

PET보틀 제조기술의 확립

R. Sanada / 썬스타(주)

1. 머리말

현재 많은 플라스틱보틀이 각종 상품에 사용되고 있다. 그 중에서 착색보틀(특히 백색)은 먼지(dust)가 묻었을 때 상당히 먼지가 눈에 잘 띄기 쉽기 때문에 보틀이 거무스름해져 버려 상품 가치를 떨어뜨려 버린다. 이 문제는 보틀 표면이 정전기로 인해 먼지가 흡착돼 버리기 때문에 일어난다.

일반적인 해결책으로서 PP, PE보틀의 경우는 대전방지제 혼연에 의한 방법이 사용되고 PET의 경우에는 대전방지제를 성형 후 도포하는 것으로 해결하고 있다.

본 연구에 있어서는 PET보틀에 대해서도 대

전방지제 배합에 의한 일원처리를 가능토록 하는 성형프로세스를 만들어 보고한다.

2. 검토준비

(1) 대전방지방법의 비교

대전방지방법을 대전방지제를 도포하는 타입과 혼연하는 경우에 관해서 장점, 단점, 적용보틀을 비교했다(표 1).

(2) 비교결과

대전방지제를 혼연해 사용하는 것이 가능한 재료에서는 혼연해 사용하는 것이 보통이다. 또 혼연하는 것에 의해 별다른 공정을 필요로 하지 않는 안정된 대전방지효과를 얻을 수 있는 것을

[표 1] 대전방지 방법의 비교

일반적 방법	장 점	단 점	적용재료
보틀성형 후에 대전방지제를	①처리 후 곧 대전방지 효과를 얻을 수 있다. ②모든 재료의 보틀에 대응 가능	①전용설비도포가 필요 ②대전방지 효과가 고르지 않다 ③대전방지 효과의 지속성이 나쁘다	주로 PET 등 성형온도가 높은 재료
대전방지제를 혼연한 수지로 성형	①보틀의 별다른 공정처리가 불필요(일원처리) ②대전방지 효과가 균일 ③대전방지 효과의 지속성이 좋다 ④배합에 의해 자유로이 대전방지 효과의 조절이 가능	①대전방지 효과를 발견하는데 3~7일 필요	PP, PE, PVC 등 많은 재료

알 수 있었다. 여기에서 PET에 있어서도 대전 방지제 혼연방식으로 대응하기로 했다.

(3) 프로세스의 상정

①성형방식 : 4스테이지 핫 패리슨식 연신브로우성형

②원료공급 : 내츄럴 PET수지/마스타벳치(MB) 혼합방식

3. 대전방지제의 선정

(1) 요구성능과 1차전형

수지에 혼연 사용하는 대전방지제에는 이하에 나타난 성능이 요구된다.

- ①재료 PET수지와 균일하게 섞일 것(분산성)
- ②성형온도(270~300℃)에 견딜 수 있을 것(내열성)
- ③브로우금형을 더럽히지 않을 것(蒸散性)
- ④보틀의 색조를 손상시키지 않을 것(착색성)
- ⑤냄새가 나지 않을 것(향미성)
- ⑥인체에 무해할 것(유독성)
- ⑦성형성을 손상시키지 않을 것(성형성)

-상기 문제점에 대해 PE 및 PVC에서 실적이 있는 대전방지제와 신규대전방지제를 내열성의 관점에서 우선 1차전형을 행했다(표 2).

* 3℃/min에서 온도를 상승시키고 300℃에

[표 2] 대전방지제의 선정

	타입	용도	내열성
샘플A	아니온계	신규	○
샘플B	아니온계	신규	○
샘플C	노니온계	PE용	×
샘플D	카티온계	PVC용	×
샘플E	아니온계	PE용	×

[표 3] 성형성과 대전방지 효과의 확인

	성형성	대전방지 효과	
		대전압 반감시간	다트챔버 테스트
샘플A	○~△	30sec 이상	효과 없음
샘플B	○~△	7.4sec	효과 있음

서의 중량감량률이 10% 이하의 것을 O로 했다.

결과 : 신규의 아니온계 샘플A와 B가 양호한 내열성을 가지는 것을 알 수 있었다.

(2) 성형성과 대전방지 효과의 확인(2차전형)

샘플A와 B에서 실제로 성형해 대전방지 효과와 성형성의 확인을 행했다(표 4).

* 각각 1.5wt% 첨가

* 대전압 반감시간 : 대전된 전기의 방출을 손쉽게 하는 것이 목표(대전방지성)

* 실제 카본분말을 부착시키고 오염을 확인한다.

결과 : 샘플B가 가장 뛰어난 것을 알 수 있었다.

4. 수지배합처방의 확립

사전시험에서 가장 양호한 결과를 얻었던 대전방지제인 샘플B를 사용해 첨가량을 대전방지 효과와 성형성의 관점에서 결정했다.

(1) 첨가량과 대전방지 효과의 관계(다트챔버 테스트)(그림 1)

결과 : 1.0wt% 이상의 첨가로 대전방지 효과(오염 부착방지 효과)를 얻을 수 있었다.

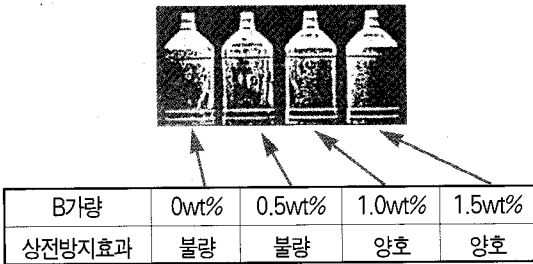
(2) 첨가량과 대전방지 효과(그림 2)

결과 : 대전압 반감시간은 1,000sec 이하가 대전방지 효과 발현에 필요한 것을 알 수 있었다.

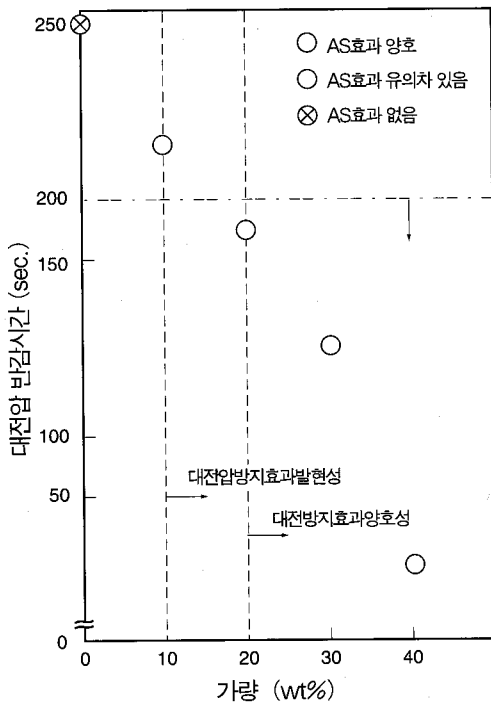
(3) 대전방지 효과와 성형성

PET수지는 첨가제를 혼합하면 첨가제가 결정조각제가 되며 결정화가 무첨가 물질보다도

(그림 1) 첨가량 VS 대전방지효과



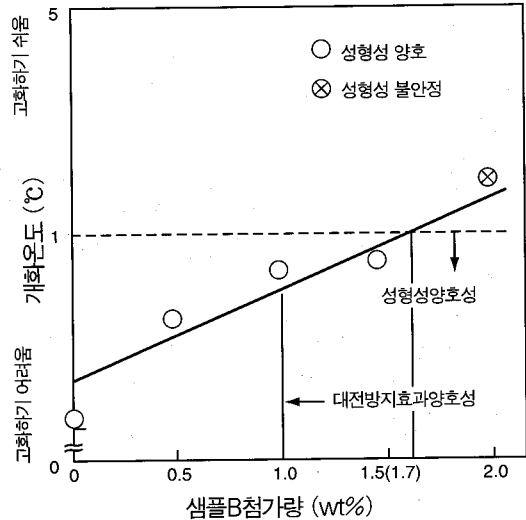
(그림 2) 샘플B 첨가량 VS 대전압 반감시간



빠르게 된다. 본 검토에 있어서는 특히 용융상태에서 냉각되고 어느 시점에서 결정화가 시작되는가를 측정하며 그 온도를 고화 온도라 명명하고(굳어져 성형할 수 없게 되기 시작하는 온도) 성형성과의 상관관계를 발견했다(그림 3).

결과 : 고화온도(降溫결정화온도) 190℃를 성형성 양호한 하한으로 하고 첨가량이 1.7wt% 이

(그림 3) 대전방지제 배합량과 페리슨 고화온도



하라면 양호한 성형성을 얻을 수 있다는 것을 발견했다.

결론1 : 대전방지제의 첨가량을 1.0~1.7 wt%로 하는 것으로 대전방지 효과와 성형성의 양쪽을 만족하는 것을 발견했다.

5. 성형품의 품질 확인

성형품이 요구되는 품질을 만족하고 있는 것을 확인했다(표 4).

결과 : 문제없음

6. 실생산으로의 이행

생산기용으로 본금형을 제작해 본생산을 행하기에 이르렀다. 그러나 여기에서 성형보틀에 가끔 장애가 생겨 가동률이 올라가지 않는 사태가 발생했다.

(1) 본 생산에 있어서의 트러블

[표 4] 성형성과 대전방지의 효과

항 목	결 과
①치수(도면치와의 비교)	公差범위차
②두께분포(최저 두께 0.3mm 이상)	0.4mm 이상
③중량감량(40℃ X 3M에서 3% 이하)	1.5% 이하
④쉬링크적성(변형이 없는 것)	변형없음
⑤캡 液흐름(60mmHg에서 15분)	흐름 없음
⑥항미시험(感能평가)	합격
⑦내광성(S/W40hr)	변화없음
⑧낙하충격(1.2m X 10회에서 무파괴)	파괴없음
⑨座屈강도(50kg 이상)	80kg 이상
⑩내열성(40℃ X 1W)	변화없음
⑪유독성(랫트經口투여)	문제없음
⑫유독성(FDA신청)	허가필
⑬내용물예의 영향(40℃ X 3M)	1μg/ml로 OK

- 트러블의 내용

①보틀 아래부분(게이트부)를 중심으로 해서 방사상으로 검은 줄이 발생.

②보틀에 직경 0.5~1mm 정도의 흑점이 섞인다.

(2) 원인의 규명

①혼입된 흑점의 분석

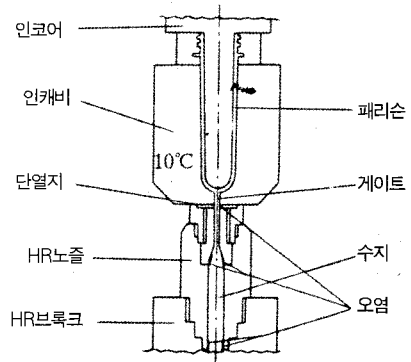
혼입된 흑점의 원소 분석을 행한 결과 흑점에서 S(유황)이 다른 부분보다 많이 검출됐다.

→ 대전방지제와 백색 마스타벳치에 포함된 원소이기 때문에 대전방지제의 열화가 원인이라 추측

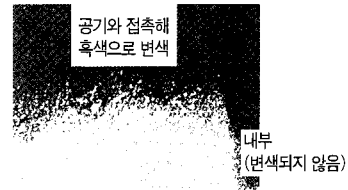
②기계구조의 확인과 열화성분의 추적(그림 4)

대전방지제 등의 첨가제는 내열성에서 PET에 비해 떨어지지만 단시간에 탄화되는 물질은 아니다. 여기에서 수지유로의 어딘가에 체류해 열화된다고 생각되며 수지유로의 확인과 분해정

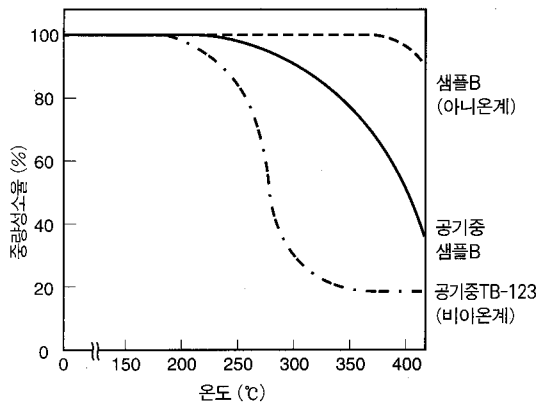
(그림 4) 핫 라이너, 인캐비의 수지유로



(그림 5) 대전방지제의 내열성 재확인



(그림 6) 대전방지제의 내열성



소를 했다.

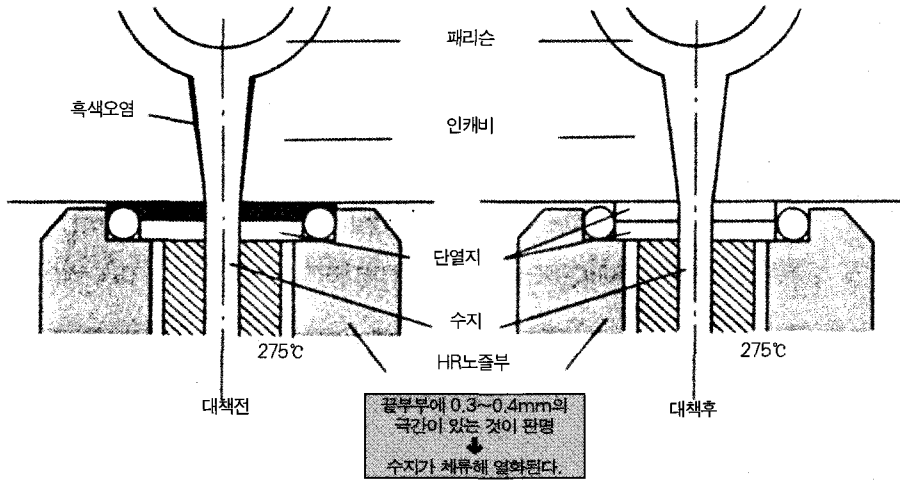
→ HR노즐 끝부분과 그 도중 및 설치부에서 흑색 오염을 발견했다.

③대전방지제의 내열성 재확인(그림 5)

275℃ X 1hr오븐에서 가열해 변화를 관찰

→ 표면은 검게 변색되도 내부는 변색이 없

(그림 7) 개선대책



었다.

④대전방지제를 질소가스 안에서 중량감량 시험을 실시해 공기 중에서 행했을 경우와 비교했다.

결과 : 대전방지제의 내열성은 버진PET에 비해 떨어지지만 공기(산소)를 차단하는 것에 의해 크게 개선되는 것을 발견했다(그림 6).

(3) 개선대책

HR노즐 끝부분에 있던 극간을 단열지로 막는 것에 의해 수지의 채류방지와 공기의 차단을 동시에 행했다(그림 7).

(4) 효과확인

	93/11월	94년/6월
성공률	98%	99.5%
생산능력	48천본/월	140천본/월

상기 개선에 의해 성형품의 성공률은 98%에서 99.5%로 향상되고 트러블이 감소해 오퍼레이터의 부담이 적어졌기 때문에 연속 3직생산이 가능하게 됐다.

7. 결론

이상의 검토를 행한 결과 대전방지제로서 아니온계의 샘플B를 사용하고 이것을 1.0-1.7wt%의 범위에서 혼합, 수지유로에서 수지 채류부와 공기에 접촉하는 부분을 될 수 있는 한 배제하는 것으로 PET수지의 연신브로우성형에 있어서 대전방지제의 혼연성형의 프로세스를 확립할 수가 있었다.㉔

**업체탐방 및
신제품 게재문의**

02-835-9041~5