

트럭수송에 의한 전기·전자 제품의 진동충격에 관한 연구

이 수 근
신성대학 포장시스템과

A Study on the Vibration Shock of Electric Appliances during Transport by Truck

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

Abstract

This study was carried out to investigate vibration shock of electric appliances during transport. Microwave oven, TV, washing machine and refrigerator were singled out as the study items. Transport courses were selected as follow ; an expressway between Kumi and Seoul for TV, an expressway between Kwangju and Seoul for microwave oven and washing machine, a national road between Incheon and Seoul for refrigerator.

the values of vibration shock were measured to be ~3G on the national road and ~1G on the expressway for up and down direction, ~0.5G on the national road and expressway for back and forth direction and ~0.8G on the national road and expressway for right and left direction. There was no damage during transport. These values were corresponding to grade II of KS A 1026(General Rules of Performance Testing for Packaged Freights).

서 론

수년 전까지만 해도 국내의 전기·전자제품은 유통과정에서 파손된 제품의 대부분을 포장으로 인한 파손으로 판단하여 완충포장 설계시 재료를 과다하게 적용함으로써 해결

되었다. 그러나 포장재료의 사용증가는 포장재료비 과다지출로 인한 상품원가의 상승 원인 및 유통경비의 상승을 유발시켰고 결국 소비자에게까지 부담을 주는 요소로 작용하여 왔던 것이 사실이다.¹⁾

완충포장은 유통환경에서 받는 물리적인 외력으로부터 내용품을 보호하는 포장기법으로 적정포장을 하는데 있어서 가장 크게 작용한다. 유통과정 중 제품에 전달되는 충격은 수송에 의한 진동충격과 하역에 의한

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

낙하충격으로 구분할 수 있다. 충격의 의미로는 하역시의 충격이 수송 시 보다 훨씬 크고 유통과정에서 제품 파손이 발생되었다면 대부분이 하역과정이라고 볼 수 있다.^{2) 11}

미국에서는 시험장치 메이커들은 내충격강도 측정장치를 개발하여 판매함으로써 완충포장 설계는 수치결과를 근거로 실시하게 되었고, 1974년에는 내충격강도 측정법에 관한 규격이 ASTM에도 채택 제정되었다.^{5) 7)}

일본에서도 1973년부터 내충격 측정장치가 도입되어 사용되어져 왔고,²⁾ 우리나라는 1980년대 들어 일부 가전제품 메이커들이 이러한 장치를 도입하여 제품 내충격강도의 측정결과에 의해 완충포장을 설계하게 되었다.⁸⁾

수송과정의 진동충격이나 하역과정의 낙하충격을 실측하여 포장설계 시 반영하는 것이 중요한 인자임에도 불구하고 많은 기업들이 지금까지 유통과정의 하역 시 충격 측정 분석이 미비한 실정이었다.^{9) 10)}

본 연구를 통하여 국내에서 생산되는 가전제품을 중심으로 실제 유통 중 수송에 따른 충격 정도를 파악하고 제품의 파손여부를 확인하여 완충포장 설계에 참고자료로 활용하고자 한다. 본 연구는 국내 가전제품 생산업체인 D사의 협조를 받아 수행하였다.

재료 및 방법

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 선정하였으며¹¹⁾ 소형제품으로는 20ℓ 용량의 전자레인지, 중형제품으로는 20인치 칼라TV를, 대형제품으로는 220ℓ 용량의 냉장고와 5.5kg용 세탁기를 각각 대표 모델로 선정하였다. 대상제품의 포장설계는 표 2와 같다.

표 1. 선정된 대상제품

품목	치수(mm) (장×폭×고)	규격	중량(kg)
전자레인지	489×275×387	20ℓ	16
TV	496×449×469	20"	17
세탁기	525×535×858	5.5kg	38
냉장고	549×588×1600	220ℓ	67

표 2. 대상제품의 포장설계

품목	완충포장재료 및 형태
전자레인지	• 재료 : EPS* 완충 • 형태 : 모서리 패드
TV	• 재료 : EPS* 완충 • 형태 : 모서리 패드
세탁기	• 재료 : EPS* 완충 • 형태 : 위는 EPS로 완충포장한 후 나무로 지지, 아래는 나무 받침대 위에 코너패드 형태로 EPS 완충
냉장고	• 재료 : EPS* 완충 • 형태 : 위는 사이드 패드 형태로 EPS 완충, 아래는 나무받침대 위에 모서리 패드형태로 EPS 완충

*EPS : Expandable Polystyrene

대상제품의 유통경로 선정

동 연구에서 수행된 대상제품의 유통경로는 Fig.1과 같이 D사의 현행 유통경로를 동일하게 적용하였다. 전자레인지와 TV, 세탁기는 각각 광주공장, 구미공장, 광주공장에서 서울 물류센터까지를 유통경로로 선정하였고 모두 고속도로를 이용하였다. 냉장고는 인천공장에서 서울 물류센터까지를 유통경로로 선정하였고 일반국도를 이용하였다.

수송 차량은 1톤 트럭으로 하였다. 제품이 공장에서 출하되어 각각 물류센터까지 수송되는 과정에서 상·하차시 팔리트와 지게차를 사용하기 때문에 큰 충격을 받지 않

을 것으로 예상되기 때문에 <물류센터→대리점→소비자>까지의 유통과정에서 대부분 사용되는 소형 트럭으로 선정하였다.

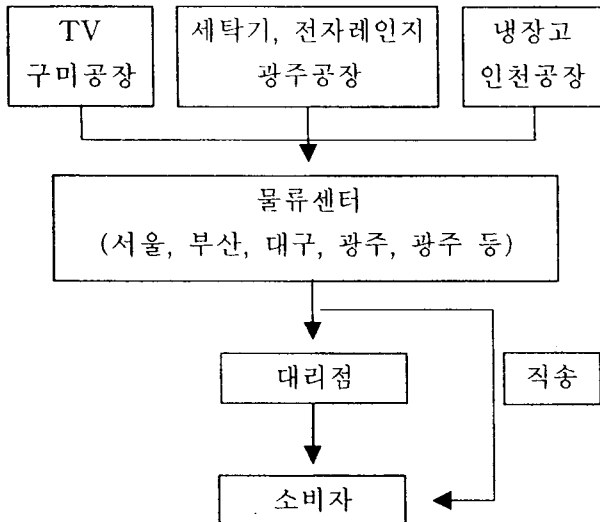


Fig. 1. 대상제품의 유통경로

수송 중의 진동충격 측정

수송 중의 충격측정을 위하여 아래의 충격기록기를 사용하였다.

- Impact Recorder(1way, 5G) : FIR-106 (Yoshida Seiki Co., Japan)
- Impact Recorder(1way, 10G) : FIR-106 (Yoshida Seiki Co., Japan)
- Impact Recorder(1way, 20G) : FIR-106 (Yoshida Seiki Co., Japan)
- Impact Recorder(3way, 100G) : FIR-301 (Yoshida Seiki Co., Japan)
- Accelerometer : RM-3W(25G) (Impact Register Co., USA)

전자레인지와 TV는 각각 1way용 Impact Recorder 3개를 상하(5G), 좌우(10G), 전후(20G) 방향으로 내부에 부착하여 충격을 측정하였고, 세탁기와 냉장고는 3way용 Impact Recorder 1개를 내부 밑면에 부착하여 충격을 측정하였다.

결과 및 고찰

수송 중의 진동충격은 표 3과 같이 나타났다. 수송과정에서의 대상제품의 파손은 전혀 일어나지 않았다.

표 3. 대상제품의 진동충격치(G)

품 목	수송 경로	주행속도 (km/h)	진동충격치(G)		
			상하 방향	좌우 방향	전후 방향
전자 레인지	광주 ↓ 서울 ^{*1}	80 ↑ 100	0.3 ~ 0.6	0.2 ~ 0.4	0.1 ~ 0.3
TV	구미 ↓ 서울 ^{*1}	80 ↑ 100	0.3 ~ 0.8	0.2 ~ 0.4	0.1 ~ 0.3
세탁기	광주 ↓ 서울 ^{*1}	80 ↑ 100	0.5 ~ 1.0	0.2 ~ 0.5	0.1 ~ 0.3
냉장고	인천 ↓ 서울 ^{*2}	60 ↑ 80	0.8 ~ 3.0	0.5 ~ 0.8	0.2 ~ 0.5

*1 : 도속도로 경유

*2 : 일반국도 경유

위의 결과를 종합적으로 분석 요약하면 표 4와 같다. 포장화물이 받는 수송 중의 진동영향은 5Hz 이하의 진동과 5~50Hz 정도의 자체 탄성진동에 있고 그 이상의 진동은 포장화물의 완충재에 의해 감쇄 되는 일이 많다. 표 4에서와 같이 상하방향의 충격은 일반도로의 경우 최고 3G까지 측정되었고, 고속도로에서는 1G 이하의 충격이 측정되었다. 전후방향의 충격은 일반도로와 고속도로에서 큰 차이가 없이 0.5G 이하로 측정되었으며, 좌우방향의 충격은 0.7G 이하로 측정되었다. 급제동 상태에서만 최고 1G 정도 측정되었다.

제품을 차량에 적재할 때 차체와 제품이 완벽하게 접촉되지 않으면 적재함에서 발생하는 충격이 도로에서 발생하는 충격과 합성되어 큰 진동충격이 발생되는데 이와 같

은 충격을 공진이라고 말한다. 공진현상이 발생되면 진폭이 크게 상승되기 때문에 제품이 받게되는 충격은 증가하며(충격량은 진동수 및 진폭증가와 비례) 내용물의 파손이 우려되므로 주의하여야 한다.

이와 같은 측정결과를 가까운 일본과 비교하면 약 10% 정도 더 많은 진동충격을 받는 것으로 분석되며³⁰ 일본에서 측정된 결과가 1980년대임을 감안한다면 국내의 도로여건이 어느 정도 뒤떨어져 있는지를 짐작할 수 있다.

표 4 종합된 수송 중의 진동충격 결과

구 분		최대가속도(G)		
		상하 방향	좌우 방향	전후 방향
일반도로 (60~80km/h)	좋은 길	0.8 ~1.3	0.5 ~0.6	0.2 ~0.3
	나쁜 길	2.0 ~3.0	0.6 ~0.8	0.3 ~0.5
65km/h에서 제동시		0.3 ~0.8	-	0.6 ~1.0
고속도로 (80~100km/h)	좋은 길	0.3 ~0.5	0.2 ~0.4	0.1 ~0.2
	나쁜 길	0.5 ~1.0	0.3 ~0.5	0.2 ~0.5
90km/h에서 제동시		0.3 ~0.5	-	0.5 ~0.8

결 론

대상제품에 대한 유통과정 중의 진동충격 결과를 종합하면 국내의 경제성정과 더불어 대부분의 도로가 포장화 되었고, 최근 소비자 위주의 택배 시스템 등의 도입으로 유통경로가 더욱 단축됨에 따라 공진현상에 의한 내용물의 파손만 방지한다면 유통과정의 제품파손은 거의 없을 것으로 판단된다.

동 연구에서 측정된 진동충격과 KS A 1026(포장화물의 평가 시험방법 통칙)¹²⁾을

비교 분석하면 대상제품의 국내 유통의 경우 수송부문에 있어서는 등급 II를 적용하면 가능할 것으로 판단된다.

유통과정의 수송 진동충격 측정은 포장설계에 대한 평가시 포장화물시험(진동)의 적절한 진동시간과 진동수 제정에 중요한 자료가 될 것으로 판단된다.

문 헌

1. 김응주, 이수근 : FIELD DATA를 이용한 진동시험 규격화 방안, 한국포장학회, Vol. 4 No.1(1998)
2. 日本包裝技術協會 : 包裝技術便覽(1983)
3. 日本生産性本部 : 緩衝包裝設計 ハンドブック(1969)
4. Joseph F. Hanlon : Handbook of Packaging Engineering, McGraw-Hill(1984)
5. ASTM D3332-74T, Mechanical Shock Fragility of Products, Using Shock Machines
6. ASTM D 999, Vibration Testing of Shipping Containers
7. ASTM D 4169, Performance Testing of Shipping Containers and Systems
8. 디자인포장개발원, 포장기술편람, 1988
9. 남병화, 권오진, 전종구 : 물류합리화를 위한 포장시스템 개발연구, 포장개발연구보고서, p41(1992)
10. Richard K. Brandenburg, Julian June-Ling Lee : Fundamentals of Packaging Dynamic, MTS Systems Corporation, 1985
11. Green, Kent C. : New Measurement and Analysis Techniques for Packaged Product Testing, IBM Technical Report TR 02.1072(1983)
12. KS A 1026(포장화물의 평가 시험방법 통칙)