

22.9 KV-y 배전선로 통신 유도장해전압(RIV)감소 대책에 관한 연구

전영갑 선종호 조국희

한국전기연구소

A study on radio interference voltage(RIV) reduction of 22.9 KV-y distribution line

Y.K. Chon J.H. Sun K.H. Cho

Korea Electrotechnology Research Institute

Abstract :

Now and then there are many electrical accidents between cable and line post insulator which is degraded by long time using, causing leakage current on the surface of insulator. In this paper it is dealt that the 22.9 KV-y distribution lines are protected by binding cover which is needed from fog or rainy moisture, surges occurring by swiching or lightening pulse. It is analyzed to investgate the unballanced transfer characteristics and reflection coefficient by using binding cover and non-cover. It was tested the radio interference voltage in the test room. In the factory it was tested the amount of leakage current causing on the surface of insulator in the state of no load and 70(%) load.

통하여 누설전류가 발생되거나 조류(鳥類)에 의한 접지 사고를 일으키는 물론 애자와 전선 사이에 RIV(Radio Interference Voltage)가 발생되어 최근에 많이 사용되어지고 있는 무선통신 시스템에 직 간접적으로 장애를 일으키고 있다. 본 논문에서 제시하고자 하는 전선보호관 시료는 전선과 애자 사이에 일정한 바인딩 감기용 수취홈에 의거 바인딩 작업을 수행할 수 있도록 함으로써 써지 파형에 의한 진행파의 반사와 투과에 따른 집중 임피던스를 균형있게 해 줄 수 있고, 그 진행파의 파형을 약화시킬 수 있다는 이론적 근거를 제시하였다. 그리고 실제 22.9 KV-y 배전선에서 발생하는 RIV 제거 방법으로 선로에 전선보호관을 사용하였을 때와 사용하지 않았을 경우에 대한 비교 실험 데이터를 도출하였으며, 실제 공장 부하를 이용하여 무부하인 경우와 70(%) 부하인 경우에 전선보호관을 부착시켰을 때와 부착시키지 않는 상태에서 측정된 대지간 누설전류의 변화 상태를 측정하였다.

1. 서론

22.9 KV-y 가공 배전선로에서 전선을 지지할 목적으로 사용되는 애자류 및 전선을 보호할 수 있는 장치가 없이 나전선 및 절연전선에 바인드선을 감아 놓으므로 써 바인드선이 이탈되거나, 전선과 애자가 풍우(風雨)에 의한 경년 변화를 일으켜 부식 손상되므로 써 바인드 선을

2. 선로 특성 및 시료 형상

2.1 선로 특성

본 연구과제에서 사용된 시료는 현재 22.9 KV-y 배전선로에서 사용되고 있는 PE(가교폴리에틸렌)의 일종으로, 그 위

에 절연카바로 사용될 수 있는 일종의 전선보호관으로 1차적으로 절연전선 위에 보호관을 삽입시킨 후 LP(Line Post) 애자 정 중앙에 설치하여, 전선보호관 위에 돌기된 수구홈을 따라 바인드선을 애자와 전선보호관 사이를 바인딩 시킨다. 지금까지는 절연전선 위에 바로 바인딩하므로써 발생하는 불규칙적인 바인딩법은 바인드선 자체가 도체로 감아 놓은 L(리액턴스)성분 때문에 불평형 임피던스를 유발시키기 때문에, 선로에서 발생하는 써지의 반사파가 높게 나타나 바인드선과 열화(劣化)된 애자 사이에 Flashover Voltage가 나타나 접지측으로 흘러 내리는 누설전류로 인하여 선로사고를 일으키고 있다.

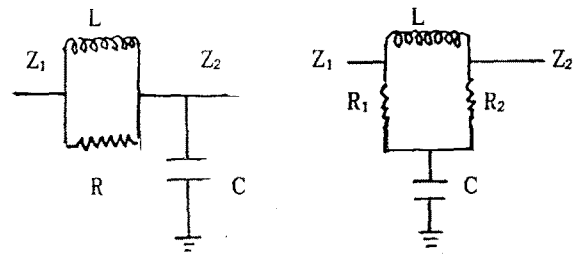
본 시료는 이러한 결점을 시정하고자, 지지애자를 중심으로 일정한 규격으로 바인딩 시킬 수 있는 것으로, 애자를 중심(접지 포인트)으로 하여 배치된 L성분을 균형시킬 수 있고, 전선보호관과 지지애자 사이에 일정량의 C(캐패시턴스)성분을 균형있게 배열시킴으로써 절연전선 및 시료의 R(레지스턴스)과 함께 R-L-C회로의 합성임피던스를 접지측인 애자를 중심으로 평형된 임피던스를 구성시킬 수 있도록 하였다. 이에 대한 이론적인 해석을 간단히 살펴보면, 선로에 인가되는 전압, 전류는 선로가 진행파로 전파되어 가는 데, 선로의 도중에 불연속점(전선 및 애자의 劣化)이 있으면 진행파의 일부는 반사되고 나머지는 투과된다. 불연속은 선로의 정수(파동임피던스)가 바뀌어지기 때문에 생길 수도 있고, 직렬 또는 병렬 임피던스가 삽입되어 불균형 상태로 되었을 때 생길 수도 있다. 집중임피던스를 삽입하는 것은 진

행파의 파형을 일정하게 하고 또는 그 세력을 약하게 하여 기기를 보호하기 위하여 행하여진다. 여러 가지 형상의 진행파가 분포정수상을 진행할 때 생기는 선로의 전파속도 $C = 1/\sqrt{CL}$ 가 되며, 파동임피던스 $Z = \sqrt{L/C}$ 로 보면 진행파의 시간적 변화에 따른 크기는 식 (1)과 같다.⁽¹⁾⁽²⁾

$$v = V (\epsilon^{-at} - \epsilon^{-bt}) \quad (1)$$

(a,b는 파형에 관한 정수)

위의 식을 이용하여 특성이 다른 두 선로의 접속점에 있어서의 반사와 투과에 따른 임피던스는 상기에 기술된 바와 같이 R-L-C 회로가 구성된다. 그림 1 (a)는 불규칙적인 바인드가 구성된 파동임피던스 Z_1 및 Z_2 의 예이고, 그림 2(b)는 규칙적인 바인드와 C가 균일하게 분포된 시료의 집중임피던스를 나타낸다.



기존 바인딩 회로 (a) 시료 바인딩 회로 (b)

그림 1 전선과 애자사이의 집중 임피던스회로

위의 접속 그림 1(a)에서 $Z_1 > Z_2$ 이면 비진동적, $Z_1 < Z_2$ 이면 진동적이 된다. 즉 반사파 및 투과파 전압은 파동임피던스 (Z_1, Z_2)의 함수가 되어있음을 알 수 있다. 여기서 일정전압 V가 인가 될 때 반사

파 전압 $v_1(t)$ 와 투과파 전압 $v_2(t)$ 는 다음과 같이 표시된다.

$$v_1(t) = V \frac{Z_2 - Z_1}{Z_2 + Z_1} [1 - \epsilon^{-\beta t} \sin \frac{\beta}{\omega} \omega t + \cos \omega t] \quad (2)$$

$$v_2(t) = V \frac{2Z_2}{Z_2 + Z_1} [1 - \epsilon^{-\beta t} \cos \omega t] \quad (3)$$

위의 식에서 알 수 있다시피 삽입된 임피던스가 평행될 때 ($Z_1 = Z_2$) 일 때 입사파 및 투과파 전압이 최저가 되어 진행파를 흡수시킴을 알 수 있다. (3)(4)

2.2 시료형상 및 물성

그림 2는 시료외관을 나타내고 그림 3은 시료를 LP애자 위에 부착시켰을 때의 외관을 나타낸다.

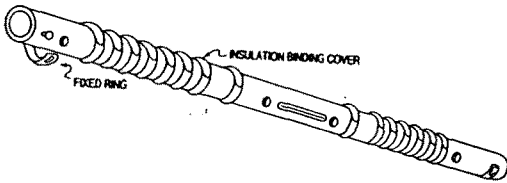


그림 2 시료외관

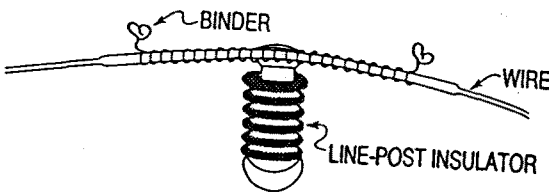


그림 3 시료부착시 외관

본 시료의 사양 및 물리적, 전기적 특성은 다음과 같다.

- 재질 : 가교 폴리에틸렌 계열
- 길이 : 800 mm (표면에 바인딩용 수취구 홈 돌기)
- 두께 : 4 mm

-물리적 특성

- . 비중 : 1.16 ~ 1.35
- . 변형온도 : 102 °(C)
- . 인장강도 : 110 - 250 Kg/cm²
- . 열팽창계수 : 13 x 10⁻⁵ °(C)
- . 흡수율 : 0.15 - 0.75 (%)
- . 성형 수축율 : 1 ~ 3 (%)
- . 연소성 : 자소성
- . 난연성, 내트래킹성,

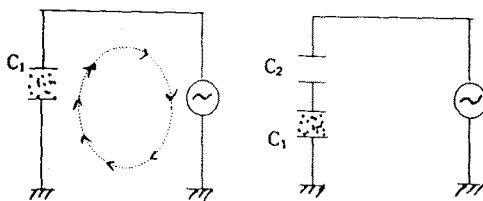
-전기적 특성

- . 절연내력 : 16 ~ 20 (KV/mm)
- . 유전율 : 3.3 ~ 4.5 % (10⁸ KHz)
- . 체적저항율 : 10¹¹ ~ 10¹⁵ (Ω-Cm)
- . 손실율 : 0.04 ~ 0.14 (10⁶ Hz)

3. RIV 실험

전선이 이물(異物)과 접촉되었을 때 일어나는 부식은 크게 대기부식, 이종금속과의 접촉부식, 간극부식으로 나눌 수 있는데 대기부식이나 접촉부식 등은 외부 대기요인 혹은 내부의 이종 금속간 접촉에 의하여 발생하는 것이고, 간극부식은 나전선과 지지금구(특고압핀 등) 사이에 수분등이 침투되었을 경우에 내부와 외부 사이의 산소농도 차이에 의하여 농도전지가 형성되어 부식이 일어난다. 지금까지의 배전선로 사고예로 보아 전선 자체만의 부식으로 인해 발생하는 전선 단선예는 거의 없고, 위의 3가지 요인들이 복합적으로 발생되었을 때 단선사고나 접지사고가 발생됨을 알 수 있었다. 그리고 이러한 접지사고가 발생되기 전의 전단(前端)현상으로 미세한 코로나가 발생되고 이로 인한 전파통신 장애를 일으킬 수가 있다. 22.9KV-y 직접접지 계통의 배전선로는 원칙적으로 접지전류를 민감하게 감지할 수 있는 나

전선(裸電線)을 사용하여야 한다. 그러나 이러한 나전선은 전선을 지지하는 특고압 편에서 접지사고가 많이 일어나, 우리 나라에서는 절연전선으로 대체하여 많이 사용하고 있다. 따라서 앞으로 절연전선보다 원가가 저렴한 나전선을 사용하면서 절연전선을 사용하는 효과를 얻을 수 있을 뿐 만 아니라 통신장애로 인하여 발생하는 전자파를 차단할 수 있는 방법이 모색될 수 있다. 전선 보호관을 사용하지 않는 기존의 방식과 전선 보호관을 사용하였을 때의 전자파 전달회로를 살펴보면 그림 4와 같다. 그림 4(a)에서 기존방식의 절연전선 외피에 결합이 발생되었을 때 캐패시터 C1은 전력선의 유도전류가 그림과 같이 이동한다. 이때 흐르는 전자는 미세한 이온성분의 전자로 그 방해전압이 $100(\mu V)$ 이상이 되면 라디오 전파를 받을 수 있는 요인이 된다. 그림 4(b)에서는 C1의 결합 캐패시터에 C2의 결합이 없는 캐패시터인 전선보호관을 직렬로 연결하였을 때 전자이동회로를 구성시키지 못하기 때문에 이온성분의 전자가 발생되지 않는다.



C1 : 기존절연전선의 외피, C2 : 전선 보호관
(a) (b)

그림 4 전자파 전달 회로도

이와 같은 사실을 확인하기 위해서 RIV(Radio interference Voltage)시험을 수행하였는데 그 시험회로는 그림 5와 같고 시험 결과는 표 1과 같다. 표 1에

서 알 수 있다시피 기존 사용품은 시험 전압 22(KV)를 인가하였을 때 RIV치가 $39.8(\mu V)$ 인 반면 전선 보호관 체부품은 $1(\mu V)$ 이하로 현저하게 저하됨을 알 수 있었다.

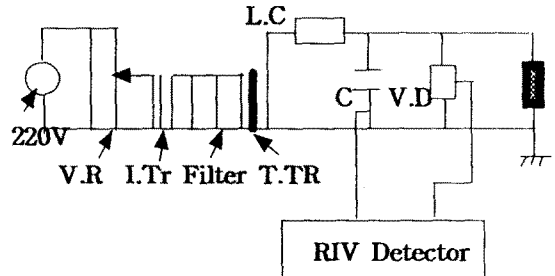


그림 5 RIV 시험회로

표 1 RIV 시험 결과표

시 료		시험 전압	측정 주파수	규제 치	결과 (μV)
기존사 용품	#1				39.8
전선보 호관체 부품	#1	22 (KV)	1 (MHz)	100 (μV)	1이하
	#2				1이하

시험조건 : $22^{\circ}C$ 64 % 1024 hPa

4. 누설전류 실험

본 연구에서는 시료인 전선보호관을 삽입하여 바인딩 하였을 때와 기존 바인딩 법과를 비교한 누설전류 크기를 측정하였다. 22.9(KV-y)직접접지 계통에서는 애자와 전선 자체의 절연내력을 강화시킴과 동시에 집중임피던스를 접지점을 중심으로 평형되게 배치할 필요성이 있다.

그림 8은 22.9 (KV-y)선로가 인입된

xx공장 변전소에서 무부하 상태에서 기존 바인딩에서 흐르는 누설전류와 상기 시료인 전선보호관을 삽입시키면 근 10배 정도의 누설전류를 차단시킬 수 있음이 밝혀졌다. 그리고 그림 9는 같은 공장에서 부하 70 (%) 걸려 있는 상태에서는 전선보호관 사용하였을 때 누설전류가 전선보호관을 사용하지 않았을 경우보다 근 2배 이상 전류를 차단시킬 수 있다는 사실을 알 수 있었다.

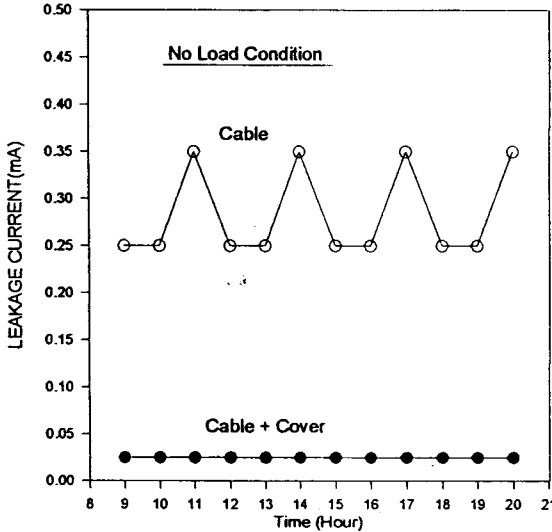


그림 8. 무부하시 누설전류(xx 공장)

측정시 접지선은 LP애자의 볼트에 단독으로 접지하였고, 전류 측정기는 일제 HIOKO 디지털식 계측기를, 기록계는 일제 YOKOGAWA 2핀 기록계를 사용하여 동시에 측정하였다.

5. 결론

22.9 KV-y 배전 선로 누설전류 감소대책 연구로 다음과 같은 몇 가지 결론을 얻을 수 있었다.

(1) 선로의 진행파에 대한 집중임피던스를 삽입시켰을 때 접지점을 중심으로 평행상태를 유지시키는 전선보호관은 선로의 반사파와 투과파를 감쇄시킬 수 있

는 역할을 할 수 있다.

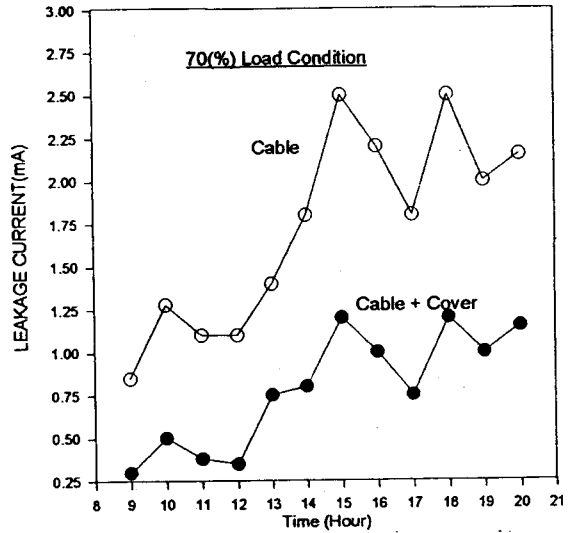


그림 9. 70(%) 부하시 누설전류(xx공장)

(2) RIV(Radio Interference Voltage) 실험 결과 기존의 바인딩 방식에서 측정된 RIV치가 39.8 (μV)인 반면 본 시료인 전선보호관을 사용하였을 때 1(μV) 이하로 근 40배 이상의 감쇄효과를 가져올 수 있다.

(3) 본 시료를 사용하였을 때는 기존 바인딩 보다 LP 애자 1 포인트에서 무부하시 근 10배 이상, 70(%)부하시 근 2.5배의 누설전류를 감소시킬 수 있음을 알 수 있었다.

참고 문헌

(1)정성계, 김준현 “과도현상론” 문운당 P 309~331

(2)전춘생 “방전.고전압공학” 동명사 P 313-314

(3)원준희 외 8인 “ 154 KV 송전가공 지선 전력손실 대책에 관한 연구” 한전 기술연구원 P 198~206

(4)정동학 외 5인 “ 특고압 배전용 전선의 섬락단락 대책연구” 한전 전력연구원 P313~414