

항만 방사선감시기의 검색환경 분석 연구

김보경* · 김상열** · 박 호*** · † 이지연

*한국해양수산개발원 연구원, **부산대학교 국제전문대학원 교수, ***군산대학교 물류학과 교수, † 한국원자력안전기술원 선임연구원

Variation Operating Environment Analysis of Port Radiation Monitor

요 약 : 본 연구는 항만에 설치된 방사선감시기의 검색기능 극대화를 위하여 방사선감시기의 검색환경을 분석하고 물류흐름 관점에서 운영 환경 개선방안 도출을 목적으로 한다. 본 연구 목적 달성을 위해 원자력안전위원회에서 제시한 방사선 위험화물의 수입 물동량 분석을 수행하여 방사선감시기 설치 타당성을 확보하였다. 문헌조사와 현장 전문가 인터뷰를 통해 항만의 방사선감시기 설치환경 및 운영에 따른 물류 장애 요인을 분석하였다. 또한, 항만 내 방사선감시기 설치가 가능한 위치를 3단계(본선하역작업, 야드 이송 및 적재 작업, 게이트 반출)로 구분하여 각 위치별 장·단점을 분석하고 최적의 감시기 설치 위치를 도출하였다. 연구결과, 감시기 설치 위치 단계별 비용, 물류흐름, 관리·운영적 측면을 고려하였을 때, 게이트 반출 단계가 방사선 감시기 설치를 위한 최적위치로 적합한 것으로 확인하였다. 방사선감시기의 운영최적화 방안으로는 첫째, 반출 게이트 내부의 2차 검색부지 확보를 통해 게이트 통과 전 방사선감시기를 통한 화물 검색이 이루어질 수 있도록 해야 한다. 둘째, 화물인도지시서(Delivery Order: D/O)를 활용한 신속한 화물정보 파악을 통해 물류흐름의 방해요인을 제거 할 수 있음을 알 수 있다.

핵심어 : 방사선감시기, 검색환경, 물류효율화, 감시시스템, 운영환경, 항만

1. 서 론

2012년 시행된 [생활주변방사선 안전관리법]에서는 천연방사선 핵종이 함유되어 있는 원료물질, 공정부산물, 가공제품 및 방사선물질이 함유된 재활용 고철을 감시하도록 규정하고 있으며, 이를 위해 일부 공항과 항만에 관문(portal)형 방사선 감시기를 설치·운영하고 있다. 항만 내 방사선감시기 운영은 물류흐름을 최소화하는 범위에서 효율적인 감시업무가 수행되어야 한다. 방사선감시기에서 경보가 발생하면, 화물을 정차시켜 2차 검색을 수행해야 한다. 오경보를 포함하여 빈번하게 경보가 발생하고 있으며, 미흡한 검색 환경은 물류에 방해 요인으로 작용하고 있다. 화물의 흐름을 방해하지 않으면서 지정된 공간 내에서 충분한 방사선 계측 시간을 확보하는 등의 효율적인 2차 검색이 이루어질 수 있도록 운영환경 개선이 필요하다. 이에 따라 본 연구에서는 방사선감시기 검색 효율을 극대화 하고 효과적인 감시업무 및 운영 프로세스 개선을 위해 방사선감시기 설치 및 검색환경을 분석하고 개선방안을 도출하는 것을 목적으로 한다. 이는 향후 항만 방사선 유의물질 유입 감시를 체계화하고 감시기 운영을 최적화하는 데 기여할 수 있다. 또한 향후 방사선감시기 확충 및 운영 계획수립에 활용할 수 있을 것이다.

2. 방사선 위험물질 물동량 분석

본 연구에서는 원자력안전위원회(2013)에서 제시한 방사선 위험물질 6종(재활용고철, 철강제품, 모나자이트, 염화칼륨, 지르콘 실리케이트, 보크사이트)의 품목별 HS Code를 활용하여

최근 10년간 수입물동량을 분석하였다. 해당화물은 현재 방사선감시기가 설치된 전국 항만을 통해 수입되고 있음을 알 수 있다.

3. 방사선감시기 설치현황 및 운영환경 분석

방사선감시기는 [생활주변방사선 안전관리법]에 근거하여 2012년 부산항, 인천항, 평택항, 포항항 4곳에 최초로 설치되었다. 전국 주요 항만을 대상으로 매년 약 20대씩 추가설치 계획에 따라 2016년에는 89대, 2018년까지 126대가 설치 예정이다. 각 항만별 방사선감시기는 전국 컨테이너터미널과 방사선 위험물질을 함유한 화물을 취급하는 일반부두를 대상으로 게이트를 통과하는 화물트럭의 전수검사가 가능한 반출게이트에 설치되어 있다. 방사선감시기 운영은 게이트에 상주하고 있는 현장운영자에 의해 2차검색, “감지신호발생보고서” 작성 및 상부기관 보고 등의 작업이 수행되고 있다.

방사선감시기는 게이트에 설치된 고정식 감시기에 의해 화물트럭 통과 시 위험물질을 자동으로 인식하는 1차검색이 우선적으로 이루어진다. 1차검색에서 기준치 이상의 방사선 물질이 검출 될 경우, 현장운영자는 휴대용 핵종분석기를 사용하여 트럭 내 화물을 검색하는 2차검색이 수반된다.

2차 검색 중 방사선 검출량이 일정수준을 초과하는 경우, 천연 방사선물질 즉, 천연핵종은 별도의 조치 없이 게이트 통과가 이루어져 검색 업무가 종료되나, 인공핵종 및 고철의 경우 차량과 화물의 격리조치가 이루어지고, 원자력안전위원회의 지시에 따라 수입국으로 반송 또는 폐기처분 절차를 거친다.

현재 대부분의 항만에서는 반출 게이트를 통과한 차량의 2차검색을 위한 부지가 지정되어 있지 않아 경보발생 시 차량

† 교신저자 : jylee@kins.re.kr 042)868-0812

* 정회원, kimb@kmi.re.kr 051)797-4674

이동에 따른 게이트 혼잡, 안전이 문제가 되며, 게이트에 상주하고 있는 인력의 고유업무에 2차검색 업무가 가중되어 인력 부족 현상이 발생하고 있다. 한편, 경보 발생 시, 트럭화물기 사로부터 컨테이너 내부 화물정보가 현장운영자에게 전달되지 않아 화물 정보 확인을 위한 불필요한 시간낭비와 즉각적인 조치가 이루어지지 않아 감시업무의 효율을 저해시키고 있다. 또한 2차검색을 위한 트럭 통제를 위한 강제규정이 없어 검색 업무의 당위성이 떨어질 수 있는 우려도 있다.

4. 방사선감시기 최적 설치위치 분석

본 연구에서는 항만 내 수입화물에 대한 방사선 검사를 수행할 수 있는 위치를 크게 본선하역작업, 야드 이송 및 적재작업, 게이트 반출 3단계로 구분하여 감시기 운영에 따르는 비용을 산출하고, 물류흐름, 관리·운영 측면에서 최적의 위치를 분석하였다. 현재 방사선감시기가 설치된 항만을 대상으로 처리화물에 따라 크게 컨테이너 터미널과 일반부두로 구분하여 분석을 진행하였다.

본선 하역작업 단계에서는 선석당 수익과 작업투입 인력비용을 고려하여 1만TEU급 컨테이너선 기준 시간당 627만원, 1만DWT 선박은 시간당 461만원의 비용을 추정할 수 있다. 야드작업 단계에서는 야드 건설과 투입장비 가치, 작업인력 비용을 고려하여 시간당 49만원의 비용이 발생하는 것으로 분석되었다. 해당 위치에 방사선감시기 설치·운영에 인한 하역작업 효율성 저하 및 이송차량 제증 발생으로 인한 비용은 항만 운영에 부담으로 작용할 수 있으며, 궁극적으로 물류흐름에 지장을 초래하게 된다. [표 1]은 방사선감시기 설치 및 운영에 대해 각 단계별 비용과 물류흐름, 관리운영 측면에서 분석한 결과를 보여준다. 그 결과, 방사선 감시기 설치 최적 위치는 게이트 반출단계로 선정할 수 있다. 본선작업 및 야드작업 단계와 비교하였을 때, 게이트 반출 단계는 감시업무의 인력활용과 전수조사 효율성이 가장 높으며, 2차 검색에 따른 인력과 차량의 안전 확보가 용이한 것으로 분석되었다.

5. 방사선감시기 운영 최적화 방안

방사선감시기 운영은 물류흐름 방해요인을 최소화하는 동시에 신속한 화물정보 파악이 이루어 질 수 있는 운영환경을 확보해야 한다. 본 연구에서 수행한 방사선감시기 설치현황 및 운영환경 분석 결과를 바탕으로 다음과 같은 결과를 도출하였다. 첫째, 향후 설치될 방사선 감시기는 반출 게이트 안쪽으로 설치하되, 2차 검색은 게이트 밖에서 이루어지는 것이 바람직하다. 둘째, 방사선 위험물질에 대한 신속한 정보 확보를 위해 화물인도지시서(Delivery Order: D/O)를 활용할 수 있다. 화물트럭 운전자가 D/O를 소지하게 되면 경보 발생 후 2차 검색 시 정확한 화물정보를 신속하게 파악할 수 있게 된다. D/O 정보가 확보 가능하도록 프로세스를 보완한다면 방

사선감시기의 운영을 효율적으로 개선할 수 있을 것으로 기대한다.

Table 1 Comparison analysis in terms of cost, logistics flow, and operation of radiation monitor in each stage

구분	분석 항목	선석	야드	게이트
비용 측면	시간대비 비용가치 정도	▲	▲	▽
	방사선감시기 운영비 발생 정도	▲	▲	▽
물류 흐름 측면	검색으로 인한 장비/차량의 정체 및 대기 가능성	▲	●	▽
	검색으로 인한 하역/이송작업과 충돌 가능성	▲	▲	▽
	동일화물의 중복검사 가능성	●	▲	▽
	2차검색 시 화물정보 획득 용이성 *	-	-	-
관리 운영 측면	반출 및 재수출 등의 작업 효율성	▲	●	▽
	최소 대수의 감시기 설치 가능성	▽	▽	▲
	전수조사 가능성	●	▽	▲
	2차검색 인력 활용 효율성	▽	▽	▲
	2차검색 시 차량 및 인력의 안전 확보 여부	▽	●	▲
	2차검색 부지 및 화물격리 등 장소 활용 효율성	▲	▲	▽
	검색 업무를 위한 차량 통제 용이성	▲	▲	▽
방사선 위험물질 격리 및 보호 정도	▲	▲	▽	

주: ▲: 높음, ●: 보통, ▽: 낮음

* 2차 검색 시 화물정보 획득여부는 감시기 설치위치 보다 화물정보 교환 프로세스 개선에 따라 결정되는 것으로 판단

6. 결 론

현재 전국 주요 항만에 설치된 방사선감시기는 기존 항만의 물류흐름의 지장을 최소화하는 범위에서 운영되어야 하며 동시에 효율적인 감시업무가 수행되어야 한다. 본 연구는 이러한 감시 효율 극대화를 위해 방사선감시기 설치 항만의 특징, 설치현황 및 운영환경을 분석하였다.

항만 내 방사선감시기는 비용, 물류흐름, 관리·운영 측면에서 게이트반출 단계에 설치되는 것이 바람직한 것으로 보인다. 방사선감시기 운영 최적화 방안으로써 게이트 외부에 2차 검색부지 확보와 화물정보파악을 위한 D/O 활용을 통해 신속한 검색 업무를 수행함으로써 항만 내 단절이 없는 물류흐름을 유지할 수 있을 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- [1] 한국원자력안전기술원(2015), 공항·항만 방사선감시기 운영 업무 절차서
- [2] 한국원자력안전기술원(2015), 공항·항만 방사선감시기 기술현황 분석
- [3] 원자력안전위원회(2013), 공항만 방사선감시기 설치·운영 효율화 방안 연구
- [4] 국토해양부(2010), 항만시설 확보율 제고에 따른 경제적·사회적 영향 평가
- [5] 한국산업안전보건공단(2009), 항만하역 안전관리 실태 및 개선 방안
- [6] 한국해양수산개발원(2009), 항만운영 성과평가 및 개선방안 연구