

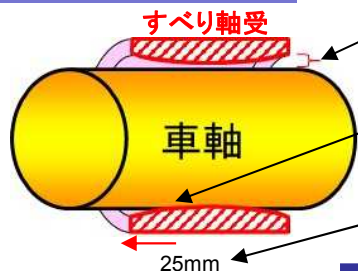
フリーゲージトレインの不具合対策について

平成28年5月

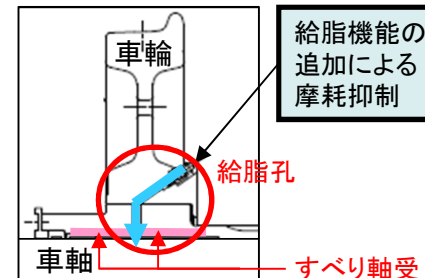
1. 車軸摩耗対策について(検証試験スケジュール案)

軌間可変技術評価委員会(H27.12月)における対策案

- すべり軸受の形状・配置変更による面圧低減
- 車軸とすべり軸受の隙間を狭くすることで車軸とすべり軸受の擦れの影響の低減
- 給脂機能の追加による摩耗抑制



- 車軸とすべり軸受の隙間を縮小し、擦れの影響を低減(0.3mm→0.2mm)
- 接触面の断面を曲線形状に加工することにより最大面圧を低減
- すべり軸受を軸端側へ25mm拡幅することにより最大面圧を低減



検証試験スケジュール案

- すべり軸受の曲面加工など面圧低減策等を講じた輪軸を装着した台車で回転試験を行い、改良効果を確認する。
 - ・ 時速130km程度から時速270kmまで、段階的に速度を上げながら車軸表面の状態を観察
 - ・ 検証試験の途中で著しい摩耗が確認された場合は、その時点で試験を中断し、分解のうえ詳細調査

3月	4月	5月	6月	7月	8月	秋頃
すべり軸受製作 スリーブ圧入 すべり軸受内径測定		速度:130km/h 距離:3千km	速度:200km/h 距離:3千km	速度:270km/h 距離:3万km	速度:270km/h 距離:9千km 営業線走行時の上下振動の影響を評価するため、積載荷重を増加させた状態で試験	摩耗状況等から走行距離60万km程度の耐久性の予測・評価
台車試験装置	台車組立	台車試験(条件1)	台車試験(条件2)	台車試験(条件3)	台車試験(条件4)	分解・調査
注)現時点の案であり、今後変更される可能性がある						
※)試験結果等から走行距離60万km程度の耐久性が認められることが、耐久走行試験再開の条件						

軌間可変技術評価委員会

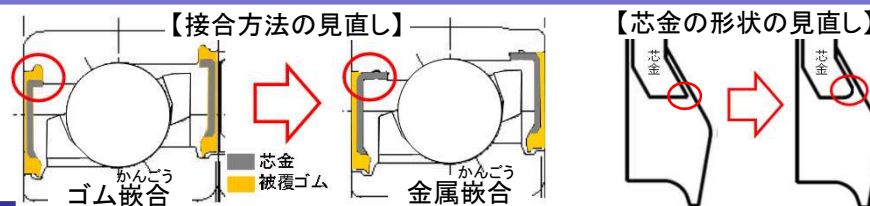
注)上表の他、今回の不具合を踏まえて、営業車としての使用を念頭に、FGTにおけるメンテナンスの検討を行う(3頁参照)。

2. スラスト軸受オイルシールの改良方針について

軌間可変技術評価委員会(H27.12月)における対策案

- 芯金の材質変更(SPCC:冷間圧延鋼板⇒SPFC:高張力鋼板)
 ※当初は、SUS(ステンレス鋼板)も候補の一つとして検討
- 接合方法の見直し(金属嵌合とゴム嵌合を比較のうえ評価)
- その他(芯金の先端形状見直し、近接部品との接触防止)

注)オイルシールとは、スラスト軸受(ベアリング)内の潤滑油の流出を防止する部品



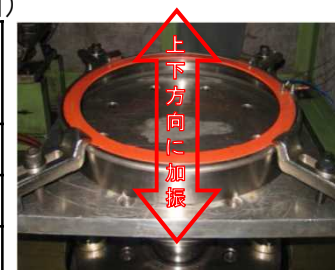
改良方針を決定するための加振試験等の実施

オイルシール単体加振試験(2~3月)

- 従来材質(SPCC)で疲労き裂が発生した振動を与えても、改良材質(SPFC)では、損傷しないことを確認。
- この試験条件での接合方法の比較では、ゴム嵌合より金属嵌合の方が変形等が少なく、優れていることを確認。

(加振条件:260Hz、35G、 10^7 回)

	SPFC(形状変更あり)		(参考)SUS 形状変更なし	【従来】SPCC 形状変更なし
	ゴム嵌合	金属嵌合		
応答加速度倍率	14倍	6.8倍	19倍	14倍
シール歪量	200 μ	43 μ	110 μ	—
試験結果	損傷なし	損傷なし	損傷なし	疲労き裂発生



オイルシール単体引張強度試験(1~3月)

- 従来材質(SPCC)に比べ、改良材質(SPFC)の方が引張・疲労強度ともに高いことを確認(現在、追加詳細試験を計画中)。

	SPFC(ゴム嵌合) 形状変更あり	SPFC(金属嵌合) 形状変更あり	【従来】SPCC 形状変更なし
引張強度	617MPa	664MPa	346MPa
疲労強度	234MPa	203MPa以上	187MPa



スラスト軸受加振試験(4月)

- 実軌道走行時の振動等で軸受を加振し、接合方法による比較評価を実施(現在、データ解析中)。
 [実際の振動はレールから車輪等を介してオイルシールに伝わるため、必ずしも走行時のオイルシールが受ける振動と一致しない。]



耐久走行試験再開に向けた改良方針案

注)MPa(メガ・パスカル) = 10^6 N/m²、 μ (マイクロ) = 10^{-6}

- ① 芯金材質の見直し(SPCC→SPFC)や形状変更により、振動に対する耐力の向上を確認 ⇒ **耐久走行試験再開時の改良台車に反映**
- ② 接合方法については、これまでのところ、ゴム嵌合に比べ金属嵌合の方が良好な結果が得られているものの、実際の走行時の振動特性によっては共振点も変化することも考えられるため、耐久走行試験の再開時には、**金属嵌合とゴム嵌合の2タイプを装着し、耐久走行試験中の比較検討により、より耐久性の高いタイプを選定する方針**(あらかじめ両タイプとも十分な予備品を製作しておく)。

3. フリーゲージトレインのメンテナンスに関する検討

軌間可変技術評価委員会(H27.12月)における指摘事項

○今回の不具合を踏まえて、営業車としての使用を念頭に置いたメンテナンスの検討を行うこと。

1. 車軸等の健全度の判定方法の検討

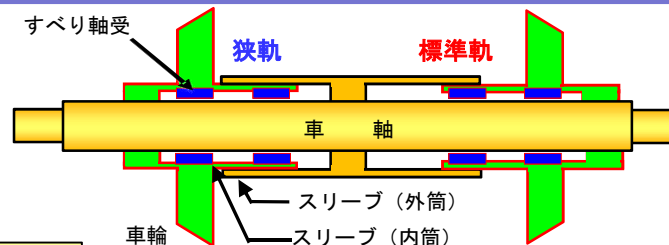
○車軸等が安全な状態を維持していることを確認するため、検証試験(台車回転試験)の結果も踏まえつつ、以下の2点について検討する。

1. 車軸等の健全性を判定するための摩耗の限度値・管理値の設定
2. 車軸等の摩耗が常に管理値内に収まっていることを在姿で確認するための検査技術・検査手順の確立

※) 走行試験中の安全確保の観点から、上記について技術的に確立していることが、**耐久走行試験再開の条件**

限度値: 安全確保の観点から、超過してはならない最大摩耗量

管理値: 検査周期や摩耗速度等を踏まえて設定される点検時の摩耗許容値であり、部品の交換等の判断根拠となる。



FGT輪軸の構造(概略図)

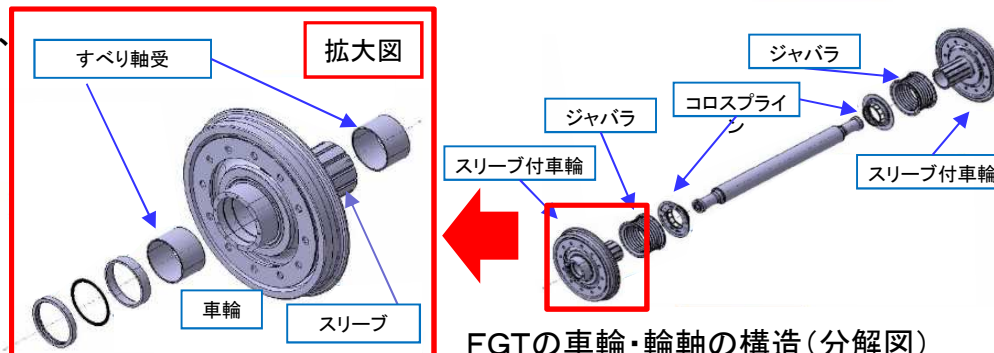
スリーブにより、車軸表面等が直接目視できない

2. 部品の検査・交換周期等に関する検討

○スリーブやすべり軸受などFGT特有の部品の検査・交換は、台車から分離し、部品毎に細かく分解する必要がある。

○検証試験(台車回転試験)の結果等も踏まえ、部品の検査・交換周期(暫定値)を設定するとともに、それを踏まえたFGTのメンテナンスコストを検討する。

※) 検査周期やメンテナンスコストを含んだ維持管理費が、一定の水準に収まる見通しが立つことが、**耐久走行試験再開の条件**



FGTの車輪・輪軸の構造(分解図)

参考) 新幹線の検査周期の例

0日 2日以内 3万km又は30日以内

仕業検査
(目視による
部品点検)

交番検査
(床下カバー等を取り
外し、動作等の確認)



60万km又は18ヶ月以内

台車検査
(台車を分解し、各部
品を詳細に検査)


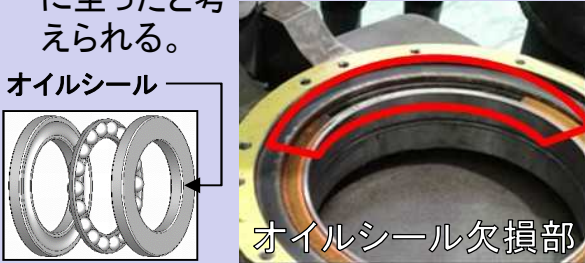
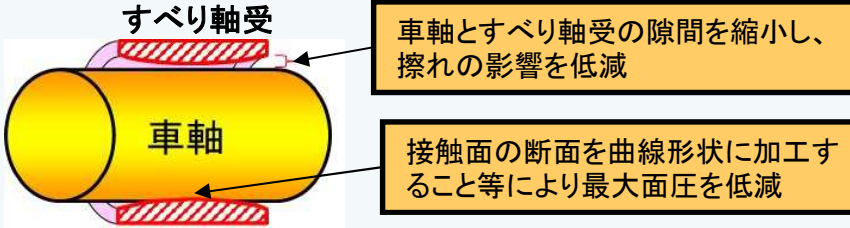
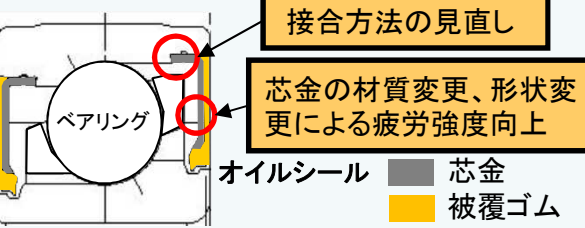


120万km又は36ヶ月以内

全般検査
(ほとんどの機器を取り
外し、詳細に検査)



【参考】軌間可変技術評価委員会(H27.12)の評価結果について

	車軸の摩耗	スラスト軸受オイルシールの欠損
<p>不具合の原因</p> <p>いずれの不具合も、高速域（時速260km）での耐久走行試験により新たに確認された事象に起因する</p>	<p>○ 面圧分布の偏りと輪重変動によって過大な面圧が作用したこと、並びに、車軸とすべり軸受との擦れ等が原因と考えられる。</p>  <p>隙間0.1～0.2mm</p> <p>直径差0.3mm すべり軸受 車軸 すべり軸受中心 車軸中心 面圧(P) スリーブ 車軸のたわみによりスリーブが追従せず、車軸直下の軸端側に応力が集中</p> <p>相対速度: $V = v_2 - v_1$ (直径の差による) 相対速度(V)について 車軸に働く荷重と面圧分布のイメージ</p>	<p>○ 高速域での耐久走行に伴う上下方向の振動により、オイルシールの芯金に疲労き裂が発生・進展し、欠損に至ったと考えられる。</p>  <p>オイルシール オイルシール欠損部</p> <p>注) オイルシールとは、スラスト軸受(ベアリング)内の潤滑油の流出を防止する部品</p>
<p>主な対策案</p>	<p>○ すべり軸受の曲面加工等による面圧の低減、車軸とすべり軸受の隙間の縮小による擦れの影響の低減 など</p>  <p>すべり軸受 車軸</p> <p>車軸とすべり軸受の隙間を縮小し、擦れの影響を低減</p> <p>接触面の断面を曲線形状に加工すること等により最大面圧を低減</p>	<p>○ オイルシールの材質・構造の見直しによる疲労強度向上 など</p>  <p>接合方法の見直し 芯金の材質変更、形状変更による疲労強度向上</p> <p>ベアリング オイルシール 芯金 被覆ゴム</p>
<p>今後の進め方 (対策案の検証)</p>	<p>○ すべり軸受の曲面加工など面圧低減策等を講じた台車で台車回転試験を行い、改良効果を確認する。</p>	<p>○ 改良部品を用いた加振試験等を行い、改良方針を明確化する。</p>
<p>当面のスケジュール</p>	<p>○ 検証試験の結果等を踏まえて、本年秋頃を目途に軌間可変技術評価委員会を開催。</p> <p>○ 今後の検討が順調に進んだ場合、耐久走行試験の再開は平成28年度後半予定。</p>	
<p>その他</p>	<p>○ 今回の不具合を踏まえて、営業車としての使用を念頭に置いたメンテナンスの検討を行う(軌間可変技術評価委員会での指摘事項)。</p>	