

2503 SW(Sheet Winding)製法による電車線支持用絶縁水平パイプの開発

正〔電〕 ○鈴木 正夫 正〔電〕 太田 聡 正〔電〕 片山 信一 (鉄道総研)

正〔電〕 臼木 理倫 正〔電〕 長谷 伸一 正〔電〕 重枝 秀紀 (鉄道総研)

Development of the Insulation Horizontal Pipe for Overhead Contact System

Manufactured by Sheet Winding Process

Masao SUZUKI, Satoru OTA, Shinichi KATAYAMA, (Railway Technical Research Institute)

Tadanori USUKI, Shinichi HASE, Hidenori SHIGEEDA, (Railway Technical Research Institute)

Outdoor use over an extended period will be required for supporting equipments for an overhead contact system. Accordingly a damage phenomenon due to corrosion occurs frequently. Especially, corrosion is easy to occur in the salt injury district along the sea shore, and the life of the members of the supporting equipment tends to shorten. Therefore, we examined the extension of service life of the insulation horizontal pipe for overhead contact system by manufacturing it with the SW (Sheet Winding) method. As a result, deterioration of the pipe surface was mitigated by this manufacturing method and there are good prospects of the extension of service life. In this paper, we introduce an outline of the development and the result of exposure tests under electric charge.

Keywords: sheet winding, insulation, horizontal pipe, overhead contact system, exposure test

1. はじめに

電車線路部材は、長期間の屋外使用が前提となり、腐食が原因と考えられる損傷事象が多発している。特に海岸沿いの塩害地区では腐食が発生し易く、部材の寿命が短くなる傾向にある。そこで、電車線支持用絶縁水平パイプ(図1)を対象に、SW(Sheet Winding)製法による絶縁機能の長寿化を検討した。また、試作品を対象とした各種暴露試験の結果、本製法によりパイプ表面の劣化が緩和され、長寿化への見通しを得た。本稿では、開発の概要及び塩害暴露試験の結果について紹介する。

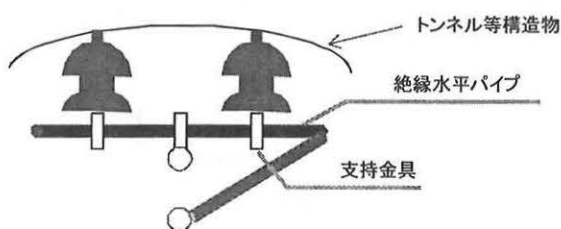


図1 電車線支持用絶縁水平パイプ使用箇所

2. 開発背景

2.1 絶縁水平パイプの損傷

塩害地域や温泉漏水のあるトンネル内では、電車線支持部材の腐食による損傷が頻発している。一方、鉄製の芯材とFRPパイプを組み合わせた電車線支持用絶縁水平パイプも例外ではなく、FRPパイプ表面の劣化や鉄製芯材～FRPパイプ界面の腐食による絶縁不良を原因とした損傷事象が報告されている。

2.2 損傷メカニズムの推定

(1) 表面汚損・絶縁機能低下による焼損

パイプ表面の劣化が誘因となり、焼損に至るメカニズムは、以下のように推定される(図2)。①パイプ表面が紫外線等で劣化し、ポーラスな表面が形成される。②多孔質な表面に塩分や汚損物質が付着し、表面の絶縁機能が阻害される。③雨水や海水の介在により、表面に漏れ電流のパスが形成される。④汚損の程度や環境条件により漏れ電流が増大し、著しい場合には焼損に至る。



図2 FRPパイプ表面の劣化メカニズム

(2) 芯材の腐食・損傷

同様に、絶縁水平パイプの芯材が腐食し、FRPパイプが焼損に至るメカニズムは、以下のように推定される。①芯材(鋼材)とFRPパイプの界面が何らかの原因で隙間を生じ、雨水や海水が浸入する。②芯材が腐食膨張し、絶縁部材であるFRPパイプにき裂損傷を与える。③損傷部位が弱点となり、芯材～FRPパイプ表面にアークが生じ焼損に至る。

3. 新規絶縁水平パイプの試作

3.1 新規絶縁水平パイプの狙い

芯材をFRPパイプで封止する工程にSW(sheet Winding)製法を適用し、芯材～FRPパイプ界面の密着性及びFRPパイプ表面の耐候性を改善し、安価で信頼性の高い絶縁水平パイプを目指した。

3.2 SW (sheet Winding) 製法とは？

芯材となる金型に要求仕様に応じたプリプレグシート（ガラスクロス等に樹脂を含浸・半硬化させたシート）を加圧しながら巻き付け、所定の厚さまで積層する。外周をテーピング処理、加熱硬化させることにより、FRP 積層部に欠陥の生じ難い密な FRP パイプが構成できる（図3）。シートの材料や強化繊維の方向、密度を任意に選択できる点も本製法の大きな特徴である。

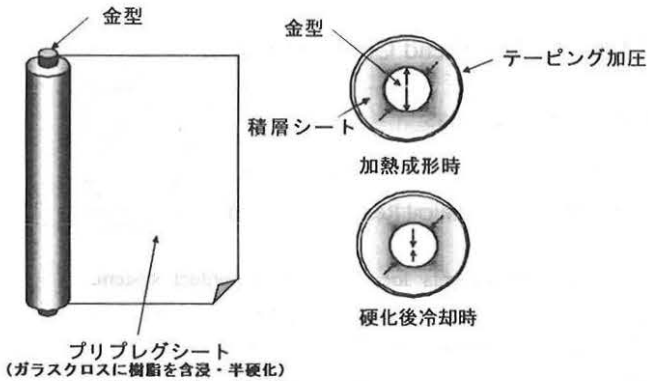


図3 SW (Sheet Winding) 製法の概要

3.3 絶縁水平パイプの試作

試作品にはFRP部材として、ガラスクロス強化エポキシ樹脂を使用し、SW製法の特徴を活かし、最内層と最外層にPE（ポリエチレン）層を適用した。最内層のPEは、芯材とFRP部材の線膨張係数差による界面の剝離を防ぎ、密着性強化による芯材の腐食防止が期待できる。最外層のPEはUVカット（FRP部材の紫外線劣化対策）に有効であり、表面層の汚損防止が期待できる。図4に勝木塩害試験場にて暴露試験中の現用品及び試作品の外観を示す。

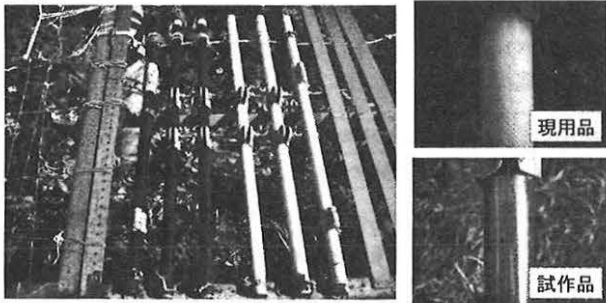


図4 屋外暴露試験状況（勝木塩害試験場）

4. 塩害暴露試験結果

絶縁水平パイプを対象に、パイプ表面の耐候性や絶縁性能を比較評価する目的で、勝木塩害試験場（新潟県）にて屋外暴露試験（図4）並びに屋外課電暴露試験（間隔500mmの支持金具間にDC3000Vを連続印加：図5）を継続し、各供試体の経時変化を調査した。

4.1 屋外暴露試験結果

試作品が湿潤時の撥水性を維持しているのに対し、現用品では紫外線による表面劣化が進行し、パイプ表面の撥水性が損なわれ、湿潤時の絶縁抵抗に低下傾向が見られる。表1は、約21ヶ月暴露後の各供試体を対象に乾燥及び湿潤時（霧吹きにて降雨時を模擬）の絶縁抵抗（1000Vメガにて離隔約1cmの表面抵抗）を複数箇所測定した結果を示すものである。

表1 絶縁水平パイプ表面の絶縁抵抗：MΩ

乾燥時	天側	地側
現用品	3000~8	800~8
試作品	1400~8	600~8
湿潤時	天側	地側
現用品	2.5~5.5	0.8~40
試作品	3~1000	1.5~2000



図5 屋外課電暴露試験状況（勝木塩害試験場）

4.2 屋外課電暴露試験結果

前項の絶縁抵抗と同様に、湿潤状態での漏れ電流に顕著な差異が認められる。図6は、課電暴露開始8ヶ月後の冬期降雨時の漏れ電流測定例を示すものである。

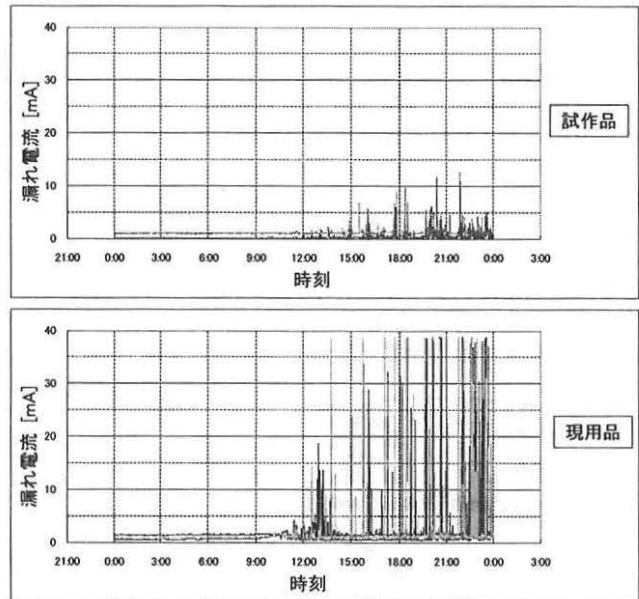


図6 冬期降雨時の漏れ電流測定例

5. まとめ

SW製法の適用により、芯材の耐食性やFRPパイプ表面の耐候性を向上したFRP絶縁水平パイプの開発を行った。試作品を用い、重塩害地域である勝木塩害試験場での各種試験状況から、本製法による試作品の優位性が確認された。但し、本絶縁水平パイプは電車線支持装置の一部材であり、碍子や各種支持金具との協調を考慮し、使用環境に基づく最適化が重要であると考えられる。

最後に、本開発にご協力頂いた（株）電業、（株）ホーベックの関係各位に感謝の意を表します。