

カーボン系すり板開発秘話

寺岡 利雄(元 鉄道総研)

まえがき

編集委員から「カーボン系すり板の開発秘話」なるテーマを頂きましたが、「秘話」という大そうな内容はありません。ただ、カーボン系すり板が営業車に搭載されるようになってから10余年が経過し、すり板といえばカーボン系が当然のようになっていますので、ここに至る開発経緯を紹介します。

開発の背景

昭和40年代、当時の国鉄では、架線・パンタ系に関する諸問題を解決するために、「架線・パンタ専門委員会」が設置されており、また、鉄道電化協会(現電気鉄道技術協会)には「摺動集電委員会」が設置されており、トロリ線の摩耗に起因する張替え費用の増加を抑制することが重要な課題の一つでした。参考のため、トロリ線張替え量の推移を図1に示します。

課題の解決方法

トロリ線の摩耗率を低減するには、トロリ線・すり板間の潤滑状態を向上する必要があります。その方法としては

- ①外部から潤滑剤を供給する
- ②焼結合金すり板の潤滑成分を増加する
- ③自己潤滑性をもつカーボンを基材とする

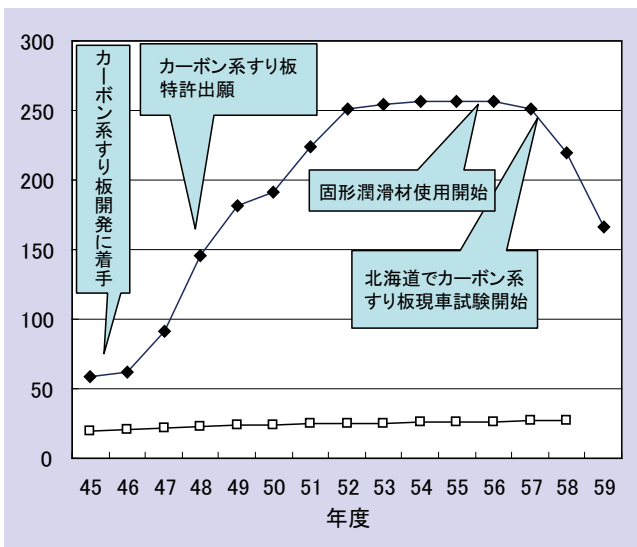


図1 トロリ線の総延長□(×1000km)と張替え量◆(×100km)の推移

などの方法が考えられます。当時はカーボンすり板を口にすると「桜木町事故^{注)}を知らないのか!」と叱られたものです。しかし、一部の民鉄、ヨーロッパではカーボンすり板が問題なく使用されており、トロリ線の摩耗率は国鉄の1/3以下でした。種々のデータでPRした効果があって、交流電化区間用カーボン系すり板が昭和57年度から国鉄の技術課題として北海道で試験が行なわれました。

しかし、カーボンを直流電化区間用すり板として使用する場合、焼結合金すり板に比べて

- ①抵抗率は約 $300\mu\Omega\cdot\text{m}$ で、焼結合金の約100倍と、著しく高い
- ②機械的強さの指標の1つであるシャルピー衝撃値は、 $1.5\text{kJ}/\text{m}^2$ で、約1/100と、著しく小さい

という大問題があります。これらの問題を解決するには基材のカーボンを見直すと共に金属と複合することおよび指標を見直すことで解決できると考えました。

カーボンと金属の複合化材料の試作は、仮の目標値として抵抗率 $2\mu\Omega\cdot\text{m}$ 、シャルピー衝撃値 $5\text{kJ}/\text{m}^2$ を掲げ、カーボンメーカ、焼結合金すり板メーカなど9社の協力を得て、多くの試作品を作成し、後述の「説得試験」の結果、次のような結論を得ました。

- ①抵抗率 $3\mu\Omega\cdot\text{m}$ 以下であれば、すり板1本で100Aを集電してもトロリ線の許容温度 90°C を超える恐れはない。
- ②シャルピー衝撃値 $3.5\text{kJ}/\text{m}^2$ 以上であれば、ハンガの衝突ですり板が折損する恐れはない。

説得試験

当時はシミュレーション技術が未熟でしたし、模型実験の結果はあまり信用されていませんでしたから、実物による実証試験がもっとも有効なアピール方法でした。

そこで、実物トロリ・実物パンタグラフを用いて、通電によるトロリ線の温度上昇測定、すり板損傷試験を行いました。

トロリ線の温度上昇の測定は、トロリ線に50mm間隔で孔を開けて熱電対を挿入し、パンタグラフの押上力5.5kgf、種々の抵抗率のすり板を用い、通電電流50~200Aで測定しました(図2参照)。

すり板損傷試験は、実物パンタに試作すり板を搭載し、

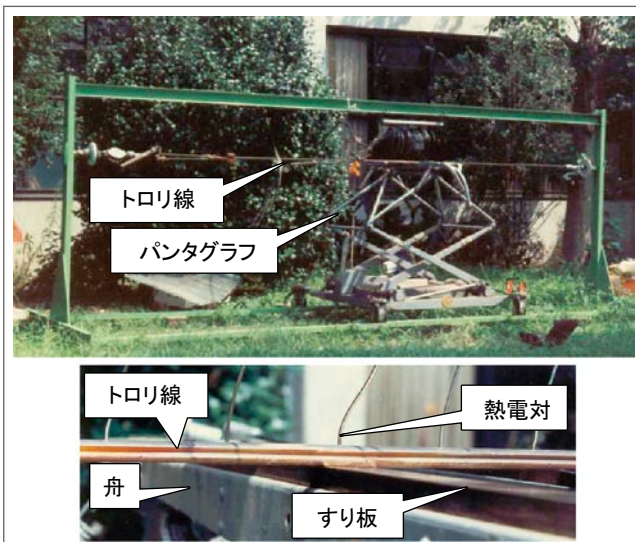


図2 トロリ線温度上昇測定装置と測温部

最大速度100km/hで

- ①集電試験装置を用いて、ハンガーを衝突させる
- ②剛体模擬トロリ線に高さ2mmの突起をつけてすり板に衝撃を与えるなどの方法で損傷したすり板の状態を記録しました。

カーボン系すり板の摩耗試験を単独で行うと、その自己潤滑性のため、ほとんど摩耗しません。そこで、焼結合金すり板とカーボン系すり板を交互に摺動させる「間欠混用摩耗試験」を考案し、適正な摩耗特性を評価できるようにしました。

実用化の経緯

このような経過に基づいて、国鉄本社関係局の承認を得て、福塩線という閑散線区での現車試験を行うことができました。閑散線区では万一事故があっても、マスコミに出る可能性が小さいからです。走行試験は数年間実施され、すり板に問題は発生しないことが明らかになり、その後細々と試験が継続されていました。ところが、トロリ線の波状摩耗による障害がクローズアップされると、トロリ線を摩耗させないカーボン系すり板は波状摩耗防止に有効だとのことから、急遽カーボン系すり板が脚光を浴び、いくつかのトロリ線温度上昇確認試験、現車試験を経て、平成8年頃から本格的に採用されました。現在はJR在来線電車の大部分にカーボン系すり板が搭載されて、期待された効果を上げているようです。

現在使用されているカーボン形すり板の例とトロリ線摺動面の例を図3、図4に示します。

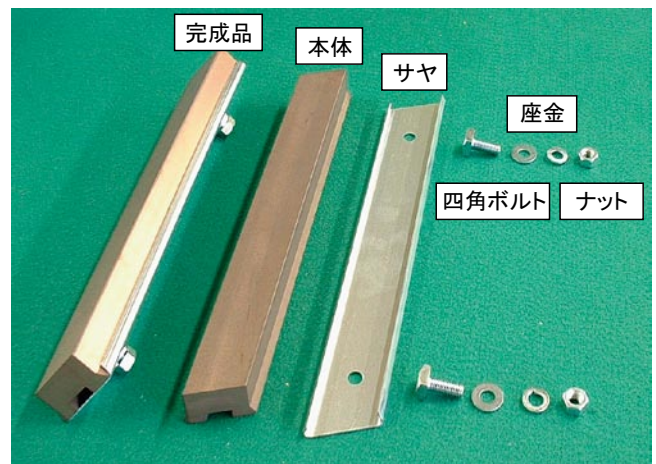


図3 カーボン系すり板とその構成部品

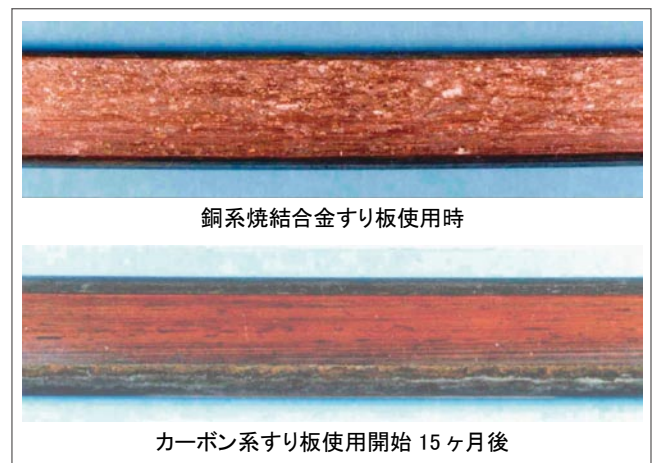


図4 カーボン系すり板によるトロリ線の平滑化

あとがき

カーボン系すり板が実用化されてから10余年が経過して、トロリ線摺動面は滑らかになり(図4参照)、摩耗は著しく低減したと聞いています。すり板開発は役目を終えたのかもしれませんが、在職中は、鉄道における化学屋の生きる道としてのカーボン系すり板の開発と次世代テーマとして電車線の不要な燃料電池に関する文献収集を行っていました。次世代と思っていた燃料電池の実用化が目前であり、隔世の感があります。

注) 1951年、根岸線桜木町駅で、トロリ線が断線。車体に地絡して車両火災が発生し198名の死傷者を出す大惨事が発生した。断線の原因は作業ミスで垂れ下がったトロリ線にパンタグラフが絡んだためであるが、カーボンすり板が断線の原因との風評がずっと続いていた。