

소음예측을 이용한 전력용 변압기 소음문제의 해결책 제시

구교선, 권동진, 우정욱, 곽주식, 강연욱
한전전력연구원

Solution of Noise Problem by Using Noise Prediction

Kyo-Sun Koo, Dong-Jin Kweon, Jung-Wook Woo, Joo-Sik Kwak, Yeon-Woog Kang
Korea Electric Power Research Institute

Abstract - 생활수준의 향상으로 변전소의 소음은 주민들에게 민감한 문제로 대두되고 있으며, 소음에 관한 민원이 끊임없이 발생하고 있는 실정이다. 이러한 변전소 소음문제를 해결하기 위해서는 변전소의 주요 소음원인 변압기의 소음을 줄이는 방법과 변압기의 소음이 민가까지 전파되지 않도록 방음벽 등으로 적절히 차단하는 두 가지 방법이 있다. 본 논문에서는 변전소의 소음문제를 효과적으로 해결하기 위하여 변전소의 소음을 예측하고 그에 따른 적절한 해결책을 제시하였다.

소음을 예측하기 위해서는 변압기로부터의 거리, 변압기의 수량, 건물에서의 반사, 회절 등 변전소의 상황에 따라 크게 소음레벨이 달라지므로 변전소의 모든 상황을 정확히 모델링해야만 정확한 소음예측 결과를 얻을 수 있다. 이러한 변전소의 모델링은 크게 소음원의 모델링과 지형의 모델링으로 나눌 수 있다. 소음원의 모델링은 소음전파의 가장 기본이 되는 소음원의 크기, 방향성, 위치, 수량 등을 수치적으로 입력하는 과정이고, 지형의 모델링은 변전소 주변지형의 형태 및 소음감쇠에 영향을 미치는 구조물의 흡음률, 투과손실 특성을 입력하는 과정이다.

1. 서 론

전력수요의 증가 및 도심지역의 확대로 기존 변전소의 설비증설 또는 주거지역내 변전소 신설이 필수적이다. 그러나 최근 생활환경 보전요구의 증대로 변전소 주요소음원인 변압기로 인한 소음민원이 발생되고 지속적으로 민원이 증가될 것으로 예상되어, 이에 대한 대책 마련이 시급하다. 특히 도심 변전소의 건설과 운용은 장기적인 측면에서 안정적인 전력공급에 필수적이거나, 변압기 소음과 관련된 민원이 발생할 경우 변전소가 혐오 또는 위해시설로 인식되고, 이에 따른 변전소 건설지연과 이전요구는 전력공급에 중대한 차질을 가져올 것으로 예상된다.[1,2]

이러한 변전소의 소음문제에 대하여 일본의 경우, 1968년 소음규제법 시행부터 변압기의 소음 저감에 관해 관심을 가지기 시작하였으며, 저소음 변압기를 개발하여 도심 중심부에서 설치하여 왔다. 현재 일본의 저소음 변압기의 점유율은 전체 운전 중인 변압기의 약 20~30%를 차지한다. 또한 미국, 캐나다에서도 1980년대 중반부터 저소음 변압기에 관련된 기술을 꾸준히 개발하여 왔으며, 유럽지역에서도 주거 지역은 저소음형 변압기를 설치함으로써 소음문제를 해결하고 있다.[3,4]

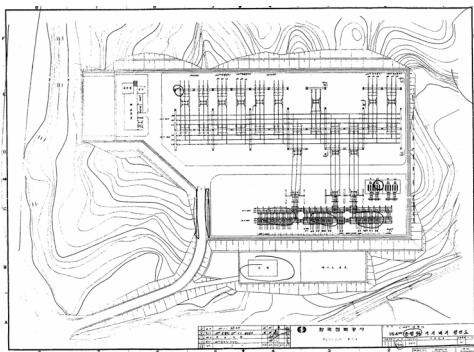
우리나라의 경우 1990년 제정된 소음·진동규제법을 통해서 소음을 구체적으로 규제하기 시작하였으며, 한전에서든 변압기 소음에 대해 문제점을 인식하고, 2003년에 “저소음 변압기 개발을 위한 기초 조사연구”를 수행하였으며, 현재는 154kV 60dB급 저소음 변압기를 개발 중이다[1].

본 연구에서는 소음문제에 대해 체계적이고 효율적인 대책수립을 위하여 변압기 소음예측 프로그램을 이용하여 154kV 변전소에 대해서 소음을 예측하고, 변전소에서 발생될 수 있는 여러가지 상황을 모의하여 그 해결책을 제시하였다.

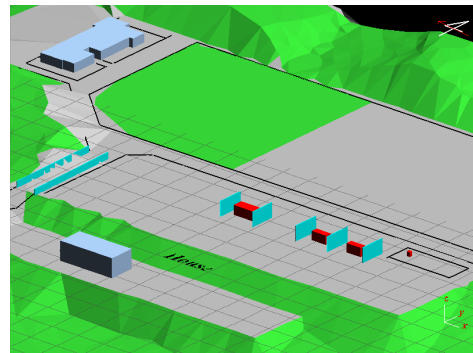
2. 본 론

2.1 소음예측을 위한 모델링

변전소의 소음문제를 파악하고, 이를 예측하여 효율적인 해결책을 제시하기 위하여 소음민원이 예상되는 한 변전소를 대상으로 소음을 예측하였다.



<그림 1> 변전소 기기배치 및 주변 지형도



<그림 2> 변전소 지형의 모델링

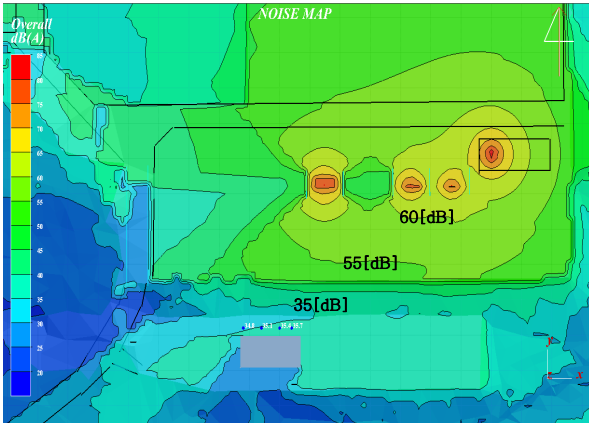
변전소는 주요소음원으로 단상 내철형 변압기 3대, 3상변압기 2대의 154kV 3Bank의 변압기가 운전 중에 있으며, 변전소 경계에는 2층 규모의 민가가 급경해 있는 상황으로 별도의 방음시설을 갖추고 있지 않아 변압기 소음에 노출된 상태이다. 표 1은 변전소의 주요소음원인 변압기의 사양을 나타냈다.

<표 1> 변압기 사양

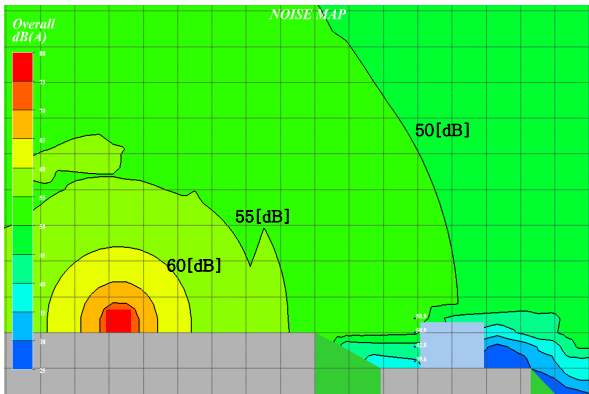
	#1. M. Tr	#2. M. Tr	#3. M. Tr
용량 (OA/FA) [MVA]	A상 15/20	45/60	45/60
	B상 15/20		
	C상 15/20		
제작일시	98.6	93.12	93.12
비고	단상 내철형	3상 변압기	3상 변압기
평균소음레벨 [dB]	76.0	76.1	76.9

2.2 소음예측결과

그림 3과 그림 4는 소음예측 프로그램을 이용하여 변전소 전체의 소음을 예측한 결과이다. 그림 2에서 수평면의 소음예측 결과는 변압기에서 민가까지의 거리가 약 35m로 근접해 있음에도 소음예측치는 약 35.7dB로 적게 나타나 환경소음기준치인 45dB를 만족하였다. 그 이유는 그림 3에서 보이듯이 변전소 경계에서 민가 사이의 지형이 급격한 경사로 이루어져 소음의 감쇠현상이 나타났기 때문이다. 수평면의 소음예측 결과만을 살펴보면 변전소의 소음문제가 없는 것으로 나타났으나, 그림 4와 같이 수직면의 소음예측 결과에서는 민가부분의 소음레벨은 50.9dB로 나타나 환경소음기준치를 약 6dB 초과하는 것으로 나타났다. 그 이유는 변압기로부터 민가 2층부분은 지형의 영향없이 그대로 변압기 소음이 전달되어 소음이 감쇠되지 않았기 때문이다.



<그림 3> 수평면 소음예측



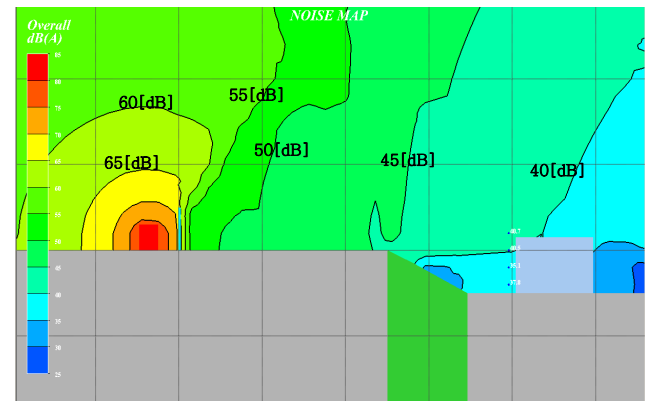
<그림 4> 수직면 소음예측

상이며, 수음점(受音點)이 높아질수록 방음벽의 소음 저감효과가 떨어진다. 따라서 변전소 주변에 고층아파트가 있을 경우에는 일반방음벽으로는 효과적으로 해결할 수 없다.

공명형 방음벽은 일반형 방음벽의 단점을 극복하기 위해, 일반형 방음벽 상부에 120Hz 하모닉 성분의 특정 주파수만을 차단하는 구조의 공명형 방음장치를 추가한 것으로, 약 8dB 이상의 소음저감 효과를 얻을 수 있다. 하지만 공명형 방음벽도 수음점에서 변압기가 보이게 되면 큰 효과를 거둘수 없는 단점이 있다.

반밀폐형 방음벽은 작업자의 접근성을 용이하게 하거나 공기순환을 순조롭게 하기 위하여 변압기의 3면을 둘러싼 구조로 되어 있으며, 약 10dB 이상의 소음저감 효과를 얻을수 있다.

밀폐형 방음벽은 변압기를 밀폐시키는 장치로 약 15dB 이상의 소음감쇠 효과를 얻을 수 있다. 그러나 밀폐형 방음벽은 변압기에서 발생된 소음이 변압기와 방음벽 사이에서 증폭이 되는 현상이 있으므로, 이러한 현상을 방지하기 위하여 방음벽 내부에는 흡음재 및 공명형 소음기를 설치한다. 따라서 그림 4의 수직면의 소음예측 결과에서 민가부분의 소음예측값이 50.9[dB]로 소음기준치인 45[dB]를 약 6dB 초과하므로 일반방음벽 또는 공명형 방음벽을 설치하여 소음을 감쇠시키면 쉽게 소음 문제가 해결될 것으로 판단된다.

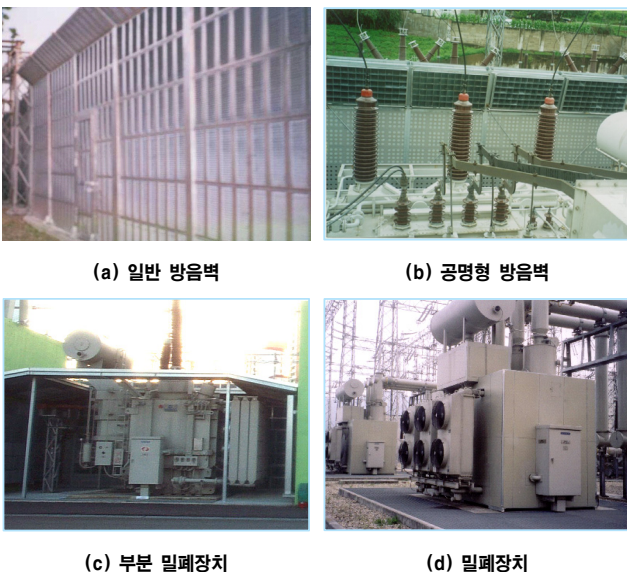


<그림 6> 소음문제의 해결책 제시

2.3 소음문제의 해결책 제시

일반적으로 소음문제를 해결하기 위해서는 소음원 자체의 소음레벨을 줄이는 방법과 소음의 전파를 막는 방법이 있다. 변전소의 경우 소음원 자체의 소음레벨을 줄이기 위해 현재 한전에서 변압기 제작사와 공동으로 저소음변압기를 개발 중에 있으며, 소음의 전파를 막는 방법으로 방음벽을 이용하여 소음을 감쇠시켜 소음문제를 해결하고 있다.

현재 한전에서 변압기 소음대책으로 사용되고 있는 방음벽은 일반방음벽, 공명형 방음벽, 반밀폐장치, 밀폐장치로 구분할 수 있다. 그림 5는 한전에서 현재 사용되는 방음벽의 종류 및 설치모습을 나타내고 있다.



(a) 일반 방음벽

(b) 공명형 방음벽

(c) 부분 밀폐장치

(d) 밀폐장치

<그림 5> 방음벽의 종류

일반형 방음벽은 가장 간단한 방음벽으로 소음저감 효과가 약 5dB 이

본 논문에서 제시한 소음문제의 해결책을 변전소에 적용하여 소음을 예측하고 그림 6에 나타냈다. 변압기에 근접하여 세워진 일반 방음벽의 영향으로 방음벽에서 급격하게 소음이 감쇠되는 것을 볼 수가 있으며, 민가부분의 소음레벨은 약 41dB로 본 논문에서 제시한 해결책으로 소음 문제를 해결될 것으로 예상된다.

향후 변압기의 증설로 인한 소음의 증가, 아파트 건설, 민가의 근접 등의 기타 여러가지 상황에서도 소음예측을 통하여 효과적인 해결책을 제시할 수 있을 것으로 기대된다.

3. 결 론

본 논문에서는 소음민원이 예상되는 한 변전소를 선정하여 변압기 소음의 감쇠를 예측·계산하고 결과를 Contour Map으로 표시하였다. 그 결과 민가부분의 소음레벨은 50.9dB로 환경소음기준치를 약 6dB 초과하는 것으로 나타나, 일반방음벽의 설치를 통한 소음문제의 해결책을 제시하였다. 또한 제시한 해결책을 변전소에 적용하여 소음을 예측한 결과 민가부분의 소음레벨은 41dB로 본 논문에서 제시한 해결책을 통하여 소음문제를 해결할 수 있을 것으로 예상된다. 향후 변압기 증설, 아파트 건설 등의 여러가지 상황에서도 소음예측을 통하여 효과적인 해결책을 제시할 수 있을 것으로 기대된다.

[참 고 문 헌]

- [1] 전력연구원, "저소음 변압기 개발을 위한 기초 조사연구", 최종보고서, 2004
- [2] F. A. Jenkins, "Transformer Noise Complaints, Causes and Cures", IEEE Region III Meeting, Atlanta, Ga, April 13, 1966
- [3] C. G. Gordon, "A Method for Predicting the audible Noise Emission from large Outdoors Power Transformer", IEEE/ASME/ASCE Joint Power Generation Conference, Paper No. F78 818-73
- [4] C.T. Nguyen, "A program for calculating audible noise levels around power substations" Computer Applications in Power, IEEE Volume 3, Issue 2, April 1990