



금속검출기 최신 동향

Recent Trend of Metal Detector

得津治範 / (주)이시다 기술부

1. 서두

금속검출기는 일본에서 약 반세기의 역사를 가지고 있다.

비접촉, 비파괴로 식품 및 원료 등에 혼입된 금속 이물질을 배제할 목적으로 널리 사용되는 등 응용 분야는 광범위한 분야에 이른다.

1995년의 PL법 시행 이후 이물질 혼입 방지가 중요한 관리 항목이 되었고 뿐만 아니라 최근에는 식품의 안전성에 대한 관심이 높아져서 HACCP 대책으로써 금속 검출기의 수요도 늘어나는 추세이다.

이번에는 특히 식품, 약품·화학 원료를 중심으로 한 분야의 최신 동향과 미래를 우리 회사의 사례를 중심으로 전망하려고 한다.

1. 금속 이물질 검출 능력 향상

1-1. 피검제품 영향 절감에 의한 감도 향상

건조하고 프로덕트 이펙트(의사(疑似) 금속 신호)가 없는 피검제품에 혼입된 금속의 검출

감도는 철에서 $\phi 0.3 \sim 0.4$, 스테인리스에서 $\phi 0.6 \sim 0.7$ 이 현재 실현되고 있다.

하지만 축축한 피검제품, 프로덕트 이펙트가 있는 피검제품에서는 프로덕트 이펙트에 의한 오검출이 발생하지 않도록 금속 검출 감도를 낮출 필요가 있고 결과적으로 건조한 제품을 검사하는 경우보다 금속 검출 감도가 저하한다.

그렇기 때문에 금속 검출기는 '위상 조정'이라는 기능에 의해 이물질의 금속 검지 신호와 피검제품의 의사(疑似)적인 금속 반응을 변별, 금속 검지 신호를 선택적으로 골라내는 것으로 검출 감도를 향상했다.

기존에 이러한 회로는 정밀한 아날로그 회로로 구성되었지만 디지털 기술을 도입함으로써 제품에 대한 매우 세세한 조정이 가능해지고 젓은 상품, 프로덕트 이펙트가 있는 상품에서 금속 검출 능력이 향상하고 있다.

1-2. 다양한 피검제품에 대한 대응

피검제품의 프로덕트 이펙트를 막는 이물질인 금속의 검출 감도를 얻기 위해서는 앞에서

말한 위상 조정과 함께 금속 검출기가 사용하는 교류 자계의 주파수가 매우 중요한 파라미터가 된다.

일반적으로 프로덕트 이펙트가 거의 없는 경우에는 600~800kHz, 통상품이라면 300~400kHz 전후, 축축하고 프로덕트 이펙트가 큰 것은 100kHz, 알루미늄 증착 포장품에서는 25kHz가 사용된다.

기존의 금속 검출기는 피검사물에 맞춰서 주파수를 공장 출하 시에 조정하는 단기능 검출기였다.

하지만 최근에는 다품종 소량 생산에 맞춰서 1대의 금속 검출기로 기존의 여러 대의 기능을 갖춘 모델이 주류가 되었고 빈번한 피검사물의 변경과 다품종 소량 생산에 대응하고 있다.

앞으로 더욱 넓은 주파수 범위를 1대의 금속 검출기로 감당하도록 요구되고 있는데 그것은 원리적으로는 가능하지만 제품의 안정된 성능을 얻기 위해서는 기술적인 과제가 많으며 개량해 가야 한다.

1-3. 알루미늄 포장재 피검사물 감도 향상

알루미늄박 포장재의 피검사물에 대응하는 금속 검출기으로써 영구 자석을 사용한 직류 자계의 모델이 있으며 영구 자석의 고성능화, 금속검출기 내부의 자기 회로의 개량에 의해 검출 감도는 진보하고 있다.

하지만 직류 자계식의 금속 검출기는 알루미늄 포장재의 피검사물에 포함된 철에 대해서는 안정된 감도를 보이지만 스테인리스를 검출하는 것은 원리상 매우 어렵다.

물론 실제로는 스테인리스의 이물질도 검출되

지만 그것은 스테인리스 소재의 후천적인 자성 체로써의 성질을 검출하고 있고, 정량적으로 스테인리스의 직경으로 검출 감도를 규정하는 것은 어렵다.

그렇기 때문에 보통은 철의 직경으로 검출 감도를 나타내고 있다.

한편 X선 투과도의 차이로 이물질을 검출하는 X선 검사기는 알루미늄과 스테인리스를 변별할 수 있기 때문에 안정된 검출 감도를 기대할 수 있다.

최근, 금속검출기가 부족한 점을 해결하는 제안으로써 기존 금속 검출기의 원리와 다른 금속검출 원리에 의해 알루미늄 포장재 속의 스테인리스를 검출하는 금속 검출기가 발표되고 있다.

검출 원리가 다르기 때문에 일반적인 금속 검출기와는 다른 취급 방법과 주의가 필요하다.

1-4. X선 이물질 검출기의 공존

이물질 혼입에 대한 소비자의 관심이 매우 높아져서 금속 뿐만이 아니라 뼈, 돌 등의 이물질을 고감도로 검출할 수 있으며 새로운 검출 원리에 기초한 X선 이물질 검출기가 널리 사용되고 있다.

X선 이물질 검출기는 금속 검출기로 검출할 수 있는 금속은 모두 검출할 수 있을 것으로 받아들여지는 면이 있다.

그러나 각각 검출 원리가 다르고 X선 이물질 검사기로는 검출할 수 없는 금속을 금속 검출기로는 검출할 수 있는 경우가 있다.

현시점에서는 금속검출기와 X선 이물질 검사기는 공존하는 것이다.



현재 우리 회사를 비롯하여 금속 검출기를 판매하고 있는 메이커는 X선 이물질 검사기도 추가해서 고객의 상품 특성에 맞춘 이물질 검사기를 제안하고 있다.

2. 위생면에 대한 배려

2-1. 방수와 이물질 혼입 방지 디자인

식품 제조 라인에서는 높은 위생 관리가 요구되고 있고 물 세정이 필요한 라인에서는 더욱 강한 세정에 견딜 수 있는 높은 방수 능력이 필요하다.

물세정이 가능한 방수 모델은 기존의 IP65 상당의 방수성이 일반적이었지만 최근에는 1랭크 상의 IP 66 상당의 방수성을 갖춘 모델이 주류가 되었다.

또한 물세정을 하지 않는 환경에서 사용할 경우에도 금속 검출기 자체의 도장 벗겨짐, 녹 등

이 혼입될 위험을 피하기 위해 스테인리스 외장의 모델을 사용하는 경우가 증가하고 있다.

뿐만 아니라 검사하는 상품이 미포장 상태라면 금속 검출기에서 나사류가 낙하하여 피검사물에 혼입할 위험을 완전히 낮추기 위해 낙하할 가능성이 있는 부위에는 볼트를 사용하지 않는 구조로 한 모델이 시장에서 높게 평가되고 있다.

[사진 1]은 자사의 스테인리스 외장의 금속 검출기이다. 철저히 볼트가 표면에 나와 있지 않은 구조를 채용하였으며 청소가 간단하고 잔류물이 발생하지 않는 등 위생면을 배려한 모델이다.

3. 품질관리 기능

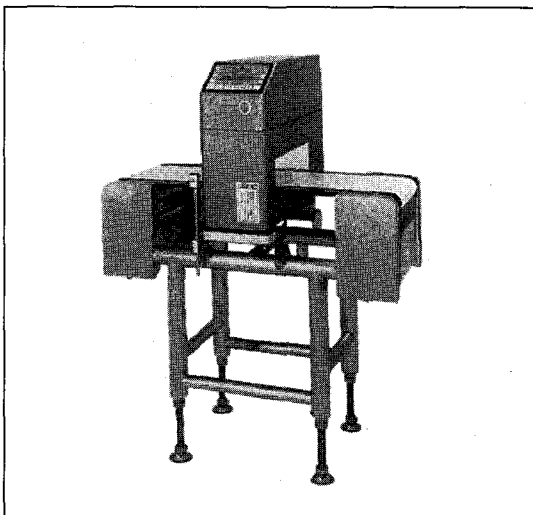
3-1. 트레이서빌리티에 대한 대응

지금까지 금속검출기는 옵션인 프린터를 접속함으로써 금속 검출한 날짜나 설정 파라미터의 변경 기록 등이 가능했다.

최근에는 그것 뿐만이 아니라 출하한 피검사품의 모든 검사 결과를 데이터로 남기는 기능이 요구되고 있다. 그것은 데이터를 통해 생산 라인의 품질 관리를 함과 동시에 시장에서 발견된 이물질 혼입의 요인 분석을 위해 출하한 피검사품, 즉 이물질 혼입이 없다고 판단한 검사 결과를 일정 기간 보존한다.

왜냐하면 그것은 트레이서빌리티에 대한 대응 요구가 높아지고 있기 때문이다. 이 경우 검사한 모든 데이터를 내부에 기억하려면 메모리 지역의 제한이 있기 때문에 일반적으로 검사 결과 등의 데이터 보존이나 관리를 위한 PC를 포함한 시스템이 사용된다.

(사진 1) ID 3-H



3-2. 성능 확인 기능

금속검출기는 정상적으로 작동하고 있는지를 외관으로 알 수 없기 때문에 생산 라인의 성능확인 담당자가 정기적으로 테스트 피스를 사용해서 검출 작동을 확인하는 것이 일반적이다.

그것과 함께 미리 성능을 확인하는 시각이나 시간 간격을 설정해 놓고 그 시각이 되면 금속검출기가 성능 확인 요구의 알람을 울리고 성능 확인 담당자가 확인 작업을 함과 동시에 정해진 순서에 따라 바르게 성능 확인이 이루어지는지를 기록으로 남기는 기능이 탑재되어 있다.

4. 조작성 · 콤팩트성

4-1. 알기 쉬운 조작, 조작ミス 절감

금속 검출기는 단순한 기계로 생각해 버리기 쉽지만 그 성능을 충분히 발휘시키기 위해서는 검출 원리를 이해하고 피검사물에 맞춰서 조정해야 한다.

그래서 그에 따른 어려움 오(誤)조작을 피하기 위해 최신의 모델에서는 마이콘을 탑재해서 조작자가 전문적인 지식이 없어도 최적한 조정이 가능하도록 설계되어 있다.

광범위한 특성을 갖춘 피검사물에 대응할 수 있도록 그 알고리즘은 계속해서 개량되고 있고 단시간에 최적한 조정이 실현되고 있다.

4-2. 중량 검사기와의 일체형

금속검출기에 추가해서 피검사물의 중량의 과부족을 체크하는 중량검시기와의 일체형이 증가하고 있다.

그것을 각각 독립해서 설치하는 경우와 비교해 보면 저가격으로 설치 라인 길이가 콤팩트하게 됨과 동시에 조작·표시부를 일원적으로 집약해서 조작 미스, 연동 미스가 절감할 것으로 기대할 수 있다.

뿐만 아니라 품질 관리 기능면에서 검사 기록을 종합할 수 있는 등의 부가가치가 있다.

우리 회사는 이 조작 일원 타입을 업계에서 먼저 실현해서 평가를 받고 있다. [사진 2]는 자사의 최신 모델이다.

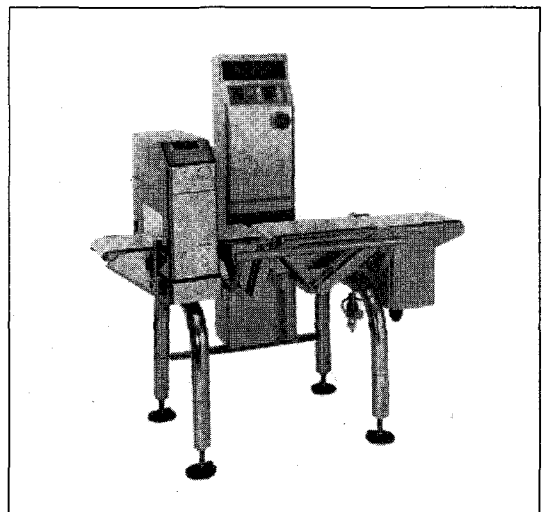
4-3. 불량품 제거 확실성

이물질 검출기는 대부분의 경우 생산 현장에서 무인으로 사용되기 때문에 검출된 이물질 혼입품을 확실하게 라인에서 제거해야 한다.

그러기 위해서 보통은 제거 장치와 연동해서 사용된다.

기존에는 금속 검출기의 이물질 검출 신호로

[사진 2] DACS-H-MB





제거 장치를 동작시키는 오픈 루프의 제어였지만 최근에는 더욱 높은 신뢰성을 확보하기 위해 제거 장치의 동작을 확인하고 정상적으로 동작했을 경우에는 경고를 하는 피드백 시스템을 채택하고 있다.

방법으로는 제거 장치의 동작을 모니터하는 센서를 설치하는 방법, 공기압에 의해 작동하는 장치의 경우에는 공기압 감시 장치를 부가하는 방법, 이물질이 혼입된 피검사물을 센서로 잡아서 확실하게 제거된 것을 확인하는 등의 방법이 채용되고 있다.

[사진 3]에 자사의 제거 장치 동작 모니터가 장비된 암(arm)식 분배 장치의 외관을 나타냈다.

4-4. 계량·포장 시스템 구성

일반적으로 금속 검출기는 컨베이어 라인상에 설치되는 경우가 대부분이지만 감자칩을 계량하

여 봉투로 포장하는 계량 포장 시스템의 계량기와 포장기 사이에 금속검출기를 넣는 어플리케이션(응용 방법)이 있다.

알루미늄 포장재 등을 사용하는 제품의 경우는 포장 후에 체크하는 경우에 비해서 포장재의 영향을 받지 않기 때문에 고감도를 실현할 수 있다.

또한 설치 장소를 점유하지 않아서 콤팩트하다는 이점도 있다.

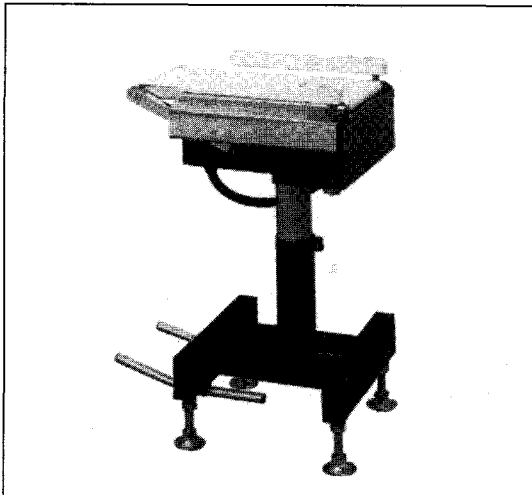
뿐만 아니라 계량기나 포장기의 조작부에서 금속검출기의 일원 조작을 실현하고 있는 예가 있다[사진 4].

4-5. 소음 내력 향상

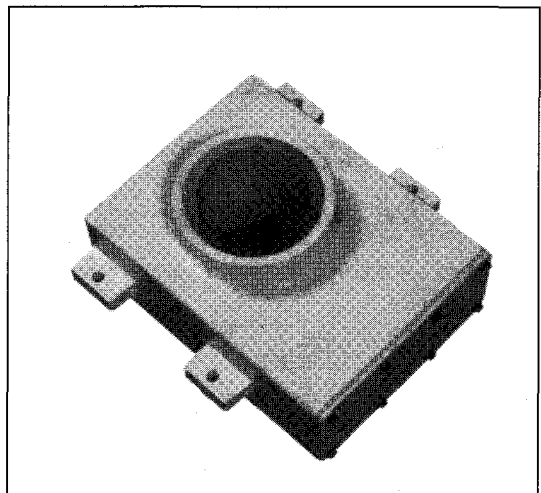
금속검출기는 원리상 매우 미세한 전자계의 변화를 검출하기 때문에 외래의 소음이나 주위 금속의 영향을 받기 쉽다.

인라인 검사기라면 주위에 다양한 생산 설비

[사진 3] 분배 장치(암(arm)식)



[사진 4] 원형 금속검출기



가 존재하고 있고 그 영향을 받아서 보통의 환경에 설치한 경우보다 낮은 검출 감도로 금속검출기를 사용하지 않을 수 없는 상황이 되는 경우가 있다.

그것을 막기 위해 신호처리부의 필터 링을 기존의 아날로그 방식에서 디지털 방식으로 전환하고 설치 환경, 동작 상황, 피검사품의 특성, 검사 조건에 맞춰서 최적한 신호처리를 하는 것으로 검출 감도의 저하를 막는 기술을 받아들여 효과를 올리고 있다. 또한 금속검출기 주변 금속의 영향도 오검출의 요인 중 하나이다.

이것을 막기 위해서는 검출 지역 외로 자속 누설을 막는 것이 효과적이다.

그러기 위해 금속검출기 내부에서 외부로 누설되는 자속을 없애는 기능을 추가한 기술이 일부 금속검출기에 채용되고 있고 주위에 금속, 특히 가동하는 금속이 있는 제한된 환경에 설치해야 하는 경우에는 유효하다.

5. 결론

앞에서 서술했듯이 식품제조 분야의 인라인 이물질 검출기로써는 현재 금속검출기와 X선 이물질 검출기가 주류를 이루고 있다.

X선 검사기가 양산 효과와 기술 혁신에 의해 금속검출기와의 가격차를 줄일 것으로 예상된다.

그러나 여전히 금속검출기는 가격의 이점 뿐만 아니라 고가인 소모 부품이 없고 X선 누설 관리가 필요 없으며 콤팩트하다는 등의 장점이 있기 때문에 앞으로도 생산 라인에 필수적인 기기로서 X선 이물질 검출기와 공존

하여 광범위한 분야에서 활약할 것으로 예상된다.

금속검출기는 기본 원리에 대해서 이미 확립되어 있고 최근에는 본래의 금속 검출 감도의 추구는 물론 안정성, 신뢰성도 동시에 추구하고 있다.

또한 고객의 요구 및 사회 정세에 따른 부가적인 기능을 추가해서 진보하고 있고 앞으로는 더욱 디지털 기술을 광범위하게 받아들여 종합적인 성능·기능의 향상과 비용 절감의 양립을 도모할 뿐만 아니라 신뢰성 향상에 의한 유지보수 비용을 절감하는 것이 우리 메이커의 사명이라고 생각한다. ☐

독 자 결 령 모 집

월간 포장계는 독자여러분들의 의견을 수용하기 위해 다양한 의견의 독자결연을 모집합니다.

어떠한 의견이라도 좋습니다.

포장인의 특성을 펼칠 지면을 알려주시면 많은 참여 기다립니다.

필자는 밝히지 않겠습니다.

월간 포장계 편집실

TEL : (02)835-9041

E-mail : kopac@chollian.net