



창량음료의 철도화물수송에 의한 카톤 마찰 개선

Improvement of Wear Damage for Soft Drink Carton in Railway Freight Transport

古原 徹 / 아사히음료(주) 기술연구소 생산기술그룹 부과장

1. 서론

아사히음료주식회사에서는 상품의 장거리 수송(500km 이상)에서 트럭수송을 철도화물수송으로 교체하는 모달시프트(modal shift)를 추진해 환경부하 저감을 도모하고 있다. 그런데 과거 특정 구간에서 철도수송 시에 골판지 카톤의 상하부 측면이 띠 모양으로 파손돼 외장 품질에 손상을 입는 현상이 발생했다.

최근 PET보틀 상품은 외장상자 그대로 진열

되는 경우가 많아서 카톤 자체의 외관 품질도 중요시되고 있다. 그 때문에 2013년 시점부터 해당 구간에 한해 트럭수송으로 변경됐다. 다음에 이 문제를 해결해 철도수송을 재개하기 위한 노력을 소개한다.

1. 상황 조사

해당 상품은 1.5l PET보틀 탄산제품으로, 1단에 10상자씩 4단 적재해 파렛트 수송된다. 수송 시의 화물 모습과 마찰 발생 위치를 [사진 1]에 나타냈다.

상품 가치를 파손하는 수준의 마찰이 발생한 경우, 물류거점에서 신제품 카톤으로 교체할 필요가 있다([사진 2] 참조).

철도수송에 의한 마찰문제와 대책사례는 동업 타사로 부터도 보고되고 있다. 예컨

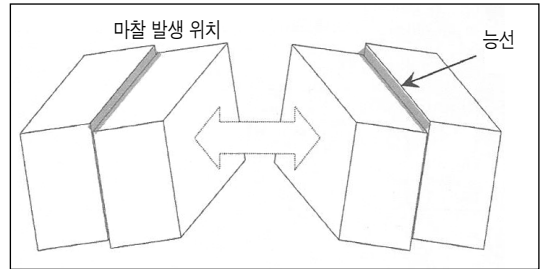
[사진 1] 좌 : 수송 시의 화물 모습 우 : 파손 발생 위치



[사진 1] 교체가 필요한 카톤 마찰



[그림 1] 로킹 거동에 의한 마찰 발생



2. 마찰 발생 메커니즘의 해명

대 카톤 측면에 특수인쇄를 실시한 사례가 있다. 특수인쇄 실시가 본건에서도 효과적인 대책이 될 수 있지만, 대형 로트제조를 하는 청량음료상품은 유통경로별로 다른 카톤을 나눠 사용하는 일이 쉽지 않다. 따라서 근거리 트럭수송에 사용되는 상자에도 특수인쇄를 해야 하다.

이에 동사는 카톤 사양에 상관 없이 일률적으로 실시할 수 있는 대책을 목표로 했다. 2013년 시점부터 마찰에 의해 철도수송을 정지하고 있던 구간을 다음에 나타냈다(연간 예측 컨테이너 5,000대).

- (1) 공장 A, B(긴키)→도호쿠(미야기)
※ 약 1,000km
- (2) 공장 B(긴키)→규슈(사가) ※ 약 5,000km

먼저 마찰 발생의 메커니즘 해명을 목표로 했다. 실제 수송에서 발생한 외면 마찰을 관찰했다. 상자 측면의 상하부에 집중된 것을 발견했다. 이로부터 로킹(rocking) 거동(인접한 상자가 상호 부딪히는 거동)에 의해 측면 상하부의 능선 부근이 반복적으로 접촉해 마찰이 발생하고 있다는 가설을 세웠다([그림 1] 참조).

파렛트 적재를 간이로 재현하기 위해 제품을 2상자씩 2단 적재하고(밴드로 결속), 진동시험기로 단측면 방향으로 수평진동을 부여했다. 화물의 진동 폭이 크게 되는 저주파 영역에 착안, 큰 로킹 거동을 재현함으로써 실제 수송과 동등한 마찰을 확인했다. 문제가 되고 있는 해당부분의 마찰은 수송 시의 로킹 거동에 의한 것이라고 판단했다.

[표 1] 대책 일람

분류	명칭	사용자재	방법
양생	스트레치 3중 권취	두께 17 μ m 끈포용	나선형으로 3중 권취
	스트레치 3중 권취 모서리 권취	스트레치	3중(위면 모서리 권취)
	양생 자재 A	4개 래싱벨트 부착 중합	중합(20kg)과 벨트로 상하방향으로 적재화물을 고박
	양생 자재 B	4개 모서리당 4개 벨트의 조합	각 모서리에 벨트로 수평방향으로 적재화물을 고박



[표 2] 제1회 수송시험 결과

수준	양생	발생상자 수(40상자 중)				마찰 스코어 (점)	기타 불량
		마찰 없음	A 판정	B 판정	C 판정		
RUN1	스트레치 일반	18	14	8	0	30	-
RUN2	스트레치 모서리 권취	2	21	17	0	55	-
RUN3	양생자재 A	19	11	7	0	25	좌굴 3상자
RUN4	양생자재 B	1	8	31	0	70	-

3. 스트레치필름 권취방식 최적화에 의한 마찰 대책

마찰 대책으로써 로킹 거동을 억제하기 위해 양생자재로 상자끼리의 마찰을 억제하는 시책을 고안했다(〔표 1〕 참조). 더욱이 일반적으로 사용하고 있는 화물 봉괴 방지용 스트레치필름에 관해 그 권취법이 통일되지 않은 것을 확인하고, 권취법에 의한 차이를 검증하기 위해 2가지 권취법을 검토했다.

대책의 효과를 검증하기 위해 실제 제품을 이용해 실제 수송루트로 수송시험을 했다. 제1회 수송시험의 개요를 다음에 나타냈다.

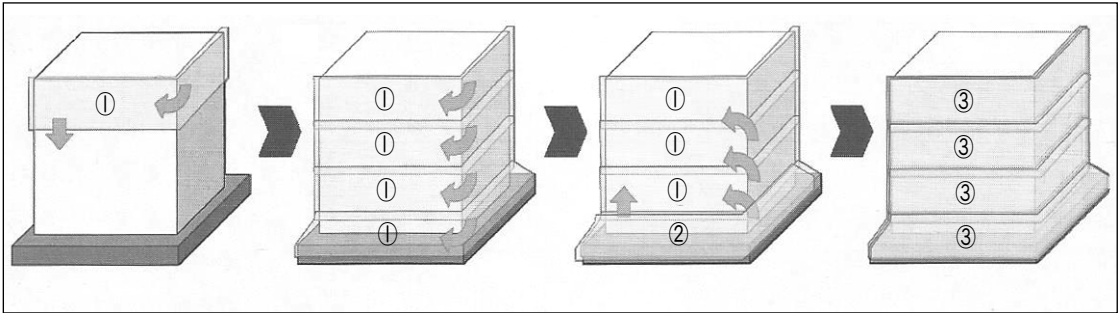
- (1) 수송루트 공장 A(긴키)⇔규슈(사가) 왕복 (약 1,000km)
 - (2) 수송대상품 공장 A 제조 PET보틀 1.5 l 탄산상품 10상자 4단 적재.
 - (3) 수송환경 측정 컨테이너 바닥면 및 제품 위에 가속도계를 설치해 진동상태를 측정. 드라이브 레코더(drive recorder)를 설치해 시각적으로 화물이 흔들리는 것을 확인.
 - (4) 시험구역 양생 4종류를 1세트로 해 같은 컨테이너로 수송.
- 수송 후 파렛트 최상부로부터 계 40상자의 제품을 1상자씩 잘라내고, 4측면의 마찰을 관찰

및 치수 측정에 의해 판정했다. 판정기준은 마찰 크기와 정도로 분류하고, 가벼운 정도부터 A 판정, B 판정, C 판정(NG 레벨)으로 나눴다. 수준별 우열을 비교하기 위해 A 판정=1점, B 판정=2점, C 판정=3점으로 부여하고, 1 파렛트의 점수를 합제한 「마찰 스코어」를 산출한다. 「마찰 스코어」가 작을수록 마찰 내성이 뛰어난 수준이라 할 수 있다. 또한 양생의 영향에 의한 마찰 이외의 불량 유무를 눈으로 확인했다.

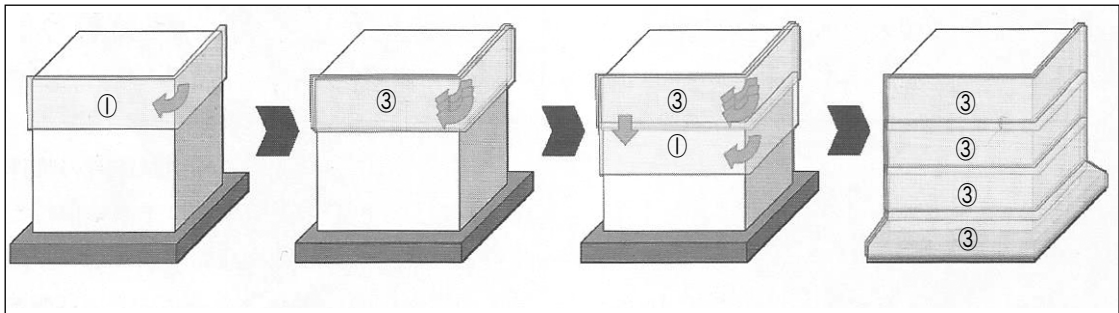
그 결과를 [표 2]에 나타냈다. 먼저 전 시험구역의 외관을 확인했더니 양생자재 A에서는 좌굴(연직방향의 능선이 구부러진 것)이 발생했다. 드라이브 레코더의 영상을 확인하니 수송 시에 전후방향으로 크게 흔들리고 있는 것이 확인됐다. 특히 정지 시에 양생자재 A만 흔들림이 멈추지 않는 상황이었다. 적재화물 최상단의 누름돌(重石)의 영향으로 윗부분이 진동하고, 흔들림에 의해 최하단 상자에 커다란 편하중이 걸려서 좌굴이 발생한 것으로 추정했다. 따라서 이 시험에서는 마찰 스코어의 우열에 상관없이 양생자재 A는 부적합하다고 판단했다.

양생자재 B는 가장 마찰 스코어가 크고, 가장 마찰이 생기기 쉽다는 결과가 나왔다. 수송 후의 화물 모습을 확인하니 수평방향의 벨트에 흔들림이 발생해 모든 컨테이너에서 큰 화물 부딪침

[그림 2] 일반



[그림 3] N식



이 발생했다. 상자와 상자 사이에 틈이 생겨 로킹 거동이 현저해지고, 마찰이 촉진된 것으로 생각된다.

스트레치필름 3중 권취는 양생자재 B보다 마찰이 적고, 영상 확인 결과 흔들림도 작았다. 또한 같은 3중 권취에서도 일반 권취가 모서리 권취보다도 마찰이 적고, 권취법에 따라 고박력이 다른 것이 판명됐다.

제1회 수송시험에서 스트레치필름의 권취방식은 가장 일반적이라고 생각되는 권취방식을 적용했다. 구체적으로는 화물의 상단부터 하단까지 연속적으로 1중 권취하고, 이어서 하단에서부터 상단까지 2중 권취, 마지막으로 동일하게 3중 권취했다. 즉 필름을 나선형으로 권취하는 방법이다([그림 2] 참조). 그림 속 ①, ②, ③은 권취 회수를 나타낸다. 로킹 거동을 억제하기

[표 3] 제2회 수송시험 결과

수준	권취방식	발생상자 수(40상자 중)				마찰 스코어 (점)
		마찰 없음	A 판정	B 판정	C 판정	
RUN1	일반	18	13	19	0	51
RUN2	N식	25	8	7	0	22



[표 4] 코키대차의 제조일과 점검일

	제조일	점검일	시험일까지의 일수
코키점검 전	1988/09/16	2012/12/07	약 3개월
코키점검 후	1989/10/27	2013/01/18	약 2주간

[표 5] 코키대차 시험결과

수준	코키대차	발생상자 수(40상자 중)				마찰 스코어 (점)
		마찰 없음	A 판정	B 판정	C 판정	
RUN1	점검 전	18	14	8	0	30
RUN2		2	21	17	0	55
RUN3	점검 후	26	10	4	0	18
RUN4		5	32	3	0	38

위해서는 수평방향, 특히 단의 이음매 부근의 고박력을 높이는 것이 효과적이라고 가정하고, 개량한 권취법 「N식」을 고안했다(다른 권취방식과 구별하기 위해 새로운 방식 : New, 공동 연구를 한 일본통운 : Nittsu의 이니셜을 따서 N식이라 명명). N식은 상기의 나선형 권취법과는 달리 필름 3중 권취를 적재화물 상단에서부터 하단까지 1단씩 순서대로 해가는 방식이다(그림 3) 참조). N식에서는 단의 이음매 부근의 필름이 수평방향으로 겹쳐 국소적으로 6중 권취되기 때문에 수평방향의 고박력이 최대가 될 것이라 생각했다.

개량권취방식 N식의 효과를 검증하기 위해 제2회 수송시험을 실시했다. 개요를 다음에 나타냈다.

- (1) 수송루트 및 수송품 제1회 시험과 동일
- (2) 시험수준 스트레치필름 일반 권취와 N식을 각 1파렛트(=40상자) 수송

그 결과를 [표 3]에 나타냈다. 일반 권취의 마찰 스코어와 비교해 N식의 마찰스코어 및 B 판

정의 발생수를 모두 2분의 1 미만으로 개선하는 것이 가능했다.

이 결과로부터 N식을 스트레치필름 최적의 권취방식이라고 판단했다.

4. 컨테이너 대차의 경시 열화의 영향조사

스트레치필름 권취방식의 최적화에 의해 마찰대책을 실현할 수 있지만, 수송 진동은 수송 환경에 따라 다를 것으로 추찰된다. 코키대차(컨테이너를 탑재하는 대차)는 수개월에 1번 차축이나 차바퀴 등의 상태를 점검 정비하는데, 그 점검일의 신구가 마찰정도에 미치는 영향이 있는지를 확인했다.

정기점검 직전의 코키대차(이하 코키점검 전으로 표시)와 정기점검 후의 코키대차(이하 코키점검 후로 표시)의 각각에 기존 권취방식으로 스트레치 양생을 실시한 파렛트를 적재하고, 동일한 열차로 수송했다. 코키대차의 제조일과 점

검일을 [표 4]에 나타냈다.

시험개요는 다음과 같다.

(1) 수송루트 공장 A(코기)⇔규슈(사가) 왕복(약 1,000km)


(2) 수송대상품 공장 A 제조 PET보틀 1.5 l 탄산상품

점검 전후의 코키대차에 각각 2 파렛트씩 상품을 탑재했다. 집계한 마찰스코어를 코키점검 전후로 비교하면, 코키점검 전의 스코어가 1.5 배정도 크고 마찰의 발생빈도가 크다는 결과가 나왔다([표 5]).

수송시험 시의 가속도를 계측해 PSD해석 결과를 코키점검 전후로 비교하면, 저주파영역~고주파영역까지 코키점검 전 쪽이 큰 진동이 되었다(상세 생략). 이 결과는 일례이지만, 점검 정비 일수가 길수록 코키대차의 상태가 악화해 수송 시 진동이 심해지는 경향이 있다고 생각된

다. 또한 N식 검증결과는 「점검 전」의 대차로 수송한 결과이고, 대차 상태에 관계없이 마찰 개선 효과가 있다고 판단하고 있다.

5. 결론

청량음료의 장거리 철도수송 시에 발생한 카톤 마찰을 개선하고, 중단했던 장거리 철도수송을 재개하기 위해 노력했다. 포장자재의 비용 상승 없이 전 공장에서 범용적으로 사용할 수 있는 기술로써 일반적인 곤포용 스트레치필름의 양생 방법의 개량이 효과적이라고 판단하고, 그 최적화를 목표로 했다. 최적의 권취방식 N식을 확립해 2013년 여름부터 긴키 출발→규슈 도착 및 긴키 출발→도호쿠 도착의 철도수송 루트를 전면 전개했다. 2016년 현재 큰 문제없이 운용되고 있다. 

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

E-mail : kopac@chollian.net