



# 밀봉 검사 시스템

Inspection Systems for Sealing : Inspection for Various Types of Leaking

山中明 / 니카 덴소크(주) 기술부

## 1. 서두

밀봉 제품의 리크 검사는 기존에 기본 규격으로 정해진 강도 시험과 인간의 육안에 의존한 광범위한 최종 검사에 의해 시행되었다.

강도 시험이란 파괴 시험이고 제품에 일정 이상의 변형을 줘서 정해진 기준 이상의 제품을 합격품으로써 시장에 제공하는 방식이다.

예를 들어 필름의 인장 강도 시험, 실(seal)의 박리 강도 시험, 낙하 시험, 내압 강도 시험, 풍함(風函) 강도 시험, 수물 시험 등이 있는데 시험된 제품은 시장에 제공할 수 없기 때문에 선별 시험, 규격 시험이 된다.

이것을 직접 기계 장치로 했던 것이 선별 검사 기으로써 활용되고 일부는 인라인 전수(全數) 검사 기으로써 활용되고 있다.

또한 최종 제품의 육안 검사를 기계화함으로써 개발된 인라인 전수 검사기가 활용되고 있다.

## 1. 밀봉성 검사 기계 종류와 특징

### 1) 고전압식 편 흘 검사기

제품에 고전압을 줘서 제품에 흐르는 전류를 측정하는 방법이다. 적용 제품은 절연 포장재로 싸우고 내용물이 도전성 제품인 것으로 한정된다.

### 2) 공기식 리크 테스트

제품을 밀봉 용기 내에 넣고 용기 안을 진공이나 가압으로 해서 잔압을 측정하는 방법이다.

적용 제품은 포장재로 한정하지는 않지만 제품 내에 공기가 잔존하고 있는 제품인 것으로 한정된다.

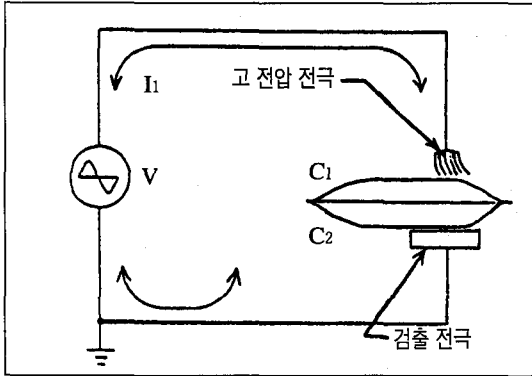
### 3) 변위식 리크 검사기

제품에 가압이나 진공에 의해 직접 일정 과중을 주고 제품 용기의 형태 변화를 측정하는 방법이다. 적용 제품은 포장재로 한정하지는 않지만 반발 과중이 있는 제품으로 한정된다.

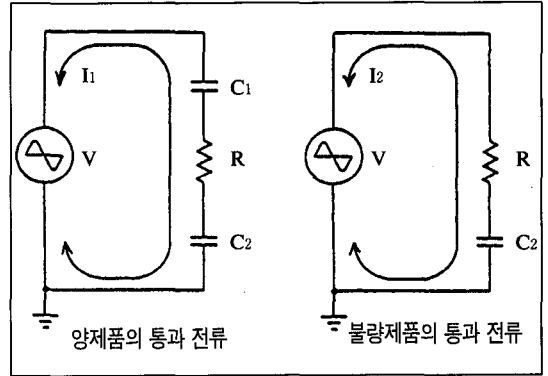
### 4) 과중식 리크 검사기

제품에 일정 과중을 주고 제품 강도에 의한 반

(그림 1) 전극 구성



(그림 2) 등가 회로



발 과중의 변위를 측정하는 방법이다. 적용 제품은 포장재로 한정하지는 않지만 반발 과중이 있는 제품으로 한정된다.

5) 화상 해석식 리크 검사기

제품의 형상 패턴을 미리 기억하고 카메라로 잡은 제품 패턴과 비교 판정하는 방법이다.

6) 가스 검출식 리크 검사기

CO<sub>2</sub>나 He 등의 특정 가스를 봉입한 제품에 대해 리크 부분에서 가스 누출을 특정 가스 센서나 시스템으로 검출하는 방법이다.

7) 초음파 검사식 리크 검사기

진공 밀봉 제품에 초음파를 통해 회귀 음파를 마이크로폰으로 잡아서 탈기 불량을 검출하는 방법이다.

8) 음색 판정식 리크 검사기

금속 캔 제품에 초음파를 통해 회귀음파를 마이크로폰으로 잡고 캔 내부의 내압 불량을 검출하는 방법이다. 그 외 다양한 방법이 개발되고 있으며 검출 원리에 따라 각각 특징이 있고 각 분야에서 활용되고 있다.

이 방법들 중에서 가장 대표적으로 범용성이

높은 상위 2종류 기계의 검출 원리, 성능, 실용기에 대해 설명한다.

## 2. 고전압식 편 홀 검사기

검출 원리는 반송중인 제품에 2개 이상의 도전성 전극을 동시에 통과하도록 배치하고, 이 전극 간에 고전압을 줘서 제품을 통해 흐르는 마이크로암페어의 미소 전류를 측정하여 양제품과 불량제품의 경우에 흐르는 전류값과 전류량을 비교하여 리크 검사를 한다.

검출된 미소 전류는 검사 신호로써 변환되며 신호값의 크기가 두개의 판정 레벨 사이일 경우 양품으로 판정되고 상한의 판정값 이상인 경우에는 불량품으로 판정된다.

하한의 판정값 이하인 경우는 장치의 설정 불량에 의한 미(未)검사에 의한 것으로 불량품으로 판정된다. 검사 성능 평가로써 플라스틱 포장재의 밀봉 용기 내에 증류수가 충전된 제품에 실제로 구멍을 열어 검증한 결과에서는 10~500 μm의 구멍은 충분히 검출할 수 있고 또한 구멍의

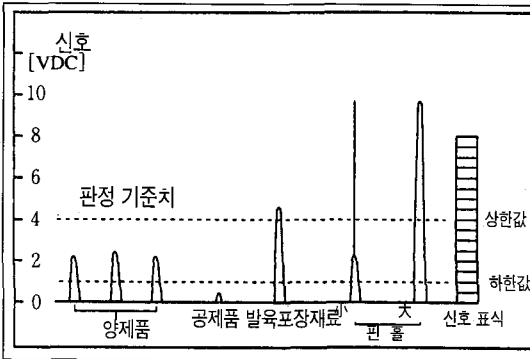


크기에 따라 검사 신호에 차이는 없이 이론적으로 그 이하의 구멍 크기도 검출할 수 있을 것으로 추정된다. 실제로 의약품 앰플용 핀홀 검사기로 생산 중에 검출된 불량품을 전자현미경으로 촬영했을 경우 개구부가  $0.5\mu\text{m}$ 이고 내부가

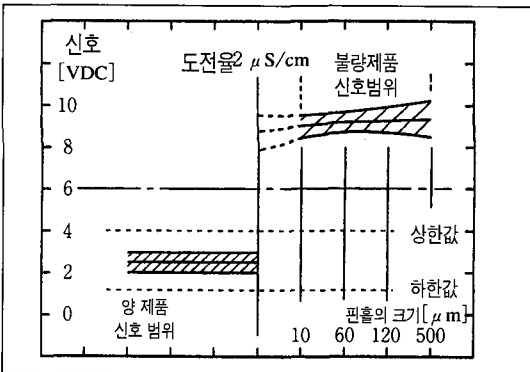
$0.2\mu\text{m}$ 인 구멍이 검출되고 있다.

밀봉 제품 중에서 외부보다 균의 혼입에 의해 부패의 위험이 있는 제품에 대해서는 보통 사용되고 있는 제균 필터의 크기가 의약품에서는

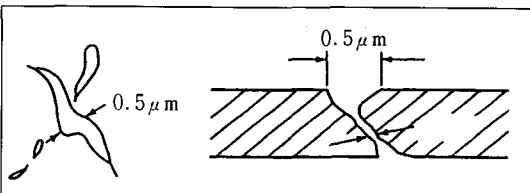
(그림 3) 신호기준 차트



(그림 4) 신호비교 차트



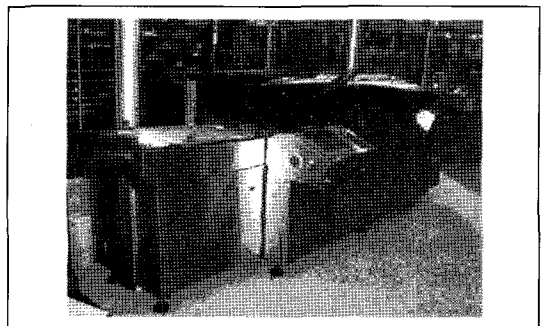
(그림 5) 불량구멍 단면



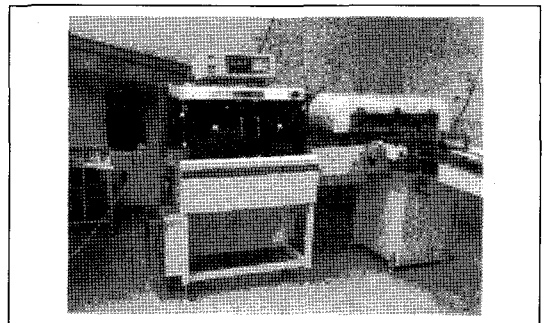
(사진 1) 불량 구멍



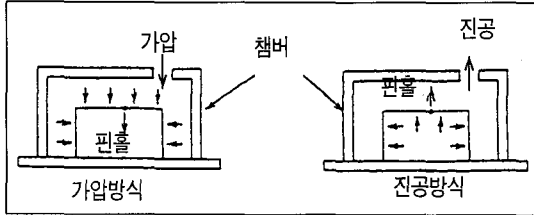
(사진 2) 주사용 앰플 핀홀 검사기, HDB-2형



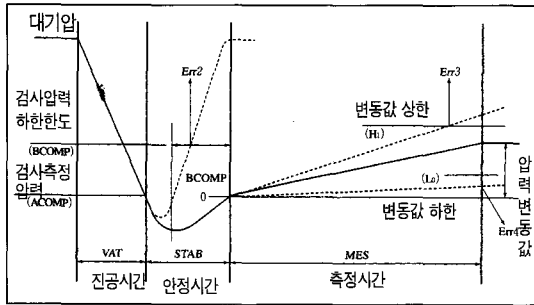
(사진 3) 소시지용 핀홀 검사기, HSE 501형



(그림 6) 챔버 구성



(그림 7) 검출특성 곡선



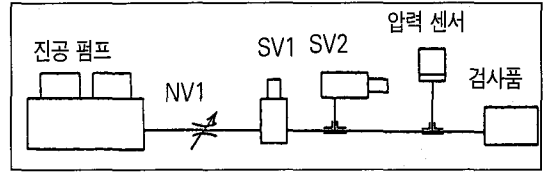
0.22 $\mu$ m, 식품에서는 0.45 $\mu$ m일 것으로 생각되므로 고전압식 핀 홀 검사기가 적합하다.

적용 제품, 피검사체의 조건으로는 제품의 용기, 포장재가 절연물인 것이다. 내용물이 도전성인 것, 제품 표면이 건조한 것, 제품의 포장재에 전기적 강도가 있는 것이 필요하다. 또한 전기적 특성에 의해 검사 부분이 전극 주위이기 때문에 제품의 형태가 복잡하고 검사 부위가 많은 경우 검사 부분은 여러 곳이 필요하게 된다.

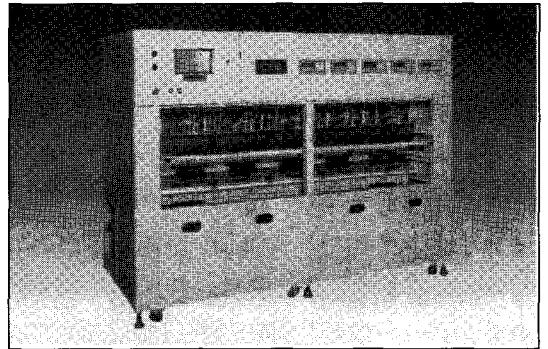
의약품 제조 공장에서는 주사용 앰플, 수액용 플라스틱 보틀, 소프트 팩, 점안 용기 등에 널리 사용되고 있다. 또한 앰플용 핀 홀 검사기는 최대 능력이 분당 400개 처리로 실용화하고 있다.

식품제조 공장에서는 컵·트레이 제품, 햄·소시지, 봉투 제품 등에 사용되고 각 기종 모두 간단하게 라인에 접속하기 쉬운 벨트 컨베이어

(그림 8) 작동 원리



(사진 4) 시방봉투 제품용 PLT-7240



구조이다. 소시지용 핀 홀 검사기는 최대 능력이 분당 450개인 처리를 개발하여 실용화했다.

### 3. 공기식 리크 테스터

검출원리는 반송중인 제품을 밀봉 용기·챔버 내에 넣고, 챔버 내부에 설정된 압력이나 진공압을 일정 시간동안 주고 안정 시간 후 일정하게 보존되어 있는 챔버 내의 압력이나 진공압을 고감도 압력 센서로 일정 시간 측정하여 양제품과 불량 제품의 압력 변위차를 비교하여 리크 검사를 한다. 양제품의 경우에는 그림의 실선을 나타내고 압력 변화는 H1과 L0 사이에서 유지되어 양품으로 판정한다. 큰 리크 제품의 경우에는 압력 변화가 급격하게 일어나는 Err 2 곡선이 되고 불량품으로 판정된다. 작은 리크 제품의 경우



에는 압력 변화가 서서히 일어나는 Etr 3 곡선이 되고 불량품으로 판정된다. 또한 압력 변화가 판정 레벨 L0보다 낮을 경우 제품의 형태 불량이나 설정 기기 불량 때문에 마찬가지로 불량 검지한다.

동작 원리는 SV 1의 전자를 열고 챔버 내의 공기를 흡인한다. 고감도 센서로 정해진 진공도에 도달한 시점에서 SV 1의 전자를 닫는다. 안정 시간 후 측정을 개시하여 불량인지 아닌지를 판정한다. 판정 후 SV 2의 전자를 열고 대기로 개방하면 검사가 1사이클 완료한다.

적용 제품, 피검사체의 조건으로써 제품의 형태는 포장재로 한정된 것은 아니지만 용기 내에 공기가 잔존하고 있는 것과 제품 표면이 건조한 것이 필요하다. 그리고 제품의 주변 검사가 가능하고 비교적 범용성이 높은 검사 방법이다. 가장 적절한 제품은 과자류(건조물)의 밀봉 봉투 제품이고 이 경우 검사 성능은 약 10 $\mu$ m 구멍이 열린 제품을 검출할 수 있다. 액체 충전의 고형 용기 제품의 경우에 약 50~100 $\mu$ m의 구멍이 열린 제품을 검출할 수 있다. 따라서 주로 식품 제조 공장에서 선별 검사 장치나 인라인에서 전수 검사기로서 사용되고 있다. 인라인기의 경우 1사이클에서의 검사 시간이 5~6초 필요하기 때문에 생산 처리 수에 맞춰서 검사 챔버수를 탑재한 기종으로 대응한다.

전수 검사의 실용기는 트레이 제품용 PLT기로 24 챔버를 탑재하고 매분 120~140개를 처리한다. 또한 봉투 제품용 PLT기에서는 18챔버를 탑재하고 매분 90~100봉투를 처리하고 있다. 간단하게 라인 접속하기 쉬운 컨베이어 접속이며 각 챔버에 자동 공급할 수 있는 기계 구성으로 되어 있다.

#### 4. 종합 및 앞으로 밀봉 검사 필요성

최근에 유럽에서 실시된 국제적인 ISO 규격으로써 널리 운용되고 있는 ISO 9000의 방식을 받아들이고 제약 업계의 GMP 가이드라인의 방식도 바뀌었다.

좋은 제품을 만들기 위해서는 좋은 환경과 좋은 공정에서부터 시작됨을 알 수 있다.

식품업계는 HACCP 시스템의 가이드 라인인 CODEX에 의해 광범위하게 권고되고 있다. 특히 장기 보존 상품은 품질을 유지하기 위해서 GMP 가이드 라인에 기초한 시스템이 요구되는 것이라고 생각된다.

##### 1) 제품에 대한 요구

- 밀폐성이 완전한 것, 전수 검사

##### 2) 과학적 근거에 기초한 시스템

- 기준의 명확화

- 결과의 수치화

- 평가의 재현성이 용이한 것

육안검사에서 기계검사로의 이행이 가장 명확한 방법이라고 생각된다.

##### 3) 위해 분석

최종 제품의 품질 검사뿐만 아니라 불량품의 분석에 의해 전 공정에 대한 피드백을 하고 불량품의 발생원인을 없애는 생산 공정 관리이다.

##### 4) 기계에 대한 요구

- 사람, 물건, 환경에 대한 안전성을 유지할 것

- 신뢰성을 유지할 것

앞에는 대표적인 밀봉성 검사 기계에 대해 소개했는데 이것들이 더욱 높은 품질과 범용성을 갖추도록 개발하고 제품에 적합한 각종 기계가 널리 활용되도록 할 계획이다. ko