

의류 건조기 내의 유동 계측

명 환 주* · 윤 상 현**

Flow Measurement in a Clothes Dryer

Hwanjoo Myung and Sangheon Yoon

Key Words : 의류 건조기(Clothes Dryer), PIV(Particle Image Velocimetry)

Abstract

In a clothes dryer, various thermo-fluid flow phenomena occur such as the heat and mass transfer in the process of removing moisture from clothes, the flow field generated by the fan, and the various flow characteristics from the complex flow paths. The study and understanding of such phenomena is an important factor in increasing the performance of dryers. In this study, as part of a dryer research, the flow field inside a vented dryer was measured using PIV, which the result will be used as the basic material in analyzing the various flow phenomena.

1. 서 론

현재 의류 건조기 시장의 대부분을 형성하고 있는 건조기의 형태는 건조 방식에 따라 크게 배기식과 응축식으로 분류된다. 배기식은 히터에 의해서 가열된 공기가 옷감으로부터 수분을 제거한 후 대기중으로 배출되는 형태이며, 응축식은 공기가 외부로 배출되지 않고 순환하는 형태를 지니며, 수분은 적절한 방식에 의해서 응축되어 외부로 배출되는 구조를 가지고 있다. 기타 응축식과 배기식의 혼합 형태의 건조기도 개발되고 있으며, 마이크로 파 등을 이용한, 새로운 방식에 의한 건조기에 대한 연구도 일부에서 진행되고 있다.

국내에서는 건조기 시장이 제대로 형성되어 있지 않으나, 북미에서는 배기식을 위주로 하여 가정에 널리 보급되어 있으며, 유럽에서도 수요가 증가하고 있는 추세이다. 국내에서의 건조기 연구 현황 또한 미약한 상태이지만, 추후 다양한 제품 개발과 아울러 수준 높은 연구 또한 증가할 것으로 예상된다.

그 동안 의류 건조기는 지속적인 성능의 향상을 이루어 왔으나, 아직 사용자가 건조 시간에 대

해서 불편을 느끼는 경우가 많으며, 건조 시간 단축을 위해서 다양한 연구 및 개선이 필요한 상황이다.

의류 건조기에 관한 연구에서는 건조 과정에서 발생하는 열 및 물질 전달 현상, 덕트 내부, 곡관, 드럼 내부 등에서의 유동, 흡입 팬과 관련된 유체 기계 등과 관련하여 많은 열유체 현상을 관찰할 수 있으며, 이들에 대한 연구가 건조기 성능 향상을 위한 핵심 부분이 된다.

본 연구에서는 의류 건조기에 관한 연구의 일부로서, 배기식 건조기의 흡입 덕트 내부의 유동을 PIV로 계측하고 기본적인 유동 현상을 살펴보았다.

2. 실험 장치

2.1 배기식 의류 건조기의 유로 구조

Fig. 1에 배기식 의류 건조기 내부의 일반적인 유로 구조를 나타내었다. 건조기 외곽 뒤쪽에는 외기가 들어올 수 있도록 슬릿이 설치되어 있으며, 이곳을 통하여 내부로 유입된 외기는 가열 장치를 통과하면서 가열된다. 전기식 의류 건조기는 코일 저항체에 흐르는 전류에 의한 발열로 가열되며 가스식 의류 건조기는 가스의 연소에 의해서 가열이 된다. 가열된 공기는 흡입 덕트를 통과하여 드럼

* LG 전자 Digital Appliance 연구소 선임 연구원

** LG 전자 Digital Appliance 연구소 주임 연구원

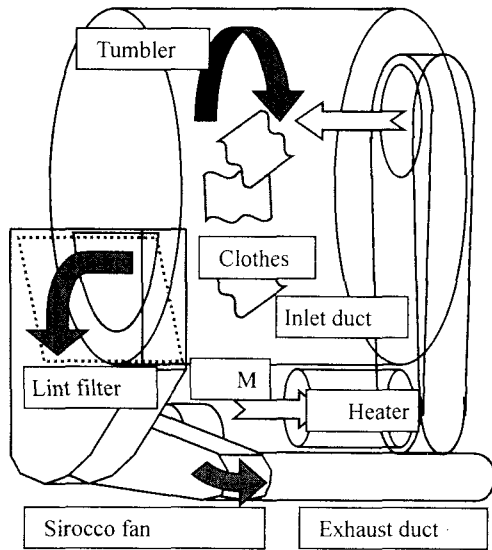


Fig. 1 Flow path in a vented dryer

뒤쪽의 흡입구를 통하여 드럼 내부로 흡입된다. 흡입된 공기는 건조기 내부에서 회전하고 있는 의류와 충돌하여 수분을 제거한 후 드럼 상단에 설치된 필터를 통과한 후 배기 덕트를 통해 외부로 배출된다. 시로코 팬은 필터 하단부와 배기 덕트 사이에 위치하여 건조기의 유동을 생성한다.

2.2 내부 유동 측정용 의류 건조기 모델

의류 건조기 내부 유동 및 옷감의 거동을 관찰하기 위하여 건조기 모델을 제작하였다. 투명성을 요구하는 부분은 주로 아크릴로 제작하였으며, 고온의 공기가 유동하는 부분은 아크릴에 비해 열강도가 높은 PC로 제작하였다.

2.3 속도장 측정 장비

TSI PIV System을 사용하여 속도를 측정하였다. PIV 장치는 Nd:YAG 레이저, CCD 카메라, Synchronizer, 소프트웨어, PC 등으로 이루어져 있다. 공급입자로는 오일을 사용하였고, 라스킨 노즐을 이용한 입자화 장치를 통해서 건조기 내부로 입자를 공급하였다.

3. 실험 결과

건조기 내부에서의 유동의 형태는 건조 성능에도 영향을 미치게 되며, 유로 저항에 의한 영향을 나타내기도 한다. 대부분의 건조기는 제한된 외부 크기에 대해서 최대한 건조공간 확보를 위해 유로는 좁은 공간에서 급격하게 방향을 변화시키는 형태로 제작된다. 이러한 유로에서는 유동저항이 상당히 크게 되며, 건조기의 특성상 불가피하게 높은 저항을 발생시키는 유로 구조를 포함하게 된

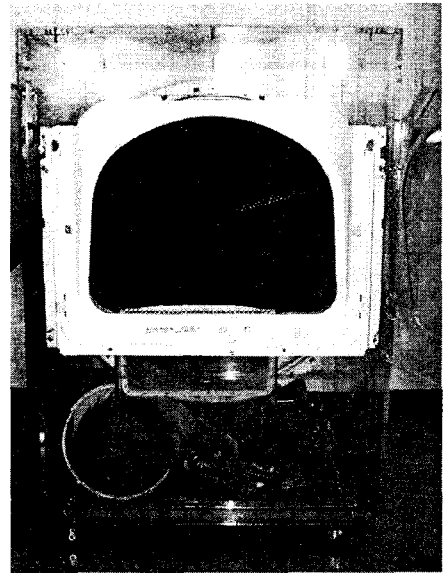


Fig. 2 Flow measurement model

다. 이러한 저항 특성 때문에 배기식 건조기에 사용되는 시로코 팬은, 에어컨 등에 널리 사용되는 형태보다 높은 정압을 발생시키도록 설계된다. 배기식 건조기는 다른 건조기에 비해서 상대적으로 큰 유량과, 건조기의 높은 저항으로 인해 유동소음이 크게 발생한다. 건조기 유동 연구는 건조 성능관련해서 뿐만 아니라 유동 소음을 감소시키는 데에도 필요하다. 건조 성능 및 소음에 관련된 중요한 물리적인 현상에 대해서 설명하는 것은 추후로 미루고, 본 논문에서는 건조기에서 복잡한 유동 형태가 나타나는 곳에서의 유동 측정 결과만을 보여주기로 한다.

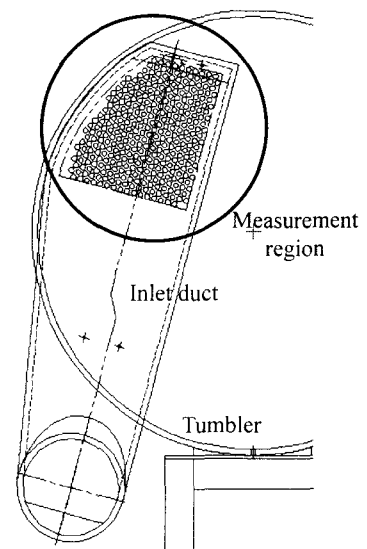


Fig. 3 Measurement region

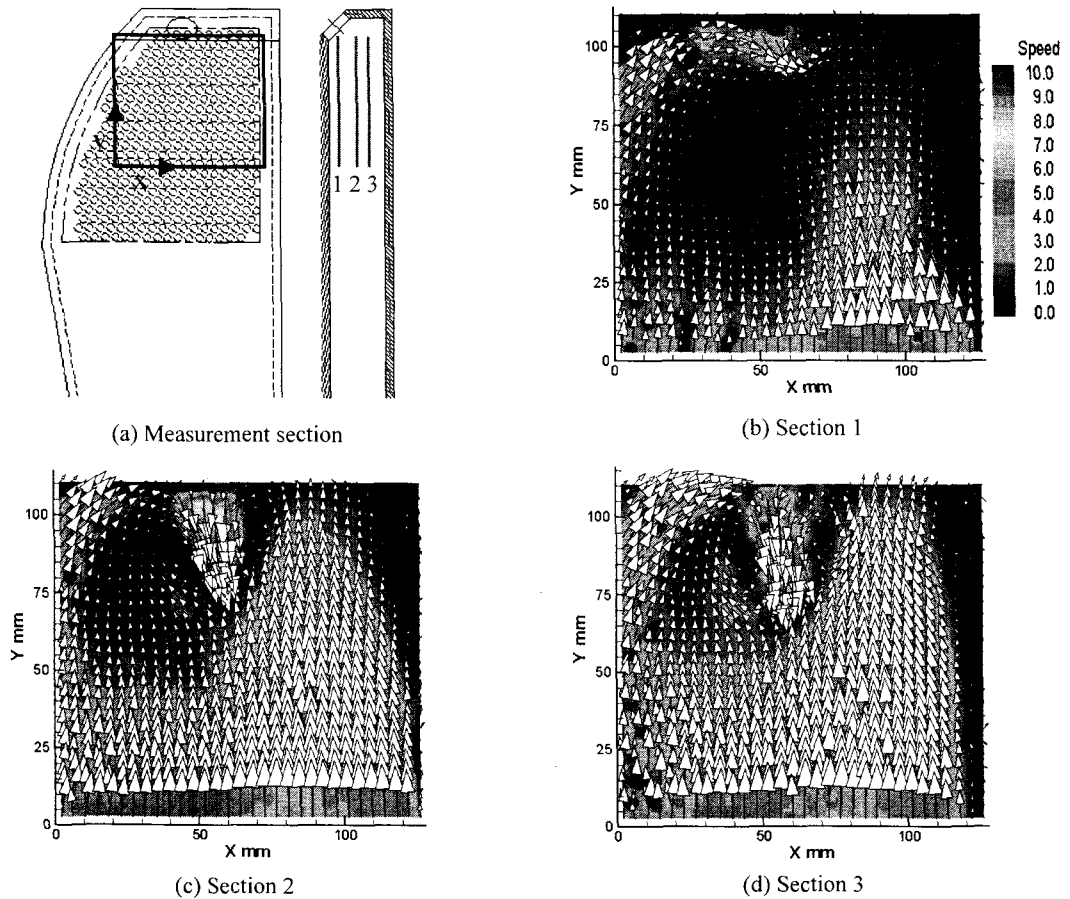


Fig. 4 Velocity fields inside the inlet duct

Fig. 3 에 측정 위치를 나타내었다. 본 연구에서는 건조기 내부 전체의 유동장 중, 히터에 의해서 가열된 공기를 드럼 내부로 유입 시키는 부분의 덕트내에서의 유동을 계측하였다. 이 부분에서는 드럼을 향해서 방향 전환이 일어나며 상부의 작은 구멍을 통한 유동과 혼합되기 때문에 독특한 유동 형태가 나타나게 된다. 드럼내부로 유입되는 유동의 형태에 따라 건조 성능이 달라질 것으로 예측된다.

Fig. 4(b)~(c)는 Fig. 4(a)에 나타낸 위치에서의 속도장을 나타낸다. 덕트 상단으로 향하는 유동이 덕트 윗부분의 막혀 있는 부분과 상단의 작은 구멍으로 유입되는 유동과 혼합되어 크기가 덕트 폭의 반정도 유지되는 와류가 생성된다. Fig. 4(a)에 나타낸 1 의 위치에서는 와류의 강도가 약하게 나타난다. Fig. 4(b)는 옆면에서 보았을 때 덕트 중심부에서의 속도를 나타내는데, y 가 0 인 위치에서의 상부로 향하는 속도 분포는 균일하게 나타난다. 이 부분에도 도달하기 전에 유동이 어느 정도 혼합되어 있는 형태를 보여준다. 상단부의 작은 구멍

에서 유입되는 유동의 면적은 덕트 전체의 면적에 비해서 작지만 유동에 주는 영향은 상당히 크게 나타나는 것으로 파악된다.

Fig. 5(b)~(c)의 속도장은 Fig. 5(a)에 나타내었듯이 Fig. 4 의 속도장에 수직인 단면에서의 속도장을 나타낸다. 드럼 내부로 유입되는 유동의 형태를 보여준다. Fig. 5(c) 는 상단 유입구 근처의 속도장을 보여주는데, 덕트 상단으로 향하는 유동과 유입구에서의 유동이 충돌하는 형태를 보여주며, 이 부분에서는 드럼 내부로 유입되는 유동의 방향이 다른 부분과 차이를 나타내게 됨을 예측할 수 있다.

4. 결론

본 논문에서는 배기식 건조기 유로의 일부에서의 유동 계측 결과를 보여주었다. 이러한 건조기 내에서의 유동과 건조 성능 및 소음과의 관계를 파악하는 것은 건조기 성능 향상을 위해서 필요한 연구분야라고 하겠다. 건조 성능을 향상 시키는

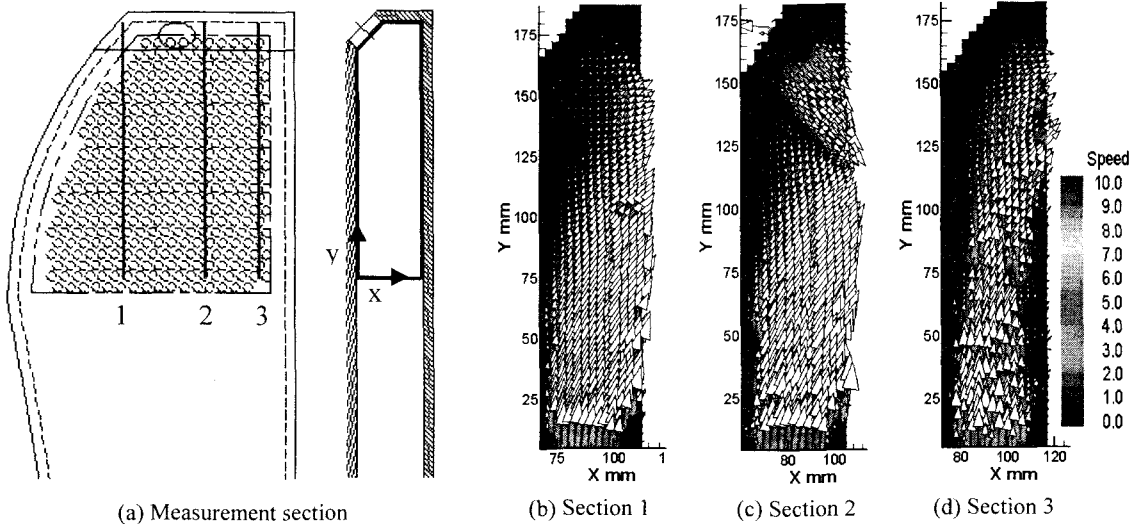


Fig. 5 Velocity fields inside the inlet duct

유동의 형태를 파악하는 것과 아울러, 유로 저항을 감소시키는 방향으로 유동의 개선이 이루어져야 할 것이며, 특히 건조 성능과 관련한 열 및 물질 전달 현상에 대해서는 다양한 연구가 필요하며, 충분히 흥미 있는 연구분야가 될 것이다.

참고문헌

- (1) Adrian, R. J., "Particle-Imaging Techniques for Experimental Fluid Mechanics", 1991, *Annu. Rev. Fluid Mech.* Vol 23, pp.261-304
- (2) Raffel, M., Willert, C. E., Kompenhans, J., 1998, *Particle Image Velocimetry*, Springer
- (3) White, F. M., 1994, *Fluid Mechanics*, McGraw Hill
- (4) Kodoya, K., Ohmichi, Y., Hosokawa, F., Yamamoto, T., Ishihara, T., Iwamura, A., Matsui, H., and Yari, K., "Condensation-type Clothes Dryer with New Heat-exchanger Fan," 1984, *National Technical Report*, Vol. 30, No. 5, pp.613-619
- (5) P. Reimers, I. Scheider, A. Schneider, "CFD Analysis of Conjugate Heat Transfer in a Washer-drier Heating Channel", 1995, *Computer & Structures*, Vol. 56, No. 2/3, pp.215-223