

셀 섭동 유입 난류 생성 방안(CPM)의 PALM 접합 연구

우주완¹, 이상현^{1,2}

¹공주대학교 대기과학과

²중부권 미세먼지연구관리센터

큰 에디 모사(Large Eddy Simulation: LES)에서 유입 난류 경계조건은 도시 대기 난류 흐름의 예측 정확성을 결정짓는 중요한 요소이다. 한편, 셀 섭동 방안(Cell Perturbation Method: CPM)은 모형의 유입 경계 부근에서 온도 섭동을 추가하여 인위적 열적 대류를 유도하여 빠른 난류 발달을 유도하는 방안으로 유입류의 시간 변화를 고려하는 대기 경계층 난류 모의에 활용되고 있다. 본 연구에서는 실제 도심의 난류 유동 모의가 가능한 PALM (PARallelized Large-Eddy Simulation Model, 버전 6.0) LES 모형에 CPM 모듈 소스코드를 개발하고, 유입 난류 모의 성능을 평가하였다. 모듈 코드 개발은 PALM 모형에서 제공되고 있는 디지털 필터링 기반의 합성 난류 생성 (Synthetic Turbulent Generator, STG) 방안 코드를 기반으로 수행되었으며, Message Passing Interface (MPI) 병렬프로그래밍 표준을 따라 작성되었다. CPM 모듈의 성능 평가를 위해 균일 지표에 대한 이상화 실험과 서울 광화문 주변 지역을 대상으로 한 실제 사례 모의 실험을 수행하고, 기존 방안과 비교 평가하였다. 이상화 실험은 유입 난류를 처방하지 않은 경우에 비해 새로운 CPM 방안이 계산 영역 내에서 난류 유동을 현실적으로 생성할 수 있음을 보였다. 또한, 시간에 따른 유입 경계 평균 유동장의 변화를 고려한 실제 사례 모의를 통해 새로 구현된 CPM 방안이 기존 STG 방안이나 난류를 처방하지 않은 실험에 비해 효과적인 유입 경계 난류 생성이 가능함을 보였다. 본 연구는 CPM 방안이 결합된 PALM 큰에디모사 모형을 활용하여 다양한 기상 조건에서의 유입 난류 생성이 가능하도록 하였으며, 이는 도시 미규모 유동과 분산 모델링의 정확도 향상을 위한 기반 연구가 될 수 있을 것이다.

Key words: 셀 섭동 방안(CPM), PALM, 큰 에디 모사(LES), 유입 난류 경계조건