

長時間使用한 空調用 電氣集塵필터의 特性
 Characteristics of long-term operated Electrostatic airclean filter for air-conditioner

洪寧基⁰, 姜光玉, 李成華, 孫尚哲
 LG전자(株) 生活시스템연구소(昌原)

Young-Ki Hong⁰, Kwang-Ok Kang, Sung-Hwa Lee, Sang-Cheol Son
 LG Electronics Inc. Living System Research Lab. (Chang Won)

ABSTRACT

In electrostatic airclean filter, the collection efficiency depends on particle charge in the ionizer section. The effect of electrostatic airclean filter condition (deposition of dust, variation of corona discharge current) on corona discharge characteristics was well studied. However, it seems not to be studied on corona discharge characteristics of electrostatic airclean filter respect to contaminated electrode which is caused by practical use.

In this paper, long-term(60days) effects are studied exeperimentally by two methods. The one is ozone concentration, the other is collection efficiency. Generation of ozone level was increased but collection efficincy was slightly reduced in long-term used electrostatic airclean filter.

1. 序論

電氣集塵은 靜電氣應用的 한 分野로, 코로나 放電을 이용한 기술로서 1908年 F.G.Cotrell에 의하여 발명된 이래 환경문제가 대두되기 시작하면서부터 電氣集塵裝置의 사용이 증가되었으며 [1], 현재는 家庭用 空調機 제품에서도 空氣淨化기능으로 適用되고 있다. 電氣集塵필터의 코로나放電 電流에 따른 集塵率의 변화 특성 [2] [3], 電極의 汚染에 따른 放電특성 [4]에 대한 研究내용들은 다수 발표되고 있으나 실제 사용에 따른 필터의 특성에 대한 研究가 부족한 실정이다. 코로나放電에 수반되는 오존의 발생 또한 室內環境基準으로 1時間 平均値 0.1ppm이하로 規制하고 있으므로 長期間 사용에 의한 오존 발생 특성에 대한 研究가 요구되고 있다.

本 研究에서는 Package Air-conditioner (이하 'PAC'라 칭함)의 空氣淨化 기능으로 適用되고 있는 電氣集塵필터를 PAC에 장착하여 60일간 運轉한 필터, 試驗用 디스트 11種을 33.75g 捕集한 필터와 깨끗한 필터와의 특성 비교 실험을 행하였으니 그 결과를 報告하고자 한다.

2. 實驗裝置 및 方法

그림1.과 같은 空調用 電氣集塵필터(이하 '필터'라 칭함)를 PAC에 장착하고, 電離部 및 捕集部에 각각 DC5.2/3.5kV를 印加하여 8時間/日로 60일간 運轉하였다. 필터에 사용된 放電極은 스테인레스(304, $\phi 0.1mm$)이다.

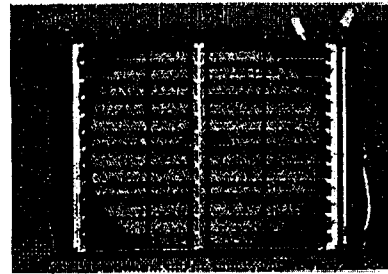


Fig. 1. Photograph of Electrostatic airclean filter.

2-1. 集塵率 實驗裝置 및 方法

60일간 運轉하면서 필터 電離部の 코로나放電 電流의 변화는 直流電流計(DC Ammeter 2011, YKOKAWA)로써 測定하였고, 集塵率은 그림2.와 같이 3坪의 密閉室에 필터를 장착한 PAC를 설치하여 表1.의 순서로 측정하였으며, 集塵率은 Particle counter(LASAIR101, PMS)를 이용한 個數法으로 式(1)로써 구하였다. 여기서 입자 발생源으로는 담배(THIS)1개피를 사용하였다.

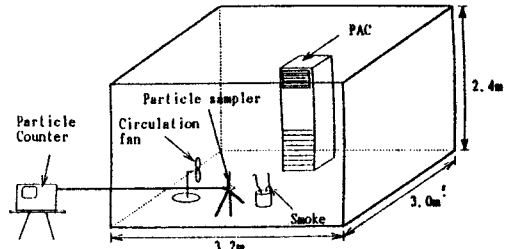


Fig. 2. Collection efficiency measurement equipment.

Table 1. Order of Collection efficiency measurement.

시간(분)	-30	-20	-10	0	10	20	30
측정	빈배기 청정						
	담배연기 입자 발생						
	교반용 팬 작동						
	PAC 작동						
	Particle Counter 작동						

$$\eta = \frac{C_i - C_m}{C_i} \times 100 \quad [\%] \quad \dots(1)$$

C_i : 初期 粒子 갯수 (個)
 C_m : 測定時 粒子 갯수 (個)

2-2. 오존 발생량 측정장치 및 방법

密閉室內에서의 오존 발생량의測定은 그림2.와 같이 필터가 장착된 PAC를 3坏 密閉室에 설치하고 운전 개시후 부터 오존 모니터 (8810, MONITOR LABS社) 로써 5時間씩 測定하였다. 이때 오존 샘플러의 위치는 PAC로부터 2m 떨어진 거리에 높이는 1.1m로 하였다. 放電電流別 오존발생량의測定은 그림3.과 같은 裝置에서 風速은 0.5m/s로 행하였다.

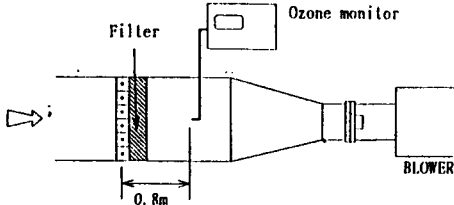


Fig. 3. Equipment of Ozone concentration.

3. 實驗結果 및 考察

그림4.는 필터를 PAC에 장착하여 60일간 운전하였을 때 시간 경과에 따른 코로나放電電流 변화를 나타낸 그래프로서, 코로나放電電流 초기치가 각각 325 μ A (filter 1), 345 μ A (filter2) 인 필터가 60日 경과후 각각 315 μ A, 325 μ A로 다소 감소하는 경향을 나타내는데, 이는 필터 電離部의 전극에 실내 浮游 먼지 粒子가 부착됨으로 인해 放電空間에서 抵抗으로 작용하기 때문으로 생각되며, 그림5.에서는 깨끗한 필터,

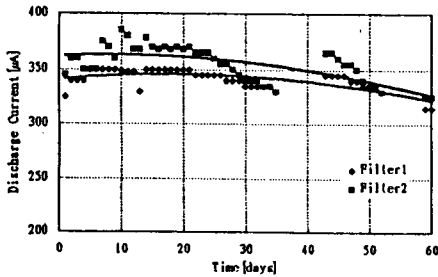


Fig. 4. Corona current characteristics.

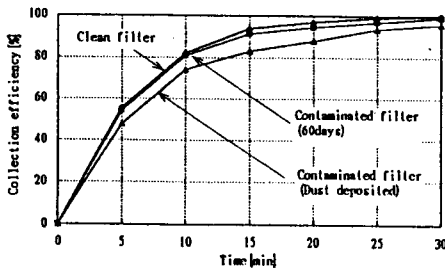


Fig. 5. Collection efficiency characteristics.

60일간 운전한 汚染된 필터와 試驗用 테스트 11種이 33.75g 捕集된 汚染필터(코로나放電電流: 200 μ A)의 密閉室內에서의 集塵率을 나타낸것으로 코로나放電電流 크기와 集塵率이 比例하는 특성을 나타내고 있다. 粒子 荷電은 放電空間에서의 放電電流에 비례하므로 코로나放電電流가 큰 쪽의 集塵率이 높은 것은 當然한 現象이라 생각된다.

그림6.은 60日간 운전한 필터와 깨끗한 필터와의 코로나放電電流 대비 오존 발생량을 나타낸 것으로 同一한 코로나放電電流에서 60日간 운전한 汚染된 필터가 깨끗한 필터보다 오존의 발생량이 많은 것으로 나타나고 있다.

이는 汚染된 필터의 경우 깨끗한 필터에 비하여 同一한 電壓에서의 코로나放電電流는 작으나 電極에 부착된 먼지들이 電極上에서 일부 돌기를 형성하여 局部的으로 스트리미 코로나放電을 발생시키기 때문으로 생각된다.

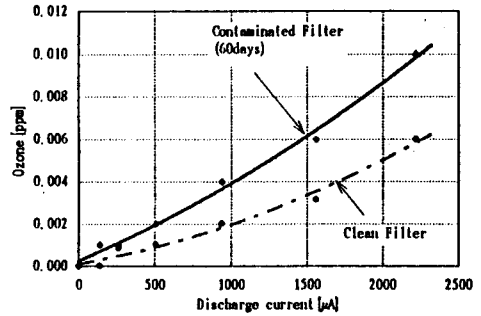


Fig. 6. Comparison of ozone concentration of clean and contaminated filter

그림7., 8, 9는 각각 깨끗한 필터, 60日간 운전한 汚染 필터, 그리고 試驗用 테스트 11種이 33.75g 捕集된 汚染 필터들의 3坏 密閉室에서의 오존 발생량의 변화를 5時間 동안 測定한 것을 나타내는 그래프이다.

그림7.에 있어서의 오존 발생량은 最高值가 0.008ppm을 초과하지 못하고 이 정도의 수준에서 飽和되는 특성을 보이고 있으며, 그림8.에서는 最高치가 0.012ppm이며 0.009ppm 정도에서 飽和되는 특성으로 60日간 운전한 汚染 필터의 오존 발생량이 깨끗한 필터의 것 보다 다소 높은 경향을 보이고 있다. 一般的으로 空氣中에서 코로나放電에 의하여 발생하는 오존의 양은 식(2)에서와 같이, 코로나放電電流에 비례하는 특성을 가지나

$$I_c \propto n_e, n_e \propto [O], [O] \propto [O_3] \quad \dots(2)$$

I_c : 코로나 放電電流
 n_e : 放電化學反應에 寄與하는 電子密度
 O : 산소 Radical
 O_3 : 오존 濃度

그림8.의 경우가 그림7.의 경우보다 오존 발생량이 많은 것은 同一한 印加 電壓 條件下에서의 放電電流는 약간 작지만 電極上에 부착된 먼지들이 형성하는 돌기에서의 스트리미 코로나放電에 起因하는 것으로 생각된다.

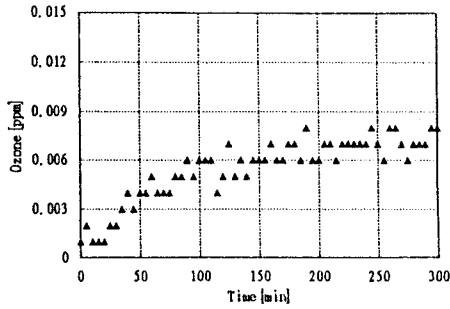


Fig. 7. Ozone concentration of clean filter.

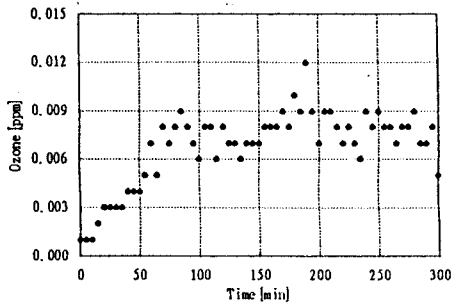


Fig. 8. Ozone concentration of contaminated filter (60days)

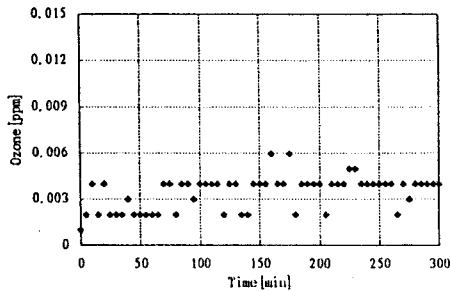


Fig. 9. Ozone concentration of contaminated filter (dust deposited : 33.75g)

그림9.에서는 오존 발생량의 最高値가 0.006ppm이고 0.004ppm의 수준으로 飽和되는 특성을 나타내는데 이 같은 경우는 33.75g의 試驗用 테스트가 필터 電極土에 약 1.5mm의 높이로 쌓이면서 스트리머 코로나 放電의 형성보다는 放電을 阻害하는 絶緣體로 작용하기 때문으로 생각된다.

그림8.의 경우가 가장 많은 오존을 발생시키나 室内環境基準에서 規制하고 있는 1시간 平均치 0.1ppm에 達한 못미치며, 오존의 臭氣強度인 0.02ppm보다도 낮은 수준이다.

4. 結論

空調用 電氣集塵 필터의 장기간 사용에 의한 특성 實驗을 통하여 다음과 같은 結論을 얻을 수 있다.

- 1) 空調用 電氣集塵 필터를 長期間(60일) 사용하면 사용시간이 경과함에 따라 필터의 전극에 포집되는 먼지 粒子들에 의하여 코로나 放電電流가 감소하였고,
- 2) 코로나 放電 電流가 감소함에 따라 먼지 粒子에 대한 荷電率도 감소하므로 集塵率이 감소하였다.
- 3) 필터의 운전이 지속되면 코로나 放電電流는 감소하지만 발생하는 오존의 양에 있어서는 捕集된 먼지량에 따라서 증가하다가 다시 감소하는 것으로 보아 放電電流 대비 오존을 最大로 발생하는 먼지량이 존재할 것으로 생각되므로 空調用 電氣集塵 필터의 周期的 洗滌이 필요하다.
- 4) 깨끗한 상태의 필터, 60일간 운전한 필터 및 試驗用 테스트 11種을 33.75g 捕集한 필터의 오존 발생량은 각각 0.008ppm, 0.012ppm, 0.006ppm 수준이었다.

參考文獻

- [1] Sabert Oglesby et al., "Electrostatic Precipitation", Marcel Dekker, pp15-55, 1933.
- [2] 足立宜良 外, "スクロール型 電氣集塵裝置의 性能實驗", 靜電氣學會講演論文誌, 1989.
- [3] 足立宜良 外, "空調用 電氣集塵裝置의 集塵特性", 靜電氣學會講演論文誌, 1990.
- [4] Seiji Kanazawa et al., "Contamination of the discharging electrode in air-cleaning electrostatic precipitator", IEEE/IAS, pp1870-1874, 1993.