

車輪フランジ潤滑と踏面増粘着の 機能を統合した踏面調整子

材料技術研究部 摩擦材料研究室長

半田 和行

本日の発表

- | | |
|-----------|----------------|
| 1. 【背景】 | 車輪フランジの摩擦・摩耗 |
| 2. 【着想】 | 位置調整の問題と解決策 |
| 3. 【基本構想】 | フランジ摩耗を低減する摩擦材 |
| 4. 【材質】 | 固体潤滑材の開発 |
| 5. 【強度検証】 | 接合部の検証 |
| 6. 【寸法形状】 | 使用条件をふまえた形状設計 |
| 7. 【耐久試験】 | 現車での耐久性能 |
| 8. 【性能確認】 | 現車での摩耗低減性能 |
| 9. まとめ | |

背景 車輪フランジ部の摩耗

○ フランジ潤滑の必要性

- ・ フランジ摩耗低減 ⇒ 車輪寿命延伸
- ・ フランジ摩擦低減 ⇒ フランジ音低減



フランジ部が摩耗した踏面形状の例

○ 現在のフランジ潤滑手法

- ・ 通勤車・地下鉄 : 車上/地上レール塗油器
- ・ 気動車・機関車 : フランジ塗油器
- ・ 特急車・新幹線 : **不適用**
- ・ 海外 : スティック型潤滑材



車上フランジ塗油器の例

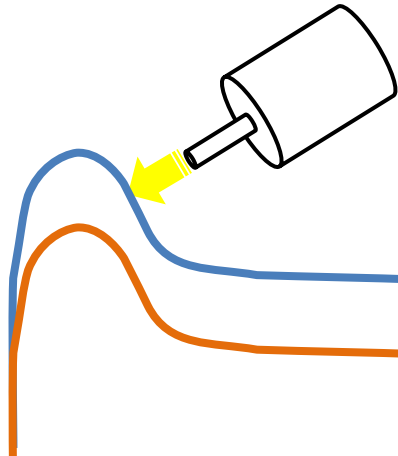
○ 現在の手法の問題点

- ① 空転・滑走の誘発
- ② 消耗品の補充が必要
- ③ 床下機器・レールの汚れ
- ④ 車輪削正時、位置調整が必要

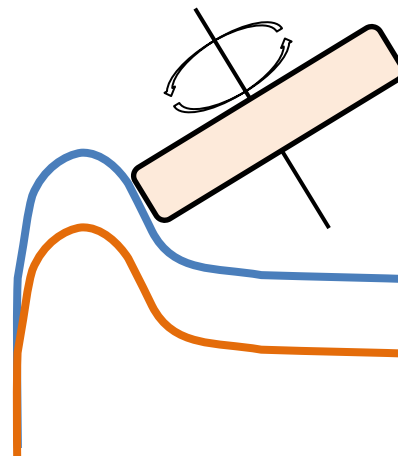


スティック型潤滑材の例

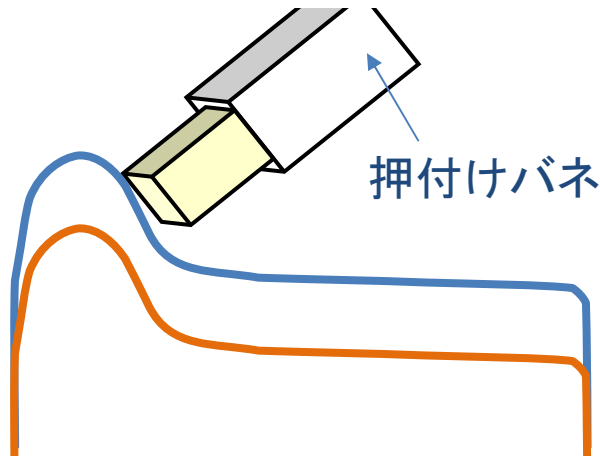
噴射式塗油器



ローラー式塗油器



スティック型潤滑材



車輪削正により車輪径が変化した際の車輪踏面の位置

問題点：車輪削正時、位置調整が必要



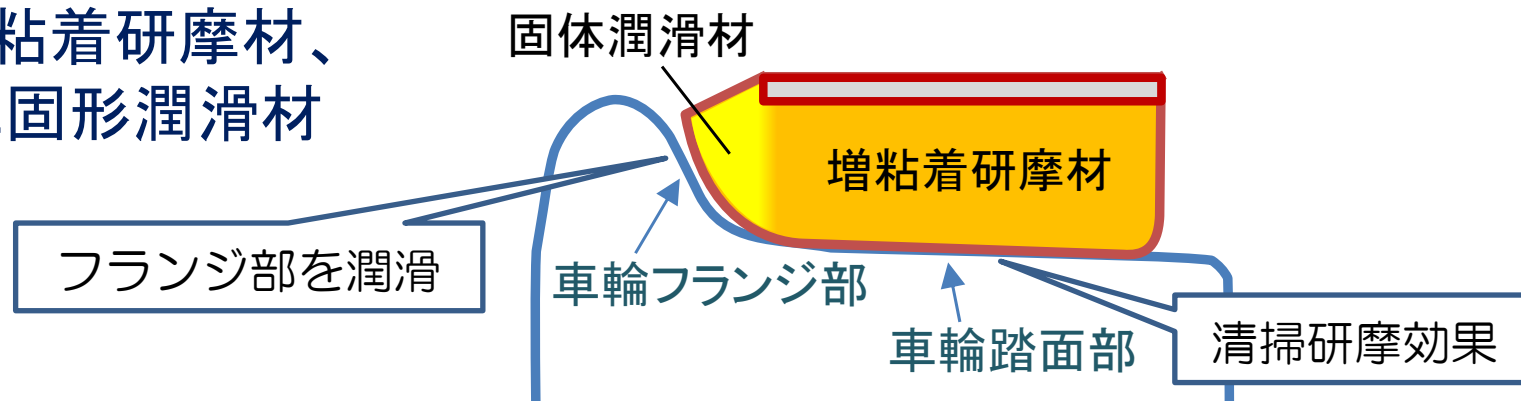
- ・ 垂直方向から、フランジ部を潤滑する。
- ・ 新たな寸法管理を不要とする。



増粘着研磨材と一体化、踏面清掃装置を活用

基本構想 フランジ部の摩耗を低減する摩擦材

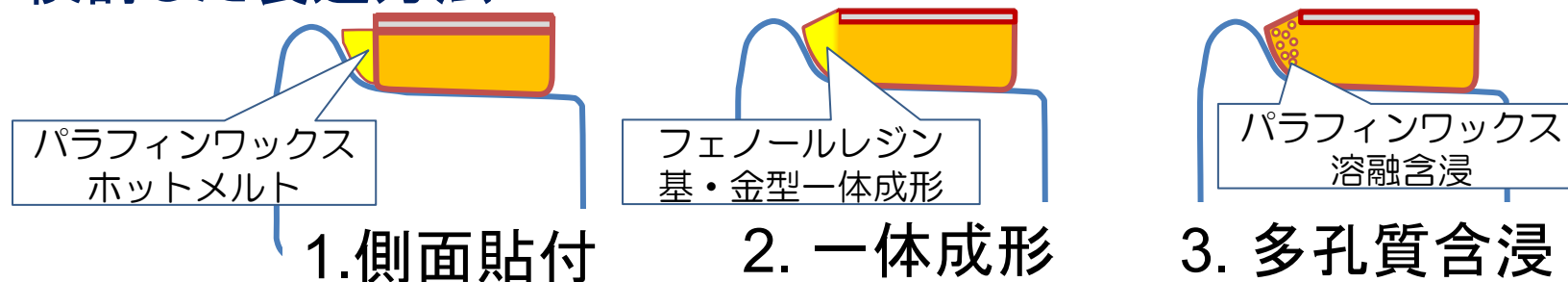
- 踏面部に増粘着研磨材、フランジ部に固形潤滑材を配置



- 塗油など従来手法に対するメリット

- ・ 車輪削正で車輪径が減少した際の位置調整が不要
- ・ 踏面清掃装置に無改造で取付可能
- ・ 新たな寿命管理の必要なし

- 検討した製造方法



材質 固体潤滑材の開発

○ 固体潤滑材の材質設計

■ 一次試作材 MoS₂、黒鉛を使用
油脂(パラフィン)系1材質:P1

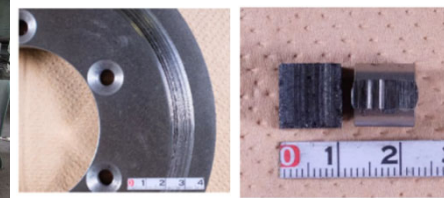
樹脂(フェノール)系6材質:R1~R6

■ 二次試作材 樹脂系(一体成形対応) 2材質:J01.J02

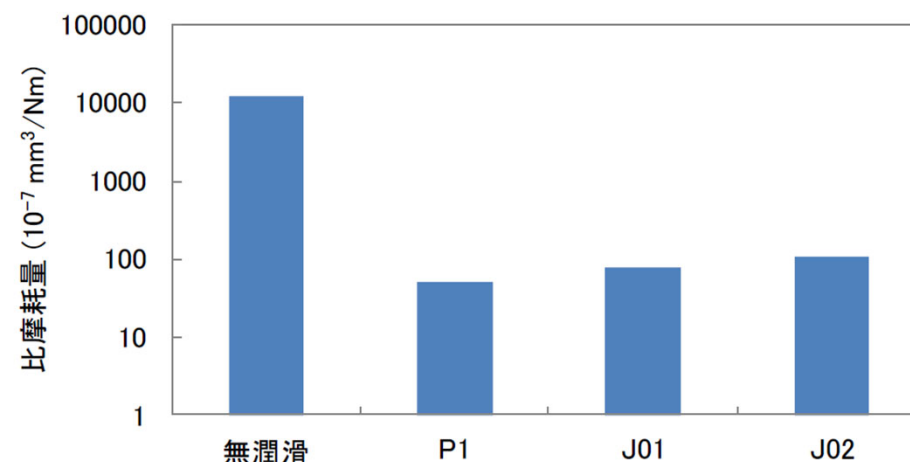
試作材	J01	J02
基材	フェノール	フェノール
主潤滑成分	MoS ₂	MoS ₂
副潤滑成分	黒鉛A	黒鉛A
補強材	無機繊維	炭素繊維

選定材質J01:

主成分	配合成分	比重
フェノール樹脂	MoS ₂ 、黒鉛、金属粉、無機繊維、鉬物 他	2.8



性能評価に使用した試験装置・試験片



各試作材適用時の円筒試験片比摩耗量

強度検証 接合部の検証

○ 繰返し衝撃耐久試験

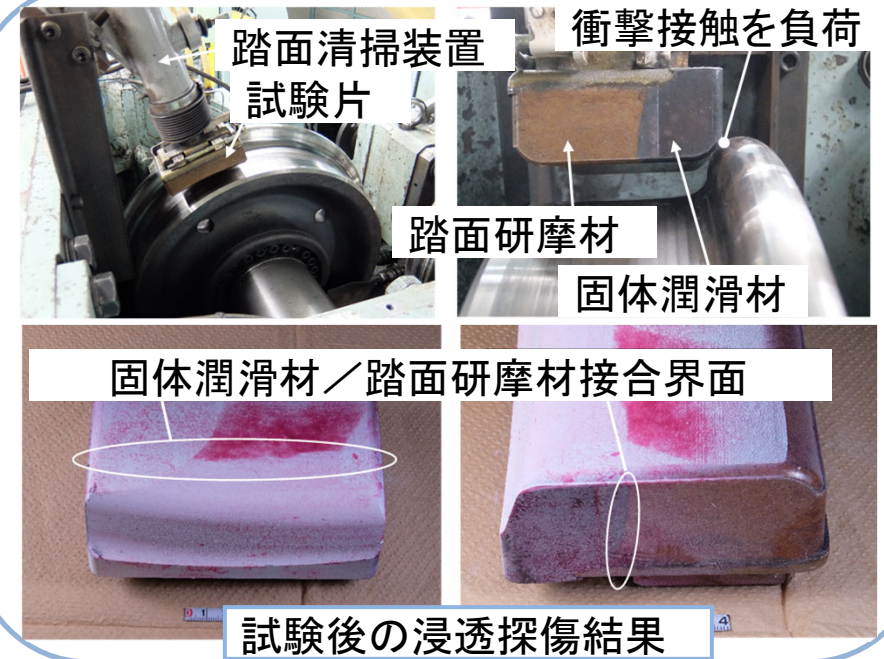
- 130km/hで車輪を回転
- 衝撃接触させ、界面にせん断荷重
- 想定最大動作回数(10^5 回)

➡ 接合界面の異常なし

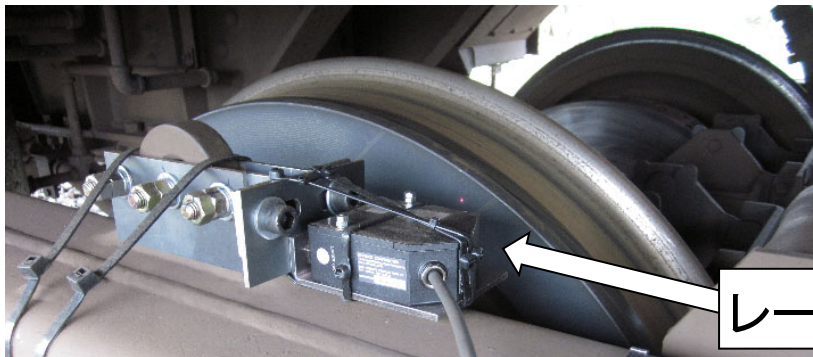
○ シャルピー衝撃試験

旧JRS規定(増粘着研磨子) 2.0 kJ/m^2

➤ 開発品 2.2 kJ/m^2 (研磨材/潤滑材界面): 弱点部でも規定満足



○ 寸法検討のための車輪変位把握



- 振子特急車
- 台車枠に対する輪軸の左右変位
- 曲線・高速通過時

踏面清掃装置
に取付けた時、
干渉しない寸法

○踏面調整子の形状の特徴

既存の踏面研摩子に対しフランジ側に約10mm張り出した全体幅

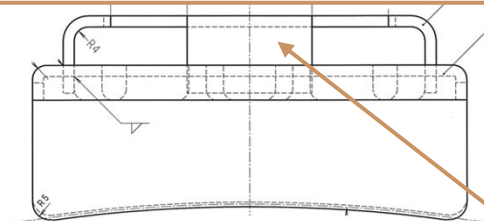
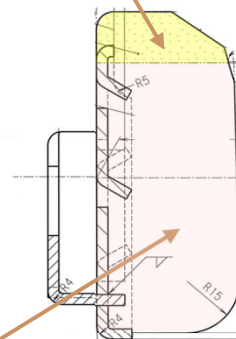
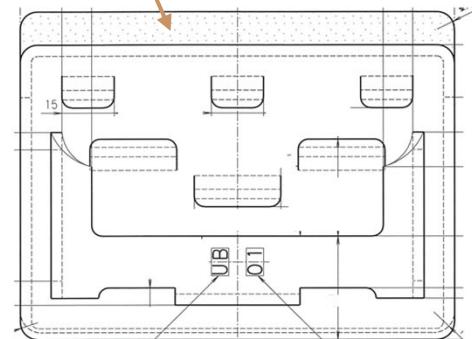
フランジ側端部から約15mmの位置まで固体潤滑材を配置

研摩材部分の材質は現用の踏面研摩子と同一

緩解時に輪軸が左右に変位しても接触しない形状

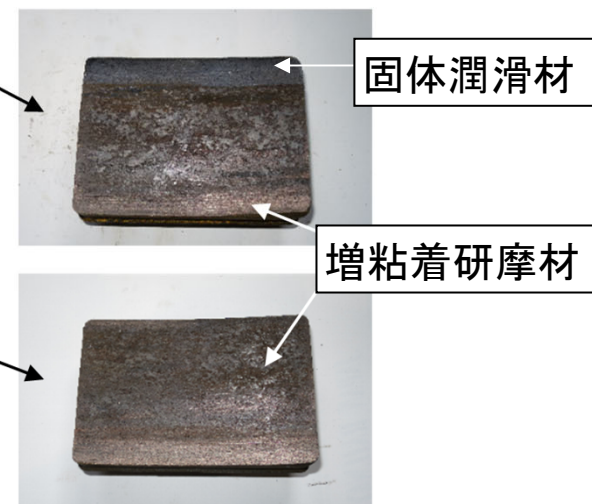
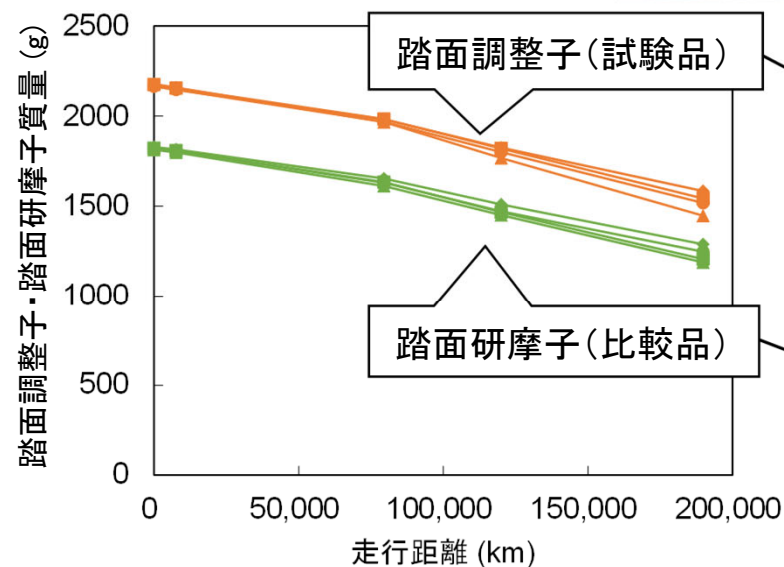
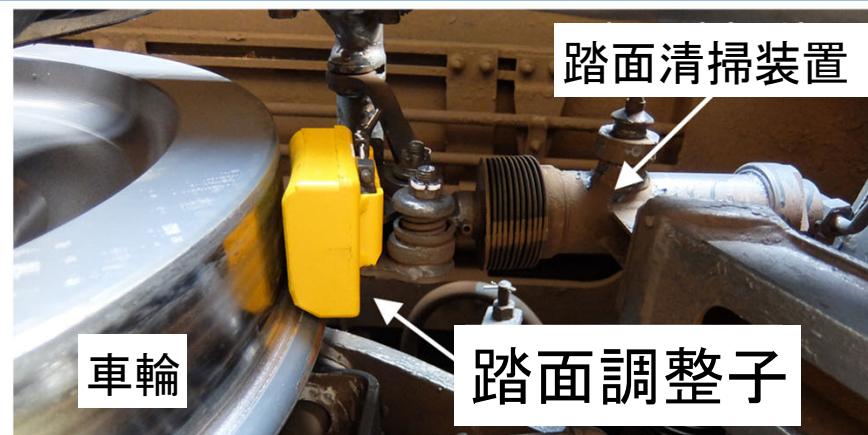
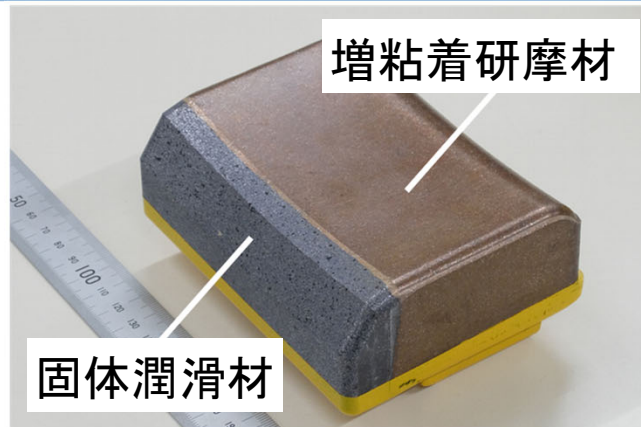
研摩材部分がある程度摩耗した後潤滑材がフランジに接触

裏金・取付部の構造と寸法は現用の踏面研摩子と同一



耐久試験

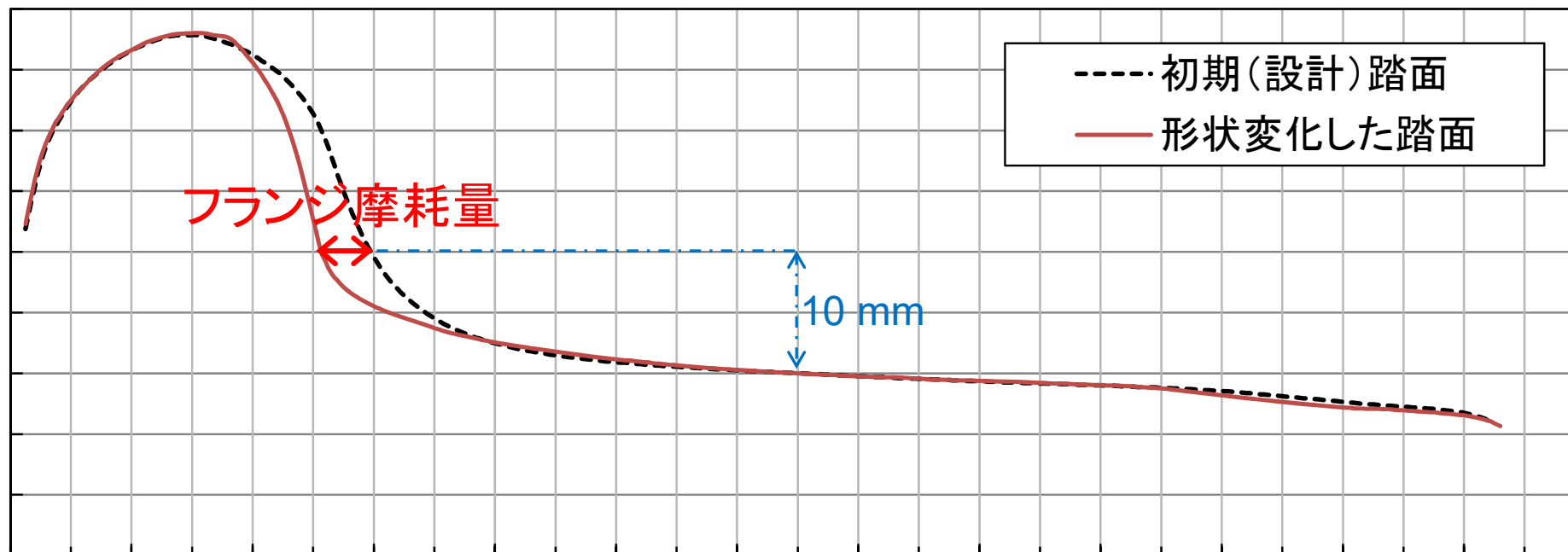
踏面調整子の現車での耐久性能



踏面調整子・踏面研磨子の質量変化と試験後の摩擦面

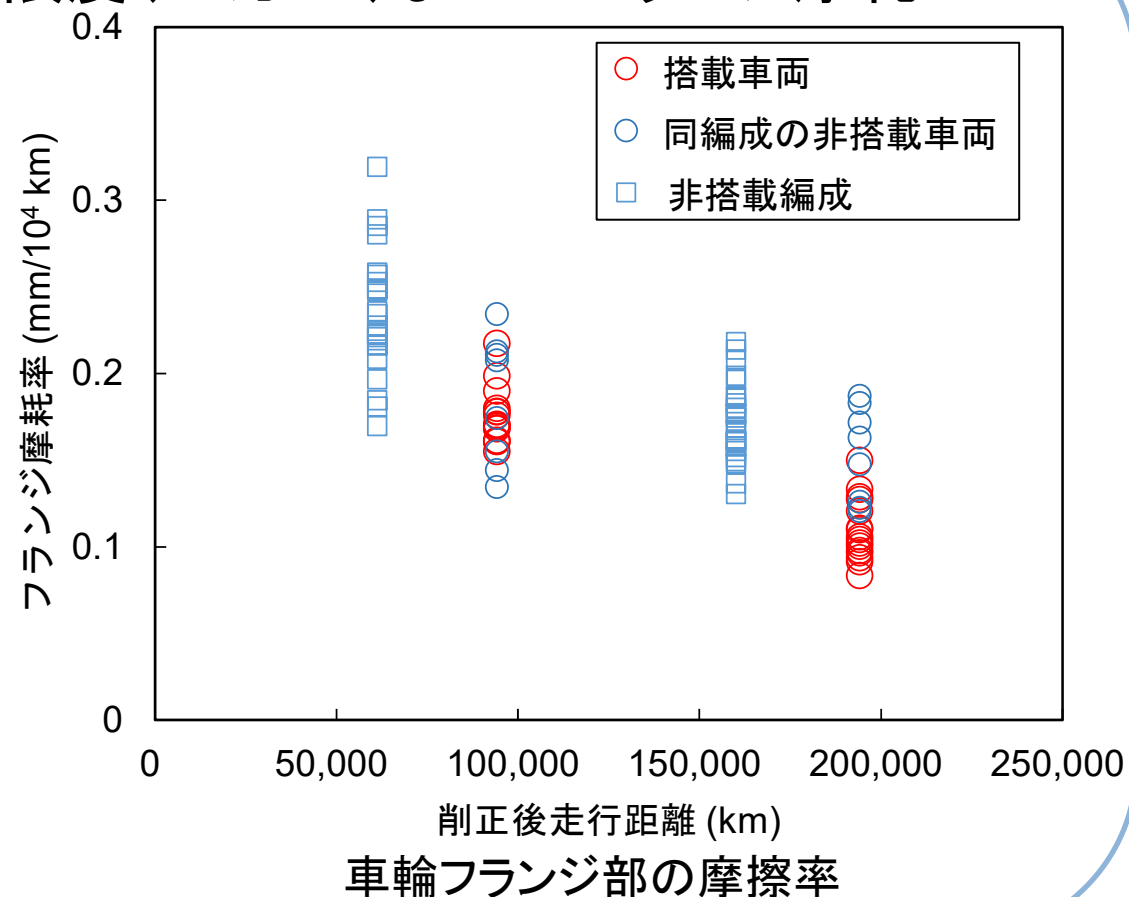
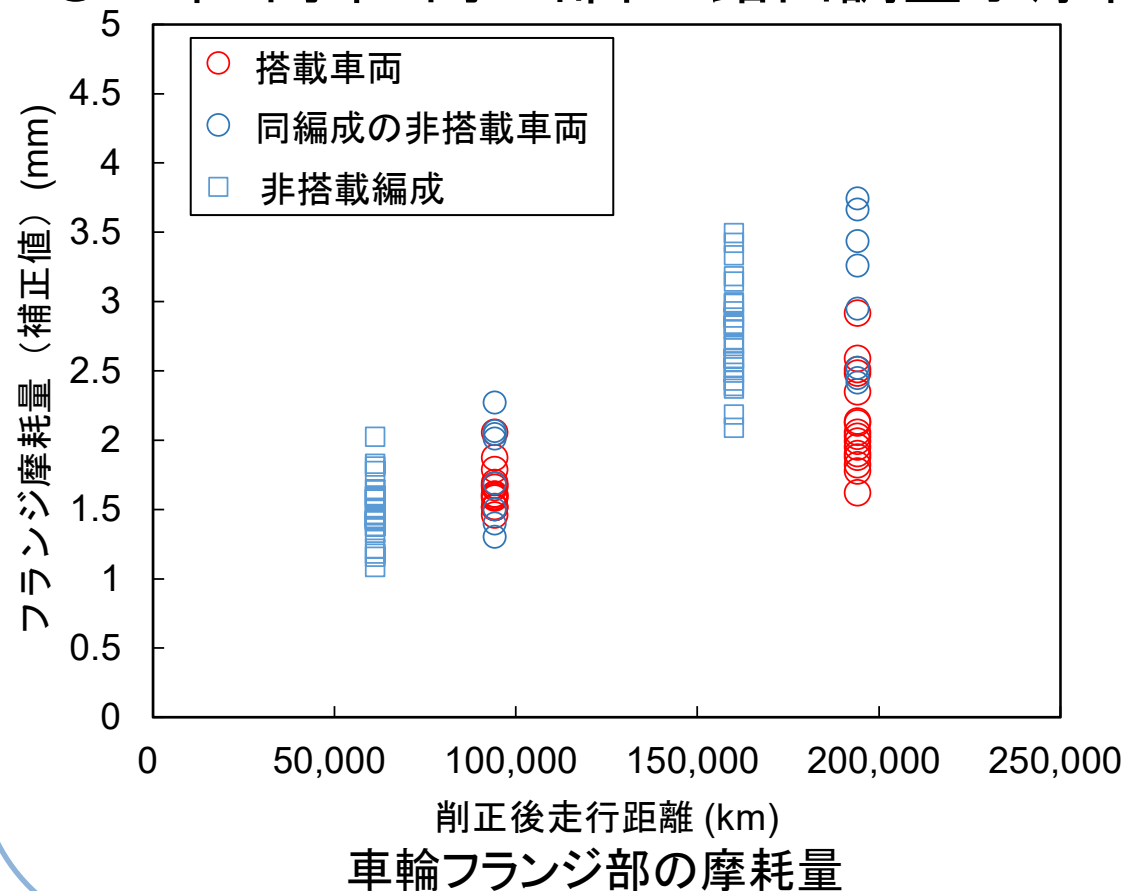
1台車4部位・摩耗限度(6ヶ月19万km)まで搭載: 摩耗量同等

性能確認 [解説] 車輪フランジ寸法の追跡調査について



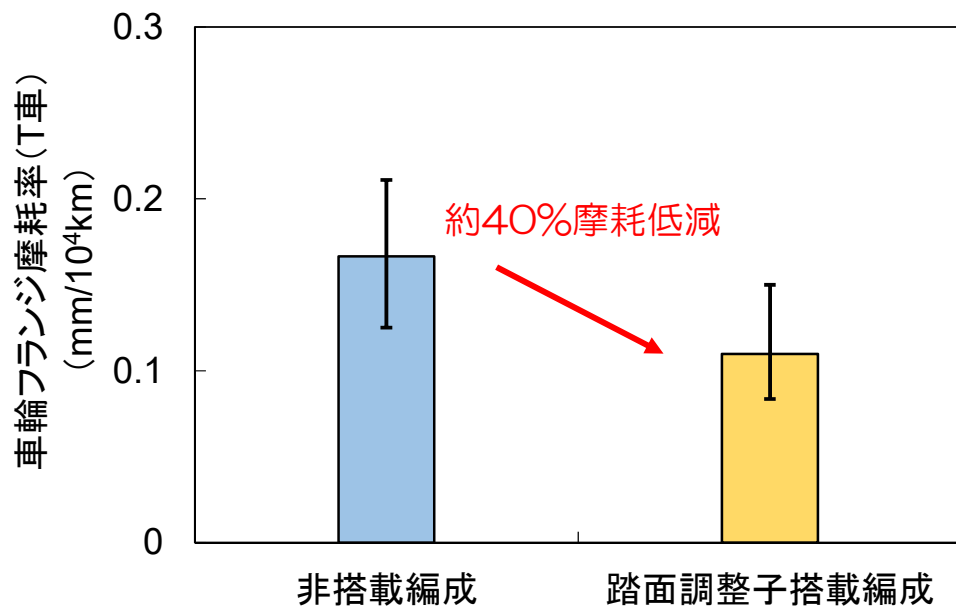
- 車輪削正後走行距離に対するフランジ摩耗量の推移を調査した。
- 走行距離あたりのフランジ摩耗量(フランジ摩耗率)の推移も調査した。

○ T車4両中2両16部位・踏面調整子摩耗限度(19万km)までのフランジ摩耗



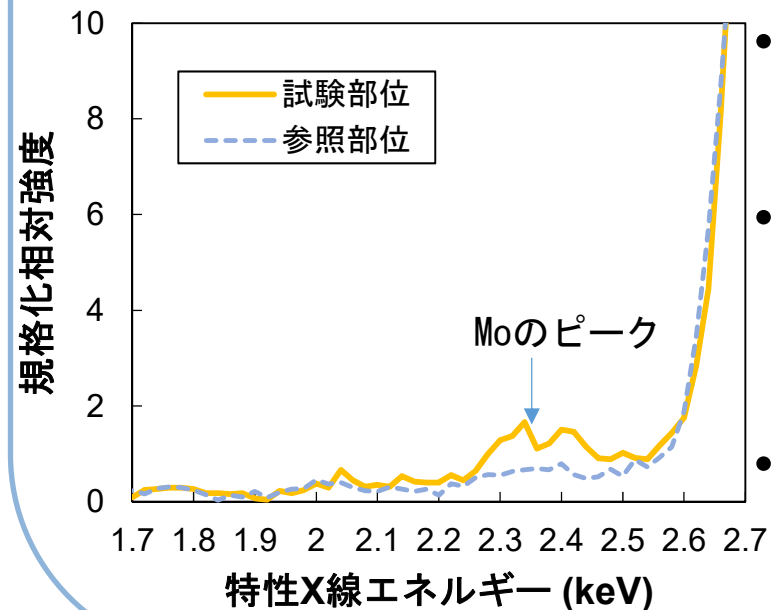
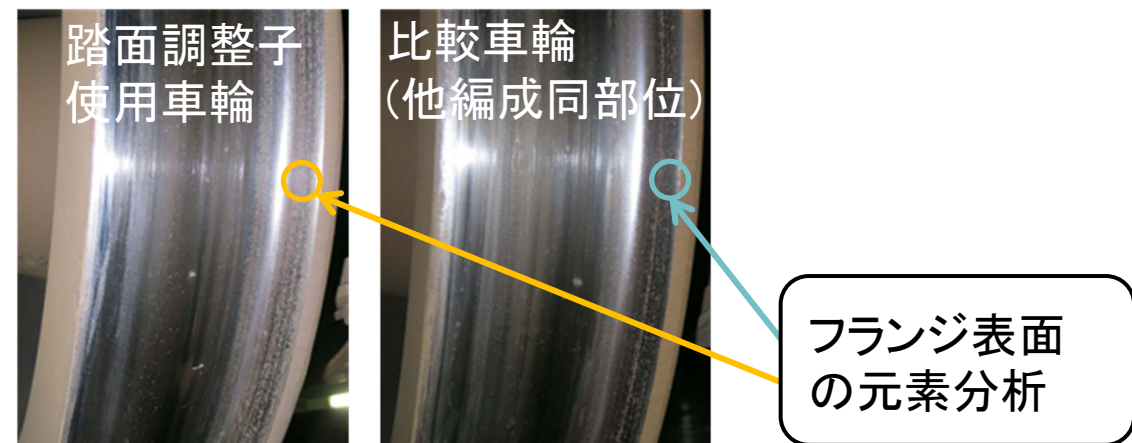
性能確認 フランジ摩耗低減効果・潤滑材の付着状態

○ 車輪フランジ摩耗率の比較



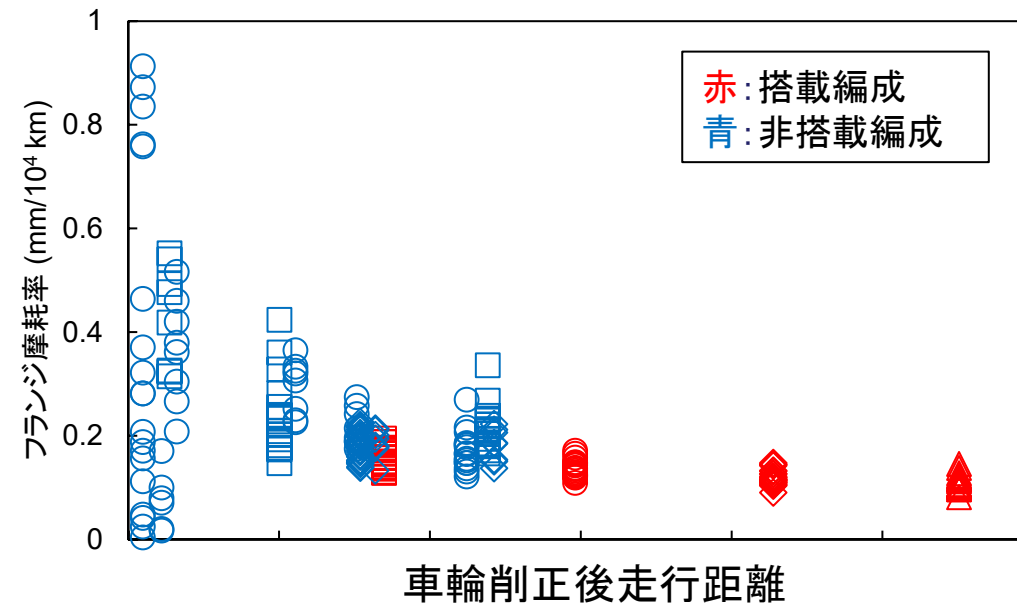
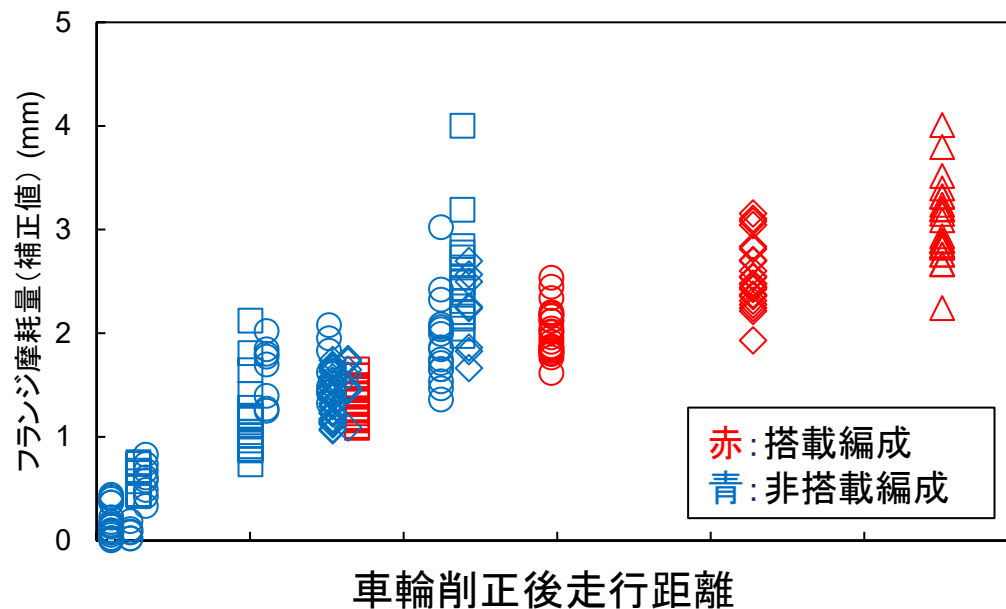
- 19万km走行後のフランジ摩耗率：
踏面調整子搭載編成は、
比較編成に対して約40%低下。

○ フランジ表面の元素分析



- 使用車輪からMoを検出
- 踏面調整子に由来し潤滑材の付着・残留を示すと推定
- 固体潤滑材による摩耗低減を裏付け

○ T車全部位搭載、非搭載編成と比較(フランジ寸法限度＝車輪削正まで)



- 搭載編成のフランジ摩耗率は非搭載の4編成のどれよりも小さかった。
- フランジが寸法限度に達するまでの走行距離(車輪削正距離)について、搭載編成は非搭載編成の約2倍を達成した。

まとめ

- 踏面研磨材と固体潤滑材を一体成形し踏面清掃装置に取付可能な「踏面調整子」を開発した。
- 実車の輪軸変位を考慮した潤滑材形状を設定した。
- 現車試験の結果、踏面調整子自体の摩耗率は通常の踏面研磨子と同等であった。
- 現車試験の結果、踏面調整子搭載編成は非搭載編成と比較して車輪フランジの摩耗率が約40%低下した。
- 現車試験の結果、フランジ摩耗率の低下により、搭載編成では非搭載編成と比較して車輪削正回帰が約2倍に延長した。

成果の活用

- 塗油が適用できない在来線の特急車両、特に過酷な曲線通過によりフランジ摩耗が多い車両の車輪寿命延伸に活用できる。
- 空転対策のため塗油が適用しにくい山間線区車両の車輪寿命延伸とメンテナンス省力化に活用できる。
- フランジ音低減やレール側摩耗低減を意図した活用も原理的に可能であり、ご要請に応じ活用法を探求する。