

C-1

대단위오염원의 대기오염물질 확산에 관한 수치실험 및 검증에 관한 연구

The Numerical Simulation and Verification of the Dispersion of Air Pollution in the Large Scale Pollution Source

전상기, 이성철*

한국전력공사 임지처, *한양대학교 화학공학과

I. 서론

현재 국내에서는 대기오염 연구나 환경영향평가 등에서 대기오염확산모델의 중요성이 더욱 높아지고 있으나 대기오염농도에 대한 현지 측정결과의 부족으로 인하여 수치모델링 결과에 관한 검증의 연구는 미미한 실정이다. 그러나 최근 서해안지역의 대단위 배출원인 보령화력발전소에서 '96년 6월 부터 환경감시시스템(TMS)을 구성·운영하여 현지 측정자료가 축적되게 되어 실측된 결과치와 수치모델링 결과치와의 비교, 검증이 가능해져 본 연구를 수행하게 되었으며, 본 연구에서는 Gaussian형 확산모델인 ISC3모델과 Lagrangian형 확산모델을 이용하여 각각의 모델링결과와 현지에서 측정된 결과를 비교, 검증하고 각 모델의 정밀도와 한계를 분석하여 개선방안을 모색하고자 하였다.

II. 연구대상 및 연구방법

연구 대상지역은 충남 보령시 오천면 오포리에 위치한 보령화력발전단지를 중심으로 반경 10 km 정도의 지역으로서 서쪽에는 서해바다를 끼고 있으며 남동쪽으로는 해발 600 m이상의 차령산맥이 북동방향으로 연결되어 발전소로 인한 대기오염물질의 북동쪽 및 남동쪽으로는 확산예측에는 반드시 지형의 영향을 고려하여야 하는 지역이다. 보령화력발전단지는 50만kW급 6기의 유연탄 화력발전소가 가동중에 있으며 연구대상 오염물질은 화력발전소의 배출오염물질중의 하나인 황산화물(SO_x)만을 대상으로 하였다. 연구방법은 우선 보령화력발전소를 비롯한 주변의 각종 오염원에 대한 자료를 수집하였고 기상장 분석을 위해서는 보령기상관측소에서 측정된 자료를 주로 사용하였으며 대상지역 주변의 대기오염농도에 대한 측정자료는 보령화력발전소를 중심으로 반경 10 km 이내에 위치한 보령화력 환경감시시스템(TMS)의 8개 지점에서 측정된 자료를 사용하였다. 본 연구에서는 이러한 오염원 자료와 기상자료를 토대로 ISC3 모델과 Lagrangian형 확산모델을 이용하여 각각의 모델링을 실시하고 발전소 주변 8개 지점에서 측정된 TMS측정자료를 이용, 1차 선형회귀분석 및 상관도분석 방법을 이용해서 모델링 결과와 실제측정자료와의 비교검증을 실시하였다.

III. 연구결과 및 고찰

본 연구의 대기질모델링의 기상자료로는 보령기상관측소에서 관측된 자료를 이용하였으며 발전소 주변의 기상장을 분석하기 위하여 보령화력 발전소 실측자료(1992)와 TMS 실측자료(1996. 9~11월)를 수집하여 비교·분석하였고 본 연구에서 사용된 대기오염 측정농도는 환경감시시스템(TMS)의 측정자료 수집율이 좋은 '96년 9월부터 11월까지의 8개 지점의 SO₂ 의 측정자료를 이용하였다.

3.1. 수치모델링 결과

1) ISC3 (ISCST3, ISCLT3) 모델 예측결과

단기예측결과 1시간 및 3시간 최고농도가 실제 측정결과 보다 매우 높은 값을 보였는데 이의 원인으로서는 1시간 및 3시간 모델링 결과치가 오염물질 배출후 1시간 혹은 3시간 동안 확산되어 최고로 나타날 수 있는 결과이나 실제 측정결과는 확산이 충분히 이루어진 상태에서 측정된 평균적인 농도이기

때문인 것으로 생각된다. 24시간 평균 농도는 측정값과 비슷한 값을 보이고 있으며, 월간 농도는 측정값보다 훨씬 낮은 농도분포를 보이고 있어 월간예측과 같은 장기예측을 하면 Underestimate하는 경향을 나타낼 수 있다는 다른 연구결과가 본 연구에서도 입증되었는데 장기예측을 위해 3개월간의 계절평균 농도를 예측한 결과 부지남쪽 5 km 지점에서 최고농도 36.1 ppb가 발생하는 것으로 나타났다

2) Lagrangian형 모델 예측결과

발전소를 중심으로 반경 10 km의 영역에 대하여 가을철의 바람장을 이용하여 오염물질의 확산을 단기예측 계산한 결과 1시간 최고농도는 341.4 ppb, 3시간 최고농도는 168.6 ppb, 24시간 최고농도는 126.3 ppb로 나타났는데 이는 ISC3 모델링 결과보다 최고농도가 높은 경향이 있으며, 특히 최고농도 발생지점이 현저히 달라 발전소 남동쪽에서 최고농도가 나타나는 것으로 예측되었다. 또한 이모델을 이용하여 장기예측을 한 결과 3개월평균(9 ~ 11월) 최고농도는 부지남동쪽 4 km 지점에서 45.2 ppb로 나타났는데 이모델에서는 바람장의 메시간 변화를 잘 반영할 수 있었기 때문에 가을철의 주된 바람인 북풍과 북동풍의 영향으로 최고농도가 남동쪽에 나타난 것으로 볼 수 있다.

3.2. 측정자료와 대기모델링 결과와의 상관도 분석결과

상관도 측면에서 보면, ISC3 모델링의 경우 단기예측결과가 장기예측결과보다 높은 상관도를 보여 1시간 최고농도의 경우 85.8%, 24시간평균 최고농도의 경우 83.8%의 상관도를 보였는데 계절평균 최고농도의 경우에는 상관도가 54.5%로서 다소 낮았는데, 이는 평균적인 바람장만을 이용하여 계산하는 Gaussian형 장기예측모델의 한계를 반영한 것이다, Lagrangian모델의 경우에는 24시간평균은 80.1%, 계절평균 농도의 경우 78%정도의 상관도를 보였다. Gaussian형 장기예측모델은 근본적으로 평평한 지형에서 시간에 따라 변화하지 않는 정상적인 상태의 기상장을 가정하여 이에 의한 확산 및 농도를 계산하므로, 보령지방과 같이 바다에 인접하여 시간에 따른 바람의 변화가 큰 지역의 경우 Gaussian형 장기예측모델의 결과의 신뢰도는 더욱 낮아진다. 반면에 매일매일, 메시간의 기상조건(기온, 풍향, 풍속)을 그대로 반영하여 이에 따른 Gaussian형 확산을 가정하여 농도를 계산하는 단기예측 모델링의 경우 신뢰도가 향상되는 것은 당연한 결과라 할 수 있으며, 이와 같은 메시간의 기상장이 반영되는 Lagrangian모델의 결과가 우리나라와 같이 지형이 복잡하여 메시간 기상장의 변화가 뚜렷한 지역에서는 보다 의미있는 결과를 보인다는 것을 보일 수 있다. 특히 본 연구에서 수행한 Lagrangian모델의 결과는 다른 연구결과인 호주의 남서부에 위치한 Bays Water(1320MW 2기) 발전소 및 Liddel(930MW 2기) 발전소를 대상으로 Lagrangian모델을 이용한 모델링결과와 62개 지점에서 측정된 SO₂ 농도와 비교 검증한 결과인 상관도 78%의 연구결과와 같은 수준의 상관도를 보였다.

IV. 결론

대기농도를 보다 정확하게 예측하기 위하여는 보다 상세한 지형자료와 정확한 기상조건을 이용하여야 하는데 Gaussian형 대기확산모델은 기본 가정이 평균적인 기상장에서 정상상태의 대기오염농도를 계산하는 것이므로 대기오염농도를 예측하는데 한계가 있다. 현재 ISC3는 계산시간 등의 제약으로 오염원 입력자료의 수에 제한이 있으나 컴퓨터 성능이 향상되고 있어 실제의 모든 오염원을 입력할 수 있는 방향으로 개선되어야 할 것이며, 그리고 실제적인 기상장을 해륙풍 모델에 의하여 재현하여 이를 기초로 확산오염농도를 계산하는 Lagrangian형 확산모델의 경우 보다 상세한 지형 및 토지이용 자료를 이용하여 보다 현실적인 기상장을 재현할 수 있어야 예측의 신뢰성을 높일 수 있으며, 또한 본 연구에서 Lagrangian형 모델의 경우 측정결과보다 모델링결과가 높게 계산되는 경향을 보이고 있는데 이것의 원인분석으로 이 모델의 질량감쇄(Mass Damping)과정의 재고를 하여야 할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. 한국전력공사, 1996, 보령복합화력발전소건설사업 환경영향평가서
2. 한전 전력연구원, 1997, 대형 석탄화력 대기오염 감시망 구축 및 확산예측기술 개발 등