

PC7) 전산유체모델에 의한 Building downwash 현상 해석
The analysis of building downwash effect on the
dispersion by a computational fluid dynamic model

최상민 · 이진호 · 윤희연 · 구운서
 안양대학교 환경공학과

1. 서론

국내 지형이 복잡하고, 대단위 배출시설들이 대도시 주변에 많이 위치하고 있기 때문에 굴뚝에서 배출된 오염물질이 주변에 미치는 영향을 정확히 파악하기 위해서는 굴뚝 주변에 위치한 건물에 의해서 발생하는 세류현상에 대한 세밀한 해석이 요구된다. 현재 국내에서 환경영향평가에서 건물세류현상을 평가하기 위해서 주로 미국 환경보호청에서 제공하고 있는 ISC3모델을 사용하고 있다(US EPA, 1995). 그러나 ISC3 모델에서는 건물과 굴뚝간의 거리에 따른 연기확산의 차이가 발생하는 것을 고려할 수 없고, 또한 건물 주위에 형성되는 와류(wake)에 의해서 배출된 연기의 중심축이 기울어지는 것 등을 고려할 수 없다. 최근 미국 환경보호청에서 이러한 건물 주위에서 세류현상을 보다 정확히 고려할 수 있는 기능이 추가된 ISC-PRIME(Industrial Source Complex - Plume RISE Model Enhancement Model)모델을 2000년도부터 추천하고 있으나, 이 ISC-PRIME모델도 가우시안모델의 특성상 건물주위에서 발생하는 세류현상을 상세히 모사하는데 부족함이 있다. 이에 대한 대안으로는 크게 두가지를 생각할 수 있다. 첫 번째는 관심있는 대상 시설에 대해서 추적자 실험을 하거나, 또는 대상 시설을 축소 제작하여 풍동에서 실험을 수행하여 그 결과를 분석하는 것이다(봉춘근, 2000). 두 번째는 전산유체모델을 이용하여 건물 주변의 상세 유동장을 해석하고, 그에 따른 연기 확산을 계산하는 것이다. 전자는 실험에 많은 비용과 노력이 요구되므로 본 논문에서는 전산유체모델을 이용하여 건물 주변의 세류현상을 계산하는 방법과 그 정확성에 대해서 검토하였다.

2. 연구방법

3차원으로 건물 주위의 유동을 계산하기 위해서 Navier-Stokes 방정식을 풀고, 난류모델은 $k-\epsilon$ 모델을 사용하였다. 전산유체해석을 위한 상용화 package인 Fluent(Fluent, 1995)를 사용하였다.

Navier-Stokes Equation

$$\frac{\partial u}{\partial t} - \nu \nabla^2 u + (u \cdot \nabla)u + \nabla p = S_p$$

여기서 u 는 유속, ν 는 동점도계수, p 는 압력, S_p 는 source항이다.

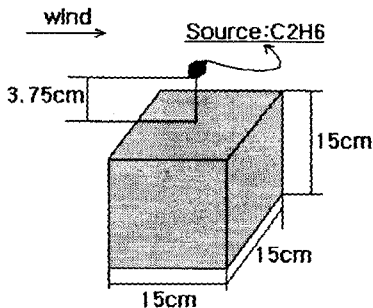


Fig.1. The location of building and emission source in the wind tunnel experiment.

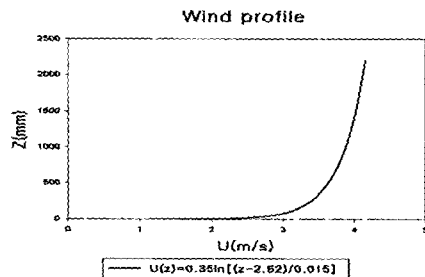


Fig.2. The velocity profile with height measured in the wind tunnel.

본 연구에서는 1993년도에 Thompson이 풍동 실험한 결과를 대상으로 수치해석을 수행하였다. 그림1은 풍동실험에서 건물과 배출원의 위치를 나타낸 것이고, 그림2는 풍동에서 측정된 고도에 따른 유속분포이다. 풍동 실험과 같은 조건에서 Fluent를 이용하여 유동장 및 추적자의 농도를 계산하고 그 결과를 비교하였다. 풍동실험에서 사용된 추적자는 C_2H_6 이다.

3. 결과 및 고찰

그림3은 건물이 존재할 경우에 유동장을 나타낸 것이다. 건물의 후면에 wake가 발생하고 있고, wake zone의 길이는 건물 높이의 약2배가 되고 있다. 그림3은 건물이 존재하는 경우에 각각에 대해서 추적자 농도분포를 계산한 것이다. 건물 후면에 wake에 의해서 세류 현상이 발생하여 높은 농도 분포를 보이고 있고, 계산된 최대 농도값과 착지점이 풍동에서 측정된 값이 일치하고 있는 것으로 나타났다. 전산유체 모델 적용의 타당성을 검증하기 위해서 여러 조건에서 보다 자세한 비교 연구를 진행하고 있다.

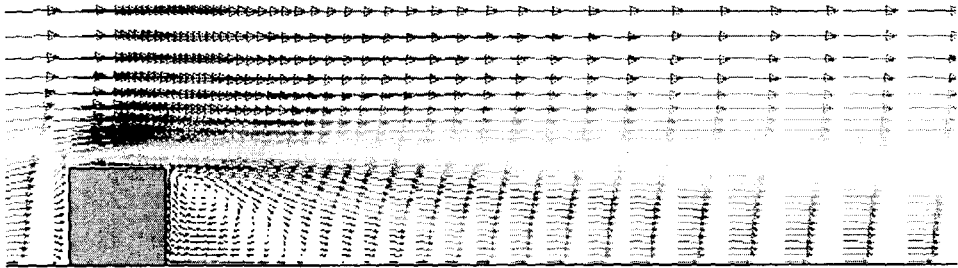


Fig.3. The calculated velocity profile around the building.

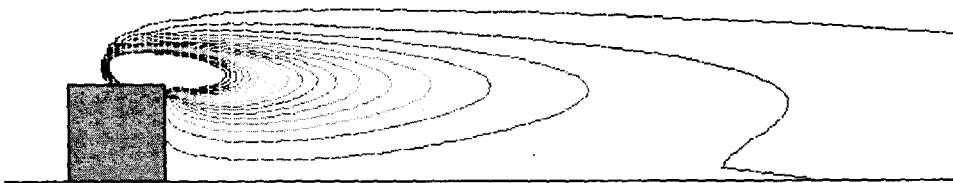


Fig.4. The calculated concentration distribution of tracer gas.

참고문헌

- 봉춘근 (2000) 「풍동을 이용한 건물 후류에서의 오염물질 분산에 관한 연구」, 서울시립대학교 대학원 박사학위논문.
- THOMPSON, R.S., (1993) Building amplification factors for sources near building: A wind-tunnel study, Atmospheric Environ., Vol. 27A, No.15, pp. 2313-2325.
- Fluent Inc. (1995) FLUENT User's guide volume I-IV.
- US EPA (1995) User's guide for the industrial source complex(ISC3) dispersion models.