

無螺締板ばね式レール締結装置の開発

軌道技術研究部 軌道構造研究室

主任研究員 玉川 新悟



本日の発表

1. 研究の背景と目的
2. 無螺締板ばね式レール締結装置の検討
3. レール締結装置と締結工具の試作
4. 性能確認試験
5. まとめと成果の活用

本日の発表

1. 研究の背景と目的
2. 無螺締板ばね式レール締結装置の検討
3. レール締結装置と締結工具の製作
4. 性能確認試験
5. まとめと成果の活用

研究の背景・目的

らてい
螺締式: ボルトで締結

締結ボルト
締結ばね
(板ばね)

5N形



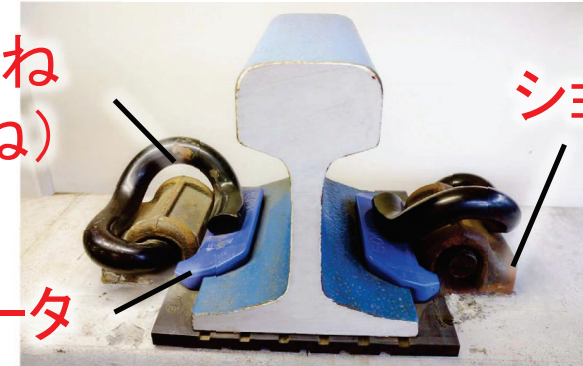
むらてい
無螺締式: 締結時にボルト不要

締結ばね
(線ばね)

ショルダー

インシュレータ

e2009形



- 国内で多数開発されてきた**螺締式**レール締結装置は、**ボルトの緩みを定期的に検査し、必要に応じてこれを締め直す必要がある。**
- **無螺締式**レール締結装置は、**ボルトの締め直しの労力が不要であるが、導入時に既設のまくらぎの交換が必要となる。**



研究の
目的

既設まくらぎの交換が不要で、レールの締結後に**ボルトの締め直し**が**不要な無螺締板ばね式レール締結装置**を開発する。

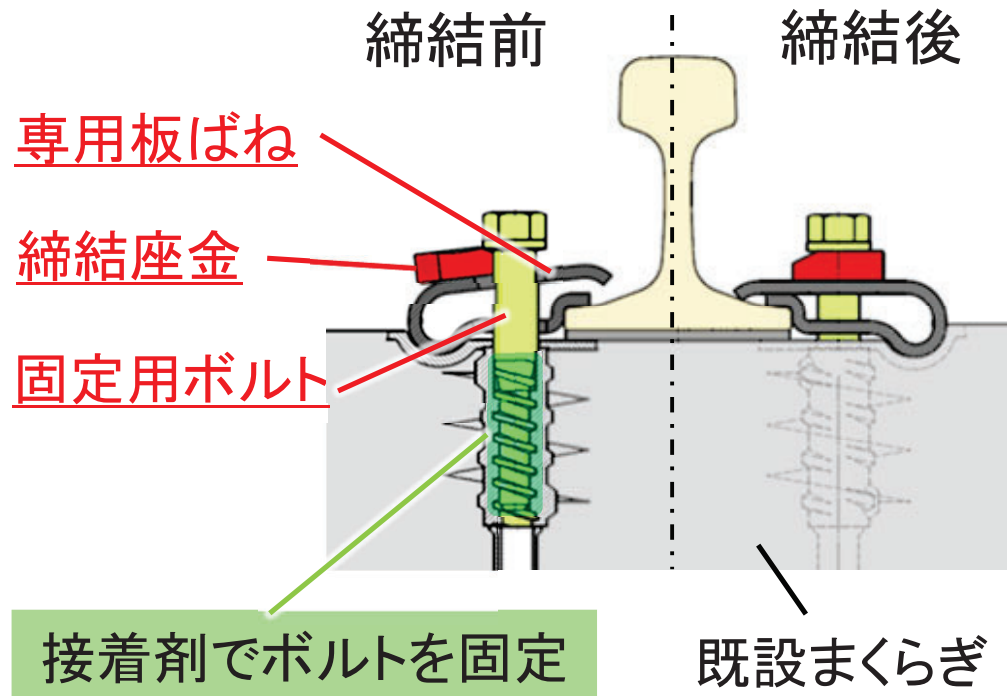
本日の発表

1. 研究の背景と目的
2. 無螺締板ばね式レール締結装置の検討
3. レール締結装置と締結工具の製作
4. 性能確認試験
5. まとめと成果の活用

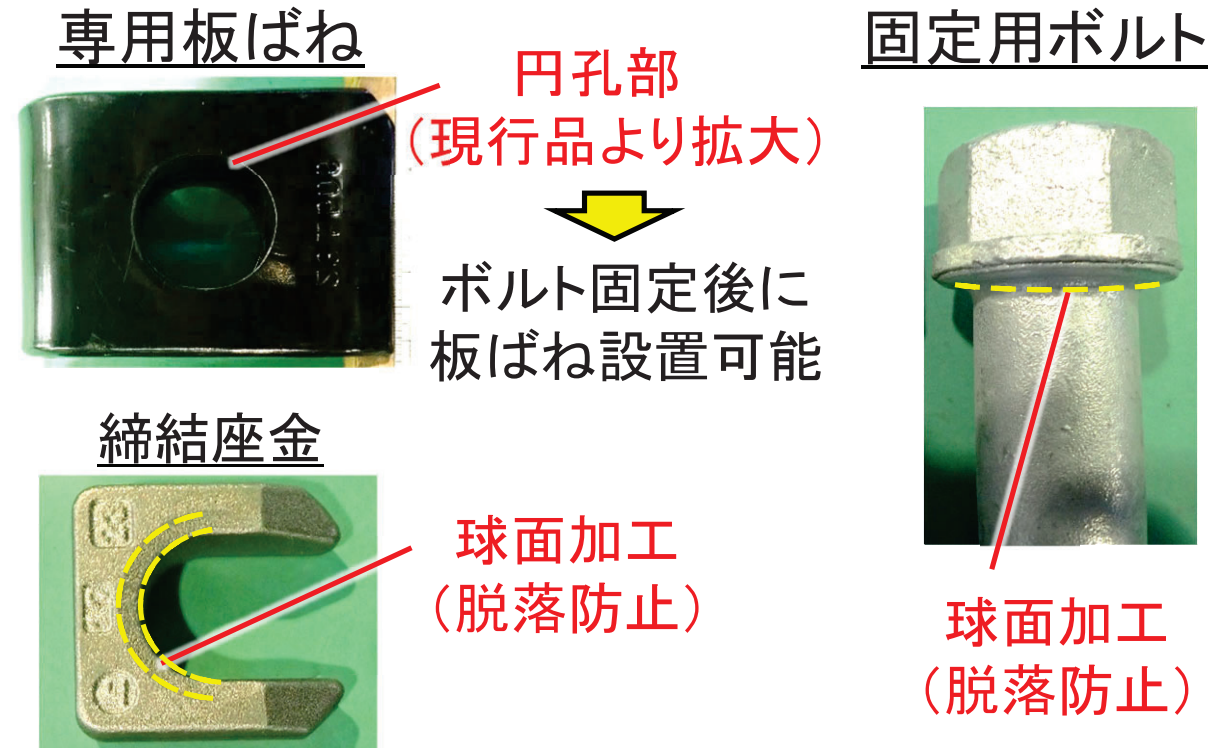
■ 無螺締板ばね式レール締結装置の検討

- 専用の板ばね、締結座金、固定用ボルトで構成したレール締結装置を考案、検討
 - 固定用ボルトは既設まくらぎの埋込栓にエポキシ樹脂系接着剤で強固に固定
 - 専用板ばねと固定用ボルトの間に締結座金を押し込み締結を完了

考案した締結方法



5N形用・初期試作品

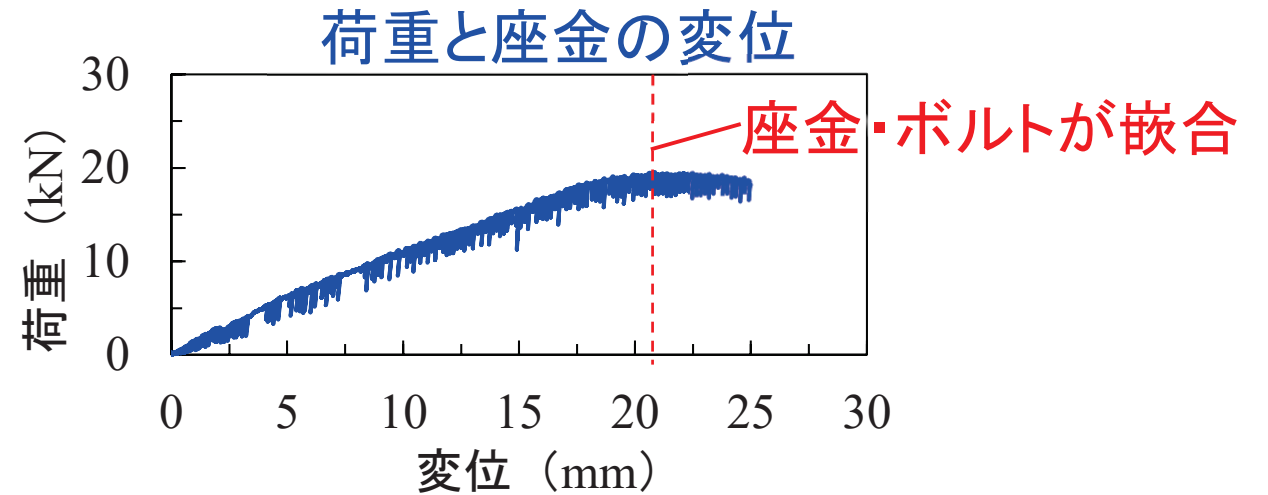
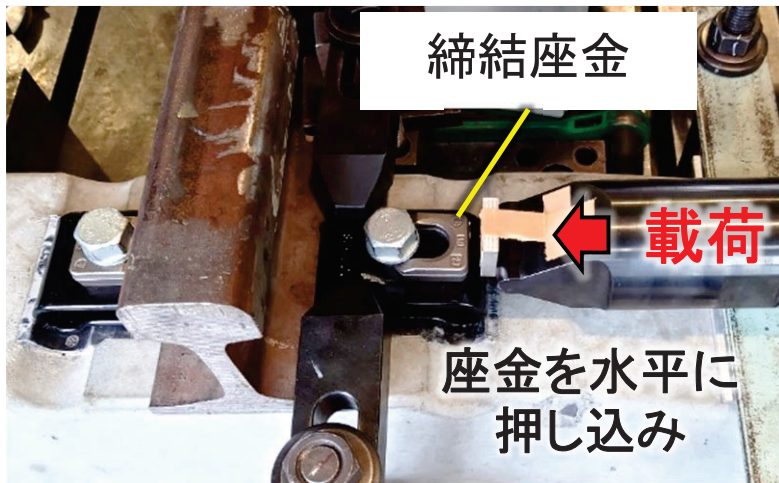


■ 考案した締結方法の検証

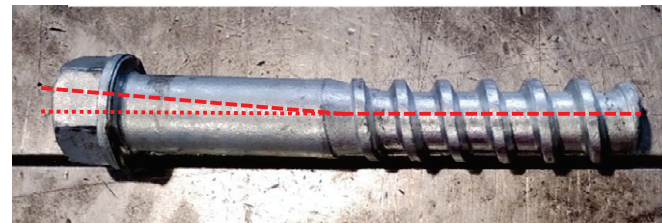
机上の検討通りに締結できるかを検証

→座金・ボルトの嵌合に**過大な荷重(19.6kN)**、ボルトに損傷

検証試験



ボルトの塑性変形



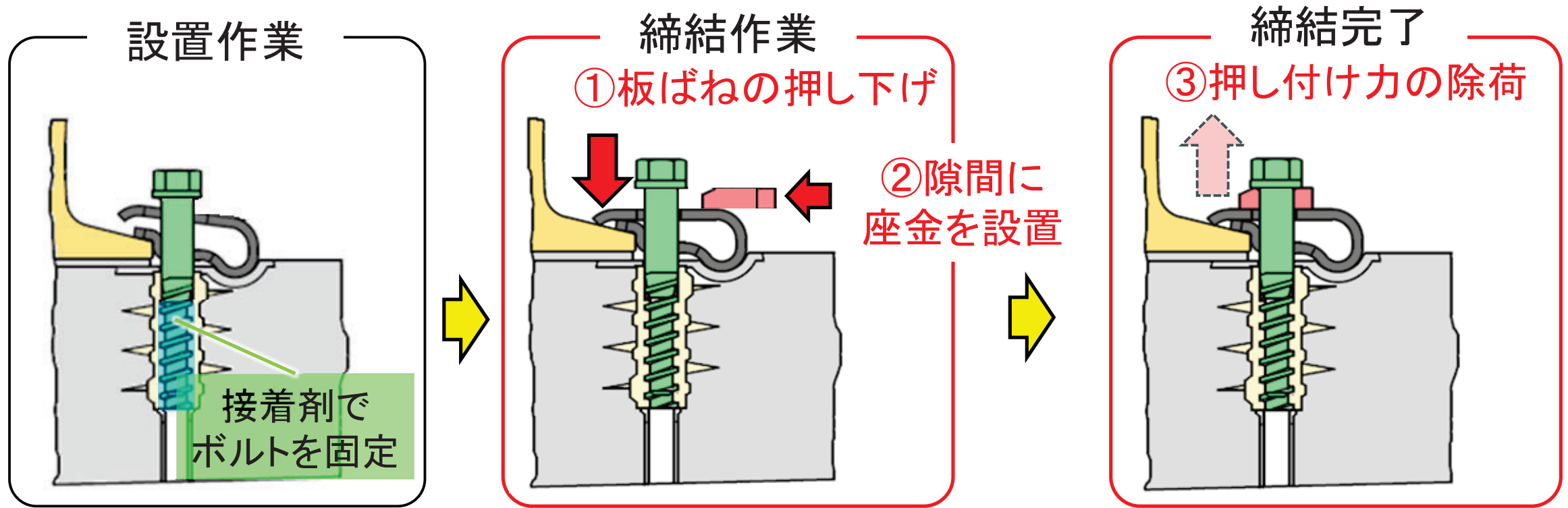
首下部の擦過痕



締結ばねの上ばねを押し下げながら座金を押し込む方式は困難と判断

■ 締結方法の改良

➤ 把握した課題を踏まえて締結方法を改良

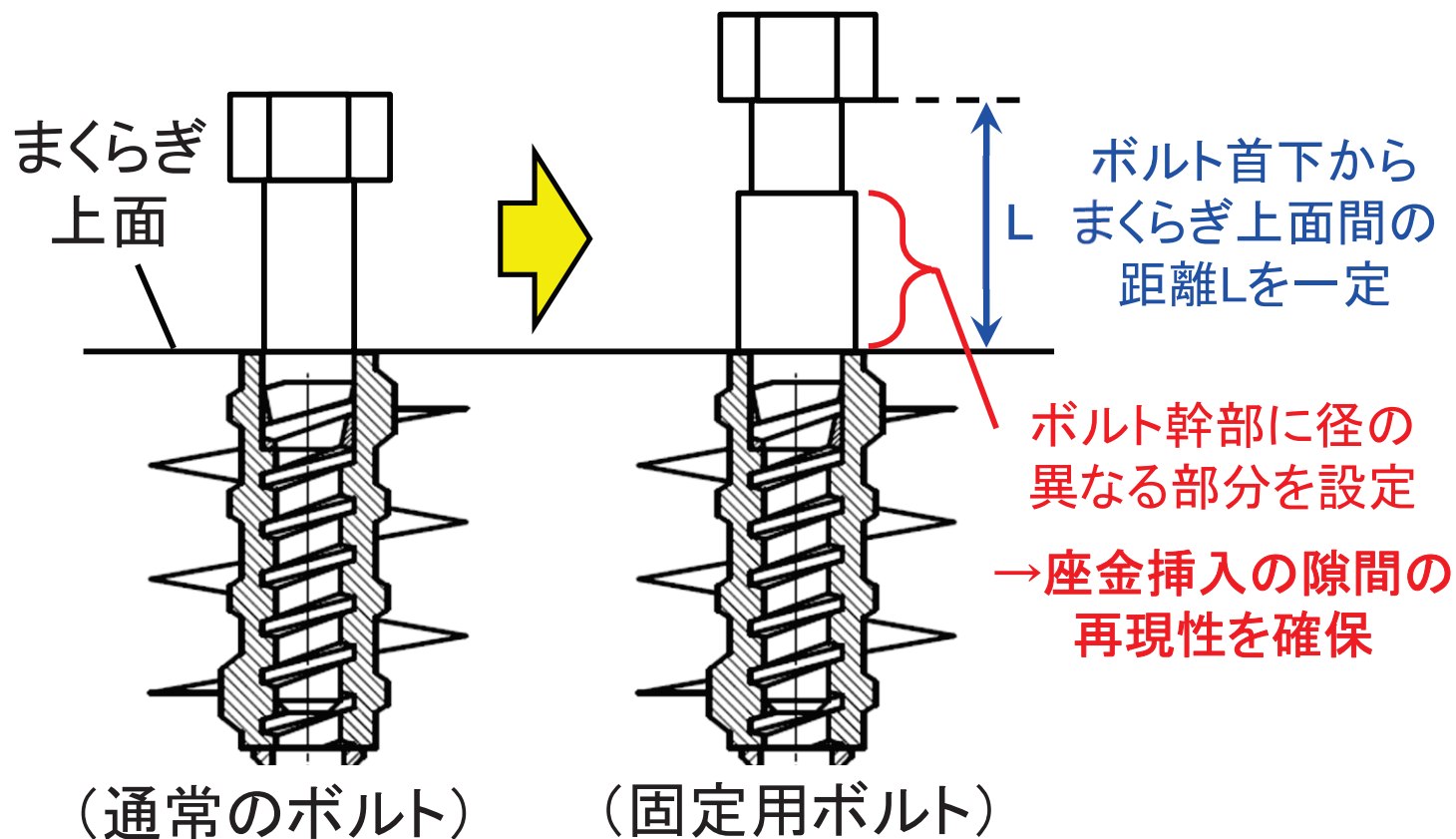


隙間と座金の厚さを同じ
⇒ 座金・ボルト首下の球面は平面で検討

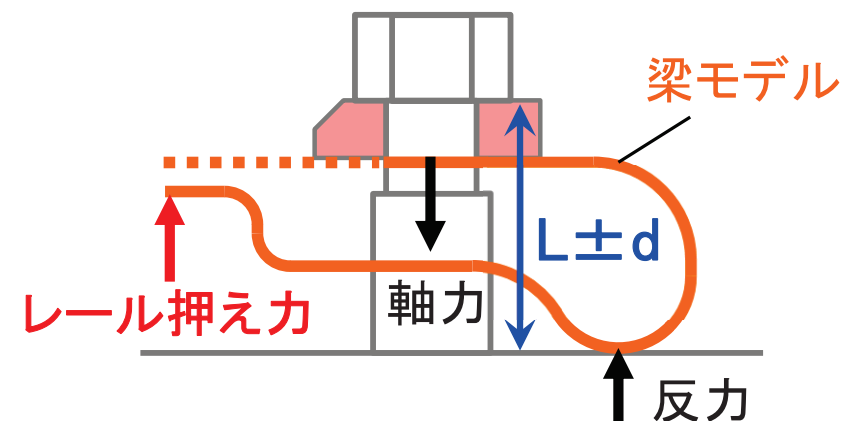
■ 固定用ボルトの改良

- 固定用ボルトの構造を改良し、ボルト首下とまくらぎ上面の距離を確保

提案した 固定用ボルトの構造



確保する距離の精度($L \pm d$)による レール押え力の理論計算



実現可能なボルトの製作精度 $d: \pm 0.5\text{mm}$

	板ばね1個あたりの レール押え力
最小値	3.6 kN

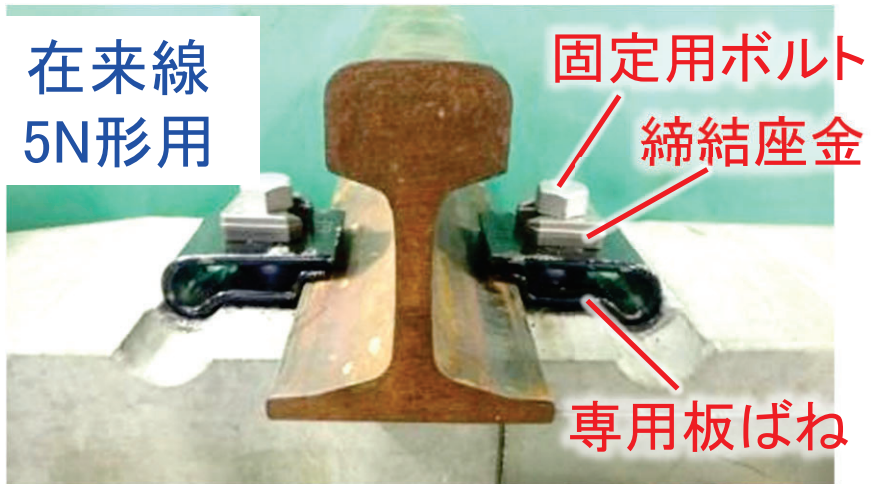
所定のふく進抵抗力を確保可能

本日の発表

1. 研究の背景と目的
2. 無螺締板ばね式レール締結装置の検討
3. レール締結装置と締結工具の製作
4. 性能確認試験
5. まとめと成果の活用

レール締結装置の試作品

在来線
5N形用



専用板ばね



締結座金

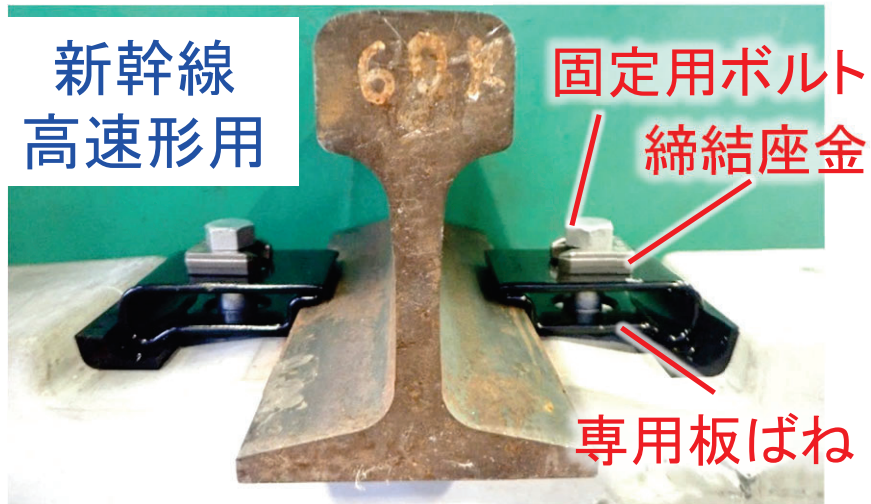


(変更試作品)

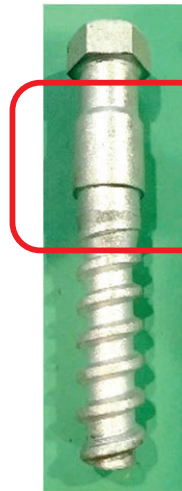
(初期試作品)

平面でも回転・脱落が生じないか検証
(製品化の際にはより安定する球面を検討)

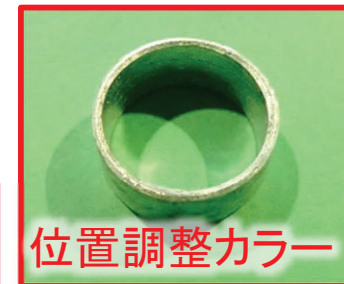
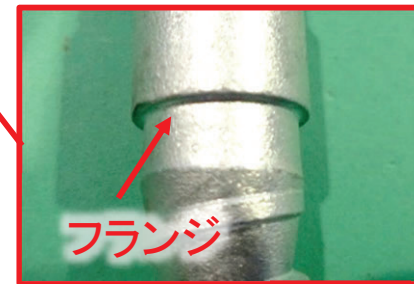
新幹線
高速形用



固定用ボルト



(5N形用)



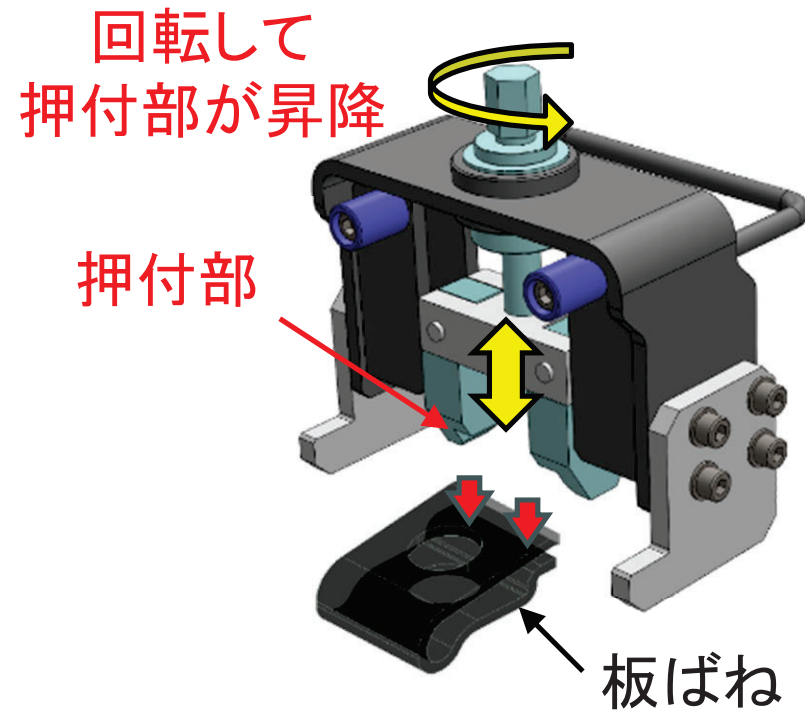
(高速形用)

フランジや位置調整カラーにより
固定用ボルトの埋込深さは一定

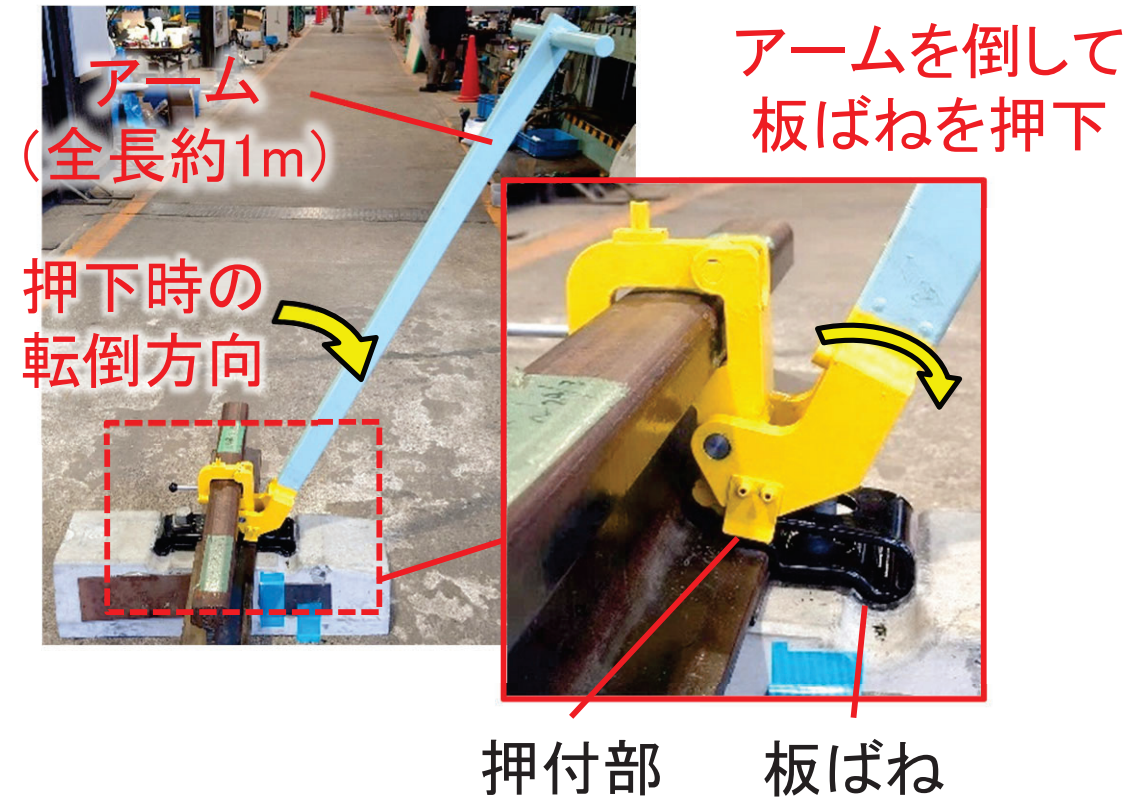
■ 締結工具の製作

機械施工用と人力施工用の2種類の締結工具を考案し、製作

機械施工用の締結工具



人力施工用の締結工具



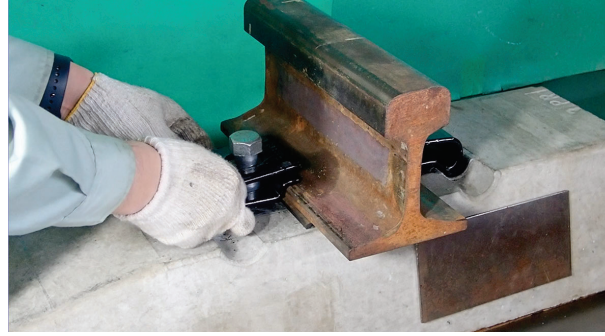
締結工具の施工性の検証

締結過程

①ボルト設置



②板ばね設置



③締結工具設置



④板ばね押し下げ



⑤座金を挿入



⑥工具撤去・締結完了



■ 締結工具の施工性の検証

- 締結工具で上ばねを下ばねに適切に密着させ、締結できることを確認



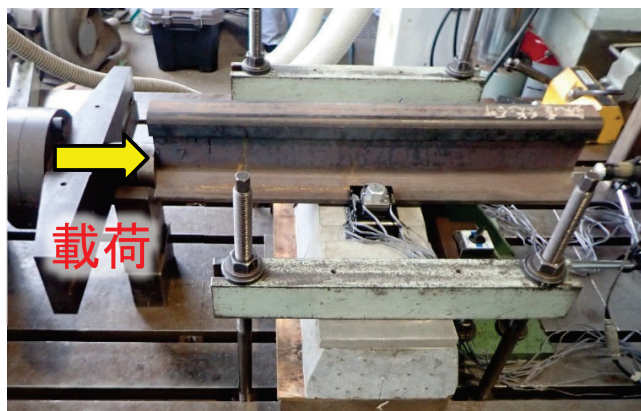
本日の発表

1. 研究の背景と目的
2. 無螺締板ばね式レール締結装置の検討
3. レール締結装置と締結工具の製作
4. 性能確認試験
5. まとめと成果の活用

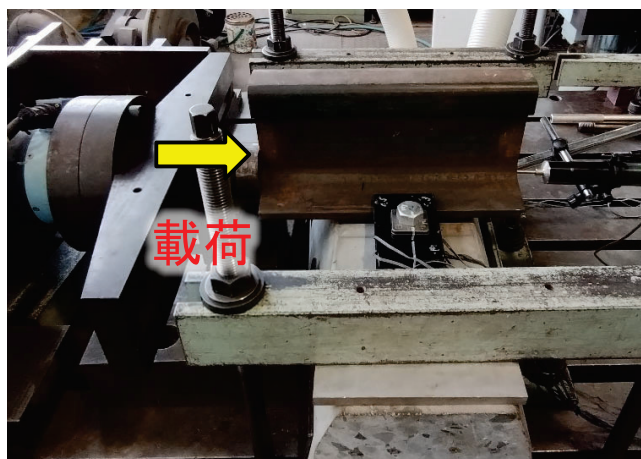
ふく進抵抗力の確認

ふく進抵抗試験

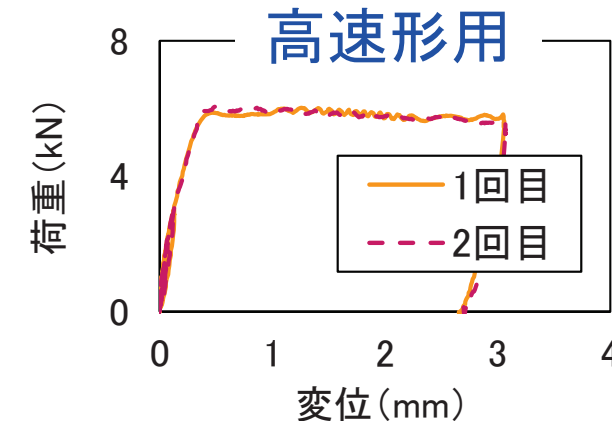
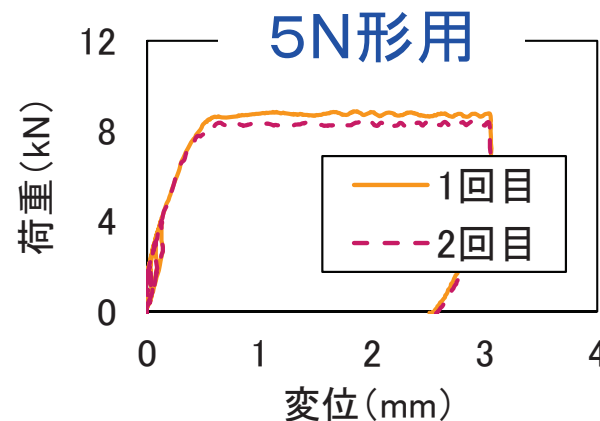
5N形用



高速形用



ふく進抵抗試験の結果



	単位	ふく進抵抗力	
		5N形用	高速形用
载荷1回目	kN/組	8.08	5.73
载荷2回目		7.47	5.83
平均	kN/組	7.78	5.78
	kN/m※	12.1	9.9

※まくらぎ間隔641mm(5N)、582mm(高速)で換算

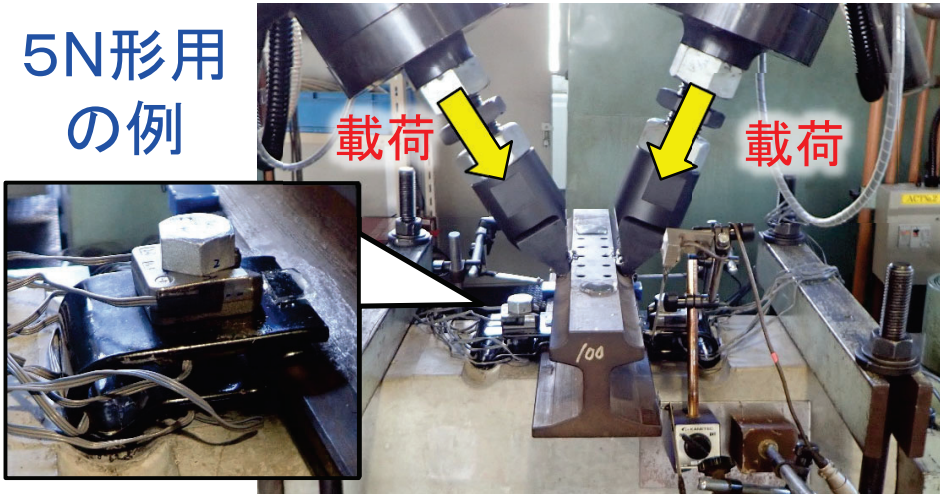
バラスト軌道の道床縦抵抗力(6~10kN/m)と同等以上であることを確認

■ 疲労破壊に関する安全性の確認

- 鉄道構造物等設計標準(軌道構造)に準拠して安全性の照査を実施

静的・動的2方向载荷試験

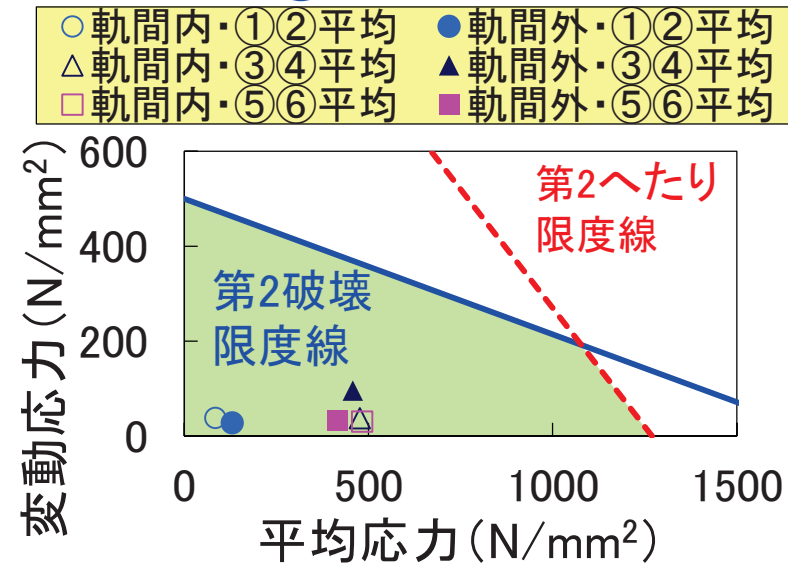
5N形用の例



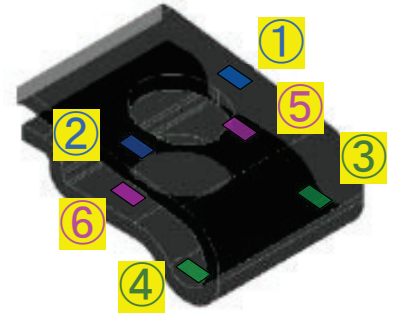
① レール頭部左右変位の結果

項目	5N形用	高速形用
試験値	0.45mm	2.93mm
設計限界値	7.0mm	5.2mm

② 板ばね応力の結果



応力測定位置



③ 100万回繰り返し载荷後の状態

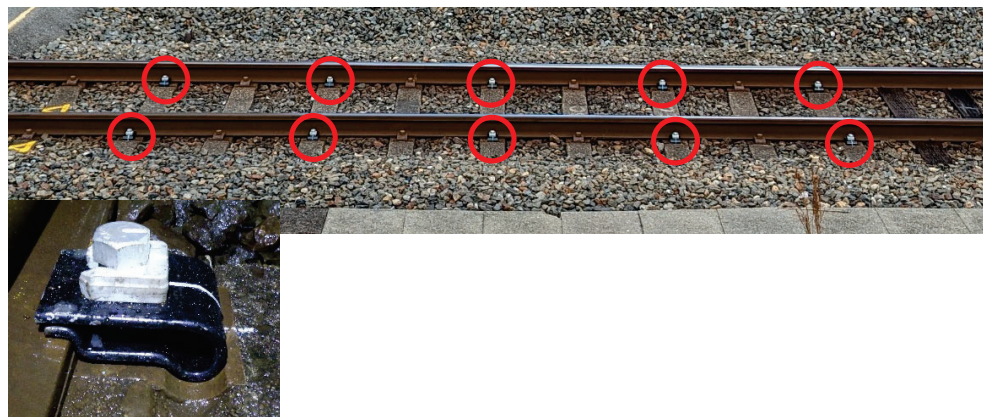
- 締結座金の回転・脱落なし
- その他締結部材に異状なし

提案したレール締結装置は、バラスト軌道に適用可

■ 試作したレール締結装置の現地試験敷設

試験敷設の概要

- ◆ 敷設品: 5N形用
- ◆ 敷設数: まくらぎ5本分
- ◆ 敷設場所: 在来線・直線区間(駅構内)
- ◆ 敷設期間: 2024年3月～2026年2月予定



敷設時の状況



約8ヶ月敷設後の状況



ボルトの緩み、座金の
脱落等の異常なし

約2年間の試験敷設を行い、締結状態を追跡調査

本日の発表

1. 研究の背景と目的
2. 無螺締板ばね式レール締結装置の検討
3. レール締結装置と締結工具の製作
4. 性能確認試験
5. まとめと成果の活用

まとめ

- 既設のまくらぎを交換せず、ボルトで締結を行う従来の螺締板ばね式レール締結装置の構成部材を置き換えることで、**ボルトの締め直しが不要となる無螺締板ばね式のレール締結装置を提案した。**
- 提案したレール締結装置を構成する**専用板ばね、固定用ボルト、締結座金**を製作した。
- 機械施工用と人力施工用の2種類の**締結工具**を開発し、問題なく締結できることを確認した。
- 提案した無螺締板ばね式レール締結装置は、**安全性の照査を満足し、バラスト軌道に適用可能**なことを確認した。

成果の活用

- 無螺締板ばね式レール締結装置の実用化を進め、ボルトの緩みの管理・締め直し作業の省力化を実現する。

今後の取り組み

- 試験敷設後の締結状態を調査し、調査結果と事業者の要望に基づき、改良のうえ、製品化する。

参考文献

山岡大樹, 弟子丸将, 玉川新悟: 既設PCまくらぎに適用可能な無螺締板ばね式レール締結装置の開発, 鉄道総研報告, Vol.38, No.12, pp.1-6, 2024