



포장 라인과 검사 장치

The Accelerated demand for Automated Inspection Equipments on Packaging Line

中 村 一 彦 / 라이온 엔지니어링(주)

I. 서두

품질에 대한 요구는 시대에 따라 변화하며 각국의 국민성에 따라 크게 바뀐다. 일본은 다른 외국과 비교해서 실해가 없는 이물질의 혼입이나 외관 불량, 상품의 기본적 성능에 영향을 미치지 않는 사항이라도 엄격한 눈으로 감시하는 국민성이 있는데 하물며 법규제의 사항이나 실해가 있는 것에 대한 비판은 매우 크다.

최근에는 일시적으로 비교해서 불량품에 대한 매스컴의 대응도 더욱 냉정함을 보이며 기본적으로 품질에 대한 사회적 요구가 많다.

이와 같은 국민성으로 인해 불량품의 출하는 그 실해가 없음에도 불구하고 기업의 신용 저하, 상품의 매출 감소로 이어지는 것은 물론 중대한 결함이 있는 경우에는 기업의 존속에도 영향을 미치는 경우도 있다.

불량품을 발생시키지 않는 것은 물론 만일 불량품이 발생했을 경우라도 공정 내에서 발견하여 배제되는 시스템이 필요하며 포장 라인에서의 검사는 중요한 수단이 된다.

포장 라인의 검사 자동화는 기본적으로 상품의 특성이나 불량의 종류, 불량의 레벨, 불량의 빈도, 그에 따른 도입 비용을 고려해서 시행하고 있지만 기업의 경영 상황에 따른 영향이나 기업의 방침에 좌우되는 경우가 많아서 기업간에도 검사 자동화의 정도에는 차이가 있다.

각각의 상황을 판단해서 자동화가 만능은 아니더라도 다음에 서술한 사회적 요인이나 포장 라인 검사의 특징을 봤을 때 앞으로 검사의 자동화가 더욱 더 추진될 것은 확실하다.

1. 검사 자동화 촉진의 사회적 요인

검사 자동화가 촉진되는 사회적 요인으로써 고려되는 사항은 크게 나눠서 Quality, Manpower, Cost, Technology의 네 가지가 있다.

첫 번째인 Quality는 품질에 대한 국민성과 사회적 관심이 높아지고 그에 대응하는 생산자의 품질 의식의 향상, GMP, PL, HACCP, 식품 위생관리법 등의 법규제이다.

기업으로써는 불량품을 생산하지 않는 것이

사회적 책임이다.

불량품이 시장에 나왔을 경우에는 불량품 사용에 따른 손해 보상, 시장에서 불량품 회수 등 직접적 손실은 물론 신용 실축, 시장 상실 등 큰 손실이 예상된다. 만일 불량품이 발생했을 경우에는 출하 전에 불량품의 발견과 배제가 필요하고 그 점에서 검사 장치는 중요한 수단 중 하나이다. 따라서 검사 장치는 품질 보증의 면에서 수요가 클 것으로 예상된다.

[표 1]은 2000년 1월~2002년 11월에 의약품 등(의약품, 의약부외품, 화장품)을 시장에서 회수한 안전(의약품 부작용 피해 구제·연구 진흥 조사 기구의 의약품 회수에 관한 정보) 중에서 포장 라인에서 발생하는 불량이나, 포장 라인 상의 검사에서 발견될 가능성이 있을 것으로 생

각되는 것을 추려서 종합한 것이다. 이물질 혼입, 인쇄 정보(법정표시 불비) 등의 불량이 상당히 많다.

불량품을 확인하지 않았기 때문에 단언할 수는 없지만 그 중에는 검사 장치를 적절하게 사용하면 불량품의 발견과 배제가 가능한 것이 상당수 있을 것으로 생각한다. 또한 그것들은 외관 검사에 속한 것이 대부분이다.

두 번째인 Manpower는 검사원의 문제이다.

일본 인구의 연령 구성은 고령자의 비율이 높고 앞으로 청년층이 더욱 감소하는 패턴이다.

포장 라인의 검사는 육안 검사가 많고 또한 자동화가 가장 늦은 것이 육안 검사이다.

육안 검사는 시력이 저하한 고령자에게는 부적절한 업무이다.

[표 1] 의약품 등 회수 안전 사유와 건수

회수 사유	건수	비고
법정표시 불비	잘못된 표시	71
	표시 없다	40
	인자(印字) 불량	3
	첨부자료 없다	6
	독극물 표시	8
이물질 혼입	털	두발, 팔 털, 사람 이외의 털
	벌레	회충, 개미
	곰팡이	용기 라벨, 내용물·제품 표면
	공정 이물질	지분, 면포, 금속 브러시
	용기 파편	폴리에틸렌 파편, 유리 파편
	공정 부품 파편	포장기 불소 수지, 필터 섬유, 배관 금속
	기계 기름	1
제품규격 부적합	포장 불량	2
	용기 불량	9
	용기 오(誤)사용	4
	수량 부족	1
	오(誤)포장	4

2000/01-2002/11, 포장관련 발췌



시력이 좋은 젊은 사람이 필요하지만 청년층의 감소로 인해 적절한 검사원의 확보가 어려워졌다. 또한 청년층의 노동 가치관의 변화로 라인에서의 검사 업무는 선호되지 않기 때문에 검사원의 확보 및 육성이나 배치에도 영향을 미친다.

즉 검사에 적절한 검사원을 필요한 사람 수만큼 확보하는 것이 어려워졌기 때문에 자동화 검사로 이행하지 않을 수 없게 됐다.

[그림 1]은 '전국 인구 연령별 구성' 그래프로, 육안 검사에 적당한 청년층(30~34세 이하)이 급격하게 감소하고 있다는 것을 알 수 있다.

세 번째인 Cost는 기업의 생산 비용이다. 비용 절감은 기업에 있어서 이익 향상을 위한 중요한 시책이고 영원한 과제라고 할 수 있다.

포장 라인에서는 포장 기계 자체의 성능 향상 보다 포장 재료의 자동 공급, 제품의 자동 적재 등 주변의 자동화에 의해 생력화가 진행되고 있다. 하지만 포장 라인의 검사 자동화, 특히 육안검사의 자동화는 아직 해결해야 할 부분도 있고 작업자가 가장 많이 필요한 부분이다. 또한 검사 자동화가 불가능하기 때문에 라인의 자동화가 불가능한 경우도 있다. 생력화에 따른 비용

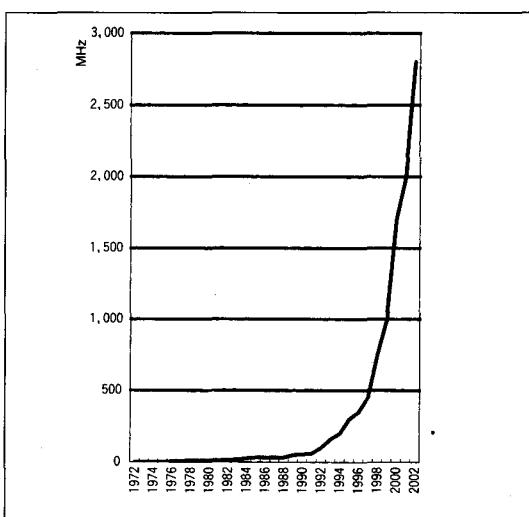
절감을 시행하기 위해서는 검사의 자동화는 중요한 포인트가 된다.

네 번째는 Technology이다. 검사 기술은 전자 기술이 담당하는 경우가 많은데 최근에 엄청난 진보를 했다. 일례로써 처리 속도를 보면 최신 P4에서 CPU의 데이터는 클록 3GHz, 32비트 레지스터, 캐시는 512 KByte, 외부 데이터 측은 64비트, 복수 동시 처리(MMX로 명명)가 가능하고 Byte 연산이면 16개 동시 처리가 가능한 것이다. [그림 2]는 인텔사가 개발한 마이크로 프로세서의 동작 주파수의 진보를 개념적으로 나타낸 그래프이다.

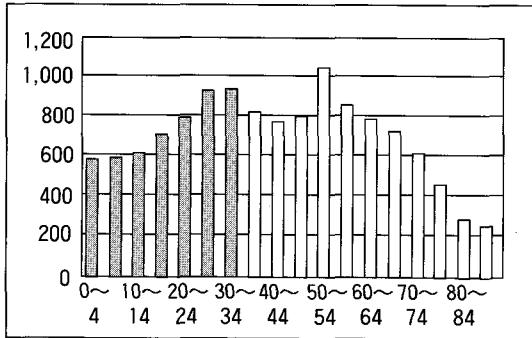
10년 동안 50배 가까이 주파수가 진보했다. 기술 진보의 속도가 얼마나 빠른지를 알 수 있다. 또한 판매 가격은 현저하게 저하하고 있다.

기술의 진보로 검사 자동화의 대상이 넓어지고 판매 가격의 다운으로 도입하는 기업이 증가하고 있다.

[그림 2] 마이크로 프로세서 동작 주파수 변천



[그림 1] 전국 인구 연령별 구성(2002년 10월)



그 외에 의약품은 2005년으로 확정한 약사법의 개정에 의해 제조 부문의 아웃소싱이 자유화 되었기 때문에 대기업 의약품 메이커는 일부 제품을 위탁 생산으로 바꾸는 경향이 강하다. 그렇기 때문에 지금까지 검사 장치를 도입하지 않았던 수탁 기업에서도 제조 능력의 강화에 따른 품질 확보를 위해 새롭게 검사 장치를 도입하는 경향이 강해지고 있다.

지금까지 서술한 내용은 모두 앞으로 검사의 자동화가 촉진될 플러스 요인인데 요즈음의 불황에 따른 생산량의 감소로 검사 장치 도입 계획이 지연되는 마이너스 요인이나 생산 거점의 중국으로의 이전 등 국내 생산 설비 투자 자체의 저하에 따른 마이너스 요인도 있다.

또한 요구의 다양화에 대응한 다품종, 소량 생산은 검사의 자동화에 부담을 주는 부분이다.

2. 포장 라인의 검사 특징과 검사 장치

포장 라인은 시스템이 안정적으로 가동하고 있을 때는 불량품이 나오지 않는 것이 이상적인 상태이다.

하지만 현실적으로는 포장 재료와 포장 기계의 적합성 및 기계 장치의 트러블, 기계 장치 취급의 미스로 인해 불량품이 발생할 가능성이 있고 불량품의 발생을 없애는 것은 매우 어렵다.

포장 라인의 특성을 고려하면 상품의 종류나 불량의 항목에 따라서는 검사의 자동화는 필수적인 것이다.

포장 라인의 검사는 1) 비파괴 검사 2) 전수(全數) 검사 3) 연속 다량 4) 많은 육안 검사 5) 낮은 불량률과 같은 특징이 있다.

2-1. 비파괴 검사

리크 검사 등의 일부에서는 가려내는 검사 장치도 시행되고 있지만 다음 항에서 서술하고 있듯이 포장 라인의 검사는 비파괴 검사에 의한 전수(全數) 검사가 바람직하다.

2-2. 전수(全數) 검사

소비자가 구입하는 상품은 날개 포장된 한 개의 상품이고 생산자의 낮은 불량률도 '불량품을 구입한 소비자에게 있어서는 100%의 불량'이라고 쉽게 느끼게 되듯이 한 개라도 불량품을 생산하지 않기 위해서는 전수(全數) 검사가 필요하다.

2-3. 연속 다량

포장 라인은 생산성 향상을 위해 포장 속도가 매우 빠르고 연속해서 가동하고 있다. 음료 충진 라인에서는 매분 2,000캔 이상의 라인도 있고 다른 포장 라인에서도 매분 100~500개의 라인이 많다.

검사의 종류나 레벨에 따라 다르지만 검사원에 의한 육안 검사로는 고속에 대응하는 검사가 불가능한 경우가 많다.

또한 일시적으로 가능하더라도 장시간에 걸친 다량 검사는 검사원의 피로 면에서 어렵기 때문에 육안 검사의 자동화는 가장 효과적인 검사자동화 중 하나이다.

2-4. 육안 검사가 많다

인간의 육안 검사에 의존하고 있는 검사 항목이 상당히 많다.

이물질 검사, 인자(印字) 검사, 외관 검사, 이(異)품종 검사 등 다수 있다.



이 육안 검사는 최근 화상 처리 기술에 의해 상당히 자동화 되었지만 그래도 포장 라인의 검사 자동화 중에서는 가장 늦은 부분이고 앞으로 더욱 자동화가 촉진될 것이다.

2-5. 불량률이 낮다

포장 라인이 정상적으로 가동하고 있을 때는 불량률이 매우 낮다. 불량이 나오지 않을 것으로 생각되는 라인도 있고 PPM 주문의 불량률의 경우도 있다. 이와 같은 라인 상에서 검사원에 의한 검사는 검사원의 집중력의 한계가 있기 때문에 불량 발견은 어려워진다. 또한 검사를 하는 책임감으로 인해 검사 레벨이 엄격해지는 경향도 있다. 하지만 검사의 자동화로 대응하면 이와 같은 문제는 배제된다.

대량의 제품을 전수(全數), 빠른 속도로 연속으로 검사하기 위해서는 많은 검사원을 배치하는 것도 하나의 방법으로 생각할 수 있지만 품질, 검사원의 배려 및 인건비의 면에서 실질적으로 곤란한 경우가 많다. 그리고 정상으로 가동하고 있는 포장 라인의 불량률은 매우 낮고 검사원의 집중력에는 한계가 있다. 또한 검사원에 의한 검사는 인간인 이상 '중요한 결점'을 빠뜨리는 미스도 일어나기 쉽다.

이것을 생각해보면 인원 삭감에 의한 비용 절감을 포함해서 포장 라인의 검사 자동화는 의의가 깊다고 할 수 있다.

3. 불량 발생 원인 및 발생률과 검사 장치

포장 라인에서 불량 발생의 원인은 기계 메이커의 기계 설계나 제작 불량, 포장재 메이커의

포장재 형태·형상·성능의 불량, 기계 유저의 보수·취급 불량 등이 있고 또 그 원인들이 복합됐거나 3사의 협의 부족 등이 있다(표 2).

불량의 발생률이 매우 높을 경우(예, 1%)에는 상황을 파악해서 원인을 구명하는 것이 일반적으로 용이하므로 불량 발생 원인을 철저하게 개선해서 일정 레벨까지는 용이하게 개선할 수 있을 것이다.

하지만 불량률이 매우 낮을 경우(예 10ppm)는 원인의 구명에 시간이 걸리거나 원인 불명으로 대응이 어려운 경우도 있다.

원인을 구명해서 개선하는 것이 기본이지만 개선하기까지의 기간동안 불량품이 발생할 가능성이 있고 또한 개선하더라도 불량품이 발생하지 않는다는 증명도 없다.

정상적으로 가동하고 있는 라인이나 불량품이 발생하지 않는다고 생각되는 라인에서도 포장재료의 변화나, 기계 장치의 유지보수 불량 등에 의해 갑자기 불량품이 발생하는 경우는 항상 있다.

불량률이 높은 포장 라인에서는 불량을 발견할 기회도 많지만 불량률이 매우 낮은 경우나 돌발적으로 발생하는 경우에는 라인에서는 발견되지 않고 소비자의 항의로 알게 되는 경우도 있다.

지금까지 서술한 의미 때문에 제품의 특질이

(표 2) 불량 발생 원인

기계 메이커	포장재 메이커	기계 유저
사양 협의 불충분		
설계의 오류	차수·형상 불량	관리·조작 오류
제작의 불가능	재질·성능 불량	피포장을 불량
조정 불충분	인쇄 불량	보수·환경 불량
여러 원인의 혼재		

나 불량의 종류에 따라서는 검사 장치에 의한 전수(全數) 검사를 시행해야 한다.

검사의 종류나 레벨에 따라서는 검사 장치도 100% 신뢰할 수 있는지 아닌지를 의심하는 경우가 있지만 검사 장치가 100% 불량품을 배제하지 않더라도 현시점의 기술로 최선을 다한 노력과 자세가 중요하다. 또한 검사원에 의한 검사라도 100% 신뢰가 간다고 하기 어려우며 검사원과 비교해서 종합적으로 우위라면 사용할 가치가 있다.

검사를 하는 종류나 레벨은 각 상품의 특질이나 불량품을 시장에 내놨을 때의 리스크(위험), 검사 비용, 각 기업의 품질에 대한 자세에 따라 다르지만 품질 보증에 대한 생각이 향상되고 있기 때문에 앞으로 검사 자동화를 필요로 하는 인식은 더욱 깊어질 것으로 생각된다.

4. 검사 종류와 검사장치

포장 라인에서 시행되는 검사의 종류와 측정 수단에 대해 종합하면 (표 3)과 같다. 검사의 종류별로 자동화의 현상에 대해 간단하게 기재했

는데 빛을 측정 수단으로써 검사하는 항목이 많기 때문에 CCD 카메라로 화상을 잡아서 검사하는 분야가 많다.

4-1. 외관 검사

외관검사는 포장 재료나 내용물의 외관으로 판단할 수 있는 이상(異常)을 검사하는 것이다.

검사의 수단으로써는 '빛'이 주체가 된다.

기본적으로는 인간의 눈(육안)으로 검사할 수 있지만 포장 라인에서는 검사 대상물의 크기, 검사의 속도 등에 따라 실질적으로 어려운 것이다.

사람 눈을 대체하는 검사장치로는 CCD 카메라로 화상을 잡아서 판정하는 화상 처리 검사장치가 많이 사용된다.

하지만 화상 처리 검사 장치로 모든 검사가 가능한 것이 아니라 인쇄의 색 배합 등 관능적인 판단이 필요할 때는 육안 검사가 나은 경우도 있다.

정제 표면의 이물질 검사, 누락, 파손 검사, 튜브나 컵 속의 이물질 검사, 제품 라벨의 위치 검사, 디자인에 따른 이품종 검사, 슈링크 포장의

(표 3) 포장 라인의 검사의 종류와 측정 수단

검사 내용	검사 항목	측정 수단						
		빔	충격	지기	전압	임계	X선	음파
외관검사	형상, 위치, 청결, 상처, 인쇄, 이물질, 이품종, 표리, 누락	○						○
내용량 검사	중량, 질량, 개수	○	○				○	○ ○
내용물속 이물질	이물질, 위치	○		○			○	
인쇄 정보	제조 번호, 상미 기한, 바코드 등	○						
밀봉 검사	실(seal), 핀 훌, 뚜껑	○			○ ○		○ ○	



상태 검사 등이 있다.

이물질에 대한 소비자의 눈은 엄격하고 실해가 없는 미세한 이물질이라도 항의의 대상이 된다.

의약품에서는 생체 이물질이 혼입됐을 경우 회수가 의무화되어 있고 모발 등의 이물질 발견에 특히 주의를 기울여야 한다(사진 1).

4-2. 내용량 검사

내용량의 검사는 질량, 중량, 개수의 검사가 있다.

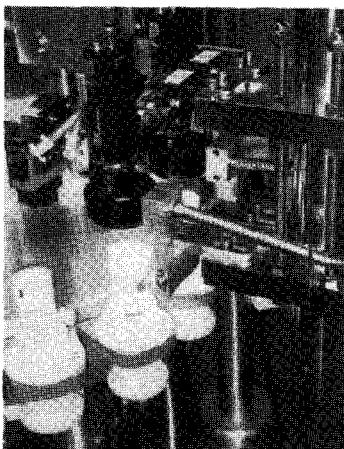
질량의 검사는 중량 검사장치로써 전자력식, 로드 셀식, 차동 트랜스식 등이 있다. 전체의 질량에 대해 개개의 질량이 클 경우는 개수 검사 도 중량 검사장치로 대응하고 있다.

봉함 전에 카메라로 화상을 담아 개수 검사를 하는 것도 가능하다.

중량은 용기의 액면의 위치에서 검사를 한다.

투명한 용기는 CCD 카메라와 화상 처리 장치

(사진 1) 튜브내면 이물질 검사 장치



로 검사하거나 정밀도가 필요하지 않은 경우는 호트 센서로도 가능하다.

금속 캔이나 불투명한 용기는 X선이 사용되는 경우가 대부분이다.

드링크 병의 액면 검사, 페트병의 액면 검사, 맥주나 발포주 등 금속 캔의 액면 검사, 충진 후의 개개의 중량 검사, 제품이 채워진 상자의 중량 검사 등이 있다.

4-3. 내용물 속 이물질 검사

내용물 속의 이물질 검사는 제품속의 이물질, 봉함된 제품의 이물질이나 부속물의 유무 검사이다.

용기나 내용물이 투명한 경우, 예를 들어 투명한 플라스틱이나 유리 용기에 충진된 투명한 액제 속의 이물질은 CCD 카메라로 화상을 잡는 등 광학적인 방법으로 검출할 수 있다.

하지만 불투명한 내용물 속의 이물질이나 포장 후의 내용물의 검사는 가시광선으로는 불가능하기 때문에 X선으로 투시해서 검사하거나 금속 이물질의 경우에는 자계에 의한 와전류에 의해 검출하고 있다.

최근에는 X선 관련의 비용이 내렸기 때문에 식품속의 금속이나 돌, 유리 검사용으로써 X선 검사 장치가 많이 판매되고 있다.

의약품에서도 카톤 속의 효능 유무 검사나 SP 포장 속의 정제 누락 및 파손 검사 등에 이용되고 있다.

4-4. 인쇄정보 검사

인쇄정보 검사는 제조 번호나 유효기한, 상미기한 등을 검사한다.

소정의 위치에 인쇄되어 있는지 아닌지(유무)를 검사하는 간단한 검사 장치부터 숫자나 알파벳의 잘못된 표기, 누락, 초과, 변형 등을 검사하는 높은 레벨의 검사 장치까지 있다.

이것은 CCD 카메라로 인쇄의 화상을 잡아서 화상 처리에 의해 검사된다.

또 인쇄의 모양이나 표면의 반사에 의해 검사가 곤란한 경우도 있다.

업계에 따라 다르지만 정확하게 인쇄해야 하는 경우와 판독만 가능하면 편찮은 경우가 있는데 후자의 경우가 기준이 애매해서 어렵다.

제조 번호나 제조 년 월 일의 인쇄가 되어 있지 않은 것이나 잘못 인쇄된 것은 중대한 문제로 써 시장으로부터 회수 대상이 되기 때문에 최근에는 검사 장치의 도입이 증가하고 있다.

바코드나 2차원 코드의 판독은 이品种 혼입의 검사나 트레이서빌리티(표준 추적)의 관리에 중요한 역할을 한다.

4-5. 밀봉 검사

밀봉검사는 봉투 포장이나 플라스틱 튜브의 실(seal)면의 접착 불량, 알루미늄 포장의 파손이나 편 훌 등을 검사한다.

제품에 압력(외압)을 넣어서 변형 정도나 히트러짐을 검출하는 방법이다.

고주파 고전압 인가 방식에 의한 편 훌의 검사 방법(포장 재료가 알루미늄 박 등 도전성이거나 내용물이 비도전성의 경우에는 검출할 수 없다)이다.

챔버 속으로 진공압을 넣고 진공도의 변화에 따라 리크를 검출하는 것이다. 캔을 두드려서 나오는 음의 변화로도 검사되고 있다.

또한 최근에는 CCD 카메라와 화상 처리에 의해 실(seal)한 부분이나 주름 검사, 캔의 심(봉합선) 부분의 형상을 화상 분석해서 불량품을 검출하고 있다.

지금까지 포장 라인에서 사용된 개개의 검사 장치에 대해 서술했는데 포장 라인에 설치된 복수의 검사장치와 각 포장기의 제어계를 인서넷이나 PLC 네트워크로 링크해서 컴퓨터로 검사 데이터, 품질 관리 데이터, 생산관리 데이터를 종합 관리하는 방식이 있으며 그것은 무인화를 목표로 하는 시스템이다.

5. 결론

포장 라인은 포장기 본체를 비롯한 주변 장치의 자동화가 진행되고 있고 라인을 운전 관리하는 인원은 대폭으로 줄어들고 있다. 하지만 그와 비교해서 검사의 자동화는 늦어지고 있다.

특히 10년 정도 전부터 보급되기 시작한 화상 처리 장치에 의한 육안검사의 자동화 장치는 특정한 분야에서는 보급되고 있는데 사회적인 배경으로 봐서 앞으로 더욱 확장될 것으로 생각된다.

앞으로 검사 장치를 사용하는 분야를 넓히고 검사 장치를 보급하기 위한 과제로써 성능 향상과 가격 저하는 물론이고 그와 함께 설정이나 조정의 용이함이 중요한 포인트가 된다.

또한 앞으로의 검사는 불량품을 발견해서 배제하는 것 뿐만 아니라 제품의 트레이서빌리티가 가능하도록 제품 하나하나에 대응해서 검사 결과나 검사 화면의 보존이 이루어져야 한다. ⑩