

ポリマー V 吊懸垂装置の開発

Development on V-arranged Polymer Insulator Assembly

中部電力パワーグリッドでは、鉄塔の建設コスト抑制や線下及び鉄塔用地の縮小を目的に、狭線化及び狭隘地化対応として、磁器製の長幹V吊懸垂装置を採用している。一方で、近年、一部の国内電力会社の架空送電線路には、磁器がいしに比べ、軽量であるポリマーがいしが導入されつつある。2023年には、66/77kV 架空送電線用ポリマーがいしについて、仕様や材料等の標準を定めた電力用規格⁽¹⁾が発行されたが、ポリマーV吊懸垂装置（以下、ポリマーV吊装置）は、上記規格の対象に該当しない。そのため、ポリマーV吊装置の適用にあたり、技術課題を整理し、がいしおよび装置の詳細設計、性能検証を実施した。



執筆者

中部電力パワーグリッド
エンジニアリングセンター
用品開発グループ
竹端 聖也

(現所属)

中部電力パワーグリッド
基幹系統建設センター
送電施設グループ

1

ポリマー V 吊装置の仕様とその課題

〈1・1〉対象装置

対象としたV吊装置は以下の通り。

- ・ 33kV、77kV、154kV 本線用V吊装置
- ・ 275kV ジャンパ支持用変形V吊装置

〈1・2〉設計仕様

V吊装置のポリマーがいし化にあたり、以下のように設計仕様を整理した。

- ・ 既設の長幹V吊懸垂装置との取替を想定し、鉄塔改造を伴わない装置構造とする。
- ・ がいし性能および装置性能（電気性能、機械性能）は長幹がいしと同等とする。

〈1・3〉ポリマーがいし化の主要課題

長幹がいしをポリマーがいしに置き換えた場合に予想される設計上の主な課題を以下に示す。

〈1・3・1〉機械性能

電線風圧による水平荷重によってポリマーがいしに圧縮荷重が発生し、がいしが座屈することで、V吊懸垂装置としての剛性を確保できない可能性が考えられる。特に本線用は、より大きな荷重に耐える設計が必要となる。

〈1・3・2〉電気特性

ポリマーがいしは、FRPコアと端部金具を圧着固定し所定の引張強度を確保するため、長幹がいしのキャップ金具に比べ、端部金具全長が長くなる。そのため、ポリマーがいし全長を長幹がいしに合わせると33kVおよび77kV用のポリマーがいしは有効長が短くなり、がいし自体の電気性能への影響が懸念される。

〈1・3・3〉ポリマーがいし胴部表面電界

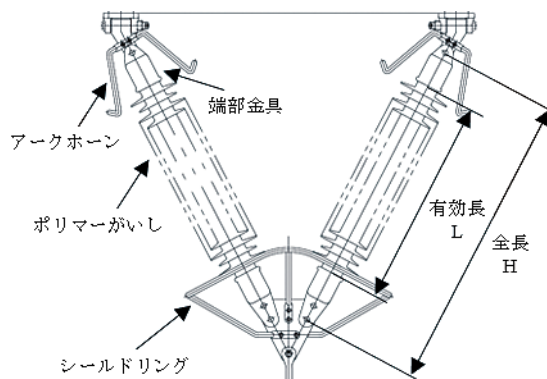
ポリマーがいしの劣化要因として、紫外線や酸性雨などの環境要因の他に、電界起因の劣化が海外でも着目されており、EPRIではポリマーがいしの胴部電界閾値を提案している。⁽²⁾

2

ポリマー V 吊装置の設計

前項の設計仕様からポリマーV吊装置を設計した。長幹V吊懸垂装置を第1図、ポリマーV吊装置の比較を第1表に示す。

ポリマーがいしのたわみを抑制するため、FRPコア径はφ63mmとした。また、がいし全長を磁器と同等としたが、有効長が短くなったため、試験で検証することとした。



第1図 ポリマーV吊装置（77kV）

第1表 V吊装置諸元の比較（代表）

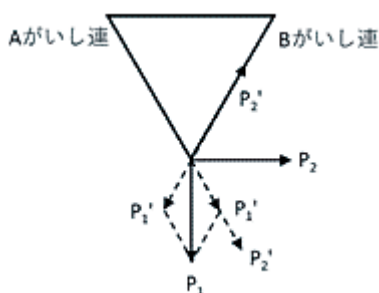
電圧	がいし	引張強度 (kN)	FRP コア径φ (mm)	がいし 全長H (mm)	有効長 L (mm)
33kV (LC-8010)	ポリマー	120	φ 63	665	365
	磁器		—	635	420
77kV (LC-8021)	ポリマー		φ 63	1085	785
	磁器		—	1075	860
154kV (LC-8024×2)	ポリマー		φ 63	2353	2053
	磁器		—	2356	2021
275kV (LC-8021×3)	ポリマー		φ 63	3028	2728
	磁器		—	3037	2582

3 性能検証結果

〈3・1〉機械試験

性能検証には、本線用で使用する最長装置の154kV装置（座屈試験は275kV装置）を用いた。なお、実使用荷重を以下の通りとした。

- ・条件：風速40m/s、適用電線ACSR1160mm²（最大使用張力68700N）、単導体、径間400m、水平角0～8°
- ・垂直荷重（P1）：11.8 kN ・水平荷重（P2）：13.6 kN
- ・圧縮荷重（P2'）：27.7 kN



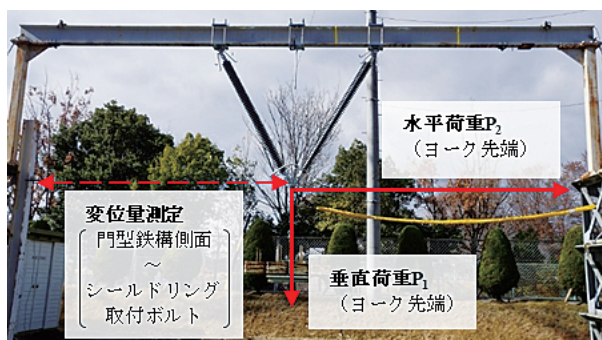
第2図 装置およびがいしに加わる荷重

〈3・1・1〉座屈試験

前述した通り、ポリマーV吊装置には、風圧による電線横振れ時に水平荷重P2が発生し、ポリマーがいしに圧縮荷重P2'が加わる。ポリマーがいしに圧縮荷重を加え、がいし中央部の変位量を測定し、ポリマーがいしが座屈する荷重を確認した。試験には全長が最も長く、より座屈しやすい275kV用ポリマーがいし（LC-8021×3相当）を使用した。試験の結果、実使用時に発生する圧縮荷重27.7kNでは座屈しないことを確認した。

〈3・1・2〉横振れ試験

ポリマーV吊装置の横振れ特性も、懸念事項の1つである。水平荷重によりポリマーがいしがたわむことで課電側の位置が大きく変位し、鉄塔クリアランスに影響を及ぼす可能性がある。鉄構にポリマーV吊装置を設置し、実使用時に発生する垂直荷重および水平荷重を印加し、電線位置の変位量を測定した。試験には154kVで使用されるLC-8024×2相当のポリマーV吊装置を使用した。試験の結



第3図 横振れ試験

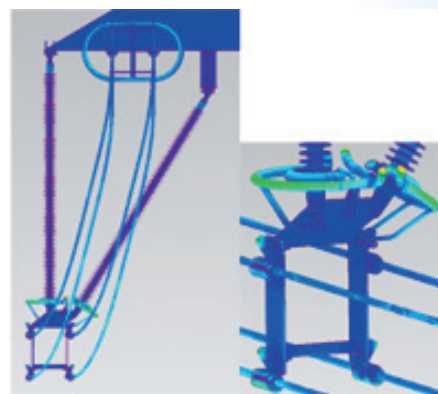
果、変位量は24.3mmであり、鉄塔とのクリアランスに影響がないことを確認した。

〈3・2〉電気試験

前述した通り、ポリマーがいしの有効長は長幹がいしより短いため、第1図に示す電圧階級毎にポリマーがいしおよびポリマーV吊装置で商用周波注水耐電圧試験、雷インパルス耐電圧試験を実施し、仕様値を満足することを確認した。275kV用のジャンパ支持用ポリマー変形V吊装置については、印加電圧が高くコロナ放電の懸念があるため、コロナ試験を行い、問題がないことを確認した。

〈3・3〉ポリマーがいし胴部表面電界の解析

印加電圧が高い154kV、275kV用装置を用いて、電界解析によりポリマーがいし胴部電界を確認した。その結果、EPRIの推奨値（0.42kV/mm 以上の電界が10mm 以上継続しない）以下となり、電界劣化の影響が小さいことが確認できた。



第4図 電界解析例（275kV）

4 まとめ

ポリマーがいし化による懸念であったたわみは、太径のFRPを使用することで、横振れを最小限にし、鉄塔とのクリアランス確保の目的を得た。また、ポリマーがいしの有効長は長幹がいしと比べ短くなったが、必要な電気特性が確保できることを確認した。さらに、電界解析によりポリマーがいし胴部の表面電界を確認し、EPRIの推奨値以下であり、電界による外被劣化の影響が小さいことを確認した。

文 献

- (1) 電力用規格A-501「66/77kV架空送電線用ポリマーがいし」(2023)
- (2) A.J Phillips, et al, , Electric-Filed Limits for the Design of Grading Rings for Composite Line Insulators, IEEE TRANSACTION ON POWER DELIBERY, VOL.30, NO.3, JUNE 2015