



철도 수송 시 대형 PET 음료 카톤 마찰 방지

Measures against Friction on the Large-sized PET Beverage Carton during Railroad Transportation

平山賢一 / 기린(주) 패키징 기술연구소(포장관리사)
吉井孝平 / 기린베버리지(주) 기술부

1. 서론

기린(주)패키징 기술연구소(이하, 당 연구소)는 기린맥주社의 패키지뿐만 아니라 그룹 회사의 패키지 개발이나 평가를 실시하고 있는 조직이다. 그 중에서도 그룹 회사를 포함하는 주류, 음료용기의 평가를 실시하고 있는 부문에 소속되어 있다. 본 고에서는 직무 안에서의 개선의 한 예로 기린(주)의 그룹 회사인 기린 베버리지(주)(이하, 기린 베버리지社)의 대형 PET 보틀 카톤의 개선에 대해서 구체적인 검토를 포함하여 소개한다.

1. 경위

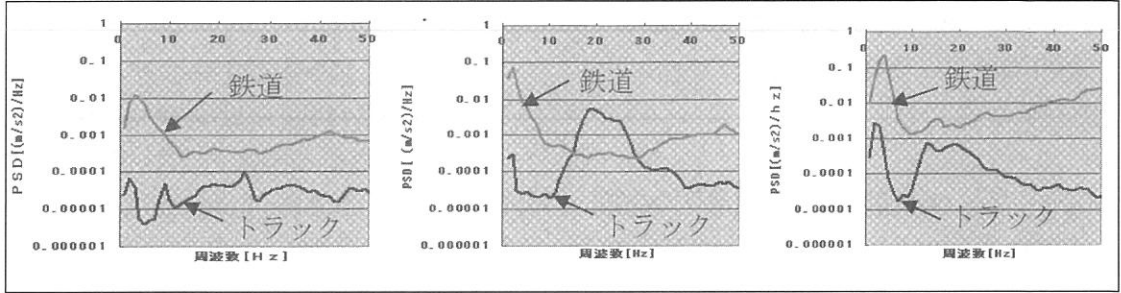
기린 베버리지社는 국내를 중심으로 음료를 제조하고 판매하는 회사로 제조 거점으로써 쇼난(湘南) 공장과 마이즈루(舞鶴) 공장이 있다. 그 중에서도 쇼난 공장은 PET 보틀 제품의 제조를 실시하고 있어 일본 국내로 수송해 판매하고 있다.

그 수송 수단으로서는 트럭이 가장 많은데 기린 그룹에서는 환경 부하 저감 활동의 일환으로 트럭 수송에서 철도 수송을 점차 넓히는 모델 시프트를 적극적으로 실시하고 있어, 매년 그 비율이 증가하고 있다.

그 비율이 증가하고 있는 철도 수송에서 2010년에 대형 PET 보틀 카톤 측면의 상부와 하부 위치에 카톤이 띠 모양으로 스치는 현상이 발생했다. 대형 PET 음료는 양관점에서는 카톤 단위로 판매되는 일이 많기 때문에 곤포재로서의 「공업 포장」의 위치 뿐 아니라 외관이 중요시 되는 「상업 포장」으로써의 성질도 함께 갖는다. 따라서 일정 이상의 마찰이 있는 경우에는 불량품으로서 반품되어버리는 케이스가 많다.

이 철도 수송에 의한 스침을 방지하기 위해 페리나 트럭으로 대체 수송을 실시했는데(특히 스침이 컸던 쇼난⇒삿포로 사이) 큰 비용이 추가되는 것 환경 부하가 커지는 것에서 철도 수송에서 스침이 일어나지 않게 하는 대책이 갈구되어 당 연구소인 기린 베버리지社와 공동으로 이 과제 해결에 대처하게 되었다.

[그림 1] 트럭과 철도 수송 진동 파형의 차이(왼쪽부터 진행 방향, 가로방향, 세로방향)



2. 마찰 발생의 메카니즘 조사

2-1. 해명한 사실과 과제 해결에 맞춘 대처 수준
 처음으로 마찰이 발생하는 메카니즘을 조사하기 위해 이번의 마찰이 발생한 상황을 확인하고 정리한 결과 이하의 사실을 알게 되었다.

【조사에 의해 해명된 사실】

- 소형의 음료 PET에서는 발생하지 않는다(혹은 스침 정도가 경도).
- 트럭이나 페리에서는 발생하지 않는다(혹은 스침 정도가 경도).
- 구JIS에 기재된 정현파 스윙 시험에서는 마찰이 발생하지 않는다.

상기 사실에서, 원인은 철도 수송과 대형 PET에 있다고 생각해 이하의 수준으로 과제 해결에 대처하기로 했다.

【대처 수준】

① 트럭과 철도의 수송 진동 파형을 조사해 그 차이를 찾는다.

(이유 : 스침의 원인이 되는 주파수나 가속도 해명으로 연결된다고 생각했기 때문)

② ①에서 마찰의 원인이 되는 주파수를 실험

실의 진동 시험에서 재현해 카톤 마찰을 재현한다.

③ 대책 카톤 샘플을 입안해 실험실의 진동 시험으로 평가한다.

④ 실제의 철도 수송 시험에서 검증을 실시한다.

2-2. 트럭과 철도 수송 진동 파형(대처 수준①)

트럭과 철도를 사용해 이하의 수송 조건으로 실 파형 계측을 실시했다.

- 트럭 수송 : 트럭(25t 트럭, 에어서스펜션 차), 경로(요코하마⇒오사카 약1,000km)
- 철도 수송 : 철도(JR화물, 5t 컨테이너), 경로(쇼난⇒삿포로 약 1,200km※)

※실제로 마찰이 발생한 쇼난, 삿포로 사이에 대해서 실 수송 파형을 계측했다.

[그림 1]은 트럭과 철도의 계측한 진동 파형을 FFT 변환한 그래프이다.

이 그래프에서 가로 진동의 20Hz 주변을 제외한 철도 수송의 진동이 전반적으로 높고 화물차 수송이 과속한 조건일 가능성이 높다는 것을 알게 되었지만 철도 수송 특유의 주파수가 있다



는 것은 도출해내지 못했다. 또한 철도에 대해서 각 역 별로도 진동 파형의 해석을 실시했는데 각 구간의 특징 등에 대해서 큰 차이를 발견하지 못했다.

2-3. 진동 시험 카톤 마찰 재현(대체 수순②)

트럭과 철도의 진동 파형 측정에 의해서 철도 수송에서의 진동은 거의 주파수대에서 트럭과 비교해 진동 에너지가 높다는 것을 알았는데, 마찰의 주 원인이 되는 것과 같은 주파수를 발견해내지는 못해 실험실에서의 스위프 시험 조건을 통상의 JIS 기재의 방법에서 확대한 주파수 범위와 가속도에서 검토를 실시했다.

그 결과, 어떤 주파수와 가속도 조건의 때에 대형 PET 음료 카톤이 실제의 수송 시와 같이 마찰하는 사실을 발견했다(조건 상세는 사외비). 또한, 같은 진동 조건에서 소형 PET 음료 카톤은 마찰이 발생하지 않은 것도 동시에 확인할 수 있었는데 발견한 진동 시험 조건은 철도 수송에 의한 카톤 마찰에 기인하는 것이라고 추찰했다.

2-4. 마찰 대책 카톤 평가(대체 수순③)

2-3에서 검토한 결과 마찰이 발생하는 진동 시험 조건을 찾아낼 수 있었는데 마찰이 발생하는 메카니즘의 해명까지는 이르지 못했다.

마찰 발생의 메카니즘 해명과 대책을 입안하기 위해 이하의 가설 a)~c)를 세워 그 검증을 실시했다.

결과, 가설 c)의 검증 결과로부터 논슬립 니스를 띠 모양으로 도포하는 것으로 저렴한 가격에 마찰을 방지할 수 있다는 것을 알 수 있었다.

가설 a) 화물차의 진동이 지나치게 강하기 때문에 발생한다.

- 대책 : 방진 매트를 깎다(수송 형태안).

- 결과 : 마찰을 방지할 수 있었다(마찰율 0.3%※).

- 결론 : 마찰을 방지할 수 있었지만 초기 투자, 보관 등의 비용을 계산한 결과, 대체 수송과 비교해서 유리하다고는 할 수 없기 때문에 검토 종료.

※마찰율 = 출하 NG 레벨의 카톤 마찰면이 접하는 카톤 면의 총합에 의해 산출했다.
대책이 없는 경우의 마찰율은 약 64%.

가설 b) 접하는 카톤끼리의 마찰력이 지나치게 강해서 발생한다.

- 대책 : 마찰이 발생하는 위치에 마찰력 저하를 목적으로 OP니스를 띠 모양으로 도포한다.

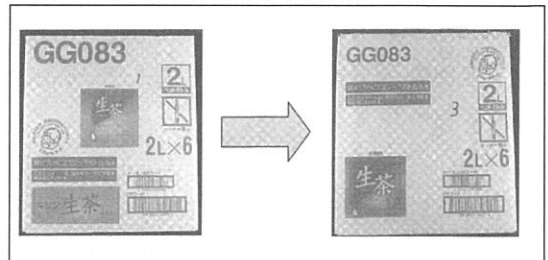
- 결과 : 마찰을 방지할 수 없었다(마찰율 68%로 대책이 없는 것과 거의 동등).

- 결론 : 효과가 없기 때문에 검토 종료

가설 c) 접하는 카톤끼리의 마찰력이 지나치게 낮아서 발생한다.

- 대책 : 카톤끼리를 보다 밀착시키기 위해서 띠 모양으로 논슬립 니스를 도포한다.

[그림 2] 사양 변경에 따른 디자인 변경



- 결과 : 마찰을 방지할 수 있었다(마찰율 0%).

- 결론 : 비용에 관해서 대체 수송이나 다른 대책과 비교해서 유리했기 때문에 해당 사양이 가장 좋은 대책이라고 판단했다.

2-5. 철도 실수송에서의 확인(대체 수순④)

2-4에서 마찰을 방지할 수 있다는 사실을 알고 띠 모양에 눈슬립을 도포한 카톤에 대해서 그 효과의 확인을 실시하기 위해 쇼난에서 삿포로까지의 JR 철도를 사용한 수송 시험을 실시했다(수송 조건은 본문 2-2와 같음).

결과, 실험실 시험 등과 같은 마찰 대책 카톤에서 외관 NG 레벨의 마찰은 발견할 수 없었다.

이상의 결과에서 대형 PET의 카톤 마찰은 철도의 진동이 트럭보다 강한 어떤 주파수 대에 기인하는데 인접하는 카톤끼리의 마찰 계수를 올

려, 움직이기 어렵게 하는 것으로 마찰을 방지할 수 있다는 것을 알았다.

3. 마치며

상기까지의 검토 결과에 입각하여 기린 베버리 지사의 대형 PET 카톤 사양을 제품 리뉴얼 등의 타이밍에 맞추어 변경했다. 또한 [그림 2]와 같이 혹시 마찰이 발생했다하더라도 눈에 잘 띄지 않도록 니스 도포부에 인쇄를 하지 않는 디자인의 변경도 동시에 실시했다.

이러한 사양 변경에 의해 페리나 트럭을 사용해서 삿포로(홋카이도)로 수송하고 있던 것을 철도 수송으로 대체하는 것이 가능하게 되어 환경 부하 저감과 비용 절감에 공헌할 수 있었다(이번의 검토를 실시한 결과는 최종적으로 등록실용신안 3163699에서 권리화를 실시했다). [ko]

사단법인 한국포장협회 회원가입 안내

물의 흐름이 자연스러운 것은 물길이 나아있기 때문입니다.

포장산업이 강건하려면 미래를 내다보는 안목이 필요합니다.

포장업계의 발전이 기업을 성장시킵니다.

더 나은 앞날을 위해 본 협회에 가입하여 친목도모는 물론 애로사항을 협의하여

새로운 기술과 정보를 제공받아야 합니다.

포장업계에서 성장하기 원하시면 (사)한국포장협회로 오십시오.

(사)한국포장협회

TEL. (02)2026-8655~9

E-mail : kopac@chollian.net