



Express air service가 air 충전식포장에 미치는 영향

Inflatable Packaging Systems under high
altitude conditions and on Express Air

1. 머리말

사람들이 UPS 라고 하는 회사를 알고 있을까?
정식회사명을 UNITED PARCEL SERVICE,
INC.라 하고 미국 조지아주의 애틀란타에 본사
를 두고 미국최대의 소량화물택배회사이다.

UPS는 1907년 8월에 미국 워싱턴주 시애틀
시에 설립되었다. 1999년도 매출액 271억\$, 취
급화물개수 32억 8000만개, 1일당 취급개수는
1290만개이다. 1일당 항공취급개수 220만개가
되고 있다. 또 영업지역은 미국을 포함 200개
이상의 나라와 지역에서, 물론 일본도 중요한 영
업지역으로 포함되어 있다.

종업원수는 344,000명(미국내 308,000명,
미국외 36,000명) 오퍼레이션 시설은 1713개
소이고 보유차량대수는 149,000대이다. 자사보
유 항공기수는 231기, 차터기수는 344기, 1일
당 운행 구간수미국내 995, 미국외 559, 이용
공항수=미국내 391, 미국외 219. UPS는 90
년 이상 전부터 육상수송에 의한 소량화물의 택
배사업을 하고 있고 미국 내부를 구석구석까지

연결하는 육상 수송망을 구축했다. 그리고 미국
내 소량화물점유율 80%를 장악하는 거인이라
고 불리게 되었다.

1970년대에 들어 소량화물의 수송에 속도가
요구되고 UPS는 항공기운행부문을 설립한다.

그리고 자사 FLIGHT로 소량화물 항공수송
service에 힘을 쏟게되고 EXPRESS AIR라 불
리우는 수송방법을 구축했다. 예를 들면 미국 서
해안 캘리포니아주의 L.A로부터 동해안의 뉴저
지주의 뉴욕까지 육상수송으로 발송하면 비용은
저렴하지만 배달까지는 5~6일이 걸린다.

그러나 EXPRESS AIR SERVICE의 NEXT
DAY AIR SERVICE로 발송하면 다음날 오전
10시30분까지 수취인 앞으로 배달된다.

EXPRESS AIR SERVICE의 출현에 따라
4~5일이나 납기를 단축할 수 있는 것이다.

일본에서 해외로 서류나 소화물을 보낼 때에
이용되는 크리에라 불리우는 수송 mode도 이
EXPRESS AIR SERVICE의 국제판이다. 일본
에서 크리에를 판매하고 있는 웨덱스, UPS
YAMATO, DHL 등의 수송업자도 미국내 항공

수송 network를 구축하고 있고 일본으로부터 미국의 수취인에게 크리에로 보낸 화물은 미국에 들어가면 이 EXPRESS AIR SERVICE 국내 network에 따라 배송된다.

최근 10년 새에 반도체 관련제품이나 통신기기, 컴퓨터 등의 고부가가치제품 수송은 이제까지의 육상수송으로부터 EXPRESS AIR SERVICE로 급격히 바뀌어 졌다. 이것은 메이커의 납기경쟁도 물론 중요한 요인이지만 한편으로 국토가 넓은 미국에서 제품을 장시간 육상으로 운반하는 경우 수송도중 각 지역의 기온과 습도변화가 제품에 있어 눈에 띄지 않을 정도의 흠집을 남길 수도 있기 때문이다.

따라서 밀봉된 화물실을 가진 화물전용항공기로 단시간 수송이 가능한 EXPRESS AIR SERVICE가 각광을 받게 되었다.

UPS PROFESSIONAL SERVICE 는 UPS사의 계열회사로 수송상의 손해를 최소한으로 막을 연구를 하고있고 UPS가 오랜 시간에 걸친 소량화물수송의 노하우축적을 기본으로, 특히 PACKAGING에 관한 조사와 연구에 힘을 기울이고 있다.

미국내 정밀기기 메이커로 많이 이용되고 있는 INFLATABLE PACKAGING SYSTEM에 관해서 UPS PROFESSIONAL SERVICE 사가 EXPRESS AIR SERVICE를 사용한 수송시험으로 에어충진식 포장을 둘러싼 환경에 어떠한 변화가 일어날까 하는 흥미 깊은 조사를 하고 있고 그 결과를 발표하고 있기 때문에 여기서 알리고 싶은 마음이다.

2. 서론

보다 많은 회사가 효율적이고 효과적, 게다가 환경에 뛰어난 포장방법을 찾는 중에 단내지나 쿠션에 대신해서 INFLATABLE PACKAGING SYSTEM이 포장의 주류가 되어가고 있다.

에어충진식 포장시스템은 일정의 공기압을 사용하여 공기로 보호칸막이를 만들고 제품을 고정시켜둘 수 있다.

이 시스템에 있어 잠재적인 과제의 하나는 높은 고도에서 공기압을 정말로 유지할 수 있는가 하는 점이다. 현재 업계에서 승인되거나 받아들여지고 있는 높은 고도에서의 영향을 조사하는 테스트 규격은 아직 만들어지고 있지 않지만 통상 에어충진식 포장시스템은 고도 8000피트에서 테스트 된다.

이러한 것도 UPS나 FEDERAL EXPRESS와 같은 경력도 갖고 대부분의 항공회사는 비행중, 대형 제트기 내의 기압을 대략 8000피트의 상태로 일정하게 갖기 때문이다.

에어충진식 포장시스템을 이용하고 있는 회사가 콜로라도주의 높은 곳에 있는 언덕을 육상운송한다고 가정해서 에어충진식 포장시스템을 12,000피트하에서 테스트 한 결과 12,000피트에서 모토로라사의 에어충진식 포장시스템의 자재가 공기가 빠지는 현상을 초래한 것이다.

모토로라사의 에어충진식 포장시스템의 공기빠짐 현상의 고민은 고도역학의 분석을 야기하게 되었다.



3. 상황 파악

항공수송에 있어서 높은 고도에서의 대기의 상태는 화물에 악영향을 미칠 우려가 있다. 따라서 수송도중 특히 EXPRESS AIR SERVICE 로 화물을 수송할 때 높은 고도에서 환경의 변화를 이해하는 것이 필요하다고 생각된다.

EXPRESS AIR SERVICE 로 출하되는 제품은 주로 B767이나 757의 대형화물전용기에 탑재된다. 이런 종류의 대형 CARGO FREIGHTER 에 관해서는 일반 여객항공기와 같이 7500피트에서 8000피트의 고도로 섭씨 20℃에서 23.3℃의 고도와 습도의 밸런스를 유지할 구조로 되어있다. 하지만 화물의 도착지가 국내지역의 경우에는 상황이 다르다.

항공회사는 비즈니스 감각으로 화물량이 적은 지방은 먼 거리에 걸코 대형의 CARGO FREIGHTER를 띄우는 일이 없기 때문에 필연적으로 FEEDER AIR CRAFT라 불리는 장거리 전용인 소형항공기 network를 이용하게 된다. 많은 경우 이들 FEEDER AIR CRAFT는 가압장치가 장착되어있지 않음에도 불구하고 승무원용 산소공급장치를 구비하고 있으면 10,000피트 이상의 높은 고도에서 비행하고 있다.

(표 1) 목적지별 최고 고도

목적지	비행중 최고 고도
알래스카	13,211ft /4,026.7m
네바다	16,101ft /4,907.6m
콜로라도	14,011ft /4,207.6m
아이다호	14,662ft /4,469.0m
와이오밍	15,742ft /4,798.2m

일리노이주의 시카고에서 와이오밍주의 잭슨까지 EXPRESS AIR SERVICE로 보내지는 화물을 예로들어 보자. 화물은 최초로 대형 카고 플래이터 시카고에서 유타주의 솔트레이크시티로 보내어진다. 솔트레이크시티에서 화물은 feeder 항공기로 바꾸고 이 feeder 항공기가 화물을 잭슨까지 운반하는 것이지만 이 기종은 세스나기404(CN404)이다. CN404는 비가압 항공기이지만 지리적인 위치와 기상상황에 따라서는 10,000피트 이상의 고도를 자주 비행한다.

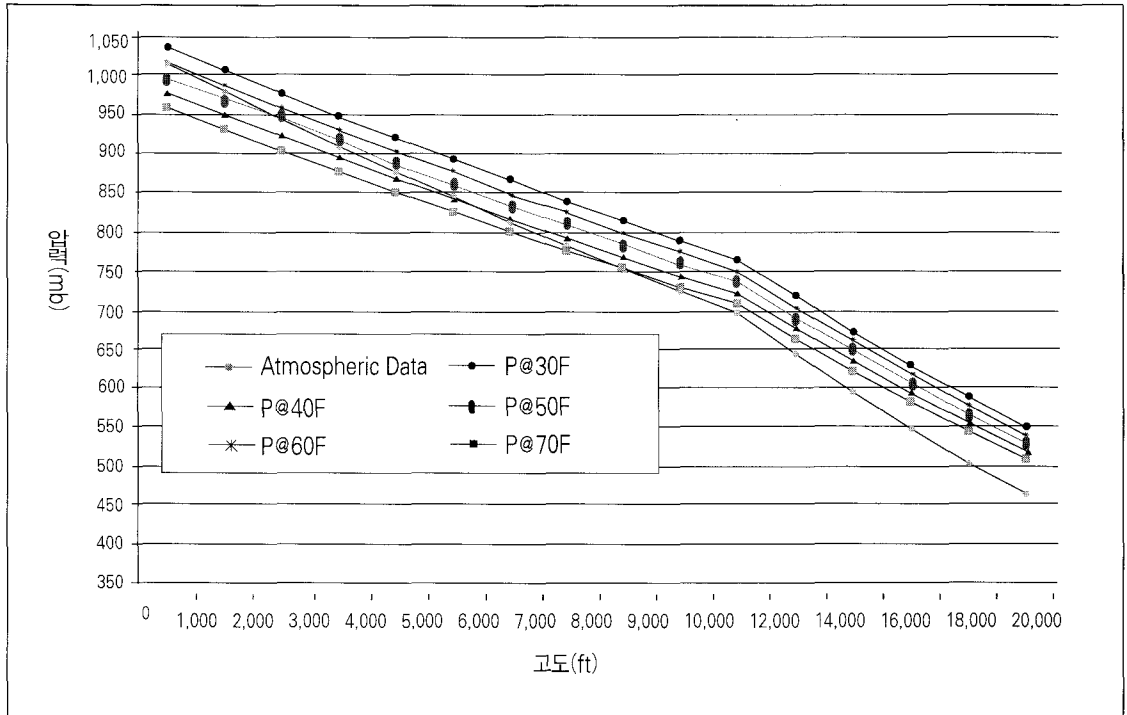
4. 고도에 관한 조사

FEEDER 항공기의 고도상태를 측정하기 위해 UPS PROFESSIONAL SERVICE가 고도에 관한 조사를 했지만 그 조사 결과는 다음과 같다. EXPRESS AIR SERVICE의 수송환경

(표 2) 항공기내 온도와 고도의 상관관계

테스트 화물	최고 고도 (ft/m)	온도 (℃)	12,000피트/이상에서의 비행시간
A	14,153/4,313.8	0.13	50분
B	15,345/4,677.2	-0.78	38분
C	19,518/5,949.1	22.57	60분
D	16,731/5,099.6	15.23	60분
E	19,738/6,016.1	3.98	62분
F	16,731/5,099.6	2.43	58분
G	14,500/4,434.8	5.13	46분
H	15,543/4,737.5	-2.04	44분
I	14,153/4,313.8	6.26	54분
J	15,345/4,677.2	4.75	32분
K	12,127/3,696.3	4.75	56분
L	15,345/4,677.2	2.82	34분
Avg.	15,773/4,807.6	5.43	49.5분

(그림 1) 압력과 온도의 상관관계



「실제의」고도를 분석하기 위해 우리들은 고도 8000피트 이상에 달할 가능성이 높기 때문에 화물실의 기압을 갖지 않은 FEEDER항공기가 쓰이는 지역을 정하기로 하고 콜로라도주의 트리니다드, 아이다호주 포카테로, 알래스카주 알바카키, 와이오밍주 잭슨, 네바다주 토호퍼 등 5개 도시를 고도테스트의 목적지로 했다. 지정된 목적지까지의 기내의 고도를 측정하기에는 기압자동계측기가 필요하다.

따라서 UPS PROFESSIONAL SERVICE는 HOBO 사의 기압자동계측기를 사용하기로 했다. 이것은 일반적으로 사용되는 것으로 3%에서 대개 110%범위의 기압을 측정할 수 있고,

계측 가능한 고도의 범위는 0에서 32,000피트까지이다.

HOBO사의 기압자동계측기는 고도를 피트 단위로 기록하고 발송과 반송할때의 고도 데이터를 취함에 있어 충분히 지속하도록 설정되어 있다. 기압자동계측기는 UPS NEXT DAY AIR EXPRESS용 상자에 넣어져 지정발송처에 UPS NEXT DAY AIR 로 발송되었다.

그리고 도착후, 수취인으로부터 기압자동계측기는 바로 UPS NEXT DAY AIR로 발송처로 반송된다. 이 과정의 마지막으로 기압자동계측기의 데이터는 분석을 위해 다운로드하고 게다가 정확한 데이터를 수집하기 위해 테스트 화물



은 알래스카에 2회 타지역에는 4회 발송되었다.

5. 조사결과

테스트결과는 우리들의 예상을 입증하는 것이었다. 36번중 28번의 비행에서 고도는 800피트 이상이 되었다. [표 1]에 각각 목적지의 최고고도가 정리되어 있다. 고도테스트를 함에 있어 한 가지더, 순항고도와 최악 일때의 비행고도를 정식으로 확인하기 위하여 우리들은 AMERIFLIGHT 등의 FEEDER 항공회사와 연결을 취했다. 각각의 항공회사에 의하면 FEEDER 편은 대략 8000피트이상의 높은곳을 비행한다고 한다. 순항고도는 대충 13,048에서 13,000 피트이지만 고도 16,000 피트로 비행하는 일도 자주 있기 때문에 최고비행고도는 19,000피트라고 생각된다.

10,000피트와 19,000피트의 고도차는, 1파운드/ 평방인치 에서는 108%의 기압증가를 초래한다. 이 압력증가는 수송용 소형 컨테이너를

열 때 주름이 생겨 파열하기도하고 (특히 제품의 연결 부분), 에어충진식 포장이 파열되기도 하는 등 제품에 심각한 손해를 줄지 모르는 걱정을 야기한다.

6. 고도와 온도의 관계에 관한 조사

그리고 두 번째 조사는 고도측정만이 아니라 FEEDER 항공기내 화물실내의 온도와 고도의 상관관계를 측정하기 위해 A에서 L의 8번의 테스트가 행하여 졌다. [표 2]와 같이 각 테스트에서의 최고 고도와 그 때의 온도 및 고도 12,000 피트 이상에서의 비행시간을 측정했다.

7. 온도와 압력의 상관관계

온도와 고도 양쪽이 화물실내의 압력에 영향을 미친다. [표 2]과 [그림 1]은 온도와 고도에 의한 압력의 변화를 나타내고 있다.

[표 3] 온도와 압력의 상관관계

고도 (ft/m)	압 력(mb)					
	대기데이터	30°F	40°F	50°F	60°F	70°F
0	1,013	956	976	995	1,015	1,034
1,000/305	977	929	948	967	986	1,005
5,000/1,524	843	824	841	858	875	891
8,000/2,432	753	752	768	783	798	814
10,000/3,048	697	707	721	735	750	764
12,000/3,658	645	664	677	691	704	718
14,000/4,267	595	662	634	647	660	672
16,000/4,877	549	582	594	606	618	630
18,000/5,486	506	545	556	567	578	590
20,000/6,096	466	510	520	531	541	552
26,000/7,925	360	414	422	431	439	448

8. DATA를 이용한다.

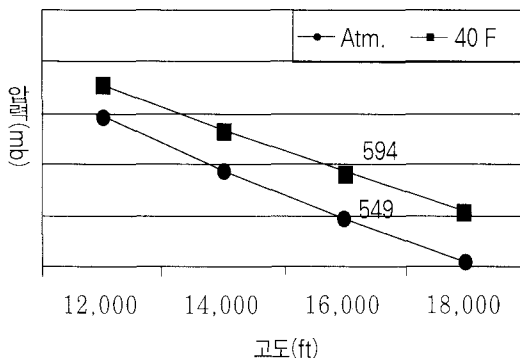
이번 조사에서 얻어진 DATA를 이용하는 것으로 실험실내에서의 고도테스트를 보다 잘 정리할 수가 있다. 예를 들면 16,000피트의 고도로 온도가 화씨 40°F를 상정한 경우 실험실 내의 압력을 결정하는 경우 등이다. 대기중의 데이터를 사용함에 따라 16,000피트에서의 압력이 549mb라고 정의 할 수 있다. 하지만 온도가 화씨 40°F의 경우에는 압력이 594mb가 된다.

그 결과 실제16,000피트에서 40°F의 대기에서 야기되는 594mb의 압력을 실험실에서 재현하기에는 14,000피트의 고도를 설정할 필요가 있다.

9. 결론

에어충진식포장이 높은 곳에서 공기압을 유지할 수 있는지를 평가하기에는 샘플을 실제의 환경에 가까운 상태로 테스트할 필요가 있다. 따라서 테스트용 고도는 두 개의 레벨이 된다.

(그림 2) 실험실내 압력측정 방법과 고도설정 차



최초의 고도는 포장된 제품이 FEEDER항공 회사에 전달되기 전에 받는 기압인 고도 8000피트의 비행을 시뮬레이트한 경우, 다음으로 FEEDER AIRCRAFT로 수송된 경우의 시뮬레이트이다.

FEEDER AIRCRAFT의 비행고도는 지형과 날씨에 따라 다르다. 테스트에 폭을 넓혀 많은 것을 커버할 수 있도록 세가지의 레벨보 증안을 설정했다. 레벨1은 테스트색을 강하게 하고 사고발생 가능성을 낮추고 레벨3은 테스트색을 약하게 하고 사고 발생률을 올리고 레벨2는 그 중간으로 했다.

10. 정리

포장기술자들 속에서도 EXPRES AIR SERVICE에서 발생된 포장화물은 대개 최고 고도 8000피트에서 수송된다고 생각해 왔다. 그러나 FEEDER 항공 네트워크가 수송의 구성 요소중 하나가 된 것이 지금 까지 완전히 이해되고 있었던 것은 아닌 것 같다.

이번 발견으로 EXPRES AIR SERVICE 로 수송되고 포장된 제품이 고도 19,000피트까지 10.93PSI에서 7.04PSI로 감압을 받을 가능성을 알 수 있다.

특히 에어충진식포장을 하는 제품에 중대한 영향이 발생할 우려가 있기 때문에 이 포장방식을 채용하고 있는 메이커나 USER에게는 앞서 서술한 TEST DATA를 근거로 제품을 무사히 도착시키기 위한 최선의 포장방법과 자재를 찾아내기 위한 TEST 할 것을 강력히 권한다. ☐