

지중송전계통에서 OF 및 XLPE 케이블 혼용 연계 운용의 효용성 평가

Effectiveness Evaluation on Combined Connection Operation of OF and XLPE Cable

채 직 병* · 이 중 범†
(Jik-byoung Chea · Jong-beom Lee)

Abstract – OF cable with excellent reliability and economic efficiency, has been used as the main cable of underground transmission in Korea. However, as XLPE cable is excellent in view points such as reduction of loss, convenience on the construction/operation, and manufacturing technology, it has been replaced as instead of OF cable. Also, when the aging occurs in some sections of OF cable, the section is replaced as XLPE cable without changing of whole cable line. However, there are some differences like electrical constants between both types of cables. Therefore if underground transmission system will be operated as combined connection composited of both cables, it should be proved that overvoltage is stable in steady and transient state. This paper describes the effectiveness of connection operation in combined OF and XLPE cable. For the evaluation of effectiveness, some important analysis such as sheath component voltage, lightning and switching overvoltage, single line-to-ground fault are carried out in steady and transient state. EMTP/ATPDraw is used for modeling and analysis of system.

Key Words : OF Cable, XLPE Cable, Combined connection operation, EMTP

1. 서 론

국내의 지중송전계통은 신뢰성 및 경제성이 우수한 것으로 확인된 OF 케이블을 154kV급 지중선로로 채택하여 최초 운전한 이후 대규모 전력수요를 극복하기 위하여 345kV급 대용량 송전에 사용하는 등 OF 케이블은 우리나라 전력계통의 지중선로에 주력 케이블로 사용되었다. 그러나 XLPE 케이블이 OF 케이블보다 손실감소, 시공 및 운용상의 편리성, 제조기술의 발전으로 인하여 OF 케이블은 사용이 점차 감소되고 XLPE 케이블로 대체되었다. 하지만 기존에 운전 중인 OF 케이블의 노후화 및 선로 계통변경 등으로 인하여 일부 운용 중인 OF 케이블은 XLPE 케이블과 이중 접속으로 혼용 연계 선로로 운전하는 경우가 증가하고 있다[1]–[4].

이와 같은 혼용 연계선로는 서로 다른 케이블이 상호 연계되어 있어서 구조적 특성은 물론 케이블의 임피던스, 케이블의 특성비교, 절연체 특성, 구조적 결합 등의 검토와 뇌과전압, 개폐과전압, 지락고장 등 과도현상에 대한 시스유기전압 및 시스 순환 전류의 상세한 검토들이 요구되고 있으며 이러한 검토 데이터에 근거하여 안정적 운용이 이루어져야 할 것으로 사료된다[5]–[6].

따라서 본 논문에서는 OF 및 XLPE 케이블 혼용 연계 운용시

검토사항 중에서도 가장 중요하다고 할 수 있는 과도현상을 검토하여 효용성이 있는지를 평가하고자 한다. 이를 위해 동일 선로 구간에서 OF 케이블만 운용될 경우와 혼용으로 운용될 경우를 상호 비교하여 혼용선로의 효용성을 평가하였다.

이를 위해서는 구체적으로 정상상태에서 시스순환전류, 시스유기전압, 과도상태에서 시스순환전류, 시스유기전압, 뇌격침입시 도체 과과전압, 개폐서지 침입시 개폐과전압, 1선 지락고장해석을 EMTP/ATPDraw를 이용하여 수행하였다[7]–[8].

2. 본 론

2.1 선로 구성

본 연구에서 사용된 가공 및 지중선로 길이, 배열 및 케이블 종류 등 제반 조건은 표 1과 같다.

표 1 EMTP 모델링

Table 1 EMTP modeling

조건	항목
케이블 종류	154kV OF 2,000 mm ² 154kV XLPE 2,000 mm ²
가공선로 길이	3km
지중선로 길이	2.7km(접속함 구간 3개)
배열방식	정삼각
도체전류	1,050A(허용전류 80%)

† Corresponding Author : Dept. of Electrical Engineering,
Wonkwang University, Korea.
E-mail: ipower@wku.ac.kr

* Dept. of Electrical Engineering, Wonkwang University, Korea.
Received : January 05, 2015; Accepted : May 07, 2015

2.2 시스 리액턴스

본 논문에서는 먼저 정상상태에서 OF 케이블 및 XLPE 케이블에 대해 각각의 시스전압을 이론적으로 계산한 후 EMTP/ATPDraw를 이용한 해석결과와 상호 비교함으로써 해석의 정확성을 평가한 후, 계속적으로 다양한 해석을 EMTP/ATPDraw를 이용하여 해석함으로써 결과의 신뢰성을 제공하고자 한다.

혼용연계선로에서 사용되는 표 2에서 나타난 케이블 규격을 이용하여 각 케이블의 시스 리액턴스와 시스전압은 다음과 같이 구하여진다. 먼저 시스 리액턴스 $X[\Omega/m]$ 는 식 (1)과 같이 표현된다.

$$X = 2\omega 10^{-7} \ln\left(\frac{2D}{r}\right) \quad (1)$$

여기서, r : 시스의 평균직경[mm]
 D : 등가선간거리[mm]

표 2 케이블 규격
 Table 2 Cable standard

케이블 종류	시스평균직경 [mm]	등가선간거리 [mm]
OF 케이블	83.8	107
XLPE 케이블	103.8	139.8

표 2에서 제시한 규격을 근거로 하여 식 (1)을 이용해 OF 케이블과 XLPE 케이블의 시스 리액턴스를 구하면 표 3과 같다. 비교한 결과 XLPE 케이블의 시스 리액턴스가 약간 높은 것을 알 수 있다.

표 3 시스 리액턴스
 Table 3 Sheath reactance

케이블 종류	시스 리액턴스[Ω/m]
OF 케이블	7.07×10^{-5}
XLPE 케이블	7.47×10^{-5}

2.3 시스 전압

그림 1과 같이 l_1, l_2, l_3 는 접속함 사이의 케이블 거리를 나타낸 것이다. 시스전압은 보통접속함(NJ)의 위치에서는 접지한 상태이기 때문에 0이며, 절연접속함(IJ) 구간에서는 선로 길이에 따라 어느 정도의 시스전압이 형성된다. 그림 1은 각 구간에서의 시스전압 크기를 나타낸 것이다. 여기서 NJ_1 은 첫 번째 NJ, NJ_2 는 두 번째 NJ, IJ_1 및 IJ_2 는 두 개의 NJ 구간 사이에 위치한다.

또한 각 구간에서의 시스전압은 식 (2) ~ (6)과 같이 표현된

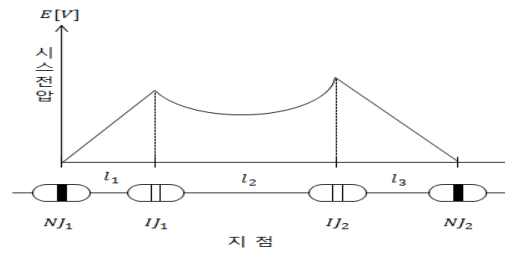


그림 1 시스전압
 Fig. 1 Sheath induced voltage

다.

- 제 1구간 ($0 \leq x \leq l_1$)

$$E(x) = \frac{\sqrt{3}XI}{L} \sqrt{l_2^2 + l_2l_3 + l_3^2} \times x [V] \quad (2)$$

- $x = l_1 [m]$ (IJ_1 지점에서의 시스전압)

$$E(l_1) = \frac{\sqrt{3}XI}{L} \sqrt{l_2^2 + l_2l_3 + l_3^2} \times l_1 [V] \quad (3)$$

- 제 2구간 ($l_1 \leq x \leq l_1 + l_2$)

$$E(x) = \frac{\sqrt{3}XI}{L} \sqrt{(l_1^2 + l_2l_3 + l_3^2) \times x^2 - l_1(2l_1 + l_3)Lx + l_1^2L^2} [V] \quad (4)$$

- $x = l_1 + l_2 [m]$ (IJ_2 지점에서의 시스전압)

$$E(l_1 + l_2) = \frac{\sqrt{3}XI}{L} \sqrt{l_2^2 + l_2l_3 + l_3^2} \times l_1 [V] \quad (5)$$

- 제 3구간 ($l_1 + l_2 \leq x \leq l_1 + l_2 + l_3$)

$$E(x) = \frac{\sqrt{3}XI}{L} \sqrt{(l_1^2 + l_1l_2 + l_2^2)} \times (L - x) [V] \quad (6)$$

여기서, X : 시스 리액턴스[Ω/m]

I : 도체전류[A]

L : $l_1 + l_2 + l_3 [m]$

l_m : 케이블 구간의 길이[m] ($m=1,2,3$)

식 (2) ~ (6)을 이용하여 두 개의 IJ 지점에서의 시스전압을 구하면 표 4와 같다. 여기서 알 수 있듯이 XLPE 케이블이 OF 케이블 보다 시스전압이 약간 높은 것을 알 수 있다. 이는 시스전압과 비례하는 시스 리액턴스의 차이인 것으로 사료된다.

표 4 시스전압

Table 4 Sheath induced voltage

케이블 종류	I_1 시스전압 [V]	I_2 시스전압 [V]
OF 케이블	17.97	24.73
XLPE 케이블	18.99	26.14

2.4. 정상상태 해석

2.4.1 시스 전압

본 연구에서는 혼용연계선로의 특성을 파악하기 위해 표 5와 같이 OF 케이블 선로(Case 1)를 기준으로 OF+XLPE 케이블 선로(Case 2) 및 OF+XLPE+OF 케이블 선로(Case 3)의 경우에서 시스성분(시스전압 및 순환전류)을 해석하여 상호 비교하였다.

표 5 해석 모델

Table 5 Modeling

Case	선로구성 모델
Case 1	OF 케이블 선로
Case 2	OF+XLPE 케이블 선로
Case 3	OF+XLPE+OF 케이블 선로

그림 2~4는 표 5에서 제시한 세 종류의 모델을 도식적으로 표현한 것이다. 모든 모델에서 케이블 선로는 총 10개의 접속함(#0~#9)으로 구성하였고, 구간의 길이는 실제 선로의 구간별 길이 차이를 고려하여 300[m]를 기준으로 20%의 차등률을 적용하였다.

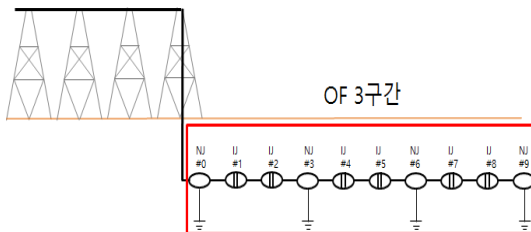


그림 2 OF 케이블 선로(Case 1)

Fig. 2 OF cable line(Case 1)

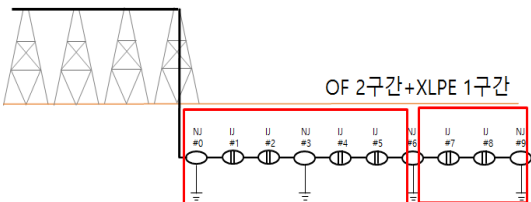


그림 3 OF 및 XLPE 케이블 선로(Case 2)

Fig. 3 Connection line of OF and XLPE cable(Case 2)

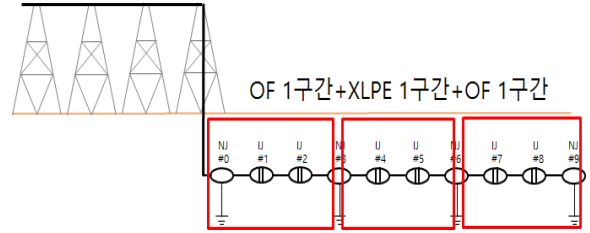


그림 4 OF+XLPE+OF 케이블 선로(Case 3)

Fig. 4 Connection line of OF and XLPE cable(Case 3)

본 절에서는 Case 1, Case 2 및 Case 3에서 보통접속함(NJ) 및 절연접속함(IJ) (#0~#9)구간의 시스전압을 해석하였다.

정상상태에서의 해석 결과 OF(Case 1) 및 XLPE 케이블 혼용연계 선로(Case 2 및 Case 3)는 표 6 및 그림 5와 같이 나타났다. Case 2에서는 #7, #8 지점에서, Case 3는 #4, #5 지점에서 XLPE 케이블 구간에서만 Case 1에 비해 시스전압이 높은 것을 볼 수 있다. 이는 OF 케이블보다 XLPE 케이블의 시스 리액턴스가 약간 크기 때문으로 사료된다.

하지만 가장 차이가 나는 #5 지점에서도 Case 1, 2 및 3별로 각각 27.65V, 26.52V 및 28.11V로서 전압의 차이가 1V 미만을 보여 일반 OF선로와 OF 및 XLPE 케이블 혼용 연계 선로에서의 시스전압은 거의 차이를 보이지 않음을 알 수 있어 정상상태의 시스전압의 특성은 같은 것으로 사료된다[8].

표 6 시스전압

Table 6 Comparison of sheath induced voltage

지점	Case 1[V]	Case 2[V]	Case 3[V]
#0	0	0	0
#1	17.25	17.98	17.62
#2	26.14	25.38	24.55
#3	0	0	0
#4	19.32	18.57	20.16
#5	27.65	26.52	28.11
#6	0	0	0
#7	18.24	18.59	16.84
#8	23.40	24.23	23.97
#9	0	0	0

표 6에서는 앞서 2.3절에서 계산한 시스전압 값과 모델링에서 측정한 값을 비교한 결과이다. 오차는 최고 2[V]미만으로 거의 차이를 보이지 않아 모델링의 신뢰도가 높다고 판단된다.

2.4.2 시스순환전류

표 8은 정상상태에서의 시스 순환전류를 분석한 것이다. XLPE 케이블로 이루어진 구간에서 OF 케이블 구간보다 시스순환전류가 낮은 것을 볼 수 있다. 또한 #1 지점에서는 OF 케이블 일반선로의 시스순환전류가 최고 15A 낮으나 전체적으로 볼 때 Case 1과 Case 2 및 Case 3에서의 특성은 대체로 같은 것으로

평가된다.

또한 NJ구간(#3, #6)에서 높은 시스순환전류가 발생하는데 이러한 원인은 양단 선로 불 평형으로 인하여 많은 시스순환전류가 발생하게 되고 NJ 구간으로 중첩되어 높은 시스순환전류가 발생하게 되기 때문이다[6].

표 8 시스순환전류

Table 8 Comparison of sheath circulating current

지점	Case 1[A]	Case 2[A]	Case 3[A]
#0	179.38	193.01	193.00
#1	191.18	190.91	191.10
#2	198.88	198.66	198.68
#4	191.06	190.51	186.95
#5	198.49	198.07	189.87
#7	190.17	187.00	190.59
#8	197.90	189.31	197.92

2.5 과도상태 해석

2.5.1 지락고장

그림 5는 혼합선로에서 지락고장 지점을 나타낸 것으로 Case 1, Case 2, Case 3의 선로에서 OF 케이블과 XLPE 케이블의 연계지점인 1,800m 지점을 동일하게 선정하였고 도체 A상에서의 지락고장을 가정하였다. 고장시간은 0.02초로 모의 하였고 해석 Case는 정상상태와 동일하게 나누어 수행하였다.

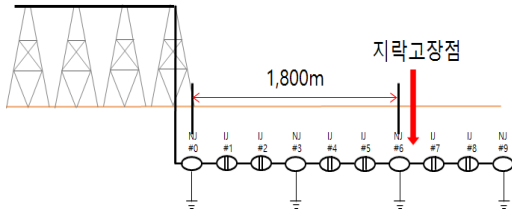


그림 5 지락고장 모델링

Fig. 5 Ground fault modeling

표 9 지락고장시 시스전압

Table 9 Comparison of sheath induced voltage in case of single line-to-ground fault

지점	Case 1[kV]	Case 2[kV]	Case 3[kV]
#0	13.66	13.67	13.69
#1	15.19	15.2	15.05
#2	16.10	16.07	15.7
#3	16.52	16.5	16.5
#4	18.39	18.08	18.65
#5	19.49	19.64	20.3
#6	20.65	20.74	20.58
#7	22.58	22.91	22.59
#8	24.31	25.19	24.49
#9	26.04	25.56	25.62

표 9는 지락고장 시스전압을 분석 비교한 결과이다. Case 2에서의 #7, #8 지점의 전압과 Case 3의 #4, #5에서의 전압이 다른 선로에 비하여 높게 나타나는 것을 볼 수 있었다. 하지만 #8 지점 OF 케이블 선로(Case 1)와 OF 및 XLPE 케이블 혼용 연계 선로(Case 2, Case 3)의 차이가 0.88kV로 최고 1kV 미만의 미미한 차이를 보였다. 이는 정상상태와 마찬가지로 시스 리액턴스가 XLPE 케이블이 OF 케이블보다 크지만 거의 차이가 없기 때문인 것으로 판단된다.

표 10은 지락고장 시스순환전류를 해석한 결과이다. #3 지점에서 Case 1과 Case 3은 최고 1.66kA 차이를 보였지만 모든 구간 2kA 미만의 차이로 표 10과 같이 시스순환전류는 거의 같았다. 이는 시스순환전류에 영향을 미치는 도체 시스간의 상호 리액턴스가 거의 같기 때문으로 사료된다.

표 7 시스전압 비교분석

Table 7 Comparative analysis of sheath induced voltage

지점	OF 케이블		XLPE 케이블	
	계산값 [V]	모델링해석 [V]	계산값 [V]	모델링해석 [V]
I_{I_1}	17.97	17.62	18.99	20.16
I_{I_2}	24.73	24.55	26.14	28.11

표 10 지락고장시 시스순환전류

Table 10 Comparison of sheath circulating current in case of single line-to-ground fault

지점	Case 1[kA]	Case 2[kA]	Case 3[kA]
#0	9.95	9.60	9.64
#1	9.91	9.84	9.58
#2	8.93	9.86	9.90
#3	4.03	3.70	2.37
#4	10.23	10.22	10.16
#5	9.26	9.525	10.45
#6	18.72	19.91	19.89
#7	2.34	2.45	2.21
#8	2.46	2.46	2.88
#9	2.94	3.05	2.59

2.5.2 뇌파전압

가공지선 뇌격은 지중 인입부로부터 300m 지점 철탐에 침입하였을 경우 시스전압을 해석하여 비교하였다. 뇌격조건은 표 11과 같으며 해석 Case는 정상상태와 동일하다.

표 11 뇌격조건

Table 11 Lightning condition

항목	조건
뇌격 위치	가공지선
뇌격 전류	80kA
뇌격 파형시간	2/70us
뇌격 파형종류	Heidler

표 12는 시스전압을 해석하여 비교한 것이다. 지락고장의 경우와 달리 XLPE 케이블 구간 즉 Case 2의 #7, #8 지점과 Case 3의 #4, #5지점 시스전압이 다른 선로에 비하여 낮지만 거의 차이가 없었다. 그러나 #9 지점은 Case 1보다 더 낮다. 이는 OF 케이블의 서지 임피던스가 XLPE 케이블보다 높아 투과파가 낮아진 이유 때문인 것으로 판단된다.

표 12 가공지선 뇌격시 시스전압

Table 12 Comparison of sheath induced voltage in case of lightning strike

지점	Case 1[kV]	Case 2[kV]	Case 3[kV]
#0	32.12	32.09	32.09
#1	32.00	32.00	32.00
#2	32.00	32.00	32.00
#3	19.75	19.74	18.93
#4	19.71	19.71	18.88
#5	19.66	19.66	18.88
#6	12.14	11.64	12.69
#7	12.13	11.64	12.68
#8	12.08	11.61	12.64
#9	10.77	1.94	1.88

2.5.3 진행파 성분

선로의 서지 임피던스는 식 (7)과 같이 표현된다.

$$Z_c = \sqrt{\frac{L}{C}} [\Omega] \tag{7}$$

따라서 OF 및 XLPE 케이블의 서지 임피던스를 계산 하면 표 13과 같다.

표 13 서지 임피던스

Table 13 Surge impedance

종류	$Z_c[\Omega]$
OF 케이블	26.36
XLPE 케이블	38.31

v_i 를 입사전압, 이중 연계선로 좌우의 서지 임피던스를 각각 Z_{c1} , Z_{c2} 라 할 때, 반사계수 α 및 반사전압 v_f 는 식 (8)과 같이 표현된다.

$$\alpha = \frac{Z_{c2} - Z_{c1}}{Z_{c2} + Z_{c1}} \tag{8}$$

$$v_f = \alpha v_i$$

투과계수 β , 투과전압 v_t 는 식 (9)와 같이 표현된다.

$$\beta = \frac{2Z_{c2}}{Z_{c1} + Z_{c2}} \tag{9}$$

$$v_t = \beta v_i$$

위 식으로부터 반사계수 및 투과계수는 각각 0.18478 및 1.18478이다. 따라서 서지 임피던스가 높은 XLPE 케이블 구간에

서는 약 18% 정도 도체전압이 높을 것으로 평가된다.

2.5.4 도체 너적

표 14는 A상 도체너적에서의 도체전압을 비교분석한 결과이다. Case 1은 최고전압 743kV로 BIL 750kV를 넘지 않았고, Case 2 및 Case 3은 OF와 XLPE 케이블이 연계되는 지점인 #3 지점 및 #7 지점의 최대 전압이 각각 770.68kV, 780.96kV로 BIL보다 높았다. 이는 앞의 이론값과 같이 OF 케이블 서지 임피던스가 XLPE 케이블의 서지 임피던스보다 낮기 때문인 것으로 판단된다[7].

표 14 도체너적시 도체전압

Table 14 Comparison of conductor voltage in case of lightning strike

지점	Case 1[kV]	Case 2[kV]	Case 3[kV]
#1	738.64	742.41	766.39
#2	742.16	727.12	755.00
#3	743.49	732.78	780.96
#4	735.19	721.22	748.16
#5	713.51	707.82	774.27
#6	685.84	736.92	714.87
#7	676.82	770.68	670.55
#8	663.52	685.94	648.60
#9	588.98	631.48	621.14

2.5.5 개폐과전압

개폐과전압 해석하기 위한 혼합연계선로 구성 모델링은 이미 분석한 정상상태나 과도상태 분석과 동일하며, 각 선로의 선로정수는 ATP-LCC를 사용하여 계산하였다. 개폐 과전압의 크기는 차단기 투입 재투입시 교류전압의 위상에 따라 변화하므로 서지를 분석하기 위해서는 0°에서 360°의 사이의 무작위 수를 선택하고 정규분포 또는 균일분포 등의 통계적인 확률 분포를 이용해 표준편차(σ)에 따라 무작위로 반복하여 개폐과전압을 계산하여야한다 그림 6은 통계스위치의 확률분포에 따른 정규분포와 균일분포의 형태를 나타낸 것이다.

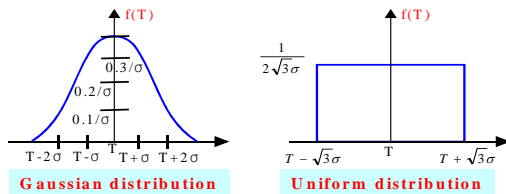


그림 6 통계스위치 분포 곡선

Fig. 6 Distribution curve of statistical switch

여기서는 3상 차단기 동작시간에 따른 개폐과전압의 차이를 정확히 분석하기 위해 통계스위치를 사용하였다. 평균 차단시간은 0.02s, 재투입 시간은 0.05s, 표준편차는 1ms로 설정하였고, 가우시안 분포곡선을 따라 무작위로 변화시켜 100회 반복 계산하였다. 개폐과전압이 절연설계기준을 초과할 확률은 95.5%(M+2 σ)의 신뢰구간으로 하였다. 개폐과전압도 해석 Case는 뇌과전압 해석에서 검토한 선로와 같다[5].

표 15는 개폐과전압 절연 설계 목표 과전압 배수를 나타낸 것이다. 여기서 1 [pu]는 138.8044kV 기준으로 하고 있다.

표 15 154kV 개폐과전압 절연설계 목표 과전압 배수

Table 15 Insulation design goal overvoltage multiple of 154kV switching overvoltage

구분	과전압배수 [pu]	1[pu]당 기준전압[kV]
상-대지간	3.3	$1[pu] = \frac{\sqrt{2} \times 170}{\sqrt{3}}$
상 간	4.6	

표 16은 재폐로시 개폐과전압 해석결과를 나타낸 것이다. 개폐과전압은 Case 1은 2.8[pu] ~ 3[pu] Case 2, Case 3은 2.9[pu] ~ 3.1[pu]로 혼용 연계 선로가 높았다. 이는 서지임피던스 차이 때문인 것으로 사료되며 모든 Case가 과전압 배수인 3.3[pu]와 가까웠지만 목표치 이하였다.

표 16 재폐로시 도체 전압

Table 16 Comparison of conductor voltage in case of reclosing

지점	Case 1[pu]	Case 2[pu]	Case 3[pu]
#1	2.8951	3.0271	2.9607
#2	2.9086	3.0384	2.9723
#3	2.9350	3.0586	2.9992
#4	2.9519	3.0750	3.0214
#5	2.9613	3.0752	3.0455
#6	2.9698	3.0904	3.0629
#7	2.9793	3.0984	3.0719
#8	2.9852	3.1084	3.0825
#9	3.0025	3.1316	3.0972

표 17은 재폐로시 발생된 시스전압이다. 시스전압은 Case 1이 Case 2 및 3보다 대부분의 지점에서 높으나 그 차이가 적었고 또한 시스전압의 최대값이 7.53kV로 선로 모두 기준치(BIL)에 많은 여유를 보이는 것으로 확인되었다.

표 17 재폐로시 시스전압

Table 17 Comparison of sheath induced voltage in case of reclosing

지점	Case 1[kV]	Case 2[kV]	Case 3[kV]
#0	2.81	2.67	2.58
#1	7.51	7.31	7.53
#2	6.80	6.69	6.65
#3	1.65	1.49	1.38
#4	6.10	5.74	6.12
#5	5.78	5.63	5.96
#6	0.94	1.01	1.03
#7	5.06	4.93	5.06
#8	5.00	5.31	5.07
#9	0.82	0.12	0.12

3. 결 론

XLPE 케이블의 기술 발전으로 154kV급 이상의 지중 전력케이블 주종 이었던 OF케이블의 사용이 점차 감소하나 이중접속을 사용한 OF 및 XLPE 케이블 혼용 연계운용은 증가하고 있다. 따라서 본 논문에서는 정상 및 과도상태에서 기존 OF 케이블 선로를 기준으로 두 가지 경우의 OF 및 XLPE 혼용 연계 선로를 다양하게 해석하여 그 결과를 상호 비교함으로써 혼용선로의 효율성을 평가하였으며 그 결과는 다음과 같다.

- (1) 정상상태에서 OF 케이블 선로와 OF 및 XLPE 케이블 혼용 연계선로 상호간에 시스성분은 거의 동일하다.
- (2) 과도상태에서 지락고장시 OF 케이블 선로와 OF 및 XLPE 혼용 연계선로의 경우 시스전압은 거의 같지만 시스순환전류는 OF 케이블 선로가 약간 적었다.
- (3) 가공지선 뇌격 침입시 시스전압은 지락고장과 다르게 OF 케이블 구간은 XLPE 케이블 구간에 비하여 낮다.
- (4) 도체 뇌격 침입시 OF 및 XLPE 혼용 연계 선로는 연계 지점에서 도체 뇌과전압이 BIL보다 약간 높았다. 그러나 이는 뇌격전류의 크기로 인한 것이다.
- (5) 재폐로시 최대 개폐과전압이 절연설계 목표 과전압에 가까우나 기준치 이하였다.

본 논문에서 해석한 결과만으로 평가하여 볼 때 OF 및 XLPE 케이블 혼용 연계 선로는 실 선로 운용시 기존선로에 비해 특별한 부담은 없는 것으로 판단된다. 그러나 이중 케이블을 지중송전계통에 사용하여 운용할 경우 실제 조건에 적합한 정상 및 과도특성해석과 구조적 차원의 좀 더 구체적인 검토가 수행되어야 할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 2015년도 원광대학교의 교비지원에 의해서 수행 됨

References

- [1] J.W. Kang, et al., "Analysis of temperature and energy characteristic of OF Cable", KIEE, pp. 721 –723, July 2005.
- [2] CIGRE KOREA, "Underground Cable System Engineering", 2014.
- [3] Soon-Chul Hwang, et al., "The Application of 154kV OF/XLPE Transition Joint", KIEE, pp. 274– 276, July 1991.
- [4] H.J, Kim, "Development of Transition Joint fo 154kV OF Cable and XLPE Cable", KIEE, pp. 1826 –1828, July 2004.
- [5] Kwang-Man Ko, et al., "Switching Overvoltage Analysis according to Length Variation of Arrestor Lead Wire in Service Entrance of Combined Transmission Line" KIEE Summer Conference, pp. 296–297, July 2014.
- [6] Jik-Byoung Chea, et al., "Transient Phenomena Analysis in Combined Connection System of OF and XLPE Cable" KIEE Summer Conference, pp. 342– 343, July 2014.
- [7] IEEE Std. 634, "IEEE Standard Cable Penetration Fire Stop Qualification Test", 1978.
- [8] KEPRI, "A Study on the Reduction of Induced Voltage and Circulating Current at the Metallic Sheath of Underground Transmission Power Cables", 2003.

저 자 소 개



채 직 병(Jik-Byoung Chea)

1988년 06월 01일생. 2014년 원광대 공대
전기공학과 졸업. 2014년~ 현재 원광대 대
학원 전기공학과 석사과정

Tel : (063)850-6735

E-mail : cjb0601@nate.com



이 중 범(Jong-Beom Lee)

1981년 한양대 공대 전기공학과 졸업. 1983
년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1986
년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학박). 현재
원광대 공대 전기공학과 교수

Tel : (063)850-6735

E-mail : ipower@wku.ac.kr