

송전선로 이상진단 시스템 개발에 관한 연구

오용철*, 김탁용*, 이동규*, 정한석**, 김충혁**, 이덕진***
 ㈜주암전기통신*, 광운대학교**, 극동대학교***

A Study on Diagnosis System Development of Overhead Transmission Lines

Yong-Cheul Oh*, Tag-Yong Kim*, Dong-Kyu Lee*, Han-Seok Chung**, Chung-Hyeok Kim**, Deok-Jin Lee***
 Juam Electric & Communication Co. Ltd.*, KwangWoon University**, Far East University***

Abstract - 본 연구는 가공 활선 송전선로의 이상 진단을 위한 시스템 개발에 관한 것으로 송전 첩탑 경간내에 설치되어 있는 송전선을 주행하며 전선의 내부 또는 외부의 열화를 확인하기 위한 것이다. 본 연구에 의한 시스템은 지상으로부터 30m 이상의 높이에서 설치되어 운행되기 때문에 바람에 의해 낙하되지 않도록 구성하였다. 또한 복도체 또는 4도체 선로를 주행하도록 설계하였으며 345kV 고압에서도 전계 및 자계의 영향을 받지 않도록 설계하였다. 전선의 이상 검지를 위해서 카메라를 설치하여 얻어진 데이터를 영상 처리 하여 이상 부위에 대한 에너지 변화를 관찰하여 이상 유무를 판단하도록 하였다. 완성된 시스템은 설치 및 이동을 위해서 경량화 시켰으며 분해 조립이 쉽도록 구성하였다. 본 시스템의 현장 적용에 의한 실험 결과 1m/sec의 이동 속도에서 1mm 이하의 스크래치에 대하여 검출이 가능하였다.

카메라를 적용하였으며 4도체 전선을 검지하기 위해 4개를 사용하였다. 사용 중 전계 및 자계의 영향을 최소화 하기 위해 카메라 전면부에 ITO Glass를 부착하여 외부의 도전성 물질과 최대한 등전위가 구성되도록 하였다.

1. 서 론

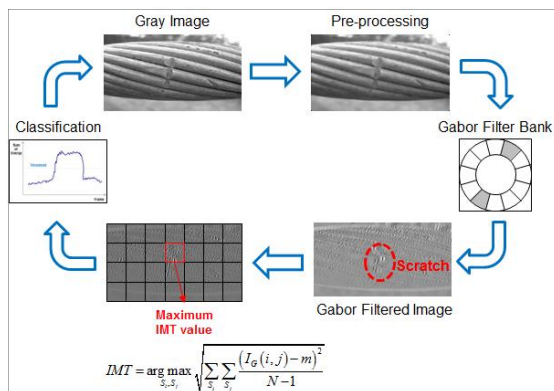
산업발달과 전기기기의 사용 확대로 전력사용량이 증가하여 그 수요를 충족시키기 위해 발전소 건설이 계속되고 있다. 송전선로는 발전소에서 생산된 전기를 수요처로 운반하는 설비로서 발전소 건설과 함께 꾸준히 증가추세를 보이고 있으며, 이에 따라 송전선로의 점검 및 정비업무 또한 증가하고 있는 실정이다. 그러나 현재 송전선로 점검을 위해서는 휴전상태에서 인력에 의한 육안검사를 실시하고 있어 안전사고에 대한 우려로 기피현상이 나타나고 있으며, 이상 유무에 대한 과학적 데이터 확보가 전무한 상황이다.

345kV 송전선로가 2회선인 경우 송전능력은 4,000MW로 표준 원전 4기가 생산하는 전기를 한 번에 송전 가능 하며 송전 선로 이상 발생에 의한 고장 정비시 대부분 휴전상태에서 수행하기 때문에 막대한 발전제약비용이 수반된다.

현재 해외 기술선진국을 중심으로 송전선로의 점검 및 정비 분야에 로봇을 적용하려는 사례가 증가하고 있으며 현재 일부 국가에서는 상용화를 위해 추가 연구가 진행중이다. 이러한 사회적 기대에 의해 향후 자동화의 요구증대와 로봇기술의 발달로 인해 인간을 대체할 수 있는 정비영역이 늘어날 것으로 판단되며 여러 국가에서 수요가 늘어날 것으로 사료된다.

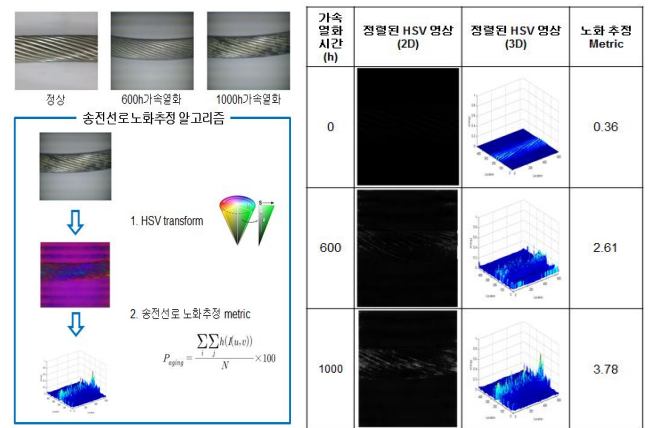
2. 본 론

2.1 영상 처리



〈그림 1〉 영상 검출 Flow

영상처리를 위해 사용된 카메라는 동영상에서 300만 화소를 지원하는



〈그림 2〉 송전선로 노화 추정 알고리즘

그림 2는 본 연구를 위해 염수분부에 의한 복합열화를 실시한 시료를 관찰한 것으로 내부 이상은 보이지 않았지만 외부에는 이상 변화가 확인 되었다. 따라서 송전선로 노화 추정 알고리즘을 적용한 결과 정상 전선과 값의 변화를 확인 할 수 있었다.

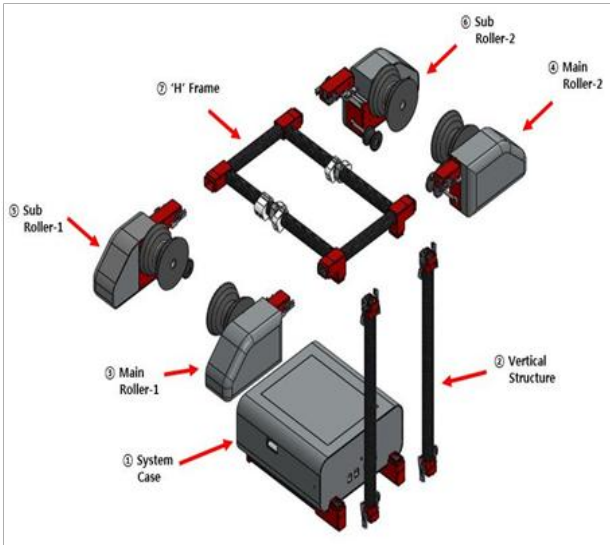
2.2 분해 조립 구조



〈그림 3〉 래치 클램프 구조

그림 3은 본체의 메인시스템과 내부 통신을 위해 적용한 커넥터와 연결부위를 보이고 있다. 외부에서는 래치 클램프를 적용하여 구성 요소간 연결이 쉽도록 하였으며 내부에는 절연 커넥터를 적용하여 전계 및 자계에 대한 영향을 최소화 시키는 구조로 하였다.

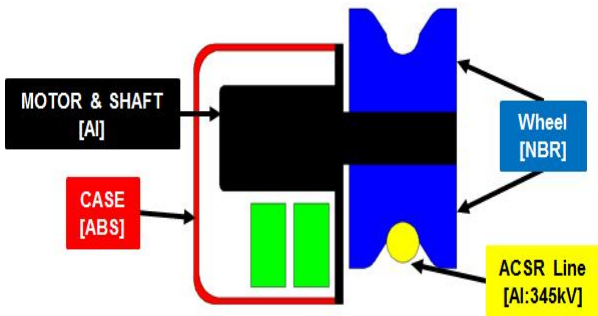
또한 프레임을 탄소 복합소재를 사용하여 무게를 최소화 하였으며 시스템 표면에 등전위가 형성되도록 하였다.



<그림 4> 분해 조립 구조

2.3 전계 및 자계 해석

최종 시스템에 적용하기 위한 케이스는 유전율, 비중, 충격강도 특성이 비교적 우수한 ABS를 사용하였으며 모서리 부분의 곡률 반경은 20mm로 하였고, 두께는 5mm로 하여 제작하였다.



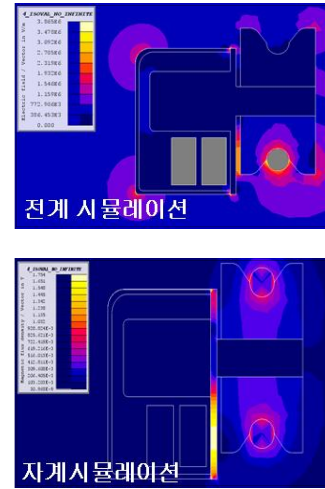
<그림 5> 구동부 모식도

그림 5는 본 시스템의 구동부 모식도를 표현한 것으로 물러 휠은 NBR을 적용하여 마찰계수를 높였으며 제작과정에 ECO-20을 첨가하여 도전 성능을 높이고자 하였다.

<표 1> 구동부 재료 특성

물질	유전율	저항률	역할	두께	용도
ABS	2.8		절연	5 mm	케이스
도전페인트	1	1 kΩm	등전위	0.1mm	케이스 외부 도장
알루미늄	1	2.6 μΩm	등전위	-	모터 샤프트
NBR	5.4	1 MΩm	등전위	-	롤러
ECO-20	고형분 함량 45±1 % 주요성분 Ag, Cu, N 저항 0.03Ω/Square				

표 1은 구동부에 사용된 재료 특성에 대하여 나타낸 것으로 ABS 재질의 케이스에 0.1 mm 두께로 도전 페인트를 코팅하여 등전위를 구성하도록 하였다. 또한 NBR 재질의 물리는 샤프트와의 간격이 발생하여 높은 전압에서는 섬락이 발생하는 현상이 일어나 ECO-20 물질을 첨가하여 케이스와 마찬가지로 등전위가 형성될 수 있도록 하였다.



<그림 6> 전계 및 자계 시뮬레이션 결과

그림 6에서는 그림 5의 모식도와 표 1에 의해 설계된 내용에 대하여 시뮬레이션 한 결과를 보이고 있다.

전계 시뮬레이션은 345kV 전압을 인가한 결과로 구동부 내부에 전계에 영향이 보이지 않는 것을 확인할 수 있었으며, 모서리 부분에 전계의 집중 현상이 보이고 있다.

자계 시뮬레이션 결과는 1000A의 전류 공급에서 나타난 결과로 전계 시뮬레이션 결과와 같이 구동부 케이스 내부에는 영향을 보이지 않는 것을 확인할 수 있었으며 시뮬레이션 결과를 토대로 제작된 시스템에 전계 및 자계 시험을 각각 실시하여 이상 없음을 확인하였다.



<그림 7> 전계 및 자계 시험

3. 결 론

본 연구에서 적용한 송전선로 진단 시스템의 송전선 이상 검출 결과 송전선에 1mm 스크래치에 대해서 주행속도 0.5m/s에서도 이상 없이 판정되는 것을 확인하였다.

또한 탄소 복합소재와 알루미늄을 외형재로 이용한 등전위 구성으로 전계에 대한 영향을 받지 않도록 하여 이상 없음을 확인하였다.

진단 시스템의 설치 및 이동시 분해 조립이 가능하도록 래치클램프를 적용하여 편의성을 높였다.

[참 고 문 헌]

- [1] 신태우 외, "가공송전선로 점검 및 진단기술에 대한 해외기술동향", 2008년도 대한전기학회 하계학술대회 논문집, 314-317, 2008
- [2] 김성덕 외, "노후 가공송전선의 수명평가와 진단", 조명·전기설비학회 논문지 제18권 제4호 pp.65 -78, 2004
- [3] 이수열, "산불 영향으로 인한 ACSR의 표면형상 변화와 기계적 특성에 관한 연구", 한밭대학교 석사학위 논문, 2008
- [4] Paulo Debenest, "Expliner - From prototype towards a practical robot for inspection of high-voltage lines", 2010 1 st International Conference on Applied Robotics for the Power Industry (CARPI). Tokyo, Japan, 5-7 Oct 2010, pp. 1-6