

ポリマーがいし・がい管の 適用技術課題

ポリマーがいし・がい管の適用技術課題調査専門委員会編

目 次

1. 緒言	3	6. 汚損耐電圧特性	28
1.1 はじめに	3	6.1 ポリマーがいし・がい管の汚損設計上の諸要因	28
1.2 適用課題の認識	4	6.2 汚損物付着特性	29
2. ポリマーがいし・がい管について	5	6.3 汚損耐電圧試験法	32
2.1 ポリマーがいし・がい管の構造	5	6.4 汚損耐電圧特性	32
2.2 ポリマーがいし・がい管の特徴	6	7. 今後の課題	36
2.3 ポリマー製品適用における電気・機械設計	7	7.1 劣化試験法のあり方	36
3. 外部絶縁における放電現象	8	7.2 人工汚損耐電圧試験法のあり方	36
3.1 ポリマーがいしに発生する放電の挙動と影響	8	7.3 絶縁設計のあり方	37
3.2 放電と劣化様相	12	8. 結言	39
4. 国内における適用状況	13	8.1 汚損物付着量測定における問題	39
4.1 ポリマーがいしの適用目的	13	8.2 汚損耐電圧評価における問題	39
4.2 ポリマーがいしの適用実態	15	8.3 長期信頼性をめぐる問題	40
4.3 ポリマーがいしの適用課題	17	8.4 材料特性評価技術と劣化診断技術	40
5. 劣化特性	18	8.5 フィールドでの劣化検出	41
5.1 劣化事例と要因	18	8.6 外部絶縁設計の将来	41
5.2 劣化検出技術	21	8.7 むすび	42
5.3 劣化試験法	21		

ポリマーがいし・がい管の適用技術課題 調査専門委員会委員

委員長	松本	隆宇(静岡大学)	委員	宮本	稔久(日立製作所)
幹事	近藤	邦明(日本ガイシ)		山下	敬彦(長崎大学)
	田中	信也(関西電力)		吉田	貴志(三菱電機)
幹事補佐	畔柳	俊幸(電力中央研究所)		渡邊	秀人(明電舎)
委員	荒岡	信隆(東芝)	途中退	木下	靖英(中部電力)
	磯崎	正則(東京電力)	任委員	鈴木	寛治(電源開発)
	上木	路晴(中部電力)		糸田	誠治(電源開発)
	加藤	厚志(電源開発)		岩井中篤史(東日本旅客鉄道)	
	貴志	俊英(東日本旅客鉄道)		園田	靖史(九州電力)
	喜多	守幸(日本ネットワークサポート)		古河	征二(九州電力)
	栗原	聡史(九州電力)		小清水	聖(山城精機製作所)
	小林	三佐夫(サージプロテクトKK)		石山	史之(東北電力)
	近内	潔(東北電力)		高田	勉(北陸電力)
	島田	英俊(北陸電力)		今田	一秀(四国電力)
	瀬間	信幸(昭和電線ホールディングス)		田川	陽一(西日本旅客鉄道)
	高橋	陽夫(四国電力)		藤井	治(日本ガイシ)
	中地	敏之(日本ガイシ)		宮下	信(三菱電機)
	西川	栄一(関西電力)		表	智康(関西電力)
	西村	誠介(日本工業大学)	主な	阿部	守(関西電力)
	東山	禎夫(山形大学)	参加者	栗津	隼人(関西電力)
	松岡	良輔(中部大学)		岡田	真一(関西電力)
	三戸	雅隆(ビスキヤス)		新谷	智弘(北陸電力)

1. 緒 言

1.1 はじめに

これまでわが国で高電圧機器の外部絶縁を確保する部品、送電・配電の機能を実現する素子・装置として、長年使用されてきた磁器がいしは、選ばれた陶土を原材料とする焼結体（焼き物）という、機械的強度に極めて優れたものであり、耐候性も高い材料⁽¹⁾を使って製造されており、金属部のさびによる劣化以外は、破損対策（設計上、また、施工上・使用上の）を考えておけば、その性能の経時変化はほとんど懸念されることがないとされ、適用技術も完成の域に近づいていると考えられている。

そのようながいし類も、様々な磁器以外の無機材料や、新しい有機素材を使って作成する試みが積年にわたって行われてきた。中でも、有機系の材料をがいし材料とする試みは、1950年代から研究・適用の試みが始まったと報告されている⁽²⁾。しかしながら、それら初期の有機がいし類は、材料の持つ特性が外部絶縁への適用に要求する特性を十分に満たしておらず、しばしば事故を引き起こし教訓をのこしつつ舞台から消えて行った。

そのような有機材料のなかで、シリコーンゴム(SiR)は、有機物の中では化学結合エネルギーが高く、耐候性が高いことや、表面撥水性に優れており高い汚損耐電圧が期待されること、また、種々の原因で撥水性を失っても、内部からの低分子量成分が滲みだして撥水性の回復が見込まれることなどから、次期の有機系がいし材料として期待され、さまざまな試行錯誤を経つつ、材料の改良、適用技術の進歩と相まって、現在のポリマーがいしの主流となっている。

電気学会高電圧技術委員会のもとに設置されたポリマーがいし関連の調査専門委員会としては、「ポリマーがいし・がい管の汚損環境への適用課題調査専門委員会」、および、本調査専門委員会：「ポリマーがいし・がい管の適用技術課題調査専門委員会」がある。前者は、この分野の研究の進捗が緩やかである事が配慮されて、平成21年3月の電気学会全国大会でのシンポジウム：「汚損環境におけるポリマーがいし 適用の現状と技術的展望」⁽³⁾を最終の活動報告として解散している。本報告書は、上記のような歴史を踏まえて、主として後者の調査専門委員会での調査・研究や議論を基に取り纏めるが、前者の調査専門委員会での活動成果も取り入れてある。さらには、ほぼ同時期に誘電・絶縁材料技術委員会にもがいし用ポリマー絶縁材料に関する調査専門委員会が設置されており、本調査専門委員会の複数のメンバーが、共通の委員として議論を行っていることや、共同開催の研究会を開催したことなどの経緯があることから、調査・研究内容の一部重複が発生しているが、報告書としての自己完結性を重視して、多少の重複を許容しつつ取り纏めてある。

上記の高電圧技術委員会傘下の2つの調査専門委員会の名称から気付くことは、前者には“汚損環境”との文言があるが、後者には“汚損”の文字が消えている事である。前述のように SiR を材料とするがいし類の特徴として、当初は優れた汚損耐電圧特性が注目され“汚損対策”としての有用性が使用目的であったが、調査・研究を進めるうちに、別のねらいで使用することにより一般的な用途としての使用が増えてくる事を意識したことが、本調査専門委員会の名称から“汚損”がなくなった理由であった。

ところが、2011年3月に東北地方太平洋沖地震が発生して、多くの電力設備が被害を受けたが、がいし関連で被害が大きかったのは、変電所に設置された機器類のがいし（変圧器・GIS等ブッシング、遮断器・断路器等支持がいし）で、送電用がいしでも少なからず被害が出ている。その結果、ポリマーがいしの持つ軽量性とコア材の材料特性によってもたらされる耐震性の高さが、期せずして使用目的として脚光を浴びることになった。これによって、従来想定されることの少なかった極限状況に対応するため、新たな視点からの技術開発が急務となっているのは周知のとおりである。

しかしながら、ポリマーがいしの持つ特徴が地震によって変わった訳ではなく、ポリマーがいしの持つメリットに対する評価の視点が変わっただけに過ぎない。ここで、今一度、ポリマーがいしの持つ特徴を俯瞰する意味で、アンケートから抽出したメリット・デメリットを列举・整理しておく。

メリット

- ・撥水性を持つので、汚損耐電圧特性に優れる
- ・撥水性がコロナを抑制するので、雑音性能に優れる
- ・漏れ電流が小さく、避雷器等の内部設計に有利
- ・軽量で作業性が良い
- ・耐衝撃性に優れる
- ・防爆性に優れる
- ・耐震性に優れる（線路用は振れが大きくなる欠点もある）
- ・モールド型ブッシングはオイルフリーにできる
- ・細径なので景観に与えるインパクトが小さいなど。

デメリット

- ・耐候性が、磁器に比べて劣る
- ・耐コロナ性・耐アーク性に劣る
- ・経年劣化でエロージョン等が生じ、長期信頼性に劣る
- ・耐薬品性に劣る
- ・難燃性に劣る
- ・取扱いに注意が必要（変形による裂け、キズ）
- ・乗れないので高所での作業性に劣る
- ・鳥がついばむので鳥獣汚損とは別の鳥害が生じる
- ・日陰では藻類が繁茂しやすいなど。