

옥외전기시설물에 사용되는 600V CV케이블 정전용량의 영향

*이현구, 하태현, 배정호, 김대경, 김석원, 이지인
한국전기연구원 지중시스템연구그룹

Effect of the Capacitance for 600V CV Cable Applying Outdoor Electricity Facilities

H.G. Lee, T.H. Ha, J.H. Bae, D.K. Kim, S.W. Kim, J.I. Lee
KERI Underground Systems Group

Abstract - Because of the progress of civilization, outdoor electricity facilities as a street light, signal light and standing signboard etc. have being increased rapidly. Therefore the application of underground distributing wires is largely expended.

In this paper, capacitance for the kinds of 600V CV cable is measured and leakage current for underground cable is calculated. The measurement of capacitance is done which there are defects of cable sheath or not. Calculated leakage current is applied to choose the circuit breaker and the like.

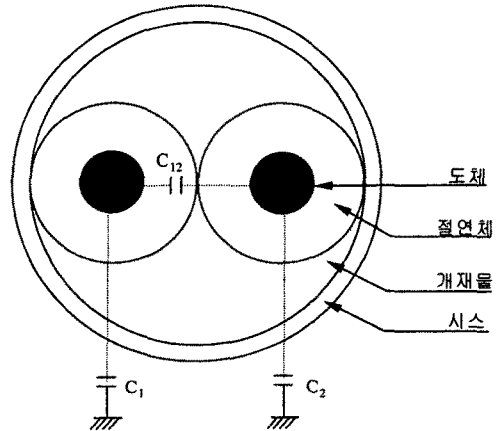


그림 1. 600V CV 케이블의 정전용량

1. 서 론

도시화가 활발히 진행됨에 따라 가로등, 신호등, 입간판 등과 같은 옥외 전기시설물이 급증하고 있으며, 옥외 전기시설물의 배선은 도시미관을 고려하여 지중에 포설되고 있는 추세에 있다. 또한, 가로등과 같은 옥외시설물의 경우 포설길이가 매우 길기 때문에 매설되는 케이블에 대한 정전용량의 영향을 알아볼 필요가 있다.

본 논문에서는 600V CV케이블의 종류별로 정전용량을 측정하였으며, 케이블이 지중에 386(m) 포설될 경우에 대한 누설전류를 계산하였다. 여기서 정전용량의 측정은 시스의 손상이 없는 경우와 있는 경우에 대하여 측정하였으며, 시스의 손상이 있는 경우는 시스와 개재물을 모두 제거한 상태로 측정하였다. [1] 계산된 누설전류는 누전차단기의 용량 선정 등에 사용될 수 있다.

2. 케이블 정전용량 측정

케이블의 길이가 비교적 긴 경우에는 그림 1과 같이 대지용량(Self capacitance)인 C_1 , C_2 와 대선용량(Mutual capacitance)인 C_{12} 가 존재한다. 본 논문에서는 기본적으로 도체와 물 전극간의 정전용량을 측정하는 방법을 이용하였으며 측정방법은 다음과 같다.

2.1 대지용량 측정

대지용량의 측정방법은 그림 2와 같이 두 도체를 서로 묶고 도체와 물 전극간의 정전용량을 측정하면

$$C_o = C_1 + C_2 \quad (1)$$

값이 측정된다. 만약 $C_1 = C_2$ 라면

$$C_1 = C_2 = \frac{C_o}{2} \quad (2)$$

가 된다.

2.2 대선용량 측정

대선용량의 측정방법은 그림 3과 같이 두 도체 중 한 도체를 접지시키고 나머지 한 도체와 물 전극간의 정전용량을 측정하면

$$C_b = C_1 + C_{12} \quad (3)$$

값이 측정된다. 만약 $C_1 = C_2$ 라면

$$C_{12} = C_b - C_1 \quad (4)$$

이 된다.

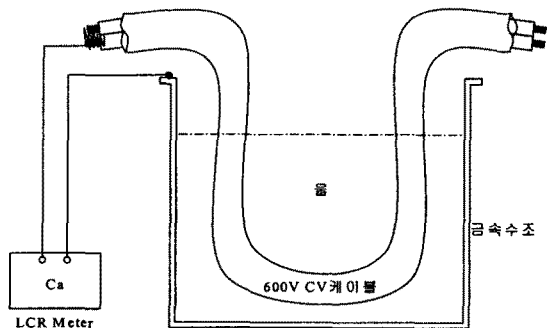


그림 2. 케이블 대지용량 측정회로

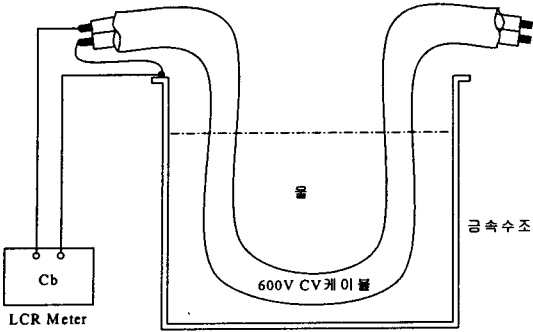


그림 3. 케이블 대선용량 측정회로

측정장비는 FLUKE사의 모델 PM6304 RCL Meter를 이용하였으며, 측정 주파수는 1[kHz](KS C 3004 고무-플라스틱 절연전선 시험방법, 11. 정전용량 참조)이다. 측정에 사용된 케이블의 종류와 길이는 다음과 같다.[2-4]

- ① 600V CV 2×38[mm²] 46[m]
- ② 600V CV 2×22[mm²] 100[m]
- ③ 600V CV 2×14[mm²] 100[m]
- ④ 600V CV 2×8[mm²] 100[m]
- ⑤ 600V CV 2×5.5[mm²] 100[m]

600V CV 케이블은 시스의 손상 유무에 관계없이 정전용량이 존재하므로, 본 용역에서의 정전용량 측정은 시스의 손상이 없는 경우와 시스의 손상이 있는 경우에 대하여 모두 측정하였다. 여기서 시스의 손상이 있는 경우에는 케이블 내부의 개재물에 수분이 함침 되어 정전용량이 커지므로, 본 측정에서는 최악의 상황을 고려하여 시스와 개재물을 제거한 상태로 측정하였다.

2.3 정전용량 측정 결과

600V CV 케이블의 종류별로 시스의 손상 유무에 따른 정전용량의 측정결과는 표 1과 같다.

3. 누설전류 계산

대지를 경유하여 흐르는 누설전류에 관계하는 것은 대지용량 C_1 또는 C_2 이다. 즉 그림 4와 같이 600V CV 케이블에 일단이 접지된 전원을 인가하였다 가정하면,

$$v = v' + v'' \quad (5)$$

이다. 그리고 누설전류 i 는

$$\begin{aligned} i &= i' + i'' \\ &= wC_1v' + wC_2v'' \\ &= wC_1(v' + v'') \\ &= wC_1v \\ &= \frac{1}{2}wC_2v \end{aligned} \quad (6)$$

따라서 대지용량 C_1 또는 C_2 는 누설전류에 작용하고 대선용량 C_{12} 는 부하전류로써 작용한다.

표 1. 600V CV 케이블의 정전용량 측정결과 (시스가 건전한 상태)

600V CV 케이블 종류 [mm ²]	정전용량[nF/m]			
	C_a	C_b	C_1, C_2	C_{12}
2×38	0.24124	-	0.12062	-
2×22	0.21672	0.14295	0.10836	0.03459
2×14	0.18942	0.12664	0.09471	0.03193
2×8	0.19247	0.12151	0.09624	0.02528
2×5.5	0.16772	0.10225	0.08386	0.01839

(시스 및 개재물을 제거한 상태)

600V CV 케이블 종류 [mm ²]	정전용량[nF/m]			
	C_a	C_b	C_1, C_2	C_{12}
2×38	0.86718	0.43639	0.43359	0.00280
2×22	0.67000	0.33500	0.33500	0.00000
2×14	0.60068	0.30342	0.30034	0.00308
2×8	0.51580	0.26232	0.25790	0.00442
2×5.5	0.41674	0.20968	0.20837	0.00131

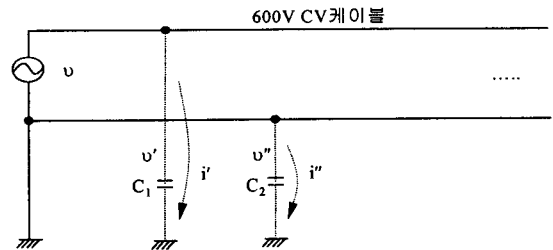


그림 4. 600V CV 케이블의 누설전류

예를 들어, 그림 5와 같은 가로등 분산부하의 경우 구간선 600V CV 케이블에 흐르는 누설전류를 계산하면 표 2와 같다. 표 2에서 보는 바와 같이 가로등용 분전반의 분기개폐기에서는 구간선인 600V CV 케이블을 통해 흐를 수 있는 누설전류가 시스가 건전한 경우는 약 3[mA], 시스가 불량인 경우는 약 9[mA]가 됨을 알 수 있다.

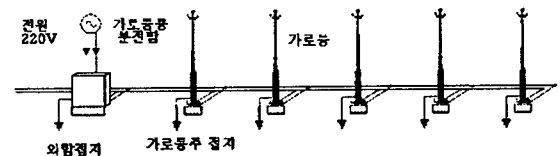


그림 5. 분전함과 가로등의 배치

표 2. 가로등 분산부하의 경우 누설전류 계산
[시스가 건전한 상태]

선로 번호	경간 [m]	선로 규격 [mm]	전압 강하 [V]	인가 전압 [V]	시스 건전	
					정전용량 [nF/m]	누설전류 [mA]
1	36	22	1.15	218.85	0.108360	0.321684
2	50	22	1.39	217.46	0.108360	0.443945
3	50	22	1.19	216.27	0.108360	0.441516
4	50	14	1.56	214.71	0.094710	0.383115
5	50	14	1.25	213.46	0.094710	0.380884
6	50	8	1.64	211.82	0.096235	0.384044
7	50	8	1.09	210.73	0.096235	0.382068
8	50	5.5	0.80	209.93	0.083860	0.331673
계	386		10.08			3.068929

[시스 및 개재물을 제거한 상태]

선로 번호	경간 [m]	선로 규격 [mm]	전압 강하 [V]	인가 전압 [V]	시스 및 개재물 제거	
					정전용량 [nF/m]	누설전류 [mA]
1	36	22	1.15	218.85	0.335000	0.99450
2	50	22	1.39	217.46	0.335000	1.372477
3	50	22	1.19	216.27	0.335000	1.364966
4	50	14	1.56	214.71	0.300340	1.214916
5	50	14	1.25	213.46	0.300340	1.207843
6	50	8	1.64	211.82	0.257900	1.029199
7	50	8	1.09	210.73	0.257900	1.023903
8	50	5.5	0.80	209.93	0.208370	0.82412
계	386		10.08			9.031924

4. 결 론

본 논문에서는 5종류의 600V CV케이블에 대하여 정전용량을 측정하였다. 여기서 정전용량의 측정은 시스의 손상이 없는 경우와 있는 경우에 대하여 대지용량과 대선용량을 측정하였으며, 시스의 손상이 있는 경우는 시스와 개재물을 모두 제거한 상태로 측정하였다.

가로등 결선에 사용된 600V CV케이블이 지중에 386[m] 포설될 경우에 대한 누설전류를 계산한 결과 케이블을 통해 흐를 수 있는 누설전류가 시스가 건전한 경우는 약 3(mA), 시스가 불량인 경우는 약 9(mA) 정도였다.

계산된 누설전류는 누전차단기의 용량 산정 등에 사용될 수 있다.

[참 고 문 헌]

- [1] (사)대한전기학회, 서울시 가로등 안전관리대책 학술연구용역 보고서 제2권, 2002. 9.
- [2] KS C 3004 고무·플라스틱 절연전선 시험방법, 11. 정전용량
- [3] KS C 3611 600V 폴리에틸렌 케이블, 1999
- [4] Fluke PM 6304 RCL meter, User Manual