

## Development of Shorted-Turn Diagnosis System for Generator Rotor Winding

李 泳 俊\* · 金 熙 東\*\* · 朱 榮 鎬\*\*\*  
(Young Jun Lee · Hee Dong Kim · Young Ho Ju)

**Abstract** - On-line diagnosis system has been developed and is now applied the detection of shorted turns in the field winding of large generator. This system consists of data acquisition system and display PC. The data acquisition system detects voltage waveforms from flux probe sensor installed in the stator slot. The display PC shows the shorted-turn situation of generator rotor winding. A shorted-turn diagnosis test was performed on five gas turbine generators at the Seoinchon combined cycle power plant. The test was conducted using a new diagnosis system and digital oscilloscope which can identify the pole location, the slot number and the number of shorted turns within each slot. It is confirmed that results of two systems are very same in the field tests.

**Key Words** : on-line diagnosis system, shorted-turn, generator rotor, flux probe

### 1. 서 론

발전기 회전자 권선의 열화와 손상은 저속과 고속회전시 발생하는 원심력의 차이, 빈번한 기동정지 및 부하변동에 따른 주기적인 힘이 복합적인 요인으로 작용한다. 운전중에 받는 연속적인 원심력과 터닝(turning) 운전시에 원심력 변화로 인한 슬롯내 권선의 움직임, 빈번한 기동정지로 야기되는 열적, 기계적 응력으로 인한 권선의 수축과 팽창에 따른 반복적인 피로 및 부하변동시 권선의 발열로 동도체와 절연재료 사이의 열팽창 계수 차이에 의한 상대적인 변위 등으로 인해 층간절연의 위치가 이탈되어 단락이 발생한다. 또한, 장기간 운전에 의한 싸이클 피로는 동도체 표면에 균열을 생성하며, 냉각용 공기흡입 필터 등의 문제로 흡입공기 성분중에 포함된 먼지, 도전성 물질 등의 영향으로 고장이 발생한 것으로 나타났다[1]. '95~'98년까지 국내 발전기 회전자에 의한 고장발생수가 20건이며, 이중에 회전자 단락 및 접지가 15건, 아크(arc) 손상 1건, 리드 플렉시블 커넥타(lead flexible connector) 단선 3건 및 코일(coil) 단선이 1건을 차지하고 있다[2].

현재 발전기 회전자 권선의 건전성 진단은 절연저항시험, 성극지수시험, 분담전압시험, 코일 접지위치 확인시험, 임피던스시험, 서지(surge)시험 등 주로 정지중(off-line) 시험에 의존하고 있다. 정지중 시험은 발전기 정지가 수반되어야

하기 때문에 정확하게 회전자 권선에서 층간단락이 발생한 권선의 위치와 턴수(turn number) 등을 탐지하기가 매우 어렵다[3]. 그리고 발전기 운전중에 발생한 층간단락 현상이 정지중에 사라지는 경우가 있어 운전중(on-line)에 비해 신뢰성이 저하한다[4]. 회전자 단락이 단지 몇 개의 층간에서 발생한 경우는 문제가 없지만, 여러 권선에서 다발적으로 발생한 경우 회전자 권선 절연재료가 경제적인 수명에 도달했음을 나타내 준다. 또한, 층간단락 발생율이 전체 권선중에 5~10[%] 이상이 되면 각 극간에서 자속불평등으로 인해 축진동에 영향을 미칠수 있다[5, 6].

발전기 운전중에 진단시험을 위해 고정자 웨지(wedge)에 설치되는 단락감지 센서(flux probe)로부터 아날로그(analog) 또는 범용의 디지털 오실로스코프(digital oscilloscope)를 이용하여 회전자 권선에서 층간단락을 진단하였다. 초창기에는 디지털 오실로스코프 화면에서 포라로이드로 사진을 찍었으며, 최근 까지도 계측기에 나타난 파형을 인쇄하여 수(手)작업으로 층간단락 정도를 계산하였다. 따라서 분석시간이 장시간 소요될 뿐만 아니라 복잡하기 때문에 회전자 권선의 층간단락을 신속하고 정확하게 판단하기 위해 진단시스템이 필요하게 되었다. 진단시스템은 데이터 수집과 분석방법이 H/W 및 S/W 시스템으로 구성되어 있는 범용 컴퓨터를 이용하며, 데이터 수집시간도 순간적으로 이루어져 진단시간을 대폭 줄일 수 있어 현장에서 결과를 신속하게 분석할 수 있다.

본 논문에서는 단락감지 센서가 설치된 발전기에서 회전자 권선의 층간단락을 운전중에 진단할 수 있는 새로운 진단시스템(H/W 및 S/W)을 개발하였다. 먼저 진단시스템 구성, 소프트웨어 및 진단 알고리즘 개발 등을 설명하였으며, 현장시험을 위해 실제 가스터빈 발전기 5대를 대상으로 디지털 오실로스코프와 진단시스템을 사용하여 회전자 권선의

\* 正 會 員 : 韓 電 電 力 研 究 院 先 任 研 究 員  
 \*\* 正 會 員 : 韓 電 電 力 研 究 院 先 任 研 究 員 · 工 博  
 \*\*\* 正 會 員 : 韓 電 電 力 研 究 院 責 任 研 究 員  
 接 受 日 字 : 1999 年 8 月 6 日  
 最 終 完 了 : 1999 年 10 月 22 日

충간단락 진단시험을 수행하여 결과를 분석하였다.

## 2. 진단시스템 개발

### 2.1 진단시스템(hardware) 구성

본 연구에서 개발한 발전기 회전자 충간단락 진단시스템의 전체적인 구성을 그림 1에 간략하게 나타냈으며, 크게 발전기 고정자 웨지(wedge)에 설치되는 단락감지 센서(flux probe), 센서로부터 출력신호를 수집, 처리하는 데이터 수집시스템(data acquisition system), 그리고 사용자에게 충간단락 진단결과를 알기 쉽게 화면으로 나타내주는 디스플레이(Display PC)로 구성되어 있다.

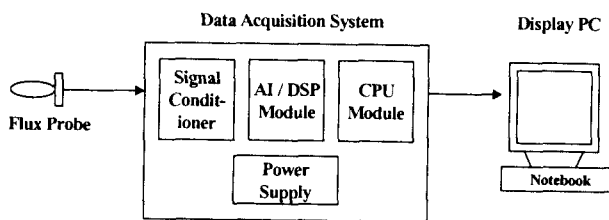


그림 1 진단시스템 전체 구성도

Fig. 1 The diagram of on-line diagnosis system

#### 2.1.1 단락감지 센서(flux probe)

단락감지 센서는 발전기 고정자 웨지에 설치되어 정상 운전중 회전자 각 슬롯에서 자속변화를 측정하게되며, 센서에 유기되는 전압값은 식 (1)과 같은 패러데이(Faraday)의 전자유도법칙에 의해 권선수와 자속의 함수로서 충간단락이 발생한 슬롯에서는 턴수가 감소함에 따라 자속이 줄어들기 때문에 전압값이 건전한 슬롯에 비하여 감소하게 된다. 따라서 이와 같은 원리를 이용하여 회전자 단락을 감지하여 건전성을 분석한다.

$$e = -N \frac{d\Phi}{dt} \quad [V] \quad (1)$$

#### 2.1.2 데이터 수집시스템(data acquisition system)

데이터 수집시스템은 센서 출력신호를 증폭, 처리해주는 signal conditioner, 그리고 DSP 모듈(digital signal processor module), CPU 모듈, 전원장치(power supply) 등으로 구성되어 있다. 모든 모듈은 표준 VMEbus로 이루어져 있으며, 6U 크기의 subrack으로 구성되었다. 단락감지 센서에서 출력되는 전압파형 신호는 signal conditioner를 통해 필요한 신호만이 증폭되어 DSP와 CPU 모듈로 보내져서 단락진단 알고리즘 계산을 통해 시험결과를 디스플레이 컴퓨터로 보낸다.

#### 2.1.3 디스플레이용 컴퓨터

디스플레이용 컴퓨터는 현장시험의 편리성을 고려해 운반하기 편한 노트북 컴퓨터(notebook PC)를 이용하여 발전기 회전자에서 충간단락이 발생한 권선의 위치와 턴수 등의 정보를 제공한다. 디스플레이 화면은 사용자가 직관적으로 인지하기 쉽도록 다양한 그래프와 도표로 표시해 주며, 그림 2는 새롭게 개발된 진단시스템과 노트북 컴퓨터를 나타냈다.

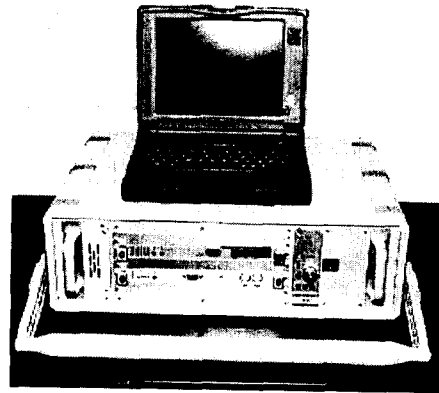


그림 2 진단시스템과 노트북 PC

Fig. 2 On-line diagnosis system and notebook PC

### 2.2 진단용 소프트웨어(software) 개발

발전기 회전자 권선의 충간단락을 감지하여 진단하는 소프트웨어는 범용의 PC 환경(Windows 95 혹은 98)에서 누구나 손쉽게 사용할 수 있도록 하였다. 또한, 여타 프로그램과도 인터페이스(interface) 기능을 갖기 때문에 진단시스템을 사용하는 현장 기술자에게 최대한 편의를 제공한다. 그림 3에서는 진단용 소프트웨어의 구성도를 나타냈다.

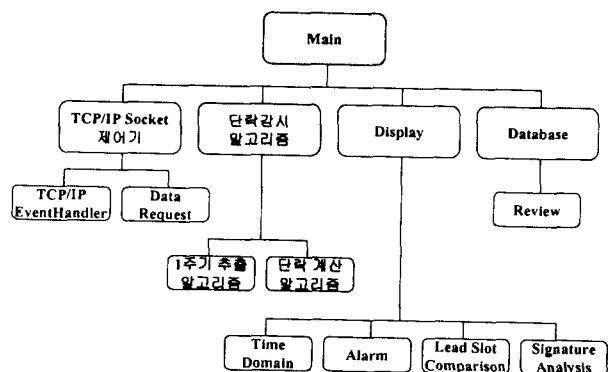


그림 3 소프트웨어 구성도

Fig. 3 The diagram of software

Main은 시스템을 초기화하고 TCP/IP socket 제어기를 설치한다. TCP/IP socket 제어기는 Ethernet으로부터 전송되는 데이터를 수집, 가공, 처리하며 필요한 만큼의 정보가 모이면 단락감시 알고리즘을 호출하도록 되어있다. 단락감

시 알고리즘은 H/W 모듈로부터 전송된 데이터를 이용하여 회전자 권선의 단락발생을 산출하며, 디스플레이는 단락감시 알고리즘의 결과를 사용자가 쉽게 인식할 수 있도록 Time domain, Alarm, Lead slot comparison, Signature analysis 등의 다양한 화면으로 나타낸다. 그림 4는 디스플레이 화면을 나타냈으며, 그림 4(a)는 단락감지 센서로부터 얻어진 각 극별 전압파형을 보여주고 있다. 그림 4(b)는 각 극별로 전압파형을 겹쳐서 나타내어 사용자가 차이점을 한눈에 알아볼 수 있도록 한 것이며, 그림 4(c)는 각 극별, 권선별로 전압값의 피크치를 비교한 그래프로서 단락이 발생한 경우 각 극별, 권선별로 편차가 심하게 나타난다. 그림 4(d)는 알람 설정치 이상의 편차가 발생한 경우 알람이 발생하도록 하여 사용자가 경각심을 갖도록 하였다. 이러한 시험결과는 데이터베이스(database)에 자동 저장되어 시스템 사용자가 필요시 기준에 시행된 시험결과를 언제든지 볼 수 있다.

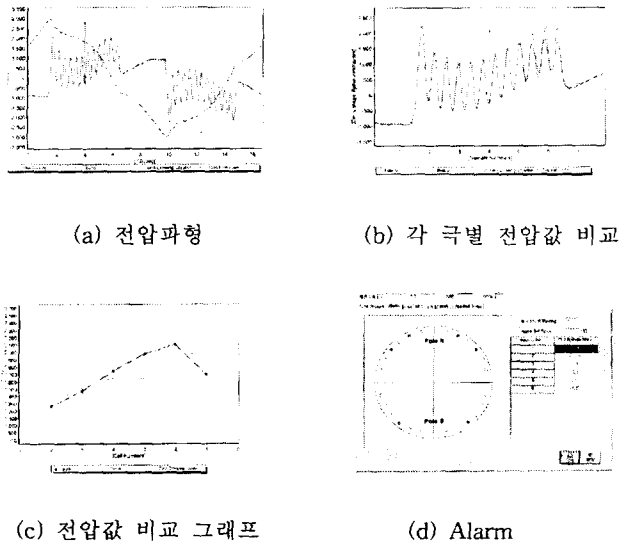


그림 4 Display 화면  
Fig. 4 Display screen

### 2.3 진단 알고리즘 개발

회전자 층간단락 진단시스템에 사용될 진단 알고리즘 개발 및 운전중 진단기법 확립을 위해 기존의 진단기법을 참고하였다[5]. 회전자는 주자속과 각 권선에 의한 자속으로 분류되며, N극과 S극이 각각 대칭되도록 권선이 감겨 있다. 식 (1)과 같이 각 권선이 센서를 지날 때 유기되는 전압신호의 양을 비교하여 둘중 하나가 작아지면 층간단락이 발생한 것으로 판단한다. 그러나 연속적인 신호로부터 1주기를 샘플링하여 권선의 크기를 구하기 위해 센서 파형은 아날로그-디지털 변환기(analogue-digital converter)에 의해 수치값으로 표현된다. 하드웨어는 100kHz로 샘플링하여 센서 신호의 단일 주기는 1666개 정도의 이산적인 샘플링 데이터가 얻어지는데, 신호가 연속적인 디지털 정보로 변환되기 때문에 1주기 신호가 시작되는 위치를 찾기가 어렵다.

따라서 본 논문에서는 이와 같은 문제점을 해결하기 위해

입력되는 신호를 LPF(low pass filter)를 사용하여 잡음(noise)을 최소로 감소시켰다. 그림 4(a)에서 보인 바와 같이 실제로 LPF 신호를 누적하여 그래프를 그리면 자속밀도의 최대, 최소값의 위치는 신호의 시작점과 끝점에 매우 근접함을 알 수 있다. 일단 신호의 시작점과 끝점을 구하면 발전기 회전자의 기하적인 조건에 의해서 권선에 대한 크기의 최대값과 최소값을 손쉽게 구할 수 있다. 즉 시작점으로부터 일정 구간에서 최대값을 찾은 후 최대값으로부터 일정 구간내부에서 최소값을 찾는 방법을 반복함으로써 모든 권선에 대한 최대와 최소 크기를 구할수 있다. 이와 같은 진단 알고리즘을 실제 발전기에서 확인하기 위해 서인천복합 가스터빈과 스팀터빈 발전기 10대 및 평택복합 가스터빈 발전기 4대에 대한 현장 진단시험을 통해 운전중 진단 시스템 개발을 확립하였다.

#### 2.3.1 업무흐름도

그림 5는 회전자 단락 진단시스템의 업무흐름도를 나타낸 것으로, 먼저 프로그램을 구동시키고 발전기의 정상기동과 계자전압이 회전자 권선에 가해질 때의 단락감지 센서 파형이 화면에 정상적으로 디스플레이 되는지 확인한다. 그리고 진단시스템 내부에서 진단 알고리즘이 실행되어 층간단락 발생상황을 다시 디스플레이 해주며, 진단상태가 양호하면 다음 부하대로 발전기 출력을 증발하여 전부하까지 동일한 방법으로 시험을 진행한다.

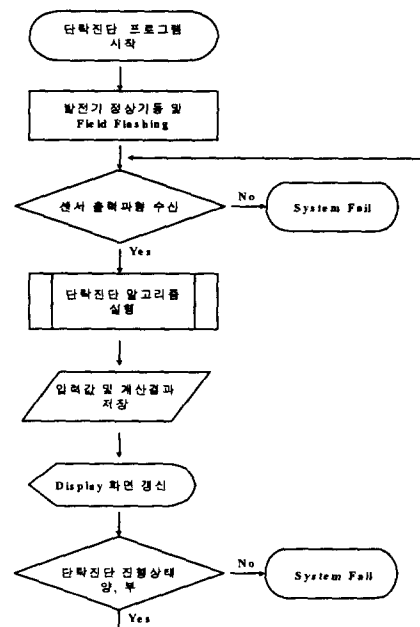


그림 5 진단시스템의 업무흐름도  
Fig. 5 The flowchart of diagnosis system

#### 2.3.2 데이터 측정 및 분석방법

발전기 고정자 윗지에 영구적으로 설치된 센서(flux probe)는 회전자 권선 슬롯의 자속변화를 감지하여 전압파형으로 나타낸다. 이 파형의 크기는 회전자 슬롯 주위의 자

속분포를 나타내며, 단락된 권선이 존재하는 슬롯은 유기되는 전압파형이 감소되기 때문에 파형분석을 통하여 단락된 권선의 위치 및 턴수 등을 알 수 있다. 이러한 전압파형은 발전기 무부하로부터 전부하에 이르기까지 다양한 부하대에서 측정하여 분석함으로써 회전자 권선 단락시험의 신뢰성을 높일 수 있다.

발전기 정상 운전중 측정된 단락감지 센서의 전압파형을 근거로 각 극별, 권선별로 전압값을 계산하였으며, 그림 6에서 보는 바와 같이 상호 비교하여 단락이 발생한 권선을 쉽게 판별할 수가 있고 단락이 심한 경우에 편차가 더욱 커진다. 따라서 권선 1, 2, 4는 편차가 크기 때문에 층간단락이 발생하고 있음을 확인할 수 있다.

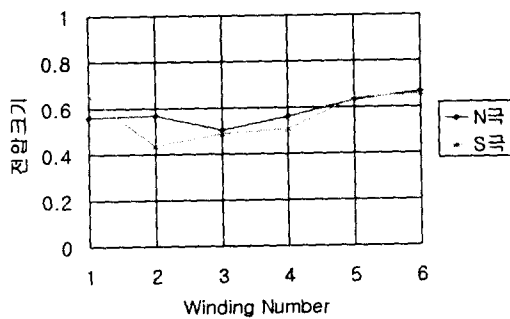


그림 6 각극별, 권선별 전압값 비교그래프  
Fig. 6 Relation between voltage amplitude and winding number

### 2.3.3 층간단락 턴수(turn number) 계산법

회전자 권선의 층간단락 턴수를 계산하는 것은 회전자의 한 슬롯내에 삽입된 권선의 개별 턴수에 따라 결정된다. 예를들어 한 슬롯이 12개의 개별 턴으로 이루어진 경우의 계산방법을 표 1에 나타냈다. 표 1과 같이 시험대상 발전기 회전자의 3번 권선에서 N, S극 전압값의 편차율이 8.5[%]였다면 이 발전기의 3번 회전자 권선의 슬롯내에는 1개의 층간단락이 존재함을 의미한다. 또한 N/S극의 편차율이 "+"(N극 전압값이 큰 경우)인 경우 층간단락이 S극에서 존재함을 의미하며, "-"(S극 전압값이 큰 경우)인 경우는 층간단락이 N극에서 존재함을 나타낸다.

표 1 층간단락 턴수의 계산표  
Table 1 The turn number of shorted turns

단락수	N, S극 전압값 편차율	단락수	N, S극 전압값 편차율
1	1/12 = 8.33 [%]	7	7/12 = 58.33 [%]
2	2/12 = 16.66 [%]	8	8/12 = 66.66 [%]
3	3/12 = 25.00 [%]	9	9/12 = 75.00 [%]
4	4/12 = 33.33 [%]	10	10/12 = 83.33 [%]
5	5/12 = 41.66 [%]	11	11/12 = 91.66 [%]
6	6/12 = 50.00 [%]	12	12/12 = 100 [%]

## 3. 현장시험 및 시험방법

### 3.1 현장시험

개발된 회전자 층간단락 진단시스템의 신뢰성 확인을 위해 단락감지 센서가 설치되어 있는 서인천복합화력발전소 가스터빈 발전기 5대에 대하여 현장시험을 시행하였으며, 시험대상 발전기의 사양은 표 2와 같다.

표 2 발전기 사양  
Table 2 The specification of generator

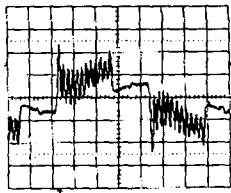
항 목	규 격	항 목	규 격
정격용량	229.7 MVA	회 전 수	3,600 rpm
정격전압	18 kV	절연등급	F 종
정격전류	7,369 A	냉각방식	수소냉각
역 률	0.9	상업운전	1997
계자전압	375 V	제 작 사	G.E (美)
계자전류	1,819 A	회전자권선수	6 (pole 당)
극 수	2	권선 층수	12

### 3.2 시험방법

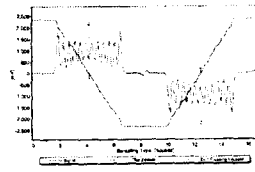
본 시험에 사용된 장비는 센서로부터의 신호측정을 위해 디지털 오실로스코프(digital oscilloscope) 및 새롭게 개발된 진단시스템을 이용하여 동시에 데이터를 측정하였다. 디지털 오실로스코프로 측정된 전압파형은 수(手)계산을 통해 회전자 권선의 단락발생 위치 및 턴수 등을 계산하였으며, 개발된 진단시스템은 시험과 동시에 결과를 확인할 수 있었다. 시험의 신뢰성을 높이기 위해 데이터 측정은 각 발전기 별로 무부하에서부터 전부하에 이르기까지 10[MW] 단위로 출력을 증발하면서 17가지의 다양한 부하대에서 측정하였다.

## 4. 시험결과 및 고찰

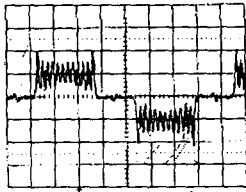
발전기 운전중 회전자 권선의 층간단락을 정확하게 판정하기 위해 각 호기별(총 5대)로 무부하에서 전부하에 이르기까지 17가지의 다양한 부하대에서 디지털 오실로스코프와 개발된 진단시스템으로 측정된 전압파형을 동시에 분석한 결과 100[%] 일치 하였다. 그림 7은 서인천복합 가스터빈 발전기 9호기에 대해 여러 가지 부하대에서 측정된 전압파형중 무부하, 중간부하, 전부하에서 측정된 데이터를 나타냈다. 육안으로 보아도 측정된 전압파형이 일치함을 알 수 있었으며, 전압파형을 분석하여 층간단락 여부를 확인한 결과 도 양쪽 모두 일치하였다.



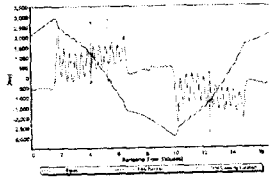
(a) 0MW(오실로스코프)



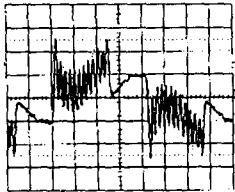
(b) 0MW(진단시스템)



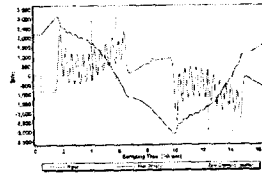
(c) 80MW(오실로스코프)



(d) 80MW(진단시스템)



(e) 150MW(오실로스코프)

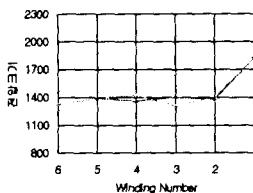


(f) 150MW(진단시스템)

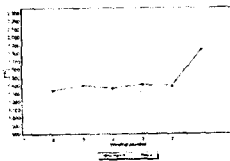
그림 7 오실로스코프와 진단시스템으로 측정된 전압파형의 비교

Fig. 7 The comparison of voltage waveform measured by digital oscilloscope and diagnosis system

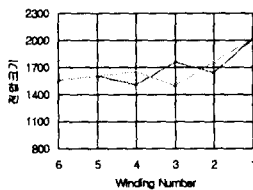
또한 그림 8은 그림 7의 전압파형을 통해 얻어진 피크값을 각 극별, 권선별로 나타낸 것으로 양쪽 그래프가 일치함을 알 수 있으며, 층간단락이 발생한 2, 3, 4번 권선의 경우 각 극별 편차가 크게 나타남을 쉽게 알 수 있었다.



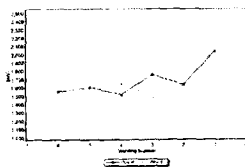
(a) 0MW(오실로스코프)



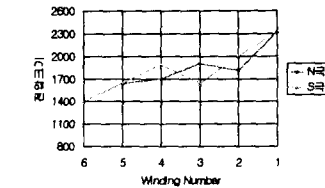
(b) 0MW(진단시스템)



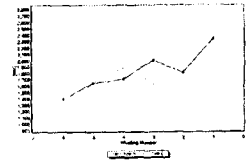
(c) 80MW(오실로스코프)



(d) 80MW(진단시스템)



(e) 150MW(오실로스코프)



(f) 150MW(진단시스템)

그림 8 층간단락 판별을 위한 극별, 권선별 전압크기의 비교

Fig. 8 The comparison of peak-voltage amplitude for the pole and winding number to identify shorted turns

표 3은 디지털 오실로스코프와 새로운 진단시스템으로 측정된 데이터를 분석해 얻어진 시험결과를 나타냈으며, 양쪽의 결과가 일치하였다. 가스터빈 발전기 12, 14호기는 회전자 권선의 층간단락이 전혀 발생하지 않았으나 9, 10, 11호기의 층간단락 발생율은 각각 2.78%, 2.08%, 5.55%로 분석되었다.

표 3 오실로스코프와 진단시스템으로 측정된 층간단락 분석

Table 3 The analysis of shorted turns measured by digital oscilloscope and diagnosis system

호기	측정 방법	층간단락 발생 Turn 수												층간 단락 발생 [%]													
		Winding Number																									
		1	2	3	4	5	6	계	1	2	3	4	5		6	계											
#9	오실로스코프	0	0	1	0	0	2	1	0	0	0	0	0	4	0	0	1	0	0	2	1	0	0	0	0	4	2.78
	진단시스템	0	0	1	0	0	2	1	0	0	0	0	0	4	0	0	1	0	0	2	1	0	0	0	4	2.78	
#10	오실로스코프	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	3	2.08		
	진단시스템	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	3	2.08		
#11	오실로스코프	3	0	0	3	0	2	0	0	0	0	0	8	3	0	0	3	0	2	0	0	0	0	8	5.55		
	진단시스템	3	0	0	3	0	2	0	0	0	0	0	8	3	0	0	3	0	2	0	0	0	0	8	5.55		
#12	오실로스코프	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	진단시스템	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
#14	오실로스코프	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	진단시스템	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

표 4는 '99년 1월에 디지털 오실로스코프를 이용해 시행한 동일 발전기의 시험결과와 금번('99. 6)에 진단시스템으로 측정된 시험결과를 비교한 것으로 10, 12, 14호기는 변동이 없으나 9, 11호기의 경우 층간단락 현상이 다소 증가하였음을 알 수 있다. 따라서 이러한 층간단락 시험을 현장 기술자가 주기적으로 시행하여 추이(trend)를 분석함으로써 발전기 회전자 권선의 예측정비에 활용할 수 있다.

표 4 운전시간에 대한 층간단락 시험결과  
Table 4 The test results of shorted turns for operating time

호기	층간단락 발생 Turn 수												층간 단락 발생율 [%]	
	Winding Number													
	1	2	3	4	5	6	계							
	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S		
#9	'99. 6	0	0	1	0	0	2	1	0	0	0	0	4	2.78
	'99. 1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2	1.38
#10	'99. 6	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	3	2.08
	'99. 1	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	3	2.08
#11	'99. 6	3	0	0	3	0	2	0	0	0	0	0	8	5.55
	'99. 1	2	0	0	3	0	1	0	1	0	0	0	7	4.86
#12	'99. 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	'99. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
#14	'99. 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	'99. 1													시험 미 실시

5. 결 론

본 논문에서는 발전기 운전중 회전자 권선의 층간단락 여부를 판별할 수 있는 진단시스템을 개발하였으며, 현장 가스 터빈 발전기 5대에서 디지털 오실로스코프와 새로운 진단시스템을 사용하여 회전자 권선의 층간단락 진단시험을 시행한 결과 아래와 같은 결론을 얻었다.

(1) 새롭게 개발된 진단시스템을 이용한 발전기 운전중 회전자 권선의 층간단락 진단시험은 단락이 발생한 권선의 위치, 턴수 및 발생율 등을 현장에서 신속하고 정확하게 판별할 수 있었다.

(2) 실제 발전기에서 디지털 오실로스코프와 새로운 진단시스템을 사용하여 회전자 권선의 층간단락 진단시험을 시행한 결과가 모두 일치함에 따라 진단시스템의 신뢰성을 확인할 수 있었다. 그리고 가스터빈 발전기 5대중에 2대는 층간단락이 전혀 발생하지 않았으며, 나머지 3대는 층간단락 발생율이 각각 2.78%, 2.08% 및 5.55%로 분석되었다.

(3) 새로운 진단시스템은 사용이 편리하여 발전기 회전자 권선의 층간단락 시험을 위해 현장 기술자가 쉽게 이용할 수 있으며, 주기적으로 진단시험을 시행하여 추이를 분석함으로써 예측정비에 활용할 수 있다.

참 고 문 헌

[1] 김희동, 김병한, 황규호, "가스터빈 발전기 회전자 권선 용 글라스/에폭시 복합재료의 화학적, 열적 및 유전특성", 대한전기학회 춘계학술대회 논문집, pp. 12-15, 1999.

[2] "발전기 회전자 On-Line 단락 감시시스템 개발", TM, 98GS06.M1999.137, 한전전력연구원, 1999.  
[3] I. M Culbert, H. Dhirani. G. C. Stone, *Handbook to assess the Insulation Condition of Large Rotating Machines*, EPRI, EL-5036, Vol. 16, pp. 5-24~5-31, 1989.  
[4] M. P. Jenkins, "On-Line Monitoring of Rotor Shorted Turns", IEE Conference Publication No. 401, pp. 55-60, 1994.  
[5] D. R. Albright, *Interturn Short-Circuit Detection*, Generatortech. Inc., pp. 1-8, 1993.  
[6] 김희동, 이영준, 박종정, 주영호, "발전기 회전자 권선의 운전중 층간단락 탐지", 대한전기학회 논문지, Vol. 48C, No. 3, pp. 192-199, 1999.

저 자 소 개



**이 영 준(李 泳 俊)**  
1963년 2월 8일생. 1985년 홍익대 공대 전기공학과 졸업. 1987년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 현재 한전 전력연구원 발전연구실 발전계전그룹 선임연구원  
Tel : (042) 865-5262  
Fax : (042) 865-5304

E-mail : leeyj@kepri.re.kr



**김 희 동(金 熙 東)**  
1961년 12월 15일생. 1985년 홍익대 공대 전기공학과 졸업. 1987년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1998년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학박). 현재 한전 전력연구원 발전연구실 발전계전그룹 선임연구원  
Tel : (042) 865-5261

Fax : (042) 865-5304

E-mail : hdkim@kepri.re.kr



**주 영 호(朱 榮 鎬)**  
1956년 5월 1일생. 1981년 인하대 공대 전기공학과 졸업. 현재 한전 전력연구원 발전연구실 발전계전그룹 책임연구원  
Tel : (042) 865-5260  
Fax : (042) 865-5304  
E-mail : juyh@kepri.re.kr