

실시간 피폭해석 시스템 검증을 위한 야외 확산실험

한문희, 김은한, 서경석, 황원태
한국원자력연구소

요 약

원자력시설의 비상사태시 대기중으로 방출된 방사성 물질로부터 주변 주민 및 환경이 받는 영향을 신속·정확하게 평가하고 그 피해를 최소화하기 위해 실시간 방사선 피폭해석 시스템을 개발하였다. 수립된 대기 확산모델의 검증 및 정확도 향상을 위하여 야외 확산실험이 수행되었다. 대기 확산모델의 계산결과와 실험을 통하여 관측된 추적자 가스의 농도 분포를 상호 비교한 바 어느 정도 일치하고 있었다. 그러나 일부 경우에는 관측된 농도값과 계산된 농도값이 차이를 보이고 있는데, 이는 실험 대상 지역에서 충분한 기상 관측을 수행하지 못하여 시간에 따른 풍속의 변화를 확산모델에 자세히 반영하지 못하였기 때문이었다.

1. 서 론

주변국가 및 국내에서 원자력시설의 이용이 증가하고 있는 현실을 감안할 때 방사성 물질의 누출을 수반한 사고를 대비하여 국가 차원의 비상대응 시스템의 개발이 시급히 요구되고 있다. 현재 한국원자력안전기술원에서는 1단계로 국가차원의 원자력 비상대응 체제(CARE : Computerized Technical Advisory System for the Radiological Emergency Preparedness[1])를 구축하였는데, 이 시스템의 가장 중요한 계산 모듈인 방사선 피폭해석 모델로 원자력연구소에서 개발한 실시간 방사선 피폭해석 시스템(FADAS : Following Accident Dose Assessment System[2])이 채택되어 활용중에 있다. 실시간 방사선 피폭해석 시스템은 지형특성을 고려하여 풍속장을 계산하는 풍속장 모델, 대기중의 방사성 물질 농도의 시·공간적 분포를 계산하는 대기 확산모델, 계산된 농도분포를 이용하여 여러 경로에 의한 피폭을 산정하는 피폭해석 모델의 3개의 모듈로 구성되어 있다[2].

방사성 물질의 확산을 평가하는 모델의 검증 및 개선을 위한 야외 확산실험은 원전 부지별 미기상학적 특성을 고려함으로써 실시간 피폭해석 시스템의 정확도를 향상시킬 수 있는 근본적인 분야이다. 본 연구에서는 수립된 실시간 방사선 피폭해석 시스템의 불확성을 최소화하고 대기 확산모델의 정확도 향상을 위해 1차적으로 평지에서 야외 확산실험을 수행하였다. 본 야외 확산실험은 학술 목적하에 국내에서 수행한 대규모의 실험으로써 확산실험을 통해 분석된 추적자 가스의 농도 분포를 대기 확산모델의 계산결과와 상호 비교함으로써 모델을 검증하고, 야외 확산실험의 경험을 축적하는데 그 목적을 두고 수행되었다.

2. 야외 확산실험

확산실험 장소는 전라북도 익산군 덕용리 일대로 반경 약 10 km내에 큰 기복이 없는 평탄한 지형을 대상으로, 방출점을 중심으로 반경 3 km와 반경 7 km에 각각 23개씩 총 46개 지점에 포집점을 선정하였다. 그림 1에 방출지점 및 포집지점의 위치를 나타내었다. 확산실험은 1995년 6월 17일에서 24일 사이에 두 차례 수행하였는데 실험시작 2주일 전부터 대상 지역의 기상을 관측하였다. 방출지점에서 SODAR와 Airsonde를 이용하여 상층부의 기상자료를 관측하였고, 방출지점의 10 m높이와 반경 3 km와 7 km의 중심부에서 약 3 m 높이에 이동식 풍향·풍속계를 설치하여 지면 근처의 기상자료를 관측하였다. 추적자 가스로는 SF₆를 이용하여 방출점에서 SF₆ 가스를 일정한 양으로 약 80분 동안 지속적으로 방출하였고, 포집은 1시간 동안에 10분씩 6번 포집하였다. 자동 연속식 포집기는 원자력연구소에서 자체 개발한 것으로 46개의 포집점에 설치하여 사람의 보조 없이 매 10분씩 자동적으로 포집되도록 설계하였다. 포집된 추적자 가스는 가스크로마토그래피에 의해 분석하여 추적자 농도를 구하였다.

3. 확산 모사 및 결과 분석

야외 확산실험의 분석 결과를 실시간 방사선 피폭해석 시스템의 대기 확산모델과 비교하기 위해 확산실험 모사를 수행하였다. 확산모델로 모사한 대상 범위는 방출점을 기준으로 서쪽으로 2 km, 동쪽으로 11 km, 남쪽으로 6 km, 북쪽으로 9 km의 범위로 동서방향 13 km, 남북방향 15 km였다. 풍속장을 얻기위한 x-, y- 방향의 격자 크기는 1 km로 주었으며, 농도계산을 위한 격자의 크기는 200 m로 주

었다. 수직 방향의 격자 크기는 두 경우 함께 30 m로 주었으며, 격자의 갯수는 33개로 990 m까지 계산하도록 하였다. 기상관측 결과에서 뚜렷한 혼합층이 발견되지 않았으므로 모사의 수직상한을 혼합층의 높이로 가정하였다. 계산시간 간격(Δt)은 입자가 한번에 한 격자를 넘어 이동하는 일이 없도록 평균풍속과 격자크기로부터 자동으로 조절되도록 하였고, 풍속장 및 난류장은 5분 간격으로 평균된 값을 입력하여 1시간 30분동안 모사하였다. 그림 2에 6월 17일 실험결과와 모사결과를 비교하여 실었는데 15시 40분부터 16시까지의 3 km 반경에서 모사한 농도분포는 비슷한 양상을 보이고 있다. 다른 경우에도 최대 농도점이 어긋나기는 하지만 대체로 3배 이내의 범위에서 일치하고 있었다.

4. 결 론

야외 확산실험을 통해 관측된 농도분포를 대기 확산모델의 계산결과와 비교해 본 바 어느 정도의 일치를 보이고 있었다. 1단계의 평지 야외 확산실험을 통하여 실시간 방사선 피폭해석 시스템의 대기 확산모델이 실제 비상시 합리적인 결과를 도출할 수 있음이 일차적으로 제시되었다. 그러나 일부 경우에는 관측된 농도값과 계산값과 차이를 보이고 있는데, 이는 풍속의 변화가 확산모델에 충분히 반영되지 못하여 확산의 중심축이 서로 다르게 나타나고 있기 때문이다. 따라서 향후 각 원전별 야외 확산실험에는 충분한 기상 관측을 수행하는 것이 중요한 문제이며 이를 위해 별도의 기상 관측장비가 도입될 예정에 있다. 본 연구의 평지 야외 확산실험을 통하여 축적된 경험을 토대로 하여 각 원전별로 야외 확산실험이 지속적으로 수행될 예정에 있으며, 이러한 과정을 거쳐 궁극적으로 대기 확산모델의 정확도를 향상시키고 부지 특성이 반영된 실시간 방사선 피폭해석 시스템을 원전별로 구축할 예정이다.

참고문헌

1. 한문희 외, "원전 비상시 피폭해석 전산지원체제의 수립", KINS/HR-127, 한국원자력안전기술원, 1995.
2. 한문희 외, "실시간 방사선 피폭해석 시스템 구성 연구", KAERI/RR-1516/94, 한국원자력연구소, 1995.

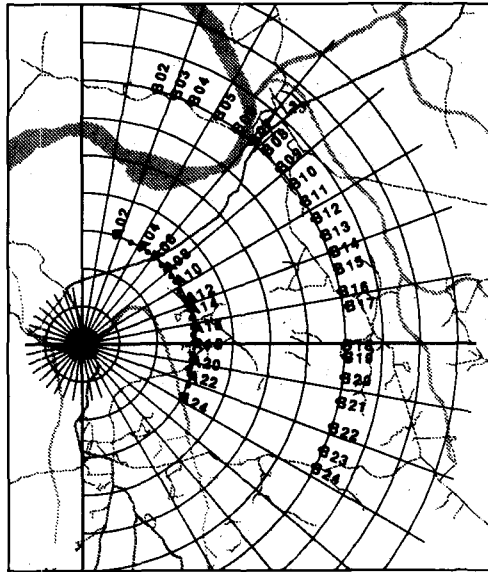


그림 1. 방출점 및 포집점의 위치

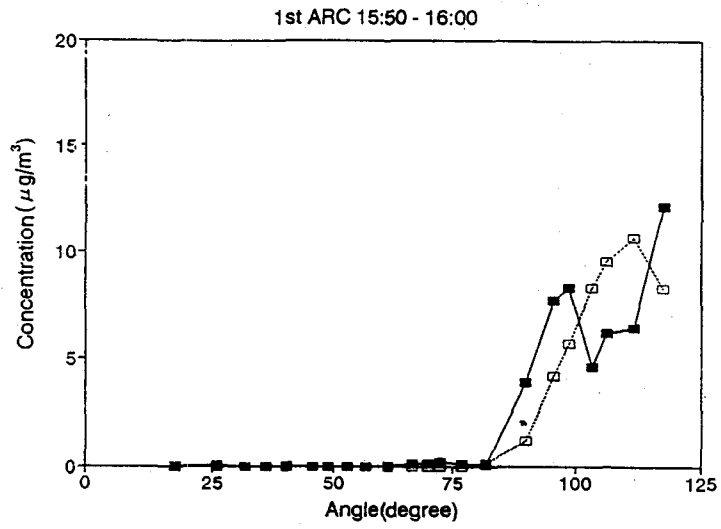


그림 2. 관측된 농도값과 계산된 농도값의 비교(1995년 6월 17일)