

摩耗傾向調査の状況について

○ 議論のポイント

- 安全走行の確保にあたっては、車輪やレール部分における摩耗管理が重要であることから、その測定結果と今後の測定周期について意見を伺うもの

① 概要

② 測定結果

- (1) 車輪
- (2) レール

③ まとめ

「LRT試運転中の脱線事故に関する原因の究明及び再発防止策等に係る考察について(最終報告)」

P40より抜粋

- ・ 今回の対策を踏まえると、LRT車両の安全な運行のためには、軌間、軌道におけるバックゲージやレールのフランジウェー間隔および車輪内面間距離などの適正な管理が重要である。
- ・ これらの寸法は、レールや車輪の摩耗で変化するが、特に急曲線部においては、車輪やレールの摩耗が早期に進展する可能性も考えられる。そのため、車輪やレールの形状を開業直後から継続的に確認し、摩耗傾向を調査することが望まれる。さらに、必要に応じて摩耗防止策を検討していくことが望ましい。



軌間、軌道におけるバックゲージやレールのフランジウェー間隔および車輪内面間距離，車輪やレールの形状を測定し，摩耗傾向を把握する。

概要(測定方法について)

測定方法

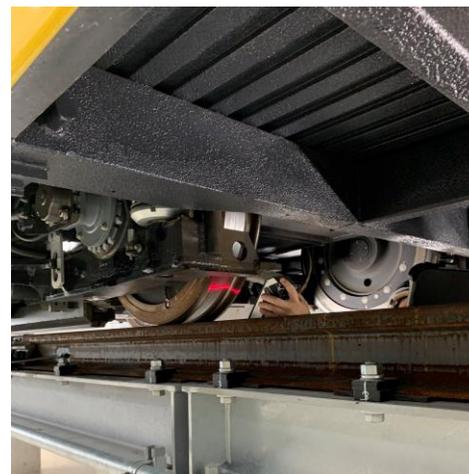
- 一般的に使われている測定器具(車輪のフランジ厚やフランジ高さ, レールの頭面や側面を測定)では, 測定部分以外の形状を管理することが困難であることから, 非接触式断面形状測定機を用いて摩耗傾向を調査。



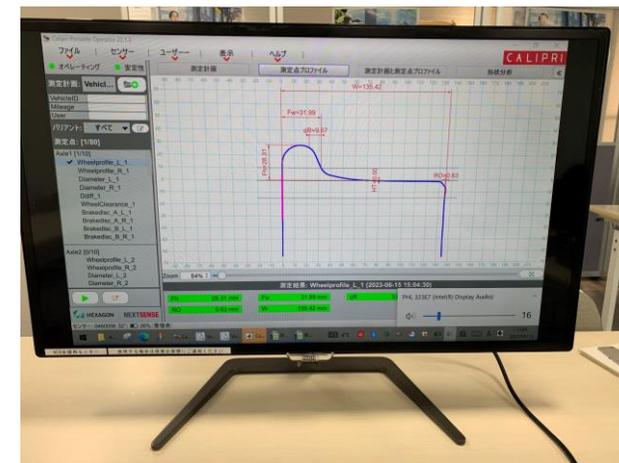
車輪フランジの測定器具
(厚さと高さ)



レールの測定器具
(頭面や側面)



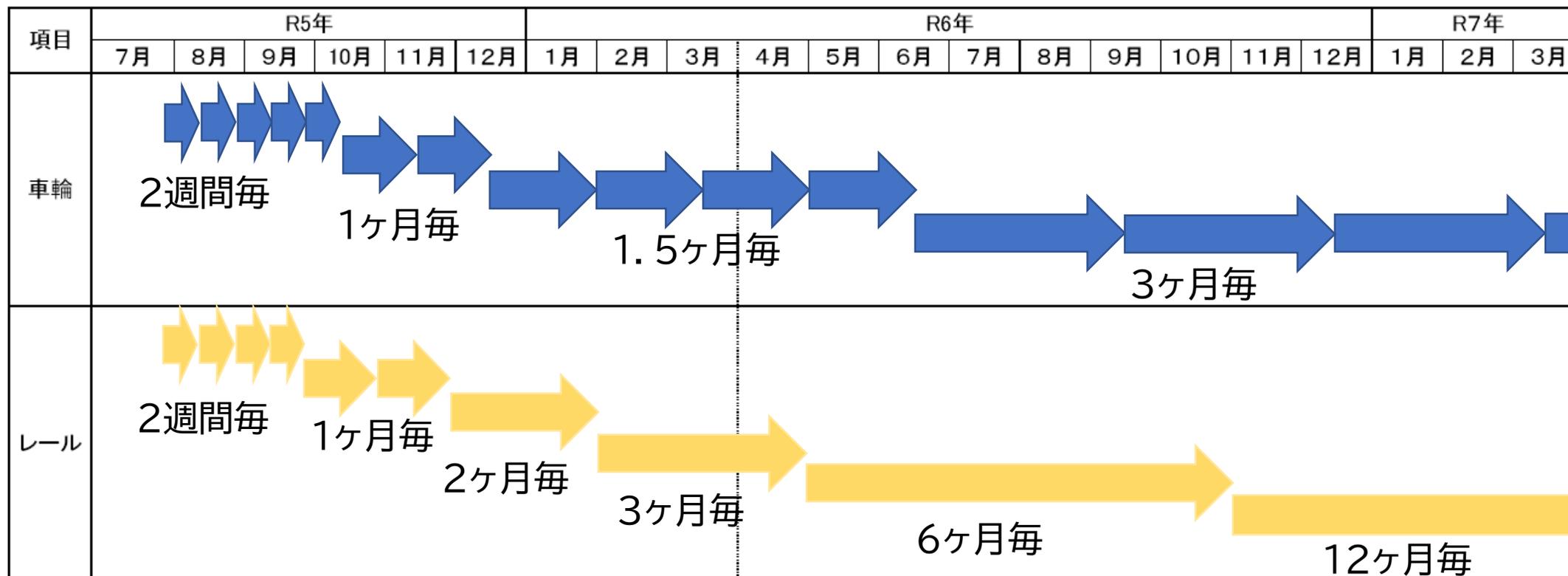
非接触式断面形状測定機



概要(調査開始当初の考え方)

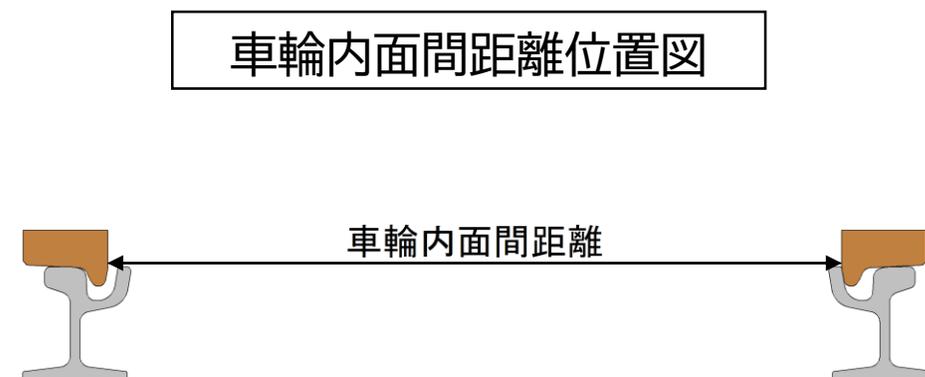
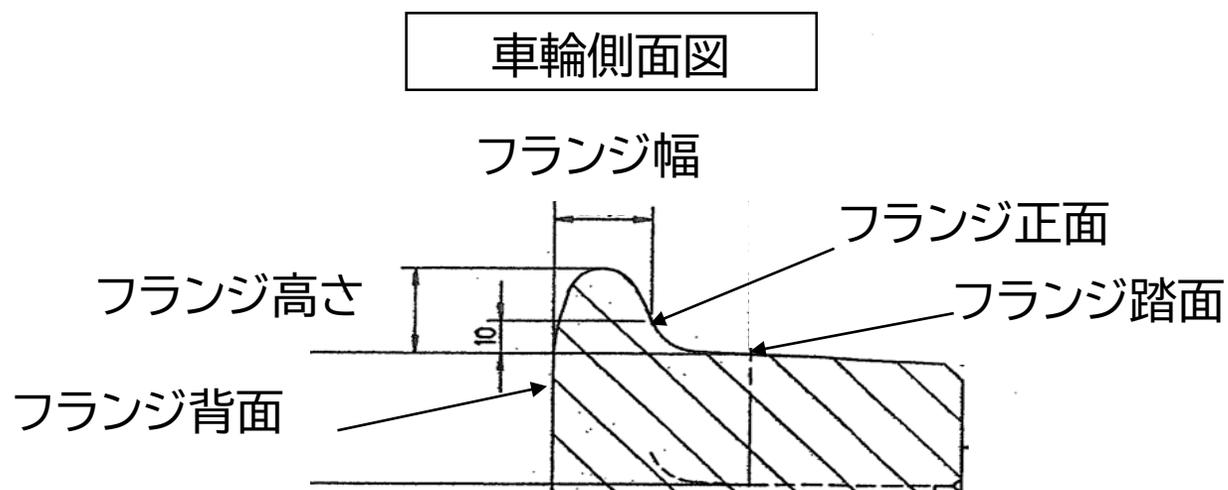
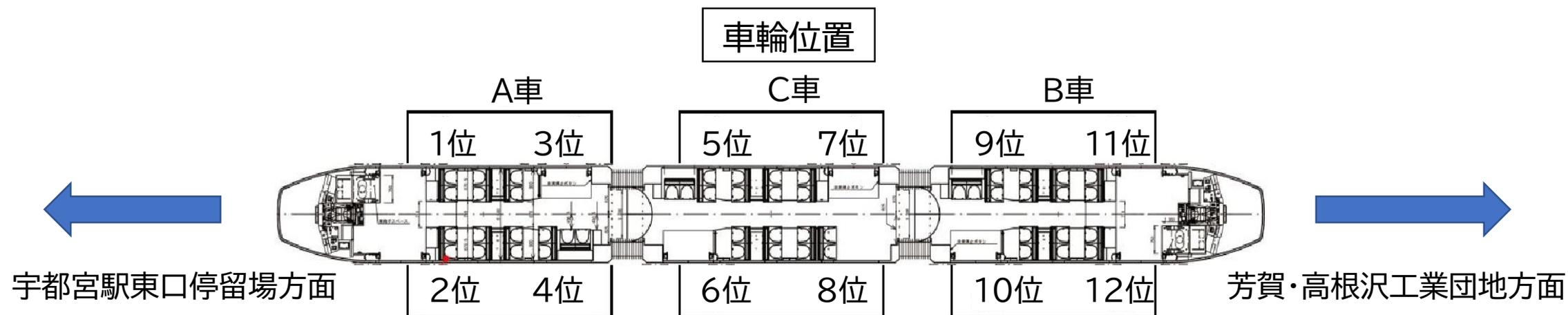
- 車輪やレールの摩耗が早期に進展する可能性があることから、調査頻度については、摩耗傾向を十分に把握出来るよう1年以上かけ、2週間間隔から段階的に通常(本市・芳賀町で定め、国に届け出た車両整備心得、軌道整備心得)の検査周期(車輪は3ヶ月、レールは1年)に移行。

摩耗傾向調査の測定周期



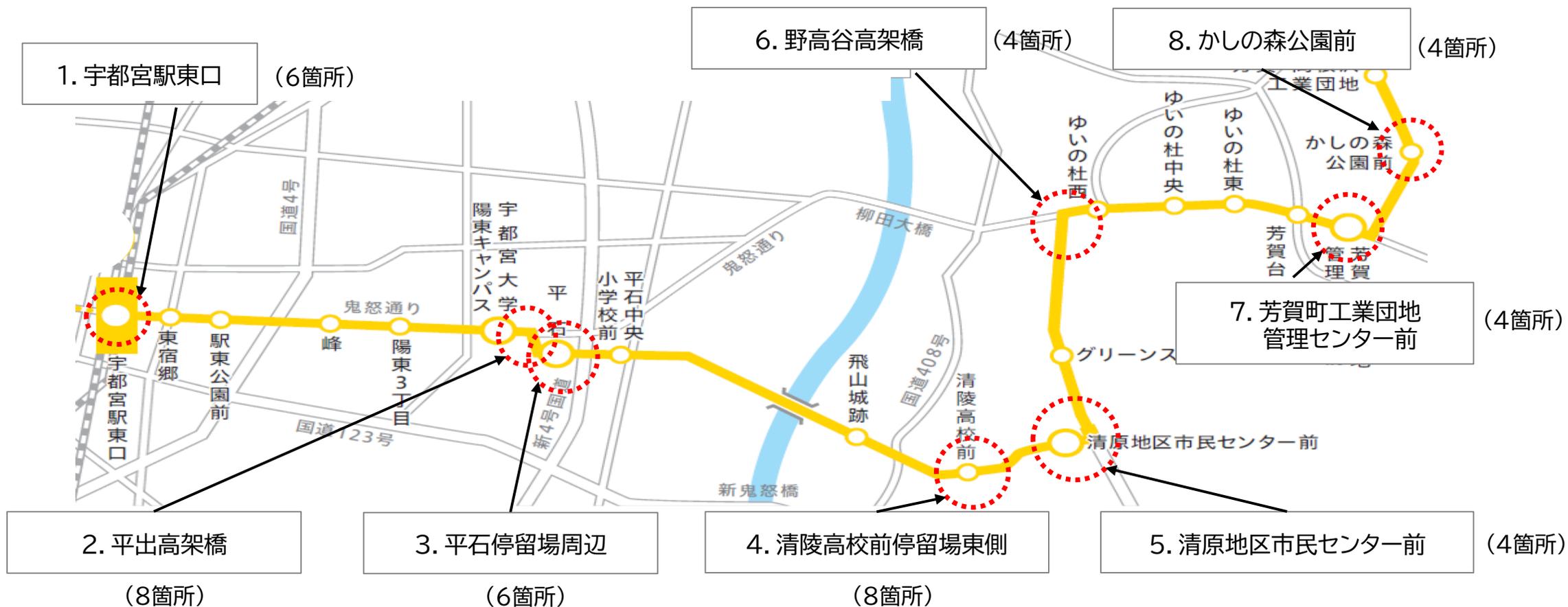
概要(車輪の測定について)

- 形状を測定し、フランジ幅、フランジ高さの摩耗状態を確認する。



概要(レールの測定について)

ルール: 曲線半径200m以下の曲線区間, 8箇所を測定する。

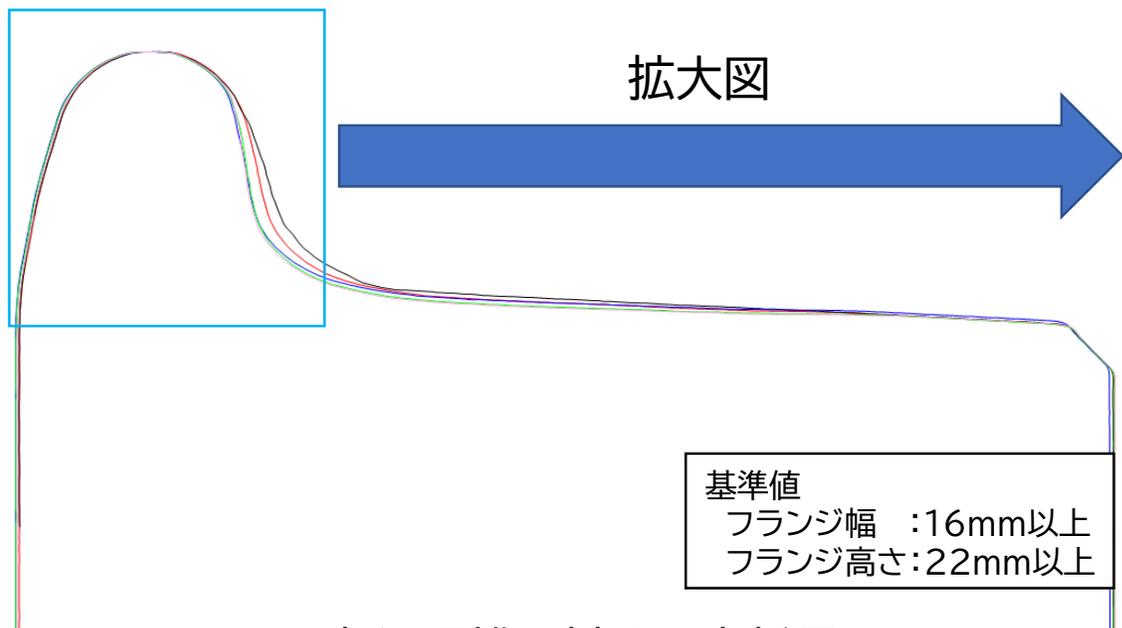


測定結果(車輪フランジの測定結果)

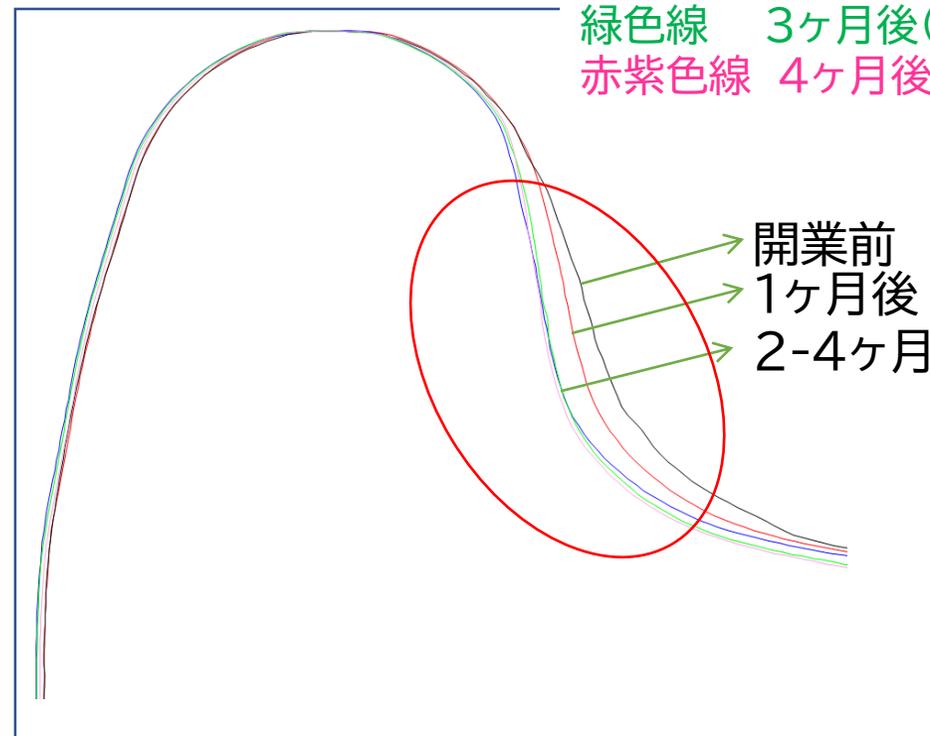
形状測定図面

301号車 1位(A車右側)

黒色線 開業前 (2023/7/26)
 赤色線 1ヶ月後 (2023/10/4)
 青色線 2ヶ月後 (2023/10/30)
 緑色線 3ヶ月後 (2023/11/27)
 赤紫色線 4ヶ月後 (2023/12/22)



基準値
 フランジ幅 : 16mm以上
 フランジ高さ : 22mm以上



走行距離に対する摩耗量

測定時期	開業前	1ヶ月後	2ヶ月後	3ヶ月後	4ヶ月後
測定日	7/26 (初期値)	10/4	10/30	11/27	12/22
走行距離(km)	2,217	11,335	15,006	18,816	22,539
フランジ幅(mm)	27.1	25.8	25.0	25.1	24.8
摩耗量	0.0	1.3	2.1	2.0	2.3
フランジ高さ(mm)	25.8	25.8	26.4	26.8	26.9
摩耗量	0.0	0.0	0.6	0.9	1.1

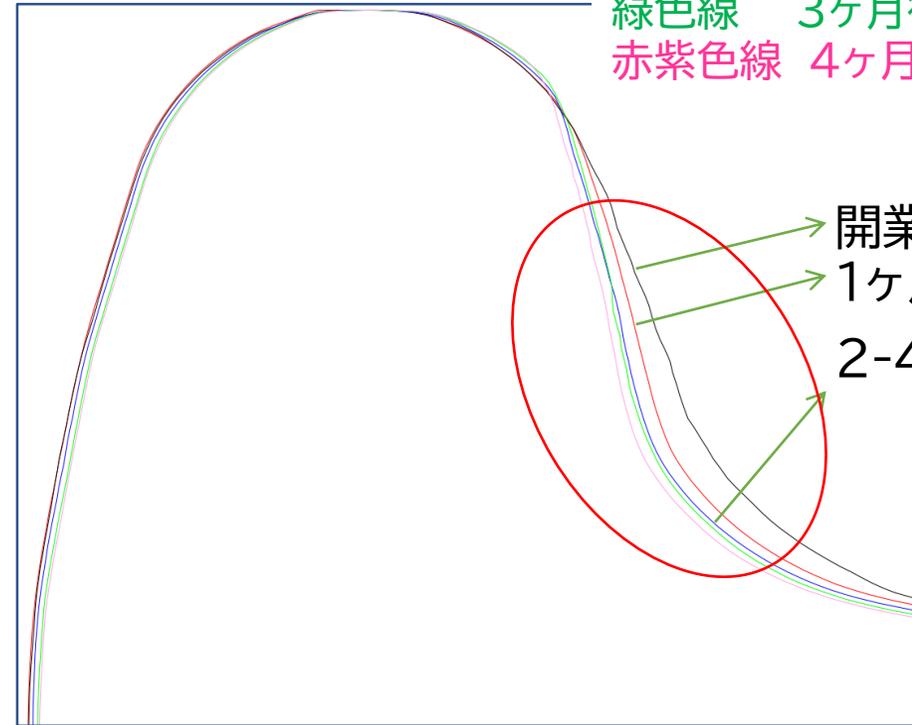
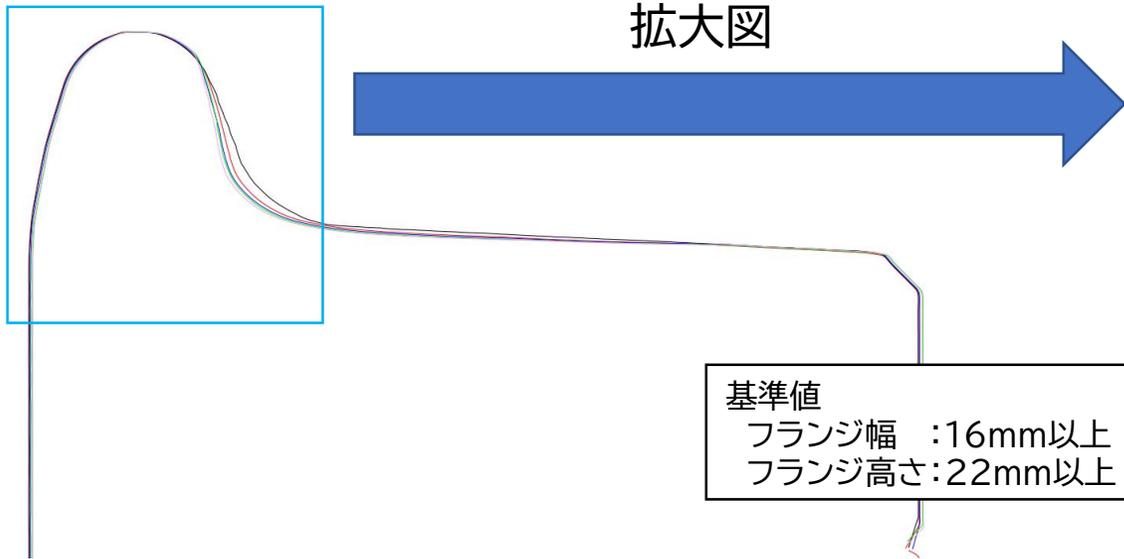
- 幅については、開業後2ヶ月は正面側の摩耗の進展が見られたが、それ以降の摩耗量は少なくなっている。基準に対しては余裕があり適正な状態
- 高さについては、基準値内を維持しており、適正な状態

測定結果(車輪フランジの測定結果)

形状測定図面

301号車 2位(A車左側)

黒色線 開業前 (2023/7/26)
 赤色線 1ヶ月後(2023/10/4)
 青色線 2ヶ月後(2023/10/30)
 緑色線 3ヶ月後(2023/11/27)
 赤紫色線 4ヶ月後(2023/12/22)



走行距離に対する摩耗量

測定時期	開業前	1ヶ月後	2ヶ月後	3ヶ月後	4ヶ月後
測定日	7/26 (初期値)	10/4	10/30	11/27	12/22
走行距離(km)	2,217	11,335	15,006	18,816	22,539
フランジ幅(mm)	27.3	25.9	25.3	24.9	24.4
摩耗量	0.0	1.4	2.1	2.4	2.9
フランジ高さ(mm)	25.9	25.9	26.3	26.7	26.7
摩耗量	0.0	0.1	0.4	0.8	0.8

- 幅については、開業後2ヶ月は正面側の摩耗の進展が見られたが、それ以降の摩耗量は少なくなっている。基準に対しては余裕があり適正な状態
- 高さについては、基準値内を維持しており、適正な状態

測定結果(車輪フランジ幅)

※ 基準値 16mm以上

単位:mm

301号車	開業前(初期値) 2023/7/26	1ヶ月後 2023/10/4		2ヶ月後 2023/10/30		3ヶ月後 2023/11/27		4ヶ月後 2023/12/22	
走行距離 (km)	2,217	11,335		15,006		18,816		22,539	
車輪番号	フランジ幅	フランジ幅	摩耗量	フランジ幅	摩耗量	フランジ幅	摩耗量	フランジ幅	摩耗量
1位	27.1	25.8	1.3	25.0	2.1	25.1	2.0	24.8	2.3
2位	27.3	25.9	1.4	25.3	2.1	24.9	2.4	24.4	2.9
3位	27.2	26.1	1.1	25.5	1.7	25.3	1.9	25.2	2.0
4位	27.4	26.6	0.8	26.1	1.3	25.7	1.7	25.2	2.2
5位	27.2	25.9	1.3	25.3	1.9	25.0	2.1	24.9	2.3
6位	27.3	26.4	0.9	26.0	1.4	25.8	1.6	25.5	1.9
7位	27.6	26.0	1.6	25.4	2.1	25.3	2.3	25.0	2.5
8位	27.3	26.3	1.1	25.8	1.6	25.4	1.9	25.0	2.4
9位	27.2	26.0	1.1	25.5	1.7	25.3	1.9	25.2	1.9
10位	27.2	26.4	0.8	26.0	1.2	25.8	1.4	25.5	1.7
11位	27.2	26.1	1.1	25.7	1.5	25.4	1.8	25.3	1.9
12位	27.3	26.1	1.2	25.5	1.8	25.3	2.0	24.5	2.8

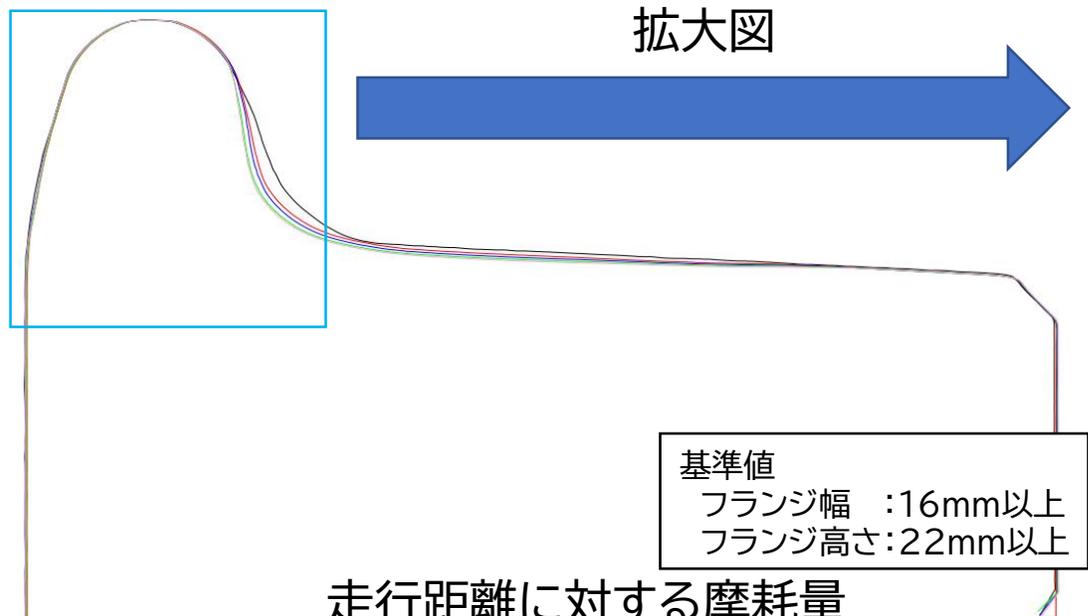
・ 2ヶ月後は2mm前後摩耗している車輪が多いが、4ヶ月後には多くても摩耗量が1mm前後しか進展していない(4ヶ月後は2ヶ月後に比べ走行距離が半分)

測定結果(車輪フランジの測定結果)

形状測定図面

317号車 1位(A車右側)

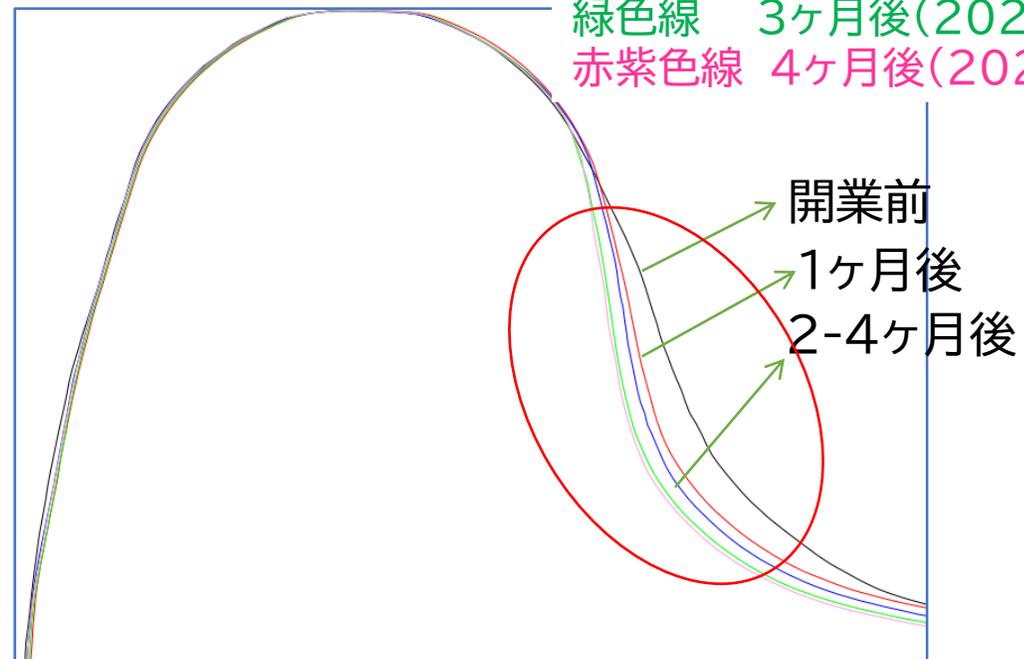
黒色線 開業前 (2023/7/26)
 赤色線 1ヶ月後 (2023/10/4)
 青色線 2ヶ月後 (2023/10/31)
 緑色線 3ヶ月後 (2023/11/28)
 赤紫色線 4ヶ月後 (2023/12/22)



基準値
 フランジ幅 :16mm以上
 フランジ高さ:22mm以上

走行距離に対する摩耗量

測定時期	開業前	1ヶ月後	2ヶ月後	3ヶ月後	4ヶ月後
測定日	7/26 (初期値)	10/4	10/30	11/27	12/22
走行距離(km)	2,746	11,429	15,342	21,646	25,600
フランジ幅(mm)	27.4	25.9	25.7	25.1	25.0
摩耗量	0.0	1.5	1.7	2.3	2.3
フランジ高さ(mm)	25.8	26.3	26.6	26.8	27.0
摩耗量	0.0	0.5	0.8	1.0	1.2



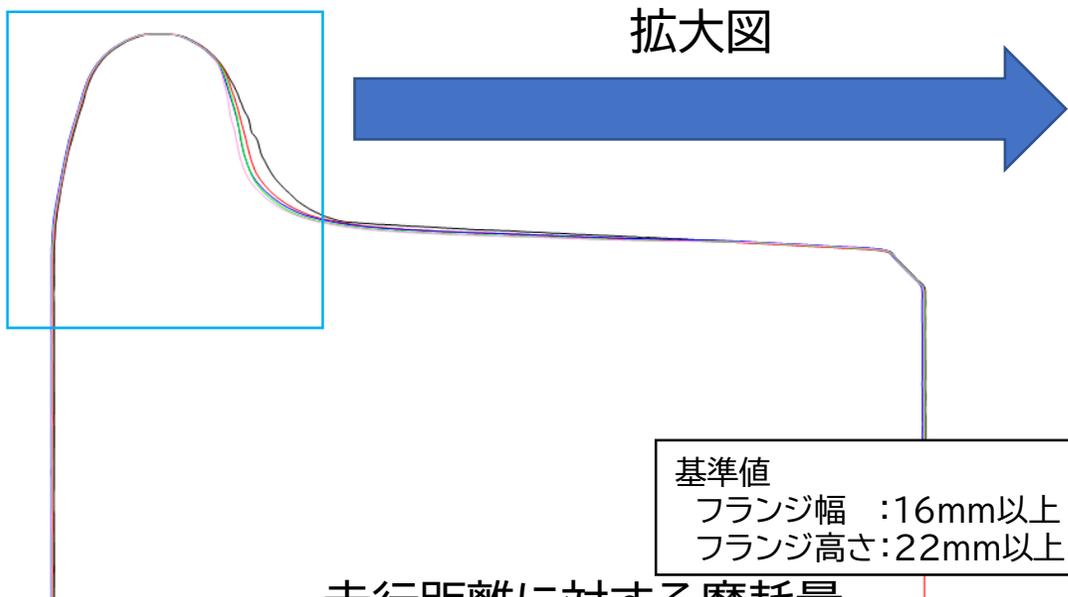
- 幅については、開業後2ヶ月は正面側の摩耗の進展が見られたが、それ以降の摩耗量は少なくなっている。基準に対しては余裕があり適正な状態
- 高さについては、基準値内を維持しており、適正な状態

測定結果(車輪フランジの測定結果)

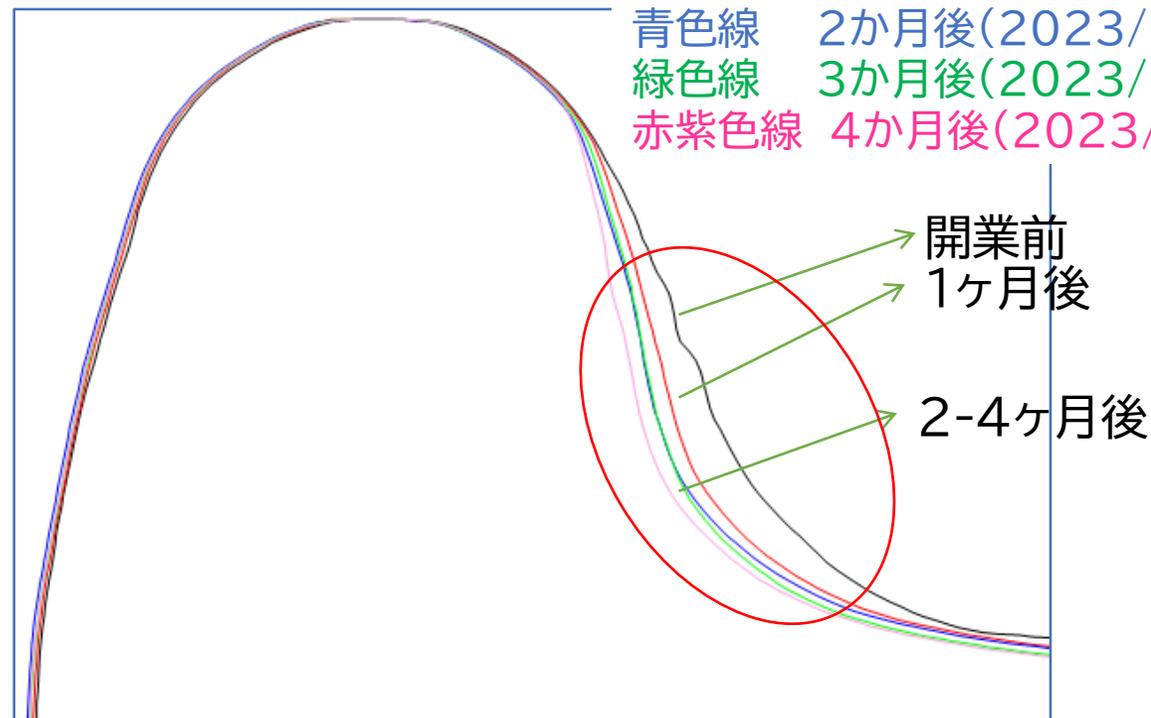
形状測定図面

317号車 2位(A車右側)

黒色線 開業前(2023/7/26)
 赤色線 1か月後(2023/10/4)
 青色線 2か月後(2023/10/31)
 緑色線 3か月後(2023/11/28)
 赤紫色線 4か月後(2023/12/22)



基準値
 フランジ幅 :16mm以上
 フランジ高さ:22mm以上



走行距離に対する摩耗量

測定時期	開業前	1ヶ月後	2ヶ月後	3ヶ月後	4ヶ月後
測定日	7/26 (初期値)	10/4	10/30	11/27	12/22
走行距離(km)	2,746	11,429	15,342	21,646	25,600
フランジ幅(mm)	27.4	26.0	25.6	25.5	24.9
摩耗量	0.0	1.3	1.8	1.8	2.5
フランジ高さ(mm)	25.8	26.3	26.3	26.6	26.7
摩耗量	0.0	0.6	0.6	0.9	0.9

- 幅については、開業後2ヶ月は正面側の摩耗の進展が見られたが、それ以降の摩耗量は少なくなっている。基準に対しては余裕があり適正な状態
- 高さについては、基準値内を維持しており、適正な状態

測定結果(車輪フランジ幅)

※ 基準値 16mm以上

単位:mm

317号車	開業前(初期値) 2023/7/26	1ヶ月後 2023/10/4		2ヶ月後 2023/10/30		3ヶ月後 2023/11/27		4ヶ月後 2023/12/22	
走行距離 (km)	2,746	11,429		15,342		21,646		25,600	
車輪番号	フランジ幅	フランジ幅	摩耗量	フランジ幅	摩耗量	フランジ幅	摩耗量	フランジ幅	摩耗量
1位	27.4	25.9	1.5	25.7	1.7	25.1	2.3	25.0	2.3
2位	27.4	26.0	1.3	25.6	1.8	25.5	1.8	24.9	2.5
3位	27.4	26.0	1.4	25.4	1.9	25.3	2.1	25.2	2.1
4位	27.4	26.5	0.8	26.1	1.2	25.9	1.5	25.5	1.8
5位	27.3	26.1	1.2	25.4	2.0	25.1	2.2	24.8	2.5
6位	27.4	26.3	1.0	26.0	1.4	25.7	1.7	25.5	1.9
7位	27.3	25.8	1.5	25.6	1.8	25.5	1.8	25.1	2.2
8位	27.5	26.5	1.0	26.0	1.5	26.0	1.5	25.5	2.0
9位	27.3	25.8	1.5	25.4	1.9	25.0	2.3	24.8	2.4
10位	27.4	26.5	0.9	26.1	1.3	26.1	1.3	25.7	1.7
11位	27.2	26.1	1.1	25.6	1.6	25.3	1.9	25.1	2.1
12位	27.4	25.9	1.6	25.5	1.9	25.2	2.3	24.9	2.6

1mm前後

- ・ 2ヶ月後は全体的に2mm前後摩耗している車輪が多いが、4ヶ月後には摩耗量が1mm程度しか進展していない(4ヶ月後は2ヶ月後と比べ走行距離は同程度)

車輪内面間距離

基準値 994±2mm

301号車

測定時期	開業前	開業直後	1か月後	2か月後	3か月後	4か月後	摩耗量 (mm)
走行距離(km)	2,217	6,279	8,461	15,006	18,816	22,539	
1-2位	992	993	993	993	993	993	1
3-4位	993	993	993	993	993	993	0
5-6位	993	992	993	993	993	993	0
7-8位	993	993	993	993	993	993	0
9-10位	993	993	993	992	993	993	0
11-12位	993	993	993	993	993	993	0

317号車

測定時期	開業前	開業直後	1か月後	2か月後	3か月後	4か月後	摩耗量 (mm)
走行距離(km)	2,746	7,351	9,924	15,342	21,646	25,600	
1-2位	992	992	992	992	992	992	0
3-4位	993	992	993	993	993	993	0
5-6位	993	993	993	993	993	993	0
7-8位	992	993	992	993	993	993	1
9-10位	992	992	992	993	993	993	1
11-12位	992	992	992	992	993	992	0

・車輪内面間距離は変化はみられず, 基準値内であり適正な状態

測定結果(レール形状の測定箇所)



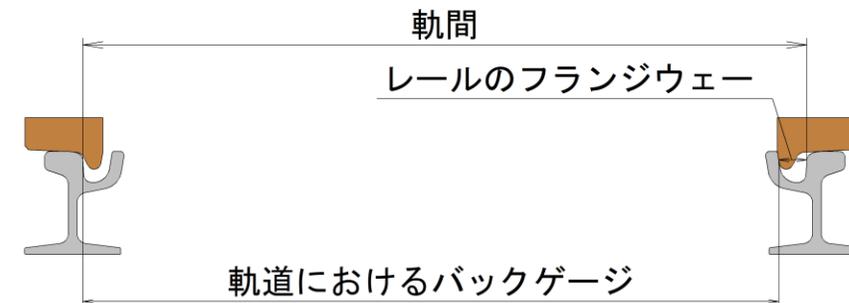
- 測定箇所は横圧が大きい曲線の入り口と曲線の中央部の形状を測定

測定結果(軌道)

軌間の整備目標値:7mm
整備基準値:9mm

単位: mm

区間	測定番号	測点	上下線	軌間			フランジウェー			バックゲージ		
				開業前	R6.1.23	変化量	開業前	R6.1.23	変化量	開業前	R6.1.23	変化量
宇都宮駅東口 (R25)	①	-0k165m	下り	1.061	1.062	1	40.9	42.1	1.2	1,020.1	1,019.9	-0.2
	②	-0k150m		1.061	1.062	1	40.9	42.4	1.5	1,020.1	1,019.6	-0.5
	③	-0k140m		1.061	1.062	1	40.5	41.9	1.4	1,020.5	1,020.1	-0.4
	④	-0k175m	上り	1.062	1.061	-1	40.4	41.1	0.7	1,021.6	1,019.9	-1.7
	⑤	-0k160m		1.061	1.061	0	40.9	41.5	0.6	1,020.1	1,019.5	-0.6
	⑥	-0k145m		1.061	1.061	0	40.8	41.3	0.5	1,020.2	1,019.7	-0.5
平出高架橋 (R100)	①	3k110m	下り	1.063	1.062	-1	39.9	40.2	0.4	1,023.1	1,021.8	-1.3
	②	3k155m		1.063	1.062	-1	40.4	40.5	0.1	1,022.6	1,021.5	-1.1
	③	3k305m		1.063	1.062	-1	39.5	40.2	0.7	1,023.5	1,021.8	-1.7
	④	3k345m	上り	1.063	1.063	0	42.0	42.7	0.6	1,021.0	1,020.3	-0.7
	⑤	3k150m		1.062	1.061	-1	40.2	39.8	-0.4	1,021.8	1,021.3	-0.5
	⑥	3k190m		1.063	1.061	-2	40.5	40.4	0.0	1,022.6	1,020.6	-2
	⑦	3k340m		1.063	1.062	-1	39.6	40.3	0.7	1,023.4	1,021.7	-1.7
	⑧	3k390m		1.063	1.063	0	40.6	40.6	0.0	1,022.4	1,022.4	0
平石停留場周辺 (R30)	①	-0k070m	下り	1.065	1.063	-2	40.9	40.9	0.0	1,024.1	1,022.1	-2
	②	-0k060m		1.067	1.065	-2	40.8	40.8	0.0	1,026.2	1,024.2	-2
	③	-0k040m		1.067	1.064	-3	41.0	40.9	-0.1	1,026.0	1,023.1	-2.9
	④	-0k090m	上り	1.068	1.066	-2	40.9	40.8	-0.1	1,027.1	1,025.2	-1.9
	⑤	-0k060m		1.067	1.066	-1	40.8	41.0	0.2	1,026.2	1,025.0	-1.2
	⑥	-0k035m		1.068	1.067	-1	40.8	41.0	0.1	1,027.2	1,026.0	-1.2
清陵高校前停留場 東側 (R80)	①	7k335m	下り	1.063	1.063	0	41.4	41.4	0.0	1,021.6	1,021.6	0
	②	7k375m		1.063	1.062	-1	40.2	41.0	0.8	1,022.8	1,021.0	-1.8
	③	7k450m		1.064	1.062	-2	40.7	41.0	0.3	1,023.3	1,021.0	-2.3
	④	7k490m	上り	1.063	1.061	-2	40.6	40.6	0.0	1,022.4	1,020.4	-2
	⑤	7k375m		1.062	1.062	0	40.6	40.8	0.1	1,021.4	1,021.2	-0.2
	⑥	7k405m		1.062	1.062	0	40.1	40.4	0.3	1,021.9	1,021.6	-0.3
	⑦	7k490m		1.063	1.062	-1	39.6	39.7	0.1	1,023.4	1,022.3	-1.1
	⑧	7k520m		1.061	1.062	1	40.2	40.2	0.1	1,020.8	1,021.8	1
清原地区 市民センター前 (R36)	①	8k010m	下り	1.066	1.065	-1	40.8	40.8	0.0	1,025.2	1,024.2	-1
	②	8k040m		1.066	1.065	-1	40.8	40.9	0.1	1,025.2	1,024.1	-1.1
	③	8k040m	上り	1.066	1.066	0	40.8	40.8	0.0	1,025.2	1,025.2	0
	④	8k055m		1.066	1.065	-1	41.2	41.0	-0.2	1,024.8	1,024.0	-0.8
野高谷高架橋 (R110)	①	10k127m	下り	1.060	1.060	0	40.6	40.5	-0.1	1,019.4	1,019.5	0.1
	②	10k180m		1.060	1.060	0	40.3	40.5	0.2	1,019.7	1,019.5	-0.2
	③	10k183m	上り	1.061	1.061	0	40.7	40.2	-0.5	1,020.3	1,020.8	0.5
	④	10k228m		1.060	1.061	1	40.0	40.0	0.0	1,020.0	1,021.0	1
芳賀町工業団地 管理センター前 (R36)	①	12k680m	下り	1.066	1.067	1	41.0	41.1	0.2	1,025.0	1,025.9	0.9
	②	12k690m		1.067	1.069	2	41.1	41.2	0.1	1,025.9	1,027.8	1.9
	③	12k685m	上り	1.069	1.067	-2	41.0	41.2	0.2	1,028.0	1,025.8	-2.2
	④	12k710m		1.067	1.068	1	40.9	41.2	0.2	1,026.1	1,026.8	0.7
かしの森公園前 (R180)	①	BCC+5.0	下り	1.066	1.066	0	41.1	41.1	0.0	1,024.9	1,024.9	0
	②	13k500m		1.067	1.067	0	41.0	41.0	0.0	1,026.1	1,026.0	-0.1
	③	13k500m	上り	1.067	1.066	-1	41.2	41.1	-0.1	1,025.8	1,024.9	-0.9
	④	ECC-5.0		1.068	1.068	0	41.1	41.2	0.1	1,026.9	1,026.8	-0.1



軌間やフランジウェー, 軌道におけるバックゲージの変化量は小さく, 軌間の整備目標値に対しても余裕があり, 適正な状態

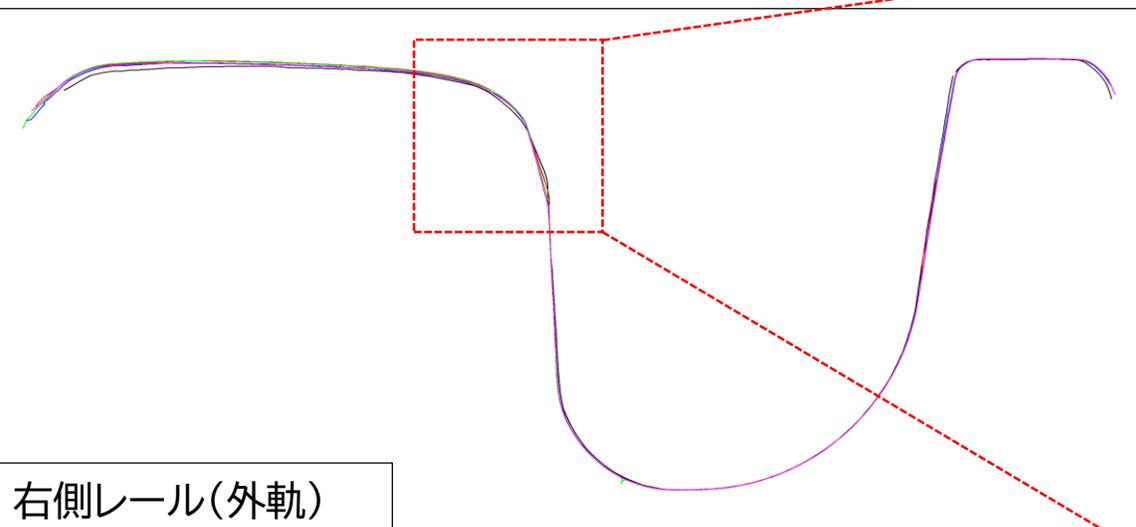
レール形状測定結果(宇都宮駅東口)

代表例:④-0k175m

凡例

- 5ヶ月後 (2024. 1. 23)
- 3ヶ月後 (2023. 11. 28)
- 2ヶ月後 (2023. 11. 1)
- 1ヶ月後 (2023. 9. 29)
- 開業前 (2023. 7. 27)

左側レール(内軌)



右側レール(外軌)

形状変化がみられるが、
軌間測定上は影響の無い範囲

摩耗や形状変化が小さく、
適正な状態

レール形状測定位置(平石停留場周辺)

線路実測平面図(12) S=1:1000

3. 平石停留場周辺

車輪とレールの接触状況



(仮称)平出町停留場
3K528M613

①: -0k070m(下り)

市道6 ②: -0k060m(下り)

③: -0k040m(下り)

④: -0k090m(上り)

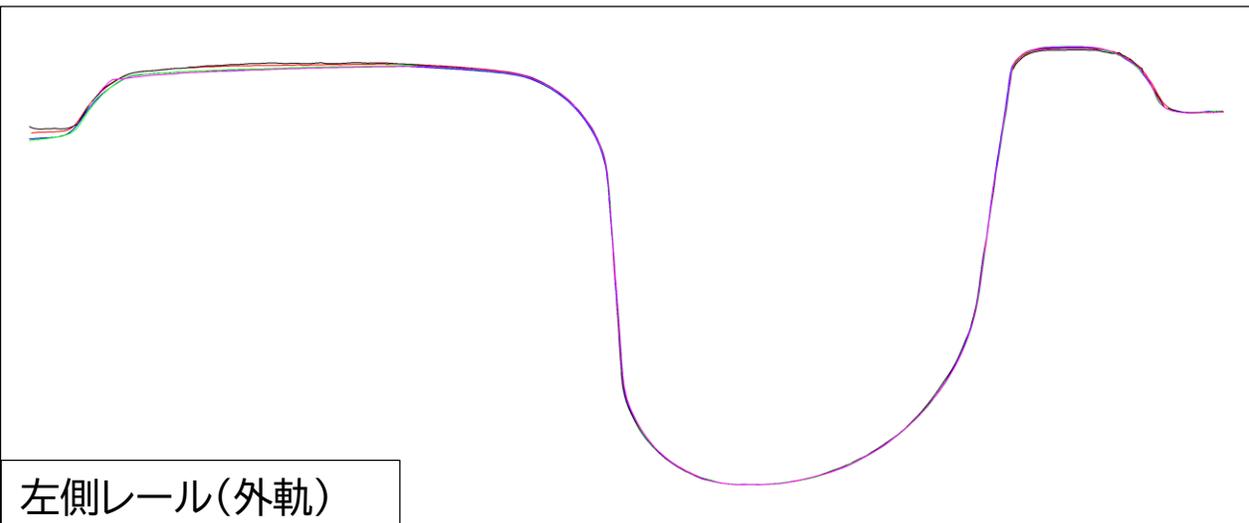
⑤: -0k060m(上り)

⑥: -0k035m(上り)

- 平石停留場周辺についても、曲線の両側が入口となることから、6箇所での測定を実施

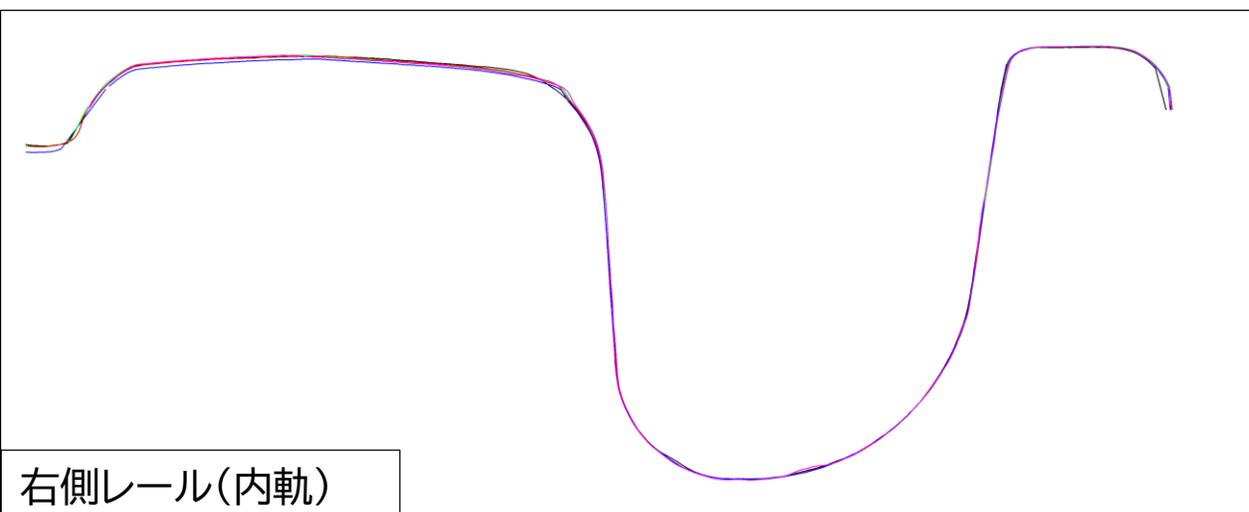
レール形状測定結果(平石停留場周辺)

代表例:④-0k090m



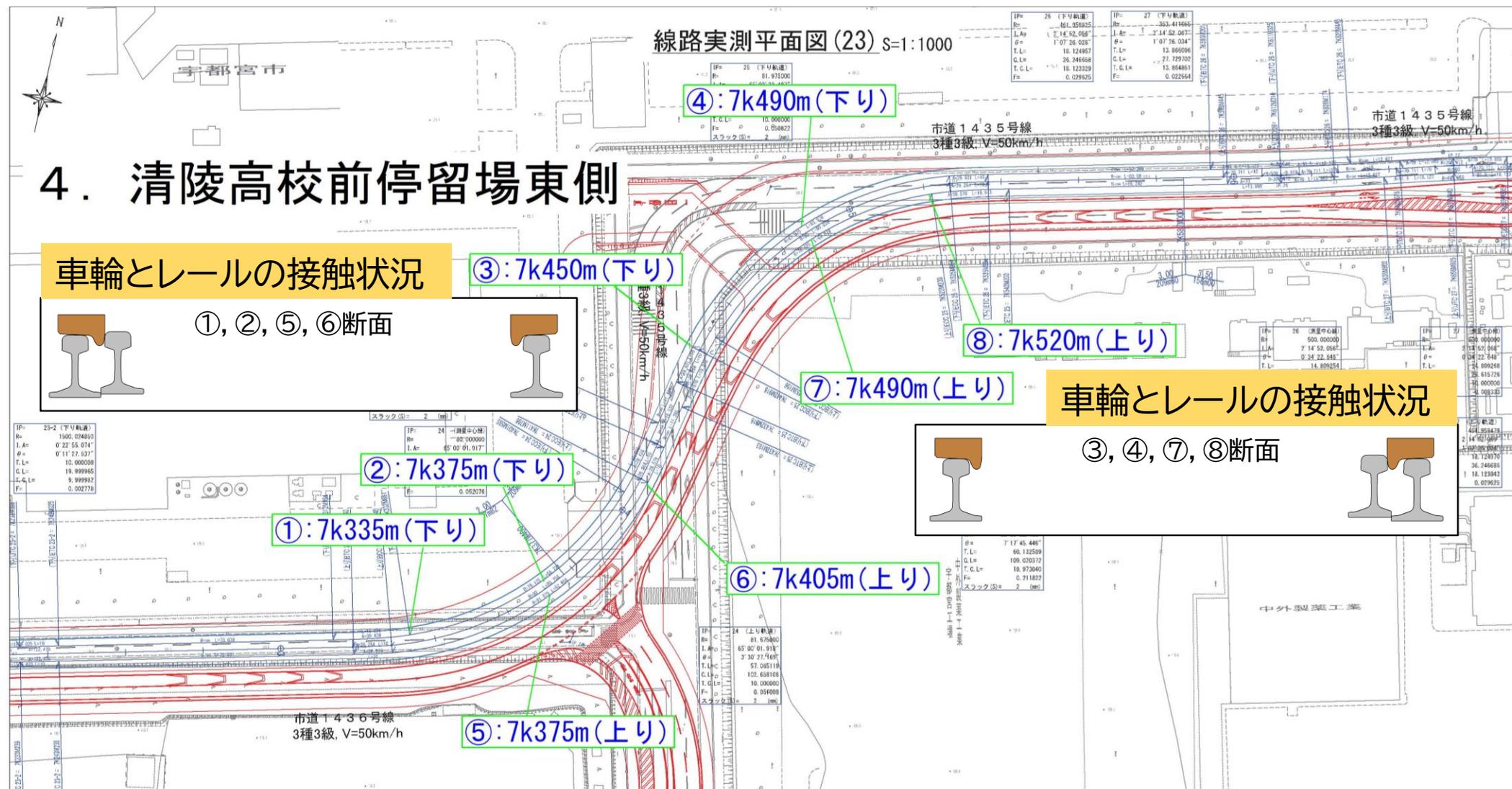
凡例

- 5ヶ月後(2024. 1. 23)
- 3ヶ月後(2023. 11. 28)
- 2ヶ月後(2023. 11. 1)
- 1ヶ月後(2023. 9. 29)
- 開業前(2023. 7. 27)



摩耗や形状変化は無く、
適正な状態

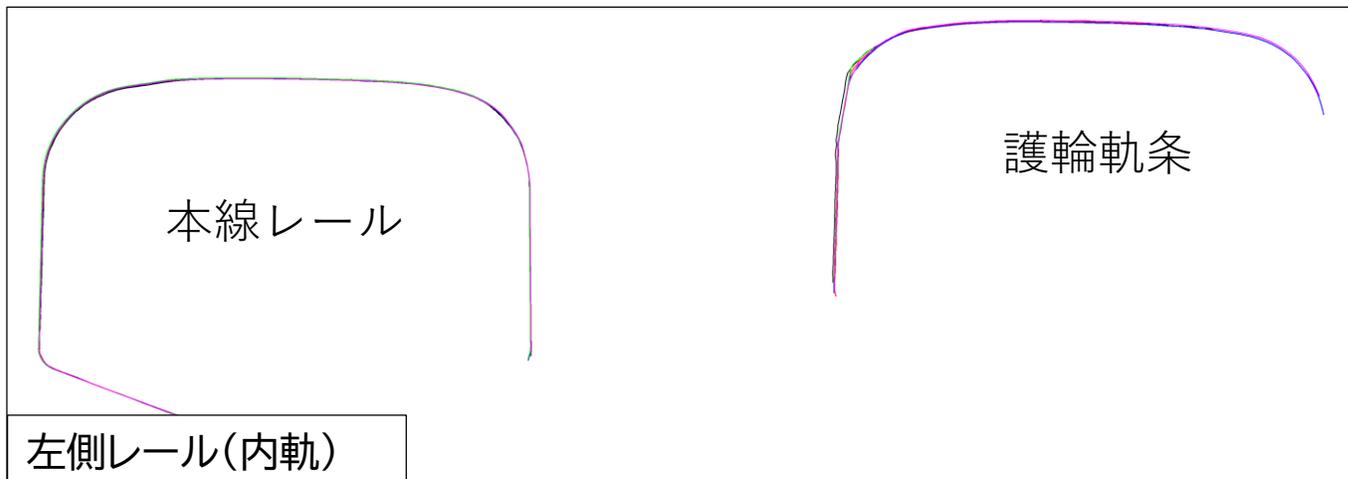
レール形状測定位置(清陵高校前停留場東側)



・ 清陵高校前停留場東側については、各曲線の入り口と中央の8箇所での測定を実施

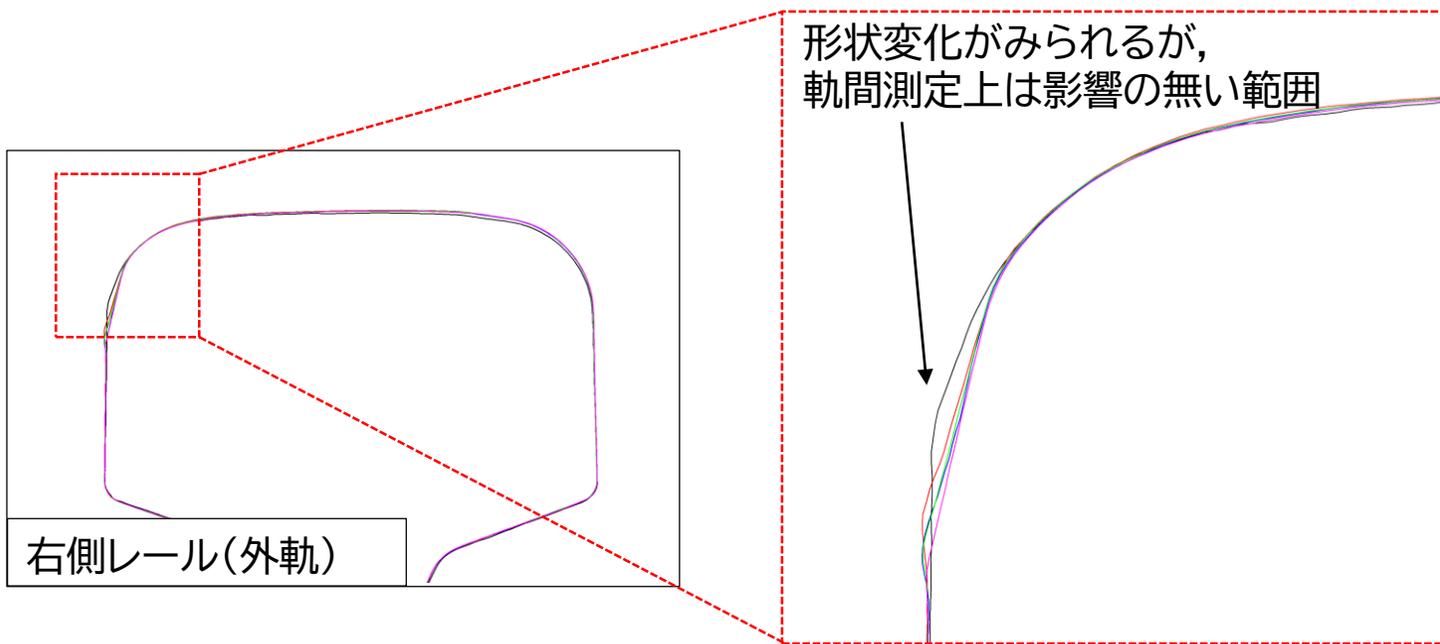
レール形状測定結果(清陵高校前停留場東側)

代表例:⑤7k375m



凡例

- 5ヶ月後 (2024. 1. 23)
- 3ヶ月後 (2023. 11. 28)
- 2ヶ月後 (2023. 11. 1)
- 1ヶ月後 (2023. 9. 29)
- 開業前 (2023. 7. 27)



摩耗や形状変化が小さく、
適正な状態

まとめ(測定結果について)

車輪

- フランジ幅については、開業後2ヶ月は正面側の摩耗の進展が見られたが、それ以降の摩耗量は少なくなっている。基準に対しては余裕があり適正な状態
- フランジ高さについては、基準値内を維持しており、適正な状態
- 車両による個体差は見られない
- 車輪内面間距離についても、基準値内に適正な状態

レール

- 軌間やフランジウェー、軌道におけるバックゲージの変化量は小さく、軌間の整備目標値に対しても余裕があり、適正な状態
- 形状についても、摩耗や形状変化が小さく、適正な状態

まとめ(今後の考え方)

測定周期について以下のように進めていく

- ・ 車輪の測定については、摩耗量の減少が見られるものの、車輪転削までの摩耗傾向を把握するため、引き続き2週間毎に測定を行う。
- ・ レールの測定については、摩耗量が少ないことから、当初計画通り段階的に測定周期を延ばして測定を行う。

