

도시 협곡내에서의 유동과 확산에 관한 실험적 연구

An experimental study on flow and dispersion in street canyons

박 옥 현, 정 상 진*

부산대학교 환경공학과, *경기대학교 환경공학과

1. 서 론

산업화에 따른 도시의 팽창으로 도시 내의 건물은 밀집화되고, 이에 따른 교통량의 증대는 심각한 대기오염 문제를 유발하고 있다. 환경 백서(1994)에 의하면 최근 우리 나라에서 자동차의 증대는 1993년에 600만대를 초과하고, 2000년에는 1300만대로 증가할 것으로 추산하고 있다. 1993년 현재 우리 나라 전체의 자동차 대수는 627만대이고, 이 중 52%에 해당하는 352만대가 서울 등 6대 도시에 집중되어 있으며, 특히, 서울의 경우 28%가 집중되어 있어 자동차 배기가스로 인한 대기오염 문제는 대도시에서 더욱 심각한 문제로 대두되고 있다. 그러므로 자동차에 의한 도시 내에서 대기오염문제는 해결이 시급한 과제이다. 도시 협곡에서 오염물의 이동과 확산에 관한 연구는 도시내의 오염원에서 발생하는 대기 오염문제를 해결하기 위한 기초적인 연구과제이다. 본 연구에서는 도시 협곡내의 흐름장과 오염물의 이동을 재현하기 용이한 순환 수조 모형을 제작하여 다양한 건물 조건에 따른 도시 협곡 내에서 오염물의 거동과 이동 메카니즘을 파악하고자 하였다.

2. 실험방법 및 장치

본 연구에서 사용된 수조 장치는 정(1993)에서 사용한 것과 유사한 것이다. Nakamura 와 Oke(1988)에 따르면 도시 계곡 내에서 강한 vortex가 형성되는 대기조건은 중립 조건이므로 본 연구의 대기 안정도 조건도 중립조건으로 한정하였다. 본 연구는 유동장에 관한 연구와 농도장에 관한 연구로 대별된다. 유동장에 대한 연구는 형성된 중립 유동장에서 건물이 없는 경우 유속을 측정하여 중립 경계층이 형성되었는지를 검토한 후, 건물 높이와 거리의 폭 비(H/W)를 0.3에서 3.0에 이르는 다양한 도시협곡 모형을 제작하여 설치하여 협곡내의 유속을 관측하였다. 농도장에 관한 실험은 설치된 도시협곡 바닥 부근에 중립 부상 염료를 주입하여 형성된 농도장을 카메라로 촬영하고, 촬영된 사진을 현상 분석하여 농도장 자료를 분석하였다.

3. 실험결과 및 고찰

그림 1에서는 건물이 없는 경우 형성된 풍속 프로파일을 나타내었다. 풍속 프로파일을 지수형으로 정리하여 지수를 구한 결과 그 값은 0.223이었다. 이 값은 일반적인 풍동실험의 중립 경계층에서의 지수값과 유사한 값이다. 본 실험에서 마찰속도는 0.302 cm/s 이고, 조도계수는 0.07 cm 이었다. 그림 2에서는 협곡 중심선을 따르는 무차원 평균풍속(w/u_H : u_H 는 협곡 폭대기 높이(H)에서의 풍속의 무차원 수직방향 거리(z/H : H 는 협곡 높이)) 변화를 본 실험의 결과와 DePaul and Sheih (1986)의 현장관측 결과를 비교한 것이다. 이 경우 H/W 는 본 실험의 경우는 1.28이고 현장관측은 1.36이다. 실험 결과는 대체로 현장관측 결과를 잘 모의하고 있음

을 알 수 있다. 그림 3에서는 협곡 깊이의 변화에 따른 유동장의 변화를 고찰하기 위하여 H/W의 비가 각각 1, 2, 3인 경우 협곡내의 유속 벡터를 나타내었다. H/W가 1인 경우 1개의 vortex, H/W가 2인 경우 2개의 vortex, H/W가 3인 경우 3개의 각기 다른 방향의 vortex가 형성되고 있다. 그림 4에서는 농도장의 형성 예를 비교하기 위하여 본 실험에서 H/W비가 1.14인 경우와 Hoydysh and Dabberdt(1988)과 Dabberdt and Hoydysh(1991)의 풍동실험 결과를 비교하였다. 그림에서 고도는 협곡 높이(H)로 무차원화되고, 농도는 상류측 지표부근의 농도(C_0)로 무차원화하였다. 본 실험의 결과가 자료의 분산은 있으나 전반적으로 풍동실험의 결과를 잘 모의하고 있음을 알 수 있다.

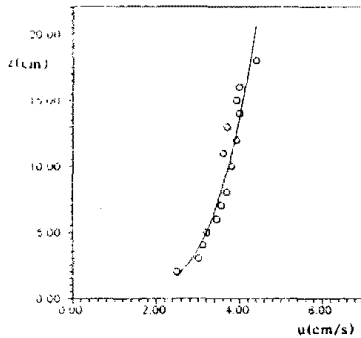


Fig. 1 Mean velocity profile in the undisturbed boundary layer.

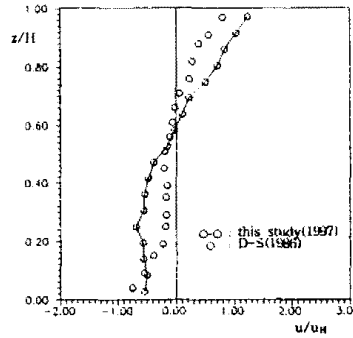


Fig. 2 Dimensionless averaged velocity vector u/u_H vs. dimensionless height z/H for $H/W = 1.3$.

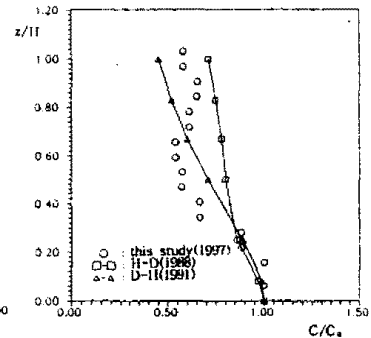


Fig. 4 Dimensionless Concentration profile for $H/W = 1.2$.

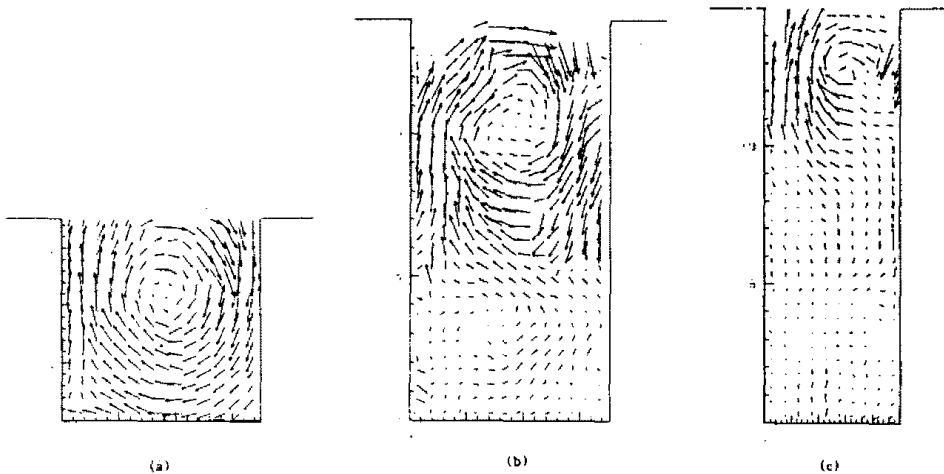


Fig. 3 Averaged velocity vectors in a street canyon for (a) $H/W = 1.0$, (b) $H/W = 2.0$, (c) $H/W = 3.0$.

4. 참고문헌

- 1) 정 상 진(1993) "수로장치내에서 공동영역 주변의 확산에 관한 실험적 연구", 한국대기보전학회지, 제9권, 제4호, pp295-302.
- 2) Y.Nakamura and T.R.Oke(1988), "Wind, temperature and stability conditions in an east-west oriented urban canyon", Atmospheric Environment, Vol.22, pp2691-2700.
- 3) F.T. De Paul and C.M.Sheih(1986), "Measurements of wind velocities in a street canyon," Atmospheric Environment, Vol.20, No.3, pp455-459.
- 4) W.G.Hoydysh and W.F.Dabberdt(1988), "Kinematics and dispersion characteristics of flows in asymmetric street canyons", Atmospheric Environment, Vol.22, pp2677-2689.
- 5) W.F.Dabberdt and W.G.Hoydysh(1991), "Street canyon dispersion: Sensitivity to block shape and entrainment", Atmospheric Environment, Vol.25A, pp1143-1153.