

UFC を使用した枠型まくらぎの絶縁抵抗試験

大成建設(株) 正会員 ○趙 唯堅 正会員 望月 修
東海旅客鉄道(株) 正会員 前田昌克 フェロー 関 雅樹

1. はじめに

新型まくらぎの開発^{1,2)}では、軌きょう抵抗力の増強が期待できる枠型形状を基本仕様とし、また、使用材料の一つとして高強度と軽量化が両立できる超高強度繊維補強コンクリート（以下 UFC）を選定している。

UFC には容積比 2% の鋼繊維が配合されているため、軌道回路の漏れコンダクタンスは増えることが懸念された。本稿では、各種条件下における上記まくらぎの絶縁抵抗試験を行い、従来型 PC まくらぎと比較した。

2. 試験概要

図-1 に試験体の構成および試験方法の概要を示す。絶縁体の上にアース銅板を敷き、その上にまくらぎ試験体を載せ、レールを締結装置により締結した。

UFC 枠型まくらぎは 3 体用意し、同条件の試験を 3 回行った。また、従来型 PC まくらぎ（4T）2 本を 1 セットに組み、同様な試験を行った。

試験条件は過去の知見を参考に、次の 3 つとした。①乾燥状態、②水道水降雨状態、③0.1%食塩水降雨状態。なお、降雨状態では、時間雨量を 100mm/h と想定した。

加印電流は 10V、1kHz を基本とし、使用条件を考慮して 100Hz～4000Hz の周波数領域も確認した。

計測位置は左右レール間とした。電極間の電流を測定し絶縁抵抗を求めた。降雨状態の場合は、降雨直前から測定を開始し、応答値が安定するまで計測した。

絶縁性能の判定基準として、漏れコンダクタンスの目標値を 0.2s/km 以下とした。まくらぎ間隔を 40 本/25m と仮定した場合、枠型まくらぎ 1 基あたりまたは従来型 PC まくらぎ 2 本あたりに必要な絶縁抵抗は 4k Ω となる。

3. 試験結果および考察

(1) 1kHz での試験結果

表-1 に周波数 1kHz における UFC 枠型まくらぎと従来型 PC まくらぎの絶縁抵抗試験結果を示す。乾燥状態では、両者のインピーダンスはそれぞれ 387k Ω と 481k Ω であり、UFC 枠型まくらぎのほうが若干小さく、従来型 PC まくらぎの約 8 割であった。

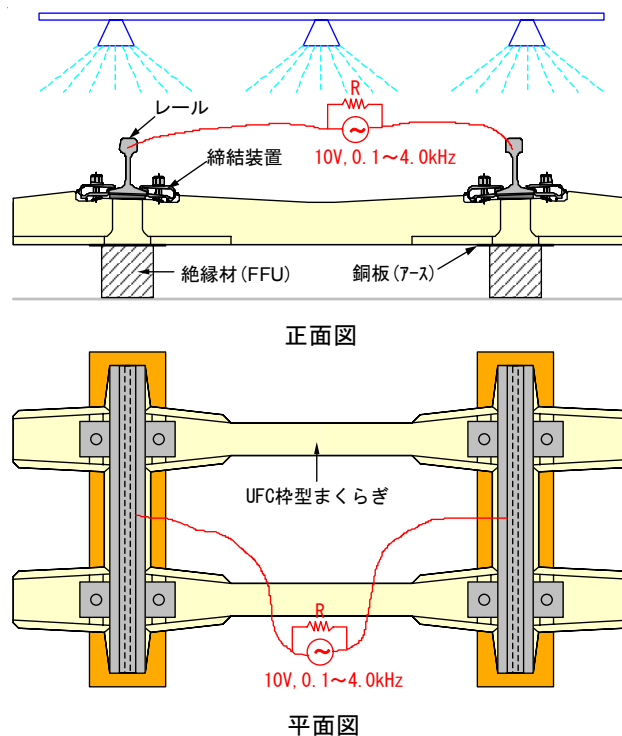


図-1 試験体構成および試験方法

表-1 レール間絶縁抵抗（周波数 1.0kHz）

試験体	環境条件	インピーダンス Z[k Ω]	位相角 ϕ [度]	リアクタンス R[k Ω]	リアクタンス X[k Ω]
UFC 枠型まくらぎ	乾燥	387.2	-71.1	123.2	-365.1
	降雨	14.3	-9.3	14.1	-2.3
従来型まくらぎ	乾燥	480.6	-86.1	32.9	-479.4
	降雨	2.3	-4.6	2.3	-0.2

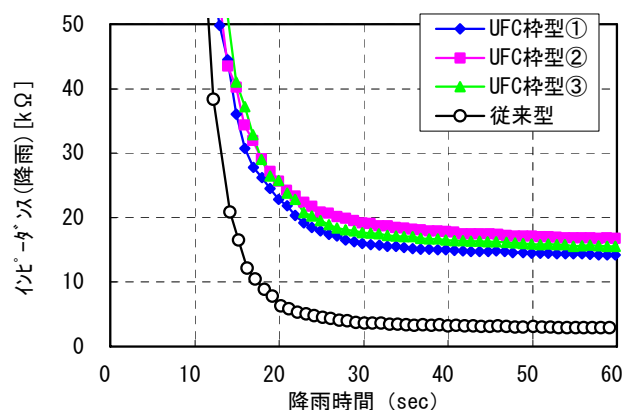


図-2 絶縁抵抗の経時変化（0.1%食塩水）

キーワード 超高強度繊維補強コンクリート (UFC)，枠型まくらぎ，絶縁抵抗

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設(株) 技術センター TEL045-814-7219

一方、0.1%食塩水降雨状態では、両者とも絶縁抵抗は大きく低下した。UFC 枠型まくらぎでは $14.3\text{k}\Omega$ 、従来型 PC まくらぎでは $2.3\text{k}\Omega$ であった。また、乾燥状態に比べ両者が逆転して、UFC 枠型まくらぎの絶縁抵抗は従来型 PC まくらぎの約 6 倍となった。図-2 に 0.1%食塩水降雨開始後の絶縁抵抗の時間的推移を示す。

(2) 絶縁抵抗の周波数特性

図-3 に絶縁抵抗の周波数特性を示す。環境条件にかかわらず、周波数が大きくなるにつれ、絶縁抵抗が小さくなる。ただし、0.1%食塩水降雨状態に比べ、乾燥状態での変化は著しい。また、乾燥状態では、周波数が大きいほど、UFC 枠型まくらぎと従来型 PC まくらぎの値は接近している。一方、0.1%食塩水降雨状態では、両者の差がほとんど縮まらず、UFC 枠型まくらぎの絶縁抵抗は従来型 PC まくらぎの約 6 倍弱になっている。

(3) 降雨時絶縁抵抗のメカニズム

UFC には多量の鋼繊維が混入されているにもかかわらず、降雨状態での絶縁抵抗は従来型 PC まくらぎより大きいこと、また、降雨開始から僅か 30 秒足らずで安定することから、鋼繊維や含水率などの影響よりも、試験体の表面積（水膜面積）に支配されていると推測した。

この推論を実証するために、表-2 に示す 3 シリーズの実証実験を行った。a) は板幅を変えたもの、b) は材質が異なるもの、そして c) は湾曲したゴム板を山形と谷形に置き、滞水性を変えたものである。

表-2 に実験結果を示し、図-4 に 0.1%食塩水降雨状態における絶縁抵抗のシリーズ毎の比較を示す。板幅シリーズでは、乾燥時抵抗はほぼ同程度であるが、降雨時抵抗は板幅に反比例となった。材質シリーズでは、乾燥時抵抗は雲泥の差であったが、降雨時抵抗は同程度であった。そして、凹凸シリーズでは、乾燥時抵抗は同じ桁であったが、降雨時抵抗は桁違いとなった。

4. まとめ

1) UFC 枠型まくらぎの絶縁抵抗は $10\text{k}\Omega$ 以上であり、漏れコンダクタンスが $0.2\text{s}/\text{km}$ 以下（絶縁抵抗 $4\text{k}\Omega$ 以上）の目標値をクリアしている。

2) 降雨状態の場合の電気抵抗は、試験体表面の滞留水（水膜）に支配されると考えられる。

参考文献

- 1) 前田昌克, 可知隆, 趙唯堅, 関雅樹: 超高強度繊維補強コンクリートを使用した新型まくらぎの基本性能, コンクリート工学年次論文集, Vol. 29, 2007 年 7 月
- 2) 趙 唯堅, 水谷公昭, 関 雅樹, 前田昌克, 可知 隆: セメント系材料を使用した PC まくらぎ模擬供試体の性能比較実験, 土木学会第 62 回年次学術講演会概要集, 2007 年 9 月

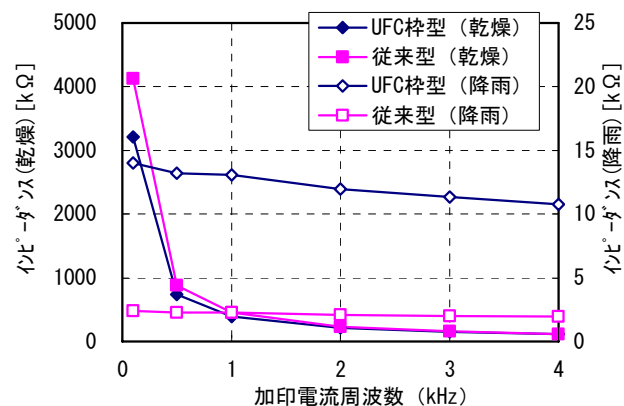


図-3 絶縁抵抗の周波数特性

表-2 メカニズム実証実験とその結果

シリーズ	材質寸法(幅×長×厚)	乾燥 Z[kΩ]	0.1%塩水 Z[kΩ]
a) 板幅 シリーズ	合板(50×1000×12)	27381	105.0
	合板(100×1000×12)	26005	45.8
	合板(250×1000×12)	21567	14.3
b) 材質 シリーズ	UFC (100×400×100)	96	51.4
	木 (100×400×100)	29374	43.1
c) 凹凸 シリーズ	ゴム凸 (170×1000×2)	16342	約3000
	ゴム凹 (170×1000×2)	11421	約800

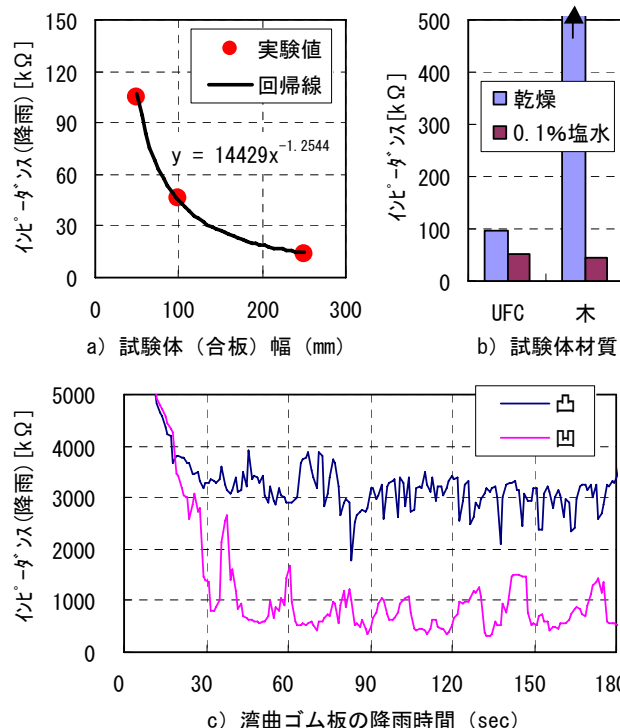


図-4 各シリーズ毎の実験比較