

배전설비 진단 신뢰도 향상을 위한 열화상 진단 방안

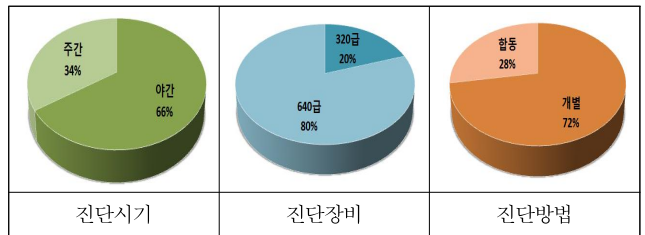
변덕준*, 정변훈, 박철호
한국전력공사 설비진단처

Research on method of infrared thermography diagnosis for reliability improvement

Doc-Jun Byun*, Byoun-Hun Jung, Chul-Ho Park
KEPCO Technical Diagnosis Department

Abstract - 국내 전력공급을 위한 배전설비는 2014년 12월 기준으로 고압전주 약 404만기와 지상기기 약 9만 6천대 등이 전국 각지에 분포되어 있으며 한국전력공사에서는 안정적 전력공급을 위한 배전선로 최적관리를 위하여 다양한 진단 장비를 활용 설비진단을 시행하고 있다. 이중 열화상진단은 당사에서 가장 널리 활용되는 배전설비 진단방법으로 타 진단장비에 비해 사용상의 편의성을 갖추고으로써 활용빈도는 높아지는 추세이나, 사용자의 진단장비에 대한 이해 부족 및 진단기술 수준 부족으로 불량 적출률은 진단자에 따라 많은 차이를 보이고 있다. 또한 사업소별 진단실적 및 이에 따른 고장 발생 현황도 큰 차이를 보이고 있다. 이에 본 논문에서는 다양한 사례를 통하여 효과적인 열화상 진단 방법을 제시하고 최적의 효과를 위한 진단횟수를 제시하고자 한다.

72%로 열화상 진단을 시행중이다.



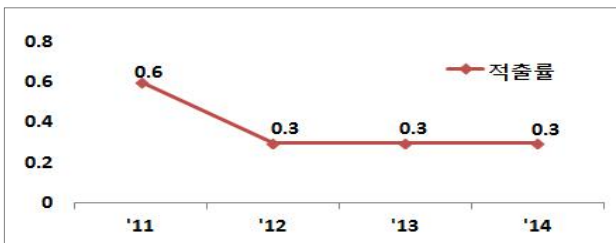
〈그림 2〉 환경조건별 열화상 진단 현황

1. 서 론

당사는 배전설비의 효과적인 운영을 위하여 열화상 진단장비, 고주파 진단장비, 초음파 진단장비, Ultra-TEV+, VLF(Very Low Frequency) 등 약 620여대의 진단장비를 운영 중에 있으며, 이중 열화상 진단장비는 약 260여대로 배전설비 진단장비의 가장 많은 비중을 차지하고 있다. 2014년 열화상 진단장비를 활용한 배전 가공설비의 진단실적은 약 560만기로 전체 고압전주 약 404만기를 평균 1.4회 진단하였으며 직영 열화상 진단의 적출률은 사업소별로 가공은 최대 1.1%에서 최저 0.1%로 평균 0.3%를 보였고 지중은 최대 3.6%에서 최저 0.1%로 평균 0.5%를 나타냈다.

2.2.1 열화상진단 시기별 적출률

열화상 진단 시기별 적출률 분석을 위해 주간진단을 시행하는 적출률 상위 5개 사업소와 야간진단을 시행하는 적출률 상위 5개 사업소의 데이터를 분석하였으며 이때 진단장비와 진단방법은 진단장비 640급, 진단방법 개별진단으로 동일한 조건에서 시행된 결과를 비교하였다. 진단수량은 주간진단 125,272기와 야간진단 55,527기를 분석하였으며 분석결과 주간진단은 적출수량 435개소로 적출률 0.3%가 나왔으며 야간진단은 적출수량 1,511개소로 적출률 2.8%가 나타났다. 분석결과 진단시기별 진단 적출률은 야간진단이 주간진단에 대비하여 약 9배의 높은 적출률을 확인할 수 있었다.



〈그림 1〉 배전설비 열화상 진단 적출률 추이

이러한 직영 열화상진단 적출률 체계의 원인을 파악하고 진단환경 분석을 통한 진단신뢰도 및 진단효율성을 향상시키고자 진단 환경조건별 열화상진단 적출률과 진단률에 따른 기자재고장 감소율을 분석하였다.

〈표 1〉 진단시기별 적출률

구분	진단수량(기)	적출률	비고
주간	125,272	0.3%	640급, 개별진단
야간	55,527	2.8%	

2. 본 론

2.1 분석개요

배전설비 고장예방을 위한 최적 열화상 진단방안 도출을 위해 우리는 두가지 측면에서 분석하였다. 첫 번째는 열화상 진단 환경조건별 효과 분석을 통한 진단효율성 향상방안 도출을 목표로 하였고, 두 번째는 진단률과 기자재 고장감소율간 상관관계 분석을 통한 최적 진단횟수(진단률) 도출을 위하여 가공 및 지중 진단률과 기자재 고장 감소율간 상관관계를 분석하였다.

2.2.2 열화상진단 장비별 적출률

열화상 진단 장비별 적출률 분석을 위해 320급 진단장비를 사용하는 적출률 상위 5개 사업소와 640급을 사용하는 적출률 상위 5개 사업소의 데이터를 분석하였으며 이때 진단시기는 야간진단, 진단방법은 개별진단으로 동일한 조건에서 시행된 결과를 비교하였다. 진단수량은 320급 진단장비 활용은 21,786기와 640급 진단장비 활용은 55,527기를 분석하였으며 분석결과 320급 진단장비 사용 진단은 적출수량 121개소로 적출률 0.6%가 나왔으며 640급 진단장비 활용은 1,537개소로 적출률 2.8%가 나타났다. 분석결과 진단장비별 진단 적출률은 640급 진단장비 사용시 320급 진단장비 사용에 대비하여 5배의 높은 적출률을 확인할 수 있었다.

2.2 가공설비 열화상 진단 환경조건별 효과 분석 개요

열화상 진단 환경조건별 효과분석은 다양한 진단환경에서 최적의 진단효과를 도출하기 위한 분석으로 전 2차사업소 가공설비 열화상 직영 진단실적을 대상으로 하였으며 분석조건은 주간진단, 야간진단의 진단시기별 적출률, 320급과 640급의 진단장비별 적출률, 개별진단과 합동진단의 진단방법별 진단률 등 3개 분야로 나누어 분석조건별 적출률 상위 5개 사업소의 진단실적을 비교하여 분석하였다. 현재 우리회사의 진단환경별 진단비중은 야간진단 66%, 640급 80% 및 사업소 개별진단 시행

〈표 2〉 진단장비별 적출률

구분	진단수량	적출률	비고
320급	21,786	0.6%	야간진단, 개별진단
640급	55,527	2.8%	

2.2.3 열화상진단 방법별 적출률

열화상 진단방법별 적출률 분석을 위해 개별진단을 시행한 적출률 상위 5개 사업소와 합동진단을 시행한 적출률 상위 5개 사업소의 데이터를 분석하였으며 이때 진단장비는 640급 진단장비 사용하고 진단시기는 주간진단으로 동일한 조건에서 시행된 결과를 비교하였다. 여기서 개별진단은 사업소 자체적인 진단시행을 의미하며 합동진단은 본부 권역별 합동진단 시행으로 본부내 사업소별로 일정한인원을 차출하여 합동으로

시행하는 진단을 의미한다. 진단수량은 개별진단은 125,272기와 합동진단은 53,974기를 분석하였으며 분석결과 개별진단은 적출수량 435개소로 적출률은 0.3%가 나왔으며 합동진단은 적출수량 570개소로 적출률은 1.1%가 나타났다. 분석결과 진단방법별 진단 적출률은 본부(권역별) 합동진단시 개별진단에 대비하여 약 3배의 높은 적출률을 확인할 수 있었다.

〈표 3〉 진단방법별 적출률

구분	진단수량	적출률	비고
개별진단	125,272	0.3%	640급, 주간진단
합동진단	52,974	1.1%	

2.3 진단들과 기자재 고장감소율간 상관관계 분석

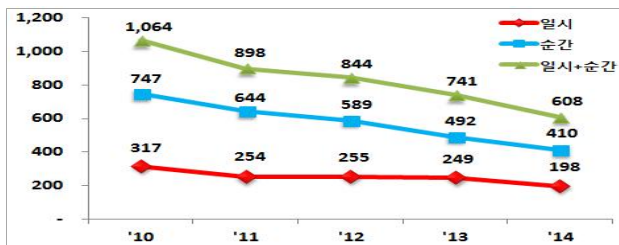
진단률과 기자재 고장 감소율간 상관관계 분석은 설비진단과 고장감소와의 상관관계 분석을 통한 효과적 진단방향을 제시하고 전사 진단실적 통계를 활용한 효과적인 진단횟수를 제시하고자 하였으며 분석을 위한 데이터는 전국 사업소의 4개년('11~'14) 진단실적을 바탕으로 가공, 지중 진단률과 자연열화, 제작불량 등 기자재관련 일시 및 순간고장의 감소율의 상관관계로 분석하였다.

2.3.1 진단 및 고장발생 현황

최근 4년간 기자재관련 고장현황은 일시고장은 2010년 317건에서 2014년 198건으로, 순간고장은 747건에서 410건으로 감소하여 지속적인 고장감소를 나타내고 있으며 전체적으로 연평균 12.9%의 감소를 나타내 사업소에서 고장감소를 위한 지속적인 노력의 효과를 보여주고 있다.

〈표 4〉 기자재 고장 현황

구분	기자재 고장				
	'10	'11	'12	'13	'14
일시	317	254	255	249	198
순간	747	644	589	492	410
합계	1,064	898	844	741	608



진단률은 사업소별로 차이를 보였으나 우리는 평균값을 적용하여 분석을 시행하였다. 가공분야의 진단률은 2011년은 396%로 높은 진단률은 보였으나 2012년 214% 및 2014년 274%의 진단률을 나타내 년도별로 차이를 보였으며, 지중분야의 진단률은 2011년 160% 및 2014년 178%로 매년 비슷한 수준의 진단률을 나타냈다.

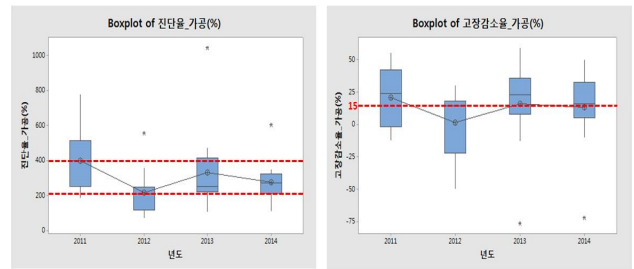
〈표 5〉 연도별 배전설비 진단률

구분	진단률			
	'11	'12	'13	'14
가공	396	214	329	274
지중	160	128	166	178

2.3.2 분석결과

2.3.2.1 가공설비 진단률과 가공기자재 고장감소율 관계

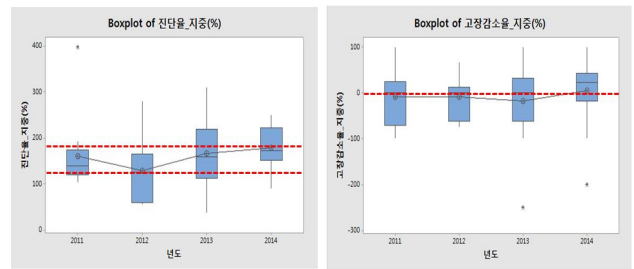
가공설비 진단률은 평균 약 214% ~396% 까지 변동되었으나 고장감소율은 95% 신뢰수준에서 약 15%로 차이가 없게 나타났으며 이는 가공설비의 경우 약 200% 진단시 15% 고장감소 효과가 발생되고 초과진단 시행시 그 효과는 미미하게 나타났다.



〈그림 4〉 가공설비 진단률과 가공기자재 고장감소율 상관관계

2.3.2.2 지중설비 진단률과 지중기자재 고장감소율 상관관계

지중설비 진단률은 평균 약 128% ~ 178%까지 변동되었으나 고장감소율은 95% 신뢰수준에서 약 0%로 차이가 없게 나타났으며 이는 지중설비의 경우 약 100% 이상 진단시 고장감소율과는 상관관계가 무관함을 나타냈다. 이 분석에 활용된 지중설비는 지중케이블 등을 제외한 이상개폐기와 지중변압기 두가지로 제한하여 분석하였다.



〈그림 5〉 지중설비 진단률과 지중기자재 고장감소율 상관관계

3. 결 론

우리는 안정적인 전력공급을 위해 다양한 활동을 시행중에 있으며 이 중 설비진단은 가장 효과적인 설비운영 방법중 하나일 것이다. 하지만 단순 반복적인 진단활동의 전개는 효율성의 저하와 함께 진단 신뢰도 역시 낮아지는 결과를 초래할 것이다. 이에 이번 연구에서 제시된 가공설비 열화상 진단 환경조건별 효과분석 결과를 바탕으로 최적 환경조건에서 진단을 시행하여 진단신뢰도를 높일 수 있을 것이다. 또한 진단률과 기자재고장 감소율의 상관관계 분석 결과를 바탕으로 최적 진단횟수로 진단을 시행한다면 효율성을 높일 수 있을 것이다.

〈참 고 문 헌〉

- [1] 한국전력공사, 『배전설비 점검 및 노후교체 기준 제정 연구』, 2007년
- [2] “배전설비 고장분석 및 예방대책”, 한국전력공사, 2011~14년