# 원형방풍팬스 후면에 있는 저층건물의 풍압특성

## The Characteristic of Wind Pressure of Low-rise Building Located Behind a Circle Wind Fence

전 종 길* 유 장 열** 유 기 표*** 김 영 문****

Jeon, Jong-Gil You, Jang-Youl You, Ki-Pyo Kim, Young Moon

ABSTRACT

The effects of wind fence on the pressure characteristics around low-rise building model were investigated experimentally. Flow characteristics of turbulences behind wind fence were measured using hot-wire anemometer. The wind fence characterize by varying the porosity of 0 %, 40 % and the distances from the wind fence from 1 H to 6 H with maintaining the uniform flow velocity of 6 m/s. We investigated the overall characterization of the low-rise building by measuring pressure seventy four on model. The effects of porosity fences varied with the porosity of the fence and measurement locations(1H-6H). The 0% porosity proved to be effective for the protection area of 4H to 6H, but the 40% porosity proved to be effective for the protection area of 1H to 6H. The low-rise building of front face was found to be best wind fence for decreasing the mean, maximum and minimum pressure fluctuation.

*키워드 : 열선풍속계, 방풍팬스, 다공률, 균등류*

***Keywords : hot-wire anemometer, wind fence, porosity, uniform flow***

## 1. 서 론

우리나라의 경우, 태풍발생이 연평균 3-4회로 발생빈도가 높은 편이며, 각종 기상이변으로 인하여 태풍과 같은 강풍의 발생빈도가 더욱 증가될 것으로 예측되고 있다. 그리고 우리나라에 내습하는 태풍의 경로가 주로 서남해안지방을 거쳐 동해안으로 빠져나가고 있어, 이 지역을 중심으로 태풍에 의한 피해가 증가하고 있는 실정이지만, 최근에는 기상이변 등으로 인한 태풍의 규모가 매우 커서, 태풍의 경로지역뿐만 아니라 그 피해가 전국적인 규모의 피해를 입히기도 한다. 태풍에 의한 건축물의 피해에서 고층건물의 경우는 바람에 의해서 진동이 발생하기 때문에 진동을 저감시키는 다양한 제진장치들이 연구되고 있고, 저층건물의 경우는 지붕 및 외장재 파괴가 많이 발생하고 있어 이들 저층건물의 외장재 파괴해석을 위한 풍압실험이 많이 연구되어지고 있다. 그러나 이들 저층구조물의 풍압실험에 대한 연구들의 대부분이 외관의 형태변화에 대한 연구를 중심으로 이루어지고 있는 실정이며, 저층건물의 피해를 줄이기 위한 바람의 접근을 최소화 할 수 있는 연구가 아직은 미비한 상태이다. 이를 위해서 야적장의 비산먼지와 과실의 낙과를 제어하기 위하여 연구되어 오고 있는 방풍팬스를 건축물에 적용해보고자 한다. 방풍팬스에 대한 연구는 방풍팬스의 다공률 변화에 따른 방풍팬스의 후면의 기류상태에 대해서 많은 연구가 이루어지고 있다. Perera(1981)2), Ranga(1988)8)등은 방풍팬스의 다공률 변화에 대한 방풍팬스 후면에서 발생하는 평균풍속과 난류강도의 변화를 중심으로 연구를 하여 다공률이 30%이상이 되었을 때 방풍벽 후면에서 발생하는 회전와류현상이 사라지는 것을 알아냈다. 국내에서도 Lee, Park(1998, 1999)에 의해 방풍팬스의 높이, 다공률, 팬스간격에 따른 삼각형 야적장에 대한 풍압실험을 실시하여 다공률이 30-40%일 때가 방풍팬스의 최적 방풍효과를 발휘한다는 것을 발표

* 전주비전대학 건축과 교수

** 전북대학교 건축·도시공학과 박사과정

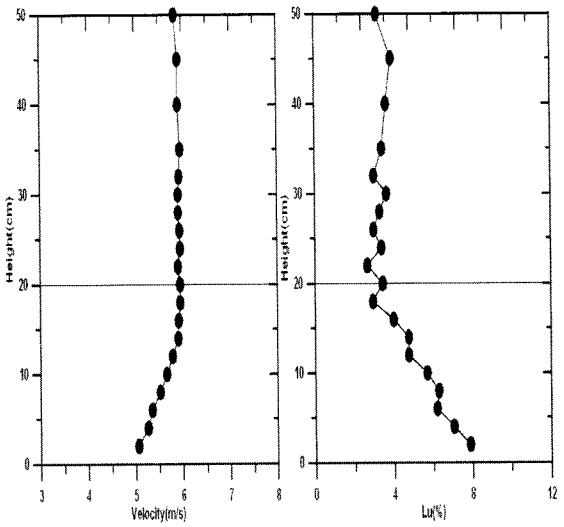
*** 전북대학교 건축·도시공학과 전임강사, 공업기술연구센타

**** 정회원, 전북대학교 건축·도시공학과 교수, 공업기술연구센타

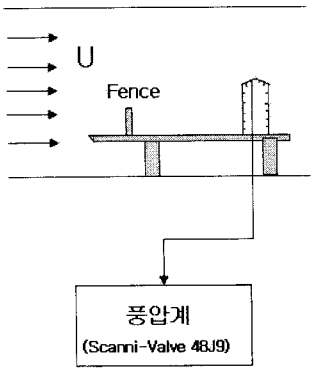
하였다6).본 논문은 풍동실험을 통하여 다공성 방풍팬스의 후면에 있는 저층건물의 풍압분포특성을 알아보고자 한다. 이들 결과를 이용하면 최적의 방풍팬스 설치거리를 추정할 수 있고, 저층건물의 외장재 파괴방지를 위한 풍압설계 실무에 적용할 수 있을 것으로 판단된다. 아울러 방화팬스개념으로 응용한다면 최근 문제시 되고 있는 유적이나 사찰의 산불로부터 피해를 최소화할 수 있는 방법이 될 수도 있겠다.

## 2. 풍동실험

풍동실험은 전북대학교 풍동실험실에서 보유하고 있는 측정부 1.5m(폭)×1.2m(높이)×12m(길이)의 개방형 풍동장치에서 이루어졌다. 측정에 사용된 풍동 내 기류는 균등류상태에서 실험을 실시하였다. <그림 1>은 균등류 상태에서 높이별 평균풍속의 분포와 난류강도의 분포를 나타내고 있다. 자유경계층이 형성되고 있는 것을 확인할 수 있었다. <그림 2>는 자유경계층영향이 없는 균등류상태의 실험을 위하여 높이가 20cm이고 길이가 150cm 실험바닥판을 풍동 내에 설치한 모습과 풍압계측과정을 나타나고 있다. 저층 풍압실험모형의 풍압을 측정하기 위하여 Scanni- Valve 48J9 2개를 사용하였다. 측정 샘플링 주파수는 200Hz로 하였다. 방풍팬스의 크기와 다공률 변화에 대해서는 <표 1>에 나타내고 있다. 방풍팬스에 대한 종횡비(L/H)는 4이고 형상비(T/H)=0.03의 기하학적 형상을 갖는다. 형상비가 0.33보다 적으면 얇은 팬스(Thin fence)로 간주할 수 있다는 1979의 Durst5)의 논문과 비교해서 본 실험에 사용한 형상비는 충분히 작다고 할 수 있다. 방풍팬스와 풍압모형은 1/40 모형스케일을 사용하였다. 풍압모형은 실제 3층 저층건물을 대상으로 하였다. 모형의 정면(18개), 측면(18개), 배면(18개)과 지붕면(20개)에 대해서 총 74개의 측압공을 설치하였다. 측압공의 위치와 모형의 크기는 <그림 3>에 나타냈다. 방풍팬스의 설치에 따른 저층건물의 풍압분포 효과를 알아보기 위하여 방풍팬스를 모형에서부터 1H, 4H, 6H로 이동하여 설치하였다. 방풍팬스의 설치 위치인 H는 방풍팬스의 높이 H를 기준으로 하였다. 방풍팬스가 설치된 건물모형은 <그림 4>에 나타냈다. 실험 풍향각은 0도로 하여 풍압실험을 실시하였다. 방풍팬스는 3가지(No Fence, 다공률0%, 다공률40%) 경우에 대해서 실험을 실시하였다.




〈그림 1〉 평균풍속과 난류강도의 수직분포




〈그림 2〉 풍압실험측정

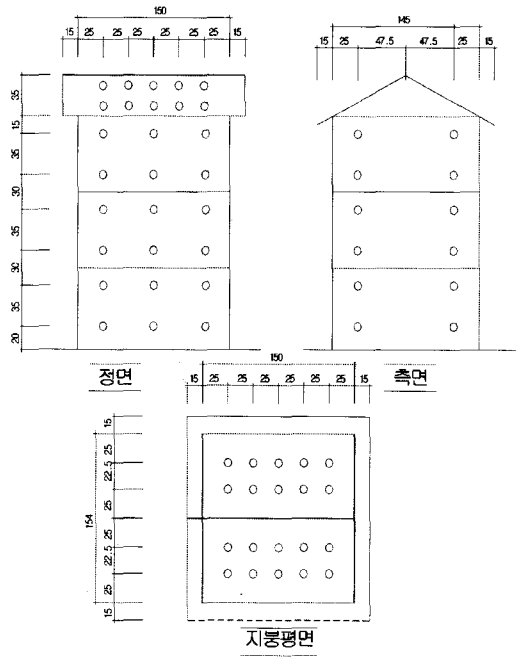
〈표 1〉 측정된 방풍팬스의 다공률과 크기

| 다공률(%) | 팬스높이(H) | 팬스길이(L) | 팬스두께(T) |
|---|---|---|---|
| 0 | 100 | 400 | 3 |
| 40 | | | |

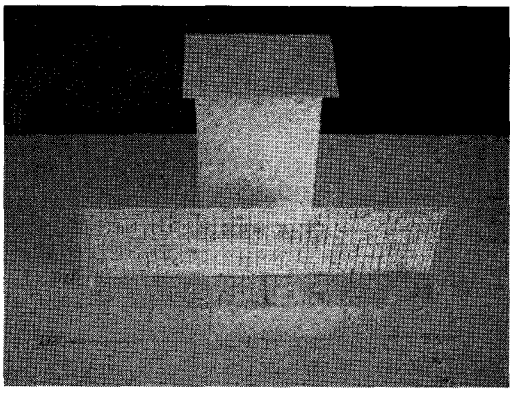
## 3. 실험결과 및 고찰

### 3.1. 팬스가 없는 저층건물의 풍압분포

<그림 5>는 팬스가 설치되기 전의 저층건물의 각 면(정면, 우측면, 배면, 지붕면)에 작용하는 풍압계수 분포를 나타내고 있다. 정면의 경우는 (+)압력이 분포하고 측면과 배면, 지붕면은 (-)압력이 분포하는 것으로 나타났다. 이러한 현상은 전면의 경우 풍상면에 작용하는 풍압으로 인하여 정압으로 나타났고,




〈그림 3〉 저층건물의 측압공 위치



〈그림 4〉 방풍팬스후면의 저층건물모형

측면은 횡방향으로 박리하는 흐름, 배면은 후류역의 와, 지붕면은 상방으로 박리하는 흐름 때문에 부압으로 나타난 것으로 추정된다. 평균풍압계수는 정면의 경우 0.78, 우측면은 -0.68, 배면은 -0.54, 지붕면은 -0.45 정도에서 분포하고 있다. 그리고 최대 및 최소풍압계수 모두 각면에서 일정한 풍압분포로 나타났는데, 이는 풍동내 기류의 분포가 균등류 상태를 유지 하고 있기 때문인 것으로 판단된다.

## 3.2 팬스후면에 있는 저층건물의 풍압분포

<그림 6, 7>은 다공성팬스(0%, 40%)의 후면에 있는 저층건물의 거리별(1H, 4H, 6H) 각면(정면, 우측면, 배면, 지붕면)에 작용하는 풍압계수분포를 나타내고 있다. 편의상 저층건물에 대해서 방풍팬스 높이를 기준으로 하여 하단, 중간, 상단으로 분리하여 해석을 수행하였으며, 하단은 방풍팬스에 완전히 포함된 부분을 나타내고 중간은 방풍팬스의 높이(10cm)와 경계가 되는 부분을 상단은 방풍팬스 높이위에 위치한 부분을 의미한다. 각면의 풍압계수분포 특성은 3.2.1, 3.2.2와 같다.

### 3.2.1 팬스다공률이 0%일 때(그림 6)

**(1) 정면**

정면상단의 경우 No Fence 평균풍압계수분포 0.78과 비교해보면 1H일 때는 1.0으로 약 20% 증가하고, 4H, 6H일 때는 0.1로 약 87%의 감소율을 나타냈다. 최대풍압계수분포는 1H와 4H일 때 하단에서 (-)풍압계수로 나타나고, 6H일 때 (+)풍압계수로 나타났다. 또한, 최소풍압계수분포는 1H일 때 하단과 4H와 6H일 때 상단, 중간, 하단 모두 (-)풍압계수로 나타났다. 이러한 현상은 solid 방풍팬스일 경우 방풍팬스 가까운 부분에서 발생하는 와의 영향으로 인해 하단부가 (-)압력분포를 하게 되고 상단부까지 와에 의한 영향을 받는 것에 기인하는 것으로 판단된다. 이는 solid 방풍팬스일 경우 방풍팬스 가까운 부분의 풍압설계시 주의해야 한다는 사실을 의미한다.

**(2) 우측면**

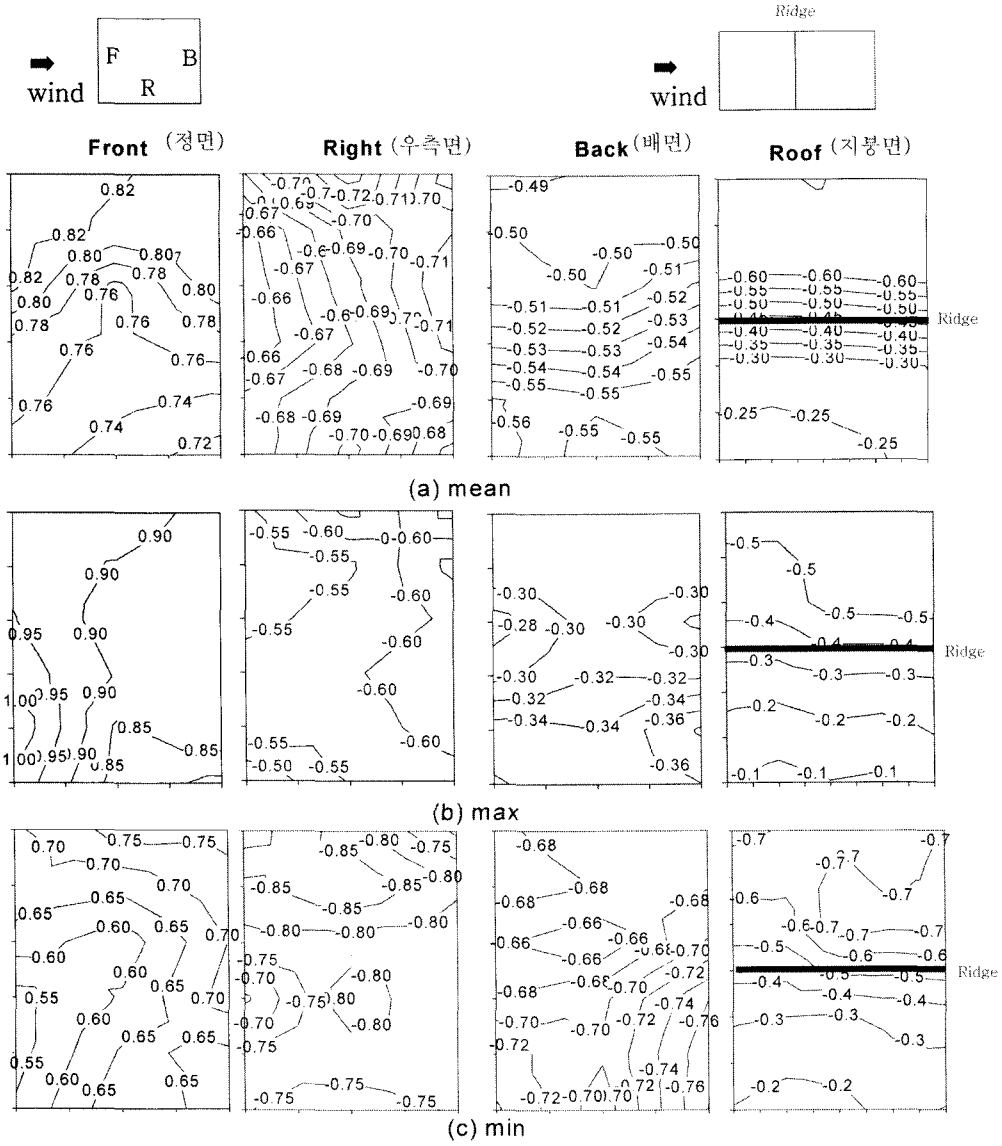
우측면은 No Fence 평균풍압계수분포 -0.68과 비교해보면 1H일 때 상단에서 -1.0으로 약47% 증가하고, 4H, 6H로 설치거리가 증가할 때 다소의 감소율을 나타냈다. 특히 1H의 경우는 중간에서 (-)풍압계수 분포를 하면서 모서리방향으로 압력계수가 증가를 하였다. 방풍팬스의 거리가 멀어질수록 중간에 집중되는 (-)풍압계수분포는 바람이 불어오는 풍상측으로 몰리는 것으로 나타났다.

**(3) 배면**

No Fence 평균풍압계수분포 -0.54와 비교해보면 1H일 때 하단에서 -0.80으로 약48%의 증가율을 나타냈으나, 4H, 6H일 때에는 -0.42~-0.52로 방풍팬스에 의한 영향이 적게 나타났다.

**(4) 지붕면**

지붕면은 방풍팬스의 설치거리와 다공률에 관계없




〈그림 5〉 저층건물의 각면에 작용하는 풍압분포 (No Fence)

이 전체적으로 (-)풍압계수로 나타나고 있다. No Fence 평균풍압계수분포 -0.45와 비교해보면 1H일 때 지붕전면에서 -0.40~-0.55, 지붕뒷면에서 -0.60~ -0.75로 다소의 증가율을 보였고, 최대, 최소풍압계수분포도 다소 증가 하는 것으로 나타났다. 팬스의 설치거리를 4H, 6H로 증가하면 지붕면의 풍압계수 분포는 No Fence일 때와 큰 차이 없이 거의 동일한 풍압계수 분포로 나타났다. 따라서, 다공률이 0%일 때 지붕면에서 방풍팬스에 의한 영향이 그리 크지 않다는 사실을 알 수 있다.

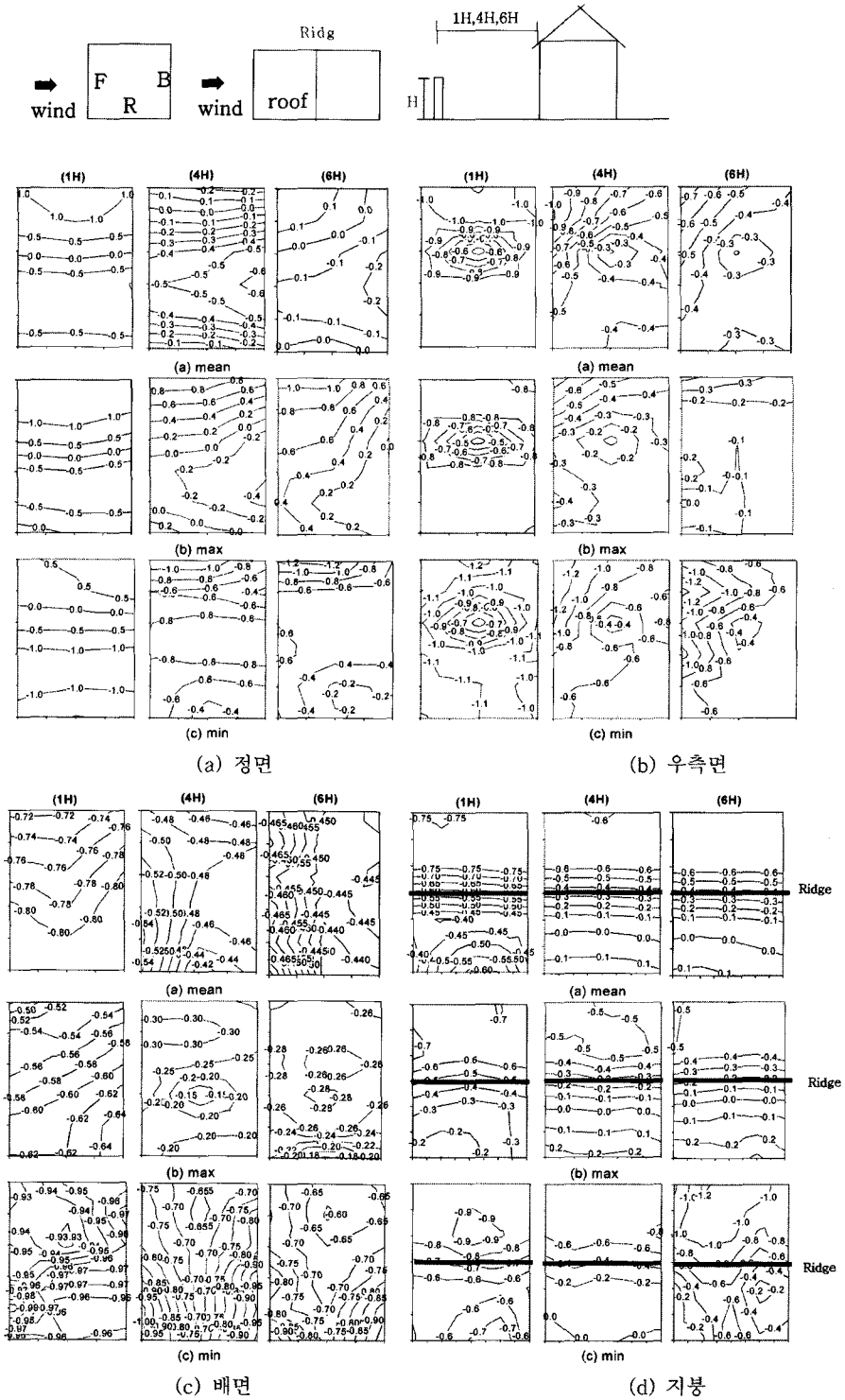
### 3.2.2 팬스다공률이 40%일 때(그림 7)

**(1)** 정면

팬스다공률이 40%일 때 팬스후면에 있는 저층건물의 정면에 대한 평균풍압계수분포를 No Fence 평균풍압계수 0.78과 비교해보면 1H일 때 하단은 0.0으로 100%의 감소율을, 중간은 0.4로 약49%의 감소율을, 상단은 0.8로 비슷한 풍압계수를 나타냈다. 설치거리가 4H, 6H일 때 하단의 경우 미미한 (-)풍압계수를 보였으며, 중간은 0.2로 약74%의 높은 감소율을 보였고, 상단은 방풍팬스의 설치거리가 증가할수록 다소 감소하는 것으로 나타났다. 최대풍압계수분포는 4H와 6H일 때 하단에서 (-)풍압계수로 나타나고, 최소풍압계수분포는 4H와 6H일 때 하단과 중간 에서 (-)풍압계수로 나타났다.

**(2)** 우측면

우측면은 No Fence 평균풍압계수분포 -0.68과 비




(a) 정면 (b) 우측면

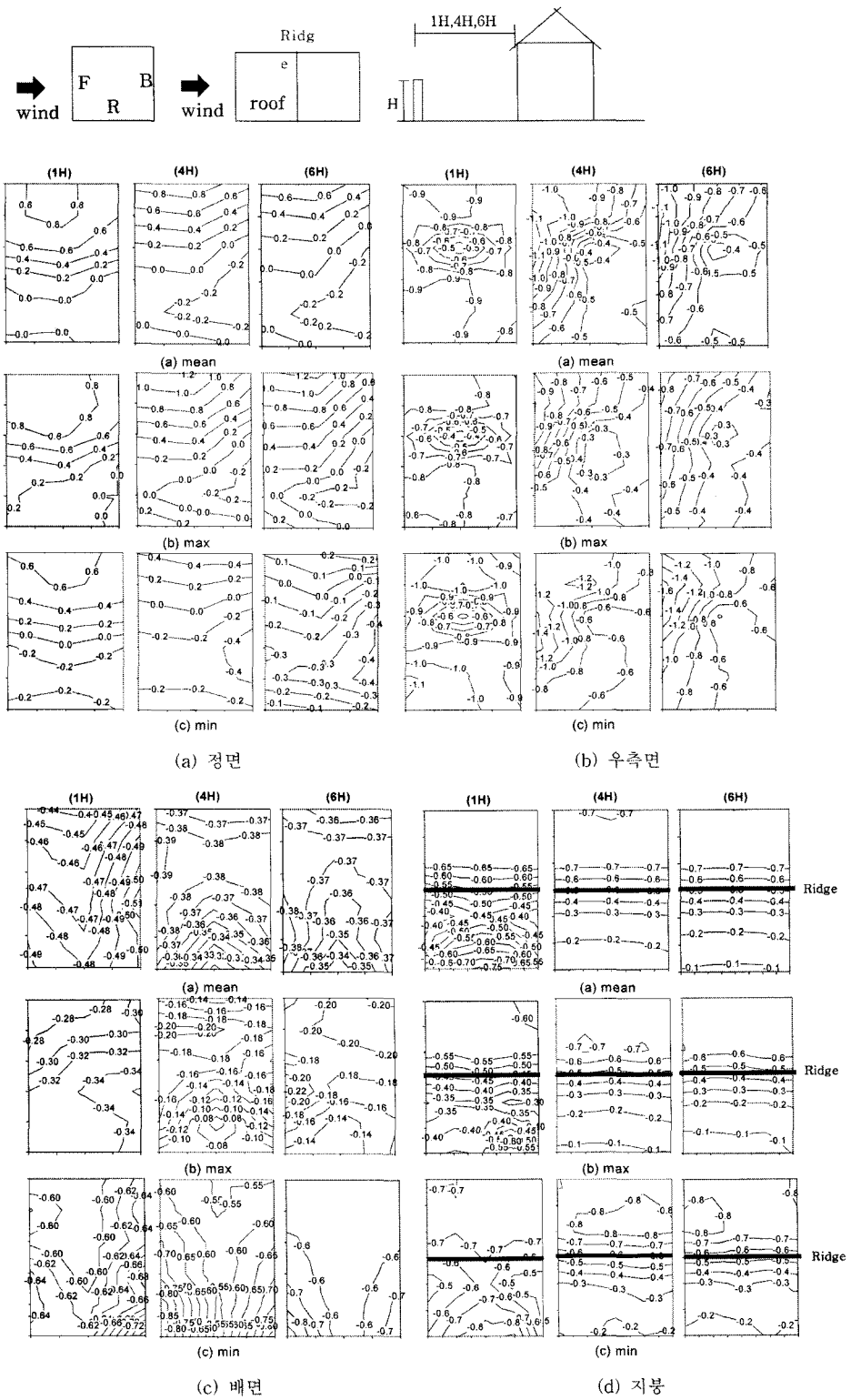
(c) 배면 (d) 지붕

〈그림 6〉 저층건물의 각면에 작용하는 풍압분포 (다공률 0%)

교해보면 1H일 때 상단과 하단에서 -0.9로 약32% 증가하고, 4H, 6H일 때도 상단 모서리부분에서 -1.0으로 약47%의 증가율을 나타냈다. 최대 및 최소풍압계수분포 역시 약20%의 증가율을 보였다. 즉, 다공률이 40%인 방풍팬스를 사용할 때에 측면의 풍압 설계에 특별한 주의가 요망된다.

**(3) 배면**

배면은 평균, 최대, 최소풍압계수 모두 (-)풍압계수분포를 나타냈으며, No Fence 평균풍압계수분포 -0.54와 비교해보면 1H일 때 -046으로 약15% 감소




(a) 정면 (b) 우측면

(c) 배면 (d) 지붕

〈그림 7〉 저층건물의 각면에 작용하는 풍압분포 (다공률 40%)

율을 보였고, 4H, 6H일 때에는 -0.35로 약35%의 감소율을 보였다. 최대, 최소풍압계수분포는 설치거리가 증가할수록 미미한 감소율을 보여 방풍팬스에 의한 영향이 적게 나타났다.

**(4)** 지붕면

No Fence 평균풍압계수분포 -0.45와 비교해보면 1H일 때 지붕전면에서 -0.45~-0.75, 지붕뒷면에서 -0.55~-0.65로 다소의 증가율을 보였고, 최대, 최소

풍압계수분포 역시 증가 하는 것으로 나타났다. 팬스의 설치거리를 4H, 6H로 증가하여도 지붕면의 풍압계수 분포는 No Fence일 때보다 미미한 증가율을 보였다.

## 4. 결 론

팬스가 없는 경우(No Fence)와 다공성(0%, 40%) 방풍팬스의 후면에 있는 저층건물에 대하여, 풍동실험을 통한 각면(정면, 측면, 배면, 우측면)의 풍압특성에 대한 분석결과는 다음과 같다.

### 1. 팬스가 없는 저층건물의 풍압분포

(1) 평균풍압계수는 정면의 경우 0.78, 우측면은 -0.68, 배면은 -0.54, 지붕면은 -0.45에서 분포하는 것으로 나타났다.

(2) 최대 및 최소풍압계수는 각면에서 일정한 풍압분포로 나타났다. 이는 풍동내 기류의 분포가 균등류 상태를 유지하고 있기 때문인 것으로 판단된다.

### 2. 다공률이 0%일 때 저층건물의 풍압분포

(1) 정면상단의 경우 No Fence 평균풍압계수분포 0.78과 비교해보면 1H일 때는 1.0으로 약 20% 증가하고, 4H, 6H일 때는 0.1로 약 87%의 감소율을 나타냈다. 또한, 최대, 최소풍압계수분포의 경우 방풍팬스 가까운 부분에서 발생하는 와의 영향으로 인해 하단부가 (-)압력분포를 하게 되므로 풍압설계시 주의가 요망된다.

(2) 우측면은 No Fence 평균풍압계수분포 -0.68과 비교해보면 1H일 때 상단에서 -1.0으로 약 47% 증가하고, 4H, 6H로 설치거리를 증가할 때 다소의 감소율을 나타냈다. 이때 (-)풍압계수분포는 횡방향으로 박리하는 흐름 때문인 것으로 판단된다.

(3) 배면은 No Fence 평균풍압계수분포 -0.54와 비교해보면 1H일 때 하단에서 -0.80으로 약 48% 증가율을 나타냈으나 4H, 6H일 때에는 -0.42~-0.52로 방풍팬스에 의한 영향이 적게 나타났다. 이때 (-)풍압계수분포는 후류역의 와에 기인하는 것으로 판단된다.

(4) 지붕면은 방풍팬스의 설치거리와 다공률에 관계없이 전체적으로 (-)풍압계수로 나타났는데, 이는 상방으로 박리하는 흐름 때문인 것으로 판단되며, 방풍팬스에 의한 영향이 비교적 적었다.

### 3. 다공률이 40%일 때 저층건물의 풍압분포

(1) 정면에 대한 평균풍압계수분포를 No Fence 평균풍압계수 0.78과 비교해보면 1H일 때 하단은 0.0으로 100%의 감소율을, 중간은 0.4로 약49%의 감소율을, 상단은 0.8로 비슷한 풍압계수를 나타냈다. 설치거리가 4H, 6H일 때는 하단의 경우 미미한 (-)풍압계수를 보였으며, 중간은 0.2로 약74%의 높은 감소율을 나타냈다.

(2) 우측면은 No Fence 평균풍압계수분포 -0.68과 비교해보면 1H일 때 상단과 하단에서 -0.9로 약32% 증가하고, 4H, 6H일 때도 상단 모서리부분에서 -1.0으로 약47%의 증가율을 나타냈다. 즉, 다공률이 40%인 방풍팬스를 사용할 때에 측면의 풍압설계에 특별한 주의가 요망된다.

(3) 배면은 No Fence 평균풍압계수분포 -0.54와 비교해보면 1H일 때 -046으로 약15% 감소율을 나타냈고, 4H, 6H일 때에는 -0.35로 약 35%의 감소율을 나타냈다.

(4) 지붕면은 No Fence 평균풍압계수분포 -0.45와 비교해보면 1H일 때 지붕전면에서 -0.45~-0.75, 지붕뒷면에서 -0.55~-0.65로 다소의 증가율을 나타냈고, 최대, 최소풍압계수분포 역시 다소의 증가율을 나타냈다.

### 감사의 글

본 논문은 2005년 과학기술부 선정 국가지정 연구실 사업의 연구비 지원으로 이루어진 논문입니다.

### 참고문헌

1. Raine,J.K. and Stevenson, D. C. Wind Protection

by Model Fences in a Simulated Atmospheric Boundary layer, Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics. Vol.2.p.p. 159~180, 1977

2. Perera, M.D.A.E.S. Shelter Behind Two-Dimensional Solid and Porous Fences, Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics. Vol.8.p.p. 93~180, 1981
3. Ranga,Experimental Study on Characteristics of Flow Past Porous Fences, Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics. Vol.29.p.p. 155~163, 1988
4. Gandemer.J.The Aerodynamic Characteristics of Windbreaks, Resulting in Empirical Design Rules, Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics. Vol.7.,p.p. 15~36, 1981
5. Durst, F. and Rastogi, Turbulent Flow over Two-Dimensional Fences , Turbulent Shear Flow 2 Berlin Springer-Verlag, pp. 219-231, 1979
6. Sang-Joon, Lee. Laboratory measurements of velocity and turbulence filed behind porous fences, Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics. Vol.80 p.p. 311~326, 1999
7. Plate, E. J. The aerodynamic of Shelter Belts, Agric. Meteorol, 8 pp.203-222, 1971
8. 강건, 대기경계층내에서 바람에 의해 발생되는 부유물질 제어를 위한 Windbreaks의 풍동시뮬레이션 한국환경과학회지, 제 4권 제 1호 pp. 29~39, 1995
9. 김영문 역 「실무자를 위한 건축물 풍동실험 가이드북」, 한국풍공학회, 1998
10. 김영문 외 2인(2002), 「건축물의 내풍설계」, 한림원, 2002