

ハイブリッドSKがいしの開発

1. はじめに

鉄道用の絶縁材料として古くから使用されてきた磁器がいしは、塩害地区における耐汚損対策として、磁器表面の清掃やシリコンコンパウンドの塗布が定期的に行われています。そこで、表面清掃等の必要のない、外被にシリコンゴム等のポリマー素材を使用し、芯部にFRP素材を使用する「ポリマーがいし」が、1995年頃から使用されてきました。

新幹線鉄道では、き電線等の支持に使用する懸垂がいしにポリマーがいしは導入されていますが、可動ブラケットで使用する長幹がいしでは、大きな曲げ荷重がかかることから、ポリマーがいしは導入されずにいました。

そこで、荷重がかかる芯部に磁器素材を使用し、笠部にポリマー素材を使用する「ハイブリッドSKがいし(以下「HSKがいし」)」を開発することとしました。

2. HSKがいし概要

HSKがいし、磁器長幹がいし(新幹線AC25kV用)、ポリマー長幹がいし(在来線AC20kV用)の主要諸元を(表1)に示します。

表1: HSKがいしと各種がいし比較

項目		HSK	磁器長幹	ポリマー長幹
材料・構造	外被(笠)	シリコンゴム及び磁器	磁器	シリコンゴム
	芯材	磁器	磁器	FRP
	金具	鋳鉄	鋳鉄	鋳鉄
	把持方法	セメント付け	セメント付け	圧着(カシメ)
	外被成型	接着剤付け	一体成型	一体成型
主要寸法	取付長	949mm	949mm	502mm
	胴径	90mm	90mm	48mm
	笠径	磁器 175mm ゴム 155mm	175mm	128mm
	笠枚数	磁器 4枚 ゴム 3枚	13枚	8枚
	表面漏れ距離	A-B: 1800mm C-D: 230mm	A-B: 1250mm C-D: 230mm	790mm
	重量	23kg	28kg	3.5kg

芯部の構造・主要寸法を、従来の磁器長幹がいしに合わせることで、磁器長幹がいしと同等の機械強度を有し、ポリマー長幹がいしの課題であった曲げ荷重に対する撓りが起きにくい構造となっています。

ゴム笠部は従来のポリマーがいしと同じシリコンゴムを使用することで、シリコン油が有するアメーバ特性によって撥水性を保ち、塩分等が付着することに起因する絶縁性能低下を軽減する効果が期待できます。

ゴム笠部の形状は、送電線用のT型分岐スパーサで先行事例のある深溝構造とすることで、笠の径を抑制させつつ、必要な表面漏れ距離を確保させています。

磁器芯部とゴム笠部の接合は、ゴム自体が持つ圧縮力と、絶縁性を有する接着剤を介在させることで、密着・接合させています。

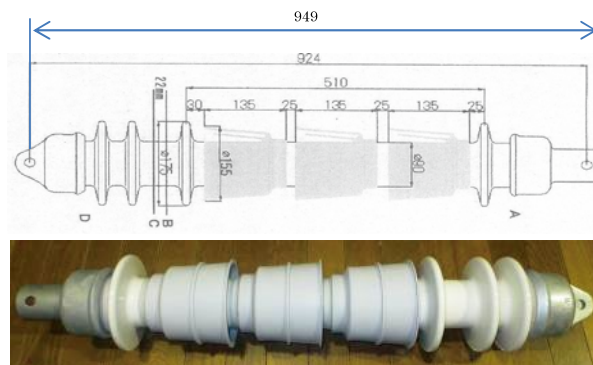


図1: ハイブリッドSKがいし

3. 基本性能

新幹線長幹がいしの規格値を(表2)に示します。試作品3本にて試験を行い、規格値を満たしていることを確認しました。なお、その後の製作においても、絶縁性能、機械強度の出荷試験は、全て満たしております。

表2: 新幹線長幹がいし規格値

項目	規格値
商用周波注水耐電圧	A-B: 135kV C-D: 35kV
雷インパルス耐電圧	A-B: 320kV C-D: 85kV
引張耐久荷重	3600kgf
曲げ破壊荷重	450kgf
冷熱試験	温度差 70℃以上, 冷水 0-20℃, 浸し時間各 15分, 回数各 3回
吸湿試験	磁器内部に液がしみこまないこと
亜鉛メッキ試験	50mg/cm ² 以上

4. 絶縁性能の検証

磁器部とゴム笠部の間の接着剤の有無や、ゴム笠部の撥水性の有無による絶縁性能への影響を検証するため、それぞれの状態を模擬したうえで、商用周波注水せん絡試験(A-B間)を行った結果を、(表3)に示します。

磁器芯部のみでは、規格値: 135kVに満たず、ゴム笠部が必要なが判りました。

ゴム笠部の撥水性が低下すると、絶縁性能に低下が見られますが、規格値は十分満たしております。



また接着剤が無くても、ゴム笠部と磁器部がきちんと密着すれば、規格値を十分に満たすことが判りました。

表3：せん絡試験結果

試験条件			試験結果	
接着剤	撥水性	人工汚損	せん絡電圧	せん絡箇所
有	有	無	135kV でせん絡せず	
		有	181kV	外周
	無	無	184kV	外周
無	有	無	204kV	外周
		有	175kV	外周
	無	無	178kV	外周
ゴム笠無し 磁器芯部のみ	有	無	162kV	界面
		有	146kV	外周
		有	120kV	外周

※人工汚損：0.35mg/c㎡ 撥水性無し：HC-6 相当

5. 塩害実験場での課電暴露試験

重塩害地区での汚損経過を検証するため、新潟県村上市にある鉄道総研・勝木塩害実験場において、平成22年3月より、課電暴露試験（AC30kV）を行っています。

平成27年10月の経過状況を（表4）に示します。

表4：塩害実験場 HSK がいし経過状況

CH	供試品 取付時期	表面 汚れ	表面 荒等	撥水性		
				笠表	笠裏	2 枚目
1	H23.2	中	微小	HC1	HC2	HC5
2	H25.12	小	良	HC1	HC1	HC4
8	H25.12	小	良	HC1	HC1	HC4
9	H25.12	小	良	HC1	HC1	HC4
10	H22.3	中	微小	HC1	HC1	HC4
11	H26.2	小	良	HC1	HC1	HC3
12	H22.3	中	微小	HC1	HC1	HC2
13	H25.2	小	良	HC1	HC1	HC2

経年が経ち、ゴム笠部の表面が汚れてきていますが、撥水性は良好な状況です。笠2枚目の撥水性が低下していますが、常に湿りがちな冬季を除き顕著な漏れ電流は見られず、絶縁性能の特段の低下はないと推察されます。

また約4年経過したものの1本を抜き取り、絶縁性能等の低下がないか検証を行いました。商用周波数注水耐電圧試験、雷インパルス耐電圧試験とも、（表2）の規格値でせん絡は起きず、商用周波数注水でのせん絡は、204kVで外周で発生しました。新品からの特段の性能低下はみられませんでした。

6. 実フィールドでの試験

塩害実験場での経過が良好なことから、実使用環境での経過を検証するため、新幹線徳山駅構内の可動ブラケット6箇所、計12本の HSK がいしを試験的に取り付けました。

平成27年7月の経過状況を（表5）に示します。

表5：徳山駅 HSK がいし経過状況

取付 箇所	供試品		表面 汚れ	撥水性		
	取付 方向	取付 時期		笠表	笠裏	2 枚目
152-1 上本	水平	H25.2	小	HC1	HC1	HC1
	斜め	H25.2	小	HC1	HC2	HC2
152-1 上1	水平	H26.1	小	HC1	HC1	HC1
	斜め	H26.1	小	HC1	HC1	HC1
153-1 上本	水平	H25.2	小	HC1	HC1	HC1
	斜め	H25.2	小	HC1	HC1	HC1
153-1 上1	水平	H27.2	小	HC1	HC1	HC1
	斜め	H27.2	小	HC1	HC1	HC1
155-1 上本	水平	H25.2	小	HC1	HC1	HC1
	斜め	H25.2	小	HC1	HC1	HC1
155-1 上1	水平	H25.2	小	HC1	HC1	HC1
	斜め	H25.2	小	HC1	HC1	HC1

ゴム笠部は、表面・裏側・2枚目とも良好な撥水性を保っております。

また約2年経過したものの2本を抜き取り、絶縁性能等の低下がないか検証を行いました。商用周波数注水耐電圧試験、雷インパルス耐電圧試験とも、（表2）の規格値でせん絡は起きず、商用周波数注水でのせん絡は、208kV、214kVで外周で発生しました。新品からの特段の性能低下はみられませんでした。

7. まとめ

新幹線鉄道の長幹がいしにポリマー素材のがいしを適用するため、芯部に磁器素材、笠部にポリマー素材を使用する HSK がいしを開発しました。塩害実験場での課電暴露試験や、新幹線徳山駅構内での実フィールド試験は、良好に経過しています。

今後、経年による劣化を再度検証し、保全方法や取替指標とまとめる予定です。