

Sensorless Impulse Sealer that can also be matched to High Melting Point Film

고융점 필름에도 대응 가능한 센서리스 임펄스 씰러

橋本靜生 / 후지임펄스(주) 기술실 실장

I. 서론

일반적으로 플라스틱필름을 사용한 패키징에는 필름을 씰하는 것으로 제대(製袋)가 이뤄진다. 또한 유통하고 있는 포장용 필름은 대부분 단체로, 라미네이트필름과 접합되는 필름은 거의 폴리에틸렌 또는 폴리프로필렌이 사용되고 있다. 그 때문에 가열온도는 120~180℃ 정도가 되는 경우가 많다.

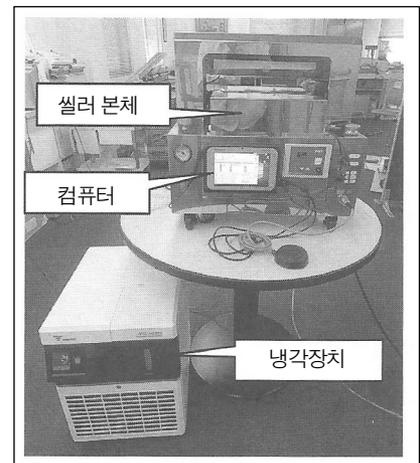
그러나 최근 PTFE(폴리테트라 플루오로 에틸렌)은 융점 327℃, PEEK(폴리에스테르 케톤)은 융점 334℃, PPS(폴리프로필렌 설퍼이드)는 융점 275℃ 등 고융점을 가진 슈퍼 엔지니어링 플라스틱필름의 접합이 요구되고 있다.

일본의 후지임펄스(주)가 보유한 기존 임펄스 씰러는 최고 250℃로 설정되고 있어서 대응이 어렵다. 레이저 용착에 의한 접합을 하는 것이 하나의 방법이 되고 있지만, 장치가 고가이고, 유통도 적다. 그 때문에 고온에서 씰이 가능한 임펄스 씰러(고온 씰러)를 개발, 그 상세한 내용을 소개한다.

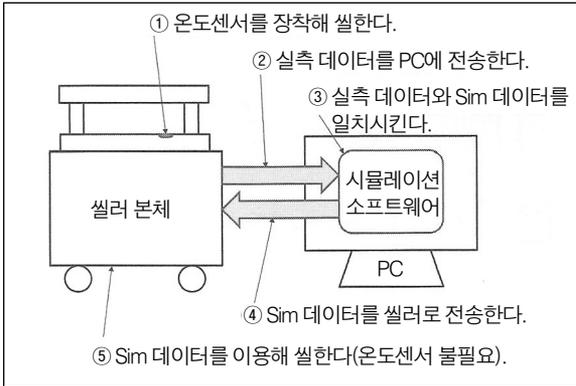
II. 고온 씰러의 개발

현재 동사에서 판매하고 있는 임펄스씰러는 씰 온도를 온도센서로 감시하고 있어서 항상 일정 온도에서 씰할 수 있다는 특징이 있다. 최고 씰온도는 앞에서 서술한 것과 같이 250℃로 설정되어 있다. 이것을 400℃까지 가열하기 위해서는 다음과 같은 문제를 해결할

[사진 1] 고온 씰러 외관



[그림 1] 고온 썰리 구성도



필요가 있었다.

(a) 히터부분이 고온이 되기 때문에 냉각에 시간이 걸리고, 썰 시간이 길어지기 때문에 가능한 한 단축해야만 한다.

(b) 일반 히터 주변의 소모품은 불소 함침 유리테이프(내열 약 260℃), 실리콘 고무(내열 약 240℃)를 사용

하고 있는데, 이들을 내열이 높은 재료로 변경해야만 한다.

(c) 썰 온도 측적용 센서(이하 온도센서)도 마찬가지로 내구성을 높일 필요가 있었다. 고온 썰리의 외관을 [사진 1]에 나타냈다. 썰리에는 컴퓨터와 냉각장치가 장착되어 있다.

앞에서 설명한 (a)의 냉각시간 문제는 가열부분을 수냉화하는 것에 의해 단축할 수 있게 되었다. (b)의 히터 주변 문제는 내열성능을 높은 재질을 이용하고, 썰 부분의 구조를 최적화해 최대 500℃까지 내열성능을 가지는 것이 가능해졌다. (c)의 온도센서에 관해서는 컴퓨터를 이용해 열 계산을 하고, 썰 조건을 결정한 후에는 온도센서 없이 썰할 수 있는 방법을 개발했다.

III. 시뮬레이션에 의한 온도제어방법

기존 임펄스 썰리는 썰 조건을 썰리에 직접 입력하지만, 고온 썰리는 컴퓨터에 임펄스된 시뮬레이션 소프트웨어로 썰 데이터(썰 조건)를 작성하고, 그 데이터를 이용해 썰을 하는 것이 가능하다. [그림 1]에 고온 썰리의 구성도를 나타내고, 실제 작업공정에 관해 설명했다.

먼저 온도센서를 온도측정부분에 장착한 상태에서 한 번 썰을 한다. 그 온도추이데이터(이하 실측 데이터)를 컴퓨터에 전송하고, 시뮬레이션 소프트웨어를 이용해 실측 데이터와 시뮬레이션 데이터를 일치시킨다. 이후 시뮬레이션 데이터(Sim 데이터)를 이용해 임의의 썰 데이터를 작성하고, 썰리로 전송한다. 썰 데이터의 전송은 1개 데이터도, 여러 개의 데이터도 좋다.

예컨대 가열온도 300~350℃, 1℃마다, 온도유지시간 10s로 지정하면 300, 301, 302~348, 349, 350℃의 51개 데이터가 전송된다. 데이터는 썰리에서 선별할 수 있다.

이 데이터를 이용해 온도센서가 없어도 항상 일정조건에서 썰을 할 수 있다.

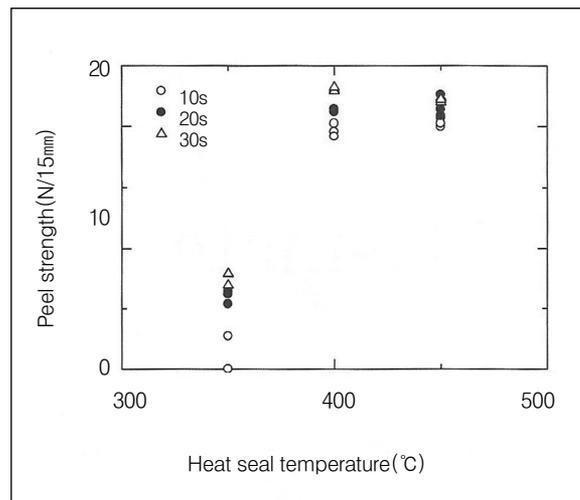
IV. 고온 썰러에 의한 PTFE의 썰시험

고온 썰러를 이용한 한 예로써 PTFE의 썰 및 박리시험 내용을 소개한다.

1. 필름

필름은 스카이브드데이프 PTFE필름(중흥화학공업(주), 필름두께 100 μ m, 용점 327 $^{\circ}$ C)을 사용했다.

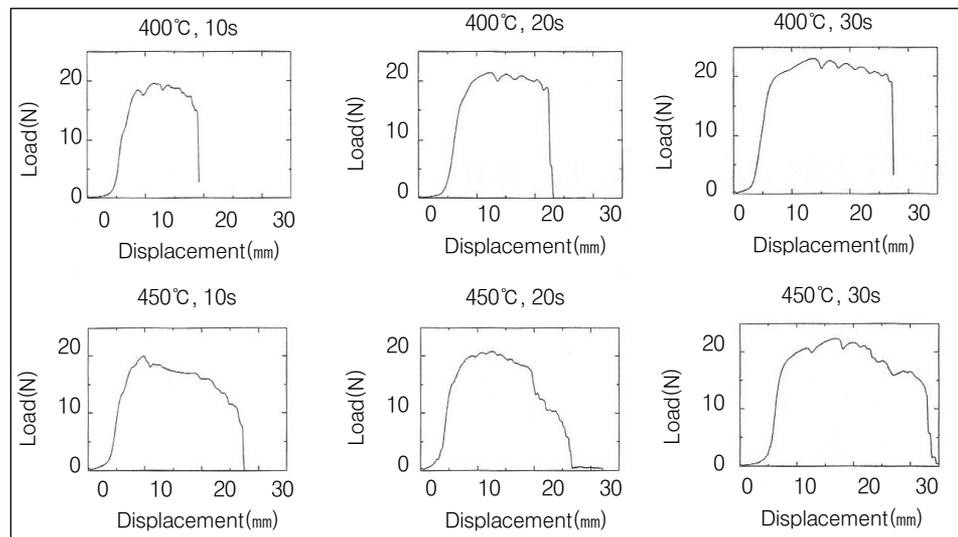
[그림 2] 박리강도



2. 접합방법

접합온도는 히터면의 온도를 350 $^{\circ}$ C, 400 $^{\circ}$ C, 450 $^{\circ}$ C로 하고, 접합온도 유지시간을 10s, 20s, 30s로 했다. 냉각 시간은 20s로 했다.

[그림 3] 하중변위그래프



3. 박리시험

박리시험은 만능시험기 ‘3366형(인스트론사)’을 이용했다. 박리속도는 300mm/min로 했다. 시험조각의 폭은 15mm로 했다.

4. 시험결과와 고찰

[그림 2]에 각각의 접합온도와 유지시간에서 시험조각의 박리강도와 그래프를 나타냈다. 접합온도 및 유지시간이 증가할수록 박리강도가 높아지는 경향이 있다는 것을 알 수 있었다. 히터면 온도 400℃, 450℃로 하면 약 20N/15mm의 높은 박리강도를 얻을 수 있는데, 가장 박리강도가 높았던 것은 400℃, 30s였다. 또한 이때의 용착면 온도는 336.7℃였다.

[그림 3]에 히터면 온도 400℃와 450℃일 때의 하중변위그래프를 나타냈다. 400℃, 450℃에서 약 20N 전후의 높은 하중을 나타냈는데, 400℃에서는 취성 파단(脆性破斷)을 하고 있는 것에 대해 450℃에서는 연성 파단(延性破斷)하고 있는 것으로 보인다. 즉 450℃와 같은 고온 썰 환경에서는 400℃에서의 썰과 비교해 썰 끝부분이 약해지기 쉽다는 것이다.

또한 400℃ 및 450℃의 각 시험조각에서 썰 시간이 길어짐에 따라 변위가 길어진다는 것을 알 수 있다. 이것은 고온 썰 시간이 길어짐에 따라 PTFE필름의 분자배향이 완화되고, 박리 시에 PTFE필름 자신이 늘어나기 쉬워지기 때문이다. 이 점에서부터도 히터면 온도 400℃(용착면 온도 336.7℃), 30s가 적절한 접합조건이라고 할 수 있다.

V. 결론

고온에서는 일반 썰에 비해 필요한 에너지양이 크기 때문에 제어가 어렵고 약간의 가열과승으로도 히터 주변이나 온도센서 부분이 쉽게 타버린다. 이러한 문제들을 해결하기 위해 개발된 ‘시물레이션에 의한 새로운 온도제어방법’의 더욱 잘 활용할 필요가 있다.

예컨대 연속 작업을 할 때에 균일한 썰 온도가 얻어지는 것이나 온도센서에 의해 썰을 할 때의 온도추이데이터를 모두 기록해둘 수 있는 기능, 설정한 썰 온도를 벗어나면 에러 표시를 나타내는 기능 등을 이용해 품질 관리를 강화할 수 있기 때문이다.

향후 일반 썰리에도 이 소프트웨어를 적용해 검증(validation)에 대응할 수 있는 썰리를 전개하는 것을 기대한다. 