FEM을 이용한 음향신호의 전달특성에 관한 연구

Investigation on propagation characteristics of AE signal with FEM

서판석*, 구경완**, 김종석***, 한상옥*
(Pan Seok Seo*, Kyung Wan Koo**, Jong Seok Kim***, Sang Ok Han*)

Abstract

This paper describes the simulation study, conducted on the propagation characteristics of AE signal. In the case of gas insulation, such as SF_6, the equipment is less affected by the environment condition than air insulation, because the component parts of equipment were placed in the enclosure, which is filled with compressed gas. But, when the breakdown in the electric insulation occurs, it takes much time and economical efforts to repair. Therefore it is very important to diagnose the equipment before the accident. And, in general, UHF and AE signal is the most common transducer to diagnose the state of the power equipment, so, in this investigation, we make a experimental apparatus with aluminum plate and transient analysis with ANSYS to observe the propagation characteristics of AE signal. Through the result of the analysis, we can make a further understanding on the propagation characteristics of AE signal, and get the fundamental skills for the GIS diagnosis.

Key Words : GIS, transient analysis, AE signal

1. 서 론

1960년대 이후 추진된 급속한 산업화에 따라 우리 나라의 각종 산업분야는 양적, 질적 측면에 있어 눈부신 성장을 이루었으며 전력산업 또한 국가기간산업의 중심 축으로서 큰 성장을 이루었다. 산업규모에서 뿐만 아니라 문화수준의 향상에 따라 전력분야의 성장은 앞으로도 계속되어질 것으로 예상되고 있다.

이런 추세에 따라 안정적 전력공급을 바탕으로 활발한 산업활동 및 생활수준 향상을 도모하기 위하여 우리 나라의 계통최고전압을 기존의 345 kV에서 765 kV로 격상시키고자 하는 일련의 연구·개발이 1980년대 이후 지속적으로 진행되어 왔으며, 그 결과 현재 몇몇 구간에 있어서 765 kV 송전선로가 완공되어 운용 중에 있다.

* : 충남대학교 전기공학과
(대전시 유성구 궁동 220)
Fax: 042-823-7970
E-mail : runs@cnu.ac.kr
** : 영동대학교 전자공학과
*** : 한발대학교 전기공학과

한편, 전력산업 분야에 있어서도 친 환경성에 대한 요구 및 고정밀 고부가가치 산업의 부각에 따라 각종 송변전기기에 대한 "경박단소" 특성 및 전력설비 고유의 고신뢰성이 요구되어지고 있다.

이와 같은 경향에 따라 대규모의 부지를 요구하며, 비환경친화적 설비로 인식되고 있는 기존의 변전설비 대신 SF_6 가스의 우수한 소호 및 절연내력을 이용, 차단부와 단로부 등을 가스로 봉압하여 설비의 축소를 도모한 GIS가 큰 관심의 대상이 되고 있다.

그러나 GIS는 밀폐형 구조이므로 보수 및 점검이 어려운 단점을 지니고 있다. 이에 대한 대책으로 GIS의 고장을 미리 예측할 수 있는 진단기술이 절실히 요구되어 지고 있다. 또한 GIS를 장기간 사용할 경우에는 내부의 가스압력, 수분, 입자 등에 의한 특성변화가 크므로 이에 대한 엄중한 감시가 필요하다. 이러한 부분방전, 이물 및 통전불량 등으로 나타나는 기계적 진동은 전달되는 매질의 특성에 크게 의존하게 된다.

이에 본 연구에서는 GIS 구조물에 있어서의 AE 신호의 전달특성을 이해하기 위해서 실험용 plate

를 이용한 실증실험 결과와 유한요소법을 이용한 ANSYS 시뮬레이션 결과를 비교 분석하였다.

2. 실 험

2.1 실험장치

본 논문에서는 Fig. 1에서 보이는 바와 같이 재질이 알류미늄으로 제작된 실험용 plate를 사용하였으며, plate의 규격은 7075-T6(Al)으로 제작되었다. 측정시에 사용할 AE sensor로는 PAC R15를 적용하였으며, PAC R15 센서가 발·수신이 모두 가능하다는 점을 이용하여 펄스장치 (PAC MODEL-3001)와 연결한 R-15 센서로 펄스파를 인가하였다. 또한, 측정시에 인가할 또 다른 소스로는 Guide Ring을 적용한 흑심 부러뜨리기를 적용하였다. 측정시 소스의 신호가 미약한 관계로 AMPLIFIER FILTER ((100~300 KHz) PAC Model : 1220A , (28 V(DC), 2 Amp))를 이용하여 증폭시켰으며 발신 신호의 측정과 분석은 OSC (LeCroy 9354A)와 MISTRAS 2001 (A MISTRAS Holdings Company) 컴퓨터를 이용하여 신호의 발신위치와 신호들 간의 시간차를 파악하였다. 센서를 부착 시에는 고정과 접착이 용이하도록 High Vacuum Grease를 이용하였다.

Fig. 1. 실험용 plate(7075-T6)

흑심 부러뜨리기용 Guide Ring은 ASTM E 976-94에서 초음파센서의 특성 교정용 장치로 기술되어 있는 규격으로 만들어 진 것으로 실험에 적용하였다. 실험을 진행시 실험자 마다 같은 힘으로 동일한 소스를 만든다는 건 쉬운 일이 아니다. 또한 같은 실험자 일지라도 여러 번의 실험에서 같은 소스를 입력하기 또한 어렵다. 따라서 소스를

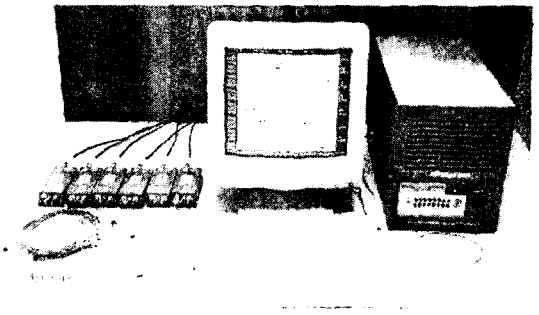

Fig. 2. MISTRAS 2001을 포함한 측정 시스템

입력시에는 같은 조건이 되도록 유의를 해야 한다.

Fig. 2의 MISTRAS 2001는 실험용 컴퓨터라고 말할 수 있으며, 실험을 통해서 측정되는 결과를 실시간으로 나타내며, 여러 가지 프로그램이 내장되어 있어서 다양한 분석이 가능하며 파일로도 저장이 가능하다.

3. 결과 및 고찰

Fig. 3은 본 연구를 통해 실험한 plate의 형상을 보이고 있다. 실험에 적용된 plate의 dimension은 다음과 같다.

13 mm(T) × 1000 mm(W) × 650 mm(H)

한편, 센서 들간의 거리는 550 mm 의 거리를 유지하였으며 전산해석툴인 ANSYS 5.5를 이용하여 실증 실험과 같은 조건으로 실험하였다.

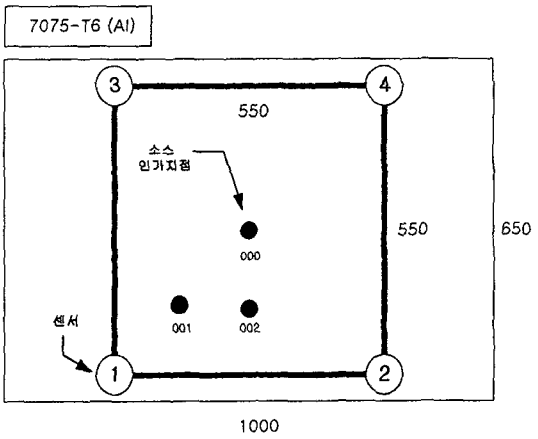

Fig. 3. Profile of plate (7075-T6(Al))

3.1 실험 결과(000지점)

흑심 부러뜨리기용 Guide Ring을 이용한 실험과 센서(R-15)로 펄스를 인가시 나온 결과 그리고 전산해석 결과를 비교하였다. 첫 번째 소스입력 위치(000지점)는 소스로부터 센서(1번~4번센서)들 까지의 거리가 모두 동일한 경우이다.

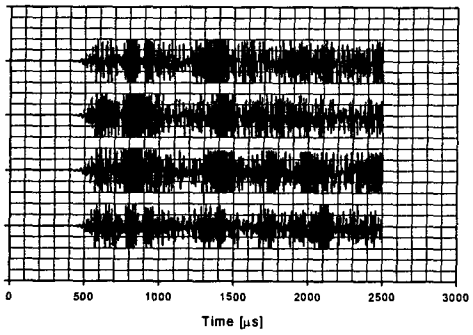

Fig. 4. 흑심부러뜨기용으로 소스 인가시 측정된 신호 (000지점)

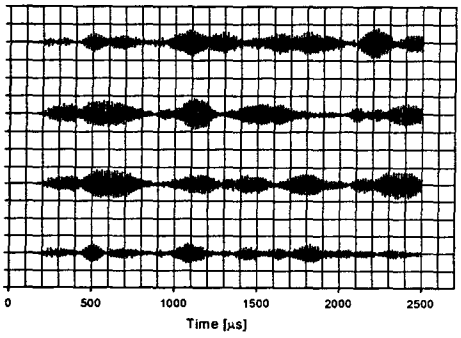

Fig. 5. 펄스파로 소스 인가시 측정된 신호 (000지점)

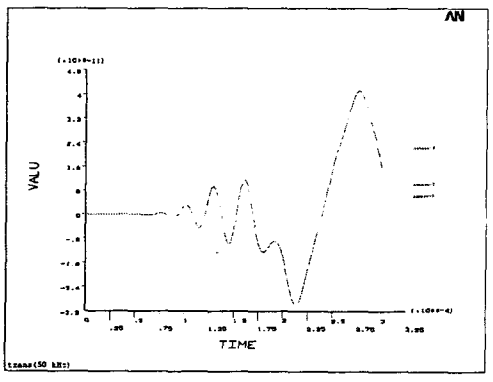

Fig. 6. 전산해석에 의한 해석결과 (000지점)

소스를 인가한 지점(000지점)에서 4개의 센서에 도달하는 거리가 동일하기 때문에 4개 측정 지점 센서에서 같은 결과가 나타났다.

3.2 실험 결과(001지점)

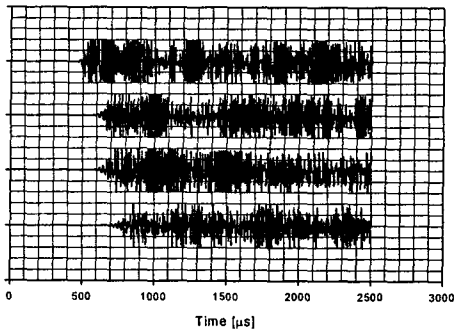

Fig. 7. 흑심부러뜨기용으로 소스 인가시 측정된 신호 (001지점)

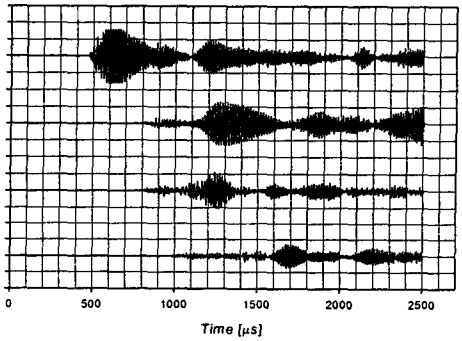

Fig. 8. 펄스파로 소스 인가시 측정된 신호 (001지점)

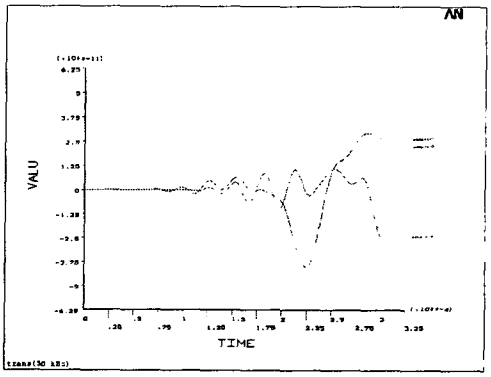

Fig. 9. 전산해석에 의한 해석결과 (001지점)

001지점은 소스를 인가한 지점에서 볼 때 1번 센서와의 거리가 가장 가깝고, 그 다음은 2번과 3번 센서가 소스를 인가한 지점과의 거리가 동일하며 4번 센서 지점과의 거리가 가장 멀었다.

3.3 실험 결과(002지점)

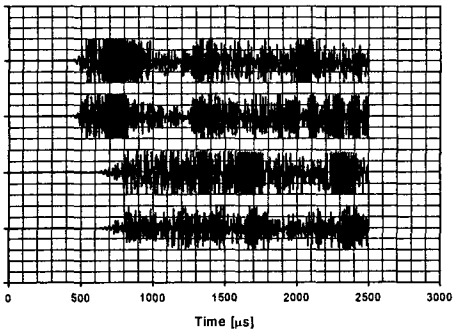

Fig. 10. 흑심부러뜨기용으로 소스 인가시 측정된 신호 (002지점)

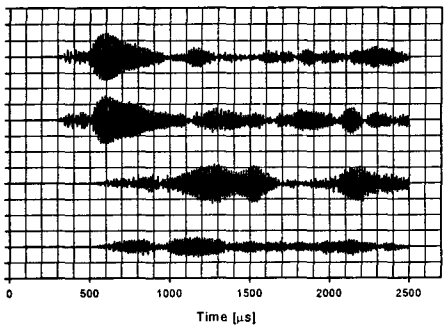

Fig. 11. 펄스파로 소스 인가시 측정된 신호 (001지점)

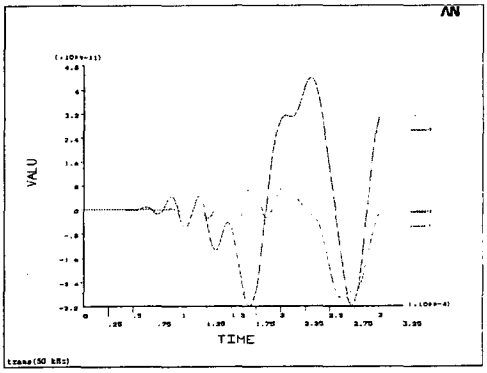

Fig. 12. 전산해석에 의한 해석결과 (001지점)

002지점은 소스를 인가한 지점에서 볼 때 1번 센서와 2번 센서에 도달하는 거리가 동일하면서 3번과 4번 센서에 도달하는 거리에 비해서 거리 상약 1.6배의 거리 차이가 나타나고 있다.

4. 결 론

GIS 구조물에서 AE 신호의 전달특성을 이해하기 위해서 본 연구에서는 실증실험과 유한요소법에 의한 결과를 비교 분석하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 소스를 인가한 지점에서 센서와의 거리가 가까울수록 파형의 앞부분이 뭉뚝한 것을 볼 수 있다. 이것은 소스를 인가한 지점과 측정 지점간에 거리가 인접할수록 소스의 형태가 변형 없이 센서에 도달하는 것으로 볼 수 있다. 따라서 거리가 멀어질수록 소스는 음향 임피던스 등을 접하면서 소스의 형태가 분산과 감쇠에 의해 샤프하게 변형되어 나타나게 된다.

2. 3.2 실험결과에서 001지점과 2, 3번 센서들 간에 거리가 4번 센서와 001지점간에 거리 차에 비해 약 1.34배정도 차이가 있을 때 200 μs의 시간차를 알 수 있었다. 이와 같이 3.3 실험결과에서도 같은 결과를 얻을 수 있었다.

3. 이번 실험들을 통해서 임의의 인가지점을 찾아내는 것이 가능하였다. 따라서 향후 지속적인 연구를 통하여 평면뿐만 아니라 원형이나 복합구조에서도 유한요소법을 이용한 실험의 결과로 결함의 위치 파악이 가능하다면 GIS내의 결함 위치를 예측하는 기술에 크게 도움이 될 것으로 기대된다.

참고 문헌

[1] 이용, 비파괴검사의 기초, 도서출판 세진사, pp. 22-31, 1990.
[2] 태성에스엔이 FEA사업부, 유한요소해석 입문과 선형해석, 도서출판 계림 pp. 30-37, 2000,12.
[3] 은희준 외, 음향측정 이론과 실체, 한국표준연구소, pp. 7-17, 1983.
[4] CIGRE WG 15.03, "Diagnostic methods for insulation system", CIGRE 15/23-01, Paris 1992