

トロリ線は、架線を構成する部材のうち直接パンタグラフとしゅう動する電線です。地上設備と車両の間でしゅう動によって大電力を授受している例は鉄道以外ではごくわずかなので、トロリ線は鉄道固有の部材といえるでしょう。

### トロリ線の要件

- ①電気抵抗が小さいこと。
- ②引張強度が大きいこと。架設張力(JRでは9.8kN(1t)～19.6kN(2t))に十分耐える強度が必要です。また、列車が高速になると、トロリ線とパンタグラフが接触を保つ性能、即ち集電性能とトロリ線張力は密接に関係します。
- ③耐摩耗性が大きいこと。
- ④耐熱性が大きいこと。トロリ線は通電自体で発熱するほか、パンタグラフとの接触電気抵抗に伴う発熱や、パンタグラフとトロリ線が離れたときに発生するアーク放電の熱影響も受けるので、耐熱性も重要です。
- ⑤耐食性が大きいこと。長期間にわたって屋外で使用されるので、腐食しにくいことも重要です。
- ⑥耐疲労性が大きいこと。トロリ線にはパンタグラフが通過するたびに曲げひずみが発生しますので、金属疲労で破断しないためには耐疲労性も重要です。
- ⑦価格が妥当なこと。
- ⑧リサイクル性がよいこと。トロリ線は摩耗するので消耗材の性格があります。環境負荷低減のためにはリサイクル性がよい方が好都合です。

### トロリ線の材料

トロリ線に求められる要件は多いので材料選択の自由度はあまり大きくありません。最も一般的なのは硬銅トロリ線、つまり純銅<sup>\*</sup>を加工硬化という方法で強度を向上させた材料のトロリ線で、JIS規格にもなっています(※：ここでは意図的に合金成分を加えていない意味。実際の純度は概ね99.9%以上)。JISには5種類の断面積が規定さ

れていますが、使用例が多いのは公称断面積110mm<sup>2</sup>と170mm<sup>2</sup>のものです。横断面を図1に示します。トロリ線は、イヤーというしゅう動を妨げない金具を用いて支持されますが、イヤーを取り付けるための溝が設けられています。

耐摩耗性に関しては、銅にすずを0.3%添加した合金を適用して硬さを増したすず入り銅(SN)トロリ線が旧国鉄時代に開発されています。電気抵抗は硬銅の約1.4倍とやや大きいものの、現在でも硬銅トロリ線と並び普及しています。

要件②の後半についてももう少し詳しく述べると、トロリ線を伝わる横波の波動伝播速度が集電性能に関係します。波動伝播速度を $C$ 、トロリ線の張力を $T$ 、単位長さあたりの質量(線密度)を $\rho$ とすると、 $C$ は次の式で表されます。

$$C = \sqrt{T/\rho}$$

$C$ を向上して列車の高速化に対応するには、質量に対し高強度なトロリ線が必要です。そこでまず、図2に示すような鋼心入りのトロリ線が開発されました。鋼心アルミニウム(TA)トロリ線は試験架設にとどまりましたが、銅覆銅(CS)トロリ線は新幹線で実用化されています。しかし鋼心を有するため電気抵抗がやや高く、リサイクル性も純銅や銅合金に劣ります。そこで、強度の高い銅合金を適用したトロリ線の開発例がいくつかあります。代表的なPHCトロリ線は銅に微量のクロムとジルコニウムを添加した合金を適用したもので、CSトロリ線に迫る強度とSNトロリ線より低い電気抵抗を両立しており、今後、新幹線での実用化が目されています。各種トロリ線の特性を表1に示します。

(電力技術研究部 集電管理 菅原淳)

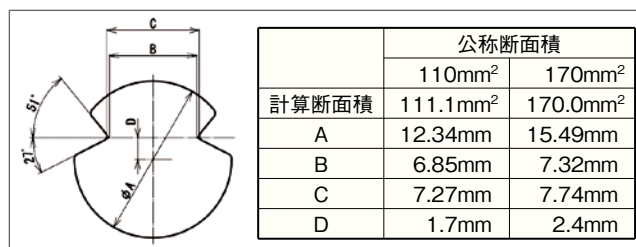


図1 硬銅トロリ線の横断面

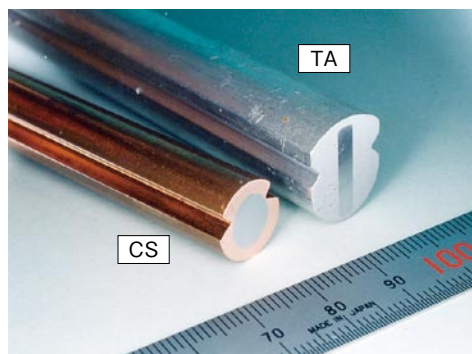


図2 鋼心入りトロリ線

表1 各種トロリ線の特性

種類・公称断面積	断面積 (mm <sup>2</sup> )	線密度 (g/m)	引張強度 (kN)	電気抵抗 (Ω/km)
硬銅 110mm <sup>2</sup>	111.1	988	≧38.2	≦0.159
硬銅 170mm <sup>2</sup>	170.0	1511	≧57.8	≦0.104
すず入り銅 110mm <sup>2</sup>	110.5	982	≧40.2	≦0.223
すず入り銅 170mm <sup>2</sup>	169.4	1506	≧58.8	≦0.145
CS 110mm <sup>2</sup>	銅 約61, 鋼 約50	935	≧65.1	≦0.259
CSD 170mm <sup>2</sup>	銅 約133, 鋼 約37	1473	≧67.7	≦0.127
PHC(高強度型) 110mm <sup>2</sup>	111.1	991	≧59.0	≦0.204