

オーバーラップ箇所 トロリ線摩耗低減に関する研究



倉岡 拓也*



出野 市郎*

架線のオーバーラップ（以下、OLと記す）箇所はトロリ線摩耗の進行が速い場合が多く、トロリ線張替要因の大きな割合を占めている。そこで、本研究では摩耗を低減することを目的として、OL箇所の架線構成の検討を行った。OL箇所の架線構成に作用する要素を抽出し、これらに対してシミュレーション結果および電気軌道総合検測車East-i（以下、検測車と記す）のデータを基に検討を行ったところ、「水平」もしくは「B線上がり」という架線構成において良好な特性が期待できることがわかった。また、交差点におけるトロリ線高さの傾きから架線構成を区分して、摩耗低減に有効な架線構成を示した。さらに、その架線構成の有効性を検証するために、営業線にて試験を行った結果、摩耗が低減することを確認した。

●キーワード：トロリ線摩耗、オーバーラップ、架線構成、シミュレーション、検測車

1. はじめに

エアセクション、エアジョイントなどのOL箇所では、図1に示すように、2本のトロリ線が平行して架設されており、パンタグラフはこの平行箇所において入口側のトロリ線（これをA線という）から出口側のトロリ線（これをB線という）へと移行する。OL箇所の架線構成によってはパンタグラフが移行する際にトロリ線に衝撃を与え、局部摩耗が発生することがある。これを防ぐための架線構成が、新幹線については提案されている¹⁾が、在来線については検討した例はあまり見られない。

そこで、本研究では在来線OL箇所のトロリ線摩耗を低減することを目的として、OL箇所の架線構成について検討を行った。ここでは、OL箇所の架線構成に作用する要素を抽出し、それらに対してシミュレーション結果および検測車のデータを基に集電特性から摩耗について検討した結果、および営業線で検証試験を行った結果について報告する。

2. OL箇所の架線構成の要素

OL箇所の架線構成については、図2の(A)、(B)に示すように平行する両架線の間隔および支持点における引上高さの基準値が社内の設計施工標準において定められている。OL箇所の架線構成の要素としては、これらに加え、①高低差、②平行区間長、③架線偏位などが考えられる。これらは、トロリ線の摩耗に影響を与えると考えられることから、本研究ではこれらの要素について、摩耗特性との関係を調査・考察した。

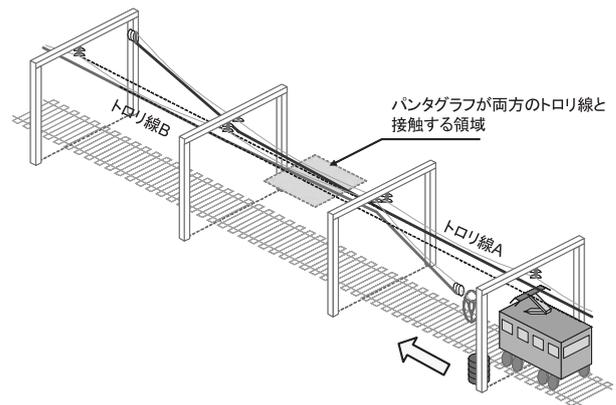


図1 OL箇所の架線構成

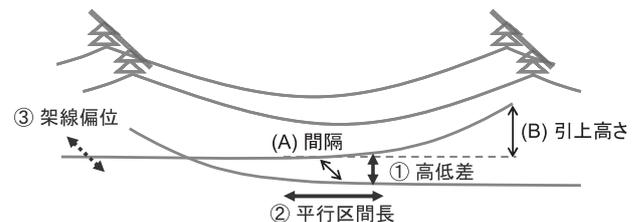


図2 OL架線構成の検討項目

3. シミュレーションによる検討

3.1 シミュレーションの条件と評価法

前述した要素のうち、①高低差、②平行区間長を変え、また、パンタグラフや架線の条件を変えてシミュレーションを行い、その算出結果を基に、摩耗への影響を検討した。なお、シミュレーションには架線パンタグラフ運動シミュレーション「架線道」を用いた。

架線はき電ちよう架式架線（インテグレート架線）およびシングル架線を対象とした。一方、パンタグラフは首都圏直流

在来線の標準的なパンタグラフであるPS33B（PS33Dでもほぼ同じ特性）の3台構成とした。パンタ間隔は60m-40m、80m-40m、100m-100mとした。また、逆向きでの運行を想定し、40m-60m、40m-80mについても計算を行った。

評価は、パンタグラフとトリ線間の接触力の変動により行った。変動が大きくなって、接触力が大きくなるとトリ線の機械的摩耗が大きくなる。一方、接触力がゼロになるとパンタグラフがトリ線から離線してアークが発生するため電氣的摩耗が大きくなると考えられる。したがって、接触力の変動が小さい（接触力標準偏差が小さい）ほど、局所的な摩耗が発生しにくいと考えられる。なお、本稿の結果は、パンタグラフ3台の接触力の平均を取ったものである。

3.2 シミュレーション結果

図3に、A線を基準としたB線の高さを、0mm、±20mm、±40mmと変化させ、OL径間内のパンタグラフ接触力標準偏差を計算した結果の一例を示す。これは、インテグレート架線、パンタグラフ間隔60m-40mの例である。また、図4に、平行区間長と接触力標準偏差との関係を示す。ここで、「交点+20mm」とあるのは、図5 (d) のように、トリ線の平行部分が存在せず一点で交差している構成のことであり、A線、B線の水平部高さよりも20mm高い位置に交差点がある構成を示す。

これらの結果より、図3の「B線-40mm」のようにA線に対しB線高さを低くした場合や、図4の「交点+40mm」のように、高い位置にて一点で交差している場合に接触力変動が大きくなっていることがわかる。これらの構成では、パンタグラフがB線へ移行する際に大きな衝撃が生じ、摩耗が発生しやすいと考えられる。なお、シンプル架線、および他のパンタグラフ条件においても同様の傾向であった。

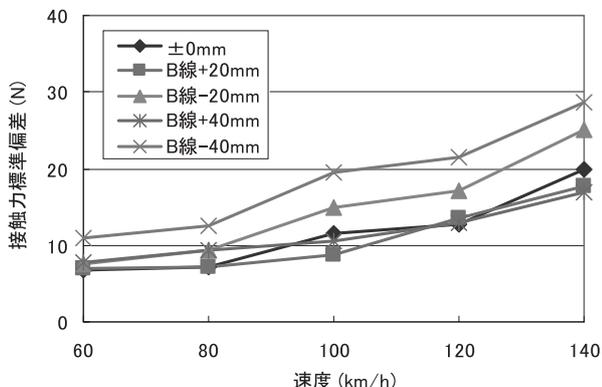


図3 高低差と接触力標準偏差の関係

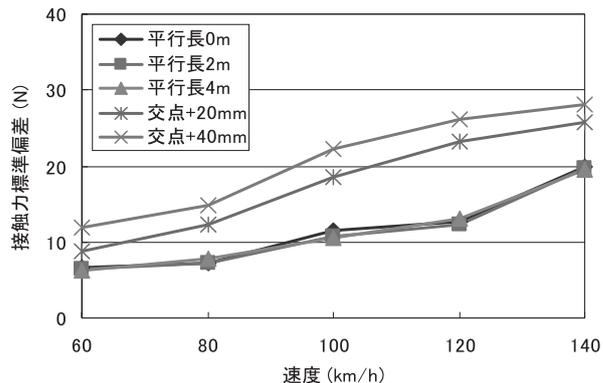


図4 平行区間長と接触力標準偏差の関係

4. 検測車データ分析による検討

4.1 分析法

営業線のOL箇所の架線構成とトリ線摩耗量との関係について調査するため、検測車のデータを基に分析を行った。対象は東京支社管内のインテグレート架線のエアジョイント71ヶ所とし、1年間隔での3回の走行データの平均を取り、パンタグラフ通過数1万回あたりの摩耗量を算出した。また、架線構成は、検測車の架線相互隔離測定装置による測定結果のグラフ表示を基に、図5に示すような4パターンに簡易的に分類し、構成ごとの摩耗量を調査した。

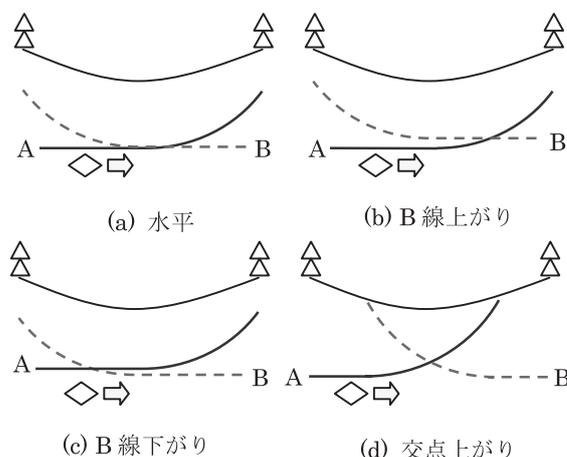


図5 OLの架線構成タイプ

4.2 分析結果

図6に、架線構成ごとの最大摩耗量の平均値を示す。これより、シミュレーションの結果からパンタグラフ移行時の衝撃が大きいと考えられた「B線下がり」や「交点上がり」の場合、摩耗量が大きくなっていることがわかる。一方、「水平」もしくは「B線上がり」の場合、摩耗量が小さくなっている。なお、要素「③架線偏位」と摩耗量との関係については、明確な相関は見られなかった。

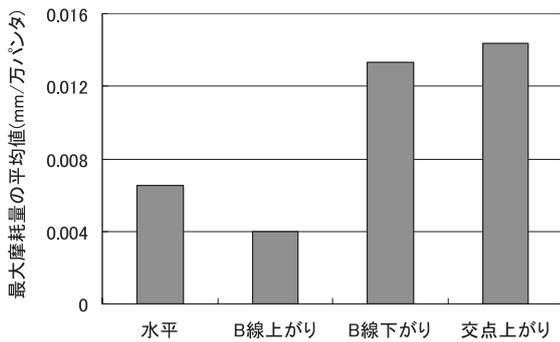


図6 架線構成タイプごとの摩耗量 (簡易分類)

5. トロリ線の傾きを用いた架線構成の評価

これまでの検討を通じて、摩耗低減に有効な架線構成はわかった。これらに対して、図7に示すように、交差点でのトロリ線の傾きを指標として、架線構成を区分して評価を行った。例えば、交差点においてA線の傾きが大きく、B線は小さい場合は、図7(b)に示す「B線上がり」に区分されると考えられる。

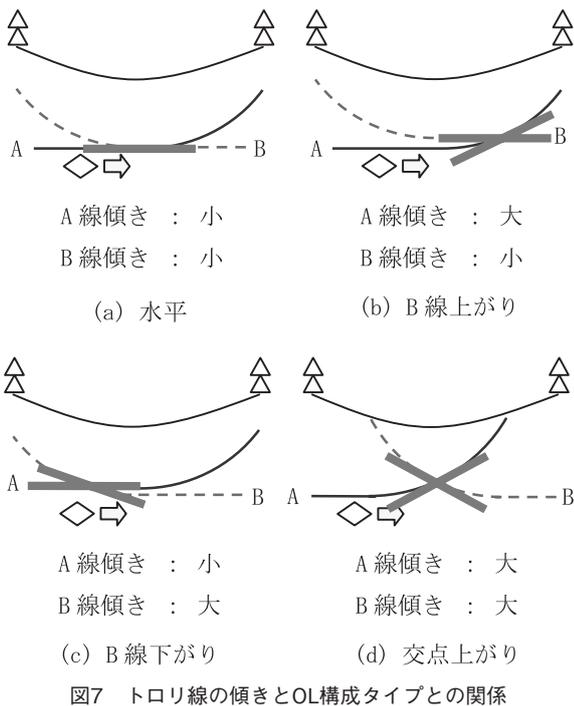


図7 トロリ線の傾きとOL構成タイプとの関係

この傾きに対してしきい値を設定する。図8に示すように、これをパラメータとすると、それぞれの架線構成に区分されるOL箇所数に変化する。しきい値を小さくすれば、「傾き:小」に区分されるOLが減るので、その分「交点上がり」に区分されるOL箇所数が増える。一方、しきい値を大きくすれば「傾き:大」に区分されるOLが減るので、「水平」に区分されるOL箇所数が増えていく。

図9に、架線構成ごとの平均摩耗量を示す。これより、しきい値と摩耗量との間には相関関係があり、しきい値を5%以

下とした場合に、「水平」および「B線上がり」の摩耗量が小さくなることわかる。このことから、交差点のトロリ線傾きを5%以下として、架線構成が「水平」または「B線上がり」となるようにOLを構成することにより摩耗の低減が期待できることがわかる。

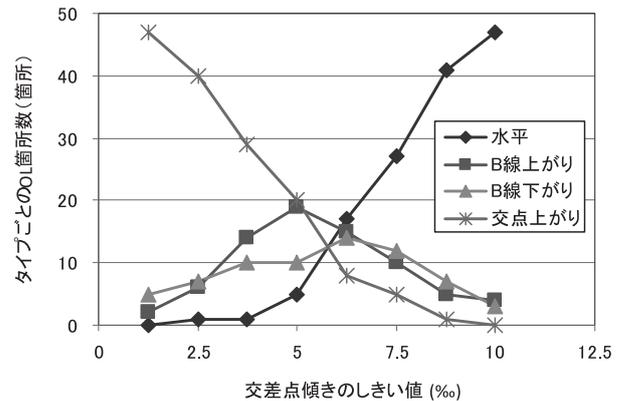


図8 交差点傾きしきい値とOL数の関係

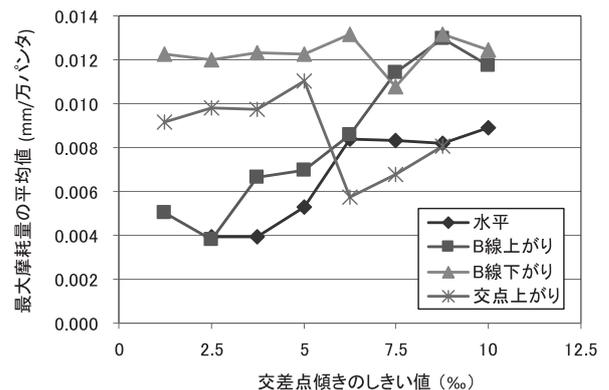


図9 交差点傾きしきい値と摩耗量の関係

6. 現地試験による効果の検証

6.1 試験箇所の選定

提案した架線構成によるトロリ線摩耗低減効果を検証するため、実際にOL箇所の架線高さ調整を行って、摩耗状態の変化を測定した。試験箇所は、検測車のデータを基に選定し、「交点上がり」の架線構成となっていたためにB線側で局所的な摩耗が発生していた山手貨物上り線 新大久保・高田馬場間 本20号～21号の1径間エアジョイントとした。

図10に、トロリ線高さ摩耗測定器を用いて測定した調整前のトロリ線高さおよび摩耗を示す。交差点の前後5mの位置のトロリ線高さから算出した交差点の傾きは、A線側で6.3%、B線側で7.2%であり、しきい値5%を超過していることから、「交点上がり」に区分される。また、B線へ移行直後の箇所で局所的な摩耗が発生していること、全体的にA線よりもB線のトロリ線高さが高いことが確認できる。

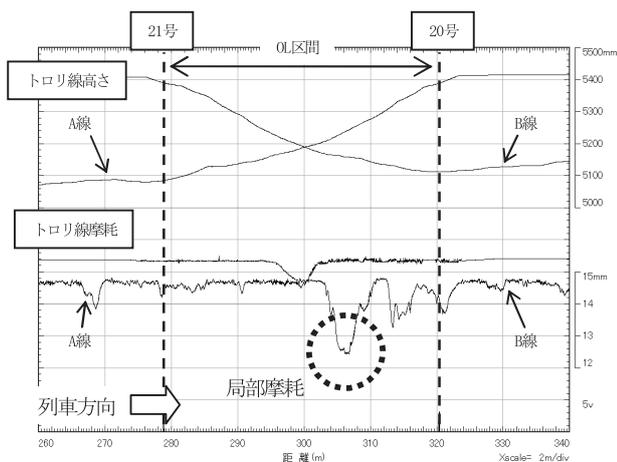


図10 試験前の架線高さ構成およびトロリ線摩耗

6.2 架線調整の実施

B線側のトロリ線高さの方が高かったため、「水平」ではなく「B線上がり」の構成となるように調整を行った。図11に調整前後のトロリ線高さ構成を、また、表1に交差点の傾きを示す。表より、A線の傾きは若干増加しているものの、B線の傾きが大幅に減少しており、「交点上がり」の構成から「B線上がり」の構成へ調整できたことがわかる。

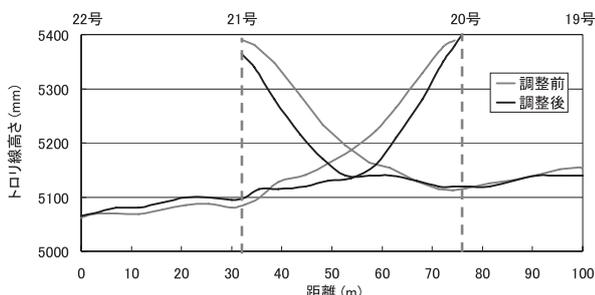


図11 調整前後の架線高さ構成

表1 調整前後の交差点の傾き

	A線 (%)	B線 (%)	構成
調整前	6.3	7.2	交点上がり
調整後	6.8	1.8	B線上がり

6.3 効果の検証

表2に、調整前後の局部摩耗箇所のトロリ線摩耗率の変化を示す。ここで、調整前の摩耗率は過去3年間の平均値、調整後の摩耗率は8ヶ月経過後の値を用いている。表より、架線調整を行った結果、交差点付近の局部摩耗の摩耗率が大幅に低減したことが確認できる。

ただし、調整を行ったことにより局部摩耗が発生する箇所が移動した可能性も考えられる。今回は8ヶ月経過後の測定結果であり、詳細な摩耗傾向は把握できなかった。今後継続して、新たに局部的な摩耗が発生しないことを確認していく必要があると考えている。

表2 調整前後の摩耗率の変化

	摩耗率 (mm/万パンタ)
調整前	0.0117
調整後	0.0016

7. まとめ

本研究では、在来線のOL箇所のトロリ線摩耗を低減することを目的として、「交差点でのトロリ線の傾き」という指標から架線構成を区分し、局部摩耗の低減が期待される架線構成を検討し、営業線において効果の検証を行った。結果を以下にまとめる。

- (1) OLの構成を4つに区分し、シミュレーションおよび検測車データにより比較を行ったところ、「水平」および「B線上がり」の構成が良好であることがわかった。
- (2) OL内での架線偏位と摩耗の間には特に相関は見られなかった。
- (3) 交差点でのトロリ線傾きから架線構成を区分し、その値を5%以下とすると摩耗低減に有効な架線構成になることがわかった。
- (4) 架線調整8ヶ月経過後にOLの高さ摩耗測定を行った結果、局部的な摩耗発生箇所の摩耗率が低減していることを確認した。
- (5) 架線調整を行った結果、局部摩耗の発生箇所が移動していることも考えられることから、今後も引き続き調査を行っていく。

参考文献

- 1) 清水 他; 新幹線オーバーラップ構成の最適化、鉄道総研報告, Vol.9, No.9, 19~24, 1995