

에폭시/마이카 커플러를 이용한 고정자권선 결함신호 특징추출에 관한 연구

박 재 준, 김 희 동*

중부대학교 전기전자공학과, 한전전력연구원*

A Study on Feature Extraction of Fault Signal for Stator Winding using Epoxy/Mica Coupler

Jae-Jun Park, Hee-Dong Kim*

Department of Electrical Electronic Engineering, Joongbu University, KEPRI*

Abstract

In this Study, we have acquired 5-simulation Fault types Signals of high voltage Motor stator winding using epoxy/mica coupler. In order to know stator winding fault type using fault signals, we have performed feature extraction to apply wavelet transform technique. we have obtained skewness and kurtosis as statistical parameters of fault signal pattern from non deterioration state winding. We have known that 5 fault signals types have done an exponential function pattern shape but individually fault a class widely was different each other a signal waveform of pattern.

Key Words : Feature Extraction, High Voltage Motor Stator Winding , Simulation Fault Winding , Epoxy/Mica Coupler

, Partial Discharge

1. 서 론

발전소 내의 주요한 보조기기로서 구동할 때 고압전동기는 운전특성상 높은 기동전류, 기동 회전력이 요구되기 때문에 장기간 운전할 때 전동기의 권선에 전기적, 기계적 피로에 의하여 권선에 열화가 누적되어 절연이 약화 되거나 절연이 파괴될 가능성이 있다.

이런 이유로 고압전동기 고정자 권선에 결함이 발생하면 언젠가는 절연이 파괴에 이르게 되어, 전력공급의 신뢰성 저하 와 발전정지로 인한 경제적 손실 대단히 클 것이다. 따라서 절연파괴가 발생하기 전에 결합종류, 결합의 위치, 열화정도를 사전에 예측할 수만 있다면 전력산업에 크게 기여 되리라 본다. 이러한 결함을 탐지하여 결합의 종류, 열화정도를 파악하기 위한 계측법으로 부분방전 계측법이 오랫동안 연구되어져 왔으며, 실용화에 적용한 연구가 진행되어져 오고 있다.

본 연구에서는 6.6kV급 고압전동기 고정자권선의 결합부분에서 고전계가 인가되면 국부적으로 부분방전이 진행되어 결함신호가 발생되게 된다. 이러한 결함신호 계측을 통하여 특징을 추출하기위하여 이산웨이블렛 변환을 적용하여 통계적인 파라미터인 웨도와 첨쇄도, 최대값, 평균값 그리고 분산 값의 정량화된 파형의 특징을 추출할 수 있었다. 여러 결함신호의 종류를 분류하기위하여 신경망 입력의 전처리로 특징추출된 통계적인 파라미터를 이용 하였으며 여러종류의 모의 결합권선 즉, 정상권선, 내부방전결합, 1선단락 결합, 연면방전, 코로나테이프 제거된 권선의 결합신호의 특징을 추출하였다.

2. 실험장치

아무리 결함이 없이 권선을 재작한다 하더라도 결함이 발생할 수밖에 없다. 이는 고압의 전기적인 스트레스 및

기계적인 스트레스 그리고 열적 및 환경조건에 따라 절연재료는 열화 될 수밖에 없는 것이다. 이러한 이유로 여러 전문가 및 제작업체와 상의하여 최대한 현실적인 모의결합을 제작하였다. 그림 1에서 나타낸 바와 같이 1개의 정상상태 권선과 4가지의 모의 결합권선을 제작 하였다.

- (1) No.1(Normal Winding)
- (2) No.2(Internal Fault Winding)
- (3) No.3(Creeping Discharge)
- (4) No.4(1-Line Short Winding)
- (5) No.5(Non-Corona Tape Fault Winding)

그림1은 고전압 발생장치는 Tettex Instruments(Switzer) 제품인 고전압 발생 장치를 이용하여 모의 결합된 고정자권선에 전압을 인가하였고, 사용된 부분방전 신호의 계측은 Epoxy-Mica Coupler (정전용량: 80[pF])을 통하여 고정자모의권선으로부터 발생된 부분방전 펄스 파형을 측정하기위하여 사용하였다. 에폭시-마이카 커플러를 이용한 부분방전펄스 파형의 계측기법으로서 인가전압은 6.6 kV 급, 1000~1500 kW 용량, 6.6 kV급 고압전동기 모의 고정자권선에 12kV (180%)까지 단계적으로 승압 (1kV/min)후, 일정전압이 인가 되도록 하였다. 획득된 데이터는 필터링의 과정을 걸친 후 Matlab 6.5을 통하여 FFT 주파수 분석을 실행하였고,

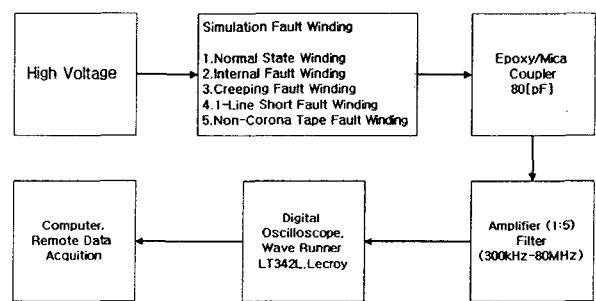


그림1. 실험장치 구성

Fig 1 Set up of Experiment Device

패턴추출을 위한 과정으로서 여러 가지 통계적인 파라미터(최대값, 평균값, 분산값, 왜도, 첨쇄도)에 적용하여 특징추출을 하게 된다. 각각의 결합마다의 패형에 대한 특징추출과 주파수 분석이 이루어졌다.

3. 결과 및 검토

3.1 특징추출(Feature Extraction)

인가전압은 모의 권선의 정격전압이 6.6kV , $1000\sim 1500\text{kW}$ 급 권선으로 제작하였기 때문에 정격의 180%인 12kV 을 인가하여 No1~No5 까지 5가지 권선을 모의한 부분방전펄스 신호를 디지털 오실로스코프를 이용하여 계측하였다. 에폭시/마이카 커플러 출력신호 패형을 웨이블렛 변환을 적용하여 특징추출파라미터 및 FFT를 이용한 주파수분석을 적용하였다.

3.2 결합신호(Fault Signal)

그림2의 (a)No.1~(e)No5에서는 시간영역에서 정상상태 및 4가지 결합신호의 부분방전 펄스파형을 나타내고 있다. 각각의 결합신호의 패형은 지수함수적인 형상을 이루고 있으며, 특징추출을 위하여 표1.의 경우에 나타낸 결합신호의 통계적인 파라미터인 왜도와 첨쇄도를 구하였다. 표2에서는 각각의 결합신호에 대한 스펙트럼의 분석결과를 나타내었다.

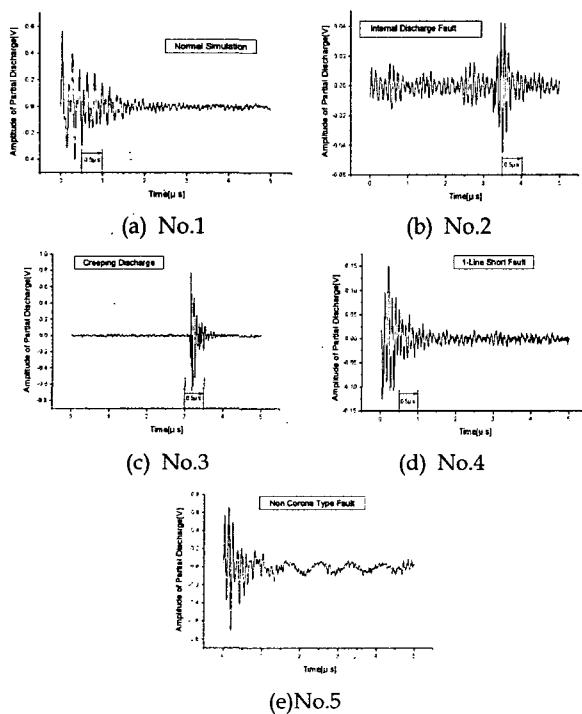


그림2. 각각의 모의 결합권선의 펄스파형.

표1. 5가지 모의 결합권선의 부분방전펄스파형의 특징추출

Types of Fault Statistical Parameters	Normal	Internal	Creeping Discharge	1-Line Short	Non-Corona Tape	
	SK=3.27	SK= 2.6	SK = 5.4	SK=3.66	Single Pulse	SK=3.5
Skewness					Double Pulse	SK=2.4
Kurtosis	KU=11.86	KU=8.1	KU=31.4	U=15.4	Single Pulse	KU=13
					Double Pulse	KU=5.78

표2. 5가지 모의 결합권선에 대한 주파수특성

Faulty Types	Frequency Band
Normal State (NO1)	2.5MHz~15MHz
Internal Discharge (NO2)	7.5MHz~13MHz
Creeping Discharge NO3)	8.8MHz~50MHz
1-Line Short Fault (NO4)	5MHz~15MHz
Non-CoronaTape (NO5)	1MHz~1.6MHz , 7.2MHz, ~15MHz

4. 결 론

본 기술개발에서는 고압전동기의 경우 운전 특성상 높은 기동전류, 기동 회전력이 요구되기 때문에 장기간 운전할 때 전동기의 권선에 전기적, 기계적인 피로에 의하여 권선에 열화가 누적되어 절연이 약화 되거나 절연이 파괴될 가능성이 있다. 고압전동기 고정자 권선에 결함이 발생하면 언젠가는 절연파괴에 이르게 되어, 전력공급의 신뢰성 저하와 발전정지로 인한 경제적 손실 대단히 크다 할 것이다.

현장에서 고정자권선에서 나타날 수 있는 결함을 인공적으로 모의하여 부분방전펄스 신호를 에폭시/마이카 커플러를 통하여 계측하였다. 계측된 신호를 웨이블렛 변환 기법을 적용한 특징추출을 실시하였다. 5가지의 모의 결합에서 나타난 펄스파형에 대한 특징을 추출하였고, 특징추출된 통계적인 파라미터를 전처리과정을 통하여 특징추출 후 결합신호분류를 위하여 신경망의 교사학습법인 역전파 알고리즘을 적용하여 훈련과 학습을 실시 후 훈련에 가담하지 않은 다른 결합신호를 무작위 추출하여 테스트한 결과 분명하게 분류함을 알 수 있었다. 이로서 향후 고정자권선의 결함을 진단할 수 있는 특징추출알고리즘으로 이용하여 진단기법을 연구하는데 중요한 기반이 될 것임.

감사의 글

본 연구는 산업자원부의 지원에의하여 기초전력연구원(자유공모2004)으로 수행된 과제임.

참고 문헌

- [1]. Tanaka, "Partial Discharge Pulse Distribution Pattern Analysis", IEE Proc.-sci. Meas.Techol, Vol. 142, No.1, 46-50, 1995
- [2] E. M. Lalitha and L. Satish"Wavelet Analysis for Classification of Multi-source PD Patterns" IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation Vol.7 No. 1, February 2000