

냉장고의 유통 중 진동 및 낙하충격에 관한 연구

이 수 근
신성대학 포장시스템과

A Study on the Vibration and Dropping Shock of Refrigerator during Physical Distribution

Soo-Keun Lee
Dept. of Packaging System, Shinsung College

Abstract

This study was carried out to investigate vibration shock and dropping shock of refrigerator during physical distribution.

The values of vibration shock were measured to be ~3G for up and down direction, ~0.8G for right and left direction and ~0.5G for back and forth direction on the national road. There was no damage during transport. From the results of dropping test by KS A 1026(General Rules of Performance Testing for Packaged Freights), relative equations were gained as follow : $y = 0.12x + 7.63$ (where y is G-factor and x is Dropping height). The maximum values of dropping shock during materials handling were measured to be 11G. This shock value was corresponding to dropping shocks of dropping height 28.3cm by KS A 1026.

Key words : dropping shock, materials handling, refrigerator, G-factor

서 론

국내 전기·전자 제품의 동향은 점차 다품종 소량 생산으로 치닫는 경향이 있어 이에 따른 유통구조 및 포장방법 등을 다시 검토해 볼 필요가 있다.

특히 유통부문에 있어서의 수송 및 하역, 보관 등

과 포장부문의 기계화, 자동화, 작업개선 등 이러한 제반 문제점을 개선하기 위해서는 지금까지 생산부문에만 치중해온 연구개발 노력을 이들 유통 및 포장부문에도 치중하지 않을 수 없게 되었다.

기업에서 적정포장 설계를 빠른 시간 내에 제품에 반영시키기 위해서는 많은 개선이 필요하지만 우선적으로 선행되어야 할 사항이 기업 내 포장시스템 정립이다. 기업에서 갖추어야할 포장시스템에는 포장전문 인력의 확보 및 완벽한 포장연구설비가 갖추어져야 하고 지속적인 단계적인 포장설계연구가 뒤따라야

Corresponding author : Soo-Keun Lee, Department of Packaging System, Shinsung College, 49, Duckma-Ri, Jungmi-Myun, Dangjin-Gun, Chungnam, 343-861, Korea

한다. 이와 같은 포장시스템 개선은 포장을 하나의 상품시스템으로 생각하여 상품에 적절한 물류가 고려된 포장설계를 함으로써, 간접생산비가 포함된 경비 전체의 토탈 코스트 절감이 가능하다.¹⁾

수년 전까지만 해도 국내의 전기·전자제품은 유통과정에서 파손된 제품의 대부분을 포장으로 인한 파손으로 판단하여 포장설계 시 재료를 과다하게 적용함으로써 해결되었다. 그러나 포장재료의 사용증가는 포장비 과다지출로 인한 상품원가의 상승원인 및 유통경비의 상승을 유발 시켰고 결국 소비자에게까지 부담을 주는 요소로 작용하여 왔던 것이 사실이다.²⁾

완충포장은 유통환경에서 받는 물리적인 외력으로부터 내용품을 보호하는 포장기법으로 적정포장을 하는데 있어서 가장 크게 작용한다. 유통과정 중 제품에 전달되는 충격은 수송에 의한 진동충격과 하역에 의한 낙하충격으로 구분할 수 있다. 충격의 의미로는 하역시의 충격이 수송 시 보다 훨씬 크고 유통과정에서 제품 파손이 발생되었다면 대부분이 하역과정이라고 볼 수 있다.^{3) 4) 5)} 하역과정의 충격을 실측하여 포장설계 시 반영하는 것이 중요한 인자임에도 불구하고 많은 기업들이 지금까지 유통과정의 하역 시 충격 측정 분석이 미비한 실정이었다.^{6) 7) 8)}

따라서 본 연구에서는 국내에서 생산되는 가전제품 중 냉장고를 중심으로 실제 유통 발생하는 진동충격과 낙하충격의 크기를 파악하였다. 또 하역 시 발생하는 낙하충격과 KS A 1026(적정포장 화물시험방법 통칙)의 평면낙하시험에 의한 충격과 비교분석을 하여 완충포장설계에 참고자료로 활용하고자 한다.

재료 및 방법

대상품목 선정

대상품목으로 표 1의 D사 제품을 선정하여 본 연구를 수행하였다.

대상시료의 완충포장 현황

대상시료는 완충포장 재료로 EPS를 사용하고 있다. 완충포장 형식의 경우 위는 사이드 패드 형태로

EPS 완충을 하고 있고, 아래는 나무 받침대 위에 모서리 패드 형태로 EPS 완충을 하고 있다.

Table 1. A list of articles.

articles	dimensions (mm) (length×width×height)	weight (kg)
refrigerator (218 l)	685×600×1700	71

대상시료의 충격 측정장치

유통과정 중의 진동 및 낙하충격은 아래의 장치를 사용하여 측정하였다. 대상시료의 내부 밑면에 3 way 용 Impact Recorder 1개를 부착하여 충격을 측정하였다.

Impact Recorder(3 way,100G) : FIR-301 (Yoshida Seiki Co., Japan)

Accelerometer : RM-3W(25G) (Impact Register Co., USA)

Drop Tester : Drop Tester (Rigaku Kogyo Co., Japan)

Rapicorder : RMV - 500A (Kyowa Co., Japan)

Amplifier : DPM - 110B (Kyowa Co., Japan)

Pick up : AS-A (Kyowa Co., Japan)

대상시료의 충격측정

본 연구의 유통과정 중의 진동충격은 현행 D사의 동일한 유통경로(인천공장→서울 물류센터)를 선정하여 측정하였다. 사용 차량은 1톤 트럭으로 하였고, 일반국도를 이용하였다. 주행속도를 60~80km/h를 유지하였다.

유통과정 중의 하역에 의한 충격은 제품의 상·하차 및 보관창고에의 적재 등의 실제 현장의 하역작업에서 발생하는 충격을 측정하였다. 평면낙하 충격은 표 2의 KS A 1026(적정포장 화물시험방법 통칙)⁹⁾에서 규정하는 등급 I의 낙하높이 보다 10cm 더 높은 높이 35cm에서 5cm씩 증가하면서 제품이 파손될 때까지 측정하였다.

Table 2. KS A 1026(General Rules of Performance Testing for Packaged Freights) : Dropping height

weight (kg)	dropping height (cm)			
	grade I	grade II	grade III	grade IV
under 10	80	60	40	30
10 ~ under 20	60	55	35	25
20 ~ under 30	50	45	30	20
30 ~ under 40	40	35	25	15
40 ~ under 50	30	25	20	10
50 ~ under 100	25	20	15	10

결과 및 고찰

진동충격

유통과정 중의 진동충격은 표 3과 같이 나타났다. 유통과정 중 대상시료의 파손은 전혀 일어나지 않았다.

Table 3. Results of vibration test during transportation.

articles	G-factor(G)		
	up-down direction	right-left direction	back-forth direction
refrigerator (218 l)	0.8~3.0	0.5~0.8	0.2~0.5

포장화물이 받는 수송 중의 진동영향은 5Hz 이하의 진동과 5~50Hz 정도의 자체 탄성진동에 있고 그 이상의 진동은 포장화물의 완충재에 의해 감소 되는 일이 많다.8) 본 연구에서 상하방향의 충격은 최고 3G 까지 측정되었고, 좌우방향의 충격은 0.8G 이하로 측정되었으며, 전후방향의 충격은 0.5G 이하로 측정되었다.

대상시료에 대한 유통과정 중의 진동충격 결과를 종합하면 국내의 도로가 대부분 포장화 되었고, 유통 경로가 단축됨에 따라 공진현상에 의한 내용물의 파

손만 방지한다면 유통과정의 제품파손은 거의 없을 것으로 사료된다.^{10) 11)}

평면낙하 충격

평면낙하 충격은 표 4, 그림 1과 같이 측정되었다. 대상시료를 각각 35cm, 40cm, 45cm의 낙하높이에서 충격값을 측정한 결과, 낙하높이 35cm, 40cm에서는 파손이 발생하지 않았지만, 45cm에서는 콤퓨레서 연결 부위의 파손이 발생하였다.

Table 4. Results of drop test by KS A 1026 (General Rules of Performance Testing for Packaged Freights).

articles	drop height (cm)	G-factor (G)				fragile
		1st	2nd	3rd	av.	
refrigerator (218 l)	35	11.2	11.2	13.0	11.8	no
	40	12.3	12.4	12.8	12.5	no
	45	12.0	14.0	-	13.0	fragile

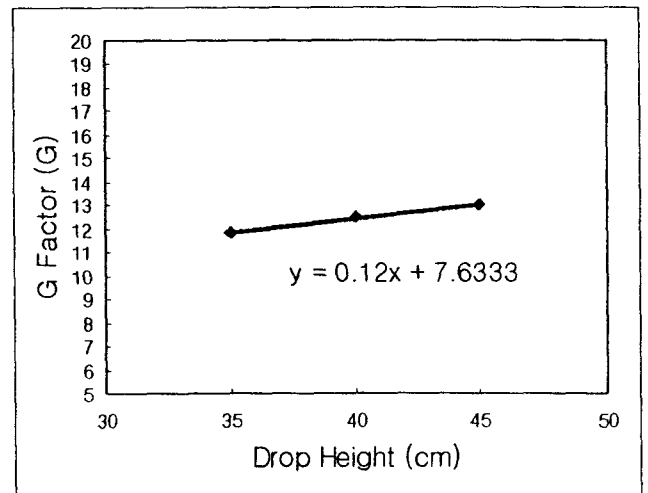


Fig. 1. Dropping height vs. G-factor of refrigerator

표 4의 결과를 이용하여 다음과 같은 낙하높이에 따른 충격치의 직선방정식을 구할 수 있었다.

세탁기 : $y = 0.12x + 7.63$

하역중의 낙하충격

유통과정 시 하역과정에서의 충격은 하역방법에 따라 많은 차이가 있다. 본 연구에서는 대상시료의 수량이 한정되었고, 하역자가 조심스럽게 취급했다고 판단되어 하역 중 낙하충격치는 측정된 결과 중 가장 거친 하역이었다고 판단되는 측정결과를 표 5와 같이 선정하였다.

표 5의 하역 중 낙하충격 측정결과에 나타난 바와 같이 좌우방향과 전후방향에 의한 하역에서 제품에 전달되는 낙하충격은 적게 측정되어 제품파손과는 거의 무관하리라 사료된다. 하지만 제품의 상하방향 하역에서는 전후, 좌우 방향에 비해 수십배 큰 충격이 전달되어 제품파손과 직접적인 관련이 있는 것으로 사료된다.¹²⁾

Table 5. Result of shock test during materials handling.

articles	shock values (G)		
	up-down direction	right-left direction	back-forth direction
refrigerator	8~11	0.3~1.0	0.2~0.5

하역중의 충격과 낙하충격과의 비교

그림 1에 나타난 낙하높이에 대한 충격치의 직선방정식으로부터 하역과정 중 최대 낙하충격이 평면낙하시험의 어느 정도 높이에서 낙하시킨 충격에 해당되는지를 살펴보았다. 표 5의 결과에서 보듯이 하역 중 충격에서 좌우방향 및 전후방향의 충격은 경미한 사항으로 무시하였고, 상하방향만을 기준으로 하였다.

표 5의 측정결과에서 대상시료의 하역 중 최대 낙하충격은 11G로 정하였다. 하역 중 발생된 최대 낙하충격 11G는 KS A 1026에 의한 평면낙하시험의 28.3cm 높이에서 낙하시켰을 때의 낙하충격에 해당됨을 알 수 있었다.

결 론

본 연구에서 유통과정 중의 진동충격에 의한 대상

시료의 파손은 전혀 일어나지 않았다. 상하방향의 진동충격은 최고 3G 까지 측정되었고, 좌우방향의 충격은 0.8G 이하로 측정되었으며, 전후방향의 충격은 0.5G 이하로 측정되어 공진현상에 의한 내용물의 파손만 방지한다면 유통과정의 제품파손은 거의 없을 것으로 사료된다.

하역 중 충격 측정결과에 나타난 바와 같이 좌우방향과 전후방향에 의한 하역에서 제품에 전달되는 충격은 1G 이하로 적게 측정되어 제품파손과는 거의 무관하리라 사료되지만 상하방향 하역에서는 전후, 좌우 방향에 비해 수십배 큰 충격(11G 이하)이 전달되어 제품파손에 직접적인 관련이 있는 것으로 사료된다. 하역 중 발생된 최대 낙하충격 11G는 KS A 1026에 의한 평면낙하시험의 28.3cm 높이에서 낙하시켰을 때의 충격에 해당됨을 알 수 있었다.

참고문헌

1. 工業包裝研究會 : 工業包裝設計ハンドブック, 1983
2. 김응주, 이수근 : FIELD DATA를 이용한 진동시험 규격화 방안, 한국포장학회, Vol.4 No.1, 1998
3. 日本包裝技術協會 : 包裝技術便覽, 1983
4. 日本生産性本部 : 緩衝包裝設計ハンドブック, 1969
5. Joseph F. Hanlon : Handbook of Package Engineering, McGraw-Hill, 1984
6. 남병화, 권오진, 전종구 : 물류합리화를 위한 포장시스템 개발 연구, 포장개발연구보고서, 1992
7. 이수근 : 가전제품의 수송 중 진동충격에 관한 연구, 신성대학 논문집 제5권, 1999
8. Richard K. Brandenburg, Julian June-Ling Lee : Fundamentals of Packaging Dynamic, MTS Systems Corporation, 1985
9. KS A 1026 (포장화물의 평가 시험방법 통칙)
10. Walter Soroka : Fundamentals of Packaging Technology, Institute of Packaging Professionals, 1995
11. Green, Kent C. : New Measurement and Analysis Techniques for Packaged Product Testing, IBM Technical Report TR 02.1072(1983)
12. 이수근 : 가전제품의 하역 중 낙하충격에 관한 연구, 한국포장학회, Vol.6 No.1, 2000