

議員協議会

1

日 時 令和5年6月2日（金）

9：30～

場 所 議員協議会室

【案 件】

LRTの脱線事故を踏まえた再発防止に係る
有識者会議の最終報告と開業日・開業に向けた取組について

L R T 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有識者会議の最終報告書について

1 主な経過

令和4年11月19日 脱線発生

宇都宮駅東口停留場付近において、シーサスクロッシング(分岐器)の入線試験を行っている際、緊急時に使用する走行(逆走)パターンで、芳賀方面から下り線を通り、停留場の2番線に向かう曲線部において脱線が発生

11月22日 有識者による現地調査の実施

12月16日 第1回有識者会議の開催

- ・ 有識者立ち会いのもとPQ測定試験(※)を実施(12月23日~12月26日)

令和5年 2月13日 **第2回有識者会議の開催**

- ・ 中間報告のとりまとめ(2月17日提出)
 - 考察を踏まえた対策工事の実施(カントをなくす工事、軌間を縮める調整)
 - 有識者立ち会いのもとPQ測定試験を実施(4月26日~28日)
 - 全線におけるPQ測定試験の実施(5月10日~12日)

5月29日 第3回有識者会議の開催

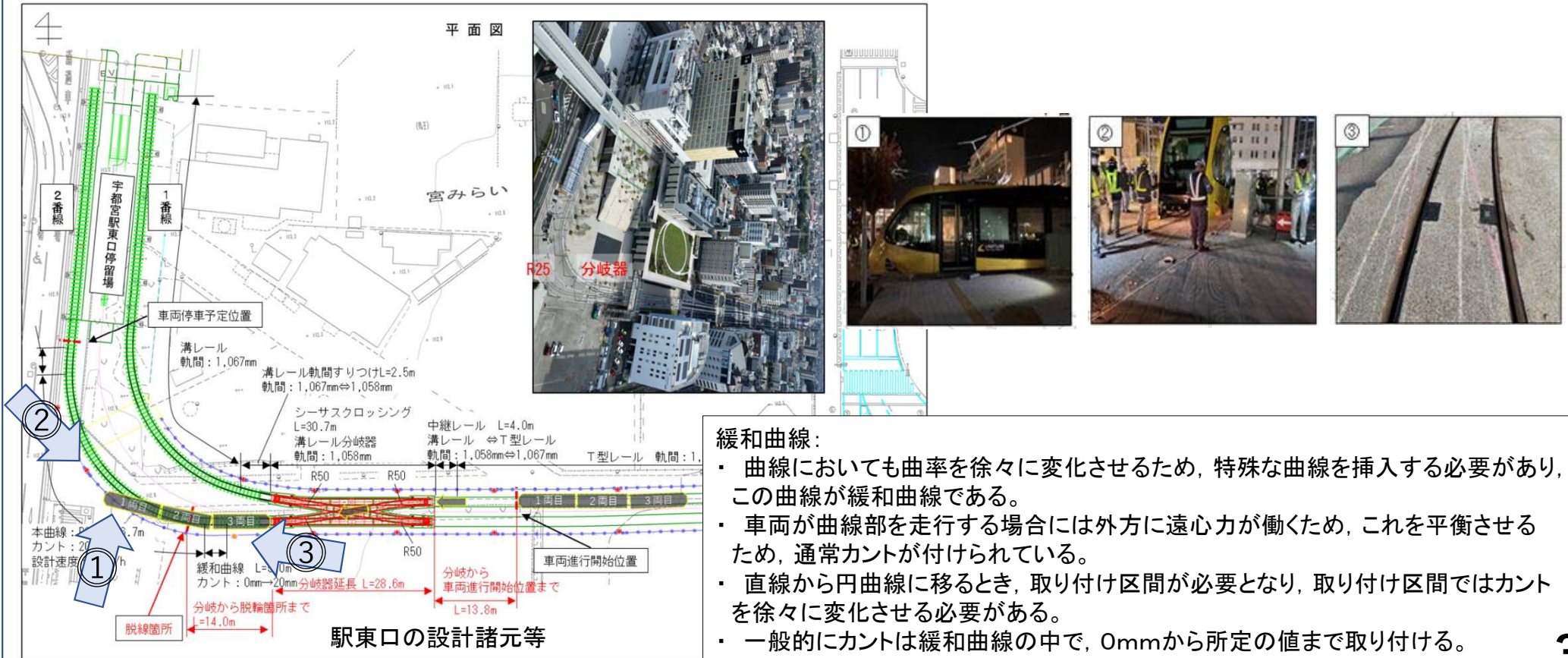
30日 最終報告書の提出

2 脱線の概要

中間報告 公表済

発生日時：令和4年11月19日0時30分

通常の走行パターンではない緊急時に使用する走行（逆走）パターンの入線試験時に脱線が発生



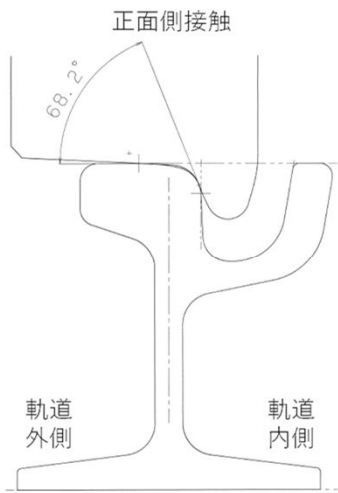
3-1 原因の究明と対策の検討

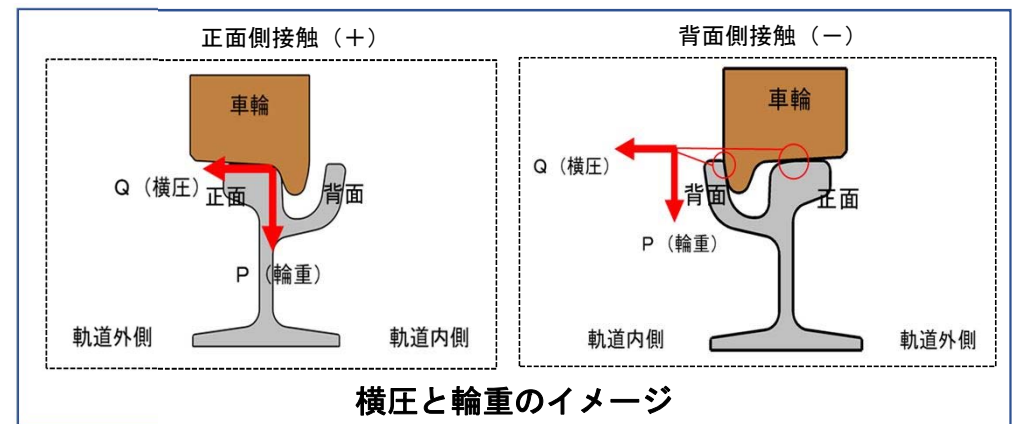
中間報告 公表済

○ PQ測定試験について

車両の車輪がレールを下に押す力である「輪重(P)」と車輪がレールを横方向に押す力である「横圧(Q)」から脱線係数(Q/P)を求め、走行安全性の評価を行うもの

※あわせて、台車に小型カメラを設置し走行時における車体と台車ストッパーの接触状況や車輪とレールの接触状況等を確認

レール形状	溝付レール
車輪とレールの接触イメージ	
限界脱線係数 (安全率考慮)	1.25 (1.04)



限界脱線係数 (1.25)

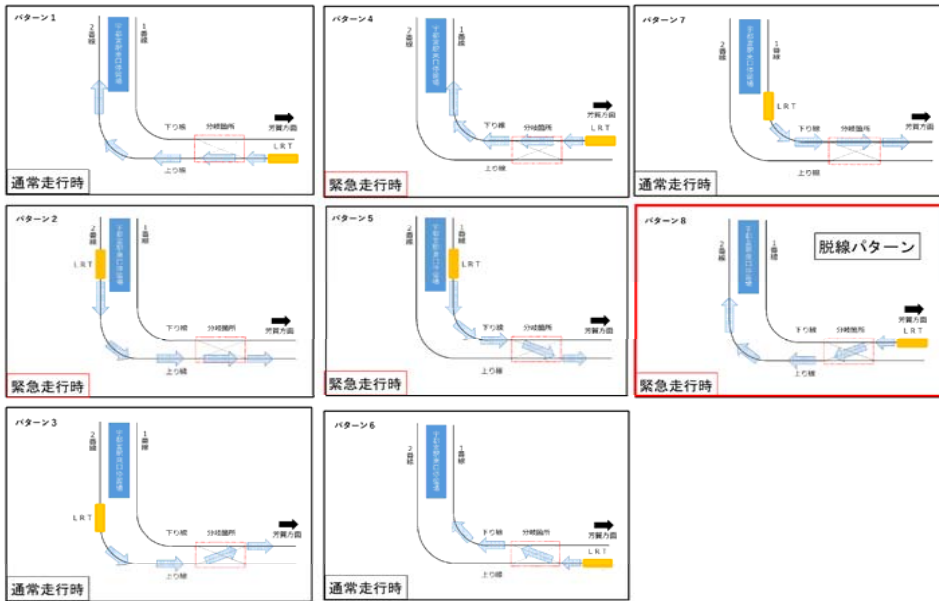
乗り上がり脱線が生じるリスクを評価する際の最小の値

安全率考慮 (1.04)

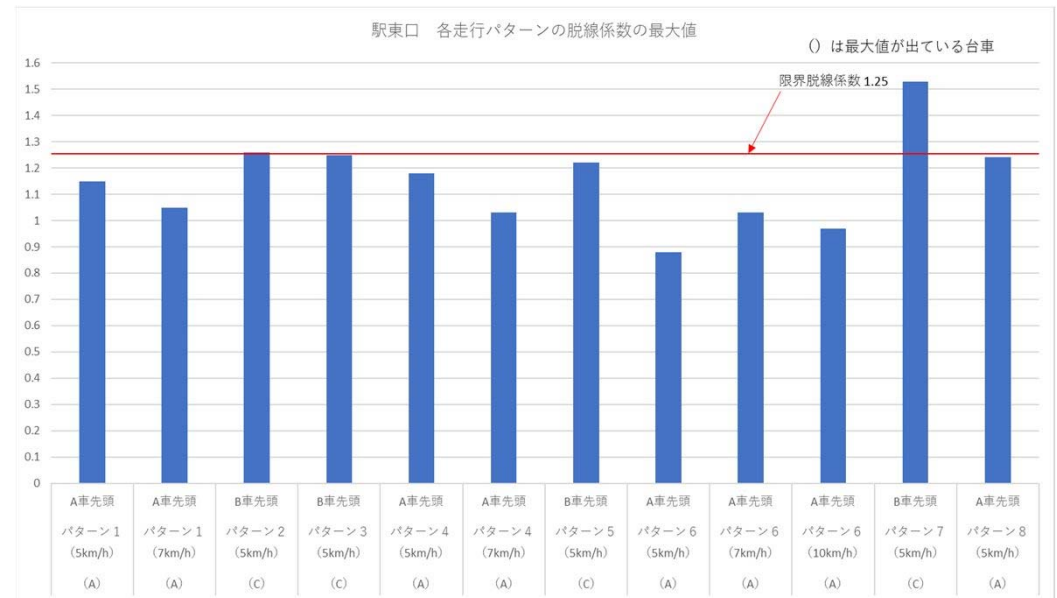
限界脱線係数を安全率1.2で除した値

○ PQ測定試験の結果 (通常走行4パターン, 緊急走行4パターンの計8パターンで実施)

駅東口におけるPQ測定試験の確認パターン



駅東口の各走行パターンの脱線係数の最大値



- 脱線ルート(パターン8)においては、シーサスクロッシングとR25の曲線が近接しているため、S字曲線を通ることになり、車体の横揺れを制限する台車ストッパーにあたりが生じ、ストッパー当たりの衝撃は横圧の増加につながっている。
- R25という急な曲線であることから、走行パターンや進行方向によらず、大きな横圧が発生している。
- 脱線係数については、高い傾向がみられ、「パターン2, 3, 7」では、曲線入口付近で限界脱線係数1.25を超えていた。

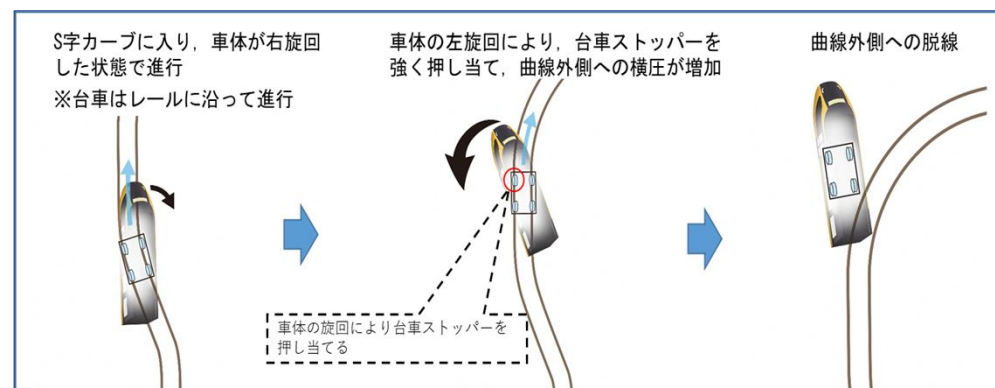
脱線原因等の推察

①速度要因

S字曲線において旋回した車体が台車ストッパーを強く押し当て、先頭軸内軌の横圧が著大となり脱線
(脱線時速度：13km/h)

②構造的要因

曲線部であることにより横圧が大きいことや、緩和曲線部の内軌側の輪重減少により高い脱線係数が発生



脱線発生メカニズム

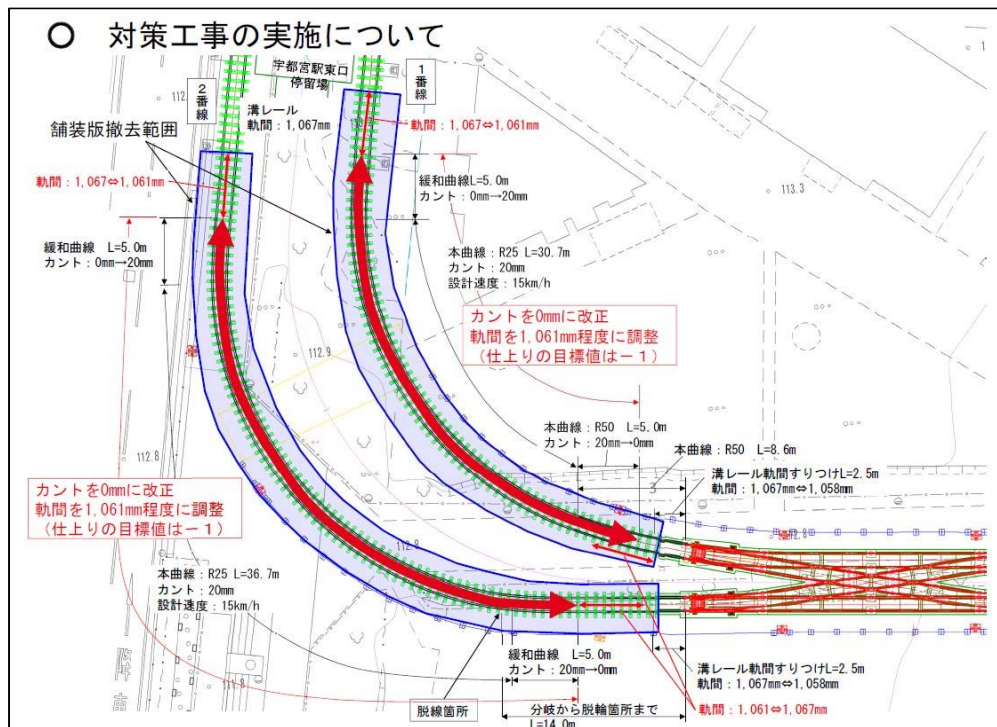
対策についての考察

- シーサスクロッシング単体及びR 2 5 曲線が近接の解消が困難な場合については、パターン8の走行速度は5 km/h とすることが望ましい。
- 内軌側に作用している大きな横圧への対策としては、既存の施設で調整が可能な3 mm程度軌間を縮める調整を行うことで、内外軌双方に横圧を分散させることが望ましい。
- 遠心力による内軌側の輪重減少を防ぐためには、曲線の通過速度を引き下げる。また、輪重減少に起因する脱線を予防するためには、線形に起因する軌道の平面性変位を小さくする必要があり、カントを無くすか、カント量を減らすなどにより構造的な平面性変位を低減させる方法をとる必要がある。
- 軌道の平面性を確保する対策を講じた後に、再度PQ測定試験を行って、安全性を確認する必要があると考えられる。

4-1 対策の実施

- 脱線係数が高くなる要因となっている大きな横圧の対策として、内外軌双方に横圧を分散させるよう**6mm程度の軌間調整を実施(※)**
※当初、3mm程度の調整を行うこととしていたが、施工時、6mm程度の調整が可能であったため、有識者確認の上、6mm程度縮小
- 内軌側の輪重減少を抑えるため、**カントを無くす工事を実施**し、軌道の平面性を確保
- パターン8については、制限速度を抑制すること**で対応（5km以下）

(参考) 駅東口対策工事の概要



カントの見直し工事の様子



軌間の縮小工事の様子

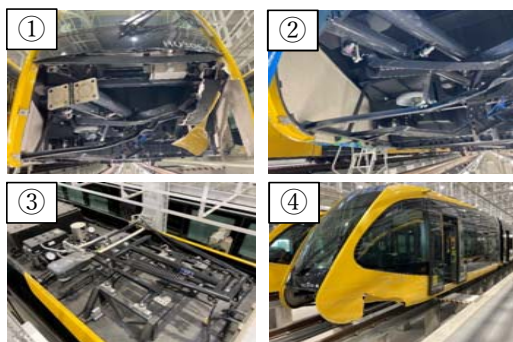
対策工事費

- カント見直し・軌間調整工事等
約41,000千円

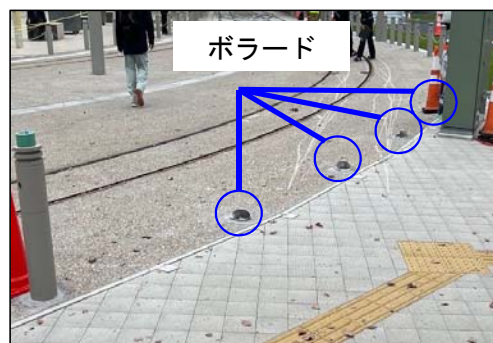
4 - 2 対策の実施

(参考) 復旧の状況

〈事故後の状況〉



車両の損傷



ボラードの損傷



地上用変圧器の損傷
(東京電力パワーグリッド(株)所有)



電車線支持材の損傷

復旧費用

- 車両の復旧費用 (車両修繕, 調査費等)
約100,000千円
※修繕等に係る費用は保険対応
- ボラード, 電車線支持材の復旧費
約1,000千円
- 地上用変圧器復旧費
約3,000千円
※補償に係る費用は保険対応

5 - 1 対策後の評価

○対策実施後の検証（PQ測定試験の評価）

・ 中間報告時の限界脱線係数について

鉄道事業における一般的な脱線のメカニズムを考慮し、**「外側のレール」に「車輪の正面側」が接触する場合の限界脱線係数**を用いて評価

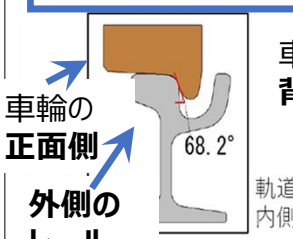
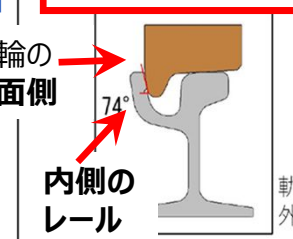
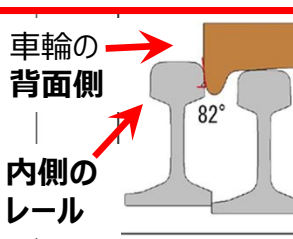
・ 最終報告書における限界脱線係数について

カメラ映像により確認した結果、**曲線部では「内側のレール」に「車輪の背面側」が接触しながら走行していることを確認**

⇒ **「内側のレール」に「車輪の背面側」が接触する場合の限界脱線係数を追加し、実態に即した評価を実施**

※限界脱線係数はレール形状（「溝付きレール」・「護輪軌条」）の違いや車輪とレールの接触角度によって変わる。

レール形状や車輪接触の違いによる限界脱線係数（安全率考慮）の比較

レール形状	① 溝付きレール	② 溝付きレール	③ 護輪軌条
車輪とレールの接触イメージ	<div style="border: 1px solid blue; padding: 2px; text-align: center;">正面側接触</div> 	<div style="border: 1px solid red; padding: 2px; text-align: center;">背面側接触</div> 	
限界脱線係数 (安全率考慮)	1.25 (1.04)	1.5 (1.25)	2.1 (1.75)

《限界脱線係数（主なパターン）》

- ①「溝付きレール」の「外側のレール」に「車輪の正面側」が接触する場合
⇒ 1.25 (安全率考慮 1.04)
- ②「溝付きレール」の「内側のレール」に「車輪の背面側」が接触する場合
⇒ 1.5 (安全率考慮 1.25)
- ③「護輪軌条」の「内側のレール」に「車輪の背面側」が接触する場合
⇒ 2.1 (安全率考慮 1.75)

脱線係数について、報告書では「プラス・マイナス」表記されているが、わかりやすく説明するため、本資料においては**絶対値**表記している。

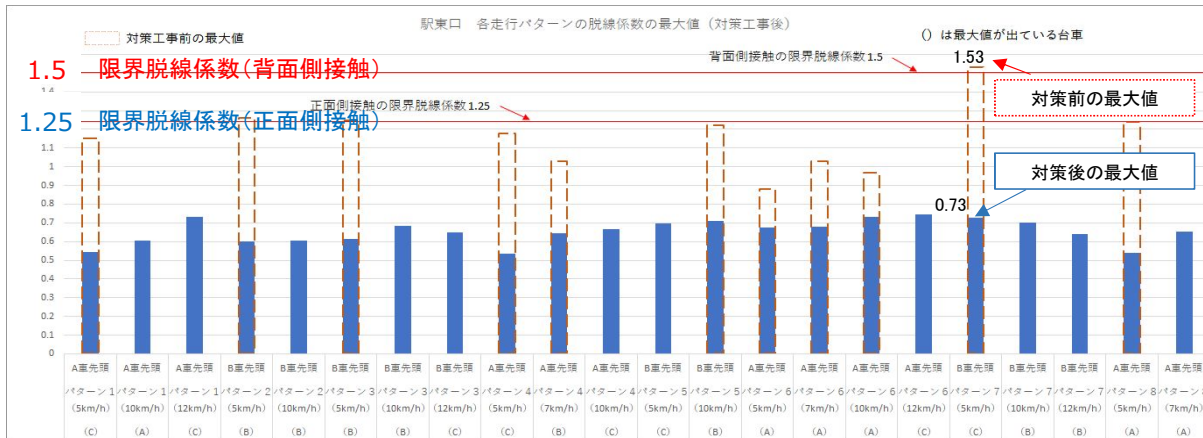
5-2 対策後の評価

○対策実施後の検証（PQ測定試験の評価）

① 駅東口の状況【有識者の考察】

- ・ **内軌側のフランジ背面横圧が小さくなり**，外軌側のフランジ正面側の横圧が同時に発生する傾向となったことから，**内軌側と外軌側車輪とともに横圧を分担できている**と考えられ，**6mm程度の軌間の縮小を行った効果が確認**された。
- ・ **緩和曲線における輪重減少が顕著に小さくなっている**ことから，**カントを0mmにした効果が確認**された。
- ・ 宇都宮駅東口走行パターン(脱線時の走行ルートを含む)における**脱線係数の最大値は**，安全率を考慮した**限界脱線係数以下であるため**，**走行安全上の問題はないものと判断**できる。

対策工事後の各走行パターンの脱線係数の最大値 ※各値は絶対値表記



走行パターン	走行速度	対策前	対策後
パターン1 (通常)	(5km/h)	1.15	0.55
	(10km/h)	-	0.60
	(12km/h)	-	0.73
パターン2 (緊急)	(5km/h)	1.26	0.60
	(10km/h)	-	0.61
	(12km/h)	-	0.62
パターン3 (通常)	(5km/h)	1.25	0.62
	(10km/h)	-	0.68
	(12km/h)	-	0.65
パターン4 (緊急)	(5km/h)	1.18	0.54
	(7km/h)	1.03	0.64
	(10km/h)	-	0.67
パターン5 (緊急)	(5km/h)	1.22	0.70
	(10km/h)	-	0.71
パターン6 (通常)	(5km/h)	0.88	0.68
	(7km/h)	1.03	0.68
	(10km/h)	0.97	0.73
パターン7 (通常)	(5km/h)	1.53	0.73
	(10km/h)	-	0.70
	(12km/h)	-	0.64
パターン8 (緊急)	(5km/h)	1.24	0.54
	(7km/h)	-	0.64

⇒ PQ測定試験の結果，全ての走行パターンにおいて，限界脱線係数（安全率を考慮した値を含む）を下回る値となった。

※脱線係数について，報告書では「プラス・マイナス」表記されているが，わかりやすく説明するため，本資料においては絶対値表記している。

5-3 対策後の評価

○対策実施後の検証（PQ測定試験の評価）

②その他区間の状況【有識者の考察】

- ・ 駅東区間以外の曲線箇所を含む**全線における測定データを確認**したところ、制限速度内の運行上適切な速度内において、**脱線係数の値は全て安全率を考慮した限界脱線係数以下であることから、走行安全上の問題はない**と考えられる。



	レール形状	制限速度	PQ試験速度	限界脱線係数 (安全率考慮)	脱線係数
ア 平出高架橋	護輪軌条	30km/h以下	30km/h	2.1(1.75)	(上り) 1.04 (下り) 1.19
イ 平石停留場周辺	溝付レール	10km/h以下	10km/h	1.5(1.25)	(上り) 1.22 (下り) 1.07
ウ 清陵高校前停留場東側	護輪軌条	25km/h以下	25km/h	2.1(1.75)	(上り) 1.25 (下り) 1.39
工 清原地区市民センター前	溝付レール	15km/h以下	15km/h	1.5(1.25)	(上り) 0.94 (下り) 1.19
オ 野高谷高架橋	護輪軌条	30km/h以下	30km/h	2.1(1.75)	(上り) 1.00 (下り) 1.31
カ 芳賀町工業団地管理センター	溝付レール	15km/h以下	15km/h	1.5(1.25)	(上り) 1.03 (下り) 1.15
キ かしの森公園前	溝付レール	40km/h以下	40km/h	1.5(1.25)	(上り) 0.69 (下り) 0.85

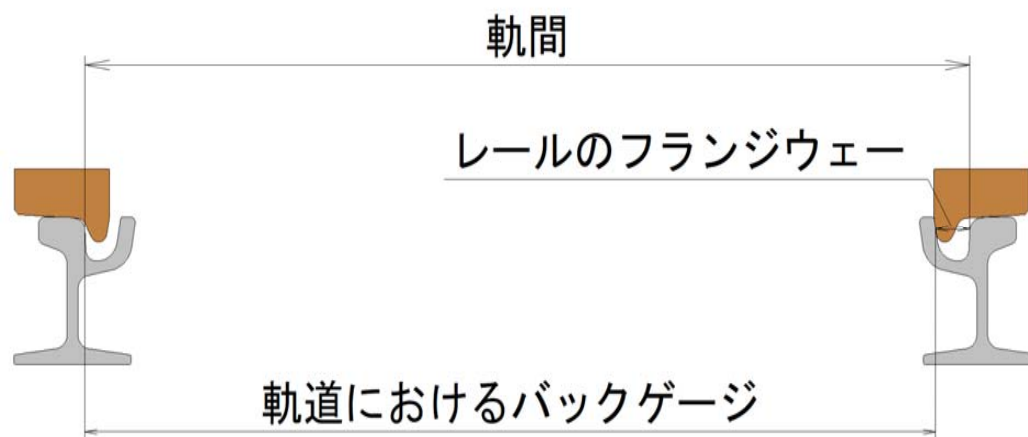
全線の各曲線箇所におけるPQ試験測定結果

※脱線係数について、報告書では「プラス・マイナス」表記されているが、わかりやすく説明するため、本資料においては絶対値表記している。

5 - 4 対策後の評価

○対策実施後の検証（PQ測定試験の評価）

- ・ 今回の対策を踏まえると、L R T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。
- ・ 特に急曲線部においては、車輪やレールの形状を開業直後から継続的に確認し、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、バックゲージ、フランジウェーの位置

安全性の検証を踏まえた今後の取組について

安全性の検証を踏まえた今後の取組について

有識者会議の最終報告書を踏まえ、全線における軌道構造上の安全性が確認できたことから、芳賀町、宇都宮ライトレール(株)をはじめとする関係者との調整を図り、開業に向けて手続き等を進めていく。

6月 5日 全線習熟運転の開始

営業ダイヤ通りの単独乗務を行うなど、実際の営業運転に向けた反復訓練を段階的に行うもの。

5日の週 ・ 運輸開始認可申請

運輸開始に支障ないか、「電気、土木、車両、運転、営業」の観点から国・県の検査・審査を受ける。

・ 運転度数認可申請（※）、運賃認可申請（※）

旅客運賃や運転ダイヤの上限等について国の審査を受ける。

※軌道運送高度化実施計画申請時の内容に基づいた内容で申請する。

※運賃認可申請については、認可申請日翌日に国によるパブリックコメントが実施される。

【運行計画】

営業時間	6時～23時台	
運行間隔	ピーク時	6分間
	オフピーク時	10分間隔
所要時間	普通	約44分
	快速	約37～38分

【運賃】 対距離制運賃：150円～400円

- ① ～ 3.0 km : 150円均一
- ② 3.0～7.0 km : 2 kmごとに50円加算
- ③ 7.0 km～ : 3 kmごとに50円加算

開業日について

諸手続きに要する期間を考慮するとともに、多くの皆様に、
L R Tの開業イベントに参加し、楽しんでいただける週末



令和5年8月26日（土）開業

開業当初の運行について

開業当初の運行について

〈運行間隔〉

開業後、一定期間は、運賃収受等にて時間を要することが想定

- 所要時間は、40分台後半を見込む。
- ピーク時は8分間隔、オフピーク時は12分間隔で全車普通運行する特別ダイヤで運行を行う。
- ※ 具体的な運行ダイヤは、習熟運転を踏まえ、7月を目途に公表を予定
- ※ 快速運行の実施や運行本数の増便等については、開業後の利用実態等を踏まえ、翌年以降のダイヤ改正に合わせ実施する。

〈運賃〉

運賃は対距離制を採用するとともに、通勤・通学定期など各種割引制度を導入

- 運賃について、初乗り150円から最大400円を予定
- 定期の割引について、通勤は約4割、通学は約5割を予定

開業記念事業の実施について

開業記念事業について

【基本的な考え方】

開業は、国内外からの注目・期待度が最大限に高まる千載一遇のチャンス
地域等と一体となって取り組んでいく。

【開業前の主な取組】

① ライトラインレールウォーク

「ライトラインが実際に走るレールを歩く」という開業前ならではの特別なイベント

② ライトラインフラッグ寄せ書き記入

多くの方に未来への想い・期待等を寄せ書きしていただく

③ L R T 開業 祝福事業

住民や企業などがL R T 事業を祝福していただくタイアップ事業
イベント、キャンペーン、グッズ・商品販売に対して名義・ロゴを付与

【開業当日の主な取組】

「開業式」や「発車式」などを実施

