

# 차세대형 연질필름 「POViC」

小野 通 昌 / 아키레스(株) 필름사업부 필름판매부 부장

## 1. POViC의 개발 컨셉

당사는 일본의 염화비닐 초창기부터 연질필름 생산을 개시해 50년의 역사와 연질염화비닐 필름업계에서 확고한 위치를 차지하고 있다. 염화비닐은 플라스틱 중에서도 역사가 긴 부류에 들어가며, 가공성이 좋은 점, 비용에 비해 효과가 좋은 점, 기능성이 부여되기 쉬운 점 등에 의해 넓은 분야에서 사용되고 있다.

당사가 제조판매하고 있는 연질필름분야도 포장용도를 중심으로 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리비닐알콜필름으로의 전환이 도모됐지만 비교적 두꺼운 0.15mm 이상의 케이스용(문방

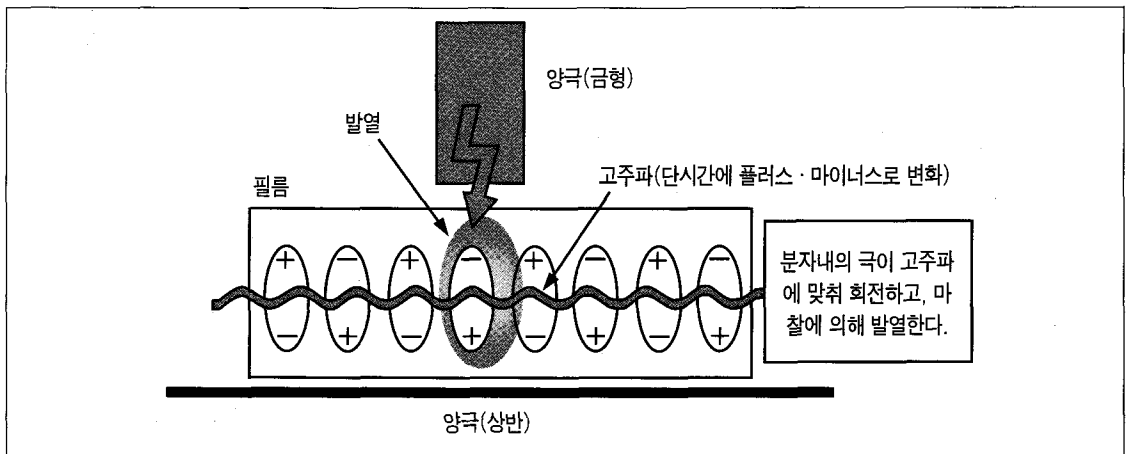
구, 화장품, 세제 등)으로는 계속 연질염화비닐 필름이 사용되고 있었다. 이것은 가공업자로부터는 그 가공성과 비용 대 효과가, 소비자로부터는 부드러운 느낌이나 감촉이 지지를 받았기 때문이다. 당사에 있어서는 POViC의 개발컨셉은 연질염화비닐의 좋은 면을 이어받으면서 폴리에틸렌의 특징도 포함시키고, 염소를 구성요소에 포함하지 않는다는 이상을 추구하는 것이었다.

## 2. 연질필름에 요구되는 특징

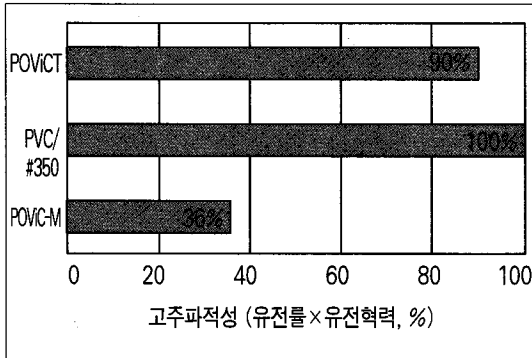
### 2-1. 유연성의 연출

부드러운 느낌과 감촉은 일용품으로서 반복

(그림 1) 고주파용착가공의 원리(투전가열)



[그림 2] 고주파용착가공적성의 비교



사용될 때의 연질염화비닐의 매력이다. 올레핀 소재를 연질화하기 위해서는 결정성을 적게 함유점을 낮게 결정할 필요가 있다. 그러나 끈적거림이 발생하고 내열성이 나쁘게 된다.

연질염화비닐은 소재로서는 단일재질이지만 염화비닐과 가소제의 혼합체가 받아들여지면 복합소재의 일종이 된다. 폴리올레핀의 연질화를 실현하기 위해서도 복합화가 필요한 것에 착안해 부드러운 소재를 중간층으로 하고, 표층을 딱딱한 소재로 씌우는 복합소재(2중3층 공압출)를 고안했다.

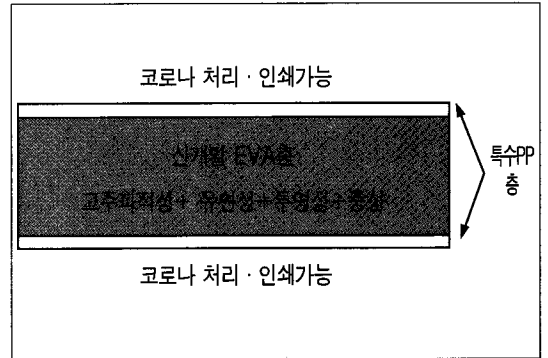
## 2-2. 가공적성

### 2-2-1. 고주파 용착적성

고주파 용착적성은 연질필름의 가공에 있어서 중요한 특성이다. 현재 주류의 용도인 케이스류에는 0.15mm 두께 이상의 것이 사용되고 있다. 또 칙크 등의 이형압출제품과의 용착을 필요로 하는 사양이 많고, 핫셀법에서는 충분한 강도와 마무리는 기대할 수 없다.

고주파 웰더는 유전자열의 원리를 응용하고 있으며, 절연체 동시에 분자내 전기쌍극자를 가진 마이크로파에 의해 진동하고, 분자간 마찰을

[그림 3] POVIC-T의 단면



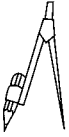
살려 발열하는 용착방법이다. 이 방법은 용착하려는 부분을 선택적으로 동시에 소재 내부에서 발열시키는 것이 가능하기 때문에 두꺼운 소재를 용착할 경우에는 핫셀같은 내부 가열보다 유리하다. 또 고주파의 발신을 멈추면 발열은 종료되고 용착금형 자체는 열을 머금지 않고, 용착 후의 냉각은 자연스럽게 행해져 충분한 강도와 깨끗한 마무리를 얻을 수 있다.

플라스틱소재는 일반적으로는 절연성이 높고 유전물질이라고 정의할 수 있다. 그러나 분자내 전기쌍극자를 가지며, 충분한 유전자열을 발생시키는 것은 한정되고 있다.

염화비닐은 고분자내에 포함되는 염소기가 강력한 전자 흡기로서 작용하기 때문에 분자내 전기쌍극자성은 크게 된다. 이것에 대해 폴리에틸렌이나 폴리프로필렌은 탄소와 수소만으로 구성되며, 탄소의 화학결합수가 입체적으로 균형을 유지하는 방향으로 발전하고 있기 때문에 분자내 전기쌍극자는 거의 없다.

폴리올레핀계 플라스틱만으로 고주파 용착가공에 적합한 소재를 만드는 것은 불가능하다.

전자흡입기로서 염소계의 할로젠류는 상당히 유효하지만 이것을 사용하지 않게 되면, 차선책



으로서는 칼본산기나 아크릴산기를 가진 비닐수지가 된다. 이들 수지는 그대로는 융점이 낮고 점성이 높기 때문에 에틸렌과 공중합시키는 것에 의해 사용이 쉬워진다.

에틸렌과 초산비닐을 공중합한 것은 EVA이며, 상당히 양호한 고주파적성을 갖는다. POViC-T는 EVA를 중간층으로 이용하는 것에 의해 실용적으로 견딜 수 있는 고주파적성을 획득했다.

EVA는 투명도를 가지지만 표면평활성이 나쁘고 표면평활성이 좋은 리니아 폴리에틸렌이나 특수한 폴리프로필렌(PP)으로 표층을 씌울 필요가 있다. 필름제막성으로 말하면 리니아 폴리에틸렌 쪽이 유효하지만, 재단·인쇄성을 고려하면 좋은 선택은 아니다. 특수PP는 재단·인쇄성은 양호하지만 EVA와의 접착성이 나쁘고 층간박리를 일으키기 쉽다. 재료의 선택이 어려워졌지만 이것을 해결한 것에 의해 POViC-T는 개발할 수 있었다.

고주파적성과 함께 표층의 융점설계도 중요하다. 용착만을 생각하면 융점이 낮은 만큼 유리하지만, 안정성이나 經日변화를 생각하면 100℃ 이하의 소재는 좋지 않다. 이 점에서도 리니아 폴리에틸렌에서, 융점 120℃에 가까운 특수PP가 유효하다.

### 2-2-2. 재단적성

고주파 용착가공적성과 함께 재단적성도 중요하다. 플라스틱의 연질화에 따라 인장에 대한 抗張力은 적게 되지만 破斷点伸度는 크기 때문에 자르기 쉬운 소재가 된다. 게다가 중간층의 EVA는 끈기가 있기 때문에 절단성은 상당히 나쁘다. 특수PP는 적당한 경도를 가지기 때문에

절단성은 좋다. 특수PP는 상처가 나기 쉬운 결점이 있지만, 표면을 적절한 윤활제로 처리해 이 점은 현저히 개선된다.

### 2-2-3. 인쇄적성

상품의 표현력을 배려하면 인쇄적성도 중요한 요소이다. POViC-T의 표층에 코로나방전처리에 의해 PP용 잉크로 인쇄가 가능하게 된다.

윤활제로 표면처리를 하면 인쇄적성을 저해하는 것이 많지만 실크스크린인쇄에서는 충분한 인쇄적성을 나타낸다. 그라비아인쇄에 있어서는 용제와 표면의 흐름지수를 일치시키는 것이 현 단계에서는 가능하지 않기 때문에 실용성이 없지만 금후의 해결이 기다려진다.

## 3. POViC의 물성

본 필름은 연질염화비닐에 극히 가까운 가공적성을 가지고 있으며 외관도 투명성과 유연성으로 유사한 표현력을 가지고 있다. 또 연질염화비닐의 결점도 해결하고 있다.

### 3-1. 물리적 성질

#### 3-1-1. 내한충격성

연질염화비닐은 유연성을 나타내기 위해 가소제(주로 프탈산 에스테르)를 배합하고 있다. 그러나 이것이 온도에 의해 점도를 변화시키기 때문에, 저온이 되면 경화되고, 유리전이점을 하회하면 충격에 의해 간단히 쪼개져 버린다. POViC-T는 EVA를 이용하기 때문에 상온온도대에서는 유리전이점을 맞이하지 않아 저온시의 충격에서 쪼개질 염려는 없다.

### 3-1-2. 경도변화의 온도의존성

전항에서 서술했듯이 본 필름은 가소제를 포함하지 않기 때문에 온도에 의한 경도변화가 적은 소재이다.

이것은 4계절이 있는 일본에서는 유효한 특징이다.

### 3-1-3. PPC 카피토너잉크의 전사

가소제의 영향은 다른 플라스틱과 장시간 접촉했을 때에도 나타난다.

스티롤이나 아크릴에 대해 이행하기 쉽고, 체적팽창이나 점착화를 일으킨다.

PPC 카피토너잉크에는 스티롤이 바인더로서 처방되고 있기 때문에 연질염화비닐과 장시간 접촉하면 토너잉크가 점착화해 전사가 일어난다. 본 필름에서는 이러한 것은 일어나지 않는다.

## 3-2. 내열성·經時변화

플라스틱을 연질화하기 위해서는 저분자화가 필요하게 되며 이에 따라 용점도 낮은 경향이 된다.

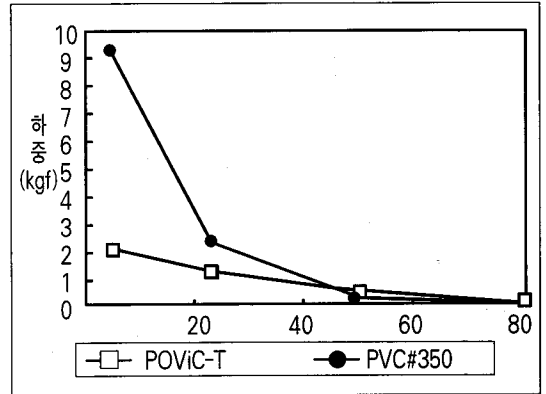
[표 1] POVIC-T 용도별 잉크

화사필	잉크명	인쇄종별	적합성여부
세이코 어드밴스	PP(1액)	실크스크린	○
	70B(1액)	실크스크린	○
	SG740(1액)	실크스크린	○
잉크	POS(1액)	실크스크린	○

[표 2] POVIC-T의 내안형 충격시험

데이터	0.15mm	0.2mm	0.3mm	염화비닐0.3mm
다트임팩트 10℃	○	○	○	○
5℃	○	○	○	x
-5℃	○	○	○	x
-20℃	○	○	○	x

[그림 4] POVIC-T의 온도에 의한 10% 모듈러스의 변화



저분자화와 저용점은 자주 經日 변화에 약한 성질이 된다. 이것은 저분자의 플라스틱이 용점에 가까운 온도에 바래지기 쉽기 때문에 필름표면에 배어 나오는 현상(블리드)으로 대표된다.

본 필름은 3층 구조를 가지며, 표층에는 상용 온도에서 안정된 용점의 재질을 사용하고 있기 때문에 충분한 經日변화에 견디는 성질을 가지고 있다.

### 3-2-1. 열브로킹

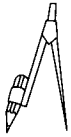
본 필름은 여름철의 제품 보관시에 필름끼리 밀착하는 것이 없다. [표 4]에 열브로킹데이터를 나타냈다.

### 3-2-2. 가열經日변화

고온이나 고온다습시에 브리드는 발생하기 쉽다.

올레핀계 플라스틱은 미량의 개질 성분을 포함하는 것이 많고, 연질화에 의해 플라스틱자체에도 저분자량의 것이 포함되는 경우가 많기 때문에 문제가 된다.

본 필름은 소재의 음미에서 시작되며, 용점설계에 있어서도 이 점을 충분히 배려하고 있다.



### 3-2-3. 내자외선

본 필름은 올레핀계 플라스틱과 같이 자외선에 의한 열화는 적다. [표 6]에 내자외선데이터를 나타냈다.

## 4. POViC의 응용분야

### 4-1. 문방구

문방구용도는 연질염화비닐의 대체에 적극적인 업계이다. 문방구는 학교나 기업에서 대량으로 사용된다. 이들 중 얼마는 폐기되기 때문에 환경으로의 배려가 기업의 사회책임으로서 묻게 되고, 지구환경으로의 부하가 적은 것이 요구되고 있다. 또 환경에 배려한 상품을 구입하는 것에 의해 환경의 향상을 목표로하는 「그린 구입 네트워크」에서는 문방구의 환경기준을 설정했다.

이 중에서 염화비닐 불사용은 내세우지 않았지만 간접적인 표현으로 주장하고 있다. 이것들을 받아들여 문방구업계는 각사의 자주규제로 「2000년까지 염화비닐 불사용」을 목표로 내걸고 있다. 연질염화비닐에 있어서, 이 용도 가운데 호연장담하는 것은 소프트카드케이스이다. 이 외에 사인펜, 가위, 자, 제도기 등의 케이스가 있다. 이들의 케이스는 본 필름이 갖는 특징이 매우 매력에 있는 용도이다.

이것 이외의 용도로서 극박시트(2mm두께 전후)를 이용한 데스크매트가 있다. 이 두께가 되면 본 필름의 배합설계나 제조기계의 구성에서는 생산할 수 없다. 그러나 당사에서는 이 용도의 요구성능을 충분히 만족시키는 소재의 개발이 성공되고 있으며, 작년 여름에 한 유저에 양산 판매하고 또 금년부터 복수의 유저에 정식 채용되고 있다.

[표 3] POVIC-T의 PPC 토너잉크의 전사

데이터	0.15mm	0.2mm	0.3mm	염화비닐0.3mm
50℃, 8시간, 1kg/6×6cm	○	○	○	x

[표 4] POVIC-T의 열브로킹

데이터	0.15mm	0.2mm	0.3mm	염화비닐0.3mm
80℃, 8시간, 1kg/6×6cm	○	○	○	○

[표 5] POVIC-T의 가열경일변화

가열경일변화(1주간)	0.15mm	0.2mm	0.3mm	염화비닐0.3mm
50℃ 기아오븐	○	○	○	○
40℃, 습도80%	○	○	○	○

[표 6] POVIC-T의 내자외선

내자외선	0.15mm	0.2mm	0.3mm	염화비닐0.3mm
페이드미터 100시간	○	○	○	○

### 4-2. 케이스

포장재료로서의 연질염화비닐의 사용범위는 한정돼 있다. 이것은 최근의 경향은 아니며, 이전부터의 현상이다.

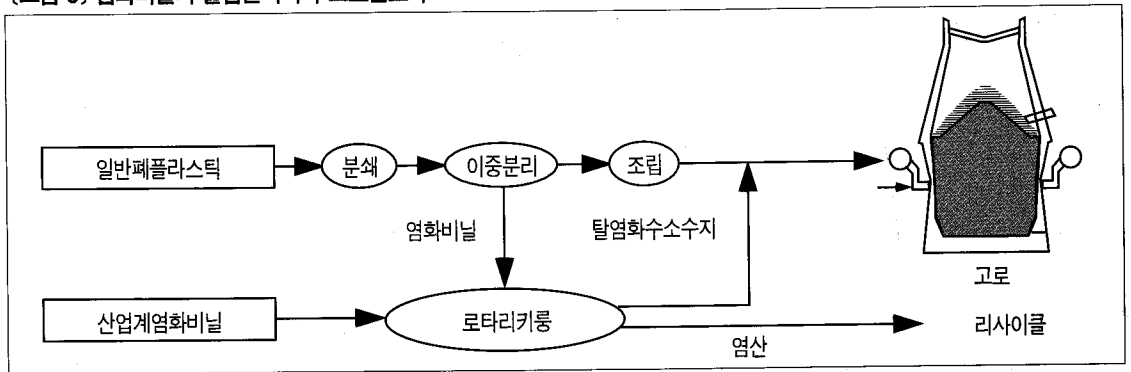
연질염화비닐에 남겨진 분야는 구입 후도 케이스로서 사용할 수 있는 것이다.

대표적인 예로서는 화장품의 시공품용 소형 병을 셋트로 수납하는 케이스, 치솔이나 샴푸 등의 여행용 케이스이다.

화장품이나 세제의 업계는 주로 여성을 대상으로 하고 있으며, 환경으로의 배려에 민감하다. 반면 연질소재를 이용한 이들의 케이스는 투명성과 부드러운 느낌이 호평받고 있어 판촉효과가 높다. 최근 PE나 PP의 袋로 대응되고 있을 뿐이지만, 본 필름에 대한 기대는 매우 높다.

이 외에도 본 필름의 내한성이나 플라스틱 비오염성을 살려 전자기기의 옥외사용케이스나 식품위생에 관한 「후생성고시 20호」에 적합한 과자의 선물용 포우치, 유모차의 덮개 등이 있다.

[그림 5] 염화비닐의 탈염산처리와 고로원료화



## 5. 염화비닐의 환경부하와 대체소재의 전망

### 5-1. 염화비닐의 환경부하

염화비닐은 쓰레기소각로에서의 다이옥신 발생의 주요인설의 보도에 의해 충분한 논의가 끝나지 않은 채 환경에 나쁜 소재라 정의돼 버렸다. 그러나 1990년부터 논의가 시작된 유럽에서는 일시적으로는 염화비닐 전폐론이 주장됐지만 95년경부터 「염화비닐을 없애더라도 다이옥신문제를 해결할 수 없다」 「염화비닐의 유용성 재인식」 등으로 재평가가 진행되고 있다.

장기적인 시야로 보면 확실적인 비염화비닐화의 추진은 위험하다.

#### 5-1-1. 소각시의 다이옥신 발생

98년 11월27일 발표의 「1997년도에 있어서 폐기물처리에 관계되는 다이옥신대책에 관한 조사연구의 결과」에서 厚生省은 염화비닐의 영향에 관해서 이하와 같이 정리하고 있다.

「적절한 다이옥신대책이 강구된 폐기물소각 시설에 있어서의 소각의 경우에는 다이옥신류 농도에 할당되는 염화비닐의 영향은 명확하지는

[표 7] 소재별 에너지 소비량(소재의 생산까지)

소재명	에너지소비량(MJ/kg)	염화비닐과의 비교
염화비닐	55	100
저밀도폴리에틸렌	74	135
초저밀도 폴리에틸렌	92	167
폴리프로필렌	79	143
내충격성폴리스티렌	94	171
PET	113	205

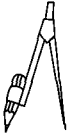
[표 8] 완전연소했을 때의 탄산가스 발생량

소재명	염화비닐	PE	PP	PS
CO <sub>2</sub> 발생량(kg·C/kg)	0.38	0.85	0.85	0.93

않다. 비록 염화비닐의 영향이 있다고 하더라도 상대적으로 적고, 소각상태나 排가스처리 상황 등이 다이옥신류 농도에 커다란 영향을 미칠 것이라고 생각된다. 이 때문에 폐기물소각시설에 적용되는 폐기물처리법에 의거한 구조·유지관리 기준의 철저함을 도모하고, 다이옥신류의 배출을 삭감하는 것으로 한다.

「그렇지만 연소상태의 관리가 곤란한 소각시설에 있어서 소각 등, 적절하게 관리되지 않는 소각의 경우에는 염화비닐을 소각하는 것에 의해 다이옥신류의 농도가 높아질 우려가 있다」

「단지 쓰레기 중에는 염화비닐 이외에도 음식물찌꺼기류 등의 염소를 포함하는 것이 존재하



고 있으며, 이 쓰레기에 포함되는 염소의 다이옥신류 생성으로의 영향을 포함, 앞으로 더욱 더 조사연구를 행하고, 그 결과를 다이옥신류의 배출삭감을 위한 시책에 반영시키는 것으로 하고 있다.

(1) 염화비닐업계의 리사이클에 의한 다이옥신 대책

염화비닐은 플라스틱 중에서는 리사이클이 진행되고 있는 것의 하나이다. 필름과 같은 2차 가공단계에서 발생하는 端材는 거의 리사이클 되고 있으며, 게다가 농업용 비닐에서는 45%, 전선피복재도 35%가 제품 사용 후에 리사이클 되고 있다.

이것은 염화비닐의 용도가 광범위한 것과, 이 전부터 리사이클의 시스템이 확립돼 있기 때문이다. 앞으로 염화비닐환경공업협회를 중심으로 해 완전 리사이클을 지향한다. 염화비닐판이나 전선의 100% 리사이클의 추진, 산업폐기물계 고농도 염화비닐이나 일반폐기물계 저농도 염화비닐의 탈염산처리장치의 개발에 의한 고로 원료나 시멘트 원료화를 진행하고 있다((그림 5)).

(2) LCA와 이산화탄소 발생량

환경문제를 생각할 경우에 LCA(라이프사이클 평가)와 이것에 따른 이산화탄소의 발생량 억제가 중요한 테마가 된다.

LCA평가에서는 세계적으로 정평이 있는 싱크탱크인 쉘시스템즈社가 염화비닐의 원료채취 단계에서 염화비닐제품단계까지의 라이프사이클평가를 행한 결과에 기인해 계산해 보면 일본에서 소비되는 염화비닐제품 약 200만톤/년으로서, 대체소재에 비해 연간 약 82만 톤의 탄산가스가 절감되고 있다.

이 양은 1990년 기초자료인 일본의 탄산가스 배출량 3억2,000만 톤의 약 0.26%에 상당한다. 일본에 할당된 탄산가스 삭감목표(2010년까지 1990년比 6% 삭감)에 크게 공헌할 수 있다. 또 석유환산 340만 킬로리터의 省에너지에 공헌하고 있다.

한편 염화비닐은 조성 중에 탄소가 적기 때문에 연소하더라도 탄산가스의 발생이 적다.

PE, PP, PS 등에 비하면 55~59%의 省탄생 가스이며, 이것은 세계 전체에서 1년간에 1,200~1,400만 톤의 탄산가스에 상당한다((표 7, 8)).

5-2. 앞으로의 예상

염화비닐이 대체 소재에 어느 정도 치환해 갈까를 예상하는 것은 어렵다.

비교적 진행된 분야로서는 주택전자재인 표면피복재(프린트합판 표면)나 랩, 블리스터 케이스, 보틀 등의 포장분야가 있다.

앞으로는 전술한 문방구의 분야가 이어질 것이다.

그러나 소비자의 눈은 엄격해 「비염화비닐 소재이면 좋다」라고 하는 것은 아니다. 기능이나 뒹뒹이를 유지하고, 가격이 상승하는 것도 좋지 않다.

앞으로의 다이옥신 문제나 환경호르몬 문제가 지금 이상으로 심각해지지 않도록 하게 되면 앞에서 서술한 용도 이외에는 구입이나 구매하는 기업의 생각에 의해 결정될 수 있다고 생각 된다.

그것만으로 단순한 대체소재가 되는 것은 아니며, 이 POVIC-T와 같이 염화비닐에는 없는 기능을 가진 것이 필요하다. ☐