

## 가전제품의 하역 중 낙하충격에 관한 연구

이 수 근  
신성대학 산업포장과

### A Study on the Dropping Shock of Household Electric Appliances during Materials Handling

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

#### Abstract

This study was carried out to investigate dropping shock of household electric appliances during materials handling. Microwave oven(18 $\ell$ ), TV(16") and washing machine(6.2kg) were singled out as the study items. From the results of dropping test by KS A 1026(General Rules of Performance Testing for Packaged Freights), relative equations were gained as follow :  $y = 0.0863x + 10.032$  for microwave oven,  $y = 0.136x + 7.85$  for TV and  $y = 0.214x + 5.8$  for washing machine (where y is G-factor and x is Dropping height). The maximum values of dropping shock during materials handling were measured to be 11~14G for microwave oven, 12~15G for TV and 10~12G for washing machine. The maximum shocks of microwave oven, TV and washing machine during materials handling were corresponding to dropping shocks of dropping height 45.98cm, 52.57cm and 28.97cm by KS A 1026.

**Key words :** dropping shock, materials handling, household electric appliances

#### I. 서 론

국내의 전기·전자제품 포장설계는 선진공업국의 기법을 모방, 답습함에 따라 과거에는 내용물의 파손문제로부터 현재에 이르러는 과대포장에 까지 이르렀다. 이와 같은 추세는 과거 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.<sup>1)</sup>

완충포장은 유통환경에서 받는 물리적인 외력으로 부터 내용품을 보호하는 포장기법으로 적정포장을 하는데 있어서 가장 크게 작용한다. 일반적으로 완충포장이란 외부의 충격으로부터 제품을 보호하는 것으로 충격의 흡수 및 하중의 분산, 제품의 약한 부분이나 돌기 등 보호, 수송기관의 진동에 의한 보호 등을 포함한다.<sup>2) 3)</sup>

유통과정 중 제품에 전달되는 충격을 대별하면 수송에 의한 진동충격과 하역에 의한 낙하충격으로 구분할 수 있는데, 충격의 의미로는 하역시의 충격이 수송시 보다 훨씬 강하고 유통과정에서 제품 파손이 발생되었다면 대부분이 하역과정이라고 볼 수 있다.<sup>4)</sup> 하역과정의 충격을 실측하여 포장설계 시 반영하는 것이 중요한 인자임에도 불구하고 많은 기업들이 지금까지 유통과정의 하역 시 충격측정 분석이 미비한 실정이었다.<sup>5) 6)</sup>

Corresponding author :

유통과정에서 제품이 받는 최대의 충격은 콘크리트 등에 제품이 떨어질 때이다. 이러한 경우를 대비한 낙하높이 대하여 단지 내용물이 파손되지 않도록 완충포장을 하면 목적은 달성될지 모르지만 과잉포장이 되어 경제적으로 의미가 없기 때문에 적정포장을 할 필요가 있다. 내용물에 완충재를 사용하여 예상 낙하 높이에서 떨어뜨려 내용물이 파손되지 않도록 완충재의 선정 및 그 최적두께를 결정하는 것이 완충포장의 기본원리이다.<sup>9) 7) 8)</sup>

따라서 본 연구에서는 국내에서 생산되는 가전제품을 중심으로 실제 유통 중 하역에 따른 충격과 KS A 1026(적정포장 화물시험방법 통칙)의 평면낙하시험에 의한 충격과의 비교분석을 통하여 하역에서 발생하는 충격 정도를 파악하여 완충포장설계에 참고자료로 활용하고자 한다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 대상제품 선정

동 연구를 수행하기 위한 전 가전제품에 대한 유통환경 측정은 사실상 불가능하기 때문에 표 1과 같이 가전제품의 크기와 중량에 따라 크게 대, 중, 소로 구분하여 대상 모델을 선정하였으며<sup>9)</sup> 소형제품으로는 18 l 용량의 전자레인지, 중형제품으로는 16인치 칼라TV를, 대형제품으로는 6.2kg용 세탁기를 각각 대표 모델로 선정하였다.

Table 1. A list of articles.

microwave oven (18 l)	520×400×375	18
TV (16")	620×460×490	18.5
washing machine (6.2kg)	860×540×965	39.7

### 2. 대상제품의 완충포장 현황

대상제품 모두 완충포장 재료로 발포폴리스티렌을 사

용하고 있다. 완충포장 형식의 경우 전자레인지와 TV는 모서리 패드 형식을 적용하고 있다. 세탁기는 나무 받침대 위에 제품을 올려놓은 후 코너패드 형식으로 제품을 완충포장하고 있다.

### 3. 대상제품의 충격 측정장치

유통과정 중의 하역에 의한 충격과 KS A 1026의 평면낙하시험에 의한 충격은 아래의 장치를 사용하여 측정하였다.<sup>10)</sup>

Impact Recorder (1 way, 5G) : FIR-106 (Yoshida Seiki Co., Japan)

Impact Recorder (1 way, 10G) : FIR-106 (Yoshida Seiki Co., Japan)

Impact Recorder (1 way, 20G) : FIR-106 (Yoshida Seiki Co., Japan)

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)

전자레인지와 TV는 1 way용 Impact Recorder 3개를 각각 상하(5G), 좌우(10G), 전후(20G) 방향으로 내부에 부착하여 충격을 측정하였고, 세탁기는 3 way용 Impact Recorder 1개를 내부 밑면에 부착하여 충격을 측정하였다. 충격 측정기는 대상제품 모두 충격에 가장 민감한 부분에 부착시켰다.

### 4. 대상제품의 충격측정

유통과정 중의 하역에 의한 충격은 제품의 상·하차 및 보관창고에의 적재 등의 실제 현장의 하역작업에서 발생하는 충격을 측정하였다. 평면낙하 충격은 표2의 KS A 1026(적정포장 화물시험방법 통칙)에서 규정하는 낙하높이를 10cm씩 증가하면서 제품이 파손 될 때까지 측정하였다. 본 연구에서는 KS A 1026(적정포장 화물시험방법 통칙)의 등급1을 기준으로 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

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 평면낙하 충격

KS A 1026(적정포장 화물시험방법 통칙)에 의한 평면낙하 충격은 표3과 같이 측정되었다. 전자레인지와 TV, 세탁기를 각각 60cm, 60cm, 40cm에서부터 10cm씩 낙하높이를 높이면서 충격과 파손여부를 측정한 결과 전자레인지는 낙하높이 110cm에서 프레임이 휘는 파손이 발생하였고, TV는 90cm에서 브라운관 파손, 세탁기는 80cm에서 배수호수의 연결부위가 파손되고 밀판이 분리되는 현상이 발생하였다.

Table 3. Results of drop test by KS A 1026(General Rules of Performance Testing for Packaged Freights).

	Drop Height (cm)	G Factor (G)				Fragile
		KS A 1026	2nd	3rd	4th	
microwave oven	60	14.5	15.1	15.7	15.1	no
	70	16.6	14.9	15.7	15.7	"
	80	18.8	18.0	16.3	17.7	"
	90	17.0	17.5	18.2	17.6	"
	110	18.5	18.2	19.7	18.8	"
TV	60	20.0	17.5	20.5	19.3	fragile
	60	16.3	16.0	16.0	16.1	no
	70	17.4	17.0	17.0	17.1	"
	80	18.8	19.2	19.2	19.0	"
washing machine	90	20.1	19.8	-	20.0	fragile
	40	14.0	13.5	14.0	13.8	no
	50	16.8	16.0	-	16.4	"
	60	19.1	19.5	20.2	19.6	"
	70	21.5	21.3	21.3	21.4	"
	80	21.9	22.0	-	22.0	fragile

표 3의 결과를 이용하여 낙하높이에 따른 충격치를 도표로 나타내면 그림 1, 2, 3과 같다. 그림 1의 도표에서 다음과 같은 낙하높이에 대한 충격치의 직선방정식을 구할 수 있었다.

전자레인지 :  $y = 0.0863x + 10.032$

TV :  $y = 0.136x + 7.85$

세탁기 :  $y = 0.214x + 5.8$

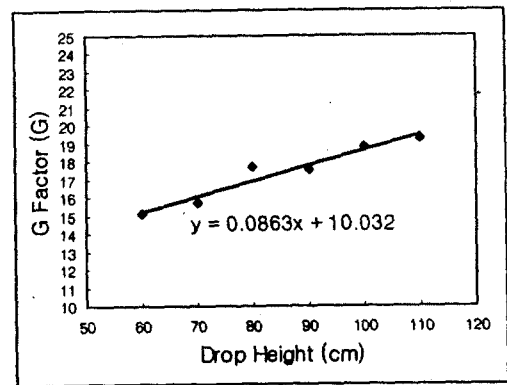


Fig. 1. Dropping height vs. G-factor of microwave oven.

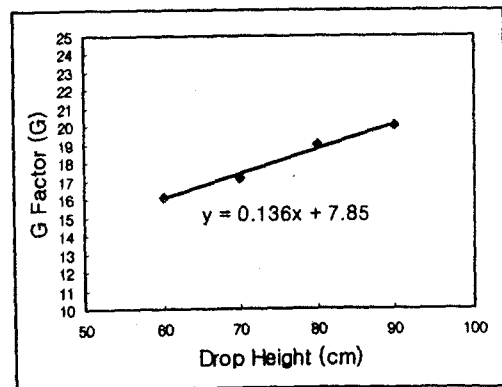


Fig. 2. Dropping height vs. G-factor of TV.

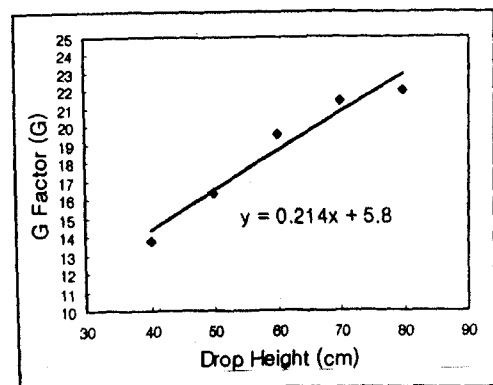


Fig. 3. Dropping height vs. G-factor of washing machine.

## 2. 하역중의 충격

대상제품의 상차 및 하차, 보관창고에의 적재 과정에서의 충격은 표 4와 같이 측정되었다. 본 연구에서는 대상제품의 수량이 한정되었고, 하역자가 조심스럽게 취급했다고 판단되어 하역 중 충격치는 측정된 결과 중 가장 거친 하역이었다고 판단되는 측정결과를 선정하였다. 표 4의 하역 중 충격결과에서 보듯이 좌우방향 및 전후방향에 의한 하역에서 제품에 전달되는 충격은 경미한 사항으로 제품파손과는 거의 무관함을 알 수 있었다. 하지만 제품의 상하방향 하역에서는 상하좌우 방향에 비해 수십배 큰 충격이 전달되어 제품파손과 직접적인 관련이 있는 것으로 판단되었다.

**Table 4. Result of shock test during materials handling.**

articles	shock values (G)		
	up-down direction	right-left direction	back-forth direction
Microwave oven	11~14	0.8~1.5	0.3~0.7
TV	12~15	1.0~2.0	0.5~1.0
washing machine	10~12	0.5~1.2	0.3~0.6

## 3. 하역중의 충격과 낙하충격과의 비교

그림 1, 2, 3에 나타난 낙하높이에 대한 충격치의 직선방정식으로부터 하역과정 중 최대 충격이 평면낙하시험의 어느 정도 높이에서 낙하시킨 충격에 해당되지를 살펴보았다. 표 4의 결과에서 보듯이 하역 중 충격에서 좌우방향 및 전후방향의 충격은 경미한 사항으로 무시하였고, 상하방향만을 기준으로 하였다.

표 4의 결과에서 전자레인지의 하역 중 최대충격은 14G로 정하였고, TV와 세탁기는 각각 15G와 12G로 정하였다. 전자레인지의 경우 하역 중 최대 충격 14G는 KS A 1026에 의한 평면낙하시험의 45.98cm 높이에서 낙하시켰을 때의 충격에 해당됨을 알 수 있었다. 또 TV의 하역 중 최대충격 15G는 평면낙하시험의 52.57cm에서 낙하시켰을 때의 충격에 해당되고, 세탁기의 하역 중 최대충격 12G는 평면낙하시험의 28.97cm에서 낙하

시켰을 때의 충격에 해당됨을 알 수 있었다.

## IV. 결 론

본 연구에서 측정된 하역과정 중의 최대충격은 전자레인지가 14G, TV가 15G, 세탁기가 12G로 나타났다. 이 충격은 KS A 1026(포장화물의 평가 시험방법 통칙)의 평면낙하의 등급 II와 등급 III 사이의 낙하높이에서 낙하시켰을 때의 충격에 해당됨을 알 수 있었다.

경제적 발전과 더불어 유통환경 및 하역장비 등도 점점 개선 또는 기계화되고 있으나 유통중 수송이나 하역에 의한 충격 등의 연구에는 미비한 실정으로 본 연구를 토대로 완충포장 설계 시 하역과정중의 충격을 충분히 고려하여 유통 중 제품 파손을 방지할 수 있도록 노력하여야 할 것이다.

## 참고문헌

1. 김응주, 이수근 : FIELD DATA를 이용한 진동시험 규격화 방안, 한국포장학회, Vol.4 No.1 1998
2. 디자인포장개발원, 포장기술편람, 1988
3. F.A. Paine, The Packaging User's Handbook, Blackie, 1995
4. Joseph F. Hanlon : Handbook of Package Engineering, McGraw-Hill, 1984
5. 남병화, 권오진, 전종구 : 물류합리화를 위한 포장시스템 개발연구, 포장개발연구보고서, p41(1992)
6. 이수근 : 기전제품의 수송 중 진동충격에 관한 연구, 신성대학 논문집 제5권, 1999
7. Richard K. Brandenburg, Julian June-Ling Lee, Fundamentals of Packaging Dynamic, MTS Systems Corporation, 1985
8. Walter Soroka : Fundamentals of Packaging Technology, Institute of Packaging Professionals, 1995
9. Green, Kent C. : New Measurement and Analysis Techniques for Packaged Product Testing, IBM Technical Report TR 02.1072(1983)
10. KS A 1026 (포장화물의 평가 시험방법 통칙)