

동

향

## 화물 검색 기술

조규성

한국과학기술원  
원자력공학과 부교수

최근 들어 발생한 9.11 테러나 대규모 마약거래의 적발 등으로 인해 항만과 공항을 통하여 반입 반출되는 화물이나 승객의 휴대품에 대한 검색의 중요성이 큰 관심의 대상이 되고 있다.

이러한 검색은 크게 보안검색과 밀수검색으로 나누어 볼 수 있는데, 보안 검색이라 함은 항공기의 납치나 폭발, 자살테러와 같은 사건의 방지를 위하여 칼이나 권총과 같은 무기, 폭약 등을 탑승 전에 탑승객의 몸이나 휴대물품으로부터 찾아내는 것을 말하며 이는 주로 항공회사가 담당한다. 밀수 검색이라 함은 여행객의 수화물이나 합법적으로 교역되는 화물에 은닉하여 불법적으로 국외로 밀반출 하거나 국내로 밀반입되는 모든 종류의 물품에 대한 단속으로 주로 세관이 담당한다. 이러한 두가지 분류법은 다시 대상에 따라 개인검색, 소형화물검색, 대형화물 혹은 컨테이너 검색으로 분류할 수 있다.

현재 개인에 대한 검색은 보안검색과 밀반입 검색으로 구분되며 보안검색은 주로 금속류의 무기를 적발하기 위하여 탑승전 탑승객 전원에 대해 금속탐지기를 이용하여 검색하고 있으며, 밀반입검색은 주로 소량의 마약이나 지폐를 찾아내기 위하여 일부 입국인에 대해 행하며 첩보나 세관원의 경험에 의해 수행된다.

소형화물의 보안검색은 주로 폭약과 기폭장치의 적발이 가장 큰 목적이라고 할 수 있으나 입국자의 휴대화물 특히 기탁 가방에 대해서는 은닉 밀수물품에 대한 검색이 주로 이루어지는 데 이 두 가지 모두 엑스선을 이용한 투시탐지기를 사용하고 있다.



투시탐지기란 화물이 포장된 상태로 엑스선 탐색기를 통과하면 엑스선 검출기를 이용한 컴퓨터 모니터에서 포장된 화물의 내용물까지 영상으로 관찰할 수 있는 장비이다. 일반적으로 탑승객의 화물은 여러가지 물건이 혼재된 상태이므로 매우 복잡한 형상을 하고 있어 짧은 시간에 의심스러운 물품을 찾는 데는 다년간의 경험이 매우 중요하다.

최근 장비에는 폭약, 마약, 무기등 의심되는 물품에 대하여 자동으로 판독해주는 영상처리 기법이 사용되고 있으며 그 정확도가 증가하고 있다. 의심스러운 부분이 발견되면 수화물을 개봉하여 정밀검사를 실시하게 되며, 폭약, 마약의 경우 화학 혹은 개스탐지기를 사용하기도 한다.

최근 들어 보안검색의 중요성이 더욱 강조되고 있는 가운데 기존의 엑스선 투시탐지기가 한 방향 혹은 두 방향으로 조사한 엑스선의 투시영상을 보는 것에 비해 보다 발전된 3차원 단층영상 촬영기가 전세계 주요 공항에서 사용되기 시작하고 있으며, 또한 중성자를 이용한 폭발물 탐

지장비가 실용화를 목적으로 개발되고 있다.

대형화물 또는 컨테이너 검색은 주로 항만과 공항을 통하여 수출입시 반입 반출되는 물품에 대한 검사를 말한다. 이러한 대형화물은 그 포장 단위가 커서 이송시 기계장치를 사용하는 것이 보통이며, 특히 항공 화물의 경우 팔레트라 불리우는 트레이 혹은 견인차량이나 컨베이어를 이용하여 선적 및 운반을 하게 된다. 수출입 물량의 거의 대부분을 차지하는 항만 화물의 경우 포장이 불가능한 원자재나 특별한 모양의 물품을 제외하고 거의 표준화된 컨테이너를 이용하고 있어 물품 선적 및 하선의 속도를 증가시켜 무역 경비를 크게 절감하고 있다.

현재 우리나라는 세계 10대 교역국의 하나이며 국내 수출입 화물의 70% 정도를 차지하는 부산항은 세계 100여 개국 500여 항만과 교역을 하고 있으며 연간 13,000척의 타국적 선박이 기항한다. 가장 보편적인 교역수단인 길이 20피트(높이 및 너비는 각각 2.4 m) 컨테이너를 기본단위

로 보았을 때 부산항은 연간 오백만TEU(twenty-foot equivalent unit)의 물량이 반입되고 또 비슷한 정도의 물량이 반출된다. 하나의 컨테이너를 두 세 사람의 인력이 검사한다고 할 때 최소한 서너시간이 걸리는 것을 고려하면 전량 검사란 애초부터 불가능하다. 따라서 화물 및 운송자료에 대한 다각적인 분석이나 첩보에 따른 선택적 검사가 이루어질 수 밖에 없다. 세계 각국의 세관은 선택에 대한 나름대로의 노하우를 가지고 있으며, 누적된 경험을 체계적으로 이용하기 위해 각고의 노력을 경주하고 있지만 국제 무역의 증대에 따른 끊임없는 물량의 증가와 보다 지능적이고 기술적인 은닉포장방법의 변화에 대해 검사인력의 근본적인 제한성은 선택방법의 개선을 무력화 한다. 따라서 보다 많은 양의 물품에 대하여 포장을 일일이 개봉하지 않으면서 신속하게 검사할 수 있는 방법의 개발은 필수 불가결한 것이었다.

이러한 대형 컨테이너 검색에 대한 획기적인 기술개발은 고에너지의 방사선을 이용한 검색시스템의 개발로 인해 가능해졌다. 이 방식은 원리

적인 면에서 소형화물에 대한 엑스선 투시검색기와 비슷하나 검색 대상 물량이 크기때문에 보다 투과력이 높은 고에너지의 방사선을 사용하여야 한다는 점이 다르다. 소위 컨테이너 검색장비는 현재 로테르담항, 홍콩항등 세계 주요항구에서 이미 수년 전부터 사용되고 있으며, 전 세계적으로 10여개의 기업이 생산하고 있다. 우리나라에도 도입이 추진중이어서 곧 본격적으로 사용될 전망이다.

컨테이너 검색 장비는 장비자체의 이동가능성에 따라 고정형 및 이동형으로 분류할 수 있다. 고정형 검색장비는 일반적으로 검색장비를 일정한 장소에 설치하여 사용하며 검색대상을 검색시설내부로 이송하는 컨베이어 시설이 필요하며 일반적으로 입구와 출구가 건물의 반대쪽으로 놓이게 된다.

이동형 검색장비는 주로 방사선원과 검출기를 C 자 형태의 붐으로 연결하고 이중 한가지를 차량에 장착한 검색차량을 사용한다.

검색대상물을 위치 시키면 붐을 펼치고 검색차량을 이동하여 스캔하게 된다.

고정형과 이동형의 장점을 추구한 것이 조립



이동형 검색장비인데 검색장비일체를 일정한 크기의 가건물 혹은 빈 공간에 설치하여 사용하고, 필요시 검색장비와 가건물을 타지역으로 이동설치하여 사용할 수 있다.

이러한 컨테이너 검색장비에서 사용하는 방사선원으로는 엑스선관, 선형가속기, 감마선발생동위원소등이 사용되며, 방사선원의 세기와 방사선의 에너지에 따라 투과할 수 있는 대상체의 무게나 두께에 제약이 있게 된다. 일반적으로 고에너지일수록 투과력이 높아 깊숙이 감춰진 물품도 찾아낼 수 있지만 필요이상으로 높게 되면 오히려 영상의 질이 저하된다. 영상의 질은 단순히 투과력에만 관계되는 것은 아니고 영상을 실제로 만드는 검출기의 성능과 조밀한 정도 그리고 영상처리 소프트웨어의 성능에 따라 복합적으로 결정된다. 또한 일부 특정 검색장비는 중성자선을 사용하는 데, 감마선이나 엑스선이 대상물체의 밀도차를 이용하여 영상을 만드는 데 비해, 중성자의 경우 대상물체의 일부화학적성분에 대해 민감하게 반응하므로 마약이나 폭발물의 탐색에 있어 높은 선택성이 장점으로 부각되기도 한다.

현재 우리나라는 해당되지 않지만 공항이나

항만이 아닌 육로 국경을 가지고 있는 국가에서는 차량이나 열차를 검색하는 장비들도 사용되고 있으며, 이들 경우 컨테이너 검색장비와 비슷한 정도의 투과력을 필요로 한다. 또한 일부 장비는 방사선이 대상체와 부딪혀 반대방향으로도 산란되는 성질을 이용하여 투과하는 방사선의 영상이 아닌 반사하는 방사선의 영상을 이용하여 눈으로는 보이지 않으나 견인차량 외부 부대장치나 컨테이너 벽 바로 뒤에 감춰진 은닉물품을 찾는 장비도 개발 사용하고 있다.

앞으로도 화물 검색장비는 검색시간의 단축, 영상화질의 개선, 은닉물품의 자동탐지기능 보유 및 정확도 향상 등 끊임없이 그 성능이 개선될 것이고, 가격 역시 시장의 확대에 따라 지속적으로 낮아지고 있어 보급률이 높아질 전망이다. 하지만 이러한 하드웨어적인 측면의 개선 외에 반드시 수반되어야 하는 것이 소프트웨어적인 측면, 즉 사용의 주체인 검색요원의 높은 수준이 요구된다. 이를 위해서는 다양한 검색 경험의 효율적인 활용을 위한 체계적인 방안과 새로운 은닉방법에 대처하기 위한 지속적인 노력이 반드시 필요하다고 하겠다. **KRIA**