

PS수지의 환경부하 및 그 RECYCLE기술

김 정 호

(주)미원유화

Environmental Problems and Recycling Technology for PS Resins

Chung-ho Kim

요 약

PS수지(polystyrene)는 수지강도가 높고 열안정성, 접착성, 도장성 등 2차가공성이 우수하여 가전제품, 사무용기기, 구조 부품, 일용잡화 등 다방면에 적용되고 있으며 1995년도의 수요량은 약 52만톤에 이르고 있다. PS수지중 단열재와 각종 포장, 완충재로 사용되고 있는 발포PS(EPS)수지는 98%가 공기로 구성되어 있고 프레온 등의 환경저해물질을 사용하지 않아 연소시 유독가스를 발생시키지 않고 골판지에 비해 적은 비중으로 완충작용을 하므로 자원절약적이고 환경친화적인 소재로서 95년도의 국내수요는 21만톤에 이르고 있다. 용도별로는 단열재로 70%, 가전, 농수산물 포장재로 약 30%가 사용되고 있으며 95년도 재활용실적은 약 26%에 달하고 있으며 이중 재생수지로 66.5%, 경량콘크리트에 21.1%, 접착제 및 기타 용도로 12.3%가 사용되었다.

ABSTRACT

The paper lists various polymer materials and their usage. It also presents the current status and projected estimation of the production of these resins and problems associated with these resins. A special section has been dedicated towards the problems associated with and recycle strategies for EPS. It also reviews various technologies treating PS resins.

1. PS樹脂란

1.1. 역사

1839 : Eduard Simonin, "Styrol oxide"
1845 : Blyth & Hoffman. "Metastyrene"
1920 · Staudinger, "Polystyrene"
1930 . PS 상업생산 개시
1973 · 국내 생산 개시

1.2. 스티렌계 수지의 구분

스티렌계 수지는 Styrene(스티렌)을 중합하여 제조하는 GPPS(General Purpose Polystyrene)을 비롯하여, 이러한 GPPS의 결점을 보완하여 물리, 화학적인 특성을 개량하고 특성화 시킨 SAN수지(Styrene/Acrylonitrile copolymer), HIPS수지(High Impact Polystyrene), ABS(Acrylonitrile/

Butadiene/Styrene copolymer). EPS수지(Expandable Polystyrene)등으로 구분할 수 있다.

또한 발포스티렌은 제조방법과 그 용도에 따라, EPS(Expanded Polystyrene), PSP(Polystyrene Paper), 압출발포폴리스티렌(Extruded Polystyrene Foam)으로 구분할 수 있다.

1.3. 스티렌계 수지의 특성

PS수지[CH₂-CH(C₆H₅)]_n 는 벤젠과 에틸렌으로부터 에틸벤젠을 만들고, 탈수소하여 스티렌모노머를 만든 다음 이것을 중합해서 만드는 것으로 수지강도가 높고, 전기절연성이 좋으며, 성형가공이 용이하다. 그리고 치수안정성, 열안정성, 착색성, 접착성, 도장성 등 2차 가공성이 우수하여 가전제품, OA기기, 구조부품, 일용잡화 등 다방면에 적용되고 있다.

1.4. PS수지의 용도

- GPPS : 냉장고 야채상자, 가습기, 조명기구, 카세트테이프 케이스, 원구, 일용잡화, 1회용 컵용기 등
- HIPS : 사무기기, 가전제품, 각종 주방용기, TV케비넷, 유산균음료 용기, 일용잡화, 완구류, 레저용품 등
- EPS : 단열재, 가전제품, OA기기 등의 포장재, 농수산물 운송용기 등
- PSP : 도시각용기, 각종 tray
- 압출발포폴리스티렌 · 단열재
- SAN : 가습기 물통, Compact용기, 선풍기 날개, Mixer, Juicer, 문구류 등
- ABS : 각종 자동차 부품, 각종 전기전자 부품, 냉장고내상, TV케비넷, 자동차 계기판, 전자오르간, 헬멧, 스포츠용품, 파이프, 완구류 등

1.5. PS수지의 국내 수입

1) 5대 범용수지 국내 수요

(단위 : 톤)

| 수지명 | '90 | '91 | '92 | '93 | '94 | '95 |
|------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| HDPE | 404,256 | 471,612 | 571,222 | 591,523 | 699,502 | 673,492 |
| LDPE | 474,986 | 481,144 | 566,068 | 599,746 | 678,981 | 654,467 |
| PVC | 597,543 | 625,938 | 649,508 | 711,174 | 774,755 | 801,869 |
| PP | 547,956 | 536,299 | 633,835 | 688,087 | 783,797 | 749,110 |
| PS | 403,725 | 430,697 | 459,086 | 484,797 | 530,334 | 517,045 |
| 계 | 2,428,446 | 2,545,690 | 2,879,719 | 3,075,327 | 3,467,369 | 3,395,983 |
| ABS | 133,900 | 145,709 | 157,637 | 183,882 | 216,515 | 231,131 |

(석유화학공업통계)

2) PS수지 국내 생산능력

(단위 : 톤)

| 회 사 | 생산능력 | 회 사 | 생산능력 |
|--------|---------|------------|---------|
| 미원유화 | 265,000 | LG화학 | 140,000 |
| 효성BASF | 230,000 | 동부화학 | 135,000 |
| 제일모직 | 160,000 | 신호유화 | 66,000 |
| 계 | 996,000 | (석유화학공업통계) | |

3) 국내 ABS수지 생산능력

(단위 : 톤)

| 회 사 | 생산능력 | 회 사 | 생산능력 |
|------|---------|------------|--------|
| LG화학 | 215,000 | 신호유화 | 54,000 |
| 미원유화 | 150,000 | 효성BASF | 40,000 |
| 제일모직 | 120,000 | | |
| 계 | 579,000 | (석유화학공업통계) | |

2.1. 폐기물 현황

국내의 쓰레기 처리 현황은 매립 60%, 재활용화 38%, 그리고 소각 2%로서 매립처리가 압도적으로 많다.

또한 가정에서 배출되는 1인당의 1일 쓰레기 배출량은 1.5 Kg으로서, 님비현상과 관련하여 쓰레기 매립장이 부족한 상태에서 이러한 쓰레기 문제는 심각하다. (일본의 쓰레기 배출량은 1.1 Kg일)

이렇게 계속 증가하는 쓰레기 대책으로써 1995년 1월부터 쓰레기 종량제를 도입하여 지정된 비닐봉투에 넣어 배출토록 하였다. 이 결과 쓰레기 발생량이 27% 줄고, 재활용 가능품이 35% 증가 하는 등 폐기물 발생특성이 계획수립 당시(93년)와는 크게 달라져 새로운 국가 폐기물관리 종합계획을 수립하였는데 그 내용을 살펴보면 아래와 같다.

1) 폐기물의 최소화

- 생산단계에서의 최소화
- 유통단계에서의 최소화
- 소비단계에서의 최소화
- 처분단계에서의 최소화

2) 폐기물 자원화

- 통합재활용 시스템의 구축
- 재활용 인프라 확충
- 재활용산업 경쟁력 강화

3) 폐기물 무해화

- 유해 폐기물의 안전관리
- 종합 폐기물처리 시스템의 도입
- 2차 환경오염방지

4) 인프라기능 강화

- 폐기물 통계조사체계 확립
- 폐기물관리 저변기술의 확충
- 폐기물관리 재원의 합리적 분담

2. 폐기물 및 페플라스틱 현황

Table 1. 재활용 가능자원과 재생재료 이용 목표율 (단위 : %)

| 구분 | '95.12.31까지 | '97.12.31까지 | '98.1.1부터 |
|---------|-------------|-------------|-----------|
| PET | 10 | 20 | 50 |
| 기타 플라스틱 | 5 | 10 | 20 |
| 종이 | 47 | 50 | 55 |
| 유리 | 42 | 47 | 52 |
| 스틸 캔 | 20 | 30 | 40 |

• 국민의 참여 및 협조기반 강화

현재 재자원화의 실패는 산업계 폐기물이 중심이며 일반폐기물의 재자원화는 진척되고 있지 않는 것이 현실이며, 이 중에도 플라스틱 관계의 재자원화는 최하위이다. 게다가 플라스틱은 재자원화 가능한 것으로서 分別하여 배출되고 있으나 분별센터에서 처리되지 않고 대량으로 방치되고 있다.

이와 같은 상황에서 플라스틱 제품에 대해, 쓰레기 배출원으로 부터 플라스틱을 배제하려고 하는 움직임이 있으며 구체적으로 제품마다 사용금지 혹은 감량화, 재자원화 목표가 제시되고 있다.

또한 플라스틱 포장재의 년차별 감량화 지침은 1995년 2월에 개정된 「제품의 포장방법 및 포장재 재질 등의 기준에 관한 규칙」에 의거, 환경부는 계란, 과일, 컵라면, 이 밖의 상품 포장재의 플라스틱 재료의 사용을 년차적으로 규제할 계획을 갖고 있으며, 1995년 6월에 발표된 년차별 감량화 지침안은 다음과 같다. 플라스틱의 내수량은 연간 380만톤(1인당 86 Kg)에 이르며, 이 중 27.5%(105만톤)가 각종 포장재로 사용되고 있다. 한편, 발생되는 폐플라스틱은 가격이 저렴하고, 재질이 다양하여 현재 대부분은 매립 처리 되고 있다.

Table 2. 플라스틱 포장재의 년차별 감량화 지침(안)

| 대상 포장재 | 감량화 목표율 | | |
|-----------------------------------|-------------------|------------------|------------------|
| 계란 포장용 팩 | '96.1.1부터 100% 감량 | | |
| 과일 포장재 | '98.1.1부터 100% 감량 | | |
| 컵라면 용기 | '98.1.1 5% | '2000.1.1 15% | '2002.1.1 30% |
| 가공식품, 제과류, 화장품, 일용품, 완구 인형류에의 트레이 | '98.1.1 50% | '2000.1.1 80% | '2002.1.1 90% |

Table 3. 생활 폐기물의 관리목표

| 구분 | 단위 | '95 | '98 | 2001 |
|-----|----|------|------|------|
| 재활용 | % | 23.7 | 30.0 | 35.0 |
| 소각 | % | 4.0 | 15.0 | 20.0 |
| 매립 | % | 72.3 | 55.0 | 45.0 |

생활 폐기물 및 사업장 폐기물의 관리목표는 아래와 같으며, 폐플라스틱은 2001년까지 발생량의 30%를 재활용 하도록 되어 있다.

2.2. 폐기물 최소화와의 정책방향

자연으로부터의 자원채취를 최소화하고, 경제시스템 안

Table 4. 사업장 폐기물의 관리목표

| 구분 | 단위 | '95 | '98 | 2001 |
|-----|----|------|------|------|
| 재활용 | % | 61.2 | 65.0 | 68.0 |
| 소각 | % | 6.3 | 10.0 | 12.0 |
| 매립 | % | 32.5 | 25.0 | 20.0 |

Table 2. 폐플라스틱의 재활용 현황 및 계획 (단위 : 천톤/년)

| 구분 | 현황 | | | | | 계획 | | |
|-----------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | '91 | '92 | '93 | '94 | '95 | '98 | 2001 | |
| 제품 생산량 | 2,988 | 3,378 | 3,627 | 4,073 | 4,486 | 5,938 | 7,446 | |
| 내수량(A) | 2,593 | 2,972 | 3,136 | 3,474 | 3,821 | 5,086 | 6,770 | |
| 폐플라스틱 | 폐플라스틱 발생량(B) | 1,706 | 1,943 | 2,392 | 2,769 | 3,050 | 4,037 | 5,063 |
| | 폐플라스틱 재활용량(C) | | 173 | 207 | 374 | 539 | 807 | 1,519 |
| 플라스틱 재활용율 | C/A | | 5.5% | 6.6% | 9.2% | 14.1% | 15.9% | 22.4% |
| | C/B | | 8.9% | 8.6% | 13.5% | 17.7% | 20.0% | 30.0% |

Table 6. 사업장 폐기물의 발생량 추이 및 전망

(단위 : 톤/일)

| 구 분 | '93 | '94 | '95 | '98 | '2002 | 증가율 |
|---------|--------|--------|--------|---------|---------|------|
| 사업장 폐기물 | 78,443 | 88,931 | 99,817 | 139,112 | 156,204 | 56.5 |
| 일반폐기물 | 55,969 | 85,229 | 95,823 | 124,094 | 149,900 | 56.4 |
| 지정폐기물 | 22,474 | 3,702 | 3,994 | 5,018 | 6,304 | 57.8 |

에서 자원의 이용을 극대화 함으로써 자원으로 되돌려지는 폐기물을 최소화

1) 생산단계에서의 폐기물의 최소화

- 청정기술의 도입, 생산공정의 효율적 운영 등 녹색생산 체제로의 전환을 위한 기업의 자발적 노력유도
- 환경적 부가가치가 낮고 환경개선 노력이 미흡한 기업에 대해서는 사회 일반에 공개, 녹색소비운동과 연계하여 관리

① 사업장 폐기물의 최소화

- 사업장 폐기물은 최근 5년간 연평균 10% 이상씩 증가하여 '93년 부터는 생활 폐기물 발생량을 초과
- 2001년에는 현재보다 57%가 늘어난 156.204톤/일에 이를 것으로 전망됨

② 제품의 환경친화성 제고

- 제품의 구조 재질개선
- 환경친화적 소재의 개발

제품의 설계단계에서 부터 폐기물로 전환될 경우에 대비하여 재활용 또는 처리의 장애요인을 사전에 제거(유해물질의 제거, 복합재질의 사용지양, 재활용성 제고 등)

2) 유통단계에서의 폐기물의 최소화

- 과대, 과잉포장을 억제하고, 재사용 기의 활용을 촉진하며, 포장재에 대해서는 생산자 책임원칙을 확대하여 포장폐기물의 회수, 처리의무를 생산자에게 부과

한편, 포장 폐기물의 양은 연평균 7.0%의 증가율을 보이고 있으며, 생활폐기물 중 포장 폐기물이 차지하는 비중은

Table 8. 합성수지 재질 원층재의 감량화 목표율

| 구 분 | 1998.1.1부터 | 2000.1.1부터 | 2002.1.1부터 |
|------|------------|------------|------------|
| 대기업 | 10% 이상 | 30% 이상 | 50% 이상 |
| 중소기업 | 10% 이상 | 20% 이상 | 30% 이상 |

'95년 중량기준 32%를 차지하고 있다.

포장재 중 신장재가 가장 두드러진 플라스틱 포장재는 90% 이상을 매립처리하고 있어, 2차 환경 오염문제 야기가 우려되고 있다.

한편, 용적 3만 cm³ 이상인 가전제품(TV, PC, 냉장고, 세탁기, 전자렌지, 에어컨)의 합성수지 재질의 완충포장재의 연차별 감량화 계획은 아래와 같다.

3) 소비단계에서의 폐기물 최소화

4) 처분단계에서의 폐기물 최소화

- 재활용 가능한 폐기물의 효율적 분리수거체계 확립
- 지방자치 단체의 폐기물 최소화 노력 유도

3. PS수지의 환경부하

3.1. PSP와 종이¹⁾

3.2. 각종 용기(10,000개 기준)의 연소 특성과 에너지 소비

Table 7. 포장재 생산량 추이

(단위 : 천톤)

| 구 분 | '92 | | '93 | | '94 | | '95 | | 연평균증가 |
|--------------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|
| | 생산량 | % | 생산량 | % | 생산량 | % | 생산량 | % | |
| 지류포장 | 2,932 | 62.9 | 2,962 | 62.4 | 3,133 | 59.2 | 3,296 | 59.0 | 6.3% |
| 유리용기 | 744 | 15.9 | 670 | 14.1 | 840 | 15.9 | 876 | 15.7 | 5.6% |
| 캔용기 | 220 | 4.7 | 237 | 5.0 | 332 | 6.3 | 352 | 6.3 | 9.1% |
| 플라스틱 | 769 | 16.5 | 875 | 18.4 | 986 | 18.6 | 1,054 | 18.9 | 10.5% |
| 합 계 | 4,664 | 100 | 4,744 | 100 | 5,292 | 100 | 5,578 | 100 | 7.0% |
| 생활폐기물중 포장폐기물 | 17.0% | | 20.6% | | 24.9% | | 32.0% | | |

| 구 분 | 1개당 중량(g) | 회분 (g) | 탄산가스 (g) | CO (g) | 암모니아 (g) | SO ₂ (g) | 발열량 (g) |
|---------------------|--------------|-----------|-------------|-----------|-------------|------------------------|------------|
| PSP ^{*2)} | 3.0 | 0.06 | 4,119 | 675 | - | - | 30 |
| 종이코팅 ^{*3)} | 10.0 | 0.70 | 13,000 | 1,050 | 17 | 8 | 45 |
| 종이합침 ^{*4)} | 12.5 | 0.32 | 16,213 | 2,125 | 10 | 5 | 56.3 |

*1) 같은 크기의 TRAY를 태울때 발생하는 회분, 발열량 및 대기 방출물 (자료원 : 일본 고분자 소재 센터)

*2) Polystyrene Paper 접시

*3) 종이 표면에 얇은 플라스틱 필름(HDPE)을 입힌 접시

*4) 종이에 합성수지를 합침시킨 접시

| 각종용기 | | 제품중량 10,000개당 (kg) | 연소특성 소각열량 (10 ⁵ kcal) | 회분 (kg) | 에너지 소비 요람에서 무덤까지 (10 ⁶ kcal) |
|--------|------------|--------------------------|--|------------|---|
| 4인치 용기 | PSP제품 | 50.9 | 5.0 | *0.1 | 1.42 |
| | PE코팅 종이제품 | 148.9 | 7.3 | 8.4 | 2.24 |
| 9인치 접시 | PSP제품 | 65.0 | 6.6 | *0.1 | 1.81 |
| | PE코팅 종이제품 | 158.9 | 7.8 | 9.0 | 2.38 |
| 16온스 컵 | EPS형물 | 44.0 | 4.3 | *0.0 | 1.22 |
| | PE코팅 종이제품 | 103.9 | 6.0 | 5.1 | 1.69 |
| | WAX코팅 종이제품 | 130.6 | 8.1 | 5.9 | 2.11 |

[자료원 : Faranklin Associates Ltd(1990)]

3.3. EPS와 골판지

1) 포장재 시방

(단, 에어콘의 중량 65 Kg 기준)

| 구 분 | 중 량 | 완충재 시방 |
|--------|----------|-----------------------|
| 골판지 제품 | 1,140 gr | 100 kg/m ³ |
| EPS제품 | 108 gr | 20 kg/m ³ |

2) 에너지 원리

(단위 Kcal)

| 구 분 | 자원E | 원료 공정E | 성형 가공E | 수송E | 회수 가능E | E 계 | 회수 E 제외시 |
|--------|--------|-----------|-----------|-----|-----------|--------|-------------|
| 골판지 제품 | 5,240 | 3,253 | 302 | 204 | ▲4,000 | 8,999 | 4,999 |
| EPS 제품 | 12,047 | 2,080 | 12,420 | 787 | ▲9,600 | 27,334 | 17,734 |

3) 환경부하

(단위 : Kcal)

| 구 분 | 자원E | 원료 공정E | 성형 가공E | 수송E | 회수 가능E | E 계 | 회수 E 제외시 |
|--------|-------|-----------|-----------|-----|-----------|--------|-------------|
| 골판지 제품 | 5,974 | 3,708 | 344 | 233 | ▲4,560 | 10,259 | 5,699 |
| EPS 제품 | 1,301 | 255 | 1,341 | 85 | ▲1,037 | 2,952 | 1,915 |

《종합》

1) 상기 제품의 경우, EPS와 같은 성능을 발휘하기 위한 골판지의 중량은 포장재의 시방에서 알 수 있듯이 10.56배

나 된다.

2) 에너지 원단위 그 자체는 골판지가 우수하다. 그러나 스티로폼과 같은 성능을 발휘하기 위해서는 중량이

10.56배나 증가하는 문제가 있다.

3) 결론적으로, 스티로폴과 같은 기능을 발현하는데 있어서, 골판지의 중량이 스티로폴의 중량보다 3.55배 이상이면, 스티로폴이 더 環境親和的이며, 3.55배 이하이면 골판지가 환경친화적이라 할 수 있다.

그런데 본 조사에서 알 수 있듯이, 골판지의 중량이 스티로폴보다 10.5배에 상당하는 바, 스티로폴이 훨씬 環境親和的이라는 결론을 얻었다.

(약 3배)참조문헌 .プラスチックなど包装材料の環境影響評價(LCA)

3.4. 대기 및 폐수 배출물 총량표(컵 10,000개 기준)

• 대기오염물질

주로 연료 소비에 의한 것으로 수송차에서 배출되는 것 외에 공장이나 발전소 등에서 배출되는 것으로, 여기에는 사용 후의 쓰레기 중 15%를 소각할 때의 것도 포함되어 있다.

• 폐수오염물질

제지공장, 석유정제, 합성중합, Beads화 공장 등에서 배

출되며, 특히 제지공장에서 발생하는 것이 많다. 모두 평균적인 배수처리 시설을 통해 외부로 배출되는 것을 기준으로 정산한 것이다.

4. 발포PS(EPS)수지 개괄

4.1. 서언

EPS는 1950년대초 독일에서 처음으로 생산된 이래 세계적으로 널리 사용되고 있다. EPS의 제조방법은, 일반적으로 스티렌모노머(SM)를 현탁중합하여 폴리머를 만든 다음, 여기에 유기발포제를 합침하여 원료를 만들고, 가공방법으로는 이원료를 증기 가열하여 예비발포 하고, 수시간 방치한 후 요구하는 형상으로 성형한다. 이렇게 만든 성형품을 충칭하여 EPS(Expanded Polystyrene) 또는 FS(Foam Styrene)이라 부른다

아래에 EPS의 성형 가공공정을 기술한다.

성형가공공정-발포제를 성형하는 방법에는 아래와 같이 2가지로 구분된다.

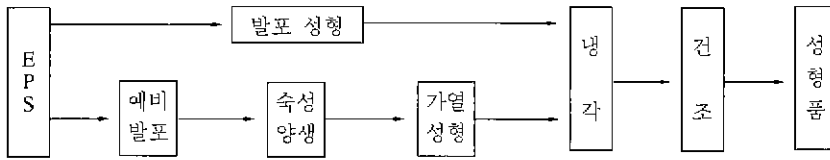
「1단 발포 성형법」은 EPS Beads를 예비발포 하지 않고 직접 금형에 충전하여 가열발포 성형하는 방법이다. 그러나

(단위 : kg)

| 항 목 | EPS컵 | 종이컵(LDPE 코팅) | 종이컵(WAX 코팅) |
|------------|---------|--------------|-------------|
| 고형부유물 | 0.4 | 1.5 | 1.8 |
| 질소산화물 | 0.8 | 1.6 | 2.1 |
| 탄화수소 | 2.6 | 1.5 | 1.1 |
| 황산화물 | 1.2 | 2.9 | 3.9 |
| 일산화탄소 | 0.4 | 0.57 | 0.8 |
| 알데하이드 | - | 1.008 | 0.015 |
| 기타 부유물 | - | 0.019 | 0.025 |
| 염소 | - | 0.10 | 0.12 |
| 대기중의 배출물 계 | 5.4 | 8.197 | 9 860 |
| 용해 고형물 | 0.62 | 0 25 | 0.78 |
| BOD | 0.05 | 0 28 | 0.20 |
| 페놀 | 0 00036 | 0.000073 | 0.0000041 |
| 황화합물 | 0.0005 | - | - |
| 유분 | 0 010 | 0.0020 | 0.007 |
| COD | 0.030 | 0.018 | 0.0040 |
| 현탁고형물 | 0.11 | 0 42 | 0.50 |
| 산 | 0.10 | 0.32 | 0 41 |
| 금속이온 | 0.013 | 0.025 | 0.038 |
| 암모니아 | 0.0054 | 0 00095 | 0.0054 |
| 기타 | 0 026 | 0.032 | 0.044 |
| 폐수중의 배출물 계 | 0 955 | 1.337 | 2.078 |

(자료원 : 미국 Franklin Associates Ltd)

(1단 발포 성형법)



(2단 발포 성형법)

이 방법은 금형내에서 균일하게 발포시키는 것이 곤란하기 때문에 저발포 성형품에 한하여 행한다.

「2단 발포 성형법」은 EPS Beads를 필요로 하는 성형품의 배수까지 에비발포시켜 일정기간 숙성(양생)한 후 금형에 충전하여 가열성형하는 방법으로써 현재 가장 널리 채용되고 있으며, 최근의 경향으로는 수동 혹은 반자동 성형에서 완전 자동 및 진공성형으로 변해가고 있다.

4.2. EPS의 특성

EPS는 다음과 같은 우수한 특성이 있는 바, 가전, OA기기, 어상자, 청과물 등의 주요한 포장재로 되어 있다.

- ① 적당한 cushion성이 있으며, 상품을 외부 충격으로부터 보호한다
- ② 완전한 독립기포가 피막으로서 작용하여, 수분 및 습기로부터 상품을 보호한다
- ③ 증기가열 방식으로 성형가공하므로 재규류의 부착이 없어 위생적이다. 또한 재질 자체가 흡수성이 없으므로 세균이 부착해도 번식하지 못한다
- ④ 단열성이 우수하여, 청과, 수산물 등의 수송 포장에 매우 적합하다.
- ⑤ 통상적으로 50배 발포율을 사용하는 바 소재 사용량이 적어, 자원절약 상품이다. (98%가 공기로 구성)
- ⑥ 복잡한 형상의 포장에도 신속하고 정확한 대응으로 포장의 합리화를 도모할 수 있다
- ⑦ 탄소와 수소만으로 구성되어 있는 바, 소각해도 유해가스를 발생시키지 않는다. (CO₂와 H₂O생성)

(단위 : 톤)

| 구분 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 |
|-----|---------|---------|---------|---------|---------|
| 형물 | 56,500 | 59,400 | 57,000 | 63,200 | 65,950 |
| 판물 | 100,100 | 105,000 | 129,000 | 129,800 | 141,060 |
| 사용량 | 156,600 | 164,400 | 186,000 | 193,000 | 207,000 |

4.3. EPS의 수요 및 용도

국내에서의 EPS 소비량 및 용도별 내역을 보면 아래와 같다.

- 1) 연도별 EPS사용량
- 4.3.2 용도별 소비 실적(94)

4.4. EPS와 환경문제

플라스틱은 산업의 발전과 함께 그 사용량이 크게 증가되고 있으며, 국내의 경우, 1인당 연간 플라스틱 소비량은 85 KG을 상회하고 있다.

EPS의 경우, 주로 단열체와 각종 포장, 완충재로 사용되고 있는데, 단열체의 경우 건축물의 내구연수가 20년 이상이기 때문에 건축물의 내장재로 사용되는 판물은 가시적인 폐기물 문제를 발생시키지 않는다. 그런데, 형물은 대부분 1회용이기 때문에 사용후 곧 폐기물로 취급되고 있다 EPS는 겉보기 비중이 낮아 적은 중량에도 불구하고 부피가 매우 크므로 현저하게 눈에 띄게 되며, 매립시에는 매립지를 과다 사용하는 문제점이 지적되고 있다. 한편 EPS는 재료가 2%이고 나머지 98%가 공기로 구성되어 있으며, 프레온 등의 환경저해 물질을 사용하지 않으며, 연소시켜도 유독가

(단위 . 톤)

| 구분 | 판 물 | | | | | | |
|------|---------|---------|--------|--------|--------|-------|--------|
| | 건축용 단열체 | 가전품 완충재 | 일반 포장재 | 농산물 관계 | 수산물 관계 | 부자 | 형물계 |
| 사용실적 | 129,800 | 41,000 | 6,200 | 3,400 | 8,850 | 3,750 | 63,200 |
| 구성비% | 67.2 | 21.2 | 3.2 | 1.8 | 4.6 | 1.9 | 32.8 |

| 국 명 | 협 회 |
|-------|--|
| 일본 | JEPSRA |
| 독일 | EPSY GMBH |
| 중국 | Chinese Foam Plastic Association |
| 홍콩 | HKEPSA (H/K Expandable Polystyrene Association) |
| 말레이시아 | MERC (Malaysia EPS Recycling Council) |
| 필리핀 | PPCP (Polystyrene Packaging Council of the Philippines, Inc) |
| 대만 | TEPSRA (Taiwan Expanded Polystyrene Recycling Association) |
| 태국 | TERG (Thai EPS Recycling Group) |
| 미국 | AFPR (Association of Foam Packaging Recyclers) |
| 캐나다 | CPRC (Canadian Polystyrene Recycling Association) |

스를 발생시키지 않고, 완충성능이 우수하여 포장재로서는 달리 대체가 극히 어려운 특성을 갖고 있는 매우 자원절약적이며, 환경부하 측면에서도 환경친화적인 소재라 할 수 있다.

따라서 이러한 자원절약적이고, 환경친화적인 소재가 "하나뿐인 지구보호" 측면에서도 한층 더 각광받는 소재로 평가 받기 위해서는 현재의 문제점을 보완해야 할 것이다.

이와 관련하여, EPS 원료를 생산하거나 사용하는 기업체가 주축이 되어 사용한 EPS를 RECYCLE하여 재자원화 하자는 취지에서 선진 미국, 독일, 일본 등에서 실시되고 있는 EPS재활용 협회를 구성하여 스티로폼에 대한 올바른 이해와 재활용 운동의 확대 및 회수 시스템의 구축에 노력하고 있다.

한편, 1992년 미국 시카고에서 미국, 독일, 오스트리아, 일본이 참석한 국제 EPS RECYCLE회의에서 「국제 EPS포장재 재활용협정」이 체결되었고, '96년 7월 현재, 국제협정에 체결한 국가는 미국, 독일, 오스트리아, 일본, 영국, 프랑스, 벨기에, 덴마크, 핀란드, 스웨덴, 이탈리아, 스페인, 대만, 싱가포르, 한국, 말레이시아, 브라질, 아일랜드, 인도, 중국, 캐나다, 필리핀, 호주, 홍콩 등 25개국이며, 협약내용은 ① 각국은 수입되는 EPS완충포장재에 대해, 자국제품과 같이, 재활용을 추진한다 ② EPS재활용 제품의 개발을 적극 추진한다. ③ EPS완충포장재에 대해 통일된 국제환경 기준을 수립하는데 노력한다. ④ EPS환경문제에 관한 정보교환 네트워크를 확립한다.

그리고 국내의 KFRA와 같은 성격의 외국 단체의 현황은 아래와 같다.

1) 리사이클 시스템의 구축

① EPS의 회수

EPS포장재는 플라스틱 중에서도 가장 회수하기 쉽고, 리사이클에 적합한 재료이다 눈에 쉽게 띈다는 것은 거꾸로分別하기 쉽고, 수집하기 쉽다는 것이다. 또한 발생장소도 비교적 한정되어 있는데, 용기류는 도매시장 및 슈퍼 등의 생산, 청과물의 집산지, 유통경로가 회수 대상이 된다. 그리고 전기기기류의 포장재는 가전, 사무기기, 통신기기 등의 유통경로가 회수 대상이 된다.

② 재활용협회의 역할

리사이클은 업계전체가 참여할 필용성의 인식아래 원료 6사(미원유화, 효성바스프, LG화학, 제일모직, 신아, 동부화학)가 주도하여 '93년 4월 19일에 설립하였으며, 주요 활동내역은 ㉞스티로폼 재활용 운동의 확대 ㉟스티로폼에 대한 올바른 이해와 홍보 ㊱스티로폼의 재활용을 위해 활동하는 기업 및 단체의 지원과 육성 ㊲국제적인 리사이클 네트워크의 구축 등이다.

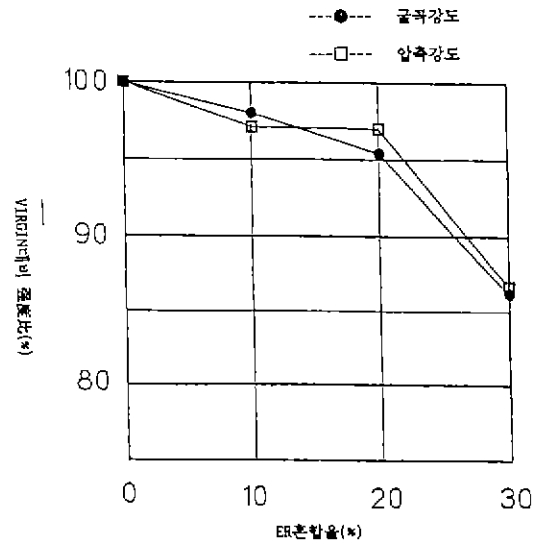
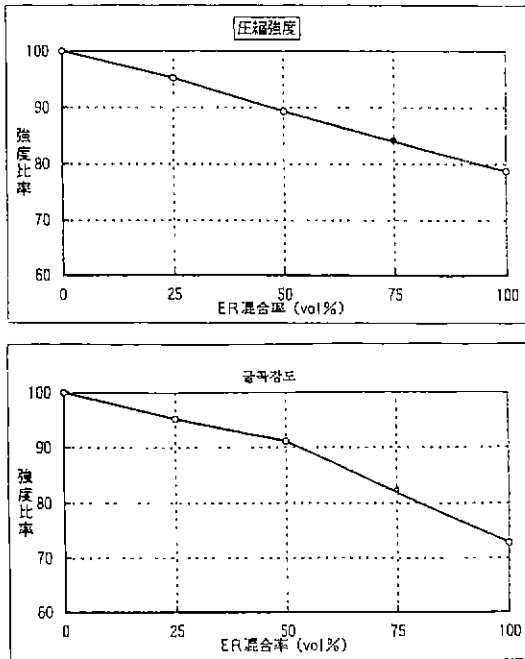
2) EPS Recycle실적

상기와 같은 특성관련, EPS의 수요는 과거 비약적으로 증가하여 '94년에는 20만톤에, '95년에는 21만톤에 이르고 있다. 용도별로는 단열재가 약 70%, 가전, 농수산물 포장재가 약 30%를 점하고 있다. 따라서, 재자원화의 대상량은 내구소비재, 수출분을 제외하면 전체 수요중의 약 20%가 해당된다. KFRA(한국 발포스티렌 재활용협회)가 추산한 Recycle실적은 '94년도의 재활용 대상량 38,200중 8,010톤으로 21%, '95년도는 재활용 대상량 4만톤중 10,240톤으로 약 26%였으며, 금년도의 목표는 30%이나, 올 상반기중 페스티로폼은 총 19,600톤이 발생, 그 중 30.9%에 해당하는 6,055톤이 재활용된 것으로 알려지고 있다.

이것은 지난해 상반기 페스티로폼 총발생량 20,000톤 중 26.1%에 해당하는 5,220톤이 재활용된 것에 비해 양적으로는 16%나 증가한 것으로 이는 올 3월부터 스티로폼 분리수거가 시작되었고 가전사와 스티로폼 회수 재활용 처리협정을 맺는 등 페스티로폼 회수가 원활했기 때문인 것으로 알려지고 있다.

회수된 페스티로폼은 전체 6,055톤 중 재생수지로 4,025톤(66.5%), 경량콘크리트에 1,285톤(21.1%), 접착제 및 기타 용도로 745톤(12.3%)이 사용된 것으로 집계되고 있다.

5. PS수지의 리사이클 기술



5.1. 리사이클 기술

1) Material Recycle

현재 Material Recycle품의 주요한 것은 다음과 같다.

分別하여, 이물을 제거한 비교적 오염이 적은 폐EPS는, 분쇄하여 "Mortar환화제", "경량콘크리트", "토양개량제", 및 "인공지반복화용" 등에 사용되고 있다.

또한 사출성형품으로서의 비디오 카세트 케이스, 완구, 잡화품 등에 압출성형품으로서의 인공목재 등으로 재이용

되고 있다.

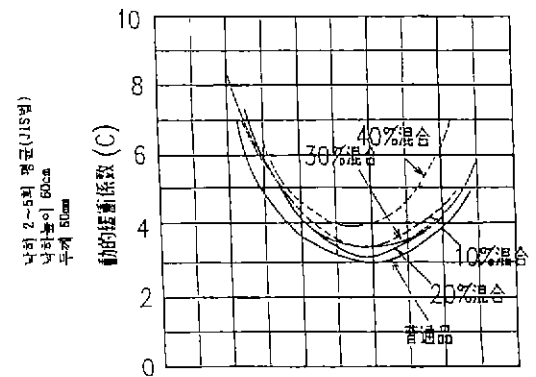
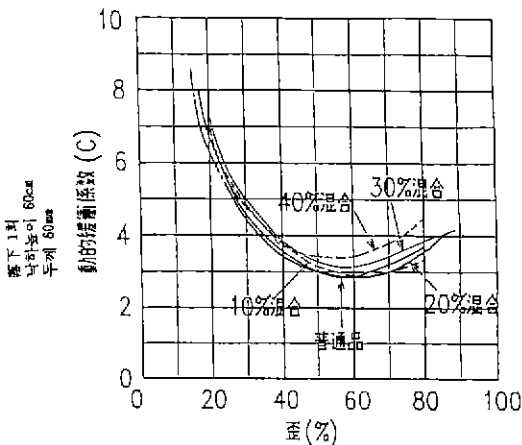
중전부터 실시되어 온 SCRAP의 VIRGIN과의 혼합사용도 하나의 MATERIAL RECYCLE이라 할 수 있다.

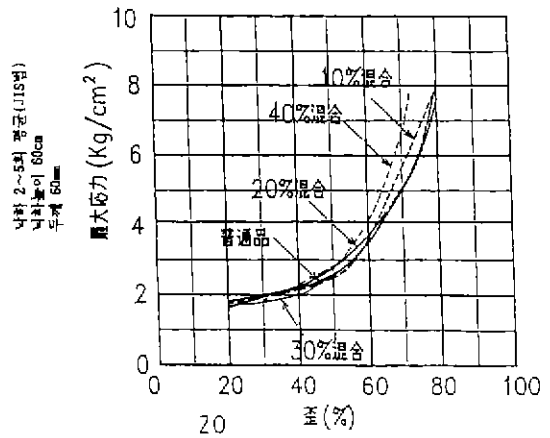
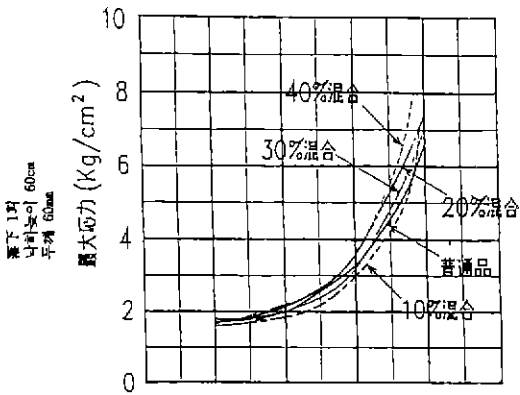
2) Thermal Recycle

연료화 기술에 대해서는, EPS단독으로 @회수EPS를 연소하여 보일러용 温水를 회수하는 방법, @회수EPS를 油化하여 보일러용 重유에 혼합하여 사용하는 방법, @회수EPS를 과립 상태로 감용하여 소형 보일러용 전용연료로 하는 방법과 다른 플라스틱과 같이 처리하는 방법이 검토되고 있다.

3) Chemical Recycle

油化還元 장치는 많은 기업체에서 개발하여 많은 기종이 있는데, 아직 일부를 제외하고는 실적이 거의 없는 상태이





다. 앞으로는 이러한 기계의 판매에 그치지 않고, 처리油의 이용방법, 안전성, 보수관리 방법까지를 포함한 시스템적인 연구와 판매가 요구되고 있다

4) Material Recycle을 위한 물성평가

- REUSE를 위한 실험에

[일반EPS에 회수EPS(ER) 혼합시의 비율에 따른 강도비교]
(발포배수 : 50배)

- REUSE를 위한 실험에

[일반EPS에 회수EPS(ER) 혼합시의 비율에 따른 강도비교]
(발포배수 : 60배)

- REUSE를 위한 실험에

[일반EPS 발포립에 회수EPS(ER) 발포립 혼합사용시의 동적완충계수 비교]

(발포배수 : 60배)

- REUSE를 위한 실험에

[일반EPS에 회수EPS(ER) 혼합시의 비율에 따른 최대응력 비교]

(발포배수 : 60배)

광 고

本 學會에서 發刊한 자료를 판매하오니 學會사무실로 문의 바랍니다.

- EARTH '93 Proccding(1993) 457쪽 價格 : 20,000원
(International Symposium on East Asian Recycling Technology)
- 자원리사이클링의 실제(1994) 400쪽 價格 : 15,000원
- 학회지 합본집(1996) 價格 : 30,000원
(1992~1994년 까지의 학회지를 합본, 통권 제1호~제10호)
- 한·일자원리사이클링공동워크샵 논문집(1996) 483쪽 價格 : 30,000원
- 한·미자원리사이클링공동워크샵 논문집(1996) 174쪽 價格 : 15,000원
- 자원리사이클링 총서I (1997년 1월) 311쪽 價格 : 18,000원