

345kV 2도체용 폴리머 상간스페이스 개발

김완중*, 박봉규*, 박광욱*
한국전력공사 수원전력관리처*

The development of Bundle Type Ploymer Phase to Phase Spacer For 345kV Power Transmission Line

Wan-jong Kim*, Bong-guy Park*, Kwang-uk Park*

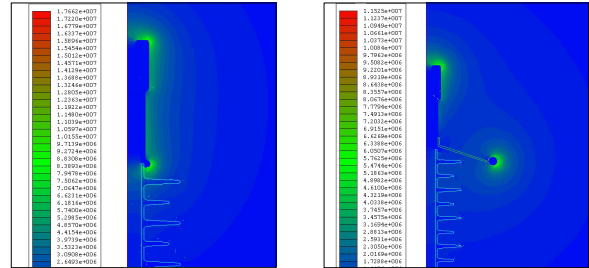
Korea Eelectric Power Cooperation Suwon Power Transmission District Office*

Abstract - 최근 엘리노 현상과 기상이변(태풍 및 폭설)으로 겔로핑 및 전선도약(Sleet jump) 등에 따른 송전선로 상간단락 고장의 우려가 날로 증가하고 있다. 특히 345kV급 간선계통의 상간단락 고장은 순간전압 강하 등 전기품질 저하로 이어질 수 있다.

이에 본 논문에서는 345kV 2도체용 폴리머 상간스페이스를 개발하여 상간단락고장에 대한 근본적인 예방책을 제시하였다. 폴리머용 345kV 절연설계, 고강도 FRP ROD 설계 및 턴버클을 이용한 미세조정 장치 적용, 코로나 방지를 위한 코로나 링 채용 등을 통하여 최적의 345kV 2도체용 상간스페이스를 고안하였다. 또한 상간스페이스 소재의 성능 평가 및 해석을 위하여 Maxwell 2D Field Simulator를 이용하여 모델링하였으며 갖 형상에 따른 전계분포 해석과 FRP와 고무 계면에서의 전계분포 해석도 수행하였다.

2.2 전계해석을 통한 코로나 방지대책

Maxewll 2D Simulator를 이용하여 모델링하였고 갖 형상에 따른 전계분포의 차이를 분석, 검토하였다.



[코로나 링 미취부] [코로나 링 취부]
[그림 3] 코로나 링 적용시 전계해석

1. 서 론

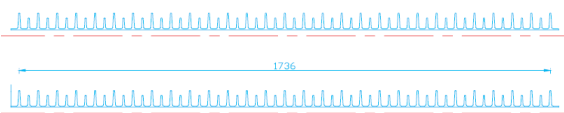
상간스페이스는 전선을 지지하여 겔로핑 진동 발생시 진동완화가 주목적이므로 전선을 클램핑하여 전선을 어떠한 손상 없이 보호하여야 하는 기계적 형상이 요구되며 상용주파 내전압 및 뇌충격 내전압 등에도 우수한 성능을 나타낼 수 있는 전기적 성능 확보가 필수적이다.

본 논문에서는 이러한 기계적, 전기적 성능 확보는 물론 상간스페이스 설치·운영상의 문제점을 예측하고 이에 대한 해결방안을 제시하였다.

2. 본 론

2.1 345kV 2도체용 상간스페이스 형상설계

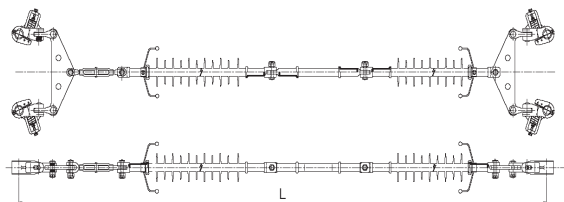
345kV 송전선로에는 중량감소를 위하여 폴리머 상간스페이스를 채용하였다. 상간절연을 위하여는 6,260mm의 누설거리가 필요하며 세정 성능향상을 위해 고대 갓을 적용하였다. 폴리머 상간 스페이스는 적용하여 기존의 자기제절에 비해 50%의 중량을 감소할 수 있으며 굴곡강도 등의 기계적 강도도 충분한 성능을 가질 수 있고 시공성도 양호하다.



[그림 4] 코로나 링 형상설계

누설거리 : 6,260mm
돌출거리 : 52mm, 36mm
갓간거리 : 62mm
큰갓 : 29개, 작은갓 : 28개
FRP Rod : 2,000mm

[그림 1] 절연설계에 따른 형상설계



단 수	1단	2단	3단	4단	5단	6단	7단	8단	9단
복도체(L)	6,680	6,930	7,180	7,430	7,680	7,930	8,180	8,430	8,680

[그림 2] 345kV 상간 스페이스 설계 기본형상 및 전장길이

2.3 FRP ROD의 기계적 강도특성

상간 스페이스는 자연에 그대로 노출되어 태풍, 착설 및 전선도약 등에 의해 진동하게 된다. 따라서 이에 대응할 수 있는 기계적 강도가 요구된다. 본 과제에서는 154kV에 적용되었던 Ø34mm보다 강화된 Ø40mm ROD를 개발·적용하였다. 기계적 특성을 확인하기 위하여 압축강도시험, 굴곡강도시험, 비틀림 강도시험, FRP 압착강도 특성시험 등을 수행하였고 만족할만한 결과를 얻을 수 있었다.

$$\sigma_{max} = \frac{P_{max}}{A} = \frac{P_{max}}{\pi r^2}$$



[그림 5] 압축강도시험

〈표 1〉 압축강도시험 결과 값

FRP ROD	P_{max}	σ_{max}
Φ34mm	646.58 kN	712.16 MPa
Φ40mm	750.54 kN	597.26 MPa

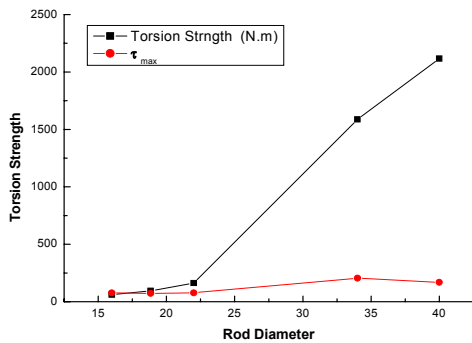
$$\tau_{max} = GR\theta = GR \cdot \frac{T}{GI_p} = \frac{32}{\pi d^2} TR = \frac{16T}{\pi d^3}$$



〈그림 6〉 비틀림 강도시험

〈표 2〉 비틀림 시험에 따른 강도측정 결과 값

FRP ROD	T(토크)	τ (전단응력)
Φ34mm	646.58 kN	712.16 MPa
Φ40mm	750.54 kN	597.26 MPa



2.4 전기적 강도특성

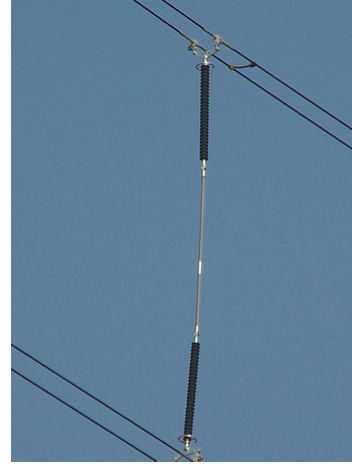
상간 스페이서 형상설계의 기본은 절연설계를 바탕으로 한다. 시제품의 전기적 성능을 확인하고자 상용주파 건조·주수 섬락전압시험 및 뇌충격 내전압·섬락전압 시험을 통하여 성능을 평가하여 우수한 결과를 얻었다.



〈그림 7〉 내충격 내전압 및 섬락전압시험

3. 결 론

본 논문에서는 우리나라의 간선계통인 345kV 송전선로의 상간 단락 고장을 근본적으로 예방할 수 있는 상간 스페이서 개발과정에 필요한 연구와 그 결과를 소개하였다. 형상설계, 전계해석을 통한 코로나 링 설계, FRP ROD에 대한 기계적 특성시험, 폴리머 상간스페이서 전기적 특성시험 등을 통하여 개발목표를 달성할 수 있었다. 향후 국지적 돌풍이 빈번하거나 다설지구 등에 적용한다면 전선처짐, 전선도약(Sleet Jump) 등에 의한 고장을 사전 예방할 수 있을 것으로 기대된다.



〈그림 8〉 345kV 2도체용 상간스페이서 설치 예

【참 고 문 헌】

- [1] CEA, "Dead-end/Suspension Composite Insulator for Overhead Distribution Lines", LWIWG-01, 1996
- [2] E. S. Doocy and A. R. Hard, "Transmission line reference Book", Electric Power Research Institute, 1979
- [3] S. Yoshida and Y. Matubayashi, "Theoretical Consideration of Twisting Phenomennon of the Bundle Conductor Type Transmission Line", The Japan Institute of Electrical Engineers, Vol. 79, No.846, p539, 1959
- [4] 한국전력공사, "765kV 송변전 금구류 설계 및 제조기술 개발에 관한 연구 보고서", 1995.12