

조류에 의한 가공송전선로의 고장분석 및 예방대책 고찰

정시환, 강철원, 김완식
한국전력공사 신울산전력소

The Study for Analysis and Prevention Measure of Overhead Transmission Line Fault with Birds

Jung, Si-Hwan Kang, Cheul-Won Kim, Wan-Sik
Sinulsan Power Transmission Branch Office

Abstract - Recently, major power outages are increased, because of transmission line fault by birds. Therefore, after finding out the problem of the current prevention measure for the super high voltage transmission Line in Korea and analyzing the protection measure of other foreign power companies for the transmission facilities fault by birds, this paper describes an effective device for power line fault protection by birds which has no legal problem and also protects birds.

The described prevention measure of power outage by birds in this paper, has a special feature that is able to be installed on the current overhead transmission facilities without a replacement or change.

1. 서 론

가공송전선로의 조류에 의한 예방대책은 새로운 과제로 부각되어 여러종류의 대책에 대한 검토가 진행되고 있으나 지금까지도 효과적인 대책이 확립되지 않은 상태에 있다.

최근 우리나라 가공송전선로에서 조류에 의한 고장이 2000년부터 2005년도까지 총 32건으로 년 평균 5.3건이 발생하였으며 그 발생형태도 낙뢰와 달리 불규칙적으로 발생하기 때문에 고장예방이 어려운 실정이다.

그리고, 고장순시를 시행하여도 섬락의 원인이 되는 조류가 날아가 버리거나 조류등지 부산물 등이 바람에 날려 고장의 흔적을 찾기가 극히 어렵기 때문에 어떤 상황에서 고장에 이르게 되었는지 분석이 어려운 실정이다.

또한, 최근 자연환경에 대한 관심이 고조되어 까마귀 등 야생조류에 대한 포획도 곤란하여 가공송전설비 고장 예방에 많은 어려움을 겪고 있다.

본 논문에서는 이런 조류로 인한 송전선로 고장을 예방하기 위하여 조류의 생태를 분석하고 외국사례를 수집하여 효과적인 조류고장 예방대책을 강구한 결과를 기술한다.

2. 본 론

2.1 조류에 의한 고장분석

조류로 인한 154kV 이상 가공송전선로의 고장은 과년도 고장발생현황에서 보듯이 년도별로 약간의 차이는 있지만 매년 지속적으로 발생하고 있다.

[표 1 : 조류에 의한 송전선로 고장발생 건수]

년도	'00	'01	'02	'03	'04	'05	계	평균
건수	1	6	2	11	4	8	32	5.3

최근 6년간 발생한 고장을 아래와 같이 시간대별, 발생장소별 그리고 원인별로 분석하였다.

2.1.1 발생 시간대

조류로 인한 송전선로 고장발생 시간대는 조류가 등지에서 먹이를 찾아 활동을 시작하는 새벽 및 아침시간에 26건(점유율 81%)이 발생하였는데 이는 조류가 아침 첫 배설시 가장 큰 양을 배설하여 이로 인해 애자의 절연성능이 저하되어 애자가 Flash Over을 일으키는 고장이 26건 중 19건(점유율 73%)으로 대부분을 차지하고 있다. 그리고, 아침시간 외 기타 시간대에서는 6건이 발생하였다.

2.1.2 발생장소

가공송전선로의 고장장소는 첩탑의 애자와 아킵혼부근에서 발생하며 위치는 첩탑 상단암이 대부분을 차지하며 중단과 하단에서도 가끔 발생한다. 애자런의 형태는 현수애자런과 내장애자장치의 접퍼에서 주로 일어난다.

2.1.3 원인분석

조류고장의 대부분은 조류배설물에 의한 것으로 전체 고장의 65.6%(21건)를 점유하고 있다. 이는 남아공 전력회사인 ESCOM의 실험결과 독수리의 배설물은 약 50-60cc로 AC 230kV의 송전첩탑과 전선간 도체역할을 한다고 한다. 그리고 2001년도 울산지역에서 발생한 애자 섬락은 조류배설물이 원인이었다. 따라서, 조류배설물을 분석한 결과 조류배설물에는 도전성 원소인 칼륨의 포함비율이 높은 것으로 나타났다.

[표 2 : 조류배설물 성분분석]

ELEMENT	K Ratio	Weight %	Atomic %	비 고
C(염소)	0.0603	6.027	9.865	알카리 금속
O(산소)	0.5793	57.929	71.177	비금속 원소
Mg(마그네슘)	0.0095	0.946	0.765	알카리 금속
Al(알루미늄)	0.0064	0.644	0.469	금속원소
Si(규소)	0.0273	2.729	1.910	비금속 원소
Co(코발트)	0.0422	4.224	2.342	중금속
K(칼륨)	0.2339	23.395	11.761	알카리금속
Ca(칼슘)	0.0192	1.918	0.941	알카리 금속
Fe(철)	0.0219	2.188	0.770	금속원소
Total	1	100	100	

그리고, 조류의 직접접촉 및 조류등지의 전선접촉 고장도 11건으로 34.4%를 점유하고 있다.

[고장사진]



조류분비물로 인한 애자절연 파괴



조류집족으로 인한 애자절연 파괴

2.1.4 해외 전력회사 사례
 남아프리카 공화국의 전력회사인 ESCOM사의 송전선로 고장분석 자료에 의하면 조류에 의한 고장이 전체고장의 38%를 차지하고 있으며 그 중 대부분은 거대조류의 긴 배설물이 전선과 철탑을 연결하는 도체 역할을 함으로써 심각한 고장이 발생하였다.



[그림 1 : 조류 배설 장면]

2.2 조류생태 분석

2.2.1 조류의 감각

새의 감각은 시각중심인데 그들이 감지하고 있는 세계는 개나 소가 감지하고 있는 세계보다 훨씬 이해하기 쉽다.

2.2.1.1 시각

대략적으로 말해서 새의 시각은 사람과 동등하거나 조금 우수하다고 생각되어진다. 사람은 적, 청, 녹의 원색을 감지하지만 대부분의 새는 근자외선(혹은 자외선)까지 포함한 범위의 4개 원색을 포착하고 있다. 물건을 세밀하게 보는 능력은 망막상에 있는 감각세포의 수에 의해 결정되는데 새는 방향각각 세포밀도는 높지만 작은 새의 눈은 작아서 분해능력은 사람보다 열세이다.

2.2.1.2 청각

새는 음을 모으는 부분(개나 토끼의 소위 귀에 있는 부분)을 가지고 있지 않다. 내부구조도 포유류 보다 단순한데 음에는 이외로 둔하다. 사람보다 조금 열세다. 사람에게 들리지 않는 2만Hz 이상의 음을 초음파라고 하는데 새는 초음파를 듣지 못한다.

2.2.1.3 미각

미각을 감지하는 세포의 수는 수천개로 사람의 약 1만개 보다 훨씬 적다

2.2.1.4 후각

일반적으로 사람과 같거나 대체로 예민하지 않으며 포유류처럼 같은 종끼리 커뮤니케이션을 사용하는 것도 없다.

2.2.2 조류생태에 대한 이해

조류에 의한 송전선로 고장예방을 위해서는 조류의 생태에 대한 올바른 이해가 필요하다. 아래 표3는 우리가 잘못 알고 있는 상식과 정확한 내용을 비교하였다.

[표 3 : 조류생태 이해]

우리가 잘못 알고있는 상식	조류의 정확한 이해
본능적으로 싫어하는 자극을 사용하면 익숙해지지 않음	새는 현명하여 가짜 물건은 얼마까지 알아 간파함.
새는 사람보다 청력 및 시력이 좋음	보통의 새는 시각도 청각도 거의 사람과 같음
새는 싫어하는 색이 있음	본능적으로 싫어하는 색은 없음
새는 자력으로 방위를 결정하고 있음	자력외에 시각이나 태양 콘파스도 사용하고 있음
새는 자기구역이 있어 자유롭게 타 구역을 비행하지 못함	농업피해를 주는 새의 대부분은 넓은 범위를 비행 먹이가 많은 장소에 모임
피해예방 설치물로 피해가 감소하는 유효한 방책이 있음	피상한 것도 일시적으로 시간이 흐르면 돌아옴

2.3 조류피해 위험현황

신울산전력소 관내 조류피해 위험현황을 조사한 결과에 의하면 울산광역시 태화강 주변에는 대나숲이 조성되어 있어 시베리아 철새인 까마귀가 늦가을에 찾아내려와 익년도 봄까지 서식하고 있다. 까마귀 분포규모는 울산 보건환경연구원에서 추산하기로 약 6만마리가 서식하는 것으로 보고 있으며 울산 조류학회에서는 까마귀 포획은 곤란하고 퇴치방안도 없다고 한다.

이 지역을 경과하는 송전선로는 아래의 표 4와 같이 154kV 2개T/L이 있다.

[표 4 : 울산 태화강 횡단 송전선로]

선로명	구간	건설년도	비고
154kV 옥외T/L	No.4~7 (781m, 4기)	1977	주태가강횡단
154kV 북울산T/L	No.27-1~30 (776m, 4기)	1969	주태가강횡단

2.3.1 송전철탑

분포규모	기당 약 천마리	
피해내용	조류배설물로 인한 철탑 부식 및 주변환경 저해	
촬영	'06.01.25(수) 18:00경	

2.3.2 송전애자련

분포규모	상/중단 : 상당 약 10마리 하단 : 상당 약 5마리	
피해내용	조류분비물로 인한 애자절연내력 저하	
촬영	'06.01.25(수) 18:00경	

2.3.3 가공지선

분포규모	1M당 5마리	
피해내용	조류분비물 고착 및 하중 증가로 소선단선 우려	
촬영	'06.01.25(수) 18:00경	

2.4 조류에 의한 송전선로 고장예방대책

조류에 의한 고장예방대책은 조류가 송전선로에 착지하여도 고장이 발생하지 않도록 하는 것과 맹금류나 철새 등 보호종의 조류에 직접적인 피해를 주어 관련법에 위배되지 않도록 고려하였으며 기존 송전설비의 교체나 보강이 없이 적용이 가능하도록 하여 과다한 비용이 소요되지 않은 방향에서 대책을 강구하였다.

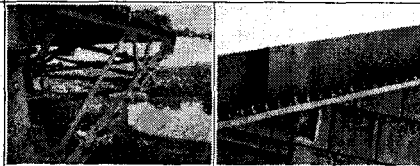
2.4.1 송전설비별 고장예방 대책

송전설비별로 고장발생 요인이 다르므로 송전예자에는 조류배설물로 인한 절연성능 저하가 되지 않도록 Bird Guards를 설치하고 첩탑에는 부식방지를 위해 조류가 착지하지 못하도록 조류기피제를 적용하였으며 가공지선에는 조류의 충돌과 착지를 방해하기 위하여 Bird Flight Diverter를 설치하는 대책이 있다.

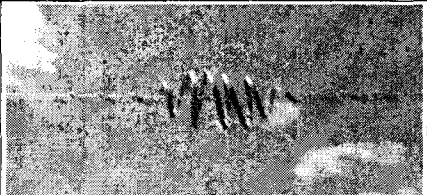
2.4.2.1 Bird Guards 설치

목적	송전예자 오염방지
설치모습	
장점	<ul style="list-style-type: none"> 0 특수제작된 합성고무로 KSC(전기), KS M(화학)규격 통과 0 절연강도가 150kV/cm로 현수예자의 1개의 성능과 비슷함 0 Tracking 현상이 없고 내부식성, 내화학성이 뛰어나
설치사례	<ul style="list-style-type: none"> 0 TVA, USA 0 Georgia Power, USA 0 Israel Electric Company, Israel 0 Florida Power and Light, USA
예상효과	<ul style="list-style-type: none"> 0 예자오염 방지로 예자 절연성능 유지 0 조류비행 시 첩탑과 전선간 섭락방지

2.4.2.2 조류기피제 설치

목적	송전첩탑 착지 방지
설치모습	 [첩탑 시공] [첩계첩 배오계교]
장점	<ul style="list-style-type: none"> 0 100% 천연물질로 조류의 오감에 작용 완벽함 퇴치 가능 0 내열성이 뛰어나고 첩치면이 부식없음 (수명 : 3-5년) 0 새가 죽을만한 농약이나 살충성분 없음
설치사례	<ul style="list-style-type: none"> 0 국내 : 부산국토관리청, 첩계첩 배오계교 0 일본 : 구주전력 송전첩탑 25기
예상효과	<ul style="list-style-type: none"> 0 송전첩탑 조류 서식 근복적 해결 0 조류배설물 및 접촉으로 인한 고장예방

2.4.2.3 Bird Flight Diverter 설치

목적	가공지선 착지 방지
설치모습	
장점	<ul style="list-style-type: none"> 0 특수 UV, PVC 재질로 현장시공이 간편 0 구조는 큰 장애물 또는 조류로 인식되도록 되어 있음
설치사례	<ul style="list-style-type: none"> 0 Virginia Electric Power Company 0 Florida Power and Light 0 Western United Electric 0 Cincinnati Gas and Electric 0 North Western energy
예상효과	<ul style="list-style-type: none"> 0 가공지선 조류착지 방해로 수직하중 경감 0 가공지선 충돌방지를 통한 조류 보호

3. 결 론

본 논문에서는 고장 피해규모가 막대한 조류로 인한 송전선로 고장의 효율적인 예방을 위하여 송전설비에 대한 3가지 고장예방대책에 대하여 기술하였다. 이는 설치효과에서 알 수 있듯이 조류보호와 송전선로 고장예방을 동시에 만족시킬수 있는 대책이다. 특히, Bird Flight Diverter의 경우 철새가 서식지를 찾아 집단으로 이동할 때 전선에 충돌하는 것을 예방하는 효과를 거둘 수도 있어 향후 송전선로 건설 시 환경단체의 조류보호 요구도 충족시킬 수 있을 것으로 판단된다.

또한, 본문에서 기술한 조류에 의한 송전선로 고장예방대책은 시설 송전설비의 교체나 변경없이 현 상태에 적용이 가능하므로 전력회사의 입장에서는 즉시 적용할 수 있는 장점을 가지고 있어 대형정전 발생을 예방하는데 크게 기여하게 될 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] 關西電力 綜合技術研究所 東孤義憲, "カラスの 生態調査と鳥類接近防止装置の開發", 1985
- [2] 九州電力 工務部 井洋一, "送電線路にわたける 鳥害対策", 1985
- [3] 東京電力 群馬支店 山本洋敬信, "架空送電線路の カラスによる 電氣事故の 實態と對策", 1985
- [4] tyco Electronics, "Solutions for bird problems on transmission and distribution systems", 2006. 7
- [5] Dulmison co., "The Effectiveness of Bird Flight Diverters", 1978. 12
- [6] Raychem co. Bob Glembocki, "Rigid Red Barrier Board Product Qualification", pp.1-10, 2001. 10