

절연 파괴 사례분석을 통한 진공함침 방식 발전기 고정자권선의 절연특성 연구

논 문
59P-3-12

A Study on Insulation Property of VPI Type Generator Stator Winding Through the Case Analysis of Insulation Breakdown

공 태 식[†]
(Tae-Sik Kong)

Abstract - According to increase of combined cycle power generation, the manufacturing market of gas turbine generator has become more competitive, so there is high pressure on the manufacturer to reduce generator price. Global VPI(vacuum pressure impregnation) method is effective to save the production cost and time for manufacturing stator windings, but it has an abrasion problem by vibration between stator windings and slots.

This paper presents the insulation breakdown case, which is for VPI type generator during high voltage insulation tests, and also shows the cause analysis, repair works as well as reliability test. the purpose of this paper is to understand the insulation properties of VPI type generator and to know prevention of insulation weakness.

Key Words : Generator, Vacuum Pressure Impregnation, Vibration, Abrasion, Insulation

1. 서 론

최근 복합발전이 주로 사용되는 중, 소형 가스터빈 및 스팀터빈 발전기의 수요증가와 시장에서 발전기 제작사들 간에 경쟁이 심화되면서, 발전기 제작비용 절감요구가 계속 증가하고 있다. 이에 따라 대형 발전기에 사용되는 수소냉각 방식보다는 비교적 구조가 간단하고 제작이 용이한 공기 냉각방식을 채택하는 비율이 늘어나고 있다.[1-3] 이러한 중, 소형 공랭식 가스터빈 발전기에 대하여 제작 시 노동력과 시간을 단축하기 위하여 고정자 권선의 슬롯 내 고정방식도 고압전동기 제작 시에 주로 이용되는 진공가압함침(Vacuum Pressure Impregnation) 방식으로 제작되는 발전기가 늘어나고 있다.[4]

기술개발로 주 절연물의 절연강도가 증가함에 따라 절연 두께를 감소시킬 수 있게 되어 전체적으로 기기를 작게 제작하는 것이 가능하게 되어 기존에 비해 재료비를 약 20% 절감할 수 있다.[5] 또한 주절연물의 두께가 감소하면 동도체에서 발생한 주열이 철심으로 발산하는 것이 용이해져 열에 의한 열화를 늦추는 장점을 가지고 있다.

하지만, 공기의 절연강도가 고압의 수소보다 낮기 때문에 부분방전에 의한 열화에 취약할 수 있으며, 슬롯내에서 고정자권선을 진동으로부터 고정시키기 위한 리플스프링(ripple spring)이 제거된 채 진공가압함침 방식으로 제작된 발전기의 고정자권선은 진동에 취약한 구조를 갖게 되며, 이 때문에 절연시스템이 약화되는 단점을 갖게 된다.

본 논문에서 소개하는 발전기 절연파괴 및 보수사례는 중

동국가에 있는 공랭식 진공함침 방식으로 제작된 가스터빈 발전기로서 우리나라 전력기업이 운전 및 유지보수를 수행하는 O&M(Operating & Maintenance) 계약을 하여 운영하고 있는 발전기이다. O&M 수행기업을 국제입찰을 통해 5년마다 선정, 교체하다 보니 설비 유지관리의 연속성이 없어 비슷한 시기에 설치한 국내 발전기에 비해 열화가 빠르게 진행되고, 고장도 자주 나타나는 편이었다. 또한 같은 발전소내의 동일한 타입의 발전기가 이미 절연파괴 사례가 있어 계획예방정비기간을 활용하여 발전기 고정자권선의 절연상태 파악 및 운전가능 여부를 결정하기 위한 절연진단 요청이 있어 본 시험을 실시하게 되었다.

본 발전기는 3년 전인 2006년 12월 국내의 보수업체가 절연진단 시험을 수행하였으며 시험결과 다른 항목에서는 이상이 없었지만 부분방전이 상별로 16,000[pC], 24,000[pC], 31,000[pC]으로 양호기준치인 10,000[pC]을 초과하고 방전개시전압도 낮게 나타나 불량관정을 받았으며, 2007년도에도 발전기 제작사의 점검결과에서도 권선교체 관정을 받은 기기였다. 하지만 고정자권선 교체를 위해 신품을 구매하는 등의 준비가 안된 상태이고, 또한 그 나라에 대규모 발전소가 없어 가스터빈 발전기가 기저부하를 담당하고 있으며, 밤에는 도심지를 제외한 대부분의 지역에는 제한송전을 하는 등 전력사정이 열악하여 고장발생 시 장기간 발전을 세울 수 없는 여건이었다.

우리나라 기업이 계획예방정비를 완료한 후 정상 운전 중에 절연파괴에 의한 고장이 발생하면 장기간 발전정지가 불가피하게 되고 이에 따라 그 나라 전력청과 우리기업 간 과실 책임문제로 분쟁의 소지가 있어 차기 정비시점까지 정상운전에 필요한 최소한의 절연내력 확보여부 및 열화진행 상태파악이 필요하였다. 따라서 금번 예방정비기간 중에 고전압 시험을 실시하고 시험 중 절연파괴 발생 시 정비기간을 연장하여 수리하는 것으로 협의 후 절연진단 시험을 수행하였다.

본 논문에서는 진공함침 방식으로 제작된 공랭식 가스터빈 발전기 고정자권선에 대한 고전압 절연진단 시험 도중

[†] 교신저자, 정회원 : 한전 전력연구원 선임연구원

E-mail : kongts@kepco.co.kr

접수일자 : 2010년 5월 9일

최종완료 : 2010년 6월 18일

절연과파가 발생된 사례를 소개하고, 고장원인분석 및 수리 작업을 통하여 얻은 진공함침방식 발전기의 절연특성과 고장예방 방법에 대하여 기술하였다.

2. 절연진단 시험

본 발전기는 고정자권선을 고정시키기 위한 리플스프링(ripple spring)이 없으며 대신 슬롯내의 고정자권선 고정 및 공극제거를 위해 에폭시레진(Epoxy Resin)에 진공가압함침(VPI)을 실시하는 방식으로 제작된 공랭식 발전기이며 주요 사양은 아래의 표와 같다.

표 1 시험대상 발전기 사양

Table 1 Specification of generator for test

용량	185 [MVA]	극수	2극
정격전압	14.7 [kV]	회전수	3,000 [rpm]
정격전류	7,266 [A]	주파수	50 [Hz]
여자전압	279 [V]	절연계급	F
여자전류	1,287 [A]	제작년도	1996

정상운전 중인 발전기 고정자권선의 절연상태 파악을 위해 절연진단 시험을 수행할 경우 통상 정격전압 또는 상전압의 125[%]까지 전압을 인가하여 시험을 실시하며, 급번시험에 적용한 시험항목 및 시험전압은 아래의 표와 같다.[6]

표 2 절연진단 시험전압

Table 2 Test voltage of insulation diagnosis

시험항목	시험전압 [kV]	비고
절연저항	DC 5	E : 선간전압 E : 14.7 [kV] E/√3 : 8.49 [kV] 1.25 E/√3 : [10.6kV]
성극지수	DC 5	
유전정접	AC 1.25 E/√3	
교류전류	AC 1.25 E/√3	
부분방전	AC E/√3	

2.1 절연저항 및 성극지수 시험

절연저항 시험은 고정자 권선과 대지 간에 직류전계를 인가하여 기본적인 절연상태를 측정하여, 권선의 흡습 및 표면 오염상태 등을 평가하는 시험이다. 측정 방법은 전압인가 1분후의 절연저항 값을 측정하며, 판정기준은 100[MΩ] 이상이 되어야한다.

성극지수 시험도 시험방법은 절연저항시험과 동일하나 측정을 전압인가 1분과 10분 후의 절연저항 값을 측정하여 10분의 절연저항 값을 1분시 측정한 절연저항 값으로 나누어 그 비를 계산하여 성극지수 값을 구한다. 판정기준은 2.0이상이면 양호하다고 판단을 하고 있다. 절연저항과 성극지수시험에 사용한 장비는 영국 AVO사의 S1-5010 모델을 사용하여 시험을 하였다.

절연저항 및 성극지수 시험결과는 아래의 표 3 및 표 4와 같이 모두 기준치 내에 들어 심각한 흡습이나 오염상태는 없는 것으로 분석되었다.[7] 따라서 교류 고전압인 시험인 유전정접, 교류전류 시험을 위한 최소한의 절연은 확보한 것으로 판단하여 고전압 시험을 계속 진행하였다.

표 3 절연저항 측정결과

Table 3 Insulation resistance test result

Phase	U	V	W
Measured value [MΩ]	1,620	1,560	1,700
Corrected value (to 40°C) [MΩ]	502	484	527
Winding Temp	23.1[°C]		
Criteria	100[MΩ] 이상		

표 4 성극지수 측정결과

Table 4 Polarization test result

Phase	U	V	W
1min Insulation Resistance [MΩ]	1,620	1,560	1,700
10min Insulation Resistance [MΩ]	8,170	9,280	8,670
P. I (10min÷1min)	5.05	5.94	5.1
Criteria	2.0 이상		

2.2 교류전류 및 유전정접 시험

유전정접, 교류전류 시험은 고정자권선 전체의 평균적인 절연상태를 알아보기 위한 시험이며, 시험전압은 상전압(8.49[kV])의 125[%]인 10.6[kV]까지 단계적으로 올려 시험을 실시하였다.

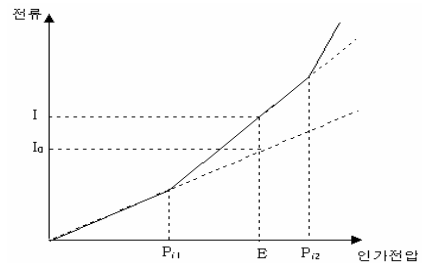


그림 1 교류전류 시험

Fig. 1 AC Current Test

교류전류시험은 절연물에 교류전압을 인가하여 대지로 누설되는 전류를 측정하는 시험이며, 누설전류는 그림 1과 같이 인가한 전압에 비례하여 증가하나 전압이 증가함에 따라 미소공극 및 권선슬롯 간 틈의 부분방전현상에 의해 전압증가보다 전류가 급증하는 현상을 보이게 된다. 인가전압에 비해 누설전류가 얼마나 더 증가하는가를 계산하여 권선내부의 결함 정도를 판단하게 되며, 그 계산식은 아래와 같다.

$$\Delta I = \frac{I_0}{I - I_0} \times 100\%$$

시험결과 표 5 및 그림 2에서 보는 바와 같이 U상과 V상은 전류 급증율(ΔI)이 기준치 내로 양호하였다.

유전정접 시험은 유전체에 교류전계를 인가하면 유전체 손실이 발생하게 된다. 만일, 절연물에 이러한 손실분이 없다면, 충전전류만 존재하겠지만 실제로는 누설전류도 존재하게 된다. 그림 3에서와 같이 전압보다 90° 앞선 충전전류(Ic)와 실측전류(I)와의 각을 유전손실각 δ로 표시하며, 이러한 손실을 측정하는 척도로 유전정접(dissipation factor)은 tanδ로 나타낸다.

표 5 교류전류 시험결과

Table 5 AC Current test result

Voltage [kV]	Current [mA]		
	U	V	W
1.47 (0.1 E)	224.5	226.3	227.2
2.94 (0.2 E)	451.8	456.3	450.9
4.41 (0.3 E)	672.9	684.8	678.5
5.88 (0.4 E)	903.4	908.9	906.8
7.35 (0.5 E)	1,132	1,140	1,134
8.49 (E/√3)	1,308	1,320	Flash-over at 7.8kV
10.6 (1.25E/√3)	1,640	1,645	
ΔI [%]	1.31	0.81	
Criteria	5.0 [%] 이하		

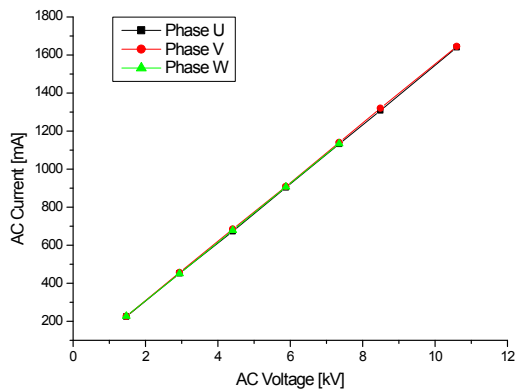


그림 2 교류전류-전압 특성

Fig. 2 Characteristics of AC current-voltage

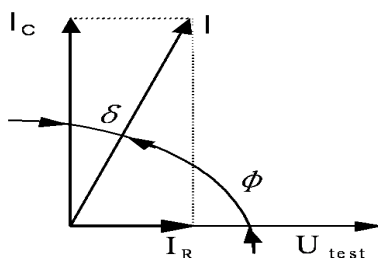


그림 3 유전정접 벡터도

Fig. 3 D.F Vector Diagram

절연물에서 전압과 동상인 누설전류가 커지게 되면 유전 정접도 증가하게 된다. 따라서 유전정접 (tanδ)을 측정하여 절연물의 전체적인 상태를 파악할 수 있다. 상전압의 125 [%]인 10.6[kV]일 때의 tanδ값에서 정격전압의 20%전압에서의 tanδ를 뺀 Δtanδ를 계산하여 절연상태를 파악한다.

U, V상 시험결과 유전정접 증가율(Δtanδ)이 기준치 이내로 양호하였다. 또한 유전정접이 낮은 시험전압에서 낮게 유지되고 있어 금번 시험결과에 권선표면의 흡습이나 오염에 의한 누설전류의 영향은 미미한 것으로 분석된다[8].

2006년도 시험 데이터와 비교 시 유전정접이 크게 증가

표 6 유전정접 시험결과

Table 6 Dissipation factor test result

Voltage [kV]	tanδ [%]		
	U	V	W
1.47 (0.1 E)	0.92	0.64	0.70
2.94 (0.2 E)	0.93	0.65	0.75
4.41 (0.3 E)	1.07	0.70	0.85
5.88 (0.4 E)	1.32	0.77	1.03
7.35 (0.5 E)	1.49	0.84	1.17
8.49 (E/√3)	1.58	0.90	Flash-over at 7.8kV
10.6 (1.25E/√3)	1.72	1.01	
Δtanδ [%]	0.79	0.36	
Criteria	2.5 [%] 이하		

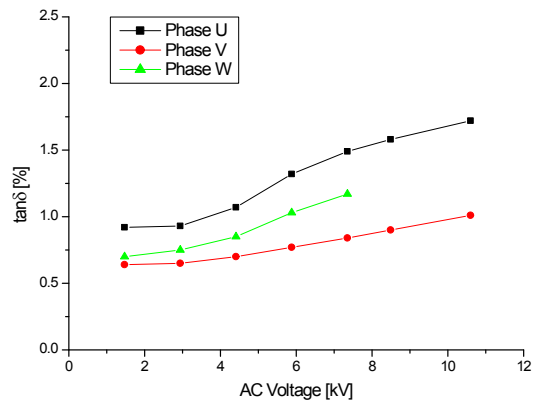


그림 4 유전정접-전압 특성

Fig. 4 Characteristics of tanδ-voltage

하거나 급증점이 낮은 전압으로 이동하는 등의 현상이 없어 절연열화가 크게 진행되지는 않은 것으로 판단되었다.[9]

U상, V상 시험결과와 교류전류와 유전정접 증가율도 모두 양호 기준치 내에 들어 특이사항은 없었다. 하지만 W상 시험도중 상전압 아래인 7.8[kV]에서 Flash-over 현상이 발생하며 시험장비가 Trip 되며 전압이 차단되어 시험이 중단되었다. 따라서 고전압 시험을 중단하고 원인을 찾기 위한 점검을 수행하였다.

3. 절연파괴 원인분석

시험이 중단된 W상에 대하여 절연저항 측정결과 20[MΩ] 근방에서 심하게 hunting 하는 현상을 보여 절연파괴가 발생한 것으로 판단하여, 파괴된 위치확인을 위해 저전압(약 500[V])을 인가하여 확인결과 그림5와 그림6과 같이 여자기 (Exciter)측 아래쪽에 위치한 상부권선(14번 Top bar)의 슬롯인출부에서 아크(arc) 현상이 발생하는 것을 확인하였다. 본 권선은 그림 7에서 보는 바와 같이 중성점에서 2번째로 위치한 권선으로써 정상운전 중에는 권선과 대지사이에 약 943[V]만 걸려 전기적 스트레스가 비교적 적은 부위이다.

과거 정비이력 조사 결과 금번에 절연파괴된 권선은 우리나라 기업에서 설비를 인수받기 전인 2005년 7월에 이미 절연

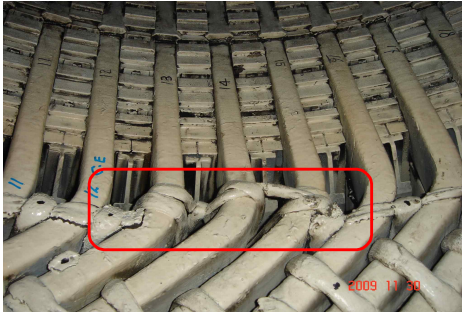


그림 5 절연파괴 권선위치
Fig. 5 Location of insulation breakdown bar

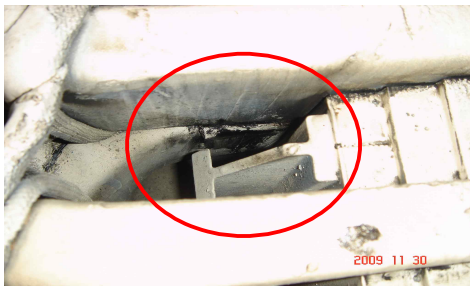


그림 6 절연파괴
Fig. 6 Insulation breakdown

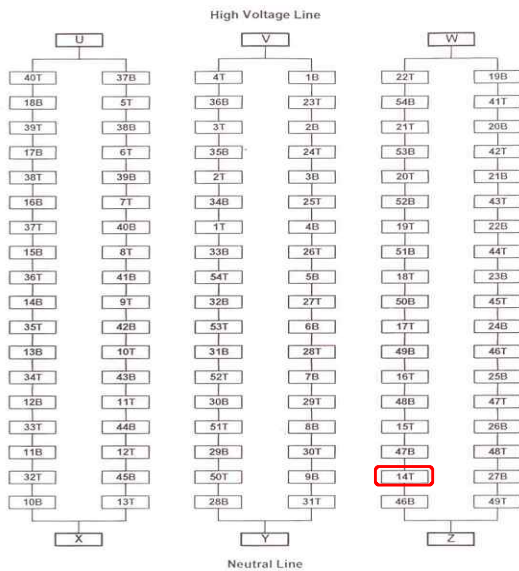


그림 7 발전기 권선 결선도
Fig. 7 Connection diagram of stator windings

파괴가 된 적이 있었으며, 권선보수 후 수리한 권선이 낮은 전압이 걸리는 중성점 쪽에 가깝게 위치하도록 중성점과 고압 인출부를 변경하여 운전하고 있었다. 그림5에서 보는 바와 같이 권선을 바인딩 한 부분이 기존과 달리 철심에 가깝게 위치하여 보수된 흔적을 확인할 수 있었으며, 바인딩한 부위도 많이 이완된 상태였다.

수리를 위하여 고장권선을 슬롯에서 취외 후 점검결과 위의 그림8, 그림9 에서 보이는 바와 같이 고장권선(14T) 및



그림 8 반도체층 마멸
Fig. 8 Abrasion of semiconducting layer



그림 9 하부권선 마멸
Fig. 9 Abrasion of bottom bar

하부권선(14B)의 상태는 권선과 철심 간 전위차를 줄이기 위한 권선표면의 반도체층이 대부분 마모되어 손상된 상태였다. 또한 수리를 위해 고장권선 취외 시 간섭되는 권선들(10T, 11T, 12T, 13T)도 슬롯에서 들어 올려 점검결과 표면이 손상되어 있음을 확인하였다.

이러한 표면손상의 원인은 고장자 권선을 슬롯내에 고정시키기 위해 진공합침을 통해 고착키킨 레진이 떨어져나가고, 회전자의 전자력에 의해 120[Hz]로 진동하며 상부와 하부 권선간 그리고 권선과 철심간 마찰이 발생하고 있음을 나타내는 증거가 된다. 레진의 분리는 권선이 운전시 발생하는 열에 의해 수축, 팽창하며 분리되는 것으로 추정된다.

4. 수리 및 절연 신뢰성 시험

절연파괴된 권선의 손상부위 절연물을 제거하고 절연보강, 압착성형, 경화과정을 거쳐 수리를 수행하였으며, 마모로 인해 표면이 손상된 부분들은 절연을 보강하고 반도체성 페인트로 권선단부는 절연페인트로 보강하였다. 또한 고장권선(14T) 및 고장권선 취외 시 간섭되는 권선(10T, 11T, 12T, 13T)을 슬롯에서 들어 올리는 작업을 위해 웨지를 제거하였으며, 이 과정에서 웨지들이 레진에 의해 권선과 철심에 달라붙어 있어 제거작업 시 손상이 불가피 하여 전량교체 하였으며, 이를 포함 하여 전체 웨지의 50[%]에 이르는 이완된 웨지도 모두 신품으로 교체하고 권선을 삽입 및 바인딩을 실시하여 수리를 완료하였다.

수리작업 단계별로 절연 신뢰성 확인을 위한 내전압 시험을 1분씩 실시하였으며 시험대상은 아래(a~d)와 같다. 손상

부위 수리한 권선은 그림 10에서와 같이 알루미늄 호일로 권선을 감싸고 접지를 잡아 철심의 역할을 하도록 하였다.

- a. 손상된 권선을 취외한 상태의 W상
- b. 손상부위 수리 완료한 고정권선 (14T)
- c. 손상된 권선 취외시 간섭되어 슬롯에서 들어 올려진 권선 4개(10T, 11T, 12T, 13T)
- d. 수리된 권선조립 완료 후 U, V, W상



그림 10 수리완료한 권선의 내전압 시험
Fig 10 AC endurance test for repaired bar

교류내전압 시험은 사용 중인 기기는 정격전압의 1.25~1.5배를 1분간 인가하도록 되어있다.[8] 하지만 발전기의 절연상태가 전반적으로 불량하여 시험도중 추가적인 절연파괴가 발생하여 정비기간이 계속 늘어날 가능성이 높았으며, 그 나라의 열악한 전력사정을 감안하면 우선 발전기를 운전하여 전기를 생산하는 것이 시급한 과제였다. 따라서 a~c 단계에서는 정상 운전 시 고정자권선과 대지 사이에 걸리는 최대전압인 상전압(AC 8.49kV)을 1분간 인가하여 시험을 실시하였다. 마지막으로 고정자권선을 수리, 조립을 완료한 최종단계인 d단계에서는 이미 모든 권선들이 상전압 까지는 시험을 마쳤기 때문에 수리한 권선(14T)을 슬롯에 삽입 및 웻지 부착 작업시의 손상만을 확인하기 위하여 상전압의 60%까지만 인가하여 1분간 내전압 시험을 수행하였다.

이러한 시험전압도 수리한 권선이 중성점과 가까이 위치하므로 평상시 걸리는 전압인 943V에 비하면 충분이 높은 전압이다. 시험한 모든 단계에서 양호하여 정상운전에 필요한 최소한의 절연내력을 확보한 것으로 판단하여 발전기를 조립 후 정상운전에 들어갈 수 있었다.

5. 결 론

금번 발전기에 대한 절연진단 시험도중 절연파괴 사례에 대한 원인분석과 수리 및 운전신뢰성 시험을 수행하며 얻은 진공함침 방식으로 제작된 공랭식 방식의 발전기 절연문제점 및 고장방지를 위한 예방법을 기술하면 아래와 같다.

[1] 수리를 위해 취외한 권선에서 권선표면과 철심 간 전위차를 줄이는 역할을 하는 반도전층이 대부분 마멸된 것을 확인하였으며, 이는 진동에 의해 상, 하부 권선간 및 권선과 철심 간 마찰이 절연손상의 주원인이라고 분석할 수 있는 확실한 증거가 된다.

[2] 고정자권선 전체의 평균적인 절연상태를 나타내는 유전접점이나 교류전류 결과보다는 절연시스템의 가장 큰 결함상태를 나타내는 부분방전 측정값이 불량하게 나타나는 특징을 보였다. 이는 진동이 구조적으로 일부권선(금번 경우에는 여자기 측 하부 권선)에 집중되어 절연손상을 발생시켜 부분방전이 발생하는 것으로 추정할 수 있다.

[3] 진공가압함침(VPI) 방식으로 제작된 발전기는 진공함침 시 레진에 의해 웻지, 권선, 철심이 서로 달라붙어 있기 때문에 수리 및 보강을 위한 권선 취외 작업 시 대부분의 웻지가 손상될 수밖에 없어 제사용이 거의 불가능 하였으며, 권선을 슬롯에서 빼낼 때에도 권선과 철심 간 레진에 의한 부착 때문에 권선이 구부러지기 쉬워 작업 중 손상이 우려되므로 조심스런 작업이 요구된다.

[4] 이와 같은 타입으로 제작된 발전기의 절연열화 과정은 운전과 정지가 반복됨에 따라서 고정자권선이 열에 의해 수축, 팽창되고 철심과 절연물의 열팽창계수가 다르므로 권선과 철심을 고정하는 레진이 분리된다. 따라서 슬롯 내에서 고정자 권선이 전자력에 의해 120Hz로 진동하게 되고, 하부 권선간 및 권선 철심 간 마찰에 의해 권선표면의 반도전층이 손상되고 부분방전이 발생하여 열화를 가속시켜 결국 절연파괴에 이르게 되는 것으로 분석된다.

[5] 발전기의 절연열화를 늦추기 위한 방법으로는 재 함침을 실시하면 좋겠지만 현실적으로 어려우므로 슬롯과 권선 및 웻지 하부에 틈이 발생한 곳에 반도층을 대신할 도전성 레진을 주입하면 권선고정 및 부분방전 현상을 감소시키는 효과를 기대할 수 있다.

[6] 느슨해진 권선을 찾아내기 위한 방법으로는 웻지 타임 점검과 코로나 probe를 이용한 부분방전 발생 위치탐지를 하는 방법 등이 있다.

[7] 급격한 부하변동과 높은 권선온도는 도체와 절연물간 다른 열팽창 시간에 의한 기계적 스트레스를 발생하므로 가 급적 천천히 부하를 변화시키고 운전온도를 제한하여 운전하는 것이 바람직하다.

참 고 문 헌

- [1] G.Ruelle, "Developement of Large Air-Cooled Generators for Gas Turbines and Combined Cycles" CIGRE 1992 Session, pp. 1~6, 1992
- [2] A.P.Kopp, P.Rohn, B.Bislin, E. Mannisto, "Comparison of Maximum Rated Air-Cooled Turbo Generators with Modern Hydrogen Cooled Generators- Design and Experience", CIGRE 1992 Session 30, 1992
- [3] B.E.B Gott, "Application of Air Cooled Generators to Modern Power Plants", Proc IEEE International Electric Drives Conference, pp. 317~319, May 1999
- [4] B.J Moore, et al. "Utilizing Reduced Build Concepts in the Development of Insulation Systems for Motors" Proc IEEE Electrical Insulation Conference, pp. 347, 1999
- [5] Greg Stone "Problems with Modern Air-Cooled Generator Stator Winding Insulation" IEEE Electrical Insulation Magazine, pp. 6, 2000

- [6] 특별고압회전기·케이블의 열화진단 기술조사 전문 위원회, “특별고압회전기·케이블의 절연열화 진단기술”, 일본 전기학회 기술보고(Ⅱ부), 제267호, pp. 14~20, 1988,
- [7] IEEE Standard “IEEE Recommended Practice for Testing Insulation Resistance of Rotating Machinery” IEEE std 43-2000, pp. 17, 2000
- [8] 공태식 “고압전동기 고정자권선 오염에 따른 절연특성 변화사례”, 대한전기학회 고전압 및 방전응용기술연구회 춘계학술대회 논문집, pp. 71, 2009
- [9] 김희동 “대용량 발전기 고정자 권선의 절연열화 특성”, 대한전기학회 논문지 58권 7호, pp. 1379, 2009
- [10] IEEE Standard “IEEE Guide for Insulation Maintenance of Large Alternating-Current Rotating Machinery (10,000kVA and Larger)” ANSI/IEEE Std 56-1997, pp. 12, 1997

저 자 소 개



공 태 식 (孔 太 植)

1972년 2월 27일생. 1997년 충북대 전기공학과 졸업. 2004년 충남대 전기공학과 졸업(석사). 현재 한전 전력연구원 선임연구원.

Tel : 042-865-7573

Fax : 042-865-7599

E-mail : kongts@kepco.co.kr