高分子がいしならびに同がいしを適用した 154 kV用絶縁アームの汚損絶縁特性

正員 泉 邦和 (電力中央研究所) 正員 高橋 毅 (電力中央研究所)
正員 谷口 毅 (電力中央研究所) 正員 本間 宏也 (電力中央研究所)
正員 畔柳 俊幸 (電力中央研究所)

Performance of polymer composite insulator and 154 kV insulation arm under polluted conditions
Kunikazu Izumi, Member, Takeshi Takahashi, Member, Takeshi Taniguchi, Member,
Hiroya Homma, Member, Toshiyuki Kuroyagi, Member, (CRIEPI)

This paper describes the insulation characteristics under polluted conditions for a polymer composite insulator and a 154 kV insulation arm composed of the insulators.

The equivalent salt deposit density (ESDD) on the housing of the polymer composite insulator was almost the same level as that of the long rod type porcelain insulator subjected to a coastal exposure test for about 8 years. However, the surface leakage currents of the housing were smaller than those of the porcelain insulator, due to the restoring of water repellency on the surface of the housing. The withstand voltage of the 154 kV insulation arm obtained by a clean fog method in an ESDD range from 0.03 to 0.5 mg/cm² was about 15% higher than that of a long rod type porcelain insulator, but was about 15% lower than that of a polymer composite insulator, due to the structure with plural units connected in parallel.

キーワード：高分子がいし、絶縁アーム、塩汚損、電気絶縁、耐電圧

1. まえがき

電力需要は今後、ますます増加すると予測され、また、都市部の拡大に伴う電力需要の高密度化の傾向は高くなっている。一方、送電線用地の確保は種々の制約から年々、困難な状況になりつつある。架空送電線について見れば、275kV、500kVに代表される基幹送電線と、配電用変電所への電力供給を担う60～150kV級送電線に大別されるが、都市やその周辺部への電力輸送力を確保するためには、60～150kV級架空送電線を対象とした架空送電線コンパクト化の技術開発が有効であると考えられる。

架空送電線のコンパクト化を図るためには、2回線水平間隔の縮小が不可欠である。このためには、既存技術である鋼管単柱鉄塔や狭根開き鉄塔などのスリム化鉄塔の採用による鉄塔敷地面積の縮小と、現用送電線の鉄塔アームと磁器製がいしの機能を複合し、電線を直接、絶縁・支持できる絶縁アームの適用が極めて有効であると考えられる。

近年、欧米を中心に、荷重に耐えるための繊維強化型プラスチック (FRP) コアと、その表面絶縁のためのシリコンゴムなどの屋外用高分子絶縁材を用いた笠形状外被、ならびにFRPコア両端の取り付け用金具から構成された複合がいし (以下、高分子がいしと略称) が磁器がいしの代替として適用され始めている⁽¹⁾。さらに、この高分子

がいしを比較的短い径間長の150kV級以下の架空送電線を対象に電線の水平絶縁支持機材として適用して、送電線のコンパクト化を図っている例も報告されている⁽²⁾。また国内においても、ギャロッピングやスリートジャンプなどの電線の異常振動を抑制するための相間スペーサとして、試験適用されている⁽³⁾⁽⁴⁾。

一方、絶縁アームに関しては、当所主催の送電機能研究委員会のもとで、154kVなどの送電線用として磁器製長幹がいし4本を組構造とした耐張用アーム状がいし装置 (以下、磁器がいしアームと略称) が試作されている⁽⁵⁾。しかし、この磁器がいしアームは、十分な機械的性能が得られず実用化には至らなかった。

筆者らは、前述の磁器がいしアーム構造を参考に、軽量性や機械的衝撃性能などの特徴を有する高分子がいしを適用した絶縁アームの開発を進めてきた。これまでに、60～150kV級高分子絶縁アームのうち、電気絶縁的・機械的に最も過酷であると考えられる154kV用耐張形高分子絶縁アーム (以下、高分子絶縁アームと略称) について、FRPコアの特性と同コアを用いた3つのユニットから構成されるアームの特性などを評価し、所期の機械的性能がほぼ得られることを検証した⁽⁶⁾。一方、電気絶縁特性については、送電線が塩汚損を受ける機会が多いことから、その解明は重要となるが、高分子がいし用外被の絶縁特性や高分

子がいしの複数並列構成などの複雑な要因から、これまでの汚損絶縁に関する知見のみで論ずることは難しい。

そこで、154kV高分子絶縁アームを対象に、その主要構成要素である高分子がいしならびに同がいしで構成される高分子絶縁アームの汚損絶縁特性について実験的に検討したので報告する。

2. 高分子がいしならびに高分子絶縁アームの構造

〈2.1〉 高分子がいしの構造 高分子がいしの諸元を表1に示す。高分子がいし用外被材は高温加硫タイプのシリコン系（SR）ゴムで、ベース剤であるシリコンに水和アルミナおよび酸化鉄などが添加されている。外被は、交互に配置された直径176mmと146mmの2種類の笠から構成され、同じ直径の笠間隔は50mmで、小直径笠は大直径笠間の上側笠から20mm、下側笠から30mmの位置に配置されている。

表1 高分子がいしの諸元

Table 1. Technical particulars of polymer composite insulator

取り付け長	(m)	1.15
有効長	(m)	1.05
表面漏れ距離	(m)	3.0
FRP	外径 (mm)	80
コア	内径 (mm)	66
	胴径 (mm)	92
外被	笠径(大/小) (mm)	176/146
	笠枚数(大/小)	18/18
	笠間隔(大/小) (mm)	50(20/30)

〈2.2〉 高分子絶縁アームの構造 高分子絶縁アームは図1に示すように、取り付け長約2.3mで、主として線路方向荷重に対応するため2本の水平ユニット（開き角40度）と、主として垂直方向荷重に対応するための吊りユニット（水平ユニットとの開き角30度）から構成され⁽⁶⁾、万一の電線破断時にも健全側間側の電線を支持できる機械的性能を有している。なお、各ユニットは、前掲表1の高分子がいしを2本直列に接続したものである。

3. 高分子がいし用外被の汚損絶縁特性試験

〈3.1〉 高分子がいし用外被材の表面漏れ電流に対する侵食特性 外被材の表面漏れ電流に起因する侵食特性を解明するため、高分子がいし用外被として用いたSR、ならびにEVA（エフビニアセテート）、EPDM（エフエムディンゴインモ）の3種類の高分子絶縁材を供試し、塩水溶液への浸漬と交流電圧課電を繰り返すことにより比較的短時間で漏れ電流に対する表面侵食特性が評価できるRotating Wheel Dip Test⁽⁷⁾（RWDT）を実施した。試料の概要を表2に、試験条件を表3に示す。

図1 154kV用高分子絶縁アームの概観
Fig. 1. Appearance of 154kV polymer insulation arm

表2 RWDT試料の概要

Table 2. Outlines of RWDT samples

材料名	材質	寸法
SR	シリコンゴム（高温加硫タイプ）に水和アルミナを充填（コア材はエポキシ樹脂ロッド）	赤銅色 240mm×27mmφ ゴムの厚さ3.5mm
EVA	EVAに水和アルミナを充填（コア材はエポキシ樹脂ロッド）	灰色 240mm×24mmφ ゴムの厚さ2.0mm
EPDM	EPDMに水和アルミナを充填（コア材はエポキシ樹脂ロッド）	赤銅色 240mm×28mmφ ゴムの厚さ4.0mm

表3 RWDT条件

Table 3. RWDT conditions

試験電圧	A.C. 10kV
試料形状	丸棒
電極材質	SUS316
電極間距離	120mm
電位傾度	833V/cm
試験液	NaCl水溶液750Ωcm (25℃)
回転速度	1.0 r.p.m.
試料の傾斜角	15°

5000時間の試験の結果、いずれの試料についてもトラッ

キングの発生は認められなかった。図2は、試料の表面漏れ電流電流量と重量損失の関係を示したものである。本図から、いずれの試料も、漏れ電流電流量と試料表面の侵食量に密接な関係があると考えられる重量損失とに相関関係が認められた。高分子がいし用外被材であるSRの重量損失は供試試料のうち最も少ないことから、漏れ電流に対する侵食量が少ないものと考えられる。

図2 RWDTにより得られた外被材の表面漏れ電流電流量と重量損失の関係

Fig. 2. Relation between surface leakage current and weight loss of housing materials

＜3.2＞ 高分子がいし用外被の課電暴露試験 当所課電暴露試験場に高分子がいし用外被を供試して、約8年間の課電暴露試験を実施した。試験場は海岸から約50m離れた海拔約20mの地点で南西側が海に面している。供試がいしは、FRPコアの代替とした磁器製円柱コアに高分子がいし用外被をかぶせた模擬高分子がいし（以下、ハイブリッドがいしと略称）と、参照用としたJIS品番LC-8024の磁器製長幹がいし（以下、磁器がいしと略称）の2種類である。供試がいしの概観を図3に、またその諸元を表4に示す。試験は、各供試がいしを4本直列に接続して垂直に吊り下げ、上部を接地側、下部を課電側とし、交流280kVを課電した。課電暴露試験条件を表5に示す。漏れ電流は20mAと100mAの2段階のレベルで測定し、記録間隔を1時間として当該1時間中で各レベルを超えた電流が発生した場合、その電流レベル（20mAまたは100mAと呼称）の発生回数を1回とカウントしている。

これらの試験期間においてフラッシュオーバーは発生しなかった。各年度における20mA、100mAの漏れ電流の発生回数を図4に示す。同図より、ハイブリッドがいしの漏れ電流は磁器がいしに比較して小さく、各電流レベルの発生回数も少ないことが分かった。なお、1990年および1991年で発生回数が高いのは、他の年に比較し、急速汚損の機会が高かったことに起因していると考えられる。

図3 課電暴露試験用供試がいしの概観

Fig. 3. Appearance of insulator samples for exposure test

表4 課電暴露試験用供試がいしの諸元

Table 4. Technical particulars of insulator sample for exposure test

項目種類	ハイブリッドがいし	磁器がいし
取り付け長さ (mm)	1175	1175
銅 径 (mm)	80	80
笠 径 (mm)	145/130	160
笠 枚 数 (mm)	16/16	24
笠 間 隔 (mm)	50(20/30)	40(30)
笠 の 厚 み (mm)	3.0	10
平均直径 (mm)	110	115
表面漏れ距離 (mm)	2510	2470
有効長 (mm)	1011	1011
表面積 (cm ²)	8980	8900

(注) ハイブリッドがいしの外被材：高分子がいし用外被に用いたSR

表5 課電暴露試験条件

Table 5. Exposure test conditions

試 料	ハイブリッドがいし	磁器がいし
課電電圧 (kV)	280	
直列課電個数	4	4
連結長 (m)	4.93	4.93
表面漏れ距離 (m)	10.04	9.88
単位表面漏れ距離 (kV/m) 当たりの電圧	27.9	28.3

図5は、課電暴露試験期間中に得られた等価塩分付着密度（以下、ESDDと略称）を対数正規分布の累積百分率で示したものである。ESDDの累積百分率50%、95%ならびに標準偏差の各値は、ハイブリッドがいしで 0.0139mg/cm²、0.0107mg/cm²ならびに29%、磁器がいしで 0.0145mg/cm²、0.0116mg/cm²ならびに30%である。また、図6は磁器がいしに対するハイブリッドがいしのESDDの比を表したものである。その平均値は0.99であり、各期間で著しい偏りは認められない。これらの結果から、ハイブリッドと磁器がいし

のESDD特性はほぼ同程度であることが分かった。

4. 高分子絶縁アームの霧中耐電圧試験

＜4.1＞ 試験方法と条件 高分子絶縁アームの霧中耐電圧は、定印霧中法により4回耐電圧値として求めた。試験方法は、電気学会の霧中汚損分科会で提唱されている方法⁽⁸⁾および交流電圧絶縁試験規格⁽⁹⁾に準拠した。霧室（大きさ：35m(W)×25m(D)×35m(H)）内への平均蒸気注入量は $52\text{g/m}^3\cdot\text{h}$ 、試験時の霧室内温度上昇は 13deg/h である。汚損液は水1リットル当たりトノコを40gとし、ESDD 0.06および 0.35mg/cm^2 を目標に、各々食塩10gおよび100gを使用した。外被ははっ水性を有することから、表面汚損後の乾燥時間によりその耐電圧が異なり、乾燥時間を長くするほど同じ汚損度に対して耐電圧が高くなることが報告⁽¹⁰⁾されている。そのため、本試験で用いた汚損、乾燥方法は全て以下の手順で実施した。供試品は、試験前に等価霧中上昇法によりその表面に漏れ電流による局部放電を発生させ、一時的に表面のはっ水性を低下させた後、スプレーを用いて汚損した。乾燥時間は4時間で一定とした。この汚損、乾燥方法において、供試品の表面が一樣に汚損されていることを確認している。

図4 課電暴露試験における漏れ電流発生回数
Fig. 4. Surface leakage current occurrence frequency in exposure test

図5 暴露試験における等価塩分付着密度特性
Fig. 5. ESDD characteristics in exposure test

図6 暴露試験におけるハイブリッドがいしと磁器がいしの等価塩分付着密度比
Fig. 6. ESDD ratio of hybrid insulator on porcelain insulator in exposure test

図7 高分子絶縁アームの汚損耐電圧特性
Fig. 7. Withstand voltage characteristics of polymer insulation arm under artificial polluted condition

＜4.2＞ 定印霧中耐電圧試験結果 定印霧中耐電圧試験により得られた高分子絶縁アームの耐電圧は、食塩10gのケース（ESDD 0.07mg/cm^2 ）で247kV、同100gのケース（同 0.22mg/cm^2 ）で198kVであった。これらの値は154kV系統における汚損時の所要耐電圧として要求される1線地絡時の健全相最高電圧161kVを満足した。図7は試験により得られた汚損耐電圧特性を示す。同図には課電暴露試験に供試した磁器がいしの耐電圧特性ならびに高分子絶縁アームの平均直径（115mm）をもとに汚損設計曲線⁽¹¹⁾から得られる耐電圧特性も並記した。これらのデータは、単

位表面漏れ距離当たりの耐電圧をもとに高分子絶縁アームの表面漏れ距離(6m)に比例換算したものである。高分子絶縁アームの汚損耐電圧は、ESDD 0.03~0.5mg/cm²の領域において、磁器がいしならびに汚損設計曲線を上回っており、また磁器がいしより15%程度高いことが分かった。なお、本試験においては最大数100mAの局部放電アークやフラッシュオーバー時に約10Aのアークが発生したが、これらのアークに起因する高分子絶縁アーム表面の著しい侵食は認められなかった。

5. 高分子がいしならびに高分子絶縁アームの汚損絶縁特性の検討

<5.1> 高分子がいし用外被のはっ水性回復特性

ハイブリッドがいしを供試して得られた課電暴露試験の結果から、外被表面のESDDは、磁器がいしと同程度であるにもかかわらず、漏れ電流は小さく、かつ発生回数も少ないことが明らかとなった。このがいし表面での漏れ電流発生特性の相違は、磁器ならびに高分子がいし用SRの表面のはっ水性の違いによるものと考えられる⁽¹²⁾。

SRのはっ水性を定量的に解明するために、板状(10x50x2mm)SR材の表面を厚さ約50nmでカーボン蒸着し、その表面での赤外光吸収の変化を全反射式フーリエ変換赤外分光装置(FT-IR-ATR)により測定した。その結果、図8に示すように、SRの主な分子構造であるCH₃、Si-OおよびSi-C分子結合の分子振動に相当する波数の吸収が観測され、その吸光度が時間の経過とともに増大する様子が認められた。図8の結果をもとに、CH₃、Si-O、Si-C結合の赤外光吸収の時間依存性を図9に示す。

図8 カーボン蒸着したシリコン表面の赤外光吸収

Fig. 8. Infrared absorption of carbon vapor-deposited silicone surface

この結果から、低分子成分がSR表面のはっ水性回復現象と関連するものとするれば、表面の漏れ電流などのストレスが無い条件では、おおよそ数時間ではっ水性が回復する

ものと考えられる。一方、表面の劣化に伴い、ベース剤であるシリコン成分が喪失し、添加剤成分の相対比率が増大した場合においても、浸み出し速度は遅くなるものの、初期と同程度までにはっ水性が回復することが報告⁽¹³⁾されている。これらのことから、課電暴露試験時にハイブリッドがいしと磁器がいしのESDDの特性がほぼ同じであるにもかかわらず、ハイブリッドがいしの表面漏れ電流が、磁器がいしに比較し小さい理由として、表面のはっ水性の回復特性が大きく影響しているものと考えられる。

図9 低分子シリコンの赤外光吸収時間依存性
Fig. 9. Dependence of infrared absorption of low molecular silicone on time

<5.2> 高分子絶縁アームの長期絶縁性能 高分子絶縁アームの長期絶縁性能について、ハイブリッドがいしの課電暴露試験結果などをもとに考察する。高分子絶縁アームの外被の大笠径ならびに小笠径は各々176mmならびに146mmで、課電暴露試験に供試したハイブリッドがいしの外被の大笠径ならびに小笠径は各々145mmならびに130mmである。高分子絶縁アームの外被は、ハイブリッドがいしの外被に比較して、その笠径が若干異なっているものの、形状ならびに材質が同じであることから、高分子絶縁アームのESDD特性は、ハイブリッドがいしとほぼ同様な特性を示すものと考えられる。

外被の侵食量に大きく影響を与える表面漏れ電流は、外被表面のESDD特性が同じであれば、単位表面漏れ距離あたりの電圧にほぼ依存するものと考えられる。154kV高分子絶縁アームの系統適用時の単位表面漏れ距離あたりの電圧は、対地電圧89kVと高分子がいし2本分の表面漏れ距離6mから約15kV/mとなる。一方、課電暴露試験時のハイブリッドがいしの単位表面漏れ距離あたりの電圧は約28kV/mで、系統適用時を想定した場合に比較し2倍程度高い。しかし、図10に示すように約8年間の課電暴露試験後のハイブリッドがいしの表面状況は、同図中に示したRWDT5000時

間（0.57年間）後の表面状況に比較し、軽微であることが分かる。また、図11に示す課電暴露試験前および約8年の試験後のハイブリッドがいしについて、垂直吊りとして実施した霧中耐電圧試験の結果から、約8年間の課電暴露試験前後の耐電圧はほぼ同じで、その低下は認められなかった。

これらの結果から、高分子絶縁アームは、10年を超える長期絶縁性能を有しているものと考えられる。

臨海課電暴露試験（8年経過）

新品

RWD T 5000時間後の試料

0.1mm

図10 高分子がいし用外被の表面拡大写真

Fig. 10. Enlarged photo showing the surface of the housing of polymer composite insulator

＜5.3＞ 高分子絶縁アームの耐電圧特性 図12は課電暴露試験前のハイブリッドがいしの耐電圧と、先に示した高分子絶縁アームの耐電圧をもとに、磁器製がいしに対して一般的に用いられている⁽¹¹⁾単位表面漏れ距離当たりの耐電圧特性として示したものである。同図から、高分子絶縁アームの単位漏れ距離当たりの耐電圧特性はハイブリッドがいしのそれに比較し、ESDD 0.03～0.5mg/cm²の領域において約15%低下することが分かった。以下に、この高分子絶縁アームの耐電圧特性の低下について、取り付け状態、複数並列構成などの面から検討する。

(1) 取り付け状態に対する検討 ハイブリッドがいしの霧中耐電圧は垂直吊りの条件で得られたものである。一方、高分子絶縁アームのユニットはほぼ水平に取り付けられる。そこで、取り付け状態による耐電圧への影響を検討するため、同ユニットを供試し、定印霧中耐電圧試験と同様な汚損液（食塩100g）を用い、スプレー汚損→電圧課電→電圧上昇→フラッシュオーバーの手順による等価霧中試験⁽⁹⁾を実施した。その結果、ユニットの50%フラッシュオーバー電圧は、垂直吊りで211kV、また水平取り付けで216kVとほぼ一致した値が得られた。一般に長幹がいしの汚損耐電圧は、垂直吊りと水平取り付けにおいて同程度であることが

報告⁽¹¹⁾されているが、上記の結果から高分子絶縁アームのユニットについても、長幹がいしと同様に、取り付け状態の違いによる耐電圧の低下はほとんどないものと考えられる。

図11 ハイブリッドがいしの霧中耐電圧特性

Fig. 11. Clean fog withstand voltage characteristics of hybrid insulator

図12 高分子絶縁アームとハイブリッドがいしの霧中耐電圧特性

Fig. 12. Clean fog withstand voltage characteristics of polymer insulation arm and hybrid insulator

(2) 複数並列構成に関する検討 高分子絶縁アームは水平ユニット2本と吊りユニット1本の合計3本のユニットで構成される。そのため、当該ユニットの沿面から隣合うユニットに跨る（以下、橋絡と略称）フラッシュオーバーの発生や、ユニットの複数並列構成によるフラッシュオーバー確率の低下が考えられる。そこで、高分子絶縁アームを供

試し、定印霧中耐電圧試験と同様な汚損液（食塩 10gおよび100g）を用いた等価霧中試験を試験間隔 5 分で繰り返して実施し、そのフラッシュオーバー電圧特性を把握した。フラッシュオーバー状況を図 1 3 に、また、汚損液の食塩100gのケースで得られた結果を図 1 4 に示す。高分子絶縁アームのフラッシュオーバー電圧は、試験回数の増加とともに徐々に低下し、その後、一定となる傾向を示した。初期のフラッシュオーバー電圧の低下は、主に表面のはっ水性が試験回数の増加に従って徐々に低下することに起因して発生するものと考えられる。なお、吊りユニットでのフラッシュオーバーの発生比率は約15%であり、フラッシュオーバーの大部分が水平ユニットで発生した。また、橋絡フラッシュオーバーの発生は、汚損液の食塩100gのケースで全フラッシュオーバー数23回のうち15%で、橋絡は課電側高分子がいし間で発生した。一方、食塩10gのケースでは全フラッシュオーバー数21回において橋絡フラッシュオーバーは認められなかった。霧中耐電圧試験時にこの橋絡フラッシュオーバーの有無の確認はできなかったが、同試験でフラッシュオーバー時にすべてこの現象が発生しているとは考えにくく、高分子絶縁アームの耐電圧特性の低下への影響は少ないものと考えられる。

図 1 3 等価霧中試験時のフラッシュオーバー状況
Fig. 13. Flashover state in equivalent fog withstand voltage test

図 1 4 等価霧中試験におけるフラッシュオーバー電圧
Fig. 14. Flashover voltages obtained by equivalent fog method

図 1 5 は高分子絶縁アームと同ユニットについて、汚損液の食塩100gのケースで繰り返し実施した等価霧中試験において、フラッシュオーバー電圧が安定して得られた領域でのフラッシュオーバー電圧を正規分布の累積百分率で示したものである。ここで、磁器がいしの耐電圧として一般的に用いられている等価霧中試験で得られた 5 %フラッシュオーバー確率の電圧（以下、5 %フラッシュオーバー電圧と略称）を対象とすれば、図 1 5 から、高分子絶縁アームの 5 %フラッシュオーバー電圧は164kVで、同ユニットの191kVに比較し約 14% 低下すること、また、同ユニットの 5 %フラッシュオーバー電圧は、高分子絶縁アームにおいて約 3 0 %フラッシュオーバー確率の電圧に相当することが分かった。一方、並列に配置されたがいしに同時に電圧を印加すると、そのフラッシュオーバー確率は 1 本のがいしより低下することが報告⁽¹¹⁾されている。

これらの結果から、高分子絶縁アームの耐電圧がハイブリッドがいしより低下した主因は、ユニットの複数並列構成によるものと考えられる。

図 1 5 等価霧中試験における
フラッシュオーバー電圧の分布

Fig. 15. Distribution of flashover voltages obtained by equivalent fog method

6. まとめ

現用送電鉄塔の鋼材アームと磁器がいしの機能を複合した154kV用耐張形高分子絶縁アームを対象に、その主要構成要素である高分子がいしならびに高分子絶縁アームの汚損絶縁特性を検討し、以下の結果を得た。なお、高分子絶縁アームは取り付け長約2.3mで、2本の水平ユニットと1本の吊りユニットから構成される。各ユニットは長さ約1.1mの高分子がいしを2本直列に接続したものである。

(1) 高分子がいし用外被は、約8年間の臨海課電暴露試験の結果から、長期的な絶縁性能を有することが分かった。また、参照用磁器製長幹がいしに比較して、等価塩分付着密度はほぼ同程度であったが、外被が有するはっ水性の回復機能に起因して、その表面漏れ電流は小さく、かつ

発生頻度も低いことが明らかになった。

(2) 高分子絶縁アームの汚損度 $0.03 \sim 0.5 \text{ mg/cm}^2$ の領域における霧中耐電圧は、主要構成要素である高分子がいしとほぼ同形状の磁器製長幹がいしに比較して15%程度高いが、高分子がいしに比較して15%程度低い。高分子がいしに比較して耐電圧が低下する主因は、ユニットの複数並列構成によるものと考えられる。

終わりに、高分子がいしならびに高分子絶縁アームの試作にご協力いただいた(株)シキボウ殿、(株)レイケム殿に、汚損絶縁試験にご協力いただいた(株)電力テック殿に、また、本研究に当たり種々ご指導いただいた当所横須賀研究所 吉田幸雄所長、渡辺泰夫部長、今城電力部長に、厚く感謝の意を表する次第である。

(平成9年5月23日受付、同9年10月22日再受付)

文 献

- (1) H. M. Schneider, J. F. Hall, G. Karady, J. Rendowden: "Nonceramic Insulators for Transmission Lines", IEEE Trans. on Power Delivery, 4, 4, 2214~2221 (1989-10)
- (2) C. E. Williamson: "Transmission Line Developments up to 150kV in Eastern Australia", IEE Conf. Pub. 297, 173~177 (1988)
- (3) 大浦・伊藤・藤井: 「275kV用非磁器製相間スーサの汚損耐電圧特性について」平成5年電学全大, 1339
- (4) 小沢・大庭・板倉・高橋・畔柳: 「275kV有機材相間スーサの汚損耐電圧特性」平成7年電学全大, 1633
- (5) 電力中央研究所送電機能研究委員会: 「送電機能向上に関する研究報告(その1) 架空送電」(1965.9)
- (6) 泉・高橋・谷口・本間・畔柳・岩崎: 「154kV用耐張形高分子絶縁アームの機械的特性」電学論B、117巻11号、(1997)
- (7) IEC 1302: "Rotating Wheel Dip Test" (1995)
- (8) 電気学会技術報告: 「UHV級線路用がいしの交流霧中汚損試験法」(I部)第150号(1988.8)
- (9) 電気学会電気規格調査会標準規格: 「交流電圧絶縁試験」JEC-0201 (1988)
- (10) K. Naito, K. Izumi, K. Takasu, R. Matsuoka: "Performance of Composite Insulators under Polluted Conditions", CIGRE 33-301 (1996)
- (11) 電気協同研究: 「変電設備の耐塩設計」電気協同研究会、第35巻第3号 (1979.9)
- (12) S. M. Gubanski and A. E. Vlastos: "Wettability of naturally aged silicone and EPDM composite insulators", IEEE Trans. on Power Del., Vol. 5, No. 4 2030-2038 (1990)

- (13) H. Homma, T. Kuroyagi, C. L. Mirly, J. Ronzello and S. A. Boggs: "Diffusion of Low Molecular Weight Siloxane from Bulk to Surface", Conf. of IEEE Intl. Symp. on E. I., 279-282 (1996)

泉 邦和

(正員) 1945年10月4日生まれ。68年3月関東学院大学工学部二部電気工学科卒業。64年(財)超高压電力研究所入所。77年電力中央研究所入所。89~90年米国コネチカット大学客員研究員。92年電気学会進歩賞受賞。主として、送変電機器の研究開発に従事。現在、送電線コンパクト化技術課題推進担当兼電力部上席研究員。

高橋 毅

(正員) 1947年7月24日生まれ。70年3月神奈川大学工学部二部電気工学科卒業。66年(財)超高压電力研究所入所。77年電力中央研究所入所。主として、送変電機器の汚損放電現象に関する研究に従事。現在、電力部主任研究員。

谷口 毅

(正員) 1944年5月3日生まれ。63年3月神奈川県立横須賀工業高等学校電気科卒業。同年(財)超高压電力研究所入所。77年電力中央研究所入所。主として、送配電線の塩害対策ならびに機器の新素材適用に関する研究に従事。現在、電力部主任研究員。

本間宏也

(正員) 1964年9月29日生まれ。87年3月立教大学理学部物理学科卒業。89年3月筑波大学大学院修士課程理工学研究科修了。同年電力中央研究所入所。94~95年米国コネチカット大学客員研究員。主として、屋外用高分子絶縁材料の研究開発に従事。現在、電力部主任研究員。IEEE会員。

畔柳俊幸

(正員) 1967年4月10日生まれ。93年3月横浜国立大学大学院工学研究科修士課程修了。同年電力中央研究所入所。主として、屋外用高分子材料の研究開発に従事。現在、電力部研究員。