

345kV급 가공송전선로와 GIL이 연계된 혼합송전계통에서 개폐과전압 해석 및 검토

논 문
60-10-3

Switching Surge Analysis and Evaluation in Combined Transmission System with 345kV GIL

장 화 윤* · 이 중 범† · 김 용 갑** · 장 태 인***
(Hwa-Youn Jang · Jong-Beom Lee · Yong-Kap Kim · Tae-In Jang)

Abstract - This paper describes switching surge analysis for reclosing decision in 345kV combined transmission line with GIL. Reclosing operation should be decided based on the detailed technical analysis in combined transmission line because this line includes power cable section which is weak on insulation. Insulation of power cable can be breakdown at the weak point in case of reclosing moment. Therefore the detailed analysis has to be carried out by considering several conditions such as charging rate, inserting resistance, arrester, length ratio of power cable section, grounding resistance, etc. Analysis is performed by EMTP/ATP.

Key Words : GIL, XLPE cable, Switching, Surge, Overvoltage, Arrester

1. 서 론

지중화가 가능한 대용량 장거리 전력수송 시스템인 가스 절연 송전선로(Gas Insulated Transmission Lines ; GIL)는 대용량 가공송전선로의 지중화 요구개소, 발전소 및 변전소 구내의 회선 당 4,000[A] 이상의 대용량 개소, 대용량 선로 입에도 특별히 접근성이 확보되어야 되는 장소 등에 적용되고 있다. 이 선로는 1974년 독일 Schluchseewerk 수력 발전소에서 변압기와 가공선로를 연결하기 위해 도입된 이래 지금까지 전 세계적으로 100km 이상이나 설치되어 30 여년간 운전되고 있다. 특히 GIL은 오늘날 전 세계적으로 새로운 송전선로 경과지 확보가 어렵고, 특히 대도시의 확장 및 신도시 개발 등에 따른 환경민원대응 측면이 부각되어 미국, 일본, 유럽을 중심으로 GIL의 사용률이 점점 증대되고 있다.

그러나 초기에는 설치가 어렵고 건설비용이 과다하여 비경제적이었으나 SF₆와 N₂ 가스를 혼합하는 기술이 개발되는 등 기술적인 진보가 이루어져 2세대의 GIL이 설치되어 운영되고 있는데, 국내에서도 최근 신도시 개발, 대도시의 확장, 도심지 부하집중 등으로 345kV 대용량 가공송전선로의 일부를 지중화하거나 신규 대용량 지중화선로의 건설시 GIL을 적용하기 위한 검토와 연구가 수행되고 있다.[1~3]

이러한 GIL은 가공선과 유사한 전기적 특성을 지니고 있어 장거리송전이 가능하고, 재폐로 등 가공선로와 통합적인 운전이 가능하다. 또한 정전용량이 매우 낮아 장거리 선로

입에도 유도성 무효전력 보상이 필요하지 않으며, 내부절연 가스는 비노화특성을 가지고 있어 반영구적인 수명을 가지고 있다. 그리고 금속 외함은 자계누설과 내부고장을 효과적으로 차단하여 작업자의 안전과 환경을 안전하게 보호할 수 있는 등 많은 장점들이 있다.[4]

그러나, GIL의 전파속도는 298[m/μs]로 기존의 345kV XLPE cable의 195[m/μs]에 비해 빠르고, 서지 임피던스는 GIL의 경우 48.6[Ω] XLPE cable의 경우 21[Ω]으로 GIL이 더 높은 서지 임피던스를 가진다. [5]

따라서 GIL은 XLPE cable보다 서지 임피던스가 2.3배 높아 혼합송전선로의 접속점에서 투과되는 전압은 크지만 반사전압은 낮다. 또한 GIL은 정전용량 작아 전파속도 훨씬 빠르기 때문에 XLPE cable 보다 높은 서지전압이 발생할 가능성이 있다고 볼 수 있다.

GIL은 여러 가지 장점도 있지만 효율적인 운용을 위해서는 많은 기술적 부분들을 검토하여야 한다. 지금까지는 대부분 구조적 측면과 고전압적 측면에서 전기적으로 검토하여 왔으며 이러한 기술적 검토를 바탕으로 현장에 적용하는 계획을 수립하고 있는 경우가 대부분이다. 따라서 보다 신뢰성 있는 추진을 위해서는 절연내력을 검토하기 위한 과도현상해석 연구의 필요성이 대두되고 있으며, 이를 위해 뇌서지, 개폐서지, 고장 현상 등에 대한 다양한 연구 및 검토가 필요하다고 할 수 있다.

따라서 본 논문에서는 GIL에 대한 개폐과전압 해석을 수행하여 제시 하였다. 해석 방법으로는 연속적으로 투입위상을 변화하여 확률적으로 과전압을 계산하는 통계적 해석 방법을 이용하였으며, 동일조건에서 개로로 인한 과전압과 재폐로 적용시 과전압을 상세하게 해석 검토하였다. 또한 GIL의 해석 결과를 검토하기 위하여 본 논문에서는 동일한 조건에서 GIL 구간이 XLPE Cable일 때를 가정하여 해석함으로써 해석결과를 상호 비교하였으며 이를 통하여 GIL의 적용 가능성을 평가하였다. 본 논문에서 해석은 EMTP/ATP

* 준 회원 : 원광대 대학원 전기공학과 석사과정
** 정 회원 : 원광대 공대 전기정보통신공학부 교수 · 공박
*** 정 회원 : 한국전력공사 전력연구원 선임연구원
† 교신저자, 펠로우회원 : 원광대 공대 전기정보통신공학부 교수 · 공박

E-mail : ipower@wonkwang.ac.kr

접수일자 : 2011년 6월 15일

최종완료 : 2011년 9월 29일

PDraw를 이용하였다.

2. 본 론

2.1 GIL의 구조

그림 1은 실제 GIL 구조의 단면을 보이고 있다. GIL의 절연은 공기절연이나 고체절연체 대신 송전용 도체를 원통형 외함으로 둘러싸고, 도체와 외함 사이에 SF₆와 N₂ 가스를 혼합한 절연가스를 주입하여 전기적 절연성능을 확보한 구조이다.



그림 1 GIL 구조
Fig. 1 GIL structure

설계조건에 따라 다르지만 현재 일반적으로 사용되고 있는 2세대 GIL의 기본구조는 직선부는 표준길이 120m, 곡률반경 400m이며, 곡선부는 포설여건에 따라 방향 변경이 가능한 유니트로 4°~90°의 굴곡 포설이 가능하다. 차단부에서 가스 격실의 최대길이는 1~1.5km이다. 또한 신축부는 외함 및 도체의 열팽창을 보상하기 위한 유니트이다. 한편 외함의 열팽창은 벨로우즈에 의해서, 그리고 도체의 열팽창은 슬라이딩 구조의 접점에 의해 열팽창이 흡수된다.

표 1은 본 논문에서 모의한 GIL 설계규격을 나타낸 것이다.[5]

표 1 GIL 설계 규격
Table 1 GIL standard of design

항목	규격
설계전압[kV]	42
허용전류[A]	4,065
포설환경	전력구
가스 혼합비[%]	SF ₆ 20
가스압력[bar]	7
도체외경[mm]	180
도체두께[mm]	15
외함외경[mm]	250
외함두께[mm]	10

2.2 개폐과전압의 통계적 해석방법

Monte Carlo 기법은 선로나 변전소에 침입하는 개폐과전압과 뇌과전압 등의 해석시 확률분포를 적용하여 계산하는 기법이다. 통계적인 해석방법은 EMTP의 Miscellaneous 데이터 카드에서 반복 계산 횟수를 지정하고 “Statistics” 스위치를 조합하여 과전압을 해석하는 방법으로 무작위로 개폐기 투입시간을 선정하여 최대 과전압을 해석하는 방법으로

무작위로 개폐기 투입시간을 선정하여 최대 과전압을 계산하는 기법이다. 일반적으로 개폐과전압의 크기는 차단기의 투입 혹은 재투입되는 시점에서 교류전압의 위상차에 따라 변화한다. 각 상의 차단기가 투입되는 시점의 위상별로 투입시지를 분석하기 위해 0~360도 사이의 Random Number를 선택하고 Gaussian 또는 Uniform Distribution 등의 통계적인 확률분포를 이용해 표준편차(σ)에 따라 무작위로 투입시간을 반복하여 개폐 과전압을 계산하여야 한다.

그림 2은 통계스위치의 확률분포에 따른 Gaussian 분포 또는 Uniform 분포 형태이다.[6~7]

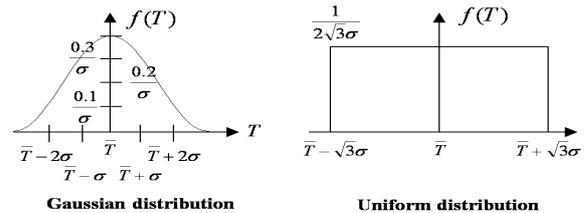


그림 2 통계스위치 분포 곡선
Fig. 2 Distribution curve of statistic switch

2.3 혼합송전선로의 구성

345kV ACSR 480[mm]×4B + GIL과 345kV ACSR 480[mm]×4B + XLPE Cable 2,500[mm]×2B 두 종류의 혼합송전선로의 개폐 과전압을 비교하기 위한 345kV 혼합송전선로 모델은 그림 3과 같이 구성하였다.

전원단에 차단기 및 투입저항을 포함하였고, XLPE Cable의 경우 편단구간이 있는 것으로 모의하였으며, 345kV 피뢰기는 가공선로구간 인입부, 케이블 헤드, 지중선로구간 말단 부분에 설치하였다.



그림 3 345kV 혼합송전선로 모델링
Fig. 3 Overhead line connected with GIL or XLPE cable

또한, 해석과정에서 사용한 345kV 피뢰기의 V-I 특성곡선은 그림 4과 같다.[8]

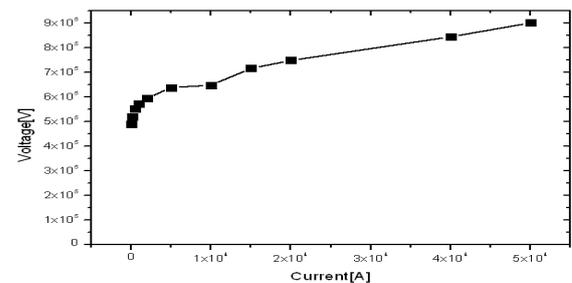


그림 4 345kV 피뢰기의 V-I 특성곡선
Fig. 4 V-I characteristic curve of 345kV lightning arrester

2.4 Case 구성

Case는 그림 3과 같이 가공+지중으로 구성된 혼합송전선로에서 가공구간의 순간고장에 따른 재투입시 발생하는 개폐과전압을 해석하였다. 또한 XLPE Cable이 연계된 혼합송전선로에서는 지중선로 구간의 말단에 편단구간이 있는 것으로 모의하였다.

그리고 345kV 가공선로는 1상+3상 재폐로 방식을 사용하고 있지만 본 논문에서는 3상 재폐로 방식을 채택한다는 조건하에 분석하였다. 또한 혼합송전선로의 가공 및 지중의 선로길이는 국내 혼합송전선로에서 지중선로구간길이 대비 가공선로구간길이의 평균값을 이용하였으며, 고장저항은 10Ω, 30Ω, 50Ω을 사용하였다.

또한, 표 2는 개폐과전압 해석을 위한 검토 Case로 GIL과 XLPE Cable에 동일하게 적용하였다.

표 2 혼합송전선로 개폐과전압 검토 종류

Table 2 GIL standard of design

Case	가공[km] : 지중[km]	지중선로비율[%]
Case1	12.6 : 1	7.35
Case2	9.6 : 2	17.24
Case3	9.1 : 3	24.79
Case4	7.5 : 5	40
Case5	5 : 5	50

2.5 투입저항 고려

345kV 계통에서는 차단기의 차단에 의해 발생하는 과전압보다 재투입에 의한 과전압이 상대적으로 높기 때문에 선로와 기기의 절연협조에 문제가 있게 되므로 차단기에 절연설계 목표치인 2.5 [P.U] 이상의 과전압이 발생하지 않도록 투입저항을 구비하여야 한다고 규정하고 있다. 따라서 본 논문에서는 345kV 차단기 정격 투입저항인 "(500Ω or 520Ω) ± 10%"에 의해 520Ω의 투입저항을 적용하였다.[10]

2.6 개폐과전압 해석

본 논문에서는 345kV 절연설계 목표치를 설계기준에 근거하여 2.5 [P.U]로 하였으며, 개폐 과전압 배수 신뢰구간은 97.5%(M+2σ)로 설정하였다.[9]~[11]

표 3은 345kV 송전선로 개폐과전압에 대한 절연설계목표 과전압배수를 나타내었다.

표 3 절연설계목표 과전압배수(DS-1031)

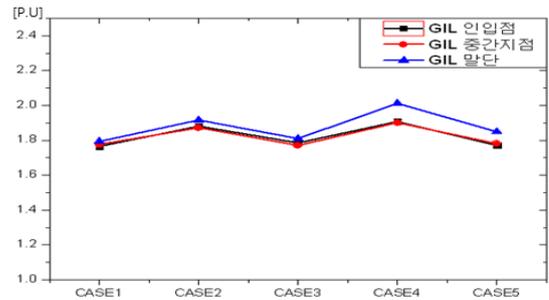
Table 3 GIL standard of design

전압	구분	과전압배수[[P.U]]
345kV	상-대지간	2.5
	상간	4.0

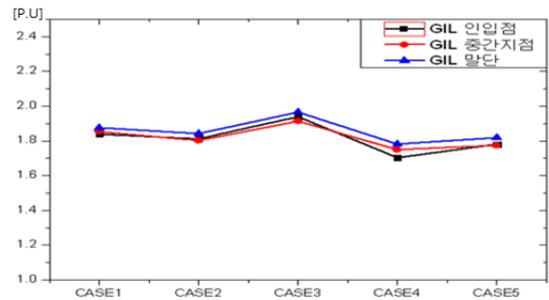
또한 지락고장 차단시 발생하는 개폐 과전압을 분석하기 위하여 고장저항을 10~50Ω으로 변화시키면서 분석하였고, 통계적 해석방법에서 스위치 투입은 100회로 하였다.

그림 5는 GIL에서 투입저항을 고려하지 않았을 때 고장 조건, 측정위치의 변화에 따른 개폐과전압 해석결과를 나타내었다.

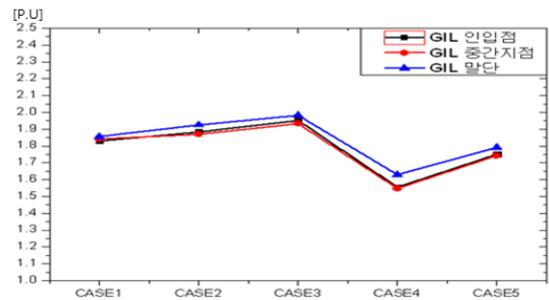
그림 5(a)에서와 같이 고장점 저항 10Ω에서는 모든 측정 위치에서 1.765~2.012[P.U]이며, 고장점 30Ω, 50Ω에서도 각각 최대과전압이 1.965[P.U]와 1.982[P.U]로 고장점 저항 증가에 따른 개폐과전압의 변화는 적으며, 피뢰기를 고려하였을 경우 절연설계 목표치를 초과하지 않는다. 또한 GIL의 중간지점 및 말단에서 인입부보다 높은 전압 특성을 보인다.



(a) 고장저항 10Ω



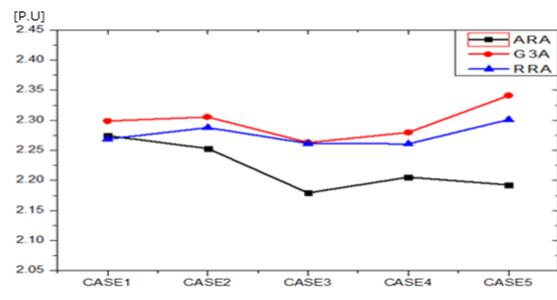
(b) 고장저항 30Ω



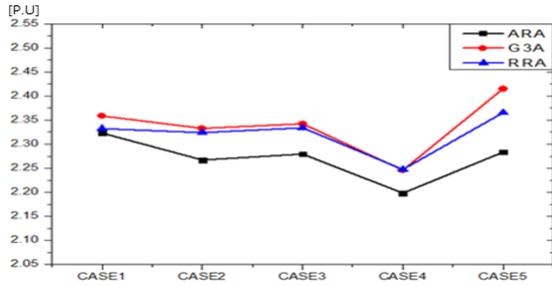
(c) 고장저항 50Ω

그림 5 개폐과전압 해석결과(피뢰기 유, 투입저항 무)

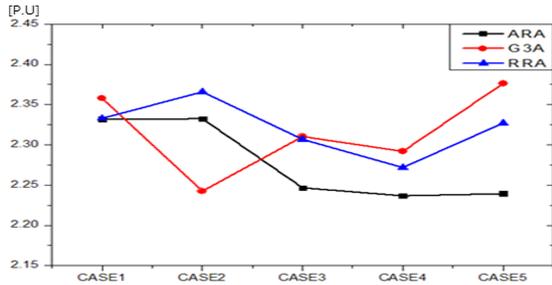
Fig. 5 Switching surge analysis result in GIL(with arrester, without pre-insertion resistance)



(a) 고장저항 10Ω



(b) 고장저항 30Ω



(c) 고장저항 50Ω

그림 6 개폐과전압 해석결과(피뢰기 유, 투입저항 무)
Fig. 6 Switching surge analysis result in XLPE cable (with arrester, without pre-insertion resistance)

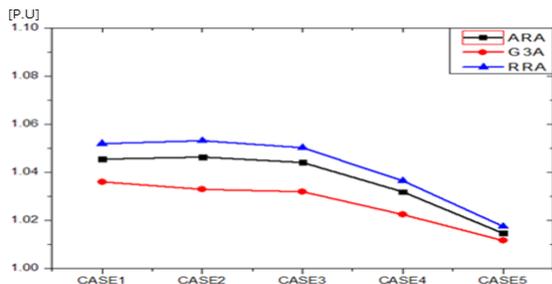
그림 6은 XLPE cable에서 투입저항을 고려하지 않았을 때 고장조건, 측정위치의 변화에 따른 개폐과전압 해석결과를 나타내었다. 그림 6(a)에서와 같이 고장점 저항 10Ω에서는 모든 측정위치에서 2.17~2.341[P.U]이며, 고장점 저항이 증가 할수록 개폐과전압이 증가하여, 고장점 30Ω, 50Ω에서는 각각 최대과전압이 2.415[P.U]와 2.459[P.U] 로 절연설계 목표치를 초과하거나 근접한 것으로 나타났다.

따라서 XLPE cable 혼합송전선로의 경우 투입저항을 고려해야 절연설계 목표치 유지가 가능할 것으로 사료된다.

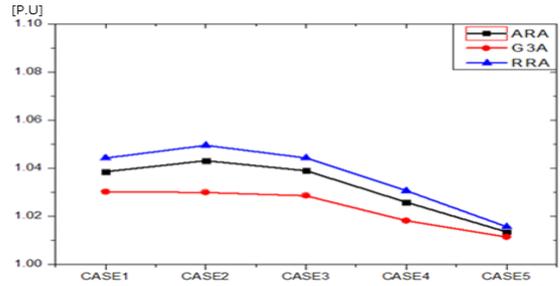
또한 케이블 중간지점 및 말단에서 인입부보다 높은 전압 특성을 보인다.

그림 7은 GIL에서 피뢰기와 투입저항 520Ω을 모두 고려할 경우 각 CASE 별로 고장조건, 측정위치의 변화에 따른 개폐과전압 해석결과이다.

그림 7 (a)에서처럼 고장점 저항 10Ω에서는 모든 측정위치에서 1.012~1.016[P.U]이며, 고장점 저항이 증가 할수록 개폐과전압이 증가하여, 고장점 30Ω, 50Ω에서는 각각 최대 전압이 1.017[P.U], 1.017[P.U]이다.



(a) 고장저항 10Ω

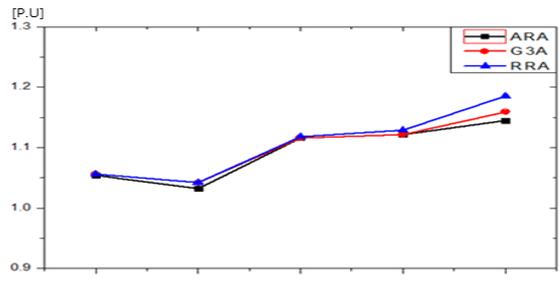


(b) 고장저항 50Ω

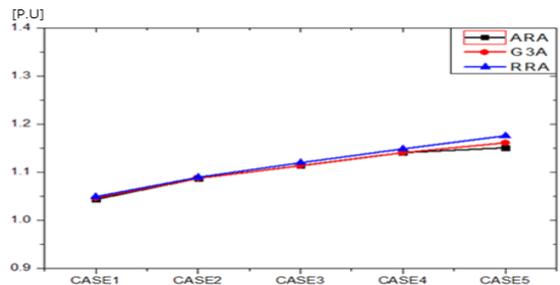
그림 7 개폐과전압 해석결과(피뢰기 유, 투입저항 유)
Fig. 7 Switching surge analysis result in GIL (with arrester and pre-insertion resistance)

또한 최대 개폐과전압이 1.018[P.U] 이하로 투입저항을 적용하지 않았을 경우와 적용하였을 경우에 케이블 인입부에서 49.98%, 케이블 중간부분에서 51%, 케이블 말단에서 50.48%로 개폐과전압이 저감되어 345kV 절연설계 목표치에 많은 여유를 보이고 있음을 확인할 수 있다.

그림 8은 XLPE cable에서 피뢰기와 투입저항을 모두 고려할 경우 CASE별 고장조건, 측정위치의 변화에 따른 개폐과전압 해석결과이다.



(a) 고장저항 10Ω



(b) 고장저항 50Ω

그림 8 개폐과전압 해석결과(피뢰기 유, 투입저항 유)
Fig. 8 Switching surge analysis result in XLPE cable (with arrester, without pre-insertion resistance)

그림 8(a)에서처럼 고장점 저항 10Ω에서는 모든 측정위치에서 1.03~1.185[P.U]이며, 고장점 저항이 증가 할수록 개폐과전압이 증가하여, 고장점 30Ω, 50Ω에서는 각각 최대 전압이 1.166[P.U], 1.175[P.U]이다.

최대 개폐과전압이 1.31[P.U] 이하로 투입저항을 적용하지 않았을 경우와 적용하였을 경우에 케이블 인입부에서

49.97%, 케이블 중간부분에서 51.07%, 케이블 말단에서 50.48%로 개폐과전압이 저감되어 345kV 절연설계 목표치에 많은 여유를 보이고 있음을 확인할 수 있다.

표 4는 투입저항과 피뢰기를 고려하지 않았을 경우 발생하는 개폐과전압을 측정 한 값을 나타낸 것이다. GIL의 경우 표 4(a)에서처럼 고장점 저항이 10Ω일 경우에는 2.06~2.537[P.U]를 보였고, 30Ω과 50Ω일 경우에는 최대 2.584[P.U]로 나타났다. 이처럼 345kV 개폐과전압 절연설계 목표치를 초과하는 경우도 있는 것으로 나타났다, 따라서 GIL의 경우에도 투입저항을 적용함으로써 개폐과전압을 저감시킬수 있는 것으로 사료된다. 이 결과를 피뢰기 설치시의 결과와 비교하여 분석한 피뢰기 설치에 다른 개폐과전압 저감율을 보면, 고장점 저항이 10Ω일 경우, 약 17%의 저감율을 보였다. 그러나 이 경우는 투입저항을 적용할 때보다 약 2%의 저감율을 보였다.

표 4 개폐과전압 해석결과(투입저항과 피뢰기 무)
(GIL and XLPE cable)

Table 4 Switching surge analysis result
(without arrester and pre-insertion resistance)

고장저항/ CASE	측정위치									
	Cable head			Middle			Receiving			
	평균 (M) [PU]	표준 편차 (σ) [PU]	확산 (M+2σ) [PU]	평균 (M) [PU]	표준 편차 (σ) [PU]	확산 (M+2σ) [PU]	평균 (M) [PU]	표준 편차 (σ) [PU]	확산 (M+2σ) [PU]	
10	Case 1	1.484	0.509	2.502	1.481	0.505	2.491	1.495	0.521	2.537
	Case 3	1.365	0.411	2.187	1.368	0.402	2.162	1.388	0.434	2.256
	Case 5	1.316	0.364	2.044	1.314	0.358	2.030	1.324	0.368	2.060
30	Case 1	1.408	0.512	2.432	1.406	0.509	2.424	1.417	0.523	2.463
	Case 3	1.386	0.365	2.156	1.380	0.376	2.132	1.388	0.405	2.198
	Case 5	1.277	0.360	2.037	1.274	0.378	2.030	1.293	0.403	2.099
50	Case 1	1.516	0.518	2.552	1.512	0.515	2.542	1.526	0.529	2.584
	Case 3	1.357	0.393	2.143	1.349	0.386	2.121	1.375	0.417	2.209
	Case 5	1.331	0.356	2.043	1.325	0.349	2.023	1.336	0.358	2.052

(a) GIL

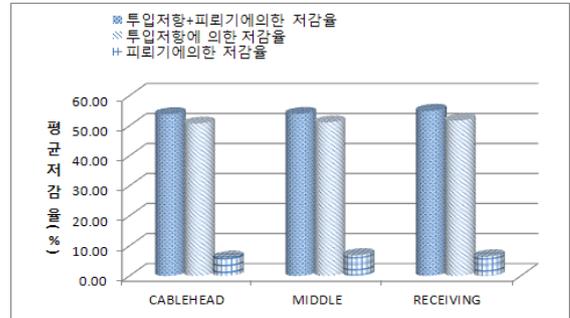
고장저항/ CASE	측정위치									
	Cable head			Middle			Receiving			
	평균 (M) [PU]	표준 편차 (σ) [PU]	확산 (M+2σ) [PU]	평균 (M) [PU]	표준 편차 (σ) [PU]	확산 (M+2σ) [PU]	평균 (M) [PU]	표준 편차 (σ) [PU]	확산 (M+2σ) [PU]	
10	Case 1	1.982	0.712	3.406	1.982	0.713	3.408	2.014	0.732	3.478
	Case 3	1.787	0.515	2.817	1.791	0.516	2.823	1.782	0.519	2.83
	Case 5	1.612	0.484	2.58	1.622	0.52	2.682	1.624	0.532	2.688
30	Case 1	1.976	0.684	3.344	1.972	0.685	3.342	1.984	0.685	3.354
	Case 3	1.794	0.517	2.828	1.795	0.513	2.821	1.796	0.516	2.828
	Case 5	1.778	0.435	2.646	1.779	0.435	2.649	1.804	0.435	2.674
50	Case 1	1.982	0.683	3.346	1.982	0.686	3.354	1.984	0.684	3.372
	Case 3	1.799	0.511	2.821	1.811	0.512	2.835	1.812	0.512	2.836
	Case 5	1.884	0.437	2.758	1.912	0.476	2.664	1.962	0.521	3.004

(b) XLPE cable

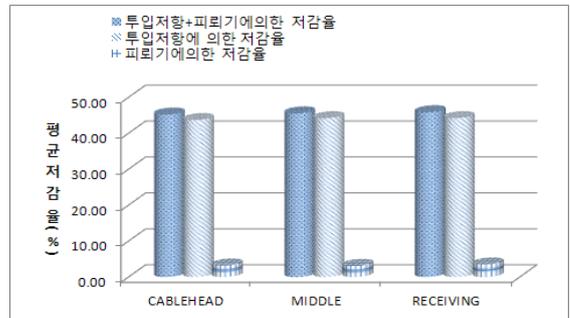
또한 XLPE cable의 경우 표 4(b)에서처럼 고장점 저항이 10Ω일 경우에는 2.58~3.478[P.U]를 보였고, 30Ω과 50Ω일 경우에는 최대 3.372[P.U]를 보였다. 이 경우에 345kV 개폐과전압은 절연설계 목표치를 초과하는 것으로 나타났으며, 개폐과전압을 저감하기 위해서는 차단기에 투입저항을 적용해야 할 것으로 사료된다. 이 결과를 피뢰기 설치시의 결과와 비교하여 분석한 피뢰기 설치에 다른 개폐과전압 저감율을 보면, 고장점 저항이 10Ω일 경우, 22.6%의 저감율을 보였고, 30Ω일 경우에는 50.48%, 50Ω에서는 52.2%를 보였다. 그러나 이 경우는 투입저항을 적용할 때보다 저감율이 약 1.2%

정도 밖에 안된다.

그림 9는 투입저항+피뢰기, 투입저항, 피뢰기에 따른 경우에 재폐로시 과전압 저감율을 비교하여 나타난 것이다. 그림 9(a)에서처럼 GIL의 경우에는 피뢰기에 의한 총 평균저감율은 6.49%인 반면, 투입저항에 의한 총 평균저감율은 51.18%, 투입저항+피뢰기에 의한 총 평균저감율은 54.24%로 대부분의 개폐과전압은 투입저항에 의해 저감됨을 알 수 있다.



(a) GIL



(b) XLPE cable

그림 9 투입저항, 피뢰기에 따른 개폐과전압 평균저감율 비교

Fig. 9 Comparison of average reduction rate of reclosing overvoltage according to pre-insertion resistance and arrester

그림 9(b)에서처럼 XLPE cable의 경우에는 피뢰기에 의한 총 평균저감율은 5.29%인 반면, 투입저항에 의한 총 평균저감율은 44.06%, 투입저항+피뢰기에 의한 총 평균저감율은 45.47%로 이 경우에도 대부분의 개폐과전압은 투입저항에 의해 저감됨을 알 수 있다.

또한 개폐과전압 평균저감율도 재폐로시 평균저감율과 마찬가지로 대부분 투입저항에 의해 저감되었다.

GIL 및 XLPE cable을 동일한 조건에서 해석한 결과 개폐과전압 및 재폐로시 과전압은 345kV 혼합송전선로에 차단기 투입저항이 설치 되어있으면 평균 50%정도의 개폐과전압을 저감할 수 있어 절연설계의 목표치인 2.5[P.U] 미치지 못한다.

3. 결론

본 논문에서는 연속적으로 투입위상을 변화하여 확률적인 과전압을 계산하는 통계적인 해석방법을 이용해 345kV 혼합송전계통(GIL 과 XLPE Cable)에서 차단기 투입시 도체에

발생하는 개폐과전압을 비교 및 분석하였다. 본 논문에서 다양한 조건을 가지고 분석한 내용은 다음과 같다.

1) 345kV 혼합송전선로에서 선로구간 길이 및 고장저항의 고장조건에 따라 ‘가공+지중’ 총 40개의 CASE를 검토하였으며, 투입저항은 실제 계통에 적용하고 있는 520Ω을 고려하였다.

2) 차단기 투입시 GIL 또는 XLPE cable로 구성된 혼합송전계통에서 도체에 발생하는 개폐과전압은 모두 개방된 부하단으로 갈수록 증가하였다.

3) 피뢰기와 520Ω의 투입저항 적용시 개폐과전압은 두 혼합송전선로에서 최대 43~50%의 저감율을 보였다. 또한 절연설계 목표치인 2.5[P.U]에 훨씬 미치지 못하는 1.3[P.U] 이하를 유지하였고 절연 설계 목표치에 많은 여유를 보였다.

4) GIL 및 XLPE cable 두 경우 모두 대부분의 개폐과전압은 투입저항에 의해 저감됨을 알 수 있다. 따라서 GIL과 XLPE cable 모두 투입저항이 필요하다.

따라서, 345kV 혼합송전선로에서 XLPE Cable×2B의 구간에서 필요에 따라 XLPE Cable 선로를 GIL로 대체하여 사용할 때 345kV 절연설계 목표치를 유지하기 위해 투입저항이 필요할 것으로 사료된다. 또한 345kV 계통에서 상-대지간의 경우 2.5[P.U]로 규정하고 있으며, 검토된 개폐과전압 및 재폐로시 과전압은 투입저항 및 피뢰기를 적용할 경우 두 경우 모두 이를 만족하고 있는 것으로 나타났다. 따라서 GIL이 적용된 345kV 혼합송전선로에서 재폐로를 적용시 차단기 투입저항이 있는 경우에 한해서는 적용할 수 있을 것으로 사료된다.

한편, 345kV 혼합송전선로에서 지중구간에 XLPE cable 대신 GIL을 적용하려면 이와 아울러 다양한 전기적 특성은 물론 경제성 등을 폭넓게 검토해 적용해야 할 것으로 사료된다.

감사의 글

이 논문은 2011학년도 원광대학교의 교비지원에 의해서 수행 됨.

참 고 문 헌

- [1] CIGRE Brochure 218, "Gas Insulated Transmission Lines", 2002
- [2] 한국전력공사, "가스절연송전선로(GIL) 시스템", 2002. 2
- [3] 한국전력공사, "초고압 대용량송전선로(GIL) 설계통적용을 위한 연구", 1차년도 연구진도보고서, 2008
- [4] 정시환, 김철수, "GIL에 관한 신기술 동향 및 특징", 2006. 11
- [5] 정재균, 박홍석, "가스절연송전선로의 서지특성 분석에 관한 연구", 2009 대한전기학회, 2009. 07
- [6] SINTEF "ATPDraw Users' Manual 3.5, 5", 2007
- [7] Canadian/American EMTP user group, "ATP Rule book", 1998
- [8] 한국전력공사. "345kV 및 154kV급 Gapless피뢰기 정격규격 및 기준 정립", 2002. 2

- [9] Chae-Kyun Jung, "Effects of Reclosing for Insulation Coordination in 345kV combined Transmission Lines", KIEE, 2010. 3
- [10] 한국전력공사, "변전 설계기준-2511, 교류차단기 선정 기준"
- [11] 한국전력공사, "송전 설계기준-1031, 직접 접지 방식 송변전 설비 절연협조 기준"

저 자 소 개



장 화 윤 (張 華 倫)

1983년 3월 3일생. 2010년 원광대 공대 전자공학과 졸업. 2010년~현재 동 대학원 전기공학과 석사과정

Tel : (063)850-6735

E-mail : eternal83s@naver.com



이 중 범 (李 鍾 範)

1955년 7월 12일생. 1981년 한양대 전기공학과 졸업. 1983년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1986년 동대학원 전기공학과 졸업(공학). 1987~1990년 한국전기연구원 지중송전연구실 실장. 현재, 원광대 공대 전기정보통신공학부 교수

Tel : (063)850-6735

E-mail : ipower@wonkwang.ac.kr



김 용 갑 (金 鎔 甲)

1962년 12월 15일생. 1988년 아주대 공대 전자공학과(학사). 1993년 미국 앨라버머주립대(석사). 2000년 미국 노스캐롤라이나주립대(공학). 현재, 원광대 공대 전기정보통신공학부 교수

Tel : (063)850-6695

E-mail : ykim@wonkwang.ac.kr



장 태 인 (張 太 因)

1968년 12월 5일생. 1990년 한양대 전기공학과 졸업(학사). 1994년 한양대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1994년~1996년 삼성SDS 근무. 1996년~현재 한국전력공사 전력연구원 송배전연구소 선임연구원

Tel : (042)865-5892

Fax : (042)865-5808

E-mail : angeljti@kepcoco.kr