高速用分岐器における
新たな軌道変位整備基準値の検討

軌道技術研究部　軌道構造研究室

副主任研究員　　塩田　勝利

本日の発表

1. 研究の背景と目的
2. 現地試験による分岐器部材応答の実態把握
3. 分岐器走行シミュレーションモデルの構築
4. 軌道変位が分岐器部材および車両運動に及ぼす影響の評価
5. まとめと成果の活用

研究の背景

◆分岐器の通過速度（基準線側）の高速化背景

1968年に最高速度100km/h⇒1982年に120km/hでの走行試験

課題
分岐器内の継目部、クロッシングのノーズ部で著大横圧が発生

原因
- 継目部目違い大
- BGが小さい
- ｸﾛｯｼﾝｸﾞ軌間大

個別対策
継目部目違い・クロッシング軌間、BG等を一般分岐器より厳しく管理

＋

軌道変位も厳しく管理

✓ 再走行試験の結果、著大横圧の発生なし
✓ 本対策を高速用分岐器の整備基準値として管理

高速用分岐器・一般分岐器の整備基準値

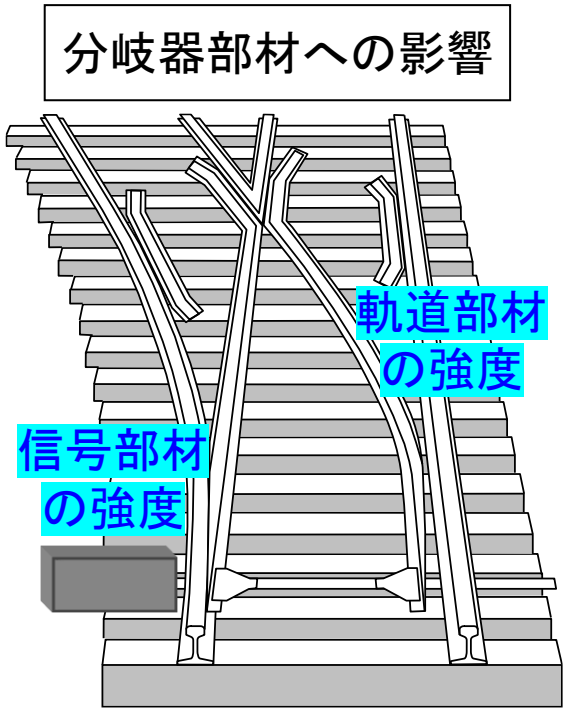
	管理項目	高速用分岐器	一般分岐器
個別対策	ｸﾛｯｼﾝｸﾞ軌間変位	+3, −3	+5, −3
	バックゲージ	1023～1030	1022～1030
	接着	3	4
	継目部目違い	1	2
	ｶﾞｰﾄﾞﾌﾗﾝｼﾞｳｪｰ幅	56	なし
軌道変位	高低変位	13	23
	通り変位	13	23
	水準変位	11	平面性23

研究の目的

✓ 当該箇所の著大横圧は個別対策により構造上抑制可能

✓ 軌道変位の整備基準値は必要以上に厳しい値である可能性有り

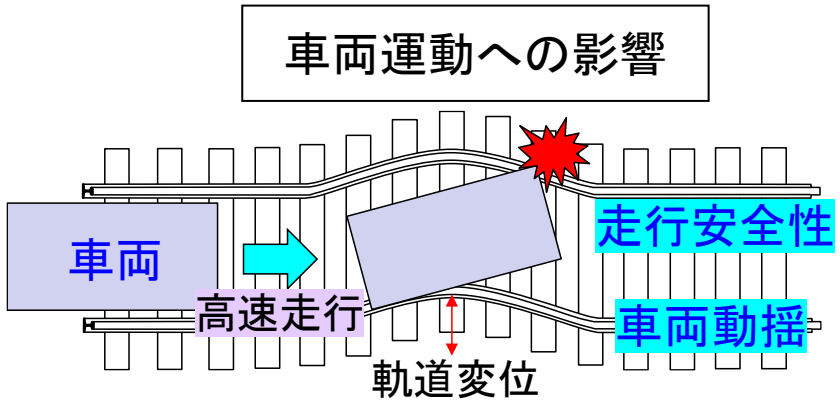
⇒技術的根拠に基づいた整備基準値の設定に向け、軌道変位が分岐器部材の損傷及び車両運動に与える影響を明らかにする



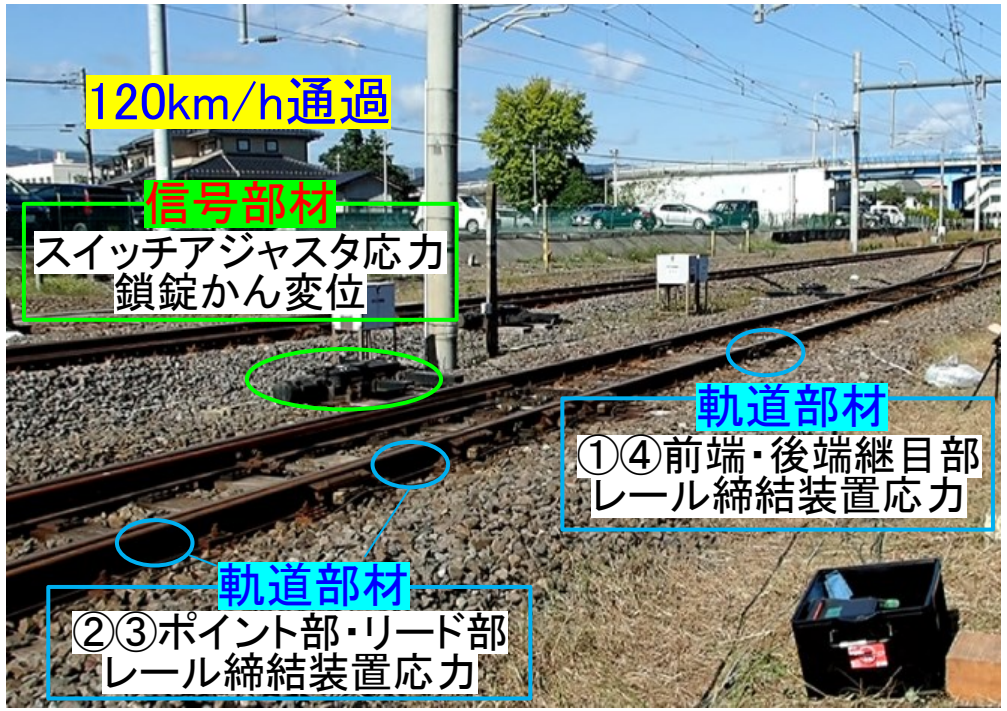
課題

✓ 高速用分岐器における軌道変位が分岐器部材の損傷および車両運動に与える影響を定量的に評価する手法がない

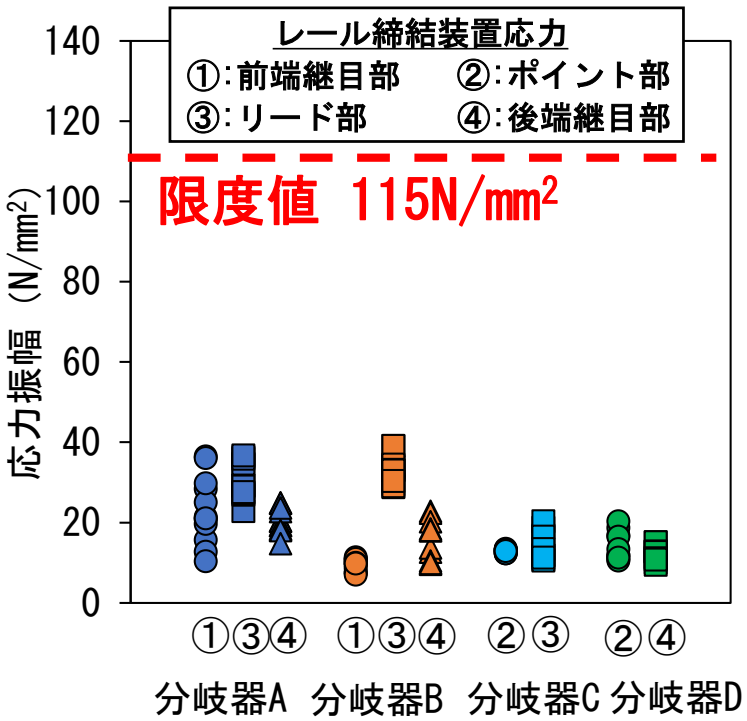
✓ 評価モデルを構築し、本モデルを用いて軌道変位が与える影響を明らかにする



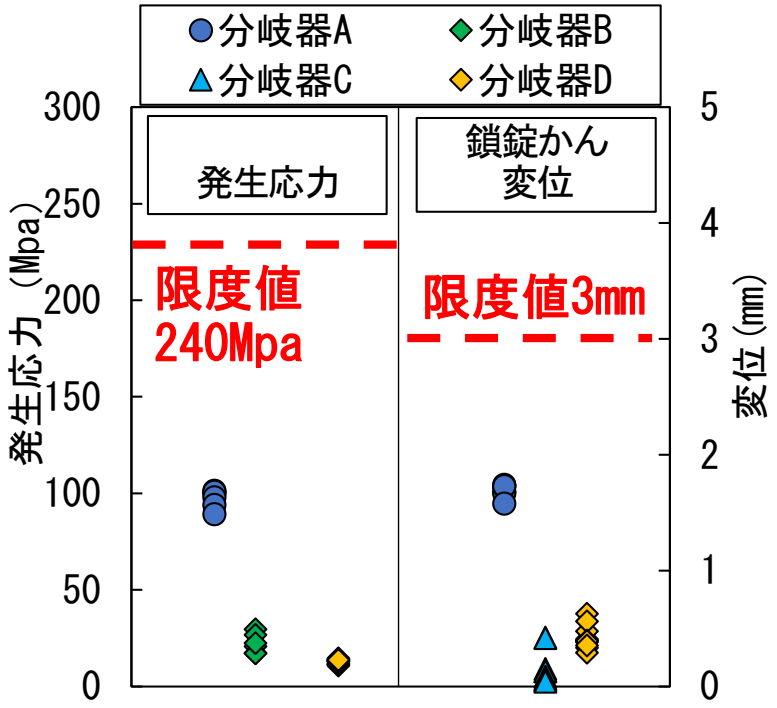
現地試験による分岐器部材応答の実態把握



現地測定試験の状況



軌道部材の測定結果



信号部材の測定結果

高速用分岐器全４台を対象に分岐器部材の応力等に関する現地試験を実施

試験時の軌道変位は整備基準値に対し、最大で高低変位7割、通り変位9割、水準変位6割程度

⇒部材応答の最大値は限度値の60%以下であり、現行の整備基準値は十分に余裕がある

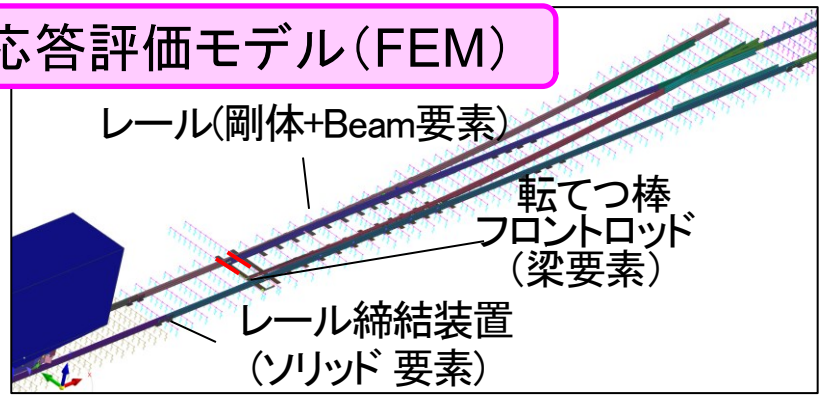
分岐器走行シミュレーションモデルの構築

✓ 先行研究の分岐器モデル化手法をベースに、部材応答及び車両運動評価モデルを作成

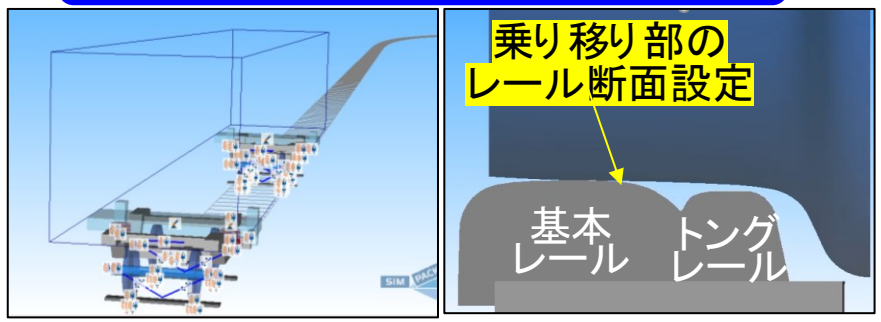
⇒分岐器部材の応答評価には、発生応力等を評価するため動的FEMを用いてモデル作成

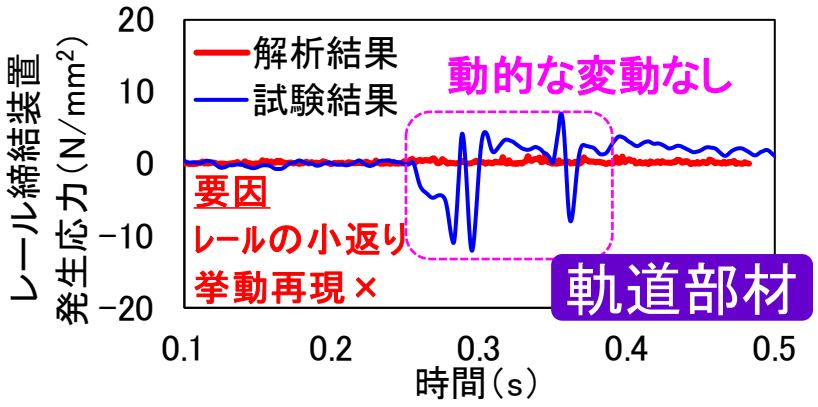
⇒車両運動の評価には、車両の力学的挙動評価に広く活用されるMBDを用いてモデル作成

部材応答評価モデル（FEM）

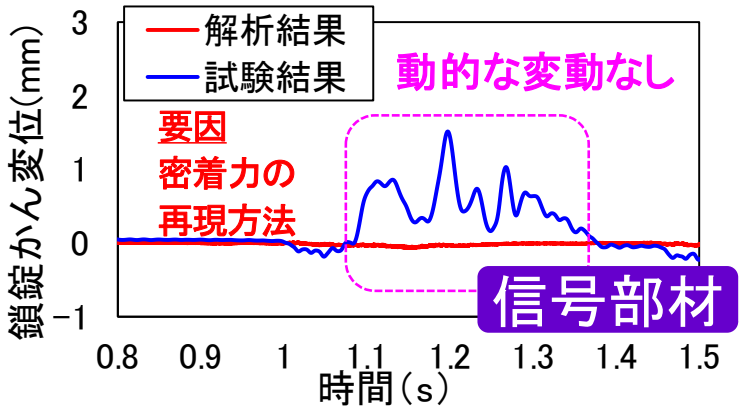


車両運動評価モデル（MBD）

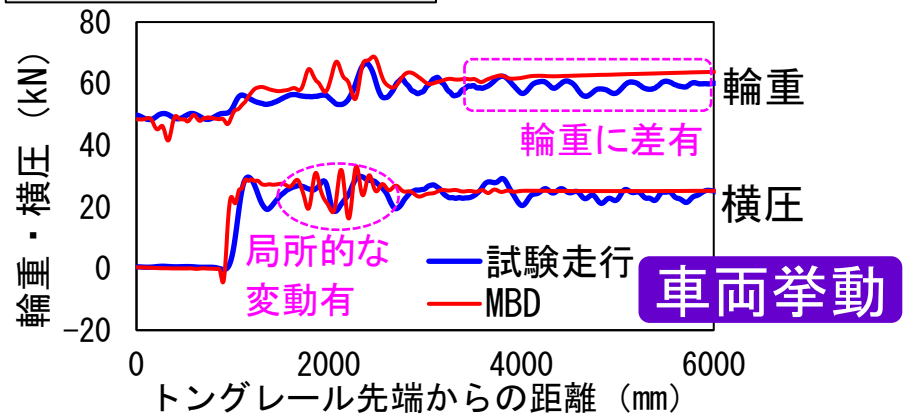




軌道部材



信号部材

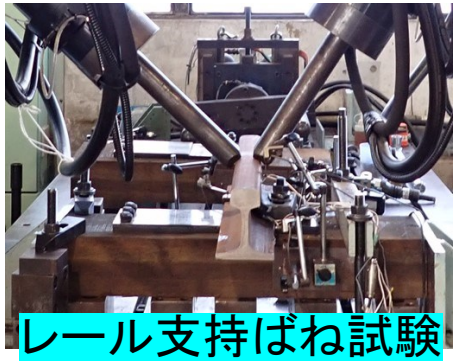


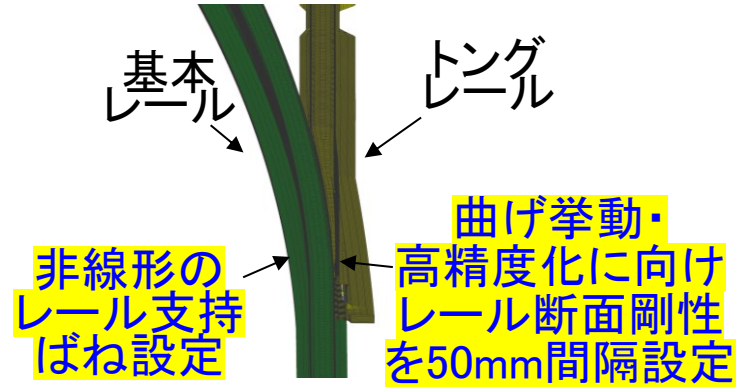
車両挙動

現行のモデル化手法では試験結果と一致せず、モデルの改良が必要

シミュレーションモデルの改良

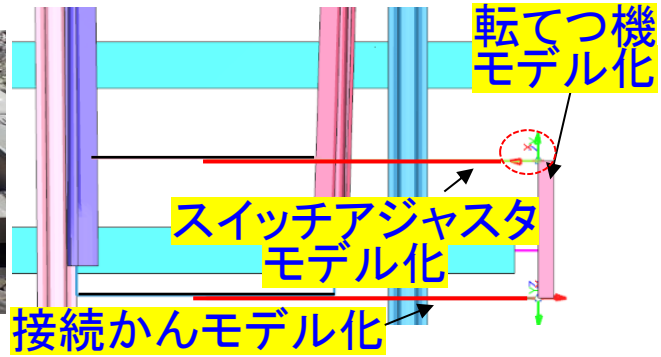
軌道部材モデルの改良（動的FEM）





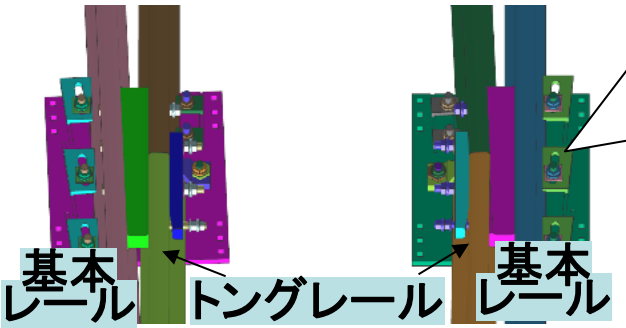
室内試験実施⇒分岐器部材の力学的特性を反映

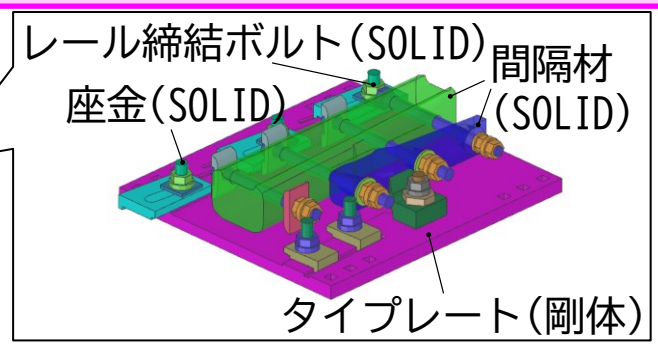
信号部材モデルの改良（動的FEM）



転換試験実施⇒転てつ機の力学的機構をモデル化

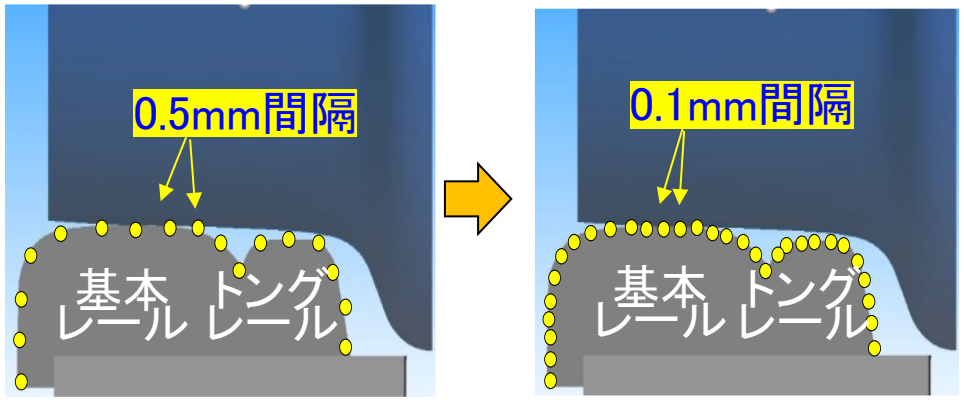
関節ポイントモデルの高精度化（動的FEM）





関節ポイントの複雑な構造を詳細にモデル化

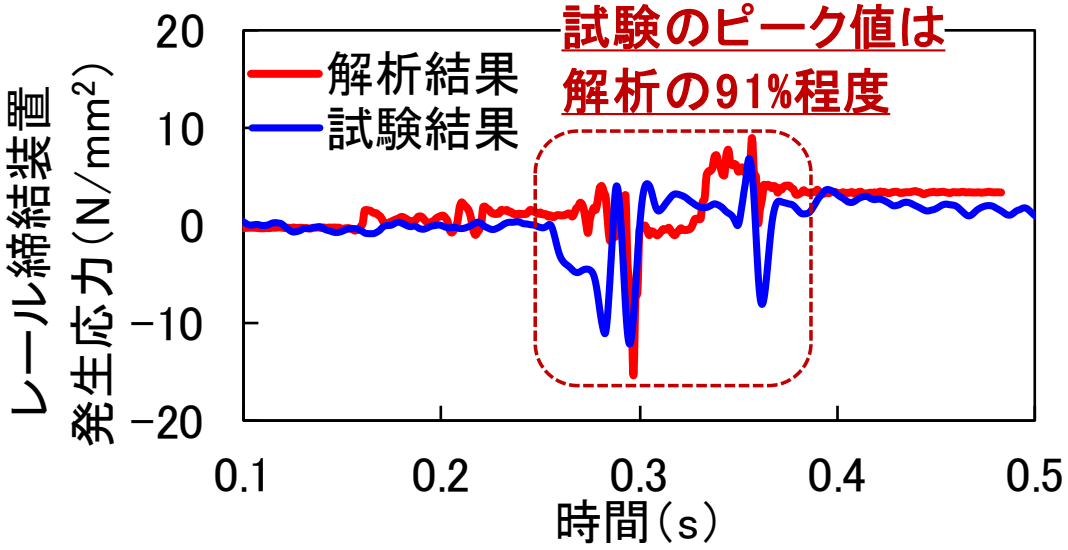
トングレールモデルの改良（MBD）



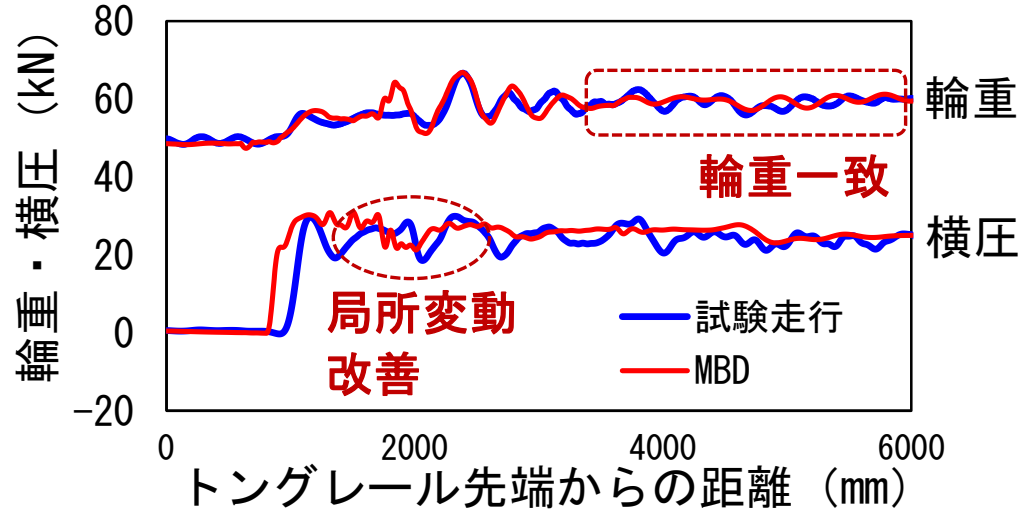
乗り移り部のレール形状をより精緻にモデル化

シミュレーションモデルの妥当性検証

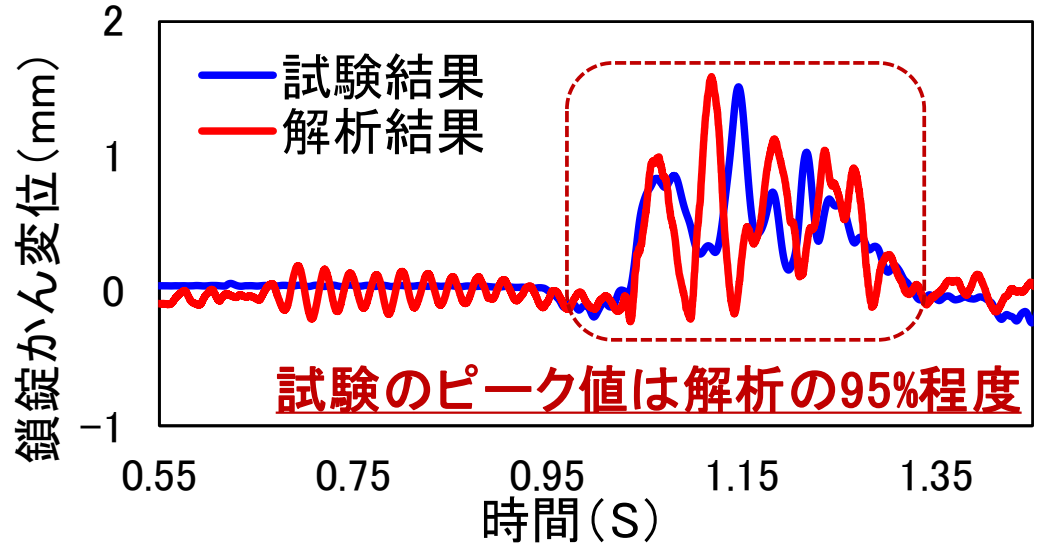
軌道部材



車両挙動



信号部材

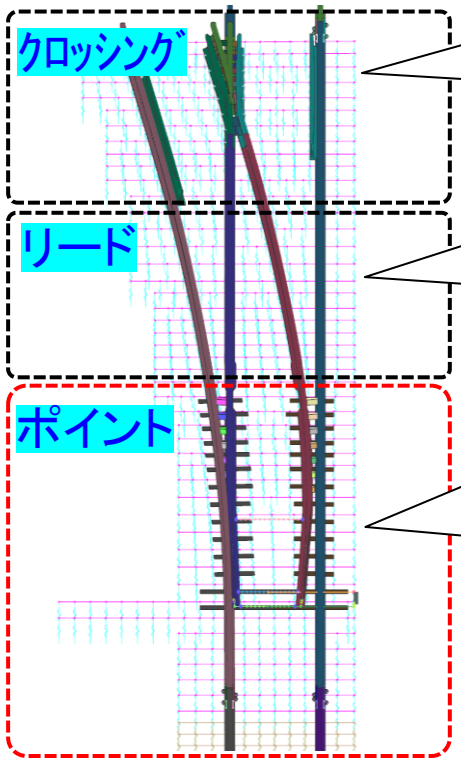


解析で十分な精度を確認

本モデルを用いて高速用分岐器における
軌道変位の影響評価が可能

解析条件

- ✓ 最も厳しい条件と想定されるポイントを対象
- ✓ 高低変位、通り変位、水準変位をパラメータとした走行解析を実施
- ✓ 評価項目は速度向上マニュアルで示される項目に基づき設定



個別対策により軌道変位が大きい場合でも影響は小

事前検討により一般分岐器と同程度まで軌道変位を許容可

★軌道部材への影響確認
★信号部材への影響確認
★乗り移り部の車両運動確認

解析条件

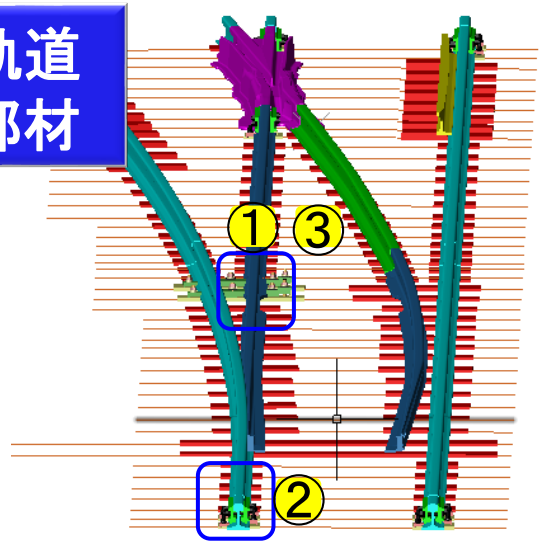
項目	諸元
分岐器形式	10番片開き
車両	特急車両
走行速度	120km/h
対象軌道変位	高低・通り・水準（単独）
軌道変位波長	10m
軌道変位振幅	5 ～ 25mm

評価項目

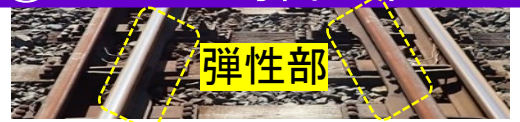
対象	項目
軌道部材	トングレール応力
	レール締結装置応力
	ヒールボルト応力
信号部材	ｽｲｯﾁｱｼﾞｬｽﾀ応力
	フロントロッド応力
	鎖錠かん変位
走行安全性	脱線係数 目安値超過時間
車両動揺	上下・左右動揺

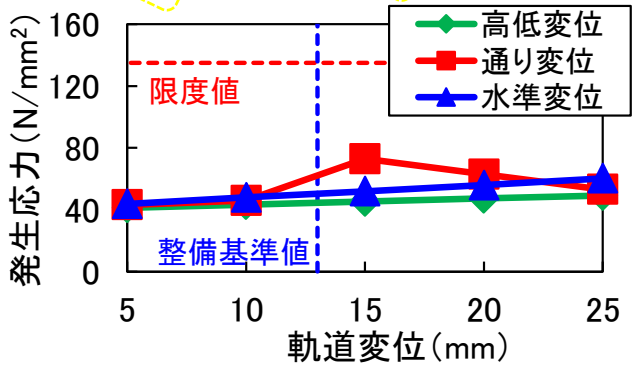
軌道変位が軌道部材に与える影響の評価

軌道部材



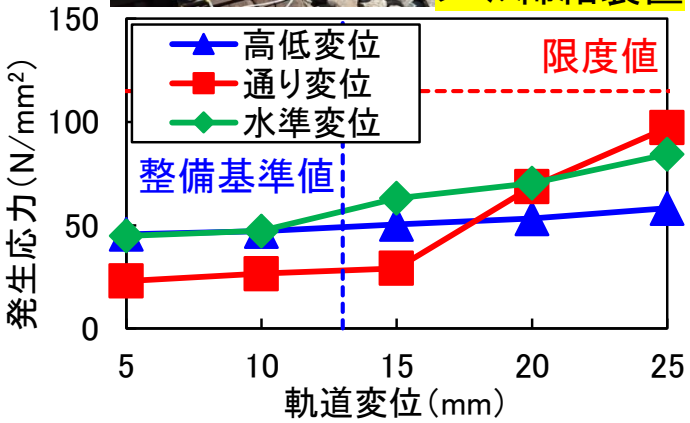
①トングレール弾性部応力



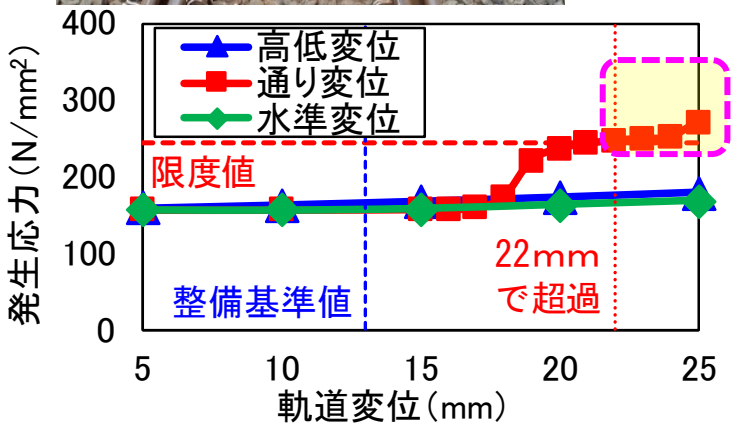


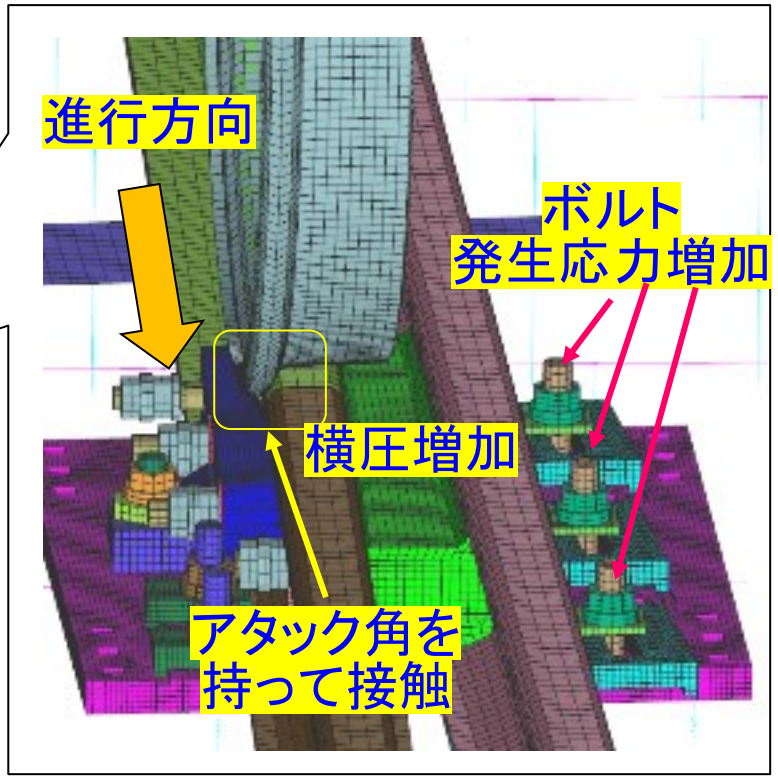
- ✓ 高低変位・水準変位の影響小
- ✓ 通り変位が22mmで関節ポイントヒール部ボルト応力が限度値超過

②継目部レール締結装置応力



③関節ポイントヒール部ボルト応力

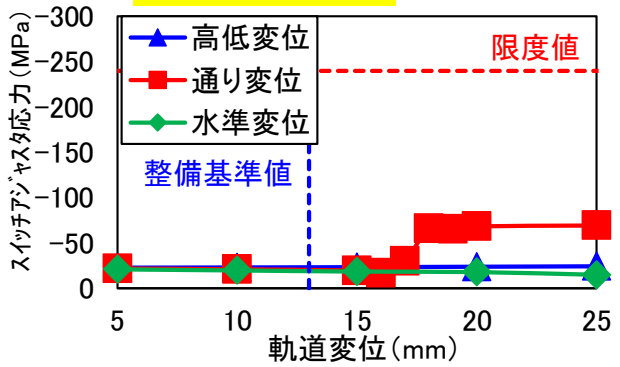




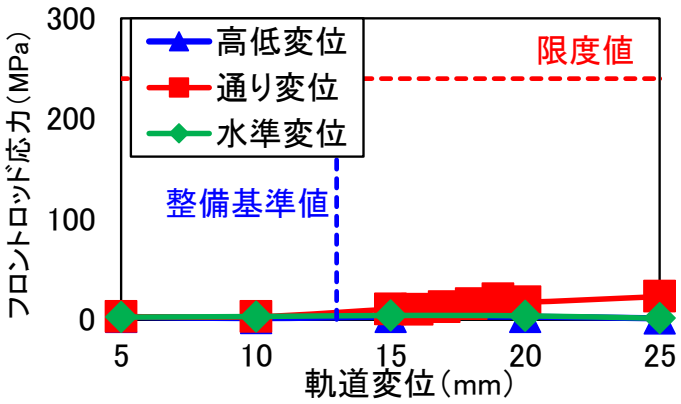
軌道変位が信号部材に与える影響の評価

信号部材

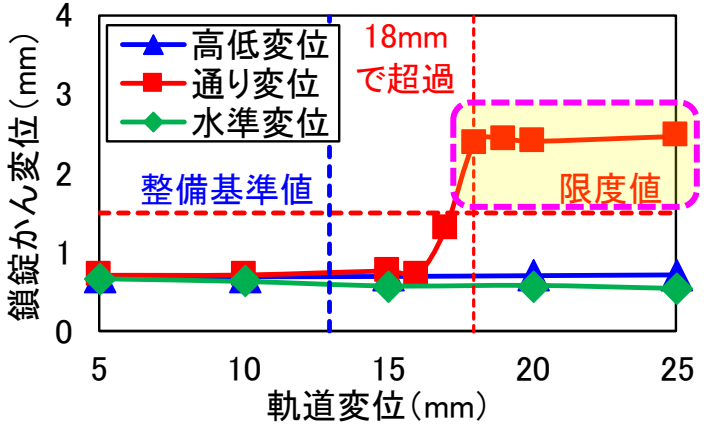
①スイッチアジャスタ応力



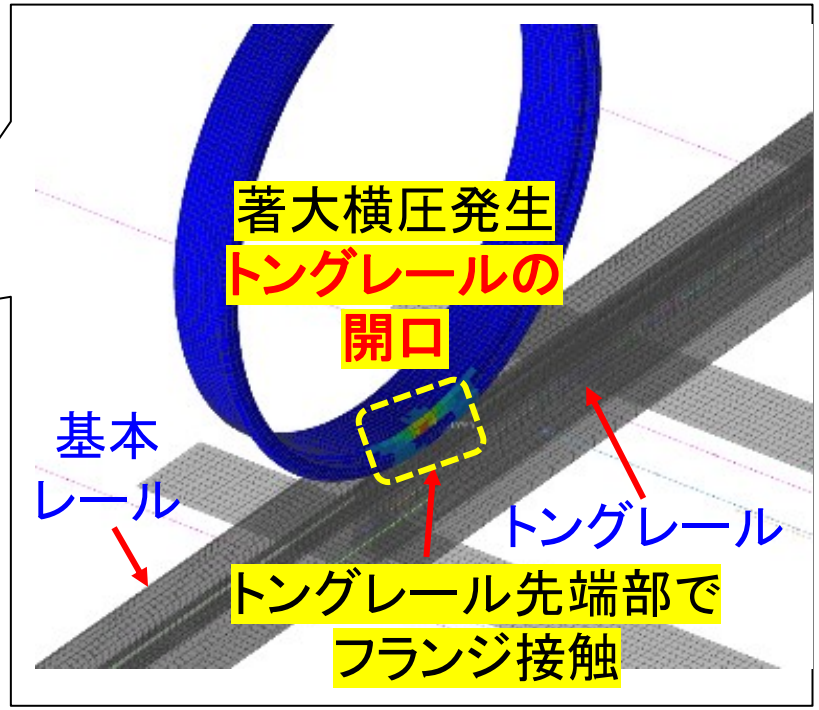
②フロントロッド応力



③鎖錠かん変位

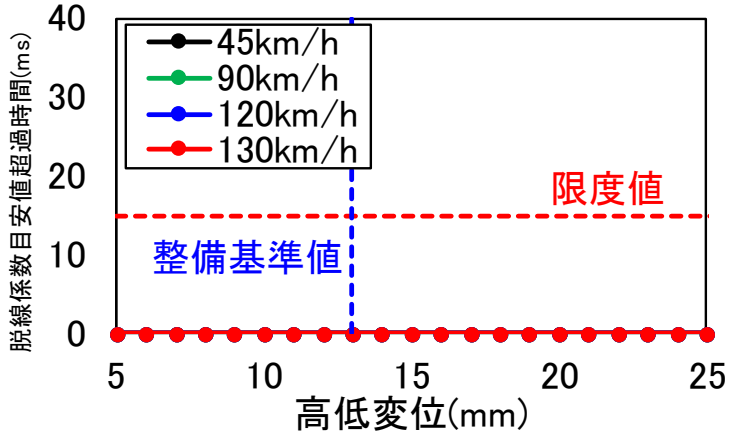


- ✓ 高低変位・水準変位の影響小
- ✓ 通り変位が18mmで鎖錠かん変位が限度値を超過

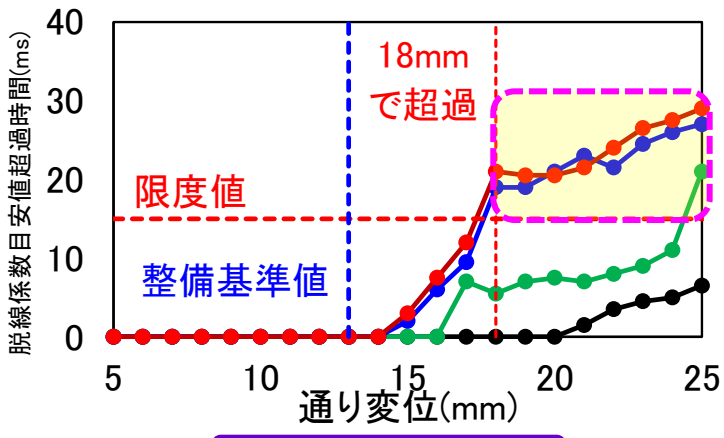


軌道変位が車両に与える影響の評価

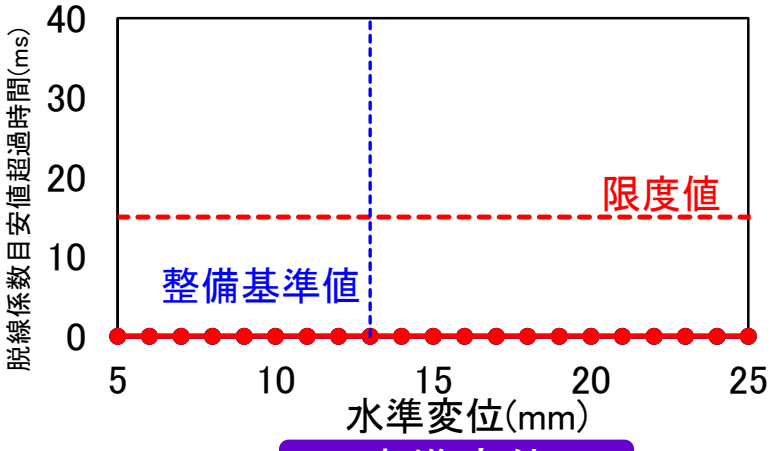
走行安全性



高低変位



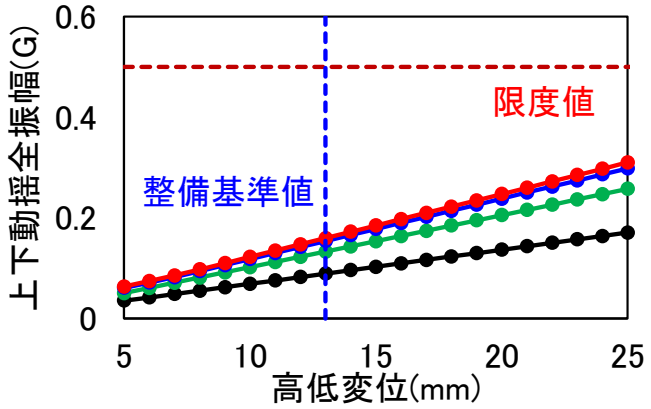
通り変位



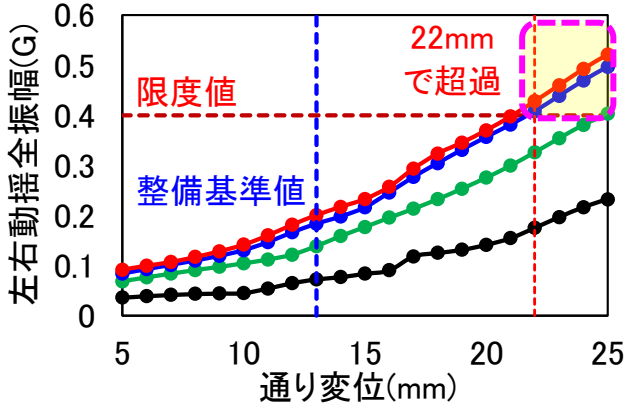
水準変位

高低・水準変位の影響は小さいが、通り変位が18mmで脱線係数目安値超過時間が限度値を超過

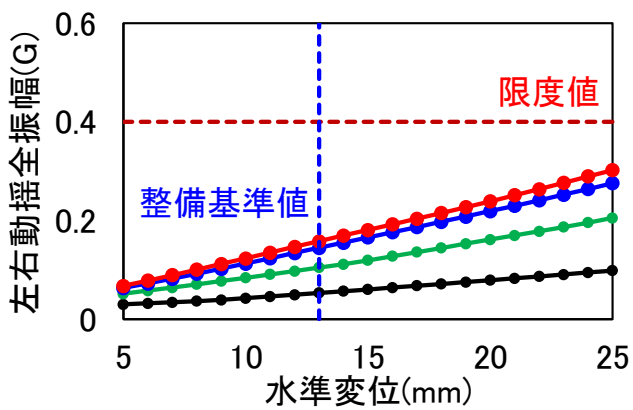
車両動揺



高低変位



通り変位



水準変位

高低・水準変位の影響は小さいが、通り変位が22mmで左右動揺が限度値を超過

評価結果のまとめおよび新たな整備基準値案

評価結果一覧

評価内容		評価項目	限度値を超過する軌道変位（最大25mmで評価）		
			高低	通り	水準
分岐器部材	軌道部材	ﾄﾝｸﾞﾚｰﾙ弾性部応力	超過なし	超過なし	超過なし
		レール締結装置応力			
		ヒール部ボルト応力		22mm	
	信号部材	鎖錠かん変位		18mm	
		ｽｲｯﾁｱｼﾞｬｽﾀ応力		超過なし	
		ﾌﾛﾝﾄﾛｯﾄﾞ応力			
車両運動	走行安全性	脱線係数目安値超過時間		18mm	
	車両動揺	上下動揺		超過なし	
		左右動揺		22mm	

新たな整備基準値案

管理項目	高速用分岐器案	一般分岐器
高低変位	13 ⇨ 23	23
通り変位	13	23
水準変位	11 ⇨ 23	23

- ✓ 現行の整備基準値下では、限度値を下回る
- ✓ 高低変位および水準変位の影響は小、通り変位は18mm以上で限度値を超過
- ⇨ 一般分岐器の整備基準値を踏まえ、高速用分岐器における新たな整備基準値案を提案

通り変位と水準変位の組み合わせに関する検討

✓ 各軌道変位ともに現行の整備基準値下では、車両運動への影響は小さい

✓ 高低・水準変位は現行の整備基準値よりも大きな値を許容可能

✓ 一般的に通り変位と水準変位が逆位相で同時に発生する場合には**車両走行安全性が低下**

✓ 通り変位と水準変位が逆位相で発生する場合における車両の走行安全性への影響を評価

軌道変位条件

通り変位13mm
※現行の整備基準値
最大値

＋

水準変位
5mm～25mm

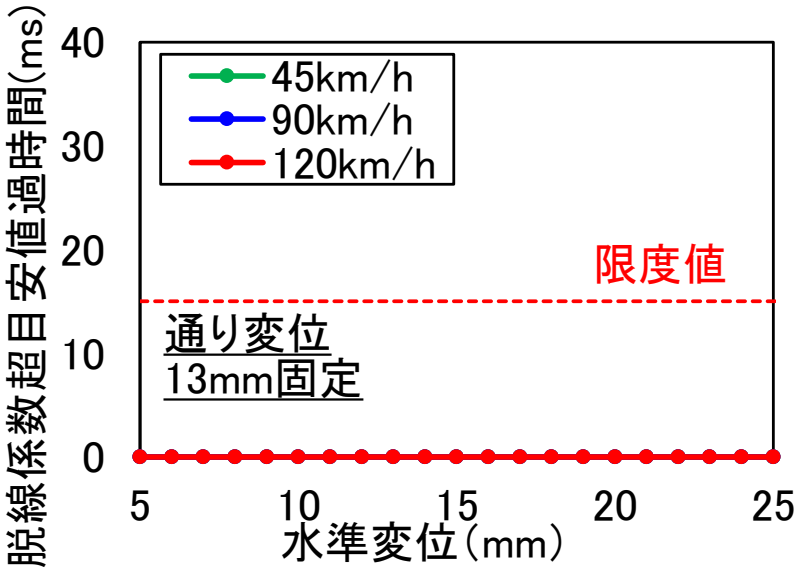
その他解析条件

項目	諸元
分岐器形式	10番片開き
走行速度	45，90，120km/h
走行方向	対向

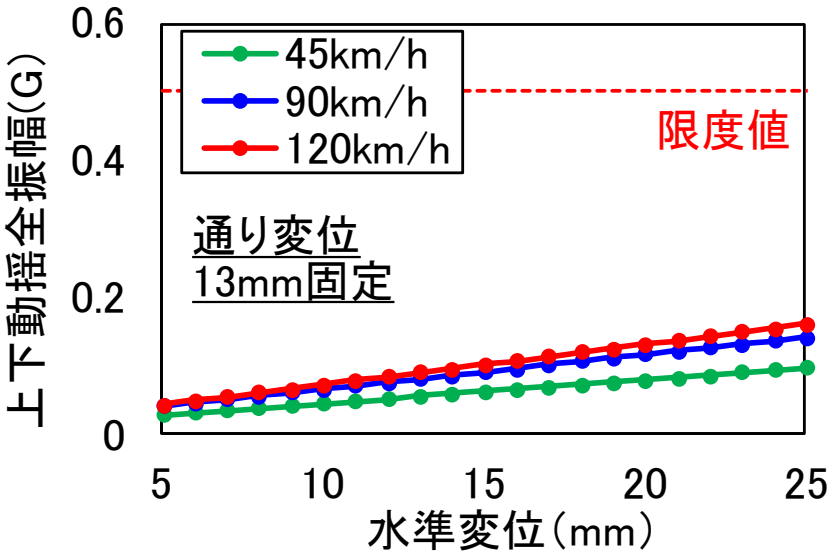
評価結果

- ✓ 脱線係数目安値超過時間、上下動揺は最大25mmの場合でも限度値を下回る
- ✓ 左右動揺は、水準変位が24mmを超えると、限度値を超過

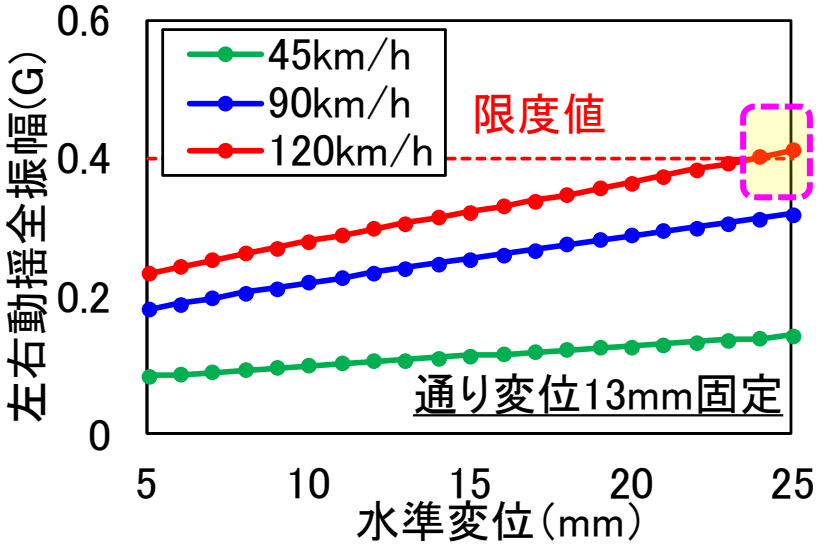
- ✓ 提案する新たな整備基準値の条件下（高低、水準23mm、通り13mm）では限度値を下回る
- ✓ 通り変位を現行の整備基準値内で管理する場合、軌道変位の組み合わせの影響は小さい



走行安全性に関する評価結果



上下動揺に関する評価結果



左右動揺に関する評価結果

まとめ

①高速用分岐器において分岐器部材に関する現地試験を実施し、高速通過時における部材応答の実態を把握した。

②動的FEM及びMBDを用いた分岐器走行シミュレーションモデルの改良を行い、現地試験結果を再現できるモデルを構築した。

③走行解析の結果、現行の整備基準値は十分に余裕があることがわかった。また、より大きな軌道変位について、高低変位および水準変位の影響は小さいが通り変位は18mm以上で限度値を超過することがわかった。

④評価結果を踏まえ、高速用分岐器における新たな整備基準値の考え方を提案した。

成果の活用

✓ 本研究で得られた知見を活用し、鉄道事業者における高速用分岐器の整備基準値の改正を支援する。

参考文献

塩田勝利：分岐器高速通過時における軌道変位が分岐器部材に及ぼす影響の一検討，施設研究ニュース，No.400，pp.1-2，2023.12

塩田勝利：高速用分岐器における新たな整備基準値の検討，施設研究ニュース，No.414，pp.1-2，2025.2