

## 플라스틱 광섬유의 제조 및 특성에 관한 연구

김 한 도

부산대학교 섬유공학과  
(1993. 2월 2일 접수)

### Preparation and Properties of Plastic Optical Fibers

Han Do Kim

*Department of Textile Engineering, College of Engineering,  
Pusan National University, Pusan Korea  
(Received February 2, 1993)*

**Abstract**—Plastic optical fibers(POFs) composed of poly(methylmethacrylate) (PMMA), polystyrene (PS), or polycarbonate(PC) as a core materials, and of fluorinated polymer or PMMA as a cladding were fabricated and their properties were investigated in this study. The attenuation loss of PMAA core POF was about 1,700 dB/Km at 660 nm, the loss of PS core POF was 1,800 dB/Km at 560 nm, and the loss of PC core POF was 2,200 dB/Km at 780 nm. These attenuation losses of POFs prepared in this study were higher than those of commercially available POFs. Compared to PMMA and PS core POFs, PC core POF has excellent characteristics, including high thermal stability, high flexibility, and high impact strength.

#### 1. 서 론

플라스틱 광섬유(plastic optical fiber(POF))가 1964년 미국 Du Pont사에서 개발된 이래 그 광손실은 일본전신전화주식회사(N.T.T)의 Ibaraki 전기통신연구소의 연구와 그 밖의 많은 연구결과에 의하여 해를 거듭할수록 크게 감소되었다.<sup>1-3)</sup> N.T.T의 Kaino와 그 공동 연구자들은<sup>1)</sup> 광손실이 660 nm에서 0.2 dB/m 이하인 PMMA를 심으로한 대단히 낮은 광손실의 POF의 개발에 성공하였는데, 이러한 광손실은 이 파장대에서 PMMA가 가지는 고유한 광손실의 손실 한계치에 근사한 값이다. 그리고 그들은 trideutero, hexafluorobutyl pentadeutero methacrylate 고분자를 심(core)으로 사용한 POF의 극한 손실 한계치는 660 nm에서 약 0.006 dB/m이라고 보고하였다.<sup>3)</sup> 플라스틱 광섬유는 심(core)의 직경이 크고, 유연성이 좋으며 높은 개구수(numerical aper-

ture) 등의 여러 가지 장점을 가지고 있다. 즉 POF는 석영 및 글라스 광섬유보다 광손실이 크지만 심의 직경이 크므로 광원에 연결시키는 것이 용이하여 전체적으로 보면 가격이 저렴하다. 그리고 광섬유는 수많은 분야에서 사용되는데, POF는 특히 자동차 및 선박용, 사무실의 자동화시스템에 이용되는 컴퓨터와 터미널 간의 데이터 연결을 위한 단거리 통신, 지역 통신망 및 케이블 TV 등의 전송매체로서 흥미를 끌고 있다.

상업화된 POF의 심재료는 주로 글라스 전이온도( $T_g$ )가 105°C인 poly(methylmethacrylate)(PMMA)와  $T_g$ 가 100°C인 polystyrene(PS)가 주로 사용되며, POF의 반사막(cladding)의 재료로는 굴절율이 낮은 불소함유 고분자가 주로 사용되고 있다. 반사막 재료에 요구되는 특성은 (1) 심재료 보다 굴절율이 낮아야 하고, (2) 투명성이 우수하여야 하며, (3) 심재료와 접착성이 높아야 하며, (4) 기계적 특성이

우수하여야 하는 것 등이다. POF의 심재료의 보호에는 특히 (3)과 (4)가 요구된다.

불소함유 고분자는 일반적으로 굴절율이 낮기 때문에 POF에서 심재료보다는 주로 반사막 재료로 이용된다. 그러나 POF의 심재료에 불소함유 고분자를 이용하면 종래의 POF보다는 광손실이 아주 낮으며 내열성이 향상된 POF가 얻어진 연구도 있다. 일반적으로 시판중인 저손실 grade POF의 심고분자로 이용되는 PMMA의 손실 한계는 516 nm, 568 nm, 650 nm의 파장에서 각각 0.0373 dB/m, 0.0349 dB/m 및 0.1062 dB/m인 반면, 심으로 불소함유 메타크레이트 고분자(poly(1,1,1,2,3,3-hexafluorobutyl methacrylate))의 경우에는 650 nm에서 0.0582의 손실 한계를 나타내는데, 이 값은 PMMA의 손실 한계의 1/2에 해당되는 값으로 대단히 낮다. 동시에 2,3,4,5,6-pentafluorostyrene 고분자를 심으로 사용한 POF의 경우에도 PS를 사용한 POF보다는 손실 한계가 저하한 것이 보고되어 있다. 광통신 시스템에서 근적외선이 광원으로 사용되기 때문에 중수소화 및 불소화된 PMMA 및 PS를 심으로 사용한 POF에 대하여 일본 N.T.T 연구소에 의하여 많이 연구가 되었다.

상업용 POF는 주로 step index형인데 높은 투명성이 필요하기 때문에 심고분자는 무정형이어야 한다. 보통 PMMA나 PS가 심고분자로 이용되는데 그 이유는 이러한 고분자들이 단량체(monomer)에서 쉽게 정제되어 투명성에 방해가 되는 불순물의 혼입이 없기 때문이다.<sup>1,4)</sup> 또한 polycarbonate(PC)도 심재료로서 주목받고 있는데 그 이유는 PC의 높은 무정형의 특성과 함께 높은 내열특성 때문이다.<sup>5)</sup> 그러나 PC의 투명성은 그 축합중합시에 발생하는 부산물의 완전제거가 곤란하여 약간 낮다.

상업화된 POF의 심재료중에서 PMMA의 글라스 전이온도( $T_g$ )는 105°C이며 PS의  $T_g$ 는 100°C이다. 따라서 자동차에서 승객이 타는 객실의 온도는 80°C를 넘지 않으므로 PMMA와 PS를 심으로 사용한 POF가 광자료연결에 사용가능하다.<sup>6)</sup> 그런데 미국 자동차 표준 규격에 따르면 엔진실에 POF를 사용하기 위하여는 125°C가 넘는 온도에서 데이터 연결이 별무리가 없어야 하므로 PMMA나 PS심 POF는 사용할 수 없으며, 특히 PS심 POF는 굽힘

(bending)의 강인성이 낮으므로 좁은 공간에서 배선하는데는 사용하기 곤란하다. 따라서 내열성이 우수한 불소함유 고분자 및 PC를 심으로 사용한 POF가 여러분야에 이용 가능하다. 그런데 근적외선(near IR)의 광원은 50 mw 정도의 높은 출력과 100 Mbit/sec 이상의 높은 전송속도를 가지고 있으므로 근적외선 영역에서의 광손실은 낮을 것이다.<sup>8)</sup> PMMA를 심으로 사용한 상업용 POF는 일반적으로 가시광 영역에서 사용되어지나 불소함유 고분자 또는 PC를 심으로 사용한 POF는 근적외선 영역에서 사용할 수 있으며 내열성이 우수한 특성을 지니고 있다. 따라서 본 연구에서는 심(core) 고분자로서 PMMA, PS 및 PC를 사용하고 반사막 고분자로서 PMMA와 불소함유 고분자를 사용하여 플라스틱 광섬유(plastic optical fibers : POFs)를 제조하여 그 여러 가지 특성을 검토한다.

## 2. 실험

### 2.1 시약 및 재료

Methyl methacrylate(MMA), methylacrylate, ethylacrylate, styrene, 2,2,2-trifluoroethylacrylate (TFEA), 2,2,2-trifluoroethanol, methacryloyl chloride, acryloyl chloride, 2,2-azobisisobutyronitrile, acetone, ethyl acetate, toluene, methanol, THF, sodium hydroxide, anhydrous sodium sulfate 및 n-butyl mercaptan 등의 단량체(monomer), 용제 및 기타 시약들은 Aldrich사 시약 특급, 1급 및 시약급을 사용하였다.

POF의 심재료는 poly(methyl methacrylate) (PMMA), polystyrene(PS) 및 bisphenol-A type polycarbonate(PC)를 사용하였는데 PMMA와 PS는 본 연구에서 합성한 것을 사용함과 함께 PMMA는 Aldrich사 제품을, PS와 PC는 Dow Chemical사의 투명용 제품을 사용하였다. 또한 반사막(cladding)용 고분자 PMMA는 상업용 및 본 연구에서 합성한 것을 사용하였으며, 반사막용 불소함유 고분자는 본 연구에서 합성한 것을 사용하였다.

### 2.2 PMMA 및 PS의 합성

PMMA는 글라스 전이온도( $T_g$ )가 105°C이며 매우

딱딱하고 깨지기 쉬운데 비하여 poly(methyl acrylate)(PMA)는  $T_g$ 가 6°C, poly(ethyl acrylate)(PEA)는 -24°C로서 유연하기 때문에 PMMA의 유동성을 향상시키기 위하여 주로 소량의 MA 또는 EA 등과 공중합시켜 사용한다. 고분자에 불순물이 혼입되는 것을 방지하기 위하여 먼저 각종 단량체 중에 존재하는 중합 금지제의 제거는 0.5 N NaOH 수용액으로 세정하며 잔존하는 NaOH 성분은 증류수로 수회 반복하여 세정하고, 단량체에 잔류된 물은 anhydrous sodium sulfate로서 건조한 다음 0.2  $\mu$ m membrane filter를 통하여 여과한 다음 감압 증류하여 단량체로 사용하였다. 0~0.5 mol%의 methyl acrylate 혹은 ethyl acrylate와 95 mol% 이상의 methyl methacrylate로 구성된 단량체에 개시제 2,2'-azobisisobutyronitrile(AIBN 0.1~0.3 wt% of monomer)와 연쇄 이동제 n-butylmercaptan(nBM, 0.05~0.5 mol% of total monomer)를 넣은 후 여러번의 결빙-녹음(freeze-thaw)과 감압과정을 거쳐 기체를 제거시킨후 60±1°C에서 약 4시간 중합시킨후 생성물을 메탄올로서 침전시키고 80°C 정도에서 일정한 무게가 될 때까지 감압 건조하여 시료로 사용하였다. 심 고분자로서 가장 적당한 공중합체는 적어도 90 mol% 이상의 MMA 성분이 함유되는 것이 바람직하지만 보다 높은 투과도를 얻기 위하여는 MMA 성분이 최소한 95 mol% 이상이 바람직한 것으로 나타났다. 그리고 이들 공중합체는 PMMA 단독 중합체보다 유연성이 보다 높았으며 열에 의한 해중합도 감소하는 것으로 나타났다.

Styrene도 단량체 MMA의 정제 및 합성방법과 동일한 방법으로써 제조하여 심고분자로 사용하였으나 PS는 단독 중합체만을 제조하여 사용하였다.

### 2.3 분자량의 측정

PMMA의 분자량은 점도법( $[\eta]=KM^a$ )으로 25°C에서 용매(acetone),  $K \times 10^4=9.52$ ,  $a=0.744$  값을 이용하여 구하였다.<sup>9)</sup> 그리고 역시 PS 분자량도 점도법( $\eta=KM^a$ )으로 측정하였는데 25°C에서 용매(benzene)과,  $K \times 10^3=9.52$ ,  $a=0.744$  값을 이용하여 구하였다.<sup>10)</sup> PMMA의  $M_n$ 은  $10 \times 10^4 \sim 20 \times 10^4$  범위의 값을, PS는  $M_n$ 은  $10 \times 10^4 \sim 25 \times 10^4$  범위의 값을 가진 것을 심재료로 사용하였다.

### 2.4 불소함유 고분자의 합성

반사용 고분자는 PMMA, poly(trifluoroethyl methacrylate)(PTFEMA) 및 poly(trifluoroethyl acrylate)(PTFEA)를 사용하였다. PMMA는 심용 PMMA와 동일한 것을 사용하였으나 불소함유 고분자 PTFEA( $n=1.43$ ) 및 PTFEA( $n=1.41$ )은 다음과 같은 방법으로 합성하여 사용하였다. Trifluoroethanol과 methacryloyl chloride(혹은 acryloyl chloride)와의 반응에 의하여 합성된 trifluoroethyl methacrylate(혹은 trifluoroacrylate)을 개시제 AIBN을 사용하여 60±1°C에서 중합하여 반사용 고분자로 사용하였다.

### 2.5 굴절율의 측정

두께 약 0.5~1 cm의 시료를 유동현미경(Atag사)를 사용하여 다음과 같은 거리  $t_1$ ,  $t_2$  및  $t_3$ 을 측정하여 이들로부터 다음 식에 의하여 굴절율  $n$ 을 산출하였다.<sup>11)</sup>

$$n = \frac{t}{t-e}$$

여기서,  $t_1$ : 시료가 없는 상태에서 접안렌즈를 통해서 본 바닥면의 거리

$t_2$ : 시료를 둔 상태에서 접안렌즈를 통해서 본 시료 바닥면의 거리

$t_3$ : 시료를 둔 상태에서 접안렌즈를 통해서 본 시료 윗면의 거리

### 2.6 DSC 열분석

열적특성은 DSC(SSC-580) [SEIKO Co.]를 사용하여 승온속도 10°C/min으로 측정하였다.

### 2.7 광손실 측정

POF의 광손실은 cut-back법<sup>3)</sup>으로 측정하였다. 즉 최대 출력측정을 위하여 POF의 한쪽 끝은 광원에 부착시키고 다른 한쪽 끝은 detector에 부착시켜서, 길이  $L_1$ (m)인 POF 시료의 출력  $I_1$ 을 400~900 nm 파장 영역에서 측정하고 길이  $L_2$ (m)로 잘라서  $L_2$ (m)인 POF 시료의 출력  $I_2$ 를 동일한 파장 영역에서 측정하여 다음 식에 의하여 광손실을 측정하였다.

$$\alpha(\text{dB/Km}) = 10/(L_1 - L_2) \log I_2/I_1 (\times 1000)$$

## 2.8 POF의 제조

POF filament는 용융된 PS, PMMA 및 PC를 용융상태(190~280°C) 범위의 온도정도에서 노즐(nozzle)을 통하여 압출로서 방사하여 심(core) 섬유를 제조한 후 반사막용 고분자 PMMA 및 불소 함유 고분자의 ethyl acetate 혹은 acetone 용액에 dipping 하여 coating, 건조 및 권취과정으로 제조하였으며, 약간의 POF는 용융온도( $T_m$ )가 약 127°C 인 polyethylene(PE)으로 jacketing 하여 POF를 보강하여 물성을 측정하였다. 압출기의 회전속도 및 온도, 권취속도의 조절로서 심섬유의 굵기(1~1.5 mm)를 조절하였다.

## 2.9 FT-IR에 의한 고분자의 구조확인

고분자의 특성구조 조사는 FT-IR spectrometer (Nicolet DX system)을 이용하여 film 상태에서 조사하였다.

## 2.10 반사용 고분자의 굴절률

반사용 고분자로는 PMMA( $n=1.49$ ), poly(trifluoroethyl methacrylate)(PTFEMA), ( $n=1.43$ ) 및 poly(trifluoroethylacrylate)(PTFEA), ( $n=1.41$ )을 사용하였다. PS와 PC를 심으로 사용한 경우에는 PMMA를 반사막(cladding) 고분자로 사용하였으며, PMMA를 심으로 사용한 경우에는 PTFEMA(PTFEA)를 반사막 고분자로 사용하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 심 고분자의 특성

광섬유의 심으로 주로 사용되는 석영, PMMA, PS 및 PC의 투과도를 Fig. 1에 나타내었다. Fig. 1에 나타낸 바와 같이 플라스틱 심고분자는 약 400 nm 이상의 파장까지는 거의 일정한 광투과를 나타내지만 자외선 영역에 해당하는 400 nm 이하의 파장에서는 광흡수에 의한 투과도가 급격히 감소한다. 그러나 석영은 전 영역에 걸쳐 거의 일정한 값을 나타내고 있다. PMMA의 최대 광투과율은 92% 정도이며 PS와 PC는 90% 정도이다. 이들 고분자의 물성치를 Table 1에 나타내었다.

Table 1에 나타낸 바와 같이 굴절률이 큰 PS와 PC를 심고분자로 사용할 때에는 PMMA를 반사막

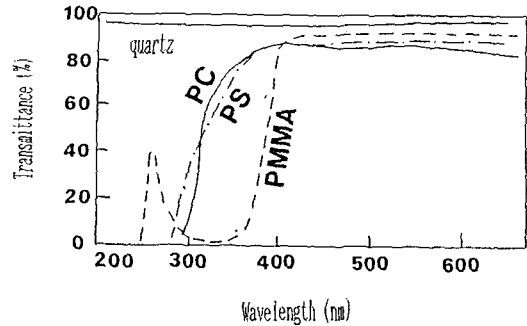


Fig. 1. Transmittance of quartz, PMMA, PS and PC.

Table 1. Physical properties of principal core polymers

Items	PC	PMMA	PS
Luminous transmittance(%)	90	92	90
Refractive index( $n_D$ )	1.58	1.49	1.59
Abbe value(v)	30	58	31
Glass transition temperature(°C)	150	105	100

고분자로 사용할 수 있다. 본 연구에서 사용된 심 고분자 PMMA, PS 및 PC의 IR spectra는 Fig. 2에 나타내었는데 각 고분자가 가지는 고유의 특성 피크와 비교한 결과 불순물이 거의 존재하지 않음이 확인되었다. 그런데 본 연구실에서 합성한 PMMA 및 PS와 시판 PMMA 및 PS(Aldrich사 제품)으로부터 제조된 POF의 광손실을 비교해본 결과 큰 차이를 발견할 수 없는데 이는 불순물의 영향이 POF의 제조방법에 따른 광손실에 미치는 영향에 비하여 무시되기 때문이거나 아니면 합성한 고분자와 시판 고분자의 불순물의 함량이 거의 같기 때문에 나타난 결과라고 생각된다.

### 3.2 심고분자의 온도에 따른 광손실 및 열용량의 변화

심고분자(PC, PMMA, PS)의  $T_g$  곡선을 Fig. 3에 나타내었으며 심고분자의 온도에 따른 광손실 변화를 Fig. 4에 나타내었다. PC의 광손실 변화값은 45°C에서 135°C까지는 거의 일정하지만 135°C 이상부터는 점차로 증가함을 나타내고 있는데 135°C는 DSC 곡선상의 PC의  $T_g$ 인 150°C 부근의 흡열과정과

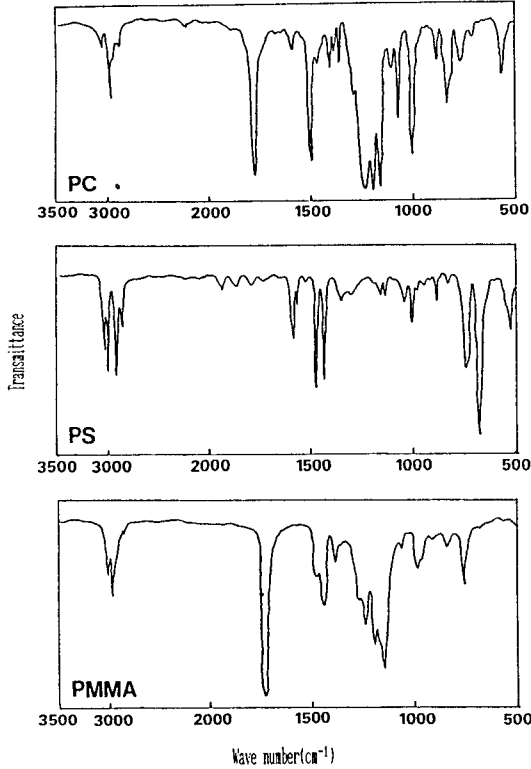


Fig. 2. IR spectrum of PC, PS and PMMA.

유사하다. 따라서 PC의 135°C 이상에서의 급격한 광손실은 PC분자내에서 마이크로 브라운 운동에 기인된 굴절률 차의 요동으로부터 생긴 결과라고 생각된다. 한편 PMMA와 PS 심고분자는 약 85°C 이상에서 광손실의 변화가 급격히 증가하였는데 이 온도는 역시 DSC 곡선상에서 나타난 PMMA의  $T_g$  105°C와 PS의  $T_g$  100°C와 가까운 값이다.

3.3 압출조건이 POF의 제조에 미치는 영향

압출온도를 190°C에서부터 약 280°C까지의 범위에서 압출속도 rpm을 50~500 범위로 하고, 권취속도를 0.5 cm/sec~10 cm/sec로서 심섬유의 굵기를 조절하였으며 각 조건에서 얻은 심섬유로부터 제조한 POF의 물성과 광손실을 측정하였다. 압출조건에 따라서 얻어진 굽힘거동과 내충격 거동을 조사한 결과 본 연구에서는 압출온도를 200~240°C, 압출속도를 약 200 rpm으로 하고 약 2.0 cm/sec의 권취속도에서 약 1 mm 굵기의 어느 정도 균일한 물성과

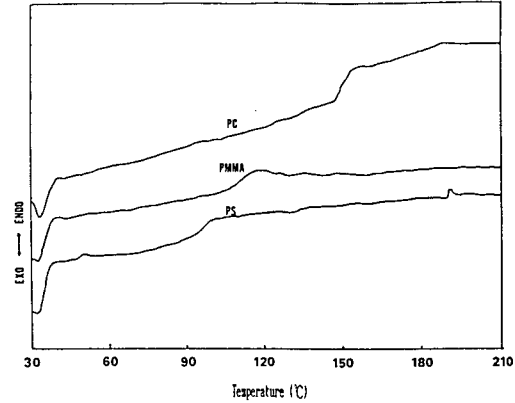


Fig. 3. DSC thermograms for PMMA, PS, PC.

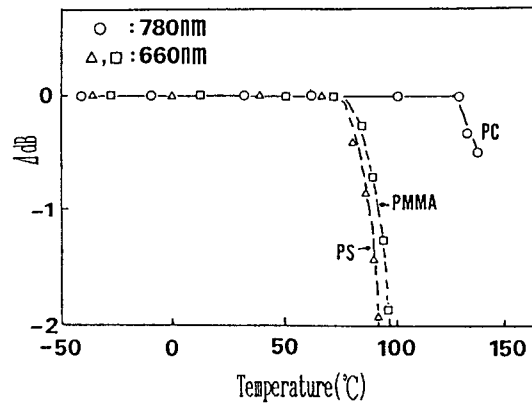


Fig. 4. Change of optical loss vs. temperature.

광손실이 낮은 POF를 제조할 수 있었다.

3.4 굽힘이 POF의 광손실에 미치는 영향

POF를 좁은 공간에서 사용할 시에는 자주 구부리게 되는데 이러한 영향을 Fig. 5에 나타내었다.

Fig. 5에서는 POF를 전후로 구부렸을 때 구부린 회수에 따른 광손실의 증가를 나타낸 것이다. 이 때 굽힘 각도는  $\pm 180^\circ$ 이며 굽힘반경은 5 mm이다. 역시 PC심 POF는 약  $7 \times 10^3$ 회 까지도 안정했으나 PMMA와 PS심은 약  $3 \times 10^3$ 회에서 절단이 일어났다. 이러한 성질은 PC가 우수한 굽힘성질을 지닌 반면 PMMA와 PS는 brittle한 고분자로서 굽힘에 대하여 약하기 때문에 나타난 결과라고 생각된다. 그리고 PC를 심으로 사용한 경우 PMMA를 clad 고분자로 사용하였으며 굽힘 거동에서 clad인 PMMA의 brit-

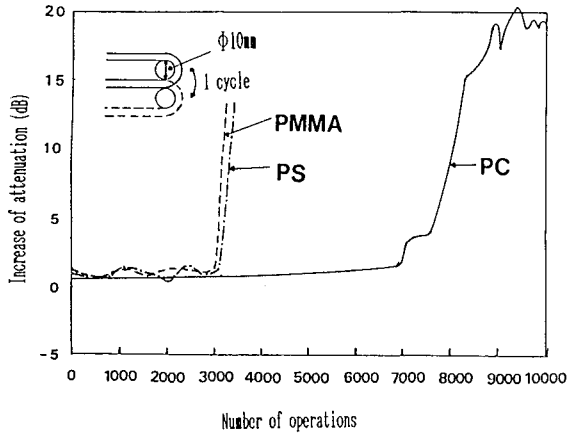


Fig. 5. Increase of attenuation vs. number of operation for continuous bending test.

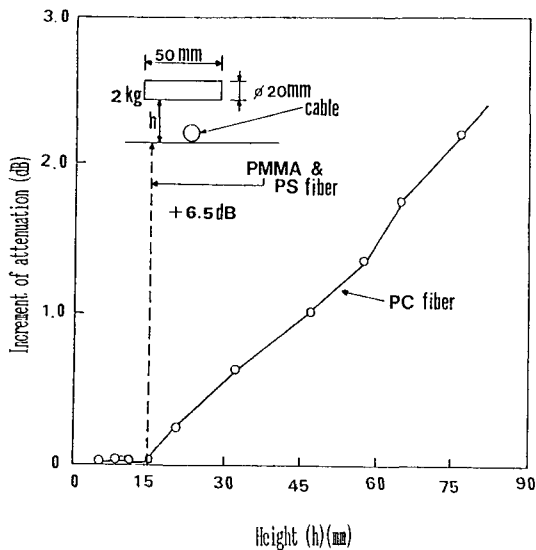


Fig. 6. Increase of attenuation vs. fall height of cylindrical steel body.

tle 한 성질이 반영되어 안정성이 낮은 값을 나타냈을 것이라 추정된다.

### 3.5 충격이 POF의 광손실에 미치는 영향

POF가 충격을 받았을 때 어느 정도 광손실이 발생하는가를 조사하기 위하여 PE가 jacketing된 POF에 무거운 물체(직경 2 cm, 길이 5 cm, 무게 2 kg)의 강철 실린더를 높이를 점차 증가시켜 떨어뜨린 결과 생긴 광손실의 변화값을 Fig. 6에 나타내었다. 이때 실린더는 POF에 대하여 수직으로 낙하시켰다.

PC심 POF는 약 14 mm의 낙하 높이까지는 거의 안정하나 약 16 mm에서 점차적으로 광손실이 증가한 반면, PMMA와 PS심 POF는 15 mm 높이에서 급격히 증가함을 나타내었다. 이러한 사실은 굽힘 거동에서와 같이 역시 PC심 POF가 충격에 강하여 단지 변형이 있는데 반하여 PMMA나 PS심 POF는 절단이 쉽게 일어남을 알 수 있다. 따라서 이러한 충격이나 굽힘면에서 보면 보다 심한 조건에서 POF를 사용할 때에는 PC심 POF가 보다 바람직하다는 결론을 내릴 수 있다. 그런데 앞에서 언급된 바와 같이 PC는 적외선 영역에서 최소의 광손실을 나타내는 반면 PMMA와 PS는 가시광 영역에서 낮은 광손실을 나타내며 가장 낮은 광손실은 역시 PMMA심 POF이다.

### 3.6 POF의 광손실과 국내의 제조기술

본 연구실에서 제조된 POF의 광손실은 Table 2에 나타내었다. 이 Table 2의 값들은 현재 일본 및 미국 등의 전문 POF 생산업체에서 제조하여 시판하고 있는 POF의 광손실보다 훨씬 높은 광손실을 나타내고 있다. 이러한 원인은 선진국들이 지닌 다년간의 기술축적과 우수한 설비에 의하여 제품질의 향상을

Table 2. Characteristics of the POFs prepared in this study

POFs		PMMA core POF	PS core POF	PC core POF
Refractive index (at 20°C)	Core	1.490	1.587	1.586
	Clad	1.436, 1.407	1.490	1.490
Numerical-aperture		0.40, 0.49	0.55	0.54
Transmission loss (dB/Km)		1.700, 1.680 at 660 nm	1.800 at 660 nm	2.200 at 780 nm

계속 거듭한 결과 현재 그들은 POF가 지닌 고유의 광손실에 해당하는 최소의 광손실치를 나타내는 POF를 생산하는 우수한 시설을 가지고 있으나 국내에서는 우수한 심 및 반사막용의 재료가 제조되지 못하고 있는 실정이다. 즉 그들이 우수한 POF를 생산할 수 있는데도 크게 두 가지 기술의 발달에 서이다. 첫째는 방사기술의 발달로 공압출(co-extrusion)기술이 발달되어 있어 결합이 없는 우수한 POF를 생산할 수 있는 설비의 발달이며, 또한 공압출용에 적당한 반사막 재료 즉 불소고분자의 제조기술이 발달되어 있으나 국내에서는 POF에 관한 정보 및 생산이 전무한 실정이며 특히 반사막용에 이용될 수 있는 불소 고분자가 생산되지 못하고 있어 POF에 관한 연구에 대단히 어려움이 많은 실정이다.

#### 4. 결 론

심(core) 고분자 PMMA, PS 및 PC를 각각 압출 조건(온도, 압출속도) 및 권취속도를 변화시켜 심 섬유를 뽑아 반사막(cladding) 고분자 용액에 침지 피복(dip coating)하여 플라스틱 광섬유(plastic optical fiber(POF))를 제조하고, 제조된 광섬유의 열적 특성, 굽힘거동 및 충격거동이 POF의 광손실에 미치는 영향을 조사하였다. 열적 거동이 광손실에 미치는 영향에서는 특히 심고분자의 분자의 마이크로 브라운 운동이 시작되는 글라스 전이온도( $T_g$ ) 부근에서 급격한 광손실의 증가를 나타내었는데,  $T_g$ 가 높은 PC가 우수한 열적 안정성을 나타내었다. 그리고 굽힘 거동의 영향도 심 고분자의 굽힘 특성이 우수한 PC가 역시 가장 우수한 반면, PMMA와 PS는 굽힘에서 광손실의 증가가 높았는데 이것은 이들 고분자의 고유한 특성인 brittle한 성질에 기인된 것으로 생각되었다. 또한 충격거동도 역시 굽힘 거동과 동일한 경향의 결과를 나타내었다. 본 연구

에서 제조된 PMMA 심 POF와 PS심 POF의 광손실은 파장이 660 nm인 광원에서 각각 약 1,700 dB/Km, 1,800 dB/Km이었으며, PC심 POF의 광손실은 780 nm인 광원에서 약 2,200 dB/Km이었다. 이러한 광손실의 값들은 상업용 POF의 광손실 보다는 높은 값에 해당한다.

#### 감사의 글

본 연구는 체신부, 한국통신의 후원 '91 통신기술연구과제로 수행한 연구로 이에 깊은 감사를 표합니다.

#### 참고문헌

1. T. Kaino, M. Fujiki, S. Oikawa and S. Nara, *Appl. Opt.*, **20**, 2886 (1981).
2. T. Kaino, *J. Polym. Sci. Polym. Chem. Ed.*, **25**, 37 (1987).
3. T. Kaino and Y. Katayama, *Polym. Eng. Sci.*, **29**, 1209 (1989).
4. T. Kaino, M. Fujiki and S. Nara, *J. Appl. Phys.*, **52**, 7061 (1981).
5. Mitsubishi Rayon: Japan Patent 57-460204.
6. N. Yamoto, H. Ikeda, T. Sugimoto, K. Hayashi and F. Sakamoto, "Optical Data Link for Multiplex Wiring", *Soc. Auto. Engrs. Paper*, 163 (1983).
7. E. Musano, Application of Plastic Optical Fiber (in Japanese), *Kogyo Zairyo*, **25**, 1, pp.101-106 (1977).
8. C. Palais, "Fiber Optical Communication", 1987.
9. W.R. Moor and R.T. Fort, *J. Polym. Sci.*, **A1**, 929 (1963).
10. W.R. Krigbaun and P.J. Flory, *J. Polym. Sci.*, **11**, 37 (1953).
11. S.G. Kang, C.S. Ha and H.D. Kim, *J. Korean Fiber Soc.*, Vol. 28, No. 11 (1991).