

## 플랜트 소음원의 결정과 소음지도 작성절차

### The Decision of Plant Source and Noise Mapping Procedure

박인선† · 정천우\* · 박상규\*\*

In Sun Park, Chon Woo Jung and Sang Kyu Park

#### 1. 서론

최근 플랜트 산업분야의 대형화와 대량생산능력에 대한 요구는 기계의 고출력, 고속화, 대형화로 이어지고 있다. 이러한 기계의 발전은 제품의 생산에 있어서는 획기적인 성과를 가져오고 있으나 산업현장의 근로자에게는 고소음과 충격성 소음으로 인한 청력손실에 대한 위험성을 증가시키고 플랜트 주변의 환경소음문제를 증가시키고 있다. 정부는 이러한 소음문제를 방지하기 위하여 규제기준의 강화와 사업의 승인 및 관리와 관련한 제도를 시행하고 있다.

이에 따라 플랜트 발주처는 자체 소음관리규정의 강화와 설계, 구매, 시공 및 시운전시 기계에 대한 소음평가와 플랜트 전체에 대한 소음지도를 이용한 소음기준의 적합성여부와 관리방안을 요구하고 있다.

그러나 현재 플랜트 소음지도작성과 관련하여 소음원의 결정과 작성절차에 대한 논의가 기타 교통소음관련 소음지도에 비하여 부족한 현실이다.

이번 연구에서는 설비별 소음원의 결정방법과 소음지도 작성과 관련한 작성절차를 제시하고자 한다.

#### 2. 플랜트 소음원의 결정

##### 2.1 플랜트 소음원

플랜트 소음원은 고정소음원과 선음원으로 나눌 수 있으며, 고정소음원에는 회전기계, 장치기계 및 밸브류가 있고 선음원에는 가스나 유체의 고압이송에 의해 발생하는 배관소음이 있다.

##### 2.2 플랜트 소음원의 결정

소음지도 작성시 플랜트 소음원은 예측의 가장 중요한 요소이며 소음제어와 소음관리에 있어 주요한 정보로 활용된다. 일반적으로 기계의 소음도는 제작사의 테스트를 통하여 63~8K Hz 의 1/1 옥타브 밴

드의 음향과위레벨과 1m 거리에서의 음압레벨이 제공되며 이때 측정방법은 ISO 3740 series, ISO 11200 series, ISO 9614 Series 또는 이와 동등한 방법을 따른다.

그러나 밸브(control valve, pressure relief/safety valve), 스택(flare stack, vent stack) 및 파이프는 시험대의 설치 및 재현에 한계가 있으므로 다음과 같은 예측방법을 따른다.

##### (1) 밸브의 소음예측

제어밸브(control valve)는 관내 유동상에 따라 소음의 예측방법이 다르다. 가스와 증기상은 IEC 60534-8-3 과 ISA-S75.17 에 따르며 액상은 IEC 60534-8-4 를 따른다.

압력완화 및 안전 밸브(pressure relief/safety valve)는 가스와 증기상에 대하여 API 521 에 따라 계산한다.

##### (2) 스택의 소음예측

플래어 스택(flare stack)은 크게 ground stack 과 elevated stack 으로 나눈다.

스택의 소음원은 연소소음(combustion noise)과 제트소음(jet noise)이며 간단한 예측모델은 VDI 3732 를 따른다. 보다 정확한 소음을 예측하기 위해서는 연소소음과 제트소음을 각각 개산하여 합성소음을 산정한다.<sup>(1)</sup>

벤트 스택(vent stack)의 소음계산은 API 521 을 따른다.

##### (3) 파이프의 소음예측

고주파수/고출력의 소음은 가스와 증기상의 파이프라인에서 발생하며 영향인자는 일정 구간의 압력차, 유량, 온도 등이다. 소음도는 CONCAWE report 85/52 와 87/59 를 따른다.

#### 3. 소음지도 작성절차

##### 3.1 소음기준의 검토

소음지도 작성의 주된 목적은 규제기준의 만족과 소음제어의 목표와 대상을 확인하고 소음원의 저감 대책과 대책의 타당성 파악을 용이하게 함이다. 여

† 교신저자; 현대건설 첨단산업기술연구부  
E-mail : tankpark@hdec.co.kr  
Tel : (031) 280-7367, Fax : (031) 280-7070  
\* 현대엔지니어링 화공플랜트사업본부  
\*\* 연세대학교 환경공학부

기서 플랜트의 소음규제기준은 플랜트 내외를 달리 적용하므로 이에 대한 검토가 필요하다.

플랜트 내부의 소음기준은 정상운전시 작업자의 청력보존과 회화방해를 고려하여 80~90 dB(A)로 규제하며, 비상발전기 가동 및 안전밸브 작동과 같은 비상운전시에는 절대소음을 정하여 규제한다. 이때 대부분의 플랜트의 절대소음은 112~115 dB(A)이다.

플랜트 외부의 소음은 정부의 규제기준 또는 해당 지역의 규제기준을 따른다.

위와 같이 운전애 따른 규제기준의 차이로 인해 최근에는 정상운전과 비상운전 상황을 각각 적용하여 소음지도를 작성한다.

### 3.2 배경소음도 조사

배경소음은 소음지도 작성시 플랜트주변 소음환경을 반영하며 조사시기는 사업시행 초기에 실시한다. 신규플랜트는 대상 부지와 주변의 소음도를 조사하며 플랜트 확장 및 설비 증설시에는 기존설비와 대상부지의 면밀한 소음 평가를 실시한다. 평가결과는 1/1 옥타브 밴드의 소음레벨이다.

### 3.3 소음지도의 작성

#### (1) 지형정보와 객체생성

대부분의 플랜트는 개활지에 시공되므로 주변지형의 생성보다는 객체의 생성과 속성의 적용에 많은 시간이 소요된다. 일반적으로 설계정보는 CAD(2D) 파일을 이용하여 객체생성을 위해 평면도, 측면도, 설비 및 기계 상세도면과 배관도면을 활용한다.

최근 플랜트 설계는 3D 설계프로그램(PDS, PDMS, SP3D)을 이용하여 공간데이터를 생성하는 추세이나 현재 소음지도 상용소프트웨어와는 호환이 어려운 실정이다.

#### (2) 소음원의 설정과 소음도 계산

소음원은 방사형태에 따라 점음원, 선음원과 면음원으로 표현된다. 펌프, 모터, 발전기, 팬, 블로워, 플래어 텃, 밸브 등은 점음원으로 설정하고 컴프레서 후단과 같이 압력의 변화가 크고 유속이 빠른 배관에서 발생하는 소음은 선음원으로 설정을 한다. 팩키지 장비나 고소음 기계의 shelter 나 house 의 특정면을 통해 발생하는 소음은 면음원을 적용한다.

소음예측식은 실외에서 방사된 음이 다양한 기상 조건하에서 지표면 효과, 표면반사, 방해물에 의한 차단과 같은 물리적 인자에 대한 감쇠 알고리즘을 제공하는 일반적인 계산방법인 ISO 9613 을 적용한다.

플랜트는 반자유공간이므로 음원의 반사횟수는 2~3 회로 한다. 참고로 음원의 반사설정이 없는 소프트웨어는 일반적으로 2 회로 설정된다.

격자(grid)크기는 계산의 정확도, 계산시간, 결과

파일의 용량과 관련이 있으므로 플랜트 규모를 고려하여 10m×10m 이하로 정한다.<sup>(2)</sup>

#### (3) 도식화

소음도 계산결과는 소음도의 간격을 Grid map (solid or line), Cross section map 의 형태로 도식화한다.

Grid map 은 규제기준의 적정성과 Restricted area 의 설정을 위해 지상으로부터 1.5m 높이에서 소음도 간격을 5 dB(A)이하로 나타낸다.

Cross section map 은 작업공간이 다층의 수직공간에 위치할 경우나 소음제어 목적으로 설치된 방음벽의 효과를 확인하기 위하여 도식화한다.

#### (4) 소음제어

소음지도 결과에서 규제기준을 초과하는 지역에 대하여 주요 소음원을 분석한 후 설비의 특성에 따라 소음제어 방안을 세운다. Table1 은 플랜트 설비의 대표적인 소음제어 방법이다.

소음원에 적절하고 플랜트 공정 및 설치상 문제가 없는 제어방안을 제시하고 이를 소음제어지도(Noise control design map)를 작성하여 효과를 검증한다.

Table1. Noise control method of plant

Source control	Transmission path control	Receiver control
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Selection of low noise equipment</li> <li>- Modification of design to reduce noise generation</li> <li>- Change in plant layout to reduce noise impact</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Enclosure</li> <li>- Acoustic louver</li> <li>- Noise barrier</li> <li>- Lagging,</li> <li>- Vib. damping</li> <li>- Attenuator</li> <li>- Diffuser</li> <li>- Vibration isolation mount</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Restricted area</li> <li>- Warning sign</li> <li>- Noise Protector (ear muff, plug)</li> <li>- Shift work</li> <li>- Provision of quiet work area (Soundproof-room, booth)</li> </ul>

## 4. 결론

이번 연구에서는 플랜트 소음원의 종류별 결정방법과 소음지도의 작성절차에 대해 알아보았으며 추후 연구에서는 실제 플랜트 설계 적용과 검증연구를 통하여 소음지도 최적화 방안을 제시하고자 한다.

## 참고 문헌

(1) J. G. Mackinnon, 1984, Recent Advances in Standardizing Valve Noise Prediction, The Society of Instrument and Control Engineers, Tokyo.

(2) Kim, J. W., Park, I. S. and Park, S. K., 2010, " Effects of Grid Size on Noise Prediction Results of Road Traffic Noise Map" , Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering, Vol.20, No.2, pp. 199~204.