

내열성 발포 PET시트 'Celpet'

1. 서론

발포플라스틱은 단열 능력이 우수하고 완충 특성, 물에 뜨는 특성, 가벼운 무게를 갖는 여러 가지 특성을 가지고 있다. 또 그것은 단열, 완충 그리고 뜨는 물질이기 때문에 그 자체로서 또는 다른 여러 물질들과 섞여서 유용하게 사용되어 지고 있다.

Sekisui Plastic Industry는 여러 가지 발포플라스틱 제품의 종합 제조업자로 새로운 형태의 플라스틱을 만들기 위해 노력해 왔다. 단열성이 우수한 발포 플라스틱은 PS계통인 'Dailark'과 'E-slen Sheet H.S' 계열, PE계통인 'Lightron TX' 계열과 PP계통인 'Microren' 계열이다.

2. Celpet란?

Celpet는 이번에 세계에서 처음으로 상업 생산된 발포 PET Sheet이다.

PET 수지는 그것의 우수한 강도, 열 내열성, 전기적 특성 때문에 현재 여러 가지 필름, 직물원료, 병, 전자 및 전기 부품으로 넓게 이용되고 있다. PET 수지는 Polystyene과 같은 비결정질의 고분자와는 다르게 PET는 압출 가능한 범위가 매우 좁다. 왜냐하면 비결정질

의 고분자들은 정확한 녹는점을 가지고 있지 않기 때문에 녹는 온도를 조정 하므로서 발포에 적당한 탄성점도 (Viscoelasticity)로 녹일 수 있다. 이와 반대로 결정화 PET는 결정화 연화점에서 아주 낮은 탄성점도를 갖는다. 따라서 발포된 방울이 깨져 버려서 발포 상태를 유지할 수도 없고 결정화 연화점 아래서는 액체에 가깝기 때문에 압출할 수도 없다.

이러한 관점에서 이 회사는 압출발포 범위를 넓게 해주어 PET Regin의 압출 성형성을 개선한 독자적인 자체의 기술을 개발시켜 이런 발포 PET Sheet의 상업 생산에 성공했다.

3. Celpet의 특성

[표 1]을 보면 PP Sheet 그리고 PS Sheet, Celpet 사이에 일반적인 특성을 비교할 수 있다.

이 표에서 보면 Celpet는 PET 수지와 발포 물질들이 가져야 할 우수한 특성을 모두 가진 원료이다.

가장 큰 장점은 Celpet Sheet는 원래 낮은 결정성 Sheet이기 때문에 70~80°C가 내열 온도이다. 그러나 가열된 Celpet Sheet는 가열 과정에서 결정화 되기 때문에 내열 온도가 200에서

220°C로 증가한다.

[그림 1]은 Celpet Sheet의 양쪽에 열판이 있을 때 가열 온도와 결정화되는 시간 사이의 관계를 보여 주고 있다.

이 그림을 보면 130°C~140°C 사이에서는 결정화가 어려움을 나타내 주고 있다. 그러나 150°C 이상에서는 결정화 속도가 크게 변한다. [그림 2]는 내면층과 표면층 사이에 결정화되는 속도가 다른 것을 보여주고 있다. 그리고 이런 점들은 Celpet가 발포 물질이기 때문에 자주 발생한다. 더욱이 이러한 차이는 성형성과 성형 제품의 품질에 영향을 주기 때문에 될 수 있는 한 고정되어야 한다. 이러한 성질은 열판의 온도에 관계없이 변하지 않는다.

4. Celpet의 성형작업

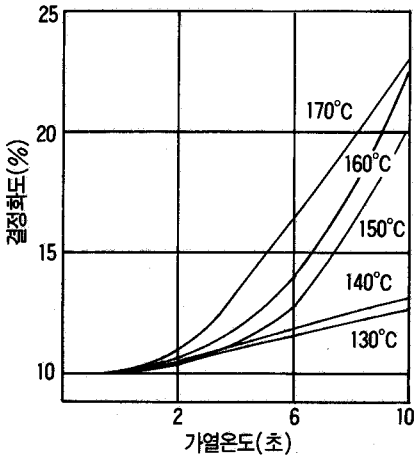
Celpet 성형제품은 두 가지로 나누어진다.

△내열성이 필요없는 제품(비내열 성형 제품)

△내열성이 필요한 제품(내열 성형 제품)

성형 방법은 생산제품의 타입에 따라 크게 다르다.

4-1. 비내열 성형제품

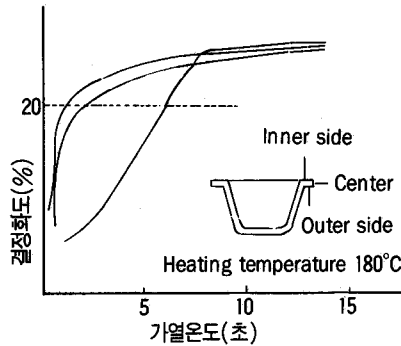


[그림 1] 열가열온도와 결정화도 사이의 관계

Celpet는 결정성이 낮은 발포 Sheet 이고 더욱이 우수한 성형성 때문에 보통의 PSP 성형 기계로 성형이 가능하다. 이는 결정성 때문에 [그림 3]이 보여주는바 같이 가열 온도와 연신율이 관계된다. 연신율이 130~140°C에서 최대에 이르고, 온도가 증가함에 따라 감소하는 이유는 결정화가 진행되기 때문이다. 성형 과정 중에서 Celpet의 물성, 성형하려는 제품의 모양 등등의 성형 조건을 확정하여야 하는 것이 필요한 것은 예열온도를 확정하는 것이 매우 중요한 요소이기 때문이다.

4-2. 내열 성형제품

Celpet Sheet로부터 내열 성형제품을 얻기 위해서는 2단계 성형설비가 필요하다. Celpet Sheet는 고온으로 가열된 금형 안에서 처음으로 성형화 결정화가 되고 성형된 제품은 급냉된 금형에서 냉각되어져 고정화된다. [그림 4]는 내열 성형제품을 생산기 위한 2단계 성형 System을 나타내고 다음과 같은 과정으로 설명되어진다.



[그림 2] 열온도와 결정화도 사이의 관계

(a) 예열과정

이 과정은 성형제품을 얻기 위한 중요한 과정이다. 요구되는 품질의 제품을 성형하기 위하여 Celpet Sheet를 금형 안으로 넣기 위하여는 조심스럽게 Sheet의 연신율과 인장강도를 조절할 필요가 있다.

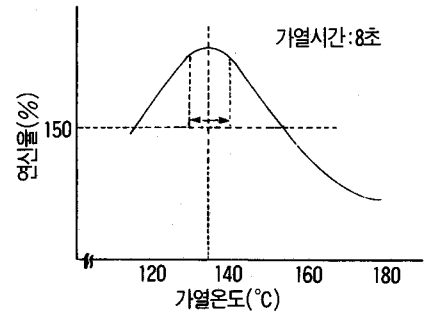
다음 과정의 금형온도가 매우 높기 때문에 이 공정에서 더욱 정밀한 조절이 내열 성형제품을 생산하기 위하여 필요하다.

가열방법으로 Oven에 의한 간접 가열방식이나 가열판에 의한 직접 가열방식이 적용된다.

(표준조건): 가열온도: 130~150°C
가열시간: 3~10초

(b) 가열고정과정

이 공정은 성형제품의 품질(특히 내열성)과 성형 Cycle을 결정하는 대단히 중요한 과정이다. 예열 공정에서 연화된 Celpet Sheet는 이 과정에서 성형 결정화되고 다시 2차 성형된다. 200~220°C의 내열성을 가진 성형제품을 생산하기 위하여, 결정화율은 22~25%가 되어야 한다. 이를 위한 금형의 온도와 성형시간은 [그림 1]에서 보는바



[그림 3] 가열온도와 연신율 사이의 관계

같이 설정된 성형 시간 내에 금형의 필요한 온도와 [그림 2]에서 보는바 같이 성형제품의 내면과 외면 사이에 결정화 속도가 다르다는 점을 감안하여 설정하여야 한다. 200~220°C까지의 내열성은 결정화율을 조정하므로 자유로이 얻을 수 있으나 가열된 금형의 온도를 어떻게 정하느냐에 따라 결정된다. 표준조건 이상으로 금형의 온도를 증가시키어 결정화율을 높이고 성형시간을 줄이는 것은 매우 어렵다.

그 이유는 성형제품은 가열된 금형으로부터 쉽게 떨어지지 않기 때문이다.

(표준조건)

가열 고정온도: 170~190°C

가열 고정시간: 6~15초

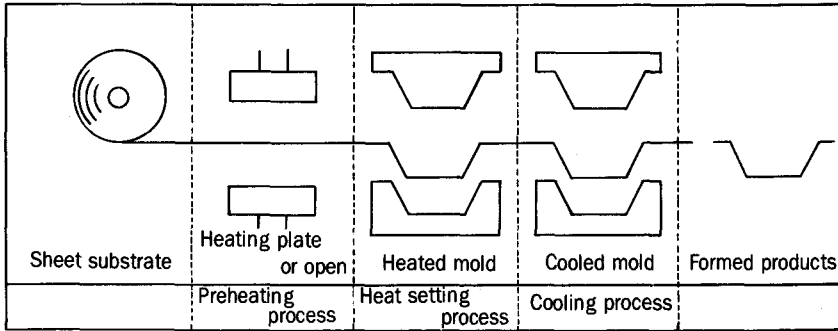
(c) 냉각과정

가열고정 과정 중에서 어느 정도 성형·결정화된 Celpet 제품은 이 공정에서 우수한 성형안정성과 표면평활성이 좋은 완제품으로 냉각 고정화된다. 이 과정에서 완제품의 외관과 품질이 결정화 종결로 결정되고 따라서 안정된 결정화율을 설정하게 된다.

(표준조건)

냉각온도: 30°C 또는 그 이하

냉각시간: 3초 또는 그 이상



[그림 4] 2단계 molding system

(d) 성형과정의 요점

① 성형제품의 일정한 결정화율(안정된 품질)은 열전도성이 좋은 알루미늄합금재를 사용하여 성형공정과 걸맞는 금형을 사용하여야 얻어진다. 또한 가열된 금형의 온도의 등락을 줄이기 위한 가열선의 배열과 금형의 구조가 고려되어야 한다.

② 2단계 성형과정 중 성형기 내부 Sheet의 정확한 공급은 가열과 냉각된 금형의 상하 오르내림을 방지하기 위한 절대적 조건이 된다.

4-3. 트리밍(Trimming)

내열성 또는 비내열성 관계없이 Celpet 성형제품을 PSP 또는 다른 플라스틱 원료와 같이 톱슨작업(Thomson Blades)으로 쉽게 Die-Cut할 수 있다.

Punching과 Die설비는 대량생산에 적용된다.

5. Celpet 내열성 용기의 전망

열결정화된 Celpet 내열성 용기는 다음과 같은 여러 가지 성질을 갖는다.

▲ 내열성: 내열온도는 열결정화율을 조정하여 조절할 수 있다.

▲ 단열성: Celpet 용기는 발포구조 때문에 매우 우수한 단열특성을 갖는다.

▲ 차단성: Celpet는 발포구조(두께)에 따라 산소와 수증기 차단성이 우수하다. 차단성이 없는 용기를 사용하는 분야에서 새로운 용도를 찾을 수 있다.

▲ 내유성: Celpet는 PET 수지로부터 만들어졌기 때문에 특별한 보호층 없이 충분한 내유성을 갖는다.

▲ 충분한 강도: Celpet는 PET Resin의 물리적 성질과 같이 인열강도, 굴곡강도와 내균열성이 우수하다. 이 때문에 뜨거운 제품을 안전하게 포장할 수 있다.

▲ 위생성: Celpet는 Food Sanitation Law 및 Self-Standard of the council for Sanitation of Polyolefins의 표준을 통과했다.

▲ 환경문제: Celpet는 PET수지 한 가지로 만들어진 발포 제품이기 때문에 재사용할 수 있다.

일정량의 신제 수지와 혼합한 재생 원료를 사용하여 압출한 발포제품은 PET신제 수지만으로 생산한 발포제품과 거의 같은 물성을 갖는다. 소각시에는 발열량이 5400kcal / kg뿐이고 잔유 회분이 적고 유해가스가 발생하지 않

는다. 발포 구조 때문에 Celpet 용기는 환경보존상, 에너지와 자원보존상 좋은 포장재이다.

▲ Celpet 내열 용기의 가능성: Celpet 내열성 용기는 200~220°C의 내열성과 우수한 단열성과 여러 가지 특징이 있는 새로운 형태의 포장 또는 원재료로 높이 평가되고 있다. 어쨌든 새로운 품종의 개발, 기능의 강화와 수요자와 함께 새로운 용도를 개발하므로 그 용도는 확장될 것이다.

-〈Packaging Japan〉 6월호에서-