

Recent Trends in Food Inspectors and Monitoring Systems

식품 검사기와 모니터링 시스템의 최신 동향

植山英弘 / 안리츠인피비스(주) 마케팅부 판매기획과

I. 서론

2020년의 시작과 함께 찾아온 코로나19의 확산으로 전 세계가 어려움을 겪고 있다. 학교에서는 휴교나 원격수업을 하고 각 기업에서는 재택근무를 추진하고 있다. 사람의 생명과 직결된 식품 분야에서는 음식점에서의 소비에서 가정에서의 소비로 그 수요가 이동하고 있고, 냉동식품이나 반찬의 매출이 대폭 증가하면서 그 분야 식품공장의 가동률이 급증하고 있다고 한다. 식품공장에서는 한정된 자원으로 생산량 증가를 해결하기 위해 생산, 포장, 검사에 관한 기계의 고성능화를 통해 인력 부족을 보강하는 방법을 적극적으로 추진하고 있다.

다음에 식품공장에서 클레임이 되기 쉬운 이물질 검사기와 계량제도의 개정으로 특정 계량기가 된 중량선별기의 동향과 이들 검사기의 측정 데이터를 활용하는 모니터링 시스템에 관해 소개한다.

II. 금속검출기

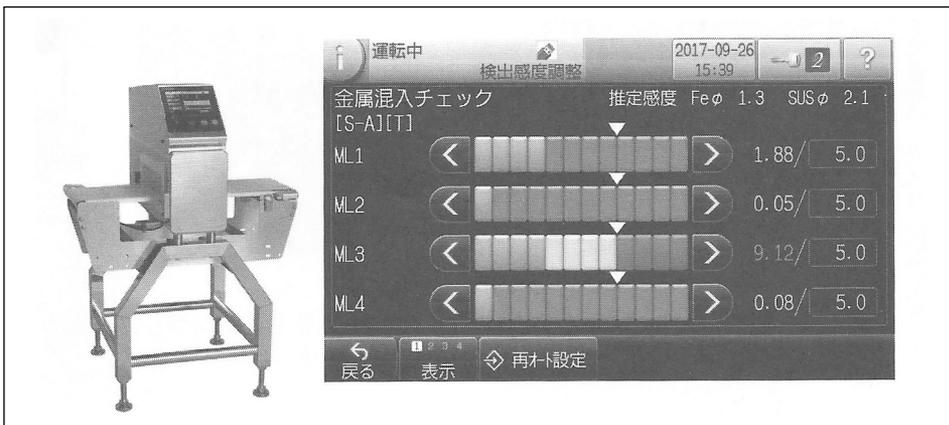
일본에서 2020년은 식품공장에 있어서 HACCP 의무화의 원년이라고 할 수 있는 해이다. 2018년 6월에 가결된 개정 식품위생법에 의해 2020년 6월부터 식품을 취급하는 전 사업자에 대해 HACCP에 의한 위생관리 의무화가 결정됐기 때문이다. 법률 시행에서부터 1년 후인 2021년 6월에 완전 제도화가 개시되기 때문에 이 1년은 공장 스스로의 최종 수정 기간이다.

일반적으로 이물질 혼입 검사는 금속검출기를 통해 하고 있다. 금속검출기는 안리츠에서

도 35년 넘는 역사를 가진 대표적 식품검사기이다. 금속검출기에는 일반용과 알루미늄포일 포장재용의 2가지 타입이 있는데, 각각 금속 이물의 검출방법이 다르다. 가장 큰 차이는 금속의 검출에 이용되는 자계의 종류이다. 일반용은 교류 자계를 이용하고, 알루미늄 포장재용은 직류 자계를 사용하기 때문에 검출할 수 있는 금속의 종류가 다르다. 일반용에서는 모든 종류의 금속이 검출대상이 되지만, 알루미늄포일 포장재용은 비 자성의 알루미늄포일에만 반응하기 때문에 자성 금속은 검출 대상이 아니다. 최근에는 알루미늄포일을 발견, 검사할 수 있는 X선 검사기가 보급돼 알루미늄포일 포장재용 금속검출기의 활약 기회가 축소되고 있다.

일반용 금속검출기의 최신 트렌드로 금속 이물질의 검출감도 향상을 위해 자계의 주파수 대와 신호처리방식의 다수화가 있다. 예전부터 안리츠에서는 동시 2주파 자계 검출방식을 적용해 자성 금속과 비 자성 금속을 각각 고감도로 검출할 수 있도록 추진하고 있다. 최신 모델인 'M6-h'에서는 자성, 비 자성 금속의 검출에 있어서 적합한 자계의 종류를 각각 선택할 수 있다. 또 다른 트렌드는 신호처리방식을 복수 실장하는 것이다. 금속검출기는 검출 헤드라고 하는 터널 부분에서 발생하는 자계 변동을 감시해 정상적인 피검사품인지, 금속이 혼입한 피검사품인지를 판별하고 있다. 그런데 정상적인 피검사품이 검출 헤드를 통과할 때에도 자계에 변동을 일으키고, 피검사품의 종류, 크기, 포장형태에 따라 자계에 미치는 변동의 양이나 특성이 변화한다. 금속검출기가 미세한 금속이 혼입된 피검사품을 발견하는 데에는 정상품이 검출 헤드를 통과할 때에 일어나는 자계 변동을 감쇠시킬 필요가 있다. 실제로는 정상품이 자계에 미치는 영향을 자기신호로 바꾼 다음에 그것을 쳐서 없애는 신호처리를 실시하고 있다. 다양한 제품, 즉 다양한 패턴의 신호 특성에 대응할 수 있도록 금속검출기에는 미리 꽤 많은 신호 패턴을 탑재하고 있어서 정상품을 10수회 보내면 자계 주파수의 선택과 동시에 최적의 신호처리 패턴이 자동으로 선택되도록 되고 있다. 이것

[그림 1] 최신 금속검출기 M6-h와 측정 화면



은 X선 검사기의 영상처리 알고리즘이 자동으로 선택할 수 있는 것과 같은 이미지이다. 그 결과, 최신 금속검출기 M6-h의 측정 화면은 기존 자성과 비 자성의 금속반응을 나타내는 인디케이터는 물론, 앞에서 서술한 피검사품에 적합한 신호처리를 실시한 인디게이터가 자성, 비 자성 모두 하나씩 첨가돼 기존 기계보다 한 단계 위의 검출감도를 실현하고 있다 ([그림 1]).

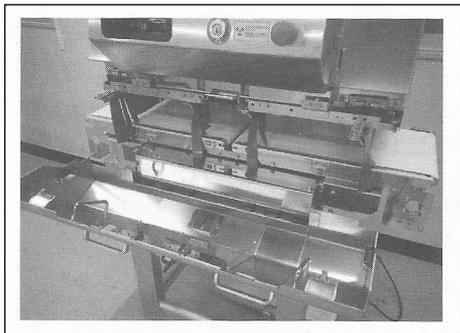
III. X선 검사기

X선 검사기는 최근 이물질 혼입 검사를 위한 전용기에서 복합검사기로 그 활약의 장을 넓히고 있다. X선 검사기는 그 이름과 같이 X선을 이용한 투시검사기로, X선 관에서부터 조사되는 X선을 피검사품에 맞춰 투과한 X선 양을 X선 센서로 받아 영상화 하고, 용도에 따른 검사를 실시한다. 현재 표준적으로 실시할 수 있는 검사는 이물질 혼입 검사를 필두로, 내용량의 증감을 감시하는 곱셈검사, 형태 불량률 조사하는 형상검사, X선 투과화면에서부터 질량을 구하고 상하한과 비교하는 상대질량검사, 그리고 포장재의 썬 영역에 끼인 물질이 없는지를 감시하는 끼임검사이다. 특히 끼임검사는 카메라로 피검사품을 촬영 · 식별하는 방식, X선에 의한 투과 방식, 그리고 카메라와 X선을 조합시킨 방식 등 복수의 제조사가 다양한 방식을 적용하며 개발이 활발히 진행되고 있다. 이 글에서는 X선에 의한 끼임검사의 최신 기술에 관해 소개한다.

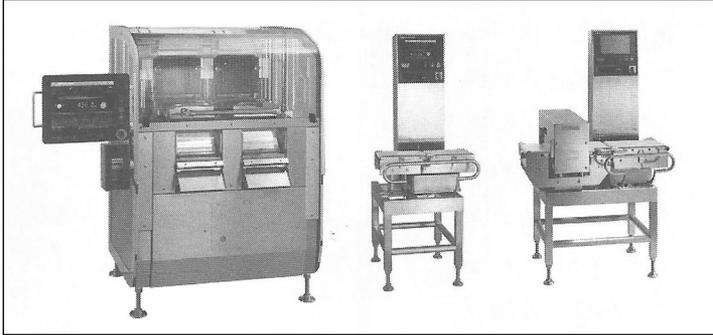
일반적인 X선 검사기는 X선 관에서 발생한 X선을 벨트 컨베이어로 반송된 피검사품에 조사하고, 벨트 컨베이어 아래에 위치한 X선 센서로 투과한 X선의 양을 측정하는 구조로 되고 있다. 특히 끼임검사의 경우, 썬 공정에서 식품 조각은 포장재와 함께 압착되기 때문에 찌그러지거나 얇아져 X선을 투과하기 쉬운 영상화가 어렵다. 끼인 물질을 영상화 할 때에 가장 큰 장애물은 컨베이어 벨트이다. 표준적인 X선 검사기는 컨베이어 벨트 아래에 X선 센서가 있기 때

문에 컨베이어 벨트보다 투과하기 쉬운 물질을 영상화 할 수 없다. 그래서 고감도의 끼임검사전용 X선 검사기에서는 벨트 컨베이어의 유닛을 X선 센서 위에서 분할하고, X선 센서 위에는 피검사품만 있는 상태로 매우 얇은 끼인 물질도 영상화해 검출할 수 있도록 했다([사진 1]). 또한 이 방식은 얇은 포장재의 검지에도 효과적이다. 끼임검사에서는 포장재 자체가 영상화 할 수 없는 툴 영역을 특정할 수 없기 때문에 검사대상이 안 된

[사진 1] 끼임검사용 X선 검사기의 특징적 컨베이어 구조



[사진 2] 각종 중량선별기의 모습. 왼쪽에서부터 캡슐용 표준타입, 금속 검출부 탑재 타입.



다. 그리고 피검사 품과 X선 센서 사이에 장애물인 컨베이어 벨트가 없으면, 얇은 포장재도 영상화할 수 있고 썬 영역도 식별할 수 있어서 검사를 할 수 있다. 실제 생산에서는 썬

영역의 단면이 반송 중 벗겨져 검사기가 두께를 검출해 오검출하는 경우가 있다. 초기 끼임 검사에서는 이 현상이 검사기 도입에 대한 과제가 되는 경우가 많았는데, 최신 모델에서는 포장재 단면의 벗겨짐을 상징할 수 있는 영역을 지정해 개별 검출 한계를 설정할 수 있도록 했다. 이러한 기술을 사용한 X선 검사기도 최근 보급되기 시작했다.

IV. 중량선별기

중량선별기(weight checker)는 식품공장뿐만 아니라 다양한 업계에서 제품검사에 이용하는 범용적인 기계이다. 최대 특징은 벨트 컨베이어로 운반된 계량품을 정지하지 않고 계량하고, 규격 내 중량인 것을 검사할 수 있다는 것이다. 계량범위나 계량품의 크기, 계량정밀도에 따라 중량선별기에는 다양한 기종이 존재한다. 가장 가벼운 계량품으로 수 mg의 의약품을 측정하는 것이 있고, 무거운 계량품으로는 50kg 상자에 들은 계량품도 있다. 또한 금속검출기가 보조 컨베이어에 탑재되어 있는 것도 있다([사진 2]).

물론 계량정밀도는 계량품의 무게나 저울의 종류에 따라 다르다. 중량선별기에 사용되는 저울에는 3종류가 있는데, 차동트랜스방식, 로드셀방식, 포스밸런스방식이 있다. 현재에는 로드셀방식과 포스밸런스방식이 주류가 되고 있다. 또한 범용기에는 로드셀방식, 고정밀도기에는 포스밸런스방식이 일반적으로 적용된다. 포스밸런스방식은 계량품의 무게와 전자석에 의한 힘의 평균을 이용하기 때문에 로드셀방식에 비해 고속 반송 시에도 계량정밀도가 뛰어나다. 또한 저울의 큰 적이라 할 수 있는 탁상 진동에도 강하다. 결점은 저울의 구조가 복잡해지기 쉽기 때문에 중중량 저울을 만들기 어렵다는 것과 가격이 로드셀에 비해 고액이 되기 쉽다는 점이다.

중량선별기 분야에서의 최신 토픽은 계량제도의 개정에 의한 중량선별기의 특정 계량기화

이다. 일본에서는 2017년 9월 30일까지 중량선별기와 같은 자동저울은 특정계량기의 범위에 넣지 않고, 공장 등에서 생산되는 제품의 중량관리를 위해 지속적으로 사용하는 검사기로 취급했다. 그러나 최근 중량선별기를 특정 계량기 범위에 넣고, 거래, 증명에 중량 규격이 있을 때에는 반드시 사용해야만 하는 계량기로 취급하고 있다.

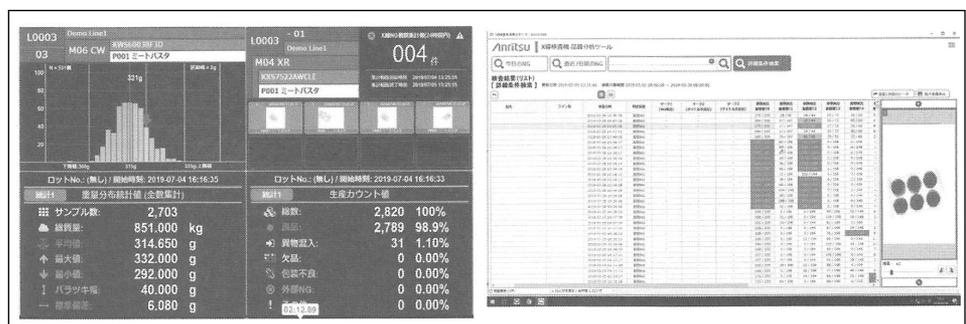
계량제도에서 중량선별기는 자동포착식은 저울이라고 불리지만, 2022년 4월 1일 이후에 새롭게 거래·증명에 사용하는 기기는 검증을 합격해야만 한다. 그리고 2022년 4월 1일 전에 이미 거래·증명에 사용되고 있는 기기는 2025년 4월 1일 이전에 검정을 받고, 합격하지 못한 거래·증명에 사용할 수 없다. 검정 합격 후에는 2년마다 검정을 받아야하기 때문에 중량선별기별로 검수계획을 미리 세워둘 필요가 있다. 또한 검수비용에 관해서는 국립연구개발법인 산업기술종합연구소가 검정 실시 수수료를 책정, 이 가격을 참고로 각 지정검정기관이 개별적으로 수수료를 설정한다.

V. 모니터링시스템

금속검출기, X선 검사기, 중량선별기는 주로 생산공장의 포장공정 뒤에 배치되는 경우가 많다. 즉 소비자에게 전달되는 제품 형태가 된 후의 최종검사단계에서 운용되는 것이다. 검사기는 제품의 불량 여부를 판정하고 불량품을 출하품에서 배제하는 것을 목표로 배치되기 때문에 제품을 통과시킬지 또는 배제할지를 정확히 판별하고 선별장치를 동작시켜야 임무가 완료된다. 그러나 최근에는 검사기를 모니터링하고, 생산 상황을 파악해 원재료의 배분이나 완료시각의 추정 등 생산효율 향상에 도움을 주고, 출하한 제품의 검사기록을 모두 보존해 품질 기록으로써 활용하는 경우가 증가하고 있다.

동사에는 각 검사기와 컴퓨터를 네트워크로 접속해 검사기의 동작 상황의 표시나 검사 데이터의 수록, 검색을 목적으로 한 'QUICCA'라고 하는 모니터링시스템이 있다. QUICCA는 현재 제

[그림 2] QUICCA3의 생산 상황 표시와 X선 투과영상 분석화면



3세대까지 나와 있다. Web 브라우저로 검사기의 검사·동작 상황이나 축적된 데이터를 바탕으로 일일보고, 주간보고, 월간보고 등 품질·생산 보고서의 자동 작성, X선 투과 영상의 조건 검색, 제품에 2차원 코드 등 식별자를 부착해두면 검사데이터의 추적 등에 이용할 수 있다.

다음에 식품에 대한 이물질 혼입 클레임 발생 시에 이 시스템을 사용한 방법을 소개한다. 식품 제조사는 소비자로부터 매년 일정한 수의 이물질 혼입 클레임을 받는다. 고객상담실이나 품질보증부문은 소비자로부터의 클레임 정보를 바탕으로 사실관계를 조사, 보고, 대응을 추진하는데, 가장 시간이 많이 걸리는 공정은 자사 공장에서 생산한 제품에 대상 이물질이 혼입한 상태로 출하된 사실의 유무 판정이다. 앞에서 서술한 것처럼 이물질 혼입 검사기는 기준이 되는 테스트 피스에서 검사기의 검출감도를 정기적으로 확인하며 운용하고 있지만, 혼입한 이물질을 검출할 수 있는 것을 확인하고 있다고 말할 수는 없다. 즉 검사 시에 대상 이물질의 혼입이 있는지 없는지를 알 수 없다. 물론 대상 이물질과 제품을 가지고 검사기로 검출할 수 있는지 어떤지를 조사하는 것은 가능하지만, 클레임 발생 시에서부터 장시간 경과했을 수도 있고, 소비자에 대한 이미지도 악화하기 쉽다.

QUICCA를 인스톨한 PC 화면에서 이물질 혼입 검사기의 검사 데이터를 거꾸로 확인할 수 있다면 어떻게 될까? QUICCA에서는 X선 검사기의 검사 데이터를 X선 투과 영상별로 수록할 수 있기 때문에 만약 제품 개체를 식별할 수 있는 코드가 있으면, 순식간에 검사 시 판정 결과와 X선 투과영상을 확인할 수 있다. X선 검사기로 양품 판정을 받았다 해도 X선 검사기의 검출대상이 되는 경질 이물질이라면 X선 투과영상을 PC 화면상 눈으로 식별할 수 있다 (그림 2)). 또한 이물질의 특징을 알 수 있으면, 지금까지 동일 공장에서 생산된 제품을 대상으로 X선 검사기의 측정 데이터에서부터 유사 반응을 나타낸 것을 추출하고, PC 상에서 X선 투과영상을 확대해 전열의 유무도 확인할 수 있다. X선 검사기는 금속계 경질 이물질은 좋은 감도로 검출할 수 있지만, 금속보다 밀도가 부족한 수지나 고무 등은 검사기의 성능에 따라 검출범위에 차이가 있기 때문에 검사 시에 수집한 특정 데이터 항목에 PC 상에서 한계를 설정하고 검사데이터를 압출하면 의심되는 데이터를 고효율로 목시검사할 수 있다.

VI. 결론

이 글에서는 주로 식품공장의 포장공정 후에 운용되는 금속검출기, X선 검사기, 중량선별기의 최신 토픽과 그들 검사기의 검사 데이터를 수록·활용하는 모니터링 시스템 'QUICCA'에 관해 소개했다.

현재 일본에서는 노동인구의 감소와 코로나19 사태의 대응을 위해 생산현장의 인력 절감화, 효율화가 더욱 요구되고 있다. 이러한 문제에 적극적으로 대응할 수 있고, 품질 보증 분야에서도 공헌할 수 있는 검사시스템의 구축을 위해 노력할 것이다. 