

플라스틱제품 가공공업

〈편집실〉

1. 개요

플라스틱은 크게 30여종으로 분류되고 그 제품의 종류는 수천가지가 되며 비록 이들이 같은 종류의 원료일지라도 물리, 화학적 및 화재위험특성에는 큰 차이가 있다.

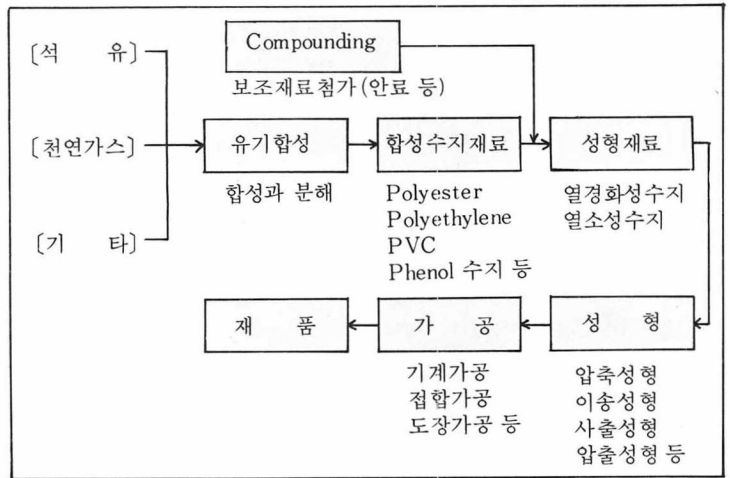
플라스틱공업에는 3단계가 있는데 첫째는 기초플라스틱재료의 제조, 합성이며, 둘째는 플라스틱재료의 압축, 사출, 압출 등의 성형. 세째는 기계, 접합가공 등의 가공으로 각 단계는 플라스틱공업에서의 화재위험 분류에도 그대로 적용된다. 여기서는 성형과 가공공정에 대해서만 기술한다.

플라스틱공업에서 기본적인 화재위험은 대부분의 플라스틱이 적당한 조건하에서 연소될 수 있는 유기화합물이라는 데 있다. 이때 연소성은 사용한 기초중합체, 첨가물, 최종제품의 형태에 의해 결정된다. 또한 성형, 가공공정에는 가연성 분진, 인화성 용매, 전기적 결합, 다량의 가연성 원료와 제품의 저장, 취급에 따른 위험이 있다.

2. 공정(기본적인 제조공정)

가. 성형공정

1) 압축성형(Compression moling)
: 열경화성 수지*를 주재료로 한다. 성형재료를 금형에 넣고 가열, 가압하여 경화시켜 제품을 만든다. 또한 정밀한 규격을 요구하지 않는



제품은 단시간에 금형에서 꺼내고 일괄하여 노중에서 재가열하여 경화시키는 방법이 행해지고 있다. 성형온도는 80~190℃, 압력은 100~200 kg/cm²이며 열원은 전기, 가스, 기름, 스팀 등이 사용된다.

2) 이송성형(Transfer molding)
: 성형재료를 가열실에 넣고 가열 연화시킨 다음 플런저(Plunger)로 노즐로부터 금형으로 밀어 넣는 성형방법으로서 700~2,000kg/cm²의 고압력이 필요하다.

3) 사출성형(Injection molding)
: 널리 사용되는 성형법으로 주로 가열소성수지*에 이용된다. 호퍼(Hopper) 중의 성형재료를 가열실린더로 보내고 이것을 플런저에 의해 노즐로부터 금형중에 사출하는 성형방법이다. (자동화 대량생

산에 적합)

4) 압출성형(Extrusion molding)
: 가열실린더의 선단에 부착된 다이스(금형)에서 가열연화한 열가소성수지를 스크루우(Screw)로 압출하여 성형. 파이프, 코오드, 시이트류를 연속적으로 제조하게 된다. [Inflation film (tubing) machine : 얇은 파이프상의 것을 다이스에서 압출함과 동시에 공기를 불어 넣어 고무풍선과 같이 하여 필름제조]

5) 중공성형(Blow molding)
: 열가소성수지를 가열용융하여 파이프상 또는 2매의 시이트상으로 압출하고 금형중에 넣은 다음 공기를 불어 넣어 병 등의 중공품을 만드는 성형방법이다(Direct blow, Injection blow 등의 방식이 있음).

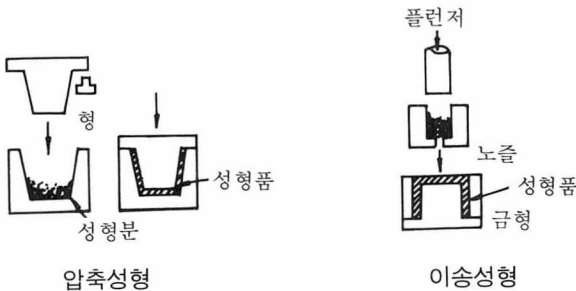
6) 발포성형 ; 단열재, 차음재 등

*註) 熱硬化性樹脂 ; 페놀, 요소, 멜라민樹脂 등 一定溫度 以上으로 加熱하면 硬化하는 性質이 있는 樹脂.

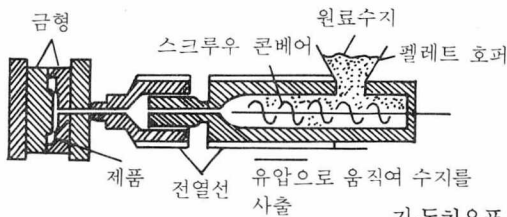
〈 주요플라스틱과 성형법 〉

성형법		압축성형	이송성형	사출성형	압출성형	중공성형	발포성형	진공성형
열경화성수지	phenol	◎	◎	○	-	-	△	-
	urea	◎	◎	△	-	-	△	-
	melamine	◎	◎	△	-	-	-	-
	불포화polyester	○	△	-	-	-	-	-
	epoxy	◎	◎	-	-	-	-	-
	규 소	◎	-	-	◎	-	-	-
	urethane	△	-	○	-	-	◎	-
열가소성수지	polyvinylchloride	-	-	◎	◎	◎	◎	◎
	polyethylene	△	-	◎	◎	◎	◎	○
	polystyrene	△	-	◎	◎	◎	◎	◎
	celluloid	○	-	-	-	○	-	-
	acetylcellulose	○	-	◎	◎	○	-	○
	methacryl	-	-	◎	◎	-	-	○
	polyamide	-	-	◎	◎	○	-	-
	불 소	◎	○	○	◎	-	-	-
	polypropylene	△	-	◎	◎	○	-	-
	polyether	-	-	◎	◎	△	-	-
	polycarbonate	-	△	◎	◎	◎	-	△
ABS	-	-	◎	◎	○	○	◎	
성형제품 및 용도		각종성형품 관기부품 기계부품 잡화용 공업용부품 시험재료용	각종성형품 특히 대형 성형품, 두꺼운 성형품	각종성형품	시 이 트 필 림 호 오 스 여 러 가 지형 의 전선피복	병종류용기	foam sponge	용 기 조명기구 간 판 완 구 냉장고의 내부카버

주 : ◎ 아주 많이 사용됨. ○ 비교적 많이 사용됨. △ 일부만 사용됨.



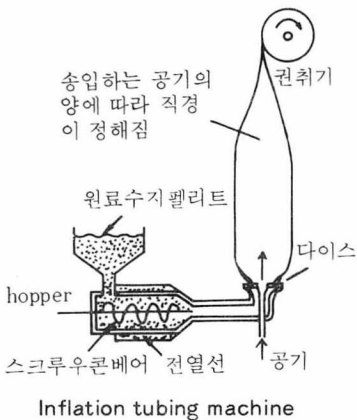
에 사용되는 발포플라스틱성형법. 수지재료에 따라서 수종의 성형방법이 있음. 열경화성수지에 발포제를 혼합하고 가열한 금형에 넣는 방법. 열가소성수지에 부탄, 헥산 등을 혼합하는 발포사출성형 외 발포플라스틱재료를 사용하여 압출성형, 중공성형하는 방법도 있다.



7) 진공성형 ; 열가소성 수지의 시이트와 금형 사이의 공기를 빼내 진공으로 하여 금형에 밀착시켜 성형품을 만드는 방법. 식품용기, 자동차용품 등에 널리 쓰인다.



8) 슬러시성형 (Slush molding) ; 염화비닐수지의 Paste화한 것(점도가 있는 액체)을 금형에 도포하고 형의 내부에 수지를 부착시켜 중공성형품을 만든다.



9) 캘린더성형 ; 열가소성수지를 가열한 로울러 사이로 통하여 필름시이트를 만들며 동시에 종이, 포등을 부착시키는 것도 가능함.

나. 가공공정

1) 기계가공 ; 금속제품과 같이 절삭, 절단, 연삭, 연마 등을 행한다.

2) 접합가공 ; 볼트, 너트 등의 기계적인 접합, 접합제에 의한 접합, 가열에 의한 용융접착 등의 방법이 있다.

3) 도금가공 ; 기계적 강도, 내열법, 내수성 또는 전도성 등의 제성질을 부여하기 위해 이용되며 금속진공증착법, 용액도금법, 용융금속의 분무법 등이 있다.

4) 도장가공 ; 플라스틱 도장에는 합성수지계 塗料가 많이 쓰이고 에멀전계나 수성도료는 거의 사용되지 않는다.

5) 인쇄가공 ; 인쇄방법은 스크린인쇄, 그라비아인쇄, 오프셋인쇄 방법이 사용된다.

3. 공정의 화재위험과 대책

가. 전공정의 화재위험

유기고분자물질인 플라스틱 연소에는 독특한 성질이 있고 특히 문제가 되는 것이 다량으로 분출, 발생하는 흑연과 유독가스이다. 따라서 피난이나 소화활동에 큰 방해가 되기 때문에 취급하는 플라스틱 원료의 성질을 잘 이해하여 두는 것이 중요하다.

나. 공정별 화재위험과 대책

1) 압축성형

○ 작업시 금형부근은 80~190℃의 고온이 되기 때문에 가열물을 그 부근에 두지 말 것.

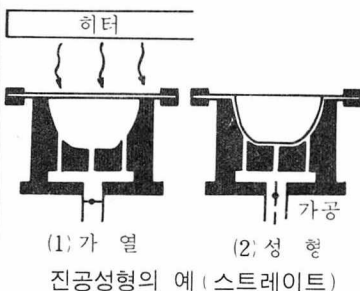
○ 열원이 가스 등의 나화인 설비부근에서는 인화성 물질을 취급하지 말 것.

○ 가스관의 보수관리, 역화방지에 주의할 것.

○ 전열을 열원으로 하는 설비는 배선코드를 정기점검할 것.

○ 유압프레스의 가열장치전원을 끄는 것을 잊어버리면 기름(열매)탱크의 폭발위험이 있으므로 작업종료후 반드시 점검할 것.

○ 열매체를 사용하는 경우는 열매체의 누설, 과열 등에 주의할 것.



註) 熱可塑性樹脂 ; 鹽化비닐樹脂, ABS樹脂 등 加熱하면 可塑化하고 冷却하면 굳어지는 性質을 가진 樹脂

2) 사출성형

○ 가열실린더의 코일과열 등에 의한 화재위험이 있고 작업종료후의 전원차단, 전원계통의 점검 등에 주의할 것.

○ 작동유의 분출사고에 대비하여 주위에 스토브 등의 나화 사용을 피할 것.

○ PVC, 폴리염화비닐 등의 사출성형에서는 과열에 의해 열분해를 일으키고 유해가스인 염화수소를 발생하기 때문에 가열상황, 환기에 주의할 것.

3) 압출성형

○ 기계가 과열되지 않도록 재료의 가열온도는 수시로 점검할 것.

○ 배기덕트내에 쌓인 타르는 연소방지를 위하여 정기적으로 청소, 제거할 것.

○ 전원코오드 등의 배선은 기계유의 부착에 의해 고무코오드가 열화한다거나 뒤틀거나 하여 손상되어 단락의 위험이 있기 때문에 정규배선공사를 하고 보수관리에 주의할 것.

○ 재료의 가열에 열매체를 사용하는 경우에는 열매체의 성질을 잘 이해하고 안전한 조작을 행할 것.

4) 발포성형

○ 유기발포제중에는 인화하기 쉽고 폭발위험이 있는 것이 많기 때문에 나화를 금지할 것.

-디아조아미노벤젠(상품명:유니셀); 황색결정, 충격 또는 가열되었을 때 폭발위험이 크다.

-디니트로소펜타메틸렌테트라민(D. P. T 상품명:유닐셀ND); 황백색 분말, 준위험물. 화기 또는 산과 접촉하면 발화한다.

○ 발포성 폴리스티렌비이즈* 및 발포후의 폴리스티렌은 발포제로서 프로판, 부탄, 펜탄 등의 가열성 가스를 압력에 의해 함침 제조하기 때문에 제조후 발포제가 공기중으로 서서히 배출될 위험이 있음. 따라서 발포성 폴리스티렌비이즈 저장창고는 가스경보기설비, 기계환기설비, 방폭구조의 전기설비, 기타 위험물과의 혼재금지가 필요하고 발포후의 폴리스티렌을 보관할 때도 가스농도가 폭발하한계의 25% 이하가 되도록 환기조치가 필요함.

○ 미분해된 발포제를 포함하는 플라스틱스크랩 혹은 여분의 발포제는 타재료와 접촉하면 활성화할 위험이 있기 때문에 금속재의 전용 처리통에 넣을 것.

○ 발포제는 고온장소에 두면 분해하기 때문에 냉소에 저장할 것.

○ 발포기의 믹싱헤드 노즐에서의 유량조정실수 등 이상배합에 의한 발열출화를 방지하기 위하여 작업중 충분한 점검을 할 것.

5) 슬러시성형

○ Paste를 주입한 금형을 Oil

bath에 침지할 때 과열에 주의할 것.

6) 캘린더성형

○ 캘린더 작동시는 고온이 되기 때문에 가소제 등이 휘발하여 캘린더 상부의 닥트 내 또는 주변에 많이 부착하기 때문에 착화방지를 위해 정기적으로 청소할 것.

7) 기계가공

○ 가공공정중에 나오는 부스러기, 분진은 착화하기 쉽기 때문에 작업중 금연, 화기사용에 주의할 것.

○ 특히 분진은 폭발위험이 있기 때문에 집진장치를 설치하고 보수관리 철저.

※ 플라스틱 분진은 기계가공작업 뿐만 아니라 기타 공정에서도 발생하기 때문에 작업장에 강제환기장치를 설치하는 외에,

- 분진이 보, 선반 등에 퇴적하지 않도록 청소.

- 전기기기를 방폭형으로 설치.

- 정전기의 축적을 방지하기 위하여 접지.

- 닥트(집진장치, 플라스틱 원료반송파이프 등) 내에서 분진폭발이 발생한 경우 닥트를 따라서 폭발이나 화재가 확대하는 것을 방지하기 위하여 닥트내에 폭풍압방출구를 설치하는 등의 대책이 필요.

8) 접합가공

○ 인화성 접착제를 사용하는

*註) 發泡性 폴리스티렌 비이즈(Expandable polystyrene beads : EPS) : 폴리스티렌에 發泡劑를 含浸한 成形材料.

작업에는 접착제 관리를 철저히 하고 화기사용 금지는 물론이고 작업장내 환기에 주의.

9) 도장가공

○ 도장작업장내의 성형품은 정리정돈에 주의할 것.

○ 도장작업장내는 용제에서 발생하는 가연성 가스의 환기설비 설치 및 화기엄금.

○ 전기설비는 방폭형으로 할 것.

○ 스프레이 건(spray gun)에 의한 도장의 경우 정전기가 발생하기 쉽기 때문에 금속부분은 접지할 것.

○ 정전도장시 부스(booth) 부근에 도료가 부착하여 있으면 행거, 부스에 대전인화의 위험이 있기 때문에 부착도료는 정기적으로 청소, 제거할 것.

○ 건조기내에도 도료잔재가 있기 때문에 정기적으로 청소할 것.

○ 건조기는 과열에 주의하고 기내에 수용하는 피도장물은 너무 다량이 되지 않도록 할 것.

10) 인쇄가공

○ 플라스틱제품에 문자나 모양을 인쇄하는 작업에는 인화성 용제(신나 등)가 많이 사용되고 있다. 특히 PVC 시트 등에 인쇄하는 경우 대전현상을 일으키고 정전기에 의한 스파크가 점화원으로 될 위험이 있기 때문에 반드시 접지하고 정전기 제거대책을 강구할 것.

○ 잉크의 조합작업은 전용 조

합실에서 행할 것.

○ 인쇄후 적외선 램프나 석영관 히터 등을 사용하여 건조하는 경우 제품의 변형에 의해 적외선 램프에 접촉하여 과열, 발화하든가 또는 진동 때문에 램프 또는 석영관의 터미널부에서 스파크가 일어날 수 있으므로 작업중에는 건조기 내부 상황에 주의할 것.

4. 화재사례

[사례1] 스펀지공장내에서 고열로 발포한 스펀지 제품을 쌓아 놓아 이 스펀지의 잔열에 의해 자연발화됨. 화재는 방화구획되지 않은 스펀지공장(2,970㎡)과 원료창고(1,650㎡) 및 야적천막창고(1,320㎡)가 전소됨. (1978. 경기도. S화학공장. 손해액 1억2천만원)

[사례2] 본공장 1층 플라스틱 사출품 가공공장의 통로에 있던 쓰레기통에 버려진 연탄불로부터 주위의 플라스틱 부스러기에 착화되면서 작업장내의 제품으로 순식간에 연소확대됨. (1982. 서울시. S화학. 손해액 2천만원)

[사례3] PVC발포 및 인쇄공장 등의 그라비아 인쇄작업장에서 인쇄기로부터 정전기가 발생, 스파이크에 의해 인쇄잉크 및 용제류에 인화되면서 연소확대됨. 인쇄기에 정전기 제거장치가 2조 설치되었으나 효과적으로 제거되지 못했음. (1980. 서울. D화학)

[사례4] 발포 폴리스티렌(스티로폼) 제조공장의 마감작업실에서 원인미상의 화재가 발생, 다량으로 산재해 있던 제품에 급격히 연소확대되어 본공장(2,382㎡) 전소. (1-981. 부산시 S화학. 손해액 6천여만원)

[사례5] 발포폴리스티렌 성형공장의 제품창고에서 원인미상의 화재가 발생, 창고 및 제품이 전소하였으나 창고와 작업장과는 방화구획되어 연소확대방지됨. (1982. 서울시 H화학. 손해액 6천여만원)

[사례6] 사출성형기의 스위치를 내리는 것을 잊어버려 과열, 기계 부근에 있던 플라스틱원료(입상) 등에 발화됨. 사출성형기 2대 외에 원재료 소손, 흑연에 의해 플라스틱제품이 변색, 손해. (1973. 일본. A합성수지성형제품제조. 손해액 8천억원)

[사례7] 발포성형을 위한 발포제 배합믹서 모터가 과열되어 제조중의 발포제에 인화, 발화와 동시에 공장주변은 강렬한 암모니아냄새로 소화활동에 장애가 됨. (1973. 일본. C합성수지성형제품제조. 7천만원)

[사례8] EPS(발포성 폴리스티렌 성형재료) 저장창고에서 EPS에 함유된 발포제(프로판, 부탄가스 등)가 스며나와 폭발되면서 부상 25명, 건물 2개동(4,435㎡)전소, 28개동이 파손. (1982. 일본. S창고)㉞