

トロリ線の疲労強度向上策

パンタグラフが通過する際、トロリ線には曲げ変形による応力が発生します。列車速度の向上に伴い、トロリ線の曲げ応力も増加する傾向にあり、場合によっては疲労破断する恐れがあります。トロリ線の疲労強度向上のため、これまでは主に材質の改良が行われてきましたが、ここでは新しい観点として、トロリ線の断面形状変更による疲労強度向上策を紹介します。

部材に図1上に示すような曲げ変形を加えたとき、曲がりの外側には引張の、内側には圧縮の応力が生じ、中心付近には引張・圧縮どちらの応力も生じない軸(中立軸)があります。パンタグラフによってトロリ線は上に押し上げられるように曲げられるため、通常上面からき裂が進展します。曲げ応力はこの中立軸からの距離に比例するので、トロリ線上面の応力を低減するためには、図1下のように中立軸を上面に近づけることが必要となります。一方、下面となるトロリ線しゅう動面は、中立軸からの距離が増加するため曲げによる応力は増加しますが、表面に微小き裂が発生しても、進展に至る前に摩耗で除去されるため、疲労破断の懸念はないと考えました。

中立軸の位置は断面形状によって決定されるため、断面形状に着目した検討を行いました。具体的な検討内容を以下に示します。

- ・断面積はJIS E2101「みぞ付き硬銅トロリ線」の110mm²(いわゆるGT110)とほぼ同等であること。
- ・現在行われているトロリ線しゅう動面幅計測による摩耗測定に支障がないよう、しゅう動面の半径はGT110と同じ6.17mmであること。
- ・断面形状を変更することで、特別なイヤーを使用しないこと。
- ・横風を受けたときの上下振動(ギャロッピング)特性が現状より悪化しないこと。

検討の結果、同一負荷に対する曲げ応力を約10%低減するトロリ線断面形状を開発しました。開発した断面形状と従来の断面形状の比較を図2に示します。開発した断面形状は、上面を扁平かつ両肩部の半径が小さい「いかり肩」となります。図3に示すパンタグラフ走行試験結果からも、100km/h以上の走行速度でひずみ(応力)低減効果を確認しました。

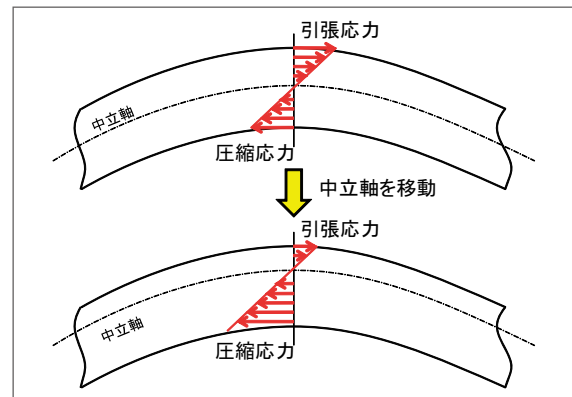


図1 曲げ変形による曲げ応力

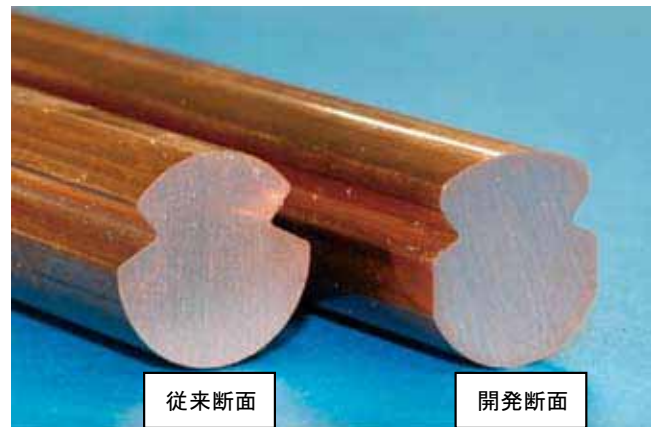


図2 従来断面と開発断面の比較

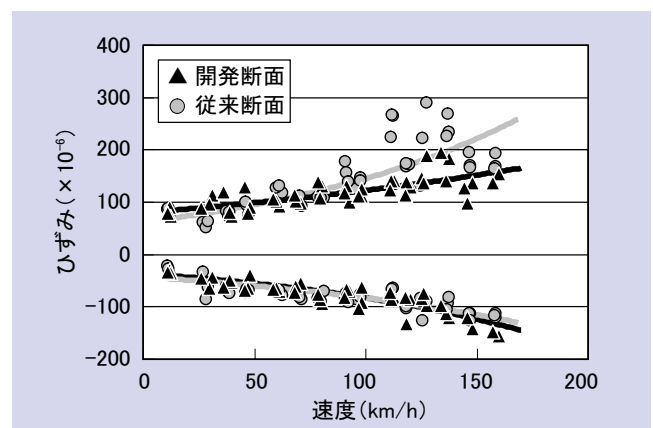


図3 所内パンタグラフ走行試験結果

この断面形状はどのようなトロリ線材料にも適用でき、加工工程における断面形状を変更するだけで、トロリ線の疲労強度を向上することができます。

(電力技術研究部 集電管理 山下主税)