

黒色皮膜除去を目的としたクエン酸散布の絶縁継目部への影響評価

鉄道総研 正会員 ○幸野 真治
鉄道総研 遠山 喬

鉄道総研 正会員 辻江 正裕
鉄道総研 進藤 卓朗

1. はじめに

山間線区においては、落葉を車輪が踏むことでレール頭頂面において皮膜となり、それが朝露や小雨などにより水分を含むことで、葉に含まれるタンニンと鉄が反応し黒色の皮膜（以下、「黒色皮膜」とする）が形成される。この黒色皮膜は、湿潤条件下では低粘着の状態となり、列車の空転や滑走を引き起こすことが報告されている。レール頭頂面に形成した黒色皮膜を除去する対策法としては、クエン酸散布によって除去する手法¹⁾が提案されている。しかしながら、クエン酸水溶液を絶縁継目部等に散布した事例はなく、橋絡（矯絡）等の悪影響が懸念されるが、絶縁性能について評価した事例はないのが実態である。そこで本研究では、絶縁継目部にクエン酸水溶液を散布した際の絶縁継目部への影響評価、およびクエン酸水溶液が絶縁継目部に長時間残存した際のレール絶縁材の劣化評価を実施した。

2. クエン酸水溶液散布による絶縁継目部への影響評価

2.1 試験方法 絶縁継目部に及ぼすクエン酸散布の影響を評価するため、図-1 に示す絶縁継目（50N-I）部を有する試験レールを用いてクエン酸水溶液散布試験を実施した。

試験条件を表-1 に示す。筆者らは、営業線において濃度 5 %のクエン酸水溶液を散布することを想定している。そこで、絶縁継目部を有する試験レールに対し、噴霧器を用いて濃度 5 %のクエン酸水溶液を散布する条件を設定した。また、クエン酸水溶液の散布直後に水を散布することも合わせて想定しているため、クエン酸水溶液を散布した直後に同量の水を散布する条件も設定した。さらに参考として、水を散布した条件、および食塩水を散布した条件も設定した。本試験では、約 6 V の交流電流を周波数 10 Hz から 20 kHz まで、低周波から高周波の順に印加し、インピーダンスを測定した。

2.2 試験結果 絶縁継目部のインピーダンス測定結果を図-2 に示す。図-2 より、クエン酸水溶液を散布した条件およびクエン酸水溶液の散布後に水を散布した条件では、水散布条件におけるインピーダンスと比較すると、低い結果となった。しかし、いずれの周波数においても 1 kΩ 以上の絶縁性は確保されており、また、食塩水を散布した条件と比較すると高い値となった。したがって、絶縁継目にクエン酸水溶液を散布しても、橋絡により列車検知に問題を与えるおそれは低いと考えられる。なお、1 kΩ とは、これまでの実績から、この値以上のインピーダンスがあれば絶縁性能が確保できると判断可能な経験的な値である。

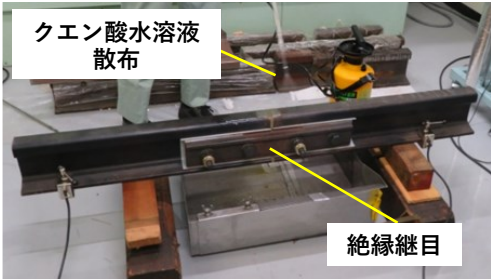


図-1 試験レール

表-1 クエン酸水溶液散布試験の試験条件

散布液体	なし
	水
	食塩水
	5 %クエン酸水溶液
印加電圧	約 6 V
	5 %クエン酸水溶液 → 水
交流周波数	10 Hz → 20 kHz

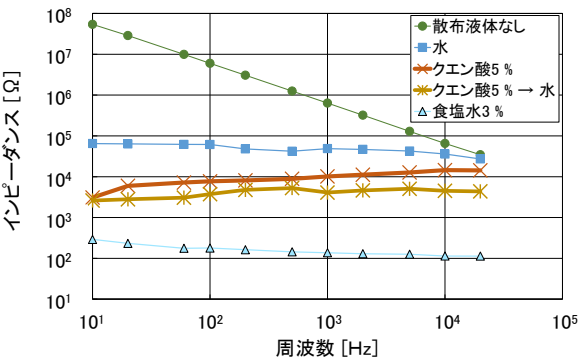


図-2 絶縁継目部のインピーダンス測定結果

キーワード クエン酸、絶縁継目、橋絡、落葉、黒色皮膜
連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 （公財）鉄道総合技術研究所 TEL042-573-7291

3. 高濃度クエン酸水溶液によるレール絶縁材の劣化評価

3.1 試験方法 クエン酸水溶液が絶縁継目部に長時間残存した際のレール絶縁材への影響を評価するため、レール絶縁材を高濃度のクエン酸水溶液に長時間浸漬させた。

試験条件を表-2に示す。対象としたレール絶縁材は、絶縁継目部の構成部材であるレール形、つば付チューブ 2 種類およびプレートであり、いずれも 50N-F-H 絶縁継目用のレール絶縁材（プレートの形状以外は 50N-I 絶縁継目用と共通）である。レール絶縁材一式を、図-3 のようにクエン酸水溶液に浸漬させた。営業線での散布を想定している、濃度 5 %のクエン酸水溶液より高濃度の条件となるよう、本試験では濃度 10 %のクエン酸水溶液を使用した。また、営業線でクエン酸水溶液が残存する時間（乾燥するまでの時間）より長くなるよう、約 3 日間（69 時間）浸漬させた。

新品およびクエン酸水溶液に浸漬させたレール絶縁材について、それぞれインピーダンスを測定した。前節の試験と同様に、約 6 V の交流電流を周波数 10 Hz から 20 kHz まで、低周波から高周波の順に印加し、インピーダンスを測定した。

3.2 試験結果 レール絶縁材の外観については、図-3 より浸漬から約 3 日経過後もクエン酸水溶液および各絶縁材に変化は見られなかった。

次に、各レール絶縁材のインピーダンス測定結果を図-4 に示す。図-4 より、新品およびクエン酸水溶液に浸漬させたすべてのレール絶縁材について、インピーダンスの値はほぼ一致した。また、いずれの周波数においても 1 kΩ 以上の絶縁性が確保されていることも確認できた。

以上より、濃度 10 %のクエン酸水溶液については、レール絶縁材のインピーダンスに及ぼすクエン酸の影響はなかった。また、営業線で黒色皮膜除去の施工を行う際は、濃度 5 %のクエン酸水溶液を使用するとともに、最後に水で洗浄する想定のため、本試験と比較して希薄な濃度となる。したがって、営業線においてクエン酸水溶液を絶縁継目部に散布しても、絶縁性能の低下を引き起こすリスクは低いと考えられる。

4. まとめ

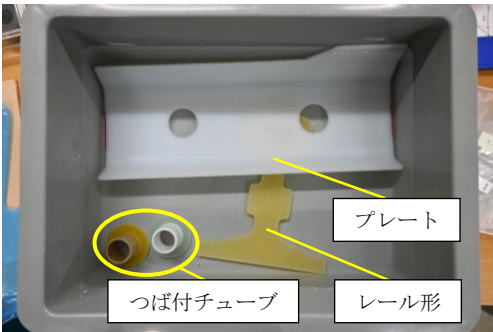
本研究では、絶縁継目部を有する試験レールを用いたクエン酸散布試験、および高濃度クエン酸水溶液によるレール絶縁材の劣化評価試験を実施した。その結果、絶縁継目にクエン酸水溶液を散布しても、橋絡により列車検知に問題を与えるリスクは低いことが明らかとなった。

参考文献

1)井戸達哉, 生駒一樹, 鈴木淳一, 辻江正裕, 幸野真治, 浦川文寛, 陳樺：落葉起因のレール面上黒色皮膜に対するクエン酸による除去効果の検討, 第 26 回鉄道工学シンポジウム論文集, pp. 113-120, 2022.

表-2 レール絶縁材の劣化評価に関する試験条件

レール絶縁材の浸漬に用いるクエン酸水溶液の濃度	10 %
浸漬時間	約 3 days (69 h)
印加電圧	約 6 V
交流周波数	10 Hz → 20 kHz



(a) 浸漬直後



(b) 浸漬から 3 日経過後

図-3 クエン酸水溶液に浸漬させたレール絶縁材の外観

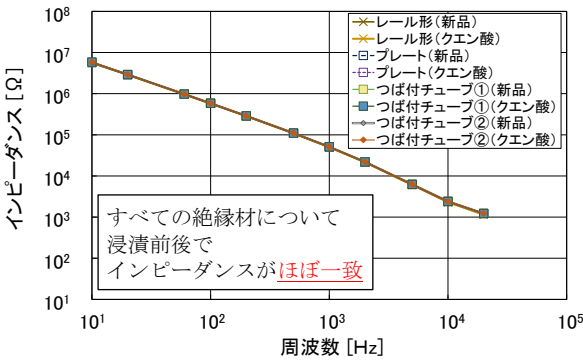


図-4 絶縁材のインピーダンス測定結果