

合成まくらぎ直結分岐器における 固定クロッシングの損傷抑制対策

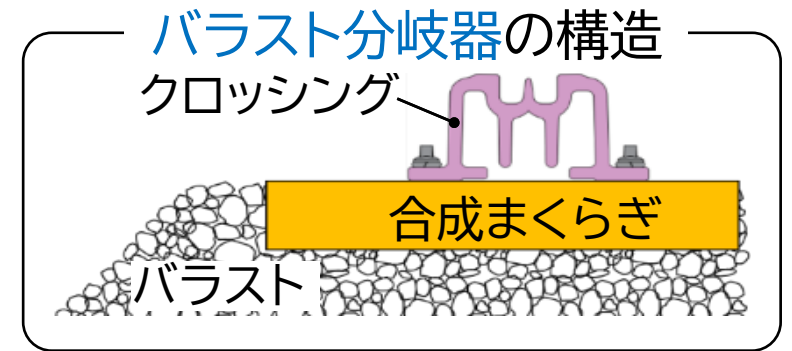
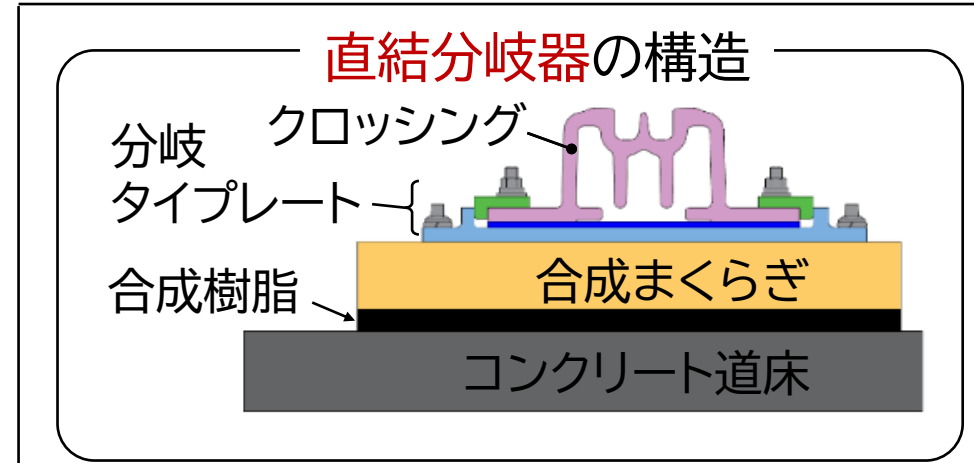
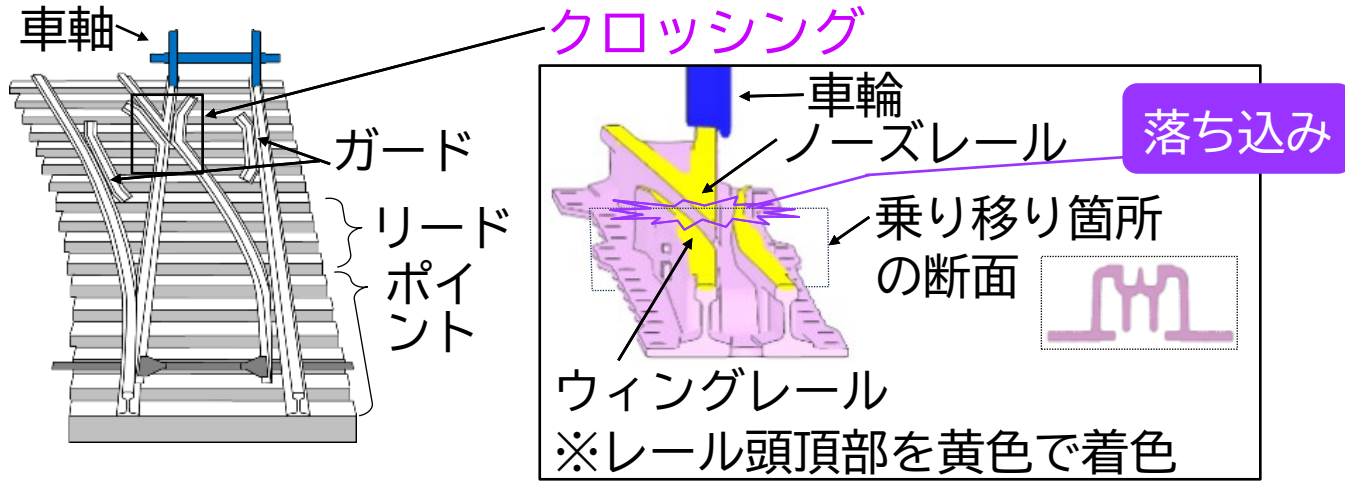
軌道技術研究部 軌道構造研究室
主任研究員 清水 紗希

研究の背景と目的

◆ 固定クロッシング(以下、クロッシング)

軌間線欠線があり、構造的に車輪の乗り移りによって衝撃が生じる

⇒乗り移り箇所のレールに**落ち込み**が生じる



◆ 合成まくらぎ直結分岐器(以下、直結分岐器)

バラスト分岐器と比較して、**ノーズレールの落ち込み**が大きく、交換周期が短いものが散見

→ **落ち込みを低減することで交換周期延伸**

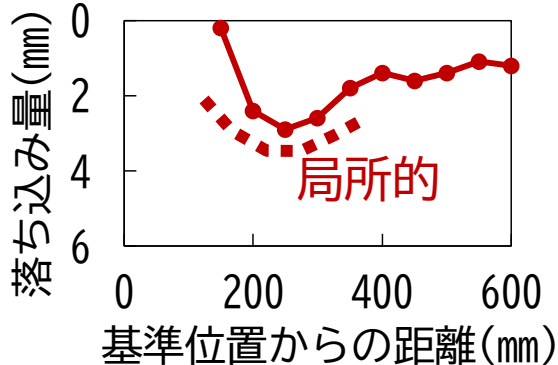
- 落ち込みの実態調査
- 解析モデルの構築
- 落ち込みの要因推定
- 落ち込みの対策となる弾性材の検討
- クロッシングの弾性支持構造
- 弾性支持構造の性能照査
- 試験敷設による効果検証
- まとめ
- 成果の活用

落ち込みの実態調査

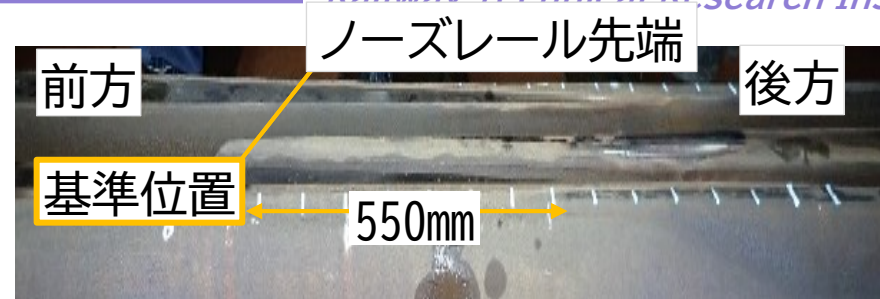
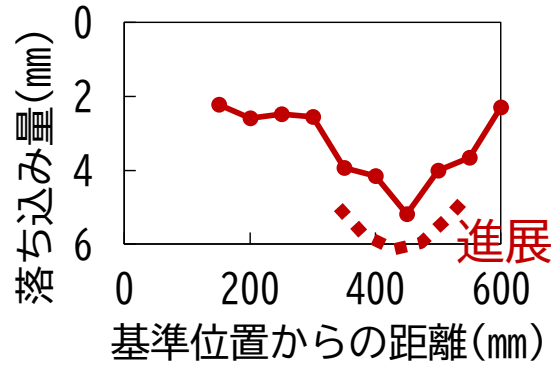
◆ レール長手方向のノーズレールの落ち込み量

直結分岐器

【最大落ち込み量2~3mm】



【最大落ち込み量4mm以上】

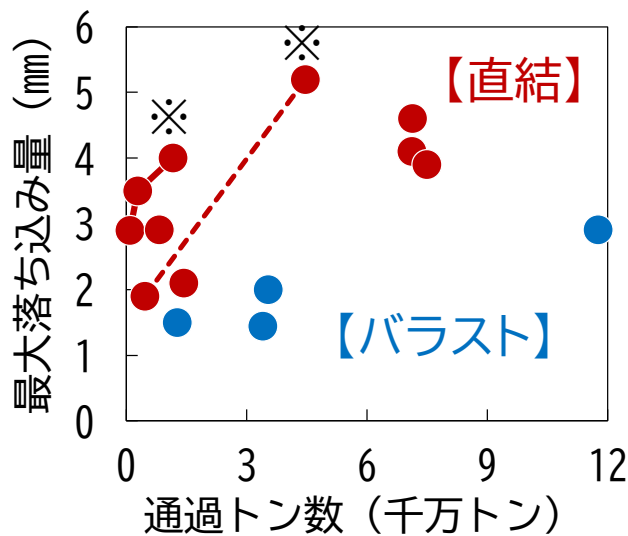
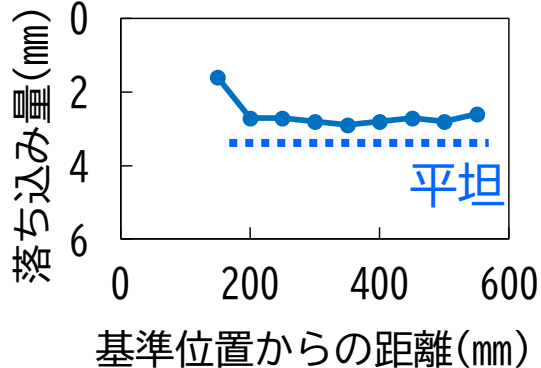


・直結分岐器のほうが局所的な落ち込みが生じている

局所的な落ち込みが生じ、進展していく

バラスト分岐器

【最大落ち込み量1.5~3mm】



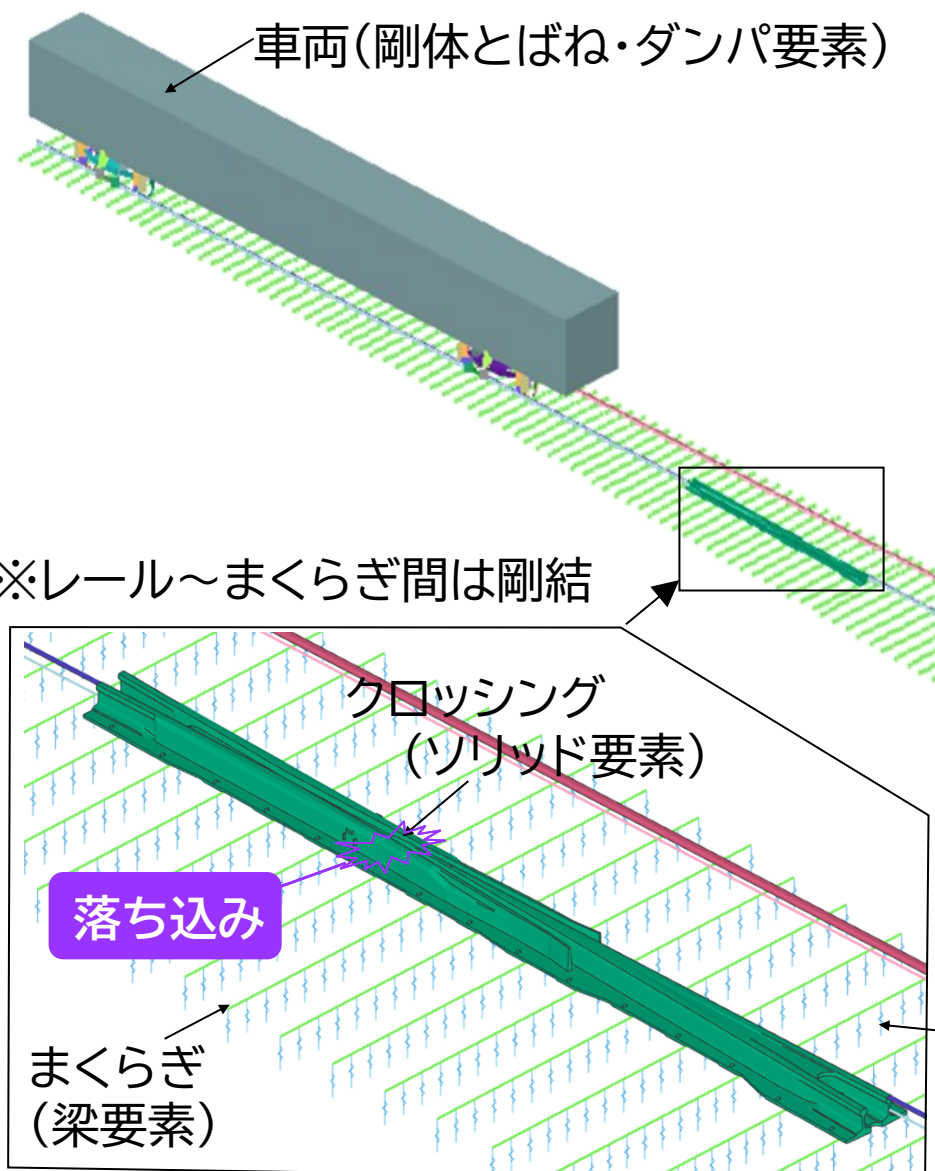
◆ 最大落ち込み量と通過トン数の関係

それぞれ異なるクロッシングのデータであるが、

・直結分岐器のほうが落ち込みが大きい

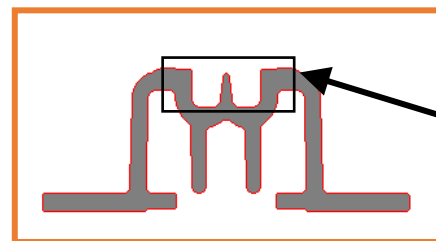
※同クロッシングの追跡調査結果は線で繋いだ

解析モデルの構築

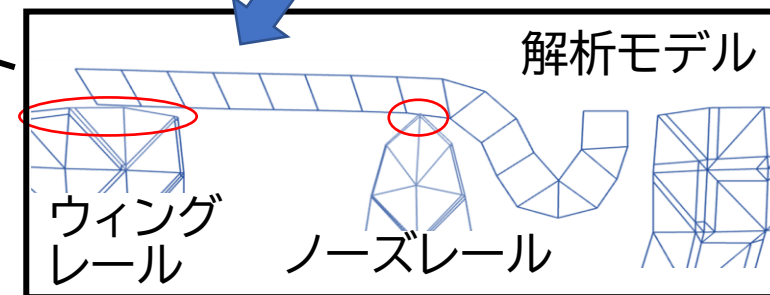
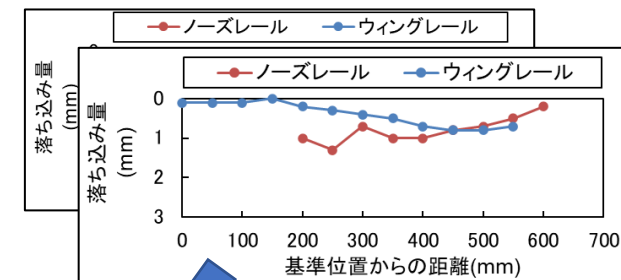


落ち込みの反映方法

- 車輪と接触するレール節点を落ち込み量のみだけ一律に下げる
- レール長手方向には線形補間



落ち込みの測定データ



- 現地試験データとの比較により、**妥当性を確認**

まくらぎ下(ばね要素)
直結: 直結相当
バラスト: バラスト相当

落ち込みの要因推定

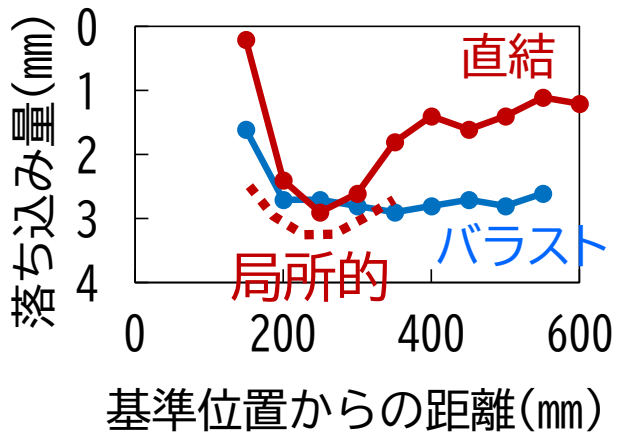
既設のクロッシングに作用する衝撃

Railway Technical Research Institute

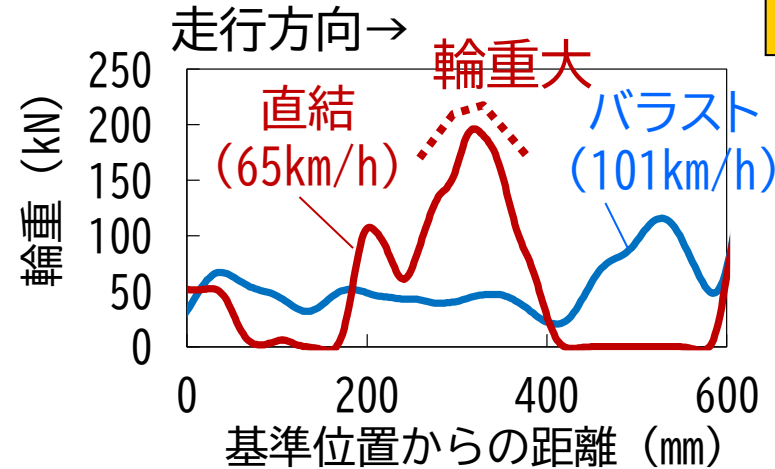
対向走行のクロッシングを対象に、現地の落ち込みを反映し、現地の最高速度※で走行

※直結60～67km/h、バラスト67～105km/h

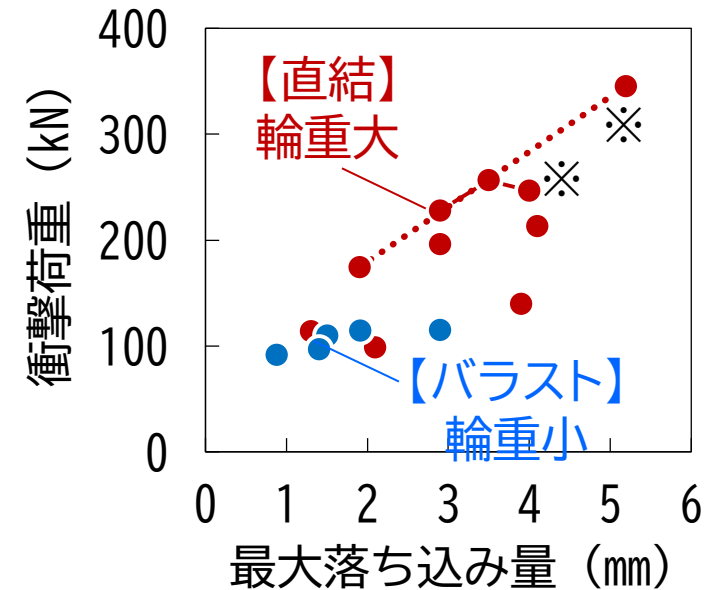
【ノーズレールの落ち込み】



【走行解析の輪重】



◆ 最大輪重と最大落ち込み量の関係



※同クロッシングの追跡調査結果は線で繋いだ

• 同程度の最大落ち込み量でも直結分岐器のほうが

➡ 局所的な落ち込み形状

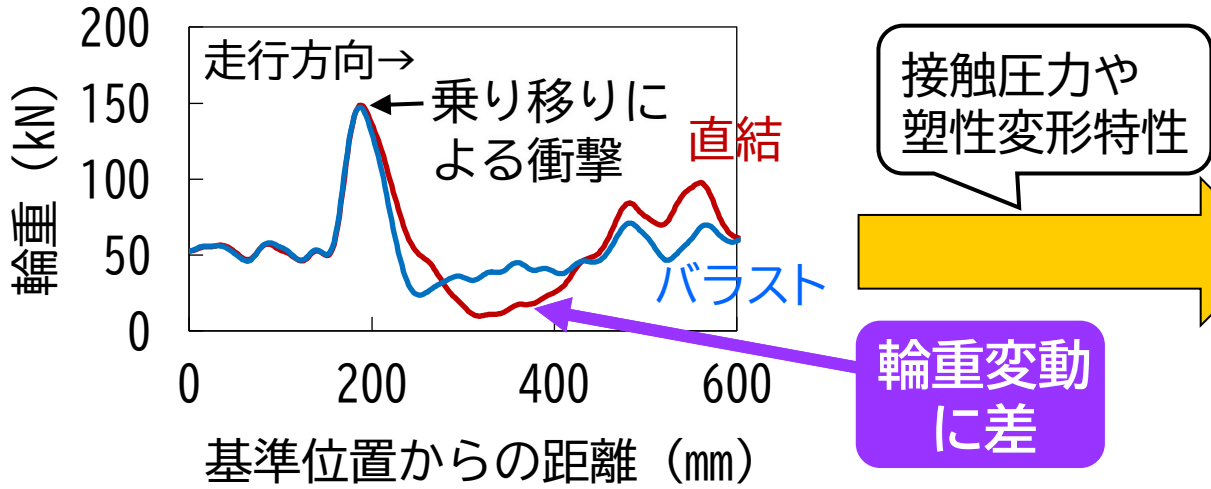
➡ 輪重大 ➡ 落ち込みの進みが早い

• 最大落ち込み量の大きいクロッシングほど、大きな輪重が作用

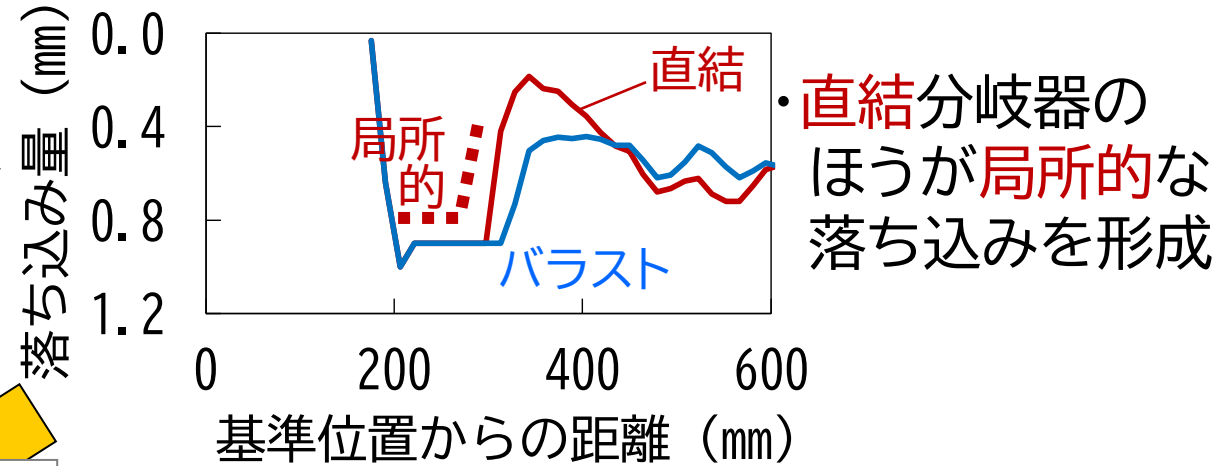
➡ 大きな輪重が作用することでさらに落ち込みが進展する

落ち込みの要因推定 新品のクロッシングに作用する衝撃

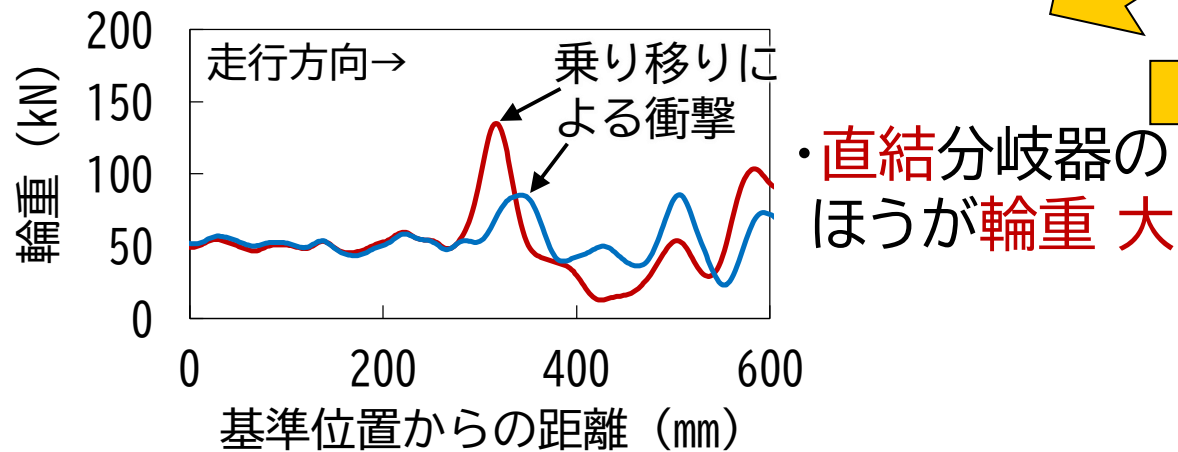
◆新品のクロッシングを走行した場合の輪重



◆輪重から推定したノーズレールの落ち込み



◆落ち込みを反映したクロッシングを走行した場合の輪重



落ち込み反映

【直結分岐器の落ち込みが大きくなる要因】

輪重変動大

局所的な落ち込み

輪重大

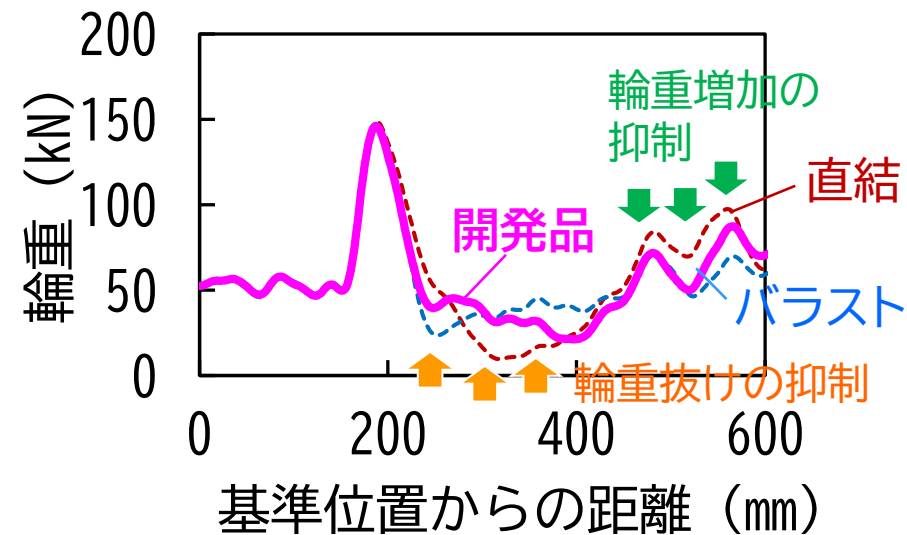
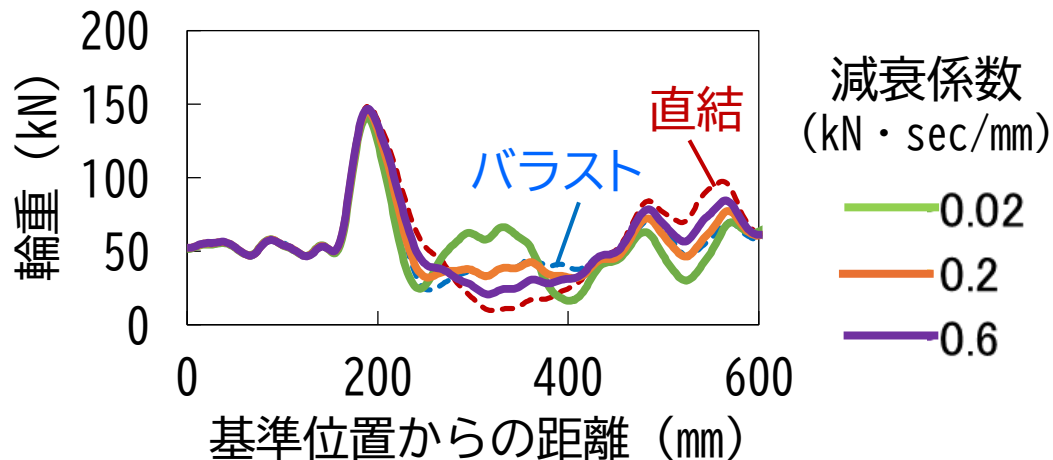
落ち込みが進展

【対策】
輪重変動の抑制

落ち込みの対策となる弾性材の検討

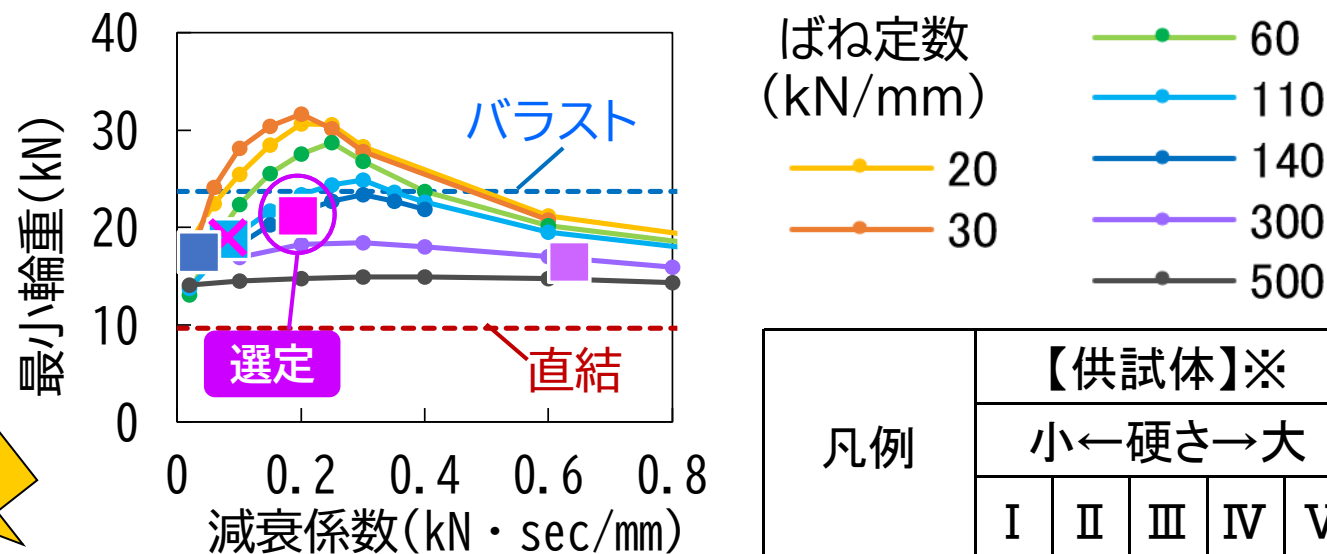
◆弾性材のばね定数と減衰係数

【ばね定数30kN/mmの場合】



◆弾性材のばね定数、減衰係数と輪重抜けの関係 ⇒5種類の硬さの供試体※から選定

※全て一般的な軌道パッドで使用されるSBR製



・開発品の弾性材の輪重波形
⇒バラスト分岐器と
同程度に輪重変動を
抑制

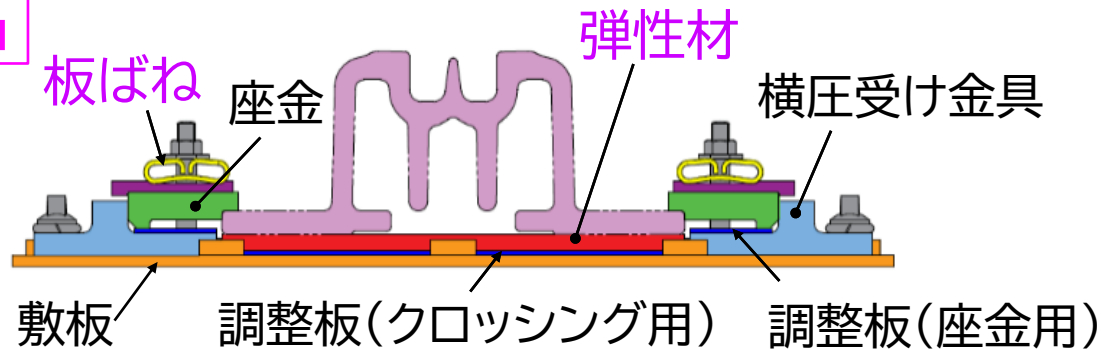
凡例	【供試体】※				
	小←硬さ→大				
	I	II	III	IV	V
■	○				
×		○			
■			○		
■				○	
■					○

クロッシングの弾性支持構造

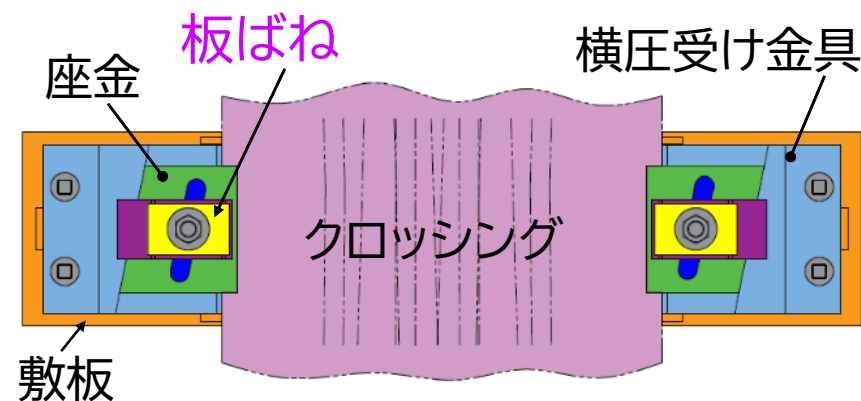
- 弾性材をクロッシングの下に配置し、板ばねで締結した2重弾性締結構造
- 弾性材は、走行時の輪重波形がバラスト分岐器の場合と同等になるように設計
- まくらぎを交換せず、現行品との置き換えが可能

正面図

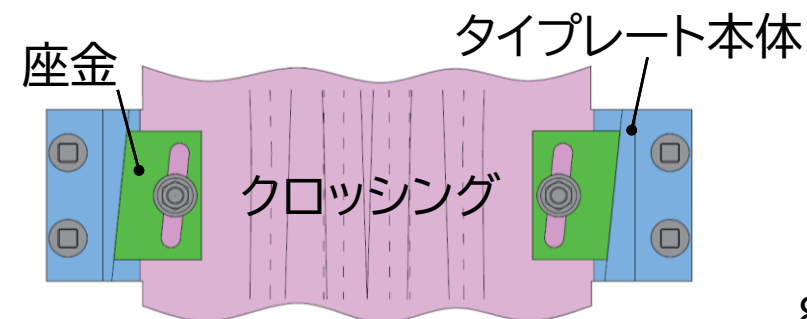
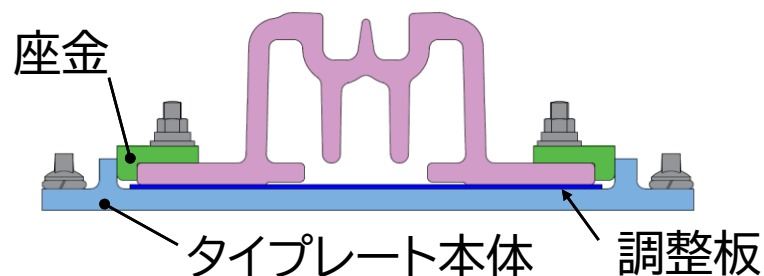
開発品



上面図



現行品



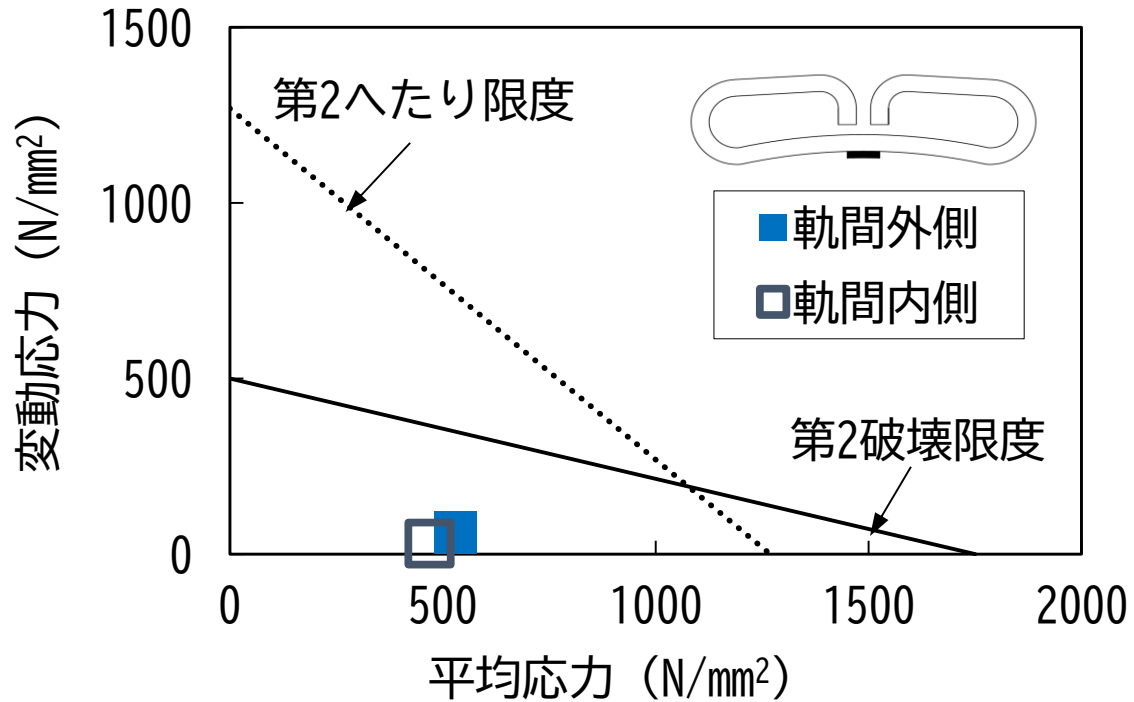
弾性支持構造の性能照査

設計標準に準拠し、疲労破壊に関する安全性の照査を実施

➔ 照査を満足することを確認

◆ 静的二方向载荷試験

板ばねの耐久限度線図による照査



◆ 動的二方向载荷試験



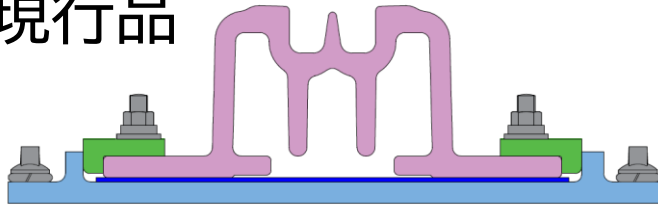
試験敷設

新幹線の直結分岐器に開発品を試験敷設

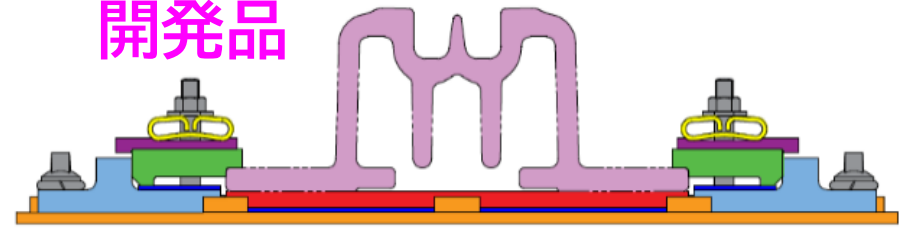
- ・ 一晩の作業時間帯内である3時間半程度で既設品と交換

➡ 施工性に問題ないことを確認

現行品



開発品

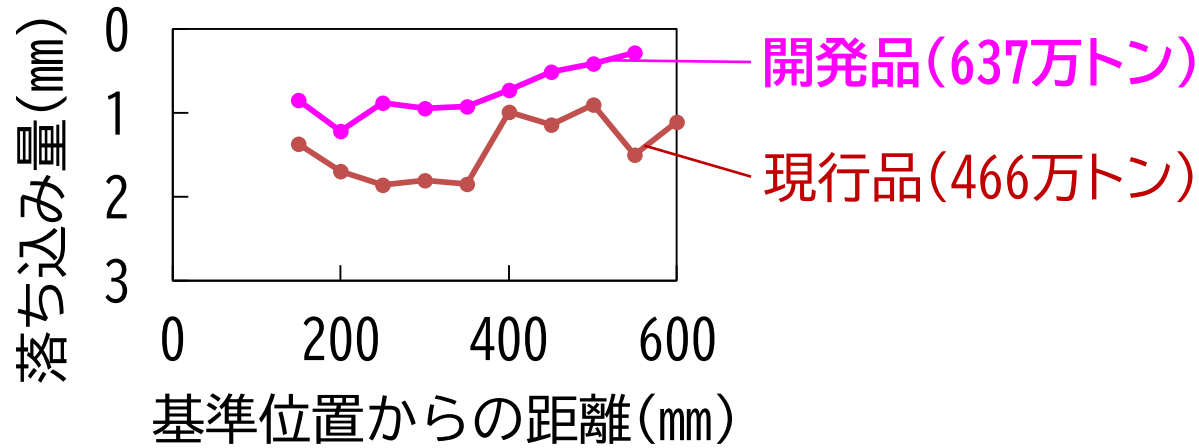


置き換え

試験敷設による効果検証

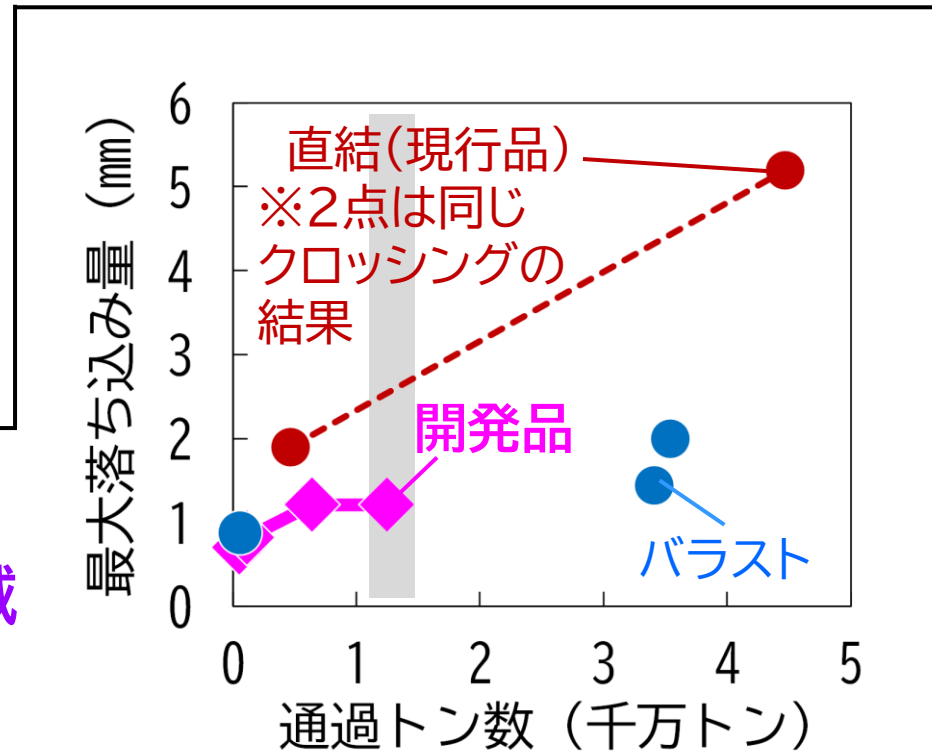
◆ 敷設後6か月の落ち込み形状

- ・現行品よりも局所的な落ち込みが抑制されている



◆ 敷設後1年の落ち込みの推移

- ・過去に同箇所に敷設していた現行品より半分程度低減
- ・バラスト分岐器と同程度



弾性支持構造の効果を確認

まとめ

- ・ノーズレールの落ち込みの低減を目的として、合成まくらぎ直結分岐器のクロッシングに適用可能な弾性支持構造を開発した。
- ・弾性材は、落ち込みが大きくなる要因と推定される凹凸の大きい落ち込みの形成を抑制するため、バラスト分岐器と同等の変動の少ない輪重波形となるように設計した。
- ・まくらぎ交換をすることなく、タイプレートの交換のみで、既設品から開発品へ置き換えることが可能である。
- ・新幹線の分岐器において試験敷設を実施し、一晩の作業時間帯内である3時間半程度で、既設品から開発品への交換を問題なく施工できることを確認した。
- ・上記試験敷設において、敷設後の落ち込みは1/2程度に低減されており、バラスト分岐器のものと同程度であることを確認した。

- 新幹線を対象に、本開発品を既設品からの交換もしくは新設線の標準構造として使用する。

- 清水紗希, 大高亮輔, 玉川新悟, 弟子丸将, 松谷真吾: まくらぎ直結分岐器用固定ク
ロッシングの弾性支持構造を有する分岐タイププレートの開発, 鉄道総研報告, Vol.
39, No. 8, pp.9-16, 2025