

ORIGINAL ARTICLE

주물공정 약취·분진 동시 처리를 위한 여과 집진장치 개발연구

허영빈* · 김태형 · 하현철¹⁾ · 박승욱¹⁾

창원대학교 환경공학과, ¹⁾(주)벤틱

Simultaneous Removal of TVOC and Particulate Matters Using Rectangular Bag-Filter System with for a Foundry

Rong-Bin Xu*, Tae-Hyeong Kim, Hyun-Chul Ha¹⁾, Cheng-Xu Piao¹⁾

Department of Environmental Engineering, Changwon National University, Changwon 641-773, Korea

¹⁾Ventech Corp., Changwon National University, Changwon 641-773, Korea

Abstract

Foundry has an important economic value in the industry. However, the generation of air pollutants like particulate and odor are serious. Due to the unavoidable usage of molding sand, particulate occurs in almost all the processes. That accounts for the majority of respirable dust in the size less than 10 μm . As well as particulate, over 22 species of odor-causing gases and VOCs including hydrogen sulfide and ammonia are occurred. Therefore, the development of equipment that can simultaneously remove TVOC and particulate is regarded as an essential research. In this study, the spraying absorbent system was connected with the shear bag filter for the purpose to remove TVOC and particulate simultaneously. Maximization of process efficiency for the affective factors like the powder combination and injection method is conducted. The experiment was performed at the de-molding process of one foundry plant. Through these devices, the removal efficiency of more than 95% for TVOC was achieved with the absorbent that composed by 800 mesh Activated carbon (80%) and 300 mesh zeolite (20%). Also, the durability and economic evaluation were assessed. In the result of Durability assessment, the available recovery to maintain the deodorizing effect at 90% was counted to 350 degree.

Key words : Odor removal, Bag filter, Foundry, Zeolite

1. 서론

각종 산업 활동에서 다량 배출되는 분진 및 약취 대기 오염물질은 대기환경을 악화시키고, 인체의 건강, 생활 환경, 그리고 자연생태계에 심각한 악영향을 미치고 있다. 특히 주조공정에서 발생하는 분진과 약취로 인한 대

기오염 문제가 인근 주민들한테 심각하게 다가서고 있어, 주민이주 또는 설비이전이나 폐쇄 등의 사회문제가 대두되고 있다.

주물 제조시설은 산업활동에서 발생하는 철재를 이용하여 주물제품을 제조하는 업종으로 주로 선철과 고철 등을 원료로 사용하여 고로에서 용융 후 주형에 주입

Received 23 August, 2013; Revised 1 August, 2014;

Accepted 4 August, 2014

*Corresponding author: Rong-Bin-Xu, Department of Environmental Engineering Changwon National University, Changwon 641-773, Korea

Phone: +82-10-6449-8893

E-mail: heyengbin125@nate.com

© The Korean Environmental Sciences Society. All rights reserved.

© This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

및 경화하며, 주형의 재료에 따라 green, furan, shell, CO₂-process 등으로 구분된다(Kang, 2007). 그러나 주물 제조시설은 산업적 가치가 중요한 반면 분진 및 악취 등 대기오염물질의 발생이 심각하여 3D(dirty, difficult, dangerous)산업으로 인식되고 있다. 주물사 사용으로 대부분 공정에서 분진이 발생하고 있는데, 10 μm 이하의 호흡성 분진이 대부분을 차지하고 있다(Park, 2007). 분진 뿐만 아니라 암모니아, 황화수소를 비롯한 22 종 이상의 TVOC(주로 악취유발물질)도 함께 발생하고 있다(KSO, 2010). 이와 같이, 분진과 악취가 동시에 발생하고 시설규모, 작업여건, 공정특성에 따라 발생량도 다르기 때문에 100%의 오염물질 제거가 힘든 것이 일반적인 주물공정의 특성이다. 따라서, 전반 공정에서 발생하는 분진과 주물사의 첨가제인 유기화합물에서 발생하는 TVOC를 동시에 제거할 수 있는 대기방지시설의 개발은 필수적인 연구라 할 수 있다.

산업공정에서 배출되는 분진과 악취를 처리하기 위한 기술개발 연구가 많이 수행되어 왔다. 분진을 제거하기 위해서는 주로 여과집진기를 이용한 집진방법이 사용되고 있는데, 최근에는 충격기류를 이용한 사각형 여과 집진기를 이용한 분진의 제거효율이 비교적 우수하다는 연구결과가 있었다(Piao, 2008). 가스상 악취물질을 제거하기 위해서는 흡착법이 널리 활용되고 있는데, 흡착현상은 흡착질과 흡착제 표면과의 상호작용에 의한 것으로, 흡착질 분자의 특성과 흡착제의 기공구조 및 표면적은 상호 밀접한 관계가 있으며, 흡착제의 흡착용량과 흡착질에 대한 선택성에도 많은 관계가 있다. 균일한 기공을 갖는 흡착제일수록 입자 내의 확산이 빠르고 흡착성능이 우수하며, 선택흡착이 가능하다(Yim, 2004; Allen, 1990). 적합한 흡착제를 사용하면 농도가 극히 낮은 흡착질도 선택적으로 제거할 수 있기 때문에 각종 산업분야 및 환경방지설비 등에 널리 활용되고 있다(Khan, 2000). 특히 활성탄(Activated Carbon)은 다양한 세공구조를 가진 탄소로서 오래전부터 대표적인 흡착제로 사용되어 왔으며 폐가스 및 휘발성 용제회수에 널리 사용되고 있다(Na, 2002; Oh, 2010). 또, 분진과 악취를 동시에 처리하기 위하여, 프라즈마를 이용한 그래프트 중합으로 처리된 폴리머(polymer) 필터가 실내의 먼지와 악취를 동시에 제거할 수 있는 능력이 우수하다는 선진적인 연구도 수행된바 있다(Masaaki, 2011). 하지만, 주물산업을

특정 대상으로, 분진과 악취를 동시 제거하기 위한 연구는 많이 부족하다.

작업환경을 개선하고 민원을 해소하는 목적으로, 현재 주물공장에서는 발생하는 분진과 악취를 제거하기 위한 노력을 많이 하고 있다. 분진을 제거하는 방법으로는 여과 집진방식(Bag filter)이 가장 오래된 것이고 현재도 널리 이용되고 있으며 효율도 일정한 수준에 도달하였다. 주물공장 현장의 여건 및 경제적 측면에서도 여과 집진기가 가장 적합한 것으로 조사되었다. 악취를 제거하기 위해서는 주로 활성탄을 이용한 흡착법을 사용하고 있다. 하지만 주물공정에서 발생하는 TVOC(Total Volatile Organic carbon)는 종류가 다양한 복합적인 악취물질로 활성탄을 이용한 흡착법으로만 접근하기에는 한계가 있다. 특히, 암모니아와 같이 염기성 및 친수성을 가진 물질은 활성탄을 이용한 흡착에서 효율이 이상적이지 못하다(Masuda, 1999). 암모니아와 같은 염기성 가스를 흡착하기 위한 연구도 많이 수행되어 왔다(Brian, 1993; Kim, 2001; Lee, 2003; Park, 2001; Yang, 2007). 해수 중의 암모니아를 제거하기 위하여 제올라이트를 흡착제로 사용 시 효율이 우수한 것으로 분석되었다.(Burgess, 2004) 또, 알루미늄을 보조 흡착제로 한 아연 기반의 건조 흡착제를 이용하여 황화수소와 암모니아를 동시에 성공적으로 흡착하는 연구도 있었고(Jung, 2008), 첨착 활성탄을 이용하여 음식물 쓰레기 퇴비화 과정에서 발생하는 황화수소와 암모니아를 동시에 제거하는 연구도 수행된바 있다(Kim, 2004). 흡착방법 외에도, 습식 스크러버를 이용한 화학적 처리방법도 있지만, 폐수를 유발시키고 또다시 폐수를 처리해 주어야 하는 부담이 생기며, 지속적 사용을 위한 유지관리 기술이 어려운 단점이 있다.(Yang, 2007)

따라서, 본 연구는 앞에서 살펴본 연구결과들을 바탕으로 주물공정에서 발생하는 분진과 악취를 동시에 처리하기 위하여 기존에 적용되는 분진 저감 설비인 여과집진기 전단에 활성탄 및 제올라이트 등 흡착제를 분사하는 건식 악취 저감 장치를 개발하고자 한다. 연구를 수행하는 과정에서, 최적의 악취 저감 효율을 갖는 분말 조합 및 분사방법 등 다양한 인자에 대한 실험을 실시하여, 개발된 장치의 효율을 극대화시키기 위하여 노력했다.

2. 연구방법

제작된 실험장치를 모 주물공장의 탈사공정에 직접 연결시켜서 실험을 진행하였다. 탈사공정 가동 시 실험 장치의 입구와 출구의 TVOC 농도를 측정하여 저감효율을 계산하는 방법을 채택하였고 흡착제 조합 및 분사방법에 따른 TVOC 저감효율에 근거하여 실험장치의 성능을 최적화할 수 있는 운전조건을 찾고자 하였다.

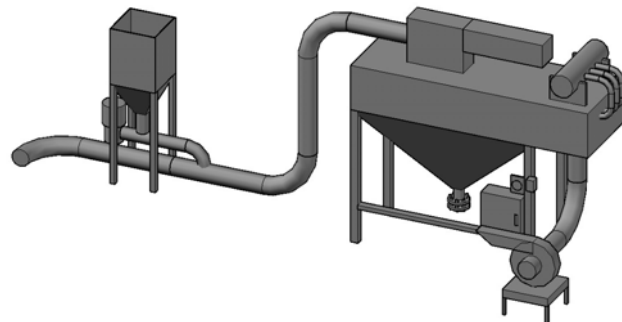
2.1 실험장치 설계 및 제작

전체 시스템은 크게 송풍기, 여과집진기, 흡착제 투입장치 세부분으로 구분될 수 있고, Fig.1(a, b)에서와 같이

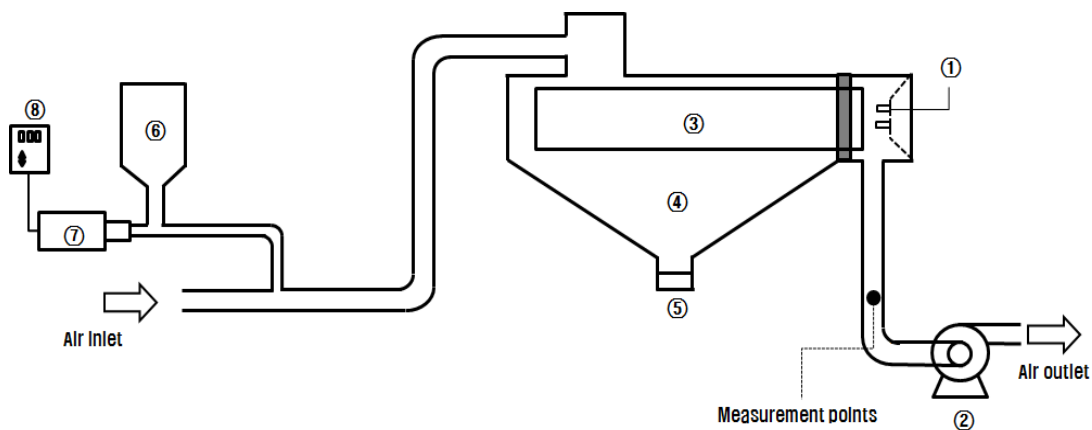
제작된 여과집진기 전단에 탈취제 공급기와 탈취제 분사장치를 설치하여 덕트 내부로 분사된 흡착제가 이동하는 기류중의 약취를 포집하도록 하였다. 송풍기는 여과집진기와 연결하여 사용하기 때문에 저유량(50 CMM), 고정압(100 mmAq) 사양을 채택하였다.

2.1.1. 여과집진기와 탈진장치

선행 연구결과를 바탕으로 충격기류를 이용한 사각형 여과 집진기를 설계 제작하였다. 흡착실험을 위한 여과 집진기는 정격유량이 10 CMM인 하방기류형 사각 여과 집진기이고, 필터가 얇은 사각형 형태로 되어 있어 노즐을 이용한 균일한 탈진효과를 가져올 수 있는 장점이 있



(a) The experimental system overview



- ① Jet nozzle ② Air blower ③ Rectangular bag filter ④ Bag house ⑤ Hopper valve ⑥ Adsorbent inlet
- ⑦ DC thyristor variable motor ⑧ Speed controller

(b) Schematic diagram of experimental system

Fig.1. The experimental system overview(a) and schematic diagram(b).

다. 여과집진기 차압은 120 mmAq로 유지시켜 일정한 수준으로 배기유량이 확보되도록 시스템을 운전하였으며, 탈진노즐의 분사압력을 3 kgf로 하였다. 그 이유는 3 kgf보다 높은 압력은 필터에 무리가 갈 수 있을 뿐만 아니라 역기류에 의한 와류 현상이 발생할 경우 분진 재비산 문제 등이 발생하고, 반대로 그 이하일 경우 탈진효과가 저하되기 때문이다(Piao, 2008). 또 시스템을 안정적으로 가동하기 위한 분사시간과 분사주기를 유지하기 위해서 분사 시간을 0.1 초, 분사주기 20 초로 설정하였다 (표 1).

Table 1. Experimental conditions of Bag-Filter

Division	Value
Rated flowrate through bag house	10 CMM
Differential pressure of bag house	120 mmAq
Pulse pressure	3 kgf
Pulse time	0.1 second
Pulse interval	20 second

2.1.2 탈취제 분사 장치

탈취제 분사장치는 DC사이리스터 가변모터로 탈취제의 양을 조절하여 분사하는 장치이다. 이 장치는 여과 집진기로 연결되는 덕트 전단에 설치하여 덕트내부로 흡착제를 분사시켜 기류와 함께 이동하는 과정에서 TVOC를 흡착하는 원리로 작동된다. 또, 분사된 흡착제는 최종적으로 필터에 부착되면서 흡착-표면층을 형성하게 된다

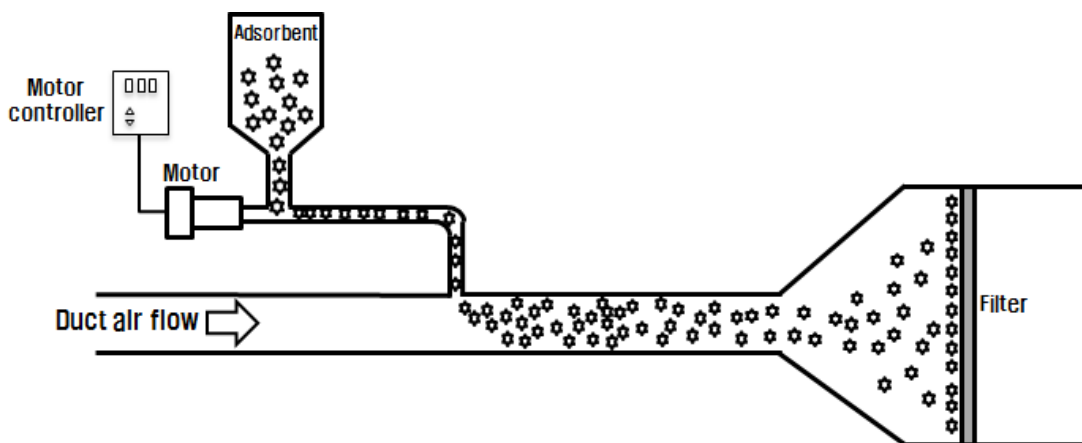


Fig. 2. Deodorant supply system.

(Fig.2).

탈취제 공급량에 따른 악취 저감 효율을 분석하기 위해서는 정량적인 탈취제 공급이 매우 중요하다. 탈취제 공급은 회전 모터의 주파수를 10 Hz, 20 Hz, 30 Hz, 40 Hz, 50 Hz로 변화시키면서 탈취제 공급량을 전자저울로 칭량하여 측정하였다. 탈취제 주입량과 회전수 측정 결과, 거의 회전수에 비례하여 주입량이 증가하는 것으로 측정되었다. Fig.3는 모터 회전수에 따른 주입량을 나타내는 그래프인데, 거의 일직선으로 증가하고 있다. 즉, 모터 회전수 조절을 통해 일정량의 탈취제가 공급됨을 알 수 있다.

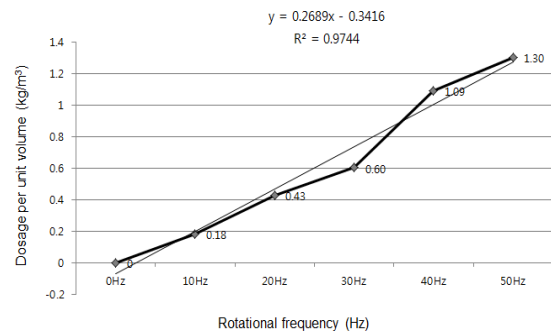


Fig. 3. Calibration results of deodorant supply.

2.2. 탈취제 선정

활성탄은 미세공 탄소질 흡착제로써 가장 널리 사용되고 있고, 특히 복합악취에 대한 흡착효율이 우수한 것

으로 알려져 있다. 하지만, 주조공장에서 주 악취원으로 평가받고 있는 암모니아와 같은 염기성(친수성)을 가진 물질은 활성탄을 이용한 흡착에서 효율이 이상적이지 못하다(Masuda, 1999). 암모니아와 같은 염기성 가스를 효율적으로 흡착하기 위하여 침착 활성탄, 활성 알루미늄, 제올라이트 등을 이용한 연구가 있었다. 그 중에서 제올라이트가 효율이 우수하다는 연구결과가 있었고 쉽게 구할 수 있었다. 따라서, 본 연구에서는 활성탄과 제올라이트를 혼합흡착제로 사용하였는데, 활성탄을 이용하여 주조공장에서 발생하는 복합TVOC를 흡착하고, 그 외 활성탄으로 흡착하기 어려운 물질은 제올라이트를 이용하여 마저 흡착하기 위해서이다.

Fig.4는 본 연구에서 사용된 활성탄과 제올라이트 분말 사진이다. 활성탄은 99% 이상의 탄소만으로 구성된 미세한 분말을 사용하였다. 또, 미세공의 분포에 따른 흡착효율도 비교 평가하기 위하여 400 mesh와 800 mesh

두가지 규격을 사용하였다. 제올라이트는 시중에 유통되는 300 mesh를 사용하였다.

2.3. 오염원 선정과 TVOC 측정방법

주조공장에서 발생하는 악취는 복합적인 TVOC물질로써 종류가 많고 공정별로도 발생특성이 다르기 때문에 오염원을 실제와 똑같이 구현하기가 어렵다. 이러한 원인으로 제작된 실험장치를 창원시 진해구 마천주물단지에 소재한 모공장에 실제로 설치하였는데, 실험장치는 공장의 동의를 거쳐 분진이 다량으로 발생하고 TVOC로 인한 악취가 많이 발생하는 탈형공정에 플렉시블덕트로 연결하여 설치하였다(Park, 2007; KSO, 2010). 설치 방법은 Fig.5에서와 같이, 탈형공정 출구에 플렉시블덕트의 흡입구를 고정시키고 실험장치와 연결시켰다.

TVOC 농도는 TVOC Meter (UltraRAE 3000)로 측정하였다. 오염원으로 선정된 탈형공정의 TVOC 발생



Fig.4. Powdered activated carbon (first picture), powdered zeolite (second picture).

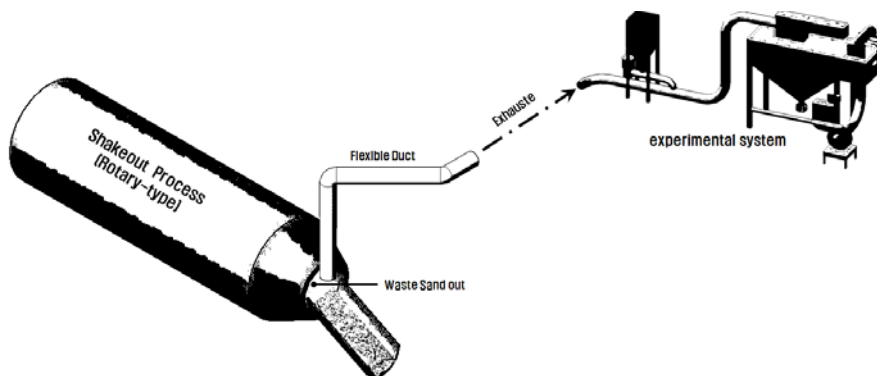


Fig. 5. Shakeout process was selected as pollutants and the intake duct installed.

농도를 1 시간에 1 회씩 총 10 회에 걸쳐 측정하였고 결과는 Fig.6 에서와 같다. 탈형 대상의 크기 혹은 탈형량에 따라 TVOC 농도는 일정한 변동폭을 보여주고 있다. 하지만, 실험과정에서 발생농도를 실시간으로 모니터링 할 수 있는 여건이 안되는 원인으로 10 회에 걸친 측정치의 평균인 870 ppm을 오염원에서의 발생농도로 가정하고 실험을 수행하였다. Fig.1에서와 같이 출구측에 측정구가 설치되어 있다. 출구 TVOC 농도를 측정하고 기존 설정된 입구농도 870 ppm과 결부하여 저감효율을 계산하였다.

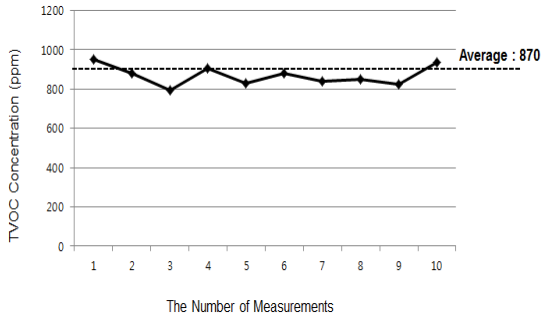


Fig. 6. The TVOC Concentration for the Exit of Shakeout Process.

2.4. 실험 조건 및 Case

탈취제는 분말활성탄, 분말제올라이트 그리고 분말소석회가 사용되었다. 분말 소석회는 탈형과정에서 다량의 수분이 발생할 경우 제습제로 필요시 사용하기 위해 준비하였다. 분말활성탄은 400 mesh와 800 mesh 두 종류를 사용하였고, 제올라이트는 300 mesh를 사용하였다. 예비실험을 통하여 탈형과정 출구의 상대습도가 70%이하로 조사되어 분말소석회는 첨가하지 않고 활성

탄과 제올라이트만 배합하여 실험을 실시하였다.

첫 번째 실험에서는 <표2>의 Case1~Case4에서와 같이 흡착제 종류와 배합비에 따른 흡착효율을 평가하기 위하여 활성탄(400 mesh)과 제올라이트(300 mesh)를 각각 100 + 0%, 80 + 20%, 70 + 30%, 0 + 100%로 배합하여 실험에 사용하였다. 두 번째 실험은 탈취제 공급률에 따른 흡착효율을 평가하기 위하여 활성탄(800 mesh)와 제올라이트(300 mesh)를 흡착제로 사용하였는데, 첫 번째 실험에서 100% 제올라이트(300 mesh)를 흡착제로 이미 실험을 하였기 때문에 두 번째 실험에서는 활성탄(800 mesh)과 제올라이트(300 mesh)를 80 + 20%, 70 + 30%, 0 + 100%로 배합한 3가지 실험을 진행하였다. 각 Case의 실험에서 탈취제 공급량은 공급 모터의 회전수를 5 가지로 조작하여 조정하였다. 탈취실험은 활성탄과 제올라이트의 입경에 따른 배합비 그리고 탈취제 공급량 변화에 따른 효율을 평가하는 것이기 때문에 총 35 가지 조건에서 실험을 실시하였다. <표3>은 탈취제 입경(3 가지), 배합비율(4 가지) 및 공급량(5 가지) 조건에 따른 실험조건을 정리한 것이다.

3. 연구결과 및 고찰

3.1. 실험 결과

탈취제의 배합비율에 관계없이 TVOC농도는 탈취제 공급량 증가에 따라 TVOC의 측정농도가 낮아지며 저감 효율이 높아지는 추세를 보였다<표3>. 활성탄이나 제올라이트 각각 한 종류만 사용할 경우의 TVOC 측정농도를 비교하면 활성탄이 제올라이트보다 훨씬 낮은 농도를 보이는 것으로 측정되었다.

400 mesh 활성탄 + 300 mesh 제올라이트 탈취제를

Table 2. Experimental Cases

The mixing ratio of activated carbon and zeolite used in this study			Activated carbon							
			400 mesh				800 mesh			
			0%	70%	80%	100%	0%	70%	80%	100%
Zeolite	300 mesh	0%				Case1				Case5
		20%			Case2				Case6	
		30%		Case3				Case7		
		100%	Case4							

Table 3. Measurement results

TVOC Measurement Results (ppm)							
Division	Deodorant supply (kg/m ³)	0 (0 Hz)	0.18 (10 Hz)	0.43 (20 Hz)	0.6 (30 Hz)	1.09 (40 Hz)	1.3 (50 Hz)
400 mesh activated carbon + 300 mesh zeolite	Case1 (activated carbon100%+zeolite0%)	870	320	40	25	18	15
	Case2 (activated carbon80%+zeolite20%)	870	150	38	20	19	17
	Case3 (activated carbon70%+zeolite30%)	870	180	150	90	78	30
	Case4 (activated carbon0%+zeolite100%)	870	840	310	250	230	200
800 mesh activated carbon + 300 mesh zeolite	Case5 (activated carbon100%+zeolite0%)	870	100	65	50	45	40
	Case6 (activated carbon80%+zeolite20%)	870	45	30	27	25	25
	Case7 (activated carbon70%+zeolite30%)	870	145	50	35	30	30

사용 시, Case2(활성탄80% + 제올라이트20%)의 TVOC 측정농도가 상대적으로 낮다. 이는 Case2의 TVOC 저감효율이 상대적으로 우수하다는 것을 의미한다. Case3(활성탄70% + 제올라이트30%)도 상대적으로 낮은 TVOC 측정농도를 보여주고 있지만 Case2에 비해서는 다소 높은 경향이 있다. 또, Case2와 Case3은 Case1(활성탄 100%)에 비해 낮은 측정농도를 보여주고 있으며, 이는 활성탄만 사용하는 것보다 활성탄과 제올라이트를 배합하여 사용하는 것이 TVOC 흡수에 더 효과적이라는 것을 보여준다.

800 mesh 활성탄 + 300 mesh 제올라이트 탈취제를 사용 시에도 400 mesh 활성탄 + 300 mesh 제올라이트 탈취제를 사용할 때와 같은 결과를 보여주고 있다. Case6(활성탄80% + 제올라이트20%)이 Case7(활성탄 70% + 제올라이트30%)보다 더 낮은 TVOC 측정농도를 보여주고 있다. 또, Case6, Case7 모두 Case5(100% 활성탄)보다 효과적인 TVOC 저감 효율을 보여주고 있다.

단순 활성탄을 사용했을 때에는 공급량에 관계없이 전체 과정에서 활성탄과 제올라이트의 배합비율이 80:20 일 때(Case6)에 비해 TVOC 저감 효율이 낮다. 400 mesh 활성탄과 800 mesh 활성탄을 비교시 800 mesh 활성탄이 상대적으로 더 우수한 저감 효과를 보여주고 있다. 이는 공급률이 낮은 활성탄을 사용할수록 탈취효과가 더 우수하다는 결과를 말해주고 있다.

3.2. 고찰

3.2.1. 400 mesh 활성탄 + 300 mesh 제올라이트 사용 시

활성탄과 제올라이트 각각의 탈취성능을 파악하기 위하여 활성탄을 100% 사용하는 조건(Case1)과 제올라이트를 100% 사용하는 조건(Case4)으로 구분하여 실험을 실시하였고, 활성탄과 제올라이트 배합비율에 따른 탈취성능을 평가하기 위해 활성탄 80% + 제올라이트 20%를 사용하는 조건(Case2)과 활성탄 70% + 제올라이트 30%를 사용하는 조건(Case3)으로 구분하여 실험을 진행하였다. 활성탄 및 제올라이트 배합비는 <표2>에 정리하였다.

Fig.7에서와 같이 탈취제의 배합비율에 관계없이 TVOC 농도는 탈취제 공급량 증가에 따라 저감 효율이 높아지는 추세를 보였다. 활성탄이나 제올라이트 각각 한 종류만 사용할 경우의 TVOC 저감 효율 비교 시 활성탄이 제올라이트보다 훨씬 높은 저감 효율을 보이는 것으로 측정되었다. 활성탄과 제올라이트 배합비율에 따른 TVOC 저감 효율을 비교해보면 활성탄 비율 80%(Case2)가 활성탄 비율 70%(Case3)보다 TVOC 저감 효율이 높은 것으로 나타났다. 적은 공급량(0.18 kg/m³)에서도 Case2(활성탄 80% + 제올라이트 20%)의 저감 효율이 Case1(활성탄 100%)의 저감 효율보다 우수함을 알 수 있다. 비록 Case3(활성탄 70% + 제올라이트 30%)의 저감효과는 제올라이트를 100% 사용할 때 보다는 월등히 우수하지만 Case2보다는 다소 떨어진다.

활성탄의 비율을 더 높일수록 TVOC 저감 효율도 높

아질 것으로 가정되지만 현실적으로 활성탄 비율을 높일 수록 활성탄 분말의 비산 등으로 인해 기술적으로 탈취제의 정량 공급이 불안정하게 되는 문제를 초래할 수 있기 때문에 활성탄만으로는 최대의 저감 효율을 나타내지 못하는 것으로 보인다. Case 중 제올라이트를 100% (Case4) 사용하였을 때가 저감 효율이 가장 낮는데 이것은 비록 제올라이트가 TVOC 농도 저감 효율이 있지만 100% 사용하기에는 한계점이 있다는 것을 보여준다.

따라서 탈취제에 400 mesh 활성탄을 사용하였을 때 TVOC 저감 효율이 제일 우수한 Case는 활성탄과 제올라이트의 비율이 80:20인 Case2인 것으로 나타났다. 하지만 탈취제로서 활성탄과 제올라이트의 적정 배합 비율은 항상 일정한 것이 아니라 오염원의 특성에 따라 변화를 주어야 하는데, 예를 들면 오염원의 습도가 높은 경우에는 활성탄의 비율을 줄이고 소석회를 일정한 비율로 배합하여 사용하는 것이 바람직하다. 이러한 배합을 통하여 오염원 습도 상승으로 인한 여과집진기 차압증가 등의 문제점을 해소할 수 있다.

3.2.2. 800 mesh 활성탄 + 300 mesh 제올라이트 탈취제 사용 시

전 실험결과를 바탕으로 활성탄과 제올라이트의 배합 비율은 총 3가지로 설정하였는데 800 mesh 활성탄의 개별 탈취성능을 파악하기 위하여 활성탄을 100% 사용하는 조건(Case5)과 활성탄-제올라이트의 배합비율이 탈취성능에 미치는 영향을 파악하기 위하여 활성탄 80% + 제올라이트 20%를 사용하는 조건(Case6), 활성탄을 70% + 제올라이트 30%를 사용하는 조건(Case7)으로 실험을 진행하였다.

Fig.8을 보면, 전 실험결과와 같이 탈취제의 배합비율에 관계없이 TVOC 농도는 탈취제 공급량 증가에 따라 저감 효율이 높아지는 추세를 보였다. 800 mesh 활성탄 80% + 300 mesh 제올라이트 20%를 배합하여 제조한 탈취제(Case6)의 TVOC 저감효과는 공급량이 0.18 kg/m³에서부터 모두 90%이상의 저감 효율을 보이고 있어 제일 이상적인 배합방식이다. 또, 800 mesh 활성탄 70% + 300 mesh 제올라이트 30%를 배합하여 제조한 탈취제(Case7)의 TVOC 저감효과는 저 공급량(0.18 kg/m³)에서는 100% 활성탄 탈취제보다 TVOC 저감 효율이 낮지만 공급량이 증가함에 따라 그 효과는 단순 활성탄의 탈

취효과를 초과하였다. 이는 활성탄에 흡착이 어려운 일부 물질이 제올라이트에 의해 흡착되면서 발생한 원인으로 판단된다.

전 실험결과와 비교 시, 800 mesh 활성탄 사용 시 400 mesh보다 약취 저감 효율이 증가되는 것으로 나타났다. 이로부터 mesh의 증가는 접촉면적의 증가로 탈취 효율의 증가를 유발할 수 있다는 결론을 얻을 수 있었다.

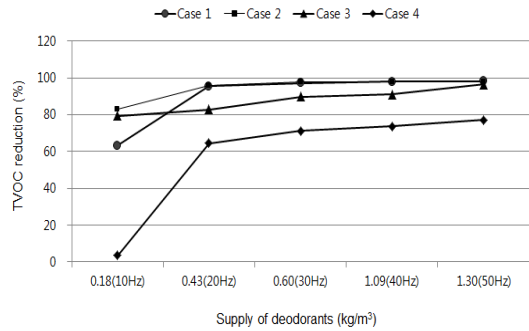


Fig. 7. TVOC concentrations measured results of using 400 mesh Activated carbon + 300 mesh zeolite.

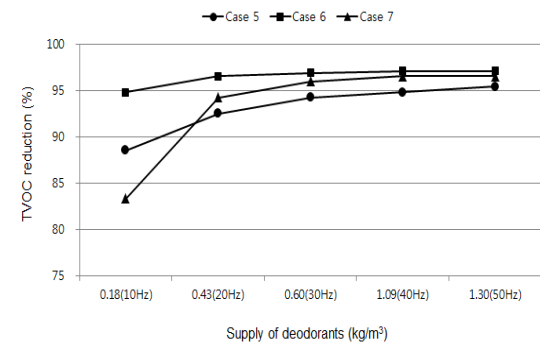


Fig. 8. The change of TVOC reduction in the use of 800 mesh activated carbon.

4. 결론

1. 본 연구는 분말활성탄과 분말제올라이트를 일정한 비율로 배합하여 탈취제를 제조한 후 여과집진기에 유입되는 악취공기에 분사하여 악취를 제거하는 방법을 연구하는 것을 목적으로 진행되었는데 악취와 분진을 동시에 처리하는 시스템에서 탈취제의 최적의 배합비율, 분말 입경, 분산 방법 등을 연구하는 것을 목적으로 진행되었다.

2. TVOC 측정결과를 살펴보면 탈취제의 배합비율에 관계없이 TVOC 농도는 탈취제의 공급량 증가에 따라 저감되는 추세를 보이고 있으며 활성탄과 제올라이트의 TVOC 저감 효율을 비교하여 보았을 때 활성탄의 저감 효과는 제올라이트의 저감효과보다 우수하였으며 활성탄의 입경이 작을 때 TVOC 저감 효율이 우수하였다.

3. 활성탄과 제올라이트의 입경 및 배합비율의 변화에 따라 모두 7개의 Case로 실험을 진행한 결과 800 mesh 활성탄 80% + 300 mesh 제올라이트 20%를 배합하여 제조된 탈취제의 TVOC 저감 효율이 최저 95%로 제일 높았으며 현장에서의 사용이 편리하여 최적의 배합비율이라는 결론을 얻을 수 있었다.

4. 800 mesh 활성탄 사용 시 400 mesh보다 악취 저감 효율이 증가되는 것으로 나타났다. 이로부터 mesh의 증가는 접촉면적의 증가로 탈취효율의 증가를 유발할 수 있다는 결론을 얻을 수 있었다.

감사의 글

본 논문은 2013~2014년도 창원대학교 연구비에 의하여 연구되었습니다.

참고문헌

Allen, T., 1990, Particle Size Measurement, 4th ed. Chapman & Hall, London, 547-28.

Brian E. S., 1993, Microcalorimetric studies of ammonia adsorption on γ -A12O3, HNa-Y zeolite, and H-mordenite, Catalysis Letters, 23 (1994) 207-213.

Burgess, R. M., Perron M. M., 2004, Use of Zeolite for Removing Ammonia and Ammonia-Caused Toxicity in Marine Toxicity Identification Evaluations, Arch. Environ, Contam. Toxicol, 47, 440 - 447.

Jung, S. Y., Lee, S. J., 2008, The simultaneous removal of hydrogen sulfide and ammonia over zinc-based dry sorbent supported on alumina, Separation and Purification Technology, 63 (2008) 297 - 302 Contents lists.

Kang, L. W., 2007, The New Casting Engineering, Bo Sung Gak Publishing company.

Khan, F.I. , Ghoshal, A.K., 2000, Removal of volatile organic compound from polluted air. Journal of Loss

Prevention in the Process Industries, 13, 527-545.

Kim, G. S., 2001, A study on biofiltration for the treatment of odorous gases containing ammonia & hydrogen sulfide, Chemical Engineering, Study on Environmental and Biological Engineering, M.S Dissertation, Myongji University.

Kim, Y. J., 2004, Simultaneous Removal of Hydrogen sulfide and Ammonia by Impregnated Activated Carbon, Study on Chemical Engineering, M.S Dissertation, Inje University.

Korean Society of Odor Research and Engineering, 2010, Odor Emission Management Manual for Industrial Classification(III), Korea Environment Corporation research subject.

Lee, H. H., 2004, A study on removal of Ammonia using Leclercia adecarboxylata, Study on Environmental engineering, M.S Dissertation, Seoul National University of Technology.

Masaaki, O., Tomoyuki, K., Noboru S., 2011, Simultaneous removal of odor and particulate using plasma-treated polymer filters, Thin Solid Films, 519 (2011) 6994 - 6998.

Masuda, J., Fukuyama, J., Fujii, S., 1999, Influence of concurrent substances on removal of hydrogen sulfide by activated carbon, Chemosphere, Vol. 39, No. 10, pp. 1611-1616.

Na B. G., 2002, Effect of Rinse and Recycle Methods on the Pressure Swing Adsorption Process To Recover CO₂ from Power Plant Flue Gas Using Activated Carbon, American Chemical Society, 41, 5498-5503.

Oh, K. J., 2010, Breakthrough data analysis of adsorption of volatile organic compounds on granular activated carbon, Korean J. Chem. Eng., 27(2), 632-638.

Park, H. S., 2007, Morphological Property and Size Distribution of Dust Particles Emitted from Iron Casting Processes, Environmental Societies Joint conference, Page 124.

Park J. S., 2001, A study on the development of gas scrubber for removal of odor gas containing hydrogen sulfide and the ammonia, Study on Chemical Engineering, M.S Dissertation, Inje University.

Piao, C. H., 2008, The Fundamental Study on Pulse Jet Cleaning of Rectangular Bag-Filter System. J Korean Soc Occup Environ Hyg, 2008;18(2):149-160.

Tehrani R.M.A., Salari, A. A., 2005, The study of

- dehumidifying of carbon monoxide and ammonia adsorption by Iranian natural clinoptilolite zeolite, *Applied Surface Science*, 252 (2005) 866 - 870.
- Yang, S. H., 2007, Performance Evaluation of Wet Scrubber for Odor Removal using Operational Parameters, *Study on Biosystems & Biomaterials Science and Engineering*, M.S Dissertation, Seoul University.
- Yim, G., 2004, Absorption Engineering and Science, Dooyang Publishing company.