

공동주택의 자동 쓰레기 이송설비용 공기흡입구 저소음 설계방안 연구

An Experimental Study on Noise Reduction of Air-Inlet of Automated Waste Collection System in Apartment Houses.

이규동†·강승현*·정윤희*·홍종문**·송재식**

Lee, Ku-Dong† · Kang, Seung-Hyun* · Jung, Yoon-Ho* · Hong, Jong-Moon** · Song, Jae-Sik

1. 서 론

선진화된 친환경적 쓰레기 수거 방식이 국내에서 최초로 용인수지 택지개발지구에 적용되어 2000년부터 사용되고 있으며, 입주민의 호응으로 2006년 이후 택지개발지구 내 본격 적용되고 있다. 각 가정에서 사용하는 진공청소기 원리와 같은 원리를 이용하여 일정 장소에 설치된 쓰레기 투입구에 쓰레기를 투입하면 컴퓨터 제어시스템에 의해 송풍기가 작동되고, 공기흡입구가 열려 지하에 매설된 이송관으로 공기가 흡입되어 내부에 강한 공기흐름이 형성되면, 하부의 배출밸브가 개방되어 쓰레기 투입구의 슈트 내에 저장되어 있던 쓰레기가 중력과 공기흡입력에 의해 지하 이송관으로 하강하여, 이송관로 내부의 고속의 공기흐름과 함께 쓰레기 중앙 집하장으로 쓰레기를 이송하도록 하는 진공이송 쓰레기 수거시스템이 설치되어 사용되고 있다.

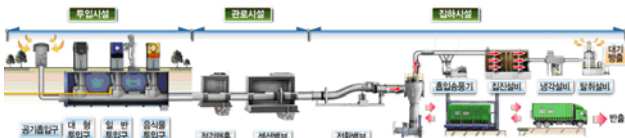


그림 1 시스템 구성도

그러나, 쓰레기 자동집하시설을 설치, 가동함에 따라 흡입구에서 집하장까지 쓰레기를 이동시키기 위해 발생하는 소음이 주변 지역에 영향을 미칠 수 있으므로 그에 대한 소음 저감방안이 필요하며, 소음공해는 다른 환경공해와 달리 각각 공해로 사람의 주관적 평가와 심리요소가 많이 작용하므로 사전검토가 반드시 필요하다.

본 연구는 쓰레기투입구 시설 중 공기 흡입구에 발생하는 소음에 대한 저감방안 제시하여 정온한 소음환경을 구축하는데 그 목적이 있다.

2. 본 론

2.1 공기흡입구 소음 특성

공기흡입구의 주된 소음은 기류음으로 그 특성은 백색소음의 특성을 가진다. 이는 저주파 대역부터 고주파 대역까지 소음도가 고르게 분포되어 있으며 소음저감방안을 마련 시 파장이 긴 저주파 대역에서 문제가 되는 소음특성이다.

공기 흡입구의 주된 소음원은 흡입구 하부에 위치하고 있는 하부 배출밸브 계폐 시 공기가 배관속으로 유입될 때 나타나는 기류음이 1차적인 소음이며, 기류음으로 인한 재생 소음이 2차적인 소음이라 할 수 있다. 하부 배출밸브가 완전히 개방 되거나 혹은 닫혀있을 경우에는 소음의 영향이 없거나 미미할 것으로 판단된다. 가장 큰 소음원은 하부 배출밸브가 25~30%정도 계폐되었을 경우 외부 공기가 갑자기 밸브로 흡입 되면서 발생하는 기류음이 공기 흡입구의 가장 큰 소음원이라 할 수 있다. 또한 이 소음원은 화이트 노이즈 특성을 보이기 때문에 배출 밸브가 지상과 가까이 위치하고 있다면 흡입구의 케이싱으로 음의 투과손실이 발생되어 비교적 파장이 긴 저주파 대역은 그 소리가 멀리까지 전파될 수 있다.

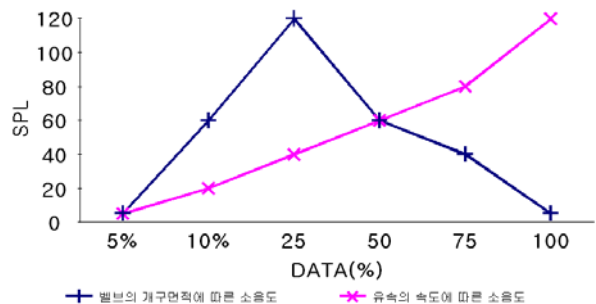


그림 2 환경변화에 따른 예상 소음도

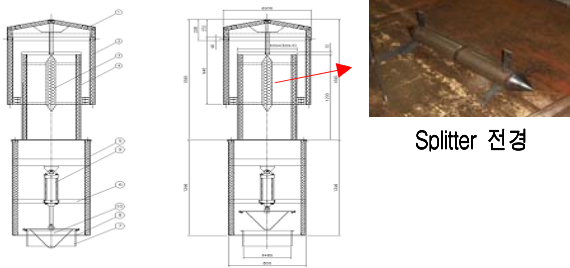
그림 2를 보면 먼저 유속이 빨라질수록 소음도가 높아지는 것을 예상 할 수 있으며, 이는 유속의 속도를 낮추면 소음이 저감되지만 현재 상태에서 유속의 속도를 낮추는 것은 불가 할 것으로 사료되므로 공기의 흡입되는 면적을 늘려 유속의 속도를 늦추는 것이 바람직하다. 또한, 밸브의 개구 면적에 따른 소음도 살펴보면 개구 면적이 100%로 개방하

† 교신저자; 코오롱건설(주)기술연구소
E-mail : kudeng@kolon.com
Tel : (031) 329-0642, Fax : (031) 329-0651

* 코오롱건설(주)
** 한국방진방음(주)

였다고 생각할 때 그 소음도는 낮게 나타날 것으로 사료되며, 하부 배출밸브의 개구면적(개폐의 상태)이 유속의 마찰 정도가 가장 심한 구간에서 최고의 소음치를 보이는 것으로 사료된다. 전략적이고 경제적인 소음저감 방안을 구축하려면 먼저 최소면적의 한계점이 확립 되어야 한다.

2.2 공기흡입구 저소음 설계



Splitter 전경

그림 3 공기흡입구 저소음 설계

상부 경판과 외부 Casing의 무게를 견디는 견고한 설계를 위해 Inner Pipe와 상부 경판 사이에 Support를 설계하여 하부 4지점의 Support로는 견디기 힘든 상부의 무게를 분산할 수 있도록 설계하였다.

Inner Pipe내부에 원형 Splitter를 설치하여 유체의 흐름에는 최소한의 저항을 주면서 좁은 면적에서 최대를 흡음효과가 나타날 수 있도록 설계하였다.

Inner Pipe 하부에 투과손실을 높이기 위해 0.8mm의 밀도가 높은 납판을 설치하여 밸브에서 발생하는 소음 중 중·저음의 감쇠가 좀 더 높아지도록 설계하였다.

2.3 소음 Test 및 결과

소음기 입구측에 설치된 Noise Generator의 Speaker에서 발생하는 음을 소음계 및 기록계를 통하여 각 주파수별의 SPL을 기록한다.



그림 4 시험체 전경



그림 5 표준음 발생장치

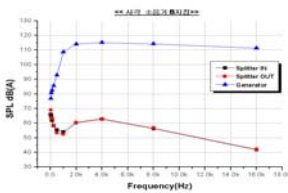


그림 6 측면 1.5m 이격 비교 그래프

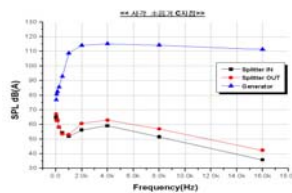


그림 7 직상부 1.5m 이격 비교 그래프

최적 설계된 사각형 소음기의 경우 원형과 비슷한 형태로 500Hz이상의 고주파 대역에서 탁월한 성능을 보이고 있으며 500Hz 이하의 저주파 대역에서는 소음기 길이와 흡음면적의 부족에 의하여 해당 감음량이 낮게 나타났다.

실제 현장에 설치되었을 시 측정 지점이 되는 측면 1.5m 이격지점에서는 목표 소음저감치인 65dB(A)를 초과하였다. 또한 스피리터(Splitter)의 존재 여부에 따라 500~1kHz 대역에서는 감음량이 차이가 없으나 그 이외의 대역에서는 차이가 나고 있다.

2.4 Noise Map 분석

ISO 9613-2 방법에 의거하여 소음원의 지향성과 거리 감쇠, 공기 흡음 효과, 지면 감쇠 효과, 구조물과 지형에 의한 회절 및 반사 효과 등을 중심주파수 기준 63~8,000Hz 까지 옥타브밴드별로 계산하여 총합 소음도(overall noise level)를 산정하여 해석하는 소음해석 프로그램을 이용하여 공기 흡입구에서 1.5m 이격거리에서 발생하는 소음을 해석하였다.

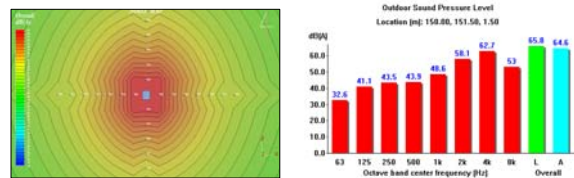


그림 8 소음해석 결과

결과는 Generator에서 발생된 음향파위가 소음저감 흡입구를 통하여 나타난 결과로 해당 그래프를 참고하여 보면 실제의 측정치 그림 8과 거의 유사한 형태의 소음특성을 보이며 이는 1/1 Octaveband의 중심주파수 1kHz대역 이상의 고주파대역에서 많은 양이 저감된 것을 알 수 있다. 하지만, 저주파 대역에서의 저감량은 미미한 편이며 이는 소음기의 길이와 비례한다. 저주파의 음장의 길이는 소음기의 길이보다 크기 때문에 음장에너지를 다 저감할 수는 없다.

4. 결 론

공기흡입구의 스피리터(Splitter) 존재 여부에 따른 감음량은 미미하게 나타났지만 본 실험의 경우 풍량의 영향이 없는 스피커를 이용한 실험으로 현장 적용 시 달라질 수 있다.

전체적인 주파수 특성은 500Hz 이상의 고주파에서 탁월한 성능을 보이고 있다.

공기 흡입구의 탁월 주파수가 1,000Hz 부근인 것을 감안하면 소음 성능은 우수한 것으로 평가 된다. 그러나 현장에 설치한 후 공기 흡입구의 밸브개도가 Full Open으로 순간에 많은 공기가 들어갈 경우 밸브의 공기마찰 주파수대역이 다소 변화 되므로 현장적용 시에는 소음도의 차이가 있을 것으로 사료된다.