



금속검출기와 X선 검사기

Metal Detectors and X-ray Inspection Systems

技 山 英 弘 / ANRITSU산업시스템(주) 개발본부 CS기술부

1. 서론

비파괴방식의 검사기는 여러 가지 용도로 이용되고 있어서 우리들 일상 생활속에서도 많이 접할 기회가 있다.

예를 들면 금속 검출기라고 하면 공항의 탑승구 부근에 설치되어 위해 요인이 되는 금속의 기내 반입을 방지하는 검지기를 우선 떠올릴 수 있다.

이 금속 검출기는 서치 코일이 들어있는 게이트를 사람이 통과하고 금속 반응을 검지했을 때 알람이 울려 위해 요인의 금속을 휴대한 인물의 기내탑승을 막는 역할을 한다.

또 X선 검사기는 의료세계에서 매일 이용되는 렌트겐 장치가 떠오르는데 렌트겐 장치는 X선을 인체에 조사하여 얻어지는 투과 화상을 토대로 의사가 병원인 발견에 사용한다.

이번에 소개하는 금속검출기[사진 1]와 X선 검사기[사진 2]는 전술한 검사기와 기본적으로 같은 동작을 하지만 주로 식품 제조라인에서 사용됨을 전제로 개발된 검사기이다.

이들 검사기는 최근 식품의 안전, 안심을 위협하는 요인으로 되는 이물질 혼입을 식품 제조 단계에서 방지하기 위해서 1995년 PL법의 시행 전후부터 식품 제조라인에 널리 사용하게 되었다.

1. 금속검출기

금속검출기는 장치 전체의 제어와 검사결과를 표시하는 지시기, 심장부라고도 할 수 있는 검출헤드, 벨트컨베어로 대표되는 반송기구로 구성된다.

그 중에서도 검출 헤드는 동축형, 대향형, 영구자석형의 세 종류가 있지만 최근의 동향으로서는 가장 검출 감도가 높은 동축형 검출헤드를 장착한 금속검출기가 가장 많이 사용되고 있다.

여기서는 동축형 검출헤드 금속검출기를 예로 들어 동작 원리를 설명한다.

금속검출기는 교류자계를 피검사품에 대고 금속에 의한 자계의 미세한 변동을 검출하여 이물질 금속의 혼입을 판정한다.

[사진 1] 금속 검출기



금속에 의한 자계의 변동은 그 금속이 자성 금속인지 비자성 금속인가의 여부에 따라 변화하는 성질이 달라서 그 성질을 이용하여 여러 가지 금속을 검출한다.

일반적으로 같은 사이즈 금속의 경우, 철로 대표되는 자성 금속이 스테레스 등 비자성 금속보다도 검출감도가 높아서 작은 사이즈까지 검출이 가능하다는 특징을 갖는다.

최근에는 피검사품에 대한 교류자계의 주파수를 동시에 두 종류를 사용하여 자성금속과 비자성금속을 보다 고감도로 검출하는 기술도 사용되어 지고 있다.

〈금속검출기의 운용 포인트〉

금속검출기는 금속 이물질이 혼입된 제품을 제조라인에서 제거할 목적으로 운용된다.

이 목적을 달성하고 유지함에 있어서 주의해야 할 점을 서술해 본다.

- 1) 제거해야 할 금속 사이즈를 명확히 해야한다

[사진 2] X선 검사기



다. 몇 년전에는 금속검출기를 사용하면 어떤 종류, 어떤 크기의 금속이라도 검출할 수 있다고 하여 도입된 예도 많다고 들었다.

그러나 실제의 금속검출기는 피검사품이 가지는 이상의 영향을 나타내는 종류나 크기의 금속이 검출대상으로 된다. 또 온도나 함유수분 등의 상태 변화에 따라 피 검사품이 나타내는 영향이 증감된다.

금속검출기는 이러한 성질을 가진 검사기라는 것을 이해하고 현실적으로 제거 가능한 금속 사이즈를 정의하여 운용해야 한다.

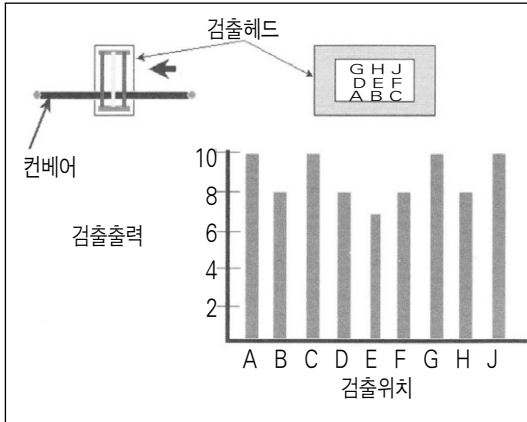
제거할 금속의 사이즈는 일반적으로 테스트 피스로 불리우는 시험 금속구를 이용하여 관리기준으로 하나 거래처에 금속관리기준이 있는 경우나 사내 기준이 이미 확립되어 있는 경우는 금속 검출기의 도입전에 실험을 해서 이들 기준에 맞는가를 확인해야 한다.

- 2) 초기치 등록은 생산상태에서 실시한다.

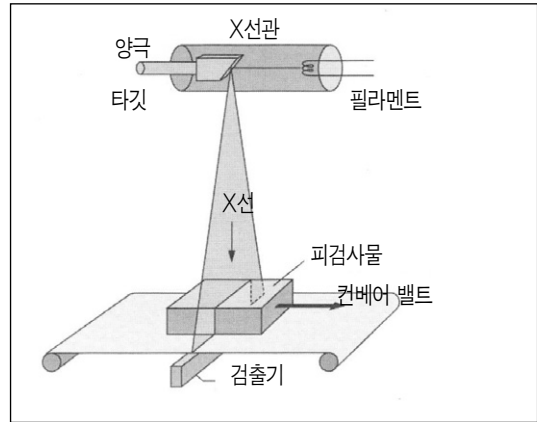
금속 검출기는 검사를 시작하기 전에 금속 혼



[그림 1] 동축형 검출헤드의 부위별 검출 강도차



[그림 2] X선 검사기 원리



입이 없는 피검사품의 영향을 확인 또는 기억할 필요가 있다.

이 작업을 실시할 때는 반드시 통상의 생산상태와 같은 조건에서 실시할 필요가 있다.

금속검출기는 동작원리함에 서술한 바와 같이 자계의 변동을 감지하여 금속 혼입을 판단하기 때문에 다른 생산설비가 발생하는 자계도 포함하여 혼입금속의 검출강도가 결정된다.

극단적인 예를 들면 다른 생산설비가 가동하지 않을 때에 금속검출기의 초기 등록을 하였지만 생산설비가 움직이기 시작함과 동시에 오검출을 시작하는 예가 있다.

이 예에서는 생산설비가 가동 중에 초기치 등록을 하는 것으로 오검출을 경감할 수 있다.

3) 검출강도의 확인은 검출헤드의 특징을 이해하고 실시한다.

검출강도는 검출헤드 개구부의 어떤 곳에서도 동일하다는 것이 아니라 강도와 좋은 부위, 나쁜 부위가 존재한다.

또 검출헤드의 종류에 따라 강도분포가 다르

다. 따라서 검출강도의 확인을 할 때는 검출헤드의 종류를 확인하고 강도가 나쁜 부위에 가깝게 해서 피 검사물에 테스트 피스를 붙여 시험을 할 필요가 있다.

금속검출기는 검출헤드의 구조에서 검출강도의 차이가 나므로 검출강도가 나쁜 부위에서 검출할 수 있는 테스트 피스는 기타의 위치에서도 반드시 검출할 수 있다.

[그림 1]은 동축형 검출헤드의 분위에 따른 검출강도 차이를 나타내며 동축형의 경우 가장 강도가 나쁜 곳은 그림속의 E 위치이다.

2. X선 검사기

X선 검사기는 피검사품에 X선을 조사, 그 투과량을 검출기로 감지하여 작성되는 투과화상으로 이물질을 검지한다[그림 2].

검지기에서 감지하는 X선 투과량은 물질마다 다른 X선 흡수량(투과율)에 의해 피검사품과 이물질을 식별한다.

[표 1] 물질과 X선의 투과율(흡수량) 관계

원소명	수소	탄소	질소	산소	규소	칼슘	철	납	
원소번호	H	C	N	O	Si	Ca	Fe	Pb	
원자번호	1	6	7	8	14	20	26	82	
밀도	0.09	2.25	1.25	1.43	2.34	1.54	7.86	11.34	
원자번호 · 밀도	0.09	13.50	8.75	11.44	32.76	30.80	204.36	929.88	
X선 흡수량	작다							크다	

[표 1]에 나타내지만 물질의 원자번호와 밀도의 곱이 클수록 검출하기 쉬운 물질로 된다.

[그림 3]은 이물질 검출개념을 나타내며 경질 이물질이 혼입된 피검사품에 X선이 조사되었을 때 검출기에 의해서 감지하는 X선 투과율 차이를 모식화하고 있다.

피검사품은 경질이물질에 비교해서 X선 투과율이 높아지기 때문에 경질 이물질 X선 투과율과 명확한 차이가 나타난다.

그러나 현재 X선 검사기에 요구되는 이물질 검출성능은 경질이물질의 대표인 금속의 검출에 한하지 않고 수지나 생태부위인 뼈 등 비교적 연질인 물질까지를 검출의 대상으로 한다.

연질물질은 피검사물의 X선 투과율과 비해 차이가 적어서 단순한 투과율 비교율로는 식별을 할 수 없다. 이와 같은 경우는 화상처리기술을 활용하여 피검사품의 영향을 쇠퇴시켜 이물질의 영향을 보이도록 한다.

현재의 X선 검사기는 이 화상처리기술의 성능이 이물질의 검출 감도를 결정한다.

2-1. X선 검사기의 운용포인트

X선 검사기를 운용할 때에 주의해야 할 피검사품의 두께, 반송속도, 감도확인 방법에 관해서 설

명한다.

1) 피검사품의 두께

X선 검사기는 X선의 조사방향에 대해서 피검사품의 두께가 얇을수록 X선이 투과하기 쉬워져서 피검사품보다 X선이 투과하기 어려운 이물질은 투과화상으로 되기 쉬워 검출하기 쉽다.

따라서 피검사품이 아주 얇은 단계에서 검사할 수 있는 쪽이 검출감도는 유리해진다.

예를 들면 출하형태가 두개 겹친 골판지 포장이면 골판지 포장전의 한개의 상태에서 검사하는 것이 이물질 검출 감도가 높아진다.

2) 피검사품의 반송속도

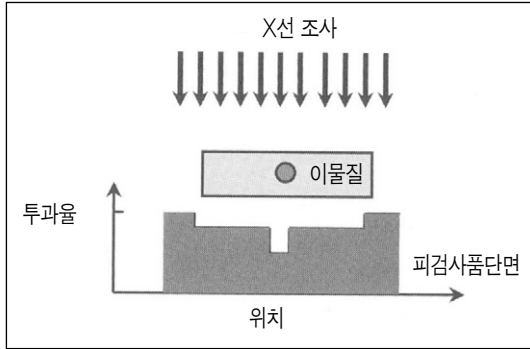
X선 검사기의 검출기는 몇 종류가 있지만 피검사품을 반송하는 속도에 따라 검출감도가 변화한다.

일반적으로는 X선 검사기 메이커가 규정하는 정규 속도를 초과하면 이물질의 검출속도가 저하된다. 또 거꾸로 극히 낮은 속도가 필요할 경우는 X선 조사량이 과대로 되는 것을 방지하기 위해 X선 검사기 자체가 최저속도의 리미트를 가지는 것이 많다.

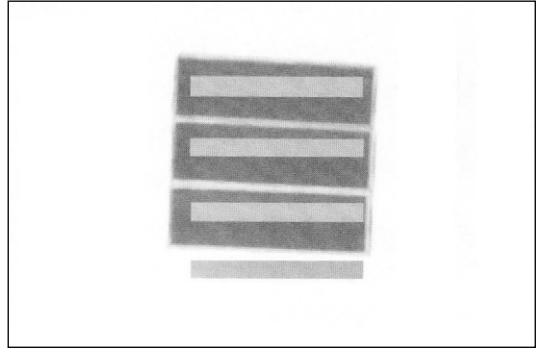
이와 같은 반송속도에 관해서는 도입을 검토하는 라인의 상황을 보고 사전에 메이커와 상담할



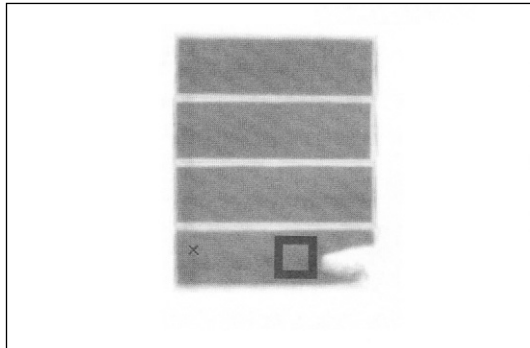
[그림 3] X선 투과 개략도



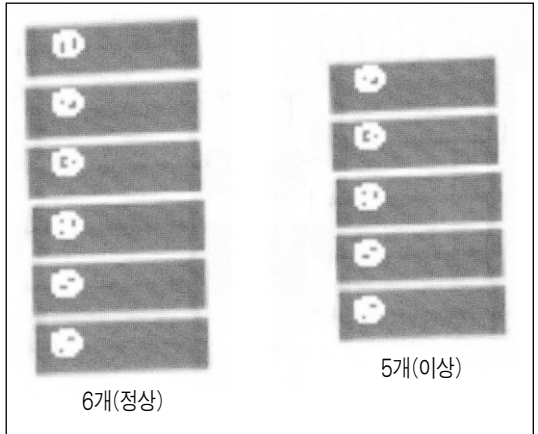
[그림 5] 결품 검출 예



[그림 4] 깨짐 검출예



[그림 6] 내용양수 검사결품 검출 예



것을 추천한다.

3) 검출감도의 확인

X선 검사기도 금속 검출기와 마찬가지로 테스트 피스를 사용하여 검출감도의 확인을 할 필요가 있다.

그러나 X선 검사기는 금속 검출기처럼 기기의 구조에 기인하는 검출감도의 강약이 특정키 어렵기 때문에 테스트피스를 붙이는 위치의 정의가 어렵다.

피검사품은 전면 균일한 밀도를 가지는 물질은 드물고 투과화상을 보면 상에 농염이 있기 때문에 테스트 피스를 설치하는 위치에 따라 검출 가

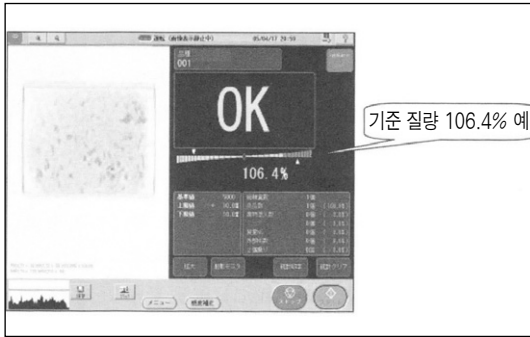
부가 바뀌는 것도 있다.

따라서 감도를 확인할 때는 테스트 피스를 피 검사품에 설치할 위치를 몇 곳 바꾸면서 시험하여 어떤 위치에서도 확실하게 검출할 수 있는 것을 확인할 필요가 있다.

2-2. 영상 검사와 결품 검사

X선 검사기는 그 이름이 나타내는 바와 같이 이물질의 혼입을 검출할 목적으로 개발되었다.

[그림 7] 상대질량에 의한 결품검사 화면



그러나 투과 화상 연구를 진행하는 과정에서 이물질 검출 이외의 용도로도 주목받기 시작하여 제품 형상이나 과대량, 결품 등의 검사에도 적용하게 되었으며 이하에 그 일부를 소개해 본다.

1) 형상 검사[그림 4]

형상 검사에서는 피검사품의 주위장 등의 차이를 비교하여 양품과 깨짐 발생을 판별하는 깨짐 검사와 투과화상의 화소수의 증감을 감시 판별하는 결품 검사가 실용화되고 있다.

2) 결품검사[그림 5]

결품 검사는 제품이 필요로 하는 정규수량의 존재를 검사하는 기능이다.

투과화상의 화소수나 규정된 위치에서의 제품은 유무를 정상품과 비교하는 것에 의해 판별한다.

3) 내용량 검사[그림 6]

내용량수 검사는 내용물이 독립되어 있는 검사품의 대상으로 되며 투과화상으로 구성물의 전체를 식별하여 정규 수량과 비교 판별한다.

4) 상대 질량검사[그림 7]

상대질량 검사란 투과화상으로부터 검사품의 질량을 상대적으로 산출하여 양의 증감을 검사하

는 기능이다.

일반적으로 이용되어 온 화소수에 의한 결품 검사의 약점을 극복할 수 있고 내용물에 기울기가 발생하는 검사품도 유효하게 양의 증감검사를 할 수 있다.

5. 마무리

지금까지 식품제조 현장에서 이물질 혼입을 방지하기 위해서 활약하고 있는 금속검출기와 X선 검사기의 기본적인 동작원리와 운용상 포인트를 중심으로 소개하였다.

최근에는 고성능이 늘어나 이물질 검출강도가 매년 상승하고 있지만 바르게 사용해야만 검사기가 성능을 발휘한다. 우리 검사기 메이커는 고성능, 고기능 장치를 개발함과 동시에 누가 사용해도 같은 성능을 유지할 수 있도록 정보의 제공을 계속해 나가고자 한다. ☎

기술원고를 모집합니다.

**포장과 관련된 신기술을
발표할 업체와 개인은
‘월간 포장계’ 편집실로
연락주시기 바랍니다.**

**편집실 : (02)2026-8655~9
E-mail : kopac@chollian.net**