

Journal of KOPAST
 Vol.4 No.1 1998
 Printed in Korea

FIELD DATA를 이용한 진동시험 규격화 방안

김응주 · 이수근

삼성전자 포장연구소 · 신성대학 산업포장과

Packaging Vibration Specification Based on Field Data

Ung-Ju Kim · Soo-Keun Lee

Packaging R&D, Samsung Electronics Co., Ltd · Dept. of Industrial
 Packaging, Shinsung College

Abstract

We used recording device(EDR-3) to monitor the packages and the vehicle during shipment. Provided we did this enough times, we began to gain statistically valid information which could be used to describe the particular channel of distribution. The event was obviously changed from trip to trip, but in general we could have an idea of what to expect. Considerable amount of time and money were invested to record field data. Although not ideal, it was the best suited approach to gain information regarding a specific distribution channel. Based on the recorded field data, we could make our own packaging vibration testing specification through MIL-STD-810D(Guidance for development of laboratory dynamic test specification). This test specification was proved several times through field tests. As a result, we gained confidence in this revised vibration specification and come to know the development procedures of a laboratory dynamic test specification.

I. 서론

국내의 전기·전자 제품은 그 동안 국

내 경제의 주역으로써 꾸준히 성장하여 왔다. 정부 및 기업에서 지금까지 많은 투자의 결과로 상당히 축적된 기술수준에

이르렀으며, 현재에도 지속적인 선진국과의 기술협력, 우수한 인재양성에 의한 자체기술개발, 산업계 및 정부차원에서의 지원 등에 힘입어 전망이 밝은 산업이라 볼 수 있다.

전기·전자제품의 시장형태는 소비자의 욕구가 다양화, 개성화 된 제품구매를 원하기에 이르렀으며, 제품생산 동향이 점차 다품종 소량생산으로의 전환이 불가피해짐에 따라 많은 선진국에서는 이미 다품종 소량생산시스템 개발에 착수하고 있다. 다품종 소량생산은 많은 부문에서 기업에 상당한 문제점과 부담을 주게 되었는데, 다품종 소량생산에 필요한 포장설계는 대량생산 시스템에 비하여 여러 부문에서 어려움이 내포된다. 왜냐하면 지금까지 적용된 포장시스템을 다양하게 변경하여야 하고 포장작업 라인의 기계화, 자동화방법이 변화되어야 하며 작업개선 등 많은 시스템의 변경을 요구하기 때문이다. 다품종 소량생산 시스템에 대비하여 많은 대기업 및 중소기업들이 포장관련 연구개발부서를 확충하여 대비하고 있으나 지금까지 포장연구 기반이 미약하기 때문에 큰 어려움을 겪고 있다.¹⁾

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 소비자에

게까지 부담을 주는 요소로 작용하여 왔던 것이 사실이다.²⁾

포장에 대한 설계 및 품질평가 기준정립의 필요성이 요구되어 S사에서는 1980년도 중반에 미국 RESCO사의 포장부문 컨설팅을 받았고 그 결과 ASTM D 999³⁾ ASTM D 4169⁴⁾, JIS Z 0232⁵⁾ 규격을 모방한 Table 1의 포장 진동시험 규격을 갖추게 되었다.

그러나, 경제적 발전과 더불어 유통환경 및 수단도 점점 개선되고 기계화되고 있으나 진동시험규격 자체는 과거의 규격을 그대로 유지하고 있어 시장에서 발생하는 제품의 불량현상과 포장 유통환경시험 이후에 발생하는 불량현상이 일치하지 않고 있으며, 실제 유통환경에서도 단순 sine 진동이 존재하지 않아 이 역시 현실성이 결여된 것으로 판단되어 전자제품의 실제 유통환경에 부합하는 시험규격이 필요하게 되었다.

Table 1. 기존 진동시험규격

진동파형	SINE 파형
진동주파수	5~100Hz
진동가속도	1.1G
진동시간	1hr

II. 재료 및 방법

1. 측정대상 유통경로 결정

유통환경 측정대상 경로설정을 위해 제품의 물동량에 따라 도로별, 차량별, 구간별로 유통경로를 구분하여 Table 2와 같

이 시나리오를 작성하였다.

Table 2. 설정된 유통경로

유통구간	도로상태	운반차종
수원 - 부산	고속도로	9.5톤
수원 - 부산	철도	화물열차
수원 - 광주	고속도로	8.0톤
수원 - 대구	고속도로	8.0톤
수원 - 평택	고속도로	8.0톤
서울시내	시내도로	1.0톤
부산시내	시내도로	5.0톤
화성군	비포장도로	1.0톤

2. 유통환경 측정방법

1) 측정대상 제품선정

약 3000여종에 달하는 전 제품의 유통환경 측정은 사실상 불가능하기 때문에 낙하높이 측정을 위하여 제품을 Size와 중량에 따라 크게 대, 중, 소로 구분하여 대상 모델을 선정하였으며⁶⁾ 대형제품으로 450ℓ 용량의 냉장고를, 중형 제품으로는 25인치 칼라TV를, 소형 제품으로는 VTR을 각각 대표 모델로 선정하였다.

2) 유통환경 기록계

미국 IST (Instrument Sensor Technology)사의 EDR - 3를 낙하높이 측정용 2대, 진동측정용 2대, 총 4대를 구입하여 설정된 유통환경 측정을 실시하였고, 계측기의 Size는 길이, 너비, 높이가 각각 113, 108, 54mm 이고 중량은 800g으로 사용하기가

편리하도록 제작되었으며 계측기의 세부 용량은 Table 3과 같다.

Table 3. EDR - 3 SPEC

최대 SPL수	3200/sec
측정방향	X,Y,Z 동시 측정가능
측정내용	충격, 진동, 온·습도
측정시간	최대 28일

3) 유통환경 측정방법

진동측정의 경우는 트럭으로 제품을 운반할 경우는 트럭의 화물칸에 EDR - 3를 장착하여 중력가속도의 10배 이상인 10G 이상의 충격값은 버리도록 trigger level을 설정하였고, 측정되는 진동값 중 큰 값순으로 500개를 overwrite(기록된 자료 중 각 주파수에 따라 상위 500개의 진동값을 기록하도록 하는 기능)하도록 하여 data를 측정하였다.⁷⁾

낙하높이 추적을 위한 충격값 측정의 경우는 trigger level을 10G 미만으로 하여 overwrite 기능을 사용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 유통환경 실측 data

유통 구간별로 측정된 진동 data를 FFT를 이용하여 PSD(power spectrum density)를 작성하여 각 진동수별 진동레벨의 평균값과 최고값을 각각 계산하고 최고값은 각 구간별 최고 값의 누적 합이므로 한계시험 규격의 기초 data로 활용하였다. (Table 4)

Table 4 구간별 진동측정 Grms Data

측정구간	AVG	MAX
수원 - 부산	0.768	2.473
수원 - 광주	0.603	2.279
수원 - 대구	0.580	1.945
수원 - 평택	0.386	1.311
부산 시내	0.575	2.513
화성군	0.725	2.464

2. 진동시험 규격화

1) 대표적 수송경로 선정

제품의 유통구조, 물동량 data를 분석한 결과 대표적 수송경로는 공장에서 배송

센터까지는 수원 - 부산 구간을 배송센터에서 소비자 집까지는 서울시내 및 수원 - 평택간 국도 구간을 선정하게 되었다.

구간별 평균 수송시간은 수원 - 부산간이 5시간, 나머지는 각각 1시간씩 소요되는 것으로 분석되었다.

2) MIL - STD - 810 D에 의한 시험수준 및 시간계산

대표적인 수송경로 측정 값 중 최고 Grms을 분자로 하고 각각의 측정값을 분모로하여 시험 가속상수 α 값을 읽어 수평선을 그어 사선과 교차하는 점에서 아래 방향으로 수직선을 내려 시간계수 λ 를 구한 후 시험시간을 계산하였다.⁸⁾ (Fig.1) (Table 5)

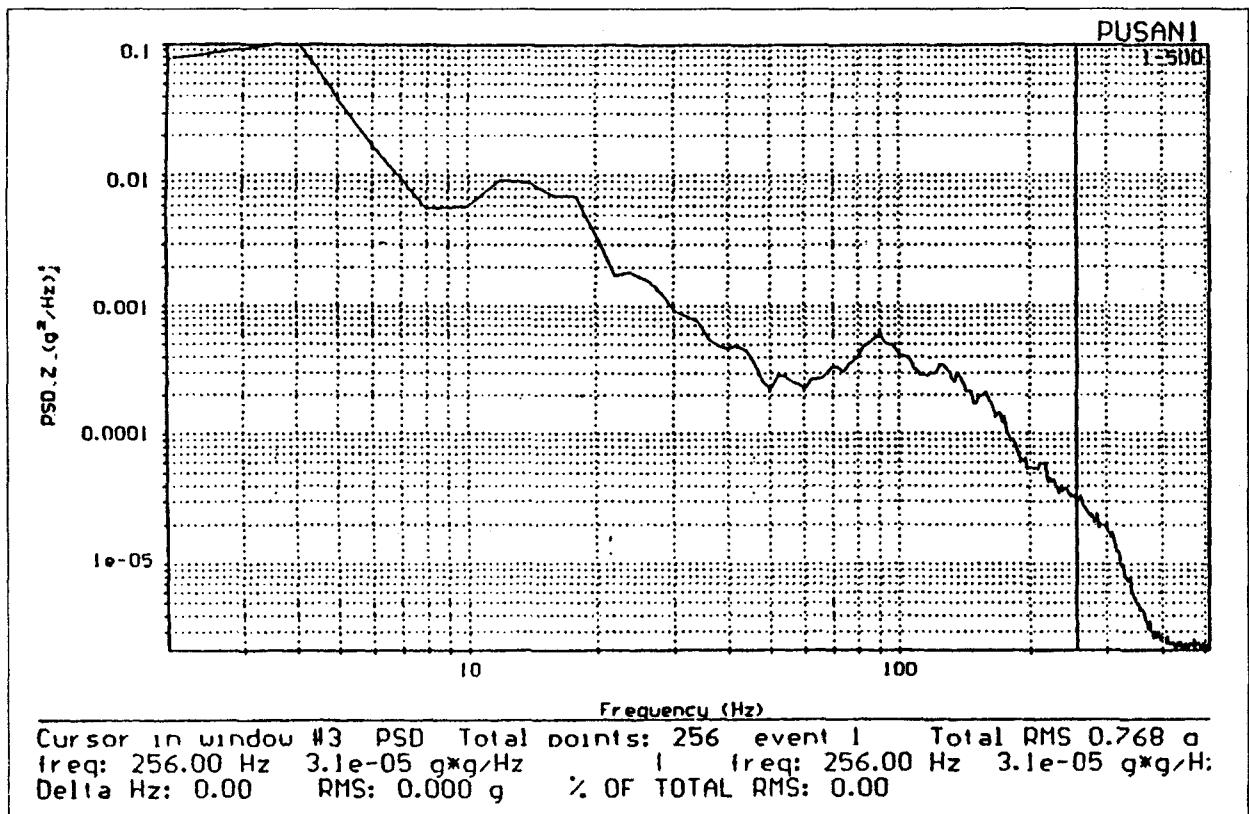


Fig. 1 수원 - 부산간 PSD 분석예

Table 5 구간별 진동측정 Grms Data

경로	α	λ	시험기간
수원/부산	0.786/0.786 =1.0	1.0	5hr×1.0 =5.0hr
서울/시내	0.786/0.575 =1.33	0.2	1hr×0.2 =0.2hr
수원/평택	0.786/0.386 =1.98	0.01	1hr×0.01 =0.01hr

3) 추가 가속조건에 의한 시험시간 단축

최초 7시간의 진동이 5.21시간으로 단축되었다. 그러나 현실적으로 시험실에서 5.21시간의 시험을 실시하기에는 여러 가지 어려움이 있어 시험시간을 단축하기 위한 가속화 과정이 필요하게 되었다.

진동 가속도를 1.0 Grms로 상향조정하여 시험가속상수 α 값을 구해보면

$$\alpha = 1.0/0.768 = 1.30$$

이 되고 그래프에서 시험시간 상수 λ 를 구하면 0.2가 된다. 이 값을 가지고 시험시간을 재설정하면 총 시험시간은 5.21 hr × 0.2 = 1.042 시간으로 약 1시간의 시험으로 재설정이 가능하였다.

IV. 결 론

MIL - STD에 의해 규격화된 불규칙 진동시험규격 PSD curve를 작성하여 Table 6, 7과 Fig. 2와 같은 결과를 얻을 수 있었다.

개정전·후 진동시험 규격으로 비디오 (VTR), LDP, 전자렌지(MWO) 제품에 대한 문제점 검출력을 비교한 결과 Sine 진

Table 6 불규칙진동 시험규격

가 속 도	1.0Grms
진 동 수	6~200Hz
시험기간	1hr

주파수	LEVEL(G^2/Hz)
6Hz	0.05
8Hz	0.05
10Hz	0.02
20Hz	0.02
30Hz	0.004
90Hz	0.004
200Hz	0.001

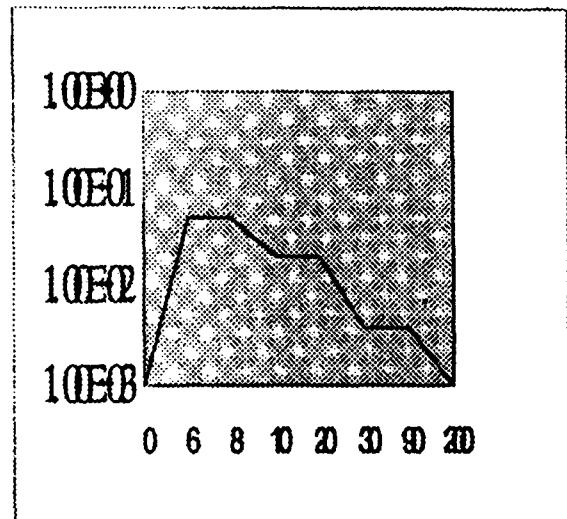


Fig. 2 PSD 곡선

동에 비해 Random 진동 후 발생하는 제품의 불량 현상들이 시장에서 발생하는 제품의 불량요인들과 보다 밀접한 관계가 있어 개정규격이 좀더 현실적인 것으로 판단되어 이를 시험규격으로 결정할 수 있었다.

인용문헌

1. 남병화, 권오진, 전종구 : 물류합리화를 위한 포장시스템 개발연구, 포장개발연구보고서, p41(1992)
2. 남병화, 전종구 : 전기·전자제품의 적정포장 설계기법연구, 포장개발연구보고서, p67(1990)
3. ASTM D 999, Vibration Testing of Shipping Containers, U.S.(1984)
4. ASTM D 4169, Performance Testing of Shipping Containers and Systems U.S.(1984)
5. JIS Z 0232, Method of Vibration Test for Packaged Freights and Containers
6. Green, Kent C. : New Measurement and Analysis Techniques for Packaged Product Testing, IBM Technical Report TR 02.1072(1983)
7. Military Standardization Handbook, Package Cushioning Design, MIL-HDBK-304B. U.S.
8. MIL - STD - 810 D