

GIS 결합부의 음향신호 전달특성

Propagation characteristics of AE signal in the connection of GIS

서판석*, 최남호*, 구경완**, 김종석***, 한상옥*

(Pan Seok Seo*, Nam Ho Choi*, 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 connection of GIS. In the high voltage and large power system, the equipment with SF₆ gas insulation which consists of the component part enclosed in the compressed gas has less affected by the environment than with air insulation. When the breakdown in the electric installation occurs, it takes much time to repair them though. Therefore it is very important to diagnose the propagation characteristics of AE signal in the GIS. So, in this investigation, we make a plane model of 362 kV GIS and modal and harmonic analysis to observe the vibro-acoustic property. Through the result of the analysis, we can make a further understanding on the vibro-acoustic characteristics of AE signal in the connection of GIS.

Key Words : Harmonic response, connection part of GIS, ANSYS

1. 서 론

오늘날 산업이 급속히 발달됨에 따라 전력수요 또한 급속하게 증대되고 있으며, 전력품질에 대한 요구로 인해 전력계통을 구성하는 각종 전력 설비의 안정성이 크게 요구되고 있다. GIS는 기존에 절연재로 쓰이던 공기나 절연유 대신 절연내력이 우수한 SF₆ 가스를 금속외함에 충전시켜 밀폐시킨 전력기기로서 각종 환경적인 요인에 의한 영향에도 매우 안정적인 특성을 나타낸다.

이러한 특성으로 인하여 최근 대부분 국내의 신설

설비는 GIS로 건설되고 있다. 또한, GIS는 기존의 공기절연방식에 비해 모든 장치들이 금속용기에 포함되어 있는 구조로 인해 운용 비용이 적게 들고, 신뢰도가 높으며, 설치공간이 작으므로 공간이 부족한 도심지역 등에도 건설이 가능하다는 장점이 있다.

그러나, 기존 공기절연방식의 변전소에 비해서 설비에 드는 비용이 고가이고, 절연사고 등의 내부고장이 발생할 때는 정전이 불가피하여 전력계통에 미치는 여파가 크다. 또한 복구에 드는 비용이 고가이고 복구하는데 걸리는 시간 또한 장시간이 소요되는 등의 단점이 있다.

따라서, 이러한 단점을 보완하기 위한 방법 중에 절연내력을 일반 운전시의 절연내력보다 더 높게 설정하여 설비를 증축하거나 용량을 키우는 방안도 있으나 이런 경우는 과도한 투자비가 소요되는 문제를

* 충남대학교 전기공학과
(대전광역시 유성구 궁동 220 충남대학교,
Fax: 042-823-7970
E-mail : runsps@cnu.ac.kr)
** 영동대학교 전자공학과
*** 한밭대학교 전기공학과

안고 있다. 그러므로, 최근에는 절연파괴와 같은 내부이상을 사고 이전에 외부에서 인지가 가능한 예방진단기술이 대두되고 있다. 이런 예방진단기술로는 HF 및 UHF 측정방법, 화학적 측정방법, 광학적 측정방법, 전통적인 부분방전 측정방법, AE신호를 감지하는 음향적 측정방법 등 다양한 방법들이 제시되고 있지만, CIGRE에서는 UHF 진단법과 음향신호 진단법이 적합하며 이 기술들을 병행하여 사용할 것을 추천하고 있다.

하지만, 음향신호 진단법은 측정신호의 특성상 감쇄가 매우 크게 발생하며 HF 나 UHF에 비해 저주파대역을 사용함으로써 측정 및 분석시 noise에 대한 각별한 주의가 요구되어 진다. 이와 같은 문제점을 보완하기 위해서는 GIS 구조물의 고유진동 특성을 고려한 조화응답 특성분석을 수행하여 transducer의 수량 및 특성을 적절히 선정하는 것이 필요하다.

이에 본 연구에서는 감쇄현상이 가장 크게 발생하는 결합부에서의 AE signal의 전달특성을 분석하고자 하였다.

2. 실험 및 분석 방법

2.1 GIS의 결합부 설계 및 시뮬레이션

본 논문에서는 Fig. 1과 같은 362 kV GIS 챔버를 모델링하고 결합부를 지나기 이전의 지점에서 진동을 발생시킨후 통과하기 이전의 결합부에서 나타나는 신호와 통과한 후 결합부에서 나타나는 신호들을 비교 분석하여 결합부의 음향전달 특성을 알아보고자 하였다.

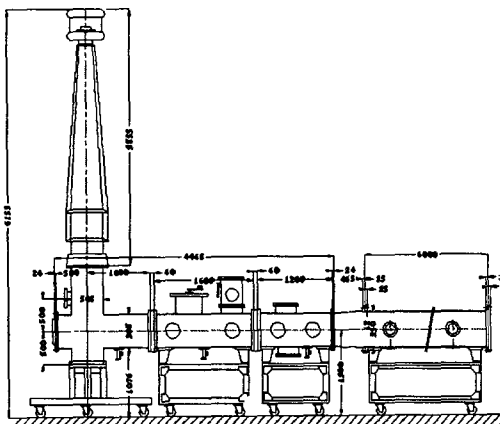
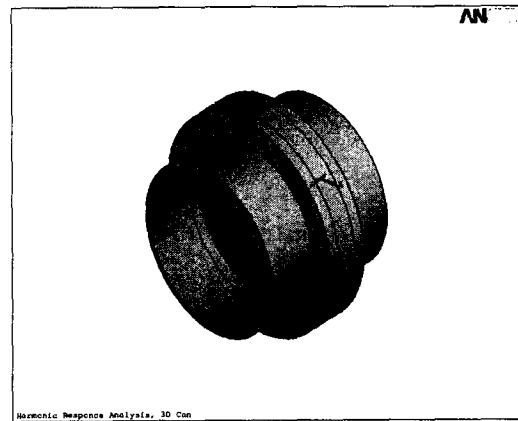


Fig. 1 Drawing of 362 kV GIS

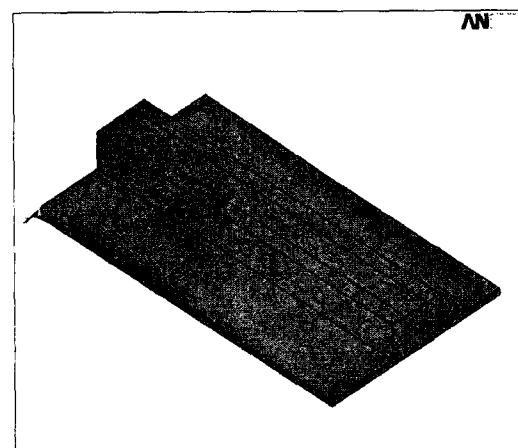
선행 연구결과를 통해 원통형 구조물의 경우 Fig. 2(a)처럼 결합부를 해석했을 시에 실린더형 구조물 표면을 따라 전달된 진동신호가 90°의 방향전이가 나타내는 현상을 확인하였다.[1]

본 연구에서는 362 kV급 GIS와 유사한 CAN형 구조물을 대상으로 simulation을 수행하는 경우, node 수에 의해 mesh size가 제약됨을 고려하여 Fig. 2(b)와 같이 수정된 결합부 model을 이용하여 simulation을 수행하였다.

모델링시 챔버 및 결합용 볼트의 재질은 steel로 설정하였으며, 중앙의 절연체는 epoxy의 물성치를 적용하였다



(a) Existing model of GIS



(b) Plane model of GIS

Fig. 2 3D Model for ANSYS analysis

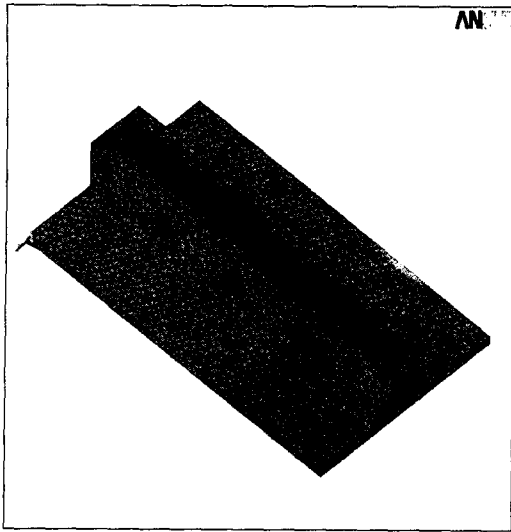


Fig. 3 3D profile for analysis after meshing

Fig. 3은 modal 및 harmonic response analysis를 위해 수정이 된 결합부 모델에 대해 mesh를 생성시킨 결과로 보이고 있다.

Meshing 후, Fig. 4에서와 같이 ①지점에 10 N의 force를 음의 y방향으로 인가하였으며, mesh size는 식(1)에 부합되도록 설정하여 해석결과의 신뢰성을 확보할 수 있었다.

$$f \leq \frac{c}{6L} \quad (1)$$

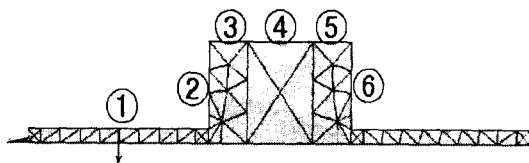


Fig. 4 Measuring position(side view)

Fig. 4에서 측정지점은 force를 인가한 지점①을 포함해서 AE신호의 진행방향으로 ②~⑥까지 측정하였으며, force의 방향전이에 의해 ②,⑥지점인 볼트부분에선 z방향으로 ③,⑤지점인 플랜지 상면과 ④지

점인 epoxy부분에선 y방향으로 조화응답특성을 알아보았다.

3. 결과 및 고찰

2장의 조건하에서 ANSYS를 이용한 분석결과, Fig. 5~ Fig. 7과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

Fig. 5는 force를 인가한 지점①에서 측정된 각 방향으로의 변위 특성을 보이고 있다. 인가된 force와 방향적 유사성으로 인해, x방향이나, z방향으로의 변위에 비해 y방향에서의 조화응답특성이 크게 나타나고 있다.

Fig. 6에서는 결합부를 지나기 이전에 볼트와 플랜지 상면에서의 AE신호의 전달특성을 알아보기 위해 볼트 부분②과 플랜지 상면③에서 조화응답특성을 알아보고 그 결과를 나타내고 있다.

변위가 크게 차이를 나타내지는 않았지만 볼트부분②에서 플랜지 상면③에 비해서 다소 큰 변위의 특성을 나타내었다.

Fig. 7에서는 결합부를 지난 뒤에 플랜지 상면⑤과 볼트 부분⑥에서 y, z방향으로 조화응답특성을 알아보고 그 결과를 나타내고 있다.

50 kHz 이하의 저주파수 대역에서는 볼트 부분⑥이 큰 변위를 보이며, 고주파수 대역에서는 큰 차이는 아니지만 플랜지 상면⑤에서 다소 큰 변위가 나타났다.

또한, 절연체(epoxy)인 ④지점에선 모든 신호가 감쇠되어 나타나지 않는 특성을 보였다. 이러한 결과는 절연체의 낮은 밀도와 steel과의 현격한 밀도차에 의한 것으로 판단되어 진다.

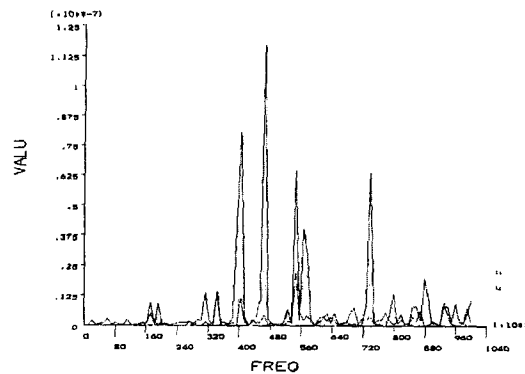


Fig. 5 Displacement in ① for x, y, z direction

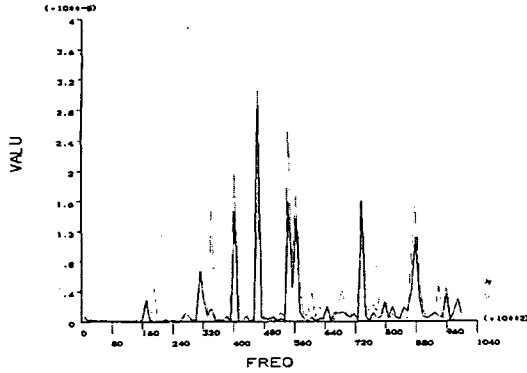


Fig. 6 Displacement in ②~③ for z,y , direction

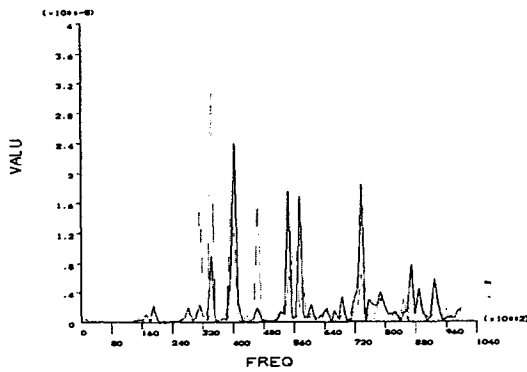


Fig. 7 Displacement in ⑤~⑥ for y,z direction

4. 결론

GIS 결합부에서의 음향신호 전달 특성을 규명하기 위해, 본 연구에서는 CAN형 구조를 단순화한 평면형 model에 대하여 harmonic response analysis를 수행하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. Force를 y방향으로 인가시에 다른 x방향이나, z방향에 비해 방향적 유사성으로 인해 y방향에서 큰 특성이 나타났고 epoxy부분의 경우처럼 낮은 밀도와 결합부의 다른 재질과의 밀도가 현격할 경우 신호가 감쇄되어 특성이 전혀 나타나지 않았다.

2. 또한 결합부의 경우는 진동이 발생한 지점에서 결합부를 지나기 이전에는 플랜지 상면보다 볼트 부분에서 큰 변위가 나타났으며, 결합부를 지난 후는 50 kHz이내의 저주파수 대역에서는 볼트부분에 큰 변위가 측정되었으나, 고주파수 대역에서는 현격한 차이를 나타내지는 않지만, 플랜지상면에서 다소 큰 변위가 측정되었다.

3. 향후 지속적인 연구를 통하여 실험오차를 줄이고 정확한 측정 및 분석이 가능하다면 AE 센서를 GIS에서의 예방진단기술에 하나인 음향신호진단법의 위치 선정 기법으로 유한요소법을 적용할 수 있을 것으로 기대된다.

참고 문헌

- [1] 서판석 외, "ANSYS를 이용한 캔형 구조물의 주파수응답특성 해석", 한국전기전자재료학회 춘계학술대회 논문집, 2001
- [2] 윤진열 외, "GIS 부분방전 검출을 위한 UHF 신호측정법 현장 적용", 대한전기학회 하계학술대회 논문지, 2000
- [3] CIGRE WG 15.03, "Diagnostic methods for insulation system", CIGRE Paper 15/23-01, Paris 1992
- [4] 홍재일 외, "GIS 내의 금속입물 탐지용 AE 센서의 설계와 특성", 한국전기전자재료학회지, 13권 6호, pp502-508, 2000
- [5] J S Pearson, O Farish, B F Hampton, M D Judd, D Templeton, B M Pryor, and I M Welch, "Partial discharge diagnostics for gas insulated substations", IEEE Trans on Dielectric and Elec Insulation, Vol 2, No 5, Oct 1995
- [6] 윤진열 외, "GIS 내 금속입자의 부상전압과 부분방전특성 연구", 대한전기학회 하계학술대회 논문집, 1998