

765kV 계통의 절연설계

김정부*, 심응보**, 이용한***

(*한전기술연구원 765kV 송전기술연구팀장

**한전기술연구원 765kV 송전기술연구팀 부장대리

***한국전기연구소 송변전연구팀 선임연구원)

1. 서 론

최고설계전압 800kV 송전선로의 운전현황을 보면 1965년 캐나다가 735kV를 1969년 미국의 AEP사가 765kV를 최초로 상업운전하기 시작하여 소련, 브라질, 베네주엘라, 남아프리카공화국, 폴란드, 헝가리등에서 운전되고 있으며 인도도 765kV 송전선로를 건설중에 있다. 이보다 높은 전압계급으로는 소련이 1985년에 1150kV를 가압하였고 일본은 자체적으로 1000kV를 연구하여 송전선을 건설중에 있고 일부 구간은 완공 되었으며 2000년초에 1000kV로 운전할 예정으로 있다.

이와 같이 765kV급 송전은 오랜 건설, 운전경험을 가지고 있으나 지지물의 형태가 수평배열 1회선으로서 국토가 협소하고 산이 많은 우리 나라 실정에 맞지 않아 경과지 확보난을 완화하고 국토를 효율적으로 이용하기 위하여는 이미 765kV 계통을 운전중인 나라에서는 유례가 없는 수직배열 2회선 송전선을 채택하지 않을 수 없게 되었다.(그림 1 참조)

따라서, 우리고유의 모델 송전철탑을 개발하기 위해서는 765kV 예상계통의 발생과전압에 대한 해석은 물론 공기절연거리 실증시험이 필요하며 이를 위하여 디지털과전압해석 수단인 EMTP(전자계과도현상해석 프로그램)해석은 물론 아나로그형 계통과도전압분석기(TNA: Transient Network Analyzer)의 도입과 공기절연거리 실증시험을 위한 옥

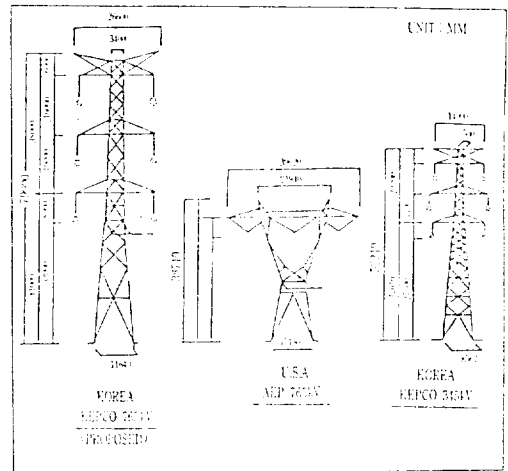


그림 1. 전압별 송전철탑의 높이비교

외충격전압발생장치(Impulse Voltage Generator), 환경장해대책설계를 위한 전기환경실증시험이 추진되고 있다.

송전선의 설계는 절연설계, 하중설계, 전선설계, 지지물설계로 대별할 수 있으며 그 중에서 절연설계에서 고려하여야 할 사항은 단시간과전압에 대한 설계, 개폐써지에 대한 설계, 뇌써지에 대한 설계로 나누어진다.

EHV, UHV 계통에서는 개폐써지가 커져서 지지물의 크기를 정하는데 지배적이므로 저항투입방식의 채용, 산화아연피뢰기의 사용등에 의해 개폐과전압을 최대한 낮게 할 필요가 있다.

2. 단시간과전압에 대한 설계

단시간과전압에 대한 설계는 오손등급을 고려하여 애자의 연면거리를 정하는 것이며 단시간과전압이란 상용주파영역에서 지속시간이 긴 과전압의 총칭으로 상용주파 일시과전압(Power Frequency Temporary Overvoltage)이라고도 하며 주로 전력계통의 고장에 의해서 발생한다. 전력계통의 과전압은 대부분 일선지락고장(single line-to-ground fault)으로 지락사고 발생순간 건전상에 과도적인 써지가 발생하나 급속히 감소하여 상용주파의 수 사이클 이내에 소멸된다. 그후 정상적인 상용주파수의 과전압이 발생하여 고장이 제거되기까지 지속된다. 이 일시과전압은 그 크기는 작지만 써지와 과전압에 비해 오랜 시간 지속되어 상용주파에 대한 절연설계의 중요한 요소가 된다.(그림 2 참조)

과전압의 크기는 일반적으로 그 절대치[kV]로 표시하지 않고 정격전압에 대한 비(pu : per unit)로 나타내며 1선지락시 일시과전압의 배수는 유효 접지계에서 일반적으로 1.4[pu]이하, 비접지계에서는 2[pu]이하이다. EMTP해석에 의한 765kV 예상계통의 상용주파 일시과전압배수는 1.2[PU]이하로 검토 되었으며 일본의 500kV 계통에서는 1.3[PU]이하, 1000kV 설계시에는 1.2[PU]를 적용하였다.

EMTP의 해석시는 고장상(故障相)의 영향, 선로 충전용량 보상도의 영향, 345kV 등가계통의 영향, 발전기 운전 용량의 영향, 선로 운전 회선수의 영향, 고장 임피던스의 영향, 변압기 중성점 접지저항의 영향등에 대하여 검토하였다.

2.1 내오손설계(耐汚損設計)

송전선로의 애자갯수는 기계적 설계에 의해 애자

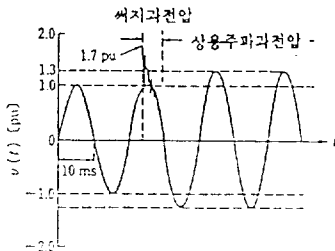


그림 2. 1선지락시의 과전압파형

의 종류가 정해진 후 상정한 오손조건에서의 소요 애자의 내전압특성과 일시과전압(일선지락시 건전상의 전위상승)에 의해 정해진다. 즉, 절연설계내전압을 해당 오손등급에서의 소요애자 1개당의 내압치로 나누면 된다. 765kV 계통에서 상용주파에 대한 절연설계내전압 V는

$$V = 765 \times 1.05 / \sqrt{3} \times 2.2 = 555[\text{kV}] \quad (1)$$

이 되며 청정지역에서의 애자 1개당 내압치가 19.5[kV/개]이면 현수에자련당 29개의 애자가 필요하게 된다. 오손구분 0.06 mg/cm² 지역에서는 동일한 애자가 44개 필요하게 되나 내부애자를 사용하면 34가 소요되어 애자련길이를 줄일 수 있다.

오손지구에서의 애자특성은 오손지구에 필요한 절연의 기준을 명문화하기 위하여 수많은 연구가 이루어졌다. 애자의 오손특성을 연구하기 위하여는 자연오손을 실험실규모에서 모의하기 위한 무중실(霧中室 : Fog Chamber)설비와 실험을 위한 경험자가 필요하며 많은 인력과 비용을 필요로 한다.

자연폭로시험(自然暴露試驗)을 실험실 규모에서 실험하는 것에는 인공오손에 의하여 만족할 수 없는 제한이 있음은 명백하나 여러 가지 애자의 시험법중 정인무중법(定印霧中法)이 자연폭로애자의 오손특성을 비교적 잘 모의할 수 있다. 인공오손시험과 자연폭로시험에서 애자 1개당 내전압과 염분부착밀도와의 관계를 나타낸 것을 설계기준곡선이라 한다.(그림 3 참조)

애자의 오손설계를 위하여는 애자가 설치될 지점

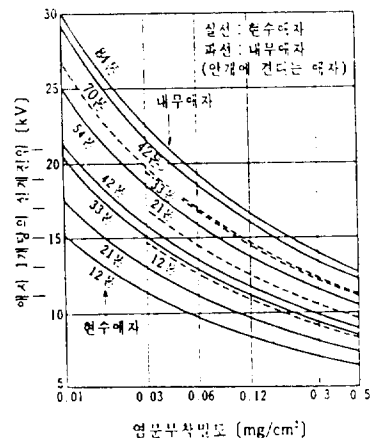


그림 3. 애자의 설계기준곡선

표 1. 오손설계에 의한 애자개수에

오손구분		소요 애자 개수						
		0.01 mg/cm ²	0.03 mg/cm ²	0.0625 mg/cm ²	0.125 mg/cm ²	0.25 mg/cm ²	0.5 mg/cm ²	
일반 애자	300 kN	195 [mm]	29 (19.5)	37 (15.0)	44 (12.9)	51 (11.2)	58 (9.6)	66 (8.5)
	400 kN	205 [mm]	27 (20.5)	36 (15.8)	41 (13.6)	48 (11.8)	55 (10.1)	63 (9.0)
	530 kN	240 [mm]	24 (24.0)	30 (18.5)	35 (15.9)	41 (13.8)	48 (11.8)	53 (10.5)
내무 이자	300 kN	195 [mm]	-	29 (19.5)	34 (16.8)	39 (14.6)	45 (12.5)	50 (11.1)
	400 kN	205 [mm]	-	29 (19.8)	33 (17.0)	38 (14.7)	45 (12.6)	50 (11.2)
설계 조건		계통 최고 전압 : 800[kV](선간) 일선지락 일시과전압 배수 : 1.2 [p.u.] 필요내전압(설계내전압) : 555[kV]=1.2x800/3						

주) ()는 애자 1개당 설계내전압임.

의 오손지역구분에 따른 상정염분부착밀도(想定鹽分付着密度)에 대한 내전압특성을 사용하게 되는데 동일지역에 설치되는 애자의 경우에도 애자의 종류에 따라 오손정도(염분부착밀도)가 달라진다. 250mm 표준애자에 대한 부착밀도를 1.0으로 보았을 때 애자가 커질수록 부착율이 0.7 - 0.8배로 떨어진다.

일본의 전력회사들은 기존의 전력계통 설계시에는 이 부착율에 따른 저감계수를 고려하여 설계하였으나 최근의 500kV 계통이나 1000kV 계통에 적용시는 이러한 염분부착밀도에 따른 저감계수를 고려하지 않고 설계 여유분으로 하여 송전선의 상용주와 절연에 대한 신뢰도를 더욱 높이는 추세에 있다.

우리도 765kV 계통의 중요성을 감안하여 염분부착율에 따른 저감계수를 무시하고 설계여유로 하여 신뢰도를 높이는 방안을 검토중이다.

오손지역의 구분 및 오손정도를 구분하는 염분부착밀도의 수치 및 명칭등은 각 나라별로 전력회사별로 다르므로 일본 전력중앙연구소의 추천치와 일본의 NGK애자를 기준으로 하여 표 1과 같이 애자 종류별 오손구분에 따른 설계내압과 애자개수를 예시하였다.

2.2 오손구분

오손등급을 구분하는 기준은 IEEE, CIGRE에서

발표된 오손구분 및 설계기준곡선과 일본에서 조사한 기준이 약간의 차이가 있으며 오손지역에 대한 명칭도 통일되어 있지 않으므로 여기서는 일본의 조사결과를 기준으로 하였다.

(1)경오손지구(輕汚損地區):

등가염분부착밀도(ESDD: Equivalent Salt Deposit Density)가 0.03mg/cm²이하가 되는 지역을 말한다. 열취급 공장과 공존하는 집이 적은 개소 또는 공장이 없는 개소이며 비의 영향을 자주 받으나 공장과 집이 밀집하지 않는 지역이며, 농촌지역, 산간지역으로서 해안으로부터 10-20km에 위치하며 어떤 경우에도 해풍에 노출되어서는 안된다.

(2)중오손지구(中汚損地區):

등가염분부착밀도(ESDD)가 0.03 - 0.06 mg/cm² 되는 지역이며 특별히 오손매연을 발생치 않은 공장지역 또는 열취급 공장과 상존하는 보통정도의 밀집된 집이 있는 지역이며 해안으로부터 조금 떨어진 곳으로 해풍에 노출된 지역(2-3km 지역)을 말한다.

(3)중오손지구(重汚損地區):

등가염분부착밀도(ESDD)가 0.06 - 0.12 mg/cm² 되는 지역이며 오손물질을 발산하는 열취급 공장이 밀집한 대도시 변두리 또는 공장지대가 밀집한 지역 또는 바다에 가까운 지역 또는 상대적으로 강한 해풍에 노출된 지역을 말한다.

(4)초중오손지구(超重汚損地區):

등가염분부착밀도(ESDD)가 0.12 - 0.25 mg/cm² 되는 지역이며 일반적으로 도전성분진의 영향을 받도록 적당히 퍼져 있는 지역 및 특별히 도전성 물질을 배출하는 공장매연지역 또는 해풍에 매우 근접하여 강한 해풍에 노출된 지역을 말한다.

3. 내개폐써지설계

송전선의 개폐써지에 대한 설계에서는 먼저 계통에 발생하는 개폐써지의 크기나 파형을 해석, 예측하여 그것에 견딜 수 있도록 기상조건이나 표고를 고려하고 공기절연의 섬락특성에 의거하여 소요공

기절연거리(Strike Distance : 전선 또는 요크로부터 철탑주재 또는 crossarm까지의 거리)와 애사길이를 정한다.

3.1 개폐써지의 해석

계통에서 발생하는 개폐써지의 종류로는 선로지락고장시 나타나는 지락써지(fault initiation), 선로의 투입 및 재투입시에 나타나는 재투입써지(energization & reclosing), 지락고장을 차단시에 나타나는 고장차단써지(fault clearing)등이 있는데 이 중에서 가장 높은 과전압이 개폐써지에 대한 절연설계를 지배하게 된다. 이러한 개폐과전압을 해석하는 수단으로서는 아나로그 시뮬레이터인 TNA와 디지털해석 프로그램인 EMTP가 널리 이용되고 있다. 765kV 모델계통에 대한 해석결과는 차단써지가 가장 높게 나타났는데 이는 선로의 공장이 짧아 재투입과전압이 상대적으로 낮기 때문이며, 그 크기는 1선지락고장을 3상차단시에 병행선로에 1.9[pu]이하의 최대과전압이 나타났다.(그림 4 참조)

(1) 지락써지

송전선로에 지락고장이 발생하면, 계전기가 이를 감지하고 차단기에 의해 고장구간이 자동적으로 계통으로부터 분리된다. 이때 고장구간이 분리되기 전에 발생하는 고장초기부분의 과도현상을 지락과전압이라 하며 인위적인 억제가 불가능하다. 765 kV 모델계통에 대하여 EMTP를 이용 지락위치 및

지락상의 영향, 지락시 지락위상의 영향, 지락저항값의 영향등을 검토한 결과 최대 1.77[pu] 이하로 나타났다.

(2) 투입 및 재투입써지

차단기의 투입 또는 재투입시에 발생하는 과전압은 개폐과전압중 가장 높은 값을 가지므로 저항부 차단기, 고성능 피뢰기 및 분로리액터등에 의해 발생과전압을 최대한 억제하는 방법이 사용되고 있다. 차단기의 재투입시에는 선로에 갇혀있던 충전전하에 의해 일반적으로 투입시에 비해 더 높은 과전압이 발생하게 된다.

저항투입방식은 가장 효과적으로 과전압을 억제할 수 있는 방법으로서 765kV 모델 계통에 대한 검토에서 저항투입은 1단투입을 대상으로 저항접점과 주접점간의 투입시간차는 6-14mS 대해 검토하였으며 주접점의 투입시점분포를 목표시점에서 1mS의 표준편차의 정규분포를 갖도록 하였다.

해석결과 투입저항의 최적치는 300[Ω], 투입시간차는 12-14mS에서 최적으로 나타났으며 900 [Ω]이하의 투입저항을 사용하면 상-대지간의 과전압을 1.8[pu]이하로 억제할 수 있음을 확인 하였다.(그림 5 참조)

(3) 차단써지

송전선로에 지락고장이 발생하여, 계전기가 이를 감지하고 차단기에 의해 고장구간이 자동으로 계통으로부터 분리되는데, 고장전류를 차단할 때 발생

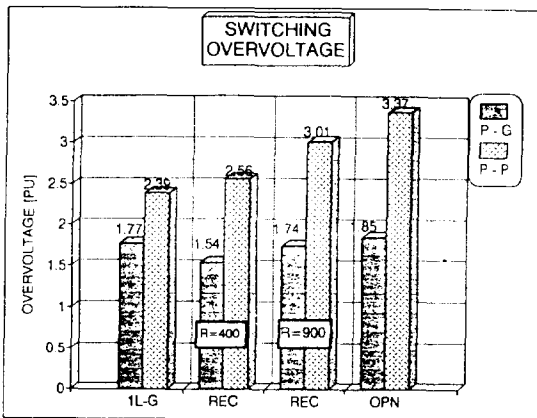


그림 4. 발생원인별 최대 개폐과전압

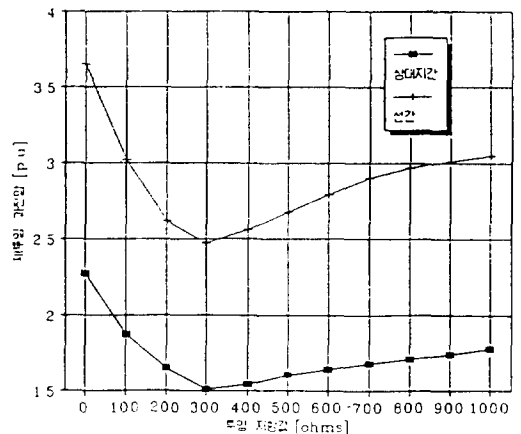


그림 5. 투입저항값에 따른 최대 재투입 과전압

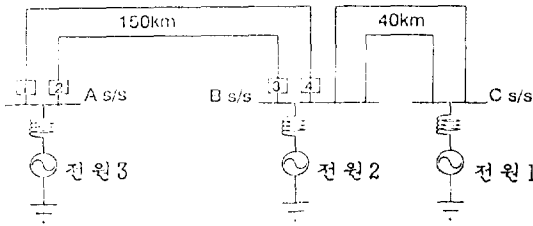


그림 6. 차단써지 해석용 모델계통

하는 과전압은 345kV 이하의 계통에서는 재투입써지에 비해 그 크기가 상대적으로 작기 때문에 고려하지 않아도 되나, 765kV 이상의 계통에서는 투입저항, 차단저항, 피뢰기등 과전압 억제기기의 적극적인 도입으로 재투입써지에 의한 과전압 목표치를 낮게 두기 때문에 차단써지가 개폐써지에 대한 절연을 지배할 수도 있다.

차단써지의 해석은 지락상(地絡相), 지락위치, 지락종류, 선로충전용량의 보상도, 발전기의 운전용량의 영향등에 대하여 EMTP의 주파수의존 송전선모델인 SEMLYEN모델과 JMARTI모델을 이용하여 검토 하였다.(그림 6 참조)

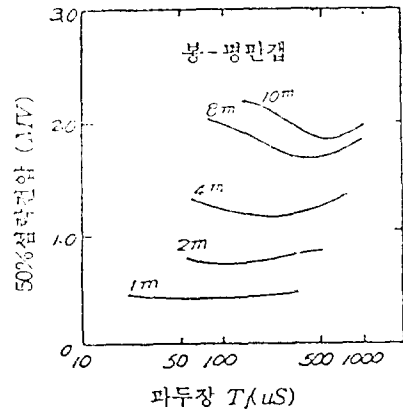
해석결과는 B변전소 송전선 인출점에서의 1선지락고장상을 3상 차단시에 병행선로의 중앙점 부근에 최대 1.9[pu] 이하의 과전압이 발생하였다.

765kV 모델 계통에서는 개폐써지중 차단써지가 가장 높게 나타났으며 차단써지는 차단저항의 사용에 의해 억제될 수는 있으나 지락써지가 1.77[pu]로 차단써지와 차이가 적어 그 억제폭이 적으므로 차단저항의 채용은 고려하지 않았다.

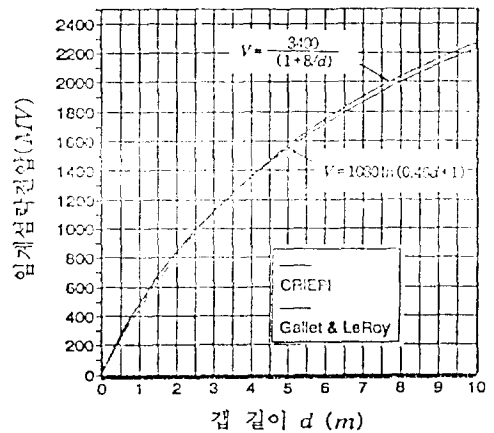
3.2 개폐써지의 섬락특성

(1) 개폐임펄스의 기본특성

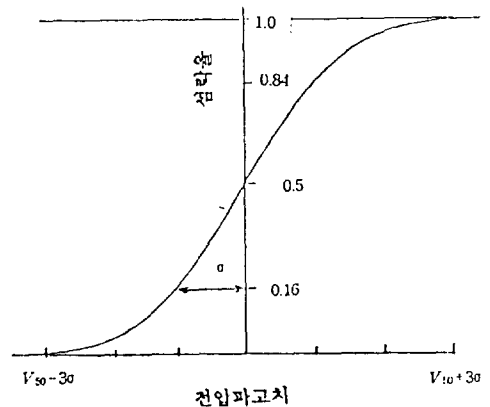
개폐써지의 섬락특성에는 U특성, 포화특성 및 σ 특성이라 불리는 특이한 성질이 있다. U특성은 섬락전압이 파두장에 의해 U형이 되는 특성을 말하며 U특성의 최저값을 임계섬락전압, 그때의 파두장을 임계파두장이라 한다. 포화특성이란 그림 7에 나타낸 바와 같이 임계섬락전압이 갭길이에 비례하여 증가하지 않고 그 증가율이 감소하는 현상을 말한다. σ 특성이란 섬락비율의 변동폭이 큰 것을 말한다. 섬락율이란 전전압 인가횟수에 대해 섬락이 발생한 횟수의 비를 말한다. 개폐임펄스의 경우 섬



(a) U특성



(b) 포화특성



(c) σ 특성

그림 7. 개폐임펄스의 기본특성

락율과 인가전압의 파고치와의 관계는 누적정규분포로 표시된다. 이때의 섬락율의 변동을 나타내는 표준편차(σ 로 나타냄)는 뇌 임펄스의 경우 1~2%인데 비해 개폐임펄스에서는 4~5%의 값으로 매우 크다.

(2) 대지 및 상간 섬락특성

송전선을 구성하는 각종 공기갭의 임계섬락전압 V_{cro} 은 봉-평판 임계섬락전압 V_{cro} 를 근거로 다음 식으로 주어진다

$$V_{cro} = k \cdot \frac{3400}{1 + 8/d} \quad (2)$$

$$V_{cro} = k \cdot 1080 \ln(0.46d + 1) \quad (3)$$

최근 일본의 UHV 송전선의 절연설계에서 상간 개폐써지의 절연이 문제가 되어 그 특성이 연구되었다. 상간 클리어런스의 섬락특성은 전극형상과 임펄스파형의 영향을 받는외에 각상에 가해지는 正波(정파)와 負波(부파)의 비율이나 兩波(양파)의 시간차에 따라서도 좌우되는 것이 확인되었다.

(3) 소요절연간격의 계산

소요절연간격(클리어런스)은 계통에서 발생하는 개폐써지의 최대값에 대하여 표고, 기상조건의 보정과 내전압치로부터 환산을 해서 소요 50% 섬락전압을 구하고 대상으로 하는 클리어런스 섬락특성에서 산출된다. 소요 50% 섬락전압은 다음식으로 주어진다.

$$V_{50} = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \cdot U_m \cdot n \cdot K_1 \cdot K_2 \quad [kV] \quad (4)$$

여기서 U_m : 계통최고전압=800[kV]

n : 개폐과전압배수[P.U]=1.9

K_1 : 기상보정계수=1.07(해발 1000m이하)

K_2 : 내전압계수 = $1 / (1 - 3 * 0.05)$

개폐써지에 대한 절연설계의 기본절차는 선로절연에 가해지는 개폐과전압(Stress)이 허용되는 개폐섬락사고율(SSFOR: Switching Surge Flashover rate)이 되도록 절연의 크기를 정하는 것이다. 이러한 방법에는 결정론적인 방법과 확률론적인 방법이 있는데 여기서는 결정론적인 방법을 취하였으며 결정론적인 방법이란 최대개폐과전압의

크기를 최소절연강도(Withstand Strength)의 값과 같게 두는 것이다.

765kV 계통의 개폐과전압배수를 1.9[pu], 표준편차를 5%로 보면 V_{50} 은 1562[kV]가 되고 식(3)을 이용하여 소요 공기절연거리를 구하면 현수형철탑에서 도체-탑체간의 최소절연거리는 4810[mm]가 되고($k=1.24$ 일때), 횡진을 고려한 도체-상단암간의 최소절연거리는 5620[mm]($k=1.19$ 일때)이 된다. 여기서 k 계수는 봉-평판의 임계섬락전압을 기준으로 한 계수로서 지지물의 형상에 따라 달라지므로 옥외충격전압발생장치(屋外衝擊電壓發生裝置: Impulse Generator)를 이용한 실험이 필요하나 여기서는 우리와 철탑의 형태가 유사한 일본 UHV의 실험결과를 이용 하였다.

송전선의 최종 절연설계는 오손설계와 개폐써지설계에 의한 애자련수를 상호 비교하여 송전선로가 통과하는 당해지역별 오손도를 고려하여 결정된다.

예를 들면 청정지역에서 현수형철탑의 오손설계는 300kN에서 29개가 소요되나 도체의 횡진을 고려한 도체-상단암간의 개폐써지설계에 의해 동일한 애자 30개가 필요하게 된다.(최대 개폐써지배수 1.9일때)

4. 내뢰설계

낙뢰에 의한 송전선의 고장을 완전하게 막는 것은 곤란하므로 내뢰설계에서는 송전선이 통과하는 지역의 뇌격빈도와 뇌격전류의 분포를 상정하여 뇌사고율을 계산하고 그 값이 허용수준 이하로 되도록 절연의 크기를 정하는 외에 가공지선의 수, 위치 및 탑각접지저항을 정하는 것이다.

통상 송전선은 가공지선에 의해 차폐되어 도체와의 직격뢰를 방지토록 하고 있으며 뇌차폐에 대해서는 여러 가지 이론이 제안되어 왔지만 현재는 뇌격의 리더가 가공지선, 전력선중 어느 것에 방전하는가를 뇌격전류의 크기와 관련시켜서 차폐범위를 구하는 A-W이론(Armstrong과 Whitehead에 의해 제안됨)이 주류가 되어 있다.

가공지선의 차폐효과를 나타내는 지표로서 차폐각 α (그림 8참조)가 쓰이는데 765kV송전선은 가공지선을 2조로 하고 차폐각을 -5° 로 검토하였다. 일본의 경우는 동계외지역 및 낙뢰가 심한 지역에 가

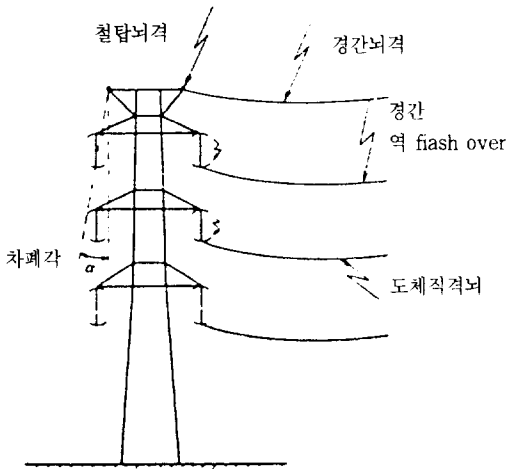
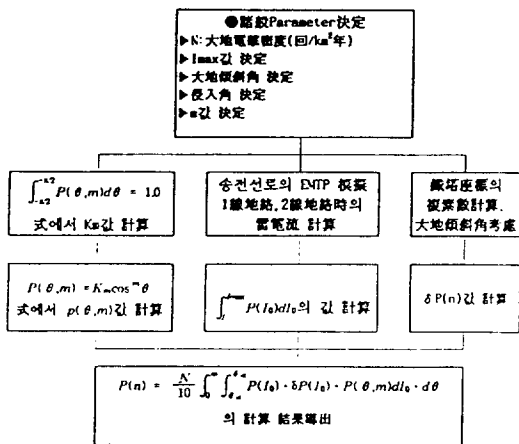


그림 8. 송전선의 차폐와 역섬락

공지선을 3조화 하는 방안이 검토되고 있다.

뇌사고율을 예측계산하는 대표적인 방법에는 Hileman의 방법과 일본에서 UHV 연구시 개발된 CRIEPI의 방법이 제안되어 있는데 CRIEPI의 방법이 가공지선과 상도체의 상대적 위치를 기본으로 하여 뇌격의 침입각분포와 대지경사도 고려하여 계산할 수 있으므로 이를 자체적으로 프로그램화하여 765kV 송전선의 뇌사고율을 예측계산 하였다.

4.1 예측계산 Flow



[假定條件]

- 送電線에의 雷擊은 A-W理論을 따름.
- 大地電擊電流의 크기 I_0 (kA)는 다음의 確率分布임

$$P(I_0) = 0.0475e^{-I_0/20} + 0.001e^{-I_0/50}$$

$$\left(\int_0^\infty P(I_0)dI_0 = 1.0\right)$$

c. 雷放電의 電線吸入範圍(雷擊距離) γ_{ss} (m)는

$$\gamma_{ss} = 6.72 I_0^{0.8} \quad (I_0 : \text{kA})$$

d. 電擊侵入角度 θ 의 分布는 다음의 確率密度函數 $P(\theta, m)$ 에 따른다.

$$p(\theta, m) = K \cos^m \theta, \quad \left(\int_{-\pi/2}^{+\pi/2} P(\theta, m) d\theta = 1.0\right)$$

표 2. 뇌사고율 예측계산결과(건/100km, 년/2회선)

대지 경사각	접지저항	10 [Ω]	15 [Ω]	20 [Ω]	30 [Ω]	40 [Ω]	50 [Ω]
0°	1선지락	0.16	0.19	0.23	0.29	0.37	0.46
	2선지락	-	-	-	0.06	0.09	0.12
	계	0.16	0.19	0.23	0.35	0.46	0.58
30°	1선지락	0.29	0.35	0.41	0.53	0.66	0.82
	2선지락	-	-	-	0.12	0.18	0.22
	계	0.29	0.35	0.41	0.65	0.84	1.04

4.2 뇌사고율 예측계산결과

송전선에 역섬락을 발생시키는 뇌격전류의 크기는 EMTP를 이용하여 현수형 모델철탑을 기준으로 철탑을 4단분할 모의하고, 송전선은 8상으로 모의 하였으며, 아킹혼 V-t 특성을 TACS로 모의하여 구하였다. 이 뇌격전류가 발생하는 누적빈도곡선을 뇌사고율 예측프로그램에 적용하여 대지경사각별, 탑각접지저항별 뇌사고율을 예측계산하여 표 2에 정리 하였다.

765kV 송전선의 가공지선을 2조로 하고 차폐각을 -5°로 설계할 경우 뇌사고율은 대지경사각 0°, 탑각접지저항이 15[Ω]일때 0.19(건/100km, 년)이 된다.

5. 맺는 말

이상의 765kV 송전계통의 절연설계 대하여 정리하면

-애자의 내오손설계는 상용주파 일시과전압배수 1.2[pu]를 적용하여 설계하면 청정지역에서 현수형

철탑에는 300kN에자 29개(개폐써지설계에 의해 도체-상단암간은 30개 필요함)가 소요되며 청정지역 이외의 지역에서는 오손설계가 지배적으로 된다.

-재투입과전압은 900[Ω] 이하의 투입저항과 피뢰기의 채용에 의해 1.8[pu] 이하로 억제되며

-개폐써지중 차단과전압이 가장 높아서 1선지락과 장을 3상차단시 1.9[pu]가 되며 도체-탑체간의 최소절연거리는 4810mm가 된다.

본고에서는 주로 계통절연이 받는 스트레스의 해석방법과 그 결과에 대하여 기술하고 절연강도에 대한 부분은 외국의 실험결과를 이용하였으나 우리나라에서도 공기절연에 대한 실증시험을 지지물 발주 이전에 완료하여 우리고유의 철탑모델에 대한 절연 신뢰도를 확인할 계획으로 연구를 추진중에 있다.

분리리액터는 개폐과전압의 억제 목적으로는 중요하지 않은 것으로 검토되었으나 환경장해대책설계측면에서 전압을 공칭전압으로 유지하여야 하므로 계통구성의 초기단계와 경부하시에는 분리리액터가 필요하며 나아가서 765kV 계통의 부하가 증가하게 되면 콘덴서의 투입이 필요하게 되므로 정지형 무효선력보상기(SVC : Static Var Compensator)의 적용 등에 대한 검토도 필요할 것으로 본다.

계통보호방식과 관련하여 검토중인 고속도접지스위치(HSGS : High Speed Ground Switch), 다상재폐로방식등의 적용여부가 결정되면 개폐써지에 대한 추가 검토가 필요하나 이러한 방식의 채용은 일반적으로 과전압을 저하시킬 것으로 예상된다.

내뢰설계는 가공지선을 2조로 하고 차폐각을 -5°로 설계할 경우 대지경사각 30°, 탑각접지저항이 15[Ω]일때 0.35(회/100km, 년/2회선)이 된다. 내뢰설계에 대해서는 많은 가정조건이 들어 있으므로 설계시에 고려되는 제반요소 즉 뇌격전류의 크기, 파형, 극성, 반도등 우리나라 고유의 통계조사 필요하며 철탑설계에 영향을 주는 착빙설에 대한 후속연구도 추가로 수행 되어야 하겠다.

참 고 문 헌

- [1] 이장승, 김지영, 김정부, 구분록 "Insulation Coordination 800-kV Transmission Line" 1980. pp 3-30

- [2] 한국전력공사 "765kV 계통 절연협조 연구(중간 보고서)" 1994.3 pp8-55, pp 85-139
- [3] 絶縁部會報告書, "UHV送電系統の絶縁"昭和57年, 電力中央研究所, pp 1-29
- [4] 電力中央研究所報告,總合報告:T02 "187k-1, 100kVの交流送電線の電氣的設計ハンドブック",昭和61年,第2章 pp 20-26,第3章 pp 15-32
- [5] 기초전력공학공동연구소, "초고압송전기술의 현황과 미래", 1993, pp 1.22, pp 3.10-3.42
- [6] 大韓電氣技師協會, "電氣工學大辭典-上卷" 1993年, 13編 pp 48-59



김정부(金正夫)

1943년 11월 14일생. 1971년 서울대 전기공학과 졸업. 서울대 대학원 전기공학과(석·박사)졸업. 현재 한전 기술연구원 765kV 송전기술연구팀 팀장, 수석연구원. 관심분야: 전력계통 과도현상해석 및 절연협조



심응보(沈應輔)

1959년 12월 23일생. 1982년 한양대 전기공학과 졸업. 현재 한전 기술연구원 765kV 송전기술연구팀 선임연구원. 관심분야: 전력계통 과도현상해석 및 절연협조



이용한(李龍漢)

1962년 1월 16일생. 1987년 서울대 전기공학과 졸업. 현재 한국전기연구소 선임연구원. 관심분야: 전력계통 과도현상해석 및 절연협조