

항공기를 이용한 대기방사능 포집 및 분석

김 병 직 · 이 길 우 · 이 동 명
한국원자력안전기술원
E-mail: k712kbj@kins.re.kr

중심어 : 공중방사능물질, 대기부유진, 방사성 옥소, 감마선분석

서 론

체르노빌 사태 이후, 효과적이고 성공적인 방재활동의 기초가 되는 조기경보를 위한 공중방사능 입자 감시의 필요성이 대두되었다. 주변국의 핵활동 및 발전소 사고를 조기에 탐지하기 위해서는 방사성 입자 포집장비 개발은 필수적이다.

상황 발생 시, 기류이동에 따라 효과적인 포집 지점에 빨리 접근하기 위해서는 항공기를 이용하는 것이 최선이다. 항공기의 속도를 이용하면 펌프 없이 수동형 (passive type) 포집이 가능하다. 앞선 연구에서는 전산유체역학(CFD, computational fluid dynamics)을 이용하여 흡입유량을 최대로, 비행 장애를 최소화 하는 포집기를 그림 1과 같이 설계하였다[1].

공군 전투기의 로켓발사관을 개조하여 거의 설계와 가깝게 포집장비는 제작되었다. 전투기 양 날개에 장착될 수 있도록, 설계단계부터 다양한 안전성 평가가 이루어졌으며, 제작 후에는 질량분석 및 공기역학 분석을 통해 비행 적합성이 증명되었다.

환경 백그라운드 파악 및 장비 운용 훈련을 목적으로 대한민국의 공군과 협력하여 본 장비를 이용한 포집비행을 2009년부터 분기당 1회 수행하고 있다.

설계 및 제작

공중 방사능 물질 포집을 위한 항공기 전체의 개발은 엄청난 비용이 소요될 것으로 예상되므로, 기존 항공기를 활용할 수 있도록 항공기의 고유 목적인 비행에 영향을 최소화하는 것이 중요한 설계 개념이었다. 그에 따라 수동형 포집방법이 채택되었다. 동시에 최소시간 비행으로 많은 양의 공기를 포집할 수 있도록 설계되었다. 포집장비는 부유진 포집부와 방사성 옥소 채집부 그리고 유입량 계기부의 세 부분으로 구성된다.

부유진 포집부는 Whatman社의 모델번호 41 종이 필터를 이용해 탈착이 용이한 원통형으로 제작되었다(그림 2). 기체상인 방사성 옥소(iodine-131)의 채집을 위해서 차콜필터가 두 개 장착되었다(그림 3). 가장 앞단에는 필터라인의 포집을 방해할 수 있는 큰 입자들을 걸러내기 위해 에어필터를 장착하였다(그림 4).

유체역학적 관점에서 비행 저항(drag force)과 공기 포집량 두 가지 변수를 최적화하기 위하여 노즐길이, 콘 모양, 인입구(inlet) 크기 등을 변화시켜가며 시뮬레이션 하였고, 시뮬레이션 결과는 설계 및 제작에 반영되었다.

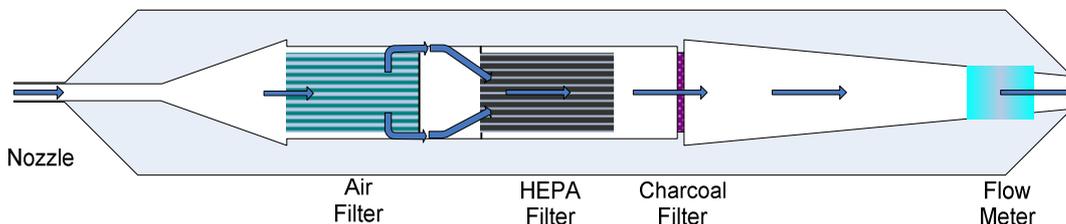


그림 1. 항공기 탑재용 대기 방사능 포집장비 개념 설계

풍동시험 및 포집비행 결과



그림 2. 원통형 종이 필터



그림 3. 옥소 채집을 위한 차콜 필터



그림 4. 에어필터

로켓발사관을 이용해 시제품을 제작하고(그림 4) 풍동에서 기초실험이 수행되었다(그림 5). 밸브 및 유량계의 정상작동 여부를 점검하고 각종 부품들의 이상 여부를 체크하였다. 시속 50~200km의 서로 다른 바람장에서 포집성능을 평가한 결과 시뮬레이션과 거의 유사한 경향을 보였다.

이 장비를 탑재하고 같은 조건 (10,000피트(ft) 상공, 180노트(knot)의 속력, 2시간 비행)에서 수차례 수행한 결과 평균 50m³의 공기가 필터를 통과한 것을 적산유량계를 통해 확인할 수 있었다. 비행 후 장비로부터 필터들을 분리하고, 그 필터들을 고순도 게르마늄 검출기에 넣고 감마선 분석을 시행하였다. 핵실험 또는 발전소 사고 시 유출될 가능성이 높은 핵분열 생성물 중 장반감기의 감마선 방출 핵종을 주 관심대상으로 지금까지 포집비행 필터를 분석해 본 결과, 모든 관심핵종의 방사능 농도가 검출하한치 이하로 나타났다.

참 고 문 헌

1. J. Lee, J. Kim, D. Lee, H. Choi, B. Kim, Design of aircraft-carried sampling system for aerial radioactivity monitoring, Annals of Nuclear Energy 36(2009), p.133-144.