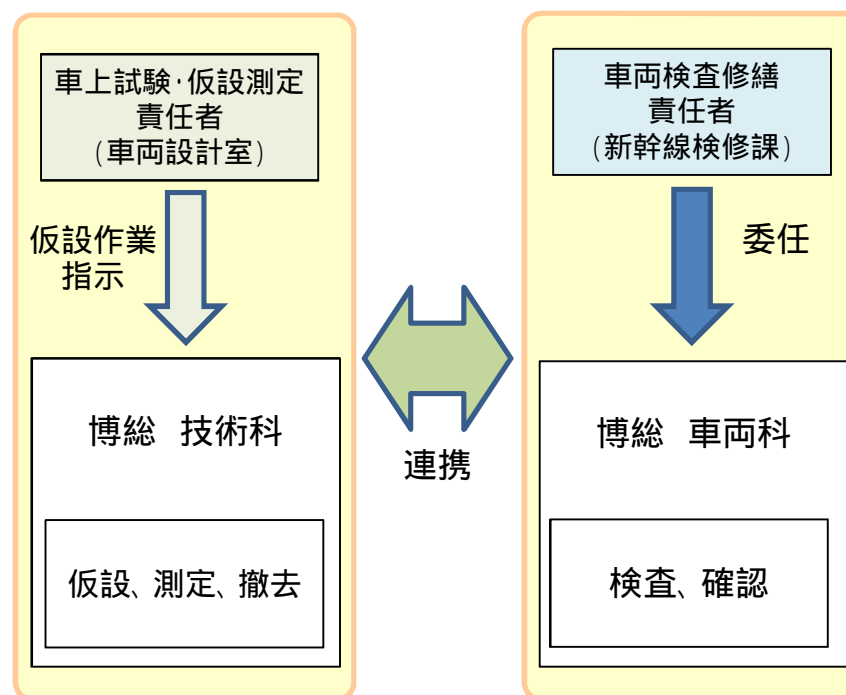
(課題)

・車上試験・仮設測定責任者から指示された業務と、車両検査修繕責任者から委任された業務をともに技術科が担当していたため、安全に本線を走行させる機能が不十分になっていた

改善

(試験を実施する責任)

(安全に本線を
走行させる責任)



(対策)

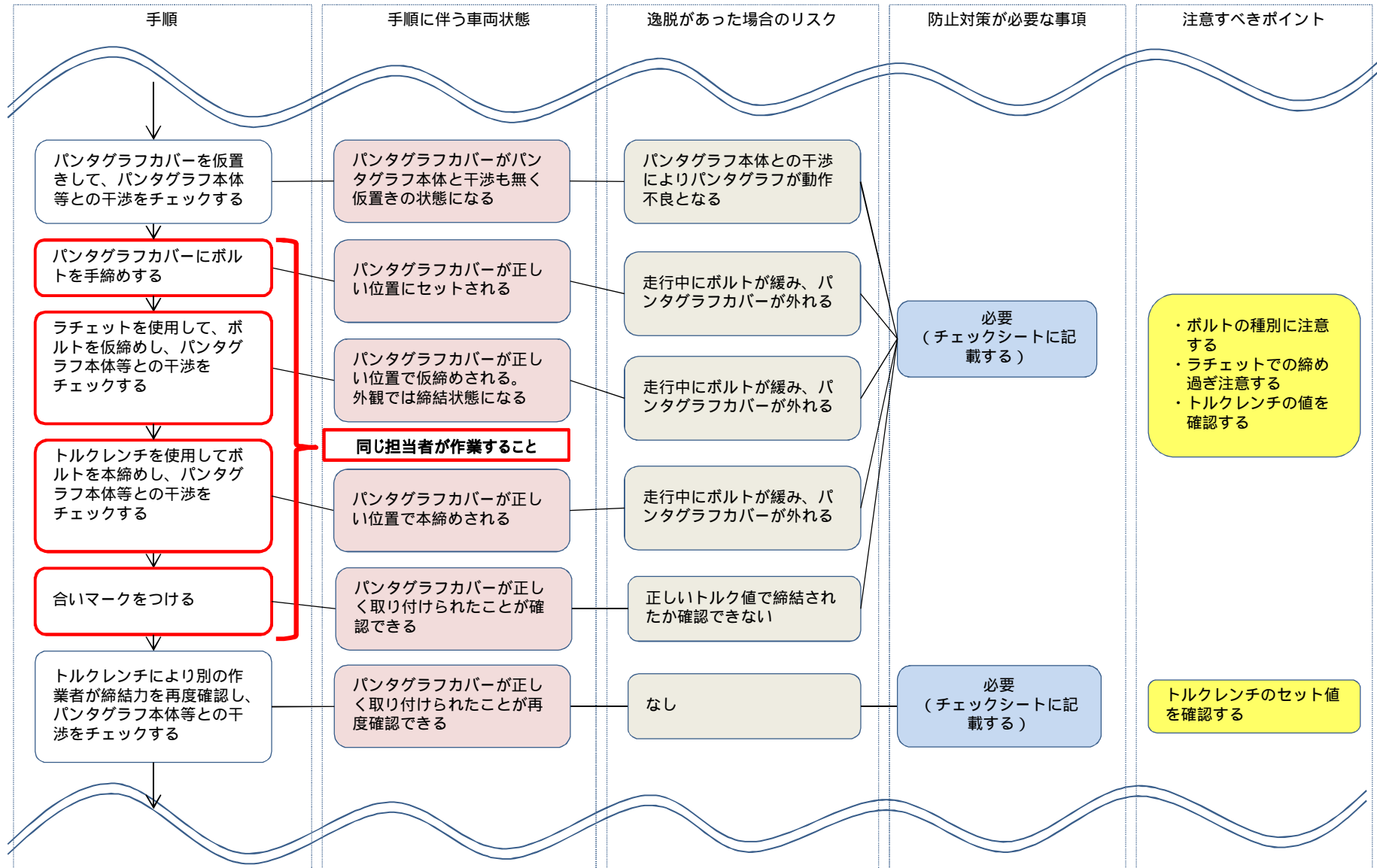
・試験を実施する責任と安全に本線を走行させる責任を分離したうえで責任者を定め、両者が連携して業務を実施する体制とする
・各責任者は、具体的な作業内容等を明確にして作業の指示、委任を行う

(役割)

- 車上試験・仮設測定責任者：安全に、装置の改修及び測定器の仮設・撤去を行う。
試験時には試験目的に沿ったデータの収集を行う。
- 車両検査修繕責任者：仮設後の試験時や仮設撤去後の営業運転時に、本線を安全に走行できるように検査・修繕する。
試験時には車両のSW扱いや異常時対応を行う。

作業手順に潜むリスクの洗い出し(イメージ)

例) パンタグラフカバー取付け



チェックシートイメージ

別紙5

〇〇編成 □□号車 作業日:H 年〇〇月××日

1位
側フサギ板

2位
側フサギ板

1位側フサギ板		
	作業者 ()	確認者 ()

2位側フサギ板		
	作業者 ()	確認者 ()
	〇田	山
	〇田	山

()は所属箇所を記入

取り外し
総枚数

2

最終確認者

作業内容: