ORIGINAL ARTICLE

설계인자 변화에 따른 소형 전기집진장치의 최적효율 예측

서정민 · 이병인* · 정문섭¹⁾ · 박정호²⁾ · 임우택³⁾ · 박출재⁴⁾ · 최금찬⁵⁾

부산대학교 바이오환경에너지학과, ¹⁾부산대학교 바이오시스템공학과, ²⁾경남과학기술대학교 환경공학과,
³⁾안동대학교 응용화학과, ⁴⁾경남도립남해대학 원예조경과, ⁵⁾동아대학교 환경공학과

Predicted Optimum Efficiency due to Changes in the Design Parameters of the Small Electrostatic Precipitator

Jeong-Min Suh, Pyong-In Yi*, Moon-Sub Jung¹⁾, Jeong-Ho Park²⁾, Woo-Taik Lim³⁾,
Chool-Jae Park⁴⁾, Kum-Chan Choi⁵⁾

Department of Bioenvironmental Energy, Pusan National University, Miryang 627-706, Korea

¹⁾*Department of Biosystems Engineering, Pusan National University, Miryang 627-706, Korea*

²⁾*Department of Environmental engineering, Gyeongnam National University of Science and Technology, Chinju 660-758, Korea*

³⁾*Department of Applied Chemistry, Andong National University, Andong 760-749, Korea*

⁴⁾*Department of Gardening Architecture, Gyeongnam Provincial Namhae College, Namhae 668-801, Korea*

⁵⁾*Department of Environmental Engineering, Dong-A University, Busan 604-714, Korea*

Abstract

The result of a small electrostatic precipitator which is in order to decrease indoor air pollution for optimal efficiency was shown as follows.

Although the closer distance between the discharge electrode and dust collecting electrode shows the better throughput efficiency by forming strong electrostatic Field, it does not have profound impact in case of optimal dust collecting area.

G.P(gas passage) which is the distance from dust collecting electrode to dust collecting electrode is a crucial factor to decide dust collecting efficiency. The narrower distance of G.P shows the better throughput efficiency whereas it decreases when the distance is too narrow since sparks ensue by increasing the capacity of electrostatic charging system 5 mm regards as optimal efficiency in this experiment.

Although the higher voltage shows the higher dust collecting efficiency overall, the experiment was not able to keep performing since the sparks which decrease dust collecting efficiency ensue over 40 kV. The efficient and safe voltage state is considered 3.6 kV in this experiment.

The most crucial factor for dust collecting efficiency of an electrostatic precipitator which is in order to decrease indoor air pollution is applied voltage. In addition, optimal raw gas flow rate(2.4 m/sec) is more important factor than the excessive increase of dust collecting area.

Key words : Electrostatic precipitator, Indoor air pollution, DOP penetration test, Discharge electrode, Discharge electrode

Received 17 April, 2013; Revised 20 May, 2013;

Accepted 3 June, 2013

*Corresponding author : Pyong-In Yi, Department of Bioenvironmental Energy, Pusan National University, Miryang 627-706, Korea
Phone: +82-51-350-5432
E-mail: watec@pusan.ac.kr

© 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.

1. 서 론

실내환경(Indoor Air Environment)은 인간을 둘러싸고 있는 실내의 총체라고 정의할 수 있으며, 이중에서도 실내공기오염은 인간의 건강에 직접적으로 영향을 주는 중요한 부분이다(Hines, 1933).

대부분의 사람들은 실외공기오염의 심각성은 깊이 인식하면서도 실내공기오염이 인간에게 미치는 영향이 더욱 크다는 점은 인식하지 못하여 왔으나, 최근 실내에서 생활하는 시간이 많아짐에 따라 실내공기질에 대한 관심도 점차 높아지고 있다. 실내환경 문제의 대표적인 실내공기 질에 대한 문제의 발생 배경을 보면, 1970년대 이후 각종 산업분야에서 에너지 절감 및 효율을 높이기 위한 노력의 일환으로 열효율 향상을 위한 건물의 밀폐화와 에너지 절감 장치를 설치하는 건물의 증가로 인하여 이들 건물의 실내공기질이 악화되면서 발생되었다(NAS, 1993). 또한 산업화와 도시화로 인한 도시의 인구집중 및 경제적 수준의 향상은 도시인의 생활양식과 직장인의 근무 양식에 큰 변화를 가져와 현대 도시인의 경우 대부분의 일상생활 중 약 80% 이상의 시간을 실내에서 생활하게 됨으로써 쾌적한 실내 환경에 대한 인식이 새롭게 부각되기에 이르렀다(Wade 등, 1975).

최근 미국 거주자들의 실내에서 거주하는 시간을 조사한 결과에서 24시간 중 건물 및 자동차 등의 실내에서 거주하는 시간이 약 95%이며, 이에 반해 실외에서 보내는 시간은 약 5%에 불과한 것으로 조사·보고되었다(Robinson과 Nelson, 1995).

또한 환경부에서 전국 성인 838명을 대상으로 실내에서의 거주시간을 조사한 결과에서 한국인의 실내 거주시간은 약 20.3시간이며, 교통수단(자동차, 버스, 지하철 등) 실내에서의 소요시간은 약 3시간으로 조사되어 건물 및 교통수단 등의 실내에서 거주하는 시간이 약 23.3시간으로 한국인의 경우 하루 중 약 97%의 시간을 실내에서 보내고 있는 것으로 조사 되었다(Lee, 2004).

실내공기 중에는 물리적, 화학적 및 생물학적으로 다양한 오염물질이 존재할 가능성이 있으며, 이러한 오염물질들은 외부공기의 유입, 담배연기, 난방기, 오븐, 취사도구, 시멘트, 세정제, 건축자재, 페인트 등과

같은 복합적인 배출원에서 기인되므로 그 배출량 역시 오염물질에 따라 상당한 편차를 나타내는 것으로 알려져 있다(Tichenor 등, 1990).

그 중 담배는 기호품으로 성인중 약 70%가 흡연한다(대기환경연구회, 1995). 미국 EPA(Environmental Protection Agency)는 환경성담배연기(Environmental Tobacco Smoke, ETS)를 파이프담배 또는 시가의 끝 부분이 탈 때 방출되어지는 연기와 흡연자의 폐에서 배출되는 연기의 혼합물이라고 정하고 있으며, Group A(Known human) Carcinogen으로 분류하고 있다(EPA, 1992). 또한 미국 NIOSH(National Institute for Occupational Safety and Health)에서도 ETS를 석면이나 벤젠과 같은 발암물질로 지정하고 있다(NIOSH, 1991).

선진국에서는 1970년대에 들어서면서 건물에서 오래 거주하는 직장인을 중심으로 빌딩증후군(Sick Building Syndrome, SBS) 등으로 인한 피해가 발생하기 시작하면서부터 실내공기질(Indoor Air Quality, IAQ)에 대한 관심과 중요성을 인식하고 연구를 활발히 진행해 오고 있다(Joma 등, 1992).

이에 비하여 우리나라에서는 보건복지부의 ‘공중위생관리법’에서 한정된 관리대상시설에서의 실내공기질에 관한 제한된 법 규제를 시작으로 미비한 관리를 해오다가 1996년부터 본격적으로 환경부 주관으로 ‘지하생활공간공기질 관리법’이 제정되었고, 보다 효율적인 관리를 위해 「다중이용시설등의 실내공기질관리법」을 2003년 5월 29일 공포하였으며, 2004년 5월 30일부터 시행하고 있다. 그러나 이들 관리법의 대상시설에 대한 실내공기질의 연구조사 자료가 매우 미약한 수준에 있는 실정이다(Kim, 2005).

이에 본 연구를 통해 담배연기 뿐만 아니라 여러 종류의 실내 공기오염유발물질을 저감시킬 수 있는 소형 전기집진장치를 이용하여 전기집진장치의 운전효율에 영향을 미치는 여러 인자를 도출하고 최고의 성능을 발휘할 수 있는 운전조건을 실험을 통해 찾아내어, 향후 실내공기오염 저감을 위한 소형 전기집진장치 개발의 기초자료로 활용하고자 한다.

2. 재료 및 방법

2.1. 실험장치

본 연구에서 사용된 실험장치는 시료가스 발생부 및 챔브, 방전부, 집진부 및 송풍기로 구성되어 있으며 실험장치의 개략도를 Fig. 1에 나타내었다.

시료가스는 챔브에 DOP(Di-octyl-phthalte) 에어로졸을 제네레이터 용기에 넣고 열을 가하여 에어로졸

을 증기화시켜 챔버에서 충분히 혼합시킨 후 전기집진기에 주입하였다.

Fig. 2는 실험에 사용한 소형전기집진 장치의 실제 모형이다.

2.1.1. 분진발생장치(DOP Penetration Test)

DOP(Di-octyl-phthalte) 에어로졸을 제네레이터 용기에 넣고 열을 가하여 에어로졸을 증기화시켜 챔버

Fig. 1. The entire configuration of electrostatic precipitator.

Fig. 2. The actual model of electrostatic precipitator.

Fig. 3. DOP collection procedures of Electrostatic precipitator.

에서 충분히 혼합시킨 후 전기집진기에 주입하였다. 전기집진기 전·후단에는 여과용 Filter(Carbon Filter, L.P.C Filter)를 설치하여 0.3 μm 크기 이상의 입자는 제거한 후 집진장치에 주입시켰다.

이 방법은 미국 US Military Standard MIL-STD-282와 US Army document 136-300-175A에 규정된 방법으로 DOP는 비등점이 높은 유성의 액체로 DOP 증기가 응축한 연기구름(smoke cloud)를 사용한다. DOP증기는 챔브 내의 공기와 혼합되어 응축되어 0.3 μm 전후의 미립자가 생성하게 된다.

2.1.2. 전기집진장치

전기집진기는 실내공기오염 제어용으로 많이 사용하는 2단식으로 제작하였으며, 방전극과 집진판의 간격과 거리를 조절할 수 있도록 2필드(field)로 장치를 구성하였다. Table 1은 실험용 전기집진기의 장치 구성을 나타내었다.

Table 1. Device configuration of small electrostatic precipitator for test

Items	Contents
Constitution of discharge electrode	7ea, 8ea
Distance of discharge electrode and extraction electrode	19mm, 22mm
Interval between extraction electrodes	5mm, 7mm
Size of extraction electrodes	100×510mm, SUS304
Size of electrostatic precipitator	235×540×185mm

2.2. 실험방법

2.2.1. 에어로졸 농도측정

집진장치의 효율을 파악하기 위한 농도 실험은 집진장치의 입·출구 측정공에서 Dust Monitor(Dust Mate Turnkey Instruments, DM11256, UK)를 사용하여 3회씩 측정하여 평균값을 취하였다.

2.2.2. 유량측정

유량을 결정하기위한 유속 측정은 경사마노메타(Inclined manometer, Dwyer No.400)를 사용하여 측정하였다.

Fig. 3은 전기집진장치의 DOP 포집 절차 이다.

2.3. 실험 조건 및 항목

본 실험은 인가전압의 변화에 따른 포집효율 변화를 측정하였으며, 특히 집진유량 변화, 집진판사이의 간격, 방전극과 집진극의 거리변화 등 실내공기오염 저감을 위한 소형 전기집진장치의 최적효율 예측에 역점을 두어 비교 관찰하였다. Table 2는 실험조건 및 실험항목을 표로 나타내었다.

Table 2. Experimental conditions and test items

Items	Experiment Condition
CE distance	5 mm, 7 mm
CE & DE distance	19 mm, 22 mm
T/R	2,600 V / 3,000 V / 3,600 V
Airflow	15 m ³ /min, 30 m ³ /min, 40 m ³ /min
Field	1Field, 2Field

3. 결과 및 고찰

3.1. 인가전압(T/R)에 따른 집진효율

인가전압이 4000 V일 때는 높은 전압으로 스파크가 빈번하게 발생하여 처리효율이 매우 낮았으며, 2000 V로 인가 시는 낮은 전압으로 코로나 방전이 형성되지 않아 집진효율을 확인할 수 없어 인가전압을 2600 V, 3000 V, 3600 V로 설정하여 실험을 수행하였다.

3.1.1. 1Field, CE & DE 거리 19mm

Fig. 4는 CE & DE(Collecting Electrode : 집진극, Discharge Electrode : 방전극)의 거리가 19 mm이고, CE의 간격이 5 mm일 때 집진효율을 나타내었다. 유입유량을 15 m³/min, 30 m³/min, 40 m³/min으로 각 고정하여 인가전압(T/R : Transformer Rectifier)을 2600 V, 3000 V, 3600 V로 증가시키면서, 챔브에서 DOP분진을 발생시켜 실험을 수행 하였다.

CE의 간격이 5 mm이고 유입유량 15 m³/min일 때의 집진효율은 입구분진 농도 57.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 측정되었고 전기집진장치 출구분진 농도는 인가전압이 2600 V, 3000 V, 3600 V에 따라서 각각 5.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 3.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 2.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 측정되어 그 효율은 각각 91%, 93%, 96%로 높은 집진효율을 나타냈었다.

Fig. 4. Efficiency of Electrostatic precipitator affected by air flow and applied voltage(1Field, CE & DE distance 19 mm, CE distance 5 mm).

유입유량을 2배로 증가시킨 30 m³/min일 때의 집진효율은 입구분진 농도 52.4 µg/m³으로 측정되었고 전기집진장치 출구분진 농도는 인가전압이 2600 V, 3000 V, 3600 V에 따라서 각각 10.9 µg/m³, 10.2 µg/m³, 8.8 µg/m³로 측정되어 그 효율은 각각 79%, 80%, 83%로 다소 낮게 나타났다.

유입유량이 40 m³/min일 때는 인가전압변화(2.6 kV, 3 kV, 3.6 kV)에 따라 집진효율은 51%~60%로 매우 낮게 나타났다.

따라서 2단 하천형식의 1Field 전기집진장치(CE & DE의 거리 19 mm, CE 간격 5 mm)는 유입유량 15 m³/min, 인가전압 3600 V일 때 최상의 집진효율을 나타내었다.

Fig. 5는 CE & DE의 거리가 19 mm이고, CE의 간격이 7 mm일 때의 유입유량에 따른 집진효율을 나타내었다. 유입유량이 15 m³/min일 때 입구분진 농도는 54.6 µg/m³으로 인가전압변화(2.6 kV, 3 kV, 3.6 kV)에 따라 그 효율은 각각 88%, 90%, 93%로 높게 나타나 CE간격이 5 mm일 때와 집진효율은 큰 변화가 없었다.

유입유량이 30 m³/min일 때는 인가전압변화에 따라 69%~77%의 집진효율을 나타내었으며, 40 m³/min일 때의 집진효율이 41%~48%로 매우 낮게 관찰되었다. 이는 유입유량의 증가로 전기집진장치내의 처리가스속이 증가하므로 집진장치내의 체류시간이 짧

Fig. 5. Efficiency of Electrostatic precipitator affected by air flow and applied voltage(1Field, CE & DE distance 19 mm, CE distance 7 mm).

아 처리효율이 낮은 것으로 사료된다.

CE의 간격이 7 mm일 때의 실험에서도 CE의 간격이 5 mm일 때의 실험과 동일한 유입유량이 15 m³/min, 인가전압이 3600 V일 때 가장 높은 집진효율 93%가 나타났다.

3.1.2. 1Field, CE & DE 거리 22 mm

Fig. 6은 1Field 전기집진장치의 CE & DE의 거리가 22 mm이고, CE의 간격이 5 mm일 때 집진효율을 나타내었다. 인가전압(T/R : Transformer Rectifier)을 2600 V, 3000 V, 3600 V로 증가시키면서, 유입유량

Fig. 6. Efficiency of Electrostatic precipitator affected by air flow and applied voltage(1Field, CE & DE distance 22 mm, CE distance 5 mm).

을 15 m³/min, 30 m³/min, 40 m³/min로 각각 고정하여 전기집진장치의 효율을 측정하였다.

CE의 간격이 5 mm, CE & DE의 거리가 22 mm이고 유입유량 15 m³/min일 때의 집진효율은 인가전압(2600 V, 3000 V, 3600 V)변화에 따라 그 효율은 각각 89%, 90%, 94%로 높게 나타났으며 Fig. 4에서 CE & DE의 거리가 19 mm일 때와 집진효율의 변화는 거의 없었다. 이는 CE & DE의 거리(19 mm, 22 mm)에 관계없이 집진장치내의 처리가스 유속이 2.4 m/sec로 동일하여 처리효율이 거의 비슷하게 나타나는 것으로 사료된다.

유입유량 30 m³/min일 때의 처리가스 유속은 4.8 m/sec, 집진효율은 75%~80%로 관찰되었고, 유입유량이 40 m³/min 일 때의 전기집진장치의 효율은 49%~58%로 낮은 이유는 높은 처리가스 유속(6.4 m/sec)에 기인하는 것으로 판단된다.

Fig. 7. Efficiency of Electrostatic precipitator affected by air flow and applied voltage(1Field, CE & DE distance 22 mm, CE distance 7 mm).

Fig. 7은 CE & DE의 거리가 22 mm이고, CE의 간격을 7 mm로 확대 하였을 때 집진효율을 나타내었다. CE간격이 7 mm이고 유입유량이 15 m³/min일 때의 효율은 인가전압 변화에 따라 72%~80%로 낮게 나타났는데, 이는 2.4 m/sec의 동일한 처리가스유속이지만, 집진판(CE) 간격 확대로 집진면적 감소에 따라 처리효율이 낮은 것으로 사료된다.

유입유량이 30 m³/min일 때의 집진효율은 60%~

67%로 관찰되었다. 유입유량이 40 m³/min일 때의 전기집진장치의 효율이 33%~35%로 매우 낮게 관찰되었는데 이는 집진면적 감소와 높은 처리가스 유속(6.4 m/sec)에 기인 한 것으로 판단된다.

따라서 CE와 DE의 거리 19 mm에서 22 mm변경에는 처리효율에 큰 영향이 없었으나, 집진판(CE) 간격을 5 mm에서 7 mm로 확대하였을 때 집진면적 감소에 따라 처리효율 변화에 큰 영향을 미치는 것으로 사료된다.

3.1.3. 2Field, CE & DE 거리 19 mm

1Field 전기집진장치의 집진면적을 증가시키기 위해 2Field로 장치를 구성하여 실험을 수행하였다.

Fig. 8. Efficiency of Electrostatic precipitator affected by air flow and applied voltage(2Field, CE & DE distance 19 mm, CE distance 5 mm).

Fig. 8은 2Field 전기집진장치에서 CE & DE의 거리가 19 mm이고, CE의 간격이 5 mm일 때 집진효율을 나타내었다. 인가전압(T/R : Transformer Rectifier)을 2600 V, 3000 V, 3600 V로 증가시키면서, 유입유량도 15 m³/min, 30 m³/min, 40 m³/min으로 증가하면서 DOP분진을 주입시켰다.

유입유량 15 m³/min일 때의 집진효율은 입구분진 농도가 55.1 µg/m³으로 인가 전압변화(2600 V, 3000 V, 3600 V)에 따라서 그 효율은 각각 93%, 95%, 97%로 높게 나타났다.

그러나 1Field와 2Field의 처리효율은 인가전압 변화에 따라 91%~96%에서 93%~97%로 크게 변화하

지 않았다. 따라서 설치 및 제작비용을 고려하면 1Field 전기집진장치로 높은 처리효율을 얻을 수 있을 것으로 판단된다.

2Field 전기집진장치에서 유입유량 30 m³/min일 때의 처리효율은 80%~88%로 다소 높게 나타났으나, Fig. 4에서 알 수 있듯이 1Field 전기집진장치에서 유입유량을 15 m³/min로 설계하면 91%~96%의 높은 처리효율을 얻을 수 있음을 알 수 있었다. 이는 과도한 집진면적보다는 적정 처리가스유속이 집진효율에 영향을 많이 미치는 것으로 사료된다.

Fig. 9. Efficiency of Electrostatic precipitator affected by air flow and applied voltage(2Field, CE & DE distance 19 mm, CE distance 7 mm).

Fig. 9는 2Field 전기집진장치에서 CE & DE의 거리가 19 mm이고, CE의 간격이 7 mm인 집진장치의 효율 나타내었다. 2Field 전기집진장치에서 유입유량 15 m³/min일 때는 인가전압 변화(2.6 kV, 3.0 kV, 3.6 kV)에 따라 94%~95%로 높게 나타났으나, Fig. 5에서 알 수 있듯이 1Field 전기집진장치의 3.6 kV 인가전압에서는 93%의 높은 처리효율을 얻을 수 있어 2Field로의 장치설계는 소요전력비등의 운전경비 소요로 경제성이 적은 것으로 판단된다.

2Field 전기집진장치에서 유입유량 30 m³/min일 때의 집진효율은 78%~85%로 나타냈었고 Fig. 5에서 알 수 있듯이 1Field 전기 집진장치의 처리효율 69%~77%보다는 높게 나타났다.

유입유량 40 m³/min일 때의 처리효율은 58%~60%

로 매우 낮게 나타났었다. 따라서 2Field 전기집진장치의 집진면적 증대 보다는 1Field 전기집진장치로 적정 유량으로 처리하는 것이 경제적이다.

이는 2단식 전기 집진장치에서 방전극에 인가된 전압이 시간이 지남에 따라 전하를 잃어 처리효율에는 큰 영향을 미치지 못하는 것으로 사료된다.

3.1.4. 2Field, CE & DE 거리 22 mm

Fig. 10은 2Field 전기집진장치에서 CE & DE의 거리가 22mm이고, CE의 간격이 5 mm일 때 집진효율을 나타내었다. 인가전압(T/R : Transformer Rectifier)을 2600 V, 3000 V, 3600 V로 증가시키면서, 유입유량도 15 m³/min, 30 m³/min, 40 m³/min으로 증가시키면서 DOP분진을 주입시켰다.

Fig. 10. Efficiency of Electrostatic precipitator affected by air flow and applied voltage(2Field, CE & DE distance 22 mm, CE distance 5 mm).

유입유량 15 m³/min일 때의 집진효율은 각각 90%, 93%, 96%로 높게 나타났다.

유입유량이 15 m³/min일 때는 CE & DE의 간격을 19 mm에서 22 mm로 변화시켜도 처리효율은 96%~97%로 거의 변화가 없었으며, 유입유량을 30 m³/min, 40 m³/min로 증가 시키면 처리효율은 78%~86%, 57%~62%로 낮게 나타났다. 따라서 2Field로 증대시켜 집진장치내의 체류시간을 0.021 sec에서 0.042 sec로 증가하여도 입자에 하전된 전하의 상실로 집진효율은 증가하지 않음을 알 수 있었다.

Fig. 11. Efficiency of Electrostatic precipitator affected by air flow and applied voltage(2Field, CE & DE distance 22 mm, CE distance 7 mm).

Fig. 11은 2Field 전기집진장치에서 CE & DE의 거리가 22 mm이고, CE의 간격이 7 mm인 전기집진장

치의 효율을 나타내었다.

CE의 간격이 7 mm이고 유입유량 15 m³/min일 때의 집진효율은 인가전압이 2600 V, 3000 V, 3600 V에 따라서 89%, 90%, 93%로 다소 높게 나타났다. 이는 집진간격이 7 mm로 증가함에 따라 1Field의 집진면적은 감소하였으나, 2Field 집진장치로 실험한 결과이기 때문이다. Fig. 7에서 1Field, CE & DE거리 22 mm, CE간격이 7 mm일 때 처리효율은 인가전압에 따라 72%~80%로 낮게 나타났었다. 따라서 동일한 처리가스유속에서 CE간격을 증대 시키려면 2Field로 설계하여야 함을 알 수 있었다. 유입유량 30 m³/min일 때의 처리효율은 77%~82%로 Fig. 7에서의 처리효율 60%~67%보다 높게 나타났다.

실험측정결과를 Table 3와 Table 4에 요약하여 나타내었다.

Table 3. Efficiency of Electrostatic precipitator affected by air flow and applied voltage(1Field)

Airflow(m ³ /min)				15		30		40	
CE & DE distance	CE distance	Concentration	Voltage (kV)	Concentration (μg/m ³)	η (%)	Concentration (μg/m ³)	η (%)	Concentration (μg/m ³)	η (%)
19 mm	5 mm	Concentration of inlet		57.2		52.4		55.6	
		Concentration of outlet	2.6	5.1	91	10.9	79	27.1	51
			3.0	3.9	93	10.2	80	24.9	55
			3.6	2.1	96	8.8	83	21.9	60
	7 mm	Concentration of inlet		54.6		54.3		53.9	
		Concentration of outlet	2.6	6.1	88	16.4	69	31.4	41
			3.0	5	90	15.6	71	30.6	43
			3.6	3.4	93	12.45	77	27.8	48
22 mm	5 mm	Concentration of inlet		53.2		54.9		53.9	
		Concentration of outlet	2.6	5.5	89	13.6	75	27.4	49
			3.0	4.9	90	11.9	78	25.7	52
			3.6	2.8	94	10.9	80	22.6	58
	7 mm	Concentration of inlet		51.2		52.9		53.7	
		Concentration of outlet	2.6	14.2	72	20.9	60	35.8	33
			3.0	11.2	78	18.5	65	34.7	35
			3.6	9.8	80	17.3	67	34.5	35

Table 4. Efficiency of Electrostatic precipitator affected by air flow and applied voltage(2Field)

Airflow(m^3/min)				15		30		40	
CE & DE distance	CE distance	Concentration	Voltage (kV)	Concentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	η (%)	Concentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	η (%)	Concentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	η (%)
19 mm	5 mm	Concentration of inlet		55.1		55.9		53.9	
		Concentration of outlet	2.6	3.6	93	11.1	80	21.4	60
			3.0	2.4	95	8.8	84	19.9	63
			3.6	1.2	97	6.6	88	3.6	65
	7 mm	Concentration of inlet		59.9		58.7		59.1	
		Concentration of outlet	2.6	3.5	94	12.7	78	24.8	58
			3.0	3.2	94	11.1	81	25.2	57
			3.6	2.9	95	8.6	85	23.6	60
	22 mm	Concentration of inlet		52.2		53.1		52.8	
		Concentration of outlet	2.6	5.1	90	11.5	78	22.6	57
			3.0	3.2	93	8.9	83	20.9	60
			3.6	1.6	96	7.3	86	19.9	62
		Concentration of inlet		56.3		55.9		55.4	
		Concentration of outlet	2.6	5.9	89	12.7	77	25.9	53
			3.0	5.4	90	10.5	81	24.2	56
			3.6	3.9	93	9.9	82	22.5	59

4. 결 론

실내공기오염 저감을 위한 소형 전기집진장치의 최적효율 예측을 위한 연구 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 방전극과 집진극의 거리가 가까울수록 강한 전계를 형성함으로 다소 높은 처리효율을 나타내었으나, 적정 집진면적일 경우는 큰 영향은 없는 것으로 파악되었다.

2. 집진극과 집진극까지의 거리인 G.P(gas passage)도 집진효율을 결정하는 중요한 요소임을 알 수 있었으며 G.P 간격이 좁을수록 처리 효율은 증가하였으나, 너무 간격이 좁으면 하전설비의 용량 증가로 스파크 현상이 발생하여 처리 효율은 감소되었으며 실내공기 오염 저감을 위한 집진장치의 최적 거리는 5 mm 인 것으로 사료된다.

3. 전반적으로 전압이 높을수록 집진효율이 높게 관찰되었으나 40 kV이상에서는 장치에서 스파크 현상이 발생하여 집진효율이 저하되어 실험을 계속 수행할 수 없었으며 본 연구에서 안정적이면서 높은 효율의 인가전압은 3.6 kV인 것으로 사료된다.

4. 실내공기오염 저감을 위한 전기집진장치의 집진효율은 인가전압이 가장 큰 영향을 미치는 것을 알 수 있었고, 2Field의 30 m^3/min 용량보다 1Field 15 m^3/min 처리용량이 집진효율이 높게 나타나, 과도한 집진면적 증대보다는 적정 처리 가스유속(2.4 m/sec)이 주요 인자임을 알 수 있었다.

5. 본 연구결과 실내공기오염 저감을 위한 전기집진장치는 방전극과 집진극의 거리가 19 mm, 집진극 간격 5 mm, 인가전압 3.6 kV, 유량 15 m^3/min 에서 최적의 96% 효율을 나타내었으나, 향후 가스이동속도 등을 고려한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 논문은 부산대학교 자유과제 학술연구비(2년)에 의하여 연구되었습니다.

참 고 문 헌

- Atmospheric Environment Research co-authorship, 1995, Introduction to Air Pollution, Donghwa Technology Publishing, 81-106.
- EPA, 1992, Respiratory health effects of passive smokin, EPA publication 600, 6-90.
- Hines, A. L, 1933, Indoor Air Quality and Control, New Jersey PTR PrenticeHall.
- Joma, J, 1992, Aerosol Formation in real Scale Pulverized Coal Combustion, J. of Aero Sci & Tech, 23(1), S241-S244.
- Kim, Y. S., Roh, Y. M., Hong, S. H., Lee, C. M., Kim, J. C., Cho, J. H., 2005, A Survey of Indoor Air Quality in Public Facilities, Korean Society for Indoor Environment, 1(2), 144-155.
- Lee, C. M., Kim, Y. S., 2004, Analysis of Research Trend for Indoor Air Pollutants and Health Risk Assessment in Public Facilities, Korean Society for Indoor Environment, 1(1), 39-60.
- NAS, 1993, Human Exposure Assessment for Airborne Pollutants, Washington DC.
- Robinson, J., Nelson, W. C, 1995, "National Human Activity Pattern Survey Data Base", United States Environemtal Protecton Agency, Research Triangle Park, NC.
- Tichenor, B. A., Sparks, L. A., White, J. B., and Jackson, M. D., 1990, Evaluation sources of indoor air pollution, J. Air & Waste Management Association, 40, 487-492.
- Wade, W. A., Cote, W. A., and Yocom, J. E., 1975, A study of indoor air quality, Journal of the Air Pollution Control Association, 25(9), 933-939.