

To Increase Efficiency of PET Bottle Design

PET보틀 제품 설계의 효율화

田中이쿠미 · 淺創貴史 / 기린홀딩스(주) 패키지이노베이션연구소
西島孝紀 · 加島誠之 / 기린비버리지(주) 생산부

I. 서론

1. 배경

일본의 기린그룹은 SDGs(지속가능한 개발 목표) 등을 고려하면서 풍요로운 지구 환경을 미래로 이어가기 위해 2050년을 목표로 한 장기 환경 비전을 책정하고 있다.

이 비전에서 용기포장은 중요한 실현 목표의 첫 번째 자리에 위치하고 있다. 사회와 함께 지속적인 용기포장을 실현하기 위해 용기 경량화에 의한 환경부하 저감에 지속적으로 도전하고 있다.

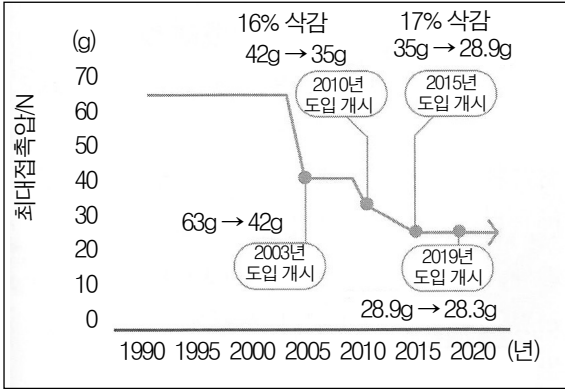
2. 요지

일반적으로 용기의 경량화도가 진행될수록 필요로 하는 강도 확보가 어려워지고, 설계를 수정해야만 하는 경우가 많아지는 경향이 있다. 한편으로 일회용 플라스틱 사용량의 조기 삭감을 요구하는 사회적 요청은 날마다 높아지고 있다. 이러한 상황에서 기존보다 어려운 용기 개발을 단기간에, 확실하게 실행해야

만 한다는 생각 끝에 CAD·CAE 등의 이용을 강화해 제품 설계를 효율화할 수 있도록 노력해왔다.

이 글에서는 2020년 출시된 직접 판매 및 자동판매기용 롤 라벨 대응 소형 PET보틀의 개발 사례를 통해 동사의 노력을 소개한다.

[그림 1] 동사 2L PET보틀의 경량화 추이



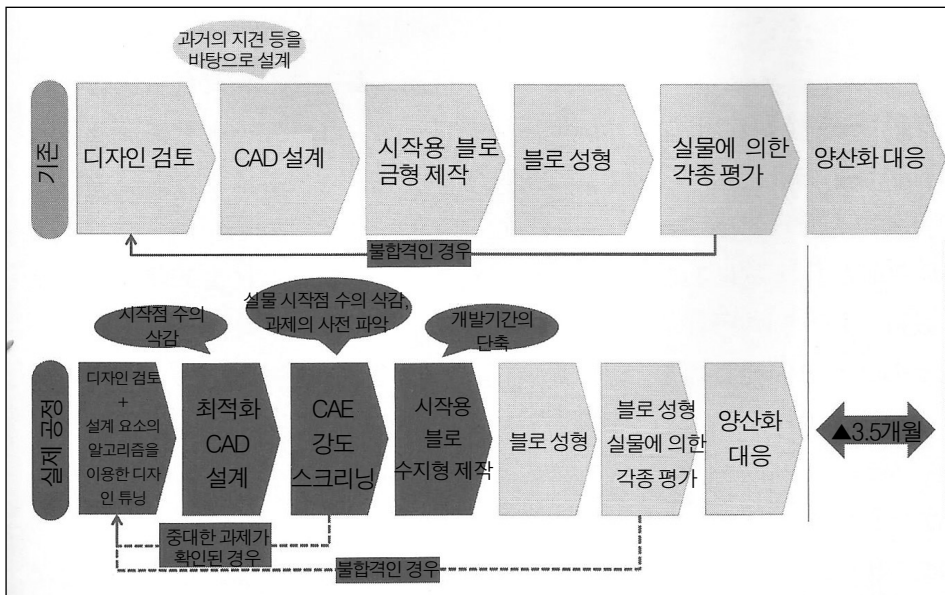
II. PET보틀 개발 공정의 수정

최근 PET보틀의 개발은 보틀 중량의 경량화가 추진되고 있고, 또한 그 범위가 넓어지고 있어서 설계 난이도가 높아지고 있다. [그림 1]에 나타낸 것처럼 동사 2L PET보틀의 경우, 출시 당시부터 하면 50%

이하의 보틀 중량이 되도록 경량화가 추진되고 있다. 또한 보틀 중량의 경량화는 당초 2L 등의 대형 용기가 중심이었지만, 환경부하 경감의 요구와 사용 PET보틀의 수량·용도의 확대에 의해 다양한 보틀에서 실시할 필요가 생겼다. 더욱이 요구되는 기술 요소가 증가하는 경향이 있다.

기존 동사의 PET보틀 개발은 [그림 2]의 상단에 나타난 공정으로 실행됐다. 기존 개발에서는 실물의 PET보틀을 이용한 평가단계에서 요구품질 미달과 시험 결과가 명확해진 경우, 설계의 재작업이 발생해 디자인 검토단계에서부터 개발공정을 재개할 필요가 있었다. 이로 인해 앞에서 서술한 설계 난이도가 높아짐과 동시에 시작 횟수·설계의 재작업 횟수

[그림 2] 수정된 개발수순의 이미지도



가 증가되었다. 더욱이 경쟁 환경이 심화되면서 신규 보틀의 개발 검토의 빈도와 맞춰 단
납기용 설계에 대한 요청이 증가되었다. 이러한 경위에서부터 설계 재작업이 개발기간의
단축에 큰 걸림돌이 되었다.

그래서 디자인 · 경량화 · 일반성능의 모든 요구품질을 달성하면서 개발속도를 높인 방책
을 모색하고, CAD · CAE기술을 지금까지 이상으로 활용한 개발수준의 수정에 착수했다.
[그림 2]의 하단에 나타낸 것처럼 지금까지의 CAE 해석의 지견을 반영한 형태로, 디자인
의 튜닝을 검토하는 과정을 포함하게 했다. 또한 CAD 설계 및 CAE 강도를 해석하는 디자
인 수나 해석방법을 늘릴 수 있게 하고, 보틀을 시작하는 이전 단계에서의 설계안에 대한
스크리닝력을 강화했다. 더욱이 보틀 시작과정에서는 양산공정에서 이용하도록 금형뿐
만 아니라 3D 프린터를 이용한 수지형을 적극적으로 활용하도록 했다.

이러한 수정에 의해 20년 정도 전의 개발 수준으로 하는 것에 비해 3.0개월에서 3.5개월
정도의 개발기간이 단축할 수 있게 되었다. 최근 제품화한 자동판매기용 · 롤 라벨 대응
소형 PET보틀은 이 수정에 의한 개발수준을 바탕으로 개발하고 있다.

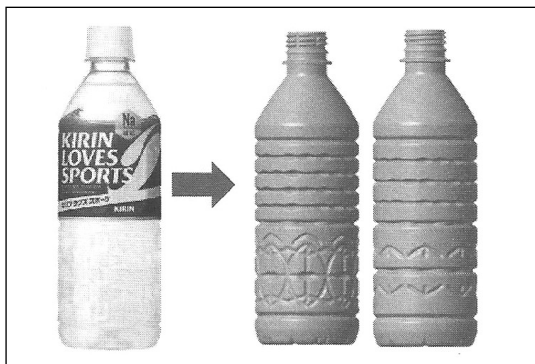
III. 롤 라벨 · 자동판매기 대응 소형 PET보틀 설계의 개념

롤 라벨 및 자동판매기에 대응하는 신규 소형 PET보틀을 제품화함에 있어서 PET보틀 형상
의 설계에 따른 제약조건이나 요구성능을 정리하고, 다음과 같이 개발목표를 정했다.

- ① 유통적성 · 공정적성(특히 롤 라벨 적성) 등의 각종 강도를 가질 것.
- ② PET보틀 중량은 기존제품 대비 중량비 ▲14%를 달성할 것.

IV. 롤 라벨 · 자동판매기 대응 소형 PET보틀 형상의 실현

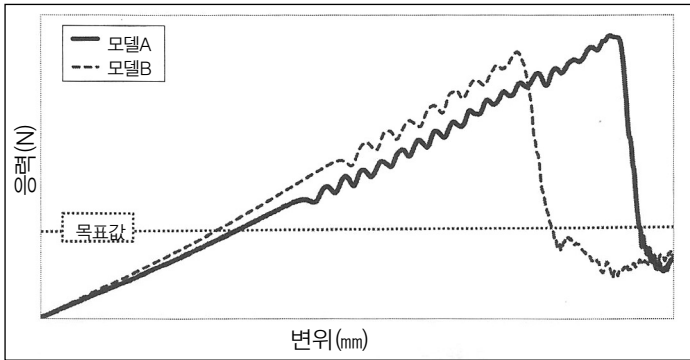
[그림 3] 기존 보틀과 최적화 형상을 바탕으로 설계한 모델(좌 모델A, 우 모델B)



1. 각종 강도를 가진 PET보틀 몸통부 형상의 설계

고객이 안심하고 취급할 수 있는
파지성, 자동판매기에서의 판매
를 포함하는 시장에서의 유통적
성 및 제조공정에서의 생산적성
의 확보를 갖춘 PET보틀을 설계
하는 것을 목표로 했다.

[그림 4] CAE에 의한 경량화PET보틀에 의한 변위 · 수직방향응력 곡선



PET보틀의 설계에서는 자동판매기의 칼럼(column)에 투입 가능한 PET보틀 높이, 몸통부 직경을 산출하고 CAD를 사용해 설계했다.

자동판매기 속 또

는 물류창고 보관 시의 강도 확보를 목적으로 3D 데이터를 이용한 최적 형상을 모색하고, 장래적으로 경량화 가능한 형상을 선정했다([그림 3]).

2. 해석 시뮬레이션에 의한 강도의 사전 확인

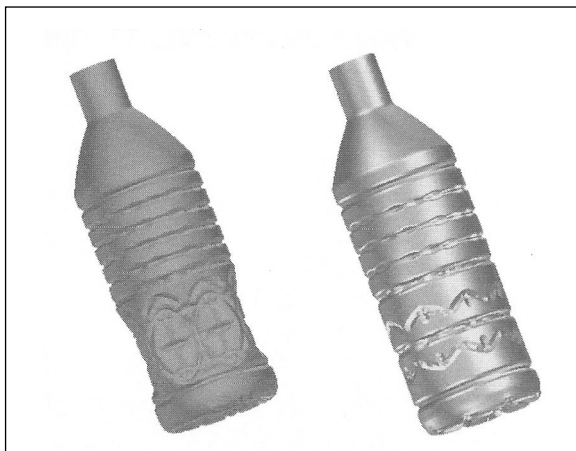
최적화에 의해 설계한 모델에 관해 실물 PET보틀 평가 전에 해석 시뮬레이션으로 좌굴강도 및 감압상태의 외관을 확인했다.

좌굴강도는 수직 하중을 가했을 때의 강도에 관해 확인하고, PET보틀 중량을 기존 중량보다 ▲14% 삭감해도 목표로 하는 강도를 가지고 있다는 것이 예측되었다([그림 4]).

또한 장기보관 시에 PET보틀 안에서부터 수증기가 증산해 PET보틀 안이 감압상태가 됐을 때의 외관 변형 상태에 관해 확인했다([그림 5]). 몸통부에 오목한 변형은 발생했지만,

외관 미장성이 현저히 나빠진 상태는 아니었기 때문에 실물 PET보틀의 평가를 추진하기로 했다.

[그림 5] CAE에 의한 감압변형상태(좌 모델A, 우 모델B)



3. 롤 라벨을 부착한 실물 PET보틀의 각종 강도 평가

1.항에서 설계한 PET보틀에 관해 디자인성의 관점에서부

[표 1] 실물 PET보틀의 평가 결과 일람

항목	기존 중량 보틀	경량화 보틀
유통적성	기준값 이상, 문제없음	기준값 이상, 문제없음
음용 시 고객의 취급성	출시품과 동등	출시품과 동등
생산적성	문제없음	문제없음


터 모델B로 개발을 진행하기로 했다. 3D 프린터로 조형한 수지형을 이용해 PET보틀을 블로 성형하고, 롤 라벨을 부착한 다음에 각종 강도를 평가했다. 그 결과, 경량화를 추진한 경우

에도 각종 강도를 확보할 수 있다는 것을 확인할 수 있었다.

또한 제조공장에서의 양산화 테스트를 실시한 결과, 라벨 적성을 포함해 특별히 큰 문제는 확인할 수 없었다([표 1]).

V. 결론

기린그룹에서는 장기적인 시야를 가지고 지속적인 용기포장을 실현하기 위해 향후 일회용 플라스틱 사용량의 삭감으로 이어지는 PET보틀 경량화를 추진하고 있다. PET보틀 경량화의 정도 및 대상의 확대에 따른 설계 난이도의 증가를 염두에 두고 개발기간의 단축을 포함한 설계 효율화를 목표로 CAD·CAE의 활용 고도화에 따른 개발수순의 수정을 도모했다. 이 수정의 결과, (1) 설계·해석 시뮬레이션을 구사한 보틀 형상의 최적화, 3D프린터에 의한 블로 성형 수지들의 활용에 의해 기존보다도 ▲3.0~3.5개월 정도 빨리 PET보틀 형상을 개발할 수 있는 체제를 구축할 수 있었다. 이 개발 수순에 근거해 난이도가 높은 보틀 설계도 가능해 최근 출시한 소형 PET보틀에서는 (2) 자동판매기에 대한 투입적성을 포함한 각종 강도를 확보하고, 앞으로 PET보틀 중량을 기존대비 ▲14% 경량화할 수 있는 신규 형상을 설계하는 것이 가능해졌다. (3) 더욱이 롤 라벨 대응의 PET보틀 형상으로 설계해 라벨 중량도 삭감하는 것이 가능해졌다.

이러한 형상으로 효율화한 PET용기 설계기술에 의해 지속가능한 지구환경을 위한 공헌을 적극적으로 추진하고 있다. 

독자투고 안내

월간 포장계는 독자여러분들의 의견을 수용하기 위해 다양한 의견의 독자컬럼을 모집합니다. 어떠한 의견이라도 좋습니다. 포장인의 독설을 펼칠 지면을 할애하니 많은 참여 기다립니다.

월간 포장계 편집실 TEL : (02)2026-8655

E-mail : kopac@chollian.net