

몰드변압기 이상권선의 진동신호 분석에 관한 연구

정종욱^υ, 정용기, 이재걸, 김재철, 곽희로, 박종신*
^υ송실대학교 전기공학과, *한전 서울 연구원

A Study on the Vibration Signal Analysis of Distorted Mold Transformer

Jong-Wook Jung^υ, Young-Ki Chung, Jae-Gul Lee, Jae-Chul Kim, Hee-Ro Kwak, Jung-Sin Park^{*}
Dept. of Electrical Engineering Soongsil Univ. *KEPCO. Seoul Training Center

Abstract - This paper describes the analysis of vibration signals of distorted mold transformer. For experiment, the acceleration sensors were adhered on the surface of winding and on the core. The vibration signals measured as variation of control variables were analyzed using data aquisition system. It was shown that the vibration signals of distorted mold transformer were distinguished from those of normal mold transformer.

구조적 이상을 모의하였다. 가속도센서에 의해 측정된 진동신호는 Pre-Amp와 Main-Amp에서 증폭되어, A/D 변환기의 입력이 된다. 이 입력신호를 상시감시장치에서 진동신호 크기, 주파수 스펙트럼, AR 계수로 계산하여, 화면에 표시하였다. 그림1에 실험장치 개략도를 나타내었다.

1. 서 론

몰드변압기는 신뢰도가 높기 때문에, 옥내 변전소에 널리 사용되고 있다. 국내의 경우, 대부분의 사고사례는 지하철용 옥내 변전소에 설치된 몰드변압기에서 찾아볼 수 있다. 사고의 원인은 직권전동기의 순간적인 기동전류에 의해 발생하는 권선주위 누설자속의 분포로 인한 반복적인 전자력이 발생하기 때문이며, 이 전자력이 권선전동의 원인으로 작용하여, 결국 고체절연물에 크랙을 야기한다고 사료된다. 본 연구에서는 이와 같은 몰드변압기 크랙 사고의 예방진단을 위해, 이상권선의 진동신호를 분석하였다.

2. 실험장치 및 실험방법

본 실험을 위한 장치는 반환부하장치, 가속도센서, 데이터 수집장치로 구성되었다. 몰드변압기의 부하를 모의하기 위해, 반환부하법을 이용하였으며, 이상권선과 철심의 진동신호 측정을 위해, 권선 표면과 철심의 모서리에 가속도센서를 부착하였다. 이 때, 몰드변압기 상부 4개의 지지블럭과 철심을 조이고 있는 2개의 철심클램프를 이완하여,

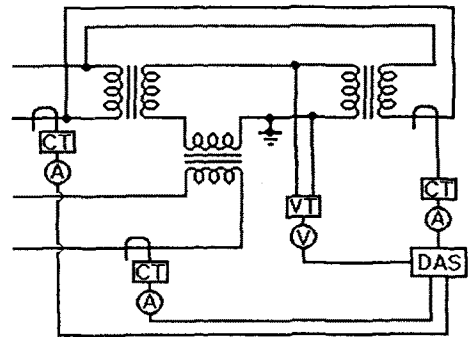


그림 1 실험장치 개략도

Fig. 1 Schematic diagram of experimental equipment

이상권선으로 모의한 몰드변압기에 공급전압을 0%(0[V])부터 110%(14.520[V])까지 10%씩 증가시키고, 각 전압별로 부하전류도 0%(0[A])부터 110%(143.04[A])까지 10%씩 증가시키면서, 그 때마다의 진동신호를 측정하였다. 측정된 데이터는 데이터 분석장치에서 진동신호의 크기와 주파수 스펙트럼으로 계산되어, 2분마다 저장된다. 본 실험에서는 측정오차의 경감을 위해, 5번의 데이터의 평균치를 취하였다. 그림 2에 상시감시장치를 나타내었다.

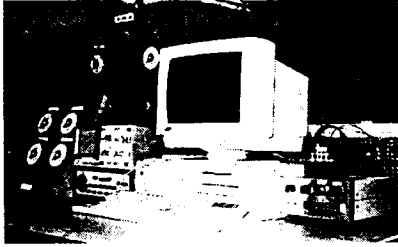
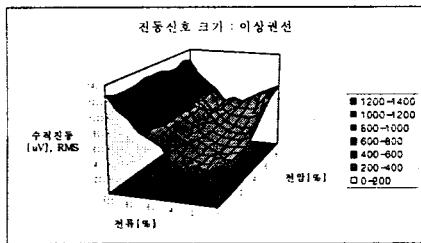


그림 2 상시감시장치
Fig. 2 On-line monitoring system

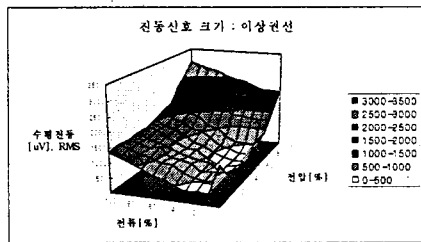
3. 실험결과 및 고찰

데이터 분석장치를 통하여 계산된 이상권선 진동신호의 크기를 그림 3에 나타내었다.

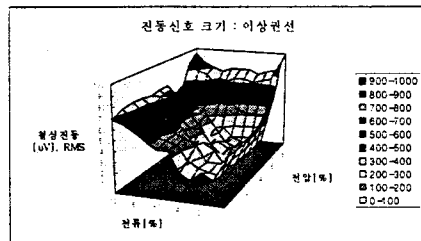
그림에 나타난 바와 같이, 부하전류가 증가함에 따라 수직진동신호의 크기가 증가하였으며, 수평진동은 공급전압 및 부하전류에 의해 증가하였다.



(a) 수직진동



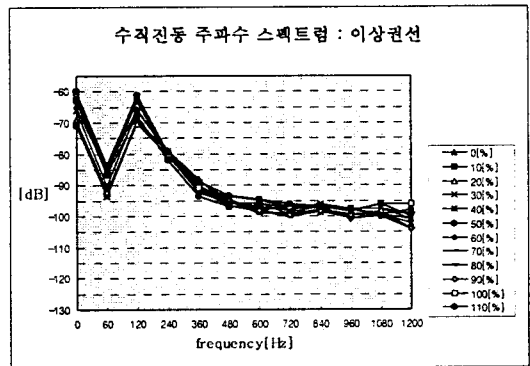
(b) 수평진동



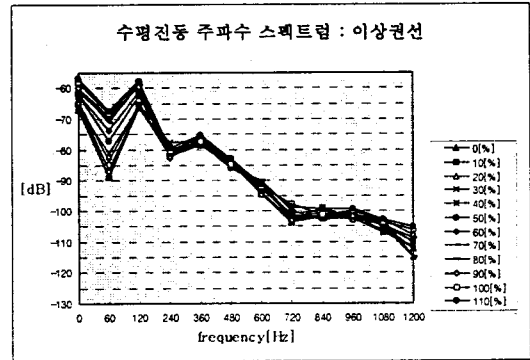
(c) 철심진동

그림 3 이상권선의 진동신호 크기
Fig. 3 Magnitude of vibration signals at abnormal winding

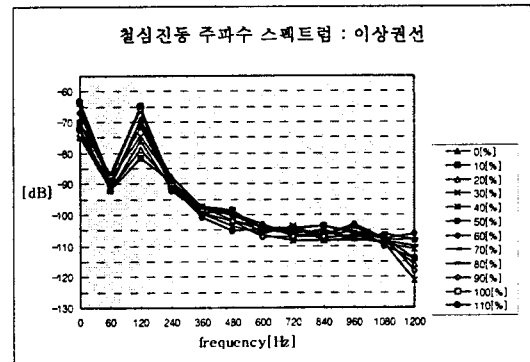
그림 4에 이상권선에서 발생하는 진동신호의 주파수 스펙트럼을 나타내었다. 그림에서 보는 바와 같이, 이상권선 모의시, 수직진동은 70[%] 공급전압까지는 크기 및 형태가 거의 유사하였으나, 80[%] 공급전압에서 240[Hz] 이상 고조파가 약간 증가하였고, 90[%] 공급전압부터 480[Hz], 720[Hz]가 증가하였다. 수평진동도 공급전압에 의해 증가하였다. 철심진동 또한 공급전압에 의해 증가하였고, 60[%] 공급전압까지는 크기 및 형태가 거의 유사하였으나, 70[%] 공급전압부터 480[Hz]와 1200[Hz]를 제외한 240[Hz] 이상의 고조파가 증가하였고, 특히 240[Hz], 360[Hz]는 90[%] 공급전압에서 급증하였다.



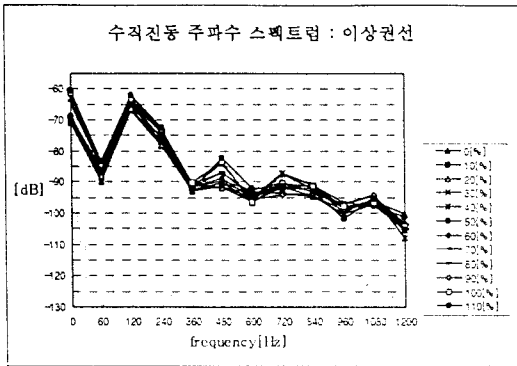
(a) 수직진동 : 70[%] 공급전압



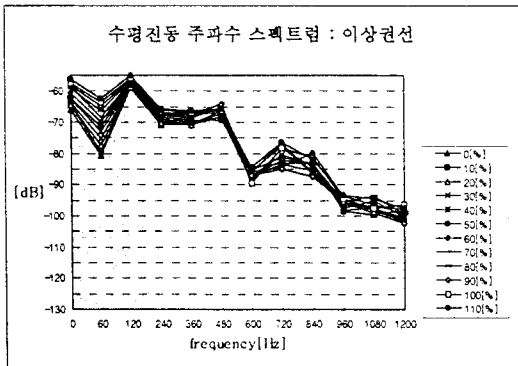
(b) 수평진동 : 70[%] 공급전압



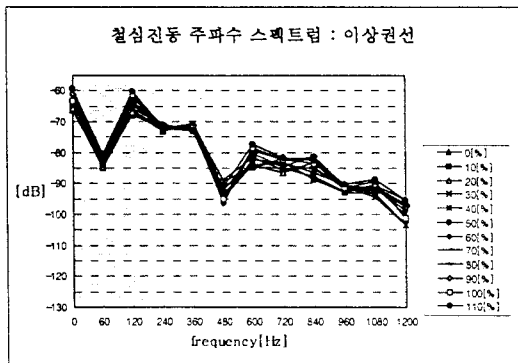
(c) 철심진동 : 60[%] 공급전압



(d) 수직진동 : 100(%) 공급전압



(e) 수평진동 : 100(%) 공급전압



(f) 철심진동 : 100(%) 공급전압

그림 4 이상권선 진동신호의 주파수 스펙트럼
Fig. 4 Frequency spectrum of vibration signal at abnormal winding

5. 결론

본 연구에서는 이상권선을 모의한 몰드변압기의 진동신호를 가속도센서를 이용하여 측정하였으며, 진동신호 크기 및 주파수를 분석하여, 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 몰드변압기의 수직진동의 크기는 전류에 의해 증가하였으며, 수평진동의 크기는 공급전압과 부하전류에 의해 증가하였다.
- (2) 진동신호 주파수 스펙트럼은 전체적으로 공급전압에 의해 크기 및 형태가 변화하였으

며, 그 변화는 특정전압에서 갑자기 변화하는 경향을 나타내었다.

- (3) 진동신호의 크기 및 주파수 스펙트럼 분석 결과, 진동신호는 특정전압 이하까지나 이상부터는, 일정한 특징을 지닌 채 변화하는 것을 알 수 있었으며, 이로써 공급전압이나 부하전류의 변화에 의한 진동신호의 경향을 예측할 수 있었다.

(참 고 문 헌)

- [1] 박희로 외, "몰드변압기의 방재 및 진단용 Monitoring System 개발에 관한 연구", 한국소방안전협회, pp.90-204, 1997.1.
- [2] 박희로 외, "변압기 권선 고장 검출을 위한 진동 분석 시스템 개발 연구", 한국전력공사 기술연구원, pp.72-82, 1994.12.
- [3] 정찬수 외, "변압기의 기계적 구조변형에 따른 진동신호 특성 변화", 대한전기학회 논문집, 1989. 8.
- [4] 정종욱 외, "몰드변압기의 진동신호 분석에 관한 연구", 방전 및 고전압 연구회, pp.192-194, 1997.5.
- [5] 정종욱, "몰드변압기 예방진단을 위한 진동 신호 분석", M. Eng. Soongsil Univ., 1997.6.
- [6] J. L. Kirtley Jr., W. H. Hagman, "Transformer Monitoring Using Vibration Analysis", Massachusetts Institute of Technology, 1989.8.
- [7] 河村達雄 외, 電氣設備の診断技術, 日本電氣學會, pp.205-210, 1991.10.

본 연구는 사단법인 한국소방안전협회의 지원에 의해 수행되었습니다.