

농업시설의 환기연구를 위한 대형풍동의 활용

Application of A Large-Sized Wind Tunnel for Study on Ventilation of Agricultural Buildings

이인복, 최규홍, 전종길, 김경원
농촌진흥청 농업기계화연구소

I. Lee, K. Choi, J. Chun, K. Kim
National Agricultural Mechanization Research Institute, R.D.A.

서 론

농촌지역의 인구가 급속히 감소하고 있는 가운데, 농촌인력의 노약화, 여성화가 매우 빠르게 진행되고 있다. 인력을 효율적으로 이용하고 농업생산성을 높이기 위하여 현재 온실, 축사 등 농업시설은 자동화, 대형화되어 가고 있는 추세에 있다. 이러한 농업시설의 대형화에 따른 최적환경조성의 중요성이 대두되고 있어서 이에 따른 적합한 시설 환경이 요구되고 있으나 적정환기가 이루어지지 않아 생산성 향상에 어려움이 많이 있다. 또한 외국 농업선진국으로부터 새 모델의 농업시설들이 많이 도입되고 있으나 우리나라 기상환경상태에 적합한 환기구조 및 시스템 구축은 아직 부족한 실정이다. 농업시설에서의 환기는 매우 중요한 분야이면서도 현재까지 충분한 연구가 이루어지지 않은 가장 큰 이유는 눈에 보이지 않는 공기의 흐름을 대상으로 한다는 점이다. 또한, 실제 온실에서의 공기유동분석 실험은 어려운 점이 많이 있다. 우선 항상 급변하는 풍향, 풍속 등 기상조건하에서는 정확하게 환기량 및 내부공기유동을 분석하는 것이 매우 어려우며, 또한 다른 구조물의 환기를 비교분석하고자 할 때 근접한 위치에서 동시에 데이터를 측정하지 않으면 동일한 환경조건을 줄 수 없기 때문에 비교 분석 자체가 불가능하다. 이러한 포장실험에서의 환기실험은 많은 계측장비들과 그들의 높은 정확도가 요구되며, 궁극적으로는 인력, 시간, 비용을 효과적으로 운영하는 것이 어렵다.

이러한 문제점들을 위하여 현재 농업기계화연구소에서는 공기유동 해석을 통한 농업시설 및 환기구조개선을 위하여 다양한 연구를 수행하고 있다. 가장 많이 사용하고 있는 공학적 틀은 전산유체역학과 대형 경계층풍동이다. 농업기계화연구소의 풍공학실험실은 2002년 10월말에 완공을 하였으며, 국내에서 농업분야에서의 연구를 위한 최초의 풍동이다.

풍동실험설비

1. 풍동

공기가 흐르는 현상이나 공기의 흐름이 물체에 미치는 힘 또는 흐름 속에 있는 물체의 운동 등을 조사하기 위해 인공적으로 공기가 흐르도록 만든 장치이다. 보통의 풍동에서는 기류를 순환시켜서 연속적인 흐름을 만드는데, 기류를 어떻게 순환시키는가에 따라 토출식, 순환식, 흡입식으로 분류한다.

풍동실험은 실물을 사용하여 직접 측정하는 것에 비하여 소형의 모형을 사용할 경우에는 모형을 계통적으로 변화시켜 측정결과를 해석할 수 있으므로 비용이 적게 들어 매우 경제적이며, 쉽고 안전하게 실험할 수 있을 뿐만이 아니라 단시간에 막대한 양의 데이터를 축적할 수 있다. 그러나 모형과 실물 사이의 크기의 차, 속도의 차 등 여러 측정량의 차이가 측정결과에 큰 영향을 미치기 때문에 경계층설계 등 여러 환경요소들에 모형의 축소비율을 고려한 상사법칙을 적용하여야 한다. 또한, 풍동 내의 압력을 높이기도 하고, 밀도가 큰 기체를 사용하거나 모델 축소비율을 최소화할 수 있는 큰 풍동을 건설하기도 한다.

2. 풍공학실험실 풍동개요

농업기계화연구소의 풍공학실험실에 대형경계층풍동의 제원을 Fig 1에 나타낸다. 풍동의 형식은 Eiffel type이며 측정부의 크기는 2.0m(W)×1.7m(H)×15.0m(L)이며, 측정부의 길이는 대기경계층의 형성이 용이하도록 결정되었다.

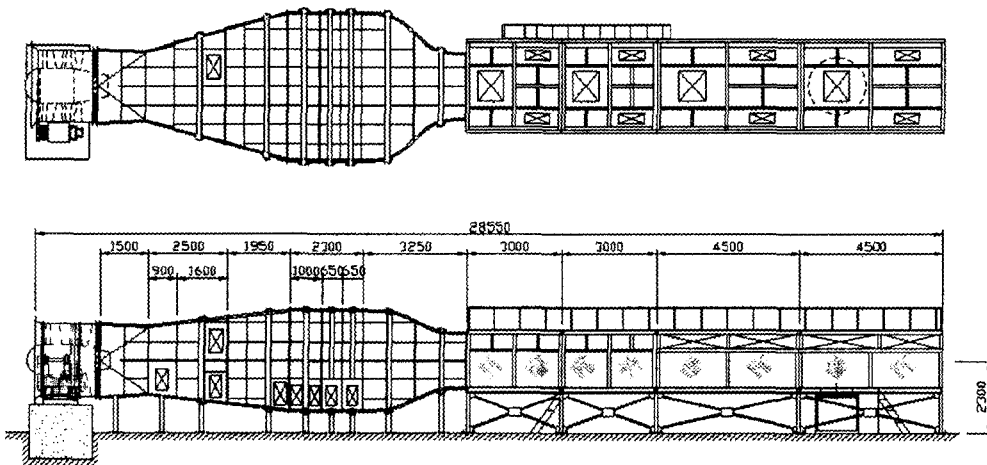


Fig 1 Plane and side figures of the wind tunnel

본 풍동의 주요성능은 Table 1과 같다

BOUNDARY LAYER WIND TUNNEL	
Type	Eiffel type
Total Length	28.5m
Test Area	2.0(W)×1.7(H)×15.0(L)m
Wind Speed	0.3 ~15m/s
Turbulence Intensity	Less than 0.5%
Flow Uniformity	Within 0.5%
Contraction Ratio	4.0 : 1
FAN	
Type	Aerofoil Type Axial Fan
Diameter	2.5m
Maximum Speed	Maximum 635RPM
Flow Rate	5000m ³ /min
MOTOR	
Type	DC Motor(Torque Constant Type)
Power	132KW, 60Hz, 3Phase
Maximum speed	Maximum 1150RPM
Voltage	380Voltage

풍동은 크게 송풍부, 축류부, 그리고 측정시험부로 구성되어 있으며, 풍동 총길이는 약 28.5m이다. 시험부의 크기는 2.0(W)×1.7(H)×15.0(L)이며 시험가능한 공기유속은 0.3~15m/s이다. 송풍기에서 축류부, 측정부까지의 구간은 전부 강재로 제작되어 있으며 풍동제어실측의 벽면은 15m 전구간이 관측창으로 되어 있다. 지름이 1.8m인 1개의 turntable이 설치되어 있으며, 시험부의 천장에는 관측창이 일정한 간격으로 5군데에 설치되어 있다. 정류망은 $\phi=0.2\text{mm}$ 및 0.23mm 인 16, 22, 28mesh의 스텐레스 스크린을 사용하였으며 확산부에 2매, 정류실에 3매를 배치하였다. 또한 정류실에는 길이 12.5cm의 알미늄정류격자를 설치하였다. 확산부의 중간지점에는 각면의 1개씩 합계 4개의 전동식 breathing door 가 설치되어 있다. 송풍기의 RPM으로 조정이 가능한 최저풍속이 0.3m/s인데 이 breathing door를 사용하여 이보다 낮은 풍속의 제어가 가능하도록 하였다.

농업분야와 관련하여 세계적으로 풍동은 시설 및 환기구조설계, 방제효율성 향상연구, 풍력에너지이용연구, 농장설계 연구 등을 위하여 다양하게 이용되어지고 있다. 특히, 지역별, 계절별, 재배대상별 복합사항들을 고려하여 공기유동해석을 통한 건물구조 및 환기시스템을 설계하는데 있어서 전산유체역학과 함께 많은 공헌을 하리라고 확신한다.

3. 계측장비

① 풍속의 계측: 풍속의 계측은 기본적으로 pitot tube와 hot-wire를 사용하며, 풍환경 실험에 있어서는 20ch.의 다점풍속계를 사용한다.

⑤ 가시화장비: 구조물주위의 기류의 가시화는 기본적으로 smoke generater와 디지털 카메라를 이용하여 정성적 가시화를 수행하고 있으며, 입자화상처리를 이용한 속도장 측정기술 (PIV, Particle Image Velocimetry)을 이용한 정량적 가시화도 병행하여 수행할 예정이다.

② 풍압의 계측: 풍압의 측정은 전자식 다점풍압계를 사용한다. 합계 60ch.의 압력이 거의 동시에 계측된다.

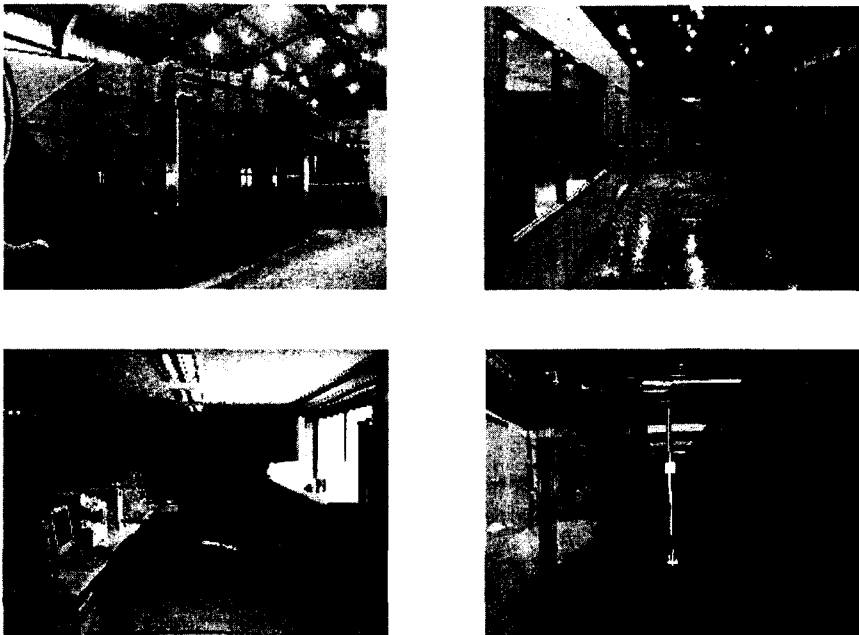


Fig. 2 General views of wind tunnel at Laboratory of Wind Engineering of National Agricultural Mechanization Research Institute in Suwon