新幹線用トロリ線中間接続の 中速域への適用検討

電力技術研究部 電車線構造研究室

副主任研究員 中村 琢

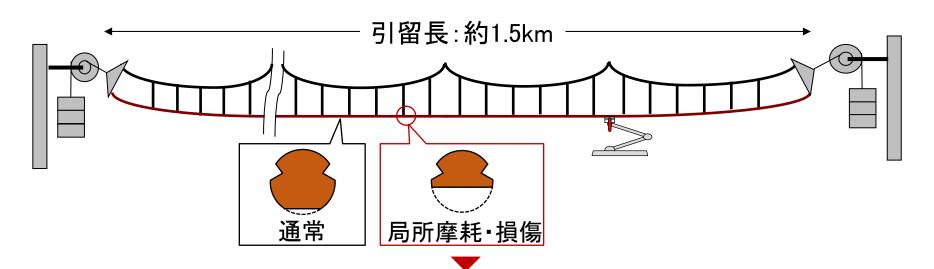


本日の発表

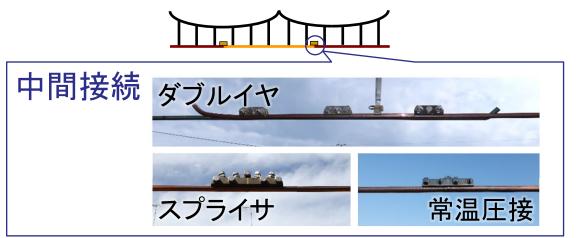
- ◆ 背景と目的
- ◆接続金具の質量・曲げ剛性の概算
- ◆ 金具質量・曲げ剛性の集電性能への影響検討
- ◆ 施工くせ・接続箇所勾配の集電性能への影響検討
- ◆まとめと成果の活用



研究の背景:トロリ線張替と中間接続



● 在来線: 当該箇所のみ部分張替



- 新幹線: 高速走行のため引留長全線張替
 - ・張替コスト大
 - ・災害仮復旧の例外的な中間接続時は 速度制限110km/h

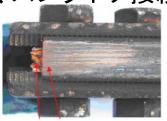
在来線より高速域に適用可能なトロリ線中間接続が求められている



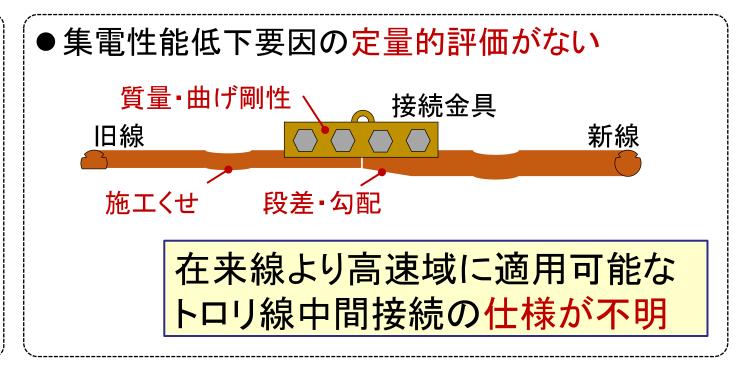
新幹線用トロリ線中間接続の課題

- ●接続箇所の集電性能低下
 - ・離線の増加
 - 摩耗の増加
 - トロリ線疲労破断例:SNCF高速線、スプライサ接続





[J.-P. Massat et al., Railways2016]



研究目的

スプライサ接続を想定して

- 新幹線用トロリ線の中間接続の仕様と適用可能速度を明らかにする
- 高速域での実用上の課題を明らかにする



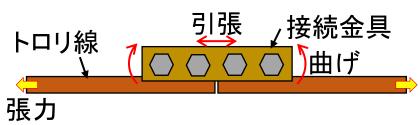
本日の発表

- ◆背景と目的
- ◆接続金具の質量・曲げ剛性の概算
- ◆ 金具質量・曲げ剛性の集電性能への影響検討
- ◆ 施工くせ・接続箇所勾配の集電性能への影響検討
- ◆まとめと成果の活用

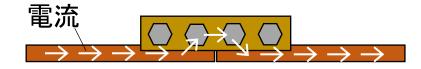


接続金具の要求性能

- ■接続要件
- ●機械的接続:トロリ線張力に耐える

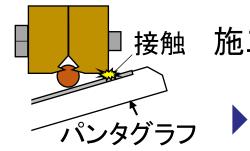


● 電気的接続:トロリ線と同等の電気抵抗



金具断面積大=質量・曲げ剛性大

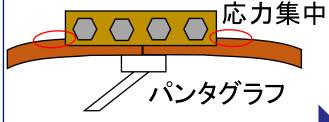




施工・線形による傾斜を考慮

金具幅小=曲げ剛性大

■集電性能低下の抑制



¹ 例:曲げ剛性変化点 での応力集中

質量・曲げ剛性小

- 接続要件・パンタグラフ離隔 と 集電性能 がトレードオフ
- 方針:接続性能を満たす質量・曲げ剛性の集電性能への影響評価



接続金具の質量・曲げ剛性の概算

- ■接続性能による質量の概算
- GT-SN-170接続に必要な断面積

	アルミ青銅	純銅
機械的接続	900mm ²	2820mm ²
電気的接続	1130mm ²	120mm ²
両接続	1130 mm ²	2820 mm ²

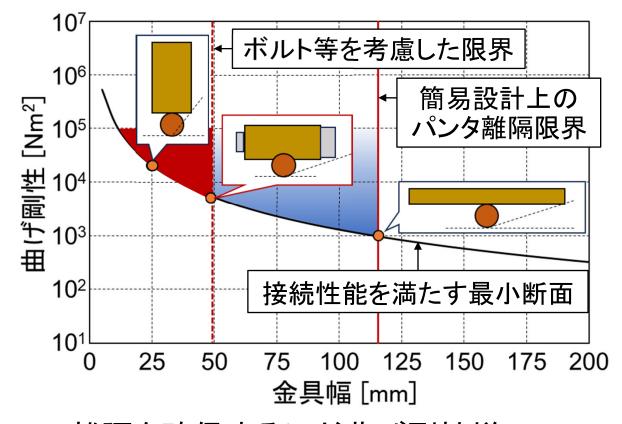
● 金具質量※

アルミ青銅 純銅 **1.7**kg **5.0**kg

※在来線用既製品と同じ金具長さと仮定

アルミ青銅採用で質量1.7kg程度

■パンタ離隔による曲げ剛性の概算



・離隔を確保するほど曲げ剛性増

曲げ剛性104Nm2程度

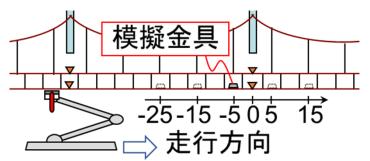


- ◆背景と目的
- ◆接続金具の質量・曲げ剛性の概算
- ◆ 金具質量・曲げ剛性の集電性能への影響検討
- ◆ 施工くせ・接続箇所勾配の集電性能への影響検討
- ◆まとめと成果の活用



質量・曲げ剛性の集電性能への影響検討:実験

- ■集電試験装置での実機試験
 - 模擬金具: 在来線用スプライサ+錘 質量: 1.8kg、曲げ剛性: 4.2×10³Nm²
 - •トロリ線破線なし



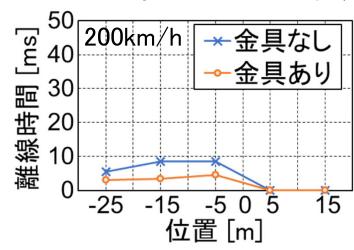


上面引張

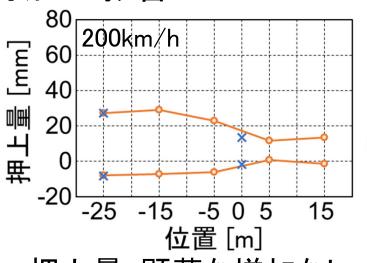
0000

0000

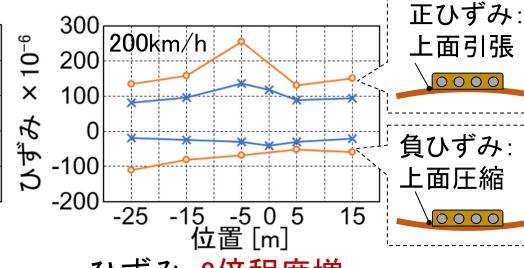
■取付位置ごとの金具有無の影響



・離線:顕著な増加なし



• 押上量: 顕著な増加なし



•ひずみ:2倍程度増

質量・曲げ剛性→トロリ線ひずみに影響大



質量・曲げ剛性のトロリ線ひずみへの影響:理論検討

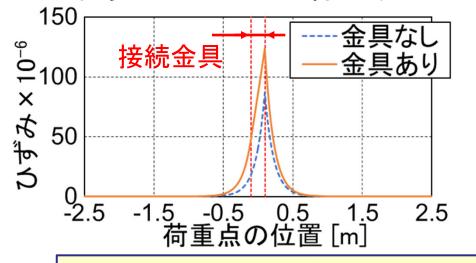
トロリ線ひずみの増加は質量・曲げ剛性のどちらによるものか理論検討

■金具曲げ剛性の影響

・解析モデル

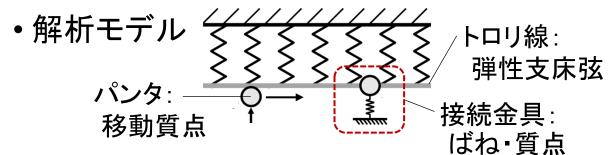
_/トロリ線 : <u>梁(</u>張力有)

• 曲げ剛性変化点のトロリ線ひずみ

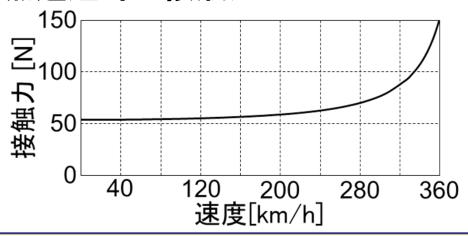


曲げ剛性でひずみ1.4倍増

■金具質量の影響



・ 質点通過時の接触力



高速域で接触力増加→ひずみ増加



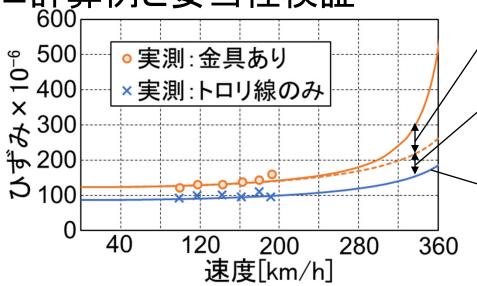
質量・曲げ剛性のトロリ線ひずみへの影響:簡易推定

■トロリ線ひずみ速度特性の簡易検討

トロリ線単体の ひずみ速度特性 [真鍋1985] 金具曲げ剛性の影響 曲げ剛性変化点の 静ひずみ倍率

金具質量の影響 質点通過時の 接触力速度特性

■計算例と妥当性検証



金具質量の影響

• 240km/h以下は影響小

金具曲げ剛性の影響

・ 低速域でも影響あり

トロリ線のみ [真鍋1985]

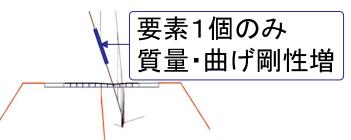
実験的検討および理論検討により、200km/h以下におけるひずみ増加は曲げ剛性増加の影響



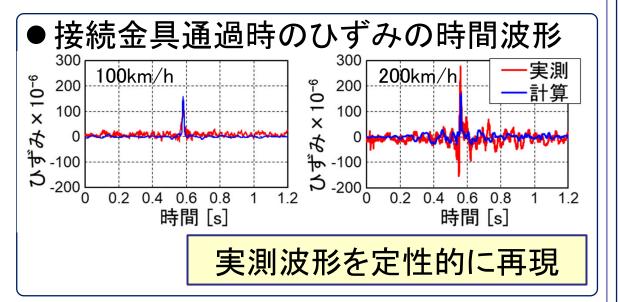
中間接続をモデル化したシミュレータの検討

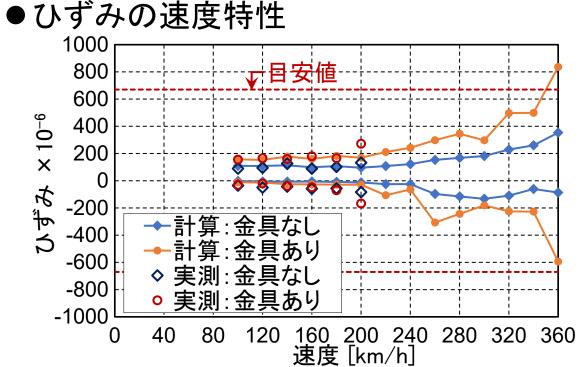
接続金具の質量・曲げ剛性、架線・パンタの構造を考慮した数値解析

■既開発シミュレータの改良



- ・架線要素毎の パラメタ設定
- •ひずみ計算





・簡易検討よりひずみ増だが 340km/hまで疲労破断の目安値以下

計算上、高速域適用可能性あり

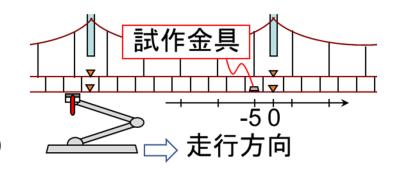


- ◆背景と目的
- ◆接続金具の質量・曲げ剛性の概算
- ◆ 金具質量・曲げ剛性の集電性能への影響検討
- ◆施工くせ・接続箇所勾配の集電性能への影響検討
- ◆まとめと成果の活用

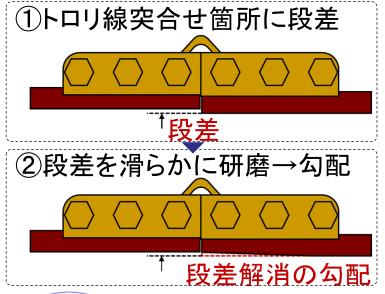


実施工時のトロリ線凹凸を想定した実験的検討

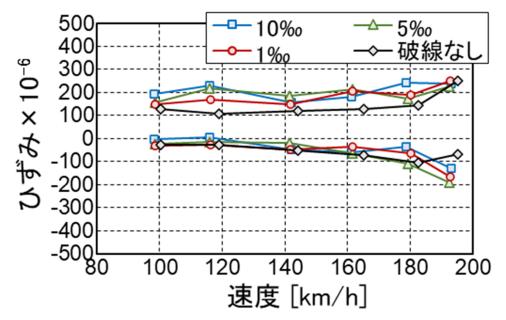
- ■集電試験装置での実機試験
 - 試作金具、トロリ線破線あり 質量: 1.5kg、曲げ剛性: 9.3×10³Nm²
 - ・取付位置:支持点手前(不利側の条件)



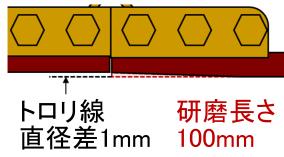
- ■接続箇所の勾配の影響
 - ●接続箇所の段差と勾配



● 勾配のトロリ線ひずみへの影響



【10‰の例】

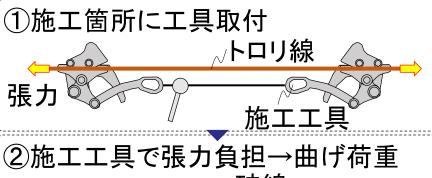


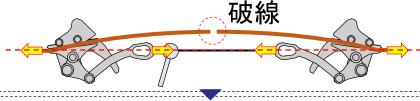
勾配条件間で 顕著な差なし



実施工時のトロリ線凹凸を想定した実験的検討

- ■施工くせの影響
 - ●施工くせの形成

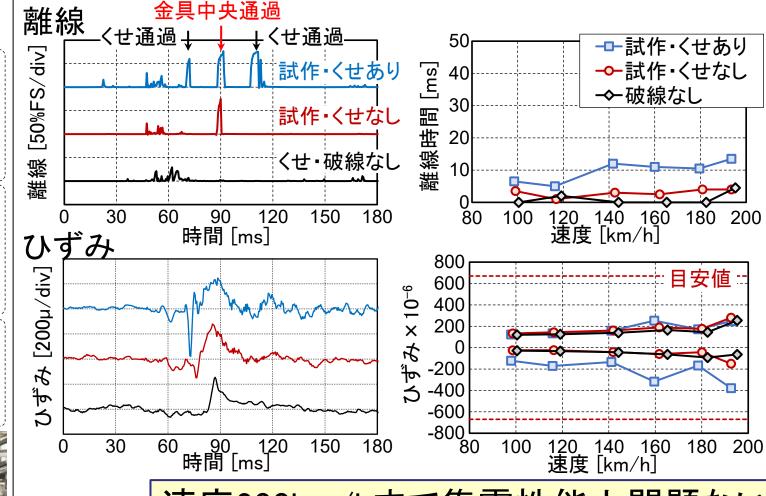




③施工後も塑性変形 施工くせ 接続金具



●集電性能への影響: くせ箇所で離線→負ひずみ増加



速度200km/hまで集電性能上問題ない



- ◆ 背景と目的
- ◆接続金具の質量・曲げ剛性の概算
- ◆ 金具質量・曲げ剛性の集電性能への影響検討
- ◆ 施工くせ・接続箇所勾配の集電性能への影響検討
- ◆まとめと成果の活用



まとめ

- 接続金具の質量・曲げ剛性が集電性能に与える影響を検討し、 低速域では曲げ剛性、高速域では質量の影響が大きいことを示した
- ・実施工時に生じるトロリ線凹凸の影響を実験的に検討し、 施工くせの影響が大きいことを示した
- スプライサ接続は速度200km/h以下に適用可能であることを実証し、 計算上は200km/h超も十分適用可能性があることを示した

成果の活用

- 災害仮復旧のスプライサ接続使用での徐行速度を大幅に緩和できる
- 200km/h超の高速域に適用可能な中間接続手法の開発に活用する

