

도서지역 내연발전기 효율적 관리방안 연구

이영준*
한전전력연구원

A Study on Effective Management Method for Engine Generator

Young-Jun Lee*
Korea Electric Power Corporation Research Institute

Abstract - 본 논문에서는 도서지역에 설치되어 운전 중인 내연발전기의 고장사례를 살펴보고 효율적인 관리방안을 제시함으로써, 불시고장으로 인한 전력공급 차질로 도서지역 주민의 민원 야기 예방 및 불편을 해소하는데 도움이 되고자 현장시험 방법 및 정비방안 등에 대하여 기술하였다.

1. 서 론

도서 섬지역 전력공급의 중추적 역할을 담당하고 있는 내연발전기는 사용년수가 경과함에 따라 고정자권선의 절연내력이 감소하게 되고, 이로인해 절연내력이 운전전압보다 떨어지게 되면 절연파괴가 발생한다. 또한 회전자권선의 경우에도 경년열화가 심하게 되면 구성품 열화로 인하여 안정운전을 저해하는 요소로 작용한다. 고장자 및 회전자 권선 등 발전기 구성품의 열화로 인해 발생하는 불시정지 및 고장발생은 정전사고로 이어져 섬 지역의 안정적 전력공급 방해는 물론 지역주민의 민원을 야기시키는 결과를 초래하기 때문에 발전기에 대한 사전 점검을 통해 이상여부를 조기발견하여 예방정비를 시행함으로써 불시고장을 예방하는 것이 무엇보다도 중요하다.^{[1],[2]}

이러한 예방진단은 대형발전소나 일반산업체에서 주기적으로 시행하고 있는 반면에 도서 섬지역의 예방진단은 전력사정이나 지역의 상화에 맞춰 시행하기 때문에 자칫 소홀한 경우가 있다. 또한, 정비기간도 매우 짧아 설비에 대한 세밀한 점검 치 정비가 소홀한 편이다.

본 논문에서는 도서 섬지역에 설치되어 운전 중인 내연발전기에 대해 몇가지 점검을 통해 설비 상태를 파악하고, 효과적인 관리방안을 제시함으로써 발전기 안정운전 도모 및 지역주민의 민원야기를 다소나마 해소할 수 있는 정비방안을 제시하고자 한다.

2. 본 론

2.1 내연발전기 주요 고장사례

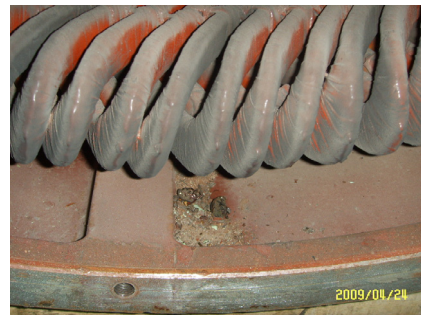
도서 섬지역에 설치되어 운전 중인 내연발전기는 통상 용량이 500~1,000[kW]의 소형발전기로, 섬 지역 운전 특성상 기동정지가 빈번하고, 출력 증감률이 잦아 일반 화력발전소 대형 발전기에 비해 운전여건이 매우 열악하다. 따라서, 통상 소형발전기 설계수명을 20년 이상으로 보고 있으나, 실제로는 약 10년 이상 운전 시 초기에 열화되는 경우가 많다. 그림 1은 500[kW] 용량의 oo내연발전소 발전기의 모습이다.



<그림 1> 500[kW] 내연발전기

2.1.1 발전기 내부오염

내연발전기는 통상 반폐형 구조로 제작되어 발전기 냉각을 외부 공기에 의해 냉각시키므로 외부의 이물질(먼지, 진분, 베어링 오일, 염분 등)이 침투하기 쉬운 구조이다. 물론 냉각공기 흡입구에 필터를 설치하여 운전하고 있지만 미세한 이물질은 걸러내기가 힘든 실정이다. 따라서, 이러한 이물질들이 발전기 내부로 유입되면 도전성 경로를 형성하여 고장자 또는 회전자 권선의 절연상태를 나쁘게 만든다. 또한, 발전기 리드선 인출부 등도 내부 오염으로 인해 절연파괴를 일으킬 가능성이 많다. 그림 2는 발전기 내부오염 상태를 보여주며, 그림 3은 발전기 전력을 인출하는 리드선이 심하게 오염된 상태를 보여준다.



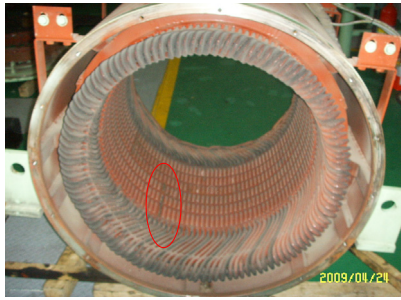
<그림 2> 발전기 내부 오염상태



<그림 3> 리드선 인출부 오염상태

2.1.2 웨지 이탈

발전기 내부 고정자권선은 고정자 철심 슬롯내에 삽입되어 웨지로 고정되어 있으나, 장기간 운전시 웨지 등이 손상 또는 이탈되어 빠져나가는 경우가 간혹 발생한다. 이러한 경우 고정자권선의 지지력이 이완되어, 권선 진동을 유발하고, 이러한 진동이 심한 경우 절연파괴로 진전될 가능성이 매우 높다. 이러한 진동상오에 의한 절연파괴 뿐만아니라 탈락된 웨지 일부가 고속회전으로 인해 고정자권선이나 회전자권선에 손상을 가해 절연파괴로 이어진 사례도 자주 보고되고 있다. 그림 4는 고정자권선을 지지하는 웨지의 일부가 이탈된 상태로 즉시 정비가 이루어져야 하는 상황이다.



〈그림 4〉 웨지 이탈상태

2.1.3 회전자 오염 및 열화

내연발전기 회전자의 경우 실제 발전기 운전 중 회전하는 부위이므로 잦은 기동정지에 의해 많은 열적, 기계적 응력을 받아 고장이 빈번하게 발생하는 부위이다. 사용년수 증가와 외부 이물질 유입 등으로 인해 발생할 수 있는 회전자 구성품의 주요 고장으로는 회전자 몸체 및 계자접속부 노후화, 회전자권선 절연물 손상 등이 있다. 그림 5, 6은 각각 회전자 몸체, 계자접속부 노후 상태 및 회전자권선 절연물의 손상상태를 보여준다.



〈그림 5〉 회전자 몸체 및 계자접속부 노후상태



〈그림 6〉 회전자권선 절연물 손상상태

2.2 내연발전기 효율적 관리방안

2.2.1 주기적인 절연진단 시험

일반 화력이나 산업체의 경우 발전기에 대한 절연진단 시험을 주기적으로 시행하여 열화 트렌드를 관리하고 있어, 절연상태를 사전에 파악, 조치함으로써 고장을 예방하고 있다. 이에 반해 도서 섬지역 내연발전기의 경우 정비기간이 짧고, 여러 가지 제약 사항으로 인해 절연진단 시험이 주기적으로 시행되는 경우가 거의 없어 발전기의 절연상태를 정확히 파악하기가 곤란한 현실이다. 향후 내연발전기에 대해서도 주기적인 절연진단 시험을 통해 현 상태를 사전파악, 조치함으로써 운전 중 발생할 수 있는 절연 파괴에 의한 불시고장을 예방하여야 한다.

만일 절연진단 장비 이송 등 여러 제약조건이 있어 실제 절연진단이 불가능한 경우에는 발전기 정비시 회전자 인출 후 간단히 발전기 고정자권선 세척, 청소만으로도 절연상태가 좋아지는 경우가 많으므로 정비시 참고하여야 한다.

표 1은 실제 사용전압 6.6[kV], 정격출력 500[kW] 용량의 내연발전기 고정자권선에 대한 세척 전, 후의 절연특성값을 나타낸 것으로 간단한 세척, 청소만으로도 고정자권선 절연상태가 좋아짐을 알 수 있다. 이는 외부 오염물질 유입 등으로 인해 고정자

권선이 오염된 상태가 유지되면 이물질들이 도전성 경로를 형성하여 절연특성을 나쁘게 만들기 때문이다.

〈표 1〉 고정자권선 세척 전, 후 절연특성값

시험항목	양호기준	시험결과	
		세척 전	세척 후
절연저항	100[MΩ]이상	70[MΩ]	250[MΩ]
성극지수	1.5이상	1.40	1.69
교류전류	8.5[%]미만	5.95[%]	2.56[%]
유전정접	6.5[%]미만	1.17[%]	1.11[%]
부분방전	10,000[pC]미만	11,000[pC]	4,900[pC]
써지	5[%]이내	18[%]	18[%]

표 1에서 보는바와 같이 절연진단을 시행한 각 시험항목 대부분에서 절연상태가 고정자권선 세척 후 매우 좋아졌음을 알 수 있다. 다만 써지시험의 경우 고정자권선 내부 소선단락과 연관된 시험이므로 고정자권선을 세척하여도 효과가 나타날 수 없다.

2.2.2 정밀 육안점검

내연발전기의 정비기간이 짧다는 이유로 통상 발전기 점검을 등한시 하는 경우가 대부분이나, 이로 인해 발전기 내부의 상태를 정확히 파악하기 힘든 경우가 대부분으로, 실제 절연과피 등 문제가 발생된 이후 점검을 시행하는 경우가 많아 이의 개선이 시급하다.

실제로 대부분의 내연발전기가 기동정지가 빈번하여 발전기 열화 진행속도가 매우 빠르며, 설계수명을 다하지 못하고 고장이 발생하는 경우가 대부분이다. 따라서 이러한 고장을 사전 예방하기 위해서는 발전기 정비시기에 회전자를 인출하여 고정자, 회전자 및 구성품들을 정밀하게 점검하여야 한다. 이러한 정밀 육안점검을 통해 발견된 문제점에 대해서는 정비를 수행하고 계획된 정비기간에 조치가 불가능한 사항에 대해서는 차기 정비계획시 조치가 가능하도록 효율적인 정비계획 수립에 참고하여야 한다.

3. 결 론

본 논문에서는 내연발전기 주요 고장사례를 살펴보고 효과적인 관리방안 수립을 위해 실제 현장 발전기에 대한 점검 및 시험 등을 시행하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

[1] 내연발전기의 주요 고장사례로는 외부 이물질 유입 등에 의한 고정자 및 회전자권선 절연과피, 웨지이탈, 회전자 열화 및 절연물 손상 등이 있으며, 이에대한 예방대책으로 주기적인 절연진단시험을 수행하고, 발전기 정비시 회전자를 인출한 후 정밀하게 정밀 육안점검을 시행하여 취약한 부위를 사전 발견, 조치하여는 것이 무엇보다 중요함을 알 수 있었다.

[2] 내연발전기의 경우 기동정지 및 출력 증감발이 빈번하여 열적, 기계적 열화가 쉽게 나타날 수 있으므로 발전기 설계수명까지 사용하기 위해서는 설비에 대한 꾸준한 관심과 주기적인 정비 등을 통해 설비상태를 상시 최상의 조건으로 유지할 수 있도록 하여야 한다.

[참 고 문 헌]

- [1] A. Wilson, R.J. Jackson, "Discharge Techniques for Stator Windings", IEE Proceedings, Vol.132, Part B, No. 5, pp. 234-244, 1985.
- [2] G.C.Stone "Practical Techniques for Measuring PD in Operating Equipment", IEEE Electrical Insulation Magazine, Vol.7, No.4, pp.9-19, 1991.