



공기압을 이용한 수송 포장

Transport Packaging Utilizing Air Pressure

澁谷昌宏 / (주)신와 코포레이션 물류포장기술팀

1. 서론

수송 포장분야에 있어서 공기를 이용한 포장재는 에어캡으로 대표되는 에어 완충재나 방습, 방청 포장으로서 차단 포장이 일반적으로 알려져 있다.

이를 테면 공기를 넣는 방향(양압)에서는 완충재나 패키징 등 용도로 사용되며 공기를 빼는 방향(음압)에서는 방청, 방습의 용도로 이용되고 있다.

공기 자체는 경량이며 코스트 제로로 사용할 수가 있어서 폐기 처리 대응이 불필요한 궁극의 에코 재료이다.

1. 공기 활용한 수송포장기기 개발

당사에서는 궁극의 에코 재료인 공기를 발전적으로 활용하여 지금까지의 완충재, 패키징, 방습 포장 등의 기능 뿐만 아니라 제품 보정 기능을 부가한 전혀 새로운 수송 포장 기기의 개발을 진행하여 왔는데 그것은 공기를 빼서 방청, 방습, 제

품보정을 할 수 있는 신평이나 공기를 넣는 면으로 제품을 고정하는 신테어팩이나 팩 EZ 등이다.

복사기나 금속제품 등의 중량물(100~1,000kg)을 대상으로 공기압만으로 제품보정이 가능해졌다.

이들 상품은 공기를 넣고 빼서 포장 또는 개봉을 하는 시스템으로 되어 있으며 반복 사용이 가능하다.

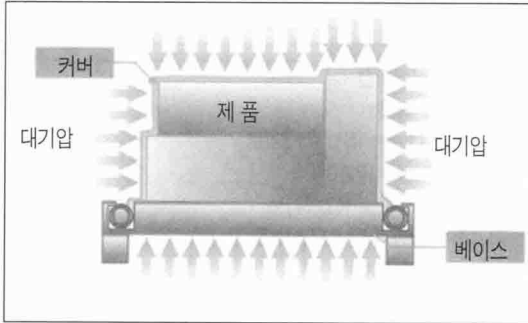
또 보관시에는 작제 접을 수가 있어서 성 스페이스를 보관할 수가 있다.

2. 진공 리터너블 포장 신평

진공 리터너블 포장 신평은 전용 파렛트와 커버에 의한 구성으로 되어 있으며 커버 내부를 진공상태로 하는 것으로 방습, 방청, 제품 보정의 모든 기능을 갖추어 포장 폐기물 제도를 실현한 상품이다.

제품 보정력은 전 방향에서 대기압에 의해 힘이 가해지기 때문에 복잡한 형상이나 중량물의

[그림 1] 신팩 제품 고정 메카니즘



[그림 2] 신팩 포장 수순



대응도 가능하다((그림 1) 참조).

튜브의 공기를 빼는 것만으로 커버가 용이하게 떨어진다.

포장수순은 ① 커버를 씌우고 ② 커버를 밀봉 ③ 커버 내부를 진공으로 하는 세가지 수순으로 완료된다.

이것으로 복잡한 작업 표준이나 포장 자재가 불필요해져서 누구라도 간단하게 포장 작업을 할 수가 있다. 또 개봉시에도 밸브를 열어 커버를 떼어내는 것만의 간단한 작업이다((그림 2) 참조).

3. 진공 포장기 주의점

진공포장기기의 제품 보정력은 외기압과 커버 내부의 기압차에 의해 생기며 예를 들면 육면체의 제품 1면에 가해지는 고정력의 계산은 (1)식

$$\begin{aligned} \text{차압(kPa)} &= \text{커버내부의 기압(kPa)} - \text{외기압(kPa)} \\ \text{고정력(kgf)} &= \text{차압(kPa)} / 101.3(\text{kPa}) \\ &\quad \times \text{제품1면의 면적(}\text{cm}^2\text{)} \\ &\quad \times 1(\text{kg/cm}^2) \text{---(1)} \end{aligned}$$

과 같이 된다.

여기서 주의할 점은 커버 내부의 기압 및 외기압에는 변동인자가 있다는 것이다.

커버 내부의 기압에 대한 변동인자 또는 리크와 온도변화를 들 수 있는데 리크에 의한 기압 변동은 기술적으로 제로에 가까운 노력이 필요하지만 절대적 기밀 파우치는 현 단계에서 불가능하기 때문에 어느 정도의 기술적 한계를 고려하여 보관기간을 결정할 필요가 있다.

또 온도 변화에 의한 기압변동은 보일 샤르르의 법칙으로부터 (2)식에 의해 계산할 수 있다.

한편 외기압에 의한 변동인자에는 기상조건과 표고차를 들 수 있다.



〈보일 샤르르 법칙〉

$$P_0 \cdot V_0/T_0 = P_1 \cdot V_1/T_1$$

P_0 = 초기 기압

V_0 = 초기의 공간 체적

T_0 = 초기 기온(k단위)

P_1 = 현재 기압

V_1 = 현재의 공간 체적

T_1 = 현재 기온(k단위)

여기서 $V_0 = V_1$ = 제품의 공간 체적(일정)이므로,

$$P_1 = P_0 \cdot T_1/T_0 \text{ —————(2)}$$

가능조건은 대략 103KPa~98KPa 변동을 고려하고 표고차에 의한 변동은 수송 루트에서 최고 지점의 표고를 확인하여 100M마다 1KPa기압이 감소하기 때문에 이것을 고려하여 기압변동 시뮬레이션을 하여(표 1) 참조) 안전한 초기 진공압으로 포장 장업을 할 필요가 있다.

4. 신에어팩 및 팩 EZ

금속제품 등 높은 강도를 갖는 제품에 대해서 진공 포장은 효과적이지만 부분적으로 취약 부품을 가지는 제품은 진공압에 따라서 제품 자체가 파손될 우려가 있다.

진공 포장을 할 수 없는 취약 부품을 가진 제품의 경우는 공기를 주입하는 것으로 에어팩을 팽창시켜 그 힘으로 랫싱 기능을 발현하는 신 에어팩이나 팩 EZ의 적용이 가능하다.

에어팩 자체가 빈공간을 넣든가, 공기를 넣지 않은 페루프 실링을 부분적으로 넣는 것으로 취

[표 1] 기압 변동 시뮬레이션

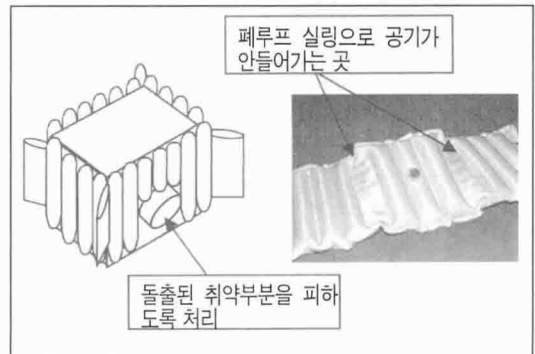
· 포장시 설정조건
표고=100m
온도 (T_0)=15℃ (=288K)
해면기압=102.0kPa
초기진공압 =125.0kPa
외기압=(해면기압)-(표고)×0.01
=102-100×0.01
=101.0kPa
커버내부기압 (P_0)=(외기압)+(진공압)
=101-25
=76.0kPa



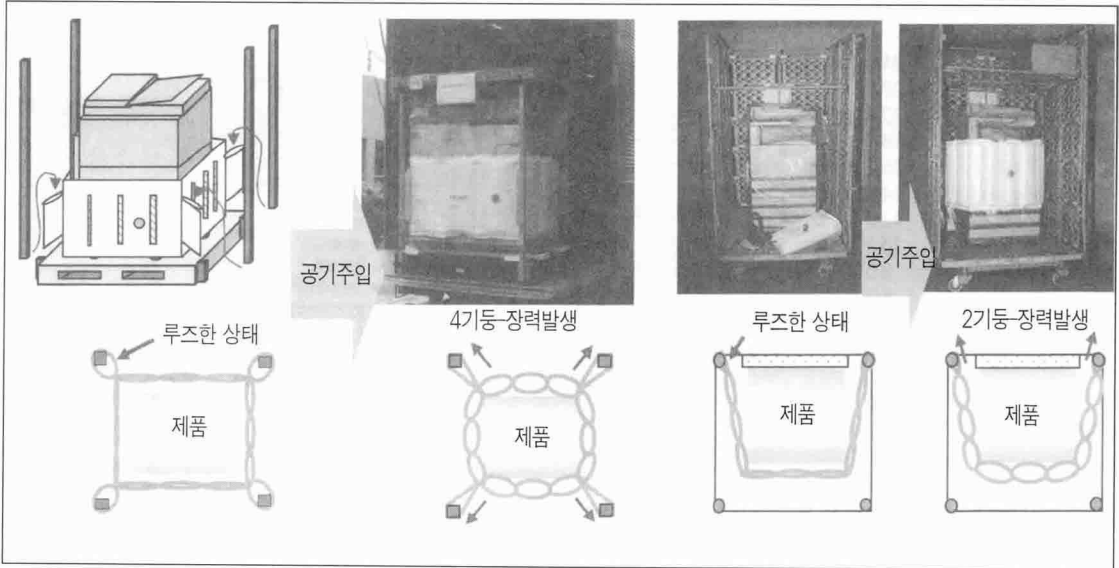
· 수송시 설정 최악조건
표고=500m
온도 (T_1)=25℃ (=298K)
해면기압=98.0kPa
외기압=98-500×0.01=93.0kPa
커버내부기압 (P_1)= $P_0 \cdot T_1/T_0$
=76×298/288
=78.6kPa

최저조건의 진공압=78.6-93.0
= -14.4kPa

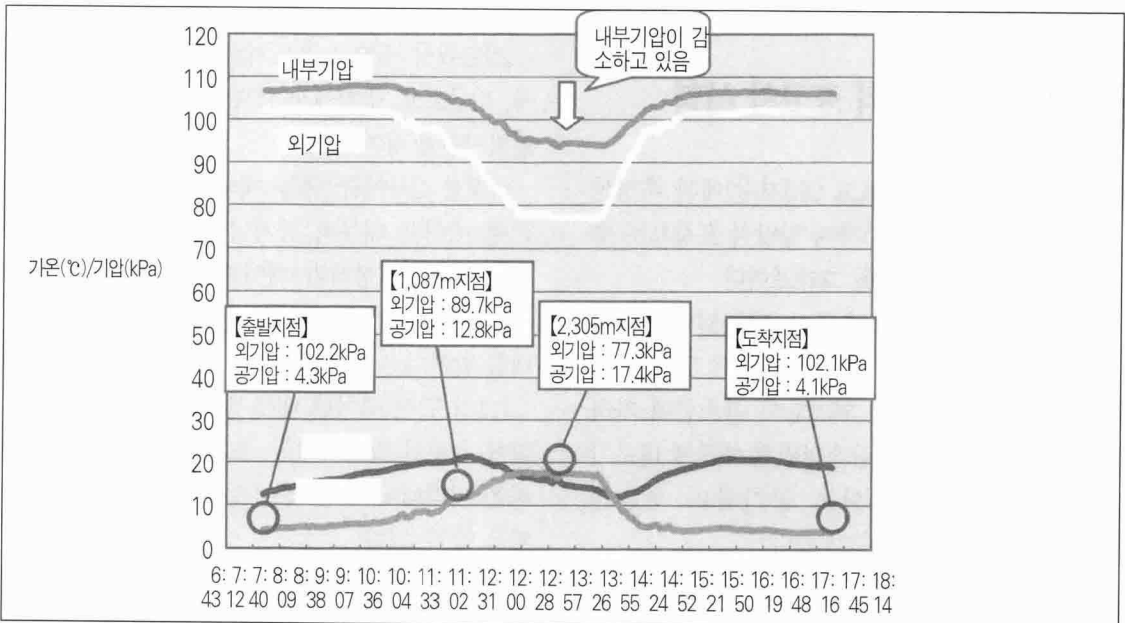
[그림 3] 취약부분을 피하는 연구



[그림 4] 복사기 수송용(신에어팩)



[그림 6] 표고차와 공기압 변동

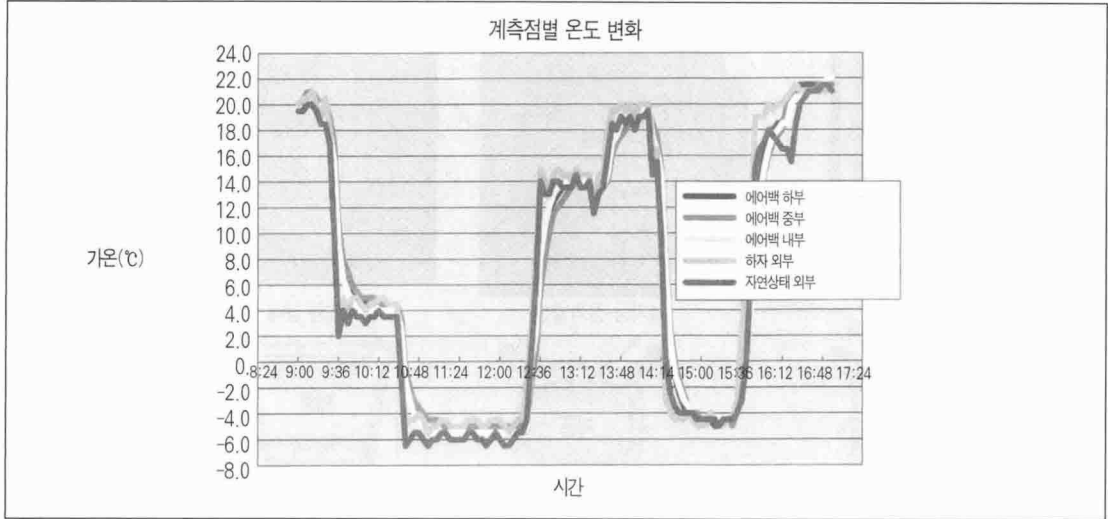


약부에 공기압을 주지 않고 제품을 고정할 수가 있다([그림 3] 참조).

또 복사기의 수송 용도로서는 상반부에 정밀 기기나 취약부품이 집중되어 있기 때문에 제품



[그림 7] 온도 변화 그래프



강도가 있는 하반부에 제품 고정을 하는 것으로 하였다([그림 4], [그림 5] 참조).

5. 양압식 포장의 표고차 시험

[그림 6]은 치바시(표고 0M지점)에서 후지산 중간(표고 2305M지점)까지 양압식 포장으로 수송했을 경우의 기압 변동 그래프이다.

계산상은 표고 0M에서 표고 2305M로 에어백을 수송하면 23kPa의 공기압 상승이 발생할 것이다. 그러나 실제로는 외기압이 감소함에 따라 에어백 내부의 기압도 감소하였기 때문에 내부기압-외기압으로 구해서는 공기압의 상승은 13KPa까지도 억제할 수가 있다.

이 결과 계산상은 엄격한 표고차가 있는 수송루트라 해도 양압식 포장형태를 적용하는 것이 가능하다는 것을 실험적으로 실증할 수가 있었다.

6. 양압식 포장의 저온 시험

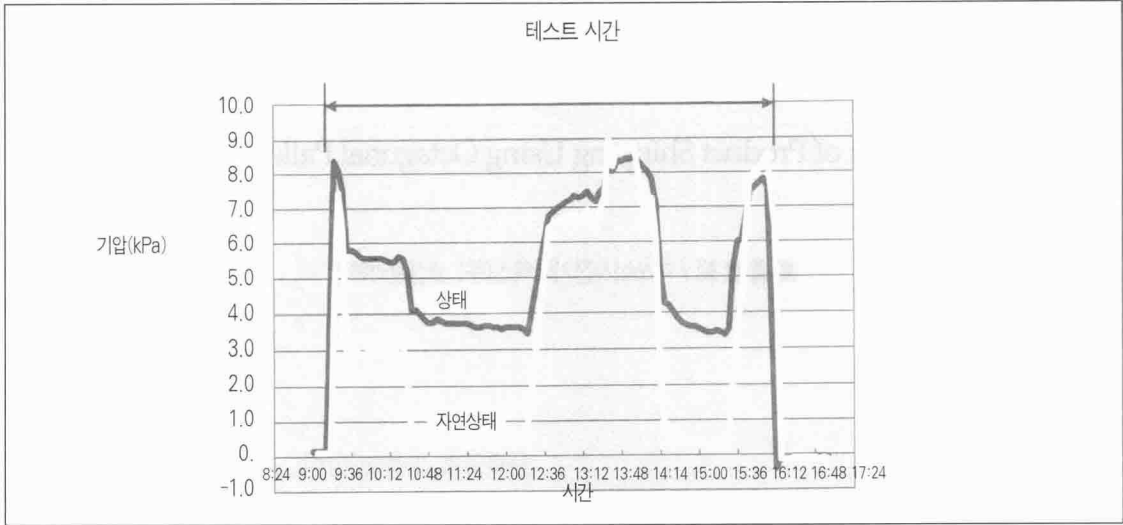
20°C에서 -5°C로 온도저하시켜서 일정시간 유지, 다음으로 -5°C에서 20°C로 온도 상승시켜서 일정시간을 유지한다.

이것을 2사이클 했을 때의 온도변화를 [그림 7]에 에어백 내부의 공기압 변동을 [그림 8]에 나타낸다(자연상태란 에어백만을 자연에 둔 상태, 하자상태란 복사기를 실제로 에어렛싱한 상태를 말한다).

[그림 7]은 에어백 내부 및 외부에서의 온도변화를 측정된 결과이지만, 모든 그래프는 같은 체적을 나타내어 타임 래그 등은 생기지 않는다는 것을 알 수 있다.

[그림 8]은 자연상태와 하자 상태에서의 공기압 변화를 측정된 결과지만 하자 상태의 공기압 변화는 자연상태의 공기압 변화보다도 변동 폭이 극단적으로 작아지고 있다.

[그림 8] 자연상태와 하자 상태에서의 기압 변동 그래프



이 점에서 양압식 포장형태에서는 랫싱되는 것에 의해서 공기압 변동을 완하하는 효과가 생긴다는 것을 알 수 있다.

이와 같은 공기압(차압)의 완화작용은 음압식 포장에서는 생기지 않는 현상이며 그 원인은 해명할 수 없지만 랫싱될 때에 축적되는 장력이 증감하는 것으로 공기압이 조정을 하고 있는 것으로 생각된다.

7. 마무리

공기를 빼는것에 의해서 제품 고정을 한다.

또 공기를 넣는것에 의해 랫싱하는 등 공기압을 이용한 포장형태를 개발하기에 앞서 가장 주의를 기울인 점은 외기압이나 온도에 의해 기압 변동이 생기는 것이었다.

이 때문에 유저분들과 함께 기압 변동 시뮬레이션부터 검증실험까지 일련의 수송포장과는 다

른 공부와 실험을 하여 신에어팩, 팩 EZ를 복사기 수송포장으로 채용하게 되었다

공기는 눈에 보이지 않아 감각적으로 이해하기 어려운 것이지만 환경 대응이 중요시 되는 요즘 공기압을 이용한 수송포장 기기는 그 일익을 담당하는 상품이어서 금후 더욱 더 발전해 나갈 것으로 사료된다. ☐

기술원고를 모집합니다.

포장과 관련된 신기술을 발표할 업체와 개인은 '월간 포장계' 편집실로 연락주시기 바랍니다.

편집실 : (02)2026-8655~9

E-mail : kopac@chollian.net