

전자상거래 유통물류 패키징의 국내 물류환경부하 분석

서상욱 · 임미진 · 오재영*

한국건설생활환경시험연구원(KCL)

Analysis on the Distribution Environmental Loads of the Parcel Packaging Delivered by Means of E-Commerce in Korea

Sanguk Suh, Mijin Lim, and Jae Young Oh*

Korea Conformity Laboratories, Seoul 08503, Korea

Abstract The amount of delivered parcels have been increasing according to the change and expansion of consumption pattern through e-commerce, and they are required to minimize breakout or failure under the delivery. In this study, we measured and analyzed the distribution environment data (vibration and impact) occurred in the packaging, which were prepared with 5 types by the weight and dimension, distributed from Seoul to Busan in Korea by 2 parcel delivery service companies through e-commerce order. Data showed the parcels had 3-5 times of drop impact and 0.3-0.7 m of drop height on average, and 0.8 Grms of vibration acceleration from equivalent equation to the vertical direction. The significant gap in service quality was not found between 2 parcel delivery service companies. This study is expected to be useful for designing the suitable packaging in order to enhance safe transportation of the delivered packaging, and furthermore useful for developing Korean testing method for Field-to-Lab simulation.

Keywords E-commerce, Safe transit transportation, Parcel service, Distribution packaging, ISTA

서 론

우리나라의 전자상거래의 규모는 통신판매, 홈쇼핑, 모바일 커머스 시장의 확대에 따라 매년 15% 이상의 지속적인 성장이 이루어지고 있다. 이러한 전자상거래에 의한 소비자 구매 패턴의 변화와 확산은 택배 물동량의 지속적인 증가와 함께 운송 중의 제품 파손을 최소화하는 유통물류패키징의 설계와 안전운송 서비스에 대한 요구가 증가하고 있다¹⁻³⁾. 현재 이러한 유통물류패키징의 실제 유통환경에서의 안전성을 검증하기 위해, 국제안전운송협회(International Safe Transit Association, ISTA) 또는 미국재료시험협회(American Society of Testing and Materials, ASTM)에서 개발한 운송 시험방법을 적용하여, 실험실에서의 시뮬레이션 시험(Field-to-Lab Test)을 통해 실제 운송환경시험을 대신하고 있다. ISTA는 지속적인 연구를 통해 다양한 경로와 운송수단, 유통물류

패키징에 대한 진동(유효가속도), 낙하, 충격, 압축, 온·습도 등 필드측정 물류 환경부하 데이터를 기반으로 선행연구를 진행해 왔으며, Field-to-Lab Test를 위한 다양한 시험방법을 개발해 왔다^{4,7)}. 그러나 이러한 시험방법은 국내 유통물류 환경부하에 대한 필드데이터가 반영되어 있지 않으므로, 국내 유통물류패키징의 안전운송 시뮬레이션에 적합한 시험방법 개발을 위한 국내 유통 환경부하의 측정이 필요하다⁷⁻¹¹⁾.

따라서, 본 연구에서는 전자상거래에 의해 유통되는 국내 유통물류패키징(B2C)의 물류환경부하를 확인하기 위해 크기 및 중량에 따라 5개의 표준화된 유통물류패키징 모형을 제작하여 서울-부산 간 배송 경로에 대한 진동(유효가속도) 및 낙하충격 데이터를 측정하였다. 또한, 국내 택배사 간 배송에 대한 품질차이를 확인하기 위해 2개 택배물류 서비스 기업에 대해 동일한 실험을 실시하였으며, 이를 통해 전자상거래에 의한 국내 유통물류패키징(B2C)에 가해지는 물류 환경부하 데이터를 비교분석하였다. 본 연구결과는 향후 유통물류패키징의 안전성 확보를 위한 필요 최소량의 적정 포장설계와 국내 택배 서비스의 안전운송 검증에 적합한 시험방법

*Corresponding Author : Jae Young Oh
Korea Conformity Laboratories, Seoul 08503, Korea
Tel : +82-2-6912-2330, Fax : +82-
E-mail : jyoungo@kcl.re.kr

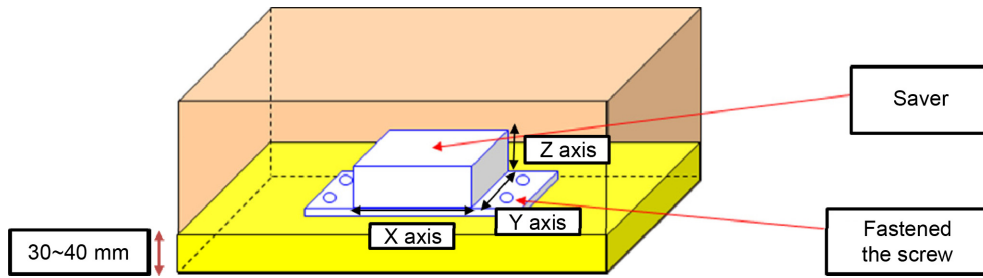


Fig. 1. Scheme of the dummy box, in which the distribution environment data recorder was fastened.

Table 1. Types of dummy prepared by the weight and dimension for gathering vibration and impact data under the delivery

	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5
Weight (kgf)	5	10±2	15±2	20±2	25±5
Dimension (mm)	340×250×210	410×310×280	480×380×340	520×480×400	520×480×400
Example					

개발을 위한 기초자료로 활용될 것으로 기대된다.

히 부착하여 진동 및 충격데이터를 측정하였다.

재료 및 방법

1. 재료

택배 유통 과정에서 유통물류패키징이 받게 되는 진동 및 충격에 대한 물류환경부하를 일정한 수준의 정량적 데이터로 활용을 하기 위해서는 측정값의 반복성 및 재현성이 확보되어야 하므로, 이를 위해 단단한 중밀도 섬유판(Medium Density Fiberboard, MDF)을 사용하여 완충이 최소화하도록 고안된 유통물류패키징 모형(dummy)을 설계하였으며(Fig. 1), 국내 우체국 택배상자 규격을 참고해서 실험을 위한 표준 상자 치수를 5종류로 구분하고 각 치수에 따라 예상되는 허용 화물 무게를 설정하여 Table 1에 나타난 것과 같이 5 종류의 표준 유통물류패키징 모형을 제작하였다^{8,12)}.

그리고, 국내 택배 유통물류 과정에서의 환경부하를 측정하기 위해 진동 및 충격 데이터 기록체인 SAVER 3X90, 9X30 (Shock and Vibration Environmental Recorder, Max 200G, Lansmont, USA)를 표준 유통물류패키징 모형에 단단

2. 방법

1) 유통환경데이터 측정

국내 일반적인 전자상거래는 B2C 형태로 택배의 유통물류 경로는 화물의 출하-거점터미널-허브터미널-거점터미널-배송(소비자)의 단계를 거치는 것으로 확인되었다. 이러한 국내 택배 유통 경로에서의 유통물류패키징의 물류 환경부하 측정과 택배서비스 기업별 환경부하 차이를 확인하기 위해 2개의 택배 물류서비스 기업(A사와 B사)을 선정하여 서울(일산 물류센터)-부산(소비자) 경로(Fig. 2)에 대하여 Table 1에 준비된 유통물류패키징 모형(dummy)에 Fig. 1에서와 같이 진동 및 충격 데이터 기록계를 장착하여 측정하였다. 또한 운송수단 및 작업과정에서 발생하는 진동수 범위를 고려하여 데이터 기록계의 주파수 측정범위를 1~500 Hz로 설정하였고, 측정 데이터의 재현성 확인을 위해 5종의 유통물류패키징 모형에 대하여 택배사별 각각 10회씩 반복 실험하였다.

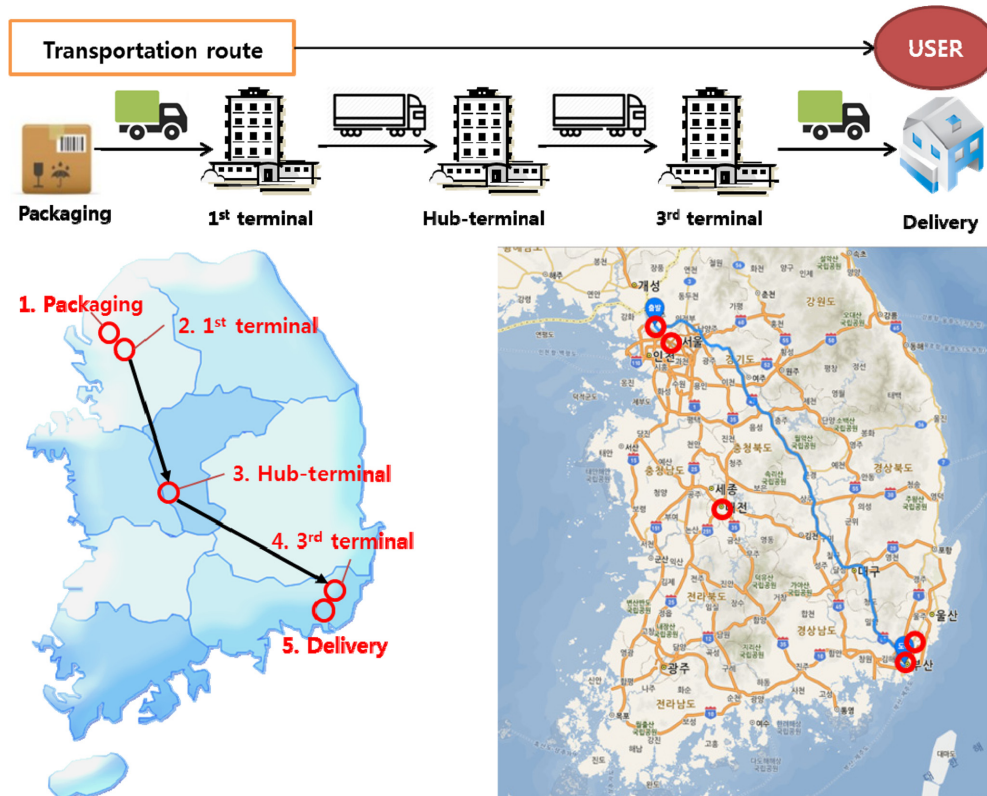


Fig. 2. Transportation route for measurement of distribution environment data.

2) 유통환경데이터 분석

(1) 낙하충격(Drop)

국내 택배 유통 환경에서 택배사간 낙하충격 부하의 품질 차이와 유통물류패키징 크기 및 무게에 따른 낙하충격 높이를 확인하기 위해, 5종의 택배 포장화물 더미를 통한 실험에서 측정된 낙하충격 데이터를 비교·분석하였다.

(2) 진동(Vibration)

국내 택배 유통 환경에서 발생하는 유통물류패키징의 진동부하를 확인하기 위해 5종의 유통물류패키징 모형을 통해 측정된 최대 진동부하 데이터를 각 축(X, Y, Z) 대하여 최대 유효가속도(Grms)로서 분석하였으며, 또한 국내 택배사간의 유통물류 품질 차이를 확인하기 위해 상호 비교·분석하였다.

또한, 국내 택배 유통물류 환경부하에 대한 필드데이터를 실험실 가속 시뮬레이션(Field-to-Lab) 시험으로 대체하기 위해, Kipp (2008)이 제시한 Field-to-Lab 등가식 적용을 통해 분석하였다^{8,11-13}). 본 연구에서는 실제 측정된 평균 택배 유통시간인 12시간을 적용하였으며, 실험 시 지속시간을 1시간으로 설정하여 진행하였다.

$$I_T = I_0 \times \sqrt{T_0/T_T} \tag{1}$$

I_T : 변환된 Grms 값, I_0 : 실제 측정된 Grms 값, T_T : 실제 측정된 지속시간(= 12 hour), T_0 : 실험 시 지속시간(= 1 hour)

3. 결과 및 고찰

1) 낙하

Fig. 3에 보여지는 바와 같이 택배 유통 중 유통물류패키징의 낙하충격 높이는 중량에 따라 약 0.3~0.7 m로 나타나고 있으며, 유통물류패키징의 무게가 무거울수록 낙하 횟수 및 낙하높이가 낮은 것을 확인할 수 있는데 이는 택배 물류 거점 별 이동 시 중량물이 운송수단의 하부의 적치되어 트럭 내 화물 유동이 한정적인 것으로 판단된다¹⁴).

두 택배사를 통해 수행한 필드테스트 결과는 제한된 시간과 반복측정 조건 하에서 수행된 것으로 일반화할 수 없으나, 택배사별 낙하 횟수는 평균적으로 3~5회로 유사한 수준으로 측정되었다. 또한, 낙하높이는 A사가 0.4 m이며, B사의 경우 0.31 m로 측정되어 두 택배회사의 낙하충격 데이터가 유의적 차이가 없는 수준으로 판단되었다(Fig. 4).

2) 진동

5종의 유통물류패키징 모형을 국내 두 택배 서비스 기업을 통해 국내 실제 택배 유통물류 환경에서 실측된 최대 진

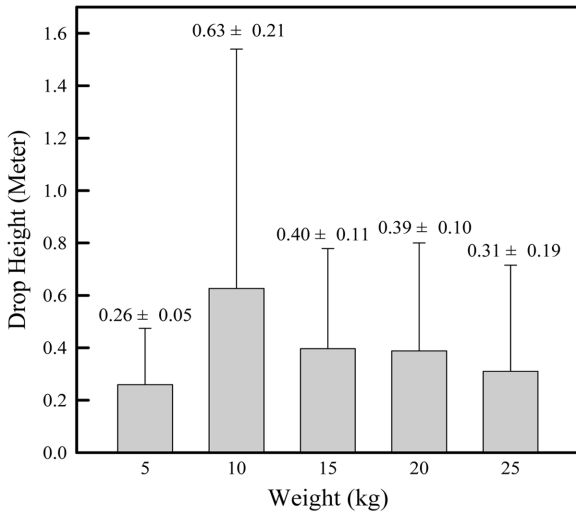


Fig. 3. Average drop height of each dummy gathered from the distribution.

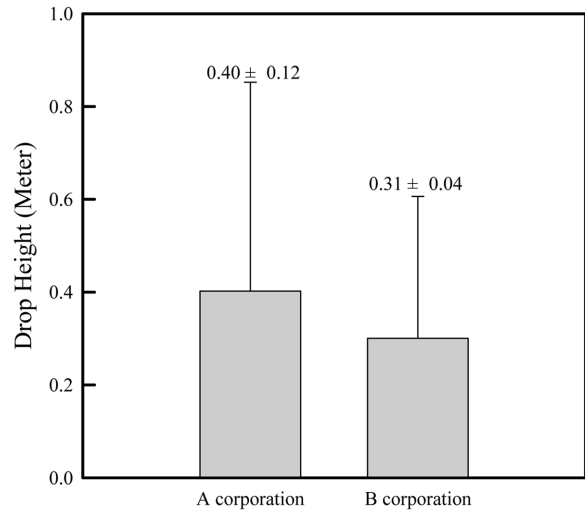


Fig. 4. Average drop height of dummy on 2 corporations.

Table 3. Grms values transformed by the equivalent equation from the field data on 2 corporations

	A corporation		B corporation	
	Measured value	Conversion value*	Measured value	Conversion value*
X axis	0.080	0.290	0.147	0.510
Y axis	0.127	0.440	0.134	0.460
Z axis	0.235	0.810	0.230	0.780

*Conversion value (equivalent): Domestic parcel service time 12 hour (Avg).

Table 4. The rate of cumulative Grms at the frequency of 5, 10, 30, 100, 200 and 500 Hz

		5 Hz	10 Hz	30 Hz	100 Hz	200 Hz	500 Hz
A Corporation	X axis	40.4	45.6	75.1	93.3	96.7	100
	Y axis	73.4	76.4	90.8	98.0	99.1	100
	Z axis	35.7	45.4	99.2	99.8	99.9	100
B Corporation	X axis	74.6	78.7	88.0	99.5	99.8	100
	Y axis	74.6	79.1	95.2	99.1	99.7	100
	Z axis	72.9	75.6	82.0	99.8	99.9	100

*Cumulative Grms: The Grms value of 500 Hz is accumulated based on 100%.

동부하 데이터의 유효가속도(Grms)를 Table 3과 Fig. 5에 나타내었다. 두 택배사 모두 유통물류패키징의 상하 방향인 Z축에 대하여 가장 높은 진동 가속도(Grms)를 보여주었다. 운송수단 및 작업과정에서 발생하는 진동수 범위를 고려하여 데이터 기록계의 주파수 측정범위를 1~500 Hz로 설정하였으나, 국내 유통물류패키징에 가해지는 유통환경 중 진동에 대한 환경부하는 1~30 Hz 영역의 주파수에서 85~90% 이상인 것으로 확인되었다(Table 4). 측정된 진동부하 데이터 중 대부분이 저주파수 영역대에서 발생하는 이유는 주로 1000~3000 rpm (17~50 Hz)으로 운행되는 택배 차량의 자

체의 내부 진동에 기인되는 것으로 판단된다^{11,15-17}).

또한, 유통물류패키징에 대하여 두 택배사 간의 유통환경 진동부하를 비교해 보면, B 택배사의 최대 유효 진동가속도(Grms)가 A 택배사가 비교적 적은 것으로 측정되었으나 유의적 수준의 유통물류 품질 차이는 없는 것으로 판단된다. 다만, 파손 또는 불량 발생 위험이 높은 저주파수 영역대에서의 유효 진동가속도 누적(%)은 A사가 B사보다 낮은 수치를 보이고 있어, 실질적인 유통물류패키징에서의 진동부하는 B 택배사가 높을 것으로 판단된다⁸).

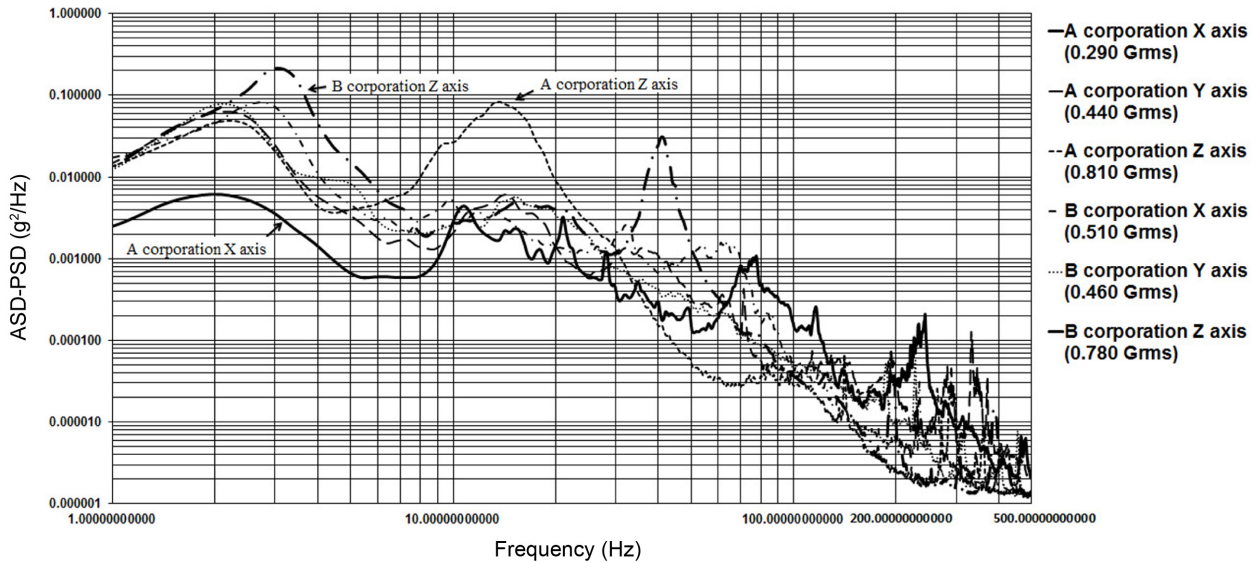


Fig. 5. Vibration Graph transformed by the equivalent equation from the field data.

결론

전자상거래에 의한 소비자 구매 패턴의 변화와 확산은 택배 물동량의 지속적 증가와 함께 유통물류환경에서의 물품 파손을 최소화하는 패키징 적용을 요구하고 있다. 본 연구에서는 이러한 유통물류패키징의 안전성 확보와 동시에 필요 최소량의 적정 포장설계에 도움을 주고자 전자상거래에 의해 유통되는 국내 유통물류패키징(B2C)에 대한 진동 및 충격데이터를 측정과 함께, 국내 택배사간 제품 배송 품질차이를 확인하기 위해 2개 택배물류 서비스 기업에 대해 동일한 실험을 실시하여 데이터를 비교분석하였다. 실험결과 국내 택배물류 환경에서 배송되는 유통물류패키징은 중량 및 크기에 따라 0.3~0.7 m 높이의 낙하충격을 평균적으로 3~5회 받는 것으로 확인되었고, 진동은 상하방향이 약 0.8 Grms의 유효가속도로 가장 큰 영향을 보였으며, 1~30 Hz의 저주파수 범위에서 대부분의 유효가속도(Grms)가 발생하였다. 택배사간 배송 품질 차이는 유의적 수준의 차이를 보이지 않았다. 본 연구를 통해 전자상거래에 의해 유통되는 국내 유통물류패키징(B2C)의 유통물류 경로에서 발생하는 진동 및 충격 환경부하를 정량적으로 확인할 수 있었고, 이러한 데이터를 기반으로 유통물류패키징의 안전성 확보를 위한 필요 최소량의 적정 포장설계에 활용될 수 있을 것으로 기대된다. 또한, 향후 실험 범위를 확대하여 추가적인 데이터가 확보된다면, 국내 택배 물류환경에 적합한 안전운송 시험방법 개발과 함께 보다 정확한 실험실 시뮬레이션(Field-to-Lab)이 가능할 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 시험인증서비스산업화지원사업(과제번호: 10067076)에 의하여 수행되었음.

참고문헌

1. 정부연. 1999. 전자상거래 확산에 따른 택배업의 물류전략, 정보통신정책. 245(22): 1-19.
2. Baek, T. Y. 2004. A study on the development of parcel service industry by the spread of electronic commerce, Inha University thesis.
3. 최진석. 2003. 전자상거래의 확산에 따른 유통산업 구조변화와 환경영향, 한국환경정책평가연구원.
4. ISTA RESOURCE BOOK 2016 & ISTA homepage, <http://www.ista.org>.
5. Giovani, O. R., Singh, P., Burgess, G., and Singh, J. 2008. Measurement and analysis of truck transport environment in Brazil, Packaging Tech. Sci. 21: 231-246.
6. Chonhenchob, V., Singh, S. S., Singh, J. J., Sittipod, S., Swasdee, D., and Pratheepthinthong, S. 2010. Measurement and analysis of truck and rail vibration levels in Thailand, Packaging Tech. Sci, 23: 91-100.
7. Oh, J. Y., Moon, J. K., and Lee, J. Y. 2015. A policy proposal for development of logistics certification system based on needs with a device for vitalizing logistic industry, Kor. J. Packaging Sci. Tech. 21: 11-17.
8. Singh, J., Saha, K., and Singh, S. P. 2016. Air shipment environment package study. Cal poly packgaing orfalea college of business.

9. 김형빈. 2016. 물류혁신을 위한 수송포장의 역할, 포장계. 264: 42-45.
 10. Kozuch, B. and Tatara, T. 2016. Impact of the vibration on the environment caused by passages of trains at variable speed, Seed, 10: 1-6.
 11. Shiina, T. 2006. Derivation of PSD profiles for random vibration test based on the field data obtained in Japan, ISO/TC 122 Japanese mirror committee report.
 12. Wallin, B. 2007. Developing a random vibration profile standard. ISTA Dimensions forum; 42-53.
 13. Kipp, W. I. 2008. Vibration testing equivalence; how many hours of testing equals how many miles of transport, International Safe Transit Association (ISTA); 1-7.
 14. Schueneman, H. G. and Escobedo, M. 2011. Package drop testing; The do's and don'ts of package impact performance tests, westpak, 1-30.
 15. Chun, Y. D., Cho, B. G., Park, D. S., Hwang, S. H., and Park, J. J. 2007. Vibration loads on the 1st stage of KSR-III during its ground transportation. Kor. Aerosp. Res. Inst. 2: 105-114.
 16. Chun, Y. D., Cho, B. G., Park, D. S., Hwang, S. H., and Park, J. J. 2002. Vibration loads on KSR-III during ground transportation and handling. Kor. Soc. Noise. Vib. Eng. Symposium: 250-254.
 17. Cho, B. H. and Lee, S. H. 2007. Vibration performance of modular units under transportation, RIST, 21: 213-221.
- 투고: 2017.07.10 / 심사완료: 2017.08.22 / 게재확정: 2017.08.28