

환경 및 응용기상 분과 [P-071]

실제 도시 LES 난류 데이터베이스를 이용한 공기역학 거칠기 파라미터 산출 방안 평가

이두일¹, 이상현^{1,2}

¹공주대학교 대기과학과

²중부권 미세먼지 연구관리센터

공기역학 거칠기 파라미터인 거칠기 길이 (z_0)와 영면 변위 높이 (d)는 도시 경계층 모델링에서 지표-대기 난류 운동량 교환을 표현하는 주요한 파라미터이다. 풍동 실험과 전산유체역학 (Computational Fluid Dynamics: CFD) 모형을 바탕으로 다양한 형태학적 방안들이 개발 되어왔다. 이들 산출 방안은 다양한 연구에 활용되고 있으나, 비균질 실제 도시 지표에 대한 난류 자료의 부족으로 정량적 평가는 제한적이었다. 본 연구에서는 큰에디모사 (Large-Eddy Simulation: LES) 모델링을 이용하여 실제 도시 난류 데이터베이스를 구축하고, 도시 경계층 모델링에서 빈번하게 사용되는 여섯 가지 형태학적 방법의 성능을 정량적으로 평가하였다. 데이터베이스는 흐름과 난류를 포함한 852개의 LES 모의, 명시적으로 계산된 지표 운동량 플럭스 (u^*), 그리고 도시 형태 변수 (Urban Morphometric Parameter: UMP)로 구성된다. 건물 높이 변동성을 반영하는 비균질 형태 기반 산출식은 균질 형태 기반 산출식보다 재현 성능이 우수하였다. 그러나 비균질 형태 기반 산출식은 압력 항력의 과대모의로 인해 u^* 를 과대추정하는 경향을 보였다. 수직 비균질성이 증가할수록 대체로 성능이 저하되었으며, 마찰 항력이 지배적인 수직 비균질성이 낮은 조건에서는 어떠한 방법도 잘 작동되지 않았다. 본 연구는 다양한 실제 도시 형태에 대한 LES 기반의 난류 데이터베이스를 종합하여 도시의 형태학적 비균질성이 어떠한 영향을 미치는지 분석하였으며, 기존 형태학적 방법의 한계를 보여주었다. 이러한 결과는 비균질 실제 도시 지표에서의 운동량 교환을 더 정확하게 표현할 수 있는 향상된 형태학적 방법 개발에 유용한 근거를 제공한다.

Keywords: 공기역학 거칠기 파라미터, 비균질 실제 도시 지표, 형태학적 방법, 지표 운동량 플럭스, 도시 공기역학 데이터베이스