



경량 대형 PET보틀의 개발

Development of Light-weight and Large-sized PET Bottle

山口陽平 / 기린(주) R&D본부 패키징기술연구소, 小川陸雄 / 기린비버리지(주) 기술부

1. 서론

최근 PET보틀(이하 보틀)은 환경부하 저감, 용기 비용 삭감 등을 배경으로 경량화가 진행되고 있다. 동사의 대형 보틀도 2003년에 어셉틱 시스템을 도입해 경량화(63.2g→42.2g)를 도모했고, 2010년에는 더욱 경량화를 추진해 35.2g의 보틀을 개발했다.

2010년에 개발한 보틀보다 경량화와 유저빌리티성을 향상시킨 보틀을 개발하기 위해 노력해왔다. 경량화에 따른 보틀 강도와 유저빌리티성의 저하를 보틀 쥐는 부분(把持部)의 형상 최적화와 강성을 높인 구조 연구로 해결하고 있다.

1. 보틀 경량화에 따른 과제 추출

먼저 기존 보틀 형상에 경량 프리폼(28.9g)을 이용해 보틀을 시험제작하고, 각종 평가를 하며 과제를 추출했다. 보틀 단체로 수직방향에서의 압축강도를 측정했다. 기존 35.2g과 경량화한

28.9g과 비교하니 강도가 약 40% 저하해 창고 보관 시 하중에 견딜 수 있는 강도를 가지지 못했다.

또한 유저빌리티성 평가에서는 쥐기 쉬움·따르기 쉬움·따를 때의 우그러짐 평가항목이 경량화 전후에서 큰 포인트가 됐다.

2. 필요 강도와 유저빌리티성을 가진 보틀 개발

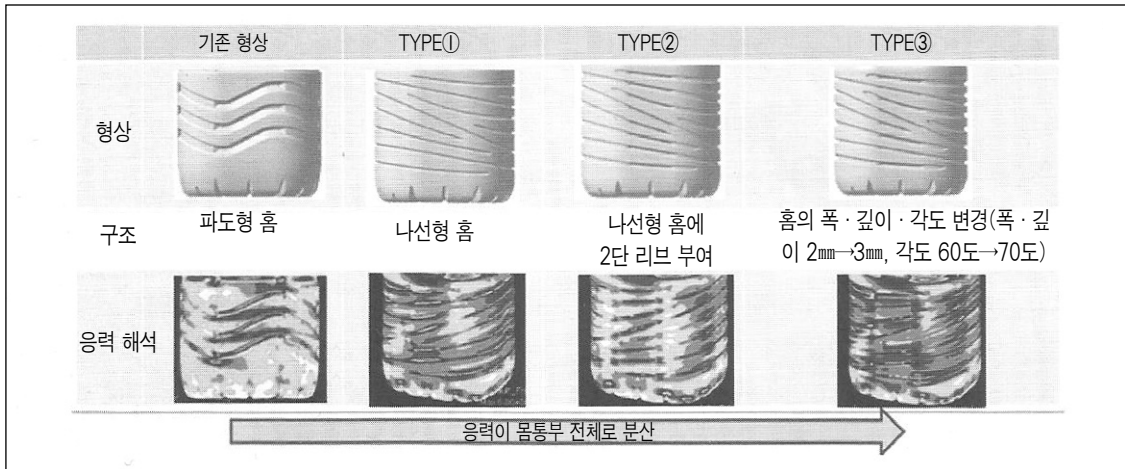
2-1. 필요 강도를 가진 보틀이란?

보틀에 필요한 강도란, 크게 ①창고 보관 시의 지속적 하중, ②물류 핸들링 시의 순간적 하중에 견딜 수 있는 것으로, 이들 하중에 견딜 수 있는 형상을 검토했다.

2-1-1. 몸통부 아래 형상

창고 보관 시에 보틀이 변형 및 좌굴하지 않도록 몸통부 아래 형상을 검토했다. 기존 보틀의 몸통부 아래는 파도형 홈이 가로로 3개 들어있는데, 특정 장소에 응력이 집중해 좌굴하기 때문에

[그림 1] 몸통부 아래 형상에 의한 보틀 해석



응력이 전체로 분산하도록 나선(spiral)형 홈을 적용해 폭·깊이·각도를 최적화했다. 이로 인해 보틀 강도가 1.7배 향상했다([그림 1]).

2-1-2. 어깨부 형상

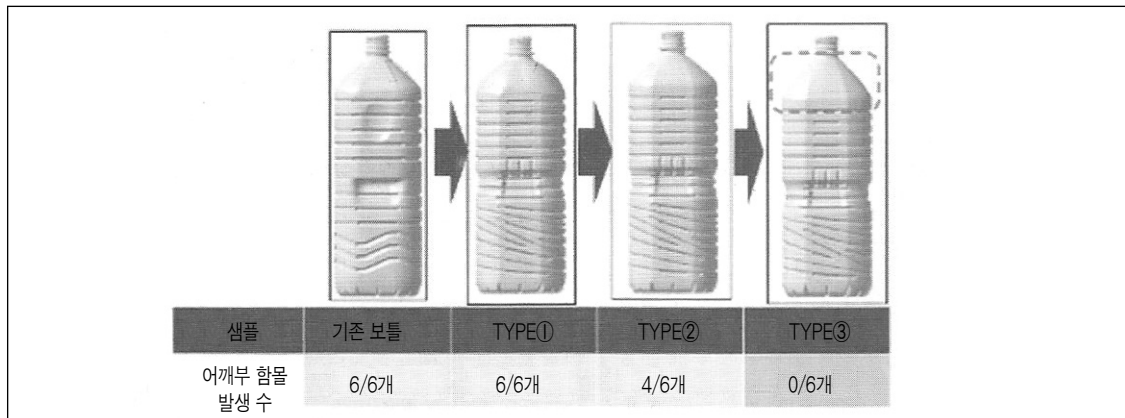
물류 프로세스에서 카턴 단위로 적재 등을 할 때, 케이스 안의 보틀이 세로방향으로 순간적인

충격을 받는 경우가 상정된다. 실제 경량화한 보틀에 케이스 낙하를 실시했더니 어깨부 함몰이 발생했다.

이에 어깨부의 만곡 R 및 어깨 위치를 변경해 어깨부 함몰 발생을 억제하는 것에 성공했다.

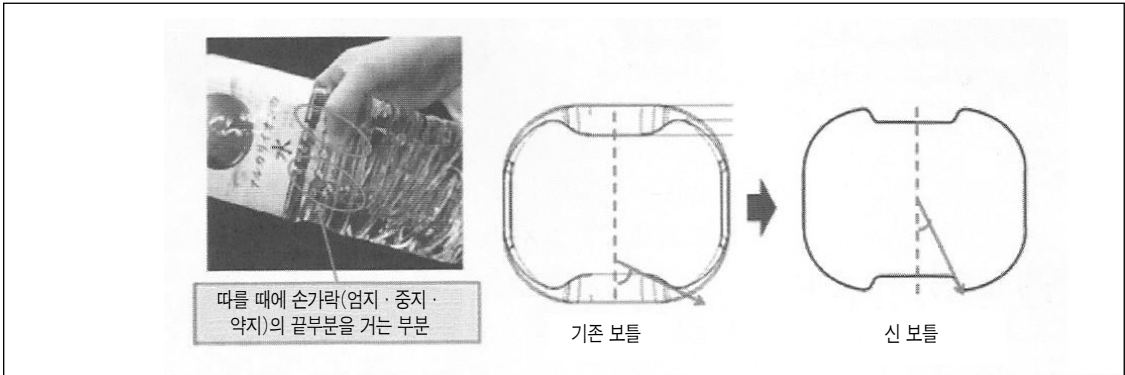
이로 인해 몸통 아래부의 형상 변경과 함께 창고 보관 시의 강도 및 물류 핸들링 시에 적

[그림 2] 어깨부 형상 차이에 의한 어깨부 함몰 발생 개수

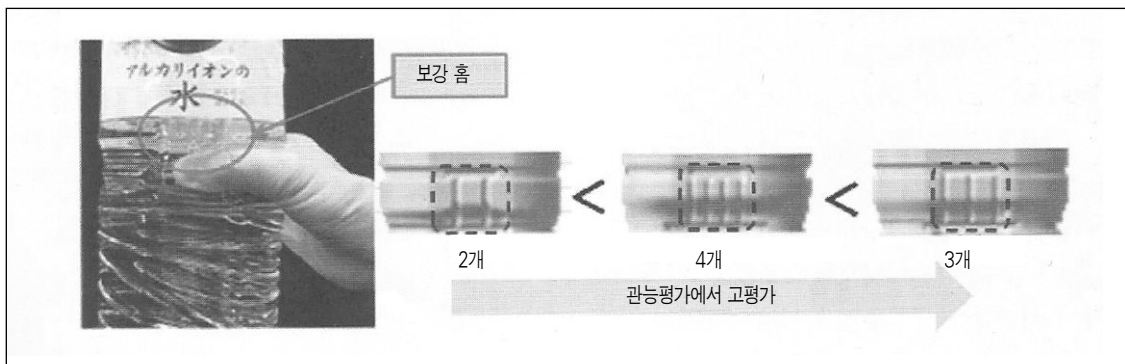




[그림 3] 따를 때 손가락 길이부분의 각도 비교



[그림 4] 쥐는 부분 상부 흡의 최적화



합한 강도를 가진 보틀 형상을 만들어냈다([그림 2]).

2-2. 유저빌리티성의 향상

1.항에서 설명한 것처럼 경량화에 의해 쥐기 쉬움·따르기 쉬움·따를 때의 우그러짐 등의 항목이 크게 저하됐기 때문에 보틀 중앙에 있는 쥐는 부분의 형상 등을 검토했다.

2-2-1. 쥐기 쉬움의 향상

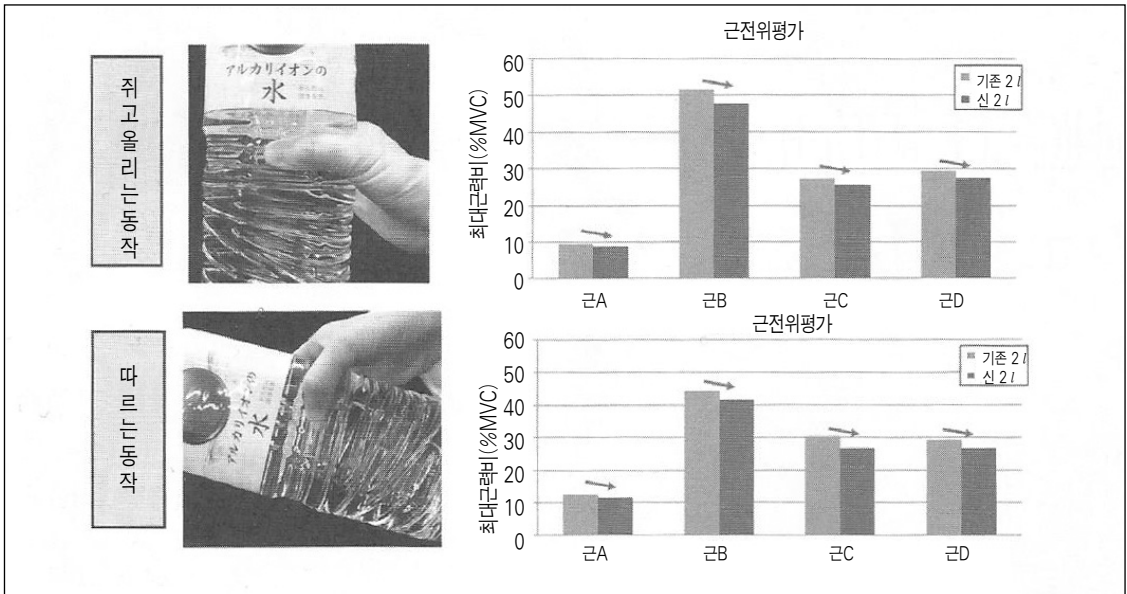
쥐기 쉬움의 향상을 위해 보틀 쥐는 부분의 수

직 및 수평방향의 단면 형상에 주목했다. 수직방향의 단면은 보틀 쥐는 부분 각도(θ)를 최적화해 손과 보틀이 딱 맞아 쥐기 쉬웠다. 쥐는 부분에 접근하기 쉽도록 손이 작은 어린이나 여성도 쥐기 쉬운 치수로 했다.

2-2-2. 따르기 쉬움의 향상

따르기 쉬움 향상을 위해 보틀에서 컵 등으로 옮겨 담을 때의 동작에 주목했다. 보틀을 쥐고, 보틀을 들어올리고, 보틀을 기울여 따른다. 이러한 동작 안에는 보틀을 손의 근력을 사용해 쥐고

[그림 5] 근전위평가 결과



유지하고 있는 것을 알 수 있었다.

손의 근력을 가능한 한 사용하지 않도록 보틀을 들어 올릴 때에는 쥐지 않고 쥐었던 부분의 상부에 손가락을 올린다. 따를 때에는 쥐고 기울이지 않고 보틀에 손가락을 걸어 따르도록 쥐는 부분 양측의 손가락 길이부분 각도를 기존 형상보다 작게 했다(그림 3).

2-2-3. 우그러짐의 완화

경량화로 인해 보틀 벽이 얇아져 단단함이 없어지고, 보틀을 질 때에 우글거려 불안정해진다.

그 때문에 우그러지는 쥐는 부분 상부와 둘째 방향에 배치하는 홈의 위치, 폭, 수량을 최적화함으로써 단단함을 향상시켜 우그러짐을 완화시켰다(그림 4).

2-3. 유저빌리티성의 평가

유저빌리티성의 평가는 근전위평가와 관능평가의 2가지로 실시했다.

2-3-1. 근전위평가

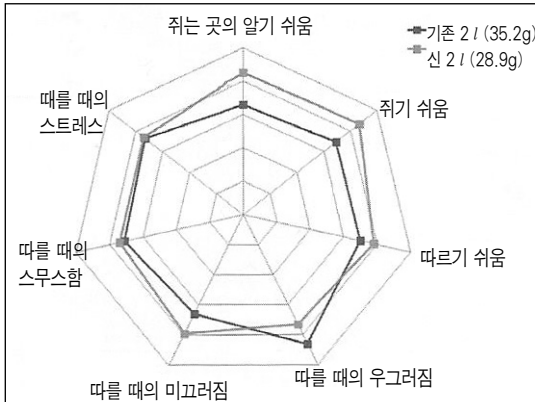
근전위평가란, 근전위센서를 이용해 근육 부하를 전위 변환해 근육 부하를 측정하는 것이다.

보틀 사용 시의 동작에 사용되는 근육을 선정하고, 근육 부하를 측정해 정량적으로 비교하는 평가방법으로 이용했다.

쥐고 올리는 동작과 따르는 동작으로 나눠 근전위평가를 한 결과적으로는 쥐고 올리는 동작에서는 기존 대비 -7%, 따르는 동작에서는 기존 대비 -8% 근육 부하가 저감됐다(그림 5).



[그림 6] 관능평가 결과



2-3-2. 관능평가

관능평가에서는 근전위평가와 같이 쥐기 쉬움과 따르기 쉬움이 향상한 결과가 나와 유저빌리티성이 향상한 형상이 된 것을 확인할 수 있었다 ([그림 6]).

3. 사용 후 보틀의 찌그러트리기 쉬움 및 감용화

경량화로 인해 보틀 사용 후 폐기 시에 찌그러

트리기 쉽고 찌그러트렸을 때의 용적이 대폭 감소했다. 찌그러트렸을 때의 근육 부하는 기존 중량에 비해 -17%가 되고, 어린이를 대상으로 한 찌그러트리기 쉬움의 관능평가에서는 99%의 어린이가 찌그러트리기 쉽다고 응답했다. 또한 찌그러트렸을 때의 용적이 약 절반(-54%)으로 줄어들었다.

II. 결론

보틀 쥐는 부분의 형상 최적화와 강성을 높이는 구조의 연구로 인해 창고 단 적재 시의 지속적 하중 및 물류 핸들링 시의 순간적 하중에 견딜 수 있는 강도를 확보했다. 또한 동사 기존 보틀에 비해 쥐기 쉬움·따르기 쉬움을 더욱 강화한 일본 최경량 보틀(28.9g)을 개발하게 됐다. 아울러 이 보틀은 사용이 끝난 후 폐기 시에 찌그러트리기 쉽고, 용기 감용화가 쉬워졌다.

이 보틀은 2015년 3월부터 기린비버리지사의 '알칼리 이온수 2l'에 사용, 연간 1,120t의 PET수지 삭감과 연간 약 3,850t의 CO₂ 삭감이 실현하고 있다. [ko]

KOPA NEWS 신청

(사)한국포장협회에서는 매월 1일과 15일 온라인 뉴스레터 'KOPA NEWS'를 제작, 발송합니다. 신청은 이메일로 해주시면 됩니다.

편집실 : (02)2026-8655

E-mail : kopac@chollian.net