

충남 서.남부지역 송전설비의 고장 분석 및 대책

*남궁 도, *민병욱, *박창우, **한상욱
*한국전력공사, **충남대학교

The analysis and countermeasure for the transmission fault to be occurred in the west and south of chung-nam province

*D.Nam-Kung, *B.W.MIN, *C.W.Park, **S.O.Han,
*KEPCO, **Chung-Nam.Uvi

Abstract - 1995년도에서 2002년도까지 8년간 충남 서,남부 지역에서 발생한 송전설비 고장 데이터를 수집하여 전압별 및 고장 원인별로 분류하여 분석한 결과 낙뢰에 의한 고장이 54.9%로 제일 많았고, 돌풍에 의한 고장과 외물접촉, 산불에 의한 고장 순이었으며, 이는 우리 전력계통에서 일어난 과년도 송전고장과 비슷한 양상을 보였다.

또한, 본고에서는 이 지역의 송전고장을 원인별로 분류하여 분석한 결과를 바탕으로 송전고장을 줄일 수 있는 방안을 검토하여 보았다.

인한 송전선하지의 건축 및 도로건설 등 인위적 선로사고의 위험성이 항상 잠재하고 있는 계통이다.

2.2 송전설비 현황

이 지역의 2002년 12월 31일 현재 송전설비 현황은 표 1과 같이 345kV급 5개 T/L, 154kV급 12개 T/L과 1240개의 철탑이 설치되어 있으며, 이는 전체 대비 지지물은 3.2%이며, 증장은 3.1%을 차지하고 있다. 또한 선로 구성은 345kV는 ACSR 480x4B, 154kV는 ACSR 410x2B로 되어 있다.

1. 서 론

최근 전력회사에서는 국민 수준의 향상과 산업화, 정보화 시대에 부응하는 고객 만족의 고품질 전력을 공급하기 위해 정격 주파수, 정격전압, 무정전의 전력공급 등 양질의 전기에너지 공급에 부단한 노력을 하고 있다. 이렇게 고객에게 최상의 서비스로 고품질의 전력을 공급하기 위해 송, 변전 설비를 운영하는 전력현장에서는 무고장, 무재해로 설비를 운용하여야만 하지만 여러 가지 요인에 의해 설비고장이 발생되고 있다. 이를 발생 요인별로 크게 나누면 자연적 요인과 인위적 요인으로 대별할 수 있으며, 자연적 요인으로서는 낙뢰, 풍우, 태풍 등에 의한 천재지변의 고장이 있으며, 산불, 외물 접촉, 작업자 과실, 시공 및 제작 불량 등에 의해 발생하는 고장 즉 인위적 요인에 의한 고장을 들 수 있다. 이들 고장 중 인위적 요인에 의한 고장은 요인을 사전에 제거하여 고장을 줄일 수 있으며, 자연적인 요인에 의해 발생하는 고장도 사전 고장예방활동으로 어느 정도까지는 사고와 고장을 감소시킬 수 있다.

따라서, 본고에서는 1995년도에서 2002년도까지 8년간 충남 서,남부 지역에서 발생한 송전설비 고장 데이터를 수집하여 전압별, 고장원인별로 분류하여 분석하여 보았으며, 또한 우리 전력계통의 2002년도 송전설비에서 발생한 고장과 비교 검토하여 보았다. 그리고 이들 결과를 바탕으로 송전고장을 줄일 수 있는 방안을 검토하여 보고자 한다.

표 1. 송전설비 현황

전압별	T/L수	지지물(기)	공장(km)	전선종별
345kV	5	515	181.1	ACSR 480x4B
154kV	12	725	235.9	ACSR 410x2B
계	17	1240	417	

3. 송전설비 고장현황 및 분석

3.1 송전설비 고장현황

최근 95년부터 02년까지 이 지역에서 발생한 송전설비의 총 고장건수는 82건으로 정리하여 보면 표 2와, 3과 같다 송전설비 고장은 표 2와, 3에서 보는 바와 같이 총 82건 중 전압별로 살펴보면 345kV급은 17건으로 20.3%, 154kV급은 65건으로 79.3%로 154kV급 고장이 대부분 이었으며, 고장을 원인별로 분류하면 낙뢰고장이 45건으로 54.9%를 차지하였으며, 돌풍에 의한 상간 단락고장은 15건으로 18.3%, 중장비, 조류접촉 및 비닐접촉 등 외물접촉이 8건으로 9.8%, 산불에 의한 고장은 5건으로 6.1%. 기타의 타사고 파급고장, 폭설 및 원인불명 등 순으로 나타났으며, 고장유형별로는 낙뢰에 의한 고장은 애자섬락 및 아킹흔 섬락이 그 외의 고장에서는 상간단락 및 1선 지락의 고장유형을 보였다.

2. 충남 서, 남부 전력설비 특성 및 송전설비 현황

2.1 전력설비 특성

우리나라 전력계통 중 충남 서, 남부 지역의 계통은 영광원자력과 보령화력, 서천화력의 발전단을 계통과 연계시켜 수도권 및 경인지역으로 전력공급을 하고 있으며, 송전설비의 60%가 산악과 서해안 지역을 통과하여 낙뢰, 염해 등 자연재해에 대한 위험성과 서해안 개발로

표 2. 전압별 고장 현황

년도	95	96	97	98	99	00	01	02	계
345kV	5	4	2	-	1	-	2	3	17
154kV	5	5	10	11	6	5	13	10	65
소 계	10	9	12	11	7	5	15	13	82

표 3. 원인별 고장현황

원인 \ 년도	95	96	97	98	99	00	01	02	계
낙뢰	9	4	2	8	6	1	10	5	45
돌풍	-	1	8	1	-	-	3	2	15
외물 접촉	-	1	1	2	1	1	-	2	8
산불	-	-	-	-	-	1	-	4	5
기타	1	3	1	-	-	2	2	-	9
계	10	9	12	11	7	5	15	13	82

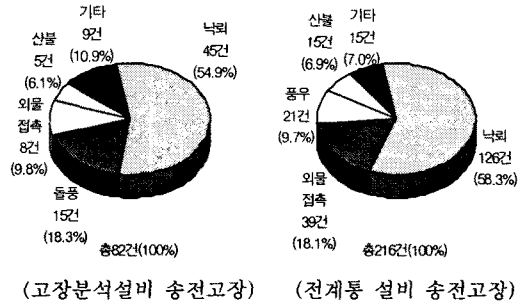


그림 2. 원인별 송전고장

또한, 우리 전 계통 송전설비의 2002년도 전체고장은 표 4에서 보는바와 같이 216건(전체고장 246건수 중 765kV 1건과 66kV 29건 제외)이 발생하였으며, 전압별 고장은 345kV 고장은 39건으로 18.1%, 154kV 고장은 177건으로 81.9%를 차지하였으며, 원인별로 분류하면 낙뢰고장은 126건으로 58.3%, 외물접촉 고장은 39건으로 18.1%, 풍우는 21건으로 9.7%, 산불에 의한 고장은 15건으로 6.9%, 그밖에 빙설해 및 기타 순으로 발생하였다.

그림 1과 2를 통하여 이지역의 송전고장과 전계통의 송전고장 발생률을 비교하여 보면 전압별 고장은 거의 같은 양상을 보였으며, 원인별 고장은 낙뢰고장이 제일 많은 전설비의 고장과 같지만, 돌풍에 의한 고장이 많이 발생하여 외물접촉이 많이 발생한 전계통 송전고장과 조금 다르게 나타난 것 외엔 거의 같은 양상을 보였으며, 돌풍에 의한 상간단락고장은 전선진동에 의한 고장이 일어날 확률이 높은 선로가 존재함을 암시하여 준다.

표 4. 전국 송전설비 전압 및 원인별 고장현황(2002년)

원인 \ 전압	낙뢰	외물 접촉	풍우	산불	빙설해	기타	합계
345 kV	22	3	5	7	-	2	39 (18.1%)
154 kV	104	36	16	8	6	7	177 (81.9%)
계	126 (58.3)	39 (18.1)	21 (9.7)	15 (6.9)	6 (2.8)	9 (4.2)	216 (100%)

() 점유율 %임

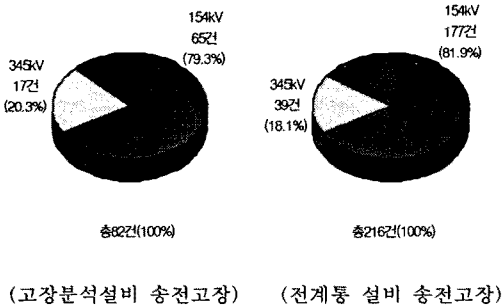


그림 1. 전압별 송전고장

3.2 송전설비 고장 분석 및 대책

3.2.1 낙뢰에 의한 고장

① 고장분석

낙뢰에 의한 고장은 총 45건 중 345kV선로에서 8건과 154kV선로에서 37건이 발생하여 그림 6에서 볼 수 있듯이 연간 IKL(년간 뇌우일수)이 24~26으로 뇌빈도가 비교적 높은 지역인 서천, 홍성, 공주, 신봉지역을 통과하는 154kV선로에서 대부분 발생하였다. 계절적 영향은 한랭전선이 잘 형성되는 7월과 8월에 26건으로 여름부터 가을에 38건이 발생하였으며, 2002년에는 1월에 2건이 발생하여 서해안 지역도 동계뢰가 있음을 알 수 있었다. 고장발생 철탑의 지형은 산에서 42건, 평지 및 논에서 3건이 발생하여 뇌운이 주로산야를 통과할 때 송전설비에 방전하였음을 알 수 있으며, 또한 고장 후 접지저항의 측정결과는 총 건수 중 규정치를 넘는 곳은 4곳 외엔 대부분 규정치 이내였으며, 논에서도 2건이 발생되어 직격뢰의 영향과 뇌격전류가 큼을 추측할 수 있다.

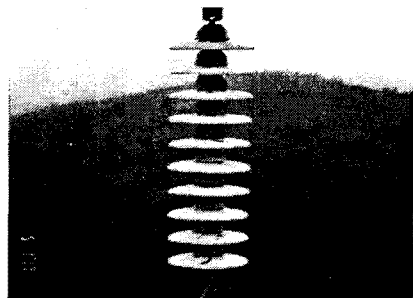


그림 3. 낙뢰에 의한 애자식락 고장 예(1)

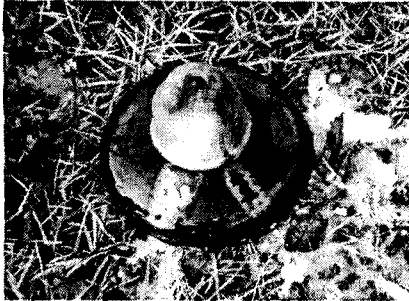


그림 4. 낙뢰에 의한 애자섬락고장 예(2)

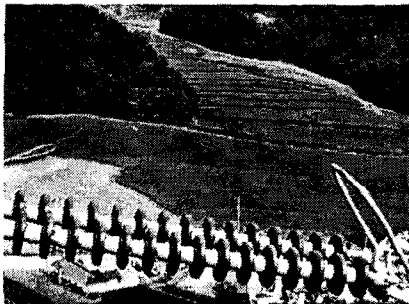


그림 5. 낙뢰에 의한 아킹흔 섬락 예(3)

② 대책

그림 3,4에서 보는바와 같이 낙뢰에 의해 애자가 섬락하면 절연이 파괴되기 때문에 애자를 교체하여야 하며, 아킹흔 섬락은 섬락부분을 온분 도색을 하여야 한다. 표 5와 같이 낙뢰고장으로 아킹흔이 설치되지 않은 철탑에서 8년간 679개의 애자가 섬락되어 교체하는데 순수한 애자비용만 23,765천원이 소요되었다. 그러나, 고장순시 및 애자교체 인건비 등을 감안한다면 그 비용은 대단히 많을 것으로 생각된다.

표 5. 고장시 애자손실액 단위 : 천원

년도	95	96	97	98	99	00	01	02	계
섬락 애자	61	54	40	122	95	32	206	69	679
애자비	2135	1890	1400	4270	3325	1120	7210	2415	23765

낙뢰로 인한 고장은 자연적 요인이 큰 고장으로 100% 방지하는데는 어려움이 있지만 사전에 예방노력을 기울인다면 어느 정도는 감소시킬 수 있다고 본다.

그러나, 전 송전설비를 너로부터 완전히 차폐시킨다면 낙뢰에 대한 고장을 완전히 방지할 수 있겠지만 경제적인 면도 고려하여야 하기 때문에 이점을 고려하여 내뢰설계와 방지대책을 세워야 할 것으로 사료된다. 따라서 원래 내뢰설계는 송전철탑의 뇌사고을 목표값을 154kV는 1.0건/100km.년으로 345kV는 2.0건/100km.년을 목표로 설계한다. 따라서 고장관련 데이터를 기초로 낙뢰가 많이 발생하는 선로를 대상으로 아킹흔 설치 및 애자를 증설하는 방법과 탐각 접지저항을 낮추기 위한 침상접지봉

을 설치하는 방법을 강구하고 효과적으로 관리해 나가야 할 것이다. 또한, 낙뢰피해 우려개소에 송전선로용 피뢰기 설치를 고려하는 것도 바람직할 것으로 생각된다.

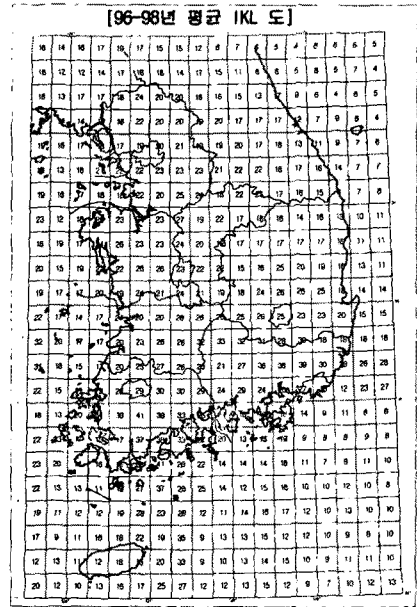


그림 6. 96~98년 IKL 도

3.2.2 돌풍에 의한 상간단락 고장

① 고장분석

돌풍에 의한 전선진동 및 점핑에 의해 발생한 고장은 345kV 1건의 점퍼선 지락고장(그림 9) 외에 14건 모두 비인반도를 통과하는 154kV 4회선 구간선로에서 발생하였으며, 계절 및 기후적으로는 11월에서 1월 중 겨울에 눈과 바람이 있는 기후조건에서 13건이 발생하였다. 이는 비인반도의 해면(그림 7)에서 불어오는 바람에 의해 2도체선로를 통과 한 후 발생하는 후류에 의한 양력이 발생하여 전선이 상하좌우로 진동함으로써 그림 8과 같이 상간이 단락되는 현상이 발생한 것으로 추정된다.

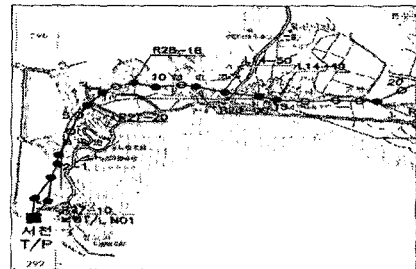


그림 7. 고장선로 경과지형도

② 대책

이 지역에서 돌풍에 의해 발생하는 상간단락에 대한

대책으로는 댐퍼기능이 있는 스페샤 설치 및 장경간의 스페샤 댐퍼 추가설치, 전선의 이도측정 및 조정 등을 강구하여야 하며, 이들 고장의 우려개소에 건설되는 신규선로에서는 상기 검토 외에 장경간보다는 단경간으로 건설하는 방법도 강구하여야 할 것으로 사료된다.

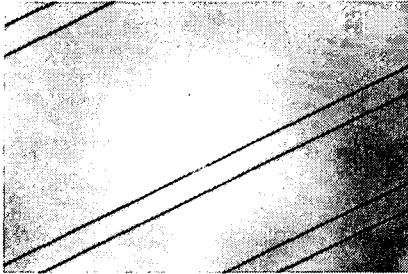


그림 8. 돌풍에 의한 상간섭락흔적

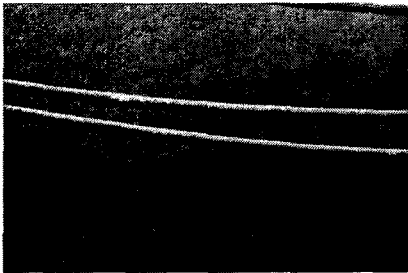


그림 9. 돌풍에 의한 점퍼선 섬락 흔적

3.2.3 외물접촉에 의한 고장

① 고장분석 및 대책

외물접촉에 의한 고장은 중장비 접촉, 조류 및 비닐 등에 의한 접촉(그림 10 참조)고장으로 비닐 및 조류접촉은 봄철의 건조기 및 조류의 산란기에 주로 발생하였다. 이에 대한 대책으로는 순시 점검 및 안전제동 활동 강화와 주민신고체제를 구축하여 설비 이상 및 징후 시 조기에 요인을 제거하여 고장을 예방하여야 한다.

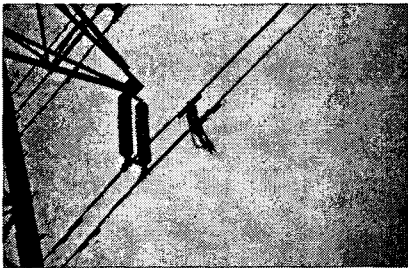


그림 10. 외물접촉(비닐)에 의한 고장

3.2.4 산불에 의한 고장

① 고장분석

송전선로에 근접하여 화재가 발생하면 송전선로와 수목, 대지 또는 상간에서 섬락현상이 발생된다. 근래에 산림이 우거짐에 따라 산불이 발생하여 선로고장으로 이어지는 경우가 종종 발생되고 있다. 이 지역에서는 총 5건이 건조기인 4월에 모두 발생하였고, 모두 상간단락에 의한 고장이었으며, 고장지역 선하지의 수목은 대부분 불꽃화염이 잘 형성되는 침엽수인 소나무가 주종을 이루었다.



그림 11. 송전설비 주변 산불장면

② 대책

이에 대한 대책으로는 산불을 고려하여 건설시 송전선로의 지상고를 검토하는 방법과 선로를 운영하면서 선하지의 수목벌채 시 불꽃화염이 적게 발생하는 수목인 유실수로 수종계량을 유도하고 지원해 주는 방법을 강구하여야 할 것이다.

4. 결 론

충남 서,남부 지역의 송전고장 원인을 분석한 결과 낙뢰에 의한 고장이 제일 많이 발생되었다. 이는 IKL(년 간뇌우일수)이 높은 지역을 통과하는 선로에서 대부분 발생되어 이 지역의 뇌 빈도와 무관하지 않음을 알 수 있었으며, 다음 순으로 지역특성상 돌풍이 발생하는 반도 통과선로에서 상간단락현상이 많이 발생되어 전계통 설비의 외물접촉 송전고장 발생과는 대조를 보인 것 외에 전계통 송전고장과 거의 같은 양상을 보였다.

또한, 이들 고장에 대한 대책으로는 각 원인별 요인을 제거하여 고장을 방지하는 것도 중요하지만 경제적인 면을 고려하여 효율적으로 대책을 세워 피해를 감소시켜 나가야 할 것으로 사료된다. 끝

[참 고 문 헌]

- [1] 한국전력공사, 송변전처, “'96~02 송전설비 고장분석 및 대책”, 1997~2003. 3
- [2] 우정욱, 심용보 외3, “송전선로 고장과 LPATS 낙뢰자료 DB와의 비교분석에 관한 연구” 대한전기학회 '99 하계학술대회, 1999. 7
- [3] 남궁 도 외 “송전선로 주변의 산불로 인한 전력선 섬락현상과 산불피해 감소방안” 대한 전기재료학회 03 춘계학술대회 2003. 05
- [4] 한국전력공사, “송변전 분야 설계기준”
- [5] 남궁 도, “충남 서,남부지역 '95~'02 송전고장 데이터”