

국내 압축공기용 에어드라이어 성능평가

한국기기유화시험연구원 연구개발팀 김성욱
(031)785-1231 swkim@mpi.or.kr

1. 서론

압축공기 중에 함유되어 있는 수증기는 상태변화에 의해 수분으로 되어 유체소자의 유동불안정 및 여러 기계적 장치 등에 많은 문제를 초래하고 있다 이에 대한 대책으로 냉동 및 흡착방식에 의한 에어드라이어(Air Dryer)를 개발하여 사용하고 있으며, 산업 전반에 걸쳐 자동화 장치의 이용이 확대됨에 따라 그 수요가 증가하고 있다.[1]

공기 압축기에서 배출된 압축공기 중에 함유되어 있는 수증기는 육안으로 보기에는 어려우나 상태(온도 및 압력)의 변화에 의해서 직접 볼 수 있는 수분으로 변화한다. 일반적으로 공기압축기에 있어서 수증기는 부식의 문제를 제외하고는 피해가 없으나, 수분으로 변화하는 경우에는 유해하다. 공기압축기는 압축된 공기를 사용하기 때문에 단열 팽창될 가능성을 가지고 있으며 단열팽창에 의한 온도강하는 현저하게 되며 이 온도강하에 의해서 압축공기중의 수증기가 응축되어 수분이 발생하게 된다. 또한 공기압배관의 상태도 장소에 따라서 여러 가지로 변하는데 에어드라이어를 설치하지 않은 공기압배관에는 주위온도가 내려갔을 경우에 배관 중에 수분이 발생하여 배관을 부식시키고 공기의 흐름을 방해하여 압력손실을 크게 한다. 배관 중에 발생한 수분과 먼지를 제거하기 위해 Air filter를 사용하지만, Air Filter로 압축공

기중의 수증기를 제거할 순 없다. 그러므로 Air Filter를 통과한 압축공기는 상대습도가 100%로써 조금이라도 공기온도가 내려갈 경우에는 수분이 발생하는 불안정한 상태의 압축공기가 된다. 수분의 발생이 없는 안정된 상태의 압축공기를 얻으려면 에어드라이어를 필요로 하는데, 여러 종류의 것이 있지만 목적은 대개 동일한 것으로 압축공기 속에 포함된 수분을 제거하는데 있다.

국내 주요 에어드라이어 제조업체는 소규모 업체를 포함하여 대략 10여 업체로 알려져 있으나, 일정 수준의 설계, 제조능력을 갖추고 일부 수출하고 있는 업체는 몇몇 업체에 불과한 실정이다. 현재 이러한 업체를 제외한 에어드라이어 제조업체는 영세한 업체로서 기술수준이 낙후되어 있으며, 시험 검사의 과정이 생략된 채 설계 판매되고 있다. 또한, 국내에서 시험을 수행할 수 있는 공인 시험기관도 없기 때문에 소비자는 공급자가 제시하는 제품성능을 그대로 받아들일 수밖에 없는 것이 현실이다.

이러한 에어드라이어 제품의 품질을 향상시키고 국제적인 경쟁력을 높이기 위해서는 설계기술, 해석기술 등에 대한 연구개발이 필수적이며, 이를 위해서는 에어드라이어의 종합적인 성능시험을 토대로 설계 시 문제점을 파악하는 기본 자료로 제공해 주는 과정이 필요하다.

한국기기유화시험연구원에서는 산업기술기반조

성사업의 일환으로 2003년에 유량 348 Nm³/h의 에어드라이어 성능시험설비를 구축하였다. [2] 본 성능시험설비를 통하여 영세한 제조업체에게는 자체적으로 감당하기 힘든 성능시험 기회를 제공하고, 선도업체에게는 성능시험평가를 통한 연구개발을 지원하여 좋은 품질의 에어드라이어 제품 개발을 통하여 국가경쟁력을 향상시키는데 이바지 할 것으로 기대하고 있다.

본문에서는 구축된 에어드라이어 성능시험설비를 소개하고 이를 통하여 국내 에어드라이어 제품의 비교성능을 통하여 국내제품의 보다 객관적이고 실증적인 데이터를 구하고 보다 향상된 제품의 개발을 위한 자료를 얻는 것을 목적으로 하였다.

2. 압축공기용 에어드라이어 성능시험 장치

2.1 성능시험 장치 개요

제작된 에어드라이어 성능시험장치는 ISO 7183(Compressed air dryer specifications and testing) [3]에 따라 설계되었다.

성능시험설비는 크게 유량공급부, 챔버, 각종 센서부, 유량계 및 계측시스템으로 구성되어 있다. 유량공급부에는 Screw type Air Compressor를 통하여 공급된 유량이 일정한 온도와 압력을 유지하도록 Surge tank와 Aftercooler를 거쳐서 항온 챔버내에 설치된 시험용 에어드라이어에 공급되도록 하였다. 각각의 센서와 계측시스템은 ISO 7183에서 요구하는 규정된 정밀도를 유지하도록 하였으며, 측정의 신뢰성을 위하여, 계측기는 디지털과 아날로그 방식을 혼용하여 교차검증이 가능하도록 하였다. 또한 시험이 이루어지는 동안 시험조건 및 결과는 기록되도록 하였다.

설계된 성능시험설비의 개략적인 시스템은 그림 1에 나타내었다. 메탄에는 유량계, 압력조절밸브,

필터, 압력센서 및 온도센서 등 여러 장치가 설치되어 있으나 상세한 사항은 생략하였다. 그림 2는 설치된 항온 챔버와 계측시스템의 사진이다.

2.2 성능시험장치 사양

○ 유량범위 : 348 Nm³/h

○ 항온챔버

Size : 300(w) × 300(l) × 200 (h) mm

Temp. range : 0 ~ 80 °C (±1 °C)

Humidity range : 30 ~ 95 % RH (±5 %)

○ 보습측정

Dewpoint range : 75 ~ 100 °C (±0.2 °C)

Type : Chilled mirror

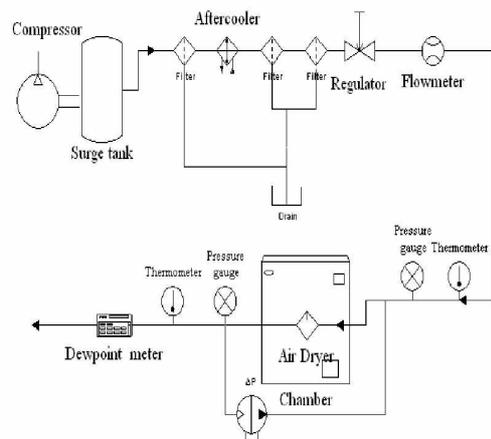
제작사 및 Model : Alpha Moisture & CMI 1

○ 유량계

유량범위 : 0 ~ 70 m³/h (±1.5 %)

제작사 및 Model : Fluid Inventor A13 & GD100

Fig. 1 Typical testing system for Air dryers



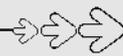


Fig. 2 Air dryer test facility

3. 성능시험

3.1 표준시험조건 및 성능평가 항목

성능시험은 국내 4개 제조업체의 냉동식 에어드라이어 제품에 대하여 수행하였다. 에어드라이어 성능시험 규격으로는 ISO 7183[3]과 ISO 7183-2[4]가 사용되고 있으며, 한국산업규격으로는 KS B ISO 7183(2002), KS B ISO 7183-2(2002)이 사용되고 있다. 한국산업규격은 국제규격과 일치화 되어 있다.

위의 두 규격에 따라 표준시험조건 및 성능평가 항목을 정의하고 여러 제품의 성능을 비교 시험하였다. 유효한 시험결과를 얻기 위하여, 일정한 작동조건(입구공기압력, 입구온도, 입구 압력 노점 등)을 유지하도록 하였다.

표 1의 표준조건 A와 B 두 가지 중 선택할 수 있으며, 어떤 조건에서도 불변이다. 국내의 경우 대부분 B 조건을 적용하고 있으나, 본 시험에서는 두 가지 조건 모두에 대해 시험하였다. 표 3은 각각의 시험조건에서의 성능평가 항목이며, 표 4는 출구에서 측정된 최대허용노점에 따른 노점 등급

을 규정한 것이다

Table 1. Reference conditions

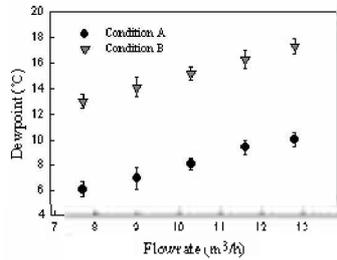
Quantity	Unit	Value	
		Condition A	Condition B
Inlet temperature	℃	35	38
Inlet pressure	MPa	0.7	0.7
Inlet pressure dewpoint	℃	35	38
Ambient air temperature	℃	25	38

Table 2. Performance rating parameters

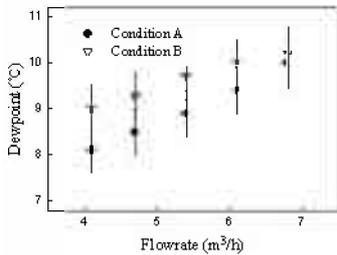
Quantity	Unit
Outlet pressure dewpoint	℃
Outlet air flow	m ³ /h
Pressure drop across dryer	kPa
Energy consumption	kW

Table 3. Pressure dew point classes

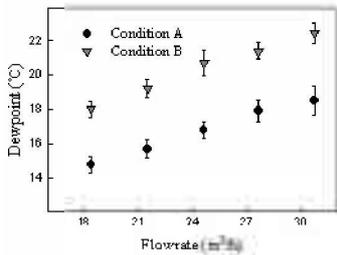
Dew point class	Pressure dewpoint(℃)	Dryer type
1	-70	Absorption
2	-40	
3	-20	
4	+3	Refrigeration
5	+7	
6	+10	



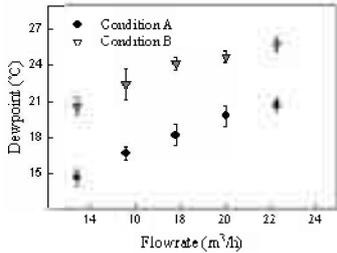
(a) Model 1



(b) Model 2



(c) Model 3



(d) Model 4

Fig. 3 Dewpoint of air dryer with different model

3.2 시험결과

ISO 7183에 따라 냉동식 에어드라이어의 성능을 시험한 결과를 그림 3에 나타내었다. 그림 3은 각각의 에어드라이어 모델별로 유량변화에 따른 출구의 압력노점과 불확도를 표시한 것이다. 불확도 요인으로는 자동 노점계의 자체 불확도와 시험 조건에서 발생된 유량, 압력, 온도조건의 변화에 의한 것이다.

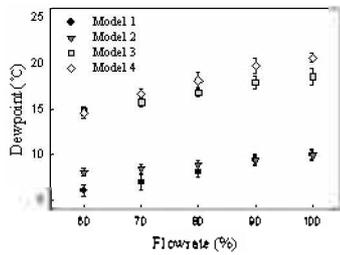
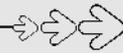
최대유량에서 압력노점을 비교해보면, Model 2를 제외하고 Model 1, 3 및 4는 노점이 상당히 높게 나타났으며, 이러한 결과는 제조사에서 제시하고 있는 압력노점과는 상당한 차이가 있는 것으로 나타났다. 현재 국내에서는 시험조건으로 Condition B를 적용하고 있다.

그림 4는 각각의 A와 B 시험조건에서 모델별 최대유량에 대한 유량을 %비율로 나타내어 비교한 것이다.

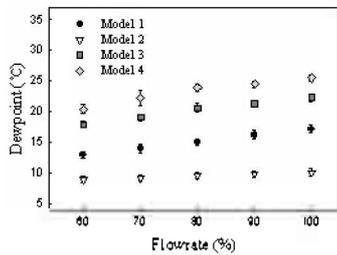
에어드라이어 성능시험 결과 Condition A의 경우, Model 1과 같이 표 3에 나타난 6 class의 노점 등급을 적용할 수 있었으며, Condition B의 경우는 Model 2에 6 class의 노점 등급을 적용할 수 있었다.

4. 결론

산업기술기반조성사업의 일환으로 한국기기유회 시험연구원에 구축된 압축공기용 에어드라이어 성능시험설비를 소개하였으며, 이 성능시험설비를 사용하여 국내에서 생산되고 있는 냉동식 에어드라이어에 대한 성능평가를 실시하였다. 현재 국내에서 생산되는 냉동식 에어드라이어의 경우 일부 제품을 제외하고 요구되는 수준의 성능을 달성하지 못한 것으로 나타났다. 향후, 이러한 부분은 연구개발을 통하여 해결해야 할 부분으로 국내시장에 좋은 품질의 제품으로 인정받을 수 있도록 해야 할 것이다.



(a) Condition A



(b) Condition B

Fig. 4 Dewpoint of air dryer with different conditions

참고문헌

- [1] 강성삼, 김순경, 박상민, 최상호, 2002 "유공압 이론," 1st. pp.91-99
- [2] 산업기술기반조성사업 중간보고서, 2003, "국제상호인정시험평가능력기반구축사업".
- [3] ISO 7183. 1986 "Compressed Air Dryers - Specifications and Testing," 1st.
- [4] ISO 7183-2. 1996 "Compressed Air Dryers - Part 2 : Performance Ratings," 1st.