

レール締結装置の電気絶縁抵抗試験の方法が応答値に及ぼす影響に関する一考察

鉄道総合技術研究所 正会員 ○弟子丸 将
 鉄道総合技術研究所 正会員 太田 晋一
 鉄道総合技術研究所 正会員 山本 智之

1. 背景と目的

軌道部材のうちレール締結装置の設計では、要求性能として安全性および使用性を設定し、性能照査を実施する。ここで、レール締結装置では使用性の性能項目として電気絶縁抵抗を対象としており、日本独自に定める電気絶縁抵抗試験により設計応答値である電気絶縁抵抗値を算定し、別途定める設計限界値と照合して判定を行っている。一方、海外に目を向けると、欧州規格（European Norm, EN）のうち EN 13146-5 “Determination of electrical resistance”（電気絶縁抵抗の決定）では評価対象が同じ電気絶縁抵抗であっても試験条件や試験方法に差異があり、現在進められている同試験方法の国際規格（ISO）開発が欧州規格を草案として現在開発されていることから、日本の試験方法と相違やその論拠を明らかにしつつ、両者の対応関係について議論がなされている状況である。

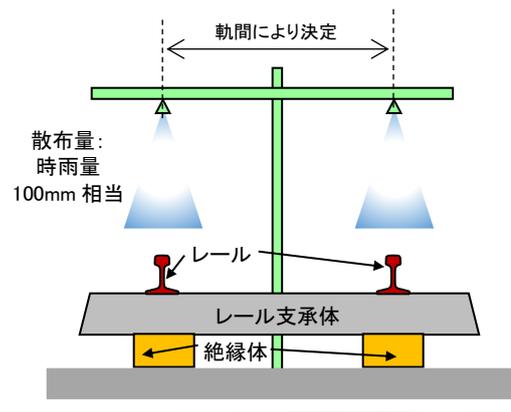
このような背景を踏まえ、本研究では同一のレール締結装置を対象に日本と欧州規格が定めるそれぞれの試験方法・条件で電気絶縁抵抗試験を実施し、両者を応答値の観点から比較し関係性を検討した。

2. 電気絶縁抵抗試験の概要と比較

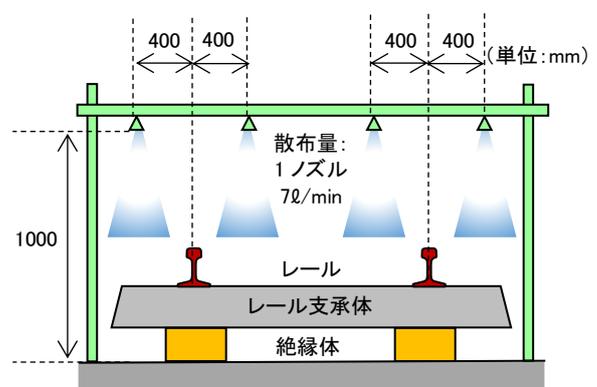
表1に日欧の電気絶縁抵抗試験の主な試験条件の比較を示す。また、図1に日本で実施している電気絶縁抵抗試験および欧州規格が規定する電気絶縁抵抗試験の実施概要を示す。両者の主要な差異として、印加する交流の周波数の差異が挙げられる。この理由として、日本で実施する電気絶縁抵抗試験の評価対象が、主にATC地上子といった信号設備への影響であるのに対し、欧州規格では商用電源（欧州では交流50Hz）の影響を評価対象としていることが挙げられる。また、降雨を想定した散布条件については、日本の試験では単位面積当たりの時雨量で規定しているのに対し、欧州規格では散布量および散布角度を規定するなど、降雨状態の定義に対する考え方が異なっていることが挙げられる。

表1 日欧の電気絶縁抵抗試験の条件比較

項目	日本	欧州規格
使用電源	AC 10 [V]	AC 30 [V]
測定周波数	0.52/1.02/2.02 [kHz]	50 [Hz]
想定環境条件	乾燥、降雨、汚損状態	降雨状態のみ
散布水	水道水 食塩水(0.1%)	調整水 (伝導率 50mS/m)
散布条件	時雨量 100mm 相当	ノズルあたり 7ml/min.
散布時間	絶縁抵抗値が 飽和するまで	散布開始後 120 秒間
散布ノズル形状	規定なし	3.6mm 径 散布角 100~125°



(a) 日本の試験方法



(b) 欧州規格が定める試験方法

図1 電気絶縁抵抗試験の概要

キーワード レール締結装置、性能照査、設計標準、使用性、電気絶縁抵抗、国際規格

連絡先 〒185-8540 東京都分寺市光町 2-8-38 (公財) 鉄道総合技術研究所 軌道技術研究部 TEL 042-573-7275

3. 検証方法

日本の試験方法と欧州規格が規定する試験方法で試験を実施した場合に、得られる応答値（絶縁抵抗値）に対する影響を検証する目的で、同一のレール締結装置およびレール支承体を対象として両者の試験を実施した。検証対象として、日本と欧州で使用実績のあるレール締結装置である PC まくらぎ用線ばね形レール締結装置（新幹線用）および日本で開発された PC まくらぎ用板ばね形レール締結装置（在来線用）を選定した（図2）。また、日本の試験方法については降雨状態および汚損状態を設定し、電気伝導率を調整した水を散布する欧州規格の試験結果との比較を行った。

4. 試験結果の比較と考察

図3に線ばね形レール締結装置の試験結果の比較を示す。日本の試験方法では絶縁抵抗値がそれ以上低下せず一定となる飽和状態と散布停止後1分後の絶縁抵抗値の両方を取得するが、飽和状態の絶縁抵抗値は降雨状態で24.3～25.0k Ω 、汚損状態で5.7～6.2k Ω であった。一方、欧州規格が規定する試験では、散布開始から120秒後の時点で絶縁抵抗値は一定値に収束して飽和状態に達しており、その際の絶縁抵抗値は21.0～30.7k Ω であった。したがって、飽和状態で両者を比較すると、日本の試験条件の降雨状態の場合と欧州規格の試験方法で電気絶縁抵抗値が同程度となることが分かった。

図4に板ばね形レール締結装置の試験結果の比較を示す。先に述べた線ばね形レール締結装置の結果と同様に、絶縁抵抗値が一定値に収束する飽和状態に達した状態での絶縁抵抗値を比較したところ、日本の試験方法では飽和状態の絶縁抵抗値が降雨状態で52.0～54.0k Ω 、汚損状態で12.3～13.0k Ω であった。一方、欧州規格が規定する試験では、飽和状態での絶縁抵抗値は14.9～19.8k Ω であった。したがって、板ばね式締結装置については飽和状態で両者を比較すると、日本の試験条件の汚損状態の場合と欧州規格の試験方法で電気絶縁抵抗値が同程度となることが分かった。

5. まとめ

日本と欧州規格が規定する電気絶縁抵抗試験の応答値を比較した結果、絶縁抵抗値が変化しなくなる飽和状態で比較すると、線ばね式では日本の試験条件の降雨状態を想定した測定結果が、板ばね式では汚損状態を想定した測定結果がそれぞれ欧州規格の試験結果と同程度となることが分かった。

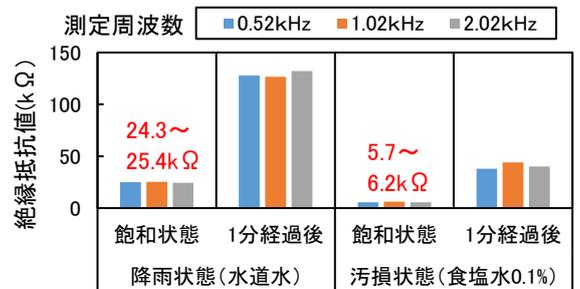
参考文献

・国土交通省鉄道局監修：鉄道構造物等設計標準・同解説 軌道構造，2011

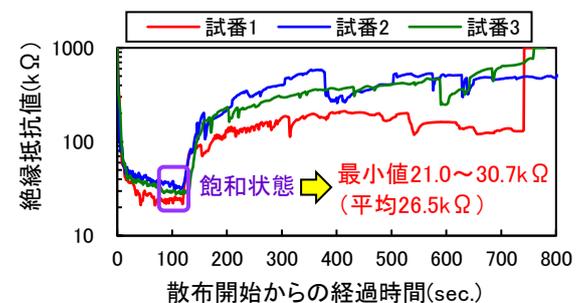


(a) 線ばね形 (b) 板ばね形

図2 検討対象の締結装置

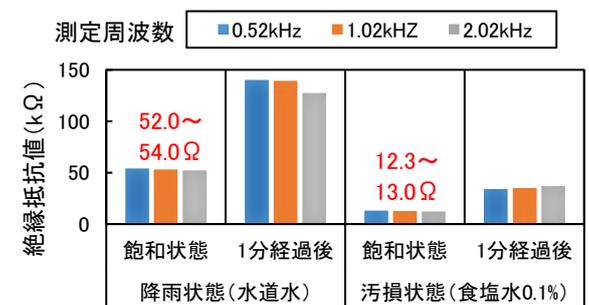


(a) 日本の試験方法

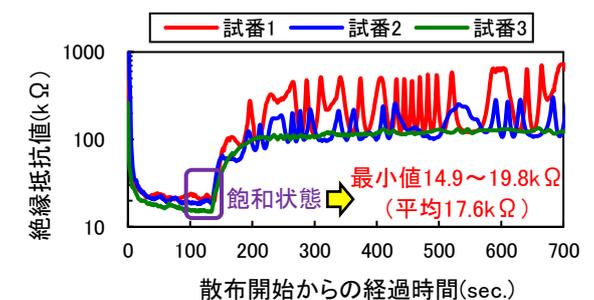


(b) 欧州規格が規定する試験方法

図3 試験結果の比較（線ばね形）



(a) 日本の試験方法



(b) 欧州規格が規定する試験方法

図4 試験結果の比較（板ばね形）