

전기철도용 유입변압기 수명예측을 위한 가속열화에 따른 퓨란 분석에 관한 연구

Study of Furan Analysis for Life Assessment of Railway Oil Transformer by accelerated degradation

김정호*, 이동준**, 김백†,

Jeong-Ho Kim*, Dong-Zoon Lee**, Baik Kim†

초 록 본 논문에서는 전기철도용 유입변압기의 정확한 열화정도를 판단하기 위하여 기존 유증가스 분석법이 아닌 퓨란에 의한 수명예측을 실험하고자 한다. 이를 위해 가속열화장비를 설계하였고 120℃, 140℃, 160℃에서 가속열화를 진행하였다. 가속 열화된 절연지는 GC와 HPLC 분석을 통해 퓨란 분석이 절연열화에 따라 비례하여 절연열화가 진행됨을 확인할 수 있었고, CO와 CO₂의 연관 관계를 통해 가속 열화되는 지표를 구할 수 있음을 알 수 있었다.

주요어 : 퓨란 분석, 유입변압기, 수명예측, 가속열화

1. 서 론

전력설비를 유지보수·관리하기 위한 기술은 최근에 TBM, CBM, RCM 등 기존개념을 넘어 자산관리(Asset Management)를 위한 수명예측, 위험관리 기술이 대두되고 있다. 전기철도용 전력설비 중 변압기는 운전 중 고조파 유입이 많아 내부의 발열이 많이 발생하며 이로 인해 방해가스가 다수 발생하고 있다. 따라서 유증가스 분석만으로는 변압기의 정확한 판단이 어렵고 수명예측 등을 위해서는 사고 전이라도 평시에 절연성능을 정확히 평가하는 기술이 필요한 상황이다.

본 논문에서는 전기철도용 유입변압기의 수명예측을 위해 가속열화에 따른 퓨란 분석과 기존 유증가스 분석과의 비교를 통해 그 유용성을 검증하고자 한다.

2. 본 론

2.1 가속열화시험장치

유입변압기의 열적열화를 모의하기 위해 가속열화 시험을 수행하였다. 아래 그림1은 본 논문에서 제작한 가속열화 시험장치의 개략도이다.

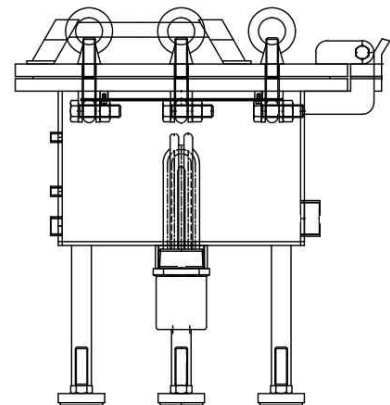


Fig.1 가속열화장비 개략도

가속열화 시험을 위해서 유입변압기 구조물의 중량비에 맞게 구리, 철, 절연지, 절연유를

† 교신저자: 한국교통대학교(whitek@ut.ac.kr)

* 한국교통대학교 일반대학원

** 산일전기 기술연구소

삽입하였고, 이후 가속열화를 위해 120℃, 140℃, 160℃로 가열하였다. 가속열화에 의해 열화된 절연유는 GC(Gas Chromatography)와 HPLC(High Performance Liquid Chromatography)로 분석하였다.

2.2. 시험결과

아래 그림 2는 온도별로 가속열화된 변압기 절연유의 퓨란 증가량을 막대그래프로 나타낸 것이다.

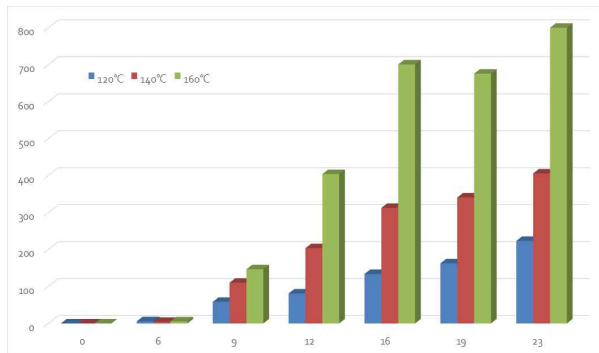


Fig.2 가속열화에 따른 퓨란 증가량

그림에서 보는 것처럼 가속열화가 진행됨에 따라 퓨란 값이 증가하는 것을 볼 수 있다. 특히, 온도가 높을수록 증가량이 더 가파른 것을 확인할 수 있다.

퓨란이 기존 절연지 열화와 관련 있는 것으로 알려진 CO가스와 CO₂가스의 증가량과 연관성을 분석하기 위해 그 값을 동시에 비교 하였다. 아래 그림 3은 퓨란 증가에 따른 CO가스와 CO₂가스의 증가량을 나타낸 것이다.

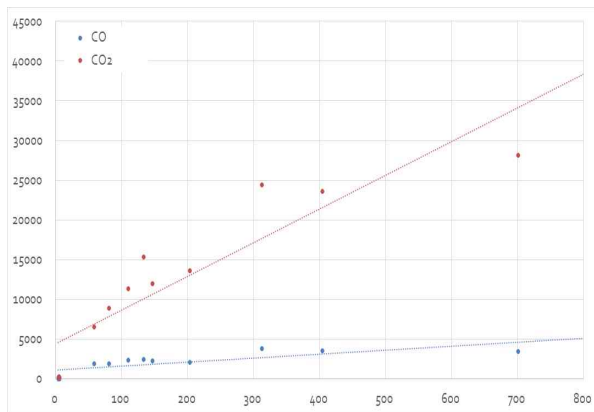


Fig.3 퓨란 증가에 따른 CO, CO2 증가량

그림 3에서 보는 것처럼 퓨란과 CO와 CO₂ 가스는 서로 비례하여 증가하는 것을 확인할 수 있다. 일반적으로 알려진 절연지 열화된 CO+CO₂비와 비교하여 그 열화정도를 비교하면 다음과 같은 식을 유도할 수 있다.

$$Y = 6319.5 \ln(x) - 13011$$

여기서, X는 퓨란, Y는 CO와 CO₂ 합

3. 결론

전기철도용 유입변압기의 열화정도를 예측하기 위하여 가속열화에 따른 퓨란 측정방법을 시험하였다. 이를 위해 가속열화장치를 제작하였고 열화를 시키면서 퓨란과 CO와 CO₂ 가스의 변화량을 측정하였다.

그 결과 절연지가 가속열화 되면서 퓨란 값이 증가하는 것을 확인하였고, 기존 절연열화 값으로 알려진 CO와 CO₂ 가스와의 연동하고 있어 그 유사성을 식으로 나타내었다. 이를 기반으로 현재 사용중인 전기철도용 유입변압기의 절연유를 대상으로 추가 시험 및 현장 점검을 통하여 전기철도용 유입변압기의 열화상태 및 수명예측과 관련된 지표를 구할 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

- [1] Luiz Cheim, Donald Platts and Thomas Prevost, "Furan Analysis for Liquid Power Transformers", IEEE Electrical Insulation Magazine Vol. 28, No.2, 2012.
- [2] 박현주 외 "변압기 열화진단을 위한 절연유중 퓨란화합물 최적 분석기법 고찰" 2009 대한전기학회 제40회 하계학술대회, 2009.7, pp.2047-2048
- [3] A. B. Shkolnik, R. T. Rasor: "Statistical Insights into Furan Interpretation Using a Large Dielectric Fluid Testing Database", Transmission and Distribution Conference and Exposition (T&D), IEEE PES, May 2012