

이상기상에 의한 국내외 배전설비 재해 분석

김동명, 이남우, 권태호, 최선규
한국전력공사

Disaster of the distribution facilities in home and foreign based on the abnormal weather

Kim Dong-Myung, Lee Nam-Woo, Kwon, Tae-Ho, Choi Sun-Kyu
KEPCO

Abstract - We investigated the trouble and the influence by weather in the distribution facilities of the home and foreign and analyzed the damage of power system, in domestic and japan, which is related to the latest typhoon and damage from sea wind. The interruption of distribution system is occurred by abnormal weather is cause of the rainstorm, lightning within the country, a tree contact by strong wind in the US and an earthquake, typhoon, damage from sea wind in japan.

1. 서 론

근년 들어 전 세계적으로 각종 기상이변 현상이 빈발하고 있으며 이의 한 원인으로 지구온난화가 지목되고 있다. 산업화와 도시화의 가속화는 향후에도 계속 진행될 것으로 예상되는 바, 이로 인한 지구 규모의 기상 이변과 각종 국지적 기상재해가 이어질 것으로 보여 진다. 본 논문에서는 각국의 배전설비에서 자연현상에 의한 고장 점유율 및 원인을 조사하였고 이상기후에 의해 발생하는 피해 현상을 분석하였다. 국내의 경우 태풍에 의한 전주피해는 연약지반에 의한 연속도파가 주요인으로 조사되었다.

2. 본 론

2.1 재해고장의 정의

기상특보기준 중 주의보급 이상인 강풍, 호우, 폭설 등이 직접적인 원인으로 작용한 고장 또는 국가에서 특별 재해·재난지역으로 선포한 지역에서 발생한 고장으로써 재해가 직접적인 고장원인으로 작용한 경우를 말한다.

〈표 1〉 특보 발표기준(한국)

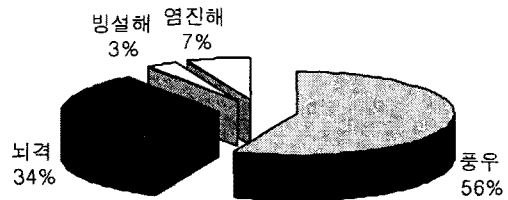
| 명칭 | 특보발표기준(주의보/경보) |
|----|---|
| 강풍 | 육상에서 평균풍속(14/21)m/s이상 또는 순간풍속(20/26)m/s이상이 예상될 때, 다만 산지의 경우 평균풍속(17/24)m/s이상 또는 최대순간풍속(25/30)m/s이상이 예상될 때 |
| 호우 | 12시간 강우량(80/150)mm이상 예상될 때 |
| 한파 | 10~4월에 아침 최저기온이 전일보다 (10/15)℃이상 하강하여 발효 기준값보다 낮을 것으로 예상될 때, 다만 발효 기준값은 아침 최저기온 평균값에서 1/2표준편차를 감한 값의 정수값 |
| 태풍 | 다단계 기준적용을 위한 연구용역을 별도 추진후 개정 |
| 황사 | 황사로 인해 1시간평균 미세먼지(PM10) 농도 (500/1000)μg/m ³ 이상이 2시간 이상 지속될 것으로 예상될 때 |
| 대설 | 24시간 신적설이 (5/20)cm이상 예상될 때, 다만 경보의 경우 산지는 30cm이상 예상될 때 |

2.2 국내 배전설비의 고장현황

최근 2003~2004년도에 발생한 배전설비 고장을 분석하였다.

2.2.1 원인별 고장분석

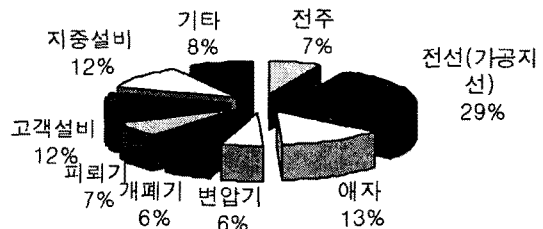
고장은 기자재, 일반인 과실, 외물접촉, 자연현상 순으로 많이 발생되고 있으며, 자연현상에 의한 피해는 주로 풍우, 뇌격, 염진해 등에 의해 발생하는 것으로 조사되었다.



〈그림 1〉 자연현상 고장점유율

2.2.2 설비별 고장분석

가공전선, 애자, 고객설비, 피뢰기 순으로 발생되고 있으며 애자, 피뢰기의 고장은 증가추세를 보이고 있다.



〈그림 2〉 설비별 고장현황

2.2.3 계절별 고장분석

주로 동절기에 고장이 많으며, 불량원인으로는 기자재 고장이 약 38%를 점유하고 있으며, 하절기를 제외한 봄철, 가을철에도 기자재에 의한 고장이 가장 높은 점유율을 유지하고 있다. 그러나 하절기에는 자연현상 24.1%, 기자재 불량 22.7% 순으로 조사되었으며, 계절별 고장의 특징은 다음과 같다.

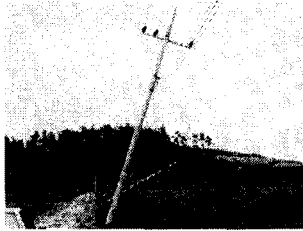
- 1~3월 : 기자재 제작불량 년 중 최대 발생, 외물접촉고장 증가 계절성 돌풍, 산불 및 황사에 의한 고장
- 4~6월 : 조류산란기로 조류고장 증가, 염진해 및 봄비에 의한 고장 증가, 건축 활성화 등 일반인 접촉고장, 폭우에 의한 지반유실 고장
- 7~9월 : 낙뢰, 풍수해 등 기상악화에 의한 고장, 냉방부하 증가로 인한 과부하, 태풍, 돌풍 등 기상이변에 의한 고장, 일반인과실 고장
- 10~12월 : 건조기 염진해 고장 발생, 기자재 자연열화, 폭설, 강풍 등 기상악화, 산불 및 화재에 의한 설비피해

2.3 각국의 재해고장 특징

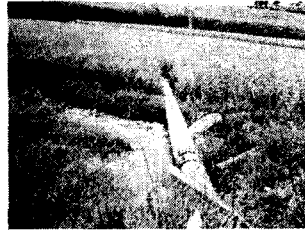
2.3.1 국내의 태풍에 의한 고장

우리나라는 여름과 초가을에 걸쳐 적도부근에서 발생한 태풍이 평균 3~4개정도 지나가는 경로에 위치한다. 해에 따라 한반도를 거치는 태풍의 강도가 지구 규모의 기후와 주변의 기압배치 등에 따라 달라지며 이에 따라 태풍으로 인한 피해도 달라진다. 이중 전력설비에 기록할 만한 피해를 가져 온 태풍으로 2002년의 "루사"와 2003년의 "매미"에 의한 피해의 특징은 순간최대풍속이 60m/s 이상으로 해안에서 12km~15km 지점까지 집중 피해가 발생하였고, 염해로 인한 정전이나 재발생하였다. 정전원인으로는 지역별로 차이가 있지만 주로

강풍에 의한 수목도파 및 각종 비산물에 의한 전선단선, 집중호우에 의한 지반유실 및 전주도파 등으로 분석되었다. 특히 전주전도의 경우 강풍 전 수 시간동안 호우로 인한 다량의 침투수가 흙을 지력약화시키고, 이어서 강풍이 지지물과 가설물에 지지력 이상의 힘을 가하여 항복 하중점을 넘어 지반이 파괴되고 전주가 도파된다. 2000년 프라피론, 2002년 루사, 2003년 매미 등의 주요 피해지역을 살펴보면 보통과 연질토질에서는 거의 발생하지 않으며, 서남해안 간척지서 집중적으로 피해가 일어났다.



〈그림 3〉 전주경사 사례



〈그림 4〉 전주도파 사례

2.3.2 국내의 염진해에 의한 고장

봄철의 경우 겨울가뭄으로 쌓인 염분과 비바람을 동반한 봄비가 고장에 영향을 미치며 최근에는 중국에서 날아온 황사, 공업 분진이 애자의 고장증가 요인으로 작용하고 있고, 하절기에는 태풍 내습시 동반한 염분이 해안지역의 배전설비에 부착되면서 오손 고장이 발생하는 것으로 조사되었다. 또한 봄철 해빙기에 발생 특징으로는 장기간 계속된 건조한 날씨로 애자 및 기기류 표면에 염분이 부착된 상태에서 농무(濃霧) 및 봄비로 인한 석랄현상이 애자 및 기기류의 절연과 파괴로 이어져 정전이 발생한 것으로 분석되었다. 주 고장설비로는 COS, 파괴기로 조사되었다.

2.3.3 일본의 재해고장 특징

일본은 지형, 지질, 기상 등의 자연조건 때문에 지진, 태풍, 호우, 화산 분화와 같은 다양한 자연재해의 위협을 받고 있다. 2004년 7월의 니가타, 후쿠시마 호우 및 후케이 호우, 2004년 9월의 태풍 16호와 18호 등에 의해 송배전설비에 피해가 발생한 것이 최근의 자연재해의 대표적 예로 기록되어 있다.

전력회사에서는 <표 2>에 나타난 각종 정보나 주의보를 계통운용이나 설비보전에 이용하고 있다.

〈표 2〉 전력회사가 이용하는 경보주의보 정보

| | |
|-----|--|
| 경보 | 폭풍, 폭풍설, 호우, 대설, 고조(수면의 높이), 파랑, 홍수, 해일 |
| 주의보 | 동설, 강풍, 호우, 대설, 농무(濃霧), 뇌, 건조, 착설, 서리, 융설(融雪), 고조, 파랑, 홍수, 저온, 해일, 광화학 스모그 |

태풍에 의한 전력설비의 염해피해를 살펴보면, 전력설비사고 전체로 본다면 높은 비율은 아니지만 한번 발생하면 광범위한 정전이 일어나고, 복구에 많은 시간과 노력 및 비용을 요하는 특징을 가지고 있다. 특히, 태풍 통과 후 수일 경과하여, 태풍에 의한 피해 복구 후 전력 수요도 평상으로 회복하였을 때, 가람비 또는 짙은 안개에 의해 갑자기 매우 광범위한 대정전이 발생하는 경우가 있다.

태풍에 의한 염해에는 태풍과 동시에 발생하는 "동시염해"와 태풍이 지나간 후에 발생하는 "후속염해"로 구분하고 있는데, 동시염해의 경우 ① 풍향, 풍속과 그 계속시간, ②강우강도와 계속시간이 주요 인자이다. 특히, 이들이 시간적·양적으로 같은 어떤 상태에서 오버랩되는 경우가 중요하며 이것들이 염해 발생의 유무, 규모 등을 크게 지배한다. 과거의 태풍에 의한 염해에서 일반적인 기상조건표 3에 제시하고 있다.

〈표 3〉 염해에 의한 전력설비 피해 기상조건

| 명 칭 | 기상 조건 |
|--------------|--|
| 풍 향 | 태평양 측정 지역에서는 SE-S-SE, 북구주를 시작으로 하여 일본해 측정지역에서는 W-NW-N 측 바다로부터 풍향이 있을 것 |
| 풍 속 | 해안 지방에서는 최대 평균풍속 20~25m/s 이상, 최대 순간풍속 30m/s 이상, 내륙지방에서는 최대평균 풍속 20m/s 내외, 최대 순간풍속 25m/s 의 강풍이 있을 것 |
| 풍(지상풍)의 계속시간 | 평균 풍속 5m/s 이상으로 바다에서 육지로 바람이 10시간 이상 계속 불 것. |
| 비 | 5m/s 이상으로 바다에서 육지로 바람이 계속 부는 중 강우강도가 2mm/h 이하의 약한 비일 것. |

후속염해의 경우는 염분입자가 이미 부착되어 있기 때문에 중요한

자는 강우강도·안개·이슬 등 적당한 수분의 공급만으로 염해가 발생하며, 바람은 직접적 영향인자는 아니다. 후속 염해에는 "약천소우형 후속염해"와 "청천고습형 후속염해"가 있지만, 일반적으로 전자의 쪽이 지역적이나 시간적으로도 규모가 크다. 일반적인 기상조건은 표 4와 같다.

〈표 4〉 후속염해 기상조건

| 명 칭 | 기상 조건 |
|-----|-------------------------|
| 비 | 강우강도가 2mm/h이하의 약한 비일 것. |
| 습 도 | 강우강도가 2mm/h이하의 약한 비일 것. |

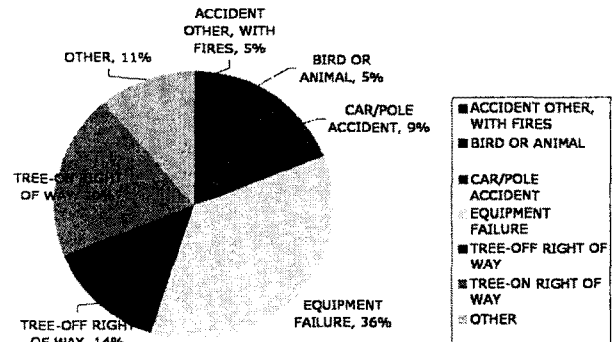
○ 비 : 강우강도가 2mm/h이하의 약한 비일 것.

○ 습도 : 강우강도가 2mm/h이하의 약한 비일 것.

2.3.4 미국의 배전설비 고장

국토의 면적이 넓어 동일한 시점에서 일어나는 기상현상도 다양하게 발생하는 미국의 경우에는 공기 중 수분이 송배전선로에 얼어붙는 빙설에 의한 피해가 중요한 전력설비의 피해 및 복구 문제 중 하나로 알려져 있으며 이에 대처하기 위한 보수팀을 운영하고 있는 것으로 알려져 있다.

Washington주 Seattle 인근의 Bellevue에 본사를 두고 Puget Sound 지역에 전기와 천연가스를 공급하고 있는 Puget Sound Energy(PSE)사의 경우를 살펴보면, 원인별 정전 고장시간(customer-minutes)은 설비문제가 36%로 가장 높으며, 수목접촉 34%, 차량충돌이 9%순으로 높은 비율을 차지하고 있다. 그리고 원인불명 11%는 대부분 동물 접촉에 의한 경우가 많을 것으로 추정되고 있다. PSE도 SAIDI-SAIFI Program(고장예방대책)의 일환으로 동물접촉 고장예방을 위한 커버를 많이 사용하고 있으며 가공송전선로가 도시 한가운데를 지나가고 나무가 많아 비가 오면 정전이 다반사임에도 불구하고 고객들은 비교적 무관심하고 심각하게 이를 제기하지는 않는다. 또한 허리케인 등 태풍이 통과할 경우 주민대피, 복구대응에 주안점을 두고 정전통계에 포함하지 않는다.



〈그림 5〉 원인별 정전고장 기간(2004년, PSE)

3. 결 론

국내·외 배전설비의 고장특성 및 기상에 의한 영향을 검토하였으며, 최근에 발생한 태풍 및 염해 관련 우리나라와 일본의 전력설비 피해를 분석하였다.

가. 기상과 관련 발생하는 배전고장은 국내에서는 풍우, 뇌격이 주원인으로 작용하며, 미국에서는 뇌격, 강풍에 의한 수목접촉, 일본에서는 지진, 태풍, 염해 등에 의해 많이 발생하는 것으로 조사되었다. 나. 국내 태풍에 의한 전주피해는 연약지반에 의한 연속도파가 주요인으로 조사되었다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부에서 시행한 전력산업연구개발사업(2005-0-024)의 위탁기술개발사업연구비 지원에 의한 것입니다.

〈참고 문헌〉

- [1] "배전설비 고장분석 및 예방대책", 한국전력공사 배전처, 2005.
- [2] "기상특보기준", 기상청, 2004.
- [3] "배전설비무교육교재", 한국전력공사, 2005.
- [4] "배전설비무교육교재", 한국전력공사, 2004.
- [5] "鹽害", 電氣評論, 1996
- [6] "電力氣像について", 電氣評論, 1996